

Augmented Virtual Realities for Social Development
Virtual Realities for Social Development Augmented
Realities for Social Development Augmented Virtual
for Social Development Augmented Virtual Realities
Social Development Augmented Virtual Realities for
Development Augmented Virtual Realities for Social
Augmented Virtual Realities for Social Development

Augmented Virtual Realities for Social Development

Experiences between Europe and Latin America

Realidades virtuales aumentadas para el desarrollo social

Experiencias entre Europa y Latinoamérica

Realidades virtuales aumentadas para el desarrollo social
virtuales aumentadas para el desarrollo social Realidades
aumentadas para el desarrollo social Realidades virtuales
para el desarrollo social Realidades virtuales aumentadas
el desarrollo social Realidades virtuales aumentadas para
desarrollo social Realidades virtuales aumentadas para el
social Realidades virtuales aumentadas para el desarrollo

Proyecto ALFA-GAVIOTA Grupos Académicos para la Visualización Orientada por Tecnologías Apropriadas

Editor Mónica Inés Fernández

Academic Institutions Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt, Würzburg, Germany; Universidad Pública de Navarra, Pamplona, Spain; Universidad de Zaragoza, Zaragoza, Spain; Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, Portugal; Universidad de Belgrano, Buenos Aires, Argentina; Universidad Nacional de San Luis, San Luis, Argentina; Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia; Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brazil; Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Rio Grande, Brazil; Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile; Universidad Tecnológica de Honduras, San Pedro Sula, Honduras; and Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.



Augmented Virtual Realities for Social Development

**Realidades virtuales
aumentadas para el
desarrollo social**



ALFA-GAVIOTA <www.alfagaviota.eu>

Coordination
Coordinación

European Union Coordination
Coordinación Unión Europea **Alfredo Pina Calafi**

Latin American Coordination
Coordinación América Latina **Mónica Inés Fernández** and **Marcelo Payssé Álvarez**

Partner
Socios

Germany	Würzburg, Bernd Breutmann
Spain	Pamplona, Alfredo Pina Calafi Zaragoza, Francisco José Serón Arbeloa
Portugal	Porto, Carlos Vaz de Carvalho
Argentina	Buenos Aires, Mónica Inés Fernández San Luis, Roberto A. Guerrero
Bolivia	Santa Cruz de la Sierra, Víctor Hugo Limpías O.
Brazil	Pelotas, Adriane Borda Almeida Porto Alegre, Cristiano Costa
Chile	Concepción, Rodrigo García Alvarado
Honduras	San Pedro Sula, Jorge Alberto Vargas
Uruguay	Montevideo, Marcelo Payssé Álvarez



Financed by the European Union
Financiado por la Unión Europea

Augmented Virtual Realities for Social Development

Experiences between Europe and Latin America

Realidades virtuales aumentadas para el desarrollo social

Experiencias entre Europa y Latinoamérica

Editor · *Compiladora*
Mónica Inés Fernández

Academic Institutions · *Instituciones Académicas*

Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt, Würzburg, Germany

Universidad Pública de Navarra, Pamplona, Spain

Universidad de Zaragoza, Zaragoza, Spain

Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, Portugal

Universidad de Belgrano, Buenos Aires, Argentina

Universidad Nacional de San Luis, San Luis, Argentina

Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brazil

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Rio Grande, Brazil

Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile

Universidad Tecnológica de Honduras, San Pedro Sula, Honduras

Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

Summary

Sumario

8 Prologue • Prólogo
Francisco José Serón Arbeloa

12 Introduction • Introducción
Alfredo Pina Calafi

17 Chapter I • Capítulo I
History and Evolution of the ALFA-GAVIOTA NETWORK
Historia y evolución de la RED ALFA-GAVIOTA
Mónica Inés Fernández

31 Chapter II • Capítulo II
ALFA-GAVIOTA Project, a financial approach
Gestión financiera del Proyecto ALFA-GAVIOTA
Diana Calatayud

42 Chapter III • Capítulo III
Virtual Reality, Augmented Reality and Ubiquitous Computing:
Concepts, Technology and Practice
*Realidad virtual, realidad aumentada y computación ubicua:
conceptos, tecnología y práctica*
Francisco José Serón Arbeloa, Carlos Vaz de Carvalho, Melanie Saul,
Frank Deinzer, Roberto A. Guerrero, Juan Carlos Parra Márquez,
Cristiano Costa and Sandro Rigo

64 Chapter IV • Capítulo IV

Social Context: Latin America and Europe. The working environment

Contexto social: Latinoamérica y Europa. El entorno de trabajo

Flávio Sacco dos Anjos and Adriane Borda Almeida

On the Territory of Latin America

Condiciones territoriales de Latinoamérica

Rodrigo García Alvarado

Possibilities for Regional Development

Posibilidades de desarrollo regional

Marcelo Payssé Álvarez

78 Chapter V • Capítulo V

Applications

Aplicaciones

79 Würzburg [Germany · Alemania]

Lukas Köping and Frank Deinzer

103 Pamplona [Spain · España]

Benoit Bossavit, Mikel Ostiz, Miriam Lizaso,
Alfredo Pina Calafi and Eberhard Grötsch

130 Zaragoza [Spain · España]

Francisco José Serón Arbeloa, Carlos Bobed and
Pedro Latorre

160 Porto [Portugal]

Luciano Santos, Paula Escudeiro and
Carlos Vaz de Carvalho

179 Buenos Aires [Argentina]

Mónica Inés Fernández, Liliana Bonvecchi,
Mabel Brignone, Adriana Granero,
Fernando Pérez Losada and Rodolfo Salvatore

204 San Luis [Argentina]

Yoselie Alvarado, Diego Quiroga,
Jacqueline Fernández and Roberto A. Guerrero

223 Santa Cruz de la Sierra [Bolivia]

Moisés Crespo U., Javier Miranda M.,
Verónica Melgar O. and Víctor Hugo Limpías O.

241 Pelotas [Brazil · Brasil]

Adriane Borda Almeida, Felipe Heidrich and Neusa Félix

253 Porto Alegre [Brazil · Brasil]

Humberto Moura, Cristiano Costa, Sandro Rigo,
Underlea Bruscato, Jorge Barbosa, Luiz Silveira Jr.,
Eduardo Ferreira and Matheus Wichman

273 Concepción [Chile]

Rodrigo García Alvarado, Roberto Lira Olmo and
Juan Carlos Parra Márquez

288 San Pedro Sula [Honduras]

Jorge Alberto Vargas

304 Montevideo [Uruguay]

Miguel Ángel Odriozola Guillot, Marcelo Payssé Álvarez,
Julio Jorge Assandri Arricar and Fernando García Amen

319 Chapter VI • Capítulo VI

Conclusions and Ideas for the Future

Conclusiones e ideas de futuro

Mónica Inés Fernández, Alfredo Pina Calafi and Marcelo Payssé Álvarez

321 Annex • Anexo

Colour images

Imágenes en color

Prologue

Prólogo

ALFA is a program of *cooperation* between higher education institutions of the European Union and Latin America. ALFA III, the final phase of the program, retains the original objective of the previous phases, that is, to promote higher education in Latin America as a way to contribute to the economic and social development of the region.

In the ALFA-GAVIOTA project case, which this book owes its existence to, the areas that were selected to contribute to economic and social development were the Virtual and Augmented Reality.

When trying to communicate the general feeling that the signer has on what the project has meant the project, what initially emerges is a great perplexity due to the cluster of sensations that a project of this nature causes. However, such an explosion of sensations should be regulated by trying to reach a few ideas to explain or at least summarize this

ALFA es un programa de cooperación entre instituciones de educación superior de la Unión Europea y América Latina. ALFA III, la última fase del programa conserva el objetivo original de las fases anteriores, es decir, promover la educación superior en América Latina como medio para contribuir al desarrollo económico y social de la región.

En el caso del proyecto ALFA-GAVIOTA (Grupos Académicos para la Visualización Orientada por Tecnologías Apropriadas), al que este libro debe su existencia, las áreas que se seleccionaron para contribuir al desarrollo económico y social fueron las de realidad virtual y aumentada.

Al intentar transmitir de manera general la sensación que este firmante tiene sobre lo que ha significado dicho proyecto, lo que emerge inicialmente es una gran perplejidad producto del cúmulo de sensaciones que un proyecto de esta índole provoca. Sin embargo, hay que modular tal explosión

initial perception. The reader will find them at the end of this Prologue, but in order to reach them we will gradually advance.

Let me start by saying that the people involved have formed a set of interlocked parts that have interacted with each other. But its main feature seen from the General Systems Theory is that it has not set a complicated system, but more a rich and interesting one. ALFA-GAVIOTA Project has managed to become a complex system.

The difference between complicated and complex systems is that, the functioning of the first can be understood by knowing how each party works, to understand the second it is also necessary to know how the parts relate to each other. Because in the interactions between the parties new properties emerge that can not be explained by the properties of the individual elements. Now, having reached that complex status also entails features like dynamism, nonlinearity and unpredictable accurate evolutionary behaviour.

Imagine now the brain, and face one of the teachers, who towards the end of the project, in a moment of reflection pop the question. How can I get from the work and the experience I gained during the project, that the knowledge that my university will now teach will be that of a contemporary university and if possible reference?

Possibly your brain, using rigor and rationality, two notes that define the ideals of the members of the contemporary university, will try to find the characterization of the type of problem you just raised. The conclusion you will reach is that you have a problem of divergent type, in other words, the problem has an unknown number of solutions that can be reached depending on the people who seek them. That is, the problem is

de sensaciones intentando alcanzar unas pocas ideas que expliquen o al menos resuman esta percepción inicial. El lector las encontrará al final de este Prólogo, pero para llegar avanzaremos poco a poco.

Empezaré afirmando que las personas que han intervenido conformaron un conjunto de partes entrelazadas que han interactuado entre sí. Pero su característica principal visto desde la Teoría General de Sistemas es que no ha configurado un sistema complicado, sino algo más rico e interesante. El Proyecto ALFA-GAVIOTA ha conseguido llegar a ser un sistema complejo.

La diferencia entre sistema complicado y complejo radica en que, si el funcionamiento del primero puede conocerse sabiendo cómo funciona cada una de las partes, para entender el segundo es necesario también conocer cómo las partes se relacionan entre sí. Y es que de las interacciones entre las partes surgen propiedades nuevas, emergentes, que no pueden explicarse a partir de las propiedades de los elementos aislados. Ahora bien, el haber alcanzado ese estatus de complejidad conlleva también las características de dinamicidad, no linealidad y comportamiento evolutivo no predecible con precisión.

Imagínense ahora el cerebro, y la cara, de uno de los profesores que hacia el final del proyecto, en un momento de reflexión, se plantea la pregunta: ¿cómo puedo conseguir que a partir del trabajo realizado y de la experiencia acumulada durante el proyecto, la formación que imparta mi universidad a partir de ahora sea la de una universidad contemporánea y de ser posible de referencia?

Posiblemente, su cerebro, haciendo uso del rigor y de la racionalidad, dos notas que definen los ideales de los miembros de la universidad contemporánea, intentará buscar la caracterización del tipo de problema que acaba de plantear. La conclusión a la que va a llegar es que tiene un problema

similar to How to make a good advertisement for a new beauty product? We all know that there are as many answers as possible advertisers.

Go on imagining the brave teacher, and his face, thinking what can I do? Sooner or later he/she will come to the conclusion that the answer to the problem escapes the domain of pure logic to enter the secret borders of inspiration. The reality is very complex and to tame it with the brain you must fill it with hypothesis of experimental facts, of daring leaps into the void. That is, our teacher will need to add some creativity, one of the notes that should characterize many members of contemporary universities.

After a while, most likely, his/her face will light up and the next step their ingenuity will dictate will be to try to surround him/herself with a group of people with whom to form a complex working tool, not complicated, whose common goal would be the search for solutions at the highest level, hoping the higher values of the university will emerge.

In short words, our teacher will come to the conclusion that, given the nature of the problem that has arisen, the best way to predict the future of the university will be by inventing it and it will have no choice but to “open to change” and that, as Heraclitus of Ephesus said “nothing is permanent except change.”

In this consideration, the only thing I can provide is my perception of what experience ALFA-GAVIOTA project has meant to me.

- I have met professionals from many different countries.
- I have enjoyed multidisciplinary knowledge.
- I have seen very different behaviours and ways of thinking and acting.

del tipo divergente, o dicho de otra forma, su problema tiene un número indeterminado de soluciones que se alcanzan dependiendo de las personas que las busquen. Es decir, el problema es similar a preguntarse: ¿cómo hacer una buena publicidad para un nuevo producto de belleza? Todos sabemos que hay tantas respuestas como posibles empresas de publicidad.

Sigamos imaginándonos al valiente profesor, y su cara, pensando: ¿qué puedo hacer? Tarde o temprano llegará a la conclusión de que la respuesta al problema escapa del puro dominio de la lógica para entrar en las secretas fronteras de la inspiración. La realidad es muy compleja y para domesticarla con el cerebro hay que llenarla de hipótesis, de hechos experimentales, de atrevidos saltos al vacío. Es decir, nuestro profesor va a necesitar añadir algo de creatividad, otra de las notas que deberían caracterizar a muchos miembros de las universidades contemporáneas.

Pasado un tiempo, muy probablemente, su cara se iluminará y el siguiente paso que su ingenio le dictará será intentar rodearse de un grupo de personas que junto con él formen una herramienta de trabajo compleja, no complicada, cuyo objetivo común sea la búsqueda de soluciones al más alto nivel, con la esperanza de que emerjan los valores superiores de la institución universitaria.

En pocas palabras, nuestro profesor llegará a la conclusión de que, dadas las características del problema que se ha planteado, la mejor forma de predecir el futuro de su universidad será inventársela y para ello no tendrá más remedio que “abrirse al cambio” ya que, como dijo Heráclito de Éfeso, “nada hay permanente salvo el cambio”.

A esa reflexión, lo único que puedo aportar es mi percepción sobre lo que la experiencia del proyecto ALFA-GAVIOTA ha significado para mí.

- We revealed an overlap of desires.
- It has proved useful in the common search results.
- I have positive memories of all encounters with them.

It can not be said more clearly, ALFA-GAVIOTA ends, but the future is in front of us, let's hope that the achieved *not inbred cooperation* follows. Because it would be very foolish to lose the complexity achieved.

On behalf of everyone, thank you very much to the ALFA III Program for the opportunity.

- *He conocido profesionales de países muy diferentes.*
- *He disfrutado de conocimientos multidisciplinares.*
- *He visto comportamientos y formas de pensar y actuar muy diferentes.*
- *Hemos puesto de manifiesto una superposición de deseos.*
- *Se ha demostrado la utilidad en la búsqueda común de resultados.*
- *Tengo recuerdos positivos de todos los encuentros con ellos.*

Más claro no puede decirse, ALFA-GAVIOTA finaliza, pero el futuro lo tenemos delante, esperemos que la cooperación no endogámica siga. Sería muy tonto perder la complejidad alcanzada.

En nombre de todos, muchas gracias al Programa ALFA III por la oportunidad.

Francisco José Serón Arbeloa
September · *Septiembre*
2013

Introduction

Introducción

Alfredo Pina Calafi*

The authors of this book come from twelve institutions of higher education. Since 2001, they have collaborated at the academic level on education, research and R+D+i (research, development and innovation) through different ALFA projects (ALFA I and II and ALFA III). The different members of the work teams (professors, researchers and administrators) come from schools of IT and architecture at their respective institutions. The fields that have been the focus of work over the past decade include education, architecture and IT. We have combined more technical areas like digital representation, multimedia and computer graphics with more methodological areas such as distance learning, within the field of Lifelong Learning (LLL). Each group has applied the results to its work sphere and to the academic and personal interests of its members.

Los autores de este libro proceden de doce instituciones de Educación Superior y han venido colaborando académicamente en docencia, investigación e I+D+i (investigación, desarrollo e innovación), desde el año 2001 a través de diferentes proyectos ALFA (ALFA I y II y ALFA III). Los diferentes miembros de los equipos de trabajo (profesores, investigadores y gestores) provienen tanto de Escuelas de Informática, como de Escuelas de Arquitectura. Los campos en común que se han venido trabajando en este último decenio han sido y siguen siendo educación, arquitectura e informática. Hemos combinado áreas más técnicas, de Representación Digital, Multimedia y Gráficos, con áreas más metodológicas como Educación a Distancia, en el ámbito de la formación permanente, o LifeLong Learning (LLL), cada uno de los grupos aplicándolo a su ámbito de trabajo y a sus intereses académicos y personales.

The group is comprised of eight institutions in six countries from Latin America (LatAm), and four institutions from three different countries in the European Union (EU):

El grupo está integrado por ocho instituciones de América Latina (AL), de seis países diferentes, y cuatro de la Unión Europea (UE), de tres países diferentes:



Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt
Würzburg, Germany · *Alemania*



Universidad Pública de Navarra
Pamplona, Spain · *España*



Universidad de Zaragoza
Zaragoza, Spain · *España*



Instituto Superior de Engenharia do Porto
Porto, Portugal



Universidad de Belgrano
Buenos Aires, Argentina



Universidad Nacional de San Luis
San Luis, Argentina



Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra
Santa Cruz de la Sierra, Bolivia



Universidade Federal de Pelotas
Pelotas, Brazil · *Brasil*



Universidade do Vale do Rio dos Sinos
Rio Grande, Brazil · *Brasil*



Universidad del Bío-Bío
Concepción, Chile



Universidad Tecnológica de Honduras
San Pedro Sula, Honduras



Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

The network's call for applications for the ALFA III project is the result of the group's history and maturity. The project details are as follows:

Title:	GAVIOTA (Spanish acronym for Academic Groups for Visualization Guided by Appropriate Technologies)
Contract:	No.DCI-ALA/19.09.01/10/21526/245-654/ALFA 111(2010)149
Start Date:	January 20, 2011
Duration:	36 months
Budget:	1,191,694 euros, of which the EU will subsidize a maximum of 913,444 euros.
Call For Applications:	ALFA III Regional Cooperation Program. Batch 1 (second call for applications)
Contact:	<info@alfagaviota.eu>

In terms of technologies, the work in this project has covered virtual reality, augmented reality and advanced interaction techniques. There have been diverse spheres of application: education, architecture and urbanism, driver's education, and others.

Over the course of this project, actions have included:

- The design, setup and fine-tuning of low-cost laboratories adapted to the needs of each partner and the renewal of existing equipment.
- The development of different applications in each of the twelve laboratories at the partner universities.

El proyecto de la convocatoria de ALFA III, llevado a cabo por la red es fruto de la trayectoria y de la madurez como grupo. La ficha del proyecto es la siguiente:

<i>Título:</i>	<i>GAVIOTA (Grupos Académicos para la Visualización Orientada por Tecnologías Apropriadas)</i>
<i>Contrato:</i>	<i>Nº DCI-ALA/19.09.01/10/21526/245-654/ALFA 111(2010)149</i>
<i>Fecha inicio:</i>	<i>20 de enero de 2011</i>
<i>Duración:</i>	<i>36 meses</i>
<i>Presupuesto:</i>	<i>1.191.694 euros, de los cuales la UE subvencionará un máximo de 913.444 euros.</i>
<i>Convocatoria:</i>	<i>Programa ALFA III de Cooperación Regional. Lote 1 (segunda convocatoria)</i>
<i>Contacto:</i>	<i><info@alfagaviota.eu></i>

Las tecnologías que se han trabajado en este proyecto son la realidad virtual, la realidad aumentada y técnicas de interacción avanzada. Los ámbitos de aplicación han sido variados: educación, arquitectura y urbanismo, educación vial, entre otros.

A lo largo del proyecto se han realizado diferentes acciones:

- *Diseño, montaje y puesta a punto de laboratorios de bajo coste, adaptados a las necesidades de cada socio, y la actualización del equipamiento ya existente.*
- *Desarrollo de diferentes aplicaciones en cada uno de los doce laboratorios de las universidades socias.*

- The transfer of knowledge from the universities, with development of applications for public-business sectors and/or civil society and disadvantaged collectives.
- Six workshops held in different LatAm countries as a method for transferring the network's know-how.
- The use of the experiences at the universities for both government-regulated and lifelong education.

One of the important aspects addressed in the project involves the educational institutionalization of the acquired knowledge. This book is part of that institutionalization and also seeks to gather the experiences and reflections of the group, particularly over the past three years of the project.

Therefore, this book has been written for all readers interested in the following topics:

- Virtual reality (VR), advanced reality (AR) and advanced interaction (AI) technologies.
- Different applications of these technologies, particularly in the fields of education, architecture and IT.
- An accessible, rigorous, descriptive and reflective book.
- A book with multiple links to all of the continuously evolving developments and materials of the twelve participating groups.

The book is structured as follows:

- *Transferencia de conocimiento desde las universidades, con desarrollo de aplicaciones para sectores público-empresarial y/o sociedad civil y colectivos desfavorecidos.*
- *Realización de seis workshops en los diferentes países de AL, como forma de transferencia del know how de la red.*
- *Utilización de las experiencias en las universidades para la formación, tanto reglada como permanente.*

Uno de los aspectos importantes planteados en el proyecto tiene relación con la institucionalización educativa de los conocimientos adquiridos, de la que este libro forma parte y pretende, además, recoger las experiencias y reflexiones de este grupo, en particular en estos tres años de proyecto.

Por lo tanto, el presente libro está destinado a todas aquellas personas interesadas en los siguientes tópicos:

- *Tecnologías de realidad virtual (RV), realidad avanzada (RA) e interacción avanzada (IA).*
- *Diferentes aplicaciones de dichas tecnologías, en particular en los campos de educación, arquitectura e informática.*
- *Un libro accesible, riguroso, descriptivo y reflexivo.*
- *Un libro con enlaces múltiples a todos los desarrollos y materiales, siempre en evolución, de los doce grupos participantes.*

The first chapter, called “History and evolution of the group,” explains the background of the research network. It also provides a summary of both the topics addressed and the activities that led to the creation of this field of research, as an overview of how the original network has evolved. The book then presents a summary of the financial management of the ALFA-GAVIOTA project. This section describes the benefits the EU has granted to the partner universities including the purchase of equipment, the training of human resources, travel costs for partners and actions aimed at disseminating the results. It also describes the commitment to co-participation on the part of the partner universities.

The chapters on technologies and social development explain the theoretical foundations of the program.

In the chapter on applications, each institution presents a selection of the works done by the different groups and laboratories. This chapter shows how the procedures and results of the investigations have been transferred to the respective study plans of the universities, to communications with government entities and/or associated companies and to joint actions with disadvantaged groups.

We would like to thank the EU for financing this project and thank each participating institution for its co-financing and institutional support.

In addition, we express our gratitude to all the people in the different teams. This includes those who worked directly on the project developments, the dissemination of results and the project management, along with all those who provided support to the teams.

La estructura del libro es la siguiente:

En primer lugar, en el capítulo sobre la Historia y evolución del grupo, se exponen los antecedentes de la red de investigación, con una sinopsis de las temáticas abordadas y las actividades que dieron lugar al presente campo de investigación, como una evolución de la red original.

Seguidamente, se presenta una síntesis de la gestión financiera del proyecto ALFA-GAVIOTA, en la que se describen los beneficios otorgados por la UE a las universidades socias en cuanto a compra de equipamiento, formación de recursos humanos, movilidad de los socios y acciones destinadas a otorgar visibilidad a los resultados, así como los compromisos de coparticipación asumidos por las universidades socias.

En los capítulos correspondientes a tecnologías y desarrollo social, se explican los fundamentos que hacen al sustento teórico del programa.

Luego, en el capítulo correspondiente a las “Aplicaciones”, cada institución presenta una selección de trabajos realizados en los distintos grupos y laboratorios, que dan cuenta de la transferencia de los procedimientos y resultados de las investigaciones, a los respectivos planes de estudio, a las comunicaciones con entes de gobierno y/o empresas relacionadas y a acciones conjuntas con colectivos desfavorecidos.

Agradecemos a la UE por la financiación de este proyecto y a cada institución participante por su cofinanciación y por su apoyo institucional.

Agradecemos, asimismo, a todas las personas de los diferentes equipos, tanto a las que han trabajado directamente en los desarrollos, la divulgación y la gestión, como a todas aquellas que han trabajado respaldando y dando apoyo a los equipos.

Chapter I

Capítulo I

History and Evolution of the ALFA-GAVIOTA NETWORK *Historia y evolución de la RED ALFA-GAVIOTA*

Mónica Inés Fernández*

The members of the ALFA-GAVIOTA group founded the original network in 2001 after being chosen in three consecutive calls for applicants by the ALFA program. The general aim of the ALFA (América Latina Formación Académica) program is for the institutions of higher education (IHEs) of Latin America and Europe to take a leading role in the sustainable human development of their respective regions, thus contributing to lasting economic and social development. This is a cooperation program between institutions of higher education in the European Union (EU) and in Latin America (LatAm) legally funded according to Council Regulation (EEC) No. 443/92 of 25 February 1992 on technical-financial assistance and economic cooperation with countries in Latin America and Asia. In the second phase of the ALFA program (2000-2005), or ALFA II, a total of 76 projects were selected for funding by the European Community, including the one presented by the network

Los integrantes del grupo ALFA-GAVIOTA se constituyeron originalmente en red en el año 2001, siendo seleccionados consecutivamente en tres convocatorias del programa ALFA. El objetivo general del programa ALFA (América Latina Formación Académica) es que las instituciones de Educación Superior (IES) de América Latina y Europa sean protagonistas en el desarrollo humano sostenible de sus regiones, contribuyendo a generar un desarrollo económico y social duradero. Se trata de un programa de cooperación entre instituciones de Enseñanza Superior de la Unión Europea (UE) y de América Latina (AL), cuya base legal de financiación es el Reglamento (CEE) N° 443/92 del Consejo, del 25 de febrero de 1992, relativo a la ayuda técnico-financiera y a la cooperación económica con los países de América Latina y Asia. En la segunda fase del programa ALFA (2000-2005), o ALFA II, un total de 76 proyectos fueron seleccionados para el apoyo financiero de la Comunidad Europea, entre los que se encontraba el presentado por la red que dio origen al actual Proyecto GAVIOTA.

* School of Architecture and Urbanism, Universidad de Belgrano, Argentina · Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Belgrano, Argentina <monica.fernandez@ub.edu.ar>.

which created the current project called GAVIOTA (the Spanish acronym for Academic Groups for Visualization Guided by Appropriate Technologies).

From 2001 to 2003, the eight members of the ALFA T-GAME (Teaching Computer Graphics and Multimedia) network conducted a study and harmonization of the computer graphics and multimedia plans of each participating institution. A proposal was made to design a course for graduate students that would address the subjects mentioned. There was discussion on the design and creation of educational material, with an eye to combining classroom teaching with the potential provided by distance learning. The following institutions participated in the program: Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt (Germany), Universidad de Belgrano (Buenos Aires, Argentina), Universidad Nacional de San Luis (Argentina), Universidade Federal de Pelotas (Brazil), Universidad Pública de Navarra and Universidad de Zaragoza (Spain), Instituto Superior de Engenharia do Porto (Portugal) and Universidad de la República (Uruguay).

From 2003 to 2007, the ALFA program consolidated the T-GAME L3 (Teaching Computer Graphics and Multimedia-Life Long Learning) network, which was comprised of the same eight institutions of higher education in the EU and LatAm. For their part, these institutions have continued working in sub-networks with diverse members. This is the case of the PROSUL program (2004-2006 and 2010-2011); the CNPQ-Programa Sud Americano, which supports science and technology activities (2004-2006); the program PROBARQ-CNPQ Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (2010-2011); and bilateral agreements on collaboration financed by the Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) and the Consejo Interinstitucional de Ciencia y

En el período 2001-2003, los ocho integrantes de la red ALFA T-GAME (Teaching Computer Graphics and Multimedia), realizan el estudio y la armonización de planes de informática gráfica y multimedia, existentes en cada institución participante. Se propuso el diseño de un curso que abordara los temas mencionados, para estudiantes de posgrado. Se planteó el diseño y la creación de material didáctico, buscando compatibilizar la enseñanza presencial con las potencialidades de la enseñanza a distancia. Las instituciones participantes fueron Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt (Alemania), Universidad de Belgrano, de Buenos Aires, y Universidad Nacional de San Luis (Argentina), Universidade Federal de Pelotas (Brasil), Universidad Pública de Navarra y Universidad de Zaragoza (España), Instituto Superior de Engenharia do Porto (Portugal) y Universidad de la República (Uruguay).

En el período 2003-2007, el programa ALFA consolidó la RED T-GAME L3 (Teaching Computer Graphics and Multimedia-LifeLong Learning) integrada por las mismas ocho IES de la UE y AL. Estas instituciones, a su vez, han continuado trabajando en subredes con diversos integrantes, tal el caso del Programa PROSUL (2004-2006 y 2010-2011); CNPQ-Programa Sud Americano de apoyo a las actividades de ciencia y tecnología (2004-2006) y Programa PROBARQ-CNPQ Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (2010-2011); así como en convenios bilaterales de colaboración, financiados por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y el Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (CICYT), entre otros. Estas experiencias consolidaron el trabajo en red y la transversalidad de conocimientos, validando además la experiencia de la UE y su transferencia a AL.

El interés de la UE consistió en financiar proyectos de “Cooperación en Gestión Institucional” que posibilitaran la “Gestión de Servicios

Tecnología (CICyT), among others. These experiences consolidated the work of the network and the adoption of a cross-curricular approach to knowledge, thus validating the experience of the EU and its transfer to LatAm.

The interest of the EU was to finance “Institutional Management Cooperation” projects that would allow for the “Management of University Extension Services”, making use of the new technologies and the teaching and pedagogical methodologies related to blended learning or distance learning, using e-learning. The co-financing and support provided for this project by the network members was noteworthy.

This period of more than five years of work by eight institutions, four from the EU and four from LatAm, has allowed for a significant transfer of culture and learning among the different institutions. It ended with a distance education pilot course with four subjects and six workshops. This course, which was presented as a service of the universities, was aimed at educators, intermediate and higher education graduates, students of bachelor and graduate programs, and professionals with a reputable career. For this course, teaching resources were shared among the network members in order to provide a broader academic offering than that available at the institution of each single member. Each offering was to “be personalized”; “provide tracking of study periods”; “be varied in terms of the number of courses”; “be different in terms of the type of students”; “be standardized in terms of the management methodology, type of tool, teaching and pedagogical mechanisms, analysis mechanisms, dissemination of results, [and] assessment of the impact of the activities.” The specific sphere of the activity was graphics and architecture, and the areas of knowledge with digital contents developed in different multidisciplinary spheres.

de Extensión Universitaria” haciendo uso de las nuevas tecnologías y las metodologías docentes y pedagógicas relacionadas con la enseñanza semipresencial o no presencial, en modalidad e-learning. Es de destacar el cofinanciamiento y el apoyo brindado al proyecto por cada una de las instituciones miembros de la red.

Este período de más de cinco años de trabajo de ocho instituciones, cuatro de la UE y cuatro de AL, ha permitido una importante transferencia cultural y formativa entre las diferentes instituciones que culminó con el dictado de un curso piloto de educación a distancia. Este curso, programado con cuatro asignaturas y seis talleres, era entendido como servicio de las universidades, contando como destinatarios a formadores, titulados medios y superiores, estudiantes de grado y de posgrado y profesionales de experiencia acreditada.

Para ello se compartieron recursos docentes entre los miembros de la red, con la finalidad de realizar una oferta académica más amplia que la disponible por cada uno de los miembros. Cada oferta debía ser “personalizada”, “con períodos de estudio reconocidos”, “múltiple en cuanto al número de cursos”, “diferente en cuanto al tipo de alumnos”, “unificada en cuanto a la metodología de gestión, tipo de herramienta, mecanismos didácticos y pedagógicos, mecanismos de análisis, difusión de resultados, evaluación del impacto de las actividades”. El ámbito concreto de la actividad correspondía a los gráficos y la arquitectura, y a las áreas de conocimiento con contenidos digitales desarrollados desde diferentes ámbitos multidisciplinares.

Las actividades previstas fueron el diseño, la preparación y puesta en práctica de herramientas de gestión institucional y la realización, publicación y aplicación de trabajos en el marco del proyecto, entre los que pueden mencionarse las siguientes:

The planned activities included the design, preparation and implementation of the institutional management tools and the drafting, dissemination and application of works within the framework of the project. Some of the activities included:

- The creation of a database of teaching material comprised of the digital contents of the network members.
- The structuring of the individual offering of contents by each network member.
- The definition by each member of the mechanisms for tracking study periods, the type of student to whom the offer should be directed and the scope of activity.
- The joint design of the structure and general methodology of institutional management.
- The fine-tuning of each methodology, using the coordination and management structure of the virtual campus at the Universidad de Zaragoza.
- The joint selection of the teaching and pedagogical mechanisms which are useful in blended learning and distance learning.
- The design of analysis mechanisms that ensure the quality of the proposal made by each institution.

These activities were discussed at meetings of the representatives (three per year) to evaluate the status of the project, debate the activity proposals and approve the obtained results. These results, in turn, gave way to analysis

- *Creación del repositorio de material docente formado por los contenidos digitales de los miembros de la red.*
- *Estructuración por parte de cada miembro de la red de su propia oferta de contenidos.*
- *Definición, por parte de cada miembro, de los mecanismos de reconocimiento de los períodos de estudio, tipo de alumnado hacia el que dirigir la oferta y ámbito de actuación.*
- *Diseño conjunto de la estructura y metodología general de gestión institucional.*
- *Puesta a punto de cada metodología, utilizando la estructura de coordinación y gestión del Campus Virtual de la Universidad de Zaragoza.*
- *Selección conjunta de los mecanismos didácticos y pedagógicos útiles en entornos de enseñanza semipresencial y no presencial.*
- *Diseño de mecanismos de análisis que aseguraran la calidad del planteamiento realizado en cada institución.*

Estas actividades se trataron en reuniones de los representantes (tres por año) para evaluar el estado del proyecto, debatir las propuestas de actuación y aprobar los resultados obtenidos. Los que, a su vez, dieron lugar a mecanismos de análisis para asegurar la calidad del planteamiento realizado. La red podía definir y solicitar asesoría externa para asegurar la factibilidad de la solución propuesta, corrigiendo los posibles errores o carencias detectadas.

Con respecto a la difusión de los resultados, se previó la creación de un sitio web que recoja las actividades y resultados de la red; la

mechanisms to ensure the quality of the proposals made. The network could decide on and request external consultants to ensure the feasibility of the proposed solution, rectifying any detected errors or gaps.

With respect to the dissemination of the results, a decision was made to create a website that would include the activities and results of the network; the presentation of reports at national and international conferences; and the organization of round tables and seminars, which would coincide with some of the network meetings, to assess the impact of the activities.

The educational activity was centered on the world of graphics and architecture, since an image is an intermediary between a thought and an object. Emphasis was placed on the parallelism between the brain's ability to capture information through the image and on the computer's capacity to manipulate and visually represent a great quantity of information. These possibilities for communication were considered unprecedented among human beings. Architecture required the resignification of the drawing and the design in order to allow for the introduction of graphic information, moving past the operative instrumental level to the theoretical field of representation and to the act of projecting.

In terms of the course structure, the total offer was equal to 20 credits (ECTS) distributed in four subjects each worth 5 ECTS, and 15 ECTS distributed in 6 workshops, each worth 2.5 ECTS.

Each student could freely choose from among the proposed offer but was required to select five credits from among the four subjects and five credits from among the six workshops. The seminar lasted four months, from March 2006 through June 2006.

presentación de comunicaciones en congresos nacionales e internacionales; la realización de mesas redondas y seminarios, coincidentes con algunas de las reuniones de la red, para la evaluación del impacto de las actividades.

La actividad formativa se centró en el mundo de los gráficos y la arquitectura, ya que una imagen es algo intermedio entre pensamiento y cosa. Se prestó atención a la unión de la habilidad del cerebro para captar información a través de la imagen, con la capacidad de la computadora para manipular y representar de forma visual gran cantidad de información. Estas posibilidades de comunicación eran consideradas inéditas para el ser humano. La arquitectura requería la resignificación del dibujo y el diseño para posibilitar la inserción de la informática gráfica, trascendiendo el nivel instrumental operativo al campo teórico de la representación y al acto de proyectar.

En cuanto a la estructura del curso, la oferta total equivalía a veinte créditos (ECTS) planteados en cuatro asignaturas de cinco ECTS cada una y quince ECTS dispuestos en seis talleres de 2,5 ECTS cada uno.

Cada alumno podía elegir libremente entre la oferta planteada seleccionando necesariamente cinco créditos de entre las cuatro asignaturas y cinco créditos de entre los seis talleres. La duración del seminario era de cuatro meses de duración, con fecha de inicio en marzo de 2006 y finalización en junio de ese mismo año.

Una vez finalizado el curso, el estudiante que superaba las pruebas propuestas recibía un diploma en el que se describían los contenidos cursados, los ECTS asignados y la certificación conjunta por parte de las ocho universidades participantes.

Los cursos de cinco ECTS cada uno eran:

Once the course was complete, the student who passed all of the tests received a diploma listing the contents of the course and workshops he/she had taken, the ECTS received and the joint certification by the eight participating universities.

The courses worth five ECTS each were the following:

- Digital image and audio
- Computer graphics for architecture
- Technical concepts of computer graphics
- Digital representation of architecture: Applications of representation systems and operations with forms

The workshops worth 2.5 ECTS each were:

- Workshop for preliminary architecture projects
- Workshops on learning/teaching digital graphics
- Documentation and semantic organization of multimedia material
- Workshop to develop interactive multimedia applications
- Multimedia technologies
- Non-photorealist rendering

In terms of the requirements, the applicants went through a selection process based on their curriculum vitae and on the way the student's knowledge and experience related to the seminar. To register, the applicant had to send in his/her application along with a short curriculum vitae for evaluation.

- *Imagen y audio digital*
- *Informática gráfica para la arquitectura*
- *Conceptos técnicos de informática gráfica*
- *Representación digital de la arquitectura: aplicaciones de sistemas de representación y operaciones con las formas.*

Los talleres de 2,5 ECTS cada uno eran:

- *Taller de anteproyectos de arquitectura*
- *Talleres de enseñanza/aprendizaje de gráfica digital*
- *Documentación y organización semántica de material multimedia*
- *Taller de desarrollo de aplicaciones multimedia interactivas*
- *Tecnologías multimedia*
- *Técnicas no fotorrealistas.*

En cuanto a los requisitos, los aspirantes pasaban un proceso de selección previo con base en su currículum, y a la relación que los conocimientos y la experiencia del estudiante tuvieran respecto al seminario. Para la inscripción, el aspirante debía enviar su solicitud junto con un breve currículum para poder ser evaluado.

El diploma otorgado se enmarcó en los estudios de extensión universitaria que los participantes ofrecían a la sociedad, como actividades formativas de actualización de conocimientos. El curso piloto fue completamente subvencionado para los alumnos que fueron seleccionados.

The diploma students received was formulated within the university extension studies that the participating institutions offered, as educational activities for knowledge refreshment. For the pilot course, the cost was subsidized for the students accepted.

The ALFA-GAVIOTA project was selected for the 2011-2014 period. Its activities focused on the following:

- Contributing to the creation of a common area within higher education in LatAm to expand and strengthen networking among institutions of higher education (IHEs) in Europe and Latin America, promoting the exchange of experiences and involving academia, employment and social affairs and the public sector.
- Developing initiatives that foster social cohesion.
- Promoting the participation of the IHEs in areas with a low human development index (HDI) and associated with disadvantaged and vulnerable sectors, and aiming the technology applications towards solving their problems.
- Promoting the bonds among the IHEs, the public sector and the private sector, for the training and development of abilities that foster the employability of citizens and sustainable local development.
- Educating professionals in the public and private sector.
- Collaboration agreements among the IHEs and the public and private sector.

El proyecto ALFA-GAVIOTA fue seleccionado para el período 2011-2014, centrado en las siguientes actividades:

- *Contribuir a la creación de un área común de Educación Superior en AL para ampliar y fortalecer la red de trabajo entre instituciones de Educación Superior (IES) europeas y latinoamericanas, promoviendo los intercambios de experiencias e implicando a los sectores académico, socio-laboral y público.*
- *Desarrollar iniciativas que propicien resultados de cohesión social.*
- *Promover la participación de las IES de áreas con un índice de desarrollo humano (IDH) bajo y vinculadas con sectores desfavorecidos en situación de vulnerabilidad, orientando las aplicaciones tecnológicas a solucionar sus problemáticas.*
- *Promover los vínculos entre las IES y el sector público y empresarial, para la capacitación y el desarrollo de habilidades que propicien la empleabilidad del ciudadano y un desarrollo local sostenible.*
- *Formación de profesionales del sector público y empresarial*
- *Convenios de colaboración entre las IES y el sector público y empresarial.*

Current knowledge on the topic

The group that is presenting the GAVIOTA project has been working as an academic network since 2001, though major progress has been made in the applied research and in education within these areas. In the assessments done as part of the work of the network, the following needs have been detected:

- Increase the participation of Latin American IHEs in the network, currently located exclusively in the Southern Cone.

We believe that the type of teaching and management experiences that we have successfully developed in the past can be replicated in other parts of Latin America, especially in the priority countries.

- Strengthen the work of the network, as the initiatives that partners have carried out in the past related to the type of technological education we propose require continuity in order to keep them from becoming dispersed and disorganized. This will allow for an exchange of experiences and resources.

The previous research and development experiences in this sphere have become known within academia among both faculty and students. There is still a certain rift between the academic world and the rest of society, as well as the stakeholders of economic and social development of the target regions. For

Estado actual del conocimiento sobre el tema

El grupo que presenta el proyecto GAVIOTA ha venido trabajando como red académica desde 2001, aunque se han conseguido grandes avances en la investigación aplicada y en la formación en estas áreas. En las evaluaciones realizadas en este trabajo en red se han detectado las siguientes necesidades:

- *Ampliar la participación de IES latinoamericanas de la red, actualmente localizada solamente en el cono sur.*

Creemos que el tipo de experiencias docentes y de gestión que hemos desarrollado con éxito en el pasado puede replicarse en otras partes del territorio latinoamericano, especialmente en los países prioritarios.

- *Fortalecer el trabajo en red, ya que las iniciativas que han llevado a cabo los socios en el pasado, del tipo de formación tecnológica que proponemos, requieren de continuidad para evitar que se tornen dispersas y descoordinadas y así posibilitar el intercambio de experiencias y recursos.*

Las experiencias previas de investigación y desarrollo en este ámbito han trascendido, dentro del campo académico, al personal docente y a los estudiantes. Aún así se detecta cierta desvinculación entre el mundo académico y el resto de la sociedad y con los actores del desarrollo económico y social de las regiones. Por ello, se constata como una necesidad orientar el trabajo realizado en estos años a

this reason, there is clearly a need to focus the work done during these years on the needs and opportunities for development identified by the civil society, the public sector and the private sector in the regions in which the IHEs operate.

Research objectives and hypothesis

The general objective of the proposal is for the IHEs of Latin America and Europe to play a leading role in the sustainable human development in their regions. In other words, they should contribute to lasting social and economic development. Two specific objectives have been proposed to respond to the needs detected by the GAVIOTA group. These objectives are to extend and consolidate networking effort, on the one hand, and to steer the application of the knowledge generated towards the needs detected by the public and private sectors (civil society and companies) in the regions where work is done, strengthening the bond between the IHEs and the other sectors.

Specifically, the objectives of the proposal are the following:

- Specific Objective 1 (SO 1): To expand and consolidate the network of Latin American and European IHEs in their research work applied to the needs of sustainable human development of the most disadvantaged population of LatAm.
- Specific Objective 2 (SO 2): To strengthen the bond between the IHEs and the other local agents

las necesidades y oportunidades de desarrollo identificadas por la sociedad civil o sector público y empresarial de las regiones en las que trabajan las IES.

Objetivos e hipótesis de la investigación

El objetivo general de la propuesta es que las IES de América Latina y Europa sean protagonistas en el desarrollo humano sostenible de sus regiones, es decir, contribuyan a generar un desarrollo económico y social duradero. Se han planteado dos objetivos específicos para dar respuesta a las necesidades planteadas por el grupo GAVIOTA, los cuales pretenden, por un lado, ampliar y consolidar el trabajo de la red y, por otro, orientar la aplicación del conocimiento generado a las necesidades detectadas por los sectores público y privado (sociedad civil y empresas) de las regiones en las que se trabaja, fortaleciendo el vínculo de las IES con el resto de los sectores.

Concretamente, los objetivos específicos de la propuesta son:

- *Objetivo específico 1 (OE 1): ampliar y consolidar la red de IES latinoamericanas y europeas en su trabajo de investigación aplicada a las necesidades de desarrollo humano sostenible de población más desfavorecida de AL.*
- *Objetivo específico 2 (OE 2): fortalecer el vínculo entre las IES y el resto de agentes de desarrollo locales (sector público, empresarial y colectivos desfavorecidos de la sociedad civil) a través del trabajo conjunto en el campo de la visualización digital avanzada.*

of development (public sector, private sector and disadvantaged groups of civil society) through joint work in the field of advanced digital display.

Methodology

To resolve the specific issues detected, three results are expected to be obtained upon completion of 36 months of the project (Results 1.1 and 1.2 are aimed at achieving SO 1 and Result 2.1 is aimed at achieving SO 2):

Result 1.1 – To have strengthened the capacity for research and development of applications geared towards the needs of civil society, the public sector and the private sector in the field of advanced digital display at eight IHEs from Latin America and four from Europe. This result seeks to compensate for the fact that certain Latin American partners have less experience, while ensuring the application of these technologies. For these partners, such technologies represent a potentially useful tool for resolving the problems of highly vulnerable groups in society. Diverse demands for technology applications have been identified in order to respond to the needs voiced by the local stakeholders, and these applications may be enriched with other similar ones during the development of the GAVIOTA project:

- Utilization of the technology for the design of emergency equipment for disaster-stricken areas in Chile.

Metodología

Para resolver las problemáticas particulares detectadas, al cabo de 36 meses de proyecto se esperan conseguir tres resultados (el resultado 1.1 y 1.2 orientados a lograr el OE 1 y el resultado 2.1 orientado a conseguir el OE 2):

Resultado 1.1. Fortalecida la capacidad de investigación y desarrollo de aplicaciones orientadas a las necesidades de la sociedad civil y sector público y empresarial en el campo de la visualización digital avanzada en ocho IES latinoamericanas y cuatro europeas, este resultado busca suplir la menor experiencia que tienen algunos socios latinoamericanos y la aplicación de estas tecnologías, en los que constituirá una potencial herramienta útil para la resolución de problemas de grupos de mayor vulnerabilidad. Se han identificado diversas demandas de aplicaciones tecnológicas para dar respuesta a necesidades planteadas por los actores locales, que podrán enriquecerse con otras similares en el momento del desarrollo del proyecto GAVIOTA:

- *Utilización de la tecnología para el diseño de equipamiento de emergencia para las zonas devastadas de Chile.*
- *Simulaciones de situaciones de impacto físico y/o ambiental en Uruguay.*
- *Producción de modelos virtuales del lenguaje arquitectónico e industrial que permitirá la difusión y capacitación a distancia en lugares remotos del país en Argentina, replicando en Bolivia y Honduras.*

- Simulations of events with a physical and/or environmental impact in Uruguay.
- Production of virtual models of architectural and industrial language that will allow for dissemination and distance training in remote locations of Argentina, to be replicated in Bolivia and Honduras.
- Applications focused on the problems associated with learning disabilities and how they affect the use of language in both “teaching” situations as well as “social” situations in the case of Pamplona.
- Advanced visualization for the value enhancement of industrial historic heritage in Brazil or integral educational systems for VR, AR and AI in the case of Zaragoza.

The activities proposed to achieve this result are the prior training and recycling of the research and teaching personnel in the sphere of visualization guided by appropriate technologies; the design of low-cost laboratories adapted to the needs of each partner, and the renewal of equipment along with the setup and fine-tuning of the laboratories. These are the activities that precede and allow for the completion of the final activity i.e. the development of the technology applications.

Result 1.2 – To have improved the educational institutionalization of know-how in the field of advanced digital display at eight IHEs from Latin America and four from Europe. This result seeks to reduce the shortage of qualified human resources in the field in Latin America and is a natural offshoot of the

- *Aplicaciones centradas en los problemas derivados de dificultades de aprendizaje (learning disabilities) y en cómo afectan al uso del lenguaje, tanto en situaciones “didácticas” como en situaciones “sociales” en el caso de Pamplona.*
- *Visualización avanzada para la puesta en valor del patrimonio histórico industrial en Brasil o sistemas didácticos integrales para RV, RA e IA en el caso de Zaragoza.*

Las actividades propuestas para lograr este resultado son la formación previa y el reciclaje del personal investigador y docente en el ámbito de la visualización orientada por tecnologías apropiadas, el diseño de los laboratorios de bajo coste adaptado a las necesidades de cada socio y la actualización del equipamiento, montaje y puesta a punto de los laboratorios como actividades previas y medios para poder realizar la actividad final del desarrollo de las aplicaciones tecnológicas.

Resultado 1.2. Mejora de la institucionalización educativa del know how en el campo de la visualización digital avanzada en ocho IES latinoamericanas y cuatro europeas. Este resultado busca reducir el déficit de recursos humanos cualificados en la región latinoamericana en este campo y es una continuidad natural de los dos proyectos ALFA anteriores (ALFA I T-GAME y ALFA II T-GAME L3) que fueron constituidos con la gran mayoría de los socios actuales. Partiendo de estas herramientas ya desarrolladas y de este conocimiento generado en proyectos anteriores, es necesario avanzar en el proceso de institucionalización educativa. Para ello se plantean las siguientes actividades.

two previous ALFA projects (ALFA I T-GAME and ALFA II T-GAME L3), which were established with the majority of the current partners. Using these previously developed tools and the knowledge generated from these prior projects, it is necessary to move forward with the process of educational institutionalization. To achieve this, the following activities are planned.

As a prior activity, it is necessary for each IHE to analyze the possibility of including this knowledge in the programs of formal undergraduate and graduate education, and outside formal education as well. The proposal also involves designing educational modules based on the experiences in application development (Result 1.1) and the offering of pilot courses opened as ongoing training. The information generated during these activities, along with the experience of the European IHEs, will be the basis for drafting a common strategy for institutionalizing the know-how associated with the space of Latin American IHEs. In addition, a book will be published in order to standardize the experience for pedagogical purposes.

Result 2.1 – The IHEs have incorporated other stakeholders of local development in their applied research work and educational institutionalization associated with advanced digital display. With this result, the goal is for the strategies for application development and the institutionalization of the generated knowledge that lead to achieving Specific Objective 1 to occur not only within academia but also with society at large in a participative, reciprocal fashion. The goal is for the technology of visualization guided by appropriate technologies to be able to cover society's needs, especially with regards to disadvantaged groups. For this reason, while the applied research work and

Como actividad previa es necesario que cada IES realice un análisis sobre las posibilidades de incluir este conocimiento en los programas de formación reglada de pre y posgrado, así como fuera de la formación reglada. Se plantea también el diseño de módulos formativos a partir de las experiencias de desarrollo de aplicaciones (resultado 1.1) y la oferta de cursos piloto abiertos como formación permanente. La información generada durante el desarrollo de estas actividades, junto con la experiencia de las IES europeas, serán la base para la elaboración de una estrategia común de institucionalización del know how vinculado al espacio de IES latinoamericano. Además de ello, se elaborará un libro para sistematizar la experiencia con finalidades pedagógicas.

Resultado 2.1. Las IES han incorporado a otros actores de desarrollo local en su trabajo de investigación aplicada e institucionalización educativa relacionada con la visualización digital avanzada. Con este resultado se pretende que las estrategias de desarrollo de aplicaciones e institucionalización del conocimiento generado, conducentes al logro del objetivo específico 1, no se realicen exclusivamente dentro del ámbito académico sino que avancen de manera participativa e interrelacionada con la sociedad. Se pretende que la tecnología de visualización orientada por tecnologías apropiadas sea apropiada para cubrir las necesidades de la sociedad, con especial atención en grupos desfavorecidos. Es por ello que paralelamente al trabajo de investigación aplicada y de diseño de la estrategia de formación, tiene que haber un proceso de interlocución y encuentro con el resto de actores sociales, cuyas demandas vayan alimentando el trabajo de investigación y formación. Este es uno de los retos que se plantea en este nuevo ALFA, algo novedoso respecto de otros proyectos anteriores.

design of the educational strategy are occurring, there must be a process for dialogue and meeting with the rest of the social stakeholders whose demands will nourish the research work and education. This is one of the challenges for this new ALFA and represents a novel aspect with regards to previous projects.

This process involves meetings in advance to define the technology applications. Later, in a participative process, six workshops will be designed and prepared for LatAm. These workshops will be the most important meeting spaces for reinforcing bonds. Their objective will be to concretize the commitments between the IHEs and other stakeholders in the sphere of technology applications and ongoing education to optimize their use and make them more profitable. This is achieved through a final activity where commitments and agreements are signed. In addition to the activities that lead towards achieving these three results, a series of activities common to all three results are planned which respond to the needs of coordinating and tracking the technical and economic management of the project. These include the launch of the website and other actions to increase the visibility and disseminate the project; the coordination and planning meetings; the drafting and implementation of a protocol for tracking and internal evaluation; the drafting of reports, and the final evaluation meetings.

In fourteen years of joint work, the network has done everything from gathering academic products associated with IT and architecture to incorporating ICTs in the new teaching methods and implementing them in different study programs. Currently, the incorporation of low-cost state-of-the-art technology has allowed for experimentation in diverse areas and for actions aimed at social inclusion.

Este proceso se opera a través de reuniones previas para la definición de las aplicaciones tecnológicas. Posteriormente, de manera participativa, se diseñan y preparan seis workshops en AL, que serán los espacios de encuentro más importantes para el refuerzo de vínculos y que tendrán como objetivo la materialización de compromisos entre las IES y otros actores en el ámbito de la aplicación de las tecnologías y la formación permanente para optimizar y rentabilizar su uso. Esto se realiza mediante una actividad final de firma de compromisos y convenios. Además de las actividades conducentes a la consecución de estos tres resultados, se han planificado una serie de actividades comunes a los tres resultados que responden a las necesidades de coordinación y seguimiento de la gestión técnica y económica del proyecto. Estas actividades son la puesta en marcha de la página web y otras acciones de visibilidad y difusión del proyecto, sus reuniones de coordinación y planificación, la elaboración y puesta en marcha de un protocolo de seguimiento y evaluación interna, elaboración de informes y reuniones de evaluación final.

En catorce años de trabajo conjunto la red transitó desde la recolección de productos académicos vinculados a la informática y a la arquitectura, hacia la incorporación de las TIC en las nuevas modalidades de enseñanza a implementar en los diferentes planes de estudio. En la actualidad, la incorporación de equipamiento de última generación de bajo coste ha permitido la experimentación en diversas temáticas y el desarrollo de actividades de inclusión social.

PROGRAMA ALFA - América Latina Formación Académica

14 años de investigación en Red - Unión Europea / América Latina



PROGRAMA T-GAME

TEACHING COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

Estudio y armonización de planes de estudios en informática gráfica y multimedia

PROGRAMA T-GAME L3

TEACHING COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA LIFELONG LEARNING

Gestión de servicios de extensión universitaria, haciendo uso de las tecnologías digitales en modalidad e-learning

PROGRAMA GAVIOTA

GRUPOS ACADÉMICOS para la VISUALIZACIÓN ORIENTADA por TECNOLOGÍAS APROPIADAS

Ampliar y consolidar el trabajo en red orientando las aplicaciones de RV, RA e Interacción Avanzada a los sectores público y privado, fortaleciendo el vínculo a las IES

BRASIL

PROGRAMA PROSUL

Gráfica digital en arquitectura modelo de educación a distancia

2001

2003

PROGRAMA PROBARQ

Repositorios de objetos de aprendizajes orientados al proyecto arquitectónico

2004

2006

UNIVERSITY of APPLIED SCIENCE WÜRZBURG-SCHWEINFURT
ALEMANIA

UNIVERSIDAD PÚBLICA de NAVARRA
UNIVERSIDAD de ZARAGOZA
ESPAÑA

INSTITUTO SUPERIOR de ENGENHARIA do PORTO
PORTUGAL

UNIVERSIDAD de BELGRANO
UNIVERSIDAD de SAN LUIS
ARGENTINA

UNIVERSIDADE FEDERAL de PELOTAS
UNIVERSIDADE do VALE do RIO dos SINOS
BRASIL

UNIVERSIDAD PRIVADA de SANTA CRUZ de la SIERRA
BOLIVIA

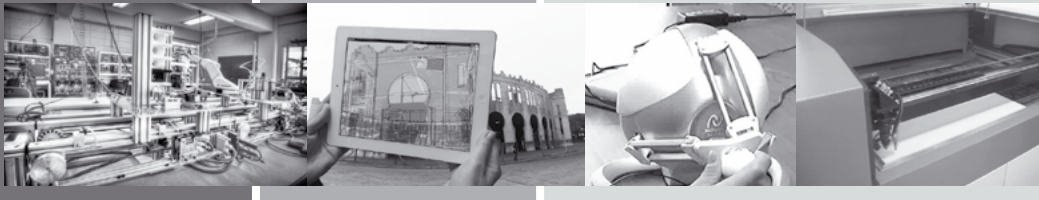
UNIVERSIDAD del BÍO BÍO
CHILE

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA de HONDURAS
HONDURAS

UNIVERSIDAD de la REPÚBLICA
URUGUAY

2011

2014



Chapter II

Capítulo II

ALFA-GAVIOTA Project, a financial approach
Gestión financiera del Proyecto ALFA-GAVIOTA

Diana Calatayud*

Budget

ALFA-GAVIOTA Project funds our academic network for our Latin American and European regions, according to our agreement within the European ALFA framework for three years. The budget covers € 1,191,694, a maximum of € 913,444 is the contribution of the European Union. According to the conditions of this contract the European contribution value corresponds to the 76.65% of the total estimated eligible costs for the Action. The amount of € 278,250 budget is equivalent to 23.35% of the costs, the co-financed part run by our network partners. This project was signed on January 19th, 2011 and ends in January 20th, 2014.

Presupuesto

El Proyecto ALFA-GAVIOTA, que financia nuestra red de universidades en las regiones latinoamericana y europea, de acuerdo con el contrato de subvención en el marco del programa europeo ALFA, cuenta con una duración de tres años. Con un presupuesto de 1.191.694 euros, un máximo de 913.444 euros constituye la aportación de la Unión Europea, que según las condiciones particulares de este contrato, es el equivalente al 76,65% del coste estimado total elegible de la acción. De la parte presupuestaria, 278.250 euros, el equivalente al 23,35% de los costes, es la parte cofinanciada por parte de los socios integrantes de esta red académica. Este proyecto, firmado el 19 de enero de 2011, tiene como fecha final el 20 de enero de 2014.

* Universidad Pública de Navarra, Spain · España <diana.calatayud@unavarra.es>.

Annual operating plan years 1, 2 and 3

The annual operating plan (AOP) schedules project activities according to a yearly budget programme. In the AOP all scheduled activities for each year are included. An official form to be filled in for every yearly budget needs previously to be submitted for the approval of the European Commission.

The framework goal of our academic network supports the idea of generating sustainable economic and local social development in their own regions. This main goal leads to two specific objectives: on one side we aim to expand and consolidate the academic and research contents of the network, and on the other side we try to implement the generated knowledge into our local civil society and local business sector. These objectives pursue some specific results that would allow a sustainable and lasting impact once our project came to an end.

AOP 1

The activities which have been already done in year 1 have been funded considering the results on these following specific objectives:

- Professors have been trained in the fields of Virtual Reality and Augmented Reality (€ 28,000).
- We have designed and built low-cost laboratories in partner universities (€ 28,000 +€ 276,250).

Plan operativo anual años 1, 2 y 3

Con el plan operativo anual (POA) realizamos la programación de las actividades conforme a un presupuesto parcial del proyecto asignado por año. En el POA, todas las actividades programadas para ese año tienen su reflejo presupuestario, presupuesto que se adjunta en el modelo oficial y se envía junto con el informe intermedio a la Comisión Europea cada año de proyecto.

Dentro del objetivo general de la red académica de generar un desarrollo económico y social duradero en sus regiones, se han planteado dos objetivos específicos: por un lado, ampliar y consolidar el trabajo de la red, y por otro, orientar la aplicación del conocimiento generado hacia las necesidades detectadas en la sociedad civil y las empresas de las regiones en las que se trabaja, fortaleciendo el vínculo de las IES (Instituciones de Educación Superior) con estos sectores. De esos objetivos se pretende conseguir una serie de resultados que permitan con su impacto ser sostenibles y duraderos en el tiempo una vez finalizada la acción del proyecto objeto de esta financiación.

POA 1

Las actividades ya cumplidas en el año 1 se han financiado teniendo en cuenta los resultados en torno a estos objetivos específicos y se han contabilizado de la siguiente manera:

- *Formación de profesores en los ámbitos de la realidad virtual y realidad aumentada (28.000 euros).*

- It has been design and development of a number of specific applications in these disciplines. (€ 120,436).
- Designing pilot training courses (€ 7,000 + € 7,000).
- Definition of a training strategy linked to Latin American higher education Institutions (€ 14,000).
- Dialogue and coordination with local actors (€ 3,500).

We have also carried out these following common activities:

- GAVIOTA's project visibility: Implementation of the internal communication system of the network (€ 33,608).
- Initial meeting of coordinators in Montevideo (€ 19,314).
- Initial planning meeting of the network in Pamplona (€ 26,050).
- Monitoring and reporting (€ 1,200).
- Analysis of results and evaluations (€ 6,000).

This was budgeted for a subtotal of eligible costs of € 569,170 with a contingency provision of € 28,459 and € 41,834 indirect costs which corresponds to a total of € 639,462.

- *Diseño e instalación de laboratorios low-cost en las universidades socias (28.000 euros + 276.250 euros).*
- *Diseño y desarrollo de una serie de aplicaciones concretas en estas disciplinas (120.436 euros).*
- *Diseño de módulos formativos y oferta de cursos piloto (7.000 euros + 7.000 euros).*
- *Definición de una estrategia de formación vinculada a las IES latinoamericanas (14.000 euros).*
- *Interlocución y coordinación con actores locales (3.500 euros).*

Además se han cumplido en el año 1 con las siguientes actividades (comunes a los tres años):

- *Visibilidad de GAVIOTA; implementación del sistema de comunicación interna de la red (33.608 euros).*
- *Reunión inicial de coordinadores en Montevideo (19.314 euros).*
- *Reunión inicial de planificación de la red en Pamplona (26.050 euros).*
- *Seguimiento y elaboración de informes (12.000 euros).*
- *Análisis de resultados y evaluaciones (6.000 euros).*

Todo ello se ha presupuestado con un subtotal de costes elegibles de 569.170 euros con una provisión de imprevistos de 28.459 euros y de indirectos de 41.834 euros, lo que han hecho un total de 639.462 euros.

AOP 2

The scheduled activities for year 2 include the item of publications linked with the event management of the 6 workshops planned for the project as well as our common activities along these three years of the project.

The activities which have been already done in year 2 have been funded considering the results on these following specific objectives:

- Publications (€ 10,023).
- Dialogue and coordination with local actors (€ 3,477).
- Design and event management for 4 Workshops (€ 26,000).
- Development workshops in 6 Latin American countries (€ 180,000).
- Signing of bilateral or multilateral agreements (€ 12,000).

Common Activities to all results:

- GAVIOTA's project visibility, then web work (€ 13,602).
- Monitoring and reporting (16,000 €).
- Analysis of results and evaluations (16,000 €).

This was budgeted for a subtotal of eligible costs € 277,102 with a contingency provision of € 13,855 and € 20,367 of indirect costs which corresponds to a total of € 311,324.

POA 2

De las actividades desarrolladas para el año 2 del proyecto, cabe destacar las publicaciones al hilo de la preparación y el desarrollo de parte de los seis workshops previstos, así como las comunes a todos los años. De forma desglosada con su financiación, se ha desarrollado para el POA del año 2 la siguiente programación de las actividades en función de los resultados:

- *Publicaciones (10.023 euros).*
- *Interlocución y coordinación con actores locales (3.477 euros).*
- *Diseño y preparación global del workshop (26.000 euros).*
- *Desarrollo de seis workshops en seis países latinoamericanos (180.000 euros).*
- *Firma de acuerdos y/o convenios (12.000 euros).*

Plan para el segundo año de las actividades comunes a todos los resultados:

- *Visibilidad de GAVIOTA; continuación de labores en la web (13.602 euros).*
- *Seguimiento y elaboración de informes (16.000 euros).*
- *Análisis de resultados y evaluaciones (16.000 euros).*

Todo ello se ha presupuestado con un subtotal de costes elegibles de 277.102 euros con una provisión de imprevistos de 13.855 euros y de indirectos de 20.367 euros, lo que han hecho un total de 311.324 euros.

AOP 3

The scheduled activities for year 3, which are to be developed during the current year, include the analysis of results and final meeting in Porto (Portugal) as well as the future sustainability of the project.

This is the list of the following activities met in the current budget:

- Publications (€ 27,500 + € 11,600).
- Dialogue and coordination with local actors (€ 10,000).
- Design and overall preparation Workshop (€ 10,000).
- Development workshops in June 6 Latin American countries (€ 75,000).
- Signing of agreements and/or covenant (€ 10,000).

Common to all results:

- Visibility of GAVIOTA, then web work (12,500 €).
- Monitoring and reporting (€ 2,827).
- Analysis of results and evaluations (€ 5,000).
- Final Evaluation Meeting (€ 50,000).

This is budgeted with a subtotal of eligible costs for € 214,427 with a contingency provision of € 10,721 and € 15,760 indirect costs, making a total of € 240,909.

POA 3

De las actividades propuestas para el año 3, que se están desarrollando en 2013, cabe destacar el análisis de resultados y la reunión final de evaluación y sostenibilidad del proyecto en Porto (Portugal). A continuación se detallan las actividades y su financiación propuesta y aprobada por Bruselas.

- *Publicaciones (27.500 euros + 11.600 euros).*
- *Interlocución y coordinación con actores locales (10.000 euros).*
- *Diseño y preparación global del workshop (10.000 euros).*
- *Desarrollo de seis workshops en seis países latinoamericanos (75.000 euros).*
- *Firma de acuerdos y/o convenios (10.000 euros).*

Actividades comunes a todos los resultados:

- *Visibilidad de GAVIOTA, continuación de labores en la web (12.500 euros).*
- *Seguimiento y elaboración de informes (2.827 euros).*
- *Análisis de resultados y evaluaciones (5.000 euros).*
- *Reunión de evaluación final (50.000 euros).*

Todo ello se ha presupuestado con un subtotal de costes elegibles de 214.427 euros con una provisión de imprevistos de 10.721 euros y de indirectos de 15.760 euros, lo que han hecho un total de 240.909 euros.

Summary AOPS

Figuring out the three AOPs we have the complete official budget of the total eligible costs which corresponds to the amount of € 1,060,699 we have met all the activities up to 94% of the eligible costs for 1 and 2 Partial AOPs budgets which correspond to the amount of € 784,360.

Furthermore, in accordance with the conditions of eligibility set out in the Guidelines for Applicants of ALFA III, 70% of the eligible costs of official budget must correspond to activities in Latin America and/or expenses related to the Latin American participants' Action. So far we have justified the 67% of those eligible costs for activities in Latin America. A part of these activities, in particular the workshop in Brazil, has been moved to the third year due to changes in the Brazilian agenda, thus the balance is not exactly the 70-100 in the second year. This difference also will be repaired in the final report with two major sections of the budget within the objectives of visibility and impact (items publishing and editing the book) coordinated by Latin American universities, which will be justified during the current year, year 3 of the project.

The rules in general contract conditions (Article 15.1) quote that the actions whose period is longer than 12 months and has a higher community funding than € 100,000 require an annual report standing for the contents and financial management of the project. In the two reports we have received community approval for year 2 and 3. We have provided a detailed description of the verification of costs by budget line there. We have also attached a report expenditure verification of the costs done by an authorized auditor. The first year of the project had an European pre-financing of € 393,226.15

Resumen POA

Sumando los tres presupuestos aprobados en los planes operativos anuales tenemos el total del presupuesto oficial de costes elegibles de 1.060.699 euros.

De los presupuestos parciales del POA año 1 y 2 hasta el momento, hemos cumplido con todas las actividades previstas en torno al 94% de los costes elegibles de los mencionados periodos, con un total que asciende a 784.360 euros justificados en los dos primeros años.

Por otro lado, de conformidad con las condiciones de elegibilidad establecidas en la guía de los candidatos de ALFA III, el 70% de los costes elegibles del presupuesto oficial deben corresponder a actividades realizadas en América Latina y/o gastos relacionados con los participantes latinoamericanos de la acción. Hasta el momento hemos justificado el 67% de esos costes elegibles en actividades realizadas en América Latina. Una parte de estas actividades, en concreto el workshop en Brasil, se ha trasladado al tercer año por motivos de la agenda brasileña; por ello el balance no es exactamente del 70-100 en el segundo año. Esta diferencia además quedará saldada en el informe final con dos apartados importantes del presupuesto dentro de los objetivos de visibilidad e impacto, y todavía en vías de ejecución (rubros de publicaciones y edición del libro), coordinados por universidades latinoamericanas, que justificaremos en el presente año, año 3 del proyecto.

La normativa que regula las condiciones generales del contrato señala, en su artículo 15.1, que las acciones cuyo período es mayor de doce meses y cuenta con una financiación comunitaria superior a los 100.000 euros deben hacer su solicitud de pago acompañada de un informe intermedio con una parte narrativa y otra financiera. En los dos informes de los que hemos recibido

which allowed us to launch the low-cost laboratories to be placed at partner institutions. This amount by condition rules does not exceed 80% of the EU subsidy during the first year, leaving the 20% for a final payment after the complete justification of the project.

During years 2012 and 2013 we have sent all reports (financial, narrative and audit) during the second week of March, and we have received the approval after financial evaluation by the middle of May and finally got the income by the end of June. The delay in funding has brought a setback to the activities that the network has been able to face with sufficient autonomy.

Background part

In regard to the financial justification of the project since the first year several justifying forms were made in order to help us to support all the project documentation. Each form includes every country's eligible costs in local currency required by the different budget lines:

The (P1) form which is signed by the local coordinator with college stamp justifies eligible costs of equipment and/or services required for the project. It reports the value of the product/service with the date of purchase in local currency. The template is accompanied by budget (according to European legislation), original invoice and payment record.

The template of Staff (P2) which is signed by the local coordinator with college stamp justifies personnel costs (permanent and employed staff of the university) as well as records the number of hours for the

el visto bueno comunitario para el año 2 y 3, se ha proporcionado una descripción detallada de la verificación de gastos por línea presupuestaria. Al informe intermedio financiero hemos adjuntado un informe de verificación de gastos de la acción preparado por un auditor de cuentas autorizado.

En el primer año del proyecto se hizo una transferencia europea de prefinanciación por la cantidad de 393.226,15 euros que la red aprovechó para impulsar el proyecto desde el primer momento con la puesta en marcha de los laboratorios low-cost en las universidades. Esta cantidad por normativa no supera el 80% de la subvención europea para el primer año, quedando el 20% con un importe previsto como pago final tras la entrega y aprobación del informe final al término del proyecto.

Tras el primer año de prefinanciación, hemos realizado el envío de los informes en el plazo establecido para su entrega por la normativa europea. En los años 2012 y 2013 hemos hecho entrega de esta documentación (informes financiero, narrativo y de auditoría) en la segunda semana del mes de marzo junto con la solicitud de pago; en los dos años hemos recibido la aprobación tras la evaluación financiera en el mes de mayo y finalmente el ingreso en el mes de junio. El retraso de la financiación ha traído algún contratiempo a las actividades que la red ha sabido afrontar con suficiente autonomía.

Justificación

En lo que se refiere a la parte justificativa financiera del proyecto, desde el primer año se confeccionaron unas planillas que nos ayudaron a reunir toda la documentación. Cada planilla, firmada por el coordinador local con sello de la

project. This form must be accompanied by staff salary that reflects wage and social costs. This documentation must accompany also an Excel file with proof of the personnel cost per hour.

The travel expenses (P3) form is also signed by the local coordinator, allocated with the institution stamp and justifies eligible costs of travel and *per diem* diets. The trips are included with the purchase date and *per diem* diets are collected according to the updated table made by the EU for all countries. The value of diets are given in European currency. Partners need to attach the plane ticket and boarding cards in addition to the travel invoice. To support the attendance of each workshop there are project registration sheets to record the number of days each partner is at each meeting.

The (P4) form contains information of other eligible costs allocated to the project (consumable material purchase, tel/fax/central heating, maintenance service, publications, visibility activities).

universidad, recoge en moneda de cada país los costes elegibles de las diferentes líneas presupuestarias.

La planilla de equipamiento (P1) contiene los costes elegibles de equipos y/o servicios requeridos para el desarrollo del proyecto. Se informa del valor del producto/servicio con la fecha de la compra en moneda nacional. La planilla va acompañada de un presupuesto (según normativa europea), la factura original y el registro de pago.

La planilla de personal (P2) detalla los costes de personal cofinanciado (personal permanente de la universidad) y contratado, así como el número de horas imputadas al proyecto. Esta planilla debe ir acompañada de las nóminas del personal donde se reflejan sus costes salariales y sociales. También debe adjuntarse a esta documentación una hoja Excel de cálculo de coste hora para facilitar la explicación financiera del coste hora por el número de horas.

La planilla de viajes y dietas (P3) reúne sus costes elegibles. Los viajes se recogen con la fecha de compra en moneda local y las dietas según la tabla per diem publicada por la Unión Europea para cada país. El valor de las dietas es en euros. Es necesario adjuntar el billete y las tarjetas de embarque además de la factura del viaje, así como la presentación por parte de la gestora de la hoja de asistencia y de una hoja firmada con el número de dietas por asistente rubricado por el coordinador anfitrión del meeting.

La planilla de otros gastos (P4) recoge la información de los costes elegibles asignados al proyecto de, por un lado, mantenimiento de luz, gas, calefacción, teléfono, etc. y material fungible (línea presupuestaria de oficina local) y, por otra parte, gastos por visibilidad, auditoria, publicaciones, de evaluación, etc. (línea presupuestaria de otros costes).

Financial analysis

The table below shows the financial analysis of the three year project updated to the month of June in the third year. The table reflects the official project budget with the operating budget each year and the expenditure approved by the European Commission after examining the annual progress reports and what remains to justify during the third and last report. Note the rest to justify reveals the total pending amount to finish the project. All the costs are classified by budget lines.

The 15% is estimated per budget line as the margin that the legislation lets to operate, with prior notification, to be move to other items that may require more funds in specific items.

	PRESUPUESTO ANEXO III	POA AÑO 1	GASTOS ELEGIBLES APROBADOS AÑO 1	VALOR /PORCENTAJE LATINOAMERICA	VALOR /PORCENTAJE EUROPA	POA AÑO 2	GASTOS ELEGIBLES APROBADOS AÑO 2	VALOR /PORCENTAJE LATINOAMERICA	VALOR /PORCENTAJE EUROPA	POA AÑO 3	RESTO A JUSTIFICAR	DESVIO POA 3
RECURSOS HUMANOS	625.094,00	297.180,00	252.567,67	141.468,00	111.099,67	189.919,00	190.885,81	110.450,19	80.435,62	137.995,00	181.640,52	43.645,52
15%	93.764,00			56,01	43,99			57,86	42,14			
	2.438,00											
VIAJES	110.255,00	15.540,00	19.261,00	966,04	18.654,96	52.110,00	42.014,80	42.014,80		42.602,00	48.979,20	6.377,20
15%	16.538,00			5,02	96,85			100				
EQUIPOS	250.000,00	250.000,00	230.950,00	195.589,00	35.361,00	-	19.050,00	12.576,10	6.473,90	-		
15%	37.500,00			84,69	15,31			66,02	33,98			
OFICINA	30.600,00	4.200,00	2.675,00	2.436,00	239,00	15.800,00	16.211,34	15.926,70	284,64	10.600,00	11.713,66	1.113,66
15%	4.590,00			91,07	8,93			98,24	1,76			
OTROS	44.750,00	2.250,00	2.275,00		2.275,00	19.273,00	8.469,38	6.194,38	2.275,00	23.230,00	34.005,62	10.775,62
15%	6.712,50				100,00			73,14	26,86			
	2.438,00											
TOTALES	1.060.699,00	569.170,00	507.728,67	340.459,04	167.629,63	277.102,00	276.631,33	187.162,17	89.469,16	214.427,00	276.339,00	1.060.699,00
				67,06	33,02			67,66	32,34			
	PRESUPUESTO ANEXO III	POA AÑO 1	GASTOS APROBADOS AÑO 1			POA AÑO 2	GASTOS APROBADOS AÑO 2			POA AÑO 3	RESTO A JUSTIFICAR	
	1.060.699,00	569.170,00	507.728,67			277.102,00	276.631,33			214.427,00	276.339,00	
			89,20%				99,83%					

Análisis financiero

En la tabla adjunta aparece el análisis financiero de estos tres años de proyecto actualizados hasta el mes de junio del tercer año. La tabla refleja el presupuesto oficial del proyecto con el presupuesto operativo de cada año con los gastos aprobados por la Comisión Europea tras el examen de los informes intermedios anuales, y lo que queda por justificar en el tercer y último informe. Cabe destacar la columna de resto a justificar donde se calcula además del presupuesto anual vigente lo que queda por justificar del año anterior. Al igual que el resto de conceptos, está desglosada en líneas presupuestarias.

El 15% que se calcula en cada línea presupuestaria es el margen que la normativa permite operar, previa comunicación, para poder trasladar a otras partidas que puedan requerir dotarse de más presupuesto que el valor indicado en los costes en cada rubro.

Project problems and challenges in the final balance

In the first year there were some changes in the budget:

As the project has been delayed 20 days it was not possible to attend the coordination meeting in Montevideo by all coordination partners. Eventually only one person attends UPNA (instead of 2) and none of UNIZAR (instead 1). We therefore decided to make a budget amendment consisting of a small initial decline in the Human Resources and Travel items: € 308 less budgeted for the item 1.3.3. diets in Uruguay and € 2,300 less than budgeted for the item 2.1. travel.

On the other hand, we have considered transferring budgeted \$ 1,000 in the second year to fund development activity of the website that made the University of Belgrano during this first year. As a result, the item “other expenses and services” increased by € 1,000.

Therefore, the initial budget for the first year (Annex 8) decreases slightly from € 641,269 approved in the currently estimated 639,462 Contract.

In year 2 there was a budget amendment of 2,438 which was subtracted from the category item of 1.3.3 Seminar/conferences in Spain to increase the area of audit costs due to the need to cover the total professional fees.

For year 3 a contingency allowance of € 27,244 has been granted previously requested by the need to update the *per diem* diets of the countries in which workshops took place and due to higher airfares when traveling from South America to Central America and for all transatlantic trips.

Dificultades y retos del proyecto en el balance final

En el primer año se produjeron leves modificaciones en el presupuesto previsto.

Debido a que el inicio del proyecto se ha retrasado veinte días, no fue posible la asistencia de todo el equipo previsto para la reunión inicial de coordinación en Montevideo. Finalmente sólo asiste una persona (en vez de dos) de la Universidad Pública de Navarra (UPNA) y ninguna (en vez de una) de la Universidad de Zaragoza (UNIZAR). Por ello hemos decidido realizar una modificación presupuestaria que conlleva una pequeña disminución inicial en las partidas de Recursos Humanos y Viajes: 308 euros menos presupuestados para el rubro 1.3.3. Dietas en Uruguay y 2.300 euros menos presupuestados para el rubro 2.1. Viajes.

Por otro lado, se ha considerado trasladar 1.000 euros presupuestados en el segundo año para financiar la actividad de desarrollo de la página web que realizará la Universidad de Belgrano (UB) durante este primer año. Como consecuencia, la partida de “otros costes y servicios” aumenta en 1.000 euros.

Por lo tanto, el presupuesto inicial del primer año (en su Anexo 8) disminuye ligeramente, de 641.269 euros aprobados en el contrato a 639.462 euros estimados actualmente.

En el segundo año se realizó una modificación presupuestaria de 2.438 euros que se sustrajo de la partida del rubro de 1.3.3 Participantes en seminarios/conferencias en España para aumentar el rubro de auditoría por la necesidad de cubrir el total de los honorarios profesionales.

Para el tercer año se han concedido una provisión de imprevistos por la cantidad de 27.244 euros, que se solicitaron por la necesidad

We had a temporary loss of some € 17,000 in Financial evaluation in the second year due to increased unit cost of human resources in some universities. We aim to make a necessary adjustment in the hours funded and regarding contracted personnel costs to recover that loss in the second year report.

Finally the idea is to get a second contingency provision for the estimated remaining value in the official budget for sustainability and life post-funding project with the creation of online training modules which may eventually be included in the most significant currently virtual platforms on the Internet.

de actualizar las dietas de los países latinoamericanos donde se desarrollan los workshops en el año 3 y debido al aumento de tarifas aéreas en los desplazamientos de Cono Sur-América Central y viajes transatlánticos.

En la segunda evaluación financiera hemos tenido una pérdida provisional de unos 17.000 euros, debido al aumento del coste unitario de recursos humanos en algunas universidades. Tenemos el objetivo de hacer un reajuste necesario en las horas de personal cofinanciado y contratado para poder recuperar esa pérdida en el último informe.

Por último, la idea es solicitar una segunda provisión de imprevistos por el valor restante estimado en el presupuesto oficial para la sostenibilidad y vida del proyecto post-financiación, con la creación de inclusión de módulos formativos on-line en las plataformas virtuales más significativas de redes universitarias presentes en Internet.

Chapter III

Capítulo III

Virtual Reality, Augmented Reality and Ubiquitous Computing: Concepts, Technology and Practice
Realidad virtual, realidad aumentada y computación ubicua: conceptos, tecnología y práctica

Francisco José Serón Arbeloa, Carlos Vaz de Carvalho, Melanie Saul, Frank Deinzer, Roberto A. Guerrero, Juan Carlos Parra Márquez, Cristiano Costa and Sandro Rigo*

Computer Graphics and Realistic Visualization

The problem of creating an image with a computer is more easily described by analysing the context of our real world. When a human looks at a scene, the eye receives colour sensations from all directions. The light may come directly from the existing light sources or indirectly, from light rays that interacted with objects in the environment and with the environment itself undergoing processes of reflection, refraction and scattering before reaching the observer's eye. The primary purpose of Computer Graphics is thus to allow a user, using a graphic station, to produce a two-dimensional image of a scene from the description of the items displayed in it (Chen, 2008).

The types of items that can be found in a scene are light sources, objects and the environment in which they are immersed. And their

Computación gráfica y visualización realista

El problema de intentar resolver la creación de una imagen con una computadora se describe de manera más fácil analizando el contexto de nuestro mundo real. Cuando un humano mira una escena, el ojo recibe sensaciones de color desde cada una de las direcciones que entran en su campo visual. La luz puede provenir directamente de las fuentes de luz existentes y de los rayos de luz que salieron de las fuentes luminosas e interaccionaron con los objetos del entorno y del propio medio sufriendo procesos de reflexión, refracción y dispersión antes de alcanzar el ojo del observador. El propósito primario de la Informática Gráfica es que un usuario utilizando una estación gráfica pueda producir una imagen bidimensional de una escena, a partir de la descripción de los elementos que aparecen en ella (Chen, 2008).

Los tipos de elementos que se pueden encontrar en una escena son las fuentes luminosas, los objetos y el medio en el que están inmersos los

* Serón Arbeloa <francisco.seron@gmail.com>, Universidad de Zaragoza, Spain; Vaz de Carvalho <cmc@isep.ipp.pt>, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal; Saul and Deinzer <frank.deinzer@fhws.de>, Würzburg-Schweinfurt University of Applied Sciences, Germany; Guerrero <rag@unsl.edu.ar>, Universidad Nacional de San Luis, Argentina; Parra Márquez <jparra@ubiobio.cl>, Universidad del Bío Bío, Chile; Costa <cac@unisinis.br> and Rigo <rigo@unisinis.br>, Universidad de Vale do Rio dos Sinos, Brazil.

properties are of three types: shape-related, appearance-related and movement-related (Akenine-Möller et al., 2008).

The computer has become an essential tool for research, and synthetic images have proven to be a particularly fertile result. Its existence is due to the union of the brain's ability to capture information from an image, with the ability of the computer to manipulate and visually represent large amounts of information. This offers communication possibilities that humans had not dreamed of before.

The six usual phases that are followed when generating a synthetic image are (Kurachy, 2011):

1. Planning of each scene following a paper sketch of the imagined scene:

- “Storyboards” are commonly used in any audio-visual production as a support system in the planning process. It reflects all objects and how they are structured, to anticipate possible difficulties. The original idea may look strange when translated into paper or to the screen. Therefore the storyboard is useful to plan ahead the project and to have the director's approval before starting the expensive process of production. Subsequently the working methodology is based on a trial and error process. Based on previous images the team responsible propose improvements; these are introduced, tested and observed; if it works changes are kept, otherwise discarded. This process of successive improvements stops in

dos elementos anteriores. Y sus propiedades son de tres tipos: las relacionadas con la forma, con la apariencia y con el movimiento (Akenine-Möller et al., 2008).

El computador se ha convertido en un instrumento esencial de investigación y la imagen sintética ha resultado ser una consecuencia particularmente fértil. La razón de su existencia es debido a que la unión de la habilidad del cerebro para captar información a través de la imagen, con la capacidad de la computadora para manipular y representar de forma visual gran cantidad de información, ofrece posibilidades de comunicación a las que nunca antes el ser humano había aspirado.

Usualmente, la generación de una imagen de síntesis involucra las siguientes fases (Kurachy, 2011):

1. La Planificación de cada escena con base en un boceto en papel en el que se recoge la escena imaginada.

- *Los storyboards se utilizan habitualmente en cualquier producción audiovisual como sistema de ayuda en el proceso de planificación. En él se reflejan todos los objetos y cómo se estructuran, de esta manera se pueden anticipar posibles dificultades. Lo que el creador visualiza en su mente puede presentar un aspecto muy extraño a la hora de volcarlo en papel o en pantalla. Por ello, el storyboard resulta útil para planificar el proyecto inicialmente y contar con la aprobación del responsable antes de decidirse a iniciar el costoso proceso de producción. Posteriormente, la metodología de trabajo seguida es la del ensayo y error; en un momento*

the moment when there is a balance between the effort and the obtained results.

2. Geometric modelling of the scene objects, that is, giving the computer information about their form.

- It is the process of creating the geometric structure (shape) of the objects and putting it in computer memory. Normally this means restructuring the surface of the objects using various techniques ranging from the definition of a form from scratch to the commercial acquisition of a previously scanned file of a particular object. In most cases, the surfaces of the objects are composed of triangle or polygon meshes.

3. Modelling the appearance of each of the objects involved in the scene, ie, providing the computer with information about the colours and textures.

- Normally the appearance of an object is given by the colour of each of the points belonging to the object's surface and by the reflected illumination of the incident lights in each point. Here, we address the first aspect. To define the colour of each of the points on a surface is a rather difficult task. Therefore normally one resorts to the technique of applying a texture map to the surface of the object. In other words, a two-dimensional image

dado y con base en las imágenes previamente obtenidas, el equipo responsable propondrá mejoras que se introducen, se prueban y si se observan que funcionen; caso contrario se desechan. Este proceso de mejoras sucesivas cesa en el momento en que la relación entre el esfuerzo realizado y los resultados obtenidos se considera adecuado.

2. *El modelado geométrico de cada uno de los objetos que intervienen en la escena.*

- *Se trata del proceso de creación de la estructura geométrica (forma) de los objetos en la memoria de la computadora, normalmente se recurre a la reconstrucción de la superficie de los objetos utilizando diversas técnicas, que van desde la definición de una forma partiendo de cero hasta la adquisición comercial de un fichero previamente digitalizado de un objeto concreto. En la mayoría de las ocasiones, las superficies de los objetos están compuestas por mallas de triángulos o polígonos.*

3. *El modelado de la apariencia de cada uno de los objetos que intervienen en la escena, es decir, hay que proporcionar a la computadora información sobre los colores y las texturas.*

- *Normalmente la apariencia de un objeto viene dada por el color de cada uno de los puntos que pertenecen a la superficie del objeto y por la iluminación reflejada por la luz*

is used and applied on the object surface. This way each surface point is assigned a different point of the image and thus the image colour defines the colour associated with the point of the object surface. There are also other techniques based on the use of mathematical algorithms that define the colour of a point on a surface based on the spatial coordinates of that point. This technique is commonly used for modelling the appearance of certain types of materials such as wood, marble, etc.

4. Creating the scene putting in the right place and the correct orientation each of the various elements that make up the “scene”, namely the previously mentioned objects, the elements responsible for illuminating the scene and the camera that will define the point of view from which to observe the scene.

- Initially, objects are placed in the right position, the camera is placed and then the lighting is added.
- The observer’s point of view is determined by using a digital tool whose name derives from the world of photography: it is a virtual camera that renders the scene through a lens similar to a real camera. In this sense, it is necessary to adjust the focal length.
- Another key aspect is the use of lighting. In the real world the light reveals the shape and texture of objects around us. The possibility of lighting a scene and adjusting the

incidente en ellos. Es aquí donde se hace referencia al primer aspecto. Es evidente que definir el color de cada uno de los puntos de una superficie es una tarea difícil. Por ello se recurre a la técnica de aplicar un mapa de textura a la superficie del objeto, en palabras más llanas, se recurre a forrar con una imagen bidimensional la superficie del objeto. De este modo, a cada punto de la superficie se le asigna un punto de la imagen y de esa manera el color de la imagen define el color asociado al punto de la superficie del objeto. Existen también otras técnicas basadas en la utilización de algoritmos que definen matemáticamente el color de un punto de una superficie a partir de las coordenadas espaciales del punto. Esta técnica se utiliza normalmente para modelar la apariencia de cierto tipo de materiales como la madera, el mármol, etcétera.

4. La creación de la escena, colocando en su sitio y con su orientación correcta cada uno de los diversos elementos que componen el “escenario”, a saber, los objetos citados previamente, los elementos encargados de iluminar la escena, y la cámara, la que va a definir el punto de vista desde el que se observará la escena.

- En un principio, se colocan los objetos en la posición adecuada, se emplaza la cámara y, a continuación, se añade la iluminación.
- El punto de vista del observador se determina mediante la utilización de una herramienta digital cuyo nombre deriva

environmental values of such lighting is an essential element to achieve a sense of realism.

5. Rendering of the scene based on the information provided in the previous steps using a pre-selected algorithm of interaction of light with matter. Through this process all that information is translated into a digital image. It is also possible to vary the position of the camera over time and create a movie.

- This process converts all the previous information into a digital image. Depending on the selected algorithm to calculate the colour of each pixel, the time may greatly vary. This working phase, in contrast to previous stages in which the user spends a lot of time, is primarily performed by the computer.

6. Generation of stereoscopic vision where each eye beholds a scene in a slightly different way so that the human brain reconstructs the sense of depth (Fuchs et al., 2011; Bimber and Raskar, 2010).

- The method used for the brain to interpret what it sees as if it was really three-dimensional, is to create two images calculated from two different viewpoints whose separation is equal to the interpupillary distance of a person. The presentation of both images often depends on the media used to display images, usually paper or an image projector.

del mundo de la fotografía: se trata de la cámara virtual provista de una lente que visualiza la escena de manera similar a una cámara real. En este sentido, se debe ajustar la distancia focal (ángulo de visión).

- *Otro aspecto fundamental es la utilización de la iluminación. En el mundo real, la luz pone de manifiesto la forma y textura de los objetos que nos rodean. La posibilidad de iluminar una escena y ajustar los valores ambientales de dicha iluminación constituye un elemento esencial para lograr una sensación de realismo.*

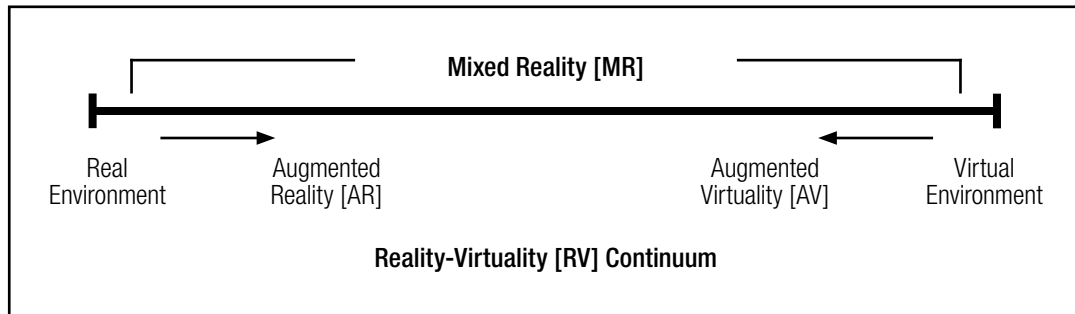
5. El renderizado de la escena con base en toda la información proporcionada en las etapas previas y al algoritmo de interacción de la luz con la materia que se haya preseleccionado. Mediante este proceso se convierte toda esa información en una imagen digital. Cabe la posibilidad de ir variando la posición de la cámara en el tiempo y crear una película.

- *Este proceso es el que permite convertir toda la información previa en una imagen digital. El coste temporal de este proceso puede variar mucho dependiendo del tipo de algoritmo seleccionado para calcular el color de cada uno de los píxeles que forman la imagen final. Al contrario de las fases anteriores en las que el usuario invierte mucho tiempo, esta fase de trabajo la realiza fundamentalmente la computadora.*

Virtual and Augmented Reality

In 1994, Paul Milgram and Fumio Kishino presented the concept of the Virtuality Continuum extending from the completely real to the completely virtual. Thus defining Mixed Reality as "... anywhere between the extremes of this continuum" and where simultaneously real and synthetic data are combined (Milgram et al., 1994).

Figure 1



Source: Milgram et al. (1994).

The concept of Virtual Reality (VR) refers to systems that allow the user to interact, through specialized devices, with synthetically generated (virtual) environments and objects. The main task of a Virtual Reality system is to make this experience of interaction as realistic as possible, creating in the user the perception of being in a real setting.

6. La generación de visión estereoscópica, dado que cada ojo contempla una escena de forma ligeramente distinta y de esta manera el cerebro humano reconstruye la sensación de profundidad (Fuchs et al., 2011; Bimber y Raskar, 2010).

- El método empleado para que el cerebro interprete lo que ve como si fuera realmente tridimensional consiste en crear dos imágenes calculadas desde dos puntos de vista diferentes cuya separación sea equivalente a la distancia entre las pupilas de una persona. La forma de presentación de ambas imágenes suele depender del soporte que se utilice para visualizar las imágenes, lo más normal es que sea papel o un proyector de imágenes.

Realidad virtual y realidad aumentada

En 1994, Paul Milgram y Fumio Kishino presentaron el concepto del continuo de la virtualidad, que se extiende desde el completamente real al completo virtual. La definición de Realidad Mixta resulta de la siguiente manera: "en cualquier lugar entre los extremos de este continuo" y donde los datos simultáneamente reales y sintéticos se combinan (Milgram et al., 1994).

[Ver Fig. 1]

El concepto de realidad virtual (RV) se refiere a los sistemas que permiten al usuario interactuar, a través de dispositivos especializados, con entornos y objetos generados sintéticamente (virtuales). La tarea principal del sistema de realidad

This sense of reality is explained by two concepts: Immersion and Presence. The concept of immersion addresses the overlapping of synthetic and real stimuli (images, sounds, tactile, etc.) received by the user during the experiment. A VR system may be classified as:

- Fully Immersive – the user is completely isolated from the real world while receiving sensory stimuli exclusively from the VR system;
- Semi Immersive – offers a degree of abstraction of the real world less than the fully immersive systems combining real and synthetic stimuli. These systems usually allow the presence of multiple users;
- Non Immersive – In these systems the user remains fully connected to the real world and the engagement with the virtual environment is achieved through the interaction with high-quality audio and visual representations promoting the emotional involvement of the user.

The concept of Presence corresponds to the sensation (psychological) of being part of a particular environment, even virtual. The sensation of presence occurs when the brain interprets the information received by the senses as valid and consistent so that the user actually feels part of that environment.

Augmented Reality (AR) is a technology that combines (overlaps) captured elements of the real world (through cameras and global positioning systems) with virtual elements, generated synthetically. The emergence of mobile devices (phones, tablets) with high computational

virtual es hacer que esta experiencia de interacción sea lo más realista posible, creando en el usuario la percepción de estar en un entorno real.

Este sentido de la realidad se explica por dos conceptos: inmersión y presencia. El concepto de inmersión se refiere a la superposición de los estímulos reales y sintéticos (imágenes, sonidos, táctiles, etc.) recibidos por el usuario durante el experimento. El sistema RV puede ser clasificado de la siguiente manera:

- *Totalmente inmersivo. El usuario está completamente aislado del mundo real mientras recibe estímulos sensoriales exclusivamente del sistema de RV.*
- *Semiinmersivo. Ofrece un grado de abstracción del mundo real menor que los sistemas inmersivos completos combinando estímulos reales y sintéticos. Por lo general, estos sistemas permiten la presencia de múltiples usuarios.*
- *No inmersivo. En estos sistemas, el usuario permanece completamente conectado con el mundo real y el compromiso con el entorno virtual se logra a través de la interacción con las representaciones visuales y de audio de alta calidad que promueven al usuario a involucrarse emocionalmente.*

El concepto de presencia corresponde a la sensación (psicológica) de ser parte de un entorno particular, incluso virtual. La sensación de presencia se produce cuando el cerebro interpreta la información recibida por los sentidos como válida y coherente, de modo que el usuario realmente se siente parte de un medio ambiente.

capabilities and equipped with camera, GPS, motion sensors, etc. originated mobile AR, that is, Augmented Reality through mobile devices.

The greatest challenge of Augmented Reality is to achieve perfect coordination between the virtual and real information, because a small mistake can cause a noticeable misalignment between the two levels. This involves the use of markers (predefined visual features that are detected by the imaging sensor), or GPS systems to locate the user and identify his spatial orientation.

Gesture Interfaces

Tracking and interpreting a human gesture is one central objective of human computer interaction. Today, touch-sensitive technology has become part of everyday life, especially for mobile use. Therefore, users are familiar with interacting on a two-dimensional and touch-sensitive surface.

Back in 2010 when Microsoft's Kinect was released, users made their first experiences with gesture interfaces: no need to touch any surface and interact in a three-dimensional manner. However, this next step of gesture-based interaction raises new challenges—namely the missing haptic feedback and the missing surface for spatial orientation. Additionally, the gap between the three-dimensional control and the two-dimensional display results in mapping problems for the users.

In fact, interpreting spatial gestures to control a system leads to two main challenges. First, it has to be determined if the gesture is part of controlling the system or a natural gesticulation. Second, users

Realidad aumentada (AR) es una tecnología que combina elementos capturados del mundo real (a través de cámaras y sistemas de posicionamiento global) con elementos virtuales, generados sintéticamente. La aparición de dispositivos móviles (teléfonos, tabletas) con altas capacidades computacionales y equipados con cámara, GPS, sensores de movimiento, etc., originaron el Mobile AR es decir, la realidad aumentada a través de dispositivos móviles.

El mayor desafío de la realidad aumentada es lograr una perfecta coordinación entre la información real y virtual, ya que un pequeño error puede causar un desajuste evidente entre los dos niveles. Esto implica el uso de marcadores (características visuales predefinidas detectadas por el sensor de imagen) o sistemas de GPS para localizar al usuario e identificar su orientación espacial.

Interfaces gestuales

El seguimiento y la interpretación del gesto humano es un objetivo central de la interacción persona-computadora. Hoy en día, la tecnología táctil forma parte de nuestra vida cotidiana, principalmente debido al uso de teléfonos móviles. En consecuencia, los usuarios se han familiarizado con la interacción en una superficie de dos dimensiones, sensible al tacto.

Con el lanzamiento en 2010 del proyecto Kinect de Microsoft, los usuarios realizan sus primeras experiencias con interfaces gestuales: sin necesidad de tocar ninguna superficie e interactuando de manera tridimensional. Sin embargo, esta nueva etapa de interacción basada en los gestos planteó nuevos desafíos: la falta de realimentación con los dispositivos y la carencia de una superficie que permita la orientación espacial. Además, la

expect the control to be very precise but the essential sensitivity for this is often missing in today's solutions. This leads to the need for real-time compensation for any unsteadiness in the user's hand movement.

To overcome these challenges, only a few and rudimentary gestures, which are not part of human natural gesticulation, are used to keep it simple. Reducing information is a typical method for handling too many degrees of freedom. Hence, Kinect is still limited to tracking whole body movement without finger gestures whereas tools like Leap Motion concentrate on tracking finger gestures. Future systems will be able to handle a combination of both capabilities.

In addition and regarding mapping problems, Bowman has pointed out in 2008 (Bowman et al., 2008) that 3D interaction games, CAD or animated 3D applications are often controlled using a 2D mouse. Therefore, it is necessary to map every two-dimensional user input to three-dimensional actions. But first this mental mapping has to be learned. The more complex this mental mapping, the more effort will be needed for the gesture training. Spatial stimulus-response correspondence positively affects the effort and scope of mental mapping. At the same time, a stimulus and its corresponding response as a three-dimensional movement in the depth-axis needs to be displayed in the third dimension, even if the application is two-dimensional like a presentation.

Although users are not familiar with contactless interaction in the third dimension, spatial gestures have a valuable contribution to the repertoire of interaction techniques. Maximizing the benefit of this interaction technique requires time to develop and will gradually improve like any other technique of the past. Considerably more work is needed to

brecha entre el control 3D y su visualización 2D, genera problemas de cálculo para los usuarios.

De hecho, la interpretación de los gestos espaciales para controlar un sistema resulta en dos retos principales: 1) hay que determinar si el gesto es parte del control del sistema o si el mismo es simplemente una gesticulación natural; 2) la expectativa del usuario es que el control sea muy preciso, pero la sensibilidad necesaria para producir este resultado falta muy a menudo en las soluciones de hoy. Este hecho nos dirige hacia la necesidad de una compensación en tiempo real para cualquier inestabilidad en el movimiento de la mano del usuario.

Para superar estos retos y simplificar el problema, se utilizan unos pocos y rudimentarios gestos que no son parte de la gesticulación natural del ser humano. La reducción de información es el método típico para manejar demasiados grados de libertad. Por lo tanto, Kinect aún se encuentra limitada al seguimiento del movimiento del cuerpo entero, sin seguir los movimientos de los dedos, mientras que herramientas tales como LeapMotion se centran en el seguimiento de los movimientos de los dedos. Los sistemas del futuro serán capaces de manejar una combinación de ambas capacidades.

Además, y con respecto a los problemas de cálculo, Bowman estableció en 2008 (Bowman et al., 2008) que los juegos de interacción 3D, CAD o aplicaciones animadas en 3D se controlan a menudo usando un ratón 2D. Por lo tanto, hay que asociar cada entrada bidimensional del usuario a acciones tridimensionales. Pero antes tenemos que aprender esta traducción mental. Cuanto más compleja es la traducción mental, mayor esfuerzo será necesario para el entrenamiento del gesto.

La correspondencia estímulo-respuesta espacial afecta positivamente el esfuerzo y el alcance de la traducción mental. Al mismo tiempo, un

fully understand how spatial gestures can be made more user-friendly and in which situations they are suitable.

Finally, future research will concentrate on combining spatial gestures with other interaction techniques like eye tracking and voice control. For instance, it might be possible to differentiate between gestures as a control signal and gestures as part of natural gesticulation by integrating the point of gaze measured by an eye tracking system. The next logical step will be to combine all human abilities for communication (gaze direction, hearing, touch, gesture, facial expression etc.) to make it become reality that machines show the same human communication skills.

Systems for Virtual Reality

A common taxonomy for the VR systems is the following (Fuchs et al., 2011; Kothari and Saxena, 2004; Craig et al., 2009):

1. Desktop or Window on a World (WoW) Systems: Includes all the applications that show 2D or 3D displays on a computer screen. Since they represent computer-generated 3D worlds, users can freely navigate around these worlds. Some regular examples of these scenarios are high-level realism computer games and specific computer training programs. Some include sophisticated interfaces like gloves, sensors and controls, and customized cabins, but all share the same characteristic (3D into 2D) (Lima, undated; Arma 2, undated).

estímulo y su correspondiente respuesta como movimiento en tres dimensiones en el eje de la profundidad tiene que ser mostrado en la tercera dimensión, incluso si la aplicación es en dos dimensiones tal como en una presentación.

Aunque los usuarios no están familiarizados con la interacción sin contacto en la tercera dimensión, los gestos espaciales tienen una valiosa contribución al repertorio de técnicas de interacción. Maximizar el beneficio de esta técnica requiere tiempo para desarrollarse y mejorará gradualmente como cualquier otra técnica del pasado. Hace falta considerablemente más esfuerzo para entender completamente cómo los gestos espaciales pueden ser más fáciles de usar y en qué casos de uso son adecuados.

Por último, la investigación futura se centrará en la combinación de gestos espaciales con otras técnicas de interacción, tales como el seguimiento de la mirada y el control de voz. Por ejemplo, puede que sea posible diferenciar entre los gestos como señal de control y gestos como parte de gesticulación natural, mediante la integración del punto de mirada, medido por un sistema de seguimiento de los ojos. El siguiente paso lógico será el de combinar todas las capacidades humanas de comunicación (dirección de la mirada, oído, tacto, gestos, expresiones faciales, etc.) para convertir en realidad el hecho de que las máquinas muestren las mismas habilidades de la comunicación humana.

Sistemas para realidad virtual

Una clasificación común de los sistemas de realidad virtual es la siguiente (Fuchs et al., 2011; Kothari y Saxena, 2004; Craig et al., 2009):

Figure 2



Desktop or Window on a World (WoW) Systems.

2. Second person Virtual Reality: Unlike immersion VR, second person (or “unencumbered”) VR systems involve real-time perceptions of and responses to the actions of human unencumbered by helmets or gloves, wires or any other intrusive sensors or displays. Immersion VR simulates real-world perceptions. You know you are “there” because sounds and images in the virtual world respond like the real world to your head movements. In second person VR, you know you are there because you see yourself as part of the scene.

On one side of the room, you stand in front of a blue background. You face a monitor and TV camera. On the monitor you see

1. Sistemas de escritorio –Desktop systems o Window on a World (WoW)–. Engloba aquellas aplicaciones que muestran una imagen 2D o 3D en una pantalla de computadora. Puesto que representan mundos de 3 dimensiones, los usuarios pueden desplazarse libremente dentro de estos mundos. Los ejemplos característicos de estos ambientes son la mayoría de los juegos para computadora con alto nivel de realismo y los simuladores de entrenamiento específicos. Algunos comprenden interfaces sofisticados, como guantes, controles, cabinas personalizadas, pero todos tienen en común la característica antes mencionada –3D en 2D– (Lima, s/f; Arma 2, s/f).

[Ver Fig. 2]

2. Realidad virtual en segunda persona. A diferencia de los sistemas de RV inmersivos, los sistemas en segunda persona comprenden percepciones y respuestas en tiempo real a las acciones de los humanos involucrados, sin que estos deban utilizar cascos, guantes, alambres o cualquier otro tipo de interfaz intrusiva. Los sistemas de inmersión simulan las percepciones del mundo real. El usuario sabe que está allí porque los sonidos e imágenes del mundo virtual responden de manera similar a como responden los del mundo real a los movimientos de su cabeza. Sin embargo, en los sistemas en segunda persona, el usuario sabe que está dentro del mundo virtual porque se ve a sí mismo como parte de la escena. Para lograr esto el participante es ubicado delante de un fondo de color uniforme y frente a una cámara. El usuario verá proyectada su imagen en un monitor sumada (chroma-keyed) con otra imagen utilizada como fondo o ambiente. Mediante un software especializado es posible realizar interacciones dentro de la escena, las cuales son visualizadas en la pantalla. En lugar de imitar las sensaciones del mundo real, los sistemas en segunda persona cambian las reglas

yourself, but instead of being in front of the blue background, the self you see is inside of a graphic or combined video/graphic virtual world. Specialized software keeps track of your location and movements and allows you to interact with graphical objects on the screen. Rather than mimicking real-world sensations, second person VR changes the rules, and relies strongly on a “seeing is believing” argument to induce a sense of being there (Sony, undated; Kurzweil, undated).

Figure 3



Second-person Virtual Reality.

estableciendo el concepto de “ver para creer” induciendo la sensación de estar allí (Sony, s/f; Kurzweil, s/f).

[Ver Fig. 3]

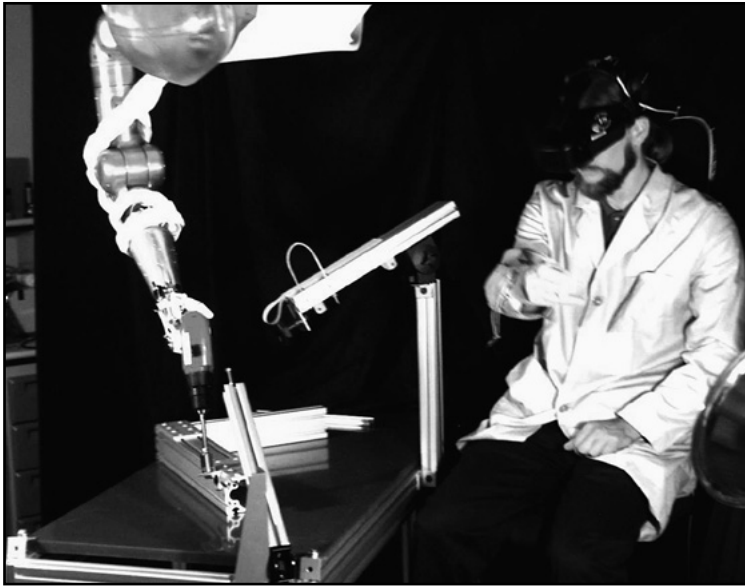
3. Sistemas de telepresencia. Son sistemas equipados usualmente con cámaras, micrófonos, dispositivos táctiles y de fuerza con elementos de retroalimentación, ligados a elementos de control remoto para permitir al usuario manipular con su cabeza o manos, robots o dispositivos ubicados en localidades remotas mientras percibe lo que experimentaría en el sitio real. La telepresencia es una tecnología que enlaza sensores remotos en el mundo real con los sentidos de un operador humano (Vanderbilt University, s/f; IRTIC, s/f).

[Ver Fig. 4]

4. Sistemas de inmersión de RV. Son aquellos que sumergen al usuario dentro del mundo virtual con el que están tratando, mediante la utilización de dispositivos visuales del tipo HMD (Head Mounted Display), equipos de seguimiento de gestos y movimientos, así como también elementos procesadores de sonido. Quedando de esta manera el participante estrechamente relacionado con el ambiente virtual y aislado hasta cierto punto del mundo “real”. Para el usuario, el mundo virtual responde a los movimientos de la cabeza de manera similar a como ocurre en el mundo real. Con estos elementos se crea una sensación de inclusión sumamente realista, una experiencia bastante creíble y en general un impacto vivencial sumamente poderoso. Los mundos de inmersión existen en 3 dimensiones. Enviando imágenes ligeramente diferentes a cada ojo se logra que el usuario perciba la sensación de profundidad y dimensión. Aquello que cada participante ve y experimenta necesita ser procesado para cada ojo (y oído) con

3. Telepresence systems: These are systems that use cameras, microphones, tactile and force feedback and other devices linked to remote control capabilities to allow participants at one site (e.g. an office building) to move their head or hands to control robots and sensors at a remote location (e.g. undersea or in space), experiencing what they would experience at that remote site. Telepresence is a technology that links real-world remote sensors a real human sensory system (Vanderbilt University, undated; IRTIC, undated).

Figure 4



Telepresence systems.

cada movimiento del usuario que se detecte, con el objeto de mostrar las visualizaciones y sonidos del mundo acorde con la nueva posición. Los sistemas de RV inmersiva más habituales son los cascos HMD, CAVEs, Icon y WorkBench (Intuition, s/f; Dassault Systems, s/f).

[Ver Fig. 5]

Entrenamiento con realidad virtual

En el mundo actual, cada día se buscan distintas y más efectivas formas de entrenamiento, siendo las más utilizadas las técnicas de simulación. Para esto último, se conoce el uso de simuladores y de tutoriales a través de software multimediales. En el caso de los simuladores, una de las desventajas más importantes son sus elevados costos de construcción; y en el caso de los multimediales, si bien representan una alternativa de menor costo, poseen altas limitaciones de interactividad. Una alternativa óptima la constituye la realidad virtual, con un costo un poco mayor a los multimediales pero con las virtudes de ambas alternativas mencionadas anteriormente.

El aporte de la realidad virtual en el aprendizaje es precisamente el de brindar la “práctica” que el individuo requiere a través de la computadora; el efecto “permanente” debido al “cambio” en la ejecución del trabajo la concibe como si fuera real, lo que hace más fácil aprender el concepto

4. Immersive VR systems: These applications immerse users into the virtual world through the use of head-mounted displays, haptic interfaces and sound generators. The participant is placed inside the virtual environment and isolated from the real world. The virtual world appears to respond to head movements in a familiar way (the way the natural world does: not at all) and in a way which differentiates self from the world. The sense of inclusion within a virtual world, which this technology creates, has a powerful personal impact. Immersion VR worlds “exist” in three dimensions. By sending slightly different images to each eye, participants perceive depth and dimension. What the participant sees and otherwise experiences must be recomputed (for both eyes and ears) with each movement to display the appropriate sights, sounds and other elements of the world from the new position. The more regular immersive VR systems are HMD, CAVEs, Icon and WorkBench (Intuition, undated; Dassault Systems, undated).

Figure 5



Immersive VR systems.

a entrenar. Las ventajas y desventajas de utilizar una computadora y tecnologías de realidad virtual en el proceso de enseñar y entrenar a cualquier individuo en su puesto de trabajo son las siguientes:

Ventajas:

- *El aprendizaje es individualizado, esto conlleva que el mismo entrenado vaya marcando el ritmo, proporcionando niveles variados de entrada y rutas de aprendizaje variables. Se asegura que los capacitados aprendan solamente aquello en lo cual tienen necesidad y, en particular, no son forzados a repetir el material que ya conocen.*
- *Su uso proporciona retroalimentación regular y, con frecuencia, instantáneas del desempeño en las actividades a ser aprendidas.*
- *Las dos características anteriores tienden a producir satisfacción con el aprendizaje, lo que probablemente produce una motivación para el aprendizaje posterior.*
- *Al entregar puestos de trabajo con entrenamiento simulado, los problemas de transferencia del aprendizaje al lugar de trabajo se minimizan.*
- *Se reduce el tiempo empleado para aprender cualidades particulares.*

Training with Virtual Reality

In today's world more effective forms of training are needed. For instance, this is known through the use of simulators and tutorials through multimedia software. In the case of the simulators one of the most important disadvantages is its high construction costs; and in the case of multimedia elements, although they represent a lower-cost alternative, they have high limits of interactivity. An alternative is Virtual Reality, a little more costly than multimedia but with the virtues of both alternatives.

The contribution of Virtual Reality in learning is precisely to give the "practice" that the individual requires through the computer; the training effect becomes "permanent" due to the execution of "virtual" tasks that facilitate learning. The advantages and disadvantages of using a computer and Virtual Reality technologies in the process of teaching and training are:

Benefits:

- Learning is individualized; this implies that for each trainee there is a different pace, varying levels of entry and learning paths. Ensures that the trainees learn only what they need and are not forced to repeat what they already know.
- Provides regular feedback, and frequent snapshots of performance in the activities to be learned.
- The two previous features tend to produce satisfaction with learning, which motivates for further learning.
- To deliver the simulated training jobs, the problems of transferring the learning to the workplace are minimized.

- *El aprendizaje es autocontrolado en su ritmo de avance, de manera que el capacitado tiene cierto control sobre el grado de cansancio o de tensión que sufre.*
- *El capacitador se dedica menos a realizar presentaciones para en cambio dar una atención individual a los capacitados. El rol del capacitador cambia de instructor a guía y ayuda.*
- *El entrenamiento se brinda en la situación requerida y en el momento necesario.*

Desventajas:

- *Los trabajadores deben poseer habilidades básicas de computación para operar una computadora.*
- *El aprendizaje es individualizado, por lo cual es difícil integrarlo para actividades grupales sin un correcto programa de enseñanza.*

Computación móvil y ubicua

En su clásico y visionario artículo sobre la computación del siglo XXI, Mark Weiser (1991) sintetiza lo que se espera de la computación ubicua (ubicomp): el usuario accediendo a un ambiente computacional, desde cualquier lugar y en todo momento, por medio de cualquier dispositivo. La dificultad radica en cómo desarrollar aplicaciones que se adapten continuamente al ambiente y se mantengan activas, sin importar hacia dónde se desplacen las personas o cómo cambien de dispositivos (Grimm et al., 2001). Claramente, Mark Weiser presenta la ubicuidad de las

- Reduces the time spent to learn particular material.
- Learning is self-controlled, so the trainee has some control over the degree of fatigue or stress.
- The trainer is less involved in lecturing to give individual attention to the trainees. The role of the trainer changes from instructor to guide and help.
- Training is delivered with the required situation and at the time you need it.

Disadvantages:

- Workers must possess basic computer skills to operate a computer.
- Learning is individualized, so it is difficult to integrate the learning group activities without a program of proper education.

Mobile and Ubiquitous Computing

In his classic and visionary article about computing for the 21st century, Mark Weiser (1991) summarizes what is expected from ubiquitous computing (*ubicomp*): user access to the computing environment, everywhere and at all times, by means of any device. The difficulty lies in how to develop applications that will continually adapt to the environment and remain working, as people move or change devices (Grimm et al., 2001). Clearly Mark Weiser presents computer ubiquity as the idea of integrating computers

computadoras como la idea de integración de estas sin ataduras, enriqueciendo en forma invisible el mundo real. Formula una “nueva forma de pensar acerca de las computadoras en el mundo, una forma que tome en cuenta el ambiente natural humano y que le permita a las computadoras por sí mismas desvanecerse en el entorno”. Las computadoras se desvanecerán como consecuencia de la psicología de las personas: cuando la gente utilice los objetos sin pensar conscientemente acerca de ellos, centrándose en lo que está más allá. Este es un fenómeno definido por algunos filósofos y psicoanalistas: las personas dejan de estar conscientes de algo cuando ellas lo utilizan lo suficiente en forma correcta y frecuente (Weiser, 1991).

La computación distribuida es generalmente considerada como el principal paso en la evolución de ubicomp. La necesidad de comunicación y de intercambiar información estimuló el desarrollo de las redes de computadoras. Otro importante paso en la evolución es la World Wide Web (en adelante, Web). Con la Web, la información y la comunicación se han convertido en casi ubicuas. El simple mecanismo utilizado para vincular recursos es una buena manera de integrar información distribuida y un punto potencial de partida para la inserción omnipresente de la computación, aun cuando la Web no integra el mundo físico (Saha y Mukherjee, 2003).

El punto final en la evolución es la computación móvil. Esta surge de avances en dos áreas: las redes sin conexión y los dispositivos portátiles. Con estos dispositivos el usuario puede acceder a información desde cualquier lugar sin tener en cuenta su ubicación física o movilidad (Jing et al., 1999). La diferencia con la computación tradicional es que los servicios de computación van junto con las personas y están siempre presentes, brindando un mayor número de capacidades. Combinando estos servicios con el acceso a redes se logra transformar a la computación “en una actividad que puede ser llevada a cabo” (Lyytinen e Yoo, 2002).

seamlessly, invisibly enhancing the real world. He formulates a “new way of thinking about computers in the world, one that takes into account the natural human environment and allows the computers themselves to vanish into the *background*.” Computers will vanish as a consequence of human psychology: when people use things without consciously thinking about them, they focus beyond. This is a phenomenon defined by some philosophers and psychologists: people cease to be aware of something when they use it sufficiently well and frequently (Weiser, 1991).

Distributed computing is generally considered a major step in *ubicomp* evolution. The need to exchange information and communication stimulated the development of computer networks. Another important step in evolution is the World Wide Web (hereafter referred to simply as the Web). With the Web, information and communication have become nearly ubiquitous. The simple mechanism used for linking resources is a good way of integrating distributed information and a potential starting point for pervasive computing, even though the Web does not integrate the physical world (Saha and Mukherjee, 2003).

The final step in evolution is mobile computing. This arises from advances in two areas: *wireless networking* and *portable devices*. With these devices the user can access information anywhere, regardless of their physical location or mobility (Jing et al., 1999). The difference from traditional computing is that computing services go with people and become more present, providing expanded capabilities. Combined with network access, those services transform computing “into an activity that can be carried” (Lyytinen and Yoo, 2002).

Una contribución adicional en la evolución lograda con la computación móvil y resaltada por Satyanarayanan (2001), es la sensibilidad a la ubicación. Los investigadores en este campo proponen algoritmos y técnicas para detectar la ubicación física. Algunos sistemas proveen también el comportamiento de estar consciente de la ubicación.

Para lograr una computación ubicua, tal como fue propuesta por Weiser, algunos cambios deben lograrse. La heterogeneidad es un problema derivado de los sistemas distribuidos. Las aplicaciones deben ser capaces de ejecutar en diferentes clases de dispositivos, con diferentes sistemas operativos, e interfaces de usuarios. El software debe enmascarar al usuario las diferencias de infraestructura y administrar las conversiones necesarias desde un ambiente hacia otro.

Otro aspecto relacionado y heredado de los sistemas distribuidos es la escalabilidad. En la computación omnipresente se espera que un gran número de usuarios, dispositivos, aplicaciones y comunicaciones se relacionen en una escala nunca antes establecida. Más aún, sería casi impráctico distribuir e instalar explícitamente las aplicaciones.

En ciertas ocasiones, el sistema puede no ejecutar acorde a las especificaciones funcionales. Adicionalmente, pueden surgir problemas relacionados con errores de especificación, los cuales llevan a situaciones de falla, donde una falla está definida como una transición de un servicio correcto a un servicio incorrecto (Avizienis et al., 2004). Un servicio correcto es obtenido cuando el sistema implementa la función deseada, mientras que un servicio incorrecto debería ser detectado y la ejecución restablecida a un estado correcto. Evitar fallas frecuentes con un grado de severidad mayor al aceptable lleva a un estado de confianza, un concepto que integra los atributos de disponibilidad, fiabilidad, seguridad, integridad y mantenimiento. El término “confianza

An additional contribution from mobile computing in this evolution, emphasized by Satyanarayanan (2001), is *location sensitivity*. Research in this field proposes algorithms and techniques for sensing physical location. Certain systems also provide *location-aware* behavior.

To achieve ubiquitous computing, as proposed by Weiser, some challenges must be addressed. *Heterogeneity* is a concern derived from distributed systems. Applications must be able to run in different kinds of devices, with assorted operating systems, and user interfaces. Software must mask differences in infrastructure to the user and manage the required conversions from one environment to another.

Another related issue inherited from distributed systems is scalability. In pervasive computing, a large number of users, devices, applications, and communications are expected on a scale never established before. Furthermore, it would be impractical to explicitly distribute and install applications.

Sometimes, the system cannot execute according to functional specifications. Additionally, there might arise problems related to misspecifications. These situations lead to failures. A failure is defined as a transition from a correct service to an incorrect service (Avizienis et al., 2004). A correct service is obtained when the system implements the desired function. Incorrect service should be detected and execution restored to a correct state. Avoiding failures that are more frequent and more severe than acceptable leads to *dependability*; this is a concept that integrates the attributes of availability, reliability, safety, integrity, and maintainability. The term pervasive dependability has been used to refer to these needs in the scope of *ubicomp* (Fetzer and Högstedt, 2002).

omnipresente” ha sido utilizado para referirse a aquellas necesidades en el ámbito de ubicomp (Fetzer y Högstedt, 2002).

La seguridad es un concepto estrictamente relacionado con la confianza de un sistema. Un sistema es considerado seguro si tiene medidas que garanticen la disponibilidad, la integridad y la confidencialidad. Existen muchos mecanismos para proveer seguridad en los sistemas distribuidos, que también pueden ser utilizados en ubicomp. Sin embargo, estas acciones deben ser ágiles en la provisión de seguridad de recursos y datos de usuarios con el objeto de preservar tanto la espontaneidad de las interacciones como las limitaciones de algunos dispositivos (Coulouris et al., 2005).

La privacidad de los datos de usuarios es un elemento importante a tener en cuenta. A medida que ubicomp se convierte día a día en parte de nuestra vida cotidiana, casi todos los dispositivos invisibles recogerán información de los usuarios, incluyendo datos personales, sin que ellos lo noten. Garantizar la forma en que tal información podría ser utilizada o transferida será algo extremadamente difícil. Otro desafío asociado es la confianza. En un escenario extremadamente dinámico y heterogéneo, la confianza de interacción de los componentes debería ser evaluada. Debido a que no existe una infraestructura fija, ni dominio específico, se debe utilizar un sistema de administración confiable para medir lo que debería ser abierto o brindado a otros componentes (Robinson et al., 2005).

Unir diferentes componentes que se encuentran disponibles en varios dispositivos, así como también hacer posible que los mismos se comuniquen y entiendan entre ellos, es un desafío identificado como interoperación espontánea. Un componente interopera espontáneamente si el mismo “interactúa con un conjunto de componentes de comunicación, los cuales pueden cambiar su

Security is a concept strictly related to the dependability of a system. A system is considered secure if there are measures to assure availability, integrity, and confidentiality. There are many mechanisms to provide security in distributed systems that could also be used in *ubicomp*. However, these actions must be lightweight, to preserve both the spontaneity of interactions and the limitations of some devices, in the provision of security for resources and user data (Coulouris et al., 2005).

The *privacy* of that user data is a noteworthy matter. As *ubicomp* becomes more a part of everyday life, almost invisible devices will collect user information, including personal data, without even being noticed. Guaranteeing the ways in which such information could be used or passed on will be extremely difficult. Another associated challenge is *trust*. In a very heterogeneous and dynamic scenario, the trustworthiness of interacting components should be evaluated. Since there is neither a fixed infrastructure nor a specific domain, we must use a trust management system to measure what should be disclosed to other components (Robinson et al., 2005).

Bringing together varied components available in several devices, as well as making communication and understanding among these possible, is a challenge identified as *spontaneous interoperation*. A component interoperates spontaneously if it “interacts with a set of communication components that can change both identity and functionality over time as its circumstances change” (Kindberg and Fox, 2002). We need this spontaneity because of the volatile nature of *ubicomp*. The components are in movement and interacting with a constantly changing set of services.

Another challenge named *mobility* provides access to applications and data wherever users go and however they move (Augustin

identidad y funcionalidad en el tiempo acorde como cambien las circunstancias” (Kindberg y Fox, 2002). Esta espontaneidad es necesaria debido a la naturaleza volátil de ubicomp. Los componentes se encuentran en movimiento e interactúan con un constante cambio del conjunto de servicios.

Otro desafío, denominado movilidad, provee acceso a las aplicaciones y los datos en cualquier lugar donde los usuarios se desplacen y sin importar cómo ellos se muevan (Augustin et al., 2002). Esto se debe a que en un dispositivo portátil, tal como las tabletas y smartphones, el ambiente viaja junto con el usuario. Sin embargo, la movilidad física (de los equipos o los usuarios) no es la única opción. También es deseable desplazar componentes tales como aplicaciones, datos y servicios (movilidad lógica). Actualmente, muchos de estos componentes se encuentran ligados a un dispositivo específico de modo que el usuario no puede llevarlos consigo.

La computación móvil ha introducido el concepto de consciente del contexto, es decir, inferir el contexto para proveer información o servicios al usuario cuando la disponibilidad de los servicios es limitada o intermitente (Dey, 2001). El concepto es mucho más amplio en ubicomp que en la computación móvil, debido a que los dispositivos deben detectar cambios y el software actuar en forma proactiva. El contexto está definido como cualquier información que puede ser utilizada para describir la situación de entidades (personas, lugares u objetos) (Dey, 2001). Esta información se adquiere generalmente por medio de sensores o computadoras embebidos. Sin embargo, hoy en día la mayoría de los dispositivos no puede sentir su ambiente así como tampoco el software puede reaccionar a los cambios detectados.

Desde que es posible percibir el contexto, es necesario utilizar esta información y actuar en forma proactiva. La administración del

et al., 2002). This is because, in portable devices, such as tablets and smartphones, the environment goes along with the user. However, physical mobility (of equipment or the users) is not the only option. Moving components such as applications, data and services (logical mobility) is also desirable. Nowadays, many of these components are attached to a specific device, so that the user cannot carry them along.

Mobile computing has also introduced the idea of *context awareness*, i.e., inferring context to supply information or services to the user when the availability of services is limited or intermittent (Dey, 2001). The concept is broader in *ubicomp* than in mobile computing, as devices must sense changes and software should act proactively. Context is defined as any information that can be used to describe the situation of entities (persons, places, or objects) (Dey, 2001). It is generally acquired using embedded computers or sensors. However, most devices today cannot sense their environment, and neither can the software react to these changes.

Since it is possible to perceive context, it is necessary to use this information and act proactively. *Context management* is action in response to sensing. Based on sensed data, the system makes decisions such as configuring services according to environmental change or keeping memory of past environments to restart services when users reenter those (Lyytinen and Yoo, 2002). Management can also expand the capacity of devices by using available resources in the current context.

Human-computer interaction (HCI) design is also a significant subject. With *ubicomp* there will be many ways of interacting with users. On top of that, as computers become 'smarter', the intensity and quality of human-computer interaction is bound to increase (Saha and

contexto es una acción en respuesta al sentido. Basándose en los datos sentidos, el sistema toma decisiones, tales como configurar los nuevos servicios acorde con el cambio del ambiente o almacenar en memoria los ambientes pasados para restablecer los servicios cuando los usuarios ingresen nuevamente en ellos (Lyytinen e Yoo, 2002). La administración puede también extender la capacidad de los dispositivos utilizando recursos disponibles en el contexto actual.

El diseño de la interacción humano-computadora (HCI) es también otro objetivo importante. Con ubicomp existirán numerosas maneras de interactuar con los usuarios. Primeramente, a medida que las computadoras se vuelven cada vez más "inteligentes", la intensidad y calidad de la interacción humano-computadora se encuentra obligada a incrementarse (Saha y Mukherjee, 2003). Si bien la interfaz usuario se desarrolló a partir del diseño del software, la misma ha adquirido un significado diferente desde el surgimiento de la computación móvil y los nuevos modos de interacción. La combinación de datos de usuarios con el ambiente real es otra condición para el desarrollo de interfaces humano-computadoras en ubicomp. Esto último redirecciona la atención hacia la interacción con un usuario en forma transparente, donde la idea es preservar la atención de las personas, evitando la saturación de información (Siewiorek, 2002). Los usuarios deberían ser capaces de concentrarse en la tarea sin distracciones por parte del sistema.

El último desafío se encuentra directamente relacionado con ubicomp en sí mismo, denominado invisibilidad, lo cual consiste en permitir al usuario concentrarse en la tarea y no en la herramienta (Weiser, 1994). Para cumplir con este objetivo, el software debe satisfacer los intentos del usuario ayudándolo y no interfiriendo. El software debería aprender junto con los usuarios y, en algunos casos, permitirles cambiar sus preferencias interactuando a un nivel "casi subconsciente" (Satyanarayanan, 2001).

Mukherjee, 2003). Focus on user interface evolved from software design, but has acquired a different meaning since the emergence of mobile computing and new modes of interaction. Merging user data with the real environment is another condition for HCI development in *ubicomp*. This redirects the attention to *transparent user interaction*. The idea is to preserve human attention, avoiding information saturation (Siewiorek, 2002). Users must be able to focus on the task without distractions from the system.

The last issue is directly related to *ubicomp* itself. *Invisibility* is about keeping user focus on the task, not on the tool (Weiser, 1994). To fulfill this vision, software must satisfy user intent, by helping, not obstructing it. Software should learn with users and, in some cases, let them change their preferences, interacting “almost at a subconscious level” (Satyanarayanan, 2001).

Bibliography · Bibliografía

- Akenine-Möller, T., E. Haines, and N. Hoffman, N. 2008. *Real-Time Rendering*. Wellesley, Mass. AK Peters.
- Arma 2. *s/f*. At <http://es.wikipedia.org/wiki/ARMA_2> access May, 13th 2013.
- Augustin, I. et al. 2002. “Towards Taxonomy for Mobile Applications with Adaptive Behavior”. Proc. 20th Int’l Symp. Parallel and Distributed Computing and Networking (PDCN 02). *ACTA Press*.
- Avizienis, A., J.C: Laprie, B. Randell, and C. Landwehr. 2004. “Basic concepts and taxonomy of dependable and secure computing”. *IEEE Transactions on*, Vol. 1, N° 1, January-March.
- Bimber, O. and R. Raskar. 2010. *Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds*. Wellesley, Mass. AK Peters.
- Bowman, D.A., S. Coquillart, B. Froehlich, M. Hirose, Y. Kitamura, K. Kiyokawa, and W. Stuerzlinger. 2008. “3D User Interfaces. New Directions and Perspectives”. *IEEE Computer Graphics and Applications*. Los Alamitos.
- Chen, J.X. 2008. *Guide to Graphics Software Tools*. New York. Springer.
- Coulouris, G. et al. 2005. *Mobile and Ubiquitous Computing, Distributed Systems: Concepts and Design*. Reading, Mass. Addison-Wesley.
- Craig, A.B., W.R. Sherman, and D. Will Jeffrey D. 2009. *Developing Virtual Reality Applications: Foundations of Effective Design*. Burlington, Mass. Morgan Kaufmann.
- Dassault Systems. *s/f*. “PSA Peugeot Citroën-Revisión del diseño”. At <<http://www.3ds.com/es/products/3dvia/3dvia-virttools/showcase/virtual-reality>> access May, 13th 2013.
- Dey, A. 2001. “Understanding and Using Context”. *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol. 5, N° 1. New York. Springer.
- Fetzer, C. and K. Högestedt. 2002. “Challenges in Making Pervasive Systems Dependable”, *Future Directions in Distributed Computing*. A. Schiper et al. (eds.). New York. Springer.

- Fuchs, P., G. Moreau, and P. Guitton. 2011. *Virtual Reality: Concepts and Technology*. Boca Raton, Florida. CRC Press.
- Grimm, R., J. Davis, B. Hendrickson, E. Lemar, A. Macbeth, S. Swanson, T. Anderson, B. Bershad, G. Borriello, S. Gribble, and D. Wetherall. 2001. "Systems directions for pervasive computing". Hot Topics in Operating Systems. 20–22 May.
- Intuition. s/f. "INTUITION Network of Excellence". At <<http://www.intuition-eunetwork.org>> access May, 13th 2013.
- IRTIC. s/f. "Plataforma de simulaciónLSyM". At <<http://smagris3.uv.es/irtic/?q=es/proyecto/lsym/plataforma-de-simulaci%C3%B3n-lsym>> access May, 13th 2013.
- Jing, J., A. Helal, and A. Elmagarmid. 1999. "Client-server Computing in Mobile Environments". *ACM Computing Surveys*, Vol. 31, N° 2, June.
- Kindberg, T. and A. Fox. 2002. "System Software for Ubiquitous Computing". *IEEE Pervasive Computing*, Vol. 1, N° 1, January-March.
- Kothari, D.P. and A. Saxena. 2004. *Hypermedia: From Multimedia to Virtual Reality: a Managerial Perspective*. New Delhi. Prentice-Hall of India.
- Kurachy, N. 2011. *The Magic of Computer Graphics*. Boca Raton, Florida. CRC Press.
- Kurzweil. s/f. "Encompassing Education". At <<http://www.kurzweilai.net/encompassing-education>> access May, 13th 2013.
- Lima, E. s/f. "COCKPIT Simulador Automovilismo Virtual". At <<http://cockpit-automovilismovirtual-bigboy.blogspot.com.ar>> access May, 13th 2013.
- Lyytinen, K. e Y. Yoo. 2002. "Issues and Challenges in Ubiquitous Computing". *Communications of the ACM*, Vol. 45, N° 12, junio.
- Milgram, P., H. Takemura, A. Utsumi y F. Kishino. 1994. "Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum". Proceedings of Telemanipulator and Telepresence Technologies.
- Robinson, P. et al. 2005. "Some Research Challenges in Pervasive Computing". *Privacy, Security and Trust within the Context of Pervasive Computing*. P. Robinson et al. (eds.). New York. Springer.
- Saha, D. and A. Mukherjee. 2003. "Pervasive computing: a paradigm for the 21st century". *Computer*, Vol. 36, N° 3, March.
- Satyanarayanan, M. 2001. "Pervasive Computing: Vision and Challenges". *IEEE Personal Communications*, Vol. 8, N° 4.
- Siewiorek, D. 2002. "New Frontiers of Application Design". *IEEE Pervasive Computing*, Vol. 1, N° 1, January.
- Sony. s/f. "EyeToy: Play 3". At <<http://es.playstation.com/ps2/games/detail/item44096/EyeToy-Play-3>> access May, 13th 2013.
- Vanderbilt University. s/f. "Learning Robotic Control from Humans". At <<http://eecs.vanderbilt.edu/cis/crl/teleoperation.shtml>> access May, 13th 2013.
- Weiser, M. 1991. "The computer for the 21st Century". *Scientific American*, Vol. 265, N° 3, March.
- Weiser, M. 1994. "The World is not a Desktop". *ACM Interactions*, Vol. 1, N° 1, January.

Chapter IV

Capítulo IV

Social Context: Latin America and Europe
The working environment
Contexto social: Latinoamérica y Europa
El entorno de trabajo

Flávio Sacco dos Anjos and Adriane Borda Almeida*

Our work environment extends to different realities of social development. The 2012 human development index (HDI) of the United Nations (UN) allows us to characterize this environment. Of the twelve institutions involved, seven are from five countries with a very high HDI (Germany, Portugal, Spain, Chile and Argentina), three are from two countries with a high HDI (Uruguay and Brazil) and two are from countries with a medium HDI (Bolivia and Honduras) as indicated on the following map.

Nuestro entorno de trabajo involucra diferentes realidades de desarrollo social. El índice de desarrollo humano (IDH) considerado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) con base en los datos de 2012 permite caracterizar este entorno. De las doce instituciones involucradas, siete son de cinco países de IDH muy alto (Alemania, Portugal, España, Chile y Argentina), tres de dos países de IDH alto (Uruguay y Brasil) y dos son de países de IDH medio (Bolivia y Honduras), tal como se indica en el siguiente mapa.

World Map showing the Human Development Index (2012)
Mapamundi indicando el índice de desarrollo humano (2012)



Source: United Nations Development Program (UNDP)/UN · Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)/ONU.

* Universidad Federal de Pelotas, Brazil · Brasil.

However, in these times of globalization and major ruptures at the economic, social and/or cultural level, the usual scheme in which Europe and Latin America have been presented as two different realities—antagonistic universes in terms of scientific and technological development as well as social-industrial dynamics—is no longer acceptable. Although many regions of the “new world” remain immersed in poverty, it is impossible to ignore the increasing number of centers and groups that have become fertile terrain for innovation and for the development of new tools.

Over the past five years, the world has suffered from a severe economic crisis that has especially affected the countries of Europe. This crisis has led to a series of thoughts on, among other aspects, the need to build new bridges that go far beyond simply connecting people and objects, things and places. It is critical to connect individuals and institutions under the power of good ideas and new concepts that emphasize the strength of transversality, interculturality and the multidimensionality of objects. To a great extent, this has been the keynote of ALFA-GAVIOTA, a project that has brought together researchers in Europe and Latin America to engage in cooperation and exchange. This is the spirit that has guided the products we seek to develop, the meetings we have held and the dialogue that we have constructed over time. At the moment we are interested in advancing on other issues that seem important for our work.

In this regard, and as part of this reflection, we are interested in asking the following question: how can we describe the idiosyncrasy of Latin America? Is it possible to define it during these times, in which globalization imposes itself on interculturality? These questions become particularly important in terms of broadening a space for the dialogue that

Sin embargo, en estos tiempos de globalización y de grandes rupturas en el plan económico, social y/o cultural, ya no es posible aceptar los esquemas usuales que solían encuadrar las dos realidades –Europa y Latinoamérica– como si fuesen universos antagónicos en cuanto al desarrollo científico y tecnológico y a las dinámicas socio-productivas. Aunque muchas regiones del “nuevo mundo” permanezcan inmersas en la pobreza, ya no se puede cerrar los ojos ante el incremento en el número de centros y grupos que se han convertido en un terreno fértil en donde afloran la innovación y el desarrollo de nuevas herramientas.

Los últimos cinco años han sido testigos de una grave crisis económica mundial que ha afectado severamente los países de Europa, con lo cual se ha desatado una serie de reflexiones que apuntan, entre otros aspectos, a la necesidad de erigir nuevos puentes que permitan mucho más allá que simplemente conectar personas y objetos, cosas y lugares. Es imperativo enlazar individuos e instituciones bajo la fuerza de buenas ideas y nuevos conceptos que apuntan hacia la fuerza de la transversalidad, de la interculturalidad y de la multidimensionalidad de los objetos. En buena medida, ha sido esta la tónica en la que se basó el Proyecto ALFA-GAVIOTA, con su invitación a la cooperación y al intercambio entre investigadores que actúan en Europa y Latinoamérica. Ha sido este el espíritu que guió los productos que buscamos desarrollar, los encuentros que hicimos y el diálogo que se fue construyendo a lo largo del tiempo. Momentáneamente, nos interesa avanzar en otras cuestiones que nos parecen relevantes en este trabajo.

En este sentido, a los efectos de la presente reflexión, nos interesa preguntar: ¿En qué consiste la idiosincrasia latinoamericana? ¿Es posible definirla en estos tiempos en los que se imponen los efectos de la globalización hacia la interculturalidad? Estas cuestiones asumen una importancia desde el punto de vista de ampliar el espacio de interlocución que se ha ido construyendo

has been gradually constructed among all of the researchers involved in this cooperation project supported by the ALFA Program.

In fact, it is often noted that the idea of coming up with our own regional philosophy, one centered on Latin America's idiosyncrasy, developed over the course of the 20th century on the basis of three main trends. The first is considered the ontological trend or so-called "philosophical Latin-Americanism," which mainly involves the construction of a continental identity.

The second is historicism, which seeks a philosophical understanding of the history of Latin America. In this case, the emphasis is on the effort to deconstruct the myth of the "meeting of cultures" in the framework of the relations forged between the Old World and the New World since the time of the discoveries, masterfully captured in the work of Eduardo Galeano (2000).

Liberationism is another trend related to the broader movement known as "liberation theology" with its broad commitments to the political, economic and cultural emancipation of the people of Latin America.

One way or another, we are aware that talk of a continental idiosyncrasy always involves a serious risk of falling back on stereotypes, reductionisms and the old antinomies—or in the ceaseless buffeting between universalist positions and the criticism of Eurocentricism. This buffeting often starts when either old or new nationalisms appear.

Undoubtedly, thinking about Latin American idiosyncrasy provides us with a rich perspective. There is a group of philosophers which is dedicated to analyzing the epistemological aspects of "utopia" as a "conceptual device that allows the continent to be considered from a critical

entre todos los investigadores involucrados en el presente proyecto de cooperación apoyado por el Programa ALFA.

En efecto, se suele señalar que el proyecto de elaborar una filosofía propia, centrado en la idiosincrasia latinoamericana, se ha ido construyendo a lo largo del siglo XX según tres grandes vertientes. La primera de ellas corresponde a lo que se considera la vertiente ontológica o el llamado "americanismo filosófico", cuyo rasgo fundamental descansa en la construcción de una identidad continental.

La segunda es la vertiente historicista, en la que se busca una comprensión filosófica de la historia de América Latina. En este caso, el énfasis recae sobre el esfuerzo en pro de la deconstrucción del mito del "encuentro de culturas" en el marco de las relaciones establecidas entre el Viejo y el Nuevo Mundo desde el tiempo de los descubrimientos, plasmado magistralmente en la obra de Eduardo Galeano (2000).

La vertiente liberacionista se relaciona con el movimiento más amplio de la "teología de la liberación", con sus vastos compromisos con la emancipación política, económica y cultural de los pueblos de Latinoamérica.

De una forma u otra, somos conscientes de que hablar de una idiosincrasia continental siempre supone un elevado riesgo de caer en los estereotipos, en los reduccionismos y en las viejas antinomias o en el eterno embate entre posiciones universalistas y las críticas en contra del eurocentrismo. Dicho embate suele emerger en medio de la recurrencia de viejos y nuevos nacionalismos.

Hay, por cierto, un prisma fecundo en el sentido de pensar la idiosincrasia latinoamericana. Nos referimos a una corriente de filósofos que se dedicaron a analizar los contornos epistemológicos de la 'utopía' en cuanto "dispositivo conceptual a partir del cual se puede pensar el continente desde una

and liberating perspective” (San Martín, 2012: 141). Other authors who fall into this category are Fernando Ainsa, Arturo Roig and Enrique Dussel.

According to these philosophers, the social representations of Europe rest on the idea of a geographical space where abundance can be constructed and a perfect life can be realized. Thus, according to philosopher Arturo Roig, utopia “appears in Latin American thought as a fertile way to open up social structure and denaturalize political forms” (Roig, 1982: 57).

We agree with San Martín when she states that “the ethic of liberation is defined as a critical philosophy that originates on the world’s periphery but aspires to be universal. It attempts to discern between the critical discourses of reductive and totalizing reason and uses this criticality to articulate a new ethic, one that is not Eurocentric or hegemonic, totalitarian or totalizing” (San Martín, 2012: 148). A critical philosophy that is established “from the south” and whose structuring principle is utopia. It is a utopia that is reworked as a contradictory, unfinished and intermittent project, a utopia that is constructed, deconstructed and reconstructed without overlooking the power of what has been called the “dystopic” discourse present in the works of Orwell (1983), Huxley (1932) and even the skepticism of Jose Saramago (1995).

According to San Martín (2012: 148), the ethics of liberation is a philosophical practice that “establishes the need to reveal the subsumptions where totality actuates over reality, which leads to the denial of human beings, their communities, their cultures, their uniqueness.”

In our opinion, this is the perspective that sheds light on Latin America’s idiosyncrasy today and on the desire to reconcile the past we

perspectiva crítica y liberadora” (San Martín, 2012: 141). En esta condición se encuentran autores como Fernando Ainsa, Arturo Roig y Enrique Dussel.

Según esta corriente, las representaciones sociales de Europa se asientan sobre la idea de un espacio geográfico para edificar la abundancia y la realización de una vida perfecta. Asimismo, para el filósofo Arturo Roig, la utopía “aparece en el pensamiento latinoamericano como una fértil manera de abrir lo social y desnaturalizar las formas políticas” (Roig, 1982: 57).

En efecto, coincidimos con San Martín cuando ella afirma que “la ética de la liberación se define como una filosofía crítica, originada en la periferia del mundo y que tiene pretensiones de universalidad. Pretende discernir entre los discursos críticos de la razón reductiva y totalizadora, criticidad con la cual se propone articular una nueva ética, no eurocéntrica, no hegemónica, no totalitaria ni totalizadora” (San Martín, 2012: 148).

Una filosofía crítica que se impone “desde el sur” y que tiene su centralidad en la utopía como un principio estructurante. Una utopía que se renueva como un proyecto contradictorio, inacabado e intermitente. Una utopía que se construye, se deconstruye y se reconstruye sin olvidar la fuerza de lo que se dio en llamar del discurso “distópico” presente en las obras de Orwell (1983), Huxley (1932) o también del escepticismo de José Saramago (1995).

La ética de la liberación, según San Martín (2012: 148), es una práctica filosófica que “se plantea la necesidad de poner de manifiesto las subsunciones donde la totalidad opera sobre la realidad, lo que trae como consecuencia la negación de los seres humanos, de sus comunidades, de sus culturas, de su distinción”.

Es desde esta mirada que es posible comprender, desde nuestra acepción, la idiosincrasia latinoamericana en la contemporaneidad y los

have inherited, which of course does not mean either glorifying or rejecting the idea that “other worlds are possible.” The experiences presented in this book emerge from this general framework and further show that it is feasible to posit a Latin American idiosyncrasy which can contribute to the dialogue between old worlds and new.

anhelos de conciliar la herencia de un pasado que no se quiere, por supuesto, glorificar ni tampoco despreciar con la idea de que “otros mundos son posibles”. Las experiencias que se registran en este libro se desdoblán a partir de este marco general y avanzan en mostrar que es absolutamente factible pensar una idiosincrasia latinoamericana que algo tiene para contribuir en el diálogo entre viejos y nuevos mundos.

On the Territory of Latin America

Condiciones territoriales de Latinoamérica

Rodrigo García Alvarado*

Latin America is one of the largest continents. It has a surface of more than 21,000,000 km² from its northernmost point (88° N) to the southernmost one (56° S). It has widely varied landscapes and natural riches but it also faces major environmental challenges. Its territory has been the home to millenary civilizations and it has witnessed vast migrations. Over the past centuries, a growing process of urban occupation has offset the region's natural balance (UN-Habitat, 2011). Latin America boasts a geographic diversity that includes arid deserts to the north and the western shore, but also the world's largest rainforest and longest mountain range. It has major biosphere reserves and fossil fuel supplies, and one of the largest underground fresh water reserves of the planet: the Guarani Aquifer. However, it also has the highest urbanization rate of the world.

Latinoamérica es uno de los continentes más extensos con más de 21.000.000 de km² desde los 88° latitud norte a los 56° latitud sur, con variados paisajes y riquezas naturales, pero también grandes desafíos ambientales. Su territorio ha permitido alojar milenarias civilizaciones, vastas migraciones y en los últimos siglos un creciente proceso de ocupación urbana que ha enfrentado las condiciones naturales (UN-Habitat, 2011). Con una diversidad geográfica que abarca áridos desiertos en el norte y el litoral occidental, pero también la selva húmeda más grande del planeta y la cadena montañosa más extensa. Con grandes reservas de biosfera y almacenamiento de combustibles fósiles, y una de las reservas de agua dulce subterránea más importantes del planeta: el Acuífero Guaraní. Pero también con la mayor tasa de urbanización del mundo.

El continente latinoamericano presenta un sostenido crecimiento demográfico y desarrollo económico con diferentes realidades nacionales,

* Universidad del Bío Bío, Chile.

Latin America shows sustained demographic growth and economic development and although the situation varies from country to country, all have undergone a similar process of migration towards major cities. There has been a gradual increase in infrastructures and services that have covered practically the entire region over the past few decades, which has also led to a strong concentration in metropolitan centers. As a result, major cities have sprung up along with multiple intermediate cities with an agricultural, industrial or service-based economy. This clustering shows how the population has gradually adopted contemporary lifestyles, which are rapidly putting pressure on the landscapes and available resources due to the fragile political and cultural structure (IEA, 2012).

The exploitation of raw materials has not only produced major inequalities within countries, it has also made urban growth dependent on a predatory use of the territory, disregarding cultural traditions and respect for the environment (WB, 2012). This process could be mitigated principally through educating and informing the population. In this regard, in spite of the fact that new technologies originate in the more dominant and developed countries, they can still be used to transfer knowledge and capabilities to broader sectors of the local population, creating social awareness and the ability for cultural transformation.

With digital resources for global communication and information, access to knowledge can be provided and thus new capabilities can be created. This could make the vast natural landscape of each country and of the continent available to the population, along with their historical traditions and cultural heritage. The availability of cable TV, computers and mobile phones—increasingly more portable, powerful and low-cost—has

pero un proceso similar de migración hacia las grandes ciudades. Con una progresiva instalación de infraestructuras y servicios que han cubierto en las últimas décadas prácticamente todo el territorio, motivando también una fuerte concentración en poblados metropolitanos. Generando grandes urbes y múltiples ciudades intermedias de base agrícola, industrial o de servicios. Esta aglomeración evidencia una evolución progresiva de la población a modos de vida contemporáneos que está presionando aceleradamente los paisajes y recursos que se disponen, debido a la frágil estructura política y cultural (IEA, 2012).

La explotación comercial basada en materias primas, con grandes desigualdades internas, ha canalizado el crecimiento urbano hacia modalidades de utilización depredadora del territorio, desatendiendo sus tradiciones culturales y el respeto por el ambiente natural (WB, 2012). Este proceso se puede mitigar fundamentalmente por medio de la educación e información de la población. En este sentido, los nuevos medios tecnológicos, aunque originados en los países más dominantes y desarrollados, permiten la transferencia de conocimientos y capacidades a sectores más amplios de la población local, otorgando conciencia social y poderes de transformación cultural.

Los recursos digitales de comunicación e información global permiten distribuir posibilidades de acceso al conocimiento y por ende de generación de nuevas capacidades, desplegando ante la población el amplio paisaje natural que poseen sus países y el continente, como también su tradición histórica y patrimonios culturales. La disponibilidad de televisión por cable, computadoras y teléfonos móviles, cada vez más portables, poderosos y de bajo costo, logra una alta ocupación en la población. Permite, por tanto, un mayor acercamiento a toda la extensión de su territorio (al menos como conocimiento visual, auditivo o literal), como a su trayectoria cultural. La cobertura y tráfico

spread amongst the population. This brings the entire territory closer (or at least provides visual, auditory or literal knowledge of it) as well as its cultural background. Internet coverage and traffic are growing more rapidly in Latin America than in any other part of the world (Durán, 2011), and e-commerce exceeded US\$40 billion in 2011.

However, the application of new technologies for social integration, educational development and governance is still only incipient in the region. In this regard, we can mention the Plan Ceibal (the Spanish acronym for Educational Connectivity on Basic IT for Online Learning) that has been implemented in Uruguay since 2007 and which is being replicated in several other countries of Latin America.

The management of natural resources, catastrophes and climate change projections to protect the production base and the cities scattered across the continent is a growing concern (WB, 2012). Other concerns involve incorporating new areas of demand such as the tertiary service industry and special destination tourism, which takes advantage of the region's diverse landscapes. The creation, representation and management of vacation resources and destinations for in-company training and external supply are emerging needs in the region, as is the adequate management of plantations, mining facilities and industrial development through IT and telecommunication systems.

de Internet está creciendo más rápidamente en Latinoamérica que en otra parte del mundo (Durán, 2011), y en particular el comercio electrónico está superando los 40.000 millones de dólares en 2011.

Sin embargo, la aplicación de las nuevas tecnologías para la integración social, el desarrollo educativo y la gobernanza son aún iniciativas incipientes en toda la región. En este sentido, se puede mencionar el Plan Ceibal (Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en Línea) que se aplica desde 2007 en Uruguay y se está replicando en varios países latinoamericanos.

La gestión de los recursos naturales, catástrofes y proyecciones del cambio climático para proteger la base productiva y las ciudades esparcidas por el continente son una inquietud creciente (WB, 2012). Como también acoger nuevos sectores de demanda, como la industria de servicios terciarios y el turismo de destinos especiales que aproveche las diversidades de paisajes del continente. La formación, representación y gestión de recursos vacacionales y destinos de entrenamiento interno y oferta externa son requerimientos emergentes en la región. Como también el manejo adecuado de las plantaciones, instalaciones extractivas y desarrollo industrial mediante los sistemas de información y telecomunicaciones.

Possibilities for Regional Development

Posibilidades de desarrollo regional

Marcelo Payssé Álvarez*

In Latin America, there are plans to create university labs with high performance equipment (the experience of the ALFA group is exemplary in this regard). These labs should be capable of developing and innovating techniques in the area of advanced digital display (ADD) related to the fields of virtual reality (VR)—surround systems, three-dimensionality, interaction—and augmented reality (the interrelation between a real image and a synthesized image), which can be used to design high complexity systems (architecture-urbanism-chemistry-industrial design) for their application in the academic realm and in the productive sectors directly associated with these areas.

Although research groups will also maintain their traditional work, our universities will undoubtedly commit to this “education for change,” allowing these groups to also take on diverse initiatives related to advanced display.

En la región, se plantea avanzar hacia la creación de laboratorios universitarios con equipamiento de alta performance (la experiencia del grupo ALFA es un ejemplo en este sentido), que puedan desarrollar e innovar en materia de técnicas de visualización digital avanzada (VDA) relacionadas con las disciplinas de realidad virtual (RV) —sistemas envolventes, tridimensionalidad, interacción— y realidad aumentada (interrelación entre imagen real e imagen de síntesis), con aplicación en el diseño de sistemas de alta complejidad (arquitectura-urbanismo-química-diseño industrial) con destino a su aplicación en el área académica y a los sectores productivos directamente relacionados.

Esta apertura hacia la “educación para el cambio” merecerá una dedicación importante de parte de nuestras universidades, permitiendo mantener las actividades tradicionales de los grupos, pero también encarar una diversidad de iniciativas relacionadas con la visualización avanzada.

* Universidad de la República, Uruguay.

This trend does not represent a break with traditional activities, which will continue as usual. Instead, it is strategic and complementary, an essential way to keep abreast of other converging initiatives, in our capacity as the managing team at each center, as university consortiums and as society as a whole.

A country's scientific and technological development requires continuous training of human resources and the updating, installation and development of increasingly more advanced reality analysis technologies. At this point of the "knowledge society," the study of the processes which involve assisted simulation require costly visualization tools with high technical complexity. Their development cannot be limited to the work of individual academic laboratories. These determining factors are especially daunting in developing and even emerging countries, which are close to twenty years behind in terms of visualization technology.

Due to the need for equipment, trained personnel, funding and fundamentally, the vast and profound knowledge necessary to take full advantage of these technologies, it is evident that the regional development of ADD cannot be carried out by a single research group. Instead, it requires synergies, cooperation and networking among the many groups and institutions that participate in this task. This is the reason for proposing an initial phase during which basic labs will be constructed and set up in each country. This will later be supplemented by equipment, human resources and applications from other university disciplines.

In the countries of Latin America, there are already strong connections among research groups, although these are generally informal. We believe that given the natural evolution of ADD in the region,

Este talante de ninguna manera persigue un quiebre o fractura con las actividades históricas que se seguirán encarando, sino más bien una complementación estratégica que se percibe como imprescindible para poder mantenernos en sintonía con otras iniciativas convergentes, como equipo a la interna de cada centro, como colectivos universitarios y como sociedad en su conjunto.

El desarrollo científico-tecnológico de un país requiere de la formación permanente de recursos humanos y la puesta al día, instalación y desarrollo de tecnologías de análisis de la realidad cada vez más avanzadas. En el momento que transita la "sociedad del conocimiento", el estudio de los procesos que implican la simulación asistida requiere de costosas herramientas de visualización de alta complejidad técnica, cuyo desarrollo no puede quedar supeditado al trabajo de laboratorios académicos individuales. Estas condicionantes son especialmente duras en países en desarrollo o incluso emergentes donde el atraso tecnológico en visualización es cercano a los veinte años.

Resulta evidente que debido a la necesidad de equipamiento, personal formado, recursos económicos y fundamentalmente a la vastedad y profundidad de los conocimientos necesarios para maximizar el empleo de estas tecnologías, el desarrollo en la región de la VDA no puede ser llevada a cabo por un único grupo de investigación y requiere además la complementariedad, cooperación y funcionamiento en red de múltiples grupos e instituciones que participen de tal tarea. Es por ello que se plantea una primera etapa de instalación de bases elementales de laboratorios por país, a ser luego complementada con equipamiento, recursos humanos y aplicaciones de otras disciplinas universitarias.

Entre nuestros países existen grupos y contactos académicos muy ricos aunque informales. Entendemos que la evolución natural de la VDA en la región, los altos costos de los equipamientos requeridos y de las

coupled with the high costs of the required equipment and the necessary computer tools, requires the creation of an academic network with state-of-the-art equipment at each of the academic centers. This network will provide direct training for highly specialized human resources devoted to biology, architecture and heritage research. Indirectly, it will impact the area of human health, technology (by encouraging the development of high added value software that is easy to sell abroad; image processing techniques; and the training of technicians who can handle the upkeep of this equipment), and production, given that the basic industry analysis has a positive impact on production processes.

In terms of the field of architecture and urbanism, members from several of the ALFA team centers (Argentina, Brazil, Chile, Paraguay and Uruguay) have been involved in the implementation of digital environments in most of the IT projects and in diverse enterprises in both the public and private sphere. In these cases, digital media have been used widely for ADD via commercial hardware and software as well as free software, in the same fields our centers hope to enter: image visualization, simulation, blueprint and enhancement.

For the initial configuration of our labs, a considerable investment is required in addition to a plan for maintenance and updating that allows them to be continuously developed. The proposal for the middle terms was based on the viable possibility of supplementary funding through a range of sources (particularly the ALFA Program). In any case, the functioning of the labs is assured, allowing for a consistent policy of growth and constant updates through the sustainability that will be provided through relations with the productive sector.

herramientas informáticas necesarias requiere de la formación de una red académica dotada de equipos de última generación ubicados en los distintos centros académicos. Dicha red permitirá la formación directa de recursos humanos de alta especialización en investigación biológica, arquitectónica y en patrimonio, e indirectamente su multiplicación hacia el área de salud humana, hacia el área tecnológica (en tanto estimularía el desarrollo de software de alto valor agregado y fácil venta hacia el exterior y de técnicas de procesamiento de imágenes así como la formación de técnicos capacitados en el mantenimiento de dichos equipos) y, finalmente, hacia el área de producción en tanto el análisis básico e industrial impacta positivamente en los procesos productivos.

En cuanto al campo de la arquitectura y el urbanismo, integrantes de varios centros del equipo ALFA (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) han participado directamente en la implementación de ambientes digitales de buena parte de los encargos informáticos, así como de diversos emprendimientos hacia el ámbito público y privado. En estas instancias se han utilizado de manera intensiva los medios digitales para la VDA utilizando hardware y software comercial y software libre, en las mismas disciplinas en las que se pretende incursionar en nuestros centros: visualización, simulación, prefiguración, enriquecimiento de la imagen.

Para la configuración inicial de nuestros laboratorios se requirió una inversión considerable además de la elaboración de un plan de mantenimiento y actualización que permita su desarrollo permanente. La propuesta a mediano plazo se sustentó en la posibilidad cierta de financiación complementaria a través de variadas fuentes (el Programa ALFA en particular), pero igualmente está asegurado el funcionamiento de los laboratorios, a partir de lo cual se mantendrá una consistente política de crecimiento y constante actualización por medio de la sustentabilidad proveniente del relacionamiento con el sector productivo.

General and Specific Goals

1. To foster interdisciplinary investigations that bring together different applications of a single ADD technology in diverse areas of knowledge, generating original and reflective knowledge. It is important to bear in mind that something technologically viable is not necessarily relevant academically.
2. To support the schools that use advanced display as a tool, offering them a conceptual base, equipment and applications for the development of teaching and learning activities. The teachers of these subjects will find that they can incorporate more tools from information and *communications* technology (ICT) both at their instrumental level and through new design paradigms in the “knowledge society.”
3. To encourage access to state-of-the-art equipment and methodologies for assisted simulation for the academic-scientific-technological community at the national and regional level.
4. To prepare highly qualified human resources (especially youth) capable of finding jobs in science and technology and to foster the application of ADD methodologies in the country for the study and/or resolution of different problems.

Objetivos generales y específicos

1. *Propiciar investigaciones interdisciplinarias que condensen distintas aplicaciones de la misma tecnología VDA en diversas áreas del conocimiento, generando conocimiento original y reflexivo. Se deberá tener en cuenta que no todo lo tecnológicamente viable es siempre académicamente pertinente.*
2. *Apoyar a las cátedras que utilizan la visualización avanzada como herramienta, ofreciéndoles base conceptual, equipamiento y aplicaciones para el desarrollo de actividades de enseñanza-aprendizaje. Estas materias verán incrementadas sus posibilidades de incorporación de las herramientas derivadas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) tanto en su base instrumental como en la de nuevos paradigmas del diseño en la “sociedad del conocimiento”.*
3. *Fomentar el acceso de la comunidad académico-científico-tecnológica nacional y regional a equipos y metodologías competitivas para la simulación asistida.*
4. *Formar recursos humanos altamente calificados (especialmente cuadros jóvenes) capaces de insertarse en el medio científico-tecnológico y favorecer en el país la aplicación de metodologías de VDA para el estudio y/o resolución de diversos problemas.*

5. To respond to the demands of the productive sector within reasonable timeframes for business, without neglecting the teaching and research programs, dictated according to the academic calendar.
6. To offer methodologies for generating and processing high-performance three-dimensional images for scientific-technological-innovative-industrial applications that are generated through data obtained through instrumental techniques.
7. To offer different modalities in the service provided and adapt them to each particular case. Depending on the requirement and on the degree of development in the generation and utilization of images, users can be involved in different modalities: using, hiring or developing projects.

The development of these labs will help our countries integrate teams, facilities and techniques available for the resolution of diverse problems. It will foster and optimize the efficient use of the installed resources, promoting collaboration among researchers and increasing their competitiveness to gain access to major sources of foreign funding. It will also be a consolidated source of information and training for human resources in other areas while aiding in the introduction and utilization of state-of-the-art technology. These laboratories will also establish a precedent for the formation of other knowledge clusters (at both the national and regional level) and serve as an effective method of communication with networks from other fields and disciplines.

5. Responder a las demandas del sector productivo, en los tiempos razonables que este requiera, sin descuidar los programas de enseñanza e investigación que seguirán los “tiempos académicos”.
6. Brindar las metodologías de generación y procesamiento de imágenes tridimensionales de alta performance para aplicaciones científicas-tecnológicas-innovadoras-industriales que se generen a partir de datos obtenidos mediante técnicas instrumentales.
7. Ofrecer diferentes modalidades en el servicio ofrecido, adaptándolo a cada caso particular. Los usuarios, según su requerimiento y grado de desarrollo en la generación y utilización de imágenes, podrán desempeñarse en distintas modalidades: usando, contratando o desarrollando proyectos.

El desarrollo de estos laboratorios ayudará a nuestros países a integrar equipos, facilidades y técnicas disponibles para la resolución de diversos problemas. Fomentará y optimizará el uso eficiente de los recursos instalados, promoverá la colaboración entre investigadores y aumentará la competitividad de los mismos para acceder a las grandes fuentes de financiamiento exterior. Será además una fuente consolidada para la información y formación de recursos humanos de otras áreas y ayudará a la introducción y utilización de tecnología de punta. Estos laboratorios servirán además como antecedente para la creación de otros núcleos de conocimiento (nacionales y regionales), como efectivo elemento de comunicación con otras redes temáticas y disciplinares.

Bibliography · *Bibliografía*

- Durán, M. 2011. “Panorama TIC de América Latina”. *N-economía*. Madrid. CEPREDE.
- Galeano, Eduardo. 2000. *As veias abertas da América Latina*. Rio de Janeiro. Paz e Terra.
- Huxley, Aldous. 1932. *Admirável Mundo Novo*. Rio de Janeiro. Globo.
- IEA- International Energy Agency. 2012. *CO2 Emissions from Fuel Combustions Highlights*. París. IEA.
- Orwell, George. 1983. *Nineteen Eighty-Four*. England/Germany. Longman.
- Roig, Arturo. 1982. “La experiencia iberoamericana de lo utópico y las primeras experiencias de una utopía para sí”. In Bicentenario y Andrés Bello. América Latina y el pensamiento utópico. Los estudios latinoamericanos en el mundo. *Revista de Historia de las Ideas* N° 3. Quito.
- San Martín, Patricia. 2012. “La función utópica en el pensamiento filosófico latinoamericano contemporáneo: Arturo Roig y Enrique Dussel”. *Revista Pensamiento Político* N° 2. Chile.
- Saramago, José. 1995. *Ensaio sobre a cegueira*. São Paulo. Companhia das Letras.
- UN-Habitat. 2011. *Ciudades y cambio climático: orientaciones para políticas*. Programa de las Naciones Unidas para Asentamientos Humanos.
- WB-The World Bank. 2012. “Tools for Building Urban Resilience: Integrating Risk Information into Investment Decisions”. *Disasters Risk Management Team*.

Chapter V

Capítulo V

Applications

Aplicaciones

Participants

Participantes

Lukas Köping and Frank Deinzer
University of Applied Sciences Würzburg-Schweinfurt, Germany

Benoit Bossavit, Mikel Ostiz, Miriam Lizaso and Alfredo Pina Calafi
Universidad Pública de Navarra, Spain

Eberhard Grötsch
Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Germany

Francisco José Serón Arbeloa, Carlos Bobed and Pedro Latorre
Universidad de Zaragoza, Spain

Luciano Santos, Paula Escudeiro and Carlos Vaz de Carvalho
Instituto Politécnico do Porto, Portugal

Mónica Inés Fernández, Liliana Bonvecchi, Mabel Brignone,
Adriana Granero, Rodolfo Salvatore and Fernando Pérez Losada
[Students: Sergio Cortegoso, Gabriel Bernasconi, Daniel Barros Vinhoza,
Luis Cáceres and Adrián Iacono]
Universidad de Belgrano, Argentina

Yoselle Alvarado, Diego Quiroga, Jacqueline Fernández and
Roberto A. Guerrero
Universidad Nacional de San Luis, Argentina

Moisés Crespo U., Javier Miranda M., Verónica Melgar O. and
Víctor Hugo Limpías O.
Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

Adriane Borda Almeida, Felipe Heidrich and Neusa Félix
Universidade Federal de Pelotas, Brazil

Humberto Moura, Cristiano Costa, Sandro Rigo, Underlea Bruscato,
Jorge Barbosa, Luiz Silveira Jr., Eduardo Ferreira and Matheus Wichman
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brazil

Rodrigo García Alvarado, Roberto Lira Olmo and Juan Carlos Parra Márquez
Universidad del Bío-Bío Concepción, Chile

Jorge Alberto Vargas
Universidad Tecnológica de Honduras, Honduras

Miguel Ángel Odriozola Guillot, Marcelo Payssé Álvarez,
Julío Jorge Assandri Arricar and Fernando García Amen
Universidad de la República, Uruguay

Real-Time Indoor Localization for Augmented and Virtual Reality Applications

Echtzeit Indoor-Lokalisierung für Applikationen im Bereich Augmentierte und Virtuelle Realität

Lukas Köping and Frank Deinzer

University of Applied Sciences Würzburg-Schweinfurt
Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt

Keywords

Indoor Localization · Sensor Data Fusion · Virtual Reality · Augmented Reality

Stichwörter

Indoorlokalisierung · Sensordatenfusion · Virtuelle Realität · Augmentierte Realität

Abstract

In this paper we describe the theory of recursive state estimation with indoor localization as exemplary application. Thereby we show how particle filtering can be used to estimate hidden states and which role sensors play in this context. Furthermore we show how Augmented and Virtual Reality can be combined with indoor localization, and which steps are necessary to transfer a map position to a smartphone's or tablet's display, including stereoscopic computer graphics.

1. Introduction

Nowadays using Global Navigation Satellite Systems (GNSS) like GPS, GLONASS or, probably in the near future, also the upcoming European system GALILEO, it is possible to estimate the position of persons and objects in outdoor areas with an accuracy of just a few meters. In contrast, the position-finding process inside buildings is currently a highly researched topic in the scientific community. Attenuation of the satellite signals caused by walls, roofs or other obstacles prohibits the successful use of GNSS in indoor localization. That is why different approaches are developed to overcome this problem in hope of paving the way for new applications in the fields of business, consumer-electronics and emergency assistance.

These approaches can be roughly divided in two categories: The first category includes absolute position-finding systems. These are systems which rely on the presence of fixed stationed referenced points or

Abstrakt

Dieses Paper beschreibt die rekursive Dichteschätzung angewendet auf die Indoor-Lokalisierung. Dabei wird aufgezeigt, inwiefern Partikelfilter benutzt werden können, um nicht-beobachtbare Zustände schätzen zu können und welche Rolle Sensoren in diesem Kontext einnehmen. Zudem wird dargestellt wie augmentierte- und virtuelle Realität mit der Indoor-Lokalisierung kombiniert werden können und welche Schritte notwendig sind, um eine Kartenposition auf das Smartphone oder Tablet zu übertragen, wobei auch die stereoskopische Computergrafik inbegriffen ist.

1. Einleitung

Durch die Benutzung satellitengestützter Navigationssysteme wie GPS, GLONASS oder in naher Zukunft auch das neue europäische System GALILEO, ist es möglich, die Position von Personen und Objekten im Freien mit einer Genauigkeit von wenigen Metern zu bestimmen. Im Gegensatz dazu ist die Positionsfindung im Inneren von Gebäuden ein hochaktuelles Forschungsgebiet. Die Abschwächung der Satellitensignale bedingt durch Wände, Dächer oder sonstigen Hindernissen verhindert einen erfolgreichen Einsatz satellitengestützter Navigationssysteme im Indoor-Bereich. Stattdessen wurden verschiedene Ansätze entwickelt, um den Weg für neue Anwendungen in den Bereichen Business, Unterhaltungselektronik und Notfallassistenzsysteme zu ebnen.

Diese Ansätze können grob in zwei Kategorien unterteilt werden: Die erste Kategorie besteht aus absoluten Positionsfindungssystemen.

sensors. Thereby WiFi fingerprinting (Gu et al., 2009; Meng et al., 2011) currently seems to be the most promising method regarding the trade-off between accuracy and costs for infrastructure and maintenance. WiFi fingerprinting consists of two phases. In the off-line phase a signal strength map, also called radio map, has to be developed. For this purpose the signal strength of every WiFi access point is measured at different locations. During the on-line phase position estimation takes place by measuring the signal strength at the target object's current position. The received signal strength is compared to the radio map and the most matching entry is to be assumed to be the current position of the target object. Beside WiFi signals other sensors are also used like Infrared (Google Glass, 2013; Harter et al., 1999; Aitenbichler and Muhlhauser, 2003), Ultra-sound (Priyantha et al., 2000), or RFID (Bouet and dos Santos, 2008), all bringing different advantages and suffering from different drawbacks. The second category of position-finding systems estimates the position relative to a reference point like for example a starting point. Commonly these systems are called dead-reckoning systems and do not in general depend on additionally pre-installed infrastructure. Instead two approaches are taken. The first one relies on the information of a step detection process (Woodman and Harle, 2008). Given some sensor readings the intention is to recognize a step made by the target object. Furthermore the step length has to be estimated in order to find out the traveled distance. The second system relies on the information of inertial navigation sensors, like gyroscopes, magnetometers and accelerometers. Given these data it is at least theoretically possible to determine a position by integrating the acceleration data twice. Unfortunately a practical realization of this theoretical approach causes vast deviations from the real position. This is

Dabei handelt es sich um Systeme, die auf dem Vorhandensein fix positionierter Referenzpunkte oder Sensoren beruhen. Wägt man zwischen Genauigkeit und Kosten des Systems ab, scheint das WiFi-Fingerprinting (Gu et al., 2009; und Meng et al., 2011) die aktuell vielversprechendste Lösung zu sein. WiFi-Fingerprinting kann in zwei Phasen gegliedert werden. In der Offlinephase wird eine Signalstärkekarte, auch Radiomap genannt, erstellt. Dafür wird die Signalstärke jedes WiFi Access-Points an verschiedenen Positionen gemessen. Während der Onlinephase hingegen findet die Positionsfindung statt. Dabei wird die Signalstärke an den Positionen gemessen, an der sich die Person befindet. Diese Signalstärke wird mit den entsprechenden Einträgen in der Radiomap verglichen, wobei der am meisten zutreffende Eintrag als die aktuelle Position angenommen wird. Neben WiFi-Signalen können auch andere Signale wie Infrarot (Google Glass, 2013; Harter et al., 1999; und, Aitenbichler und Muhlhauser, 2003), Ultraschall (Priyantha et al., 2000), oder RFID (Bouet and dos Santos, 2008) benutzt werden, wobei alle ihre eigenen Vor- und Nachteile mit sich bringen. Die zweite Kategorie von Verfahren schätzt die Position relativ zu einem Referenzpunkt, wie z.B. einem gegebenen Startpunkt. Im Allgemeinen werden solche Systeme „Dead Reckoning Systeme“ genannt und sind unabhängig von vorinstallierter Infrastruktur, wobei wiederum zwei verschiedene Verfahren unterschieden werden können. Das Erste beruht auf Informationen aus einem Schrittzählverfahren. Die Schritte werden dabei in einem Mustererkennungsprozess aus vorhandenen Sensordaten bestimmt, wobei zusätzlich auch die Schrittlänge geschätzt werden muss, um die überbrückte Distanz ermitteln zu können. Das zweite Verfahren beruht auf den Sensordaten, die von Inertialsensoren, wie Gyroskopen, Magnetometern oder Beschleunigungssensoren geliefert werden. Während die Theorie eine

caused by the steady drift of the gyroscope sensor which leads to cumulative failures in every integration step. Instead it is necessary to use additional information that corrects the estimated position at given time points. This can for example be achieved by including readings of WiFi sensors or image information. The whole process of integrating different sources of sensor data is also known as sensor data fusion.

Beside the localization problem the question about the application background quickly leads to computer graphics and Virtual and Augmented Reality applications. Computer graphics is a well understood field nowadays. But for only a few years an increasing number of applications for end customers on mobile devices have been available now that combine Virtual/Augmented Reality with localization information. Applications that work in indoor scenarios have been available for an even shorter time.

Overview

The paper is organized as follows. In section 2.1 the recursive state estimation is described with the focus on particle filters. Section 2.2 relates the state estimation to the indoor localization problem, thereby showing how map information can be used to improve position estimation. In the subsequent sections 3.1, 3.2 and 3.3 the process of visualization is highlighted as well as Augmented and Virtual Reality.

Positionsschätzung zulässt, indem die Sensordaten doppelt integriert werden, ist in der Praxis aufgrund des konstanten Drifts und der damit verbundenen Aufsummierung der Fehler eine solche Lösung nicht ausreichend. Stattdessen müssen zusätzliche Informationen eingebracht werden, die die geschätzte Position zu gegebenen Zeitpunkten korrigiert. Beispielsweise könnten WiFi oder Bildinformationen hinzugezogen werden. Der Prozess, verschiedenste Sensordaten miteinander zu kombinieren, wird auch als Sensordatenfusion bezeichnet.

Übersicht

Kapitel 2.1 beschreibt die rekursive Dichteschätzung, wobei der Fokus auf die Partikelfilter gelegt ist. Kapitel 2.2 verknüpft die Zustandsschätzung mit der Indoorlokalisierungsproblematik, wobei aufgezeigt wird, wie Karteninformation benutzt werden können, um die Positionsschätzung zu verbessern. Die folgenden Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3 beschäftigen sich neben der Visualisierung auch mit augmentierter und virtueller Realität.

2. Stand der Technik

2.1 Rekursive Dichteschätzung

Das Ziel der rekursiven Dichteschätzung ist es, einen nicht direkt beobachtbaren Zustand mit Hilfe von Sensordaten zu schätzen (Thrun et al., 2006).

2 State of the Art

2.1 Recursive State Estimation

The aim of a state estimation is to estimate a non-directly observable state with the help of sensor data (Thrun et al., 2006). Thereby a widely used technique is to take a probabilistic approach, which results in a probability distribution over the whole state. In a dynamic system we denote \mathbf{q}_t as the state at a given time t . The state vector contains all relevant information to describe the system. Also we denote n different observations at time t by $\mathbf{o}_t^i, i \in \{1, \dots, n\}$. These observations typically represent all the data delivered by the used sensors. Additionally we define $\langle \mathbf{o} \rangle_t^n = \{\mathbf{o}_{t'}^i | 1 \leq i \leq n; 0 \leq t' \leq t\}$ as the set of all observations up to time t . A practical example for a state estimation process and the modeling of state and observation will be shown in section 2.2.

The probabilistic state estimation process is built upon Bayes' rule

$$p(x|y) = \frac{p(y|x)p(x)}{p(y)}, \quad (1)$$

where x is a quantity that should be inferred from y . Since $p(y)^{-1}$ does not depend on x , (1) can be rewritten as

$$p(x|y) = \eta p(y|x)p(x) \quad (2)$$

with η as a constant normalizer (Thrun, 2006). The law of total probability defines for a probability

Häufig wird dabei ein statistischer Ansatz gewählt, der als Resultat eine Wahrscheinlichkeitsdichte über dem Zustandsraum liefert. In einem dynamischen System wird der Zustand zu einem gegebenen Zeitpunkt t mit \mathbf{q}_t bezeichnet. Der Zustandsvektor beinhaltet alle relevanten Informationen, die das System beschreiben. Zudem werden n verschiedene Beobachtungen zum Zeitpunkte t mit $\mathbf{o}_t^i, i \in \{1, \dots, n\}$ bezeichnet. Typischerweise repräsentieren diese Beobachtungen die Sensordaten. Zusätzlich soll $\langle \mathbf{o} \rangle_t^n = \{\mathbf{o}_{t'}^i | 1 \leq i \leq n; 0 \leq t' \leq t\}$ die Menge aller Beobachtungen bis zum aktuellen Zeitpunkt t darstellen. Ein praktisches Beispiel für eine Zustandsschätzung und ihrer Modellierung wird in Kapitel 2.2 aufgezeigt.

Die probabilistische Zustandsschätzung basiert dabei auf Bayes' Wahrscheinlichkeitssätzen und der Markov-Annahme (1)-(6). (6) lässt sich dabei in drei essentielle Bestandteile aufteilen: Die Likelihood-Funktion, $p(\langle \mathbf{o} \rangle_t^n | \mathbf{q}_t)$, beschreibt die Wahrscheinlichkeit einer Beobachtung, für einen gegebenen Zustand. $p(\mathbf{q}_t | \mathbf{q}_{t-1})$ beschreibt die Wahrscheinlichkeit eines Zustandswechsels und $p(\mathbf{q}_{t-1} | \langle \mathbf{o} \rangle_{t-1}^n)$ beinhaltet alle bisherigen Informationen.

Algorithmus 1 fasst den Bayes-Filter und seine zwei essentiellen Schritte Prädiktion und Evaluation zusammen. Begonnen wird mit einem Initialzustand $p(\mathbf{q}_0)$, der meist gleich- oder normalverteilt ist. Zeile 3 zeigt den Prädiktionsschritt, der die a-priori-Verteilung unter Nutzung der a-posteriori-Verteilung des Vorgängerschritts berechnet. Anschließend wird eine neue a-posteriori-Verteilung anhand der aktuellen Sensordaten berechnet. Der wahrscheinlichste Zustand ergibt sich schließlich aus (7).

Da solche Dichten nur selten analytisch geschlossen dargestellt werden können, verwendet man stattdessen Approximationen. Zwei

$$p(x) = \int p(x|y)p(y)dy. \quad (3)$$

Given Bayes' rule and the definitions of the state and observations the goal of a state estimation in dynamic environments is to determine

$$p(\mathbf{q}_t) = p(\mathbf{q}_t|\langle \mathbf{o} \rangle_t^n), \quad (4)$$

where

$$p(\mathbf{q}_t|\langle \mathbf{o} \rangle_t^n) = \frac{p(\langle \mathbf{o} \rangle_t^n|\mathbf{q}_t)p(\mathbf{q}_t)}{p(\langle \mathbf{o} \rangle_t^n)} \quad (5)$$

and is called the a posteriori probability density.

Applying Markov's assumption that the current state is only dependent on the previous state it can be shown that

$$p(\mathbf{q}_t|\langle \mathbf{o} \rangle_t^n) = p(\langle \mathbf{o} \rangle_t^n|\mathbf{q}_t) \int p(\mathbf{q}_t|\mathbf{q}_{t-1})p(\mathbf{q}_{t-1}|\langle \mathbf{o} \rangle_{t-1}^n)d\mathbf{q}_{t-1}. \quad (6)$$

Taking a closer look at (6) one can split it up in three essential parts: $p(\langle \mathbf{o} \rangle_t^n|\mathbf{q}_t)$ telling about the *likelihood* of an observation while in a given state, $p(\mathbf{q}_t|\mathbf{q}_{t-1})$ denoting the probability of changing between two successive states and also known as *state transition probability* and $p(\mathbf{q}_{t-1}|\langle \mathbf{o} \rangle_{t-1}^n)$ containing all the information of the previous time step.

Algorithm 1 sums up the Bayes filter and its two essential steps *prediction* and *evaluation*. At the beginning an initial state space is given. Often $p(\mathbf{q}_0)$ is either uniformly distributed or it has a Gaussian

Approximationstechniken stechen dabei heraus. Zum einen das Kalman-Filter, zum anderen der Partikelfilter.

Kalman-Filter

Das Kalman-Filter gehört zur Gruppe der Gauß-Filter, die $p(\mathbf{q}_t)$ als multivariat normalverteilt annehmen (Thrun et al., 2006). Die Initialverteilung wird dabei ebenfalls als normalverteilt angenommen während sich der Zustandsübergang mit (8) darstellen lässt. Da das Kalman-Filter den Zustand als normalverteilt annimmt, lassen sich damit lediglich unimodale Dichten approximieren. Ist das Problem stattdessen multimodal, muss auf andere Verfahren zurückgegriffen werden.

Partikelfilter

Partikelfilter, auch bekannt als sequentielle Monte-Carlo Algorithmen, bieten die Möglichkeit multimodale Verteilungen zu repräsentieren. Dies geschieht mit Hilfe vieler verschiedener Stichproben des Zustandsraums (Arulampalam et al., 2002; Doucet et al., 2000; Doucet and Johansen, 2011; Gordon et al., 1993; und, Isard und Blake, 1998). Jede dieser Stichproben ist eine Annahme über den Zustand zum Zeitpunkt τ und wird als Partikel π_t^i , $i \in \{1, \dots, n\}$ bezeichnet, wobei N die Anzahl aller Partikel ist. Jedes Partikel ist dabei durch (9) definiert, wobei \mathbf{q}_t^i der repräsentierte Zustand und w_t^i die Gewichtung des Partikels ist. Die Gewichtungen werden normalisiert, so dass (10) gilt. Die

distribution $\mathcal{N}(\mathbf{q}_o | \Sigma_0)$ with an initial state vector as its center and a given covariance Σ_0 . Line 3 shows the prediction step, which calculates the a priori distribution using the a posteriori distribution of the previous step. Afterwards a new a posteriori distribution is calculated in line 4 by adding current measurements of the sensors.

Algorithm 1 Recursive Bayes filter

- 1: Initialize $p(\mathbf{q}_o)$
- 2: **for all** \mathbf{q}_t **do**
- 3: $\overline{p(\mathbf{q}_t | \langle \mathbf{o} \rangle_t^n)} = \int p(\mathbf{q}_t | \mathbf{q}_{t-1}) p(\mathbf{q}_{t-1} | \langle \mathbf{o} \rangle_{t-1}^n) d\mathbf{q}_{t-1}$.
- 4: $p(\mathbf{q}_t | \langle \mathbf{o} \rangle_t^n) = \eta p(\mathbf{o}_t^n | \mathbf{q}_t) \overline{p(\mathbf{q}_t | \langle \mathbf{o} \rangle_t^n)}$
- 5: **end for**

Finally the most likely state at time t is the result of

$$\widehat{\mathbf{q}}_t = \arg \max_{\mathbf{q}_t} p(\mathbf{q}_t | \langle \mathbf{o} \rangle_t^n) \quad (7)$$

where $p(\mathbf{q}_t | \langle \mathbf{o} \rangle_t^n)$ represents a probability density.

Since such densities can only rarely be represented in an analytically closed form a typical approach is to use approximations. This leads to a bunch of different implementations and methods, all of them making different assumptions about e.g. the sort of used probability

Menge aller Partikel wird mit (11) dargestellt, wobei darauf zu achten ist, dass hier nicht von der mathematischen Definition einer Menge ausgegangen wird. Die a-posteriori-Verteilung kann dann mittels (12) beschrieben.

Der Partikelfilter-Algorithmus besteht im Wesentlichen aus drei Teilen: Im Zustandsübergang werden N neue Partikel gemäß (13) gezogen. Im Bewertungsschritt erhalten alle Partikel Gewichtungen gemäß (14) und im Resampling-Schritt wird eine neue Partikelmenge gemäß (15) ermittelt. Algorithmus 2 fasst den Partikelfilter-Algorithmus nochmals in Pseudo-Code zusammen.

Partikelfilter sind einfach zu implementieren, können jedoch einen großen Rechenaufwand erfordern, falls der Zustandsraum zu hochdimensional gewählt wurde.

2.2 Selbstlokalisierung

2.2.1 Sensoren

Die Sensoren stellen einen essentiellen Teil innerhalb der Lokalisierung dar und sind gleichbedeutend mit den Beobachtungen \mathbf{o}_t^n . Ein Problem sind dabei die stark fehlerbehafteten Sensordaten, die unter zu Hilfenahme angemessener Modelle charakterisiert werden müssen. Dieses Modell beschreibt die bedingte Wahrscheinlichkeit $p(\mathbf{o}_t^n | \mathbf{q}_t)$. Wie schon erwähnt, werden verschiedene Sensoren im Bereich der Indoor-Lokalisierung verwendet, wobei jeder durch sein eigenes Sensormodell beschrieben werden muss. Die Komplexität solcher Modelle reicht von einfachen Gauß-Verteilungen bis hin zu sehr anspruchsvollen Modellen, die verschiedenste äußere Faktoren einbeziehen.

distributions or if the states are in a discrete or continuous form. Amongst others two of these techniques stand out. The first one is known as the famous Kalman Filter (Kalman, 1960) developed by Kalman and Swerling and widely used in applications like navigation systems in cars or airplanes. The second one is known as particle filter or Sequential Monte Carlo method and can nowadays often be found in the field of robotics.

Kalman filter

The Kalman filter belongs to the group of Gaussian filters which assume $p(\mathbf{q}_t)$ to be represented by multivariate normal distributions (Thrun et al., 2006). The Kalman filter's initial distribution ought to be normally distributed while the state transition has the form

$$\mathbf{q}_t = \mathbf{A}_t \mathbf{q}_{t-1} + \mathbf{B}_t \mathbf{u}_t + \boldsymbol{\omega}_t, \quad (8)$$

where \mathbf{A}_t represents the state transition model, \mathbf{B}_t is a matrix describing the dynamic of the external noise brought in by the vector \mathbf{u}_t and $\boldsymbol{\omega}_t$ is a multivariate normally distributed vector, which adds uncertainty to the state transition model. Since the Kalman filter assumes the state to be normally distributed only unimodal state estimation problems can be solved. If instead arbitrary distributed states have to be modeled, different approaches must be taken which avoid these assumptions.

2.2.2 Bewegungsmodell

Mit der Hilfe eines Bewegungsmodells wird ein nächster möglicher Zustand für jedes Partikel der Partikelmenge bestimmt, was einer Modellierung der Wahrscheinlichkeit $p(\mathbf{q}_{t+1}|\mathbf{q}_t)$ entspricht. Ein vernünftiges Zustandsübergangsmodell zu finden, stellt dabei eine große Herausforderung dar. Zum einem muss eine geeignete Repräsentation des Zustands gewählt werden. So hat es sich schon häufig als vorteilhaft erwiesen den Zustandsübergang in Form eines Graphen zu modellieren. Zum anderen müssen die verschiedenen Restriktionen in das Modell einbezogen werden. Im Bereich der Indoor-Lokalisierung erweist sich beispielsweise die durchschnittliche Laufgeschwindigkeit von Menschen als ein erster Ansatzpunkt. So können Personen in einer gegebenen Zeitspanne nur eine gewisse Distanz zurücklegen. Des Weiteren stellen Gebäudekarten eine äußerst wertvolle Informationsquelle dar, da Menschen nicht durch Wände oder andere Hindernisse laufen können.

2.2.3 Indoorlokalisierung als Zustandsschätzung

Betrachtet man die Indoorlokalisierungsproblematik lässt sich schnell feststellen, dass diese als Zustandsschätzung dargestellt werden kann (Köping et al., 2012). Die Position kann im Inneren von Gebäuden nicht direkt gemessen werden, stattdessen müssen verschiedene Sensoren eingesetzt werden, deren Fehler mittels geeigneter Modelle charakterisiert werden müssen. Ein Bewegungsmodell muss zusätzlich eine realistische nächste Position schätzen können. In diesem Kontext macht es Sinn, den gesuchten Zustand als (16) zu bezeichnen. Die Modelle

Particle filter

Particle filters, also known as Sequential Monte Carlo methods, are capable of modeling multimodal distributions by representing the posterior density function with the help of many different samples of the state (Arulampalam et al., 2002; Doucet et al., 2000; Doucet and Johansen, 2011; Gordon et al., 1993; Isard and Blake, 1998). Each of these samples is an assumption of the state at time t and is represented as particle π_t^i , $i \in \{1, \dots, n\}$ and N as the number of all particles. Every particle is defined by a tuple

$$\pi_t^i = (\mathbf{q}_t^i, w_t^i), \quad (9)$$

where \mathbf{q}_t^i is the state associated with this particle and w_t^i is a weight telling about the importance of this particle. The weights are normalized so that

$$\sum_{i=1}^N w_t^i = 1 \quad (10)$$

The set of all particles at time step t is

$$\mathcal{X}_t = \{\pi_t^1, \dots, \pi_t^N\}. \quad (11)$$

It should be remarked that the term set does not correspond here to the exact mathematical definition of a set since two or more identical particles with the same weight and the same represented state are allowed in \mathcal{X}_t .

können dabei einfach in den Partikelfilter eingesetzt werden. Die Annahmen des Kalman-Filters über ein lineares System und eine unimodale Zustandsverteilung schließen diesen Ansatz dagegen weitestgehend aus. So können Mehrdeutigkeiten in der Indoorlokalisierung auftreten, die das Kalman-Filter nur schwer auflösen kann. Eine solche Mehrdeutigkeit kann beispielsweise entstehen, wenn die zu lokalisierende Person an einer geöffneten Tür vorbeiläuft und unklar ist, ob die Person den Raum betritt oder weiter läuft.

Da keine Einschränkungen darüber getroffen werden, welche und insbesondere wie viele Beobachtungen bzw. Sensoren benutzt werden können, eröffnet dies die Möglichkeit eine Vielzahl an Sensoren zu integrieren und diesen Sachverhalt mit (17) darstellen zu können, falls alle Beobachtungen statistisch unabhängig voneinander sind. Mit der Integration einer Vielzahl von Sensoren beschäftigt sich aktuell ein vergleichsweise junges Forschungsgebiet, die Multi-Sensordatenfusion. Darin werden u.a. die Entwicklung einer sinnvollen Architektur für komplette Fusionssysteme, sowie die räumliche und zeitliche Anpassung von Sensordaten und viele weiterer Herausforderungen, wenn zwei oder mehr Sensoren kombiniert werden, aufgegriffen (Mitchell, 2012; Hall und Llinas, 1997; Gustafsson, 2012; und Deinzer et al., 2009).

Bild 1 zeigt einen Auszug aus einem Indoorlokalisierungssystem. Die blauen Punkte repräsentieren Partikel, der rote Punkt die geschätzte Position und der grüne Kreis die statistische Varianz. Benutzt man ein Bewegungsmodell, das auch Karteninformation integriert, ist es offensichtlich, dass die geschätzte Position für den nächsten Zeitschritt innerhalb des aktuellen Raumes liegen muss.

[Siehe
Abbildung 1
auf Seite 99]

The posterior density then can be formulated as

$$p(\mathbf{q}_t | \langle \mathbf{o} \rangle_t^n) \approx \sum_{i=1}^N w_t^i \delta(\mathbf{q}_t^i - \mathbf{q}_t) \text{ for } N \rightarrow \infty, \quad (12)$$

where $\delta(\cdot)$ is Dirac's delta function.

The particle filter algorithm consists of three parts: in the transition step N new particles are drawn with

$$\pi_t^i \propto p(\mathbf{q}_t | \mathbf{q}_{t-1}). \quad (13)$$

As already mentioned the state transition describes the probability for a successive state given a previous state. Essentially this step leads to an a priori probability density.

To accomplish the aim of estimating an a posteriori probability, in a second step, the *evaluation*, all particles are associated with a weight according to

$$w_t^i = p(\langle \mathbf{o} \rangle_t^n | \mathbf{q}_t). \quad (14)$$

In the *resampling* step a new particle set \mathcal{X}_{t+1} is generated by drawing N new particles according to

$$\pi_t^i \propto w_t^i. \quad (15)$$

This is necessary to avoid the degeneracy problem stating that in the course of filtering a small number of particles will hold most of the information causing a bad representation of the a posteriori density. Algorithm 2 sums up the particle filter in pseudo-code form.

3. Visualisierung

Alle Ansätze aus dem vorhergehenden Kapitel sollen in Applikationen benutzt werden, die von Lokalisationsinformationen für eine grafische Visualisierung profitieren. Dieser Teil unserer Darstellung zeigt in Abschnitt 3.1 einige der nötigen theoretischen Grundlagen auf. In den Abschnitten 3.2 und 3.3 werden diese Grundlagen für die Applikationen eingesetzt.

3.1 Visualisierungsprozess

In der Computergrafik ist eines der Grundprinzipien, dass Transformationen eingesetzt werden, um von einem Koordinatensystem in ein anderes zu wechseln. Alle zu visualisierenden Objekte liegen in einem Weltkoordinatensystem (WC), wodurch sie durch ihre Position innerhalb der Welt beschrieben werden. Eine wichtige Rolle spielt die Information über Position und Blickrichtung der Kamera. Dies definiert, welcher Teil der Welt von der Kamera gesehen wird. Die Kamera hat dabei ihr eigenes Kamerakoordinatensystem (VC). Schließlich müssen noch die intrinsischen Kameraparameter (z.B. Zoomeinstellungen) berücksichtigt werden, was zum normalisieren Koordinatensystem (NC) führt.

Eine Transformation lässt sich beschreiben als lineare Transformation, modelliert über eine Matrixmultiplikation. Die Matrix, die die Transformation von Welt- in Kamerakoordinaten beschreibt, wird mit \mathbf{T}_{WV} bezeichnet. Entsprechend die Matrix für die Transformation von Kamera- in normalisierte Koordinaten als \mathbf{T}_{VN} . Jedes Objekt und jeder einzelne Punkt \mathbf{p}

Algorithm 2 Particle filter

```

1: Initialize  $\mathcal{X}_0$  with a starting distribution
2: for every time step  $t$  do
3:     for  $i = 1 \rightarrow N$  do
4:         draw  $\pi_t^i \propto p(\mathbf{q}_t | \mathbf{q}_{t-1})$ 
5:          $w_t^i = p(\langle \mathbf{o} \rangle_t^n | \mathbf{q}_t)$ 
6:         add  $\pi_t^i$  to  $\mathcal{X}_t$ 
7:     end for
8: end for
9:     for  $i = 1 \rightarrow N$  do
10:        draw  $\pi_t^i \propto w_t^i$ .
11:        add  $\pi_t^i$  to  $\mathcal{X}_{t+1}$ 
12: end for

```

Particle filters are easy to implement but can lead to a high computational effort if the state vector has a high dimension. The reason is that a lot of particles have to be simulated to make a good approximation of the desired probability density.

eines Objekts durchlaufen diese beiden Transformationen, dargestellt in (18). Dabei sind alle Matrizen als homogene 4×4 Matrizen gegeben.

Kameraposition und Blickrichtung

Jede Applikation, die lokalisierte Informationen darstellen will, die von der gegenwärtigen Position des mobilen Geräts (z.B. eines Smartphones) abhängen, erfordert die korrekte Bestimmung bzw. Schätzung dieser Matrizen. Diese Daten sind als geschätzte Zustände \mathbf{q}_t vorhanden, wobei hierin die Weltkoordinaten enthalten sind, wie (19) aufzeigt. Die Ausrichtung des mobilen Endgeräts kann i.d.R. direkt über das Betriebssystem des Geräts erfragt werden, was eine 3×3 Rotationsmatrix liefert (20). Kombiniert man die Informationen aus (19) und (20), so erhält man die Transformationsmatrix für die Transformationspipeline \mathbf{T}_{WV} in (18) in der Form, wie es in (21) dargestellt ist.

Projektionsprozess

Der zweite wichtige Bestandteil aus (18) ist die Projektionsmatrix, die den Übergang in das normalisierte Koordinatensystem beschreibt. Die gängige Darstellung ist in (22) aufzeigt, wobei f , n die Abstände der beiden Clippingebenen angeben und l , r , t , b die Koordinaten der linken, rechten, oberen und unteren Clippingebenen.

Die Darstellung aus (22) macht es einfach, eine Projektion zu beschreiben, erschwert aber die Bestimmung der korrekten Parameter realer

2.2 Self-Localization

2.2.1 Sensors

The sensors are an essential part within localization and are equivalent to the observations \mathbf{o}_t^n . By means of existing sensor data enough information has to be gained to allow inferring a hidden state. Thereby one is exposed to the problem of often heavily erroneous sensory data. With the help of appropriate sensor models these errors have to be characterized resulting in a model that equates to a conditional probability $p(\mathbf{o}_t^n | \mathbf{q}_t)$. As stated above different sensors are used for indoor localization, every one bringing its own sensor model with it. While sometimes it can be enough to model a sensor with a Gaussian function, often enough some very sophisticated models for different sorts of sensors were developed integrating all kind of different factors that can affect the measurements.

2.2.2 Motion Model

With the help of a motion model a next possible state is determined for every particle in the particle set. This step equals the state transition step in the recursive Bayes filter. Essentially a probability $p(\mathbf{q}_{t+1} | \mathbf{q}_t)$ is determined which describes the probability to change into a different state at time $t + 1$ when currently in a given state at time t . Determining a good state estimation model can be a challenging part within the state estimation problem. In a first step one has to find a good representation for the state transition. For example,

Endgeräte. Eine echte Kamera definiert die Projektionseigenschaften der Linse über die Brennweiten f_x, f_y in zwei Richtungen, den Hauptpunkt (u, v) und die Schrägstellung s (normalerweise 0). Dies führt zur Definition (23) der Projektionsmatrix, wie sie in Bildverarbeitungsanwendungen (Hartley and Zisserman, 2004) üblich ist. Die fehlende Zeile in (23) im Vergleich zu (22) ist in Ordnung, da sie nur für ein Clipping in Tiefenrichtung verwendet wird. Trotzdem ist es nicht einfach möglich, p_{11} und p_{22} durch die Brennweiten zu ersetzen, da (22) in Wirklichkeit zwei Dinge auf einmal erledigt: Zum einen führt sie eine perspektivische Projektion durch und zum anderen skaliert sie die Koordinaten für das normalisierte Koordinatensystem. Aus diesem Grund ist es notwendig, (22) wie es in (24) dargestellt zu faktorisieren. Damit sieht man den Zusammenhang zwischen (23) und (22). (22) definiert eine Kamera mit Brennweiten $f_x = n, f_y = n$, Schrägstellung $s = 0$ und einem Hauptpunkt bei $u = 0, v = 0$. Dieser Zusammenhang macht es möglich, die Parameter einer echten Kamera innerhalb der Computergrafik-Pipeline zu benutzen, womit sich (25) ergibt.

Stereoskopische Computergrafik

Die heutigen Computergrafiktechniken wie Beleuchtung, Schatten und Tiefenunschärfe erzeugen bereits einen guten Tiefeneindruck. Sie ignorieren aber die menschliche Fähigkeit des stereoskopischen Sehens. Dafür muss für jedes Auge ein eigenes Bild mit entsprechenden Projektionsparametern erzeugt werden.

it often can be advantageous to represent it in form of a graph, where nodes represent different states. Another consideration that has to be accounted for are the different restrictions that can limit potential next states. In localization the motion model expresses the probability of moving to a different position. One possibility to make the motion model more accurate is to estimate the average walking speed of persons. Given this information only these positions will have a high probability, which are in the walking range in a time span from time t to time $t + 1$. Additionally the walking speed can be restricted to values which lie in the physical possibility of human beings or it can be assumed that a person will always walk in straight lines looking for the shortest path to his or her goal. A crucial piece of information that can be integrated is the information of maps since it is not possible for people to walk through walls. In the particle filtering approach this is used to allocate low weights to wall-crossing particles. It should be mentioned that map information does not count as sensor information but is additional a priori information.

2.2.3 Indoor Localization with state estimation

Assessing the problem of indoor localization it can be seen that it is a typical state estimation problem (Köping et al., 2012). In this context it makes sense to define the state of interest as vector

$$\mathbf{q}_t = (x, y, z)^T, \quad (16)$$

representing the desired x-, y- and z-positions. Inside buildings the position cannot be directly measured with any kind of sensor. Instead this hidden

Für die Darstellung dieser beiden Bilder gibt es zwei gängige Techniken: Zeitparallel und Zeitmultiplex. Die zeitparallele Methode zeigt beide Bilder gleichzeitig an. Betrachter tragen entweder Polarisationsbrillen oder rot/grün-filternde Brillen wodurch jedes Auge nur das für sich bestimmte Bild zu sehen bekommt. Alternativ sind auch Head-Mounted-Displays möglich. Zeitmultiplex dagegen stellen die Bilder für rechtes und linkes Auge abwechselnd dar. Dazu müssen Shutter-Brillen getragen werden, die mit dem Display synchronisiert sind.

Unabhängig von der eingesetzten Methode müssen zwei Bilder berechnet werden. Für die Computergrafik-Pipeline bedeutet dies, dass zwei Projektionsmatrizen benötigt werden. Konkret bedeutet dies, dass für beide Bilder \mathbf{T}_{VN} gleich ist, \mathbf{T}_{VN} aber für jedes Bild gesondert bestimmt werden muss, da unterschiedliche Geometrien zu beachten sind (vgl. auch Bild 2). Für Details zur genauen Vorgehensweise sei auf (Salomon, 2006) verwiesen.

[Siehe
Abbildung 2
auf Seite 103]

3.2 Virtuelle Realität

Applikationen aus dem Bereich der virtuellen Realität (VR) sind definiert als Umgebungen, die mit Hilfe von Computergrafik erstellt wurden. Diese Umgebungen können reale Orte repräsentieren oder auch komplett künstliche Welten darstellen. Der Benutzer erlebt die visuelle Darstellung entweder stereoskopisch oder auf einfachen Displays. Weitere sensorische Informationen, wie z.B. Audio, soll hier ignoriert werden.

Stereoskopische Displays in mobilen Endgeräten sind seit einiger Zeit verfügbar und gewinnen langsam an Bedeutung. Beispielsweise

state has to be estimated with the help of different sensors, all of them afflicted with errors which have to be characterized with appropriate sensor models. In addition a motion model has to be used to determine a realistic next position. These models can easily be plugged into a particle filter. For the indoor localization problem the Kalman filter won't fit because of its assumptions about a linear system and its unimodal state estimation. Particle filters do not make any of these assumptions and are able to dissolve ambiguities, which can arise when more than just one position might be a possible solution at a given time step. Such situations can occur when the target object passes an open door and it cannot be clearly resolved if the room is entered or not. Since particle filters are a very generic approach it does not matter which kind of observation or how many sorts of observations are used. Especially the second point opens the door to integrate a lot of different types of sensors concurrently. If the condition of statistical independence among the observation is fulfilled then

$$p(\mathbf{o}_t | \mathbf{q}_t) = \prod_{i=1}^n p(o_t^i | \mathbf{q}_t). \quad (17)$$

With the integration of different sensors a relatively young scientific field is entered, the *multi-sensor data fusion*. Sensor data fusion tackles problems like the architecture of a whole sensor fusion system, spatial and temporal alignment of sensor readings and many more challenges when fusing two or more sensors (Mitchell, 2012; Hall and Llinas, 1997; Gustafsson, 2012; Deinzer et al., 2009).

sind die Modelle der Reihe LG Optimus 3D mit autostereoskopischen Displays ausgerüstet. Die Konzeption von VR-Applikationen auf mobilen Endgeräten folgt den Grundlagen aus (18): Nutze die geschätzte Position des Geräts, die Sensorinformation und passende Projektionsparameter, um die nötigen Matrizen zu bestimmen. Diese Matrizen werden im Rendering-Prozess verwendet, wobei darauf geachtet werden muss, dass alle Parameteränderungen (z.B. durch Positionsänderungen) schritthaltend im Rendering-Prozess verwendet werden.

Ein Beispiel einer typischen VR-Applikation ist in Bild 3 dargestellt. Nutzer können sich in der realen Welt mit ihrem mobilen Endgerät bewegen und sehen, wie die virtuelle Welt diesen Bewegungen auf dem Gerät folgt.

[Siehe
Abbildung 3
auf Seite 104]

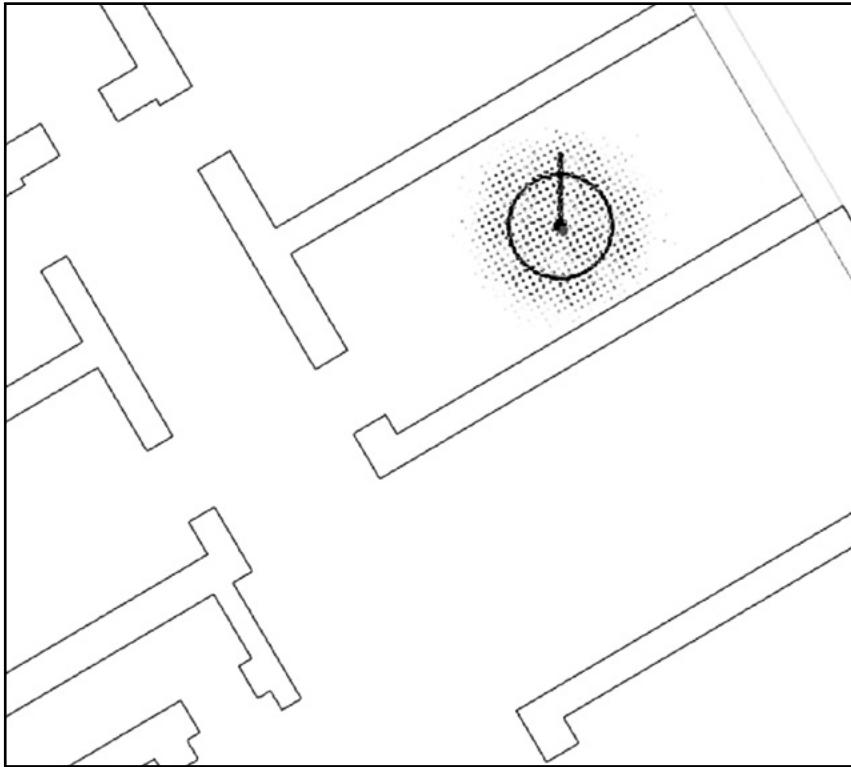
3.3 Augmentierte Realität

Applikationen im Bereich der augmentierten Realität (AR) auf mobilen Endgeräten erweitern die Idee des VR nochmals. Die Bilder einer integrierten Kamera werden mit erzeugter Computergrafik kombiniert bzw. überlagert. Das Ergebnis sind Anwendungen, die die Wahrnehmung erweitern und nicht wie VR durch Computergrafik ersetzen.

Für AR-Applikationen ist es nun sehr wichtig, Parameter für (24) und (25) zu bestimmen, die den realen Parametern der Gerätekamera entsprechen. Andernfalls wird die augmentierte Computergrafik visuell nicht zum Kamerabild passen. Die Bestimmung dieser Parameter bezeichnet man als Kamerakalibrierung. Sie unterteilt sich in zwei Teile. Teil eins löst das Problem der Bestimmung der intrinsischen Parameter: Brennweite, Hauptpunkt und

Figure 1 shows an excerpt of an indoor localization system. The blue dots represent particles, the red dot the estimated position and the green circle the variance. Using a motion model, which integrates map information, it should be obvious that the estimated position for the next time step has to be within the current room.

Figure 1



Indoor localization system with particle filters and map information.

Schrägstellung. Dazu gibt es in der Literatur eine große Anzahl an Verfahren. Eine gängige Vorgehensweise nutzt dazu ein Kalibrierphantom (z.B. ein Schachbrettmuster), das von der Kamera aufgenommen wird. In diesem Bild wird nach Merkmalen wie Schachbrettkreuzungspunkte gesucht, die wiederum zusammen mit der bekannten Geometrie des Musters eine Schätzung der intrinsischen Kameraparameter ermöglichen. Eine ausführliche Diskussion dieser Thematik findet sich z.B. in Hartley and Zisserman (2004). Im zweiten Teil müssen noch die Parameter bestimmt werden, die radialen Linsenverzerrungen kompensieren. Eines der gängigsten Verzerrungsmodelle ist das von (Tsai, 1986). Mit Hilfe dieser Parameter werden nun alle aufgenommen Bilder entzerrt, bevor sie mit den Computergrafikbestandteilen kombiniert werden.

Sobald die entzerrten Bilder verwendet werden, sind alle Pipelineparameter aus (18) verfügbar. Das bedeutet, dass eine überlagerte Visualisierung im geometrischen Sinne automatisch passt. Damit wird die Realisierung typischer AR-Applikationen sehr einfach: Lokalisierte Informationsüberlagerungen. Das Ziel dieses Anwendungstyps ist die Darstellung von interessanten Punkten und Orten der realen Welt als Überlagerung zum aktuellen Kamerabild. Sei \mathbf{p} ein Punkt der realen Welt in Weltkoordinaten. Durchläuft dieser Punkt die Transformationspipeline, so ergibt sich nach (26)

3. Visualization

All the approaches in the previous chapter shall be used in applications that benefit from localization information for some kind of graphical visualization. That means that an application will present a visualization of information where it is important that the visualization is “correct” in a very application-dependent manner.

This part of the paper will show in section 3.1 some of the necessary theoretical basics for visualization. In sections 3.2 and 3.3 these basics are used to show how to build Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) applications

3.1 Visualization Process

In computer graphics one of the main principles is to use *transformations* to go from one coordinate system to another. All objects that shall be visualized reside in a *world coordinate system* (WC). That means the coordinates of objects are modelled by their position in the world.

An important role is played by the information about the position and viewing direction of the camera. This defines which part of the world is seen by the camera. The camera has its own *viewing coordinate system* (VC) for that purpose.

Finally, the internal camera parameters have to be taken into account as another coordinate system, the normalized coordinates (NC). This includes parameters one would notice as zoom, for example.

[Siehe
Abbildung 4
auf Seite 105]

ein Punkt \mathbf{p}' in normalisierten Koordinaten. Nimmt man an, dass sich das Bild der Gerätekamera auch im normalisierten Koordinatensystem befindet (was durch eine Skalierung erreicht werden kann), so gibt \mathbf{p}' die Koordinaten des Interessenspunkts im Bild an. Die Applikation kann damit auf einfache Weise Punkte im Bild markieren. Ein Beispiel für eine derartige Anwendung ist in Bild 4 dargestellt. Dieses kleine Beispiel zeigt, dass eine passende Transformationspipeline ein weites Feld an Anwendungen eröffnet.

4. Zusammenfassung und Aussicht

In diesem Papier wurden die grundlegenden Konzepte der rekursiven Dichteschätzung und der virtuellen bzw. augmentierten Realität vorgestellt. Es wurde gezeigt, dass das Problem der Indoorlokalisierung ein typisches Beispiel für ein Zustandsschätzproblem in nichtlinearen Systemen ist und Partikelfilter eine gute Lösungsmöglichkeit dafür darstellen. Um gute Ergebnisse mit diesen Techniken zu erzielen, ist es nötig, ein geeignetes Zustandsübergangmodell und ein leistungsfähiges Sensormodell zu beschreiben. Zusätzlich wurde gezeigt, wie Positionsinformationen mit den Ideen der virtuellen und augmentierten Realität kombiniert werden können.

Beobachtet man die aktuellen Entwicklungen, finden sich hier eine Vielzahl bereits verfügbarer oder in der nahen Zukunft kommender Anwendungen. Inzwischen ist augmentierte Realität ein Standardverfahren in Navigationssystemen und touristischen Informationsanwendungen. So ist es möglich, ein interessierendes Objekt mit dem Smartphone zu fokussieren, wie zum Beispiel ein historisches Gebäude, und automatisch unterschiedlichste

The transformation that will take one from one coordinate system to another can be described as linear transformations using a matrix multiplication. The matrix that performs the transformation from world coordinates to viewing coordinates will be denoted by T_{WV} and the matrix for the transformation from viewing to normalized coordinates by T_{VN} . Every object and every single point \mathbf{p} of an object will be passed through these two transformations,

$$T_{VN}T_{WV}\mathbf{p}. \quad (18)$$

All matrices are given as 4×4 homogenous matrices.

Camera Position and Viewing Direction

For any application wanting to visualize localized information that depends on the current position of a mobile device (a smartphone, for example), the matrices of the transformation pipeline have to be estimated. Any visualization that shall be perceived as “correct” by the user must use matrices that properly describe the situation: the current position and viewing direction.

This data is available in the estimated states \mathbf{q}_t (see (16)) for any evaluated time step t or directly from the mobile device. The state \mathbf{q}_t contains the current position of the user in world coordinates,

$$\mathbf{v} = (q_{t,x} \ q_{t,y} \ q_{t,z})^T. \quad (19)$$

The orientation of the mobile device can be obtained directly from the device. For example, the APIs of Google’s Android operating systems supports

Arten von Informationen zu diesem Gebäude in augmentierter Form zu erhalten. Der nächste technologische Schritt in diesem Bereich könnten durch den aktuellen Trend zu Head-Mounted-Displays, wie z.B. Google Glass (2013), geprägt werden, wo Informationen direkt vor den Augen des Benutzers verfügbar ist.

Im Gegensatz dazu, sind Indoorlokalisierungslösungen in Anwendungen noch nicht weit verbreitet. Ein Grund dafür sind technologische Schwierigkeiten, die noch zu oft zu falschen Positionsschätzungen führen. Allerdings verspricht die Nutzung mehrerer Sensoren und besserer Sensormodelle ähnlich gute Ergebnisse wie Ortungssysteme unter freiem Himmel. In Kombination mit virtueller und augmentierter Realität wird dies die Tür für eine Vielzahl verschiedener Anwendungen öffnen. Zum Beispiel könnten Rettungsdienste diese Technik nutzen, um zu gefährdeten Personen geführt zu werden, auch wenn die Sicht durch Rauch oder Feuer eingeschränkt ist.

this via the `SensorManager.getRotationMatrix(...)` method. This leads to a 3×3 rotation matrix

$$\mathbf{R}_{VW} \in \mathbb{R}^{3 \times 3} \quad (20)$$

that describes the rotational part of the transformation from viewing to world coordinates. For the transformation pipeline in (18) the matrix \mathbf{T}_{WV} is necessary, which can easily be calculated by

$$\mathbf{T}_{WV} = \begin{pmatrix} \mathbf{R}_{VW}^{-1} & -\mathbf{R}_{VW}^{-1}\mathbf{v} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{pmatrix} \quad (21)$$

Projection Process

The second important part of (18) is the projection matrix which defines the transformation from viewing to normalized coordinates. The usual form of a projection matrix in computer graphics is

$$\mathbf{P} = \begin{pmatrix} \frac{2n}{r-l} & 0 & \frac{r+l}{r-l} & 0 \\ 0 & \frac{2n}{t-b} & \frac{t+b}{t-b} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{f+n}{f-n} & -\frac{2n}{f-n} \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \quad (22)$$

with f, n denoting the distances to the near and far clipping planes, l, r the coordinates for the left and right vertical clipping planes and t, b the coordinates for the bottom and top horizontal clipping planes.

The formulation of (22) makes it easy to describe a projection, but difficult to derive the necessary parameters from existing real world devices. For a real camera the projection defined by the lens is given by the parameters focal length f_x, f_y in two directions, the principal points u, v and a skew parameter s that is usually zero for today's cameras. This leads to the definition of a projection matrix as it is used in computer vision applications (Hartley and Zisserman, 2004):

$$\mathbf{K} = \begin{pmatrix} f_x & 0 & u & 0 \\ 0 & f_y & v & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \quad (23)$$

The missing row in (23) compared to (22) is not a problem as it is only used for depth clipping. However, it is not possible to just replace p_{11} and p_{22} with the camera's focal length because (22) actually does two things at once: first it performs a perspective projection and second it rescales the coordinates to normalized coordinates. For that reason it is necessary to factorize (22) to

$$\mathbf{P} = \underbrace{\begin{pmatrix} \frac{2}{r-l} & 0 & 0 & -\frac{r+l}{r-l} \\ 0 & \frac{2}{t-b} & 0 & -\frac{t+b}{t-b} \\ 0 & 0 & -\frac{2}{f-n} & -\frac{f+n}{f-n} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}}_{\text{normalize}} \underbrace{\begin{pmatrix} n & 0 & 0 & 0 \\ 0 & n & 0 & 0 \\ 0 & 0 & n+f & nf \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}}_{\text{project}} \quad (24)$$

With this decomposed matrix one can clearly see the relation between (23) and (22). (22) sets up a camera with a focal length of $f_x = n, f_y = n$, no skew as $s = 0$ and a principal point at $u = 0, v = 0$. This relation now

makes it possible to use parameters of a real camera in a computer graphics pipeline. With proper parameters it is possible to set

$$T_{VN} = P \tag{25}$$

Stereoscopic Computer Graphics

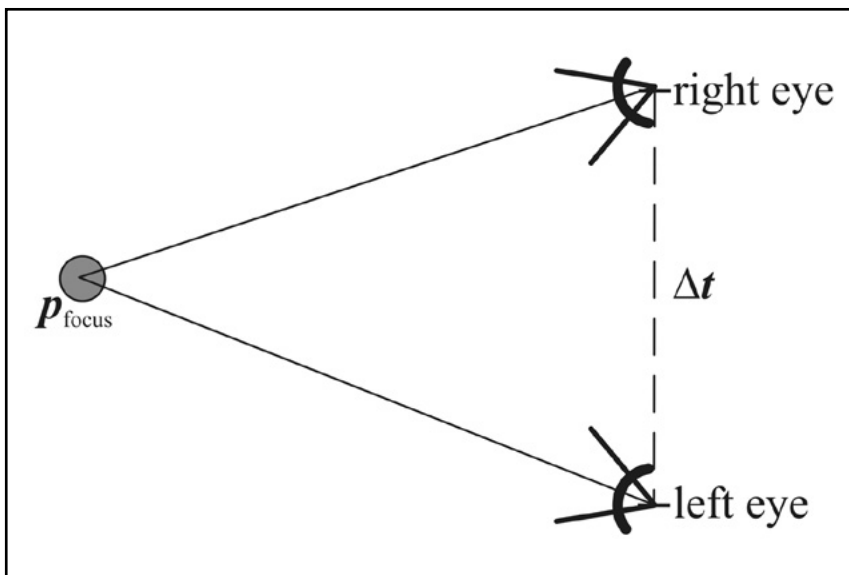
Today's computer graphics applies techniques such as shading, shadows and depth of field which are used to create the impression of depth. While these techniques are effective, they ignore the most important means of indicating depth: *stereopsis*. Stereopsis is the generation of two independent views of a scene, one solely for the left eye and one solely for the right eye. There are two different methods of displaying these views—*time-parallel* and *time-multiplexed*.

The time-parallel method displays both left and right views simultaneously. Viewers either wear special polarizing or red/green filtering glasses that filter out the irrelevant views for each eye or they use a head mounted display.

The time-multiplexed method alternates the display of the left and right views on the same display. Viewers usually wear glasses with built in shutters on each lens that block one eye's view while the other eye can see the display. This shuttering of the glasses is synchronized with the display.

No matter which of the methods is used, from the computer graphics point of view two images have to be rendered. Both images will use the same projection parameters. That means that T_{VN} will be identical for both images. The difference lies in T_{WV} : there exist two of these matrices. One for each eye. These two matrices have to model the geometric situation shown in Figure 2. They differ in two aspects. First, there is an offset Δt in the camera position—this corresponds to the eye separation. Secondly they differ in the rotation as this defines the point of focus p_{focus} . A detailed discussion on the calculation of stereoscopic transformation matrices can be found in Salomon (2006).

Figure 2



3.2 Virtual Reality

Virtual Reality (VR) applications are defined as computer graphics simulated environments. These environments may represent places in the real world or completely imaginary worlds. The visual experience is presented to the user by using either specialized stereoscopic display equipment or normal displays. The possible simulation of additional sensory information, such as sound through speakers or headphones, will be ignored in this context.

Stereoscopic displays in mobile devices have been available for some time and gaining more and more importance in recent years. Examples of such devices are the models from LG's Optimus 3D smartphone series featuring auto stereoscopic displays.

The conception of VR applications on mobile devices is rather straightforward when using the pipeline described in (18): Use the estimated position, the sensor information of the device and arbitrary projection parameters to calculate the necessary matrices. Use these matrices in the rendering process of the application and make sure that all parameter changes of position and orientation of the device are passed on to the continuous scene rendering. This will make sure that the rendered scene will follow any movement and orientation change of the device and the operating user.

An example for a VR application is shown in Figure 3. The user can walk around in the real world with his mobile device and see a virtual dungeon environment that follows any of his movements.

Figure 3



Example of a Virtual Reality application. Realized with Pixellight graphics engine (Ofenberg et al., 2013).

3.3 Augmented Reality

Augmented Reality (AR) applications on mobile devices take the idea of VR one step forward. The images from the integrated camera are augmented by computer-generated graphics. As a result, AR enhances the current perception of reality in contrast to VR which replaces the real world with a simulated one.

For AR application it is now very important to determine projection parameters for (24) resp. (25) that match the projection parameters of the lens of the mobile device. Otherwise the computer-generated content will visually not match the acquired real-world images. The estimation of the correct camera parameters is known as *camera calibration* and splits into two parts. The first part tackles the problem of estimating

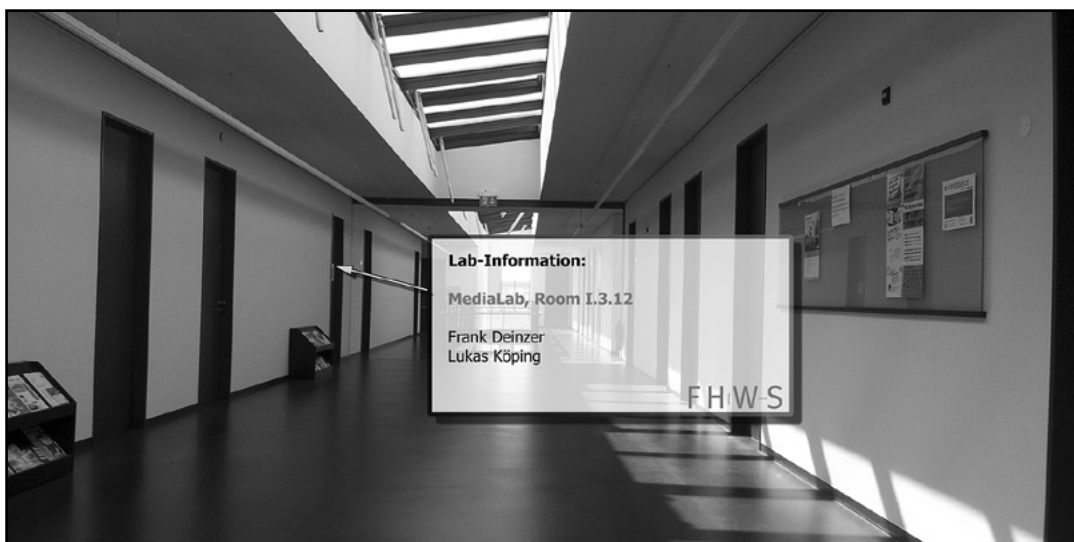
the intrinsic parameters: the focal length, the principal point and the skew factor. There are a lot of approaches discussed in the literature. One of the dominating directions is to acquire one or more images with a calibration phantom (e.g. a checkerboard pattern) visible, find features like the crossings of the checkerboard and use the known geometry of the phantom to calculate the parameters. A detailed discussion of this topic can be found in Hartley and Zisserman (2004). The second set of parameters that must be estimated describes the radial distortion which is caused by an imperfect lens shape. Ideal image points are distorted along radial directions from the distortion center by the lens. One of the most common models to describe radial distortion is the one of Tsai (1986). Using the distortion parameters all images are undistorted before they are used for any further operation.

Using the undistorted images with the estimated intrinsic parameters of the camera, all the pipeline parameters for (18) are available. That means that any computer-generated graphical rendering that is displayed as an overlay on the camera image is visually correct in a geometric sense. This allows for the easy realization of, for example, a typical AR application: localized information overlay. The goal in this type of application is to visualize a point of interest in the real world and offer some kind of additional information to it. Let \mathbf{p} be the point of interest in the real world—of course, \mathbf{p} is a point in the world coordinate system. If this point is sent through the transformation pipeline

$$\mathbf{p}' = T_{VN}T_{WV}\mathbf{p} \quad (26)$$

the resulting point \mathbf{p}' defines the corresponding position in the normalized coordinate system. If it is assumed that the image from the device camera has a normalized coordinate system, too—which is not a problem as this is a simple scaling of any kind of image coordinate system—then \mathbf{p}' holds the position of the point of interest in the image. It can now be marked by the application. An example of how this can look is shown in Figure 4. This small example is to show that a proper transformation pipeline opens a wide field of application ideas that all can be realized easily with only the knowledge stored within the transformation pipeline.

Figure 4



Example of a typical AR application. The point of interest (here one of the rooms) can be exactly identified in the camera image of the mobile device.

4. Conclusion and Future Work

In this paper we described the basic concepts of recursive state estimation and Virtual and Augmented Reality. It was shown that the indoor localization problem is a typical example for a state estimation process in non-linear systems and that particle filtering is a reasonable approach to address this problem. To achieve good results a well-formed state transition model as well as sophisticated sensor models have to be developed. Additionally it was illustrated how positional information can be combined with Virtual and Augmented Reality by mapping real world objects with the help of different transformations to a device's display.

Watching the topical developments one can find a lot of applications already available or coming up in the near future. By now Augmented Reality is a standard technique in navigation systems or in tourist guiding applications. So it is possible to focus an object of interest with the smartphone, like for example a historical building, and automatically receive all kinds of information regarding this building. The next technological step in this field might be provided by the current trend of head-mounted displays like e.g. Google Glass (2013), making all information fluently available directly in front of the user's eye.

In contrast indoor localization does not appear in any widely used applications yet. One reason for this is the technological difficulty, which still too often leads to incorrect position estimates. However, by using more sensors more efficiently and with upcoming better models indoor localization will be working as smoothly as outdoor positioning systems. In combination with Augmented and Virtual Reality this will open the door for a variety of different applications. For example, rescue services could use this technique to be guided to endangered people even if visibility is restricted by smoke caused by fire.

Bibliography · Bibliographie

- Aitenbichler, E. and M. Muhlhauser. 2003. "An IR local positioning system for smart items and devices". *23rd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops*.
- Arulampalam, M.S., S. Maskell, N. Gordon, and T. Clapp. 2002. "A Tutorial on Particle Filters for Online Nonlinear/Non-Gaussian Bayesian Tracking". *IEEE Transactions on Signal Processing*, Vol. 50. N° 2.
- Bouet M. and A.L. dos Santos. 2008. "RFID tags: Positioning principles and localization techniques". *1st IFIP Wireless Days*.
- Deinzer, F., C. Derichs, H. Niemann, and J. Denzler. 2009. "A Framework for Actively Selecting Viewpoints in Object Recognition," *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, Vol. 23 N° 4.
- Doucet A., S. Godsill, and C. Andrieu. 2004. "On sequential Monte Carlo sampling methods for Bayesian filtering". *Statistics and Computing* Vol. 10. N° 3.
- Doucet A. and A.M. Johansen. 2011. "A Tutorial on Particle Filtering and Smoothing: Fifteen years later". In D. Crisan and B. Rozovsky, editors, *The Oxford Handbook of Nonlinear Filtering*. Oxford University Press.
- Google Glass. Online available at <<http://www.google.com/glass/start/>>. Last visited 8th of May 2013.
- Gordon N.J., D.J. Salmond, and A.F.M. Smith. 1993. "Novel approach to nonlinear/non-Gaussian Bayesian state estimation". *IEE Proceedings F Radar and Signal Processing*. Vol. 140. N° 2.
- Gu Y., A. Lo, and I. Niemegeers. 2009. "A Survey of Indoor Positioning Systems for Wireless Personal Networks". *IEEE Communications Surveys Tutorials*.
- Gustafsson, F. 2012. *Statistical Sensor Fusion*. *Gazelle Distribution*, 2nd edition.
- Hall D.L. and J. Llinas. 1997. "An Introduction to Multisensor Data Fusion". *Proceedings of the IEEE*, Vol. 85 N° 1.
- Harter A., A. Hopper, P. Steggles, A. Ward, and R. Webster. 1999. "The anatomy of a context-aware application". *Proceedings of the 5th annual ACM/IEEE international conference on Mobile computing and networking*.
- Hartley, R. and A. Zisserman. 2004. "Multiple View Geometry in Computer Vision". *Cambridge University Press*.
- Isard, M. and A. Blake. 1998. "Condensation – Conditional density propagation for visual tracking". *International Journal of Computer Vision*, Vol. 29. N° 1.
- Kalman, R. 1960. "A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems". *Transactions of the ASME—Journal of Basic Engineering*, Vol. 82, Series D.

- Köping, L., T. Mühsam, C. Ofenberg, B. Czech, M. Bernard, J. Schmer, and F. Deinzer. 2012. "Indoor Navigation Using Particle Filter and Sensor Fusion," *Annual of Navigation*. Vol. 19. No 2.
- Meng W., W. Xiao, W. Ni, and L. Xie. 2011. "Secure and Robust Wi-Fi Fingerprinting Indoor Localization". *2011 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN)*.
- Mitchell, H. 2012. "Data Fusion: Concepts and Ideas". *Springer 2*.
- Ofenberg, C. et al. 2013. *Pixellight: Free open-source 3d application framework*. At <www.pixellight.org>.
- Priyantha, N.B., A. Chakraborty, and H. Balakrishnan. 2000. "The Cricket Location-Support System". *Proceedings of the 6th annual international conference on Mobile computing and networking*.
- Salomon, D. 2006. "Transformations and Projections in Computer Graphics". *Springer*.
- Thrun, S., W. Burgard, and D. Fox. 2006. "Probabilistic Robotics". *MIT Press*.
- Tsai, R.Y. 1986. "An efficient and accurate camera calibration technique for 3D machine vision". In *Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*.
- Woodman, O. and R. Harle. 2008. "Pedestrian Localisation for Indoor Environments". *Proceedings of the 10th International Conference on Ubiquitous computing*.

Software with Augmented Reality, Virtual Reality, and Natural Interaction for Atypical Development Individuals

Software con realidad avanzada, realidad virtual e interacción natural para personas de desarrollo no típico

Benoit Bossavit <benoit.bossavit@unavarra.es>

Mikel Ostiz <ostiz.60582@unavarra.es>

Miriam Lizaso <miriam.lizaso@unavarra.es>

Alfredo Pina Calafi <alfredo.pina@unavarra.es>

Departamento de Ingeniería Matemática e Informática, Universidad Pública de Navarra, Pamplona, Spain.

Eberhard Grötsch <eberhard.groetsch@fhws.de>

University of Applied Sciences Würzburg-Schweinfurt
Fakultät für Informatik und Wirtschaftsinformatik, Hochschule für Angewandte Wissenschaften.

Keywords

Atypical Development, Accessibility, Natural interaction, Natural Language.

Palabras Clave

Desarrollo no típico, Accesibilidad, Interacción Natural, Lenguaje Natural.

Abstract¹

This text introduces three different educational applications aimed at children with atypical development. These applications are the result of joint work carried out in collaboration between Universidad Pública de Navarra-UPNA (Spain) and Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt-FHWS (Germany). In all three cases, attempts have been made to contact potential end users of the applications in connection with content development, but also to have such users use and assess the new applications. The technologies employed are not strictly the same in all cases, but basically what has been used is “natural interaction”, whether it be gesture- and/or posture-based or natural speech; these developments are supported by different kinds of devices (computers, tablets, projectors and screens).

To a greater or lesser extent, the three applications have been tested, and in all cases the three lines of work have been confirmed. The first of these is related to the use of remote sensors and natural interaction (through Kinect) to work on social skills, performance of everyday tasks, and postural education. The application is being implemented in a special education school, and by an association of families with atypical development children. The second line of work is related to music learning through music, image and natural interaction (using tablets and/or interactive whiteboards). In this case, and after several tests carried out in formal education (primary, secondary, and special education) and non-formal special education, a decision has been taken to pursue this line of work in primary schools (between 7 and 11 years of age) and in special education. Finally, in connection with the third application, more focused on the autism spectrum, the response of

Resumen¹

El presente texto muestra tres diferentes aplicaciones educativas en el ámbito de los niños con desarrollo no típico. Los trabajos se han hecho en colaboración con la Universidad Pública de Navarra-UPNA (España) y Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt-FHWS (Alemania). En cada uno de los casos se ha intentado entrar en contacto con posibles usuarios finales de las aplicaciones, tanto para el desarrollo de los contenidos como para que puedan utilizarlo y evaluarlo. Las tecnologías utilizadas varían un poco en cada caso, pero básicamente se ha empleado lo que se denomina “interacción natural”, bien postural y/o de gestos, bien con lenguaje natural hablado; y los desarrollos se pueden utilizar en diferentes tipos de dispositivos (computadoras, tabletas, pantallas con proyectores).

En mayor o menor medida se han contrastado los resultados de las tres aplicaciones, y en todos los casos se consolidaron las tres líneas de trabajo. La primera tiene que ver con el uso de sensores remotos e interacción natural (mediante Kinect) para trabajar habilidades sociales, tareas cotidianas y educación postural. Se está implantando el material en una escuela de educación

¹ We would like to thank the assistance we received from Negociado de Integración Curricular de las TIC del Departamento de Educación del Gobierno de Navarra, as well as all the centers and organizations of Navarra that are taking part in the assessment of ACMUS: Asociación Navarra de Discapacidad Intelectual (ANFAS), Colegio de Educación Especial Andrés Muñoz Garde, Instituto de Educación Secundaria Marqués de Villena de Marcilla, Colegio San Francisco de Pamplona, Colegio Virgen de Nieves de Dicastillo.

Queremos agradecer la ayuda y la colaboración del Negociado de Integración Curricular de las TIC del Departamento de Educación del Gobierno de Navarra y de todos los centros y entidades de Navarra que están participando en la evaluación de ACMUS: Asociación Navarra de Discapacidad Intelectual (ANFAS), Colegio de Educación Especial Andrés Muñoz Garde, Instituto de Educación Secundaria Marqués de Villena de Marcilla, Colegio San Francisco de Pamplona, Colegio Virgen de Nieves de Dicastillo.

children with general communication disorders to “speaking machines” has been observed. This project has involved important difficulties, as dealing with natural language is highly complex; however, some interesting lines of work have been identified, such as combining natural language and body language (using Kinect) as a combined project.

Introduction

This chapter describes our experience in applying virtual reality (VR), augmented reality (AR), 3D, and natural interaction (body or speech based) technologies to develop software designed for atypical development individuals. The fundamental purpose of such software is to give teachers, therapists and families new tools to improve the quality of life of people living with autism.

Phase one consisted of the testing and fine-tuning of technologies to validate them. To this end, we created a series of prototypes for each application: natural interaction with Kinect, ACMUS (ACcesible MUSic) and Háblame (with natural language).

Phase two consisted of an evaluation conducted with real users at two specialized centres (a public special education school and an association of families with atypical development children).

Phase three included the creation of a catalogue of activities that are being implemented and are supported by the new software. The catalogue is based on the teaching project that is being deployed at the special education school, in connection with the areas where the technology

especial y en una asociación de familias con niñ@s de desarrollo no típico. La segunda se relaciona con el aprendizaje de música, mediante música, imagen e interacción natural (con tabletas y/o pizarras interactivas). En este caso, y después de varias pruebas de evaluación en educación reglada (primaria, secundaria y especial) y en educación no formal especial, se ha optado por seguir una línea de trabajo en primaria (entre 7 y 11 años) y en educación especial. Finalmente, en la última aplicación, más centrada en el espectro autista, trata de observar la reacción de niñ@s con trastornos generales de comunicación ante “máquinas que hablan”. Este proyecto es difícil ya que el tratamiento de lenguaje natural es muy complejo, no obstante han salido algunas líneas de trabajo interesantes, como combinar lenguaje natural y lenguaje corporal (con Kinect) como proyecto conjunto.

Introducción

Este capítulo describe la experiencia que estamos teniendo a la hora de aplicar tecnologías de realidad virtual (RV), realidad avanzada (RA), 3D e interacción natural (con el cuerpo o con el habla) para desarrollar software para personas de desarrollo no típico. El objetivo de este software es básicamente dotar a los profesores/especialistas y a las familias de nuevas herramientas que permitan mejorar la calidad de vida de estas personas.

En una primera fase hemos probado y puesto a punto las tecnologías para poder validarlas. Para ello hemos creado una serie de prototipos para cada una de las tres aplicaciones: Interacción natural con Kinect, ACMUS (ACcesible MUSic) y Háblame (con lenguaje natural).

we work with might be useful. We have divided our activities into two sub-projects, one based exclusively on the teaching project implemented at the school, the other one devoted specifically to music, on the basis of the experience in accessible musical teaching gathered at the “Música sin Barreras” (Music without Barriers) association.

This catalogue is designed to be used both at school (educational environment) and in the association of families (whether it be in the centre itself with the aid of professionals or at home with parents/relatives). The catalogue has been agreed on with the special education centre and the association of families (teachers, therapists, parents, managers).

We are now in Phase four, developing and assessing software. In this chapter, we first describe the two sub-projects carried out at UPNA by a multidisciplinary team integrated by members of the different participating institutions. In this way, end-users, teachers, practitioners and developers take part in product design, development and assessment.

In connection with each sub-project, we describe the project itself, the technology used, the interaction employed, the educational content involved, and finally the use guidelines.

Next, we describe the project implemented by FHWS, Germany, Háblame, which involved using natural language to have “machines” talk to children on the autism spectrum. The goal pursued is to improve children’s communication skills; to that end, different experiments are being carried out to have opportunities to observe children’s response and to validate the prototype.

En una segunda fase hemos hecho una evaluación con usuarios reales en dos centros especializados (colegio público de educación especial y asociación de familiares con niños de desarrollo no típico).

En una tercera fase hemos creado un catálogo de actividades que se están implementado y que se podrán trabajar con el software desarrollado. Para llegar a este catálogo nos hemos basado en el proyecto docente del centro y en aquellas áreas donde la tecnología con la que trabajamos es de utilidad. Hemos separado en dos subproyectos nuestras actividades, uno basado únicamente en el proyecto curricular docente del centro y otro exclusivamente de música, basado en experiencias en enseñanza musical accesible de la asociación “Música sin Barreras”.

Este catálogo está pensado para ser trabajado tanto en la escuela (ambiente educativo) como en la asociación de familias (bien en el centro con profesionales, bien en casa con los padres/familiares). Se ha consensuado con la escuela y con la asociación (profesores, especialistas, padres y gestores).

Estamos en la cuarta fase, en la que vamos desarrollando y evaluando el software. En este capítulo describimos primero los dos subproyectos realizados en la UPNA. Todo este trabajo lo estamos realizando con un equipo pluridisciplinar que forma parte de las diferentes instituciones participantes. De esta manera los usuarios finales, los profesores, los profesionales y los desarrolladores participan en el diseño, el desarrollo y la evaluación del producto.

Para ambos subproyectos describimos el proyecto en sí, la tecnología utilizada, la interacción que se utiliza, los contenidos educativos y finalmente los planteamientos de utilización.

A continuación describimos el proyecto que ha realizado FHWS de Alemania: Háblame. En este caso estamos utilizando lenguaje natural

Natural interaction with Kinect

Currently, research on applications for children with general development disorders focuses on developing “social competences”, which may be classified into three subcategories.

Communicative competence has been widely covered by scientific literature. Numerous studies try to improve that competence through the understanding, identification, or expression of emotions. For example, some researchers use an interactive method which allows children to modify a human face with a multi-touch interface to create an emotion (Hourcade et al., 2010), while other authors simply use video processing to identify an emotion from a face recorded on video (Madsen et al., 2008).

Collaborative competence is a skill on which the European project COSPATIAL² has worked actively. Using a multi-touch interactive table, different applications have been developed to create scenarios where a child has to cooperate and/or synchronize with another child (Battochi et al., 2010; Weiss et al., 2011).

Finally, many applications are devoted to training children to deal with daily situations. These are diverse, from a task planner for school activities (Hirano et al., 2010) to a simulator to shop virtually at a supermarket (Vera et al., 2007).

para que “máquinas” hablen a niñ@s dentro del espectro autista; el objetivo que se persigue es mejorar su comunicación y para ello estamos haciendo diferentes experimentos para poder observar su reacción e ir validando el prototipo.

Interacción natural con Kinect

Actualmente la investigación de informática para niños con trastornos generales del desarrollo se centra en el trabajo de las “competencias sociales”, que podemos clasificar en tres subcategorías.

Las competencias de comunicación están presentes en la literatura científica. Muchos trabajos intentan mejorar estas destrezas mediante la comprensión, detección o expresión de emociones. Por ejemplo, algunos utilizan un método interactivo donde un niño puede deformar una cara con un interfaz “Multi-touch” y puede crear de esta manera una emoción (Hourcade et al., 2010), mientras que otros utilizan simplemente procesamiento de video para extraer una emoción de una cara video grabada (Madsen et al., 2008).

La competencia de colaboración es otra de estas competencias que se ha trabajado activamente en el proyecto Europeo COSPATIAL². Utilizando una mesa interactiva “Multi-touch” se han desarrollado diferentes aplicaciones para provocar situaciones en las que un niño debe cooperar y/o sincronizarse con otro niño (Battochi et al., 2010; Weiss et al., 2011).

The use of Kinect³, a device by Microsoft, has been increasing since 2010, but there are few adaptations of this technology for atypical development children and youths.

One of the most relevant recent developments is Pictogram Room⁴, aimed at helping children imitate specific postures to be able to understand and use body language. The use of Kinect allows natural interaction, and the integration of AR makes it possible to create an immersion environment for the user.

Therefore, we set out to work with natural interaction using a low cost device such as Kinect in VR (3D) and AR environments (including real users in the applications, and using both real and virtual objects). According to research literature, this seems to be the logical line of work, a conclusion that is further supported by a 2011 study (Parsons and Cobb, 2011) which highlights the potential of VR and 3D to work with communicative and abstraction competences in autistic children.

Natural interaction with Kinect – Technology and interaction

As regards technology, we suggest combining reality and virtuality (AR and VR), and using real objects and virtual objects to work with situations going from the most concrete to the most abstract. We also suggest making interactions as natural, free, varied, and engaging as possible through body gestures and voice.

We resorted to 3D technology to provide a realistic immersion in the virtual world, with varied and natural browsing options.

Finalmente muchas aplicaciones se ocupan del entrenamiento de los niños para situaciones cotidianas. Pueden ser diversas, desde un planificador de tareas para actividades escolares (Hirano et al., 2010) hasta un simulador para hacer compras virtuales en un supermercado (Vera et al., 2007).

Desde el año 2010 se ha incrementado el uso del dispositivo Microsoft Kinect³, pero por el momento no se encuentran muchas adaptaciones de esta tecnología para niños y jóvenes de desarrollo no típico.

Uno de los trabajos más relevantes es Pictogram Room⁴, donde el objetivo es ayudar a los niños a imitar posturas específicas para comprender y utilizar el lenguaje corporal. Han utilizado Kinect para obtener una interacción natural y utilizan RA para crear un ambiente de inmersión para el usuario.

Por lo tanto, planteamos trabajar con interacción natural adaptada mediante un dispositivo low cost como es Kinect en ambientes de RV (3D) y de RA (incorporando a los usuarios reales en las aplicaciones y utilizando tanto objetos reales como objetos virtuales). Esta es la línea lógica de trabajo por lo que vemos que existe actualmente en la literatura científica, y viene avalado por un estudio de 2011 (Parsons y Cobb, 2011) en el cual se advierte del potencial que tiene la RV y el 3D para trabajar las competencias de comunicación y de abstracción para niños autistas.

3 See · Ver <www.kinectforwindows.org>, Microsoft Kinect, February 2013 · febrero de 2013.

4 See · Ver <www.pictogramas.org>, Pictogram Room, February 2013 · febrero de 2013.

Kinect is a motion control device originally designed to play Xbox 360 video games without having to use any physical controller. It enables users to interact with the game using their bodies through a natural user interface that recognizes gestures, spoken commands, and images.

Augmented Reality is a technique that makes it possible to add digital data to reality. In order to retrieve information from reality, a video camera (included in Kinect) is required; the depth information provided by Kinect makes it possible to add virtual objects to the scene.

Virtual Reality is the creation of an imaginary world that may be more or less close to reality, and provides a sense of immersion.

Thanks to its depth camera, Kinect allows us to “map” a virtual world onto the real world, offering a freedom of movement that cannot be found in the real world.

Figure 1



Kinect device · Dispositivo Kinect.

Interacción natural con Kinect: tecnología e interacción

Desde el punto de vista de la tecnología, proponemos mezclar la realidad con la virtualidad (RA y RV) y utilizar objetos reales y objetos virtuales para poder trabajar situaciones desde lo más concreto a lo más abstracto. También, facilitar una interacción lo más natural posible, libre, variada y participativa mediante gestos corporales y voz.

Utilizamos 3D para una inmersión realista en el mundo virtual, con opciones de navegación variadas y naturales.

Kinect es un dispositivo de control por movimiento creado originalmente para jugar a los videojuegos de Xbox:360 sin necesidad de ningún mando o controlador físico. Permite a los usuarios interactuar con el cuerpo en el videojuego mediante una interfaz natural de usuario que reconoce gestos, comandos de voz e imágenes.

La RA es una técnica que permite agregar datos digitales encima de la realidad. Se necesita una cámara de video (incluido en la Kinect) para recuperar la información de la realidad, y con la información de profundidad dado por la Kinect se puede agregar objetos virtuales en la escena.

La RV es la creación de un mundo imaginario que se puede acercar más o menos a la realidad y crear una sensación de inmersión.

La Kinect nos permite a través de la cámara de profundidad “mapear” el mundo virtual al mundo real ofreciendo una libertad de movimiento que no se puede encontrar en la realidad.

Por ejemplo, se podría controlar el ángulo de visión de un objeto 3D, jugando con la intensidad o la orientación de la luces digitales y todo eso agregando al objeto información digital complementaria.

For example, the angle of vision of a 3D object could be controlled, playing with the brightness or the orientation of digital lights, while adding supplementary digital information to the object.

Natural interaction with Kinect – Educational content

In order to foster the development of social competences, both in formal and non-formal education, of children with general development disturbances, we believe that the implementation of a software application that integrates AR, VR, and 3D using low cost devices (Kinect, 3D television), in the context of multidisciplinary work (university, special education school, association of families), and its further incorporation into different scenarios will enable the integration of activities together with a more active participation of all stakeholders in those activities, with measurable advances as regards the competences to be worked on.

Figure 2

Programa educativo	
Áreas educativas	Competencias
Lenguaje/audición	Comunicación lingüística
Autonomía	Matemática
Comunicación y lenguajes	Interacción con el medio físico
Integración sensorial	Digital
Participación en el entorno	Social y ciudadana
Motriz	Cultural y artística
Música	Aprender a aprender
Salud	Autonomía e iniciativa personal

Colegio Andrés Muñoz, Pamplona, teaching project educational content areas and competences to be worked on · *Áreas educativas y competencias a trabajar del proyecto docente curricular del Colegio Andrés Muñoz de Pamplona.*

Interacción natural con Kinect: contenidos educativos

Para fomentar el desarrollo de competencias sociales, en educación formal e informal, para niños con trastornos generales de desarrollo, creemos que la puesta en marcha de una aplicación de software con dispositivos low cost (Kinect, TV 3D), que utiliza RA, RV y 3D y trabajando en un equipo multidisciplinar (universidad, escuela de educación especial, asociación de familias) y su posterior implantación en los diferentes escenarios, va a permitir una integración de las actividades y una participación más activa en ellas de todos los actores, con beneficios medibles en las competencias a trabajar.

Goals

Considering the following educational content areas and primary (and secondary) competences:

In connection with our hypothesis and the work context, and in order to work on the specified content areas by competence and with a project-based learning approach (PBL), we set the following objectives:

1. Creativity software design and development.
2. Social communication software design and development.
3. Implementation in different scenarios.
4. Software evaluation and generalization.
5. Commissioning of a permanent deployment at each scenario (school and association of families).
6. Mobile deployment in order to use the applications at families' homes.

Natural interaction with Kinect – Use guidelines

In order to assess impact in light of the hypothesis set forth, different evaluation mechanisms are defined as regards content and the use of active learning methods to foster social communication in children with general development disturbances as regards the use of videogame consoles, AR, VR and natural interaction.

Objetivos

Teniendo en cuenta las siguientes áreas educativas y las competencias de primaria (y secundaria):

Con relación en la hipótesis y el contexto de trabajo y para trabajar por competencias y en clave de PBL/ABP (aprendizaje basado en proyectos), las áreas educativas especificadas nos planteamos los siguientes objetivos:

1. *Diseño y desarrollo en sí del software para creatividad.*
2. *Diseño y desarrollo en sí del software para comunicación social.*
3. *Implantación en los diferentes escenarios.*
4. *Evaluación y generalización del mismo.*
5. *Puesta en marcha de una instalación permanente en cada escenario (escuela y asociación de familias).*
6. *Instalación itinerante para uso en domicilio familias.*

Interacción natural con Kinect: planteamientos de utilización

Se plantean diferentes mecanismos de evaluación del impacto en relación con la hipótesis planteada: en cuanto a los contenidos y la utilización de metodologías activas de aprendizaje para fomentar comunicación social en niños con trastornos generales del desarrollo, en cuanto a la utilización de dispositivos de videojuegos, de RA, de RV e de interacción natural.

As far as content to be developed is concerned:

1. At IT development level (indicators are interviews with expert colleagues, and state of the art).
2. At educational itineraries level (indicators are interviews with expert colleagues, and state of the art in the fields of PBL and competence-based education).

As far as the quantitative and qualitative impact of formative experiences is concerned, a follow-up of the individuals involved will be made, some of the formative experiences will be recorded on video, and participant and teacher satisfaction surveys will be conducted. Thus, while carrying out activities at each of the centres, we will also be able to evaluate user satisfaction and engagement with the video-recording, and to later interview the staff in charge of performing the activity in class.

As regards the effectiveness of teaching itineraries, an assessment plan for the competences to be acquired through each type of experience will be defined to measure formative objective achievement. In this task, we are assisted by the counsellors and specialized staff of each centre in defining indicators and measuring instruments. Thus, a set of documents on measurement will be produced, including a list of indicators with a range of expected values for each of them that will enable us to assess competences (social, digital, linguistic, etc.) throughout the formative process we are implementing.

With the purpose of disseminating scientific and innovation culture, we will take as reference new knowledge acquired by everyone,

En cuanto a los contenidos a desarrollar:

1. *A nivel de los desarrollos informáticos (los indicadores son consultas con expertos colegas y estado del arte).*
2. *A nivel de los itinerarios educativos (los indicadores son consultas con expertos colegas y estado del arte en metodologías de ABP y de formación por competencias).*

En cuanto al impacto cuantitativo y cualitativo de las experiencias formativas se hará un seguimiento de las personas con las que se va a trabajar, se filmarán algunas de las experiencias formativas y se harán encuestas de satisfacción por parte de los participantes y de los docentes. De esta manera, en el desarrollo de la actividad en cada uno de los centros podemos evaluar asimismo la satisfacción de los usuarios y su nivel de implicación con la filmación y posterior cuestionario al personal implicado que ha llevado a cabo la experiencia en el aula.

En cuanto a la eficacia de los itinerarios didácticos se establecerá un plan de evaluación de las competencias a adquirir para cada tipo de experiencia que permita medir el grado de consecución de los objetivos formativos. Para esta labor contamos con la ayuda de los orientadores y el personal especializado de cada centro para definir los indicadores e instrumentos de medida. De este modo generaremos documentos de medición que incluyen una lista de indicadores con un rango de expectativas en cada uno de ellos que nos va a permitir evaluar las competencias (sociales, digitales, lingüísticas, etc.) en la formación que llevamos a cabo.

Con el objeto de difundir la cultura científica y de la innovación, en todos los materiales de medición generados, para la elaboración de los

and the capacity to come up with creative answers to the problems that need to be solved, when defining indicators for all measuring instruments.

As to educational institutionalization, the materials will be sent to conferences and journals to submit our work to the national and international scientific community.

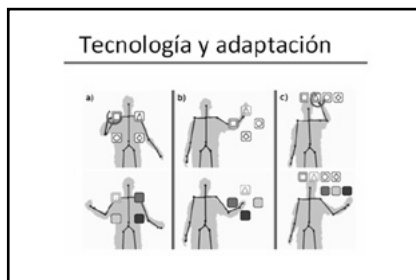
Also, we believe that these developments will be valid for any centre/school with similar user profiles. For that reason, the tools we have developed will be available to anyone who might need them on a web site, with implementation requirements, download instructions and tutorials, as well as the possibility of contacting users with a view to creating a use and help community.

Figure 3



AR, VR, and 3D applications. 2D "hand" drawing · Aplicaciones de RA, de RV y 3D. Dibujo "con las manos" en 2D.

Figure 4



Technology and adaptation · Tecnología y adaptación.

Note: Menus may work in several different modes to suit each user profile or to exercise different postures when performing any of the above activities.

Nota: La utilización de menús tiene varios modos de funcionamiento para poder adaptarse a cada perfil de usuario o para ejercitar diferentes posturas a la hora de realizar cualquiera de las actividades anteriores.

indicadores se tomará como referencia los conocimientos nuevos que todos van aprendiendo y la capacidad de respuestas creativas para los problemas que deben ir resolviendo.

En cuanto a la institucionalización educativa, se enviarán a congresos y revistas para contrastar nuestro trabajo en la comunidad científica nacional e internacional.

Además, entendemos que los desarrollos serán válidos para cualquier centro/escuela con perfiles de usuario similares. Por ello las herramientas desarrolladas se pondrán a disposición de todo el que las pueda necesitar, especificando en un sitio web requisitos de implantación, instrucciones de descarga y tutoriales de uso así como contactos con usuarios (con intención de crear una comunidad de uso y ayuda).

ACMUS – Accessible Music

ACMUS is a project that involves a mode of interaction combining aural and visual information designed for musical education. It is an innovative project fusing music and image aimed at education in general—it makes music learning accessible to students with different profiles, including people with intellectual disabilities.

ACMUS seeks to offer innovative ways of teaching music, mainly focused on enabling early contact with music, reducing the learning curve and the initial time required to start playing. Through different modes and techniques, the application as a whole enables users to practice and develop different music skills and abilities from the beginning, fostering motivation and interest in learning.

ACMUS – Technology and Interaction

The ACMUS application is supported by different devices, and includes interaction systems, in an attempt to provide the versatility required to reach a large number of users, particularly users with disabilities or restrictions.

ACMUS was initially designed to be used on a tactile table based on Reactivision⁵, a system using the communication protocol TUIO 2. This system works with tangible elements, i.e., three-dimensional physical objects that can be directly manipulated, and that are recognized on the surface of the tactile table thanks to some graphic codes attached to them. However, this line of work was finally abandoned due

ACMUS: música accesible

El proyecto ACMUS plantea una propuesta de interacción en el campo de la educación musical, que combina información sonora y visual.

Es un proyecto novedoso en cuanto a que realiza la unión entre música e imagen antes citada, y está dirigida al ámbito educativo en sentido amplio, permitiendo acceder al aprendizaje musical a muchos perfiles de alumnos, incluyendo personas con discapacidad intelectual.

El proyecto busca proponer formas innovadoras de trabajar con la música, principalmente enfocadas a poder trabajar desde el comienzo con ella, reduciendo la curva de aprendizaje y el tiempo de inicio en la práctica musical. A través de diversas formas y técnicas, la aplicación en su conjunto permite a los usuarios practicar y desarrollar diferentes destrezas y habilidades musicales desde el comienzo, favoreciendo también la motivación y el interés en el aprendizaje.

ACMUS: tecnología e interacción

La aplicación ACMUS se ha desarrollado para diferentes dispositivos y con sistemas de interacción, buscando la versatilidad que haga posible llegar a un gran número de usuarios, principalmente a aquellos con dificultades o limitaciones.

ACMUS se diseñó inicialmente para una mesa táctil basada en el sistema Reactivision⁵, que utiliza la tecnología de comunicación TUIO 2.

⁵ See · Ver <<http://reactivision.sourceforge.net/>>.

to the disadvantages it entailed as regards the possibilities of extending the use of the application, since although not very costly, workstations are not sufficiently affordable, apart from the fact that they are not widely used by users and centres.

Therefore, we decided to work with more popular devices. Thus, ACMUS now supports computers, digital whiteboards and mobile devices (currently, tablets are supported, and smartphones will be in the future). The digital whiteboard used is based on the Wiimote 3-based tactile whiteboard developed by Johnny Chung Lee (undated), building on the deployment of the project *tiza digital* (Mora, undated) available on the Web. Also, both an online and an offline version of the application were designed, so that the application could be used in different situations. The goal of these efforts was to achieve coverage of a wide range of devices so that a large diverse group of users (schools, associations, families, among others) could access the application.

Besides working on the application compatibility with different devices, we worked on the application interface to tailor it to the needs of users that experiment limitations when learning music.

ACMUS combines musical elements with graphs to facilitate interaction with the application. The combination of sound and image is fundamental, as it makes up for difficulties experienced when learning music exclusively through sound thanks to the simultaneous use of sound and image in learning. Two examples serve to illustrate this—the collections of musical instruments and musical styles selected for the application. In both cases, colours have been chosen on the basis of their recognisability and separability, trying to find the widest chromatic separation between

Dicho sistema trabajaba con elementos tangibles, es decir, con objetos físicos tridimensionales que se podían manipular directamente, y que eran reconocidos en la superficie de la mesa táctil por unos códigos gráficos que llevaban en su base. Sin embargo, esta vía de trabajo se abandonó por las desventajas que presentaba en cuanto a posibilidades de extender la aplicación, puesto que cada estación de trabajo, si bien no tenía un coste muy elevado, tampoco era lo suficientemente asequible, además de no estar muy extendido entre los usuarios y los centros.

Por ello se decidió trabajar con diferentes dispositivos más extendidos. Se diseñó el proyecto ACMUS para computadora, pizarra digital y dispositivos móviles (tableta actualmente y smartphone en el futuro). La pizarra digital que se utilizó está basada en el sistema de Johnny Chung Lee (s/f) de pizarra táctil basado en el Wiimote3, a partir del montaje explicado en la web del proyecto tiza digital (Mora, s/f). Además, se diseñó tanto una versión on-line como otra off-line para trabajar con la aplicación en diferentes situaciones. Todo este esfuerzo busca lograr un amplio espectro de dispositivos que permitiera el acceso a la aplicación a un gran y variado conjunto de usuarios (centros escolares, asociaciones, familias, entre otros).

Además de preparar el proyecto para diferentes dispositivos, se ha trabajado con la interfaz de la aplicación para lograr esta adaptación citada a usuarios con limitaciones en el trabajo con música.

ACMUS combina elementos musicales con gráficos para facilitar la interacción con la aplicación. La unión entre sonido e imagen es un punto fundamental, puesto que permite suplir dificultades en el aprendizaje musical únicamente por la vía sonora mediante el aprendizaje simultáneo por la vía sonora y la vía visual. Dos ejemplos de ello son el conjunto de instrumentos musicales y de estilos musicales que aparecen a lo largo de toda la aplicación.

them. There are eight musical instruments: guitar, bass, drums, piano/keyboards, voice, violin (rubbed strings instruments), saxophone (metal wind instruments), and flute (woodwind instruments). The colours used are additive primary colours, secondary colours, and black and white. The same applies to musical styles, grouped into six categories: classical music, jazz/blues, rock, pop, folk/ethnic music, and electronic music/rap. In this connection, six of the eight colours are used to keep the maximum separation and discrimination between colours.

ACMUS – Educational content

ACMUS application consists of four activities, each focusing on different musical competences.

Activity 1 is *El taller de composición* (Composition workshop). Its aim is painting while composing music. Interaction is based on a double association between image and sound. The first association deals with colour and timbre. Timbre is commonly described as “an instrument’s colour”, so that this association is not arbitrary but founded on a widely used intuitive description of timbre. Each colour painted sounds a different instrument, on the basis of the association mentioned. The second association relates sound intensity and stroke weight. Different stroke weights may be chosen, each of which is associated with a different volume level. This association is intuitive too, because both sound volume and stroke weight are associated with “quantity”, of sound and paint respectively.

En ambos casos, los colores están elegidos precisamente para ser reconocibles y separables entre sí, buscando la máxima separación cromática entre ellos. En el caso de los instrumentos, hay un total de ocho: guitarra, bajo, batería, piano/teclado, voz, violín (instrumentos de cuerda frotada), saxofón (instrumentos de viento metal) y flauta (instrumentos de viento madera). Los colores utilizados son los primarios aditivos, los secundarios, y el blanco y negro. Lo mismo ocurre con los estilos musicales, que se agrupan en seis: música clásica, jazz/blues, rock, pop, folk/música étnica y música electrónica/rap. En este caso se utilizan seis de los ocho colores anteriores para mantener la máxima separación y discriminación entre los colores.

ACMUS: contenidos educativos

La aplicación ACMUS se compone de cuatro actividades diferentes, cada una de las cuales trabaja competencias musicales distintas.

La actividad 1 es El taller de composición, cuyo objetivo es pintar mientras se crea música. La interacción se realiza mediante una doble asociación visual y sonora. La primera asociación es entre color y timbre. Es usual describir el timbre como “el color de un instrumento”, con lo que esta asociación no es arbitraria, sino que descansa sobre una forma de describir el timbre intuitiva y extendida. De esta forma, cada color con el que se pinta hace sonar un instrumento distinto, de acuerdo con la asociación descrita anteriormente. La segunda asociación es la intensidad del sonido y el grosor del trazo. Se pueden elegir varios grosores de trazo, cada uno de los cuales está asociado a un nivel de volumen diferente. Esta asociación también es intuitiva, porque en tanto el

Moreover, there are three different interaction modes: painting, playing and listening. In *painting* mode, the user draws normally; in *playing* mode, the user may go over a drawing sounding the area over which he/she goes, and in *listening* mode, the colour of a drawing may be touched and listened to while it sounds. Thus, it is possible to “listen” to a drawing, so that sound and image are totally fused.

Figure 5



ACMUS project, activity 1 - Composition workshop.

Actividad 1 del proyecto ACMUS: El taller de composición.

volumen como el grosor del trazo está asociado a la “cantidad”, en un caso de sonido y en otro de pintura.

Además, hay tres modos de interactuar: pintar, tocar y escuchar. En el modo pintar se dibuja normalmente, en el modo tocar se puede repasar el dibujo haciendo sonar la parte que se repasa, y en el modo escuchar se puede tocar un color del dibujo y dejarlo sonar. De esta forma, es posible “escuchar” el dibujo que se ha hecho, con lo cual la fusión entre sonido e imagen es total.

[Ver Fig. 5]

La actividad 2 es El escenario musical, donde la interacción se realiza con un piano de nueve teclas y una selección de estilos musicales. Para cada estilo musical hay un fondo del color al que está asociado ese estilo, para reforzar la unión entre sonido e imagen.

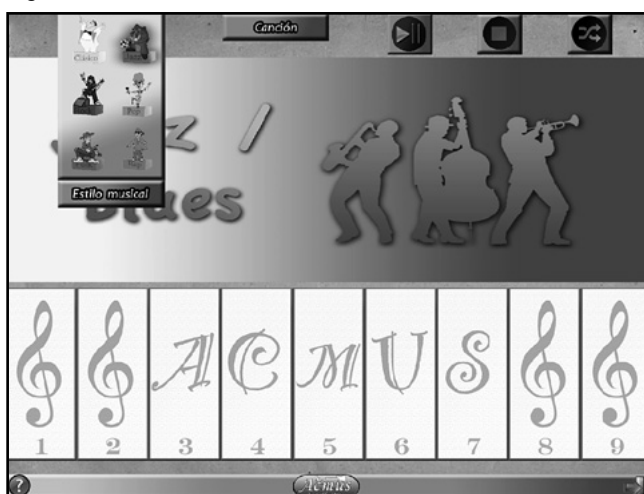
Además, para cada estilo musical hay tres elementos que se adaptan: el timbre del piano (cambia el instrumento que suena; en el rock, por ejemplo, es una guitarra eléctrica), la banda de acompañamiento y la escala musical (el piano se configura internamente para cambiar la escala musical y adaptarla al estilo musical). Con estos tres elementos se puede improvisar y crear música en cualquier estilo sin tener los conocimientos concretos de armonía y lenguaje musical de cada estilo de música.

[Ver Fig. 6]

Activity 2 is *El escenario musical* (Musical Stage), where the user interacts with the application using a 9-key piano, and a selection of musical styles. For each style, there is a corresponding colour background to which it is associated, to reinforce sound-image fusion.

Also, for each musical style, three elements may be changed: piano timbre (the instrument is changed; e.g., when the style chosen is rock, an electric guitar sounds), the accompanying musical group, and the music scale (the piano is internally set up to change the scale according to the musical style). Thanks to these three components, it is possible to improvise and create music in any style without having specific knowledge of music harmony and language corresponding to each style.

Figure 6



ACMUS project, activity 2 - Musical Stage.

Actividad 2 del proyecto ACMUS: El escenario musical

La actividad 3 es El director de orquesta, donde se aprende a reconocer instrumentos musicales, de nuevo con el apoyo gráfico y visual. Suena un instrumento y mediante un listado gráfico se selecciona el instrumento que ha sonado. El nivel se puede aumentar haciendo sonar varios instrumentos a la vez para reconocer.

[Ver Fig. 7]

La actividad 4 es El estudio de mezcla, donde se pueden mezclar canciones de diferentes estilos musicales. A partir de una canción, aparecen sus diferentes instrumentos o pistas en forma de íconos, representados por los gráficos de los ocho instrumentos generales de la aplicación. Nuevamente, se trabaja uniendo la vía sonora y la visual, utilizando las dos magnitudes principales en una mezcla: volumen y panorama. Estas dos magnitudes sonoras se unen a dos magnitudes visuales. El volumen, que es una magnitud que va de un nivel bajo o mínimo a un nivel alto o máximo, está relacionado con la posición vertical del ícono, es decir, el volumen de cada pista es proporcional a la posición vertical de cada ícono.

Activity 3, *El director de orquesta* (The Orchestra Conductor), helps recognise musical instruments, again with graphic and visual support. An instrument plays and a graphic list is displayed where the user selects the corresponding instrument. The level of difficulty can be increased by playing several instruments to be recognised together.

Figure 7



ACMUS project, activity 3 - *The Orchestra Conductor*.
 Actividad 3 del proyecto ACMUS: El director de orquesta

El panorama (la cantidad de sonido que suena por el canal derecho y el canal izquierdo) se relaciona con la posición horizontal. Dicha unión es de nuevo intuitiva, ya que cuanto más a la derecha está un instrumento, suena más fuerte por el canal derecho y viceversa. Este sistema permite mezclar música de una manera intuitiva y muy visual, permitiendo mejorar la capacidad auditiva sin necesidad de grandes conocimientos técnicos.

[Ver Fig. 8]

ACMUS: Planteamientos de utilización y evaluación

Como se ha comentado, se está llevando a cabo un programa de evaluación bastante completo de ACMUS en la Comunidad Foral de Navarra (España). En esta evaluación, que se viene realizando desde hace varios meses, se quiere trasladar el proyecto ACMUS a diferentes contextos de aprendizaje, para saber en qué situaciones es más útil y cómo mejorarlo. En concreto, este período de evaluación está también enfocado en estimar la viabilidad y el diseño de un sistema de usuarios on-line que enriquezca el proyecto ACMUS.

Este programa busca llegar a diferentes ámbitos dispares, para poder evaluar ACMUS en distintos usos y contextos de trabajo. Por ello, la primera división que se utiliza es la de educación general y educación especial, contando con centros y entidades en ambos campos. En el caso de la educación

Activity 4, *El estudio de mezcla* (The Mixing Studio), lets the user mix songs with different styles. The different instruments or tracks of a song are displayed as icons, i.e., the graphic representation of the eight instruments included in the application. Again, sound and image are fused, using the two main aspects of a mix: volume and panorama. These two sound magnitudes are linked to two visual magnitudes. Volume, a magnitude that ranges from low or minimum level to a high or maximum level, is related to the vertical position of the corresponding icon, i.e., the volume of each track is proportional to the vertical position of each icon.

Panorama (the amount of sound playing in each channel, left or right) is linked to horizontal position. Once again, that link is intuitive, as the further an instrument is placed to the right, the louder it sounds in the right channel, and vice versa. This system makes it possible to mix music intuitively and in a visual fashion, helping improve aural capacity without need for much technical knowledge.

Figure 8



ACMUS project, activity 4 - *The Mixing Studio*.

Actividad 4 del proyecto ACMUS: El estudio de mezcla.

general, a través del Negociado de Integración Curricular de las TIC, del Departamento de Educación del Gobierno de Navarra, se está colaborando con colegios e institutos de la zona. Mientras que en el ámbito de la educación especial se está trabajando con el Colegio Público Andrés Muñoz y con la Asociación Navarra de Discapacidad Intelectual ANFAS. Además de explorar este doble campo, también se está buscando evaluar tanto el ámbito formal o reglado como el ámbito informal o de ocio.

ACMUS – Use and assessment guidelines

As has been mentioned, a thorough assessment programme of ACMUS is being conducted at Comunidad Foral de Navarra (Spain). As part of this evaluation, which has been going on for several months now, ACMUS project is being implemented in different learning contexts, to identify in what circumstances it is most helpful, and how to improve it. Specifically, this assessment is also focused on establishing the viability and design of an online system to enhance ACMUS.

This assessment programme attempts to reach diverse environments to be able to evaluate ACMUS when used in different ways and in different work contexts. For this reason, the first distinction being considered is general education and special education, with centres and organizations belonging to both environments. In the case of general education, we are working with schools and institutes of the area through the Negociado de Integración Curricular de las TIC del Departamento de Educación del Gobierno de Navarra. As to special education, we are working with Colegio Público Andrés Muñoz and Asociación Navarra de Discapacidad Intelectual ANFAS. Apart from exploring these two environments, we are trying to assess both the formal education environment and the informal or leisure environment.

HÁBLAME: “Artificial Communication”

Can Computer Generated Speech Improve Communication of Autistic Children?

Autistic children are often motivated in their communication behaviour by pets or toys. Our aim is to investigate how communication with “intelligent” systems affects the interaction of children with untypical development. Natural language processing is intended to be used in toys to talk to children. This challenging Háblame-project (as part of the EU-funded GAVIOTA project) is just starting. We will discuss verification of its premises and its potentials, and outline the technical solution.

Our objectives are:

- We want children to talk machines and machines to talk children, e.g. autistic children.
- In the first step we type in childrens’ sentences.
- we want those children to communicate more intensively. In the long run we want to understand the semantics of children’s sentences—and we want to give meaningful answers with knowledge about the context of the individual child.

HÁBLAME: “Comunicación artificial”

¿Puede el lenguaje hablado generado por computadora mejorar la comunicación de los niñ@s autistas?

Ocurre con frecuencia que el comportamiento comunicativo de los niñ@s autistas resulta motivado por juguetes o mascotas. Nuestro objetivo consiste en investigar en qué medida la comunicación con sistemas “inteligentes” influye en la interacción de los niños con desarrollo no típico. Se procurará emplear procesamiento del lenguaje natural en juguetes para hablarles a los niñ@s. El innovador proyecto Háblame (que forma parte del proyecto GAVIOTA, financiado por la UE) apenas está comenzando. Analizaremos a continuación la verificación de sus premisas y posibilidades, y describiremos la solución técnica.

Nuestros objetivos son que los niñ@s hablen con máquinas y las máquinas con los niñ@s (niñ@s autistas); en el primer paso, se escriben oraciones generadas por los niñ@s; y que esos niñ@s intensifiquen su comunicación. En el largo plazo, procuramos entender la semántica de las oraciones generadas por los niñ@s para brindar respuestas significativas, con conocimiento del contexto de cada niñ@.

Trabajo previo

En 1966, Weizenbaum (1966) implementó una técnica de interacción que había iniciado Carl Rogers –psicoterapia centrada en el paciente (1951)–. Esa terapia consiste mayormente en parafrasear las afirmaciones del paciente. La

Previous work

As early as 1966 Weizenbaum (1966) implemented an interaction technique which was introduced by Carl Rogers—client-centered psychotherapy (1951). This therapy mainly paraphrases the statement of the client. The Eliza implementation used to react to a limited number of key words (family, other, etc.) to continue a dialog. Eliza has no (deep) knowledge of domains—it is even incapable of superficial reasoning, it merely replaces series. Modern versions of Eliza can be tested on several websites⁶.

So far robots in autism therapy have been used to enhance the abilities of children to play, using robots as a toy, which means they playfully interact with robots. These robots (which are just special computer screens in a first step) execute pre-defined scenarios of interaction, and are controlled by humans.

So far results have shown that more children respond to those robots compared to the children than don't.

Dialog systems are able to guide people in several tasks; those systems work well, but within an extremely limited domain.

A spectacular demonstration of natural language processing was given by IBM's artificial intelligence computer system Watson in 2011, when it competed on the quiz show Jeopardy! against former human winners of that popular US television show⁷.

implementación Eliza reacciona ante una cantidad limitada de palabras clave (familia, otro, etc.) para llevar adelante un diálogo. Eliza carece de conocimientos (profundos) de dominios, ni siquiera cuenta con capacidad de razonamiento superficial, sino que reemplaza cadenas. Es posible probar versiones modernas de Eliza en diversos sitios web⁶.

Hasta el momento, se han empleado robots en la terapia del autismo para mejorar las habilidades de juego de los niños, utilizándolos como juguetes, es decir, que los niños interactúan lúdicamente con los dispositivos. Esos robots (que no son más que pantallas especiales de computadora, en una primera etapa) ejecutan escenarios de interacción predefinidos y son controlados por seres humanos.

Los resultados obtenidos hasta ahora indican que son más los niños que responden a los robots que los que no lo hacen.

Los sistemas de diálogo pueden guiar a las personas en la realización de varias tareas; tales sistemas funcionan de manera adecuada, pero dentro de dominios limitados en extremo.

En 2011, el sistema informático de inteligencia artificial Watson, de IBM, ofreció una demostración espectacular del procesamiento del lenguaje natural al competir en el programa de preguntas y respuestas Jeopardy! contra ganadores anteriores de ese popular programa de la televisión estadounidense⁷.

6 See · Ver <www.med-ai.com/models/eliza.html> accessed March 3, 2013 · acceso 3 de marzo de 2013.

7 See · Ver <www.nytimes.com/2011/02/17/science/17jeopardy-watson.html?pagewanted=all&_r=0> accessed January 28, 2013 · acceso 28 de enero de 2013.

Hypothesis: NATURAL LANGUAGE SPEAKING MIGHT BE HELPFUL

The IROMEC project demonstrated that weekly sessions with a robot with rather simple abilities to move and show emotions by standardized facial expressions are helpful to enable/empower children to play more naturally than without those sessions (Ferari et al., 2009). So we concluded that it was worth trying to build a robot that would talk autonomously with a child in rather simple and standardized words and sentences. We decided to start a sub-project Háblame (“talk to me”) to investigate the chances and problems of building such a robot as part of the EU-funded GAVIOTA project.

The “Háblame” project: results

The main results of the project are described in detail in (Grötsch et al., 2013); here we make a summary of them.

There are several levels of talking we can solve in Natural Language Processing, and for Háblame we have already decided the areas we should work with, as shown in the next figures.

Hipótesis: El lenguaje natural hablado podría resultar útil

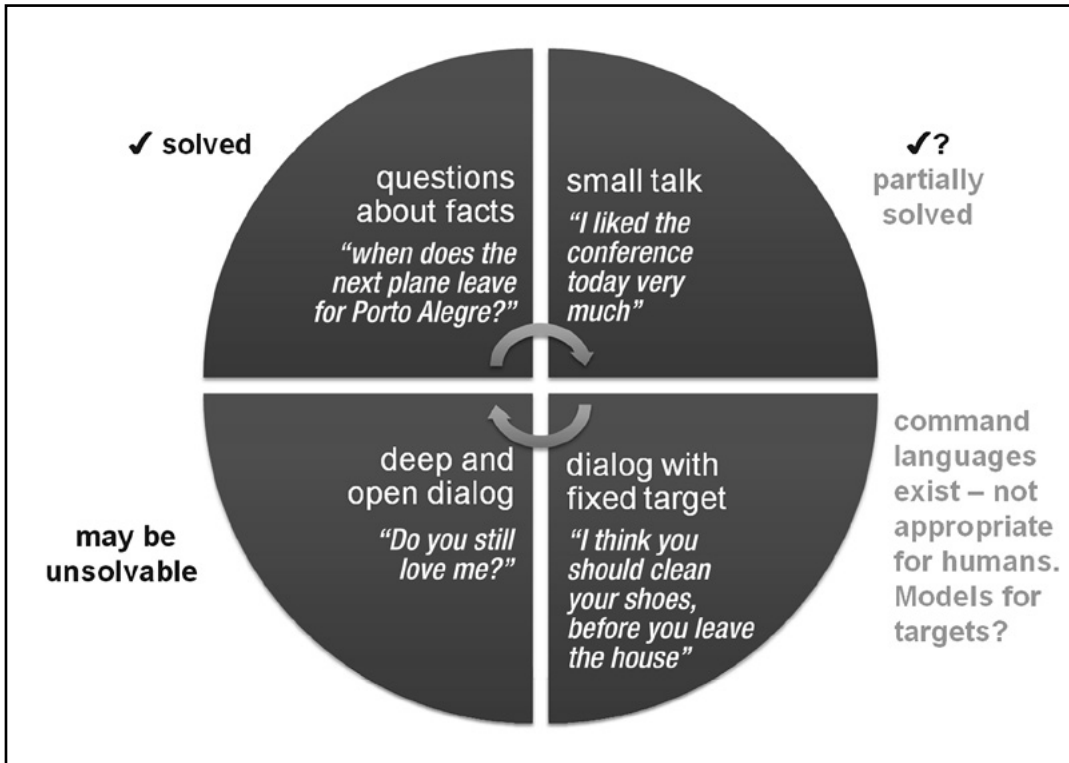
El proyecto IROMEC demostró que participar en sesiones semanales con un robot con capacidades bastante simples de movimiento y expresión de emociones mediante expresiones faciales estandarizadas habilita/empodera a los niños para jugar más naturalmente que si no participaran de esas sesiones (Ferari et al., 2009). En consecuencia, llegamos a la conclusión de que valía la pena tratar de construir un robot que hablara de manera autónoma con el niño empleando palabras y oraciones sencillas y estandarizadas. Decidimos poner en marcha el subproyecto Háblame para investigar las posibilidades de construir un robot de esas características en el marco del proyecto GAVIOTA, financiado por la UE, así como las dificultades que entrañaba la tarea.

El proyecto Háblame: resultados

Los resultados principales del proyecto se describen en Grötsch et al. (2013); aquí nos limitaremos a ofrecer un resumen.

Existen varios niveles que pueden resolverse en el procesamiento del lenguaje natural; para el proyecto Háblame, ya hemos definido las áreas en las que trabajaremos, como se muestra en las figuras siguientes.

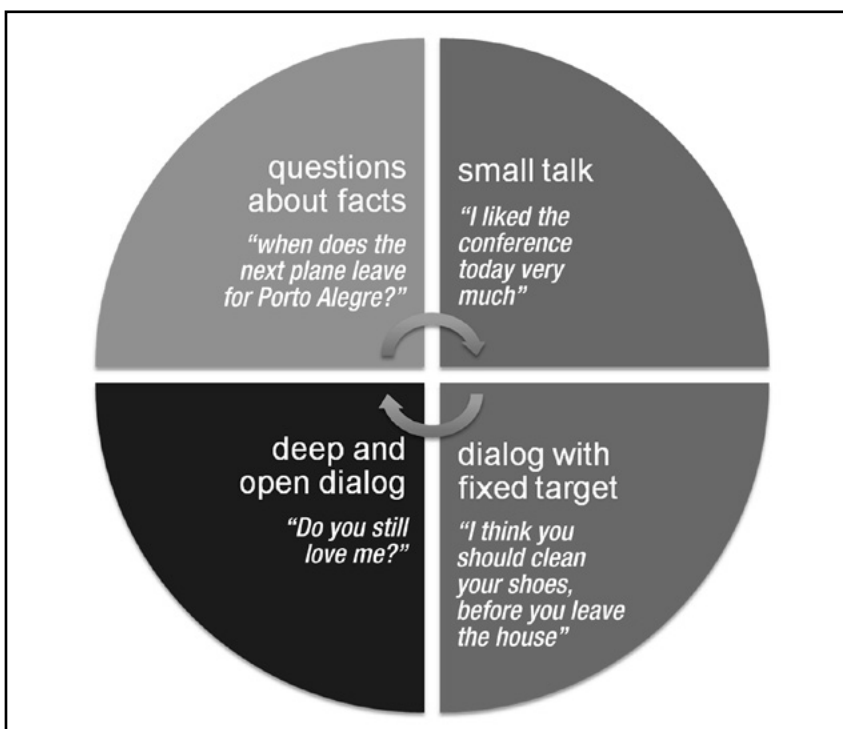
Figure 9



Levels of talking · Niveles de conversación.

Desde arriba a la izquierda, en el sentido de las agujas del reloj: [Resuelto; Preguntas sobre hechos “¿A qué hora sale el próximo avión a Porto Alegre?”]; [Resuelto en parte; Charla trivial “La conferencia de hoy me gustó mucho”]; [Existen lenguajes de comandos; inadecuados para seres humanos; ¿modelos de objetivos?; Diálogo con objetivo fijado “Me parece que tendrías que lustrarte los zapatos antes de salir”]; [Puede no ser posible su resolución; Diálogo en profundidad y abierto “¿Me sigues amando?”].

Figure 10



Desde arriba a la izquierda, en el sentido de las agujas del reloj: [Preguntas sobre hechos “¿A qué hora sale el próximo avión a Porto Alegre?”], [Charla trivial “La conferencia de hoy me gustó mucho”]; [Diálogo con objetivo fijado “Me parece que tendrías que lustrarte los zapatos antes de salir”]; [Diálogo en profundidad y abierto “¿Me sigues amando?”]

Areas of Hablame · Áreas de Háblame.

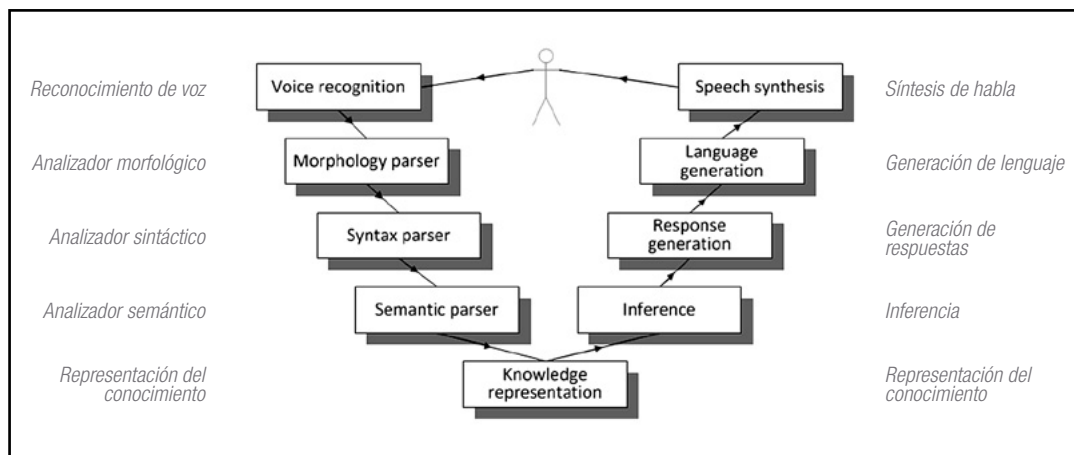
We have developed a first prototype with several versions. The goal of the prototype is to test how autistic children react to talking toys :

- first version: advanced babyphone (“walkie-talkie“), an adult (probably psychologist) will speak through the toy
- second version: test available chatbots (e.g. clever-bot), an adult will write the child’s answers into the system

The next step will be to try to make a real understanding, e.g. to construct a dialog system with all the following layers.

Based on the literature⁸ we have implemented a prototype that can deal with such sentences:

Figure 11



Layers of a Dialog System for Natural Language Processing · Capas de un sistema de diálogo para procesamiento de lenguaje natural.

Hemos desarrollado un primer prototipo con varias versiones. El objetivo del prototipo es explorar la reacción de los niños autistas ante juguetes que hablan:

- *Primera versión: walkie-talkie avanzado; un adulto (probablemente un psicólogo) será quien hable a través del juguete.*
- *Segunda versión: probar los robots parlantes (es decir, robots inteligentes) disponibles; un adulto ingresará las respuestas del niño al sistema.*

El siguiente paso consistirá en procurar una comprensión real, es decir, construir un sistema de diálogo que incluya todas las capas siguientes.

[Ver Fig. 11]

Sobre la base de la bibliografía disponible⁸ hemos implementado un prototipo que puede tratar oraciones como las que siguen:

8 See Grötsch et al. (2013) for more details · Ver Grötsch et al. (2013) para más detalles.

- The beautiful girl reads an old book.
- Does Peter sleep?
- Mary has bought a new car.

But cannot deal with:

- Beautiful girls like Peter.
- Reading books gives Peter pleasure.
- Peter, who is 20 years old, sleeps.

The project “Hablame”: Conclusions

So far we have only analysed simple English sentences, but we have gathered experience in using semantic networks for natural language processing.

We will set up an experimental environment, based on the work already done, gather experience and knowledge on analysing/parsing natural language. Then we have to acquire or produce corpora covering our domain of interest (child language). These corpora should be in English to develop and stabilize the system. Later iterations may incorporate the German and Spanish languages. Furthermore we have to work on creating natural sentences as part of a dialog.

- *La bonita niña lee un libro viejo.*
- *¿Está durmiendo Peter?*
- *María ha comprado un coche nuevo.*

Pero no puede procesar oraciones como:

- *A las niñas bonitas les gusta Peter.*
- *Leer libros le da placer a Peter.*
- *Pedro, que tiene 20 años, está durmiendo.*

El proyecto Háblame: conclusiones

Hasta el momento, sólo hemos analizado oraciones simples en inglés, aunque hemos obtenido experiencia en el uso de redes semánticas para el procesamiento del lenguaje natural.

Estableceremos un entorno experimental, sobre la base del trabajo realizado, y obtendremos experiencia y conocimientos sobre el análisis del lenguaje natural. Luego deberemos obtener o producir varios corpus que cubran nuestro dominio de interés (lenguaje infantil). Esos corpus deberán ser en idioma inglés, con el fin de desarrollar y estabilizar el sistema. En instancias posteriores se podrá incorporar el alemán y el español. Además, debemos trabajar en la creación de oraciones naturales como parte de un diálogo.

Bibliography · *Bibliografia*

- Battochi, A. et al. 2010. "Collaborative Puzzle Game: a Tabletop Interface for Fostering Collaborative Skills in Children with Autism Spectrum Disorders". *Journal of Assistive Technologies*, Vol. 4, N° 1.
- Bossavit, B. 2012. "An interdisciplinary methodology for designing and implementing educational tools for children and youth with special needs. The 13th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility Boulder, Colorado, USA, October 22-24 (ASSETS 2012).
- Bossavit, B., and A. Pina. 2013. "An interdisciplinary methodology for designing and implementing educational tools for children and youth with special needs". *SIGACCESS*, N° 105, January.
- Chung Lee, J. s/f. "Human Computer Interaction Research". Wii RemoteProjects. At <<http://johnnylee.net>>.
- Ferari, E., B. Robins, and K. Dautenhahn. 2009. "Robot as a Social Mediator – A Play Scenario Implementation with Children with Autism", 8th International Conference on Interaction Design and Children Workshop on Creative Interactive Play for Disabled Children, Como, Italy.
- Grötsch, E., A. Pina, M. Schneider, and B. Willoweit. 2013. "Artificial Communication. Can Computer Generated Speech Improve Communication of Autistic Children?". Proceedings of the 5th International Conference on Computer Supported Education.
- Hirano, S. et al. 2010. "vSked: evaluation of a system to support classroom activities for children with autism". *Proceedings of CHI 2010*.
- Hourcade, J.P. et al. 2010. "Multitouch Tablet application and activities to enhance the social skills of children with autism spectrum disorders". *Journal of Personal and Ubiquitous Computing*.
- Madsen, M. et al. 2008. "Technology for just-in-time *in situ* learning of facial affect for persons diagnosed with an autism spectrum disorder". *Proceedings of ASSETS*.
- Mora, G. s/f. "Tiza digital, la PDI barata basada en Wiimote". At <<http://www.tizadigital.es>>.
- Parsons, S. and S. Cobb. 2011. "State-of-the-art of virtual reality technologies for children on the autism spectrum". *European Journal of Special Needs Education*, Vol. 26, N° 3.
- Rogers, C.R. 1951. *Client-centered therapy*. Oxford. Houghton Mifflin.

- Vera, L. et al. 2007. "Computer graphics applications in the education process of people with learning difficulties". *Journal of Computers & Graphics*, Vol. 31.
- Weiss, P.L. et al. 2011. "Dimensions of Collaboration on a tabletop interface for children with Autism Spectrum Disorder". *Proceedings of CHI 2011*.
- Weizenbaum, J. 1966. "ELIZA-A Computer Program for the Study of Natural Language. Communication between Man and Machine". *Communications of the ACM*, Vol. 9, N° 1. New York.

The VOX system

El sistema VOX

Francisco José Serón Arbeloa <seron@unizar.es>

Aragon Institute of Engineering Research, Universidad de Zaragoza, Spain
GIGA group.
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón, Universidad de Zaragoza,
Grupo GIGA, España.

Carlos Bobed <cbobed@unizar.es>

Aragon Institute of Engineering Research, Universidad de Zaragoza, Spain
SID group.
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón, Universidad de Zaragoza,
Grupo SID, España.

Pedro Latorre <platorre@unizar.es>

Aragon Institute of Engineering Research, Universidad de Zaragoza, Spain
GIGA group.
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón, Universidad de Zaragoza,
Grupo GIGA, España.

Abstract¹

In the last few years, the use of ontologies has spread thanks to the irruption of the Semantic Web. They have become a crucial tool in information systems because they specify the meaning of information, making it possible to share it and achieve higher levels of interoperability. However, being knowledge representation models, other fields can take advantage of their characteristics to extend their capabilities. In particular, in the context of Embodied Conversational Agents, they can be used to provide them with semantic knowledge and, therefore, enhance their intellectual skills.

In this paper, we propose an approach to explore the synergies between these technologies. To do so, we have developed a multimodal ECA that exploits the knowledge provided by the Linked Data initiative to help users within the search information process. Based on semantic keyword search, our approach is flexible enough to: 1) deal with different Linked Data repositories and 2) handle different search/knowledge domains in a multilingual way. We focus on the case of DBpedia, as it mirrors the information stored in Wikipedia, providing a semantic entry to it.

Resumen¹

En los últimos años, el uso de ontologías se ha extendido gracias a la irrupción de la Web Semántica. Las ontologías ya son una herramienta clave de los sistemas de información porque explicitan el sentido de la información, lo que permite compartirla y lograr mayores niveles de interoperabilidad. Sin embargo, dado que son modelos de representación de conocimiento, otros ámbitos pueden aprovechar sus características para ampliar sus capacidades. En particular, en el contexto de los Agentes Conversacionales Personificados (ECA), pueden utilizarse para proporcionarles conocimiento semántico y así aumentar sus habilidades intelectuales.

En este artículo proponemos un enfoque para explorar las sinergias entre estas tecnologías. Con este fin, desarrollamos un ECA multimodal que aprovecha el conocimiento proporcionado por la iniciativa Linked Data para ayudar a los usuarios en el proceso de búsqueda de información. Basado en la búsqueda semántica de palabras clave, nuestro enfoque es lo suficientemente flexible para: abordar distintos repositorios de Linked Data y manipular distintos dominios de búsqueda/conocimiento en forma plurilingüe. Nos concentramos en el caso de DBpedia, que refleja la información almacenada en Wikipedia y le da una entrada semántica.

¹ This work has been partly financed by The Spanish "Dirección General de Investigación, Ministerio de Economía y Competitividad", contract number: TIN2011-24660/REPLIKANTS". The Spanish "Ministerio de Industria, Energía y Turismo", contract number: AVANZA TSI-020606-2012-4/CONTSEM. European Commission: ALFA_GAVIOTA DCI-ALA/19.09.01/10/21526/245-654/ALFAIII (2010) 149. European Commission: 519332-LLP-1-2011-1-PT-KA3-KA3NW/SEGAN. We thank Guillermo Esteban, Daniel Martínez and Javier Marco Rubio for their collaboration as contracted, in the development of this project. Reasons for the project's name: In the video <<http://www.youtube.com/watch?v=4eouFz770I4>>, it is shown a VOX, an entity possessing a "compendium of all human knowledge". Video clip from *The Time Machine* (2002) – (Simm Wells director). The film was a co-production of DreamWorks and Warner Bros. in association with Arnold Leibovit Entertainment-who obtained the rights to the George Pal original *Time Machine* 1960 and collectively negotiated the deal that made it possible for both Warner Brothers and DreamWorks to make the film.

*Este trabajo fue parcialmente financiado por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Economía y Competitividad, España, número de contrato: TIN2011-24660/REPLIKANTS; el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, España, número de contrato: AVANZA TSI-020606-2012-4/CONTSEM; la Comisión Europea: ALFA_GAVIOTA DCI-ALA/19.09.01/10/21526/245-654/ALFAIII (2010) 149; y la Comisión Europea: 519332-LLP-1-2011-1-PT-KA3-KA3NW/SEGAN. Agradecemos a Guillermo Esteban, Daniel Martínez y Javier Marco Rubio por su colaboración, de acuerdo con el contrato, en el desarrollo de este proyecto. Motivos del nombre del proyecto: en el video <<http://www.youtube.com/watch?v=4eouFz770I4>> se ve un VOX, una entidad que posee un "compendio de todo el conocimiento humano". Video-clip de *The Time Machine* (2002) (director: Simm Wells). La película fue una coproducción de DreamWorks y Warner Bros. en asociación con Arnold Leibovit Entertainment, quienes obtuvieron los derechos de La máquina del tiempo (*Time Machine*, 1960), dirigida por George Pal, y negociaron en forma colectiva el acuerdo que les permitió a Warner Brothers y DreamWorks hacer la película.*

1. Introduction

Human computer intelligent interaction is an emerging field aimed at providing humans with natural ways to use computers as aids. It is argued that for a computer to be able to interact with humans it must have their communication skills. To achieve these skills, one core challenge is to make agents *know*, be able to handle knowledge, which is recognized to be a crucial part of human intelligence.

Embodied Conversational Agents, ECA's (Cassell et al., 2000) are graphical interfaces capable of using verbal and non-verbal modes of communication to interact with users in computer-based environments. The appearance of these agents varies depending on the application scenario: they might be as simple as just an animated talking face, displaying simple facial expressions and, when using speech synthesis, with some kind of lip synchronization; or they can be as complex as to have a sophisticated 3D graphical representation, with complex body movements, and emotional and facial expressions (Cerezo et al., 2008). In particular, our research has focused so far on developing interactive virtual agents that support multimodal and emotional interaction. The results of our efforts have been Maxine, a powerful engine to manage real-time interaction with virtual characters (Baldassarri et al., 2008).

Now, we want to make them able to offer a broad and deep knowledge of large domains, while interacting with their humans users. Virtual characters equipped with these new features can be used in a wide range of contexts (Mignonneau y Someuerer, 2005; Cassell, 2001), including education and learning (Lester et al., 1999; Garcia y Lamsfus, 2005;

1. Introducción

La interacción inteligente entre personas y computadoras es un campo emergente que apunta a dar a las personas maneras naturales de usar computadoras como herramientas de ayuda. Se dice que para que una computadora pueda interactuar con los seres humanos debe tener las habilidades comunicativas de los seres humanos. Para conseguir esas habilidades, uno de los desafíos principales es lograr que los agentes conozcan, que puedan manejar el conocimiento, que se reconoce como una parte esencial de la inteligencia humana.

Los Agentes Conversacionales Personificados (Embodied Conversational Agents, ECA) (Cassell et al., 2000) son interfaces gráficas capaces de usar modos de comunicación verbales y no verbales para interactuar con los usuarios en entornos basados en computadoras. La apariencia de estos agentes varía según el contexto de la aplicación: pueden ser tan sencillos como un rostro animado que habla, con expresiones faciales simples y, cuando utilizan síntesis de voz, con algún tipo de sincronización de labios, o pueden ser tan complejos que tengan una representación gráfica sofisticada en 3D, con movimientos corporales complejos y expresiones emocionales y faciales (Cerezo et al., 2008). En particular, nuestra investigación hasta el momento se enfocó en desarrollar agentes virtuales interactivos que admitan interacción multimodal y emocional. El resultado de nuestros esfuerzos ha sido Maxine, un motor potente para manipular la interacción en tiempo real con personajes virtuales (Baldassarri et al., 2008).

Ahora queremos que puedan ofrecer un conocimiento amplio y profundo de dominios grandes, a la vez que interactúan con sus usuarios humanos. Los personajes virtuales que incluyan estas nuevas funciones podrán utilizarse en una amplia gama de contextos (Mignonneau y Someuerer, 2005;

Graesser et al., 2005; Ortiz et al., 2003), sign language interpretation (Rieger, 2003), therapy (Marsella et al., 2000), persuasion (Berry et al., 2005), entertainment (Yuan y Chee, 2005), among others.

In recent years, a huge amount of information has become available thanks to the Web and its continuous evolution. This ever-increasing volume of unstructured information has stressed the need for efficient processing information methods. Computers are good at processing huge amounts of data, but, up until now, contents in the Web have been mainly human-oriented, i.e. users had to interpret the meaning of the information that is exposed to them. For example, despite the advances of Web Search engines, processing the returned results to check whether the searched info is among them is still a burden to users. To overcome these difficulties, back in the early 2000's, Tim Berners-Lee proposed moving into the Semantic Web, a Web where the semantics of the different resources is made explicit, thus allowing computers to process information on behalf of final users in a meaningful way (Berners-Lee et al., 2001; Shadbolt et al., 2006).

The Semantic Web has adopted *ontologies* as its main tool to express the semantics of its resources. Ontologies, defined by Tom Gruber (1995) as the specification of a conceptualization, allow the semantics of different knowledge domains to be modeled and captured, providing a medium for sharing definitions and reaching an implicit agreement on the meaning of the published information. For example, Schema.org² is an ontology oriented to markup webpages that is currently supported by the main Web search engines (Bing, Google, Yahoo! and Yandex). If you mark up the different elements of your web page with it, their Web crawlers are capable

Cassell, 2001), incluyendo educación y aprendizaje (Lester et al., 1999; Garcia y Lamsfus, 2005; Graesser et al., 2005; Ortiz et al., 2003), interpretación de lenguaje de señas (Rieger, 2003), terapia (Marsella et al., 2000), persuasión (Berry et al., 2005) y entretenimiento (Yuan y Chee, 2005), entre otros.

En los últimos años, una cantidad enorme de información está disponible gracias a la web y su evolución constante. Este volumen siempre creciente de información no estructurada ha acentuado la necesidad de contar con métodos eficientes para procesar la información. Las computadoras sirven para procesar cantidades enormes de datos pero, hasta ahora, la mayoría de los contenidos de la web estaban orientados a las personas, es decir, los usuarios debían interpretar el sentido de la información que se les presentaba. Por ejemplo, a pesar de los avances de los motores de búsqueda en la web, procesar los resultados arrojados para ver si la información buscada está entre ellos sigue siendo una carga para los usuarios. Para resolver estas dificultades, a principios de la década de 2000, Tim Berners-Lee propuso adoptar la Web Semántica, una web en la que la semántica de los distintos recursos se hace explícita, lo que permite a las computadoras procesar la información de manera significativa en beneficio de los usuarios finales (Berners-Lee et al., 2001; Shadbolt et al., 2006).

La Web Semántica adoptó ontologías como herramienta principal para expresar la semántica de sus recursos. Las ontologías, definidas por Tom Gruber (1995) como la especificación de una conceptualización, permiten modelar y captar la semántica de diferentes dominios del conocimiento, y así proporcionan un medio para compartir defniciones y llegar a un acuerdo implícito

² See <<http://schema.org/>>.

of understanding the contents of your webpage and they can provide a better assessment of the relevance in future searches. So, using ontologies, the Web will progressively get structured and turn into a kind of giant database. In particular, the Linked Data initiative (Bizer et al., 2009b) advocates establishing some principles for sharing knowledge and data on the Web, and interlinking them to form the Web of Data. This progressive information structuring gives rise to new opportunities to develop intelligent agents, which can exploit the structure and shared meanings to perform tasks that otherwise could be cloaked by the need to understand the underlying resources.

In this paper, we present how we have integrated ECAs with the currently available sources of structured information in the Web. In particular, we have extended our conversational agent platform with a hybrid keyword-based search strategy which exploits the knowledge stored in ontologies to form and enrich the search process on structured data (Bobed et al., 2013). Our system builds on an external Linked Data repository (which might not be under our control) and takes as input an ontology which has two roles in the system: 1) to define the taxonomy of the search domain, guiding and narrowing the scope of the keyword-based search; and 2) to define the structure of the objects in the search domain, helping refining and suggesting further search results. With our approach, one can provide different views on a general data repository by just adapting externally the ontology provided. Moreover, our approach can be attached to any public SPARQL³ endpoint without overloading it (this is important in open scenarios, such as the one depicted by Linked Data).

To illustrate our agents' potential, we have built a "data mashup" with an ECA that provides information from the DBpedia

sobre el sentido de la información publicada. Por ejemplo, Schema.org² es una ontología orientada a marcar páginas web que actualmente admiten los principales motores de búsqueda en la web (Bing, Google, Yahoo!, Yandex). Si se marca los diversos elementos de la página con dicha ontología, sus rastreadores (Web crawlers) son capaces de entender los contenidos de la página y pueden brindar una mejor evaluación de la relevancia en búsquedas futuras. Así, mediante el uso de ontologías, la web va a estructurarse progresivamente y se convertirá en una especie de base de datos enorme. En particular, la iniciativa Linked Data (Bizer et al., 2009b) aboga por establecer una serie de principios para compartir conocimientos y datos en la web, e interrelacionarlos para formar la web de datos. Esta estructuración progresiva de la información genera nuevas oportunidades para desarrollar agentes inteligentes, que pueden aprovechar la estructura y los sentidos compartidos para realizar tareas que de lo contrario podrían verse obstaculizadas por la necesidad de entender los recursos subyacentes.

En este artículo, presentamos cómo integramos los ECA con las fuentes de información estructurada disponibles actualmente en la Web. En particular, hemos ampliado nuestra plataforma de agentes conversacionales con una estrategia híbrida basada en palabras clave que aprovecha el conocimiento almacenado en ontologías para formar y enriquecer el proceso de búsqueda sobre datos estructurados (Bobed et al., 2013). Nuestro sistema se basa en un repositorio Linked Data externo (que puede no estar bajo nuestro control) y toma como entrada una ontología que desempeña dos funciones en el sistema: definir

² Ver <<http://schema.org/>>.

³ See <<http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>>.

(Bizer et al., 2009a). DBPedia is one of the most representative and active Linked Data projects, and provides a semantic entry point to Wikipedia⁴. Thus, our agent is able to interact with the user performing intelligent searches, and returning only results relevant to a particular knowledge domain. The agent takes advantage both from the structure of the data and their semantics to provide users with different search methods, allowing them to combine exploration and keyword-searching on the data in a seamless way.

We use the “mashup” term, because it implies creating a new and distinct Web service that was not originally offered by our service/data source providers, and produces enriched results that were not necessarily the original reason for producing the raw source data. This way of developing applications allows easy and fast integration of other services using their open application programming interface (API) to generate added value.

The rest of the paper is as follows. In section 2 “Conceptual premises”. Section 3 “Using the Wikipedia as information source: DBPedia”. Section 4 “Keyword Search on the DBPedia”. Section 5 “Architecture of the system”. Section 6 “Purpose and benefits”. Finally, the “Discussions and future work” are discussed in Section 7.

2. Conceptual premises

The conceptual premises that support the developed systems are as follows:

- The proposed platform adopts a model focused on the use of ontologies (Gruber, 1995). Ontologies

la taxonomía del dominio de búsqueda, guiando y estrechando el alcance de la búsqueda basada en palabras clave; y definir la estructura de los objetos del dominio de búsqueda, ayudando a refinar y sugiriendo más resultados de la búsqueda. Con nuestro enfoque, es posible proporcionar distintas vistas de un repositorio de datos generales simplemente adaptando en forma externa la ontología proporcionada. Además, nuestro enfoque puede adjuntarse a cualquier extremo SPARQL³ público sin sobrecargarlo (esto es importante en escenarios abiertos, como el que se muestra en Linked Data).

Para ilustrar el potencial de nuestros agentes, construimos un “mashup de datos” con un ECA que proporciona información desde DBPedia (Bizer et al., 2009a). DBPedia es uno de los proyectos más representativos y activos de Linked Data, y proporciona un punto de entrada semántico a Wikipedia⁴. Así, nuestro agente puede interactuar con el usuario haciendo búsquedas inteligentes y arrojando sólo resultados relevantes para un dominio de conocimiento en particular. El agente aprovecha la estructura de los datos y su semántica para brindar a los usuarios diversos métodos de búsqueda, lo que les permite combinar sin inconvenientes la exploración y la búsqueda de palabras clave en los datos.

Usamos el término mashup porque implica crear un servicio web nuevo y específico que no ofrecían originalmente nuestros proveedores de servicios/fuentes de datos, y que produce resultados enriquecidos que no eran necesariamente el motivo original para producir los datos fuente sin procesar. Esta forma de desarrollar aplicaciones permite la integración fácil y veloz de otros

³ Ver <<http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>>.

⁴ See · Ver <<http://wikipedia.org>>.

represent knowledge formally as a set of concepts and the relationships that exist between them within a domain or context. Thus, using them allows our system to provide the user only with information within the defined search domain. Moreover, by analyzing the structure of the concepts in the domain, it is able to suggest further semantically related results. This implies a greater wealth of knowledge gained.

- The proposed standard for representing ontologies in the Web is OWL (Web Ontology Language). It adopts the Description Logics formalism (Baader et al., 2003), which makes it possible to reason about their defined entities. Descriptive Logics reasoners (DL-reasoners from now on) provide several reasoning tasks on ontologies, which allows us to make explicit the implicit knowledge in the ontology, and to verify the integrity of ontological knowledge defined (among others).
- Using Embodied Conversational Agents (ECA's) (Serenko et al., 2007; Cassell et al., 2000). In artificial intelligence, an embodied conversation agent is an agent that interacts with the environment through a virtual body, and interacts autonomously with humans since they are capable of engaging in conversation with one another and with humans employing the same verbal and nonverbal means that humans do (such as gesture, facial expression, and so forth)⁵.

servicios mediante su interfaz de programación de aplicaciones (API) abierta para generar valor agregado.

El resto del artículo se detalla a continuación. Sección 2: "Premisas conceptuales". Sección 3: "Uso de Wikipedia como fuente de información: DBPedia". Sección 4: "Búsqueda de palabras clave en DBPedia". Sección 5: "Arquitectura del sistema". Sección 6: "Objetivo y beneficios". Por último, la Sección 7 aborda los "Debates y trabajos futuros".

2. Premisas conceptuales

Las premisas conceptuales en que se basan los sistemas desarrollados son las siguientes:

- *La plataforma propuesta adopta un modelo enfocado en el uso de ontologías (Gruber, 1995). Las ontologías representan formalmente el conocimiento como un conjunto de conceptos y las relaciones que existen entre ellos dentro de un dominio o contexto. Así, utilizarlas le permite a nuestro sistema darle información al usuario dentro del dominio de búsqueda definido. Además, al analizar la estructura de los conceptos del dominio, puede sugerir más resultados relacionados semánticamente. Esto implica un mayor caudal de conocimiento adquirido.*

⁵ See <<http://wikipedia.org>>.

- * Face-to-face communication allows communication protocols that give a much richer communication channel than other means of communicating (Marsi y Van Rooden, 2007; Kipp et al., 2006; Beun et al., 2003). Embodied agents also provide a social dimension to the interaction (Nass et al., 1994). Humans willingly ascribe social awareness to computers, this social interaction both raises the believability and perceiver trustworthiness of agents, and increases the user's engagement with the system (Van Mulken et al., 1988). Another effect of the social aspect of agents is that presentations given by an embodied agent are perceived as more entertaining and less difficult than the same presentations given without an agent (Serenko, 2008).
- * Character suggests that a conversational style is appropriate (Reeves, undated), resulting in higher liking for the interaction on the part of the user, and better accuracy for the engine generating the required results.
- The communication process:
 - * The use of formal and structured languages such as XML/RDF, OWL, SQL, SPARQL or any other computer oriented one, is quite far from being easy for average users, so a form of communication closer

- *El estándar propuesto para representar ontologías en la web es OWL (Web Ontology Language). Adopta el formalismo de la Lógica Descriptiva (Baader et al., 2003), que permite razonar acerca de sus entidades definidas. Los razonadores de Lógica Descriptiva (a los que llamaremos razonadores DL) proporcionan diversas tareas de razonamiento en las ontologías, lo que nos permite hacer explícito el conocimiento implícito de la ontología, y verificar la integridad del conocimiento ontológico definido, entre otras tareas.*
- *Uso de ECA (Serenko et al., 2007; Cassell et al., 2000). En la inteligencia artificial, los agentes conversacionales personificados son aquellos que interactúan con el entorno a través de un cuerpo virtual, e interactúan en forma autónoma con las personas porque pueden entablar una conversación entre sí y con las personas utilizando el mismo medio verbal y no verbal que las personas (como gestos, expresiones faciales, etcétera)⁵.*
 - * *La comunicación cara a cara permite contar con protocolos de comunicación que ofrecen un canal de comunicación mucho más rico que otros medios de comunicación (Marsi y Van Rooden, 2007; Kipp et al., 2006; Beun et al., 2003). Los agentes personificados*

to the human natural language would be interesting for easing the interaction with the systems.

- * It is assumed that, in the future, the different interfaces are going to run on natural language, as everybody's dream is to talk directly to computers and for them to carry out the commanded tasks. The problem is that, so far, there is no perfect solution to natural language processing due to the high complexity of human language. Despite this, as users, we communicate with computers on a daily basis using other media. In particular, we have become used to keyword-based search interfaces because of their ease of use and spread when it comes to searching information on the Web.

Under these premises, this restricted form of natural language, when dealing with a well-established knowledge domain, allows us to build interfaces that offer the users to use their natural languages, whether in a written or spoken way, while the computer detects and extracts the most significant keywords from the speech.

To extract the keywords, in our case, we are using Loquendo⁶, a commercial tool that offers speech recognition as well as synthesis. Its lexical analyzer requires a grammar that expresses the keywords to be detected, and, in this project, we have chosen the grammar proposed and recommended by the W3C for speech recognition⁷. This tool, along with the knowledge domain captured and modeled in an ontology expressed in

también le dan una dimensión social a la interacción (Nass et al., 1994). En forma voluntaria, las personas atribuyen conciencia social a las computadoras, y esta interacción social mejora el nivel de credibilidad y confiabilidad percibida de los agentes y aumenta la vinculación entusiasta del usuario con el sistema (Van Mulken et al., 1988). Otro efecto del aspecto social de los agentes es que las presentaciones dadas por un agente personificado se perciben como más entretenidas y menos difíciles que las mismas presentaciones dadas sin un agente (Serenko, 2008).

- * *El personaje sugiere que un estilo conversacional es apropiado (Reeves, sff), lo que hace que la interacción le resulte más agradable al usuario y que el motor que genera los resultados requeridos sea más preciso.*
- *El proceso de comunicación:*
 - * *El uso de lenguajes formales y estructurados como XML/RDF, OWL, SQL, SPARQL o cualquier otro orientado a computadoras está muy lejos de ser fácil para los usuarios promedio, por eso una comunicación mucho más cercana al lenguaje humano natural sería interesante para facilitar la interacción con los sistemas.*

6 See <www.loquendo.com/es/>.

7 See <www.w3.org/TR/speech-grammar/>.

OWL⁸ and a DL-reasoner—such as Pellet (Sirin et al., 2007) or HermiT (Motik et al., 2009)—has allowed us to build an agent that, via dialoguing with the users, obtains transparently the keywords that express the information needs, and builds and validates the queries to be finally posed to the underlying information system.

3. Using Wikipedia as information source: DBPedia.

Wikipedia is the result of the largest collaborative effort to build an encyclopedia. As stated by the Wikimedia Foundation⁹ in its *five pillars*, Wikipedia is an encyclopedia, which is written from a neutral point of view and its contents are free and anyone can edit, use, modify and distribute them. By adopting the *workflow of a wiki* (Leuf and Cunningham, 2001) thousands of volunteer contributors have worked to provide a huge set of articles about almost any topic.

The basic element in Wikipedia is the *article*. Each article has an associated URL¹⁰ where we can find the document with its information, and is categorized according to the topics it is about (see Figure 1). However, despite their structure being quite homogeneous (this is encouraged by their style guide, but not enforced), Wikipedia's articles are oriented to be consumed by human users. As pointed out in Völkel et al. (2006), "Using Wikipedia currently means reading articles, [...] Although the data is quite structured, its meaning is unclear to the computer, because it is not represented in a machine-processable, i.e. formalized way".

* *Se supone que, en el futuro, las distintas interfaces se van a ejecutar en lenguaje natural, dado que el sueño de todos es hablarle directamente a la computadora y que esta realice las tareas que se le ordenaron. El problema es que, hasta el momento, no hay una solución perfecta para procesar el lenguaje natural debido a la alta complejidad del lenguaje humano. Sin embargo, como usuarios, nos comunicamos con las computadoras en forma cotidiana utilizando otros medios. En particular, nos hemos acostumbrado a las interfaces de búsqueda basadas en palabras clave por su facilidad de uso y su amplitud a la hora de buscar información en la web.*

Bajo estas premisas, esta forma restringida de lenguaje natural, cuando se trata de un dominio de conocimiento establecido, nos permite construir interfaces que ofrecen a los usuarios utilizar su idioma natural, ya sea en forma escrita u oral, mientras que la computadora detecta y extrae del texto o discurso las palabras clave más significativas.

Para extraer las palabras clave, en nuestro caso, utilizamos Loquendo⁶, una herramienta comercial que ofrece reconocimiento y síntesis de

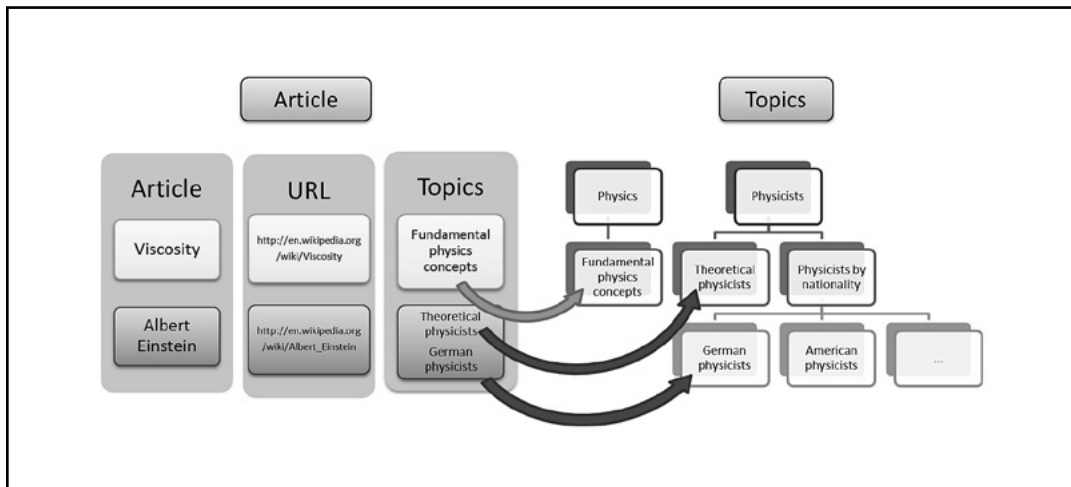
⁶ Ver <www.loquendo.com/es/>.

⁸ See <www.w3.org/TR/owl2-overview/>.

⁹ See <<http://wikimediafoundation.org/>>.

¹⁰ In fact, they might have several associated URLs, each of them corresponding to the article in different languages.

Figure 1



The article is the basic information unit in Wikipedia - *El artículo es la unidad de información básica en Wikipedia.*

voz. Su analizador léxico requiere una gramática que exprese las palabras clave a ser detectadas y, en este proyecto, elegimos la gramática propuesta y recomendada por el W3C para reconocimiento de voz⁷. Esta herramienta, junto con el dominio de conocimiento captado y modelado en una ontología expresada en OWL⁸ y un razonador DL –como Pellet (Sirin et al., 2007) o HermiT (Motik et al., 2009)–, nos ha permitido construir un agente que, al dialogar con los usuarios, obtiene en forma transparente las palabras clave que expresan las necesidades de información, y que construye y valida las consultas que finalmente se le formulan al sistema de información subyacente.

3. Uso de Wikipedia como fuente de información: DBPedia

Wikipedia es el resultado del mayor esfuerzo colaborativo para crear una enciclopedia. Como consta en los cinco pilares de la Wikimedia Foundation⁹, Wikipedia es una enciclopedia, escrita desde un punto de vista neutral; sus contenidos son libres y cualquiera puede editarlos, usarlos, modificarlos y difundirlos. Al adoptar el flujo de trabajo de un wiki (Leuf y Cunningham, 2001), miles de colaboradores voluntarios trabajaron y trabajan para ofrecer un conjunto voluminoso de artículos sobre casi cualquier tema.

7 Ver <www.w3.org/TR/speech-grammar/>.

8 Ver <www.w3.org/TR/owl2-overview/>.

9 Ver <<http://wikimediafoundation.org/>>.

In Völkel et al. (2006), the authors advocated an extension for Wikipedia's annotations to provide semantics to the articles, and therefore, make the contents ready to be processed automatically. Despite being a non-intrusive way of introducing semantics into Wikipedia's articles (the annotations were intuitive and they did not imply a change in the way that contributors worked so far), it implied a huge effort to review all the articles published so far to enable them semantically. Fortunately, with the upcoming of the Linked Data initiative (Bizer et al., 2009b), the DBPedia (Bizer et al., 2009a) appeared.

DBPedia is a huge repository of structured data that provides a semantic entry point to Wikipedia. It uses several different types of information extractors to convert the information stored in Wikipedia's articles into structured information which is published under the principles of Linked Data using RDF and OWL, the W3C standard languages for modeling data on the Semantic Web. This extraction process exploits the homogeneity of Wikipedia articles, as there are identifiable patterns that allow extracting the article's inner structure and making the data explicit. In this structuration process, several general domain ontologies (such as DBPedia Ontology and Yago) are used to establish the exact meaning of each of the detected entities, instances and facts.

The articles extracted from Wikipedia, once in DBPedia, become *resources* (as DBPedia adopts the RDF data model triplets based on triplets). Each resource is represented by a URI and has a direct correspondence to its original Wikipedia article, inheriting its categorization. The Wikipedia categorization is extracted and included in the DBPedia as an SKOS¹¹ taxonomy (see Figure 2).

El elemento básico de Wikipedia es el artículo. Cada artículo tiene una URL asociada¹⁰ donde podemos encontrar el documento con su información, y está clasificado según los temas que trata (ver Figura 1). Sin embargo, aunque su estructura es bastante homogénea (esto es lo que recomiendan en su guía de estilo, pero no es obligatorio), los artículos de Wikipedia están orientados al consumo de usuarios humanos. Como señalan Völkel et al. (2006): "Usar Wikipedia en la actualidad significa leer artículos [...]. Aunque los datos son bastante estructurados, su sentido no es claro para la computadora, porque no están representados de una manera procesable por una máquina, es decir, formalizada".

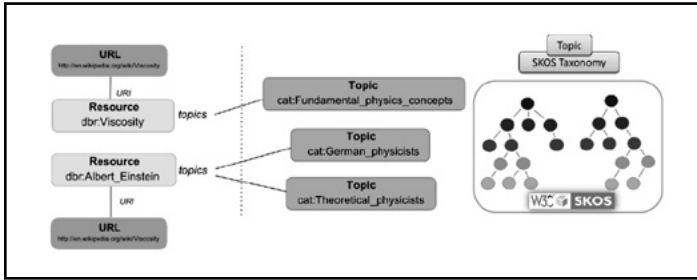
En Völkel et al. (2006), los autores recomendaron ampliar las anotaciones de Wikipedia para dar semántica a los artículos y así hacer que los contenidos estuvieran listos para ser procesados automáticamente. Si bien era una forma no intrusiva de insertar semántica en los artículos de Wikipedia (las anotaciones eran intuitivas y no implicaban un cambio en la forma de trabajo de los colaboradores hasta el momento), entrañaba un esfuerzo enorme revisar todos los artículos publicados hasta ahora para garantizar su funcionamiento semántico. Afortunadamente, con el surgimiento de la iniciativa Linked Data (Bizer et al., 2009b), llegó DBPedia (Bizer et al., 2009a).

DBPedia es un repositorio enorme de datos estructurados que proporciona un punto de entrada semántico a Wikipedia. Utiliza varios tipos distintos de extractores de información para convertir la información

¹⁰ En realidad, pueden tener varias URL asociadas, cada una correspondiente al artículo en un idioma distinto.

¹¹ SKOS: Simple Knowledge Organization System, see <www.w3.org/TR/skos-primer/>.

Figure 2



Articles in Wikipedia become *resources* in DBpedia, inheriting the URI of the article and its categorization.

Los artículos de Wikipedia son recursos en DBpedia, y heredan la URI del artículo y su clasificación.

Thus, DBpedia provides a first view on the resources according to their category in Wikipedia. On the other hand, depending on the content of the associated article, a resource might also represent an object. For example, the article about Albert Einstein in Wikipedia turns into the resource *dbr:Albert_Einstein* in DBpedia, as shown in Figure 2; however, as the subject of the article is a *Person*, DBpedia extends its description offering further factual and structured information about the object that it represents (in this case, Albert Einstein himself). The classification and definition of this object dimension of the resources is done according to several general

almacenada en los artículos de Wikipedia en información estructurada, publicada bajo los principios de Linked Data utilizando RDF y OWL, los lenguajes W3C estándar para modelar datos en la Web Semántica. Este proceso de extracción aprovecha la homogeneidad de los artículos de Wikipedia, dado que hay patrones identificables que permiten extraer la estructura interna del artículo y hacer explícitos los datos. En este proceso de estructuración, se utilizan varias ontologías de dominios generales (como DBpedia Ontology y Yago) para establecer el sentido exacto de cada una de las entidades, instancias y datos detectados.

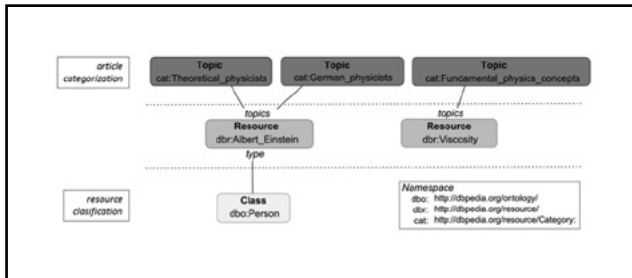
Los artículos extraídos de Wikipedia, una vez en DBpedia, se convierten en recursos (DBpedia adopta los triplos de modelos de datos RDF basados en triplos). Cada recurso está representado por una URI y tiene correspondencia directa con su artículo original de Wikipedia, por ende hereda su clasificación. La clasificación de Wikipedia se extrae y se incluye en DBpedia como taxonomía SKOS¹¹ (ver Figura 2).

*Así, DBpedia proporciona una primera vista de los recursos según su clasificación en Wikipedia. Por otra parte, según el contenido del archivo asociado, un recurso también puede representar un objeto. Por ejemplo, el artículo sobre Albert Einstein en Wikipedia pasa a ser el recurso *dbr:Albert_Einstein* en DBpedia, como se muestra en la Figura 2; sin embargo, como el tema del artículo es una persona, DBpedia amplía su descripción ofreciendo más información objetiva y estructurada sobre el objeto que representa (en este caso, Albert Einstein). La clasificación y definición de la dimensión de este objeto de los recursos se realiza según diversas ontologías de dominios*

11 SKOS: Simple Knowledge Organization System (Sistema Simple de Organización del Conocimiento), ver <www.w3.org/TR/skos-primer/>.

domain ontologies, DBpedia Ontology¹² and YAGO¹³ being the most important ones. In this way, independently of the article categorization, DBpedia offers a second different view based on the nature of the underlying resources. However, note that this view does not cover all the DBpedia. There exist resources that, despite being categorized, do not have these descriptions as they are not defined in the used ontologies, as shown in Figure 3.

Figure 3



Duality in DBpedia's resources: they are categorized according to their associated *article*, but are also classified (when appropriate) according to their ontological nature.

Dualidad de los recursos de DBpedia: se clasifican según su artículo asociado, pero también, cuando corresponde, según su naturaleza ontológica.

Summing up, DBpedia extracts the knowledge in Wikipedia to make it machine-understandable, organizing it in two major ways: the SKOS categorization, and an ontological classification. In the following sections, we will present how our system takes advantage of both of them to perform an efficient semantic search in our defined domain.

generales, entre las cuales DBpedia Ontology¹² y YAGO¹³ son las más importantes. En este sentido, independientemente de la clasificación del artículo, DBpedia ofrece una segunda vista diferente basada en la naturaleza de los recursos subyacentes. Sin embargo, cabe señalar que esta vista no abarca la totalidad de DBpedia. Existen recursos que, a pesar de estar clasificados, no tienen estas descripciones porque no están definidos en las ontologías utilizadas, como se muestra en la Figura 3.

En resumen, DBpedia extrae el conocimiento de Wikipedia para hacerlo comprensible para una máquina, y lo organiza de dos maneras principales: la clasificación SKOS y la ontológica. En las siguientes secciones, presentaremos cómo nuestro sistema aprovecha ambas para hacer una búsqueda semántica eficiente en nuestro dominio definido.

4. Búsqueda de palabras clave en DBpedia

En nuestro sistema, la búsqueda propiamente dicha en DBpedia se especifica mediante las palabras clave que obtiene el módulo de reconocimiento de voz. Implementamos las técnicas descritas en Bobed et al. (2013) para permitir buscar palabras clave en DBpedia. A continuación, proporcionamos un resumen de estas técnicas en aras de la inclusión, pero remitimos al lector interesado a Bobed et al. (2013) para conocer más detalles.

¹² The DBpedia Ontology, see <<http://wiki.dbpedia.org/Ontology>> · Ontología de DBpedia, ver <<http://wiki.dbpedia.org/Ontology>>.

¹³ YAGO Ontology, see <<http://www.mpi-inf.mpg.de/yago-naga/yago/>> · Ontología de YAGO, ver <www.mpi-inf.mpg.de/yago-naga/yago/>.

4. Keyword Search on the DBPedia

In our system, the actual search on the DBPedia is specified via the keywords that the speech recognition module obtains. We implement the techniques described in Bobed et al. (2013) to enable keyword search on the DBPedia. In the following, we provide a summary of these techniques for the sake of completeness, but we refer the interested reader to Bobed et al. (2013) for further details.

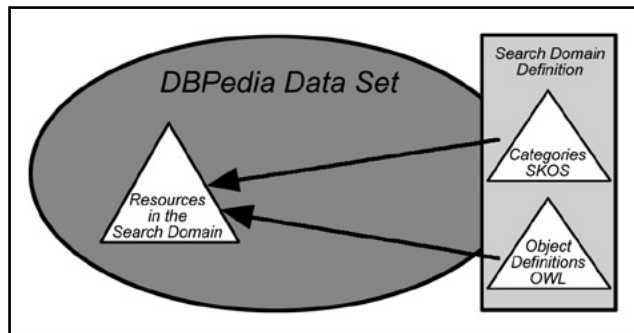
Our system has to be provided with the definition of the search domain that it is going to be used. Generally, this definition should be specified in a single ontology, but, due to the special characteristics of the knowledge stored in the DBPedia (the dual nature of its resources), we split it into two parts (see Figure 4):

- On the one hand, in our system, we have considered performing the keyword search on Articles. Thus, as the resources are categorized according to their original article's categorization, we provide the categories that are related to the search domain using a SKOS taxonomy. This taxonomy is used to focus the keyword search, performing it only on resources that belong to the search domain.
- On the other hand, as the resources might also represent objects, their definitions are provided in a separate OWL ontology. In these definitions, the properties that are keyword searchable and the ones that are relevant for the search process are specified.

Nuestro sistema debe contar con la definición del dominio de búsqueda que se va a utilizar. En general, esta definición debe especificarse en una sola ontología pero, debido a las características especiales del conocimiento almacenado en DBPedia (la naturaleza doble de sus recursos), la dividimos en dos partes (ver Figura 4):

- *En nuestro sistema, hemos considerado hacer la búsqueda de palabras clave en artículos. Así, como los recursos están catalogados según la clasificación de su artículo original, proporcionamos las categorías relacionadas con el dominio de búsqueda utilizando una taxonomía SKOS. Esta taxonomía se utiliza para enfocar la búsqueda de palabras clave, que se hace sólo en recursos que pertenecen al dominio de la búsqueda.*
- *Como los recursos también pueden representar objetos, sus definiciones se proporcionan en una ontología OWL por separado. En estas definiciones, se especifican las propiedades que admiten la búsqueda de palabras clave y las que son relevantes para el proceso de búsqueda.*

Figure 4



The domain definition allows our system only to consider the resources within it for the search, instead of the whole dataset.

La definición del dominio le permite a nuestro sistema considerar para la búsqueda sólo los recursos que pertenecen a él, y no todo el conjunto de datos.

In particular, we have pruned the DBPedia's categorization to deal with the categories under 'Mechanics', and we are only interested in *People*, *Institutions* and *Articles* that could be related to each resource. This last concept has been added as an object definition for the *Article* concept itself to define its relevant properties on which we perform the actual keyword search: it is performed on the *abstract* property, which gives an excerpt of the Wikipedia entry associated to each resource.

Once our system has the search domain defined, it uses an inner DL-reasoner (Baader et al., 2003) to exploit the information stored in the ontologies¹⁴. With its help, our system accesses the actual data as follows:

1. It checks out whether the search has been processed before. Our system has an internal Lucene¹⁵ repository

En particular, hemos recortado la clasificación de DBPedia para abocarnos a las categorías correspondientes a Mecánica, y nos interesan sólo Personas, Instituciones y Artículos que podrían estar relacionados con cada recurso. Este último concepto se agregó como definición de un objeto para el concepto mismo de artículo a fin de definir sus propiedades relevantes, en las que hacemos la búsqueda de palabras clave: se realiza en la propiedad abstracta, que da un fragmento de la entrada de Wikipedia asociada con cada recurso.

Una vez que nuestro sistema tiene definido el dominio de búsqueda, utiliza un razonador DL interno (Baader et al., 2003) para aprovechar la información almacenada en las ontologías¹⁴. Con su ayuda, nuestro sistema accede a los datos como se describe a continuación:

1. *Verifica si la búsqueda ya se procesó antes. Nuestro sistema tiene un repositorio Lucene¹⁵ interno que actúa como memoria caché para agilizar las consultas y aliviar la carga de trabajo del extremo externo.*
2. *Si la búsqueda no se realizó antes, nuestro sistema consulta la jerarquía del concepto (la clasificación SKOS proporcionada) para crear una consulta SPARQL enfocada para cada una de las palabras clave. Si la*

¹⁴ We use an OWL version of SKOS to enable the reasoning on the SKOS taxonomy in a seamless way · Utilizamos una versión OWL de SKOS para permitir el razonamiento en la taxonomía SKOS sin inconvenientes.

¹⁵ See <<http://lucene.apache.org/core/>>. · Ver <<http://lucene.apache.org/core/>>.

- that acts as a cache memory to speed up the queries and alleviate the workload of the external endpoint.
2. If the search has not been performed before, our system consults the concept hierarchy (the provided SKOS categorization) to build a focused SPARQL query for each of the keywords. If the hierarchy is too large, we enable the user to specify a category to serve as the top node of the focused search.
 3. Once our system has built the queries, they are posed to the endpoint of DBPedia to perform the actual search. We use ARQ, the Jena SPARQL Processor for this task¹⁶.
 4. When the results are retrieved, they are stored in our Lucene repository to cache them for future searches. We store the information for each separated keyword to maximize the re-usability of the results among searches. When the user has used a category that is not the top node of the search domain, this information is also stored as it modifies the results and makes it only re-usable when the same category is chosen.
 5. Finally, the results (the set of URIs and their associated abstracts) are returned and ranked according to their relevance to the whole set of input keywords. The Lucene repository provides us with relevance measures and ranking on the results according to the keywords provided (taking into account the abstracts of the returned resources).

- jerarquía es demasiado grande, permitimos al usuario especificar una categoría a modo de nodo superior de la búsqueda enfocada.*
3. *Una vez que nuestro sistema construyó las consultas, se le plantean al extremo de DBPedia para realizar la búsqueda en sí. Para esta tarea utilizamos ARQ, el Procesador SPARQL para Jena¹⁶.*
 4. *Cuando se recuperan los resultados, se almacenan en caché en nuestro repositorio Lucene para búsquedas futuras. Almacenamos la información para cada palabra clave por separado a fin de maximizar la capacidad de reutilización de los resultados entre las búsquedas. Cuando el usuario utilizó una categoría que no es el nodo superior del dominio de búsqueda, esta información también se almacena, porque modifica los resultados y la hace reutilizable sólo cuando se elige la misma categoría.*
 5. *Por último, se arrojan los resultados (el conjunto de URI y sus resúmenes asociados) y se clasifican según su relevancia para el conjunto total de palabras clave ingresadas. El repositorio Lucene nos brinda mediciones de relevancia y un ranking de los resultados según las palabras clave proporcionadas (teniendo en cuenta los resúmenes de los recursos arrojados).*

¹⁶ See <<http://jena.apache.org/documentation/query/index.html>>. · Ver <<http://jena.apache.org/documentation/query/index.html>>.

We assume that the results can be cached as the data stored in the DBPedia is in fact quite stable in time: there was a lapse of seven months from the release of version 3.6 of DBPedia to the 3.7 one, and a year between 3.7 and the latest one, 3.8).

After the keyword search, our system also provides the user with a navigational search mechanism which uses the definitions given in the OWL ontology. Once a resource has been selected, our system queries the DBPedia for its actual type and, depending on it, and, using the DL-reasoner and the object definitions in the search domain, obtains further relevant information and is able to suggest related resources. Again, we must refer the reader to Bobed et al. (2013) for further details on the whole search process.

5. Architecture of the system

The system is composed of the two modules (Figure 5).

- A multimodal interface based on an ECA is in charge of sensing and perceiving the different inputs, of generating the system's outputs and the animation of the 3D virtual agents.

The access to DBpedia (SENEDE module), this module analyzes and processes the input information received from the multimodal interface, and it is responsible for generating the appropriate virtual agent's reaction in real-time.

Suponemos que es posible almacenar en caché los resultados dado que los datos almacenados en DBPedia de hecho son bastante estables en el tiempo: hubo un lapso de siete meses entre el lanzamiento de la versión 3.6 de DBPedia y la 3.7, y un año entre la 3.7 y la más reciente, 3.8.

Luego de la búsqueda de palabras clave, nuestro sistema también le ofrece al usuario un mecanismo de búsqueda para navegación que utiliza las definiciones dadas en la ontología OWL. Una vez seleccionado un recurso, nuestro sistema le consulta a DBPedia de qué tipo es y, según este dato, y utilizando el razonador DL y las definiciones del objeto en el dominio de búsqueda, obtiene más información relevante y puede sugerir recursos relacionados. Una vez más, remitimos al lector a Bobed et al. (2013) para conocer más detalles sobre todo el proceso de búsqueda.

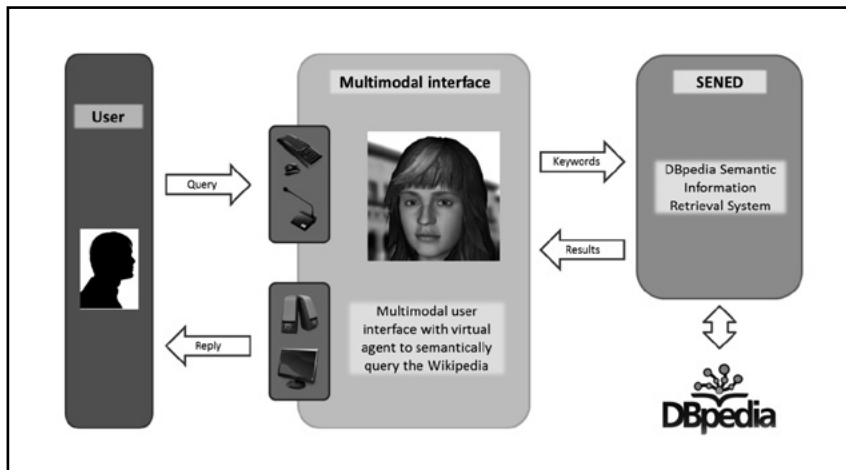
5. Arquitectura del sistema

El sistema está compuesto por dos módulos (ver Figura 5).

- *Una interfaz multimodal basada en un ECA se ocupa de detectar y percibir las diversas entradas de datos, y de generar los resultados del sistema y la animación de los agentes virtuales 3D.*

Este módulo, que constituye el acceso a DBpedia (módulo SENEDE), analiza y procesa la información ingresada recibida de la interfaz multimodal, y se ocupa de generar la reacción adecuada del agente virtual en tiempo real.

Figure 5



VOX. General architecture · VOX. Arquitectura general.

- The GUI

To enable communication, a multimodal WIMP (Windows, Icons, Menus, Pointer) interface has been developed. It supports interaction with the user through different channels: text and voice.

In the interface a 3D agent is incorporated, and for voice communication an automatic speech recognizer has been integrated¹⁷ which uses ABNF (Augmented Backus-Naur Form) grammar¹⁸, and

- *La GUI (interfaz gráfica de usuario)*

Para permitir la comunicación, se ha desarrollado una interfaz multimodal WIMP (Windows, Icons, Menus, Pointer). Admite la interacción con el usuario a través de diversos canales: texto y voz.

En la interfaz, se incorpora un agente 3D, y para la comunicación por voz se integró un reconocedor automático de voz¹⁷ que utiliza la gramática ABNF (Forma de Backus-Naur Aumentada)¹⁸, y un sintetizador de voz¹⁹. Para estimular al agente de voz 3D, se desarrolló un analizador de los símbolos fonéticos X-SAMPA (Alfabeto Fonético Extendido de Métodos de Evaluación del Habla)²⁰ que convierte los símbolos en información fácilmente reconocible para hacer una representación anatómica labial correcta. El analizador léxico y sintáctico se llevó a cabo con JFlex²¹ y CUP²².

El objetivo básico de la interfaz multimodal es facilitar a los desarrolladores la inclusión de los agentes ECA. Un agente ECA está

17 Loquendo ASR, see <www.loquendo.com/es/productos/reconocimiento-de-voz> · Ver <www.loquendo.com/es/productos/reconocimiento-de-voz>.

18 Speech Recognition Grammar Specification v1.0, see <www.w3.org/TR/speech-grammar> · Ver <www.w3.org/TR/speech-grammar>.

19 Loquendo TTS, ver <www.loquendo.com/es/productos/sintetizador-de-voz>.

20 Extended Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet, ver <http://en.wikipedia.org/wiki/Extended_Speech_Assessment_Methods_Phonetic_Alphabet>.

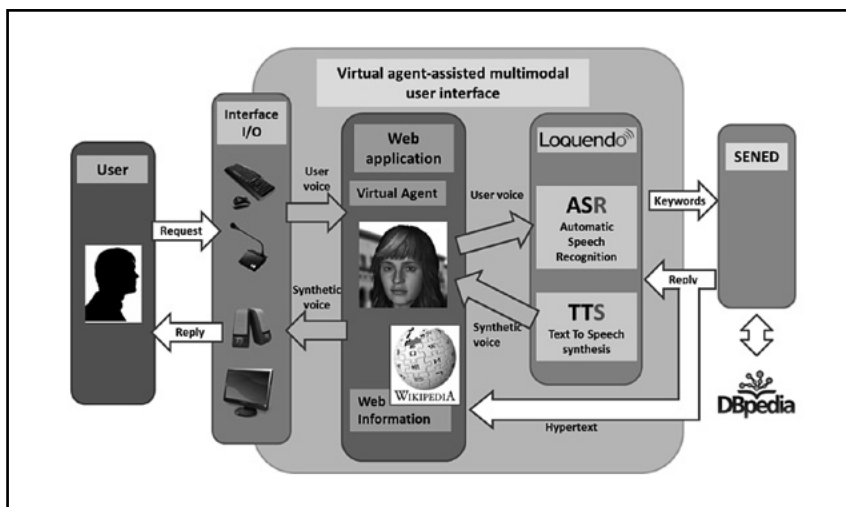
21 Jflex-The Fast Scanner Generator for Java, ver <<http://jflex.de/>>.

22 CUP Parser Generator for Java, ver <<http://www2.cs.tum.edu/projects/cup/>>.

a speech synthesizer¹⁹. To simulate speech 3D agent, an analyzer of the X-SAMPA (Extended Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet) phonetic symbols²⁰ has been developed which converts these symbols into information easily recognizable in order to perform a correct labial anatomical representation. The lexical and syntactic analyzer was performed with JFlex²¹ and CUP²².

The basic aim of the multimodal interface has been to make it easier to developers the inclusion of the ECA agents. An ECA agent is defined by the mesh model, rigged and textures, with basic animations, visemes and expressions (Walwick, 2006). The virtual agent is endowed with the following secondary animations that gradually and automatically modify head movements, visual attention, blink, emotional state (neutral and happiness categories), facial rigging (see Figure 6)

Figure 6



VOX. Multimodal interface Architecture · VOX. Arquitectura de la interfaz multimodal.

definido por el modelo de malla, el rigging y las texturas, con animaciones básicas, visemas y expresiones (Walwick, 2006). El agente virtual está dotado de las animaciones secundarias que se muestran a continuación, que en forma gradual y automática modifican los movimientos de cabeza, la atención visual, el parpadeo, el estado emocional (categorías neutrales y de felicidad), rigging facial (ver Figura 6).

- La GUI en conjunto con el ECA

19 Loquendo TTS, see <www.loquendo.com/es/productos/sintetizador-de-voz>.

20 Extended Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet, see <http://en.wikipedia.org/wiki/Extended_Speech_Assessment_Methods_Phonetic_Alphabet>.

21 Jflex-The Fast Scanner Generator for Java, see <<http://jflex.de/>>.

22 CUP Parser Generator for Java, see <<http://www2.cs.tum.edu/projects/cup/>>.

- The GUI in conjunction with ECA

The shape, appearance and movement of a real human being carry a universal and almost infinite complexity. This project is adequately defining the scope of the models so that they can act as suitable replacements in all situations which fall within the scope of the selected commercial application.

For this, we have considered the following aspects:

- * The shape agent is based on a 3D model.
- * To express its behavior the agent will perform:
 - In the rest position, unconscious movements:
 - » Head
 - » Eyes
 - » Eyebrows
 - » Body
 - In other situations, facial and body gestures related to:
 - » Questions
 - » Emotions
 - » Answers

In order for it to appear that the agent is talking in each case according to the phonetic transcription that matches what it has to say, it is necessary to synchronize the movement of the mouth and tongue with dialogue (speech

La forma, aspecto y movimiento de un ser humano real conllevan una complejidad universal y casi infinita. Este proyecto está definiendo adecuadamente el alcance de los modelos para que sirvan de reemplazos apropiados en todas las situaciones comprendidas en el alcance de la aplicación comercial seleccionada.

Con este fin, hemos considerado los siguientes aspectos:

- * *El agente de forma está basado en un modelo 3D.*
- * *Para expresar su conducta, el agente va a realizar:*
 - *En la posición de descanso, movimientos inconscientes:*
 - » *Cabeza*
 - » *Ojos*
 - » *Cejas*
 - » *Cuerpo*
 - *En otras situaciones, gestos faciales y corporales relacionados con:*
 - » *Preguntas*
 - » *Emociones*
 - » *Respuestas*

Para que parezca que el agente habla en cada caso según la transcripción fonética que coincide con lo que tiene que decir, es necesario sincronizar el movimiento de la boca y de la lengua con el diálogo (sincronización de voz/labios).

/ lip synch). This involves calculating expression times (decomposition), and the actual animation of the lips or mouth to match the dialogue track.

This requires:

- * Modeling the oral expression associated with each phoneme
 - Lip Phonemes
 - Palatal phonemes
 - Dental phonemes
 - Velar phonemes
 - Alpha uvular phonemes
- * Associated durations
- * To get the full animation account should be taken of:
 - Facial expressions, including oral expression
 - bodily gestural expressions
 - Techniques “morphing” to make transitions between them

The set of graphics libraries that are to be used, corresponding to the standard X3D²³ that provides a system for the generation, storage, search and graphics rendering in real time, are embedded in the applications.

The actual access to DBPedia information is performed by the SENED module (see Figure 7). This module is composed of the following components and supporting technologies:

Esto implica calcular los tiempos de expresión (descomposición) y la animación propiamente dicha de los labios o boca para que coincida con la pista de diálogo.

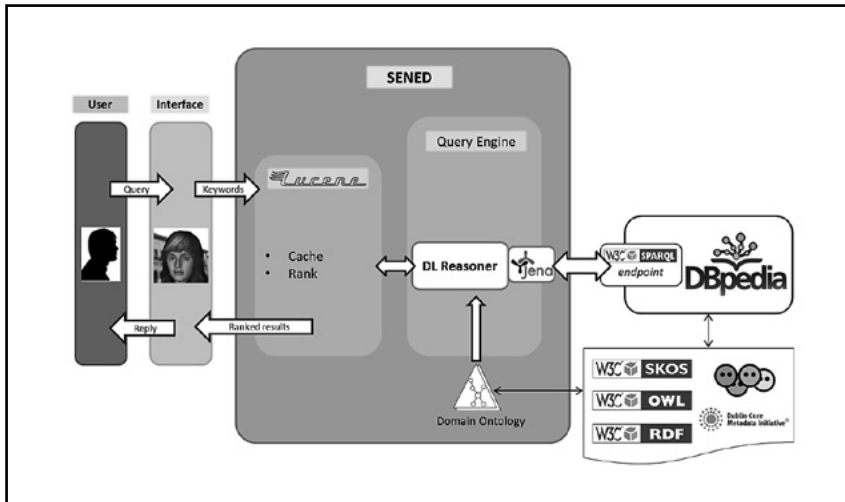
Para esto se requiere:

- * *Modelar la expresión oral asociada a cada fonema*
 - *Fonemas labiales*
 - *Fonemas palatales*
 - *Fonemas dentales*
 - *Fonemas velares*
 - *Fonemas uvulares Alfa*
- * *Duraciones asociadas*
- * *Para conseguir la animación completa se deben tener en cuenta:*
 - *Expresiones faciales, incluyendo expresión oral*
 - *Expresiones corporales gestuales*
 - *Técnicas de “transformación” para hacer transiciones entre ellas*

El conjunto de bibliotecas gráficas que se deben utilizar, correspondientes al estándar X3D²³ que proporciona un sistema para la generación, el

²³ See <<http://www.web3d.org/x3d/>> · Ver <<http://www.web3d.org/x3d/>>.

Figure 7



VOX. Access to DBpedia module · VOX. Acceso al módulo de DBpedia.

- The Lucene²⁴ repository. The benefit of its usage is twofold: the one hand, it provides us with ranking on the retrieved results applying several well-known techniques; on the other, it acts as a cache, alleviating the workload imposed on the external data repositories.

almacenamiento, la búsqueda y la renderización de gráficos en tiempo real, están integrados en las aplicaciones.

El acceso a la información de DBpedia se realiza mediante el módulo SENE (ver Figura 7). Este módulo está constituido por los siguientes componentes y tecnologías compatibles:

- *El repositorio Lucene²⁴. El beneficio de utilizarlo es doble. Por un lado, nos da un ranking de los resultados recuperados aplicando diversas técnicas conocidas; por otro, actúa como un caché, aliviando la carga de trabajo que se le exige a los repositorios de datos externos.*
- *El motor Query Engine. Se ocupa de construir las consultas y plantearlas a los repositorios de datos. Se implementa utilizando el OWL API²⁵, que permite adjuntar fácilmente distintos razonadores DL (siempre y cuando implementen las interfaces obligatorias), y Jena²⁶ (en particular, el módulo ARQ), para acceder a los repositorios de datos.*

24 See <<http://lucene.apache.org>> · Ver <<http://lucene.apache.org>>.

25 Ver <<http://owlapi.sourceforge.net/>>.

26 Ver <<http://jena.apache.org/>>.

- The Query Engine. It is in charge of building the queries and posing them to the data repositories. It is implemented using the OWL API²⁵, which allows attaching easily different DL-reasoners (provided that they implement the mandatory interfaces), and Jena²⁶ (in particular, the ARQ module), to access the data repositories.
 - * As DL-reasoner, we have used Pellet (Sirin et al., 2007) and HermiT (Motik et al., 2009) indistinctly (both are compatible with the OWL API).
- The Domain Ontology has to be in OWL²⁷, and we have used Protegé²⁸, an ontology editor and knowledge-base framework, to edit and annotate it with the information needed to define the search domain in a proper way.
- Finally, the DBPedia is stored in a Virtuoso repository, which is a RDF²⁹ repository which provides access to the stored data via an SPARQL endpoint. SPARQL³⁰ is the W3C standard language for querying RDF graphs, and we used the methods provided by Jena, once we had built the appropriate queries in SPARQL, to pose them to the final endpoints and access the actual data.

The following Figure 8 shows a picture of the prototype system that has been designed

- * *Como razonador DL, utilizamos Pellet (Sirin et al., 2007) y HermiT (Motik et al., 2009) de manera indistinta (ambos son compatibles con el OWL API).*
- *La Ontología del Dominio debe estar en OWL²⁷, y utilizamos Protegé²⁸, un editor de ontologías y marco para bases de conocimiento, a fin de editarlo e incluir anotaciones con la información necesaria para definir correctamente el dominio de búsqueda.*
- *Por último, DBPedia se almacena en un repositorio Virtuoso, que es un repositorio RDF²⁹ que brinda acceso a los datos almacenados a través de un extremo SPARQL. SPARQL³⁰ es el lenguaje W3C estándar para hacer búsquedas en gráficos RDF, y utilizamos los métodos proporcionados por Jena para, una vez que creamos las consultas adecuadas en SPARQL, formularlas a los extremos finales y acceder a los datos reales.*

La Figura 8 muestra una imagen del sistema prototipo diseñado.

25 See <<http://owlapi.sourceforge.net/>>.

26 See <<http://jena.apache.org/>>.

27 See <www.w3.org/TR/owl2-overview/> · Ver <www.w3.org/TR/owl2-overview/>.

28 See <<http://protege.stanford.edu/>> · Ver <<http://protege.stanford.edu/>>.

29 See <www.w3.org/RDF/> · Ver <www.w3.org/RDF/>.

30 See <www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> · Ver <www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>.

Figure 8



VOX. Prototype system · VOX. Sistema prototipo.

6. Purpose and benefits

Fundamentally, agents-based ontologies are used to improve communications between humans and computers. In our work, the agent is used for searching an information repository for desired resources. As ontology formally represents knowledge as a set of concepts within a domain, and the relationship between pair of concepts, it can be used to support reasoning

6. Objetivo y beneficios

Fundamentalmente, las ontologías basadas en agentes se utilizan para mejorar las comunicaciones entre las personas y las computadoras. En nuestro trabajo, el agente se utiliza para buscar los recursos deseados en un repositorio de información. Dado que la ontología representa formalmente el conocimiento como un conjunto de conceptos dentro de un dominio, y la relación entre un par de conceptos, puede utilizarse para admitir el razonamiento sobre las entidades. Luego podemos construir agentes, mostrando no sólo la información directa solicitada, sino todas las relacionadas.

El beneficio principal de este enfoque es un acceso más veloz a importantes recursos de información, lo que conduce a un uso y reutilización más eficaz de los recursos de conocimiento.

La motivación es mejorar la precisión y/o la capacidad de recordar, además de reducir el tiempo general dedicado a búsquedas.

Nuestro ECA sintético ha sido el resultado de integrar una amplia gama de tecnologías. El éxito de este tipo de productos dependerá de que puedan manejar la integración de estos sistemas con sistemas potentes y económicos.

7. Debates y trabajos futuros

Hemos presentado un marco para brindar conocimiento semántico a un Agente Conversacional Personificado que aprovecha el conocimiento provisto por la Iniciativa Linked Data, para ayudar a los usuarios en el proceso de búsqueda de

about entities. Then we can build agents, showing not only direct information requested, but everything that is related.

The chief benefit of this approach is faster access to important information resources, which leads to more effective use and reuse of knowledge resources.

The motivation is to improve precision and/or recall as well as reduce the overall amount of time spent searching.

Our synthetic ECA has been the result of integrating a wide range of technologies. The success of this kind of product will depend on being able to manage the integration of these systems into powerful and cheap systems.

7. Discussions and future work

We have presented a framework to provide of semantic knowledge to an Embodied Conversational Agent that exploits the knowledge provided by the Linked Data Initiative, to help users within the search information process. The properties of the proposal are based on the power of the technological elements involved.

In the future, we intend to consider, for our VOX system, fuzzy neural techniques in decision-making engines in order to add self-learning capabilities on the basic of the experience. The elements in its working memory, therefore, will not only be the predefined rules, but also the set of automatically self-learned decision rules. That way, the virtual agent will replicate human behavior much more accurately.

información. Las propiedades de la propuesta se basan en el poder de los elementos tecnológicos involucrados.

En el futuro, es nuestra intención considerar, para nuestro sistema VOX, las técnicas neuronales difusas en los motores de toma de decisiones para agregar funciones de autoaprendizaje sobre la base de la experiencia. Así, los elementos de su memoria de trabajo serán no sólo las reglas predefinidas sino también el conjunto de reglas sobre decisiones autoaprendidas automáticamente. De ese modo, el agente virtual replicará la conducta humana con mucha más precisión.

Existen muchas variaciones interesantes para el escenario descrito anteriormente. Con nuestro aporte, esperamos extender el repertorio de diseños con este tipo de agentes a la comunidad general y ser una inspiración para alcanzar sistemas de información más creativos y útiles.

El ciberespacio caracterizado por “la Internet de las cosas” exigirá esfuerzos a los agentes para ser aceptados como componentes de software útiles, que utilizan métodos de grandes datos, en dominios de aplicaciones dedicadas tales como entornos públicos, hogares, educación, juegos, tutor teleasistente y productos básicos de otros sectores útiles en el mundo real.

En nuestra implementación, las siguientes áreas no están siendo exploradas lo suficiente, si acaso:

- *El rol del proceso de comunicación del tipo; saludos, despedidas, comentarios, oraciones de respaldo, preguntas, entonaciones, todo lo que hace amigable a la comunicación humana.*
- *Inversiones en el desarrollo de metodologías tales como la cognición, la planificación de conductas, la adaptabilidad*

Many interesting variations exist for the above scenario. With our contribution, we hope to increase the repertoire of designs with this kind of agent to the wider community and to inspire the creation of more creative and useful information systems.

The cyberspace characterized by “The Internet of things” will require efforts to the agents being accepted as useful software components, using big data methods, in dedicated applications domains such as public environments, homes, education, games, teleassistant tutor ... and commodity products from other sectors useful in the real world.

In our actual implementation, the following areas have not been explored sufficiently, if at all:

- The role of communication process of the type; greetings, farewells, comments, supporting sentences, questions, intonations... everything that makes human communication friendly.
- Investments into the development of methodologies such as cognition, behavior planning, adaptability to one or more tasks by automatic recognition of user needs with dynamic configuration or extensibility, functional safety, reliability, fault-tolerance. In summary a systemic approach to the development processes of such complex cognitive embodied conversational agents is needed, including integration with informational systems.

a una o más tareas mediante el reconocimiento automático de las necesidades del usuario con configuración dinámica o extensibilidad, seguridad funcional, confiabilidad, tolerancia a fallas. En resumen, es necesario un enfoque sistémico de los procesos de desarrollo de estos agentes conversacionales personificados tan complejos, incluyendo integración con sistemas de información.

Bibliography · Bibliografía

- Baader, F., D. Calvanese, D.L. McGuinness, D. Nardi, and P.F. Patel-Schneider. 2003. *The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Baldassarri, S., E. Cerezo, and F.J. Seron. 2008. "Maxine: A platform for embodied animated agent". *Computer&Graphics*, N° 32.
- Berners-Lee, T., J. Hendler, and O. Lassila. 2001. "The Semantic Web". *Scientific American*, Vol. 284, N° 5, mayo.
- Berry, D., L. Butter, and F. de Rossi. 2005. "Evaluating a realistic agent in an advised-giving task". *International Journal in Human-Computer Studies*, N° 63.
- Beun, R.J., E. de Vos, and C. Witteman. 2003. "Embodied conversational agents: Effects on memory performance and anthropomorphisation", mimeo.
- Bizer, C., J. Lehmann, G. Kobilarov, S. Auer, C. Becker, R. Gyaniak, and S. Hellmann. 2009a. "DBPedia. A Crystallization Point for the Web of Data". *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, Vol. 7, N° 3.
- Bizer, C., T. Heath, and T. Berners-Lee. 2009b. "Linked Data. The Story So Far". *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, Vol. 5, N° 3.
- Bobed, C., G. Esteban, and E. Mena. 2013. "Enabling Keyword Search on Linked Data Repositories: An Ontology-Based Approach". *International Journey of Knowledge-Based and Intelligent Engineering Systems (KES Journal)*, in press.
- Cassell, J. 2001. "Embodied conversational agents: representation and intelligence in user interface". *AI Magazine*, Vol. 22, N° 3.
- Cassell, J., J. Sullivan, S. Prevost, S., and E. Churchill, E. (eds.). 2000. *Embodied Conversational Agents*. Cambridge, Mass. MIT Press.
- Cerezo, E., S. Baldassarri, I. Hupont, and F.J. Seron. 2008. "Affective Embodied Conversational Agents for Natural Interaction". *Affective Computing*. Jimmy Or (ed). Viena. I-TECH.
- Garcia, A. and C. Lamsfus. 2005. "An e-learning platform to support vocational training centers on digital security training with virtual tutors and graphical spatial metaphors". *Proceeding of the IADAT-e2005, International Conference on Education*.
- Graesser, A., P. Chipman, B. Haynes, and A. Onley. 2005. "AutoTutor: an intelligent tutoring system with mixed-initiative dialogue". *IEEE Transactions on Education*, Vol. 48, N° 4.

- Gruber, T.R. 1995. "Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing". *International Journey of Human-Computer Studies*, Vol. 43, N° 5-6.
- Kipp, M., H. Kerstin H., A. Ndiaye, and P. Gebhard. 2006. "Evaluating the tangible interface and virtual characters in the interactive COHIBIT exhibit". Proceeding of the *International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA'06)*. Heidelberg. Springer-Verlag.
- Lester, J.C., S.G. Towns, and P.J. Fitzgerald. 1999. "Achieving affective impact: visual emotive communication in lifelike pedagogical agents". *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, N° 10.
- Leuf, B. and W. Cunningham. 2001. *The Wiki Way: Quick Collaboration on the Web*. Reading, Mass. Addison-Wesley Professional.
- Marsella, S.C., W.L. Jhonson, and C. LaBore. 2000. "Interactive pedagogical drama". Proceeding of the *4th International Conference on Autonomous Agents*.
- Marsi, E. and F. van Rooden. 2007. "Expressing uncertainty with a talking head in a multimodal question-answering system", *Actas de Workshop on Multimodal Output Generation (MOG 2007)*. Aberdeen.
- Mignonneau L. and C. Someuerer. 2005. "Designing emotional, metaphoric, natural and intuitive interfaces for interactive art, edutainment and mobile communications". *Computer&Graphics*, N° 29.
- Motik, B., R. Shearer, and I. Horrocks. 2009. "Hypertableau Reasoning for Description Logics". *Journal of Artificial Intelligence Research*, Vol. 36, N° 1.
- Nass, C., J. Steuer, and E.R. Tauber. 1994. "Computers are social actors". *CHI 94: Proceeding of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM Press.
- Ortiz, A., I. Aizpurua, and J. Posada. 2003. "Some techniques for avatar support of digital storytelling systems". Proceeding of the *TIDSE03: Technologies for Interactive Digital Storytelling and Entertainment*.
- Reeves, B. s/f. "The Benefits of Interactive Online Characters". Stanford University. At <http://noahx.com/resources/CSLI_Stanford_Study.pdf>.
- Rieger, T. 2003. "Avatar gestures". *Journal of Winter School of Computer Graphics*, Vol. 11, N° 2.
- Serenko, A. 2008. "A model of user adoption of interface agents for email notification". *Interacting with Computers*, Vol. 20, N° 4-5.

- Serenko, A., N. Bontis, and B. Detlor. 2007. "End-user adoption of animated interface agents in everyday work applications". *Behaviour and Information Technology*, Vol. 26, N° 2.
- Shadbolt, N., W. Hall, and T. Berners-Lee. 2006. "The Semantic Web Revisited". *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 21, N° 3.
- Sirin, E., B. Parsia, B. Cuenca-Grau, A. Kalyanpur, and Y. Katz. 2007. "Pellet: A Practical OWL-DL Reasoner". *Journal of Web Semantics*, Vol. 5, N° 2.
- Van Mulken, S., E. André, and J. Müller. 1988. "The persona effect: How substantial is it?", *HCI 98: Proceeding of the HCI on People and Computers XIII*. Londres. Springer-Verlag.
- Völkel, M., M. Krötzsch, D. Vrandečić, H. Haller, and R. Studer. 2006. "Semantic Wikipedia". Proceeding of the *15th International Conference on World Wide Web (WWW'06)*. Edimburgo.
- Walwick, D. 2006. *Animating Facial Features & Expressions*. Hingham, Mass. Charles River Media.
- Yuan, X. and S. Chee. 2005. "Design and evaluation of Elva: an embodied tour guide in an interactive virtual art gallery". *Computer Animation and Virtual Worlds*, N° 16.

Evaluation of the use of virtual reality simulators to teach Physics

Avaliação do uso de simuladores com realidade aumentada para o ensino e a aprendizagem da Física

Luciano Santos <lfons@isep.ipp.pt>

Paula Escudeiro <pmo@isep.ipp.pt>

Carlos Vaz de Carvalho <cmc@isep.ipp.pt>

GILT - Graphics, Interaction and Learning Technologies

Instituto Superior de Engenharia do Porto - Instituto Politécnico do Porto

Keywords

Virtual Reality · Haptic Systems · Evaluation · Simulation · Educational Games

Palavras-chave

Realidade Virtual · Sistemas Hápticos · Avaliação · Simulações · Jogos Educativos

Abstract¹

Experiential learning proposes to use concrete experiences as a basis for observation, reflection and abstract conceptualization. This way the construction of knowledge is enhanced because the theoretical concepts are applied in real or near-real contexts. However, it is not always possible to recreate in a laboratory the actual conditions of an experience or situation. The use of synthetic environments that reproduce these real contexts or simulate others that do not even exist are, more and more, effective alternatives. Virtual Reality (VR) and/or Augmented Reality (AR) offer ways to increase the user's immersion in these environments. This is for example the case with haptic devices—a sensory tactile interface between a human and a computer. In this article, we describe a methodology for integrating these environments in educational settings, providing new and innovative learning methods. Equally important is to ensure the effectiveness of this methodology through a rigorous and consistent evaluation process like QEF - Quantitative Evaluation Framework.

1. Introduction

The idea of experiential learning, introduced by Kolb (1984), proposes that concrete experiences provide the basis for reflection, observation and abstract conceptualization. Bruner (1962) and Silverman (1970) emphasize the importance of experimenting to acquire and consolidate knowledge because the theoretical concepts are applied in real or near-real contexts.

Resumo¹

A aprendizagem experiencial propõe a utilização de experiências concretas como base para a observação, reflexão e conceptualização abstrata. Desta forma, a construção do conhecimento sai reforçada porque os conceitos teóricos são aplicados em contextos reais ou quase-reais. No entanto, nem sempre é possível recriar em laboratório as condições reais de uma experiência ou situação. A utilização de ambientes sintéticos que reproduzem esses contextos reais ou simulam outros que nem sequer existem proporcionam formas eficazes de substituição desses contextos. As tecnologias de Realidade Virtual (RV) e/ou Realidade Aumentada (RA) oferecem formas de aumentar a imersão do utilizador nesses ambientes. Esse é, por exemplo, o caso dos dispositivos hápticos —uma interface tátil sensorial entre uma pessoa e um computador. Neste artigo, descrevemos uma metodologia para integrar esses ambientes em contextos educativos, proporcionando novos e inovadores métodos de aprendizagem. Igualmente importante é assegurar a eficácia dessa metodologia através de um processo de avaliação rigoroso e sistemático, assegurado aqui pela utilização do QEF - Quantitative Evaluation Framework.

¹ This work was supported in part by projects ALFA-GAVIOTA (EUROPAID DCI-ALA/19.09.01/10/21526/245-654/ALFA 111) and LLP KA3 Segan (519332-LLP-1-2011-1-PT-KA3- KA3NW) · Este trabalho foi suportado em parte pelos projectos ALFA-GAVIOTA (EUROPAID DCI-ALA/19.09.01/10/21526/245-654/ALFA 111) e LLP KA3 SEGAN (519332-LLP-1-2011- 1-PT-KA3-KA3NW).

However, this is not always possible due to the nature of the concepts to be taught or due to social, economic or ethical reasons. In such cases, simulation environments can be great learning tools because they allow replicating real contexts or they provide training situations that occur in very specific circumstances.

The use of Virtual Reality (VR) for learning environments has been a research issue in recent years. When these environments are merged with advanced interaction technologies such as haptic devices—a tactile interface between a person and a computer—highly realistic and immersive environments are created. In fact, these environments have been used successfully in courses in computer science, economics, politics, health, environment, education and tourism (Sourin et. al, 2006; Castronova, 2001; Cox, 1999; Cooper, 2007; Hofstede and Pedersen, 1999; Cabanero-Johnson and Berge, 2009; Orfinger, 1998).

With these interfaces, VR becomes experiential: “We inhabit a multi-sensory space. Physically and perceptually we become involved in the experience and feel a sense of presence in the virtual world because we are immersed in a sensory flow of high bandwidth” (Zeltzer, 1990).

This article describes a methodology for integrating these environments in education, providing new and innovative learning methods and is therefore a contribution to the analysis and evaluation of these environments for educational purposes.

1. Introdução

A noção de aprendizagem experiencial, introduzido por Kolb (1984), propõe que as experiências concretas fornecem a base para a reflexão, observação e conceptualização abstracta. Bruner (1962) e Silverman (1970) reforçam a importância de agir e experimentar para adquirir e consolidar o conhecimento porque os conceitos teóricos são aplicados em contextos reais ou quase-reais. No entanto, isso nem sempre é possível, devido à natureza dos conceitos a serem ensinados ou devido a razões económicas, éticas ou sociais. Nesses casos, os ambientes de simulação podem ser excelentes ferramentas de aprendizagem, pois permitem replicar contextos reais ou fornecer situações de treino que ocorrem em circunstâncias muito específicas.

O uso da Realidade Virtual (RV) para ambientes de aprendizagem tem sido uma questão em investigação nos últimos anos. Quando esses ambientes são mesclados com tecnologias avançadas de interação, como dispositivos hápticos –uma interface tátil, sensorial entre uma pessoa e um computador– são criados ambientes altamente realistas e imersivos. De facto, estes ambientes já foram utilizados com sucesso em cursos de ciências da computação, economia, política, saúde, meio ambiente, formação e turismo (Sourin et. al, 2006; Castronova, 2001; Cox, 1999; Cooper, 2007; Hofstede and Pedersen, 1999; Cabanero-Johnson and Berge, 2009; Orfinger, 1998).

Com estas interfaces, a RV torna-se experiencial: “Habitamos um ambiente multi-sensorial espacial. Estamos fisicamente e perceptivelmente envolvidos na experiência e sentimos uma sensação de presença dentro do mundo virtual porque estamos imersos num fluxo sensorial de grande largura de banda” (Zeltzer, 1990).

2. Experiential learning with virtual environments

An important component of reality perception is the sense of touch. Haptic means “related to touch” and refers to the study of the parameters of touch, pressure, vibration, texture and other related characteristics. Haptic systems simulate these parameters by enhancing the sense of presence and immersion in virtual environments. Different types of device provide haptic interaction with a hand, arm or even the whole body and are used in diverse areas like games, medicine, robotics and art.

In VR systems with a haptic component, the user explores using the natural movements of the body in order to view, manipulate and explore the data in real time applications spanning the intuitive knowledge of the physical world to dominate the virtual world.

For learning, the use of these resources is innovative, creative and supports the transfer of knowledge. In recent years there has been a rapid growth in the number and types of haptic devices and virtual reality applications that use them (Jones, 2005). However, the use of these devices for learning, especially in the field of science, is still scarce (Nam and Shafieloo, 2006). Hence the need to strengthen the study and research on the effectiveness and efficiency of these environments for educational purposes.

The proposed methodology of experiential learning in virtual environments with a haptic component is based on a learning cycle with three steps: experience, reflection and learning. Students are taken to reflect on the consequences of their actions and activities and ultimately to relate their findings to the theoretical concepts underlying the experience. According to Dewey this can be expressed as: experience + reflection = learning (Dewey, 1938).

Este artigo descreve uma metodologia para integrar esses ambientes na educação, proporcionando novos e inovadores métodos de aprendizagem e é, portanto, uma contribuição para a análise e avaliação desses ambientes para fins educativos.

2. Aprendizagem Experiencial com Ambientes Virtuais

Um componente importante da percepção da realidade é o sentido do tacto. O termo háptico significa “em relação ao toque, toque” e refere-se ao estudo dos parâmetros do toque, da pressão, da vibração, da textura e outras características tácteis. Os sistemas hápticos permitem simular a sensação de tacto, força, peso, formas e texturas reforçando a imersão e sensação de presença em ambientes virtuais. Diferentes tipos de dispositivos hápticos proporcionam interacção com a mão, braço ou até o corpo todo sendo usados em áreas diversas como os jogos, a medicina, a robótica e a arte.

Nos sistemas de RV com componente háptica, o utilizador explora usando todos os seus sentidos, com os movimentos naturais do corpo de forma a visualizar, manipular e explorar os dados em aplicações de tempo real transpondo o conhecimento intuitivo do mundo físico para dominar o mundo virtual.

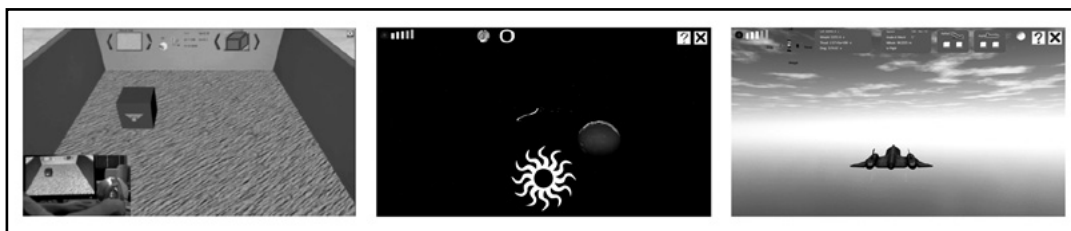
Para a aprendizagem, o uso destes recursos é inovador e criativo enquanto suporte da concepção e transmissão de conhecimentos em particular na área da compreensão dos fenómenos e leis da Física.

Nos últimos anos registou-se um rápido crescimento no número e tipos de dispositivos hápticos e das aplicações de realidade virtual que os utilizam (Jones, 2005). No entanto, a utilização destes dispositivos para

For this purpose we developed the *Forces of Physics* platform, which incorporates a set of simulations using virtual reality environments and haptic devices in order to reinforce learning:

- **Aerodynamics:** The phenomenon under study is the movement of air and the behavior that produces in certain objects, like the wings of a plane. Aerodynamics establishes the relationship between the four forces which at any given time are applied to a flying object. The simulator interface shows a P-38 Lightning aircraft subject to these forces. The user can act on the speed and angle of attack and observe, in the haptic device, the consequences (force variation) of these changes.
- **Friction:** a second simulation covers friction forces, i.e. forces that are created whenever two contacting surfaces move or attempt to move. The friction that opposes the movement or attempted movement is dependent on both the texture of the surfaces and the force exerted on them.
- **Gravity:** A third simulation relates to the forces of attraction between two objects. In our case, the simulation shows a planet and the pull effect on a range of asteroids moving close to it, changing both objects' routes.

Figure 1



Forces of Physics simulations - Simulações da aplicação Forces of Physics.

aprendizagem, particularmente na área da ciência, ainda é escassa (Jones, 2005). Daí a necessidade de se reforçar o estudo e investigação sobre a eficácia e a eficiência destes ambientes para fins educativos.

A metodologia proposta de aprendizagem experiencial com ambientes virtuais com a componente háptica é baseada num ciclo de aprendizagem com três etapas: experiência, reflexão e aprendizagem. Os alunos são levados a experimentar, a reflectir sobre as consequências das suas ações e actividades nessa experiência e, finalmente, a relacionar as suas conclusões com os conceitos teóricos subjacentes à experiência. De acordo com Dewey isto pode ser expresso como: experiência + reflexão = aprendizagem (Dewey, 1938).

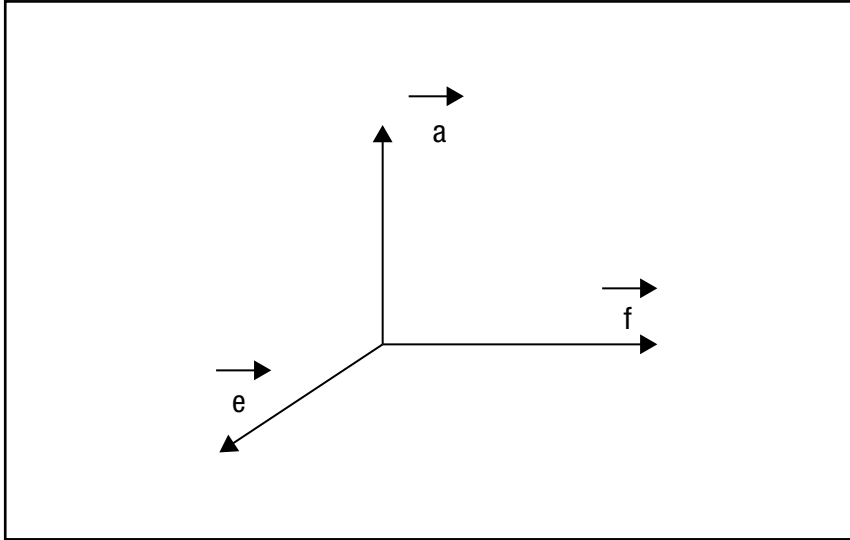
Várias simulações foram desenvolvidas de forma a testar a metodologia de aprendizagem:

- *Aerodinâmica: O fenómeno em estudo é o movimento do ar e o comportamento que produz em determinados objetos, como as asas de um avião. A aerodinâmica estabelece a relação entre as quatro forças que, num determinado momento, são aplicadas a um objecto voador. A interface do simulador mostra um avião P-38 Lightning sujeito a estas forças. O utilizador pode actuar sobre a velocidade*

3. Evaluation methodology

The quality of learning systems supported by technology must be measurable and the objective of the evaluation model should be making this quality visible. The Quantitative Evaluation Framework (QEF) allows quantitative measurement of this quality based on the objectives and principles of software engineering (Pressman, 2001; Bates, 2000). In this model, the spatial quality of digital content is a three-dimensional space (Fig. 2), where each dimension adds a number of factors and each factor adds a set of requirements / quality criteria to determine the performance of the system.

Figure 2



Tridimensional quality space · Espaço de qualidade tridimensional.

e ângulo de ataque e observar, no dispositivo háptico, as consequências (variação da força) dessas alterações.

- *Atrito*: A segunda simulação diz respeito às forças de atrito, ou seja, as forças que são criadas sempre que duas superfícies em contacto se movem ou se tentam mover. O atrito opõe-se a esse movimento ou tentativa de movimento, sendo dependente da textura de ambas as superfícies e da força exercida sobre elas.
- *Gravidade*: A terceira simulação diz respeito às forças de atracção entre dois objectos. No caso, a simulação mostra um planeta e o efeito de atracção que provoca num conjunto de asteróides que se deslocam próximo dele, alterando a sua rota.

[Ver Fig. 1]

3. Metodologia de avaliação

A qualidade dos sistemas de aprendizagem suportada por tecnologia deve ser mensurável e a finalidade do modelo de avaliação correspondente é tornar essa qualidade visível. O modelo Quantitative Evaluation Framework (QEF) permite medir quantitativamente essa qualidade tendo como base estruturante os objectivos, princípios e acções da engenharia de software (Pressman, 2001; Bates,

The proposed dimensions for this quality space are:

- The Technical Domain reflects the operational aspects of the digital learning environment. This dimension involves, among others, the following factors: learning objects, management of user data, adaptability, technical, administration, content management, etc.
- The Ergonomic Domain handles conditions that directly affect a work situation in their technical, ergonomic and social vectors: learning environment, usability, architecture of the screen, audio, interactivity, text, etc.
- The Pedagogical Domain approaches the educational process. Learning is determined by several factors involving the inter-relationship between subject and object. In this context, assessment is a tool in teaching practice, which allows one to check which technological procedures are valid in the pursuit of educational goals, by adding the cognitive, affective, psychomotor factors as expressed in Bloom (1983) and Bloom and Krathwohl (1964).

The distance between what a digital learning environment is supposed to do and what was measured in this space allows assessing its quality. The quality Q of a particular digital educational environment represents the relative distance to an ideal hypothetical value (1,1,1). To validate each system the

2000). Neste modelo, o espaço de qualidade dos conteúdos digitais é um espaço tridimensional (Fig. 2), em que cada dimensão agrega um conjunto de factores e em que cada factor agrega um conjunto de requisitos/critérios de qualidade relativamente aos quais interessa determinar o grau de desempenho do sistema. As dimensões propostas para este estudo de qualidade são: Domínio Técnico, Domínio Ergonómico e Domínio Pedagógico.

- *O Domínio Técnico reflecte os aspectos operacionais do ambiente educativo digital. Esta dimensão agrega, entre outros, os seguintes factores: objectos de aprendizagem, gestão de dados do utilizador, adaptabilidade, aspectos técnicos, administração, gestão de conteúdo.*
- *O Domínio Ergonómico trata das condições que afectam directamente uma situação de trabalho nos seus aspectos técnicos, ergonómicos e sociais: ambiente de aprendizagem, usabilidade, arquitectura de ecrã, áudio, interactividade, texto.*
- *O Domínio Pedagógico aborda o processo pedagógico e o critério de aprendizagem. A aprendizagem é determinada por diversos factores que implicam a inter-relação entre o sujeito e o objecto. Neste contexto, a avaliação é um instrumento, na prática pedagógica, que permite verificar quais os procedimentos tecnológicos válidos na prossecução dos objectivos educacionais, agregando os factores cognitivo, afectivo, psicomotor tal como expresso em Bloom (1983) and Bloom and Krathwohl (1964).*

relative importance of each factor for each dimension must be defined:

$$\text{Dimension } i = \sum_n (p_n \cdot \text{factor}_n), \sum_n (p_n) = 1 \text{ and } p_n \in [0,1]$$

Being n the number of relevant factors for a certain dimension, each factor is evaluated by:

$$\text{Factor } n = \frac{1}{\sum_m pr_m} \cdot \sum_m (pr_m \cdot pc_m)$$

Being m the number of relevant criteria for that factor, pr_m the weight of criteria m and pc_m the percentage of fulfillment of m . The global deviation of the system in relation to the ideal system will be calculated by the Euclidian distance:

$$D = \sqrt{\sum_j \left(1 - \frac{Dim_j}{100}\right)^2}$$

And the system quality will be:

$$Q = 1 - \frac{D}{\sqrt{n}}, Q \in [0,1] \quad \text{or} \quad q = 1 - \frac{D}{\sqrt{n}} * 100, q \in [0,100]$$

Therefore, the quality of a system is a measurement of the distance between the proposed or ideal system and the actual system (Fig. 3).

A qualidade do ambiente educativo digital é medida em função do seu enquadramento, do contexto e da finalidade do sistema. Estes elementos determinam os vectores sobre os quais interessa avaliar o desempenho. A distância entre aquilo que o ambiente educativo digital faz e o que seria suposto fazer, medida no nosso espaço, permite avaliar a sua qualidade.

A qualidade q , de um determinado ambiente educativo digital, é definida no nosso espaço de qualidade tridimensional, Q , e representa a medida, em valores percentuais, relativamente ao ideal hipotético, I , de valor (1,1,1). É assim a medida do grau de desempenho do ambiente educativo digital, no que respeita às características que se revelam críticas e fundamentais, no ambiente e para o sistema educativo em questão, que nos permite aferir da sua adaptação ao fim para o qual foi concebido.

A qualidade representada nas coordenadas de um determinado sistema deverá ser obtida através da aplicação de um tipo de agregação. Para cada sistema a validar devemos definir as importâncias relativas de cada factor para cada uma das dimensões:

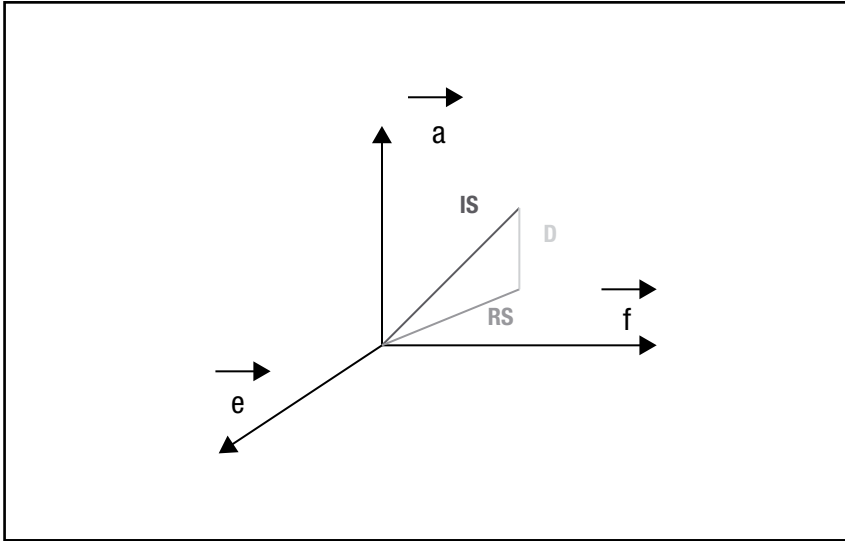
$$\text{Dimensão } i = \sum_n (p_n \cdot \text{factor}_n), \sum_n (p_n) = 1 \text{ e } p_n \in [0,1]$$

Sendo n o número de factores relevantes para a dimensão em causa.

Cada factor é avaliado do seguinte modo:

$$\text{Factor } n = \frac{1}{\sum_m pr_m} \cdot \sum_m (pr_m \cdot pc_m)$$

Figure 3



System quality · *Qualidade do sistema.*

The quality of the system is in inverse proportion to the distance between the ideal system (IS) and the real system (RS).

A qualidade do sistema está na proporção inversa da distância entre o sistema ideal (IS) e o sistema real (RS).

$$\begin{aligned} \text{If } D=0 \text{ Then } Q=1 \\ \text{If } D=\text{maxim}, D_{\text{max}} = \sqrt{n} \text{ Then } Q=0 \end{aligned}$$

Sendo m o número de critérios relevantes para o factor em causa, prm o peso do critério m e pcm a percentagem de cumprimento do critério m. O desvio global do sistema, distância euclidiana, relativamente ao sistema ideal será então dado por:

$$D = \sqrt{\sum_j \left(1 - \frac{Dim_j}{100}\right)^2}$$

E a qualidade do sistema será:

$$Q = 1 - \frac{D}{\sqrt{n}}, Q \in [0,1] \quad \text{ou} \quad q = 1 - \frac{D}{\sqrt{n}} * 100, q \in [0,100]$$

A qualidade de um sistema é uma medida, da distância entre o sistema projectado, ou ideal, e o sistema produzido, ou real (Fig. 3).

O processo de medição da qualidade do sistema obtida desenvolve-se nos seguintes passos:

1º Classificação dos critérios de avaliação

O ambiente educativo digital ideal, que é, para cada caso, a unidade de medida standard, possui uma lista de critérios (necessidades), que indicam aquilo que o sistema deverá estar apto a fazer.

Começa-se por classificar os critérios com um peso entre 0 e 10, de acordo com a relevância do critério: 10- Fundamental; 8 - Muito Importante; 6 - Importante; 4 - Necessário; 0 - Irrelevante.

The process of measuring the quality of the obtained system is developed in the following steps:

1º Classification of evaluation criteria

We begin by classifying the criteria with a weight between 0 and 10, according to the relevance: 10 - Essential; 8 - Very Important; 6 - Important, 4 - Required; 0 - Irrelevant.

2º Classification of the factors for each dimension

For each dimension we define the relative importance of each factor in this dimension. The factor contribution is represented by a real number, P_n

$$\text{Dimension} = \sum_n (p_n \cdot \text{factor}), \sum_n (p_n) = 1 \text{ and } p_n \in [0,1]$$

3º Evaluation of the results

Throughout the validation process we fill up an array of requirements/criteria with the values obtained for the percentage of compliance of tests carried out for each criterion. This matrix will be filled during validation/evaluation. Once completed an automatic calculation of the quality system is done.

4º Calculation of the achieved performance

In addition to the overall quality measure it is also possible to evaluate the system performance in each dimension. This is achieved by looking only at the factors that make up each dimension:

2º Classificação dos factores de cada dimensão

Para cada dimensão define-se a importância relativa de cada factor nessa dimensão. A contribuição do factor é representada por um número real, P_n ,

$$\text{Dimensão} = \sum_n (p_n \cdot \text{factor}), \sum_n (p_n) = 1 \text{ e } p_n \in [0,1]$$

3º Avaliação dos resultados

É fundamental que as validações estejam bem adaptadas aos critérios de modo a darem indicações correctas do bom ou mau desempenho do sistema. Ao longo de todo o processo de validação vai-se preenchendo uma matriz de requisitos/critérios com os valores obtidos para a percentagem de cumprimento dos testes efectuados para cada critério. Essa matriz será preenchida durante o processo de validação/avaliação. Uma vez completada será despoletado um mecanismo automático de cálculo da qualidade do sistema.

4º Cálculo do desempenho atingido por dimensão

Para além da qualidade medida globalmente é também possível avaliar o desempenho do sistema em cada dimensão particular. Este desempenho será obtido olhando somente para os factores que compõem cada uma das dimensões:

$$\text{Factor} = \sum_m (pr_m * pc_m)$$

Sendo o desempenho da dimensão calculado através:

$$\text{Dimensão} = \sum_n (p_n \cdot \text{factor}), \sum_n (p_n) = 1 \text{ e } p_n \in [0,1]$$

$$\text{Factor} = \sum_m (pr_m * pc_m)$$

And the dimension performance is calculated by:

$$\text{Dimension} = \sum_n (p_n \cdot \text{factor}), \sum_n (p_n) = 1 \text{ and } p_n \in [0,1]$$

5º Calculation of the overall deviation

The overall discrepancy will be obtained by Euclidean distance between the coordinates of our system and the ideal system (1,1,1).

$$D = \sqrt{\sum_j \left(1 - \frac{Dim_j}{100}\right)^2}$$

6º Calculation of system quality

System quality will be calculated by:

$$Q = 1 - \frac{D}{\sqrt{n}}, Q \in [0,1] \quad \text{or} \quad q = 1 - \frac{D}{\sqrt{n}} * 100, q \in [0,100]$$

We can say that the quality of the system is **q%**, which means that the system meets **q%** of the purpose for which it was developed.

5º Cálculo do desvio global

O desvio global será obtido através da distância euclidiana entre as coordenadas do nosso sistema e as do sistema ideal (1,1,1).

$$D = \sqrt{\sum_j \left(1 - \frac{Dim_j}{100}\right)^2}$$

6º Cálculo da qualidade do sistema

A qualidade do sistema será calculada por:

$$Q = 1 - \frac{D}{\sqrt{n}}, Q \in [0,1] \quad \text{or} \quad q = 1 - \frac{D}{\sqrt{n}} * 100, q \in [0,100]$$

Podemos dizer que a qualidade do sistema é de **q%**, o que quererá unicamente dizer que o sistema cumpre em **q%** o fim para o qual foi desenvolvido.

4. Conclusão

O aumento da utilização de dispositivos de RV e a redução do seu preço está a reflectir-se na expansão do seu uso, inclusivamente para fins educacionais. No entanto, ainda não se atingiu um ponto em que essa utilização seja sistemática, pelo que é necessário continuar a investigar a eficiência e a eficácia desse uso.

Neste artigo justificamos a utilização destes ambientes, em particular com a sensação de imersão e presença reforçados através da utilização de dispositivos hápticos. Apresentamos, em particular, três exemplos de

3.1. Results of the evaluation

The application developed was evaluated by a group of six experts in the field of graphic systems and on their use for educational purposes. Each expert conducted this assessment independently. On average, the use / evaluation time of the platform was 1 hour and 14 minutes. None of the experts needed help to use the platform, whether in terms of access, use, understanding of concepts, connection with the educational objectives, the use of peripheral devices, etc..

In the end each specialist filled out a form of classification criteria (see Annex) which was previously explained to them together with the rating scale to be applied. For each dimension the mean values indicated by the experts were taken, hence obtaining the final classification of the quantitative evaluation:

- Technical dimension: 73.077%
- Ergonomic Dimension: 72.619%
- Pedagogical Dimension: 68.75%
- Overall Rating: 71%

The results are very positive for a first version of the platform. There is a need to better develop the educational component, in particular the connection with other teaching resources to better identify the concepts and definitions underpinning generic experiences.

simulações com fins educativos para a área da Física e uma metodologia de avaliação que permite verificar a sua eficiência. No entanto, garantir a qualidade do que foi feito era um objectivo primordial pelo que foi criado um método que controla essa produção acompanhando o seu desenvolvimento no decurso de todo o ciclo de vida do ambiente educativo digital. O método designado por Quantitative Evaluation Framework é crucial no suporte, validação, avaliação, controlo e garantia de qualidade na criação de um conteúdo educativo digital pois permite prever desvios em relação às especificações iniciais. É importante notar que a medição quantitativa da qualidade dos conteúdos educativos digitais, que este método viabiliza, dá-nos uma perspectiva próxima do nosso sistema de ensino, e de outros similares, no que concerne à avaliação.

É possível afirmar, nesta fase do estudo, que disponibilizando ambientes de RV para os alunos, é possível não só contribuir para a sua educação mas descobrir mais sobre o próprio processo de aprendizagem. Ao mesmo tempo, envolvendo os professores no desenvolvimento dos ambientes de simulação de RV, eles podem orientar o crescimento da tecnologia e influenciar o curso da mudança educacional.

4. Conclusion

The increased use of VR devices and the reduction in their price is reflected in the expansion of their use, even for educational purposes. However, this has not yet reached a point where such use is systematic, so it is necessary to further investigate the efficiency and effectiveness of use.

In this article we justify the use of these environments, particularly with the presence and sense of immersion enhanced by haptic devices. Here, in particular, we showed three examples of simulations for educational purposes in the area of physics. The use of QEF - Quantitative Evaluation Framework allowed its efficiency to be verified and was crucial in the support, validation, evaluation, control and quality assurance in the creation of the simulation platform as it allows deviations from the initial specifications to be predicted.

It is possible to say, at this stage of the study, that providing VR environments for students can not only contribute to their education but allow them to find out more about the learning process itself.

Bibliography · *Bibliografia*

- Bates, A.W. 2000. *Managing Technological Change: Strategies for College and University Leaders*. San Francisco. Jossey-Bass.
- Bloom, B. 1983. *Manual de Avaliação Formativa e Somativa da Aprendizagem*. São Paulo. Pioneira.
- Bloom, B. and D. Krathwohl. 1964. *Taxonomy of Educational Objectives: The Affective Domain & The Cognitive Domain*. New York. David McKay Co Inc.
- Bruner, J. 1962. *On Knowing: Essays for the Left Hand*. Cambridge. Harvard University Press.
- Cabanero-Johnson, P. and Z. Berge. 2009. "Digital natives: Back to the future of microworlds in a corporate learning organization". *The Learning Organization*, Vol. 16, Nº 4.
- Castronova, E. 2001. "Virtual worlds: A first-hand account of market and society on the cyberian frontier". *The Gruter Institute working papers on law, economics, and evolutionary biology*.
- Cooper, T. 2007. "Nutrition game". In *Proceedings of the Second Life education workshop*.
- Cox, B. 1999. "Achieving intercultural communication through computerized business simulation/games". *Simulation & Gaming*, Vol. 30, Nº 1.
- Dewey, J. 1938 *Experience and Education*. New York. Kappa Delta (now Collier).
- Hofstede, G. and P. Pedersen. 1999. "Synthetic cultures: Intercultural learning through simulation games". *Simulation & Gaming*, Vol. 30, Nº 4.

- Jones, M. 2005. "A Comparison of Learning with Haptic and Visual Modalities". *The Electronic Journal of Haptics Research*, Vol. 3, N° 6.
- Kolb, D.A. 1984. *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs. New Jersey. Prentice-Hall.
- Nam, C. and I. Shafieloo. 2006. "Haptic Virtual Environments as a Science Learning Supporting Tool: A Preliminary Study". *Education and Technology*.
- Orfinger, B. 1998. "Virtual science museums as learning environments: Interactions for education". *Informal Learning Review*, Vol. 33, N° 1.
- Pressman, R. 2001. *Software Engineering, a Practitioner's Approach*. 5th ed. McGraw-Hill.
- Silberman, C. 1970. *Crisis in the Classroom*. New York. Random House.
- Sourin, A., O. Sourina, and E. Prasolova-Forland. 2006. "Cyber-learning in cyberworlds," *Journal of Case on Information Technology*, Vol. 8, N° 4.
- Zeltzer, D. 1990. "Virtual Environments: Where Are We Going?". In *Proceedings of the 12th International IDATE (Institut de l' Audiovisuel Telecommunications en Europe) Conference*.

Annex: Evaluation criteria · Anexo: Critérios de avaliação

Factor	Criterion · Critério	Description · Descrição
Dimension: Technical domain · Dimensão: Domínio técnico		
F1: Generalizability <i>Generabilidade</i>	Basic requirements <i>Requisitos básicos</i>	There is a minimum set of technical requirements that allows the use of the application in a large number of systems. <i>Os requisitos técnicos mínimos da aplicação permitem a utilização num grande número de sistemas.</i>
	Installability <i>Instalabilidade</i>	The installation of the application is simple enough to be done by non-experts. <i>A instalação da aplicação é suficientemente simples para poder ser feita por utilizadores não especialistas em Informática.</i>
	Portability <i>Portabilidade</i>	The application can be switched to various environments (OS, device types, etc.). <i>A aplicação pode ser portada para vários ambientes (S.O., tipos de dispositivos, etc.).</i>
	Reliability <i>Confiabilidade</i>	The implementation is stable and executes systematically without failures. <i>A aplicação é estável e executa sistematicamente sem falhas, em qualquer ambiente.</i>
	Maintainability <i>Manutenibilidade</i>	The application is easily updated (bug fixes, performance improvements, new features). <i>A aplicação é facilmente atualizada (correção de erros, melhoria de performance, novas funcionalidades).</i>
F2: Flexibility <i>Flexibilidade</i>	Configurability <i>Configurabilidade</i>	The application is configurable. <i>A aplicação é parametrizável.</i>
	Extensibility <i>Extensibilidade</i>	The application allows the incorporation of new modules and features. <i>A aplicação permite a incorporação de novos módulos e funcionalidades.</i>
	Adaptability <i>Adaptabilidade</i>	The application adapts to the user's profile. <i>A aplicação adapta-se ao perfil do utilizador.</i>
F3: User Management <i>Gestão de utilizadores</i>	Individuality <i>Individualidade</i>	The application identifies each user uniquely. <i>A aplicação identifica cada utilizador de maneira única.</i>
	Permissions <i>Permissões</i>	The application assigns and manages different levels of access permission according to predefined types of users. <i>A aplicação atribui e gere diferentes níveis de permissão de acesso em função de tipos pré-definidos de utilizadores.</i>
	Tracking <i>Tracking</i>	The application monitors and records user actions. <i>A aplicação monitoriza e regista as acções do utilizador.</i>
	Profile <i>Perfil</i>	The application supports the identification of the learning profile of each user. <i>A aplicação suporta a identificação do perfil de aprendizagem de cada utilizador.</i>
	Security and confidentiality <i>Segurança e confidencialidade</i>	The application and user data are subject to protective measures. <i>A aplicação e os dados dos utilizadores são objecto de medidas de protecção.</i>

Factor	Criterion · Critério	Description · Descrição
Dimension: Ergonomic domain · Dimensão: Domínio ergonómico		
F4: Usability <i>Usabilidade</i>	Ease of use <i>Facilidade de uso</i>	The application is fast and intuitive to use, simple and immediate to learn. <i>A aplicação é de aprendizagem rápida e de utilização intuitiva, simples e imediata.</i>
	Functionality <i>Funcionalidade</i>	The application displays all the necessary functions to achieve a specific learning objective efficiently. <i>A aplicação apresenta todas as funções necessárias para atingir, de forma eficiente, um determinado objectivo de aprendizagem.</i>
	Navigability <i>Navegabilidade</i>	The application allows an easy and logical transition between screens. <i>A aplicação permite uma transição fácil e lógica entre os ecrãs da aplicação.</i>
	Consistency <i>Consistência</i>	The application has a consistent user interface (visual, textual, multimedia) and metaphor. <i>A aplicação tem uma interface (visual, textual, multimédia) e metáfora consistentes ao longo de todos os recursos.</i>
	Integrity <i>Integridade</i>	The written or spoken content is simple, readable and free of grammatical and syntactical errors. The concepts and terms used are technically and scientifically correct. <i>O conteúdo escrito ou falado é simples, legível e livre de erros gramaticais e sintácticos. Os conceitos e termos usados são técnica e cientificamente correctos.</i>
	Interactivity <i>Interactividade</i>	The application provides and promotes user action. <i>A aplicação propicia e promove a acção do utilizador.</i>
	Accessibility <i>Acessibilidade</i>	The application allows access for people with physical limitations. <i>A aplicação proporciona formas de acesso a pessoas com limitações físicas.</i>
F5: Immersion <i>Imersão</i>	Visual <i>Visual</i>	The application displays quality graphics and pictures. <i>A aplicação apresenta gráficos e imagens de qualidade e adaptados aos requisitos básicos pré-definidos.</i>
	Audio <i>Áudio</i>	There is an effective contribution of audio resource for understanding and learning. <i>Existe uma contribuição efectiva dos elementos áudio para a compreensão dos recursos e aplicação.</i>
	Videos <i>Vídeos</i>	There is an effective contribution of video elements for understanding and learning. <i>Existe uma contribuição efectiva dos elementos vídeo para a compreensão dos recursos e aplicação.</i>
	Animations <i>Animações</i>	There is an effective contribution of animated elements for understanding and learning. <i>Existe uma contribuição efectiva dos elementos animados para a compreensão dos recursos e aplicação.</i>

Factor	Criterion · Critério	Description · Descrição
Dimension: Ergonomic domain · Dimensão: Domínio ergonómico		
F5: Immersion <i>Imersão</i>	Sensory perception <i>Percepção sensorial</i>	The application is connected to peripherals that act on the sensory capabilities of the user. <i>A aplicação está ligada a periféricos que actuam sobre a capacidade sensorial do utilizador de forma directa, ocultando ou misturando-se com os estímulos sensoriais reais.</i>
	[Cont.] Presence <i>Presença</i>	The application and associated devices transmit the feeling of presence in the virtual environment to the user. <i>A aplicação e os dispositivos associados transmitem ao utilizador a sensação de presença no ambiente virtual.</i>
F6: Support <i>Suporte</i>	Instructions <i>Instruções</i>	The application provides clear, concise, consistent and contextualized instructions in various features. <i>A aplicação apresenta instruções claras, concisas, contextualizadas e consistentes nos vários recursos.</i>
	Feedback <i>Feedback</i>	The application facilitates the correction of use errors, identifies the user's progress and does not require continued external intervention. <i>As mensagens da aplicação facilitam a correcção de erros de uso, identificam o progresso do utilizador, autonomizam o seu trabalho e dispensam a intervenção contínua exterior.</i>
	Documentation <i>Documentação</i>	The application comes with documentation for user support. <i>A aplicação dispõe de recursos adicionais documentais de apoio ao utilizador.</i>
	Assistance <i>Assistência</i>	There is a user support service for special questions. <i>Existe um serviço de apoio ao utilizador para dúvidas especiais.</i>
F7: Socio-cultural <i>Sócio-cultura</i>	Language <i>Língua</i>	The application can be used in different languages. <i>A aplicação pode ser usada em várias línguas.</i>
	Stereotyping <i>Estereotipificação</i>	The application does not contain offensive messages or stereotypes of gender, race, religion or culture. <i>A aplicação não contém mensagens ofensivas ou estereótipos de género, raça, religião ou cultura.</i>
	Violence <i>Violência</i>	The application does not contain content that could incite violence. <i>A aplicação não inclui conteúdo que possa incitar à violência.</i>
	Language <i>Linguagem</i>	The language is suitable for all ages and cultures. <i>A linguagem utilizada é adequada para todas as idades e culturas.</i>
Dimension: Pedagogical domain · Dimensão: Domínio pedagógico		
F8: Resources <i>Recursos</i>	Prerequisites <i>Pre-requisitos</i>	The application clearly identifies the prerequisites required for the user. <i>A aplicação identifica claramente os pré-requisitos pedagógicos exigidos ao utilizador.</i>
	Pedagogical flexibility <i>Flexibilidade pedagógica</i>	The application and its resources support different pedagogic methodologies and different learning objectives. <i>A aplicação e os seus recursos suportam diferentes metodologias pedagógicas e diferentes objectivos de aprendizagem.</i>

Factor	Criterion · <i>Critério</i>	Description · <i>Descrição</i>
Dimension: Pedagogical domain · <i>Dimensão: Domínio pedagógico</i>		
F8: Resources <i>Recursos</i> [Cont.]	Conceptuality <i>Conceitualidade</i>	The application has features that allow the acquisition of theoretical knowledge. <i>A aplicação dispõe de recursos que permitem a aquisição de conhecimento teórico.</i>
	Experimentation <i>Experimentação</i>	The application has features that allow the user to experiment and put the theoretical concepts into practice in a independent or guided way. <i>A aplicação dispõe de recursos que permitem ao utilizador experimentar e aplicar na prática os conceitos teóricos, de forma autónoma ou guiada.</i>
	Evaluation <i>Avaliação</i>	The application has features that allow the user to be evaluated in a formative and / or summative perspective. <i>A aplicação dispõe de recursos que permitem avaliar o utilizador numa perspectiva formativa e/ou sumativa.</i>
F9: Cognition <i>Cognição</i>	Knowledge <i>Conhecimento</i>	The application causes the creation of specific knowledge. <i>A aplicação provoca a evocação de conhecimentos específicos e universais, de métodos e processos, ou de um padrão.</i>
	Understanding <i>Compreensão</i>	The application causes understanding such that the individual knows what is being communicated and can make use of the material or idea being communicated. <i>A aplicação provoca algum tipo de entendimento ou apreensão tal que o indivíduo conhece o que está a ser comunicado e pode fazer uso do material ou ideia que está a ser comunicada.</i>
	Application <i>Aplicação</i>	The application allows the cognitive development so that the user is able to use it in other contexts. <i>A aplicação permite o desenvolvimento cognitivo de tal forma que o utilizador é capaz de utilizar o aprendido noutros contextos.</i>
	Analysis <i>Análise</i>	The application allows the establishment of relationships and organizational principles. <i>A aplicação permite o estabelecimento de relações e princípios de organização sobre o aprendido.</i>
	Synthesis <i>Síntese</i>	The application allows the recognition of patterns. <i>A aplicação permite o reconhecimento de padrões.</i>
	Creation <i>Criação</i>	The application develops in the user the ability to critically evaluate and produce new knowledge. <i>A aplicação desenvolve no utilizador a capacidade de avaliar criticamente e produzir novo conhecimento.</i>
F10: Psychomotor <i>Psicomotricidade</i>	Perception <i>Percepção</i>	The application allows monitoring by the user. <i>A aplicação permite o acompanhamento, por parte do utilizador, dos movimentos a executar.</i>
	Position <i>Posição</i>	The application monitors the movements performed by the user. <i>A aplicação monitoriza a posição assumida pelo utilizador para executar correctamente os movimentos.</i>

Factor	Criterion · Critério	Description · Descrição
Dimension: Pedagogical domain · Dimensão: Domínio pedagógico		
F10: Psychomotor <i>Psicomotricidade</i> [Cont.]	Oriented response <i>Resposta orientada</i>	The application guides the user in the correct execution of movements. <i>A aplicação guia o utilizador na execução correcta dos movimentos.</i>
	Mechanical response <i>Resposta mecânica</i>	The application monitors the correct execution, by the user, of a cycle of movements. <i>A aplicação monitoriza a execução correcta, por parte do utilizador, de um ciclo de movimentos.</i>
	Complex response evident <i>Resposta complexa evidente</i>	The application checks if the user is able to autonomously generate new cycles of movements that lead to the desired results. <i>A aplicação verifica se o utilizador é capaz de autonomamente gerar novos ciclos de movimentos conducentes aos resultados desejados..</i>

From Representation to Digital Fabrication

**Virtual Printing on Real Objects.
Experimentation with Architectural
Language**

**De la representación a la
fabricación digital**

**Impresión virtual en objetos reales.
Experimentación del lenguaje
arquitectónico**

Mónica Inés Fernández <monica.fernandez@ub.edu.ar>

Liliana Bonvecchi <liliana.bonvecchi@ub.edu.ar>

Mabel Brignone <mabel.brignone@comunidad.ub.edu.ar>

Adriana Granero <adriana.granero@comunidad.ub.edu.ar>

Fernando Pérez Losada <fernando.perezlosada@comunidad.ub.edu.ar>

School of Architecture and Urbanism, Universidad de Belgrano (UB)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Belgrano (UB)

Rodolfo Salvatore <rodolfo.salvatore@comunidad.ub.edu.ar>,

School of Engineering, Universidad de Belgrano (UB)
Facultad de Ingeniería, Universidad de Belgrano (UB)

Students who participated in the project
Estudiantes involucrados en el proyecto

**Sergio Cortegoso, Gabriel Bernasconi, Daniel Barros Vinhoza,
Luis Cáceres and Adrián Iacono**

Keywords

Education · Architectural Language · Digital Fabrication · Social Inclusion

Palabras Clave

Educación · Lenguaje Arquitectónico · Fabricación Digital · Inclusión Social

GIDCAD (Spanish acronym for the Research and Teaching Group in Computing Applied to Design), Universidad de Belgrano, School of Architecture and Urbanism.

Laboratories associated under the GAVIOTA project:

labPRa (Spanish acronym for Architectural Project Lab), Universidad de Belgrano, School of Architecture and Urbanism

LAB ATM (Spanish acronym for Automation Lab), Universidad de Belgrano, School of Engineering

Abstract

The development of the applications presented in this article is geared towards three goals: educational options based on the use of technology that promote creative and critical ability and the power to construct knowledge through experimentation; the education of human resources with an emphasis on qualified training and the future exchange of knowledge with an orientation towards the public and/or business sector; and digital inclusion with a social and participative focus, with the goal of printing proposals that promote the experimentation of architectural and urban language onto existing reality. The actions described involve adapting study programs to the use of digital technology and implementing the construction of tooling models of architectural language. These models are applied to digital modeling and to the construction of physical models, as well as alternatives for

***GIDCAD** (Grupo de Investigación y Docencia en Computación Aplicada al Diseño) Universidad de Belgrano, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.*

Laboratorios asociados para el proyecto GAVIOTA:

***labPRa** (laboratorio de PProyecto arquitectónico) Universidad de Belgrano, Facultad de Arquitectura y Urbanismo*

***LAB ATM** (LABoratorio de AuToMatización) Universidad de Belgrano, Facultad de Ingeniería*

Resumen

El desarrollo de las aplicaciones presentadas en este artículo se fundamenta en tres aspectos: opciones educativas basadas en el uso de la tecnología que promuevan la capacidad creativa, crítica y la facultad de construir el conocimiento por medio de la experimentación; formación de recursos humanos enfatizando la capacitación calificada y el intercambio futuro de conocimientos con orientación al sector público y/o empresarial; e inclusión digital participativa y social con el objeto de imprimir sobre la realidad existente propuestas que promuevan la experimentación del lenguaje arquitectónico y urbano. Las acciones descritas conllevan la adaptación de los programas de estudio al uso de la tecnología digital y la implementación de la construcción de modelos instrumentales de lenguaje arquitectónico. Estos modelos aplican a la modelización digital, a la construcción de modelos físicos y alternativas de envolventes arquitectónicas en modelos digitales de presentación virtual y física.

architectural envelopes in digital models featuring both virtual and physical presentations.

Introduction

The transformations that digital technologies have brought about in architecture have emphasized the ornament in the contemporary trend of architectural envelopes. These transformations have had an effect on how architecture is taught, making it necessary for human resources in the field to master these techniques. In the period right before digital technologies appeared, the function of the model mediated by an image had one limitation: it could produce digital models only of unconstructed objects. The challenge consisted in moving towards models of production of architectural objects, exploiting the heuristic dimension of digital images as a creative medium. The subsequent development of these digital systems of representation and conception gradually reduced the distance between the model and the object, bridging the gap between these independent elements.

The applications that are presented are the result of analyzing the intersections between technological availability and ornamental poetry in the configuration of architectural languages in order to study the possibilities for expression and the structuring of a spatial order of the envelopes that results from the genetic dimension of the forms. It is not only about selecting the graphic motifs to be applied in constructed volumes but also about establishing these motifs in spatial or movement operators, utilizing digital technologies applied to design.

Introducción

Las transformaciones operadas en la arquitectura por influencia de las tecnologías digitales otorgaron valor al ornamento en la propuesta contemporánea de las envolventes arquitectónicas. Estas transformaciones tienen un efecto sobre la enseñanza de la arquitectura, que hace necesaria la preparación de recursos humanos para el dominio de estas técnicas. En el período inmediatamente anterior, la función del modelo mediatizado por la imagen tenía como limitación producir sólo modelos digitales de objetos no construidos. El desafío consistía en evolucionar hacia modelos de producción de objetos arquitectónicos, explotando la dimensión heurística de las imágenes digitales como medio creativo. El desarrollo posterior de estos sistemas digitales de representación y concepción fue reduciendo la distancia entre el modelo y el objeto, desdibujando sus respectivas condiciones autónomas.

Las aplicaciones que se presentan resultan de analizar los puntos de convergencia entre disponibilidad tecnológica y poética ornamental en la configuración de los lenguajes arquitectónicos, a efectos de estudiar las posibilidades expresivas y la estructuración de un orden espacial en las envolventes, surgido de la dimensión genética de las formas. No se trata solamente de la selección de motivos gráficos para ser aplicados a los volúmenes edificados, sino de constituir esos motivos en operadores espaciales, o de movimiento, por vía de las tecnologías digitales aplicadas al diseño.

Los ejes principales desde el punto de vista técnico, en el campo instrumental y en el de concreción final de la arquitectura, son los siguientes:

From a technical perspective, the main elements in the tooling field and in the ultimate concretion of the architecture, are the following:

- Seriation and embedding in the transition from the plans to the construction of the space;
- Volumetric definition and urban inclusion;
- Architecture as a support for images reproduced via digital mapping;
- The architectural envelope as a media screen;
- The generation of façades through algorithmic procedures, and
- Virtual printing on real objects.

The application of digital technologies to the treatment of architectural envelopes makes them active, complex and phenomonic, linking them with the new materials. The innovative designs of the limits of the constructed objects constitute the bases of a productive poetic that opens the door for the communicative potential of architectural interfaces. Innovation in architecture is associated with discontinuity and with a break from the traditional responses to usual needs. The importance of digital technologies applied to architecture consists in facilitating open and creative mechanisms at the project level and also from the systems that shape building materiality.

Based on the description above, parametric designs are explored in order to reach a “foldable,” flexible architecture, one that emphasizes the connections among elements. The opening of folds on a surface allows spaces to be created. If we apply these actions to the surfaces to

- *Seriación y encastre en el pasaje del plano a la construcción del espacio;*
- *definición volumétrica e inclusión urbana;*
- *la arquitectura como soporte de imágenes reproducidas mediante mapeados digitales;*
- *la envolvente arquitectónica como pantalla mediática;*
- *la generación de fachadas a partir de procedimientos algorítmicos;*
- *impresión virtual en objetos reales.*

La aplicación de las tecnologías digitales al tratamiento de las envolventes arquitectónicas las convierte en superficies activas, complejas y fenomónicas, vinculadas con los nuevos materiales. Las innovaciones en el diseño de los límites de los objetos edificados constituyen las bases de una poética productiva que abre paso a las potencialidades comunicativas de las interfaces arquitectónicas. La innovación en arquitectura se vincula con la discontinuidad y con la ruptura de las formas tradicionales de respuesta a necesidades habituales. La importancia de las tecnologías digitales aplicadas a la arquitectura consiste en facilitar mecanismos abiertos y creativos, tanto desde lo proyectual como desde los sistemas que hacen a la materialidad constructiva.

En función de lo expuesto, se investiga acerca de los diseños paramétricos, de los que resulta una arquitectura “plegable” y flexible, que enfatiza las conexiones entre elementos. La apertura de pliegues en una superficie permite crear espacios. Si sobre las superficies a diseñar, aplicamos acciones tales, y luego repetimos esas operaciones de manera sistemática a través de técnicas digitales, obtendremos versiones inesperadas de las envolventes arquitectónicas.

be designed and later repeat the operations systematically through digital techniques, we will obtain unexpected versions of architectural envelopes. It is about more than merely coming up with an idea and expressing it: it is about starting a repetitive process that lies on the origin of the meaning that we wish to give it. In addition, whenever we attribute architectural properties to diagrams, introducing parameters of materiality, program and context, we have the possibility of generating architecture prototypes.

Besides, through parametric designs it is possible to integrate creative optimization and fabrication in a single process, deepening the connections between industry, the academic world and professional application. It involves the incorporation of the material variable within the digital design, which adds a new dimension to the conceptual proposals.

In 1908 Adolf Loos wrote “Ornament and Crime,” an essay that fiercely criticized the gratuitous decoration of objects; according to the author, man could free himself from what he considered a burden to society in the future. A century later, digital technologies have surpassed their status as tools, turning themselves into a new architectural substance that belies the criminal side to the ornament. Current architectural designs respond more to criteria of appropriation of context than to issues related to pure performance. Context not only shapes the usefulness of the design but is the very matter of the design. In this framework, it seems possible to add other dynamics for the characterization of envelopes that do not respond to such linear or literal systems for representing movement, or else to incorporate effective movement as an aesthetic variable.

In addition, when applied to the treatment of architectural borders, digital technologies now allow for images, textures,

No se trata únicamente de tener una idea y plasmarla sino de desencadenar un proceso repetitivo que está en el origen del sentido que deseamos otorgarle. Además, toda vez que atribuimos propiedades arquitectónicas a los diagramas, introduciendo parámetros de materialidad, programa y contexto, nos encontramos con la posibilidad de generar prototipos arquitectónicos.

Por otro lado, a través de los diseños paramétricos es posible integrar en un mismo proceso la optimización creativa y la fabricación, profundizando los vínculos entre la industria, el mundo académico y la aplicación profesional. Se trata de la incorporación de la variable material dentro del diseño digital, que agrega una nueva dimensión a las propuestas conceptuales.

En 1908 Adolf Loos escribió el ensayo “Ornamento y delito”, a través del cual manifestó una dura crítica a la decoración gratuita de los objetos y afirmó que en el futuro el hombre podría liberarse de lo que consideraba una carga para la sociedad. Un siglo más tarde, las tecnologías digitales superan su condición de instrumento, convirtiéndose en una nueva sustancia de la arquitectura que desmiente la condición delictiva del ornamento. Los diseños arquitectónicos actuales responden más a criterios de apropiación del contexto que a cuestiones de mera performance. El contexto no sólo configura la utilidad del diseño, sino que es la materia misma del diseño. En este marco, pareciera ser posible sumar otras dinámicas de caracterización de las envolventes que no respondan a sistemas tan lineales o literales de representación del movimiento, o bien incorporar el movimiento efectivo como variable estética.

Por otro lado, las tecnologías digitales aplicadas al tratamiento de los límites arquitectónicos permiten hoy la transferencia de imágenes, texturas, signos gráficos y tipográficos a la materialidad concreta de las envolventes. De este modo, los elementos de cierre o separación de espacios operan según

graphic and typographic signs to be transferred onto the actual materiality of envelopes. This way, the elements that close off or separate spaces operate according to the aesthetic logic of layers, multiplying the possible interpretation levels. As a result, these alterations of the traditional conditions of constructed or projected objects provoke alterations in the language of architecture.

In order to ensure that these ideas are capable of being transformed into solid artifacts, and thus of contributing to the history of constructed architecture, the proposal is to take the tools that allow this to their limit. This helps guide us towards an understanding of the discipline that goes beyond the mere application of technologies. The main objective is geared towards the possibility of the treatment of material surfaces, which define the architectural limits, such as prints, silkscreen, patterns and die cuts in a variety of scales tested previously on the screen. This allows the details that are discovered in these operations to become a language.

The envelope, or outer skin of a building, is one of the fundamental architectural components when it comes to projecting contents on its public image. The mutations that continue to occur in the conception of contemporary architecture now manifest themselves as new kinds of material presentations that make language appear as an innovation. These innovations also involve components that manage the limits through the use of mobile devices, with features to perform virtual printing on real objects, a concept known as augmented reality.

As a result, the analysis and envisioning of alternative models for architectural materialization—models that have resulted from associating digital representation with digital technologies—allow new

la lógica estética de los layers multiplicando los niveles de lectura posibles. Estas alteraciones de las condiciones tradicionales de los objetos edificados o proyectados provocan, consecuentemente, alteraciones en el lenguaje de la arquitectura.

Para lograr que las ideas sean capaces de alcanzar la condición de artefactos sólidos, aportando a la historia de la arquitectura construida, se propone llevar al límite las herramientas que permiten lograrlo, orientando una comprensión de la disciplina que va más allá de la mera aplicación de las tecnologías. El objetivo central se orienta a las posibilidades de tratamiento de las superficies materiales, que definen los límites arquitectónicos, tales como impresiones, serigrafados, estampados, perforaciones, en una multiplicidad de escalas ensayadas previamente ante la pantalla, que permite que los detalles resultantes de estas operaciones se constituyan en lenguaje.

La envolvente, o piel exterior de un edificio, es uno de los componentes arquitectónicos fundamentales al momento de proyectar contenidos en su imagen pública. Las mutaciones que continúan operándose en la concepción de la arquitectura contemporánea se manifiestan ahora en la presencia de nuevas modalidades de presentación materiales que hacen que el lenguaje se presente como innovación. Estas innovaciones involucran además componentes que hacen la gestión de los límites a partir del uso de dispositivos móviles en función de operaciones de impresión virtual en objetos reales, conocidas como realidad aumentada.

En consecuencia, el análisis y proyección de modelos alternativos de materialización arquitectónica, surgidos de la asociación de medios de representación con tecnologías digitales, permite generar nuevas imágenes de los escenarios urbanos, como respuesta social del espacio público de la ciudad contemporánea.

images of urban settings to be generated as a social response to the public space in the city of today.

Methodology

The aim of the research was to come up with cognitive integration strategies that would help foster creativity, critical assessment and experimentation through constructive models and simulation, with a view to training human resources.

The proposed experience contemplates the revaluation, growth and development of a new language that merges cognitive and productive aspects of virtual models and of industrial and architectural objects. It also looks forward to actions that allow for dissemination and distance training in order to expand the physical limits of the network. Three working areas were defined for this experience and although each is presented separately, there is constant overlap among them and their dynamics are integrated.

The academic units dedicated to the lab experiences were Architecture and Engineering. The applications were completed with equipment acquired specifically for the project and installed at the lab: a laser engraver, a CNC router, projectors, Kinect, and Rhino modeling software; at the same time, human resources were trained. These instruments and their applications allowed for parametric design, the use of algorithms and later, connection with output devices that accompany the digital fabrication process. Other applications were also done such as simulations, mixed realities, projections and recognition of surroundings through projectors and receivers.

Metodología

La investigación llevada a cabo tiene como finalidad plantear estrategias de integración cognitivas que permitan, a través de los modelos constructivos y de la simulación, promover la creatividad, la crítica y la experimentación, con el propósito de la formación de recursos humanos.

La experiencia propuesta contempla la revalorización, el crecimiento y el desarrollo de un nuevo lenguaje que fusione los aspectos cognitivos y productivos de los modelos virtuales, así como de los objetos industriales y arquitectónicos. Previendo, además, acciones que permitan la difusión y capacitación a distancia, con la finalidad de expandir los límites físicos de la misma red. Para el desarrollo de la experiencia se han determinado tres ejes de trabajo que, aunque se presenten separadamente, se entrecruzan constantemente y sus dinámicas funcionan de manera integrada.

Las unidades académicas dedicadas a las experiencias de laboratorio son Arquitectura e Ingeniería. Las aplicaciones se llevan a cabo con equipos adquiridos específicamente para el proyecto e instalados en el laboratorio: pantógrafo láser, router CNC, proyectores, Kinect; operación de software específico de modelización Rhino, así como la capacitación y formación de recursos humanos en forma conjunta. Estos instrumentos, y sus aplicaciones, posibilitan el diseño paramétrico, el uso de algoritmos y, posteriormente, la vinculación con periféricos de salida que acompañan el proceso de fabricación digital. También se realizan aplicaciones tales como simulaciones, realidades mezcladas, proyecciones y reconocimiento del entorno, por medio de proyectores y captadores.

En el caso de Arquitectura, la formación está subordinada a una serie de factores comunicativos gráficos, compuestos por símbolos y significados

In the case of Architecture, the training involved a series of communicative graphic factors comprised of symbols and meanings corresponding to this area of knowledge. The training process was done using mediating instruments comprised of tools and signs. The tools allow the material surroundings to be modified while the signs are mediators of our culture and language. These mediating instruments are the basis for the articulation of the architectural language, which validates the dialogue and the construction of higher thought. As a result, tooling aspects taught in the second- and third-year classes Form, Communication and Digital Media I and II are presented; later, the work of applying them to specific cases of architectural language is presented based on projects done in the class Final Course Assignment A and B, which corresponds to the last year of the degree program.

In terms of the Electronic Engineering and Electromechanical Engineering degrees, experiences were held in the classes Electronic Circuits (a fourth year class), Electronic Systems Design I and II (a fifth year class) and Hydraulics (a fourth year class).

Development

In addition to the specific modules for academic education, the research also provides the opportunity to work together with social action organizations. The idea is to connect technology and higher education with efforts to promote digital, participatory and social inclusion. This experience was organized during the initial project phases given that it required less complexity

proprios del área de conocimiento. El proceso de formación o capacitación se realiza a través de instrumentos mediadores, compuestos por herramientas y signos. Las herramientas permiten modificar el entorno material, mientras los signos son mediadores de nuestra cultura y de nuestro lenguaje. Estos instrumentos mediadores fundan la articulación del lenguaje arquitectónico, que valida el diálogo y la construcción del pensamiento superior. En consecuencia, se presentan aspectos instrumentales desarrollados en el ámbito de la asignatura Forma Comunicación y Medios Digitales I y II, correspondientes al 2º y 3º año de la carrera; en segunda instancia, se presentan los trabajos de aplicación sobre casos concretos de lenguaje arquitectónico, en función de proyectos realizados en el curso de la asignatura Trabajo Final de Carrera A y B, del último año.

En cuanto a las carreras de Ingeniería Electrónica y Electromecánica, se realizaron experiencias en las asignaturas Circuitos Electrónicos, de 4º año, Diseño de Sistemas Electrónicos I y II, de 5º año, e Hidráulica, de 4º año.

Desarrollo

El trabajo plantea, además de los módulos específicos de formación académica, la posibilidad de colaborar con organizaciones dedicadas a acciones sociales, que permitan vincular la tecnología y la educación superior con tareas que promueven la inclusión digital participativa y social. Esta experiencia se desarrolló en las fases iniciales del proyecto, dado que requería menor complejidad desde el punto de vista técnico y podía coordinarse sin dificultad con la puesta a punto de sistemas y equipamiento.

from a technical point of view and could be easily coordinated with the fine-tuning of systems and equipment.

Educational Module: Digital, Participatory and Social Inclusion

The laboratory dedicated to the project was conceived of as a physical space for doing the research, and different activities were planned. The first is the activity of becoming familiar with the equipment and applications through the Educational Module. This activity helped participants understand the operative and constructive potentials of the acquired tools. In the first stage, the laser engraver was specifically used to explore the variables of model construction. Participants also became familiar with the appropriate scale and materials, studying and analyzing the assembly procedures among the different parts.

General Goals of the Educational Module

- Production of training materials for a social intervention model (SIM).
- Connecting the work of the IES (*Investigaciones Económicas Sectoriales*, Sectorial Economic Investigations) as agents of sustainable human development, aimed at meeting the development needs of the territories where they work.

Módulo formativo: inclusión digital participativa y social

El laboratorio dedicado al proyecto fue concebido como espacio físico para la ejecución de las investigaciones, y se planearon distintas actividades. La primera es la actividad de reconocimiento de los equipos y aplicaciones a través del Módulo formativo. Esta actividad condujo a la comprensión de las potencialidades operativas y constructivas de las herramientas adquiridas. En una primera etapa se trabajó con el pantógrafo láser específicamente, para explorar variables de construcción de modelos, así como el reconocimiento de escala y materiales adecuados, el estudio y análisis de procedimientos de ensamblaje entre las partes.

Objetivos generales del Módulo formativo

- *Producción de material para capacitación sobre un modelo de intervención social (MIS).*
- *Vinculación del trabajo de las IES (Investigaciones Económicas Sectoriales), como agentes de desarrollo humano sostenible, al servicio de las necesidades de desarrollo de los territorios en los que actúan.*

Propuesta de trabajo

Se propone la participación conjunta de la Universidad de Belgrano y la ONG Un Techo Para Mi País (UTPMP). Las tareas realizadas son ajustes finales

Work Proposal

The proposal was to join the efforts of the Universidad de Belgrano and the NGO Un Techo Para Mi Pais (UTPMP). The tasks carried out include the final adjustments of an educational model and the oversight of criteria for putting together a housing prototype in order to optimize the training media for volunteers. This collaboration between the UB and an NGO created and consolidated a sphere for exchange where the proposed objectives could be achieved and geared towards digital, participatory and social inclusion.

Specific Goals

- Fabrication of an architectural prototype for social housing in order to optimize the development of the modules carried out by UTPMP.
- Elaboration of a modular construction system of the training models.
- Drafting of a collaborative proposal to optimize volunteer training and the process for constructing the real architectural model.
- Creation of individual components that interact symbiotically in order to create an environment-habitat-limit of the model's space-envelope.
- Transfer of experiences to the business sector.

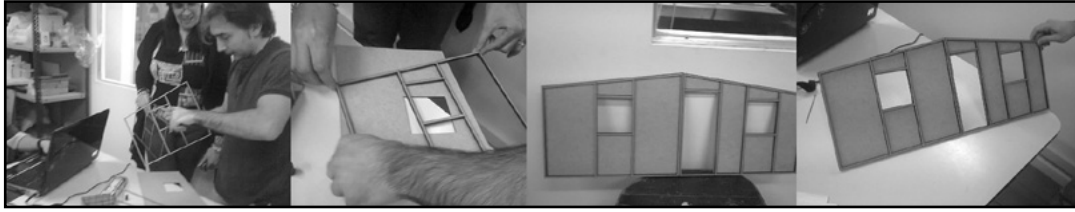
de modelo didáctico y supervisión de criterios de armado de un prototipo de vivienda, para perfeccionar los medios de capacitación de voluntarios. Esta cooperación participativa UB/ONG permite recrear y fortalecer un ámbito de intercambio donde los objetivos anteriormente planteados se concretan y potencian hacia la inclusión digital participativa y social.

Objetivos particulares

- *Fabricación de un prototipo arquitectónico de vivienda de interés social, para optimizar el armado de los módulos realizados por UTPMP.*
- *Elaboración de un sistema modular de construcción de los modelos de capacitación.*
- *Confección de una propuesta colaborativa para la optimización de la capacitación de voluntarios y del proceso de construcción del modelo arquitectónico real.*
- *Generación de componentes individuales que interactúan de forma simbiótica para crear un entorno-hábitat-límite del espacio-envolvente del modelo.*
- *Transferencia de experiencias al sector empresarial.*

[Ver Fig. 1]

Figure 1



Participatory Experience: UB/ONG · *Experiencia participativa: UB/ONG.*

Form, Communication and Digital Media

Seriated Spatiality. Light Projections and Mixed Reality

The proposal incorporates the use of ICTs in the representation, visualization and fabrication of models with the goal of training human resources who enhance the creative capacity in the stage of tooling training.

Architectural Seriated Spatiality

In the projective creative process, techniques for generating and transposing forms into analog and digital formats are incorporated. The exploration and operation tasks enrich the expressive and constructive languages of architectural spatiality.

Forma comunicación y medios digitales

Espacialidad seriada. Proyecciones lumínicas y realidad mixta

La propuesta incorpora el uso de las TIC en la representación, visualización y fabricación de los modelos, con el objetivo de formar recursos humanos que potencien la capacidad creativa en la etapa de formación instrumental.

Espacialidad seriada arquitectónica

En el proceso creativo proyectual se incorporan técnicas de generación y transposición de formas en soportes analógicos y digitales. Las actividades de exploración y operación enriquecen los lenguajes expresivos y constructivos propios de la espacialidad arquitectónica.

[Ver Fig. 2]

A través de la reconstrucción de procesos de análisis y síntesis se produce la integración de los medios gráficos y de fabricación digital. Se plantea la transferencia de lo bidimensional a lo tridimensional en un plano sintáctico espacial para analizar operatorias formales significativas. El intercambio de conocimientos se orienta hacia el pensar y el hacer integral.

Las dinámicas morfológicas planteadas proponen:

Figure 2



Architectural Seriated Spatiality - Analog Format · *Espacialidad seriada arquitectónica en soporte analógico.*

By reconstructing processes of analysis and synthesis, print media are integrated with digital fabrication. The idea is to transfer the bi-dimensional to the tridimensional at a syntactic-spatial level to analyze important formal procedures. The exchange of knowledge is geared towards integral thinking and doing.

The morphological dynamics proposed are aimed at the following:

- The integration of two designed spaces via an articulation piece.
- The generation of this articulation through operations of repetition, movement, extension and transformation of a designed element of the series onto the plan or the space.

- *Integración de dos espacios diseñados por medio de una pieza de articulación.*
- *Generación de la articulación a partir de operaciones de repetición, traslación, extensión y transformación en el plano o el espacio de un elemento diseñado de la serie.*
- *Seriación como interpretación constructiva de la forma articuladora y generadora de espacialidad.*
- *Aplicación del modelo de activación-verificación en maqueta proceso analógico-digital.*

[Ver Fig. 3]

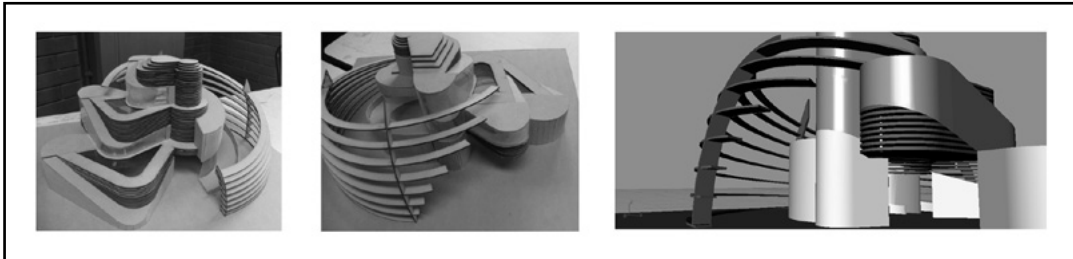
La seriación se entiende como la repetición formal de un plano en su recorrido a lo largo de un eje organizador en el espacio, a partir de operaciones de traslación, extensión y transformación. El resultado es la construcción de una forma articuladora y generadora de espacialidad.

El trabajo se realizó en el laboratorio mediante el uso del pantógrafo láser de corte y grabado, de software específico (Rhinceros), la exploración instrumental y la selección de materialidades posibles (MDF/cartón corrugado/foamboard de diferentes colores) para el desarrollo de la serie planteada en una maqueta analógica.

El desarrollo instrumental y práctico de esta propuesta resultó una acción facilitadora, tanto desde el punto de vista de la realización y comprobación en maqueta física y digital, como en los aspectos que hacen a la

- Seriation as a constructive interpretation of the way spatiality is articulated and generated.
- The application of the model for activation-verification using an analog-digital process mock-up.

Figure 3



Seriated Spatiality - Digital Format · *Espacialidad seriada en soporte digital.*

Seriation is understood as the formal repetition of a plane in its path across a spatial axis, through operations of movement, extension and transformation. The result is the construction of a form that articulates and generates spatiality.

The work was done in the laboratory using a pantograph laser cutter and engraver, specific software (Rhinoceros), tooling

comprensión de las cualidades estructurantes y organizativas de la forma, y su aplicación al lenguaje arquitectónico.

Proyecciones lumínicas y realidad mixta

A partir del reconocimiento y la integración del espacio urbano, se potencia el diálogo arquitectónico entre forma y contexto. Como complemento a la inclusión de la arquitectura en lo urbano, se integran medios de representación interactivos, con el uso de proyecciones lumínicas bi y tri dimensionales, creadas a partir de software específico (Sketchup 8 - BuildAr pro 2.2.1 - Google Earth).

[Ver Fig. 4]

Las proyecciones lumínicas, como alternativas del lenguaje formal en la espacialidad urbana, integran el modelo digital imaginario con los modelos de representación analógicos, generando una realidad mixta de impresión virtual en objetos físicos.

Las dinámicas lumínicas de interacción visual proponen:

- *La proyección como enlace de alternativas constructivas del lenguaje formal y la espacialidad urbana.*
- *Generación a partir de operaciones de análisis y composición.*

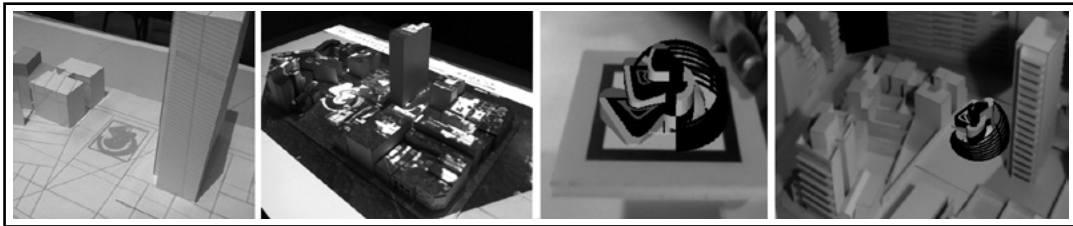
exploration and the selection of possible materials (MDF/corrugated cardboard/foamboard in different colors) for the development of the proposed series on an analog mock-up.

The tooling and practical development of this proposal facilitated the work from the point of view of both the realization and confirmation in the physical and digital mock-up as well as in the aspects associated with understanding the structural and organizational qualities of the form and their application to architectural language.

Light Projections and Mixed Reality

Through the recognition and the integration of the urban space, the architectural dialogue between form and context is enriched. As a supplement to the inclusion of architecture in the urban sphere, interactive media for digital representation are integrated, with the use of bi-and tridimensional light projections created with specific software (Sketchup 8 - BuildAr pro 2.2.1 - Google Earth).

Figure 4



Light Projections and Mixed Reality · *Proyecciones luminicas y realidad mixta.*

- *Integración del modelo digital imaginario, el modelo de representación táctil, síntesis del modelo real y el modelo de proyección de espacios urbanos reales.*

[Ver Fig. 5]

Trabajo Final de Carrera

Envoltentes arquitectónicas. Superficies paramétricas. Cielorraso interactivo

En el marco de la asignatura Trabajo Final de Carrera, el desarrollo específico de contenidos y productos se basa en la aplicación de tecnología digital en el diseño de envoltentes arquitectónicas, alfombras urbanas e interiores performativos. Las primeras ejercitaciones en laboratorio parten de acciones abstractas, como el diseño de patrones gráficos, para proponer alternativas y variantes que regulen la expresión arquitectónica. Para ello se implementa el uso de software de diseño generativo, concretamente Rhinoceros y sus plug-ins, Grasshopper, Firefly y la

Light projections, as alternatives to formal language in urban spatiality, integrate the imaginary digital model with the analog representation models, generating a mixed reality of virtual printing on physical objects.

The light dynamics of visual interaction propose:

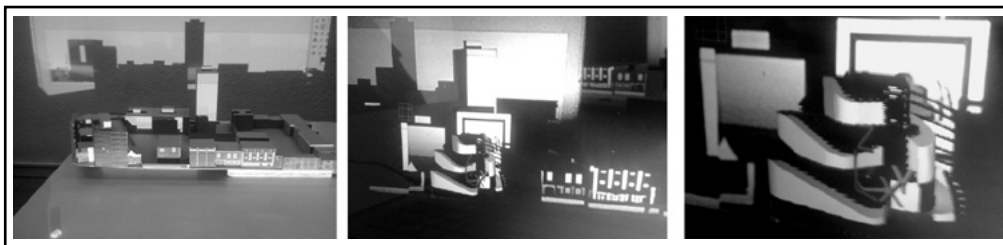
- Projection as a way to connect constructive alternatives of the formal language and the urban spatiality.
- Generation through operations of analysis and composition.
- Integration of the imaginary digital model, the touch representation model, synthesis of the real model and the projection model of real urban spaces.

Final Degree Work

Architectural Envelopes. Parametric Surfaces. Interactive Ceilings

In the class in which students do their final degree work, the specific development of contents and products is based on the application of digital technology in the design of architectural envelopes, urban carpets and performative interiors. The first exercises at the laboratory start with abstract

Figure 5



Mixed Reality. Virtual Printing on Physical Objects · *Realidad mixta. Impresión virtual en objetos físicos.*

plataforma Arduino, que permiten la exploración de diseños complejos, dinámicos e interactivos. En la fase siguiente se seleccionan dos proyectos de diploma en situación avanzada (tesis de grado), para aplicar, y luego ponderar, los resultados de la investigación. La idea responde a la necesidad de situar en dos alternativas de proyecto para una Escuela de Fotografía en el barrio de Palermo de la ciudad de Buenos Aires, las variantes materializadas mediante técnicas de fabricación digital, elaboradas con pantógrafo láser. Se realizaron diferentes modelos a escala, estáticos y dinámicos. En este último caso, las acciones se complementaron con el desarrollo de dispositivos específicos que responden a estímulos de movimiento, iluminación o temperatura. La combinación y coordinación de las experiencias ensayadas derivó finalmente en el diseño de aplicaciones sobre equipos móviles del tipo smartphone o tabletas digitales que actuarían como una suerte de comando interactivo.

tasks like the design of graphic patterns in order to propose alternatives and variations that regulate architectural expression. For this task, generative design software is used (specifically Rhinoceros and its plug-ins, Grasshopper, Firefly and the Arduino platform); these allow for the exploration of complex, dynamic and interactive designs. In the following phase, two projects are selected by students who are far along in their undergraduate thesis in order to apply and then ponder the results of the research.

The idea arises from the need to situate the variations materialized through digital fabrication techniques and prepared with a laser engraver for two project alternatives for a photography school in the Palermo neighborhood of the city of Buenos Aires. Different scale models were built, both static and dynamic. In the case of the dynamic models, the actions were supplemented with the design of specific devices that respond to stimuli involving movement, lighting or temperature. The combination and coordination of the trials during the experience ultimately led to the design of applications for mobile devices (digital smartphones or tablets) that could serve as a sort of interactive command center.

Design of Architectural Envelopes. Ornamental Surfaces

First the following steps were done to develop a Voronoi pattern:

1. Sketching a series of dots.
2. Determining the center point and connecting it with the rest.

Diseño de envolventes arquitectónicas. Superficies ornamentales

En primer término se desarrolló el patrón Voronoi, según los siguientes pasos:

1. *Trazado de una serie de puntos.*
2. *Determinación de un punto central y unión con el resto.*
3. *Trazado de la bisectriz entre los segmentos.*
4. *Configuración del perímetro de una celda a través de la intersección de estas secciones.*
5. *Repetición del procedimiento en cada punto del sistema.*

En una segunda instancia, se utilizó el mismo patrón Voronoi como elemento de control cinético de la fachada. El movimiento se aplicó sobre la capa intermedia, en sectores específicos del proyecto. De este modo, la envolvente “evalúa” el comportamiento del ambiente exterior, y reacciona rotando su posición. Se dispone de sensores que indican la posición del sol y la temperatura a la que está sometida la fachada.

En cuanto a la aplicación concreta a uno de los proyectos, se ensayan los efectos sobre salones de clase de la Escuela de Fotografía, regulando la apertura para lograr la luminosidad adecuada. En tanto en los sectores comunes de encuentro, se plantea una mayor apertura con menos densidad de vanos.

[Ver Fig. 6]

3. Sketching the bisector between the segments.
4. Configuring the cell perimeter through the intersection of these sections.
5. Repeating the procedure for each dot of the system.

Secondly, the same Voronoi pattern was used as a kinetic control element of the façade. The movement was applied on the intermediate layer, in specific sectors of the project. The envelope thus “evaluated” the behavior of the outer environment and reacted by rotating. It was outfitted with sensors that indicate the position of the sun and the temperature of the façade.

As for the concrete application to one of the projects, the effects on the classrooms at the School of Photography were tested, regulating the aperture to ensure the right lighting. In terms of the common meeting areas, the proposal is for there to be greater aperture with less density of openings.

Figure 6



Result of the Voronoi Pattern · *Resultado patrón Voronoi.*

El segundo patrón desarrollado fue el patrón con semitonos. Los semitonos se basan en una ilusión óptica: a cierta distancia, el ojo humano percibe una agrupación de puntos y espacios como si hubiera un solo tono continuo formado por el promedio de tono y contraste de espacios y puntos. Estos tonos intermedios (que no son ni 0% ni 100%) se logran regulando el diámetro de los puntos que se encuentran a igual distancia (trama ordenada); y la distancia entre puntos de igual diámetro, pero con una distribución variable (trama estocástica).

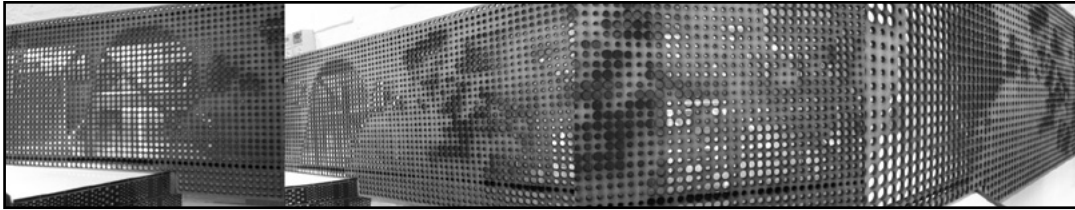
[Ver Fig. 7]

El tercer patrón en desarrollo fue el Moiré. En óptica, un patrón de Moiré es un patrón de interferencia que se forma cuando se superponen dos tramas de líneas con un cierto ángulo, o cuando tales tramas tienen tamaños ligeramente diferentes. Las etapas de trabajo consistieron en trazado de una grilla; superposición de una segunda grilla con una rotación de 10° sobre la anterior; y aplicación de un patrón alterno sobre la grilla superior, afectado por la trama rotada del nivel inferior.

[Ver Fig. 8]

The second pattern developed was a pattern with halftones. Halftones are based on an optical illusion: at a certain distance, the human eye perceives a group of dots and spaces as if there were a single continuous tone formed by the average tone and the contrast of spaces and dots. These intermediate tones (which are neither 0% nor 100%) are achieved by regulating the diameter of the dots that are the same distance apart (organized tessellation) and the distance between dots of the same diameter, but with a variable distribution (stochastic tessellation).

Figure 7



Result of the Halftones Pattern · Resultado patrón con semitonos.

The third pattern developed was the Moiré. In optics, a Moiré pattern is an interference pattern that is formed when two sets of lines are overlaid at a certain angle, or when these sets have slightly different sizes. The stages of

Respuesta urbana. Superficie paramétrica

Propuesta: las limitaciones de los materiales y los costos de fabricación funcionan generalmente en desacuerdo con la creatividad del diseño arquitectónico, produciendo una gran cantidad de desafíos y problemáticas al generar la geometría en la computadora. Una forma curvada compleja de entrada, definida como “NURBS”, superficie de subdivisión, sería de difícil materialización si no fuera a través de un método interactivo que simula estructuras equilibradas a partir de fuerzas autorresistentes, logrando un resultado de materialización posible.

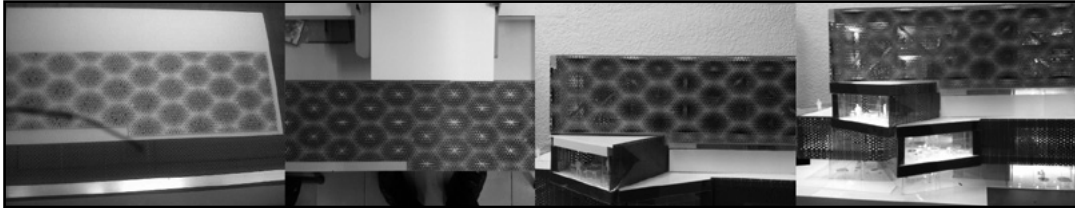
Diseño: se realizó un estudio del sistema, analizando las posibilidades para componer una estructura autoportante a través de la plataforma Rhino y el plug-in Grasshopper. El primero se utilizó para la creación del modelo 3D y el segundo, para la deformación de la superficie y su resultado final.

Estructura: las estereoestructuras, o grillas espaciales, constituyen una óptima solución para cubrir grandes luces. Estas constructivas, en sus distintas familias, consisten básicamente en estructuras de barras, generalmente metálicas, cuya conexión y disposición permite una adecuada distribución de las solicitaciones provocadas por las cargas exteriores (peso propio, cerramientos, sobrecargas útiles o accidentales, viento, etc.) y las correspondientes reacciones de apoyo.

Confección del Modelo 3D en Rhinoceros según las etapas siguientes:

the work consisted in sketching a grid; overlaying a second grid with a 10° rotation on the previous one; and then applying an alternate pattern on the upper grid, which is affected by the rotated set at the lower level.

Figure 8



Result of the Moiré Pattern - *Resultado patrón Moiré.*

Urban Response. Parametric Surface

Proposal: Limitations in terms of materials and the costs of fabrication generally inhibit creativity within architectural design, producing a large number of challenges and issues when generating the geometry on the computer. A complex curved input form defined as “NURBS,” a subdivision surface, would be hard to materialize without an interactive method that simulates

1. *Seleccionar superficie.*
2. *Determinar cantidad de atractores y sus respectivas fuerzas vectoriales.*
3. *Definir subdivisión en los ejes x e y de la superficie.*
4. *Modificación de la superficie a partir de la posición de los diferentes puntos atractores y sus respectivas fuerzas.*

[Ver Fig. 9]

Cielorraso interactivo. Interior performativo

Propuesta: este estudio se centra en una estructura de cubierta dinámica realizada con diferentes materiales. Consiste en una serie de paneles tridimensionales dinámicos que se adapta a su entorno con actuadores lineales accionados por microcontroladores. Posee una estructura autoportante y está aplicada en cubierta; fabricada con una serie de módulos triangulares articulados entre sí. La superficie, una vez accionada, se adapta para mejorar el rendimiento lumínico del espacio.

Estructura: la estructura se basa en una serie de marcos espaciales (estereoestructura) con bisagras triangulares conectadas y accionadas desde el centro de la parte superior del marco de los marcos adyacentes.

balanced structures through self-resistant forces, achieving a result in which materialization is possible.

Design: A study of the system was done to analyze the possibilities of creating a self-supporting structure through the Rhino platform and the Grasshopper plug-in. Rhino was used to create the 3-D model and the plug-in was used to deform the surface and its final result.

Structure: Stereostuctures, or spatial grids, are an optimal solution for covering large lights. The different families of these constructive forms mainly consist of bar structures (generally metallic) whose connection and layout allows for an adequate distribution of the stress provoked by outer loads (own weight, doors and windows, useful or accidental overloads, wind, etc.) and the corresponding support reactions.

The creation of the 3-D model in Rhinoceros involved the following stages:

1. Selecting the surface.
2. Determining the number of attractors and their respective vector forces.
3. Defining the subdivision along the x and y axis of the surface.
4. Modifying the surface according to the position of the different attractor points and their respective forces.

Piel: las telas que se emplearán en el diseño de terminación de los cielorrasos interactivos pueden ser blancas, plateadas o doradas. Las telas blancas producirán una luz más suave, mientras que las plateadas brindarán una luz más dura, más concentrada y con mayor alcance. Las doradas agregarán un tono cálido a las fotografías.

Diseño: se realizó un estudio del sistema conectado a través de Grasshopper y la plataforma de modelado Rhinoceros, la estructura del techo es controlada y ajustada para adaptarse a diferentes configuraciones lumínicas accionadas por un microcontrolador Arduino y servomotores.

Interactividad: la estructura de la cubierta podrá ser controlada por los estudiantes o fotógrafos mediante alguno de los sistemas que se mencionan a continuación: smartphones, Kinect, tabletas, notebooks.

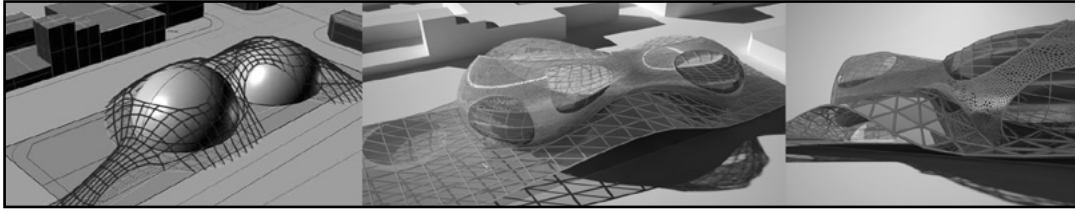
[Ver Fig. 10]

Unidad Académica: Ingeniería

Ingeniería Electromecánica. Micro-turbina hidráulica

Con el objetivo de integrar conocimientos con el equipamiento y las aplicaciones adquiridos por el proyecto a la investigación en curso, la Facultad de Ingeniería

Figure 9



Parametric Surface. Urban Carpet · Superficie paramétrica. Alfombra urbana.

Interactive Ceiling. Performative Interior

Proposal: This study centers on a dynamic roof structure made with different materials. It consists of a series of dynamic tridimensional panels that adapt to their surroundings with linear actuators powered by microcontrollers. It has a self-supporting structure and is applied on the roof; fabricated with a series of triangular modules that are articulated with one another. The surface, once powered, is adapted to improve the light performance of the space.

Structure: The structure is based on a series of spatial frames (stereostructure) with triangular hinges that are connected and powered from the center of the upper part of the frame of the adjacent frames.

experimentó, en el marco de la tesina de grado de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, con la micro-turbina hidráulica.

La experiencia comenzó con la representación de piezas del prototipo, su construcción en el espacio virtual y su renderización. Posteriormente, se simuló esfuerzos, se modeló y luego se realizó el mecanizado.

Desarrollo del álabe

El álabe es la paleta curva de una turbo-máquina o máquina de fluido rotodinámica, que forma parte del rodete y en su caso también del difusor o distribuidor. Los álabes desvían el flujo de la corriente hídrica, con ello se logra transformar la energía cinética y energía de presión por el principio de Bernoulli, o bien, intercambiar cantidad de movimiento del fluido con un momento de fuerza en el eje.

Dadas las características de la investigación, surge la necesidad de trabajar en el espacio, con volúmenes como soporte de pensamientos abstracto e hipotéticos deductivos. El modelado tridimensional con la operación de sustracción en donde se trabaja con un volumen (con tres dimensiones) y se elimina parte de este para lograr la pieza deseada, por medio del calado del volumen.

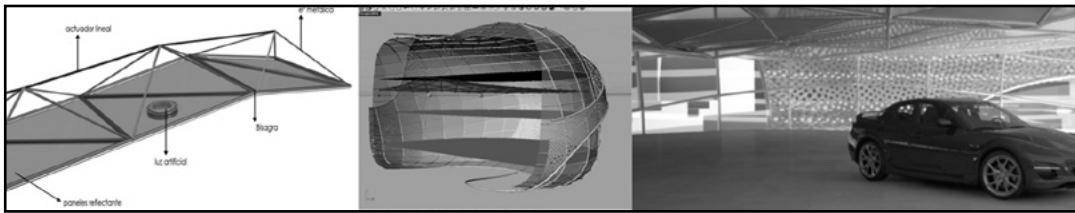
El trabajo con cuerpos y la sustracción de masa se hace necesario para reproducir las características físicas de los elementos que lo componen y poder simular esfuerzos. Una vez verificados en el modelo virtual se procede a elaborar el modelo de verificación en maqueta o prototipo táctil digitalizado, como resultado del proceso anterior.

Skin: The cloths used in the design of the interactive ceilings can be white, silver or gold. White cloths will produce a softer light and silver cloths will yield a harder, more concentrated light with greater reach. Gold cloths will add a warm tone to photographs.

Design: A study of the connected system was done through Grasshopper and the Rhinoceros modeling platform. The structure of the roof is controlled and adjusted to adapt to different light configurations powered by an Arduino microcontroller and Servo motors.

Interactivity: the structure of the roof can be controlled by students or photographers using one of these systems: smartphones, Kinect, tablets or notebooks.

Figure 10



Interactive Ceiling. Performative Interior · Cielorraso interactivo. Interior performativo.

Podemos inferir que de las herramientas adquiridas por el proyecto, la que permite realizar este tipo de operación, es el router CNC, por tal motivo esta experiencia fue realizada con la aplicación del mismo.

[Ver Fig. 11]

Academic Unit: Engineering

Electromechanical Engineering. Hydraulic Micro-Turbine

With the goal of integrating knowledge with the equipment and the applications acquired by the project to the ongoing research, the School of Engineering experimented with the hydraulic micro-turbine within the framework of the undergraduate thesis of the Electromechanical Engineering degree.

The experience began with the representation of the prototype pieces, its construction in the virtual space and its rendering. Later, efforts were simulated, the model was done and the mechanics were put into place.

Development of the blade

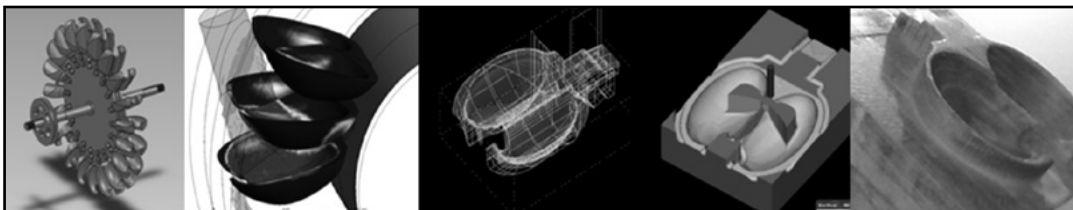
The blade is the curved pallet of a turbo-machine or a rotodynamic fluid machine; it forms part of the impeller and in this case, also of the diffuser or distributor. Blades divert the flow of the fluids and thus manage to transform the kinetic energy and the pressure according to the Bernoulli principle, that is, by exchanging a quantity of fluid movement for a moment of force at the axis.

Given the nature of the research, there was a need to work in the space with volumes as a support for abstract thoughts and deduced hypotheses. The tridimensional modeling is done with the subtraction operation in which work is done on a volume (with three dimensions) and part of this is eliminated to attain the desired piece through the fretwork of the volume.

The work with bodies and the subtraction of mass is necessary to reproduce the physical characteristics of the elements that comprise it and be able to simulate efforts. Once verified in the virtual model, the verification model is drafted in a mock-up or a digitalized touch prototype that results from the previous process.

We can infer that in terms of the tools acquired for the project, the CNC router is the one which allows this type of operation, and as a result, this experience was done using the router.

Figure 11



Undergraduate Thesis. Electromechanical Engineering Degree · *Tesina de grado. Carrera Ingeniería Electromecánica.*

Bibliography · Bibliografía

- AA.VV. 2006. *Verb. Natures. Architecture boogazine*. Barcelona. ACTAR.
- AA.VV. 2007. *Scènes d'architectures. Nouvelles architectures francaises pour le spectacle*. París. Editions du Patrimoine.
- Architecture non Standard*. 2003. París. Editions du Centre Pompidou.
- Ballard Bell, Victoria. 2006. *Materials for design*. New York. Princeton Architectural Press.
- Buci-Glucksmann, Christine. 2003. *Esthétique de l'éphémère*. París. Éditions Galilée.
- Casado Ortiz, R. 2001. "El aprovechamiento de las TICs para la creación de redes de aprendizaje cooperativo". *Training & Development Digest*, mayo.
- Cohen, J.L. and G. Martin, Jr. Moeller (eds.). 2004. *Liquid stone: new architecture in concrete*. Barcelona. Editorial Reverté.
- Iwamoto, Lisa. 2009. *Digital fabrications architectural and material techniques*. New York. Princeton Architectural Press.
- Krauel, Jacobo. 2010. *Arquitectura digital: innovación y diseño*. Barcelona. Links.
- Leach, Neil. 2009. "Digital Morphogenesis". *Architectural Design*, Vol. 79. Nº 1.
- Lion, C. 1999. *Imaginar con tecnologías: relaciones entre tecnología y conocimiento*. Buenos Aires. La Crujía.
- Litwin, Edith. 1997. *Enseñanzas e innovaciones en las aulas del nuevo siglo*. Buenos Aires. Ateneo.
- Litwin, Edith. 1997. *Las configuraciones didácticas: una nueva agenda para la enseñanza*. Buenos Aires. Paidós.
- Lynn, Greg. 2010. "Architectural curvilinearity: the folded, the pliant and the supple". *Constructing a new agenda. Architectural Theory 1993-2009*. A. Krista Sykes (ed.). New York. Princeton Architectural Press.
- Moussavi, F. and M. Kubo. 2006. *The function of ornament*. UE. Harvard University Graduate School of Design.
- Moussavi, Farshid. 2009. *The function of form*. Cambridge, Mass. ACTAR/ Harvard University Graduate School of Design.
- Strehlke, Kai. 2008. "The Digital Ornament in Architecture, its Generation, Production and Application with Computer-Controlled Technologies", ETH Zurich.
- Trétiack, Philippe et all. (eds.) 2007. *Qu'est-ce que l'architecture, aujourd'hui?* París. Beaux Arts Éditions.
- Troika. 2008. *Digital by Design*. London. Thames & Hudson.
- Tschumi, B. 2001. *The state of architecture at the beginning of the 21st Century*. Irene Cheng Edition.

Vyzoviti, Sophia. 2003. *Folding architecture. Spatial, structural and organizational diagrams*. Gingko Press.

XIV Congreso SIGraDi Disrupción, modelación y construcción: diálogos cambiantes. 2010. Bogotá. SIGraDi.

XV Congreso SIGraDi Cultura Aumentada. 2011. Santa Fe. SIGraDi.

XVI Congreso SIGraDi Formación (in) Formación. 2012. Fortaleza. SIGraDi.

A Virtual Reality Computing Platform for Real Time 3D Visualization

Plataforma informática de realidad virtual para visualización 3D en tiempo real

Yoselie Alvarado <yalvarado@unsl.edu.ar>

Diego Quiroga <dquiroga@unsl.edu.ar>

Jacqueline Fernández <jmfer@unsl.edu.ar>

Roberto A. Guerrero <rag@unsl.edu.ar>

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional
(LIDIC) - Universidad Nacional de San Luis

Keywords

Virtual Reality (VR) · CAVE · Real Time programming

Palabras Clave

Realidad virtual (RV) · CAVE · Programación en tiempo real

Abstract¹

In the last decade, virtual reality (VR) systems have been used to enhance the visualization of design projects. The VR techniques allow the designer to interact and model in a more intuitive and efficient way. Current 3D and animated simulation tools are a new challenge for 3D visualization. In this paper we propose a general VR computing platform that enables real time visualization of 3D scenarios for manufacturing and forensic simulations. The platform is able to treat static and dynamic 3D environments, allowing the experience of navigation in the scene among the users, even those geographically distributed, to be shared. The proposed platform is validated through a case study using real time 3D model manipulations and interaction in a simulated car crash.

Introduction

There is a popular quote: *“Before anything can happen in the real world, first it must happen in the imagination; the world of dreams and possibilities”*. Sometimes, it is mandatory to be aware of special situations before they happen in the real world. This is the case of abrupt and unpredicted situations like environmental changes, illness problems and, auto, aerospace and naval accidents.

Creating an environment which simulates a potentially harmful real-life situation could help with these issues. The interactive scenario removes these concerns and helps the user gain knowledge and

Resumen¹

En la última década, los sistemas de realidad virtual (RV) se han utilizado para mejorar la visualización de los proyectos de diseño. Las técnicas de RV permiten al diseñador interactuar y modelar en forma más intuitiva y eficiente. Las herramientas 3D y de simulación animada disponibles en la actualidad son un nuevo desafío para la visualización 3D. En este artículo proponemos una plataforma informática general de RV que permite la visualización en tiempo real de escenarios 3D para simulaciones de procesos fabriles y forenses. La plataforma es capaz de tratar entornos 3D estáticos y dinámicos, lo que permite compartir la experiencia de navegación en la escena entre los usuarios, incluso distribuidos geográficamente. La plataforma propuesta está validada con un estudio de caso en el que se utilizan manipulaciones de modelos 3D e interacción en tiempo real en un accidente automovilístico simulado.

Introducción

Una frase popular dice: “Antes de que algo pueda pasar en el mundo real, primero debe pasar en la imaginación, el mundo de los sueños y las posibilidades”. A veces, hay que estar consciente de situaciones especiales antes de que ocurran en

¹ This work is supported by the European Community, ALFA III-GAVIOTA, Contract N: EuropeAid/129-877/C/ACT/RAL-1 · Este trabajo fue llevado a cabo con el respaldo de la Comunidad Europea, ALFA III-GAVIOTA, N° de contrato EuropeAid/129-877/C/ACT/RAL-1.

understanding of the subject matter without being put into a costly or harmful environment.

The design of robust advanced systems for unpredicted control situations is the cornerstone of modern simulation theory and systems. Several challenges and issues are involved, for instance:

- In such processes a large number of concurrently unpredicted facts are involved. For instance, in the case of an airplane crash, the data fields of the accident database must cover a multitude of parameters including aircraft, weather conditions, and flight as well as airport characteristics.
- Eminent problems in large-scale simulation arise from the difficulty in properly fitting all individual components together in a final product.

If in former times digital simulation systems were focused in the static representation of past situations, nowadays it is state of the art to focus on modeling and simulation of complex dynamic systems that are characterized by information uncertainty of model structures and control goals, a high degree of freedom and essential nonlinearities, instability, distributed sensors and actuators, high level of noise, abrupt jump changes in structure and dynamics.

Virtual reality is used to create interactive scenarios which reflect real-life situations, simulating the way equipment responds; emulating the way machinery works or replicating soft skills such as human

el mundo real. Es el caso de situaciones abruptas e imprevistas como los cambios ambientales, problemas de enfermedades y accidentes automovilísticos, aeroespaciales y marítimos.

Crear un entorno que simula una situación potencialmente perjudicial de la vida real podría ayudar a enfrentar estos problemas. El escenario interactivo elimina estas preocupaciones y ayuda al usuario a conocer y entender el asunto sin tener que asumir grandes costos ni sufrir un entorno perjudicial.

El diseño de sistemas avanzados robustos para situaciones de control imprevistas es la piedra angular de la teoría y los sistemas de simulación modernos. Entran en juego diversos desafíos y problemas:

- *En este tipo de procesos se conjugan una gran cantidad de datos imprevistos al mismo tiempo. Por ejemplo, en el caso de un accidente aéreo, los campos de datos de la base de datos del accidente deben abarcar una gran cantidad de parámetros que incluyen las condiciones del avión y del clima, y las características del vuelo y del aeropuerto.*
- *Los problemas principales de la simulación a gran escala surgen de la dificultad de ensamblar correctamente todos los componentes individuales en un producto final.*

Si bien en el pasado los sistemas de simulación digital se concentraban en la representación estática de situaciones pasadas, en la actualidad la tendencia de vanguardia es concentrarse en el modelado y la simulación de sistemas dinámicos complejos caracterizados por la incertidumbre de la información de las estructuras del modelo y los objetivos de control, un alto grado de libertad y de

actions and behavior. Complicated pieces of equipment, processes or systems can be recreated using a number of techniques. This form of e-learning allows users to learn about mechanisms and processes when it would be physically or logistically difficult to do so in other conditions.

In practice, while VR systems can be regarded as human interaction with dynamic computer-generated virtual environments in real time, a VR system design is not as simple as it might first seem. Research on virtual reality started from input devices, hardware interfaces, simple applications, to system infrastructure, more input and output channels, and sophisticated applications. The research on virtual reality has become very popular. With different degrees of reality, many systems have been developed: Desktop VR system, Head Mounted Display (HMD) and BOOM, and Immersive VR (Sherman y Craig, 2002; Craig et al., 2009). The degree to which a system deals successfully to above difficulties depends on the computing platform of such advanced systems.

Thus, due to the complex and dynamic nature of these real-life situation projects, the possibility of virtual, interactive and collaborative immersive visualization of whole simulation process and 3D analysis has become an important issue which can determine a project's success (Loupos et al., 2008; Duarte Filho et al., 2009; VRContext, 2003).

In this work an approach on a computing platform for immersive collaborative visualization of 3D and dynamic system is proposed. It allows the use of geographically distributed VR media, called a multi-VRmedia. Remote players can navigate and interact through 3D dynamic scenarios in a multi-VRmedia. During navigation, the players can exchange information in order to cooperatively solve the observed problems. An integration of

no linealidades esenciales, inestabilidad, sensores y actuadores distribuidos, alto nivel de ruido, cambios de salto abrupto en la estructura y la dinámica.

La realidad virtual se utiliza para crear escenarios interactivos que reflejan situaciones de la vida real: simula la forma en que responden los equipos; emula la forma de trabajo de las máquinas o replica habilidades blandas tales como acciones y conductas humanas. Es posible recrear partes complicadas de equipos, procesos o sistemas mediante diversas técnicas. Esta forma de aprendizaje electrónico permite a los usuarios aprender acerca de mecanismos y procesos que, por razones físicas o lógicas, sería difícil aprender en otras condiciones.

En la práctica, aunque los sistemas de RV pueden considerarse interacción humana con entornos virtuales dinámicos generados por computadora en tiempo real, el diseño de un sistema de RV no es tan sencillo como podría parecer en primera instancia. Las investigaciones en el campo de la realidad virtual empezaron con dispositivos de entrada, interfaces de hardware, aplicaciones sencillas, hasta llegar a infraestructuras de sistemas, más canales de entrada y salida y aplicaciones sofisticadas. Las investigaciones acerca de la RV se han vuelto muy populares. Con distintos grados de realidad, se desarrollaron muchos sistemas: el sistema de RV para escritorio, el visor tipo casco (Head Mounted Display, HMD), BOOM, y la RV Inmersiva (Sherman y Craig, 2002; Craig et al., 2009). El grado de éxito con que cada sistema aborda las dificultades mencionadas depende de la plataforma informática del sistema avanzado.

Así, debido a la naturaleza compleja y dinámica de estos proyectos relativos a situaciones de la vida real, la posibilidad de visualización inmersiva virtual, interactiva y colaborativa de todo el proceso de simulación y el análisis 3D ahora son un tema importante que puede determinar el éxito de un proyecto (Loupos et al., 2008; Duarte Filho et al., 2009; VRContext, 2003).

different VR techniques has been suggested in order to get a final distributed collaboration among several players. Such approach was validated through a case study associated with traffic accidents at real scenarios.

The paper is structured in five sections. The next section addresses the main challenges associated with the simulation of unpredicted control situations and enumerates a group of existing solutions to deal with specific subproblems. Section III details the proposed computing platform for the 3D/4D manufacturing/forensic visualization, through aspects of modeling, simulation, visualization and interactivity stages. Section IV describes a group of experiments that were accomplished to validate the proposal. Finally, section V presents the conclusions drawn from the entire project.

Simulation of Real-life Situations

The simulation of unpredicted control situations can reduce cost, complexity and time associated with the understanding and knowledge acquisition process needed for the real-life problem solution. Moreover, virtual reality enables ones to view the competency of users, and see the decisions they make and how they then react to the consequences. For instance, large industrial conglomerates such as automobile (Volkswagen, Ford and General Motors), aerospace (Airbus, Embraer) and the shipbuilding/offshore industries are integrating VR concepts in their manufacturing processes (Maropoulos, 2003; Dietrich et al., 2005; Dassault Systèmes, 2002; Benson, 1997). However, the collaborative multi-visualization process of 3D and dynamic systems using VR resources introduces a new group of challenges and issues.

En este trabajo se propone un enfoque de una plataforma informática para la visualización inmersiva colaborativa de sistemas 3D y dinámicos. Permite utilizar medios de RV distribuidos geográficamente, denominados medios de realidad multivirtual. Jugadores remotos pueden navegar e interactuar a través de escenarios 3D dinámicos en un medio de realidad multivirtual. Durante la navegación, los jugadores pueden intercambiar información para resolver en forma cooperativa los problemas observados. Se sugiere una integración de distintas técnicas de RV para obtener una colaboración final distribuida entre diversos jugadores. Este enfoque fue validado mediante un estudio de caso asociado con accidentes de tránsito en escenarios reales.

Este artículo está estructurado en cinco secciones. La sección a continuación trata sobre los principales desafíos asociados a la simulación de situaciones de control imprevistas y enumera un grupo de soluciones existentes para abordar subproblemas específicos. La siguiente sección detalla la plataforma informática propuesta para la visualización 3D/4D en plantas manufactureras/ámbito forense, y enumera aspectos de las etapas de modelado, simulación, visualización e interactividad. Luego se describe un grupo de experimentos realizados para validar la propuesta. Por último, se presentan las conclusiones derivadas del proyecto en su totalidad.

Simulación de situaciones de la vida real

La simulación de situaciones de control imprevistas puede reducir el costo, la complejidad y el tiempo asociados a la comprensión y al proceso de adquisición de conocimientos necesarios para resolver problemas de la vida real. Además, la

From the conception of the virtual model and its simulation, to its actual use in collaborative immersive visualization, the following main stages are enumerated: i. Modeling & Simulation ii. Visualization; and iii. Interactivity and Collaboration.

- **Modeling and Simulation.** The modeling stage refers to the 3D situation digital model creation, through modeling all situational time process dynamics (workshops, workers, tools, equipments and their interaction). Study and development of modeling techniques and simulations of situational processes is a subject of study in different engineering areas. Some models can be implemented through the use of commercial Digital Mockup Systems (DMU) like QUEST and DELMIA, PROMODEL, ARENA (Dassault Systèmes, 2002; Benson, 1997; Hammann and Markovitch, 1995) that enable different visual quality levels. For instance, the developed models can be visualized as simple 2D structures or like complex dynamic temporal scenarios with 3D features and interactivity. They allow one to design the 3D scenarios but they cannot cope with the collaborative issues and complexity of dynamic immersive visualization of the components' operations.

The generated simulations must show 3D dynamics of the different process components, as well as 4D

realidad virtual permite visualizar la aptitud de los usuarios, ver las decisiones que toman y cómo luego reaccionan ante las consecuencias. Por ejemplo, conglomerados industriales grandes como el rubro automotor (Volkswagen, Ford y General Motors), la industria aeroespacial (Airbus, Embraer) y compañías de construcción de buques y plataformas offshore están integrando conceptos de RV en sus procesos de fabricación (Marapoulos, 2003; Dietrich et al., 2005; Dassault Systèmes, 2002; Benson, 1997). Sin embargo, el proceso colaborativo de multivisualización de sistemas 3D y dinámicos que utiliza recursos de RV introduce una nueva serie de desafíos y problemas.

Desde la concepción del modelo virtual y su simulación hasta su uso propiamente dicho en la visualización colaborativa inmersiva, se enumeran las siguientes etapas principales: Modelado y simulación; Visualización; Interactividad y colaboración.

- *Modelado y simulación. La etapa de modelado se refiere a la creación del modelo digital de la situación en 3D, mediante el modelado de todas las dinámicas situacionales de los procesos temporales (talleres, trabajadores, herramientas, equipos y su interacción). El desarrollo de técnicas de modelado y simulaciones de procesos situacionales son materia de estudio en diversas áreas de ingeniería. Algunos modelos pueden implementarse mediante el uso de sistemas comerciales de maqueta digital (Digital Mockup, DMU) como QUEST y DELMIA, PROMODEL, ARENA (Dassault Systèmes, 2002; Benson, 1997; Hammann y Markovitch, 1995), que*

temporal simulation. Simulation must be consistent with the real scene matching physical conditions and assumptions for the accuracy of resulting simulation.

- Visualization. There are related works that deal with several issues associated with 3D visualization (Javidi et al., 2008; Sampaio et al., 2008; Chardonnet et al., 2009; Gascón et al., 2011). However aiming at a more general immersive visualization, it is a good choice to adopt an engaging n multi-virtual reality projection. Traditional techniques for multi-projection handling make use of specialized homogeneous systems that need complex hardware architectures (Dietrich et al., 2005; Wald et al., 2005). Some specific questions in multi-visualization should be studied:
 - Maintaining consistency of the projected entities' states, their attributes and dynamic behaviors among the projections on the n nodes;
 - Synchronizing virtual clocks (logical timers) of different physical system components, aiming at the coherence of the dynamic scenarios visualization and its relationship with the displayed frames rates;
 - Increasing the system performance, considering the number of entities to be projected versus the number of projection nodes.

permiten distintos niveles de calidad visual. Por ejemplo, los modelos desarrollados pueden visualizarse como estructuras 2D sencillas o como escenarios dinámicos y temporales complejos con características e interactividad 3D. Permiten diseñar los escenarios 3D pero no pueden hacer frente a las cuestiones colaborativas ni a la complejidad de la visualización dinámica inmersiva de las operaciones de los componentes.

Las simulaciones generadas deben mostrar dinámicas 3D de los diversos componentes del proceso, así como simulación temporal 4D. La simulación debe coincidir con la escena real, con las mismas condiciones físicas y supuestos para la exactitud de la simulación resultante.

- *Visualización. Existen trabajos relacionados que abordan diversas cuestiones relacionadas con la visualización 3D (Javidi et al., 2008; Sampaio et al., 2008; Chardonnet et al., 2009; Gascón et al., 2011). Sin embargo, en pos de una visualización inmersiva más general, una buena opción es adoptar una proyección n de realidad multivirtual atractiva. Las técnicas tradicionales para manipular la multiproyección utilizan sistemas homogéneos especializados que requieren arquitecturas de hardware complejas (Dietrich et al., 2005; Wald et al., 2005). Deben analizarse algunas cuestiones específicas de la multivisualización:*

- Interactivity and Collaboration. The visualization process should support different interactivity degrees and collaboration. For instance:
 - In visualization of unpredicted control situations scenarios, the use of different devices for sensory perception of the environment features (mouses, keyboards, joysticks, glasses, gloves, trackers, etc) are important factors that should be foreseen;
 - A method that enables users to collaboratively view and interact has to be offered. They must consider the use of geographically distributed multi-virtual reality devices.

Currently, no DMU tools are able to deal with all the stages and aspects mentioned above. Similarly, no methodology/system that implements the modeling, simulation, etc., is able to provide the necessary characteristics to manufacturing/forensic processes through a collaborative visual system. There are, however, many studies and techniques regarding each individual subject (modeling, simulation, etc).

Several tools make the design and exportation of CAD models possible allowing specialized systems to convert these CAD projects to VR solutions. WalkInside (VRContext, 2003) and Division Reality (PTC, 2003) are some of these systems. There are also visual immersive systems developed for CAD model visualization, like VRJuggler (Bierbaum, 2000), Viral (Bastos et al., 2004) and ENVIRON (Corseuil y Raposo, 2004), which, when associated with VR tools,

- *Mantener la consistencia de los estados proyectados de las entidades, sus atributos y conductas dinámicas entre las proyecciones en los nodos n.*
- *Sincronizar los relojes virtuales (temporizadores lógicos) de distintos componentes del sistema físico, para lograr la coherencia de la visualización de escenarios dinámicos y su relación con las frecuencias de cuadros visualizadas.*
- *Mejorar el rendimiento del sistema, considerando el número de entidades que se proyectarán versus el número de nodos de proyección.*
- *Interactividad y colaboración. El proceso de visualización debe admitir distintos grados de interactividad y colaboración:*
 - *En la visualización de escenarios con situaciones de control imprevistas, el uso de distintos dispositivos para la percepción sensorial de las características del entorno (mouses, teclados, joysticks, gafas, guantes, rastreadores, etc.) son factores importantes que deben preverse.*
 - *Hay que ofrecer un método que permita a los usuarios visualizar en forma colaborativa e interactuar. Se debe considerar el uso de dispositivos de realidad multivirtual distribuidos geográficamente.*

allow CAD model visualization in VR environments. Another possibility related to virtual environments is the use of game engines. Some examples of these systems are Unreal Tournament (EpicGames, 2004) and Quake (1997) which provide 3D graphics with high detail levels. Both have high performance and robustness, supporting distributed geographic visualization. The implementation used in this work is based on the OGRE (2001) engine code with the BULLET (2008) physics library, both under open-source license.

A Computing Platform for Immersive Visualization

A computing platform includes hardware architecture and a software framework (including application frameworks), where the combination allows software, particularly application software, to run. Typical platforms include a computer's architecture, operating system, programming languages and related user interface (run-time system libraries or graphical user interface). Figure 1 shows an overview of the work's proposal. A system to visualize scenarios in a multi-virtual reality media environment has been defined. Such system will provide the necessary structure for attributes definition, rendering and collaborative multi-visualizations, as well as the needed interactive resources. Based on the aspects mentioned, an automated platform that enables a collaborative visualization of unpredicted situation processes should present the characteristics described below.

En la actualidad, ninguna herramienta DMU puede hacer frente a todas las etapas y aspectos mencionados. Asimismo, ninguna metodología ni sistema que implementa el modelado, simulación, etc., puede proporcionar las características necesarias para los procesos de fabricación/forenses mediante un sistema visual colaborativo. Sin embargo, hay muchos estudios y técnicas sobre cada tema individual (modelado, simulación, etcétera).

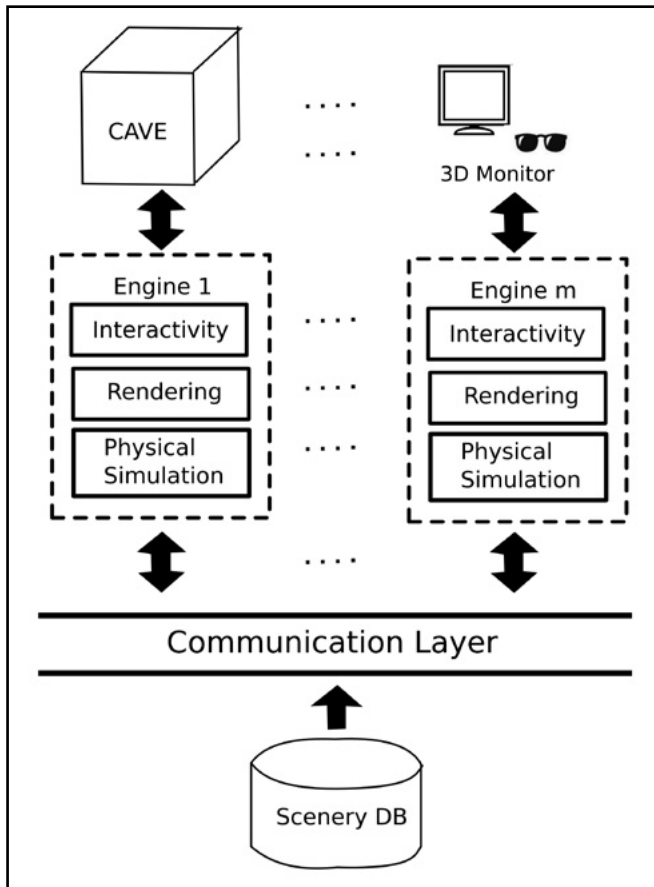
Hay varias herramientas que hacen posible el diseño y exportación de modelos CAD, lo que permite que los sistemas especializados conviertan esos proyectos CAD en soluciones de RV. WalkInside (VRContext, 2003) y Division Reality (PTC, 2003) son algunos de esos sistemas. También hay sistemas visuales inmersivos desarrollados para la visualización de modelos CAD, como RVJuggler (Bierbaum, 2000), Viral (Bastos et al., 2004) y ENVIRON (Corseuil y Raposo, 2004), que, cuando están asociados a herramientas de RV, permiten visualizar modelos CAD en entornos de RV. Otra posibilidad relacionada con entornos virtuales es el uso de motores de juegos. Algunos ejemplos de estos sistemas son Unreal Tournament (EpicGames, 2004) y Quake (1997), que tienen gráficos 3D con altos niveles de detalles. Ambas tienen alto rendimiento y robustez, y admiten la visualización geográfica distribuida. La implementación utilizada en este trabajo se basa en el código del motor Ogre (2001) con la biblioteca de física Bullet (2008), ambos bajo licencia de fuente abierta.

Una plataforma informática para la visualización inmersiva

Una plataforma informática incluye una arquitectura de hardware y un marco de software (que incluye marcos de aplicaciones), donde la combinación

- Heterogeneity: the quality and consistency of the visualization process should be guaranteed, regardless of the different hardware platforms used;
- Scalability: the performance of the system should be independent of the number of VR resources used in the virtual reality nodes;
- Portability: the methodology can be applied to different projection hardware and software types.
- Collaboration: the system must provide a geographically distributed visualization, navigation and collaboration.

Figure 1



Platform for collaborative Visualization · Plataforma para la visualización colaborativa.

permite que se ejecute el software, en particular el de aplicación. Las plataformas típicas incluyen la arquitectura de la computadora, el sistema operativo, los lenguajes de programación y la interfaz de usuario relacionada (bibliotecas con sistema de tiempo de ejecución o interfaz gráfica de usuario). La Figura 1 muestra una descripción general de la propuesta del trabajo. Se definió un sistema para visualizar escenarios en un entorno de medios de realidad multi-virtual. Este sistema proporcionará la estructura necesaria para la definición de atributos, renderización y multivisualizaciones colaborativas, así como

The distributed multiple-display virtual reality hardware components used in this work are Desktop, Head Mounted Display (HMD) and CAVE virtual reality resources. Fig. 2 depicts the projection structure of the implemented PC-based CAVE system, which is a $3 \times 3 \times 2.5 \text{ m}^3$ surround screen projection system. The hardware components of the PC-based CAVE system are described as follows:

- Personal computers (PCs) - five PCs for driving the system. One is a server for receiving input signals; the others are clients for screen display.
- Projectors - four high bandwidth stereo projectors.
- Signal sync devices - the signal sync devices are used to synchronize the RGB signals from client PCs.
- Stereo vision - shutter glasses and other peripherals (emitters, wiring, etc.) needed to operate them properly.
- Viewing point tracking device - a viewing point tracking device (one transmitter, two receivers) with an extended range controller (ERC).
- 3D Wand - 6-DOF hand-held input device.
- Screen/projection surface, supporting structure, cable, EPC2, ELR, etc.

PC connectivity of the PC-based CAVE system is depicted in Fig. 2 (a) and established according to Wu-Jeng Li et al. (2001). A software package was developed to drive the PC-based CAVE system.

los recursos interactivos necesarios. En función de los aspectos mencionados, una plataforma automatizada que permita una visualización colaborativa de procesos de situaciones imprevistas debe presentar las características que se describen a continuación.

- *Heterogeneidad: debe garantizarse la calidad y consistencia del proceso de visualización, independientemente de las diversas plataformas de hardware utilizadas.*
- *Escalabilidad: el rendimiento del sistema debe ser independiente de la cantidad de recursos de RV utilizados en los nodos de RV.*
- *Portabilidad: la metodología podrá aplicarse a distintos tipos de hardware y software de proyección.*
- *Colaboración: el sistema debe proporcionar visualización, navegación y colaboración distribuidas geográficamente.*

[Ver Fig. 1]

Los componentes de hardware de RV distribuida con pantallas múltiples utilizadas en este trabajo son los recursos de RV para escritorio (Desktop), el casco visor (Head Mounted Display, HMD), y CAVE. La Figura 2 muestra la estructura de proyección del sistema CAVE implementado, basado en PC, que es un sistema de proyección con pantalla surround de $3 \times 3 \times 2,5 \text{ m}^3$. Los componentes de hardware del sistema CAVE basado en PC se describen a continuación:

In graphics-based virtual reality applications, the complexity of the modeled virtual worlds dominates the rendering performance of systems. A virtual reality system can be separated into three parts—input, computation, and output. The input part consists of reading tracking devices and wands; the computation part includes any computation of the virtual world and management of the world database; the output part consists of immersive screen displays.

The details of each one of the virtual reality nodes shown on Figure 1 is described as follows. From a XML description, a visual system for rendering and multi-visualization was developed (see Figure 2 (b)). The system code is based on OGRE (2001), an open-source rendering engine. It has been designed to work with a wide variety of input and output hardware, with many device interfaces such as gloves and head-mounted display (HMD). The system allows n -walls multi-projection and the adjustment of each projection wall, in accordance with a CAVE morphology.

The system could be used by project designers without computer knowledge. Those steps that involve some interaction with the user must be customized and the details documented, in order to be also operated by people without expertise in computing. Currently, there are several languages and tools that enable the creation of virtual scenarios. However, existing approaches are not intuitive and require a thorough knowledge of the user. The proposed framework relies on the utilization of a generic meta-data for the description of virtual scenarios which can be applied by different tools for authoring, and which can facilitate the subsequent automatic generation of OGRE code. With this approach OGRE developers can focus on the codification of the dynamics and strategies of the application

- *Computadoras personales (PC): cinco PC para operar el sistema. Una es el servidor para recibir señales de entrada; las otras son clientes para la visualización en pantalla.*
- *Proyectores: cuatro proyectores estéreo con alto ancho de banda.*
- *Dispositivos de sincronización de señales: se utilizan para sincronizar las señales de RGB de las PC del cliente.*
- *Visión estéreo: gafas de obturación y otros periféricos (emisores, cables, etc.) necesarios para operarlos adecuadamente.*
- *Dispositivo de seguimiento del punto de visualización: un dispositivo de seguimiento del punto de visualización (un transmisor, dos receptores) con un controlador de alcance extendido (ERC).*
- *Vara 3D: dispositivo de entrada de mano 6-DOF.*
- *Pantalla superficial de proyección, estructura de soporte, cable, EPC2, ELR, etcétera.*

La conectividad con la PC del sistema CAVE basado en PC se ilustra en la Figura 2 (a) y se establece según Wu-Jeng Li et al. (2001). Se desarrolló un paquete de software para operar el sistema CAVE basado en PC.

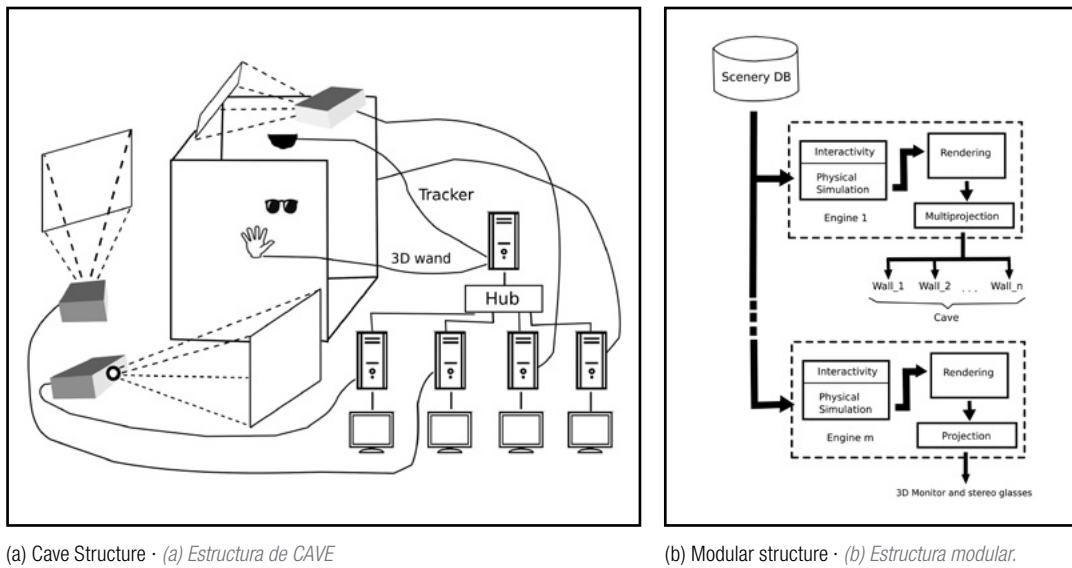
En aplicaciones de realidad virtual basadas en gráficos, la complejidad de los mundos virtuales modelados domina el rendimiento de los sistemas en lo relativo a la renderización. Un sistema de realidad virtual puede separarse en tres partes: entrada, computación y salida. La parte de la entrada consiste en la lectura de dispositivos de seguimiento y varas; la parte de la

being developed which helps reduce considerably the development time of these applications.

Case Study

The proposed platform was validated in a case study on car crash simulation. This tool allows optimization of manufacturing layout problems; to determine and validate assembly sequences and ergonomics model aspects; and to make possible global analysis and 3D temporal simulation.

Figure 2 - CAVE



computación incluye los cálculos del mundo virtual y el manejo de la base de datos del mundo; la parte de la salida consiste en pantallas inmersivas.

A continuación se describen los detalles de cada uno de los nodos de RV que se muestran en la Figura 1. Desde una descripción XML, se desarrolló un sistema visual para la representación y multivisualización (ver la Figura 2 (b)). El código del sistema se basa en Ogre (2001), un motor de renderización de fuente abierta. Fue diseñado para funcionar con una amplia variedad de hardware de entrada y de salida, con muchas interfaces de dispositivos tales como guantes y un casco visor (HMD). El sistema permite la multiproyección de n -paredes y el ajuste de cada pared de proyección, según la morfología CAVE.

El sistema podría ser utilizado por diseñadores de proyecto sin conocimientos informáticos. Es preciso personalizar los pasos que implican algún grado de interacción con el usuario y documentar los detalles, para que el sistema también pueda ser operado por personas sin conocimientos de informática. Actualmente, hay varios lenguajes y herramientas que permiten crear escenarios virtuales. Sin embargo, los enfoques existentes no son intuitivos y requieren un conocimiento cabal por parte del usuario. El marco propuesto se basa en la utilización de un metadatos genérico para la descripción de escenarios virtuales que puede aplicarse con distintas herramientas de autor, y que luego puede facilitar la generación automática de código Ogre. Con este enfoque, los desarrolladores de Ogre pueden concentrarse en la codificación de las dinámicas

Adopting the stages presented in section 2, the details used in the case study are pointed out below. In the modeling & simulation stage, different 3D models were integrated in a 3D virtual scenery. The system displays the virtual XML scenario using binary space partitioning (BSP) structure. The collision detection and physics simulation was done by Bullet as physics library (2008) and bounding box technique. After modeling and simulation programming, the obtained animated scenario could be visualized in a multi-display way. The platform allows a multi-VR media projection, each node using their own resources. Our implementation is based on the Ogre (2001) adapted game engine. Initially, it was used a special monitor with 3D stereo support to validate the proposal (see Figure 3(b)). In the test with the monitor, we used active stereoscopic glasses to allow the use of stereoscopic feature. This greatly increased the sense of realism of the scene. In order to prove the portability between different kind of hardware, the visualization process was also realized in an experimental multi-projection system with three planes. Both multi-projection and monitor implemented test was portrayed as efficient and simple.

Rendering rates were measured with three scenarios, 70 fps for the first, 30 fps for the second and 10 fps for the third. In order to verify scalability of our proposal, the rendering rates were tested with geographically distributed nodes. For this, we used one engine for each of the geographically distributed hosts. In the example, three users at different locations (anywhere in the world) meet in the same virtual world by using stereoscopic glasses (active and passive), and a Head-Mounted Display, respectively. All users see the same virtual environment from their respective points of view. Each user is presented as a virtual human (avatar) to the

y estrategias de la aplicación que está en desarrollo, lo que ayuda a reducir considerablemente el tiempo de desarrollo de estas aplicaciones.

Estudio de caso

La plataforma propuesta fue validada en un estudio de caso donde se simuló un accidente de tránsito. Esta herramienta permite optimizar los problemas en la disposición de instalaciones en plantas manufactureras; determinar y validar secuencias de montaje y aspectos del modelo ergonómico, y realizar análisis globales y una simulación 3D temporal.

[Ver Fig. 2]

Adoptando las etapas presentadas en el acápite Simulación de situaciones de la vida real, a continuación se exponen los detalles utilizados en el estudio de caso. En la etapa de modelado y simulación, se integraron diversos modelos 3D en un escenario virtual 3D. El sistema muestra el escenario virtual XML utilizando una estructura con partición binaria del espacio (BSP). La detección de colisión y simulación de física se realizó con Bullet (2008) como biblioteca de física y técnica de cuadro delimitador (bounding box). Luego del modelado y programación de la simulación, el escenario animado obtenido podría visualizarse en forma multipantalla. La plataforma permite una proyección en medios de realidad multivirtual, y cada nodo utiliza sus propios recursos. Nuestra implementación se basa en el motor de juegos adaptado Ogre (2001). Al principio se utilizó como monitor especial compatible con estéreo 3D para validar la propuesta (ver

other participants. The users can see each other, communicate with each other, and interact with the virtual world.

Some other issues were tested, for example, the collision treatment, which was also portrayed as adequate. An illustration of the experimental CAVE and monitor tests can be observed in Figure 3.

Conclusions

The word “simulation” comes up more and more in the field of industrial/forensic investigation and reconstruction. This tool allows one to detect manufacturing layout problems; to determine and validate assembly sequences and ergonomics model aspects; and to make possible critical analysis to show incorrect assessments. Although the visualization of projects is already a practice in these contexts, the use of advanced 3D/4D immersive interfaces using VR resources, capable of integrating a range of design tools, is still a challenge. In this work we presented a computing platform to support collaborative multi-VR visualization of unpredicted control situations.

It is proposed to start with dynamic animated scenarios models. After identifying the limitations, restrictions and needs associated with the target problem, a group of procedures that enable the multi-visualizations, with immersive features and VR resources, integrating different existing tools, was proposed. The platform was validated in an actual application associated with a car crash simulation. Scenarios related were modeled, simulated and visualized in centralized and in collaborative multi-VR environments. To date, the accomplished visualization and interactive

la Figura 3(b)). En la prueba con el monitor, usamos gafas estereoscópicas activas para poder usar la función estereoscópica. Esto aumentó mucho el sentido de realismo de la escena. Para demostrar la portabilidad entre distintos tipos de hardware, el proceso de visualización también se realizó en un sistema multiproyección experimental con tres planos. Tanto la multiproyección como la prueba implementada con monitor se mostraron eficientes y sencillas.

Los índices de renderización se midieron con tres escenarios, 70 fps para el primero, 30 fps para el segundo y 10 fps para el tercero. Para verificar la escalabilidad de la propuesta, los índices de renderización se testearon con nodos distribuidos geográficamente. Para esto, utilizamos un motor para cada uno de los hosts m distribuidos geográficamente. En el ejemplo, tres usuarios en distintas ubicaciones (en cualquier lugar del mundo) se reúnen en el mismo mundo virtual usando gafas estereoscópicas (activas y pasivas) y un casco visor (HMD), respectivamente. Todos los usuarios ven el mismo entorno virtual desde sus puntos de vista respectivos. Cada usuario se presenta ante los otros participantes como persona virtual (avatar). Los usuarios pueden verse entre sí, comunicarse e interactuar con el mundo virtual.

Se probaron otros aspectos, por ejemplo, el tratamiento de colisiones, que también se mostró adecuado. En la Figura 3 se ilustra la prueba experimental con el sistema CAVE y la prueba con monitor.

Conclusiones

La palabra “simulación” se menciona cada vez más en el ámbito de la investigación y reconstrucción industrial/forense. Esta herramienta permite detectar

system have been proved efficient, concerning the scalability, heterogeneity, portability, rendering, multi-VR media issues and cost. The proposed methodology has been thought to be used in real time visualization and applied directly in the manufacturing/forensic process, by people with no need for specialized programming knowledge.

Future efforts will be directed at obtaining solutions for supporting a better interoperability between platform resources. Finally, some interactivity aspects such as the inclusion of mixed reality resources to the system, enabling the visualization of either people or machines, in real or virtual way, and their interaction, must be improved.

Figure 3 - Different test geometries · *Distintas geometrías de prueba*



(a) Cave Structure · (a) Estructura de CAVE



(b) Different hosts · (b) Distintos hosts.

problemas en la disposición de instalaciones en plantas manufactureras; determinar y validar secuencias de montaje y aspectos del modelo ergonómico, y hacer análisis críticos posibles para mostrar evaluaciones incorrectas. Si bien la visualización de proyectos ya es una práctica en estos contextos, el uso de interfaces 3D/4D inmersivas avanzadas con recursos de RV, capaces de integrar una serie de herramientas de diseño, sigue siendo un desafío. En este trabajo presentamos una plataforma informática para dar soporte a una visualización colaborativa en realidad multivirtual de situaciones de control imprevistas.

Se propone comenzar con modelos de escenarios animados dinámicos. Después de identificar las limitaciones, restricciones y necesidades asociadas con el problema meta, se propuso una serie de procedimientos que permiten las multivisualizaciones, con características inmersivas y recursos de RV, que integra distintas herramientas existentes. La plataforma fue validada en una aplicación real relacionada con una simulación de accidente automovilístico. Los escenarios relacionados fueron modelados, simulados y visualizados en entornos centralizados y entornos de realidad multivirtual colaborativos. Hasta la fecha, el sistema de visualización y el sistema interactivo alcanzados demostraron ser eficientes, con respecto a la escalabilidad, heterogeneidad, portabilidad, renderización, cuestiones de medios de realidad multivirtual y costos. La metodología propuesta fue pensada para la visualización en tiempo real, para aplicarse directamente en el proceso de fabricación/forense y ser utilizada por personas que no tienen necesariamente conocimientos especializados de programación.

En el futuro, nos abocaremos a obtener soluciones para admitir una mejor interoperabilidad entre los recursos de la plataforma. Por último, deben mejorarse algunos aspectos de interactividad tales como la inclusión de recursos de realidad mixta al sistema, que permita la visualización de personas o máquinas de manera real o virtual y su interacción.

[Ver Fig. 3]

Bibliography · *Bibliografía*

- Bastos, T., R. Silva, A. Raposo, and M. Gattass. 2004. "Viral: um framework para o desenvolvimento de aplicações de realidade virtual". *VII Simposio de Realidad Virtual*. São Paulo.
- Benson, D. 1997. "Simulation modeling and optimization using promodel". Proceeding of the *1997 Winter Simulation Conference*.
- Bierbaum, A. 2000. "VR Juggler: A virtual platform for virtual reality application development". Master's Degree Thesis, Iowa State University.
- Bullet. Biblioteca para detección de colisiones y física. 2008. In <<http://bulletphysics.org/wordpress/>>.
- Chardonnet, J.R., A. de Carvalho Amaro, J.C. Lon, and M.P. Cani. 2009. *Hand navigator: Experimenting hand navigation in desktop virtual reality*.
- Corseuil, E. y A.E. Raposo. 2004. "Visualization of CAD models in a virtual reality environment". *Eurographics Symposium on Virtual Environments (EG-VE)*. São Paulo.
- Craig, Alan B., William R. Sherman, and Will Jeffrey D. 2009. *Developing Virtual Reality Applications: Foundations of Effective Design*. Burlington, Mass. Morgan Kaufmann.
- Dassault Systèmes. 2002. Soluciones para gestión del ciclo de vida de productos. In <www.3ds.com/es/>.
- Dietrich, A., I. Wald, and P. Slusallek. 2005. "Large-scale CAD model visualization on a scalable shared-memory architecture". Proceedings of the *Vision, Modeling and Visualization*.
- Duarte Filho, N., S. Costa Botelho, J. Tyska Carvalho, P. de Botelho Marcos, R. de Queiroz Maffei, R. Ruas Oliveira, and V. Alves Hax. 2009. "A General Purpose Cave-Like System for Visualization of Animated and 4D CAD Modeling". *III Southern Conference on Computational Modeling*.
- EpicGames. 2004. *Unreal Tournament*. In <<http://epicgames.com/>>.
- Gascón, J., J.M. Bayona, J.M. Espadero, and M.A. Otaduy. 2011. "BlenderCAVE: Easy vr authoring for multi-screen displays", *SIACG 2011. V Simposio Iberoamericano de Computación Gráfica*.
- Hammann, J.E. and N.A. Markovitch. 1995. "Introduction to Arena". *Actas 1995 Winter Simulation Conference*.
- Javidi, B., F. Okano, and Jung-Young Son. 2008. *Three-Dimensional Imaging, Visualization, and Display (Signals and Communication Technology)*.

- Loupos, Konstantinos, Panagiotis Psonis, and Angelos Amditis. 2008. "Virtual Reality: The Way Ahead in Industrial Safety". *22nd EUROPEAN Conference on Modelling and Simulation*. Nicosia, Chipre.
- Marapoulos, P. 2003. "Digital enterprise technology: Defining perspectives and research priorities". *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*.
- Ogre. 2001. *Motor de fuente abierta para gráficos 3D*. At <<http://www.ogre3d.org/>>.
- PTC-Parametric Technology Corporation, División Realidad. 2003. At <www.ptc.com/product/division>.
- Quake, de id software. 1997. At <www.idsoftware.com/games/quake/quake>.
- Sampaio, Paulo N.M., Roberto Ivo C. Freitas, and Gonalo Nuno P. Cardoso. 2008. "Ogre-multimedia: An api for the design of multimedia and virtual reality applications". *Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems*, Ignac Lovrek, Robert J. Howlett, and Lakhmi C. Jain (eds.), Vol. 5179, *Lecture Notes in Computer Science*. Springer. Berlin/Heidelberg.
- Sherman, William R. and Alan B. Craig. 2002. *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. Burlington, Mass. Morgan Kaufmann.
- VRContext. Software WalkInside. 2003. At <www.vrcontext.com>.
- Wald, I., C. Benthin, A. Efremov, T. Dahmen, J. Gunther, A. Dietrich, V. Havran, H. Seidel, and P. Slusallek. 2005. "A ray tracing based virtual reality framework for industrial design. Technical Report UUSCI-2005-009", SCI Institute, Utah University. Salt Lake City.
- Wu-Jeng Li, Chin-Chen Chang, Ken-Yuan Hsu, Ming-Dar Kuo, and Der-Lor Way. 2001. "A PC-based distributed multiple display virtual reality system". *Displays*, Vol. 22, N° 5.

Augmented Reality into Design Learning

Realidad aumentada en el aprendizaje del diseño

Moisés Crespo U.

Javier Miranda M.

Verónica Melgar O.

Víctor Hugo Limpías O.

Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

Introduction

In this age of communication and global exchanges, the use of technology in education acquires great importance in the process of teaching and learning at all educational levels. Whilst it is clear that what we know as Information and Communications Technologies (ICTs) have been aggressively incorporated in teaching and learning processes (TLP) in most educational institutions, its implementation and the processes taking place present mixed results, both in terms of effectiveness and in terms of their appropriateness.

The integration of technology in higher education, a practice apparently irreversible, involves a number of considerations of various kinds, both technical and cultural. There are no few efforts that become ineffective and it is not rare to find forced and irrelevant applications. There is no certainty about how truly effective the use of these ICTs can be in some academic settings, and in some cases, their application can be considered experimental and even incipient.

The various factors that influence teaching and learning effectiveness and appropriateness of the use of ICTs in the classroom depend heavily on their curriculum integration, with all that that implies: conceptual considerations, details as to when and how it fits into different disciplines, training of teachers, equipment (hardware and software) available, sustainable upgrade software, organizational culture, students prepared, among others. The speed at which knowledge is updated is increasingly accelerated and therefore, the application of ICTs and its effectiveness must take into account aspects of time, cost, and sustainability.

Introducción

En estos tiempos de comunicación e intercambios de escala global, el uso de la tecnología en la educación adquiere gran importancia en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en todos los niveles educativos. Si bien resulta evidente que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han incorporado agresivamente a los Procesos de Enseñanza Aprendizaje (PEA), en buena parte de las instituciones educativas, su aplicación, así como los procesos en los que se desarrolla, presentan resultados diversos, tanto en la efectividad como en su pertinencia.

La inserción de la tecnología en la educación superior, una práctica aparentemente irreversible, implica una serie de consideraciones de diversa naturaleza, tanto de carácter técnico como cultural. No son pocos los esfuerzos no tan efectivos, ni son extrañas las aplicaciones forzadas y no pertinentes. Todavía no se tiene certeza al respecto de cuán verdaderamente efectivo puede resultar el uso de estas TIC en algunos ambientes académicos y, en ciertos casos, se puede considerar su aplicación como experimental y hasta incipiente.

Los diversos factores pedagógicos y didácticos que condicionan la efectividad y pertinencia del uso de las TIC en el aula dependen en gran medida de su inserción curricular, con todo lo que ello implica: consideraciones conceptuales, precisión en cuanto a cuándo y cómo se inserta en las diferentes disciplinas, capacitación de los docentes, equipamientos (hardware y software) disponible, actualización sostenible del software, cultura organizacional, estudiantes preparados, entre otras. La velocidad en la que el conocimiento se actualiza es cada vez más acelerada y, por consiguiente, la aplicación de las TIC, así como su efectividad, debe tomar en cuenta aspectos de tiempo, costo y sostenibilidad.

Depending on the society in which the educational institution is inserted, it may or may not have students familiarized with technology related to ICTs. In cases where students have grown up immersed in the web and digital equipment, three situations may occur: first, a divorce between what they demand and what their teachers can offer to them; second, they can become a pressuring factor for teachers who are not immersed in order to lead them to apply ICT consistently, and third, which would be ideal, both teachers and students can explore together the possibilities offered by ICTs. In these three cases, students adopt a leading role in the TLP. When the opposite situation occurs, that means when students are not really familiar with or do not have access to digital technology, the application of ICTs in the classroom demands different insertion strategies, the teachers being the protagonists in the TLP, being forced to make special efforts to get their students involved and get relevant results at the end.

In developing countries, the situations described above are presented sometimes simultaneously, given the mixed and diverse social, cultural and economic characteristics of these communities. In the case of the Faculty of Architecture, Design and Urbanism of the *Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra* (UPSA), most of the students come from social sectors in which where digital technology and what it implies are solidly built, so the subsequent considerations of the present text should be understood within the context of students' familiarity with the ICTs, in many cases even from primary school, and high school. Since the UPSA creation in 1984, digital tools have played a major role within its TLP, and it is possible to affirm that, contrary to what happens in the rest of the country, in

Dependiendo de la sociedad en la que se inserta la institución educativa, es posible o no contar con estudiantes familiarizados con la tecnología vinculada a las TIC. En los casos en los que los estudiantes han crecido inmersos en la web y el equipamiento digital, pueden presentarse tres situaciones: primero, un divorcio entre lo que ellos demandan y lo que sus docentes pueden ofrecer; segundo, convertirse ellos en un factor de presión para que los docentes no familiarizados apliquen las TIC de manera consistente; y tercero, que sería lo ideal, tanto docentes como estudiantes exploran juntos las posibilidades que ofrecen las TIC. En estos tres casos, los estudiantes adoptan la condición de protagonistas. Cuando se presenta la situación opuesta, es decir, cuando los estudiantes no están verdaderamente familiarizados o no tienen acceso a la tecnología digital, la aplicación de las TIC en el aula demanda estrategias de inserción diferentes, siendo más bien los docentes los llamados a convertirse en protagonistas, debiendo esforzarse especialmente para lograr que sus estudiantes se involucren y obtengan resultados pertinentes.

En los países en desarrollo, las situaciones previamente descritas se presentan de manera a veces simultánea, dada la diversidad social, cultural y económica que caracteriza a estas comunidades. En el caso de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU) de la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA), la mayor parte de los estudiantes proviene de sectores sociales en los que la tecnología digital y lo que ella implica se encuentran sólidamente incorporados, por lo que las consideraciones posteriores del presente documento se inscriben en ese contexto de familiaridad de los estudiantes con las TIC, en muchos casos, incluso desde la escuela primaria, además de la secundaria. Desde la creación de la UPSA en 1984, las herramientas digitales han jugado un rol importante en sus PEA, y es posible afirmar, que a contrapelo de

which ICTs are used under severe limitations, at UPSA their application transforms its educational settings in a constant and dynamic manner.

In this regard, abundant empirical experience has been accumulated at UPSA, which seems to demonstrate that the application of ICTs effectively supports the TLP. Indeed, it was the first Bolivian university which included in the curriculum the use of computers in several programs, and the first one in educating Computer Systems Engineers. Several computer labs were opened until reaching the number of 13 in 2000, which in a University with about 2,000 students marked an excellent student/computer ratio anywhere. This pioneering and the institutional vision it implies determined in 1995 the creation of the Computerized Design Center (CDC), the first of its kind in Bolivia, systematically incorporating ICTs in the teaching and learning of design, which by then took place in one of the existing, non specialized computer labs.

It is important to notice that the creation of the first CDC promoted significantly the use of digital design in the programs of architecture, interior design and graphic design, and later, industrial design, industrial engineering and fashion design. In less than five years, two new CDCs were created, in order to satisfy academic demands, especially in terms of the type of equipment. The popularization of personal computers and laptops avoided the increment of new labs and the number of computers, although the equipment is constantly renovated. CDCs are becoming used mainly for training and research, and less as homework spaces.

Due to the interest of some faculty of Basic Design (first year) during the last decade the interest in inserting Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) in the TLP, has been growing, an interest

lo que ocurre en el resto del país, en donde las TIC se usan bajo condiciones muy limitadas, en la UPSA su aplicación transforma los escenarios educativos de manera constante y dinámica.

En este sentido, se ha venido acumulando abundante experiencia empírica en la UPSA, la que parece demostrar que la aplicación de las TIC apoyan efectivamente el PEA. Así, esta fue la primera universidad boliviana que incluyó curricularmente el uso de las computadoras en varias carreras, además de ser la primera en formar ingenieros de sistemas. Varios laboratorios de computación se fueron abriendo paulatinamente, hasta llegar a 13 en 2000, lo que en una universidad que entonces tenía menos de 2.000 estudiantes, definía una excelente relación alumno/computadora en cualquier parte. Este pionerismo, y la actitud institucional que implica, determinó que en 1995 se funde el Centro de Diseño Computarizado (CDC), el primero de su tipo en Bolivia, incorporando de manera sistemática las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje del diseño, para entonces albergados en otro laboratorio digital, no especializado.

Es importante notar que la creación del primer CDC aceleró significativamente los procesos de inserción de las herramientas de diseño digital en las carreras de arquitectura, diseño de interiores y diseño gráfico, y posteriormente de diseño industrial, ingeniería industrial y diseño de modas. En menos de cinco años se creó otros dos laboratorios de diseño computarizado, para satisfacer la demanda académica, especialmente en cuanto al tipo de equipo. La popularización de las computadoras y el advenimiento de las portátiles, tornó innecesario incrementar la cantidad de laboratorios o equipos, aunque estos se renuevan constantemente. Los CDC se usan cada vez más exclusivamente como aulas de entrenamiento de software o para investigar que como espacio de tareas.

that gained a great impulse in 2011, when UPSA joined the ALFA III Program of the European Union, under the GAVIOTA Project. The financial resources of this project allowed the acquisition of various equipment associated with the AR and VR, and also the development of classroom exercises, accompanied by a task of research and development of practices, led by those members of faculty who drafted this document, under the umbrella of the School of Architecture, Design and Urbanism.

Progressively, under the framework of GAVIOTA, the UPSA's faculty has been working systematically with students from different semesters, and in different subjects, about the effective, efficient and relevant use of the new equipment and AR programs. All this takes place in a School in which students, since several years ago, already made their plans, models, perspectives, and technological details, using computers as a major tool in presenting their design projects, at least from the second year of studies. In other words, we began under favorable conditions in terms of students' familiarity with the use of ICTs. The University, after becoming aware of the project's first results, decided to support it with its own resources, acquiring new equipment.

Under the pedagogical model applied at UPSA Augmented Reality is considered an "Educational Resource" supported on the new media technologies (animation, video, audio) which merges with elaborated material, resulting in a "Didactic Mean", which contains in itself the intentionality with which it has been developed and directed. It is important to signal that in the context of educational theory, it is perfectly possible that the support of technology in software, hardware and networking may result sterile if the teaching process is not developed with an intentionality

Por iniciativa de algunos docentes de diseño básico (primer año), en la última década se ha venido insertando la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV), lo cual ganó un impulso significativo en 2011, cuando la UPSA se incorporó al Programa ALFA III de la Unión Europea, en el Proyecto GAVIOTA. Los recursos económicos que aportaba este proyecto permitieron la adquisición de equipamiento diverso vinculado a la RA y RV, así como el desarrollo de ejercicios en aulas, acompañados de una tarea de investigación y desarrollo de prácticas, a cargo de los docentes que redactan este documento, bajo el paraguas de la FADU.

De manera progresiva, en el marco de GAVIOTA, los docentes de la UPSA han venido trabajando sistemáticamente, con estudiantes de diferentes semestres, y en materias distintas, al respecto del uso pertinente, efectivo y eficiente del nuevo equipamiento, así como de programas de RA. Todo esto se realiza en una facultad en la que los estudiantes, desde hacía varios años, ya realizaban sus planos, maquetas, perspectivas, y detalles tecnológicos, utilizando la computadora como un instrumento principal en la presentación de sus proyectos académicos, al menos a partir del segundo año de estudios. En otras palabras, se partió de una condición favorable en cuanto a la familiaridad de los estudiantes con el uso de las TIC. La universidad, al conocer los primeros resultados del proyecto, decidió apoyar al mismo con la adquisición de otros equipos, con sus propios recursos.

En el marco del modelo pedagógico aplicado en la UPSA, se considera a la RA como un "recurso educativo" apoyado en las nuevas tecnologías multimedia (animación, video, audio), el cual se conjuga con el material elaborado; resultando ser un "medio didáctico", que contiene en sí mismo la intencionalidad con que ha sido elaborado y dirigido. Es importante señalar que,

directed to a specific target, within a curriculum framework particularly aware of its relevance.

An important consideration that favors the inclusion of the RA in the education processes in design, is that the elaboration of models in traditional materials—e.g. built from cardboard, paper, foamcore panels, plastic, ceramic, etc.—as part of the process of developing architectural projects or prototypes of industrial design, in many cases turns out to be costly, both in time and economic costs. Given that model building cannot be ignored, nor should be, to build digital models, applying RA, comes to contribute to the replacement of the traditional ones, saving money and time. This is particularly evident in relation to those considered “study” or “process” models, once “final” models tend to be traditional in material. This technology permits both the expanding of the number of models presented for corrections and also, the visualization of many aspects that traditional study models are not able to pinpoint.

This document describes, in the context of Architecture and Industrial Design Programs at UPSA, how exercises of AR have been getting implemented in some areas of design, describing the processes, adjustments, corrections, and of course, academic results, from a critical and at the same time objective perspective. All this activity is permanently fed with the exchange of experiences which are regularly developed, in different countries, among the 12 universities from Europe and Latin America which directly participate in the GAVIOTA Project.

en el marco de las teorías pedagógicas, es perfectamente posible que el apoyo de la tecnología en software, hardware y de redes puede resultar estéril si por parte de la docencia no se la utiliza con una intencionalidad dirigida a un objetivo específico, en un marco curricular particularmente consciente de su pertinencia.

Una consideración importante, que favorece la inserción de la RA en los procesos de formación en diseño, es que la elaboración de maquetas de material o tradicionales —por ejemplo, construidas con cartón, papel, foamcore, plástico, cerámica, etc.— como parte del proceso de desarrollo de los proyectos de arquitectura o prototipos de diseño industrial, en muchos casos resulta costosa, tanto en tiempo como en costos económicos. Dado que su elaboración no puede —ni debe— obviarse, la construcción de maquetas digitales, a partir de la aplicación de la RA, viene a contribuir al reemplazo de estas, ahorrando dinero y tiempo. Esto es particularmente evidente en relación con aquellas que se consideran “de estudio” o “de proceso”, una vez que las maquetas “finales” tienden a ser de material o tradicionales. Esta tecnología incluso permite ampliar la cantidad de modelos presentados para correcciones, así como permite visualizar aspectos que muchas de las maquetas de estudio tradicionales no eran capaces de detallar.

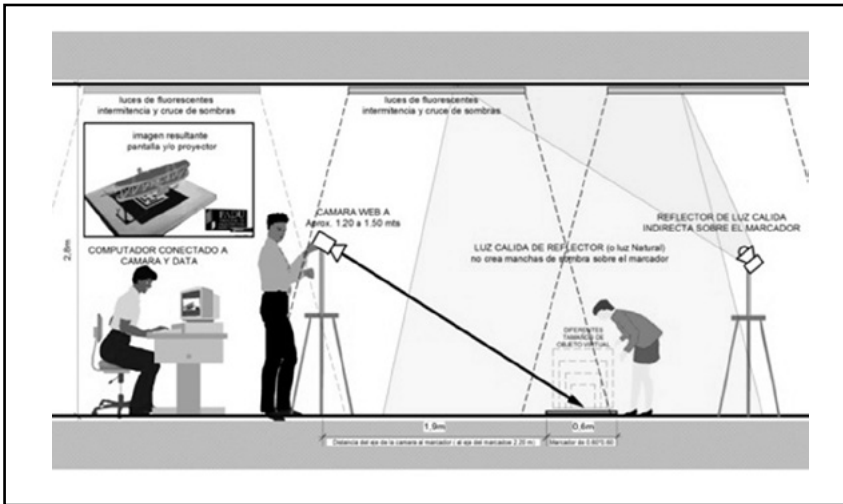
El presente documento describe, en el contexto de las carreras de Arquitectura y Diseño Industrial de la UPSA, cómo se ha venido desarrollando ejercicios de implementación de la RA en algunas materias de diseño, describiendo procesos, ajustes, correcciones y, por supuesto, resultados académicos, desde una perspectiva crítica y, al mismo tiempo, objetiva. Toda esta actividad ha sido permanentemente alimentada con el intercambio de experiencias que se desarrolla regularmente, en diferentes ciudades, entre las doce universidades de Europa y Latinoamérica que participan directamente en el Proyecto GAVIOTA.

Concepts

In the context of ICTs, Augmented Reality (AR) consists of the superimposition of data and information to the real world, complementing the perception and interaction with the physical environment. AR can impact significantly on the field of education because of the nature of multimedia and interactivity that characterizes it.

The following graphic summarizes the concept.

Graphic 1



Augmented Reality · Realidad aumentada. Elaboración propia

Conceptos

En el marco de las TIC, la RA consiste en la sobreimpresión de datos e información al mundo real, complementando la percepción e interacción con el medio. La RA puede alcanzar efectos importantes en el campo de la educación debido al carácter multimedia y de interactividad que le es característico.

El Gráfico 6 sintetiza el concepto.

[Ver Graf. 1]

Con la RA se abren nuevas posibilidades en los procesos perceptivos y de interacción con el mundo real, las cuales se van tornando cada vez más complejas, mientras la tecnología digital gana velocidad y potencia, aproximándose de manera cada vez más evidente a la percepción de la realidad material. Con ello, la RA enriquece la percepción de la realidad física o material y, al hacerlo, ofrece a los PEA oportunidades extraordinarias.

Algunas de las características de la realidad aumentada que pueden ser aprovechadas en el campo de la educación son:

- Representación que permite comprender mejor la realidad.
- Combinación de realidad y virtualidad (proyección futura y actual).
- Interacción con la realidad mediante símbolos o figuras.

With AR it opens new possibilities in perceptual processes and interaction with the real world, which are becoming increasingly complex, as digital technology gains speed and power, matching the perception of material reality. With that, RA enhances the perception of physical or material reality, and by doing so it provides extraordinary opportunities to TLPs.

Some features of AR that can be exploited in the field of education are:

- Representation that provides a better understanding of reality.
- Combining reality and virtuality (current and future projection).
- Interact with reality through symbols or as figures.
- Interaction with elements of virtuality from reality.
- Using very simple and lightweight software, together with commodity hardware in the latest equipment. (Webcam) and previously prepared materials that may be present in different input and output formats.

Yet it is perfectly clear that it is not sufficient to have computers, phones, tablets, internet wire or wireless connection, etc., to achieve optimal use of ICTs, including Augmented Reality. UPSA's empirical experience permits us to understand that it is essential to clearly define "why" Augmented Reality is integrated within the educational process.

- *Interacción con elementos de la virtualidad desde la realidad.*
- *Uso de software muy simple y liviano, en conjunto con hardware genérico en los equipos de última generación (cámara web) y materiales previamente elaborados que pueden estar en diferentes formatos de entrada y salida.*

Con todo, resulta perfectamente claro que no es suficiente con disponer de computadoras, teléfonos, tabletas, conexión a Internet, etc., para lograr un óptimo aprovechamiento de las TIC, entre ellas, la RA. La experiencia empírica de la UPSA permite comprender que resulta fundamental definir claramente el "para qué" se incorpora la RA al proceso educativo.

Una pregunta clave es qué aporta la RA en el aula

Para responder es necesario recordar los cuestionamientos que surgieron cuando las computadoras hicieron su ingreso al campo educativo, hecho que también debe haber motivado la pregunta: ¿qué aporta la computadora al aula?, y sucesivos cuestionamientos. Con sus respectivas respuestas, nuevas preguntas han venido surgiendo con la progresiva incorporación de las computadoras personales, de Internet, de las redes sociales, de las pizarras interactivas, de las tabletas, en un proceso de cuestionamientos que parece no tener fin, dado el constante avance tecnológico. Las respuestas a estos interrogantes no han sido homogéneas, ni han sido sostenibles, estando sujetas a los particulares contextos en los cuales surgieron, en los marcos académicos en los que se gestaron. Ese es el caso de la UPSA.

A key question: What does AR contribute in the classroom?

To answer the question it is necessary to remember those questions that arose when computers made their entry into the field of education, a fact that should also have motivated the question: what does the computer contribute to the classroom?, and subsequent questions. With their respective answers, newer questions have been emerging with the progressive incorporation of personal computers, Internet, web social media, interactive digital whiteboards, digital tablets, in a process of questioning that seems endless, given the continuing technological advancement. Answers to these questions are not homogeneous, nor have been sustainable, and are subject to the particular contexts in which they have arisen, in the academic framework from which they emerged. This is the case at UPSA.

After several decades of application of digital technology in the classroom, and with an institutional experience of over 17 years, it can be said that technology by itself does nothing if we do not apply clear pedagogical models and methodologies to exploit the potential of ICTs. Over the years, it is evident that the technology will have to adapt to particular objectives of the program, the subject and the teacher's plan involved, in order that its integration to TLP can improve the educational experience, achieving better results. In other words, there are no recipes, but particular experiences, at least for now.

It is also important to mention that the technology applied to classroom teachers demands their the adoption of constructivist pedagogical paradigms, and the abandonment of traditional models, whether are behaviorist, romantic and other-centered teaching. Digital technology, to justify and optimize results, demands that students be participants

Luego de varias décadas de aplicación de la tecnología digital en el aula, y con una experiencia institucional de más de 17 años, es posible afirmar que tecnología por sí misma no aporta nada si es que no aplicamos modelos y metodologías pedagógicas claras para explotar el potencial que ofrecen las TIC. Con los años resulta evidente que la tecnología tiene que adaptarse a los objetivos particulares de la carrera, la materia y el plan del docente, para que su integración al PEA logre optimizar la experiencia educativa, logrando mejores resultados. En otras palabras, no hay recetas, sino experiencias particulares, al menos por ahora.

Es importante también mencionar que la tecnología aplicada al aula demanda del docente la adopción de paradigmas pedagógicos constructivistas, y el abandono de los modelos tradicionales, sean los conductistas, románticos y otros centrados en el docente. La tecnología digital, para justificarse y lograr resultados óptimos, demanda que los estudiantes sean protagonistas de su aprendizaje y constructores de su conocimiento de forma colaborativa, en donde el docente es un colaborador, un guía de las prácticas, las cuales tienden a demandar flexibilidad en la programación, así como en los resultados.

En síntesis, las experiencias realizadas en la UPSA han demostrado que la RA permite fortalecer el PEA, pudiendo afianzar el logro de habilidades intelectuales (competencias) definidas para las materias experimentales, tanto en el sentido profesionalizante (diseño integral) como en las habilidades de interacción social, capacidad de trabajo en equipo y desarrollo del sentido de responsabilidad.

in their learning and construct their knowledge collaboratively, where the teacher is a partner, a practice guide, which tend to demand flexibility programming as well as the results.

In summary, experiences carried out at UPSA have shown that AR can strengthen the TLP, achieving secure the achievement of intellectual abilities (competences) defined for the experimental subjects, both in the professional sense (integral design) as well as in the social interaction skills, ability to engage in teamwork and developing the sense of responsibility.

Augmented Reality (AR) in the classroom

From UPSA's experience with the use of AR we identify several aspects that allow us to better structure our approach in terms of the strategies applied in the TLP within subjects which used AR. In summary we have the following:

We identified that in the classroom it is followed a continuum of stages in which a limited range of the available technology is used to support the design process in the subjects involved. Generally, students and teachers evaluate the results obtained with the use of CAD programs, at studio presentations or closure of period, noticing that ICTs and its possibilities are not involved in the evolutionary process of the design project.

Thus, we identified that the interaction of the actors in the TLP can be more dynamic with the application of ICTs, especially in the process of project development (evolution). When that occurs under adequate conditions, both an improvement in quality and a higher production speed of the projected objects are recognizable. The application of AR extraordinarily

Realidad aumentada (RA) en el aula

En las experiencias de la UPSA con el uso de la RA logramos identificar varios aspectos que nos permiten estructurar mejor nuestro enfoque en cuanto a las estrategias aplicadas en el PEA dentro de las materias que utilizaron RA. En resumen, se tiene lo siguiente.

Identificamos que en el aula se sigue un continuo de etapas en donde sólo se utiliza una reducida capacidad de la tecnología disponible para apoyar el proceso de diseño en las materias involucradas. Generalmente, los estudiantes y docentes evalúan los resultados obtenidos con el uso de los programas CAD, en las presentaciones o cierres de etapas, notándose que las TIC y sus posibilidades no participan del proceso en la evolución del proyecto de diseño.

Así, identificamos que la interacción de los actores del PEA puede ser más dinámica con la aplicación de las TIC, especialmente en el proceso de desarrollo de los proyectos. Cuando eso ocurre bajo condiciones adecuadas, es reconocible tanto una mejora en la calidad, como una mayor velocidad en la producción de los objetos proyectados. La aplicación de la RA favorece extraordinariamente la interacción entre los mismos estudiantes, tanto en cuanto al manejo de la herramienta digital, como en cuanto a la valoración de los resultados del diseño.

Otro aspecto que se identificó es que los equipos no resultan necesariamente costosos, siendo accesibles no solamente para la universidad, sino también para los mismos estudiantes. Una buena cantidad del software requerido está disponible en la web de manera gratuita, sea a modo de demostración, como a modo de prueba, e incluso completamente. En general, resulta claro que los beneficios son grandes en relación al costo, por la optimización del aprovechamiento del tiempo y de los recursos en cada etapa del proceso de diseño.

favors interaction between the students themselves, both in terms of managing digital tools, and in terms of the assessment of the design results.

Another aspect that was identified is that the equipment is not necessarily expensive, being accessible not only for the University, but also for the students themselves. Most of the required software is available on the web on a free basis, either by way of demonstration or as a trial, and sometimes, fully free. Overall, it is clear that the benefits are large relative to the cost, optimizing both time efficiency and resources at each stage of the design process.

In this way, with those experiences and the themes developed as part of the practice in the use of AR, we substantially improved time-schedule efficiency, processes and results of the projects undertaken in each subject.

Equipment

To develop the practical application of AR in the classroom, we used the following hardware:

- a. E-beam whiteboard (synchronizer, markers).
- b. 3D Glasses “Vuzix” (2 micro-cameras and 2 micro-screens each).
- c. Individual Web cams “Logitech”, with flexible support.
- d. Camcorder “Sony” PJ10.
- e. Tablet e-beam “Inscribe” 200E.

De esa manera, con las experiencias recabadas y los temas desarrollados como parte de la practica en el uso de la RA mejoramos sustancialmente los tiempos, procesos y resultados de los proyectos encarados en cada materia.

Equipamiento

Para desarrollar las prácticas de aplicación de la RA en el aula, se utilizó el siguiente hardware:

- a. Pizarra digital e-beam (sincronizador, marcadores).
- b. Lentes 3D “Vuzix” (dos cámaras y dos micropantallas cada una).
- c. Webcams individuales “Logitech”, de soporte flexible.
- d. Videocámara “Sony” PJ10.
- e. Tableta e-beam “Inscribe” 200E.

Además de estos equipos, especialmente adquiridos para desarrollar estas prácticas, la universidad cuenta con 13 laboratorios digitales, dos de ellos especialmente destinados para el diseño computarizado o digital. Ambos cuentan con 24 computadoras y dos proyectos multimedia, los que permiten prácticas integradas colectivas entre todos los participantes.

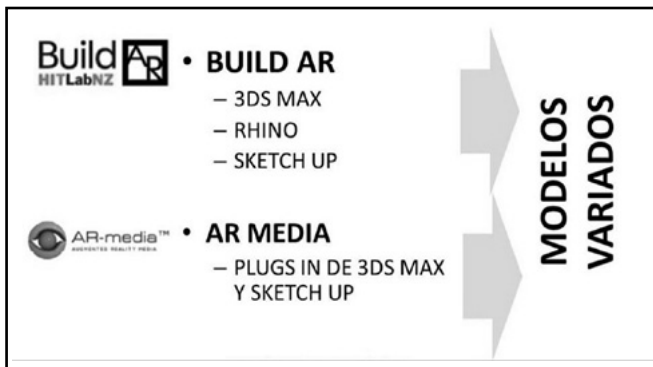
Recientemente, se ha adquirido una fresadora 3D de industria italiana, que recién se incorpora en la práctica a fines del primer semestre de 2012, la que permite desarrollar otro tipo de ejercicios.

In addition to this equipment, especially acquired for developing these practices, the University has 13 digital/computer labs, two of which are particularly intended for digital design. Each has 24 computers and two multimedia projectors, which allow collective integrated practices among all participants.

Recently, a 3D Italian digital milling machine has been acquired, which recently is being included on the practices of late semester 1/2012, which will permit the development of other kinds of exercise.

Besides the relevant software for each of the aforementioned pieces of equipment, the following software, particularly flexible to AR, is also used:

Graphic 2



Software used in Augmented Reality IV · Software aplicado a realidad aumentada. Elaboración propia.

Además del software pertinente para cada uno de los equipos previamente mencionados, se utilizó los siguientes, especialmente flexibles para RA:

[Ver Graf. 2]

Ejercicios

Durante el segundo semestre de 2011 y el primero de 2012, en las carreras de Arquitectura y Diseño Industrial de la UPISA, se llevó a cabo diferentes ejercicios académicos aplicando la RA en algunas materias, a cargo de los docentes que aceptaron participar del proceso de investigación de la potencialidad de la pertinencia y efectividad de la aplicación de esa herramienta digital en el aula. No hubo una definición previa al respecto del nivel curricular, siendo seleccionadas materias de niveles distintos, entre el tercer y el octavo semestre. En síntesis, esas experiencias fueron las siguientes.

1. Asignatura: Taller de Morfología 2 (Arquitectura)

Tema: Parada cubierta de ómnibus. A los estudiantes se les pidió que diseñaran un paradero que reúna condiciones mínimas de protección al usuario mientras espera la llegada del bus que lo transporte. Se les pidió que presenten varias alternativas y, en primera instancia, se fue revisando colectivamente cada una de las propuestas. El proceso de diseño implicó varias presentaciones

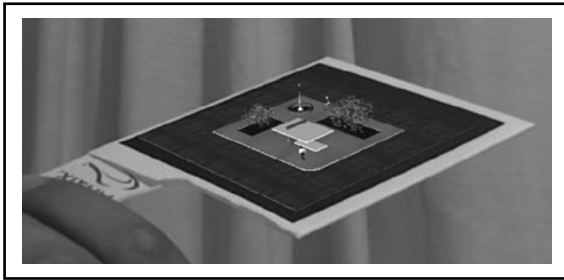
Exercises

During semesters 2/2011 and 1/2012, in the Architecture and Industrial Design Programs at UPSA, various academic exercises applying AR took place in some subjects, conducted by teachers who agreed to participate in the research process about the potential of relevance and effectiveness of the implementation of this digital tool in the classroom. There was no previous definition about the curricular level, being chosen subjects of different semesters, between the third and eighth semester. In short, these experiences were the following:

1. Subject: Morphology Studio 2 (Architecture)

Topic: *Covered Bus Stop*. Students were asked to design a Bus Stop which offers micro-bus users the minimum protection conditions while awaiting the arrival of their transport. They were asked to submit several alternatives and in the first instance, there was collective reviewing of each of the proposals. The design process involved multiple presentations of digital models in AR, which showed remarkable advances in design quality.

Figure 1



de maquetas digitales en RA, las cuales mostraron notables avances en cuanto a la calidad del diseño.

[Ver Fig. 1]

Una vez aprobada cada propuesta, se le pidió a cada estudiante que elija y defina los aspectos tecnológicos, llegando a definir con relativa precisión los detalles constructivos. El objetivo de la segunda fase fue demostrar la factibilidad en la ejecución de sus propuestas de parada de ómnibus.

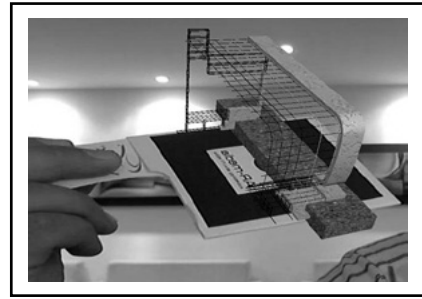
[Ver Fig. 2]

2. Asignatura: Diseño computarizado avanzado (Arquitectura)

Tema: Stand Ferial. Cercana a la fecha de realización de la Feria Internacional de Santa Cruz (Fexpocruz) se encomendó a la materia realizar propuestas para varios stands en la feria exposición. Se consiguió explotar el recurso 3D en RA para realizar propuestas formales que puedan ser llevadas a la realidad. Los estudiantes presentaron propuestas que fueron sistemáticamente evaluadas, de manera colectiva. Los resultados morfológicos no fueron definidos

Once each proposal was approved, each student was asked to choose and define the technological aspects, achieving a relatively accurate definition of construction details. The objective of the second phase was to demonstrate the feasibility of implementing their proposals for a Bus Stop.

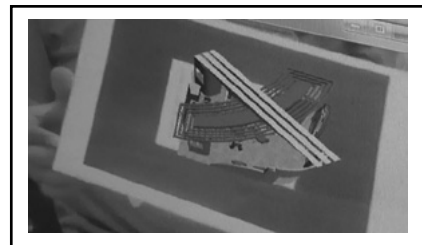
Figure 2



2. Subject: Advanced Computer Design (Architecture)

Topic: *Exhibition Stand*. Near the date of inauguration of Fexpocruz (International Fair of Santa Cruz) the subject was entrusted to make proposals for various exhibition booths at the Fair. The AR resource was exploited to make formal proposals that might be brought to reality. Students presented proposals that were systematically evaluated collectively. The morphological results were not defined technologically, once the object of the exercise was to develop the students' ability to solve a particular functional problem, using AR as a critical observing tool.

Figure 3



tecnológicamente, una vez que el objetivo del ejercicio era desarrollar la capacidad del estudiante de resolver un problema funcional determinado, usando la RA como visualizador crítico.

[Ver Fig. 3]

3. Asignatura: Taller de Morfología 3 (Arquitectura)

Tema: Interpretación de cuadros cubistas. Se pidió a los estudiantes que desarrollen una “decodificación” o “traducción” de cuadros cubistas llevándolos a la tercera dimensión. Con este recurso se intentó mejorar la comprensión visual-espacial y las relaciones de composición que posee una obra de arte. El objetivo era lograr que el estudiante comprenda la teoría de la forma.

[Ver Fig. 4]

4. Asignatura: Diseño computarizado avanzado (Diseño Industrial)

En esta materia, cada estudiante debió desarrollar un tema a su elección, a partir de una investigación de demandas específicas del mercado. Se pidió a los estudiantes que desarrollen diferentes propuestas, eligiéndose una de ellas para ser desarrollada completamente, tanto morfológica como tecnológicamente.

[Ver Fig. 5 y 6]

3. Subject: Morphology Studio 3 (Architecture)

Topic: *Cubist Paintings Interpretation*. Students were asked to develop a “decoding” or “translation” of cubist paintings by taking them into the third dimension. With AR resources they tried to improve visual-spatial understanding and to comprehend the composition relationships a work of art has. The goal was to make the students understand the theory of form.

Figure 4



4. Subject: Advanced Computerized Design (Industrial Design)

In this subject, each student should develop a theme of his choice, from an investigation of specific market demands. Students were asked to develop proposals in 3D, choosing one of them, to be fully developed, both morphologically and technologically, by using AR visualization.

5. Proyecto RA: Templos católicos del casco viejo de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra

Este proyecto, aún en ejecución, busca apoyar a las materias de historia de la arquitectura. A través del uso de varios software de dibujo y modelación se ha procedido a la virtualización de las capillas e iglesias del casco viejo de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

[Ver Fig. 7]

Este material ha sido creado en formatos digitales tales como modelos tridimensionales, audio videos e imágenes fijas que con el apoyo de los marcadores pueden estar en formato digital para su impresión por parte del nuevo usuario o directamente impresos en un libro de referencia que nos permiten interactuar con el material a través de la RA.

[Ver Fig. 8]

El objetivo de la creación de este archivo multimedia, que necesitará del apoyo del marcador real (impreso) y del hardware (computadora con cámara web) y software específico, ya sea de modo local (con el libro) o conectado a Internet (sitio de la muestra), es que en tiempo real permitirá al observador:

- a. Ver y entender los modelos tridimensionalmente;
- b. ver videos e imágenes fijas;
- c. escuchar explicaciones; y
- d. recuperar detalles.

[Ver Fig. 9]

Figure 5

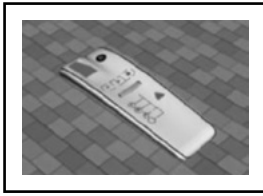
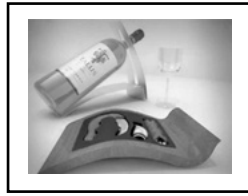
Topic: *Remote Control* · Tema: Control Remoto.

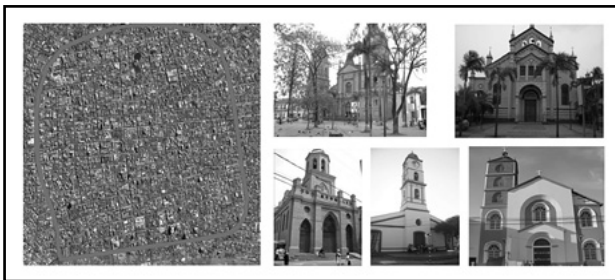
Figure 6

Topic: *Wine set* · Tema: Set de vinos.

5. AR Project: *Catholic Temples of Historic District of Santa Cruz de la Sierra*

This project, still in progress, aims to support the subject of History of Architecture: Through the use of various drawing and modeling software students have proceeded to the virtualization of churches and chapels of the Historic District of Santa Cruz de la Sierra.

Figure 7



Paralelamente, se ha trabajado con RA en la presentación de proyectos de diseño industrial como elemento de exposición, en el cual los objetivos de la materia eran elaborar formal y de manera técnica una serie de objetos funcionales, los cuales en el proceso de diseño de revisiones y ajustes utilizaban el apoyo de esta tecnología para evitar el gasto que significa realizar maquetas previas de diseño para su revisión y que a veces son difíciles de compartir y analizar colectivamente.

6. Proyecto RA: Reconocimiento de letras para infantes

Este proyecto, en su fase experimental aún, intenta desarrollar un juego didáctico para enseñar a infantes menores de 3 años, a reconocer las letras y sus sonidos (en este caso las vocales). El objetivo es que los niños, de un modo táctil y visual, muy amigable, aprendan a reconocer y pronunciar adecuadamente las vocales.

Al igual que el proyecto anterior, este trabajo requiere del uso de marcadores que, a través de la cámara web y el software necesario, favorecen y estimulan la pronunciación de la letra y señala errores.

Conclusiones

Las experiencias de RA, llevadas a cabo en la UPSA desde junio de 2011, han permitido fortalecer el cuerpo docente del área de diseño digital en la FADU, no sólo en cuanto a que los docentes involucrados se vieron forzados a sistematizar sus prácticas, sino que también favorecieron la incorporación de estudiantes interesados que se han convertido en colaboradores importantes. Además, otros

This material has been created in digital formats such as three-dimensional models, audio clips and still images with the support of markers that can be in digital format for printing the new user or directly printed on a reference book that allow us to interact with the material using AR.

The objective of the creation of this multimedia file that will need the support of the real (printed) marker and specific hardware (computer with webcam) and software, is that by a local mode (with the book) or connected to the Internet (sample site) and and in real-time, viewers can:

- a. See and understand the models three-dimensionally.
- b. Watch videos and still images.
- c. Listen to explanations.
- d. Retrieve details.

Alongside this project, it is being worked with AR the presentation of Industrial Design projects as an element of exhibition, in which the objectives of the subject were to develop in a formal and technical way a series of functional objects, which in the process of Design revisions and adjustments used extensively the support of this technology in order to avoid the

Figure 8

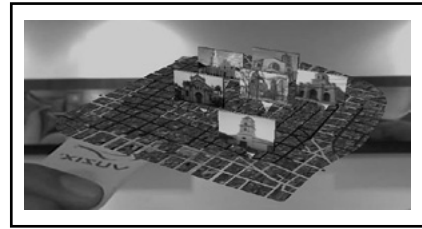
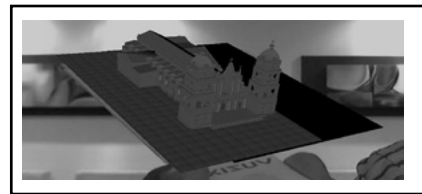


Figure 9



docentes de la facultad, e incluso de otras carreras, se incorporaron a las prácticas de aplicación de la RA en el aula.

Queda ahora claro que la RA no demanda una tecnología demasiado costosa, tanto en lo referente a la adquisición de los equipos, como a su mantenimiento. Por otro lado, la mayoría de los equipos computacionales actuales puede sin dificultad proveer al usuario de la experiencia de apreciar la RA, una vez que poseen sus propias microcámaras.

Los beneficios que el uso de la RA proporciona en la concepción y preparación de modelos 3D son bastante considerables, desde una perspectiva académica. Los tiempos de desarrollo de las diferentes etapas del proceso de diseño se disminuyen considerablemente, y el resultado es más controlado, lográndose una mejor calidad de diseño al final.

El manejo y la aplicación de la RA en el aula con las materias de arquitectura y diseño facilitan en gran manera la concepción del espacio tridimensional gracias al hecho que sus cualidades son fácilmente reconocidas, estableciendo un vínculo simple y directo entre la realidad y la virtualidad. En general, los estudiantes de las materias involucradas mostraron una mayor confianza en el uso de la tecnología, y de manera independiente, muchos de ellos continúan aprovechando las ventajas del uso de la RA en el proceso de diseño, involucrando, de modo autónomo y abierto, a otros estudiantes, e incluso docentes, en el uso de esta herramienta.

spending inherent in the construction of studio models, which are sometimes difficult to share and analyze collectively.

6. AR Project: *Vowels Recognition for infants*

This project, still in its experimental phase, intends to develop a didactic game to teach infants less than three years old to recognize vowels and their sounds. The aim is that infants, in a tactile and visual, very friendly way, learn to recognize and properly pronounce vowels.

Like the previous project, this game requires the use of markers, which through the webcam and the software required, will favor and encourage the pronunciation of the letter and also point out errors.

Conclusions

These experiences of Augmented Reality (AR) conducted at UPSA since June 2011 have permitted the strengthening of the design faculty of the digital design department in the Architecture School, not only in terms of the fact that teachers involved were forced to systematize their academic practice, but also favored the integration of interested students who have become important partners. In addition, other faculty members, from even other programs, have been incorporated into the practices of including AR in the classroom.

It is now clear that AR does not require a too expensive technology, both in terms of acquisition of equipment and its maintenance. Furthermore, most existing computer equipment can without difficulty provide to the user the possibility of experiencing AR, once they have their own micro-digital cams.

The benefits that the use of the AR provides on the design and preparation of 3D models are quite considerable from an academic perspective. Developmental times of the different stages of the design process are decreased considerably, and the results are more controlled, achieving a better design quality at the end.

The management and implementation of the Augmented Reality on the subjects of Architecture and Industrial Design above mentioned, greatly facilitated the conception of the three-dimensional space by students, due to the fact that its qualities are easily recognized, establishing a simple and direct link between reality and virtuality.

In general, students of the subjects involved showed greater confidence in the use of technology, and independently many of them continue to take advantage of the use of AR in the design process, involving, in an autonomous and open way, other students, and even teachers, in the practical use of this tool.

Advanced Representation and Visualization Technologies as devices for methodological reformulation of actions of investigation, teaching and extension

Tecnologias avançadas de representação e visualização como dispositivos para a reformulação metodológica de ações de investigação, ensino e extensão

Adriane Borda Almeida <adribord@hotmail.com>

Felipe Heidrich <prof.felipeh@gmail.com>

Neusa Félix <neusarfelix@gmail.com>

Grupo de Estudos para o Ensino/Aprendizagem de Gráfica Digital, GEGRADI
Departamento de Arquitetura e Urbanismo, DAURB
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, FAURB
Universidade Federal de Pelotas, UFPel
<<http://ufpel.edu.br/gegradi>>

Keywords

Digital Graphic Representation · Architectural Heritage · Visualization of Information · Teaching/Learning · Social Technologies · Accessibility

Palavras-chave

Representação Gráfica Digital · Patrimônio Arquitetônico · Visualização da Informação · Ensino e Aprendizagem · Tecnologias Sociais · Acessibilidade

Abstract

This chapter describes the experience that GEGRADI, Study Group of Teaching/Learning Digital Graphics, UFPel, has been carrying out with the development of the ALFA-GAVIOTA Project. With the purpose of identifying the potentialities of advanced technologies of representation and visualisation made available by the scientific and technological infrastructure of the Project, experiments are carried out in the scope of other projects developed by the group. Such projects refer to the following themes of development: representation of historic and architectural heritage of the city of Pelotas; visualization of institutional information, related to the physical infrastructure and organization of UFPel; social technologies in contexts of social housing, with the purpose of qualifying the urban space; processes of teaching/learning in architectural design; assigning accessibility to visual information. Inserting the use of resources such as augmented reality, three dimensional printing (rapid prototyping) and natural interfaces, some actions have been re-structured and consequently different work methods have been outlined in the scope of each one of the projects. The results of the experiments have promoted: the establishment of terms of collaboration with public and private institutions; discussion and diffusion in scientific forums; systemizing the knowledge produced allowing it to be conveyed in undergraduate and postgraduate educational contexts. Thus, in this context, the use of advanced representation and visualisation technologies allowed to significantly increment the impacts of each one of the projects in the social, cultural, scientific and educational scopes.

Resumo

Este capítulo descreve a experiência que o GEGRADI, Grupo de Estudos de Ensino/aprendizagem em Gráfica Digital, UFPel, vem realizando junto ao desenvolvimento do Projeto ALFA-GAVIOTA. A partir do propósito de identificar as potencialidades das tecnologias avançadas de representação e visualização disponibilizadas pela infraestrutura científica e tecnológica do referido Projeto, realizam-se experimentações no âmbito de outros projetos que estão sendo desenvolvidos pelo grupo. Tais projetos referem-se aos seguintes temas de desenvolvimento: representação do patrimônio histórico e arquitetônico da cidade de Pelotas; visualização da informação institucional, relacionadas a infraestrutura física e organizacional da UFPel; tecnologias sociais em contextos de habitação de interesse social, com o propósito de requalificação do espaço urbano; processos de ensin/aprendizagem para o projeto de arquitetura; atribuição de acessibilidade à informação visual. Inserindo-se o uso de recursos de realidade aumentada, de impressão tridimensional e de interfaces naturais, tem-se reestruturado ações e consequentemente delimitado métodos de trabalho diferenciados no âmbito de cada um dos projetos. Os resultados dos experimentos têm promovido: o estabelecimento de termos de colaboração com instituições públicas e empresariais; a discussão e difusão em fóruns científicos; a sistematização do conhecimento produzido para ser veiculado em contextos formativos de graduação e pós-graduação. Desta maneira, para o contexto trabalhado, o uso das tecnologias avançadas de representação e visualização permitiu incrementar significativamente os impactos de cada um dos projetos, seja no âmbito social, cultural, científico e educativo.

1. Introduction

GTEGRADI was formalized as a research group, in 2002, by the Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq/Brasil). This group added researchers with the purpose of restructuring the area of graphic representation in the context of UFPel, facing the possibilities of Computer Graphics. Specifically the area directed to teaching technical language representation. Those researches, with previous background in Architecture and Urbanism, have invested in building the necessary infrastructure for the appropriation of digital technologies of representation. This infrastructure was being built under a Specialization Course in Digital Graphics, created in 2001 and coordinated by professors of this group. The whole process has always been supported by the establishment of partnerships with professionals from other fields of knowledge capable of sustaining the study of Computer Graphics specially applied to Architecture. The history of these partnerships can be described by the GTEGRADI participation in projects developed in network format, institutional, national and international, such as: ALFA T_GAME (2002/2004) (Program ALFA I/CE), ALFA FADO (2004/2006) e ALFA T_GAME L3 (2005/2007) (Program ALFA II/CE), ARQNET (2004/2006) (PROSUL/CNPq/Brasil), PROBARQ (2008/2012) (Universal/CNPq/Brasil). Currently, simultaneous participation in the networks projects ALFA-GAVIOTA (2011/2013) (Program ALFA III/CE) e MORAR.TS (2011/2013) (FINEP/Brasil) has intensified this dynamic. Connecting research activities and revising the methods of them due to the mutual contributions between projects. This has occurred especially from the purpose of identifying the potential of advanced

1. Introdução

O GTEGRADI foi formalizado como grupo de investigação, no ano de 2002, junto ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq/Brasil). Este grupo agregou pesquisadores que tinham o propósito de reestruturar a área de representação gráfica no contexto da UFPel, frente às possibilidades da Informática Gráfica. Especificamente aquela área dirigida ao ensino de uma linguagem técnica de representação. Com formação de origem em Arquitetura e Urbanismo estes pesquisadores investiram na construção de uma infraestrutura necessária para a apropriação das tecnologias digitais de representação. Esta infraestrutura foi sendo construída no âmbito de um Curso de Especialização em Gráfica Digital criado em 2001 e coordenado por docentes deste grupo. Sendo que todo o processo esteve sempre apoiado no estabelecimento de parcerias com profissionais de outras áreas de conhecimento capazes de sustentar o estudo da Informática Gráfica aplicado especialmente à Arquitetura. A história destas parcerias pode ser descrita pela participação do GTEGRADI em projetos desenvolvidos em rede, interinstitucionais, nacionais e internacionais, tais como: ALFA T_GAME (2002/2004) (Programa ALFA I/CE), ALFA FADO (2004/2006) e ALFA T_GAME L3 (2005/2007) (Programa ALFA II/CE), ARQNET (2004/2006) (PROSUL/CNPq/Brasil), PROBARQ (2008/2012) (Universal/CNPq/Brasil). Atualmente a participação simultânea nas redes ALFA-GAVIOTA (2011/2013) (Programa ALFA III/CE) e MORAR.TS (2011/2013) (FINEP/Brasil) tem intensificado esta dinâmica. Conectam-se as atividades de investigação e reformulam-se os métodos das mesmas, em decorrência das contribuições mútuas entre os projetos. Isto tem ocorrido especialmente, a partir do propósito de identificar as potencialidades das tecnologias avançadas de representação e visualização disponibilizadas pela

technologies of representation and visualization provided by the scientific and technological infrastructure of the ALFA-GAVIOTA network. Studies registered here are the experimentations performed with such technologies within the different research themes adopted by GEGRADI.

2. Description of the experiments

From the characterization of each research topic addressed by the group, the experiments performed under the ALFA-GAVIOTA Project are described.

2.1. Representation of Architectural Heritage

For GEGRADI, the activity of digital graphic representation of architectural heritage, during the past twelve years, has been the focus of development of educational projects, extension and research. Through training activities, until then addressed to extension and postgraduate level of specialization and recently master, construct a digital collection of the architectural heritage of the city of Pelotas, Rio Grande do Sul, which is configured as our immediate surrounding area. These actions are characterized by what was called Project MODELA PELOTAS. Pelotas preserves architectural examples built between the late eighteenth century and early twentieth century, which include architecture representatives of Luso-Brazilian, eclectic, eclectic transition and pre-modern. The representation of these examples, illustrated in Figure 1, has documented and valued such patrimony, including

infraestrutura científica e tecnológica da rede ALFA-GAVIOTA. Registram-se aqui as experimentações com tais tecnologias realizadas no âmbito dos diferentes temas de investigação adotados pelo GEGRADI.

2. Descrição das experimentações realizadas

A seguir, a partir da caracterização de cada tema de investigação abordado pelo grupo, descrevem-se os experimentos realizados no âmbito do Projeto ALFA-GAVIOTA.

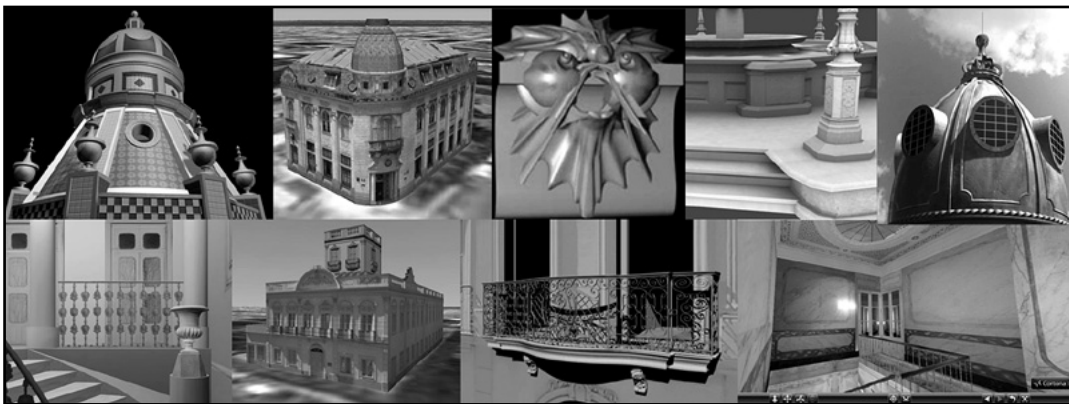
2.1. Representação de Patrimônio Arquitetônico

Para o GEGRADI, a atividade de representação gráfica digital de patrimônio arquitetônico, nos últimos doze anos, tem sido o foco de desenvolvimento de projetos educacionais, extensionistas e de investigação. Através de ações formativas, até então dirigidas à extensão e à pós-graduação, em nível de especialização e recentemente de mestrado, constrói-se um acervo digital referente ao patrimônio arquitetônico da cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, a qual se configura como nosso entorno imediato. Estas ações estão caracterizadas pelo que se denominou de Projeto MODELA PELOTAS. Pelotas preserva exemplares arquitetônicos construídos entre o final do século XVIII e início do século XX, que incluem representantes da arquitetura luso-brasileira, eclética, eclética de transição e pré-moderna. A representação destes exemplares, ilustrada pela figura 1, tem documentado e valorizado tal patrimônio, incluindo-se trabalhos de

works of virtual reconstruction of architectural and urban spaces, supporting the cultural memory of the city (Félix et al., 2005).

At this time, Augmented Reality experiments are carried out, models previously produced (Figure 1, line 1). It also expands with the examples representation of the Luso-Brazilian architecture and of special significance for the history of the city: Charqueadas (salted beef farms) (Figure 2, line 2).

Figure 1



Digital models related to Pelotas architecture, produced by students of the Specialization Course in Digital Graphics / UFPel. Source: GEGRADI collection · Modelos digitais referentes à arquitetura pelotense, produzidos por estudantes do Curso de Especialização em Gráfica Digital/UFPel. Fonte: acervo GEGRADI.

Figure 2



On the left, fronts of postcards of buildings of patrimonial interest; on center reverse of the cards with the code for displaying the digital model in RA, on the right views of models in RA. Source: Borda et al. (2012a) and Schneid et al. (2012). · A esquerda, frentes de cartões postais de edifícios de interesse patrimonial; ao centro os versos dos cartões, com o código para visualização do modelo digital em RA; à direita visualizações dos modelos em RA. Fonte: Borda et al. (2012a) e Schneid et al. (2012).

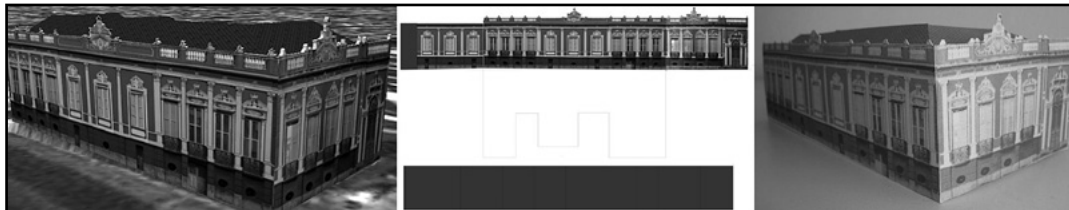
reconstituição virtual de espaços arquitetônicos e urbanos, subsidiando a memória cultural da cidade (Félix et al., 2005).

Neste momento, realizam-se experimentos em Realidade Aumentada com os modelos anteriormente produzidos (Figura 1, linha 1). Amplia-se também com a representação de exemplares da arquitetura luso-brasileira e de especial significado para a história da cidade: charqueadas pelotenses (Figura 2, linha 2).

[Ver Fig. 1 e 2]

Figure 3 illustrates another type of product being derived from the three-dimensional digital models: flat patterns that allow the construction of physical models. These products, with ludic properties, are related to the purpose of patrimonial education, to be used in the context of municipal schools and places of tourist interest.

Figure 3



On the left, three-dimensional digital model; center, the planning model; on the right, the physical model built on paper. Source: Marques et al. (2012). · À esquerda, modelo digital tridimensional; ao centro, planificação do modelo; à direita, maquete física construída em papel. Fonte: Marques et al. (2012).

In this direction, partnerships are being established through GEGRADI, between UFPel and the Municipality of Pelotas and also with the entrepreneurs “Charqueadas” owners, with the goal of providing the three-dimensional models, physical and digital, related to the city heritage.

A Figura 3 exemplifica outro tipo de produto que está sendo obtido a partir dos modelos tridimensionais digitais: planificações que permitem a construção de maquetes físicas. Estes produtos, com propriedades lúdicas, estão sendo associados ao propósito de educação patrimonial, a serem utilizados em contextos de escolas municipais e em locais de interesse turístico.

[Ver Fig. 3]

Nesta direção, estão sendo estabelecidas parcerias da UFPel, através do GEGRADI, com a Prefeitura Municipal de Pelotas e com empresários proprietários de Charqueadas, com o objetivo de disponibilização dos modelos tridimensionais, físicos e digitais, referentes ao patrimônio da cidade.

2.2. Visualização da Informação Institucional

A partir de 2010 o Projeto MODELA Pelotas focou a produção de modelos digitais tridimensionais especialmente na representação da infraestrutura física da UFPel. Com o incentivo da administração desta universidade passou-se a estruturar uma interface gráfica, para web, com o objetivo de utilizar modelos digitais dos espaços físicos da universidade como locais de acesso à informação institucional. A sequência de imagens da Figura 4 ilustra como as unidades acadêmicas e administrativas se distribuem na malha urbana, podendo-se compreender as relações de distâncias entre algumas unidades da UFPel.

[Ver Fig. 4]

2.2. Visualization of Institutional Information

From 2010, the Project MODELA Pelotas focused on producing three-dimensional digital models especially representing the UFPel physical infrastructure. With the encouragement and support of the university administration the group started to design a web graphic interface, with the goal of using digital models of physical spaces of the university as local access of institutional information. The sequence of images in Figure 4 illustrates how the academic and administrative units are distributed in the urban area, and the relations of distances between some UFPel units.

Figure 4



Left: type of physical infrastructure configured by UFPel. Right: visualization of virtual models. Source: collection GEGRADI on Google Earth. - À esquerda: tipo de infraestrutura física configurado pela UFPel. À direita: visualização dos modelos virtuais. Fonte: acervo GEGRADI sobre imanes do Google Earth.

2.3. Tecnologias Sociais e Habitação de Interesse Social

Um dos objetivos da rede ALFA-GAVIOTA, de estabelecer ações dirigidas aos setores da sociedade civil que tiveram menos oportunidades de desenvolvimento econômico e social, coincide com os objetivos da rede MORAR.TS, Moradia e Tecnologias Sociais. Esta rede financiada pelo Ministério de Ciência e Tecnologia do Brasil, através da FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), se constituiu em 2011 agregando oito universidades brasileiras. Os estudos, no âmbito desta rede e no contexto da UFPel, estão centrados no propósito de promover processos de requalificação urbana em contextos de Habitação de Interesse Social, sob a condição de que a própria comunidade envolvida participe destes processos e que decida sobre suas prioridades (Medvedovski et al., 2012). Estão sendo representados diversos cenários oriundos da simulação das transformações da paisagem urbana por decorrência da adoção de diferentes vetores de crescimento como adensamento ou arborização (Monteiro, 2007). A partir destes cenários busca-se estabelecer um processo de diálogo com os moradores.

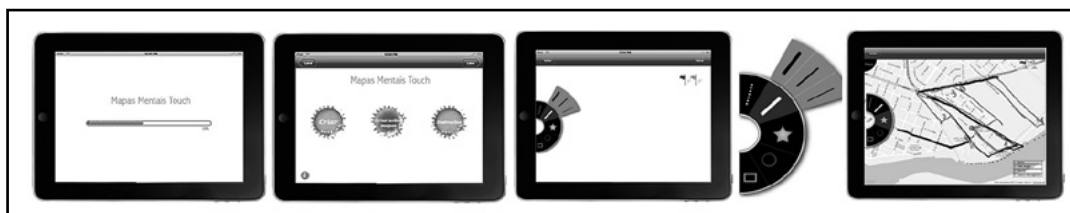
Ainda neste contexto, desenvolve-se outro aplicativo, ilustrado pela Figura 5, com o objetivo de apoiar o processo de diagnóstico de um contexto urbano. Transpõe-se para o espaço digital as técnicas de construção de mapas mentais (Lynch, 1980), adicionando-se funcionalidades para otimizar a sistematização dos dados.

[Ver Fig. 5]

2.3. Social Technologies and Social Housing

One of the goals of the network ALFA-GAVIOTA, of establishing actions directed at sectors of civil society that had fewer opportunities for economic and social development, coincides with the goal of the network MORAR. TS, Housing and Social Technologies. This network funded by the Ministry of Science and Technology of Brazil, through FINEP (Financing Agency for Studies and Projects), was formed in 2011 aggregating eight universities. The studies, within this network and in the context of UFPel, focus on the purpose of promoting urban regeneration processes in the context of Social Housing, under the condition that the community involved can participate in these processes making decisions over their priorities (Medvedovski et al., 2012). Various scenarios are being represented, derived from the simulation of the transformation of urban landscape due to the adoption of different growth vectors such as density or afforestation (Monteiro, 2007). Based on these scenarios the establishment of dialogue with the residents is searched. Also in this context, another application, shown in Figure 5 has been developed, in order to support the process of diagnosing an urban context. Techniques of mental mapping construction are transposed to digital (Lynch, 1980), adding features to optimize data systematization.

Figure 5



Application for the construction of mental maps. Source: Yano et al. (2012). · Aplicativo para a construção de mapas mentais. Fonte: Yano et al. (2012).

2.4. Processos de ensino/aprendizagem para o projeto de arquitetura

O GEGRADI tem buscado promover processos de apropriação de tecnologias digitais de representação junto aos estudantes e profissionais oriundos, principalmente, das áreas de arquitetura, artes e design. Formalizando-se este propósito, em 2009 constituiu-se o projeto PROBARQ, Produção e Compartilhamento de Objetos de Aprendizagem para o Projeto de Arquitetura (Borda et al., 2011). No âmbito deste projeto as técnicas de realidade aumentada passaram a potencializar os processos de análise, compreensão e configuração formal. A Figura 6 exemplifica o tipo de aplicação que está sendo realizado em disciplinas de geometria, utilizando-se dos recursos interativos de manipulação simultânea de uma superfície e de um plano de corte.

[Ver Fig. 6]

2.4. Processes of Teaching/learning for architectural design

The GEGRADI has sought to promote the processes of appropriation of digital technologies of representation among students and professionals coming mainly from the fields of architecture, art and design. Formalizing this purpose, in 2009, the project PROBARQ, Production and Sharing Learning Objects for Architecture Project (Borda et al., 2011) was constituted. Under this project the techniques of augmented reality began to enhance the process of analyzing, understanding and formal configuration. Figure 6 illustrates the type of application that is being conducted in disciplines of geometry, using the interactive features of simultaneous manipulation of one surface and a cutting plane.

Figure 6



Examples of RA use to visualize types of section in a surface. Source: Sopeña et al. (2012). · *Exemplificação do uso de realidade aumentada para a visualização de tipos de seções em superfície tórica. Fonte: Sopeña et al. (2012).*

2.5. Acessibilidade à informação

A criação de uma instituição cultural intitulada “museu do conhecimento para todos”, no âmbito da UFPel, promoveu a experimentação de produção de modelos físicos para a experiência tátil. Utilizam-se técnicas de impressão 3D, a partir de uma parceria com pesquisadores da área de Museologia, Comunicação e Arquitetura para a estruturação de uma exposição de fotografias, de maneira inclusiva (Borda et al., 2012b). A Figura 7 ilustra o tipo de modelo tátil que está sendo utilizado para a representação de uma fotografia. Estes modelos, associados aos recursos de audiodescrição da fotografia representada, estão sendo avaliados por especialistas no tema.

[Ver Fig. 7]

3. Considerações Finais

A infraestrutura científica e tecnológica disponibilizada pela rede ALFA-GAVIOTA e conseqüentemente o uso das tecnologias avançadas de representação e visualização permitiram incrementar significativamente os impactos de cada um dos projetos, seja no âmbito social, cultural, científico e educativo.

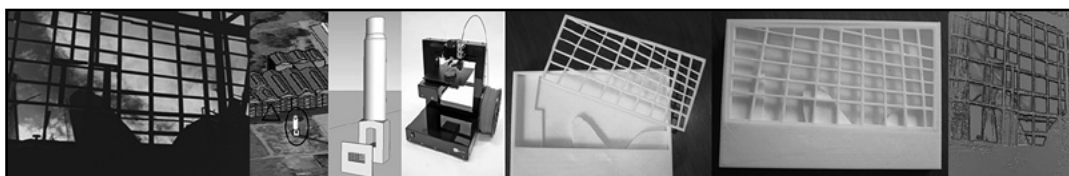
4. Agradecimentos

Os autores agradecem aos demais membros da rede ALFA-GAVIOTA e do GEGRADI. Em especial: às Professoras Janice Pires e Luisa Dalla Vecchia,

2.5. Accessibility to information

The establishment of a cultural institution entitled “Museum of Knowledge for all”, within the UFPel, promoted experimentation to produce physical models for the tactile experience. Techniques such as 3D printing were used from a partnership with researchers in the field of museology, communication and architecture for structuring an exhibition of photographs, in an inclusive way (Borda et al., 2012b). Figure 7 illustrates the kind of tactile model being used for the representation of a photograph. These models, associated with features of audio description of the photograph shown, are being evaluated by specialists.

Figure 7



In sequence: photo, photo scenario, major elements (window and chimney), 3D printer used, types of models produced for the representation of the photograph (with dismemberment and in one piece). Source: Borda et al. (2012b). · *Na sequência: foto, cenário da foto, elementos principais (janela e chaminé), Impressora 3D utilizada, tipos de modelos produzidos para a representação da fotografia (com desmembramentos e em uma única peça).* Fonte: Borda et al. (2012b).

às funcionárias Catharina Motta e Patricia Steim; aos colaboradores Hector Gomes, Vanessa da Silva e Felipe Perrone; aos estudantes de mestrado Tássia Vasconcelos, Gustavo Brod e Sirlene Sopena; aos estudantes de graduação Andrew Escobar, Monica Veiga, Geovana Schneid, Cristiane dos Santos, Thales Teodoro e Carlos Yano, os quais contribuíram diretamente nas experimentações. Às seguintes instituições, as quais disponibilizaram bolsas de pesquisa para o desenvolvimento do Projeto: CAPES, CNPq, FAPERGS, PREC/UFPel. Agradecem às colaborações das Professoras Dra. Nirce Medvedovski e Dra. Francisca Michelin, coordenadoras de projetos parceiros que também aportaram recursos financeiros para viabilizar as experimentações. E, por fim, à comunidade europeia, através do Programa ALFA III, que financiou equipamentos que deram suporte aos estudos realizados.

3. Final Considerations

The scientific and technological infrastructure available from the network ALFA-GAVIOTA and consequently the use of advanced technologies of representation and visualization allowed to significantly increase the impact of each project, whether in the social, cultural, scientific and educational.

4. Acknowledgements

The authors thank the other members of the network ALFA-GAVIOTA and GEGRADI. In particular: Professors Janice Pires and Luisa Dalla Vecchia, staff members Catharina Motta and Patricia Steim; collaborators Hector Gomes, Vanessa da Silva and Felipe Perrone; the postgraduate students Tássia Vasconcelos, Gustavo Brod and Sirlene Sopena; the undergraduate students Andrew Escobar, Monica Veiga, Geovana Schneid, Cristiane dos Santos, Thales Teodoro and Carlos Yano, which contributed directly in the experiments. The following institutions, who have provided research grants for the development of the Project: CAPES, CNPq, FAPERGS, PREC/UFPEL. Thank you for the collaboration of professors Dra. Nirce Medvedovski and Dra. Francisca Michelon, coordinating project partners who also contributed financial resources to enable the experiments trials. And finally, the European Community, through the ALFA III Programme, which financed the equipment that supported the studies.

Bibliography · *Bibliografía*

- Borda, A., J. Pires, T. Vasconcelos, and C. Nunes. 2011. “Reup! Para integrar representação gráfica e projeto nos contextos de arquitetura e design”. In *5 CONAHPA - Congresso Nacional de Ambientes Hiperídia para Aprendizagem*. Pelotas. 5 CONAHPA, Vol. 1. Florianópolis. UFSC.
- Borda, A., J. Pires, H. Gomes, A. Escobar, and N. Félix. 2012a. “Sistematização e disponibilização da produção de modelos tridimensionais digitais de patrimônio arquitetônico”. In *XVI SIGRADI. Forma(in)formação*, Vol. 1. Fortaleza. Expressão Gráfica e Editora.
- Borda, A., M. Veiga, L. Nicoletti, and F. Michelon. 2012b. “Descrição de fotografias a partir de modelos táteis: ensaios didáticos e tecnológicos”. In *3 Seminário Internacional Museografia e Arquitetura de Museus*. Conservação e Técnicas sensoriais, Vol. 1. Rio de Janeiro.
- Félix, N., A. Silva, F. Heidrich, G. Abad, and A.L.P. Lucas. 2005. “MODELA PELOTAS”. In *Gráfica 2005*, VI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design e XVII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, Vol. 1. Recife.

Lynch, Kevin. 1980. *A imagem da cidade*. São Paulo. Martins Fontes.

- Marques, P.E., L. Vizotto, N. Pereira, P.Q. Xavier, A. Escobar, S. Escobar, and A. Borda. 2012. "Projeção física dos modelos 3d: elaboração de maquetes físicas para uso educacional e informativo". In *XXI CIC 2012 - Congresso de Iniciação Científica da UFPel. Pelotas: 200 anos*, Vol. 1. Pelotas. Editora e Gráfica da UFPel.
- Medvedovski, N., M. Midon, J. Castro, R. Schulze, S. Sopena, and A. Silva. 2012. "Mapas colaborativos como instrumento de tecnologias sociais". In *2º Congresso Internacional: Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social. Anais 2º CHIS 2012*. Porto Alegre. EDIPUCRS.
- Monteiro, E. 2007 "*Verdes-dentro e Verdes-fora*": visões prospectivas para espaços abertos urbanos -privados e públicos- em área habitacional de interesse social. Campinas, São Paulo.
- Schneid, G., A. Escobar, A. Borda, and N. Félix. 2012. "Realidade Aumentada e Turismo Ubíquo: Aplicação no caso das Charqueadas Pelotenses". In *XXI CIC 2012 - Congresso de Iniciação Científica da UFPel. Pelotas: 200 anos*. Vol. 1 Pelotas. Editora e Gráfica da UFPel.
- Sopena, S., J. Pires, F. Heidrich and A. Borda, 2012. "A realidade aumentada como estratégia de visualização dinâmica de seções em superfícies curvas". In: *IV Congreso Internacional de Expresión Gráfica e IX Congreso Nacional de Profesores de Expresión Gráfica*. Gráfica del Diseño: tradición e innovaciones, Vol. 1. La Plata. Color Magenta Gráfica.
- Yano, C., T. Teodoro, R. Schulze, A. Borda, and N. Medvedovski. 2012. "Uma proposta para otimização do processo de criação de mapas mentais utilizando os dispositivos moveis". In *XXI CIC 2012 - Congresso de Iniciação Científica da UFPel, Pelotas: 200 anos*, Vol. 1. Pelotas. Editora e Gráfica da UFPel.

Tourism in the Twenty-first Century: Mobile and Ubiquitous Computing Expanding People's Experience through Interactivity and Personalization

Turismo no século vinte um: computação móvel e ubíqua expandindo a experiência através da interatividade e personalização

Humberto Moura <humberto@humbertomoura.com.br>

Cristiano Costa¹ <cac@unisinis.br>

Sandro Rigo¹ <rigo@unisinis.br>

Underlea Bruscato² <underlea.bruscato@ufrgs.br>

Jorge Barbosa¹ <jbarbosa@unisinis.br>

Luiz Silveira Jr.¹ <lgonzaga@unisinis.br>

Eduardo Ferreira <eduardosilva182@gmail.com>

Matheus Wichman <matheus.wichman@gmail.com>

Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PIPICA)

¹ Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Keywords

Tourism · Mobile Computing · Ubiquitous Computing · Context Awareness · Advanced Visualization

Palavras-chave

Turismo · Computação Móvel · Computação Ubíqua · Sensibilidade ao Contexto · Visualização Avançada

Abstract

Tourism is one of the most promising sectors in recent years. The increased amount of new products and services in this sector means that, increasingly, tourists have to deal with a very large and growing amount of choices and important decision-making. Select where to eat, what tourist spot to visit, to know what are the latest shows and events that are happening in the city, are considered routine activities. The current profile of the tourist is more demanding and savvy, requiring a greater level of customization so that the tourist experience is more intelligent, useful and enjoyable. The creation of an ubiquitous electronic tourism guide on mobile devices can be a possible solution to the problem. The objective of this work is to develop a model application architecture that considers the tourist profile and context in which it is inserted to suggest points of interest that are most relevant to optimize their travel experiences in terms of time and resources.

1. Introduction

With the expanding use of smartphones and tablets in recent years, the use of technologies for mobile and ubiquitous computing has helped users of these devices to obtain a tourism experience ever more comprehensive, interactive and interesting. One of the current challenges is the development of technologies that adapt to the new profile of tourists who enjoy customized experiences and greater access to information and services of interest. This paper describes an application to support tourism using

Resumo

O setor de turismo é um dos mais promissores nos últimos anos. O crescimento da oferta de novos produtos e serviços deste setor faz com que, cada vez mais, os turistas tenham que lidar com uma quantidade muito grande e crescente de escolhas e importantes tomadas de decisão. Selecionar onde comer, qual ponto turístico visitar, até saber quais são os eventos e shows mais recentes que estão acontecendo na cidade, são consideradas atividades rotineiras de turismo. O perfil atual do turista está mais exigente e esclarecido, necessitando de um nível maior de personalização para que a experiência turística seja mais inteligente, útil e prazerosa. A criação de uma guia eletrônico de turismo ubíquo para dispositivos móveis poderá ser uma possível solução para o problema. O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo de arquitetura de aplicativo que considere o perfil do turista e o contexto onde ele está inserido para sugerir pontos de interesse que sejam mais relevantes para otimizar as suas experiências turísticas em termos de tempo e recursos.

1. Introdução

Com o uso crescente de smartphones e tablets nos últimos anos, o uso de tecnologias para computação móvel e ubíqua tem ajudado os usuários destes dispositivos a obter uma experiência de turismo cada vez mais completa, interativa e interessante. Um dos desafios atuais é o desenvolvimento de tecnologias que se adaptam ao novo perfil de turistas, que desejam experiências personalizadas e um maior acesso à informação e serviços de seu interesse. Este artigo descreve uma aplicação

mobile devices, whose focus is the most efficient use of tourist resources, such as time and budget, based on their preferences and the characteristics and specificities of their tourist site destiny. We present elements of the general area of Tourism and the concepts of mobile and ubiquitous Tourism and Tourist Guides Electronics, which are illustrated with several well-known works in the area, both academic and commercial. To emphasize the possibilities for better use of these technologies related to mobility, we analyze the details of the application architecture described, as well the characteristics of case studies in which we can observe the results of their application in real contexts.

With the advancement of mobile devices and the ease of access to data on the Internet, the set of information available for tourists has increased significantly, and currently one of the main challenges of tourism is the customization of tourist activity (Kenteris et al., 2011).

When dealing with new technologies in the area of tourism, according to Rebecca (2009) the growth in popularity of mobile devices presents an opportunity for developing innovative mobile tourism services, especially those services that are essential information of tourism (Rebecca, 2009), such as transport services, accommodation, food and search for points of tourist interest. The increase in the mass adoption of such devices has been limited, until very recently, by hardware issues, such as the battery life of devices, low processing and storage capacity, screen size, image quality, the lack of integrated sensors, such as GPS device, and access the Internet quickly and inexpensively, besides the high prices.

These limitations tend to decrease, allowing reflection on the applicability of the current concepts of mobile and ubiquitous

de apoio ao turismo através de dispositivos móveis, cujo foco é o uso mais eficiente dos recursos turísticos, tais como tempo e orçamento, com base em suas preferências e as características e especificidades do seu local de destino turístico. Nós apresentamos elementos da área geral de Turismo e os conceitos de Turismo móvel e ubíquo e Guias Turísticos Eletrônicos, que são ilustrados com diversos trabalhos conhecidos na área, tanto acadêmicos quanto comerciais. Para enfatizar as possibilidades de melhor uso dessas tecnologias que estão relacionadas com a mobilidade, analisamos os detalhes da arquitetura de aplicativos descritos, bem como as características dos estudos de caso em que podemos observar os resultados de sua aplicação em contextos reais. Com o avanço dos dispositivos móveis e a facilidade de acesso a dados da Internet, o conjunto de informações disponíveis para os turistas tem aumentado significativamente e, atualmente, um dos principais desafios do turismo é a personalização da atividade turística (Kenteris et al., 2011).

Ao lidar com as novas tecnologias na área do turismo, de acordo com Rebecca (2009) o crescimento da popularidade de dispositivos móveis apresenta uma oportunidade para o desenvolvimento de serviços móveis inovadores de turismo, especialmente aqueles serviços que são informações essenciais (Rebecca, 2009), tais como serviços de transporte, alojamento, alimentação e busca de pontos de interesse turísticos. O aumento da adoção em massa destes dispositivos tem sido limitado, até muito recentemente, por problemas de hardware, tais como a vida útil da bateria dos dispositivos, baixa capacidade de processamento e armazenamento, tamanho da tela, qualidade de imagem, a falta de sensores integrados, como dispositivo GPS, e acesso a Internet de forma rápida e barata, além dos preços elevados.

Estas limitações tendem a diminuir, permitindo considerarmos a aplicabilidade dos conceitos atuais de computação móvel e ubíqua,

computing as originally coined by Weiser (1991). In this context, the motivation for this research comes from the possibility of proposing an architectural model for tourism in order to help a lot of people have a better tourism experience, more economical and customized.

The objective of this work is to develop an architecture, which is an Electronic Tourist Guide (ETG) using the concepts of ubiquitous tourism (Ruta et al., 2010). In this category of tourism, having the characteristics of mobile tourism is considered the concepts of ubiquitous computing applied to tourism using context awareness and semantic web (Ruta et al., 2010). It will explore not only the location context (Dey, 2001), it will also consider the tourist profile and its environment. The proposed project is fully context-aware, both in terms of location and the other users' contexts such as preferences (food, means of transportation, etc.), constraints (such as time and budget) and other interests (types of favorite attractions, previous experiences, etc.).

2. Electronic, Mobile and Ubiquitous Tourism

According to Luz (2010), where to go and what to do in the limited time available are common problems of tourists when visiting a city for the first time. Considering that cities are large information spaces, to visit these spaces it is necessary to use many guides, books and maps that provide large amounts of data.

According to Buhalis (2003), e-Tourism consists of digitalization of all processes and value chains in the tourism industry, travel,

como originalmente cunhado por Weiser (1991). Neste contexto, a motivação para este trabalho vem da possibilidade de propor um modelo de arquitetura para o turismo, a fim de ajudar as pessoas a terem uma melhor experiência de turismo, mais econômica e personalizada.

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma arquitetura, que é um guia turístico eletrônico (ETG), utilizando os conceitos de turismo ubíquo (Ruta et al., 2010). Nesta categoria de turismo, são consideradas as características de turismo móvel e os conceitos de computação ubíqua aplicada ao turismo, como sensibilidade ao contexto e web semântica (Ruta et al., 2010). Não será somente explorado o local de visita, como contexto (Dey, 2001), será considerado também o perfil dos turistas e seu ambiente. O projeto proposto é totalmente sensível ao contexto, tanto em termos de localização, como contextos dos outros usuários, como preferências (comida, meios de transporte, etc.), restrições (como tempo e orçamento) e outros interesses (tipos favorito de atrações, experiências anteriores, etc.).

2. Turismo eletrônico, móvel e turismo ubíquo

De acordo com Luz (2010), para onde ir e o que fazer em um tempo escasso disponível, são problemas comuns de turistas ao visitar uma cidade pela primeira vez. Considerando-se que as cidades são grandes espaços de informação, para visitar estes espaços é necessário o uso de muitos guias, livros e mapas que fornecem grandes quantidades de dados.

De acordo com Buhalis (2003), e-turismo consiste na digitalização de todos os processos e cadeias de valor na indústria do turismo,

hotels and restaurants that allow organizations to maximize their efficiency and effectiveness.

The tourism activity can be divided, according to Watson (Watson et al., 2004), into three phases of which tourists can benefit from information systems: planning, touring and reminiscing. The planning phase, which is before the tourist trip, corresponds to the knowledge of the travel destination, the means of transport to be used, and the main tourist spots to be visited, among other information. The phase of tourism itself involves visits to points of interest, for instance, places that someone finds useful or interesting, and lots more. In the reminiscing phase, tourists have finished their trip and need to remember through pictures, videos and other elements about their tourist trip.

According Kenteris (Kenteris et al., 2011), Electronic Tourist Guides are applications that use mobile devices as a key platform for the user, offering tourist information and use of tourism services in several ways. To Kenteris (ibidem, 2011), Tourism Mobile Guides are projects that use mobile devices as the central object of the tourist.

The applications of mobile tour guides, as well as the traditional guides are useful elements, because the information is already cataloged in a clear and structured way, allowing tourists to easily find the information needed, for example, the list of suggested restaurants guides highlighting menus and schedules, accommodation with phone numbers and addresses, and so on (Brown and Chalmers, 2003).

The use of these portable devices leads to the concept of mobile computing being summarized as “information at your fingertips anytime and anywhere” (Satyanarayanan, 2010). Great innovations in areas

viagens, hotéis e restaurantes que permitem que as organizações maximizem sua eficiência e eficácia.

A atividade turística pode ser dividida, de acordo com Watson (Watson et al., 2004), em três fases, das quais os turistas podem se beneficiar de sistemas de informação: planejamento, turismo e recordações. A fase de planejamento, que ocorre antes da viagem turística, corresponde ao conhecimento do destino de viagem, o meio de transporte a ser utilizado, e os principais pontos turísticos a serem visitados, entre outras informações. A fase do próprio turismo, envolvem visitas a pontos de interesse, como por exemplo, lugares que alguém acredita ser útil ou interessante, e muito mais. Na fase de recordações, os turistas ao terem terminado sua viagem, necessitam se lembrar através de fotos, vídeos e outros elementos sobre a sua viagem de turismo.

Segundo Kenteris (Kenteris et al., 2011), Guia de Turismo Eletrônicos são aplicações que utilizam dispositivos móveis como uma plataforma essencial para o usuário, oferecendo informações turísticas e uso de serviços de turismo de várias maneiras. Para Kenteris (Kenteris et al., 2011), Guias de Turismo Móveis são projetos que utilizam dispositivos móveis como o objeto central do turismo.

Os aplicativos de guias móveis, bem como os guias tradicionais são elementos úteis, porque a informação já está catalogada de forma clara e estruturada, permitindo que os turistas facilmente encontrem a informação necessária, por exemplo, um guia que contenha uma lista de restaurantes sugeridos, destacando menus e horários, alojamento com os números de telefone e endereços, e assim por diante (Brown e Chalmers, 2003).

O uso desses dispositivos portáteis leva ao conceito de computação móvel, que pode ser resumido como “informação ao seu alcance a qualquer hora e em qualquer lugar” (Satyanarayanan, 2010). Grandes inovações

such as wireless networking technologies, energy efficiency and software ever more adapted to mobile devices has become a reality this paradigm (Satyanarayanan, 2010).

The use of mobile computing applied to tourism leads to the concept of mobile tourism, in which users access content via mobile devices (Brown and Chalmers, 2003). This concept represents a trend, relatively new in the field of tourism and involves the use of portable devices such as smartphones and tablets, such as electronic tour guides (Kenteris et al., 2009). On the other hand, Shivering (2011) states that tourists currently expect access to personalized tourist information anywhere, anytime and on any device.

Ubiquitous Tourist Guide - UTG, are mobile tourist guides that add, besides the characteristics of mobility, ubiquitous tourism concepts (Kenteris et al., 2011). In this scope, ubiquitous tourism (u-tourism), according to Ruta (Ruta et al., 2010) is the expansion of the concept of mobile tourism (Kenteris et al., 2011), in which users access content across mobile devices, such as mobile phones, smartphones, tablets and Personal Digital Assistants (PDAs). In Ubiquitous Tourism, the concepts of context-awareness (Dey, 2001) and semantic web (Kenteris et al., 2011) are strongly related.

3. Related work

For the study we selected five ETGs (Mytilene, IYOUIT, csxPOI, Murshid and DBPediaMobile) based on the criteria of use of semantic information

em áreas como as tecnologias de rede sem fio, eficiência energética e software cada vez mais adaptado aos dispositivos móveis, tornou-se uma realidade este paradigma (Satyanarayanan, 2010).

O uso da computação móvel aplicada ao turismo, leva ao conceito de turismo móvel, na qual o conteúdo de acesso aos usuários por meio de dispositivos móveis de turismo (Brown e Chalmers, 2003). Este conceito representa uma tendência relativamente nova no campo do turismo e envolve o uso de dispositivos portáteis como smartphones e tablets, como guias eletrônicos (Kenteris et al., 2009). Por outro lado, Shivering (2011) afirma que os turistas atualmente esperam ter acesso a informações turísticas personalizadas em qualquer lugar, a qualquer hora e em qualquer dispositivo.

Guia de Turismo Ubíquo (Ubiquitous Tourist Guide - UTG), são guias turísticos móveis que agregam, além das características de mobilidade, conceitos de turismo ubíquo (Kenteris et al., 2011). Neste âmbito, o turismo ubíquo (u-tourism), de acordo com Ruta (Ruta et al., 2010) é a expansão do conceito de turismo móvel (Kenteris et al., 2011), em que o conteúdo de acesso aos usuários através de dispositivos móveis, como telefones celulares, smartphones, tablets e Personal Digital Assistants (PDAs). No Turismo Ubíquo estão fortemente relacionados os conceitos de sensibilidade ao contexto (Dey, 2001) e web semântica (Kenteris et al., 2011).

3. Trabajos relacionados

Para o estudo foram selecionados cinco ETGs (Mytilene, IYOUIT, csxPOI, Murshid e DBPediaMobile) com base nos critérios de uso de informações semânticas

such as ontologies, relevance to the characteristics studied in ubiquitous computing (Weiser, 1991; Costa et al., 2008) and descending order by year of publication of the work.

The Mytilene main goal is to adapt multimedia content obtained in tourism websites to be used by a tourist on a mobile device, or an application web-to-mobile (Kenteris et al., 2009). The main services that Mytilene provides are recommendation services based on the user profile, such as age, habits and tourist interests, location-based services (LBS) and assessment services and reviews of tourist points of interest.

The IYOUIT is an application for mobile, context-aware whose goal is to collect context data using the cell phone, enabling the user to share experiences through friends and online communities (Boehm et al., 2009). The support from the different sources of context, such as user profile data, information from the environment and the use of sensors embedded in the mobile device as the GPS device can be inferred automatically by IYOUIT, getting real life information of the user.

The proposed of csxPOI guide is the creation, collaboration and sharing of semantic points of interest through a mobile application. Using external data from DBpedia (Auer and Bizer, 2007) allows csxPOI to describe places with collaborative semantic properties through the use of ontologies, defining a vocabulary and a hierarchy of a set of points of interest that can be used to extend classes of POIs collaboratively (Braun et al., 2010).

Murshid is a context-aware mobile application, developed primarily for the UAE using J2ME technology, which guides tourists on trips to this country (Echtibi et al., 2009). The Murshid provides a set of services such as notification of special events, weather, currency exchange,

como ontologias, relevância em relação as características estudadas em computação ubíqua (Weiser, 1991; Costa et al., 2008) e ordem decrescente da data de publicação da obra.

O objetivo principal do Mytilene é adaptar o conteúdo multimídia obtido em sites de turismo para ser usado por um turista em um dispositivo móvel ou um aplicativo web-móvel (Kenteris et al., 2009). Os principais serviços que Mytilene oferece são serviços de recomendação com base no perfil do usuário, como idade, hábitos e interesses turísticos, serviços baseados em localização (Location Based Services - LBS) e serviços de avaliação e revisões de pontos turísticos de interesse.

O IYOUIT é uma aplicação para dispositivos móveis, sensível ao contexto, cujo objetivo é coletar dados de contexto usando o telefone celular, permitindo ao usuário compartilhar experiências através de amigos e comunidades online (Boehm et al., 2009). O apoio das diferentes fontes de contexto, tais como dados de perfis de usuário, informações do meio ambiente e do uso de sensores embutidos no dispositivo móvel como o dispositivo de GPS pode ser inferido automaticamente pelo IYOUIT, obtendo informações da vida real do usuário.

A proposta do guia csxPOI é a criação, colaboração e compartilhamento de pontos semânticos de interesse através de um aplicativo móvel. Ao utilizar dados externos do DBpedia (Auer e Bizer, 2007), o csxPOI permite descrever locais com propriedades semânticas colaborativas através do uso de ontologias, definindo um vocabulário e uma hierarquia de um conjunto de pontos de interesse, que pode ser usado para estender as classes de POIs colaborativamente (Braun et al., 2010).

Murshid é uma aplicação móvel sensível ao contexto, desenvolvido principalmente para os Emirados Árabes Unidos utilizando a tecnologia J2ME, que orienta os turistas em viagens para este país (Echtibi et al., 2009).

language translation, and location sharing. Each service provides tourist orientation according to the user's context by adapting its functionality according to environment which is related.

DBpedia Mobile is a mobile application that accesses data from Wikipedia (Wikipedia, 2012), through an API called DBpedia (Auer and Bizer, 2007). This application extracts structured information from Wikipedia and publishes this information as referenced data on the Web, with more than 2.18 million things, including nearly 300,000 geographic locations (Becker and Bizer, 2008).

Table 1 shows a comparison between scientific models of mobile tourist guides studied structured characteristics that are considered important in ETGs. As we see, none of the guides analyzed historical information used as context. Regarding the use of ontology, only just Murshid and Mytilene don't use it. In requisite necessity of connection, only the Mytilene guide was designed for offline use. Data source question, almost all guides support external data. Only DBpedia Mobile and csxPOI allow adding POIs. As analyzing about integration with social networks, detection profile automatically and interaction between users and application usage in the phase of reminiscence tourism, only IYOUIT support these features. None of the guides presented supports the use of routes, i.e. a set of POIs to visit. Only the csxPOI mobile guide was not considered an UTGs because it only uses the location as context.

Table 1. Comparison between scientific works · *Tabela 1. Comparação entre trabalhos científicos*

Features <i>Funcionalidades</i>	Mytilene <i>Mytilene</i>	IYOUIT <i>IYOUIT</i>	csxPOI <i>csxPOI</i>	Murshid <i>Murshid</i>	DBpediaMobile <i>DBpediaMobile</i>
Contexts Employed <i>Contextos empregados</i>	Location and Profile <i>Localização e perfil</i>	Location and Profile <i>Localização e perfil</i>	Location <i>Localização</i>	Location and Profile <i>Localização e perfil</i>	Location <i>Localização</i>
Profile Detection <i>Deteção de perfil</i>	Manual <i>Manual</i>	Automatic and Manual <i>Automático e manual</i>	No <i>Não</i>	Manual <i>Manual</i>	No <i>Não</i>
Use of Ontology <i>Uso de ontologia</i>	No <i>Não</i>	Yes <i>Sim</i>	Yes <i>Sim</i>	No <i>Não</i>	Yes <i>Sim</i>
Need for Connection <i>Necessidade de conexão</i>	No <i>Não</i>	Yes <i>Sim</i>	Yes <i>Sim</i>	Yes <i>Sim</i>	Yes <i>Sim</i>
Data Source <i>Origem dos dados</i>	Internal <i>Interno</i>	Internal and External <i>Interna e externa</i>	Internal and External <i>Interna e externa</i>	Internal and External <i>Interna e externa</i>	External <i>Externa</i>
Phases of Tourism <i>Fases do turismo</i>	Planning and Touring <i>Planejamento e turismo</i>	Planning, Touring and Reminiscing <i>Planejamento, turismo e recordação</i>	Planning and Touring <i>Planejamento e turismo</i>	Planning and Touring <i>Planejamento e turismo</i>	Planning and Touring <i>Planejamento e turismo</i>

Features <i>Funcionalidades</i>	Mytilene <i>Mytilene</i>	IYOUIT <i>IYOUIT</i>	csxPOI <i>csxPOI</i>	Murshid <i>Murshid</i>	DBPediaMobile <i>DBPediaMobile</i>
Allow POIs Addition <i>Permite adição de POIs</i>	No <i>Não</i>	No <i>Não</i>	Yes <i>Sim</i>	No <i>Não</i>	Yes <i>Sim</i>
Integration with Social Networks <i>Integração com redes sociais</i>	No <i>Não</i>	Twitter and Facebook <i>Twitter e Facebook</i>	No <i>Não</i>	No <i>Não</i>	No <i>Não</i>
Support to Routes <i>Suporte a rotas</i>	No <i>Não</i>	No <i>Não</i>	No <i>Não</i>	No <i>Não</i>	No <i>Não</i>
Type of Guide <i>Tipo de guia</i>	UTG <i>UTG</i>	UTG <i>UTG</i>	MTG <i>MTG</i>	UTG <i>UTG</i>	MTG <i>MTG</i>
Allow Interaction among users <i>Permite Interação entre usuários</i>	No <i>Não</i>	Yes <i>Sim</i>	No <i>Não</i>	No <i>Não</i>	No <i>Não</i>
Scope <i>Escopo</i>	Specific to a City <i>Específico a uma cidade</i>	General <i>Geral</i>	General <i>Geral</i>	Specific to a City <i>Específico a uma cidade</i>	General <i>Geral</i>

O Murshid fornece um conjunto de serviços, tais como a notificação de eventos especiais, previsão do tempo, câmbio, tradução de idiomas, e compartilhamento de localização. Cada serviço fornece orientação turística de acordo com o contexto do usuário, adaptando sua funcionalidade de acordo com o ambiente que está relacionado.

DBpedia Mobile é uma aplicação móvel que acessa os dados da Wikipedia (Wikipedia, 2012), através de uma API chamada DBpedia (Auer e Bizer, 2007). Esta aplicação extrai informações estruturadas da Wikipedia e publica estas informações como dados referenciados na Web, com mais de 2,18 milhões de itens, incluindo cerca de 300 mil localizações geográficas (Becker e Bizer, 2008).

A Tabela 1 mostra uma comparação entre os modelos científicos de guias turísticos móveis estudando as características estruturadas que são consideradas importantes no ETG. Como podemos ver, nenhum dos guias analisados possui informações históricas usadas como contexto. Em relação ao uso da ontologia, apenas Murshid e Mytilene não utilizam. Na necessidade requisito de conexão, apenas o guia de Mytilene foi projetado para uso offline. Em relação a origem dos dados, quase todos os guias suportam dados externos. Apenas DBpedia Mobile e csxPOI permitem a adição de POIs.

Em relação a análise sobre a integração com as redes sociais, o perfil de detecção automática e interação entre usuários e uso do aplicativo na fase de recordação, apenas IYOUIT implementa suporte a estes recursos. Nenhum dos guias apresentados suporta o uso de rotas, ou seja, um conjunto de pontos de interesse a visitar. Somente os guias móveis csxPOI e DBPediaMobile não foram considerados como sendo um UTGs porque eles somente utilizam a localização como contexto.

Besides the analysis of proposals and scientific UTGs MTGs, four applications of commercial mobile tour guides were selected for study: mTrip Travel Guides (2012), Triposo (2012), Lonely Planet (2012) and Trip Advisor LLC (2012). These applications have been selected for better evaluation criteria and greater popularity represented by the estimated number of downloads made from the app stores Google Play Store and Apple App Store.

The mTtrip is a mobile application that can be used off-line developed to search for POIs and routes available for 28 cities supported by the application. Its main features are the creation of itineraries automated and customized according to the preferences of the user, such as museums, parks, among others, in addition to considering the available days of the tourist places that are open at the time, among others (mTrip Travel Guides, 2012.)

The Triposo is one of the more advanced existing Mobile tour guides (Triposo, 2012). The search for POI data is through free data sources available on the Internet, such as World66, Wikitravel (2012), Wikipedia (2012), Open Street Maps, TouristEye, Dmoz, ChefMoz and Flickr (Triposo, 2012).

Lonely Planet, in turn, is a mobile application based on cities. The main features are the description of relevant information in the form of textual reading and search based on current location or address. It supports the use of Augmented Reality and uses maps to search for POIs (Lonely Planet, 2012).

Finally, Tripadvisor is a mobile application and also a web site developed to search for hotels, restaurants and attractions in any destination. Its main advantages are the photos of POIs that are posted by

Além da análise de propostas e UTGs e MTGs científicos, foram selecionados para o estudo, quatro aplicações de guias turísticos móveis comerciais: mTrip Travel Guides (2012), Triposo (2012), Lonely Planet (2012) e Trip Advisor LLC (2012). Estas aplicações foram selecionadas pelos critérios de melhores avaliados e maior popularidade representada pela estimativa do número de downloads feitos a partir do Google Play Store e App Store da Apple.

O mTtrip é uma aplicação móvel que pode ser usada off-line desenvolvida para localizar POIs e rotas disponíveis para 28 cidades suportadas pela aplicação. Suas principais características são a criação de rotas automatizadas e personalizadas de acordo com as preferências do usuário, como museus, parques, entre outros, além de considerar os dias disponíveis dos locais turísticos que estão abertos em um determinado momento (mTrip Travel Guides, 2012).

O Triposo é um dos guias turísticos móveis existentes mais avançados (Triposo, 2012). A busca de dados POI é através de fontes de dados disponíveis gratuitamente na Internet, tais como World66, Wikitravel (2012), Wikipedia (2012), Open Street Maps, TouristEye, Dmoz, ChefMoz e Flickr (Triposo, 2012).

Lonely Planet, por sua vez, é uma aplicação móvel com baseado em cidades. As principais características são a descrição de informações relevantes em forma de leitura textual e pesquisa com base na localização atual ou endereço. Suporta o uso de realidade aumentada e usa mapas para procurar POIs (Lonely Planet, 2012).

Finalmente, o Tripadvisor é uma aplicação móvel e também um site desenvolvido para procurar hotéis, restaurantes e atrações em qualquer destino. Suas principais vantagens são as fotos de POIs que são postados

the tourists and the amount of access to more than 60 million reviews and opinions of travelers (Trip Advisor LLC, 2012).

In general, we can observe that all guides have features that resemble mobile and ubiquitous computing, such as the search for points of interest based on some kind of context. However, each application values certain basic features over others. In this study we found no commercial application that exploits existing attractions from anywhere and at any time and to consider the user profile and context.

4. Proposed Architecture

The architecture of the UbiTour model is based on three basic assumptions about ubiquitous computing (Weiser, 1991; Saha and Mukherjee, 2003; Costa et al., 2008):

1. access to computing anytime and anywhere;
2. computing integrates people's needs, adapting to user profile;
3. computing adapts to the context of the environment.

In Figure 1 we present the architecture proposed for the model UbiTour. For a description of the model we used the notation TAM/FMC (TAM, 2012). The proposed model is based on client/server architecture. The server layer consists of software components that provide ubiquitous tourism services for client layer. These services were selected according to the assumptions of the

pelos turistas e da quantidade de acesso a mais de 60 milhões de avaliações e opiniões de viajantes (Trip Advisor LLC, 2012).

Em geral, podemos observar que todos os guias têm características que se assemelham a computação móvel e ubíqua, como a busca de pontos de interesse com baseado em algum tipo de contexto. No entanto, cada aplicação valoriza certas características básicas em relação a outras. Neste estudo não foi encontrada nenhuma aplicação comercial que explore atrações existentes em qualquer lugar e em qualquer momento e considerar o perfil do usuário e o contexto.

4. Arquitetura proposta

A arquitetura do modelo UbiTour é baseada em três premissas básicas sobre computação ubíqua (Weiser, 1991; Saha e Mukherjee, 2003; Costa et al., 2008):

- 1. acesso à computação a qualquer hora e em qualquer lugar;*
- 2. a computação integra as necessidades das pessoas, adaptando-se ao perfil do usuário;*
- 3. a computação adapta-se ao contexto do ambiente.*

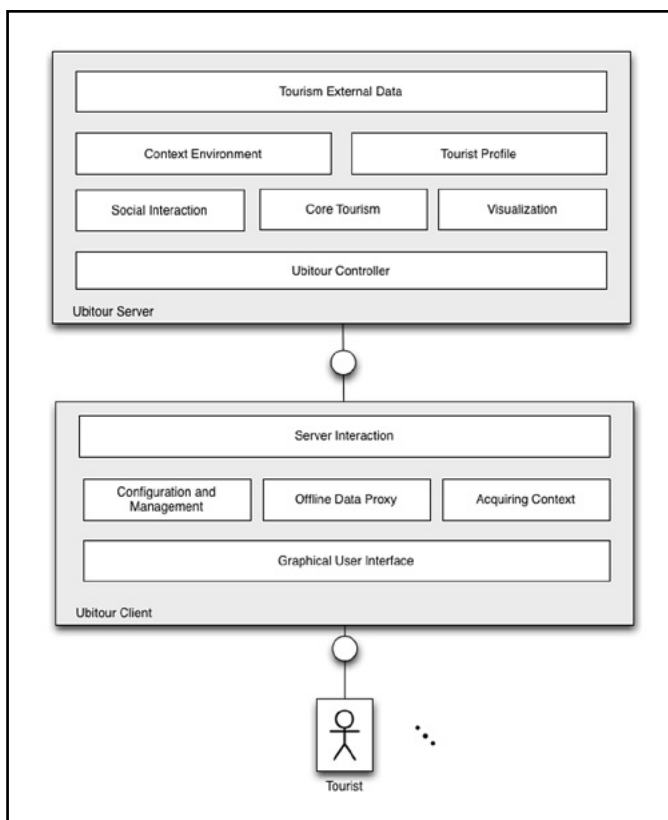
Na Figura 1, apresentamos a arquitetura proposta para o modelo UbiTour. Para uma descrição do modelo foi utilizada a notação TAM/FMC (TAM, 2012). O modelo proposto é baseado na arquitetura cliente/servidor. A camada servidor consiste em componentes de software que fornecem serviços de turismo ubíquo para a camada cliente. Esses serviços foram selecionados de acordo com as premissas do modelo proposto e os resultados obtidos através da análise de

proposed model and the results obtained through the analysis of comparison of related work. The client layer consists of the application for mobile UbiTour. In this layer, software components were available for integrated use with the server (online mode) or offline.

The server layer model UbiTour consists of the following components: UbiTour Controller Core Tourism, Social Interaction, Visualization, Context Environment, Tourist Profile and External Data. These components are described below.

The UbiTour Controller is the entry point to the services offered by the server to the client layer. From a valid request and access allowed from the client application, the UbiTour Controller delegates activity for components Core Tourism, Social Interaction and Visualization component indicating the most appropriate for the requested activity.

Figure 1



Conceptual Model of UbiTour Architecture · Modelo conceitual de UbiTour Architecture.

comparação de trabalhos relacionados. A camada do cliente consiste no aplicativo móvel UbiTour. Nesta camada, foram disponibilizados componentes de software para uso integrado com o servidor (modo online) ou offline.

O camada servidor do modelo UbiTour consiste nos seguintes componentes: UbiTour Controller, Core Tourism, Social Interaction, Visualization, Context Environment, Tourist Profile and External Data. Estes componentes são descritos abaixo.

O UbiTour Controller é o ponto de entrada para os serviços oferecidos pelo servidor para a camada cliente. A partir de uma solicitação válida e acesso permitido a partir da aplicação cliente, UbiTour Controller delega

Core Tourism is formed by the application of ubiquitous tourism fundamental services, such as authentication of the tourist, the inclusion and maintenance, evaluation and research of POIs and routes and data synchronization client with the server. If necessary, it uses the services of the components Tourist Environment Profile and Context, as described below.

The Social Interaction component is responsible for social interactions among tourists. Tourists can interact with each other by exchanging messages or requesting opinions on specific sites previously visited. The interactions between tourists and social networks use the data context of the environment and the tourist profile through the components Context Environment and Tourist Profile respectively.

Visualization is the component used to decide the best strategy for viewing (how) the POI, besides which additional information (which) will be displayed according to the context of the environment and the tourist profile. The visualization strategies consist in supporting the display of POIs on maps, such as Google and Bing; visualization in augmented reality.

The Tourist Profile component represents the profile of the tourist. This profile can be composed by tourist information entered manually or automatically acquired by social networking profiles. Starting from a user configuration, the component connects with social networks of the Tourist, extracting the profile data registered in these networks automatically. With the combination of these data a new unified profile is mounted that is widely used by Core components Tourism, Social Interaction and Visualization of this tour guide.

para os componentes Core Tourism, Social Interaction e Visualization de acordo a atividade mais apropriada.

[Ver Fig. 1]

Core Tourism é formado pela aplicação de serviços ubíquos fundamentais do turismo, como a autenticação do turista, a inclusão e manutenção, avaliação e pesquisa de POIs e rotas e sincronização de dados do cliente com o servidor. Se for necessário, utiliza os serviços de componentes do Tourist Environment Profile e Context, conforme descrito abaixo.

O componente Social Interaction é responsável por interações sociais entre os turistas. Os turistas podem interagir uns com os outros através da troca de mensagens ou solicitando opiniões sobre sites específicos visitados anteriormente. As interações entre os turistas e as redes sociais utilizam o contexto de dados do ambiente e do perfil do turista através dos componentes Context Environment e Tourist Profile, respectivamente.

A visualização é o componente usado para decidir a melhor estratégia para a visão (como) o POI, além de que informações adicionais (que) será exibido de acordo com o contexto do ambiente e do perfil de turista. As estratégias de visualização consistem em suportar a exibição de POIs em mapas, como o Google e o Bing, visualização em realidade aumentada.

O componente Tourist Profile representa o perfil do turista. Este perfil pode ser composto por informações turísticas inseridas manualmente ou obtidas automaticamente por perfis de redes sociais. A partir de uma configuração do usuário, o componente se conecta com as redes sociais do turista, extraindo os dados do perfil registrados nestas redes automaticamente. Com a

Context Environment is the main component of the UbiTour model. The unification of data and POIs suggestions visit are made and inferred from the context of the environment, tourist profile, and its restrictions. This component communicates through an internal component called Auxiliary Knowledge Base, which is composed of a database, ontology and an inference engine.

Tourism External Data: From preferences defined in the component Tourism Profile, model search UbiTour tourist information from external sources, such as Wikipedia and Wikitravel, about Points of Interest that can be suggested. The tourist can always choose between the existing external databases or configure a new one, from the time of its availability.

The client tier consists of the Graphical User Interface, and Configuration and Management, Offline Data Proxy, Acquire Context and Interaction Server components, which are detailed below.

Graphical User Interface: component responsible for iteration between the tourist and application, serving as support for all features of the application. This component communicates directly with the Interaction Server to user requests. If not possible, due to lack of internet connection, component is used Offline Data Proxy that has features for offline use guide. The Graphical User Interface also uses the services of the Configuration and Management component to configure the guide.

Acquire Context is the component responsible for detecting contexts such as the current location of the tourist, the current date and time, the temperature of the place, if it is raining, if the weather is wet or dry, in which direction the tourist is moving, among other and makes

combinação destes dados é montado um novo perfil unificado, que é amplamente utilizado pelos componentes Core components Tourism, Social Interaction and Visualization deste guia.

Context Environment é o principal componente do modelo UbiTour. A unificação dos dados e POIs sugestões visita são feitas e inferidas a partir do contexto do ambiente, perfil do turista e suas restrições. Este componente se comunica através de um componente interno auxiliar chamado Knowledge Base, que é composto de um banco de dados, ontologia e um motor de inferência.

Tourism External Data: A partir de preferências definidas no componente Tourism Profile, o modelo busca de informações turísticas cdo modelo UbiTour a partir de fontes externas, como Wikipedia e Wikitravel, sobre pontos de interesse que podem ser sugeridos. O turista pode escolher sempre entre as bases de dados externas existentes ou configurar um novo, a partir do momento de sua disponibilidade.

A camada de cliente é composta dos componentes Graphical User Interface, e Configuration and Management, Offline Data Proxy, Acquire Context e Interaction Server, que são detalhados a seguir.

Graphical User Interface: componente responsável pela interação entre o turista e aplicação, servindo como suporte para todos os recursos do aplicativo. Este componente se comunica diretamente com a interação do servidor às solicitações dos usuários. Se não for possível, devido à falta de conexão com a internet, o componente utiliza o Offline Data Proxy que busca informações offline. O componente Graphical User Interface também usa os serviços do componente Configuration and Management para configurar o guia.

Acquire Context é o componente responsável por detectar contextos como a localização atual do turista, a data e a hora atual, a temperatura

it available as a context for use in the application. It communicates directly with the Interaction Server if Internet connection exists, if not possible, send the information to the component Offline Data Proxy. Uses the component Configuration Management to select the contexts enabled by the user.

In component Offline Data Proxy are stored all the information they need to be stored on the mobile device, such as username and password tourist POIs and Routes stored so offline.

Configuration and Management: this component is responsible for all application configurations, as a method of authentication, integration with social networks, context data, and privacy, among others.

Server Interaction: this component manages access to the layer server. Each component of the client layer that needs to use the services layer server must go through this component that will connect directly to the UbiTour Controller component carrying information about the type of request, the tourist and the current data context captured by the component Acquire Context.

In defining the architecture UbiTour, it proved necessary to use a mechanism to allow the inference of tourist information based on the user profile and preferences. We opted for the choice of using ontologies in view of the needs of inferences UbiTour model. In Figure 2, we can observe the proposal Ontology to UbiTour. This ontology was developed using the methodology McGuinness and Noy (2001), which suggests to answer four basic questions about the new ontology:

- What is the domain that the ontology will cover?
- For what objectives will the ontology be used?

do lugar, se está chovendo, se o tempo estiver úmido ou seco, em que direção o turista está se movendo, entre outros e torna disponível como um contexto para uso na aplicação. Comunica-se diretamente com a interação do servidor se existe conexão com a Internet, se não for possível, enviar as informações para o componente Offline Data Prox. Usa o componente Configuration Management para selecionar os contextos ativados pelo usuário.

Na componente Offline Data Prox, são armazenadas todas as informações que precisam ser armazenados no dispositivo móvel, como nome de usuário e senha turista POIs e rotas armazenadas de modo offline.

Configuration and Management: este componente é responsável por todas as configurações de aplicativos, como um método de autenticação, integração com redes sociais, dados de contexto e de privacidade, entre outros.

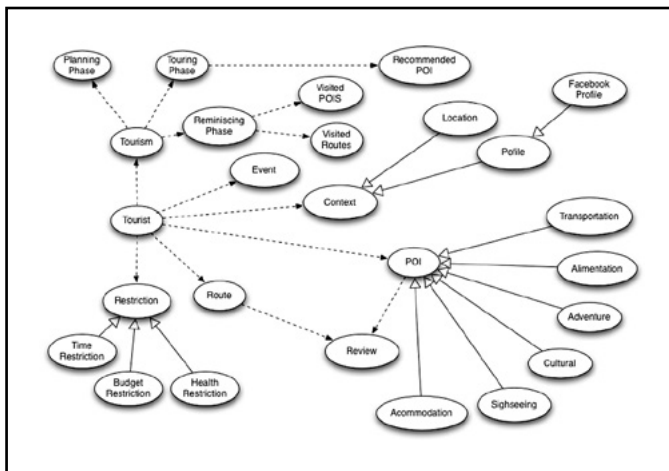
Server Interaction: este componente gerencia o acesso a camada do servidor. Cada componente da camada cliente que precisa usar a camada de servidor de serviços deve passar por este componente que irá se conectar diretamente ao componente UbiTour Controller, levando informações sobre o tipo de solicitação, o turista e o contexto atual de dados capturados pelo componente Acquire Context.

Na definição da arquitetura UbiTour, mostrou-se necessário a utilização de um mecanismo para permitir a inferência de informações turísticas com base no perfil do usuário e as preferências. Optou-se pela escolha de utilização de ontologias em vista as necessidades de inferências do modelo UbiTour. Na Figura 2, podemos observar a ontologia proposta para UbiTour. Esta ontologia foi desenvolvido utilizando a metodologia de McGuinness e Noy (2001), o que sugere que responder a quatro perguntas básicas sobre a nova ontologia:

- What kind of questions will the information in the ontology provide to answers?
- Who will use and maintain the ontology?

In the UbiTour model the ontology will cover the domain of ubiquitous tourism, being used to infer POIs based on the user profile and the context of the environment. The ontology will provide answers to questions concerning the profile, interests and constraints of tourist points of interest, and routes, and information about the three stages of the Tour: planning, touring and reminiscing (Watson et al., 2004).

Figure 2



Ontology · Ontologia.

- Qual é o domínio que a ontologia cobrirá?
- Para que os objetivos da ontologia será utilizado?
- Que tipo de questões a informação na ontologia iria fornecer respostas?
- Quem vai usar e manter a ontologia?

No modelo UbiTour a ontologia cobrirá o domínio do turismo ubíquo, sendo utilizado para inferir POIs com base no perfil do usuário e o contexto do ambiente. A ontologia irá fornecer respostas a perguntas relativas ao perfil, interesses e limitações dos pontos turísticos de interesse e rotas, e informações sobre as três fases do Tour: planejamento, turismo e recordações (Watson et al., 2004).

[Ver Fig. 2]

O protótipo do cliente UbiTour foi totalmente desenvolvido utilizando a programação Objective-C, porque é a linguagem nativa para a criação de aplicativos iOS. A Figura 3 mostra algumas imagens do protótipo criado para o roteiro Caminhos de Pedra, que foi realizada uma parceria, a fim de ajudar no desenvolvimento da região, utilizando os conceitos de turismo ubíquo estudadas.

[Ver Fig. 3]

The prototype UbiTour client was completely developed using the Objective-C programming because it is the native language for building IOS applications. Figure 3 shows a few screenshots of the prototype created for the Caminhos de Pedra itinerary, which was held a partnership, in order to help in the development of the region using the ubiquitous tourism concepts studied.

Figure 3



Screenshots of Application - Capturas de tela da aplicação.

5. Conclusão

Este capítulo apresentou um modelo de arquitetura de software para dispositivos móveis com foco em turismo chamado UbiTour, cujo objetivo era explorar o turismo a partir de dispositivos móveis usando os conceitos de computação ubíqua e consciência de contexto.

O modelo UbiTour foi definido com base em ETGs científicos e comerciais relacionados com o trabalho. Algumas características incluem a sugestão de POIs que podem ser mais relevantes para o turista de acordo com seu perfil e contexto do ambiente local.

Foi desenvolvido um protótipo para iOS (iPhone e iPad), especificamente para o Itinerário Caminhos de Pedra, em Bento Gonçalves, no Rio Grande do Sul. Neste protótipo, as principais características foram adicionadas no modelo proposto, tal como o uso de ontologias, contextos e restrições, e que tem sido usado com sucesso e avaliadas num cenário real composto por instituições associadas ao Caminhos de Pedra, em Bento Gonçalves, RS, Brasil.

As principais contribuições do modelo UbiTour são uma melhor exploração do contexto de ambiente com o uso de restrições, tais como orçamento e tempo, definição de um modelo que aborda todas as fases do turismo, tornando a experiência do usuário mais rica e melhor planejada e a definição de um modelo totalmente dinâmico que permite um preenchimento automático de instâncias da ontologia.

5. Conclusion

This chapter presented a software architecture model for mobile devices focused on tourism named UbiTour, whose goal was to explore tourism from mobile devices using the concepts of ubiquitous computing and context awareness.

The UbiTour model was defined based on scientific and commercial ETGs related work. Some features include the suggestion of POIs that can be more relevant to the tourist according to his profile and context of the local environment.

We developed a prototype for iOS (iPhone and iPad), specifically for Caminhos de Pedra Itinerary, in Bento Gonçalves in Rio Grande do Sul state. In this prototype, the main features were added in the model proposed, such as the use of ontology, contexts and restrictions, and it has been successfully used and evaluated in a real scenario composed of the institutions associated with Caminhos de Pedra, in Bento Gonçalves, RS, Brazil.

The main contributions of the UbiTour model are better exploitation of the environment context with the use of restrictions such as budget and time; define a model that addresses all phases of tourism, making the user experience richer and better planned and the definition of a fully dynamic model allowing an automatic population of instances of the ontology.

Towards future work, we intend to expand the numbers of cities supported in the guide, increase the restrictions enrolled, develop new inferences based on ordinary tourism activities and create an Android version of the guide.

Para os trabalhos futuros, pretendemos ampliar o número de cidades apoiadas no guia, aumentar as restrições inscritas, desenvolver novas inferências baseadas em atividades comuns de turismo e criar uma versão Android do guia.

Bibliography · *Bibliografia*

- Auer S. and C. Bizer. 2007. "DBpedia: A Nucleus for a Web of Open Data. Lecture Notes". In *Computer Science*, Vol. 4825.
- Becker C. and C. Bizer. 2008. "DBpedia Mobile: A Location-Enabled Linked Data Browser". *Linked Data on the Web (LDOW2008)*.
- Boehm, S., J. Koolwaaij, et al. 2009. "IYOUIT, The Semantic Web - ISWC 2008", Lecture Notes. In *Computer Science*, Vol. 5318. Springer Berlin/Heidelberg.
- Braun, M., A. Scherp, and S. Staab. 2010. "Collaborative Creation of Semantic Points of Interest". *Linked Data on the Mobile Phone*.
- Brown, B. and M. Chalmers. 2003. "Tourism and Mobile Technology". In *Proceedings of the 8th European Conference on Computer Supported Cooperative Work*. Helsinki. Finland.
- Buhalis. 2003. *DeTourism: Information technology for strategic tourism management*. Prentice Hall. Harlow.
- Costa, C.A., A.C. Yamin, and G.F.R. Geyer. 2008. "Toward a general software infrastructure for ubiquitous computing". In *IEEE Pervasive Computing*, Vol. 7, N° 1.
- Dey, A.K. 2001. "Understanding and Using Context. Personal and Ubiquitous Computing", Vol. 5, N° 1. London.
- Echtibi, A., M. Zemerly, Jamal, and J. Berri. 2009. "Murshid: a mobile tourist companion", *Proceedings of the 1st International Workshop on Context-Aware Middleware and Services: affiliated with the 4th International Conference on Communication System Software and Middleware (COMSWARE)*. Dublin. Ireland.
- Gruninger and M.S. Fox. 1995. "Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies". In *Proceedings of the Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*. IJCAI-95. Montreal.
- Kenteris, M., D. Galavas, and D. Economou. 2009. "An innovative mobile electronic tourist guide application". In *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol. 13, N° 2.
- Kenteris M., D. Galavas, and D. Economou. 2011. "Electronic mobile guides: a survey". In *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol. 15, N° 1.
- Lonely Planet. 2012. In: <<http://www.lonelyplanet.com/apps-and-ebooks/>>. Access on June 2012.
- McGuinness, D.L. and N.F. Noy. 2001. "Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology". In <<http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology101/ontology101-noy-mcguinness.html>> Access on May, 27th 2012.

- mTrip Travel Guides. 2012. In <<http://www.mtrip.com>>. Access on June 2012.
- Ruta, M., F. Scioscia, E. Sciascio, and G. Piscitelli. 2010. "Location-Based Semantic Matchmaking in Ubiquitous Computing". In *IEEE/WIC/ACM International Conference On Web Intelligence And Intelligent Agent Technology, WI-IAT*, 10. New York. IEEE.
- Saha, D. and A. Mukherjee. 2003. "Pervasive Computing: a Paradigm for the 21st Century". In *IEEE Computer*, Vol. 36. New York. IEEE Computer Society.
- Satyanarayanan, M. 2010. "Mobile computing: the next decade". In *1st ACM Workshop on Mobile Cloud Computing & Services: Social Networks and Beyond*.
- TAM. Tecnology Acceptance Model. 2012. In <<http://www.fmc-modeling.org/fmc-and-tam>>. Access on June 2012.
- Torres, D. and A. Diaz. 2011. "Semdrops: A Social Semantic Tagging Approach for Emerging Semantic Data". In *Proceedings of IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence*.
- Trip Advisor LLC. 2012. In <<http://www.tripadvisor.com>>. Access on June 2012.
- Triposo. 2012. In <<http://www.triposo.com>>. Access on June 2012.
- Watson, R., S. Akselsen, E. Monod, and L. Pitt. 2004. "The Open Tourism Consortium: laying the foundations for the future of tourism". In *European Management Journal*, Vol. 22, N° 3.
- Weiser, M. 1991. "The Computer for the 21st Century". In *Scientific American*. New York, Vol. 265, N° 3.

Participatory Virtual Systems for Urban Improvement and Reduction of Traffic Accidents

Sistemas virtuales participativos para mejoramiento urbano y mitigación de accidentes de tránsito

Rodrigo García Alvarado <rgarcia@ubiobio.cl>

Roberto Lira Olmo <rlira@ubiobio.cl>

Juan Carlos Parra Márquez <jparra@ubiobio.cl>

Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile

Keywords

Virtual Reality · Urban Simulation · Traffic Accident · Social Participation

Palabras clave

Realidad Virtual · Simulación Urbana · Accidentes de Tránsito · Participación Ciudadana

Abstract

This article exposes the development of a participatory virtual system, with 3D-visualizations on large-format screens for collective assessment of urban alternatives. The system aims to improve places with a high frequency of traffic accidents, identified through territorial database, and promote a management process with technical and social participation. Implemented in low-cost technology, in order to allow its application in local counties and public institutions, for the reduction of traffic accidents and increase citizen intervention in the improvement of urban places.

1. Introduction¹

The quality of urban life requires managing multiple functional and formal issues, which can be supported by the new information and communication technologies (ICT), properly integrated with social decision process. The planning and design of cities are affected by the complexity of urban life, involving different authorities and services that develop overlapping actions. These actions involve large-scale plans and scattered programs, generating unstructured urban environments, with little participation of people. The daily activity then unfolds mostly in public spaces remaining, with weak environmental quality and social relationship. This is seen dramatically in the progressive frequency of traffic accidents in the cities, due to increasing car ownership and urban mobility. Despite substantial investment in new infrastructure, accidents are repeated in parts of the city (called black-spots)

Resumen

Este artículo expone el desarrollo de un sistema virtual participativo, con visualización tridimensional en pantallas de gran formato para la evaluación grupal de alternativas urbanas. Enfocado en la resolución de lugares con alta frecuencia de accidentes de tránsito, identificados por un registro territorial y planteando un proceso de gestión que asegure la participación técnica y social. En una plataforma tecnológica de bajo costo, que permita su instalación en municipios e instituciones públicas, para promover la mitigación de accidentes y la participación ciudadana en el mejoramiento de sus entornos urbanos.

1. Introducción¹

La calidad de vida urbana requiere la gestión de múltiples aspectos funcionales y formales, que puede ser apoyada con las nuevas tecnologías de información y comunicación, debidamente integradas con la toma de decisiones sociales. La planificación y el diseño de las ciudades están afectados por la complejidad de la vida urbana, que implican diversas autoridades y servicios que desarrollan acciones sobrepuestas. Con planes a gran escala y programas dispersos, generando entornos urbanos desestructurados, y con escasa participación ciudadana. La actividad cotidiana se desenvuelve entonces mayormente en espacios públicos

¹ We would like to thank to the Municipality of Concepción, the Urban Study Laboratory (Juan Espinoza and Lautaro Silva), and the Project ALFA-GAVIOTA · Agradecemos a la Ilustre Municipalidad de Concepción, al Laboratorio de Estudios Urbanos (Juan Espinoza, Lautaro Silva) y al Proyecto ALFA-GAVIOTA.

which demonstrate the existence of local factors in these tragic events. The solution of these places is in a difficult detection and intervention, which usually consists of accessories that impair the urban and sparsely demonstrate effectiveness.

According to estimates by the Global Road Safety Partnership (GRSP), the number of fatalities worldwide exceeds 880,000 deaths/year. In middle-income countries to low, the figures are expected to grow by 80% by 2020 if responsible action is not taken in this regard (OMS, 2004). In Chile there are more than 60,000 accidents a year, with about 2,000 dead and 55,000 injured people. Of these accidents, more than 85% occur in urban areas, which represent higher social expenses to around UF 8,000,000². These costs correspond to the daily loss of productivity due to premature death, administrative costs (police, trials, etc.) and human resources devoted to rehabilitation. The values indicated do not include the costs of materials and infrastructure destroyed property. They also involve a lot of pain. The possibility of reduction of these fatalities is the direct problem addressed by the proposed system, as well as the opportunity that these environments reach an overall improvement with greater social participation.

The development of action strategies against urban places of frequent accidents has shown a significant efficacy in different experiences (IHT, 1991, DFT, 2003, TRL, 2003; Arroyo, 2008; Goodge, 2009, Quisterger, 2010), including specific actions made in Chile (Gazmuri et al, 2007, Palma, 2005, Palma, 2008), especially considering a broad stakeholder participation. The implementation of three-dimensional modeling computer systems has also enabled full analysis of these situations (Wegener, 1994; Limes, 1999; Carrasco, 2006; Kamali, 2006).

remanentes, con débil calidad ambiental y relación social. Esto se advierte dramáticamente en la progresiva frecuencia de los accidentes de tránsito en las ciudades, producto del creciente parque automotriz y la movilidad urbana. A pesar de la sustancial inversión en nueva infraestructura, aparecen siniestros reiterados en ciertos lugares de la ciudad (denominados black spots o puntos negros) que evidencian la existencia de factores locales. La resolución de estos sectores pasa por una difícil detección e intervención, que consiste usualmente en accesorios que deterioran el ambiente urbano y escasamente demuestran efectividad.

Según estimaciones de la Global Road Safety Partnership (GRSP), el número de fatalidades supera las 880.000 muertes/año en todo el mundo. En países de ingreso medio a bajo, se espera que las cifras crezcan en un 80% para el año 2020, si no se toma una acción responsable al respecto (OMS, 2004). En Chile se producen más de 60.000 accidentes al año, con cerca de 2.000 muertos y 55.000 lesionados. De estos siniestros, más de un 85% se producen en zonas urbanas, lo que representa un gasto social superior a las UF 8.000.000². Estos costos corresponden a la pérdida diaria de productividad por muerte prematura, costos administrativos (policía, juicios, etc.) y recursos humanos dedicados a la rehabilitación. Entre los valores indicados no se incluyen los costos materiales de propiedad e infraestructura destruida. Implican, además, mucho dolor. La posibilidad de disminución de estas fatalidades es el problema más directo abordado por el sistema propuesto. Como también la oportunidad de que estos entornos alcancen un mejoramiento integral con mayor participación ciudadana.

2 The *Unidad de Fomento* (UF) is a unit of account indexed according to inflation · *La unidad de fomento (UF) es una unidad de cuenta, reajutable de acuerdo con la inflación.*

But there are no generalized implementations in distributed and properly structured contexts with a participation process.

This article describes the development of a participatory virtual resolution focused on urban places with high frequency of traffic accidents, in order to generate an overall improvement of their conditions. The system is based on low-cost technology platforms for high suitability to ensure their generalization, and posing a management process that ensures socialization and effectiveness of their efforts. Through the implementation of open source software for three-dimensional modeling of environments, accident records collection, statistical matching and territorial distribution to choose the places and events to solve. In a computer platform with 3D large screens for group interaction and evaluation of urban alternatives. The development involved performing convergence territorial and spatial data, photographic surveys, urban elements libraries, databases, modeling and component programming. Integrating animated behaviors for frequent events modeled environments, and definition of alternative scenarios, constituting validated depositary possibilities for urban improvements and mitigation of traffic accidents.

The virtual system is complemented by a participatory decision process to determine the most suitable alternative and socially sustainable. Interactive presentations are included to integrate working groups with experts, local authorities and neighborhood representatives, to discuss the possibilities from technical and community. A review of alternatives in an iterative process, making modifications to the virtual models, reviewing routes and points of view, alternative valuation and projection of results, in a sequence of at least three progressive sessions,

La elaboración de estrategias de acción frente a los lugares urbanos de frecuente accidentabilidad ha demostrado una relevante eficacia en distintas experiencias (IHT, 1991; DFT, 2003; TRL, 2003; Arroyo, 2008; Goodge, 2009; Quistberg et al., 2010), incluyendo acciones puntuales realizadas en Chile (Gazmuri et al., 2007; Palma, 2005; 2008) especialmente considerando una participación amplia de los involucrados. La implementación de sistemas informáticos con modelación tridimensional ha permitido además analizar más cabalmente estas situaciones (Wegener, 1994; Lines, 1999; Carrasco, 2006; Velavan, 2006). Sin embargo, no se dispone de implementaciones generalizables en contextos distribuidos y debidamente estructurados con un proceso de participación.

El presente artículo expone el desarrollo de un sistema virtual participativo enfocado en la resolución de entornos urbanos con alta frecuencia de accidentes de tránsito, con el fin de generar un mejoramiento integral de sus condiciones. Utilizando plataformas tecnológicas de bajo costo y alta apropiabilidad que garanticen su generalización, y planteando un proceso de gestión que asegure la socialización y efectividad de los esfuerzos realizados. A través de la aplicación de software de código abierto para la modelación tridimensional de entornos, recopilación de registros de accidentes, conciliación estadística y distribución territorial para seleccionar los lugares y eventos a resolver. Con visualización tridimensional en pantallas de gran formato para la interacción grupal y evaluación de alternativas urbanas. Realizando convergencia de datos territoriales y espaciales, levantamientos fotográficos, librerías de elementos urbanos, bases de modelación y programación de componentes. Integrando comportamientos animados para la reproducción de eventos frecuentes en los entornos modelados, y definición de alternativas de escenarios, constituyendo un

and possibly after a period of implementation and validation to support the decision process for the solution of other places. Using an analytical framework based on four components: the rate and characteristics of traffic accidents, vehicular and pedestrian flow, the cost of intervention and local urban conditions. Thus reconciling resources and implications involved in a participatory review of possibilities.

2. Geographic Information System (GIS) for the detection of frequent places of Traffic Accidents in Concepcion.

Urban Studies Laboratory (Laboratorio de Estudios Urbanos - LEU) at the University of Bío-Bío, by mandate of Transit Department the Municipality of Concepcion, elaborated a map of city with locations of frequent accidents, with the collaboration of the Prefecture of Police of Concepcion, to identify “black spots”, internationally defined as places with more than four accidents of vehicle with humans per year for at least three consecutive years. This information is superimposed on an up-to-date street map, signage, road system, flows, equipment, services, etc. in order to characterize fully the conflicting sectors and show possible influences. With an open query system online, with levels of privacy according to data and regular updating.

depositario validado de posibilidades para el mejoramiento urbano y mitigación de accidentes de tránsito.

El sistema virtual se complementa con un proceso de resolución participativo para determinar las alternativas integralmente más adecuadas y socialmente sostenibles. Considerando presentaciones interactivas con grupos de trabajo integrando expertos, autoridades locales y representantes vecinales, con el fin de discutir las posibilidades desde aspectos técnicos y comunitarios. En un proceso iterativo de revisión de alternativas, efectuando modificaciones a los modelos virtuales, revisando recorridos y puntos de vista, valorización de alternativas y proyección de resultados. En una secuencia de al menos tres sesiones progresivas, y, en lo posible, luego una etapa de aplicación y validación para sustentar el proceso de decisión para la resolución de otros entornos. Utilizando una matriz de análisis basado en cuatro componentes: la tasa y características de accidentes de tránsito, el flujo vehicular y peatonal, el costo de intervención y las condiciones urbanas locales. Conciliando de este modo los recursos e implicancias involucradas en una estrategia de revisión participativa de posibilidades.

2. Sistema de información geográfica (SIG) para la detección de lugares frecuentes de accidentes de tránsito en Concepción

El Laboratorio de Estudios Urbanos (LEU) de la Universidad del Bío-Bío elaboró un sistema de información geográfica (SIG) por mandato de la Dirección del Tránsito de la Ilustre Municipalidad de Concepción, con la colaboración de la Prefectura de Carabineros de Concepción, que recoge las estadísticas regulares

Figure 1



GIS of traffic accidents in Concepcion (LEU-UBB) · SIG de accidentes de tránsito en Concepcion (LEU-UBB).

3. Virtual Modeling of Urban Scenarios

With the support of the ALFA-Gaviota Project, held in conjunction with several European and Latin American universities, spread the development

de accidentes de tránsito ocurridos en la comuna. Clasificando y vinculando su información, para localizarla en una representación digital territorial, de modo que la acumulación sectorial permite identificar los puntos negros, definidos internacionalmente como la frecuencia anual superior a cuatro accidentes con daños humanos, de al menos tres años consecutivos, en un área cercana. Esta información se sobrepone a un callejero actualizado, señalética, sistema viario, flujos, equipamiento, servicios, etc., con el fin de caracterizar cabalmente los sectores conflictivos y presumir posibles influencias. Con un sistema de consulta abierta por Internet, con niveles de privacidad según datos y actualización permanente.

[Ver Fig. 1]

3. Modelación virtual de escenarios urbanos

Con el apoyo del proyecto ALFA-GAVIOTA, realizado en conjunto con varias universidades europeas y latinoamericanas, se extendió la elaboración del sistema, con la modelación de escenarios urbanos y visualización virtual, implementando un sistema de gestión participativa.

[Ver Fig. 2]

La modelación de escenarios se basó en los sectores identificados como “puntos negros”, con una recopilación fotográfica del entorno, registro cronológico de actividades y estadísticas de clasificación de accidentes. Seleccionando como

of the system, with the urban modeling platform and equipment for graphic processing and visualization in large scale, implementing a participatory management system.

Figure 2



Work-station for Virtual Modeling of Urban Scenarios · *Modelación virtual de escenarios urbanos.*

plataforma de trabajo un software abierto (Blender-3D), para permitir su posterior instalación en instituciones públicas sin gastos adicionales de software. Así también se elaboró una biblioteca de elementos urbanos, bases viales, accesorios, personas y vehículos con desplazamientos programados, para permitir el desarrollo de escenarios subsecuentes por personal con mínima capacitación. Incluyendo especialmente algunos elementos para eventual mitigación de accidentes (pasarelas, barreras, arborización, vías adicionales, protecciones).

[Ver Fig. 3 y 4]

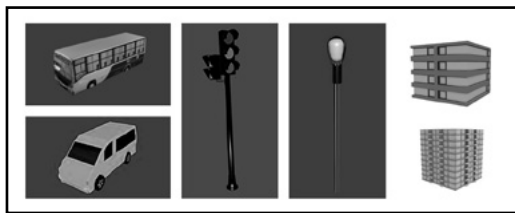
En el montaje de cada escenario se programan diversas secuencias de desplazamiento de vehículos y personas, según los eventos posibles recopilados, estableciendo puntos de vista móviles en distintas posiciones (conductores, peatones, aéreas). La modelación de escenarios considera luego el desarrollo de distintas alternativas de resolución según la realización de reuniones de análisis.

[Ver Fig. 5]

The scenario modeling was based on the sectors identified as “black spots” with a photographic compilation environment, log sorting activities and accident statistics. Selecting an open software (Blender-3D) to allow later installation in public institutions without additional software. Also it developed a library of urban elements, road base, accessories, passengers and vehicles movements programmed to allow subsequent scenario development personnel with minimal training. Including some elements especially for accident mitigation potential (walkways, barriers, tree planting, additional roads, protections.)

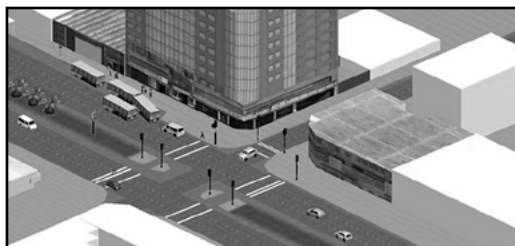
Then programming are included traversing various vehicles and people as possible events collected, establishing mobile views in different positions (as drivers, pedestrians, aerial views). Different scenarios are modeled, considered after the development of alternative solutions by conducting review meetings.

Figure 3



Examples of Database of virtual elements · Ejemplos de la biblioteca de elementos.

Figure 4



Example of Scenary Modeled · Ejemplo de escenario modelado.

4. Cluster de procesamiento gráfico y teatro virtual

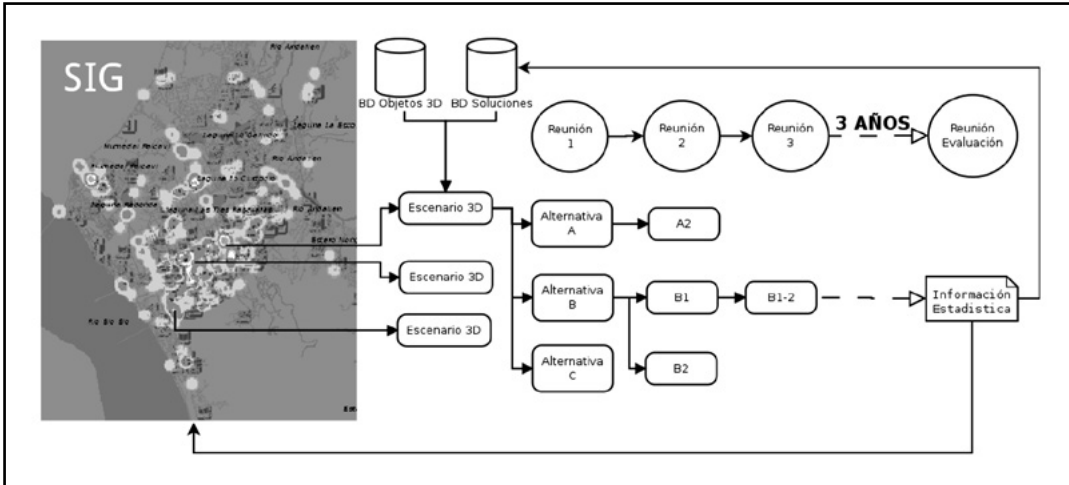
Debido a la necesidad de procesar la visualización tridimensional animada en tiempo real de los distintos escenarios se implementó un cluster de procesamiento gráfico: conjunto de computadores utilizados para combinar su poder de cálculo como uno solo de mayor capacidad. Se compone de un equipo Head Node que maneja la carga y la asigna al resto de los equipos, un cable categoría 6 Gigabit Ethernet de alta velocidad para un traspaso rápido de los datos y discos NAS (Network Attached Storage), en red, utilizando protocolo NFS. Esta configuración se utiliza para renderizar los modelos en menor tiempo.

En el gráfico de la Figura 6 se muestra la diferencia del tiempo de renderizado en distintos modelos, el de menor tiempo es con el cluster completo, los otros casos son utilizando el peor y mejor equipo respectivamente.

[Ver Fig. 6, 7 y 8]

Para las visualizaciones tridimensionales se implementó también un “teatro virtual” compuestas de dos monitores LCD 56” de alta resolución con gafas estereoscópicas y un controlador central.

Figure 5

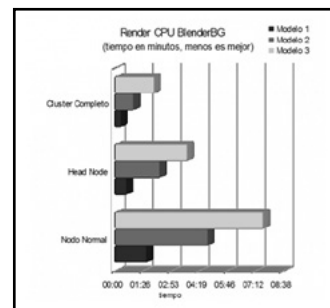


General Process for Scenario Modeling · *Proceso general de modelación de escenarios.*

4. Cluster for Graphic Processing and Virtual Theater

Due to the need to process animated three-dimensional visualization in real time of various scenarios we implemented a “cluster” of graphics processing. That is a set of boards used to combine their computing

Figure 6



Results of render time with different configurations · *Gráfico de renderizado con el cluster.*

Figure 7

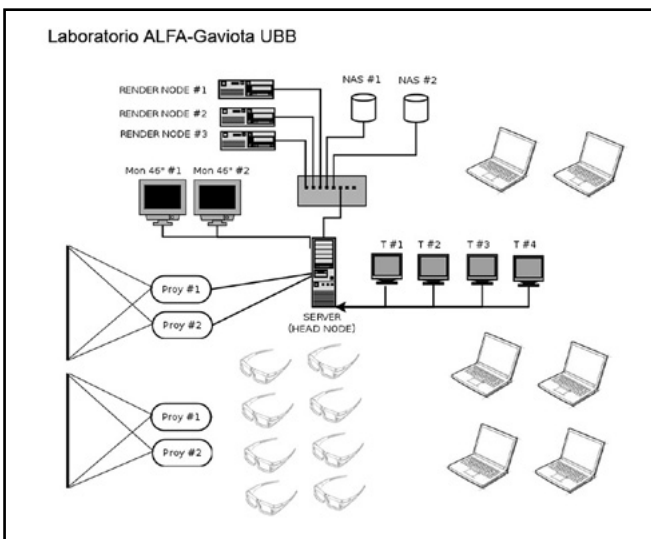


Diagram of Cluster and Virtual Theater · *Esquema de instalación del cluster y teatro virtual.*

power as one of greater capacity. It consists of a computer as Head Node that handles loading and assigned to other pieces of equipment, with a category 6 cable high speed Gigabit Ethernet for fast data transfer and NAS (Network Attached Storage), in network using protocol NFS. This setting is used to render the models in less time. The graph shows the change in rendering time in different models, the less time is with the full cluster, the other cases are using the worst and best equipment respectively.

For 3D visualizations a ‘Virtual Theater’ composed of two high-resolution LCD monitors 56” with stereoscopic glasses and a central controller was also implemented.

Figure 8



Presentations with Virtual Theater · Presentaciones en teatro virtual.

5. Reuniones de evaluación de escenarios

Se planteó y experimento un proceso de gestión para la resolución de los escenarios urbanos, consistentes en reuniones participativas con el sistema virtual. Incluyendo cuatro categorías de participantes:

- autoridades locales;
- expertos en seguridad (policías o consultores);
- profesionales sectoriales (urbanistas, viales, paisajismo, etc.); y
- usuarios (representantes de vecinos, peatones o conductores).

Esta diferenciación pretende esclarecer y compensar las distintas atribuciones y consideraciones para el análisis de los mejoramientos. Por cuanto en la actualidad están completamente escindidos, las decisiones se toman en una interacción ocasional entre expertos y profesionales con la autoridad, mientras no hay un seguimiento, conocimiento compartido y en especial integración de la opinión pública. De modo que se debe relacionar la visión técnica con la factibilidad operativa y el bienestar ciudadano, con una participación y responsabilidad concertada y permanente de representantes de distintos sectores. Los cuales deben discernir las alternativas propuestas (y sugerir otras), con base en la conciliación de cuatro criterios:

5. Meetings for Evaluation of Scenarios

A management process was raised with experiments for the solution of urban scenarios, based on participatory meetings with the virtual system. Including four categories of people invited:

- Local Authorities.
- Experts in Security (police or consultants).
- Urban Professionals (Planners, Roads, Landscaping, etc.).
- Local representatives (Residents, Pedestrians or drivers).

This differentiation aims to clarify and compensate different interests and considerations for the analysis of the improvements. Because today is completely excised, decisions are taken in a casual interaction between experts and practitioners with authority, while there is no monitoring, especially knowledge sharing and integration of public opinion. So should relate technical vision with operational feasibility and citizen welfare, participation and responsibility with concerted and permanent representatives of different sectors. Which must discern the alternatives proposed (and suggest others), based on balance of four criteria;

- Cost of the Solution
- Urban Quality
- Alteration of Estimated Traffic Flow
- Reduction of Accident.

- *costo de la solución;*
- *calidad urbana (ponderación);*
- *alteración estimada del flujo de tráfico; y*
- *tasa proyectada de reducción de accidentabilidad.*

Estas variables deben ser cuantificadas para cada escenario entre reuniones, resolviendo el desarrollo de nuevas alternativas, ajustes o aclaraciones particulares, para que en nuevas sesiones sea factible revisar las posibilidades refinadas, y elaborarlas en una etapa de ejecución, para luego de un período de al menos nueve meses comprobar el impacto de la resolución. El conjunto de experiencias desarrolladas e impactos evaluados va constituyendo una base de información cuantificada (sugerencias de soluciones efectivas) que va alimentando la sucesiva resolución de escenarios, y esperamos también sea compartida entre instituciones, contribuyendo a una inteligencia colectiva y acumulada en el mejoramiento de los entornos urbanos.

[Ver Fig. 9 y 10]

Esta estrategia ya se experimentó en uno de los escenarios (ver Figura 10), aplicando medidas de mitigación (cambio de vías, barreras y señalética), y demostrando una reducción de accidentes en un período cercano.

These variables must be quantified for each scenario between meetings, solving the development of new alternatives, particular adjustments or clarifications for new sessions to review the possibilities refined and elaborate in execution stage, then a period of at least nine months after that to check the impact of the resolution. The set of experiences developed and impacts evaluated builds a quantified information base (tips for effective solutions) to be fueling the subsequent resolution of scenarios, and also shared between institutions, contributing to a collective intelligence accumulated for the improvement of urban environments.

This strategy has already been piloted in one of the places (Fig. 10), applying mitigation measures (change channels, barriers and signage), and showing a reduction of accidents in a period of one year monitored.

Figure 9



Meetings for Evaluation of Scenarios · *Reuniones de evaluación de escenarios.*

Figure 10



Scenario improved with urban modifications · *Escenario evaluado con aplicación de medidas.*

6. Conclusiones

El sistema desarrollado demuestra la factibilidad de configurar una plataforma tecnológica y un proceso participativo para la resolución de entornos urbanos y conflictos de tráfico, demostrando la potencialidad de conciliar intereses en un mejoramiento de la calidad de vida urbana.

Se expone en particular la implementación de una estrategia de modelación tridimensional basada en software abierto y escalable para distintos escenarios urbanos, incluyendo móviles y personas animadas, representando eventos de tráfico a partir de mapas territoriales. Con una estructura de visualización alternativa de distintos puntos de vista y equipos de presentación personal y colectivo, incluyendo la configuración de dispositivos estereoscópicos y pantallas coordinadas de alta resolución. Además de un procedimiento de trabajo transferible y un protocolo de toma de decisiones para promover la revisión grupal y el desarrollo secuencial de mejoramientos.

La aplicación de nuevas tecnologías de información territorial, modelación virtual y visualización tridimensional demuestran la capacidad de integrar antecedentes y participantes, en la medida en que se desarrollen estrategias de bajo costo y procesos de gestión comunitaria. El sistema propuesto debe ser cabalmente implementado en instancias locales para comprobar y generalizar su utilización. Contribuyendo a la discusión social del entorno urbano a través de los medios de comunicación gráfica.

6. Conclusions

The developed system demonstrates the feasibility of setting up a technological platform and a participatory process for the resolution of urban and traffic conflicts, and to demonstrate the potential of reconciling interests in improving the quality of urban life.

It is exposed in particular the implementation of a three-dimensional modeling strategy based on open and scalable software for urban scenarios, including animated people and vehicles, representing traffic events from territorial maps. With a display structure of alternative points of view and equipment for individual or collective presentation, including stereoscopic device configuration and high-resolution coordinated screens. In addition a transferable procedure and protocol for decision-making to promote a participatory review and the sequential development of urban improvements.

The application of spatial information technologies, virtual modeling and three-dimensional visualization demonstrate the ability to integrate data collection and participants, as they develop low-cost strategies and community management processes. The proposed system should be fully implemented in local entities to test and extend their use. Contributing to the social discussion of the urban environment through graphic media.

Bibliography · *Bibliografía*

- Arroyo, M. del. 2008. "Plan Tipo de Seguridad Vial Urbana". Proceeding of the I Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial, San José de Costa Rica, mayo. At <www.institutoivia.com/>.
- Carrasco, J. 2006. "Development of an Operational Integrated Urban Modelling System". Transport Canada Project, Nº H057/06, Gobierno de Canadá.
- DFT. 2003. *Urban Safety Management Guidelines*. Department for Transport, Institution of Highways and Transportation, United Kingdom.
- Espelt, P. and León Salas D. 2010. *Evolución de la seguridad vial en medio urbano como disciplina y como factor del diseño tipológico de la calle*. Departamento de Infraestructuras del Transporte y Territorio, Universidad Politécnica de Cataluña.
- Fernández, R. and E. Valenzuela. 1999. "Bases para una gestión ambiental de tránsito". Introducción Curso CI53G Ingeniería de Tránsito, Universidad de Chile.
- Ferrandez, F. and D. Fleury. 1985. "Les études globales de sécurité en ville". Coloquio Evaluation 85, Organisme National de Sécurité Routière, París, mayo.

- Gazmuri, P., J.C. Muñoz, L. Rizzi, F. Fredard, and S. Cumsille. 2007. "Reducción de la mortalidad por accidentes del tránsito en Chile: 10 medidas prioritarias". Jornadas sobre Seguridad de Tránsito, Escuela de Ingeniería, Universidad Católica de Chile.
- Geurts, G., G. Wets, T. Brijs, and K. Vanhoof. 2007. "The Use of Rule-Based Knowledge Discovery Techniques to Profile Black Spots". Faculty of Applied Economics, Limburg University Centre. Bélgica.
- Gonzalez, S., H. Valenzuela, and F. Jofré. 1987. "Análisis de impacto de medidas de gestión de tránsito en la ocurrencia de accidentes". Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, Santiago de Chile.
- Goodge, M. 2009. *People's Republic of China: Road Safety Improvement. Technical Assistance Consultant's Report*. Asian Development Bank, Manila.
- Grundy, C., R. Steinbach, P. Edwards, J. Green, B. Armstrong, and P. Wilkinson. 2009. "Effect of 20 mph traffic speed zones on road injuries in London, 1986-2006: controlled interrupted time series analysis". *BMJ*. 339: b4469.
- IHT. 1991. *Guidelines to Urban Safety Management*. Institution of Highways and Transportation. Londres.
- ITE. 1976. *Transportation and Traffic Engineering*. Institute of Transportation Engineering. New Jersey. Prentice-Hall.
- Lamm, R., B. Psarianos, and T. Mailaender. 1999. *Highway Design and Safety Engineering Handbook*. New York. Mc Graw Hill.
- Lines, C. 1996. "Urban Safety Management. The Future?". TRL Staff paper, TRL Limited. United Kingdom.
- Lines, C. 1998. "Urban Safety Management". Supplement to *Journal of Highways and Transportation*. United Kingdom.
- Lines, C. 1999. "The DUMAS Project. Developing Urban Management and Safety". Transportation Research Laboratory. United Kingdom.
- Llamas, R., V. Vilanoba, and A. Domínguez. 2008. "Medidas de bajo costo. Su eficacia para reducir accidentes". Paper at I Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial, San José de Costa Rica, mayo. En <www.institutoivia.com/>.
- Mackie, A. and H. Ward. 1996. "Gloucester Safety Town. Strategy". TRL Report PR/TT/=75/96, United Kingdom.
- Mayoral, E., A. Cuevas, and A. Mendoza. 2008. *El punto negro en la infraestructura vial y la manera de combatirlo*. Instituto Mexicano del Transporte, México DF.
- Montoro, L. et al. 2000. *Manual de seguridad vial. El factor humano*. Valencia. Ariel.
- Munizaga, G. 1992. *Diseño urbano: teoría y método*. Santiago de Chile. Ediciones PUC.

- OCDE. 1990. "Gestion intégrée de la sécurité routière en zone urbaine". Recherche en matière de transport routier et intermodal. París.
- OMS. 2002. "Global Burden Disease Project".
- OMS. 2004. "World Health Report on Road Traffic Injury Prevention". Ginebra. En <www.who.int/es>.
- Palma, M. 2005. *Hacia vías urbanas más seguras: medidas correctivas de bajo costo aplicadas en ciudades chilenas*. Santiago de Chile. Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET).
- Palma, M. 2008. *Tratamiento de puntos negros con medidas correctivas de bajo costo*. Santiago de Chile. Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET).
- Pereira, R. 2008. "Evaluación de medidas para reducir los accidentes de tráfico". XI Encuentro de Economía Aplicada, Salamanca.
- Pujadas i Rúbies, Romà. 1998. *Ordenación y Planificación Territorial*. Barcelona. Ediciones UPC.
- Quistberg, D., J. Miranda, and B. Ebel. 2010. "Reduciendo el trauma y la mortalidad asociada a los accidentes de tránsito en los peatones en el Perú. Intervenciones que pueden funcionar". *Revista Peruana Medicina Experimental y Salud Pública*, Vol. 27, N° 2.
- Sabey, B.E.1979. "Road safety and value for money". Seminar on Road-Safety- Remedial Action and the Local Authorities, Londres.
- Sayer, I.A. 1994. "Accident Blackspot Investigation". International Course on Prevention and Control of Traffic Accidents and Injuries. New Delhi.
- TRL. 2003. *Urban Safety Management. Guidelines for Developing Countries*. Department for International Development, Transportation Research Laboratory, United Kingdom.
- Velavan, Kamali. 2006. "Developing Tools and Data Model for Managing and Analyzing Traffic Accident". Thesis for Master of Science in Geographic Information Sciences, School of Economic, Political and Policy Sciences. University of Texas at Dallas.
- Wegener, M. 1994. "Operational Urban Models. State of the Art". *Journal of the American Planning Association*, Vol. 60, N° 1, marzo.

**Technological University
of Honduras, San Pedro
Sula Campus
Augmented Remote Laboratory, ARL**
**Universidad Tecnológica
de Honduras, Campus
San Pedro Sula
Laboratorio Remoto Aumentado-LabRemA**

Jorge Alberto Vargas <jorge_alberto_vargas@yahoo.com> & <Jorge.vargas@uth.hn>

Technological University of Honduras, San Pedro Sula
Universidad Tecnológica de Honduras, San Pedro Sula

Keywords

UTH · LabRemA · Automation · Scada

Palabras clave

UTH · LabRemA · Automatización · Scada

Abstract

The implementation of visualization technologies in industrial environments makes it possible to enhance traditional production processes swiftly and efficiently to make them more effective in facing production efficiency challenges in this globalized world. To do this, we intend to teach how to use visualization technologies in software applications (3D Scadas) at the academic level. These practices are aimed at the local production sphere where we work.

Introduction

This chapter outlines the objectives pursued by our institution, the Technological University of Honduras (*Universidad Tecnológica de Honduras*, UTH). It illustrates how we developed our project as partners of the ALFA-III network, sponsored by the European Union. We provide explicit information on how to create a software application called Augmented Remote Laboratory (ARL), aimed at solving problems proposed both in the academic world and in the industrial field of work. We intend to use advanced display technologies at the service of society through university extension across our region, at the heart of Honduras.

Resumen

Las tecnologías de visualización adoptadas en ambientes industriales permiten de manera rápida y eficiente modificar el esquema tradicional de producción para hacerlo más eficaz de cara a los retos de eficiencia en la producción en este mundo globalizado; para ello, pretendemos enseñar en la academia su uso en aplicaciones de software (Scadas 3D), prácticas orientadas al ambiente productivo local donde nos desenvolvemos.

Introducción

Este capítulo describe los objetivos perseguidos por nuestra institución, la Universidad Tecnológica de Honduras (UTH). Ejemplifica la forma en cómo desarrollamos nuestro proyecto como socio de la red ALFA-III, auspiciado por la Unión Europea. Se presenta información explícita de cómo crear una aplicación de software denominada Laboratorio Remoto Aumentado (LabRemA), orientada a resolver problemas propuestos tanto en la academia, como en el campo de trabajo en la industria. Usando tecnologías de visualización avanzadas puestas al servicio de la sociedad a través de la extensión universitaria orientada a nuestra área geográfica en el corazón de Honduras.

Executive summary

The ARL innovation project, which started in January 2011 and is set to last three years, has been developed in three chronologically subsequent stages. During 2011 we dealt with the administrative procedures and requirement compliance requested by the European Economic Community, and handled the purchase of the equipment needed for the selected project at the UTH. In late November of the same year, we installed the equipment and ran basic tests together with the equipment provider.

That date marked the beginning of the second stage, involving research into visualization technologies and advanced virtualization. Progress was made in certain research areas, such as augmented reality, virtual reality, 3D modeling, IT development of computer graphics, and physical and wireless connection to capture analog and digital data of hardware devices that feed the software application.

These technologies, among others, are to be used as complements in our ARL project. Their integration was achieved by linking our expertise in computing engineering and electronics with the researched innovation in advanced graphic computing technologies. The application was developed into blocks. Besides implementing this tool for the benefit of our society, the purpose is to be able to encourage the development and implementation of this knowledge in our industry, spreading it first among our students and later via programs and courses.

Resumen ejecutivo

El proyecto de innovación LabRemA, cuya duración es de tres años contados a partir de enero de 2011, lo hemos desarrollado en tres etapas secuenciales cronológicas.

Durante el año 2011 se hicieron los trámites administrativos y de cumplimiento de requerimientos que el ente, la Comunidad Económica Europea, pedía, y se realizaron las gestiones de compra del equipo necesario para el proyecto seleccionado en la UTH. A finales de noviembre de ese año se instaló el equipo y se hicieron pruebas básicas con el proveedor de los equipos.

Es a partir de esta fecha en que la segunda etapa, la parte investigativa de las tecnologías de visualización, virtualización avanzadas, ha podido adelantar en algunas áreas de la investigación, como realidad aumentada, realidad virtual, modelado 3D, desarrollo informático de computación gráfica, y conexión física e inalámbrica para captura de datos análogos y digitales de dispositivos de hardware que alimentan la aplicación de software.

Estas tecnologías, entre otras, son partes complementarias a usar en nuestro proyecto LabRemA. Las hemos integrado logrando vincular nuestro conocimiento de ingeniería en computación y electrónica con la innovación investigada de tecnologías de computación gráfica avanzada.

La aplicación es elaborada en bloques. Además de implementar esta herramienta para beneficio propio de nuestra sociedad, la finalidad es poder impulsar el desarrollo y la aplicación de este conocimiento a nuestra industria, difundiéndolo en principio con nuestros estudiantes y luego por medio de programas y diplomados.

Objectives

General objectives

- To research and put into practice the scientific principles of mixed reality technology associated with our project.

Specific objectives

- To implement the Augmented Remote Laboratory (ARL) software application using advanced digital display technologies across the UTH campuses.
 - * Upon completion of the project, we will be capable of using the application in all campuses in three different options: stand-alone, web-based and mobile-device based.
 - * We will be able to include the results of our research into advanced digital display technologies in the syllabuses of our Engineering degree courses.
- To develop the different IT components needed to build the ARL software application within two years.
 - * Upon completion of the project, we will be capable of creating automation software for third parties such as Scadas as well as industrial process and teaching simulators for technical classes.

Objetivos

Objetivos Generales

- *Investigar y llevar a la práctica los principios científicos de funcionamiento de tecnologías de realidad mezclada aplicados a nuestro proyecto.*

Objetivos Específicos

- *Implementar en los diferentes campus de la UTH, la aplicación de software Laboratorio Remoto Aumentado (LRA), usando tecnologías de visualización digital avanzada.*
 - * *Al finalizar el proyecto, estaremos en capacidad de poder utilizar en todos los campus la aplicación en tres modalidades diferentes: Stand Alone, web y con dispositivos móviles.*
 - * *Podremos insertar en nuestros planes de estudio de las carreras de Ingeniería los resultados de las investigaciones de las tecnologías de visualización digital avanzada.*
- *Desarrollar en un lapso de dos años los diferentes componentes informáticos necesarios para construir la aplicación de software LRA.*

- * Upon completion of the project, our own web portal will be available as a link of the current portal, acting as a reference guide to foster the study of mixed reality at the UTH.

Methodology

Research method: advanced display technology

Because the technologies are brand new to us and information is scarce, the logical strategy we applied was using the information on the official site for each technology and studying it in order to learn the fundamentals. The crucial factor in any research effort is understanding the principle of operation. In augmented reality, whose computing base is the C++ language, it is vital to develop applications using ARToolKit libraries in its basic programming state, aimed at “POO” objects, adding them to the main project developed in Visual Studio 2010¹. This gave us the basis to build and focus our effort using the group’s IT staff. On the 3D presentation layer of the graphic interface, we used models made with Autodesk inventor and touched up with 3D Max, which we later exported in VRLM (Virtual Reality Model Language) format. We fed it analog and digital variable parameters from the real world obtained through sensors and sent from .net with the help of a database, using programming scripts. These data are sent to the different nodes supported by this VRLM programming language of virtual worlds. The result is a multilingual programming platform, not devoid of difficulties,

- * *Al finalizar el proyecto, estaremos en capacidad de poder crear software para terceros como ser Scadas para automatización y simuladores de proceso industriales y de enseñanza en clases técnicas.*
- * *Por último, el proyecto estará disponible en nuestro propio portal web como un link del actual, que servirá como guía de referencia para cultivar el estudio de realidad mezclada en la UTH.*

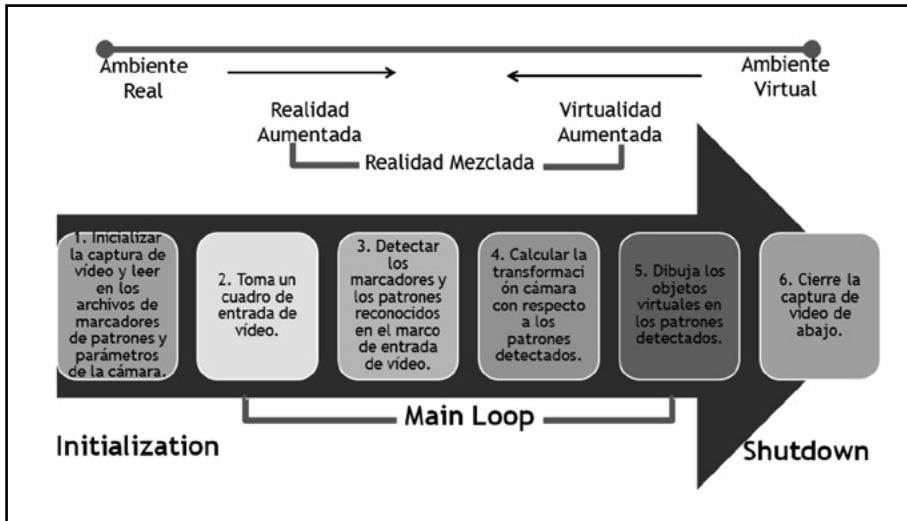
Metodología

Forma de investigación: tecnología de visualización avanzada

Al ser tecnologías muy nuevas para nosotros y que la información es escasa, la estrategia lógica a seguir fue utilizar la información del sitio oficial de cada una de ellas y estudiar a partir de ahí a fin de obtener un aprendizaje básico. Lo importante y crucial en toda investigación es entender el principio de operación de las cosas. En realidad aumentada, cuya base informática es el lenguaje C++, lo fundamental consiste en desarrollar aplicaciones utilizando las librerías de ARToolKit en su estado base de programación orientada a objetos “POO”, agregándolas al proyecto principal desarrollado en Visual Estudio 2010¹. Esto

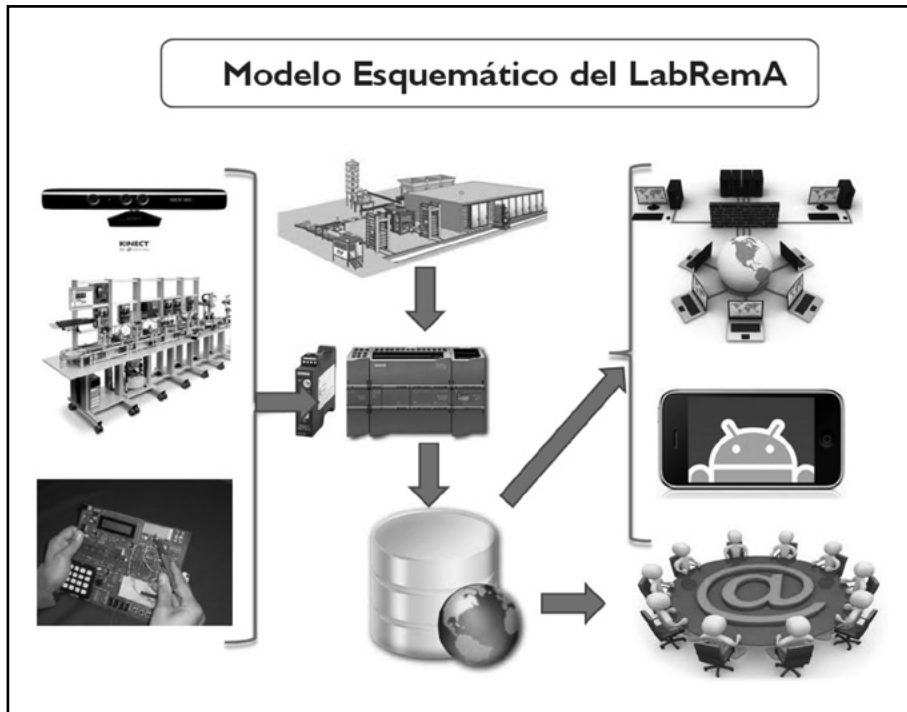
¹ The procedure is rather lengthy and hard to explain in words, therefore we suggest watching the video uploaded to YouTube - *El procedimiento es algo tedioso y difícil de explicar en palabras, por lo cual se sugiere mirar el video subido a YouTube.*

Figure 1



Overview of RA operation - Esquema de funcionamiento de RA.

Figure 2



Overview of Augmented Remote Laboratory - Esquema de Laboratorio Remoto Aumentado.

nos ha dado la base de la cual construimos y enfocamos nuestro esfuerzo usando el personal informático del grupo. En la capa de presentación 3D de la interfaz gráfica, utilizamos modelos hechos en Autodesk inventor, retocados en 3D Max, para luego exportarlos en formato VRLM (Virtual Reality Model Language), al cual mandamos parámetros de variables análogas y digitales del mundo real obtenidos a través de sensores y enviados desde .net con ayuda de una base de datos, usando scripts de programación. Estos datos son enviados a los diferentes nodos que permite este lenguaje de programación VRLM de mundos virtuales.

which we have homogenized to make them work jointly and thus be capable of reproducing the behavior of any real world team on a 3D application.

Social development (industrial problems in Honduras)

One of the country's major newspapers, published in the north, highlights ten social problems that afflict our nation on an ongoing basis². Our society, like many others around the world, is going through a booming population growth, which leads to several inherent problems. Add to this the shaky political and economical situation of the country, which leads to precarious public order and insufficient employment and resources.

The economy of the purely industrial area makes it possible to create jobs, although not enough; in terms of competitiveness, it is clear that small and medium-sized enterprises (SMEs) are at a distinct disadvantage. This is where our research effort and the current project implementation come to the forefront, because with brilliant ideas coupled with technology we can reduce the costs of infrastructure investment and equipment updating through industrial automation, technical training through computer graphics, and industrial process simulation through virtual reality cellars and augmented reality applications. We can increase profits by producing goods and services in high volumes. This provides a manufacturing competitive edge which, coupled with the country's strategic geographic position in the region—near the USA, the primary strategic trading partner—will enable the country to play a relevant role in the competitive global market.

El resultados es una plataforma de programación multilinguaje que con sus dificultades hemos homogenizado para que trabajen en conjunto y así poder reproducir en una aplicación 3D el comportamiento de un equipo cualquiera del mundo real.

[Ver Fig. 1 y 2]

Desarrollo social (problemas industriales en Honduras)

En uno de nuestros principales diarios de circulación en la zona norte, se pone en evidencia diez problemas sociales que nos abaten continuamente². Nuestra sociedad, al igual que muchas en el mundo, está en pujante crecimiento poblacional; con ello vienen muchos problemas inherentes a ese crecimiento y adicionalmente el detonante de la situación política y económica del país, lo cual precariza el orden público y refleja problemas de insuficiencia en empleos y recursos.

La economía de la zona meramente industrial permite generar empleos, aunque no los suficientes; si pensamos en competitividad, se pone

1 See "Ten problems and their solutions in San Pedro Sula" (in Spanish) at La Prensa.hn <<http://archivo.laprensa.hn/Apertura/Ediciones/2010/10/01/Noticias/Diez-problemas-y-sus-soluciones-en-San-Pedro-Sula>> · Ver "Diez problemas y sus soluciones en San Pedro Sula" en La Prensa.hn <<http://archivo.laprensa.hn/Apertura/Ediciones/2010/10/01/Noticias/Diez-problemas-y-sus-soluciones-en-San-Pedro-Sula>>.

The question is not about what we produce and in what quantity, but rather how to do it at the minimum cost possible and as efficiently as possible. Regarding fixed costs, there is a lot to be done; still, we can help with ways of making processes more efficient and reducing unnecessary costs, by implementing low-cost hardware/software solutions which, when used in these industries, help to drive sales of manufacturing products that are even more low-cost but with the same or higher quality than competitors. This would also result in an increase of jobs, as these industries are the most profitable. The reasoning behind this is that, although we live in the computer age, our country has not reaped as much as it should. It is hard to believe but some industries still run manual manufacturing processes.

Besides, in today's interconnected world, success is the ability to branch out into other industries and abandon the growing of traditional products, or to generate raw materials; we need to take the next step soon: "to embrace the software development industry" on a large scale, in particular to meet the domestic demand across the areas, not just banking, the world of finance, advertising or entertainment.

No doubt, we should gear our efforts in this direction towards SOA applications, mobile device applications, and develop software that helps to solve the healthcare problems that afflict society so badly, traffic controls for our cities, small-scale wireless interconnection for basic-need devices such as house appliances, quality surveillance through artificial vision and, ultimately, the ability to apply technology to anything that is useful and necessary. All of this leads inevitably to a big problem: "the ignorance regarding these technologies," which is made clear when studies are carried out

de manifiesto que las MyPimes están en clara desventaja. Es aquí donde nuestro esfuerzo en investigación y la implementación del proyecto que estamos haciendo cobra importancia, puesto que con ideas brillantes aparejadas con tecnología podemos minimizar costos de inversión en infraestructura y modernización de equipos mediante automatización industrial, entrenamiento técnico con informática gráfica y simulación de procesos industriales con cavas de realidad virtual y aplicaciones de realidad aumentada. Podemos maximizar ganancias al producir bienes y servicios en volumen. Esto da ventaja competitiva de producción que, mezclada con la posición geográfica estratégica del país en la región, cerca del principal socio comercial estratégico, Estados Unidos, permitirá ocupar lugares de relevancia en el competitivo mercado global.

La pregunta no es qué producimos y en qué cantidad, sino cómo lo hacemos al menor costo posible y lo más eficiente posible. En los costos fijos hay mucho que hacer; igualmente podemos ayudar en la forma en cómo volver eficientes los procesos y en la reducción de costos innecesarios, implementando soluciones de hardware/software de bajo costo que, usadas en estas industrias, permitan impulsar ventas de productos de manufactura aún más económicos con igual o mayor calidad que los competidores y que a su vez impacten en el incremento de empleos al ser las industrias más rentables. Partimos del hecho de que, a pesar de que vivimos en la era informática, nuestro país no ha podido sacar todo el provecho que debiera. Es increíble que algunas industrias aún procesen manufactura de manera manual.

Por otro lado, el éxito en el mundo interconectado de hoy es poder adoptar otras industrias y abandonar el cultivo de productos tradicionales o ser generadores de materia prima; necesitamos dar el siguiente paso rápidamente: "adoptar la industria de desarrollo de software" a gran escala, primero

regarding use and technologies. Our neighbors in Central America are ahead of us and we are having a hard time getting education in the computer age.

As a university, there is a need to strengthen our efforts in educating professionals that are properly trained in the comprehensive use of computers—this is why engineers become important players. As is the case with the energy matrix, our country should change the parameters: we should have a larger number of engineers than lawyers, administrative clerks or accountants. This makes it possible to create wealth quickly and take optimal advantage of the existing wealth.

Social problems in Honduras

The most prominent social problems that could be addressed by applying advanced display technology are: highly underdeveloped industrial manufacturing in SMEs; obsolete drainage; deprogramming of stop lights; a social project for the reintegration of disabled people with missing limbs to the productive world; multimedia material with augmented books for remote learning (at high school and university level).

Highly underdeveloped industrial manufacturing in small and medium-sized enterprises (SMEs)

The possibility to serve markets larger than domestic ones at competitive prices is curbed by both the high production costs that reduce product

para satisfacer la demanda nacional en todas la áreas, no solamente la banca, las finanzas, la publicidad o la de entretenimiento.

Debemos sin duda alguna encaminar esfuerzos en esta línea para orientar a aplicaciones SOA, aplicaciones para dispositivos móviles, desarrollar software dirigido a resolver problemas en la rama de la medicina que tanto aqueja a la sociedad, controles de tráfico para nuestras ciudades, interconexión inalámbrica a pequeña escala de dispositivos de primera necesidad como los electrodomésticos, vigilancia de calidad mediante visión artificial y, en fin, poder aplicar tecnología a cuanto sea útil y necesario. Lo anterior trae obligatoriamente un gran problema: “la ignorancia de estas tecnologías”. Esto se pone de manifiesto al hacer estudios sobre uso y estudio de tecnologías. Nuestros vecinos en Centroamérica nos llevan ventajas y a nosotros nos está costando poder educarnos en la era informática.

Como universidad es necesario redoblar esfuerzos para educar profesionales que estén debidamente entrenados en el uso de la informática en todas sus áreas, es por ello que el ingeniero cobra relevante importancia. Nuestro país, al igual que en la matriz energética, debe cambiar los parámetros, debemos tener muchos más ingenieros que abogados, administrativos o contadores. Eso permite crear riqueza rápidamente y aprovechar la existente de mejor forma.

Problemas sociales en Honduras

A continuación, citamos los problemas sociales de mayor relevancia y en los cuales podemos contribuir a su solución aplicando tecnología de visualización avanzada: manufactura industrial altamente artesanal en las Pymes; drenaje obsoleto;

exports and the installed equipment capacity's inability to meet the demand or the quality level.

Solution: in this particular case our contribution can be two-fold: first, the automation of applicable industries (to be determined by studies), channeled by institutions such as the National Association of Industrialists (ANDI) or the Chamber of Commerce and Industry of Cortés using hardware tools such as PLC and the proper micro-controllers and sensors, which turn current tools into more productive machines, or replace them with industrial automation models. More importantly, the other contribution we make involves providing the market with qualified manpower that works in these industries by implementing technology platforms such as process simulation through virtual reality or technical trainings using augmented reality. Our application is essentially a simulator that can be used in a virtual environment and can offer technical training to mechanics, electricians or other factory staff. With the appropriate devices, the user's experience can be made similar to reality. The result is that the creation of such an iterative application has a direct impact on production means ways, from traditional to technological processes. Success translates into profitability and market penetration, as well as leadership over the competition.

Obsolete drainage system

At first glance, this is a problem over which we have no control, but if we analyze a few studies and customs of our citizens, prevention agencies

desprogramación de los semáforos; proyecto social de reinserción al mundo productivo de incapacitados con pérdidas de miembros; material multimedia con libros aumentados para educación a distancia (secundaria y universitaria).

Manufactura industrial altamente artesanal en las Pymes

El abastecer mercados mayores a los locales a precios competitivos se ve frenado primero por los costos elevados de producción que menguan la exportación de productos y, por otro lado, la capacidad instalada de equipos no puede suplir la demanda ni la calidad.

Solución: en este caso podemos apoyar en dos sentidos particulares, el primero es el de la automatización de la industria (que apliquen según estudios) canalizada por medio de instituciones como la asociación nacional de industriales ANDI o la cámara de comercio e industria de cortes mediante el uso de herramientas de hardware como el PLC y micro controladores y los sensores adecuados, que transforman la herramientas actuales en máquinas más productivas y/o reemplazarlas por modelos bajo el concepto de automatización industrial. El otro apoyo que damos, incluso más importante, es entregar al mercado mano de obra calificada que implemente en esas industrias plataformas tecnológicas tales como la simulación de los procesos mediante realidad virtual o entrenamientos técnicos usando realidad aumentada. Nuestra aplicación es en esencia un simulador que puede ser usado en un ambiente virtual y proveer entrenamiento técnico a mecánicos, electricistas u otro personal de fábrica, y con los aditamentos necesarios se puede hacer que la experiencia de usuario

conclude that most drain overflowing arises from lack of public awareness, with citizens who fail to follow the advice of not throwing litter in the street or obstructing gullies, as well as a large number of cases of drain lid robbery. Add to this the lack of investment in maintenance and construction of a modern drainage system in the country's major cities.

Solution: apart from new construction works, we can help solve a large part of the problem by raising awareness in the community, and to do this, we could rely on a mass communication media such as smartphones³. We can develop an augmented reality application that iteratively and accurately illustrates what happens when there is excess litter thrown down in drains. Some measure of success has been achieved using other media such as television, but the inherited custom mentioned above could be influenced soon by using augmented reality via the Internet, smartphones or portable phones, which are now affordable and owned by most people. Also, an official government-run site should be created and adequately advertised so that every resident can visit it. Besides being innovative, the idea can have more of a positive effect on the final user if it relies on virtual reality games to illustrate the collective advantages of good citizenship. It is true that we spend millions of dollars a year to keep the city clean, and the same amount for losses resulting from a faulty drainage system. However, by raising awareness, those hidden costs can be greatly reduced over the years, by performing a social, environmentally-conscious task such as keeping the city clean. Thus, everybody wins because our tax contributions go to solve other problems rather than a problem caused by ourselves. An application such as the one we propose, with an extremely low development and promotion cost

sea comparable con la realidad. El resultado es que al crear una aplicación como esta, e iterativa, impacta directamente en la forma en cómo se produce, cambiando de lo tradicional a lo tecnológico. El éxito se traduce en utilidades y penetración de mercado además de liderazgo sobre la competencia.

Drenaje obsoleto

En principio, este es un problema en el cual aparentemente no tenemos control, pero al examinar algunos estudios y costumbres de nuestros ciudadanos, los organismos de prevención concluyen que la mayoría de los desbordamientos en el drenaje se debe a la falta de conciencia en los ciudadanos que incumplen las sugerencias de no tirar basura en las calles y de obstruir los tragantes, además del robo excesivo de las tapaderas de las alcantarillas. Esto agregado al hecho de que no se ha invertido en el mantenimiento y construcción de un sistema de drenaje moderno en las principales ciudades del país.

Solución: aparte de la construcción de nuevas obras, nosotros podemos colaborar con buena parte del problema creando conciencia en la comunidad usando para ello un medio de difusión masiva, como lo son los teléfonos inteligentes³. Podemos desarrollar una aplicación en realidad aumentada que de manera iterativa ilustre fielmente lo que sucede cuando se abusa masivamente del arrojo de desechos al alcantarillado. Medianamente se ha tenido algún éxito con otros medios

1 In Honduras, the telephone-per-capita rate is over 1.9 · *En Honduras, existen más de 1,9 teléfonos por persona.*

in relation to the cost of remedying recurrent damages, makes a difference by adopting advanced display technologies. The cost-effectiveness ratio is favorable and we are already teaching the technology so that graduated engineers can build these applications.

There are over eighty traffic light sites in the city; they get deprogrammed every time it rains

At rush hour, the high number of vehicles leads to the collapse of roads, with a direct impact on the gasoline bill the country must pay to import fuels. Also, traffic accidents are on the increase, as is the loss of precious lives due to faulty stop lights.

Solution: this problem requires a comprehensive solution and there are multiple factors involved, yet by applying our technologies we can beat it to some extent. At present we have engineers with the credentials to face the challenge of becoming businessmen, either self-employed or working for the branch of the city government that deals with traffic light manufacturing. The preferred scenario is to have self-employed businessmen importing raw materials to manufacture traffic lights or establishing partnerships with organizations in this industry. This makes it possible to have a provider of the product and its maintenance at the local level. Yet manufacturing the traffic lights is one part of the equation—the most important factor is, firstly, to carry out a study to find out what is the most efficient way to control the traffic light hardware using a wireless system. Secondly, it is important to

como la televisión, pero al usar realidad aumentada por Internet, SmartPhones o portátiles, que ahora son asequibles y la mayoría de la población los tiene, usando un sitio oficial del gobierno para que pueda ser visitado por todos los pobladores y debidamente promocionado, puede revertir en el corto plazo la costumbre heredada mencionada. Además de innovadora, la idea puede tener un mayor efecto positivo con el usuario final para que mediante juegos de realidad virtual se ilustren las ventajas colectivas de las buenas costumbres como ciudadano. Es un hecho que gastamos al año millones de dólares en mantener una ciudad limpia y otro tanto por concepto de pérdidas por un sistema de drenaje defectuoso. Sin embargo, al crear conciencia, esos costos escondidos se pueden reducir drásticamente en el trascurso de los años, al hacer una labor social y ecológica, como tener la ciudad limpia, con lo cual los ganadores somos todos porque nuestros impuestos se canalizan para resolver otros problemas y no para resolver uno provocado por nosotros mismos. Una aplicación como la propuesta, cuyo costo de desarrollo y promoción es ínfimo en relación con lo que se paga por rectificar daños recurrentes, hace diferencia al adoptar tecnologías de visualización avanzadas. La razón costo/beneficio es favorable y ya estamos enseñando la tecnología para que los ingenieros egresados puedan construir estas aplicaciones.

En la ciudad hay más de ochenta puntos con semáforo; se desprograman cada vez que llueve

En las horas pico el alto parque vehicular hace que las vías colapsen, lo cual impacta directamente en la factura petrolera que paga el país para importar

put matters into practice by using broadband redundant networks so that a 3D server client application can be used to monitor traffic at all times. Thus, using previously analyzed algorithms, we would get smart traffic lights to help relieve congestion in the city's main roads. This would be a joint effort of electric engineers designing the equipment and the network communication infrastructure, IT engineers developing the application and entrepreneurs turning this into a budding technological industry that generates employment, not only in Honduras but also in Central America.

Social project for the reintegration of disabled people with missing limbs to the productive world

There is a large number of fellow citizens that, for various reasons, are disabled with partial or total paralysis or that have lost their lower limbs in accidents or that were born without them—and there are many who lost them while chasing the American dream on the Mexican railroad tracks. These people, who even have their own families, face restrictions when it comes to getting a job or enjoying adequate living standards.

Solution: we can provide these people with some degree of mobility and thus make a difference by giving them the opportunity to be self-reliant to some extent, creating an affordable vehicle for them made in the country. It should be capable of being followed through by the government or a sponsoring NGO that believes in the project and its analysis in order to mass-manufacture the special means of transport.

carburantes. También la cantidad de accidentes de tránsito va en aumento y la pérdida de vidas valiosas por semáforos defectuosos.

Solución: este problema se debe resolver de manera integral y hay varios factores que influyen, pero aplicando nuestras tecnologías podemos apalear en algo esta situación. En estos momentos tenemos ingenieros preparados para abordar el reto de ser empresarios, ya sea de manera independiente o como empleados de una división del gobierno municipal encargada de la fabricación de semáforos. Es preferible la de empresarios independientes que importen materias primas para fabricación de semáforos o que formen alianzas con entes dedicados a este rubro. Eso da la posibilidad de tener localmente un proveedor del producto y del mantenimiento del mismo. Pero fabricar los semáforos es una parte de la ecuación, lo que realmente es relevante es hacer el estudio que arroje cuál es la manera más eficiente de controlar el hardware de los semáforos de manera inalámbrica y pasar a la práctica usando redes redundantes de banda ancha de tal forma que en una aplicación cliente servidor 3D podamos en todo momento monitorear el tráfico y así según algoritmos previamente analizados podamos hacer que los semáforos inteligentes puedan facilitar el despejar las principales vías de la ciudad. Esto es un trabajo integral de ingenieros electrónicos que diseñen los equipos y la infraestructura de comunicación con la red, de ingenieros en computación que desarrollen el aplicativo y de emprendedores empresariales que formen de esto una naciente industria tecnológica generadora de empleos, no sólo en Honduras sino también en Centroamérica.

As part of the application of technologies, we can use sensors such as Kinect—already used widely at the ALFA-III network—to control home-designed wheelchairs, together with Cad software, manufactured with the help of CNC and other tools. We teach mobile robotics at university, which allows us to develop the vehicle's movement control. We also have mechanical expertise at the local level to build the individual transport chair or cart safely and inexpensively, and with the help of technologies such as artificial vision, which we are studying now, we can control the vehicle using eyesight or limbs that the person can move. We would also use gloves fitted with sensors, control electronics and the software application development for hardware autonomous control.

This project involves a social engagement with the community: we are generating concrete, noble ideas that may not make money but that could help to solve these individuals' problems; what's more, in some cases they could be the difference between a decent life or a beggar's life.

Multimedia material including augmented books for on-line education (at high-school and university level)

Online education is increasingly becoming a viable option for students who cannot attend university on a regular basis, either for work-related reasons or because it would mean travelling long distances. The teaching materials to use should be explicit in and of themselves, and students must do self-learning in order to get the desired results without discrediting the academic

Proyecto social de reinserción al mundo productivo de incapacitados con pérdidas de miembros

Existen muchos compatriotas que por diversas razones están discapacitados con parálisis parcial o total o que han perdido sus extremidades inferiores, algunos en accidentes, otros congénitos y muchos siguiendo el sueño americano en las vías del tren en México. Estas personas, que incluso tienen familias, están limitadas en sus oportunidades laborales o de tener una calidad de vida adecuada.

Solución: podemos aportar algún grado de movilidad a estas personas y así hacer la diferencia para que sean en alguna medida autónomas, creando para ellos un dispositivo accesible económicamente erigido en el país y que permita poder ser canalizado a través del gobierno o una ONG auspiciante que crean en el proyecto y en el análisis del mismo para hacer las construcción en masa del medio de locomoción especial.

Como parte de la aplicación de tecnologías podemos mezclar el uso de sensores, como el Kinect que ya ampliamente usamos en la red ALFA-III, para controlar sillas de ruedas diseñadas en casa con software Cad y manufacturados con ayuda de CNC y otras herramientas. En la universidad enseñamos robótica móvil, lo que nos permite desarrollar el control del desplazamiento del dispositivo. También tenemos el conocimiento mecánico local para construir de manera segura y barata la silla o carro de locomoción individual, y con ayuda de tecnologías como la visión artificial que estamos estudiando podemos controlar la herramienta de locomoción mediante la vista o con miembros que la persona pueda mover; también los guantes con sensores,

level of graduates. In this sense, a series of problems arise regarding teachers, educational methodology, and knowledge control and acquisition.

Solution: while we were developing our application in three versions (stand-alone, PC or web-based), also supported by smartphones, we were able to look carefully at the application's help, embedded in the software, and build a database including all the technical information, which we later consulted through an augmented reality graphic presentation by way of "augmented books." Thus, we can also create teaching materials about the different subjects, and the student could interact using his/her web camera and the markers of the course he/she is enrolled in from home, by logging in to the server of the educational institution that hosts the application. Also, using Apps as a simulator we can revamp the image of online education; investment in resources is feasible compared with the impact it may have on education, which is lackluster in the country due to the poor performance of both professors and students. If this plan materializes by engaging the main stakeholders, the result could be a fine product that really acts as a changing force and that is worth the effort.

la electrónica de control y el desarrollo de la aplicación de software del control autónomo del hardware.

Nos proyectamos con este proyecto socialmente a la comunidad, generamos ideas loables concretas que aunque no generen dinero impacten en la solución de los problemas para estas personas, incluso para algunos casos hacen la diferencia entre llevar una vida digna o una de pordiosero.

Material multimedia con libros aumentados para educación on-line (secundaria y universitaria)

La educación on-line se está volviendo cada día más viable para los estudiantes, ya sea que por trabajo o por distancias no pueden asistir a la universidad regularmente. El material didáctico a usar debe ser explícito por sí mismo y el alumno debe ser autodidacta para obtener los resultados deseados sin demérito de la calidad educativa de los egresados. En tal sentido se presentan una serie de problemas de índole docente, didáctica y de control y absorción del conocimiento.

Solución: al estar desarrollando nuestra aplicación para uso Stand Alone, en una PC o en la web, y en los smartphones, nos permitió observar detenidamente la ayuda de esa aplicación, incrustada en el software, y construir una base de datos con toda la información técnica, que luego consultamos presentándola gráficamente mediante realidad aumentada haciendo uso de lo que se denomina "libros aumentados". Pues también podemos construir material didáctico de las diferentes disciplinas y en las que el alumno pueda interactuar mediante su

cámara web y los marcadores del curso en que esté matriculado desde su casa, conectándose al servidor de la institución educativa donde se aloja la aplicación. Utilizando también el App's como simulador podemos darle una nueva cara a la educación on-line; la inversión en recursos es viable si se compara con el impacto que puede tener en la educación, alicaída en el país a causa del pobre desempeño de catedráticos y estudiantes. Si se le da forma a este plan involucrando a los principales actores, se puede obtener un buen producto que sea realmente un ente de cambio digno de aplicar.

Real de San Carlos Bullring; towards an integrated management

Plaza de Toros Real de San Carlos: hacia una gestión integral

Miguel Ángel Odriozola Guillot

Marcelo Payssé Álvarez

Julio Jorge Assandri Arricar

Fernando García Amen

Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

Keywords

Recovery · Management · Bullring · Heritage · Virtual Heritage · Cultural Landscape ·
New uses · Sustainability

Palabras clave

Recuperación · Gestión · Plaza de Toros · Patrimonio · *Virtual Heritage* ·
Cultural Landscape · Nuevos Usos · Sostenibilidad

Abstract

Cultural landscapes, although complex realities, give shape and meaning to the tangible and intangible components which form the foundations of human cultural background.

The architecture of the city of Colonia del Sacramento fits within this context, and builds up a unique cultural landscape inserted in the logic of the historical heritage protection system. This concept, which implies wealth but also conflicts, demands a multidisciplinary approach grounded on a wide vision of this issue.

Likewise, this comprehensive approach contributes to reverse and correct the lack of capacity and/or interest to save these examples of man-made landscape (prefabrication, mega-projects of the beginnings of the 20th Century, etc.), which are essential pieces of heritage conservation.

This work sets three aims:

- To raise awareness about certain situations that require urgent action.
- To promote heritage recovery through different interdisciplinary initiatives involved in the ICTs. [Information and Communication Technology]
- To implement the recovery and enhancement proceedings of Real de San Carlos Bullring as a man-made landscape and as an element included in its own social dynamics.

Resumen

Los paisajes culturales, en cuanto realidades complejas, confieren forma y significado a los componentes tangibles e intangibles que integran las bases del sustrato cultural humano.

En este contexto se ubica la arquitectura de la ciudad de Colonia del Sacramento, conformando un paisaje cultural único que se inserta en las lógicas de protección del patrimonio histórico. Este concepto, que supone riqueza pero también conflictos, exige un abordaje multidisciplinar fundado en una visión amplia del tema.

Asimismo, este enfoque abarcador contribuye a revertir y corregir la falta de capacidad y/o interés en salvaguardar estos ejemplos de paisaje antropizado (prefabricación, mega-emprendimiento de principios del siglo XX, etc.), que son piezas esenciales en la conservación del patrimonio.

Este trabajo se propone un triple objetivo:

- *sensibilizar sobre determinadas situaciones que requieren una urgente actuación;*
- *impulsar la recuperación patrimonial, mediante diferentes iniciativas interdisciplinarias en el ámbito de las TIC; e*
- *implementar la puesta en valor y recuperación de la Plaza Real de San Carlos como paisaje antropizado y como elemento inmerso dentro de su propia dinámica social.*

As a result of this initiative, we aim to give a theoretical and practical contribution for the heritage restoration of the project, and at the same time, its enhancement as cultural landscape.

History

The Real de San Carlos Bullring¹ is part of a tourist resort of the beginnings of the 20th century developed by the ship company entrepreneur Nicolás Mihanovich. The resort takes its name from the historical place where it is built: the area of the siege camp of Governor Pedro de Cevallos who settled in 1761 in this strategic place, near the river in communication with Buenos Aires, so as to be able to control the movements of the walled city dominated by the Portuguese.

As the fields belonged to King Carlos III of Spain, these lands were called Real de San Carlos.

Due to the style and dimensions of the RSC Bullring, it was highlighted in its times as one of the best, similar to Spain's top category bullrings. It is the only one of its kind still standing in our country and the region.

By the end of the 20th century there existed bullrings all over the country in Montevideo, Salto, Paysandú, Colonia, Mercedes, etc. On January 9, 1910 the works of RSC Bullring, yet unfinished, were opened. For this event around 6000 people arrived in 10 steamships from Buenos Aires and in an express train coming from Rosario, Sauce and Colonia Suiza.

Como resultado de esta iniciativa, se pretende realizar un aporte teórico-práctico a la recuperación patrimonial del proyecto y, al mismo tiempo, su revalorización en cuanto que paisaje cultural.

Antecedentes

La Plaza de Toros Real de San Carlos¹ es parte del complejo turístico de comienzos del siglo XX desarrollado por el empresario naviero Nicolás Mihanovich. El complejo toma su nombre del lugar histórico donde se construye: la zona del campamento sitiador del gobernador Pedro de Cevallos que en 1761 se instala en ese lugar estratégico, próximo al río en comunicación con Buenos Aires, de forma de poder controlar los movimientos de la ciudad amurallada dominada por los portugueses.

Por ser campos del rey Carlos III de España se llamó a esas tierras Real de San Carlos.

La Plaza de Toros Real de San Carlos es una edificación que, por su estilo y dimensiones, fue destacada en su época como una de las mejores, como las de primera categoría de España. Es la única de su tipo que en nuestro país y en la región se conserva en pie.

A finales del siglo XIX existían en nuestro país plazas en Montevideo, Salto, Paysandú, Colonia, Mercedes, etc. El 9 de enero de 1910 se

1 Authors: Archs. Dupuy y Markovich (project); Eng. Duquenoy (metallic structure). Built area: 4,650m²; Capacity: 8,000 seated spectators, 2,000 standing · Autores: Arqs. Dupuy y Markovich (proyecto); Ing. Duquenoy (estructura metálica). Superficie edificada: 4.650 m²; capacidad: 8.000 espectadores sentados, 2.000 de pie.

Twenty three bullfights took place between April 1910 and February 1912, the date of its final closing.

Present situation

This work offers a reflective contribution regarding our cultural heritage, and more precisely our built-up landscape. In this sense, it aims to offer a defined proposal about the Real de San Carlos Bullring, in the Department of Colonia.

Since 1943 the Bullring has been the property of Colonia government. In the last decade the building was enclosed with a surrounding net fencing because of the danger of collapse. Even though, clandestine access happens somehow easily, and this makes the risk worse and increases the possibilities of direct damage which are added to the damage caused by more than a hundred years of inactivity and lack of maintenance.

Although management of cultural heritage may frequently turn stressing, especially in the historical neighborhood of the city—World Heritage²—or in other buildings of great value as it is the Bullring, this proposal is made as a possible change of direction in the management processes, aiming at the recovery of the project in a broad sense.

inauguran, aún sin terminar, las obras de la Plaza de Toros Real de San Carlos, jornada a la cual concurrieron cerca de 6.000 personas en diez vapores desde Buenos Aires y en un tren expreso proveniente de Rosario, Sauce y Colonia Suiza. Se realizaron veintitrés temporadas entre abril de 1910 y febrero de 1912, fecha de la clausura definitiva.

Estado de situación

Este trabajo ofrece un aporte reflexivo en relación con el patrimonio cultural, y concretamente al paisaje edificado. En este sentido, se apunta a una propuesta definida en torno a la Plaza de Toros Real de San Carlos, en el Departamento de Colonia.

Desde 1943, la Plaza de Toros es propiedad de la Intendencia de Colonia. En la última década, el edificio fue cercado con tejido perimetral por riesgo de colapso. Aun así, el acceso clandestino se produce con cierta facilidad, agravando la situación de riesgo y aumentando las posibilidades de deterioro directo, que se suman al causado por más de cien años de inactividad y falta de mantenimiento.

Si bien la gestión del patrimonio cultural puede resultar muchas veces desgastante, especialmente en el barrio histórico de la ciudad –Patrimonio de la Humanidad²– o en otras edificaciones de gran valor como lo es

2 The Historical Neighbourhood of Colonia del Sacramento was included in the list of World Heritage made by the UNESCO in December 1995 · El Barrio Histórico de Colonia del Sacramento fue incluido en la lista del Patrimonio Mundial por la UNESCO en diciembre de 1995.

Figure 1



Area under prefabricated stands · *Espacio bajo gradas prefabricadas*

la Plaza de Toros, esta propuesta se realiza como un posible cambio de dirección en los procesos de gestión, apuntando hacia la recuperación del proyecto en un sentido amplio.

[Ver Fig. 1]

El concepto mismo de patrimonio implica una revalorización y un reconocimiento; pero esos valores aparejan la necesidad de considerar también los conflictos anexos que deben ser resueltos mediante un plan estratégico de acción. En tal sentido, la Plaza de Toros, debido a sus especiales características y cualidades, debe ser valorada por la comunidad en cuanto Monumento Histórico Nacional³, y esta debe asumir el rol de protección que incluya los aspectos que forman el sistema urbanístico, social, normativo y de gestión. Tratar uno solo de estos aspectos en forma aislada, sin tomar en cuenta el todo como sistema, puede desembocar en equívocos y errores que sin dudas estarán destinados al fracaso.

Estrategias a seguir

Intervenir en la recuperación de la Plaza de Toros Real de San Carlos implicará de manera imprescindible e inequívoca un soporte teórico, técnico y normativo que haga referencia específica al edificio.

³ En el año 1976, la Plaza de Toros Real de San Carlos es declarada Monumento Histórico Nacional según la resolución 989/976 dentro del marco de la Ley 14040.

The concept of heritage implies a revaluation and an acknowledgement; but those values cause the need to take into consideration the attached conflicts which must be solved through a strategic plan of action. In such sense, the Bullring, due to its characteristics and qualities, must be valued by the community as a National Historical Monument³.

This community must take a protection role taking into account the aspects which form the urban planning, social, regulation and management system. Dealing with only one of these aspects in an isolated way, without considering the system as a whole, may lead to misunderstandings and errors which will undoubtedly result in failure.

Strategies to follow

To intervene in Real de San Carlos Bullring recovery must imply undoubtedly a theoretical, technical and regulation support referring specifically to the building.

The correct management of a project of these features will be crucial, and in this sense it is important for the processes to be of an integrated kind (management plans) complying with the following requirements:

- Promotion of knowledge and diffusion of the project.
- Revival and incorporation of heritage to society.
- Optimization of the relationship with all social agents: organized society, institutions, companies, etc.

Será esencial una correcta gestión del proyecto con estas características, y en este sentido es importante que los procesos sean de tipo integral (planes de gestión o manejo) donde se cumplan los siguientes requisitos:

- *Fomento del conocimiento y difusión del proyecto.*
- *Revitalización e incorporación del patrimonio a la sociedad.*
- *Optimización del relacionamiento con todos los agentes sociales: sociedad organizada, instituciones, empresas, etcétera.*
- *Realización de estudios económicos y financieros para su recuperación y futuros usos.*

Ninguno de estos fines se cumple hoy y, a consecuencia de ello, la propia recuperación corre riesgo de fracaso.

El primer paso para una gestión adecuada, estratégica y planificada de los bienes patrimoniales en general, y del proyecto Plaza Real de San Carlos en particular, es, sin dudas, el proceso reflexivo interno que genere la conciencia del problema, y a partir de él, actúe como estímulo para su superación.

³ In the year 1976 the Real de San Carlos Bullring was declared National Historical Monument in accordance with resolution 989/976 within law 14.040.

- The design of economic and financial studies for its recovery and future uses.

None of these objectives is accomplished today, and as a consequence of this, its recovery is at risk.

The first step for an appropriate, strategic and planned management of heritage property in general, and of the project of the Real de San Carlos Bullring in particular, is, undoubtedly, the internal reflective process which raises awareness of the problem and works as a motivator for its improvement.

Proposal

The first demonstration of the Project “Plaza Real de San Carlos” (PRSC)⁴ appealed to the use of new technologies of information and communication⁵ in order to make people aware about the character and state of the building, to then propose interactive applications which will complement traditional resources.

The PRSC project implies data collection, modelling and generation of interactive applications, for the improvement of this historical building in Colonia del Sacramento and further design of both digital and physical model.

The latest technology was installed in the Advanced Digital Visualization Laboratory (vidiaLab) at the University of the Republic, to comply with all the stages of data collection necessary to carry out the set objectives.

Propuesta

La primera manifestación del proyecto Plaza Real de San Carlos (PRSC)⁴ recurrió a la utilización de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación⁵ a los efectos de sensibilizar sobre el carácter y estado del edificio, para luego proponer aplicaciones interactivas que complementarían los recursos tradicionales.

El proyecto PRSC supone el relevamiento, modelado y generación de aplicaciones interactivas, para la puesta en valor de este edificio histórico de Colonia del Sacramento y la posterior elaboración de maquetas tanto digitales como físicas.

4 PRSC Project Team. Original Idea and Theoretical Proposal: Arch. Miguel Ángel Odriozola Guillot. Starting descriptive and Graphic information: Arch. Jorge Assandri. Coordinating Team: Arch. Marcelo Payssé, Project Coordination, 3D Modelling, Training Module; Arch. Miguel Ángel Odriozola Guillot, Management and Diffusion. Technical Team: Arch. Beatriz Arpayoglou, Site information, Translation; Arch. Juan Pablo Portillo, 3D Modelling, Training Module; Arch. Fernando García Amen, Augmented Reality Applications; Arch. Paulo Pereyra, Digital Production; Bach. Lucía Meirelles, Digital Production; Bach. Luis Flores, Form Recording, 3D Modelling; Bach. Alejandra Serra, Data collection, 3D modelling; Bach. Lorena Buono, Data collection, 3D Modelling · *Equipo del Proyecto PRSC: Idea original y propuesta teórica: Arq. Miguel Ángel Odriozola Guillot. Información gráfica y descriptiva de partida: Arq. Jorge Assandri. Equipo coordinador: Arq. Marcelo Payssé, coordinación del proyecto, modelado 3D, módulo formativo; Arq. Miguel Ángel Odriozola Guillot, gestión y difusión. Equipo técnico: Arq. Beatriz Arpayoglou, información del sitio, traducción; Arq. Juan Pablo Portillo, modelado 3D, módulo formativo; Arq. Fernando García Amen, aplicaciones realidad aumentada; Arq. Paulo Pereyra, fabricación digital; Bach. Lucía Meirelles, fabricación digital; Bach. Luis Flores, registro de la forma, modelado 3D; Bach. Alejandra Serra, relevamiento, modelado 3D; Bach. Lorena Buono, relevamiento, modelado 3D.*

5 Among other disciplines were used 3D digital; virtual reality; augmented reality; air scanning; applications for smartphones and tablets; and digital fabrication · *Entre otras disciplinas se utilizaron modelado digital 3D; realidad virtual; realidad aumentada; escaneo desde el aire; aplicaciones para smartphones y tabletas; y fabricación digital.*

Such data collection in its complete phase, implies a record of its reality in its present state in order to give the information for the 3D digital model and also the decision on the provisions for future interventions in the place.

Interactive applications will allow the incorporation of digital information on the site and will also open the door to the relevant exhibition of the work done at the Visitors.

Center BIT⁶ of the city of Colonia using the new technologies of information and communication.

Figure 2



Pic.02 Augmented Reality application for tablets · Aplicación de realidad aumentada para tabletas.

Con tecnología de última generación instalada en el Laboratorio de Visualización Digital Avanzada (vidiaLab) de la Universidad de la República, se procuró concretar todas las etapas del relevamiento necesarias para la concreción de los objetivos estipulados.

Dicho relevamiento en su fase completa implica un registro de la realidad en su estado actual a los efectos de alimentar la información para el modelado digital 3D, y también la emisión de recaudos para las futuras intervenciones en el lugar.

Las aplicaciones interactivas permitirán la incorporación de información digital en el sitio y además abrirán la puerta a la oportuna exposición del trabajo realizado en el Centro de Visitantes BIT⁶ de la ciudad de Colonia utilizando las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

[Ver Fig. 2]

6 Welcome, Translation and Tourism Center of Uruguay (Colonia del Sacramento) <<http://www.bitcolonia.com>> · Centro de Bienvenida, Interpretación y Turismo del Uruguay (Colonia del Sacramento) <<http://www.bitcolonia.com>>.

It is known that diffusion, knowledge and value are factors involved in management, and this project is oriented towards these ideas. In that sense, some of the objectives would be the following:

- To enhance the heritage building through interactive applications of general use.
- To integrate the building and its environment to the tourist and cultural circuit of the City of Colonia del Sacramento. This integration already exists, however it is intended to improve it and optimize it.
- To record with details the existing situation as a starting point for future interventions in the place.
- To give an important step within an integrated management process (main objective of the project) being able to include the recovery and new uses of the building.
- To coordinate diverse initiatives which complement the information about the city of Colonia del Sacramento.

The plan of action set to carry out this proposal has been in use since June 2012, and since October steps have been taken to spread the initiative and therefore obtain the necessary institutional and economical supports to achieve a proper accomplishment of the objectives.

Likewise, as a preview and in line with the aims of the project, the presentation at “Centro Politécnico del Cono Sur” [Polytechnic Center of the Southern Cone] of the model of Real de San Carlos Bullring made by digital fabrication in Montevideo Digital Fabrication Laboratory

Es sabido que difusión, conocimiento y valoración son factores inherentes a la gestión, y este proyecto se orienta hacia esos puntos. En este sentido, algunos de los objetivos serán los siguientes:

- *Poner en valor el edificio patrimonial a través de aplicaciones interactivas de uso general.*
- *Integrar el edificio y su entorno al circuito turístico y cultural de la ciudad de Colonia del Sacramento. Si bien esta integración existe en parte, se aspira a optimizarla.*
- *Registrar con detalle la situación existente como punto de partida de futuras intervenciones en el lugar.*
- *Dar un paso importante dentro de un proceso integral de gestión (objetivo principal del proyecto), capaz de incluir la recuperación y los nuevos usos del edificio.*
- *Coordinar diversas iniciativas que complementen la información sobre la ciudad de Colonia del Sacramento.*

El plan de acción dispuesto para llevar adelante esta propuesta se encuentra en funcionamiento desde junio de 2012, y desde octubre se realizan gestiones para difundir la iniciativa y así obtener los apoyos institucionales y económicos necesarios para lograr un adecuado cumplimiento de los objetivos.

Asimismo, como avance en sintonía con los fines del proyecto, se incluyó durante las actividades previstas para el Día del Patrimonio 2012 la presentación en el Centro Politécnico del Cono Sur de la maqueta de la Plaza Real de San Carlos realizada mediante fabricación digital en el Laboratorio de Fabricación Digital Montevideo (labFabMVD) de la Facultad de

labFab MVD) of the School of Architecture, was included as one of the activities for Heritage Day 2012. During this event, the key ideas of this project were presented.

These proposals include different lines of action which are transversal to the diffusion of the project service and its approach to the social context. Among them, it is worth highlighting those related to ICTs, as a general starting point:

- Digital data collection through photographs and 3 D model design out of them.
- Digitalization from maps and other written and graphic material.
- Digital fabrication of the project, and creation of physical models of different scales and details, suitable for presentations and technical studies.
- Creation of applications of Augmented Reality for smartphones and tablets. In this way, tools for the comprehension of the building will be created at the service of users which include geo-localizations, projections, etc.
- Centralization of all the information of the project in a web site which is already working at present, called “Real de San Carlos: hacia una gestión integral”⁷.

Arquitectura. Durante esa instancia, se presentaron en sociedad las ideas fuerza del presente proyecto.

Estas propuestas incluyen distintas líneas de actuación que involucran disciplinas transversales al servicio de la difusión del proyecto y del acercamiento del mismo al contexto social. Entre ellas, corresponde especificar las relacionadas con las TIC, como punto de partida general:

- *Relevamiento digital mediante fotografías y modelado 3D a partir de las mismas.*
- *Digitalización a partir de los planos y demás recaudos gráficos y escritos.*
- *Fabricación digital del proyecto, generando modelos físicos de distinta escala y detalle, aptos para presentaciones y estudios técnicos.*
- *Creación de aplicaciones de realidad aumentada, para smartphones y tablets. De este modo, se crearán herramientas de comprensión del edificio al servicio del usuario, que incluyan geolocalizaciones, proyecciones, etcétera.*
- *Centralización de toda la información del proyecto en un portal web, actualmente en funcionamiento, llamado “Real de San Carlos: hacia una gestión integral”⁷.*

⁷ Said web site can be accessed at the following link <<http://www.realsancarlos.com>> · Dicho sitio web puede ser accedido en el siguiente enlace <<http://www.realsancarlos.com>>.

Figure 3

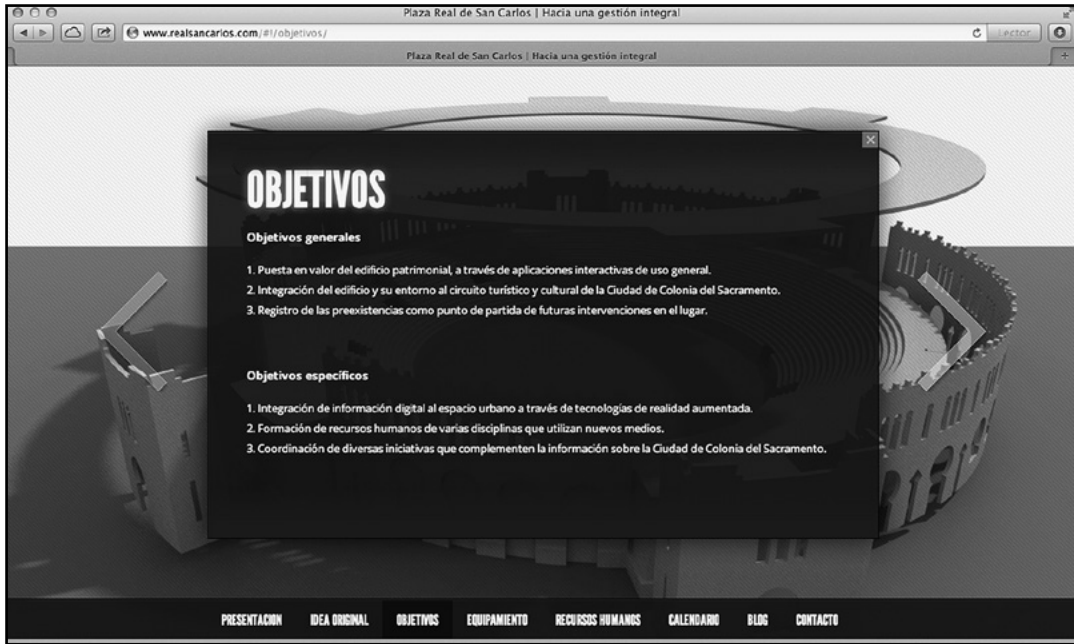


Image of the web site of PRSC Project · Pantalla de la página web del proyecto PRSC.

Concerning the options of physical transformations of the building, its recovery appears to be the best proposal for the building to last, and keep its original symbolic meaning and at the same time provide it with an added value

En referencia a las opciones de transformación física del edificio, la recuperación parece la mejor propuesta para que perdure el edificio, conservando su carga simbólica original e incorporando valor agregado adaptado a nuevos usos. La nueva arquitectura debe ser actual, contemporánea, evitando la imitación de lo antiguo para no caer en recreaciones kitsch, e integrando y respetando las fortalezas de lo preexistente.

Estos nuevos usos del edificio deben ser múltiples, complementarios, variados, flexibles y, especialmente, deben poder solventar el mantenimiento futuro del mismo. Deben ser bien gerenciados coordinadamente por medio de una agenda amplia capaz de articular funciones simultáneas, continuas y eventuales.

Dadas las características geográficas, históricas y turísticas de la ciudad de Colonia del Sacramento, y teniendo en cuenta que hoy existen un puerto y un aeropuerto internacionales, además de una amplia gama en hotelería y gastronomía, parece acertado proponer nuevos usos aprovechando esta complementariedad existente de servicios e infraestructura para el turismo.

Se espera que a través de esta intervención, el proyecto PRSC vuelque inquietudes desde la experiencia del usuario sobre los actores y decisores gubernamentales, de modo que la utilización, reconstrucción y eventual transformación de usos del edificio puedan cristalizarse en el corto plazo. Al mismo tiempo, que la experiencia adoptada derrame a futuro sobre otras posibles intervenciones de recuperación patrimonial en paisajes culturales igualmente afectados.

adapted to new uses. The new architecture must be updated, contemporary, and avoid imitating the old architecture so as not to fall in *kitsch* recreations and must integrate and respect the strengths of the pre-existing construction.

These new uses of the building must be multiple, complementary, varied, flexible and above all must be able to pay its future maintenance. They must be managed in a coordinated way through a broad agenda which allows the articulation of simultaneous, permanent and eventual performances.

Due to the geographical, historical and tourism features of the city of Colonia del Sacramento and taking into account that today it has both an international port and an airport, apart from a wide variety of hotels and restaurants, it seems right to propose new uses taking advantage of the existing complementary services and tourism infrastructure.

It is expected that by this intervention, the PRSC project will arouse many concerns from the users experience point of view about governmental forces and decision makers, so that the use, reconstruction, and eventual building use transformation may be achieved in the short run. And at the same time, the gained experience will spread in the future on other possible interventions of heritage recovery in equally affected cultural landscapes.

Conclusions

Even though there has not been a determined political willingness to recover this building, or an overwhelming realization of its value has not been declared by the national and departmental governments either, it is imperative

Conclusiones

Si bien aún no ha existido una voluntad política decidida para recuperar este edificio, ni se ha manifestado un convencimiento generalizado del valor que posee por parte de los gobiernos nacionales y departamentales, también es impostergable asumir que cada día que pasa es más difícil recuperarla y, obviamente, más costosa la operación correspondiente.

El equipo multidisciplinar que ha trabajado en este proyecto (ver Anexo) cuenta con la experiencia y el conocimiento necesarios y suficientes para la ejecución del proyecto en su vinculación con las TIC, pero es necesario dar con el perfil de experto en los aspectos específicos estructurales y constructivos para la preservación y conservación de este tipo de edificaciones.

Corresponde destacar que las líneas de acción promovidas por el proyecto PRSC, aun mientras esperan la necesaria e impostergable financiación, sirven de impulso a un cambio esencial de mentalidad y de visión; cambio en el que deberán involucrarse actores políticos, sociales y técnicos en beneficio de la salvaguarda del patrimonio cultural nacional y, por supuesto, del paisaje cultural universal.

Sobre los autores de esta aplicación

Miguel Ángel Odriozola Guillot

Arquitecto (UdelaR, 1984); Diploma Perfeccionamiento en Conservación del Patrimonio Edificado (CICOP, 2011). Docente en Facultad de Arquitectura (UdelaR). Numerosas obras e intervenciones en el Barrio Histórico de Colonia

to assume that every single day that passes makes it more difficult to recover and obviously, makes the required work more expensive.

The multidisciplinary team working on this project (see annex) has the necessary and enough experience and knowledge for the execution of the project applying the ICTs, but it is yet necessary to find the specific structural and constructive aspects profile expert for the preservation and conservation of buildings of this kind.

It is worth noting that the lines of action encouraged by the PRSC project, while it waits for the necessary and imperative financing sources, serve as an impulse for a mentality and vision deep change, in which political, social and technical forces should be involved for the benefit of saving the national cultural heritage, and therefore the universal cultural landscape.

Description of the authors of this application

Miguel Ángel Odriozola Guillot

Architect (UdelaR [University of the Republic]; 1984); Proficiency Diploma in Built Heritage Conservation (CICOP; 2011). Professor at the School of Architecture (UdelaR) for more than 20 years. Many works and interventions in the Historical Neighbourhood of Colonia del Sacramento. National and international prizes in architecture competitions. SAU jury. Author of a large number of articles about cultural heritage in books and specialized magazines. President of Departmental Delegate Commission of Colonia SAU 2006/2008 y 2011. Member of the Board of Directors of the Uruguayan Architects Society 2012-2014.

del Sacramento. Premios a nivel nacional e internacional en concursos de arquitectura. Jurado de la Sociedad de Arquitectos del Uruguay (SAU). Autor de numerosos artículos sobre patrimonio cultural en libros y revistas especializadas. Presidente de las Comisiones Delegadas Departamentales de Colonia de la SAU 2006/2008 y 2011. Miembro de la Directiva de la SAU 2012-2014.

Marcelo Payssé Álvarez

Arquitecto (UdelaR, 1981). Diplomando en Educación, Imágenes y Medios en la Cultura Digital (FLACSO, 2012). Profesor Titular del Departamento de Informática (Farq-Udelar) desde 2002. Profesor Agregado del Taller Schelotto desde 2001. Consejero por el Orden Docente. Numerosos trabajos y utilización de nuevos medios en Patrimonio Virtual. Premios a nivel nacional e internacional en materia de TIC aplicadas a la arquitectura. Jurado de SAU. Autor de numerosos artículos sobre informática aplicada a la arquitectura y al patrimonio.

Julio Jorge Assandri Arricar

Arquitecto (UdelaR, 1997). Docente en Taller Yim (Farq-UdelaR, 1991-1994). Docente en Escuela Técnica de Colonia (UTU, 1993-2002). Numerosas obras e intervenciones en edificios MHN de Colonia del Sacramento y en particular del Barrio Histórico.

Fernando García Amen

Arquitecto (UdelaR, 2005). Maestrando en Dirección Estratégica en Tecnologías de la Información (UEMC, 2012). Asistente del Departamento de Informática (Farq-UdelaR) desde 2007. Autor de diversos artículos sobre las nuevas tecnologías y su vinculación con la arquitectura y el diseño. Socio en Oficina de Proyectos Arq. Alvaro Gentini & Asoc.

Marcelo Payssé Álvarez

Architect (UdelaR, 1981); Diploma (c) in Education, Images and Media in Digital Culture (FLACSO; 2012). Tenure Professor at the Information Technology Department (School of Arch-Udelar) since 2002. Associate Professor at “Schelotto” Workshop since 2001. Counselor of the Professors Division. Many works and use of new media in Virtual Heritage. National and international prizes in ICTs applied to architecture. SAU jury. Author of many articles about information technology applied to architecture and heritage.

Julio Jorge Assandri Arricar

Architect (UdelaR; 1997). Professor at “Yim” Workshop (Farq-UdelaR; 1991-1994). Professor at Technical School of Colonia (UTU; 1993-2002). Many works and interventions in MHN [National Historical Monument] buildings in Colonia del Sacramento, especially in the Historical Neighbourhood.

Fernando García Amen

Architect (UdelaR; 2005); Master (c) in Strategical Management in Information Technologies (UEMC; 2012). Assistant of the Information Technology Department (Farq-UdelaR) since 2007.

Author of several articles about new technologies and their link with architecture and design.

Partner in Arq. Alvaro Gentini & Partners Projects Office

Bibliography · Bibliografía

- Fogg, B.J. 2003. *Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do*, Vol. 5. Burlington, Mass. Morgan Kaufmann.
- Milgram, P. and H. Colquhoun. 1999. *A taxonomy of real and virtual world display integration, Mixed Reality. Merging Real and Virtual Worlds*. Y.O. a. H. Tamura. Tokio/Berlín. Ohmsha/Springer Verlag.
- Odrizola, M.A. 2012. “Lo posible y lo imposible”. *Revista BSAU*, August/December.
- Payssé, M. and E. Montemuiño. 2011. “La tecnológica al servicio del patrimonio”. *Revista HABITAT. Reciclaje y restauración*, Vol. 64.
- Payssé, M. and J. Geymonat. 2008. *Reconstrucción Virtual de la Estancia Jesuítica de Belén (Calera de las Huérfanas) Vol. 1*. Montevideo. UdelaR.
- Payssé, M., P. Latorre, F. Serón, T. Lorenzo, A. Bonfiglio, J.P. Portillo, and F. García Amen. 2010. “The Calera Project: a case study of an integral use of Augmented Reality in an archaeological site”. London. *Journal of Cultural Heritage*.

Chapter VI

Capítulo VI

Conclusions and Ideas for the Future

Conclusiones e ideas de futuro

**Mónica Inés Fernández, Alfredo Pina Calafi and
Marcelo Payssé Álvarez**

Preparing the conclusions of a work as extensive and intense as this one has been—one that has involved so many diverse activities over the past years—is no easy task. We prefer instead to speak of the continuity of our work from a guiding perspective that focuses on the collective, accumulative aspects of this experience, which we can translate into the record and socialization of our activities.

The workshops, the conferences, the showcases, the classes, and all the other activities involving the dissemination and presentation of laboratories and papers have enriched us all, and have enhanced the value of our knowledge and traditions, which we were able to integrate with mutual respect for one another's work.

Ideas for the future: this has been and continues to be our guiding principle. For over twelve years and from disciplines as diverse as technology and architecture—through an ample spectrum of fields from both natural sciences and humanities—we have been witnesses and active participants in the application of ICTs in e-learning, the arrival of digital

Resulta difícil plantear conclusiones sobre un trabajo tan extenso e intenso y que ha incorporado tan variadas actividades en estos últimos años.

Preferimos proponer la continuidad de nuestro trabajo con una mirada orientadora y un sentido acumulativo y colectivo de la experiencia, que podríamos traducir en el registro y socialización de nuestras actividades.

Los workshops, las conferencias, las ferias de demostración, los cursos, así como todas las actividades de difusión y presentación de laboratorios y ponencias, nos han enriquecido y han puesto en valor nuestros conocimientos y tradiciones, que con respeto mutuo, supimos integrar.

Ideas a futuro han sido y son nuestro lema rector. Desde disciplinas tan diferentes como tecnología y arquitectura, pasando por un amplio espectro de especialidades tanto científicas como humanísticas, todos, y durante más de doce años, hemos sido testigos y parte en la aplicación de las TIC a la enseñanza en modalidad e-learning, de la llegada de la fabricación digital, la incorporación de la realidad aumentada y la interacción con dispositivos móviles en diversas propuestas.

fabrication, the incorporation of augmented reality and the interaction with mobile devices in the many proposals.

Thus the group that has gone by many names—ALFA T-GAME, T-GAMEL3, and now GAVIOTA—has consistently looked towards the future, training qualified human resources and coming up with proposals for other partnerships and new projects along the way.

Today a new objective has been achieved: we have created a product that goes beyond the academic world, bringing together different groups, contributing to the productive sector and fostering social inclusion.

We can say, then, that our task for the future involves continuing to foresee what is to come, understanding and exploring the application of new tools to obtain the best results possible. Our goal is to discover what we are capable of doing with these new tools.

The network is not just made up of the twelve partners: it has also made an important mark on a group of undergraduates, graduate students and teachers, through the training they have received in order to stay one step ahead of the times and apply the world of technology to develop knowledge and to improve the living conditions of our societies.

Finally, we should mention what a unique historical moment we find ourselves in, one in which dialogue (though muddled at times) had enabled different yet convivial cultures, knowledge and lifestyles to be integrated from the European Union all the way through Latin America (Central and South America). This has allowed us to forge a path towards the future for the disciplines that joined us, creating true bonds of friendship and solidarity. Our book GAVIOTA is an opportunity for these experiences to stretch their wings and continue to fly.

Así, el grupo llamado sucesivamente ALFA T-GAME, T-GAMEL3 y GAVIOTA se orientó mirando al futuro, formando recursos humanos calificados y proponiendo en su recorrido otras asociaciones y nuevos proyectos.

Hoy se ha cumplido un nuevo objetivo, generando un producto que sale del mundo académico, integrando diferentes colectivos, aportando al sector productivo y propiciando la inclusión social.

Decimos entonces que nuestra tarea futura será seguir anticipando el porvenir, entendiendo y profundizando la aplicación de las nuevas herramientas para obtener los mejores resultados posibles, y tomando como meta lo que nosotros somos capaces de hacer con ellas.

La red no solamente está integrada por los doce socios, sino que deja un importante saldo en grupos de jóvenes estudiantes de grado y posgrado y docentes graduados, con la capacitación que les transmitieron sus formadores para seguir anticipándose a los tiempos y aplicar el mundo tecnológico al desarrollo del conocimiento y al mejoramiento de las condiciones de vida de nuestras sociedades.

Por último, debemos dejar en claro el momento histórico que nos toca vivir, en donde el diálogo, a veces confuso, ha permitido que desde la Unión Europea, pasando por América Latina (Centro y Sur), se hayan podido integrar culturas, conocimientos, formas de vida tan diferentes y a la vez tan entrañables, encontrando el camino al futuro en las disciplinas que se sumaron, estrechando verdaderos lazos de amistad solidaria.

Nuestro libro GAVIOTA es una oportunidad para que estas experiencias desplieguen sus alas y continúen volando.

Annex **Anexo**

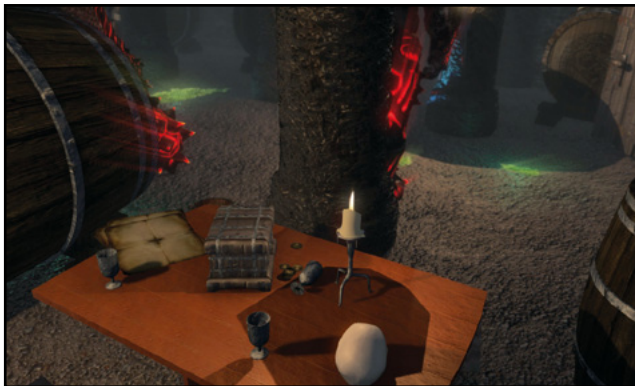
Colour Images
Imágenes en color

Real-Time Indoor Localization for Augmented and Virtual Reality Applications

Echtzeit Indoor-Lokalisierung für Applikationen im Bereich Augmentierte und Virtuelle Realität

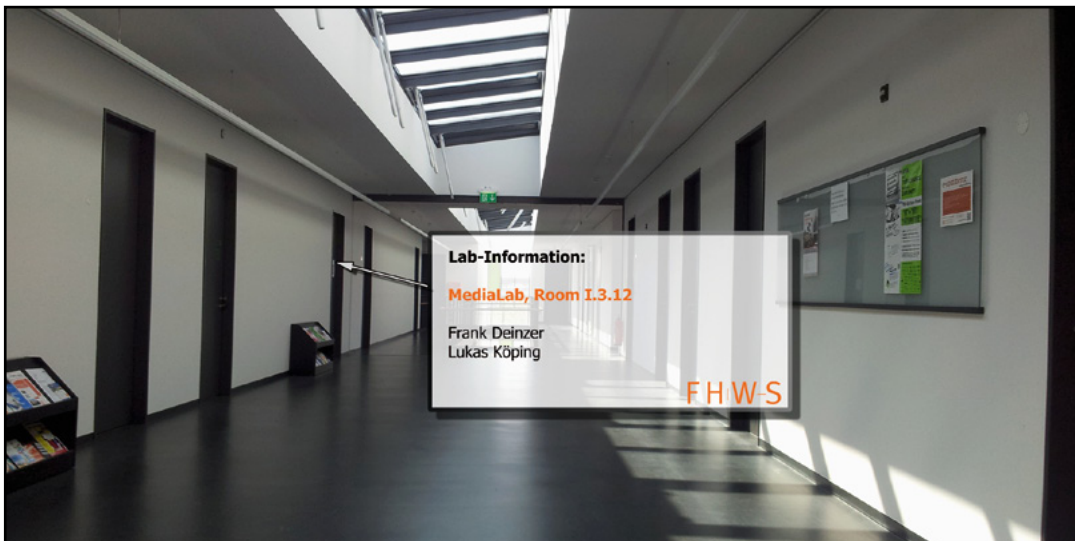
Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt

Augmented Virtual Realities for Social Development



Annex. Colour images

Realidades virtuales aumentadas para el desarrollo social



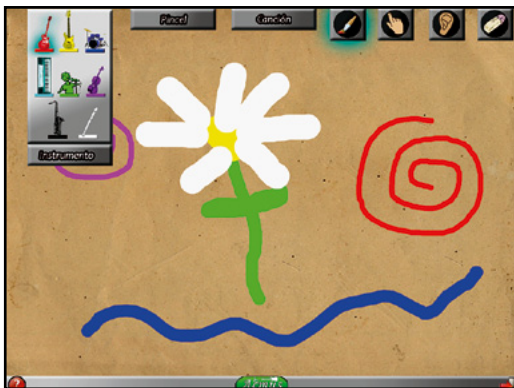
Annex. Imágenes en color

Software with Advanced reality, virtual reality and natural interaction for people with atypical development
Software con realidad avanzada, realidad virtual e interacción natural para personas de desarrollo no típico

Universidad Pública de Navarra

Augmented Virtual Realities for Social Development

Realidades virtuales aumentadas para el desarrollo social



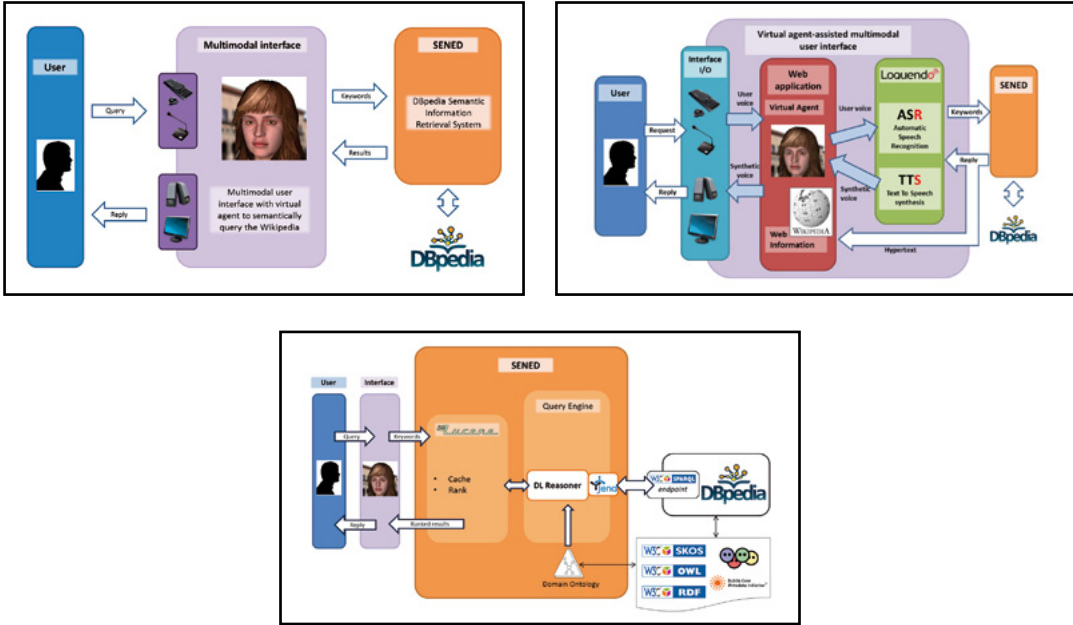
Annex. Colour images

Annex. Images in color

The VOX system

El sistema VOX

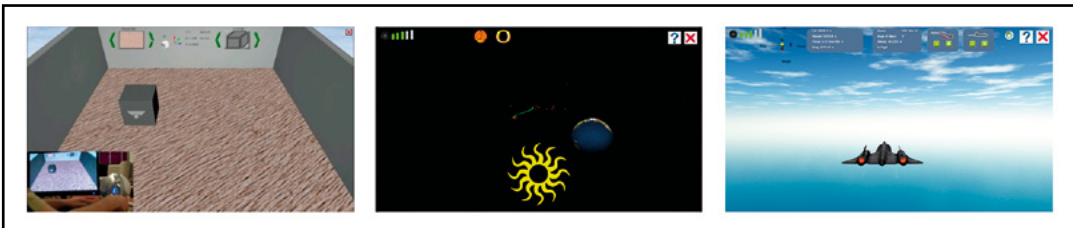
Universidad de Zaragoza



Evaluation of the use of virtual reality simulators to teach Physics

Avaliação do uso de simuladores com realidade aumentada para o ensino e a aprendizagem da Física

Instituto Superior de Engenharia do Porto - Instituto Politécnico do Porto



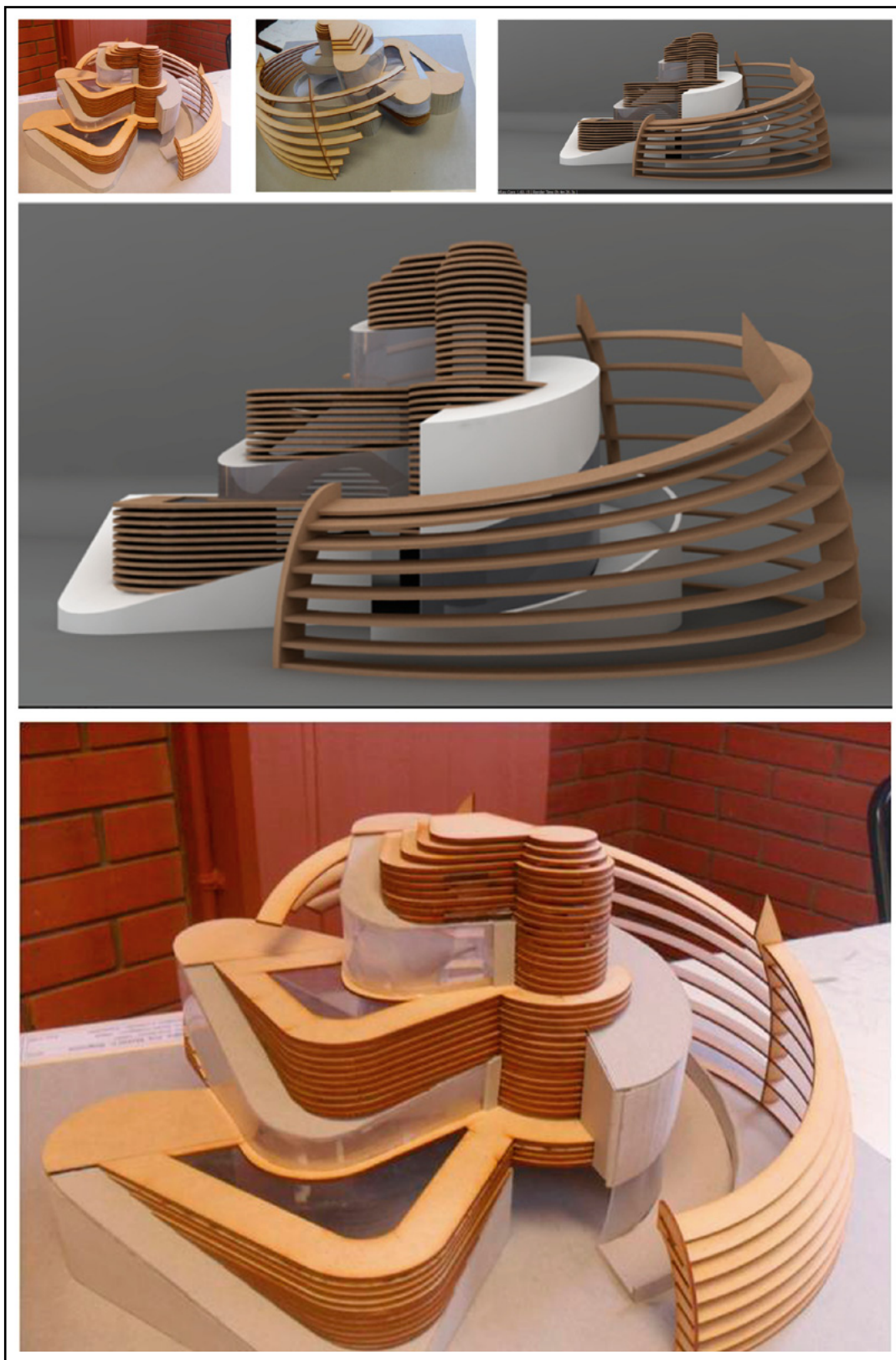
From representation to digital manufacturing

De la representación a la fabricación digital

Universidad de Belgrano

Augmented Virtual Realities for Social Development

Realidades virtuales aumentadas para el desarrollo social



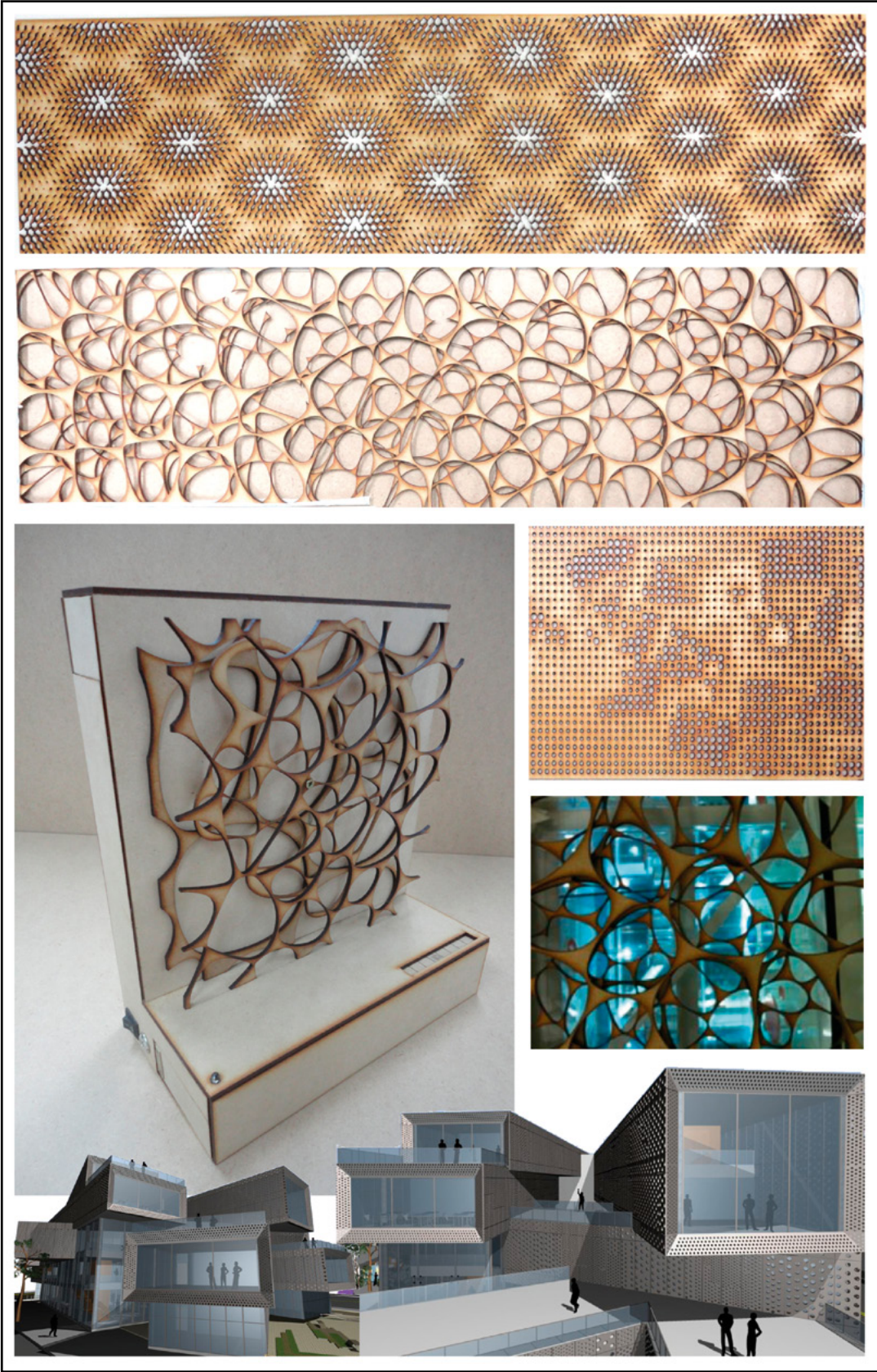
Annex. Colour images

Annexo. Imágenes en color



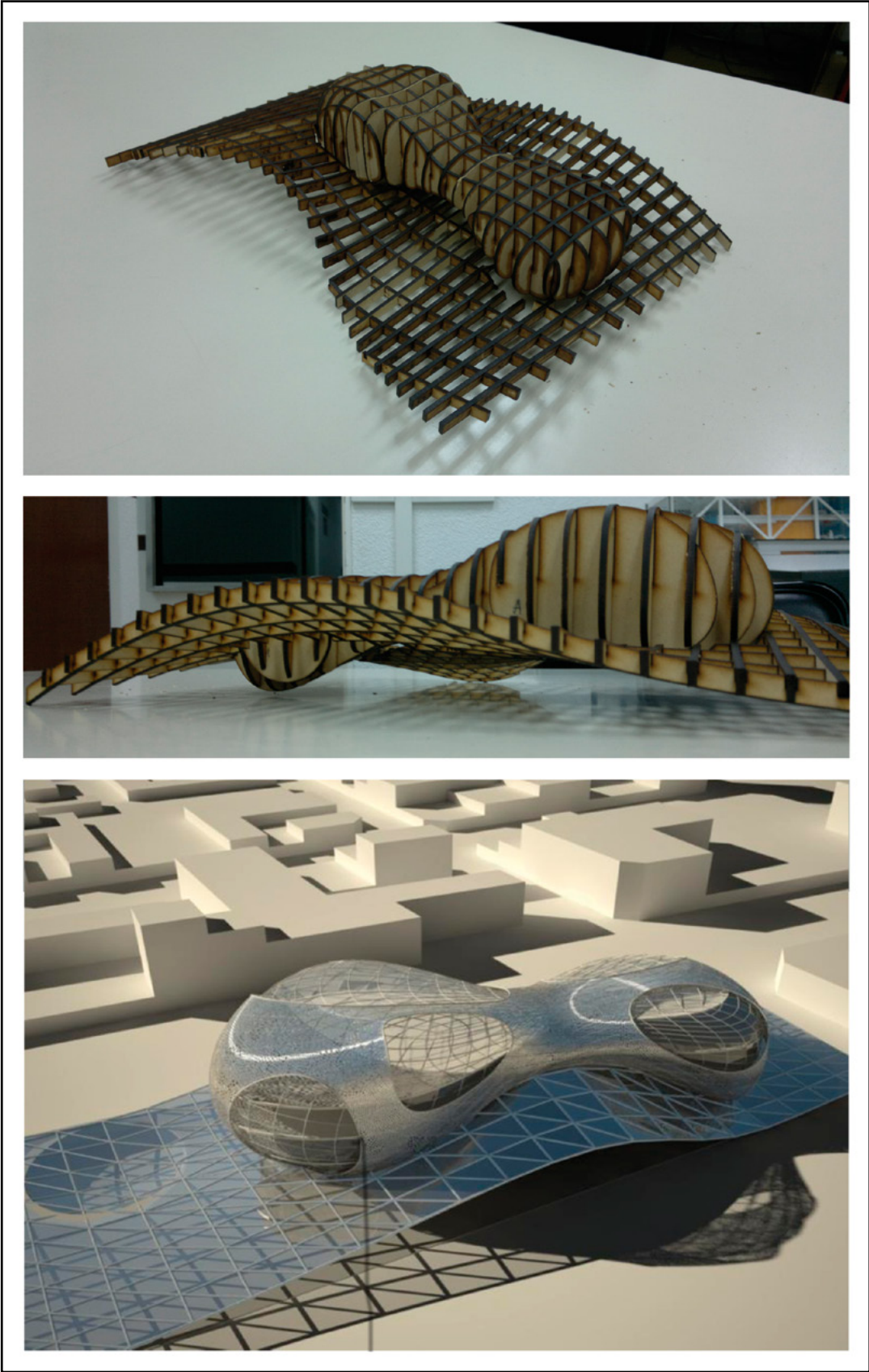
Annex. Colour images

Anexo. Imágenes en color



Anexo. Colour images

Anexo. Imágenes en color



Anexo. Imágenes en color Annex. Colour images

A Virtual Reality Computing Platform for Real Time 3D Visualization

*Plataforma informática de realidad virtual
para visualización 3D en tiempo real*

Universidad Nacional de San Luis

Augmented Virtual Realities for Social Development

Realidades virtuales aumentadas para el desarrollo social



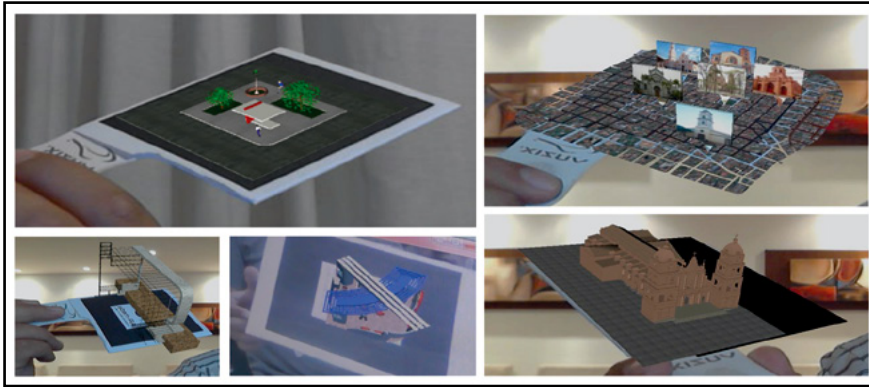
Anexo. Colour images

Anexo. Imágenes en color

Augmented Reality into Design Learning

Realidad aumentada en el aprendizaje del diseño

Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra



Tourism in the Twenty-first Century: Mobile and Ubiquitous Computing Expanding People's Experience through Interactivity and Personalization

Turismo no século vinte um: computação móvel e ubíqua expandindo a experiência através da interatividade e personalização

Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS



Advanced Representation and Visualization Technologies as devices for methodological reformulation of actions of investigation, teaching and extension

Tecnologias avançadas de representação e visualização como dispositivos para a reformulação metodológica de ações de investigação, ensino e extensão

Universidade Federal de Pelotas

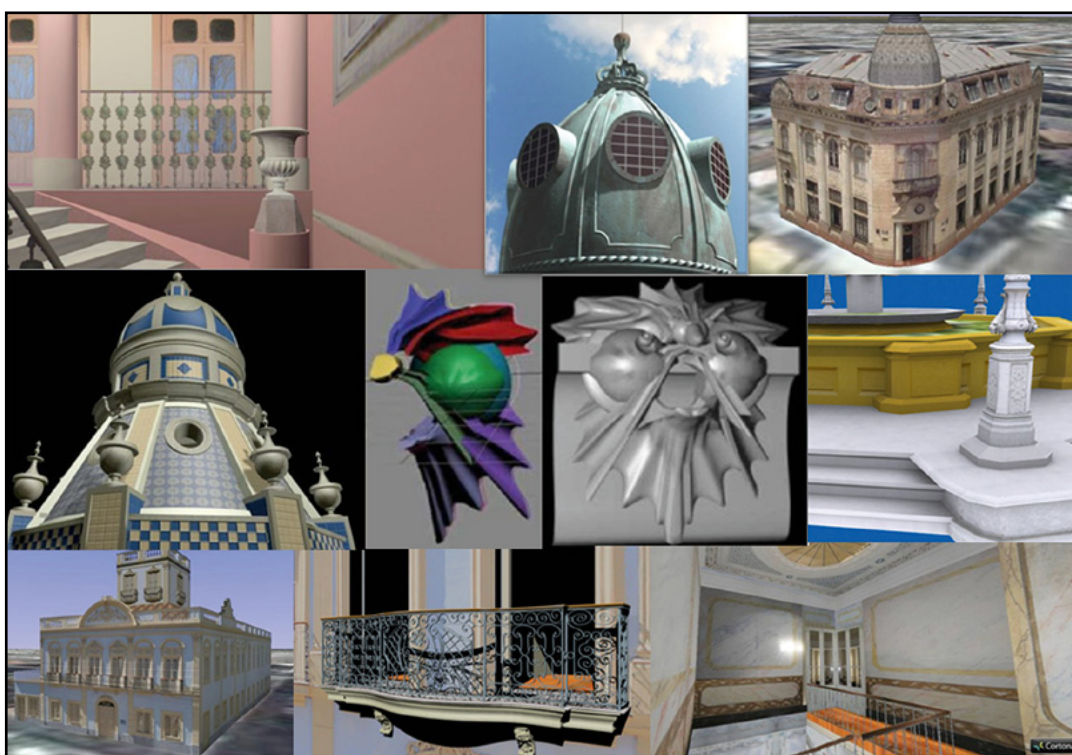
Augmented Virtual Realities for Social Development

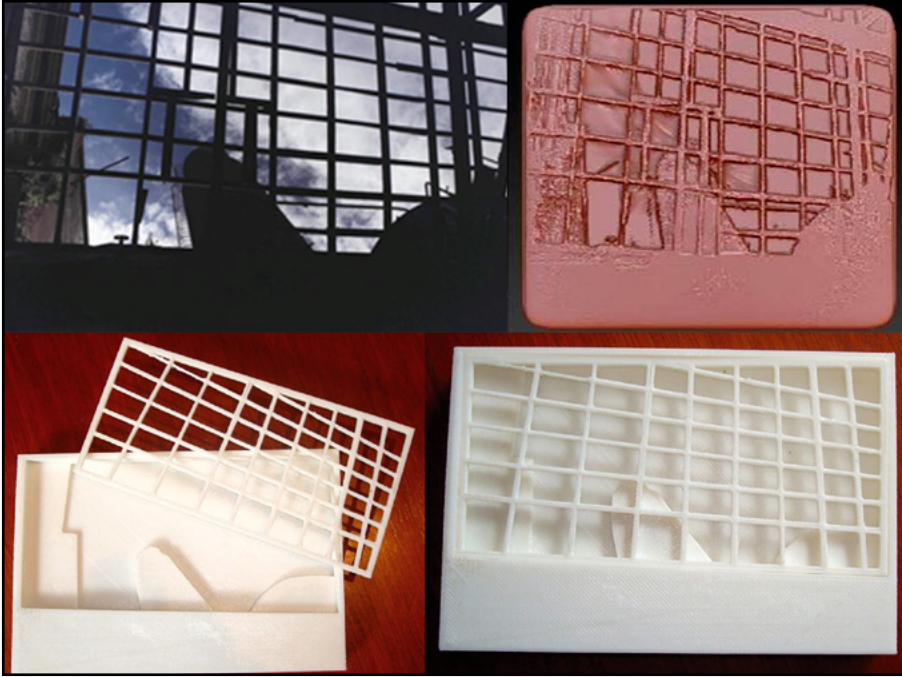
Realidades virtuales aumentadas para el desarrollo social



Anexo. Colour images

Anexo. Imágenes en color





Participatory Virtual Systems for Urban Improvement and Reduction of Traffic Accidents

Sistemas virtuales participativos para mejoramiento urbano y mitigación de accidentes de tránsito

Universidad del Bío-Bío



Augmented Remote Laboratory-LabRemA

Laboratorio Remoto Aumentado-LabRemA

Universidad Tecnológica de Honduras

Augmented Virtual Realities for Social Development

Realidades virtuales aumentadas para el desarrollo social



Annex. Colour images

Anexo. Imágenes en color

Real de San Carlos Bullring; towards an integrated management

Plaza de Toros Real de San Carlos: hacia una gestión integral

Universidad de la República

Augmented Virtual Realities for Social Development

Realidades virtuales aumentadas para el desarrollo social



Annex. Colour images

Annexo. Imágenes en color

