

# Towards the Augmented Reality in Wearable Personal Assistants

Xabier Basogain<sup>1</sup>, Mikel Olabe<sup>1</sup>, Aritz Etxebarri<sup>1</sup>, José L. Izkara<sup>2</sup>, Roberto Garrido<sup>2</sup> and Hugo Álvarez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engineering School, UPV-EHU, Alameda Urquijo s/n, 48013 Bilbao

<sup>2</sup> Building and Territorial Development Unit, LABEIN-Tecnalia, Parque Tecnológico de Bizkaia, 48160 Derio-Bizkaia

<sup>3</sup> CEIT and Tecnun, University of Navarra, P. Manuel Lardizábal 15, 20018. San Sebastián

{xabier.basogain, miguelangel.olabe, aritz.etxebarri}@ehu.es, {izkara, rgarrido}@labein.es, halvarez@ceit.es

**Abstract.** This article describes the goals and the first developments of the RASMAP research project. The aim of this project is to advance in the knowledge of the technology, building a platform that makes possible to extend the use of Wearable Personal Assistant in applications based on Augmented Reality for open environments. The development of this platform implies approaching several technological challenges: a) to overcome the limitations inherent in the mobile devices: speed, capacity of memory, capacity of storage, graphical features and others, b) to obtain tracking systems that they do not need to alter or to adapt the environment, c) to optimize for the transmission and reproduction of multimedia contents through wireless networks on mobile devices. The quality and usefulness of the scientific-technological results obtained will be validated developing two demonstrators, one in the area of the cultural heritage as a guide for visitors and other one in the area of mechanical engineer as assistant for the e-learning.

**Keywords:** Augmented Reality, Mobile Computing.

## 1 Introducción

El proyecto de investigación RASMAP [1] (Plataforma de Realidad Aumentada Sin Marcadores en Entornos Móviles para el Desarrollo de Asistentes Personales) es un proyecto coordinado que nace del interés común de los grupos participantes en el desarrollo de un sistema de realidad aumentada sin marcadores y utilizando dispositivos móviles. Está estructurado en tres subproyectos orientados a la actividad de investigación propia de cada grupo con una perspectiva complementaria y de integración. Además de la primera fase de establecimiento del marco conceptual, y la fase de las actividades de investigación propias de cada subproyecto existe la fase final de validación y evaluación de los resultados a través de la implementación de dos demostradores obteniendo la versión final de una plataforma de realidad aumentada móvil para la creación de aplicaciones orientadas a múltiples dominios.

## 1.1 Estado del Arte

El primer paso en el desarrollo del proyecto ha sido realizar un extenso estudio del estado del arte de la realidad aumentada móvil. Las principales conclusiones de este estudio (que contiene más de 150 referencias) se pueden clasificar en las siguientes tres áreas: Tecnologías, Dispositivos y Aplicaciones.

Las tecnologías que integran realidad aumentada móvil constituyen un conjunto heterogéneo y extenso entre las que se pueden destacar entre otras, renderizado, posicionamiento y modelización 3D, reconocimiento de imágenes, comunicaciones inalámbricas, compresión de video y arquitectura cliente-servidor.

Los dispositivos hardware que se utilizan en aplicaciones realidad aumentada móvil son principalmente, dispositivos para realizar el procesamiento, dispositivos para la visualización y dispositivos para posicionamiento. Entre los dispositivos de procesamiento encontramos los PC portátiles, PDAs, Smartphones y el nuevo concepto de UMPC. Entre los dispositivos de visualización (los responsables de conseguir la mezcla entre la realidad y los elementos virtuales) se utilizan de las dos clases existentes, dispositivos video-through y dispositivos see-through. Se han utilizado numerosas tecnologías para obtener un posicionamiento preciso en aplicaciones de realidad aumentada, obteniendo como conclusión que no existe una solución perfecta [2].

También se ha realizado un estudio y seguimiento de los prototipos y aplicaciones realizadas por los grupos de trabajo más relevantes del mundo de la realidad aumentada móvil entre los que destacan Virtual Reality Laboratory EPFL, Fraunhofer IGD, VTT Finland, Active Vision Group Oxford, Universidad British Columbia, Imperial Collage London, HITLab, Universidad de Graz y Universidad de Weimar; los proyectos referentes que destacan en esta área son MARS [3], ARCHEOGUIDE [4], SignPost [5], Arquitectura cliente-servidor para una aplicación de realidad aumentada sobre PDA [6], MR Virtuoso [7], Mobile Phones Large Scale Museum Guidance [8] y ULTRA [9] entre otros.

## 1.2 Arquitectura y Servicios

En la definición del marco conceptual de las áreas de investigación del proyecto se incluye el análisis de las diferentes alternativas en cuanto al diseño de la arquitectura de la plataforma objetivo del proyecto. Para ello se han estudiado las ventajas e inconvenientes de la distribución de las funcionalidades entre el cliente y el servidor, desde el cliente totalmente autónomo (toda la funcionalidad reside en el terminal móvil) hasta el cliente totalmente dependiente (toda la funcionalidad reside en el servidor y el terminal móvil simplemente es un elemento de interacción con el usuario).

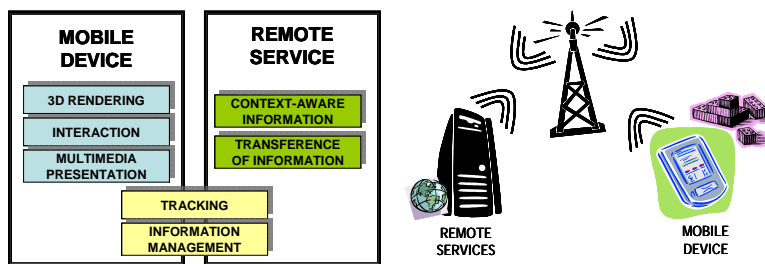
Se ha elegido para la plataforma propuesta la arquitectura SOA (*service-oriented architecture*) donde la aplicación final está implementada por servicios ofrecidos por diferentes procesos. La tarea de detectar e identificar los servicios requeridos en una aplicación de realidad aumentada móvil la hemos realizado analizado de una forma sistemática y exhaustiva todas las funcionalidades requeridas en cinco diferentes hipotéticos escenarios de realidad aumentada incluyendo aplicaciones para el sector

de la construcción, patrimonio histórico, operaciones de mantenimiento mecánico y e-learning. En primer lugar hemos identificado para cada escenario los servicios y funcionalidades requeridos, y posteriormente hemos establecido la integración de todos ellos para un escenario genérico de realidad aumentada móvil. La clasificación de los servicios se indica en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Clasificación de Servicios de la plataforma realidad aumentada móvil.

<i>Servicio</i>	<i>Descripción</i>
<b>Interacción</b>	Provee al usuario los diferentes tipos de interacción con el sistema.
<b>Posicionamiento/Tracking</b>	Provee al sistema la posición y orientación del usuario (6 DOF) en tiempo real y con precisión.
<b>Renderizado 3D</b>	Realiza la presentación de la información 3D en el dispositivo de visualización.
<b>Multimedia</b>	Reproduce los contenidos multimedia (video, imagen, audio y texto).
<b>Gestión de Información</b>	Realiza la inserción, edición, eliminación y organización de los contenidos requeridos para la ejecución de la aplicación.
<b>Transferencia de Información</b>	Gestiona la comunicación entre los dispositivos móviles y los servicios remotos.
<b>Información Contextual</b>	Captura y procesa toda la información necesaria para definir el contexto del usuario.

La arquitectura propuesta presenta un diseño modular; los servicios con alto requerimiento de tiempo de respuesta (p.e. interacción) o ratio de frames (p.e. renderizado y reproducción) se procesan directamente en el dispositivo móvil, mientras que otros servicios relacionados con información externa (p.e. información contextual) o comunicaciones (p.e. transferencia) se procesan íntegramente de forma remota. Los servicios de tracking y gestión de información se ejecutan parcialmente de forma local y de forma remota. La Figura 1 muestra la configuración básica de la arquitectura y servicios para la plataforma propuesta.



**Fig. 1.** Arquitectura SOA y distribución de los Servicios.

## 2 Primeros Desarrollos

Tras la primera fase de conceptualización del estado del arte y diseño de la arquitectura de la plataforma, los grupos integrantes del proyecto han iniciado sus primeros desarrollos en sus correspondientes áreas de investigación. Los desarrollos iniciados tienen que generar el conocimiento necesario para desarrollar los diferentes módulos de la plataforma.

### 2.1 Librerías Gráficas en Entornos Móviles

Esta línea de trabajo se centra en el desarrollo de tecnologías de visualización para aplicaciones de realidad aumentada sobre dispositivos móviles tipo PDA. Se ha desarrollado un motor de visualización de realidad virtual (visualización de modelos 3D generados a partir de formas básicas o con herramientas de edición de alto nivel como 3D Studio Max) y un motor de ejecución de aplicaciones de realidad aumentada móvil (captura de imagen, visualización 3D y posicionamiento). El motor desarrollado se ha desarrollado sobre las implementaciones de la librería gráfica para dispositivos móviles (OpenGL ES [10]). La figura 2 ilustra diferentes modelos 3D visualizados en el dispositivo móvil PDA. La visualización de los modelos 3D puede hacerse dentro de un entorno virtual puro o como información digital dentro de una escena de realidad aumentada.

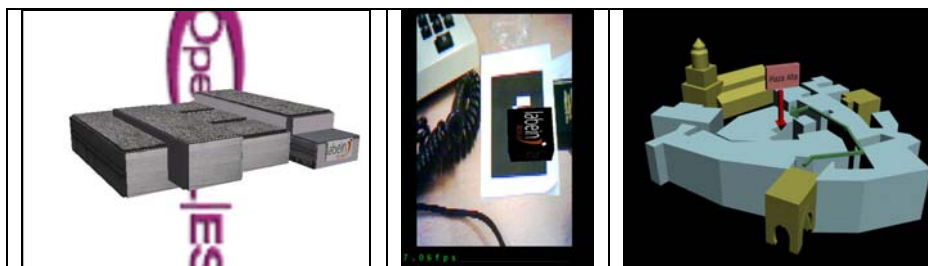
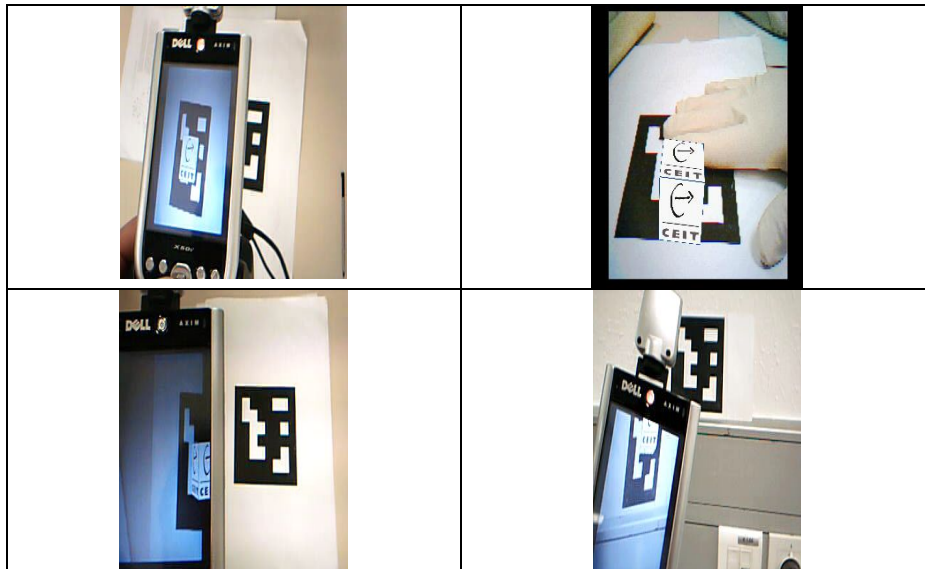


Fig. 2. Librerías gráficas para realidad aumentada móvil.

### 2.2 Librerías de Representación y Posicionamiento en Entornos 3D

El objetivo final de esta línea de trabajo es el posicionamiento 3D sin marcadores y usando dispositivos móviles. Inicialmente se ha realizado un análisis de los requisitos técnicos tanto software como hardware, y para ello se han evaluado dos librerías de posicionamiento con marcadores, ARToolkit y ARToolkit' (desarrollo propio que detecta oclusiones) sobre una PDA y sobre un UMPC. Con ello se ha medido el rendimiento de la librería ARToolkit en dispositivos móviles, y el rendimiento del HW como paso previo al desarrollo del guiado con posicionamiento sin marcadores basado en imagen y/o en información extra adicional. La figura 3 ilustra el funcionamiento de ARToolkit versus su modificación que permite oclusiones del

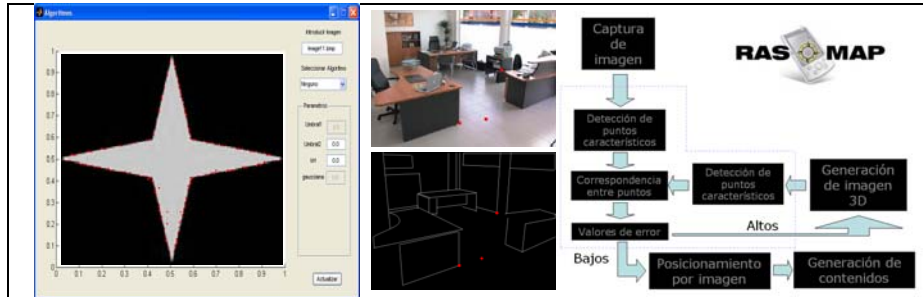
marcador, manteniendo en todo momento la posición correcta del objeto virtual. Los movimientos que se permiten cuando el marcador está ocluido son tanto traslaciones como rotaciones.



**Fig. 3.** Librerías de representación y posicionamiento 3D sobre PDA.

### **2.3 Algoritmos de Reconocimiento de Imágenes basado en Representaciones 3D**

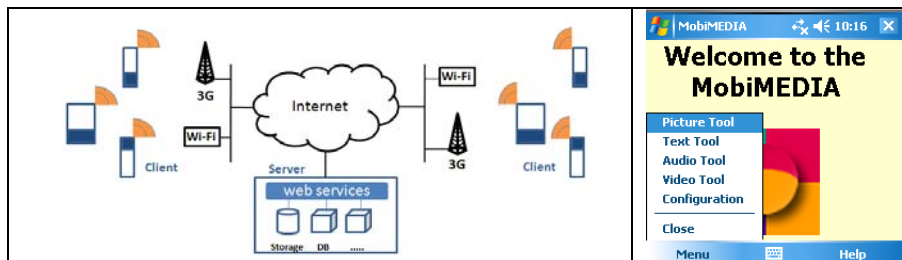
Esta línea del proyecto tiene como objetivo realizar mediante el tratamiento de imágenes, reconocimiento de objetos, segmentación, etc. un estudio de los puntos de interés de una imagen, de modo que posibilite el posicionamiento de la cámara dentro del entorno tridimensional. El primer paso realizado en esta línea de trabajo ha sido la evaluación de diferentes métodos de detección de puntos característicos [11,12,13]. Se han estudiado métodos relativos al borde, métodos topológicos y métodos de autocorrelación, con criterios de selección como detección de vértices reales (grado de detección) y localización, repetitividad (invariante al escalado, rotación y deformación 3D), robustez frente a cambios en la iluminación, ruido, texturas, y la eficiencia versus carga computacional. La figura 4 ilustra las diferentes fases del estudio para el desarrollo de un sistema de posicionamiento por imagen.



**Fig. 4.** Evaluador de métodos. Correspondencia entre puntos característicos de imágenes reales y virtuales. Esquema del sistema de posicionamiento por imagen.

## 2.4 Transmisión y Reproducción Multimedia para Entornos Móviles

Esta línea de trabajo del proyecto tiene como objetivo el desarrollo de sistemas de comunicación y transmisión para entornos móviles orientados a aplicaciones de realidad aumentada de forma que sea posible desde el terminal móvil acceder a contenidos en formato multimedia residentes en un servidor remoto y/o en otros terminales móviles. El primer paso realizado ha sido la implementación de una plataforma con arquitectura SOA que sirva de base para las comunicaciones de la aplicación de realidad aumentada orientada al desarrollo de Asistentes Personales Móviles; posteriormente se ha implementado una aplicación de creación/edición de contenidos multimedia en dispositivos móviles donde además dichos contenidos pueden ser almacenados/compartidos en un servidor a través de servicios web. La figura 5 ilustra la infraestructura de comunicaciones y la aplicación multimedia móvil que se apoya sobre ella.



**Fig. 5.** Infraestructura de comunicaciones para la plataforma de realidad aumentada y aplicación Multimedia móvil.

## 2.5 Hardware y Software

Los desarrollos realizados han sido implementados con los siguientes elementos HW y SW:

a) Software: .NET Compact Framework, Visual Studio 2005, Lenguaje C#, clase System.Web.Services.WebService, Windows Mobile 5.0 SDK, IIS (Internet Information Services), Implementación OpenGL ES (PowerVR), ARToolkitPlus, Matlab.

b) Hardware: PDA Dell Axim x51v, PDA Dell Axim x50v, PDA HP 6915, HTC TyTN, HTC P3600, UMPC Sony Vaio VGN-UX1XN, Camara Spectec SD (0,3 y 1,3 Mpixels), Auriculares, Marcador BCH, PC de sobremesa Marca Dell Modelo Optiplex GX745MT (webserver).

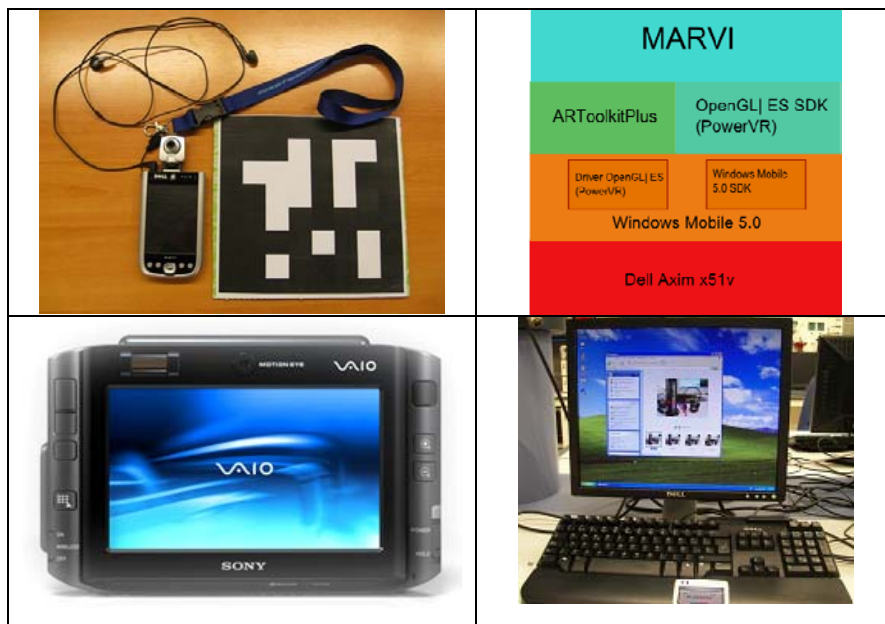


Fig. 6. Dispositivos HW y Entornos SW.

### 3 Próximos pasos

Los siguientes pasos en el proyecto tienen como objetivo materializar la plataforma diseñada integrando los componentes desarrollados en las diferentes líneas de trabajo, y personalizar dicha plataforma para la creación de aplicaciones orientadas a múltiples dominios. Para ello se seguirá profundizando en diferentes áreas de los primeros desarrollos indicados y se aplicará la plataforma desarrollada en dos ámbitos diferentes a través de dos demostradores; un demostrador creará un Asistente Personal Móvil que guíe a los visitantes a través de un entrono de valor cultural (p.e. un casco histórico, una iglesia, una castillo o un yacimiento arqueológico) y el otro demostrador creará un Asistente Personal Móvil en el dominio del e-learning para sistemas mecánicos (p.e. formación y entrenamiento de operarios o asistencia en tareas de mantenimiento mecánico).

Como paso previo a la implementación de los demostradores ya se han realizado dos prototipos iniciales en dichos ámbitos, el primero para el diagnóstico del estado de conservación de un casco histórico y el segundo para laboratorios docentes de materias de ingeniería como se muestra en la figura 7.



Fig. 7. Aplicaciones de Patrimonio Histórico y Laboratorios Docentes.

Las conclusiones derivadas del desarrollo de los demostradores que muestren la capacidad de la plataforma para satisfacer las necesidades de este tipo de aplicaciones serán implementadas y adaptadas en una versión final de la plataforma para su posterior evaluación en entornos reales de operación.

#### 4 Conclusiones

El diseño e implementación de una plataforma de realidad aumentada móvil que se está desarrollando en el proyecto RASMAP constituye una aproximación real al uso de los dispositivos móviles como Asistentes Personales Móviles en diferentes ámbitos de aplicación donde la realidad aumentada aporta un gran valor añadido.

La heterogeneidad de las tecnologías y servicios que intervienen, las limitaciones hardware y software de los dispositivos móviles, y la aplicación de la realidad aumentada en diferentes ámbitos tienen que ser analizados y abordados con una visión integradora con el objetivo de conseguir una plataforma robusta que aporte un avance en el desarrollo de Asistentes Personales Móviles.

Los demostradores a implementar en la fase final del proyecto constituirán un elemento básico en la evaluación de la aplicabilidad de la plataforma propuesta.

**Agradecimientos.** Los autores de este artículo quieren agradecer particularmente la colaboración entre las instituciones LBEIN-Tecnalia, CEIT y la Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao UPV-EHU en el área de realidad aumentada. Los autores también agradecen la financiación del Ministerio de Educación y Ciencia a través del proyecto TIN2006-15418-C03.



## Referencias

1. Rasmap Research Project, <http://www.labein.es/rasmap-w.nsf/descripcion.html>
2. Mobile Augmented Reality, an Advanced Tool for the Construction Sector. Izkara, J.L.; Pérez, J.; Basogain, X.; Borro, D. Bringing ICT knowledge to work: Proceedings of CIB 24th W78 Conference in Maribor 2007, pp. 453-460, Maribor, Eslovenia, June 2007.
3. S. Feiner, B. MacIntyre, T. Höllerer, and T. Webster.; (1997) "A touring machine: Prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment." Proc. ISWC '97, October 13-14, 1997, Cambridge, MA.
4. Proyecto ARCHEOGUIDE <http://archeoguide.intranet.gr>. Marzo 2008
5. Wagner, D. and Schmalstieg, D.: First Steps towards handheld augmented reality. Proceedings of International Symposium of Wearable Computers ISWC03, New York, USA. Oct 2003.
6. Pasman, W. and Woodward, C.: Implementation of an augmented reality system on a PDA. Poster article in Proceedings of International Symposium of Mixed and Augmented Reality. ISMAR 2003, Tokio, Japón, Nov 2003
7. Mr Virtuoso [http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/handheld\\_ar/virtuoso.php](http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/handheld_ar/virtuoso.php) Marzo 2008
8. Bruns, E., Brombach, B., Zeidler, T. and Bimber, O. Enabling Mobile Phones To Support Large-Scale Museum Guidance. In IEEE Multimedia, vol. 14, no. 2, pp. 16-25, 2007
9. Proyecto ULTRA ULTRA light Augmented Reality Mobile System <http://ist-ultra.org/publications.shtml>, Marzo 2008
10. OpenGL ES <http://www.khronos.org/opengles/>. Marzo 2008
11. H. P. Moravec. Visual Mapping by a Robot Rover. *International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pp. 598-600, 1979.
12. C. Harris and M. Stephens. A Combined Corner and Edge Detector. *Proc. Alvey Vision Conf.*, Univ. Manchester, pp. 147-151, 1988.
13. M. Trajkovic and M. Hedley. Fast Corner Detection. *Image and Vision Computing*, Vol. 16(2), pp. 75-87, 1998.