

ARTÍCULO MONOGRÁFICO

Realidad aumentada: un sendero por descubrir*

[Augmented reality: a path to discovery]

LEIDY DIANA DÍAZ-VALENCIA¹, SONIA PATRICIA NIETO-AGUIRRE²

RECIBO: 10.08.2010 - AJUSTE: 08.11.2010 - APROBACIÓN: 10.12.2010

Resumen

El propósito de este documento es describir un campo de la realidad virtual, la realidad aumentada, término que hace referencia a una tecnología que está adquiriendo gran importancia en diferentes áreas por sus diversas aplicaciones y novedad. El objetivo de un sistema con realidad aumentada es combinar la imagen registrada por un usuario del mundo real a través de un dispositivo, con elementos tridimensionales procesados a través de una computadora. Esta característica permite a la tecnología de la realidad aumentada convertirse en un instrumento útil en áreas como educación, publicidad, desarrollo y comercialización en la industria, así como en entretenimiento, medicina y otras ciencias; se fundamenta en la combinación de otras tecnologías y es partícipe en la generación de técnicas de interacción hombre-máquina.

Palabras clave: educación, multimedia, realidad aumentada, tecnología emergente.

Abstract

The purpose of this paper is to describe a field of virtual reality, augmented reality, a term that refers to a technology that is gai-

* Modelo para citación de este artículo:

DÍAZ VALENCIA, Leidy Diana y NIETO AGUIRRE, Sonia Patricia (2010). Realidad Aumentada: Un sendero por descubrir. En: Ventana Informática. No. 23 (jul.-dic., 2010). Manizales (Colombia): Universidad de Manizales. p. 197-213. ISSN: 0123-9678

1 Tecnóloga en sistemas, Especialista Tecnológica en Redes.

Tesorera, Acuaservicios, Manizales, Colombia. Correo electrónico: dianarie@hotmail.com

2 Tecnóloga en sistemas, Especialista Tecnológica en Redes.

Asistente revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, CINDE-Universidad de Manizales, Manizales, Colombia. Correo electrónico: sopani21@yahoo.es

ning importance in different areas for various applications and novelty. The goal of an augmented reality system is to combine the image recorded by a real-world user through a device with three-dimensional elements processed through a computer. This feature allows the augmented reality technology into a useful tool in areas such as education, publicity, development and marketing in the industry as well as entertainment, medicine and other sciences, is based on a combination of other technologies and is participating techniques to generate human-machine interaction.

Keywords: education, multimedia, augmented reality, emerging technology.

Introducción

La producción en ciencia ficción ha aportado, a través del tiempo, a la construcción de una visión futurista de las nuevas aplicaciones y tecnologías. La realidad aumentada ha sido también objeto de esta tendencia, en este sentido películas como La Guerra de las Galaxias (*Star Wars*), traen a la memoria elementos inspiradores que justifican esta idea, tales como representaciones de hologramas, en los que un personaje es mostrado tridimensionalmente en un punto específico muestra una visualización remota en un proceso de comunicación con otro sujeto físicamente presente; en otras obras se representa a un miliciano con visión artificial con facultades especiales para obtener información específica de personas u objetos (dimensiones, talla, estatura, presencia de armas, origen, entre otras características) sin el uso de dispositivos adicionales a sus sentidos.

De esta manera, la realidad aumentada es una tecnología emergente que está ganando importancia en diferentes áreas como la publicidad, la medicina, la educación, las tecnologías móviles y aplicaciones de entretenimiento, entre otras. Y gracias a la distribución de herramientas y librerías con Licencia Pública General de GNU, programadores y aficionados desarrollan sus propias aplicaciones y contribuyen a la masificación y aprovechamiento libre de ésta tecnología. La puesta en práctica de estos conceptos es posible cuando se desarrollan las herramientas funcionales y físicas que amplían el ambiente de aplicaciones y facilitan su implementación.

Los fundamentos de la realidad aumentada se centran en la representación vectorial de imágenes llevadas a computador a través del VMRL (Lenguaje para Modelado de Realidad Virtual por sus siglas en inglés),

3DMLW (Lenguaje de Marcación 3D para Web), COLLADA (*COLLABorative Design Activity*), WebGL, entre otras alternativas que permiten llevar a un conjunto de funciones y etiquetas lo que en otro espacio se ve como un mundo virtual.

Se abordarán en este artículo los orígenes de esta tecnología, los requisitos especiales para su funcionamiento, su fundamento técnico y funcional, las áreas de aplicación, algunos proyectos liderados por diferentes instituciones y algunas de las técnicas de interacción utilizadas para facilitar la comunicación hombre-máquina. Finalmente se mencionan los posibles desarrollos que podrían revolucionar la industria y las ciencias.

1. Realidad Aumentada, RA

1.1 Definiciones

El objetivo de un sistema con realidad aumentada es combinar la imagen registrada por un usuario del mundo real a través de un dispositivo, con elementos tridimensionales procesados a través de una computadora; es una extensión o nuevo paradigma en la realidad virtual.

Para entender un poco más el concepto de realidad aumentada, es importante definir la realidad virtual «como un sistema informático que genera entornos sintéticos en tiempo real y que se erigen en una realidad ilusoria (de “*illudere*”: engañar), pues se trata de una realidad perceptiva sin soporte objetivo, sin “*res extensa*”, ya que existe sólo dentro del ordenador» (Gubern, 1996, 156).

Comparado con la anterior definición se dice que la realidad aumentada es: «una variación de los Ambientes Virtuales (AV), o Realidad Virtual (RV) como se conoce más comúnmente. La Realidad Virtual sumerge al usuario dentro de un ambiente sintético (generado por la computadora). Mientras está inmerso, el usuario no puede ver el mundo real alrededor de él. En contraste, la Realidad Aumentada le permite al usuario ver el mundo real, con objetos virtuales sobrepuestos sobre el mundo real, o compuestos con él» (Azuma, 1997).

A diferencia de la realidad virtual, con la realidad aumentada la interacción se da en el mundo real. Para ubicar las diferencias entre estos conceptos, algunos autores hablan de *realidad mixta*, en la que se pueden tener puntos intermedios entre lo virtual y lo real, y «es definida como un entorno en el que los objetos del mundo real y virtual son expuestos dentro de una sola pantalla, es decir, en cualquier lugar entre los extremos de la

realidad virtual continua, Reality-Virtuality (RV) Continuum» (Milgram y Kishino, 1994); representación que es gráficamente explicada en la figura 1, teniendo cuatro estados intermedios: entorno real, realidad aumentada, virtualidad aumentada y, finalmente, entorno virtual.

Abascal y Moriyón (2002), se refieren a la realidad aumentada como una actividad que consiste en añadir información digital a objetos reales. La persona interactúa con objetos físicos; el ordenador proyecta información adicional sobre ellos y también capta la del entorno como entrada.

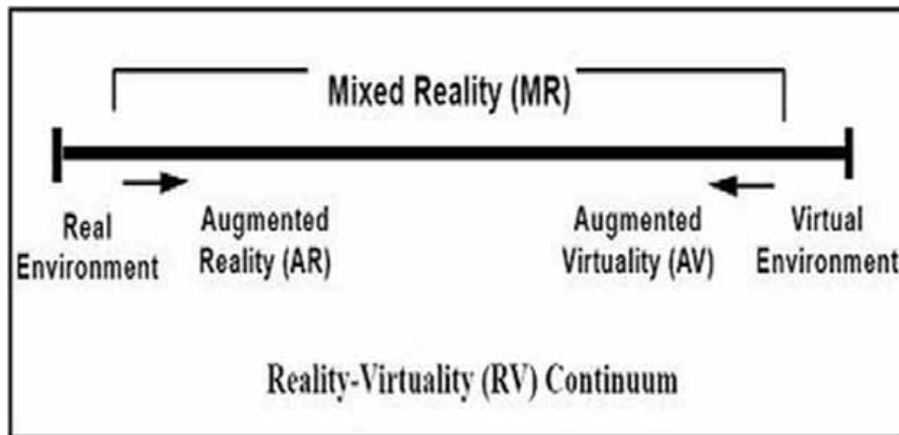


Figura 1. Realidad-Virtualidad (Milgram y Kishino, 2004)

1.2 Historia y evolución

Según Behringer, Klinker y Mizell, (1999), la realidad aumentada se remonta, al menos, a la década de los 60, pero su impulso se dio a partir de los 90, cuando se empieza a pensar en combinar los elementos de la revolución de la microelectrónica con técnicas de *renderización* de gráficos en tiempo real, tal es el caso de dispositivos (actualmente en uso) sujetos a la cabeza y que poseen características como: - seis grados de libertad de movimiento, - superposición de gráficos generados por ordenador y texto por encima de puntos específicos en la visión de los usuarios en tiempo real, éste es el nombrado HMD (*Head Mounted Display*).

A lo largo de la década de los 90, el interés por la tecnología se amplió y la expresión *Realidad Aumentada* es usada, afirma Vaughan-Nichols (2009, 19), por primera vez por Tom Caudell en 1990, quién se refirió a este término cuando trabajaba para Boeing, diseñando un HMD para ayudar a los trabajadores en la ubicación de esquemas de cableado en la fabricación de aviones. Adicionalmente, Mizell (1999, ix) señala que para esta década se iniciaban investigaciones incluyendo elemen-

tos generados por computador, que podrían combinarse con entornos reales percibidos por un usuario. Los grupos de investigación en RA se iniciaron en Norte América, Europa y Asia.

Behringer, Klinker y Mizell, (1999) creyeron que la RA había comenzado a ser viable y aceptada como tema de investigación de las interfaces de interacción persona-ordenador, con significativas aplicaciones prácticas.

En este proceso de inmersión y reconocimiento, la RA se ha apoyado en el avance de otras tecnologías como es el caso de las inalámbricas que, en los últimos tres años, se volvieron más rápidas y pequeñas, las cuales permiten a los desarrolladores encontrar fácilmente la forma de pasar de la exclusividad militar y las aplicaciones de ingeniería, a resolver necesidades de los consumidores (Vaughan-Nichols, 2009, 22).

1.3 Componentes y funcionamiento

1.3.1 Componentes. Hacer que un elemento tridimensional u otro coexista en el mismo espacio en que es captada una escena del mundo en tiempo real, requiere de un conjunto de tecnologías, desde el procesamiento de imágenes captadas por un elemento de video, para analizar y extraer las propiedades geométricas que serán analizadas para adherir los nuevos elementos a una ubicación específica, hasta la representación tridimensional a través de la transformación por computadora de estos elementos, que será la clave para integrar los dos mundos, el real y el virtual, en un *mundo mixto*.

Estos elementos son: dispositivo de captura, dispositivo emisor y, finalmente, marcador o plantilla de identificación que guiará la posición de los objetos en la imagen proyectada al usuario.

La figura 2 ilustra el funcionamiento de un sistema con realidad aumentada.

Para lograr que un gráfico fijo o animado, tridimensional o plano, u otro tipo de objeto sean percibidos por un observador en un espacio específico es necesario el uso de marcadores que, una vez reconocidos, se convierten en guías o mapas para la ubicación de elementos por la aplicación.

Es de aclarar que un marcador es una especie de plantilla en forma cuadrada que generalmente es de color blanco y negro (colores proporcionalmente distribuidos para facilitar la identificación y transformación del objeto tridimensional). La Figura 3 representa un marcador, comúnmente utilizado en aplicaciones con el conjunto de librerías FLARManager³.

³ FLARManager: conjunto de librerías con licencia en GPL disponibles para aplicaciones basadas en ActionScript, incluyen las librerías FLARToolkit.

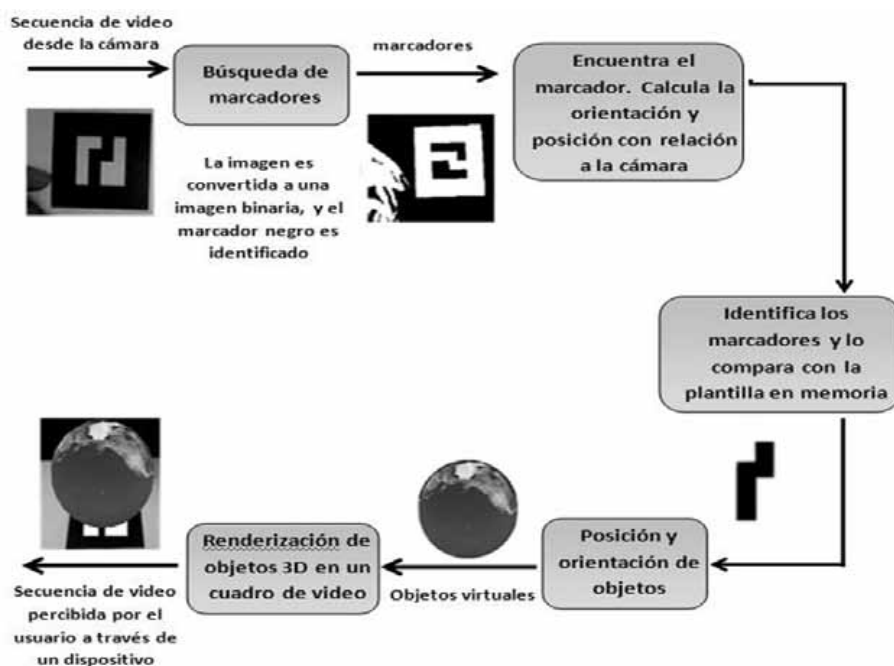


Figura 2. Cómo funciona la Realidad Aumentada

La mayoría de marcadores utilizados en las librerías de uso no comercial, se basan en el cumplimiento de requisitos de acuerdo a las aplicaciones disponibles para la generación de archivos con extensión .pat: un tamaño de 256 x 256 píxeles y menor de 300; la imagen no debe ser simétrica (esto facilita la ubicación del objeto tridimensional), ni compleja; la proporción de los dos colores (blanco y negro) deben ser 50% del área externa y 50% el centro que representa la imagen; según sea la complejidad de la imagen se manejan valores entre 4 x 4 y 64 x 64, siendo 4 x 4 la resolución adecuada para imágenes más sencillas.

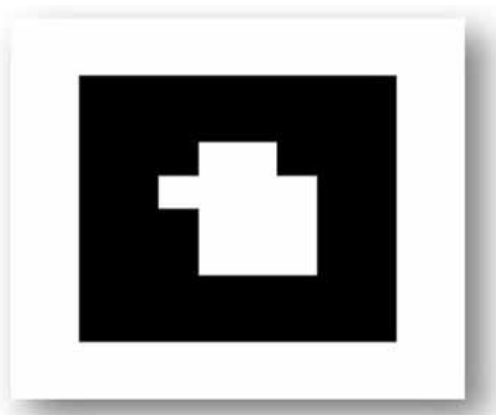


Figura 3. Marcador o plantilla de posición

1.3.2 Funcionamiento. A través de un dispositivo de captura, una cámara de video dispuesta en un ordenador, un teléfono celular, un *Head-Mounted Display* (HMD) u otro dispositivo móvil, se reciben las imágenes que se van a procesar y mezclar para identificar el marcador que, previamente, ha sido almacenado como un conjunto de números que representan los colores del elemento. Si las imágenes procesadas coinciden con el elemento almacenado, no sólo se reproduce la imagen tomada por el dispositivo de captura sino que es posible agregar un elemento previamente definido como un conjunto de coordenadas, colores, figuras geométricas y cálculos matemáticos realizados por un ordenador y representado como un gráfico tridimensional.

La Figura 4 representa el proceso de *umbralización*, en el que la imagen tomada es convertida en un conjunto binario representado por espacios blancos y negros que hacen más fácil el tratamiento computacional. Aquellos píxeles cuyo valor se acerquen más al umbral (*threshold*) serán representados con un color negro y los demás en blanco (la imagen es invertida al igual que sus colores).

El marcador es reconocido en diferentes posiciones para luego ser transformado en conjunto de números que representa cada color (blanco, negro y grises), este proceso facilita la ubicación del objeto en una posición específica y coherente para el usuario. El proceso anteriormente descrito es realizado imagen por imagen en búsqueda de un marcador que coincida con una posición específica, almacenada para ubicar la imagen. La Figura 5 muestra un ejemplo de realidad aumentada utilizando FLARToolkit⁴.



Figura 4. Umbralización de la escena captada.

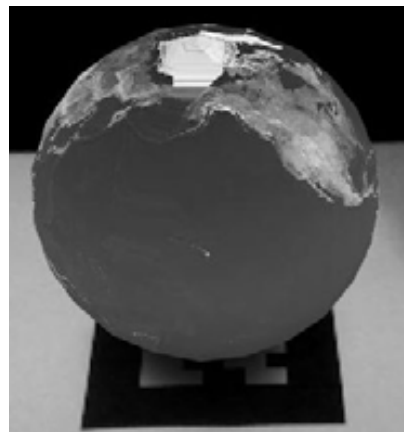


Figura 5. Ejemplo de Realidad Aumentada utilizando FLARToolkit

⁴ FLARToolkit: versión de librerías en lenguaje ActionScript para desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada basada en librerías NyARToolkit programadas en Java.

Esta es una ligera descripción del funcionamiento de la realidad aumentada en aplicaciones que funcionan con base a *ARToolkit* (*NyARToolkit*, *FLARToolkit*, *FLARManager*). Otros métodos permiten, además de ubicar un marcador monocromático, reconocer marcas fiduciarias, rasgos geométricos, imágenes, entre otros elementos en los que las aplicaciones motivan un proceso computacional más avanzado, comparando información previamente almacenada en los fotogramas capturados y superponiendo elementos para visualizar e interactuar con estos.

Las librerías de uso generalizado *ARToolkit*, *NyARToolkit*, *FLARToolkit* para realidad aumentada se encuentran bajo licencias GPL (*General Public Licence*), las cuales facilitan el desarrollo y la aplicación en nuevos entornos de desarrollo.

ARToolkit (*Augmented Reality Toolkit*) es un conjunto de librerías desarrolladas bajo lenguaje C y se utiliza para calcular la posición de la cámara y la orientación de un marcador físico en tiempo real, la versión actual de *ARToolkit* soporta dos formas de RA, una cuando el video en directo del mundo real es sobrepuesto con imágenes virtuales, y otro donde los gráficos por computador son sobrepuestos directamente en una vista del mundo real, ésta última requiere el uso de visores especiales HMD y es más complicada la calibración y el registro de requerimientos. Adicionalmente, ha sido la base principal para la construcción de librerías portables a otros lenguajes de programación y, de éstas a la vez, para otros desarrollos, como *NyARToolkit*, la cual es un conjunto de librerías desarrolladas en Java y derivadas de la versión *ARToolkit*-2.72.1 y actualmente disponible para cualquier sistema operativo con el entorno de desarrollo J2RE, cuenta con diferentes versiones, entre estas *FLARToolkit* (*FLASH Augmented Reality*), una librería de software implementada para Flash, basada en la versión *NyARToolkit* (Versión portada de Java de *ARToolkit*) e implementa la librería de *Papervision3D* para la representación de elementos tridimensionales.

FLARToolkit es el fundamento del desarrollo de *FLARManager*, que de acuerdo con su creador Eric Socolofsky (2010), es de fácil uso: usar las capacidades nativas para 3D de Flash Player 10, agrega la gestión de marcadores según estos se encuentren activos, eliminados o actualizados.

Cada una de las librerías mencionadas trabaja bajo siete pasos principales:

- capturar la imagen de la cámara,
- convertir la imagen en código binario,

- etiquetar espacios,
- encontrar cuadros,
- comparar los cuadros captados con el marcador almacenado,
- calcular la matriz de transformación, y
- finalmente, *renderizar* los objetos 3D.

1.3.3 Técnicas de interacción para sistemas de realidad aumentada.

La interacción con el ordenador supone el uso de dispositivos y técnicas para garantizar un flujo de información, algunas de estas son mencionadas por Garrido (2007), identificación de marcadores monocromáticos, uso de un libro con imágenes a todo color y una interfaz basada en guantes en las que el usuario es capaz de manipular modelos del entorno utilizando sus manos. Los marcadores no son sólo elementos donde se despliegan objetos, también apoyan la actividad o inactividad de funciones según su estado o visibilidad.

Otros sistemas hacen uso de posición, movimiento y/o orientación corporal, algunas de éstas técnicas combinan el uso de marcadores y movimiento. Igualmente otras técnicas que hacen uso de dispositivos de bajo precio son utilizadas para sustentar las aplicaciones, tales como las cámaras traseras de los teléfonos móviles y PDAs, sistemas de posicionamiento e infrarrojos. También se utilizan piezas de material médico accesibles comercialmente.

El *Wiimote* de la videoconsola Nintendo Wii, de acuerdo con Garrido (2007), implementa tres técnicas de selección: tocar un objeto virtual directamente, lanzar un rayo desde el dispositivo hasta el objeto, y utiliza un dispositivo a modo de lupa virtual. El mismo autor trata también sobre los sistemas multimodales, que «procesan métodos de entrada naturales combinados (como voz, lápiz táctil, gestos de mano, guiños y movimientos corporales de forma coordinada con la salida multimedia del sistema».

Cada una de las técnicas mencionadas y otras más que combinan las anteriores hacen uso de dispositivos específicos para el uso de la realidad aumentada, algunos con botones de mando, *trackballs*, *joysticks*, entre otros accesorios que complementan los sistemas de visión y representación, pero ante el uso extendido de la realidad aumentada y la disposición de aplicaciones para los consumidores, el dispositivo que ha estado presente en toda la evolución de la realidad aumentada a adoptado diferentes tamaños y formas, actualmente se utilizan entre otros, cámaras web de bajo costo, cámaras traseras de teléfonos y equipos móviles.

Los *HMD* permiten dos tipos de visión: aquella en la que, a través del dispositivo, el usuario tiene un campo de visión limitada a un escenario específico programado (realidad virtual), y otra en la que sobrepone únicamente objetos en la imagen tomada en tiempo real (realidad aumentada).

Tal ha sido el avance en este tipo de dispositivos que, hace poco más de año una de las revistas más significativas a nivel tecnológico, expuso en un artículo el proyecto en el que se utiliza como dispositivo para realidad aumentada unos lentes de contacto. El proyecto según Parviz (2009), tiene como objetivo construir un lente con circuitos electrónicos integrados y una diminuta pantalla LED que presente la información y aumente las capacidades de visión del ser humano. El dispositivo ya fabricado cuenta con un solo LED que se activa inalámbricamente por radio frecuencia, y aunque su funcionalidad es muy básica, este se convierte en una pequeña muestra del potencial de esta tecnología.

1.4 Aplicaciones de la realidad aumentada en escenarios específicos

La motivación principal que presenta la realidad aumentada como tecnología emergente es desplegar automáticamente imágenes, etiquetas, controles virtuales u otros elementos tridimensionales, con información en tiempo real de objetos, personas o lugares, a través de la ubicación de un marcador (imagen, persona, rostro, objeto), con el uso de un dispositivo de captura.

Las funcionalidades permitidas por este nuevo desarrollo han motivado a organizaciones públicas y privadas, personas aficionadas o profesionales a incursionar en el uso aplicaciones que propenden la asistencia en tareas, la ubicación de objetos en espacios de construcción, la publicidad, la animación, la medicina, la educación, el turismo y las redes sociales, entre otras alternativas.

1.4.1 Asistencia y educación. Feiner, MacIntyre y Seligmann (1992) dan a la realidad aumentada un uso importante como medio asistencial para el mantenimiento de equipos en un proyecto llamado KARMA (*Knowledge-based Augmented Reality Maintenance Assistance*), el cual consiste en dar mantenimiento a una impresora laser, guiado por la representación generada a través de un casco de visualización (*Head-Mounted Display HMD*). La figura 6 muestra la imagen reflejada por el dispositivo después de agregar elementos, en este caso, representados por las líneas rojas sobre la impresora indicando una parte interna de esta.

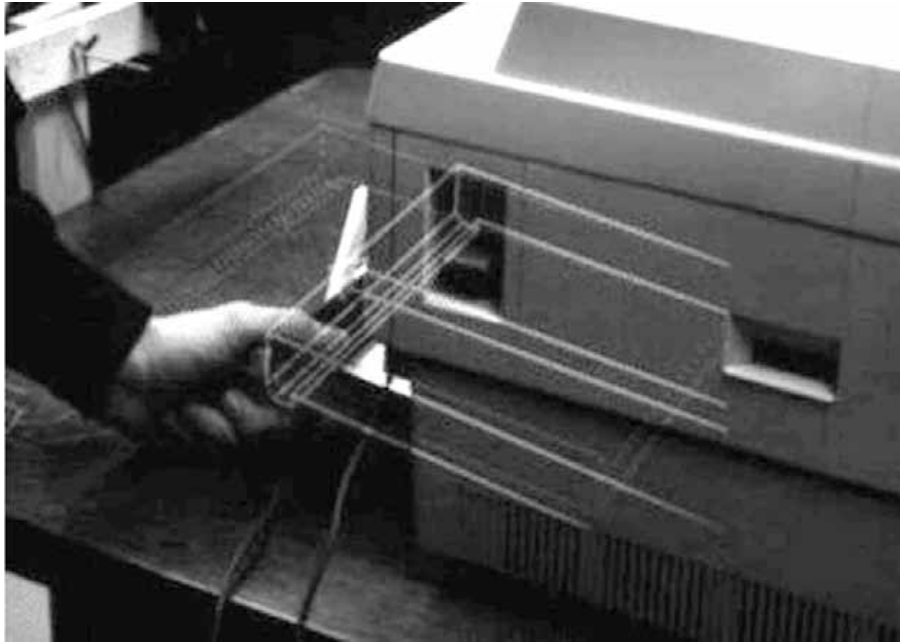


Figura 6. Gráficos Superpuestos (Feiner, MacIntyre y Seligmann, 1992)

Proyectos similares a KARMA se han ido desarrollando para dar mantenimiento a otro tipo de equipos y motores, es el caso de la empresa BMW que ha mostrado algunas de las aplicaciones desarrolladas, tanto para publicidad con realidad aumentada como para guía en mantenimiento de autos, de tal manera que un usuario lleva en su cabeza un dispositivo que le permite visualizar el escenario completo donde está presente un auto. Usando realidad aumentada, el mecánico recibe información adicional en 3D sobre el motor que está reparando, por ejemplo para ayudar en el diagnóstico y la solución de una falla. Aparte del ambiente real, él ve componentes virtualmente animados, las herramientas a usar y escucha instrucciones en cada uno de los pasos de trabajo, a través de auriculares integrados a las gafas especiales. Este dispositivo tiene instalado un software que, al detectar el motor, resalta en la imagen superpuesta partes que se deben remover o girar, tales como tornillos o tapas.

La oportunidad de aprender experimentando y simulando espacios, es evidente también en el trabajo desarrollado por el grupo activo HIT con el proyecto *Magic Book* en Nueva Zelanda. El alumno lee un libro apoyado por un visualizador manual, de manera que en cada una de las páginas éste podrá introducirse a explorar, dentro de la escena, características adicionales que son limitadas por el libro. Así pues, la

realidad aumentada puede ampliar el impacto de aprendizaje no solo al visualizar una imagen u objeto tridimensional sino también permitiendo la interacción con ésta.

En la Universidad EAFIT, ubicada en la ciudad de Medellín, usan la realidad aumentada como herramienta de apoyo en la enseñanza del cálculo vectorial en el proyecto denominado *Realidad Aumentada en la Enseñanza de la Matemática*, la cual tiene como base pedagógica la Enseñanza para Comprensión que, según Esteban (2004, 8), permiten mejorar procesos de enseñanza y aprendizaje, permitiendo a alumno y profesor interactuar con superficies en 3D generadas por el ordenador en escenarios diferentes a las técnicas antes usadas, que limitan la representación de espacios vectoriales, trazos en hojas de papel y numerosas aplicaciones de representación gráfica en dos dimensiones.

1.4.2 Redes sociales y dispositivos móviles. Imaginarse un mundo donde a través de su dispositivo móvil pueda explorar información del espacio en el que se encuentra, según su interés, como restaurantes, lugares de entretenimiento, tiendas de ropa, o ubicar a través de la captura de los rostros de un conjunto de amigos ubicados en un lugar específico sus enlaces web en sus redes sociales o servicios de *microblogging*, no es una situación lejos de la realidad. Distintas aplicaciones en la web y dispositivos móviles ya están disponibles, libre y comercialmente, en la tienda virtual de una de las principales empresas de dispositivos y aplicaciones móviles como *App Store*.

Los espacios de *microblogging* tienen su cuota inicial en el mercado de las aplicaciones de realidad aumentada con *TwittARound* o *Twitter 360* que ofrecen funcionalidades de posicionamiento y georeferenciación de las últimas actualizaciones realizadas por un usuario, indicando a qué distancia se encuentra el usuario del lugar de su última publicación y la dirección en la que se encuentra. La imagen ilustra el funcionamiento de *Twitter 360* haciendo uso de la API de Geoetiquetado de *Twitter*⁵.

1.4.3 Diseño, construcción y publicidad. Esta novedosa tecnología que complementa la percepción al usuario y la interacción con el mundo real, permite que se desarrollen proyectos encaminados a apoyar las tareas de la construcción, la arquitectura y el diseño. Por ejemplo, el desarrollo futuro de un gran edificio puede actualmente visualizarse a través de una maqueta o una representación virtual, pero la realidad au-

5 La API de Geoetiquetado de Twitter desbloquea las características de localización para los usuarios de este popular servicio de microblogging, añadiendo información de la ubicación física de los usuarios según el lugar de sus publicaciones.

mentada puede en el terreno de construcción hacer una representación en tamaño natural de ésta, el interior de una casa puede ser pensado mediante el dibujo u otras técnicas, pero a través de la interacción de un marcador en un espacio determinado un dispositivo como una cámara o una laptop pueden visualizarse los artículos que podrían ocupar un espacio determinado.

Exitosos proyectos como ARARAT de VTT *Technical Research Centre of Finland* se centran, entre otras, en las siguientes aplicaciones: realidad aumentada para diseño de interiores, realidad aumentada móvil, realidad aumentada para catálogo de productos. En la figura 7 se distinguen tres ejemplos de estos procesos.

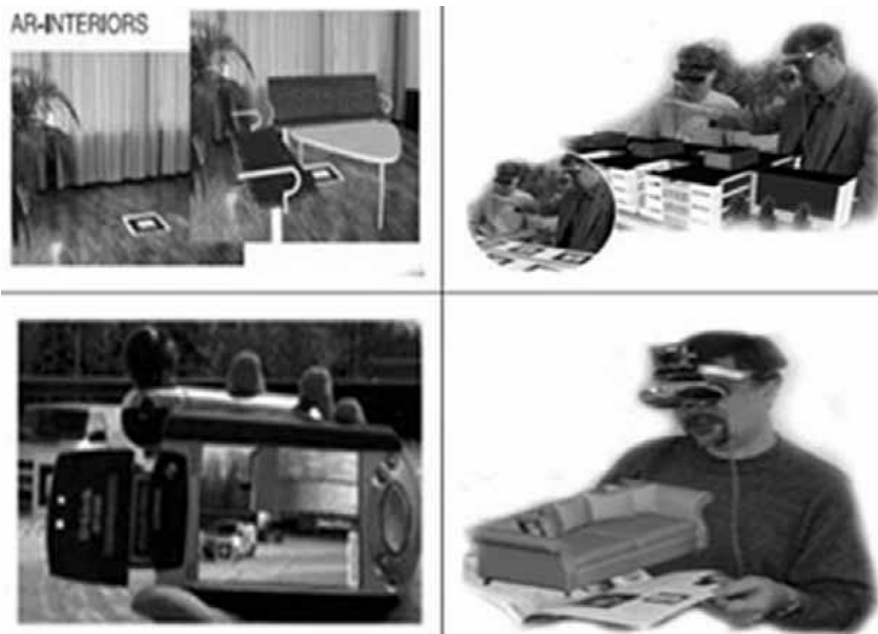


Figura 7. Ejemplos de Realidad Aumentada en diseño (Woodward, 2009)

Sumado a los proyectos mencionados, numerosas empresas se han apoyado en esta tecnología para mejorar las experiencias de los usuarios al probar sus productos: juguetes que saltan de una imagen para hacerse parte del ambiente, videos en los que se mezcla la grabación real de un video, con una animación tridimensional sobre un trozo de papel. Algunas empresas sacan modelos a escala de vehículos (BWZ Z4), prendas de vestir o zapatos (*Adidas*) para que los usuarios puedan explorar modelos tridimensionales y hasta jugar con las imágenes que se mezclan en un entorno real.

1.4.4 Medicina y salud. El uso de la realidad aumentada como herramienta asistencial, es aplicable a campos medicinales, esta facilita la manipulación de los instrumentos al momento de hacer una cirugía, cómo medio de entrenamiento o sobre cualquier tipo de ser vivo.

Se han realizado estudios con un sistema de realidad aumentada para biopsias con aguja por resonancias magnéticas, guiadas por imágenes en un modelo porcino; demuestra éste que, en contraste con la orientación de la imagen convencional, en la que se ven separados en una pantalla diferente, el instrumento y la anatomía del paciente, los mapas de orientación en realidad aumentada, guían al médico con datos del paciente en el cuerpo. El médico puede ver más allá de la superficie y el cuerpo del paciente se vuelve transparente, estructuras anatómicas visualizadas por medio de imágenes a través de resonancia magnética son adquiridos inmediatamente antes del inicio del procedimiento y se muestran en su ubicación real.

Éstas son solo algunas de las muchas aplicaciones que se pueden encontrar en el mercado y que hacen uso de realidad aumentada.

2. Mirando al futuro

Las numerosas investigaciones, sobre realidad aumentada y las aplicaciones que se encuentran actualmente en el mercado e instituciones, hacen pensar en una tecnología que no se detiene, en términos de tecnologías de interacción con el usuario. Se espera que aumenten los estudios en los que la interacción multimodal prime ante los marcadores impresos. El medio ambiente en general será un marcador identificador para las aplicaciones, tanto con dispositivos móviles, como para dispositivos con diseños específicos, en algunos proyectos ya denominados *sexto sentido*.

Los recientes estudios sobre lentes de contacto para realidad aumentada avanzan para construir dispositivos no tóxicos y con características como el despliegue de información sobre LEDs, servirán, entre otros, como medio para la traducción inmediata, para informar a personas con necesidades específicas en sus dietas, sobre alimentos que pueden o no consumir, para el control del tiempo y, en caso de la toma de medicamentos, controlar variables específicas de la salud.

Las investigaciones en medicina y realidad aumentada llevarán a aplicaciones reales en neurocirugía, cirugía laparoscópica, intervenciones cardíacas, implantación por vía oral, ecografía guiada por procedimien-

tos y el uso en intervenciones por radio frecuencia. En la construcción, publicidad y diseño se cambian los sistemas de presentación de imágenes, como medio para cautivar consumidores a través de imágenes atractivas y reales de escenarios específicos.

Las redes sociales cada vez más integradas al quehacer de los usuarios podrán localizar los datos geo-referenciados de la mayoría de las publicaciones en escenarios reales.

El uso de realidad aumentada en el ámbito militar se hará visible en los diferentes frentes internacionales para apoyar su funcionamiento y misión, la información sobre un sujeto estará disponible en tiempo real sin necesidad de una entrevista exhaustiva o un registro minucioso.

En todos los escenarios futuros descritos los dispositivos móviles serán el principal medio de enriquecimiento de escenas con elementos virtuales, los servicios de realidad aumentada estarán disponibles en la mayoría de redes 3G, a través de numerosos proveedores.

La realidad aumentada podría revolucionar todos aquellos espacios en los que una pantalla de una computadora no es suficiente, permite convertir superficies en lugares para la navegación digital en pantallas transparentes, mejorado considerablemente la movilidad y funcionalidad de variadas aplicaciones, proporcionando la información necesaria para tareas específicas en tiempo real tales como negocios, economía, información comercial y de actualidad.

Los gráficos tridimensionales actuarán con usuarios específicos obrando como medios publicitarios, agentes informativos, modelos reales de construcción, elementos de medición en condiciones específicas reemplazando el hardware y aumentando la información virtual en la vida cotidiana de las personas.

3. Conclusiones

- Se pone en evidencia una tecnología que puede ser utilizada por equipos interdisciplinarios para ofrecer soluciones novedosas y enriquecer la experiencia del usuario en diversos escenarios, como es el caso de la exhibición y venta de productos, búsqueda de información sobre un lugar histórico o comercial, entre otros.
- Un usuario que utiliza tecnología de RA puede interactuar con objetos reales o virtuales y percibir escenarios proyectados en el tiempo

(pasado o futuro), dicha inmersión incrementa el impacto que podría experimentar el usuario si usara tecnologías convencionales.

- La novedad de ésta tecnología necesita ser planeada en cada escenario para que, con creatividad e innovación, complemente las investigaciones de las diferentes áreas. Se necesitan investigadores capaces de pensar en el mundo mixto, realidad–virtualidad, como medio para transmitir y mejorar procesos de comunicación humano–computadora, como consumidor y productor.

Bibliografía

- ABASCAL, Julio y MORIYÓN, Roberto (2002). Tendencias en interacción persona computador. [en línea]. En: Inteligencia artificial: Revista iberoamericana de Inteligencia Artificial. Vol. 6, No. 16. p. 9–24. Valencia (España): Asociación Española para la Inteligencia Artificial. ISSN 1137-3601 <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1023250>> [Consulta: 28/07/2010].
- AZUMA, Ronald T. (1997). A Survey of Augmented Reality. [en línea]. En: Presence: Teleoperators and Virtual Environments Vol. 6, No. 4. p. 355 – 385. Cambridge: MIT Press <<http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>> [Consulta: 28/06/2010].
- BEHRINGER, Reinhold; KLINKER, Gudrun J. and MIZELL, David W. (1999). Augmented Reality Placing Artificial Objects in Real Scenes Proceedings of IWAR'98. [en línea]. (1999). 236 p. San Francisco (California, USA): A. K. Peters Ltd. ISBN: 1-56881-098-9. <http://books.google.com.co/books?id=E9_04GnD7uoC&source=gbs_navlinks_s> [Consulta: 25/07/2010]
- BMW (s.f.). BMW Augmented Reality in practice. [en línea]. s.l: BMW. <http://www.bmw.com/com/en/owners/service/augmented_reality_workshop_1.html> [Consulta: 30/07/2010]
- DUNSER, A.; GRASSET, R.; SEICHTER, H.; and BILLINGHURST, M. (2007). The Mixed Reality Book: A New Multimedia Reading Experience Magic [en línea]. En: 2nd International Workshop on Mixed Reality User Interfaces: Specification, Authoring, Adaptation (mar., 2007). Charlotte (USA): The Human Interface Technology Laboratory New Zealand (HIT Lab NZ). Proceedings of the 2nd International Workshop on Mixed Reality User Interfaces <<http://www.hitlabnz.org/publications/2007-CHI-TheMixedRealityBook.pdf>>. [Consulta: 25/07/2010]
- ESTEBAN, P.; RESTREPO, J.; TREFFTZ, H.; JARAMILLO, JE. y ÁLVAREZ, N. (2004). La realidad aumentada: un espacio para la comprensión de conceptos del cálculo en varias variables. [en línea] En: XVI Simposio Iberoamericano de enseñanza Matemática “Matemática para el siglo XXI” (sep., 2004), p. 7-8. Castellón: Universidad Jaume I de Castellón. <http://www.iberomat.uji.es/carpeta/pos.htm> [Consulta: 09/06/2010]
- FEINER, Steven; MACINTYRE, Blair and SELIGMANN, Dorée (1992). Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance, KARMA [en línea]. New York (USA): Computer Graphics and User Interfaces Lab, Columbia University. <<http://graphics.cs.columbia.edu/projects/karma/karma.html>> [consulta: 25/07/2010]
- FEINER, Steven; MACINTYRE, Blair and SELIGMANN, Dorée (1993). Knowledge-based Augmented Reality Maintenance Assistance. [en línea] En: Communications of the ACM, Vol. 36, No. 7. (jul., 1993), p. 52-62. New York (USA): Association for Computing Machinery, ACM. ISSN: 0001-0782. <http://portal.acm.org/ft_gateway.cfm?id=159587&type=pdf&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=108002897&CFTOKEN=53715469> [Consulta: 01/07/2010]
- GARRIDO, Roberto y GARCÍA, Alex. (2007). Técnicas de Interacción para Sistemas de Realidad Aumentada [en línea]. En: II Jornadas sobre Realidad Virtual y Entornos Virtuales (jul, 2007), Albacete (España): Jorevir <http://www.sc.ehu.es/ccwgamoa/pub/apero/AP-RealidadVirtual/08_JOREVIR_Garrido.pdf>. [consulta: 01/07/2010].
- GUBERN, Román (1996). Del bisonte a la realidad virtual: la escena y el laberinto. [en línea]. (1996) 193 p. Madrid (España): Anagrama. ISBN 8433905341. <<http://books.google.com.co/books?id=jn8vAQAAIAAJ&q>> [Consulta: 01/07/2010]

- HERAS, Lara Lizbeth y VILLARREAL BENÍTEZ, José Luis. (2004). Realidad Aumentada: una tecnología en espera de usuarios. [en línea]. En: Revista Digital Universitaria Vol. 5, No. 7 (agos, 2004). p. 1-9. México. Universidad Nacional Autónoma de México ISSN: 1067-6079. <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num6/art48/jun_art48.pdf> [consulta: 01/07/2010]
- HERRERO IBÁÑEZ, Manuel.(s.f). Realidad Aumentada: ARToolKit para animación de personajes [en línea] Proyecto Final de Carrera. 185 p. Valencia (España): Universidad Politécnica de Valencia. <http://www.disca.upv.es/magustim/val/pfcs_anteriores/arToolkit/Memoria%20ARToolkit.pdf> [consulta: 01/07/2010]
- HIT LAB (s.f). How does ARToolKit work?. [en línea]: Human Interface Laboratory Washington. Seattle (WA, USA): Human Interface Technology Laboratory, University of Washington. <<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/userarwork.htm>>. [Consulta: 23/07/2010].
- HUGHES, Charles E.; STAPELON, Christopher B.; HUGHES, Darin E. and SMITH, Eileen M. (2005). Mixed Reality in Education, Entertainment, and Training. En: IEEE Computer Graphics and Applications. Vol. 25, No. 6 (nov.-dic.). p 24-30. Washington (USA): IEEE
- IZKARA, José Luis; PÉREZ, Juan; BASOGAIN, Xabier and BORRO, Diego (2007). Mobile Augmented Reality, an Advanced Tool for the Construction Sector. [en línea]: (2007) p.453-459 s.l. <<http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2007-068-152-izkara.pdf>> [Consulta: 01/07/2010]
- KATO, Hirokazu and BILLINGHURST, Mark. (1999) Marker Tracking and HMD Calibration for a video-based Augmented Reality Conferencing System. [en línea] In Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality (IWAR 99). San Francisco: HIT Lab <<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/Papers/IWAR99.kato.pdf>> [Consulta: 23/07/2010]
- MILGRAM, Paul and Kishino Fumio. (1994). Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays [en línea]. En: IEICE Transactions on Information and Systems, vol. E77-D, No. 12. (dic.,1994). p. 1321-1329. Minato-ku (Tokyo, Japan): Institute of Electronics, Information and Communication Engineers <http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html> [consulta: 03/07/2010]
- PARVIZ, Babak A. (2009). Augmented Reality in a Contact Lens [en línea]. New York: IEEE Spectrum. En: spectrum.ieee.org. (sep.). New York (USA): IEEE SPECTRUM <<http://spectrum.ieee.org/biomedical/bionics/augmented-reality-in-a-contact-lens/0>> [Consulta 30/07/2010]
- PUNSALAN, Derek (2009). Custom FLAR Markers Explained [en línea]. Los Angeles (California, USA): Squidder. (mar., 2009) <<http://www.squidder.com/2009/03/05/for-nerds-only-custom-flar-markers-explained/>> [Consulta: 26/07/2010]
- SOCOLOFSKY, Eric (2010). Transmote Speaks FLARManager: Augmented Reality in Flash [en línea]. s.l: Transmote Speak. <<http://words.transmote.com/wp/flarmanager/flarmanager-intro/>> [consulta: 23/07/2010].
- VAUGHAN-NICHOLS, Steven J. (2009). Augmented Reality: No Longer a Novelty? En: Computer. Vol. 42, No. 12, (dic, 2009). p. 19-22. Washington: IEEE Computer Society.. ISSN: 0018-9162.
- WACKER, Frank K; VOGT, Sebastian; KHAMENE, Ali; JESBERGER, John A; NOUR, Sherif G; ELGORT, Daniel R; SAUER, Frank; DUERTK, Jeffrey L. and LEWIN, Jonathan S. (2006). An Augmented Reality System for MR Image-guided Needle Biopsy: Initial Results in a Swine Model. [en línea]. En: Radiology. Vol. 238, No. 2, (2006). p. 497-504. Oak Brook (Illinois, USA): Radiological Society of North America. ISSN 1527-1315 <<http://radiology.rsna.org/content/238/2/497.full#sec-1>> [Consulta: 26/07/2010]
- WOODWARD, Charles. (2009). Augmented and Mixed Reality. [en línea]. Espoo (Finland): VTT Technical Research Centre of Finland. <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj2/multimedia/AR_MR_brief_2009-04.pdf> [consulta: 25/07/2010]