



Análisis: Realidad Aumentada aplicada a entornos industriales

Documento generado por técnicos de la División de Tecnologías Multimedia del Instituto Tecnológico de Aragón (ITAINNOVA) enmarcado en la **ORDEN de 29 de diciembre de 2014, del Consejero de Industria e Innovación, por la que se encomienda al Instituto Tecnológico de Aragón la realización de actuaciones para potenciar e impulsar el sector de tecnologías audiovisuales en Aragón.**



Material desarrollado por el Instituto Tecnológico de Aragón

Este obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)



Referencia / Cita:

“Lacueva Pérez, F.J., Gracia Bandrés, M.A., Sanagustín Grasa, L.M., González Muñoz, C., Romero San Martín, D. – (2015) TecsMedia: Análisis Realidad Aumentada para entornos Industriales”

www.aragon.es
www.itainnova.es

01.	RESUMEN EJECUTIVO	3
02.	DEFINICIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA	4
03.	ELEMENTOS NECESARIOS PARA COMPONER UN SERVICIO DE R.A.....	5
04.	TECNOLOGÍAS DE SEGUIMIENTO	7
04.1.	Tecnologías de seguimiento basadas en sensores	7
04.2.	Tecnologías de seguimiento basadas en visión por computador:	8
05.	TECNOLOGÍAS DE VISUALIZACIÓN	10
06.	SDKS PARA REALIZAR APLICACIONES DE REALIDAD AUMENTADA	13
07.	APLICACIONES DE LA REALIDAD AUMENTADA ORIENTADOS A INDUSTRIA... 	16
08.	RETOS DE INVESTIGACIÓN EN EL CAMPO DE LA REALIDAD AUMENTADA	17
09.	CONCLUSIONES	19
10.	REFERENCIAS	20

01. Resumen ejecutivo

En los últimos años, se está produciendo el auge de las soluciones de Realidad Aumentada (en adelante RA) gracias a la proliferación de teléfonos inteligentes (*smartphones*) y tabletas que permiten disfrutar fácilmente de la experiencia de la RA en entornos de movilidad. Además la aparición de dispositivos *wereables* como las Smart Glasses (Vuzix, Epson, Google, etc.) o los Smart Watches permite que el acceso a la información provista vía RA se pueda realizar con una mínima intrusión en las tareas que el usuario realiza.

El análisis de la evolución de la RA en el Hype Cycle de Gartner (2010-2014) [1], permite ver que las expectativas creadas han sido más elevadas que los desarrollos y aplicaciones actuales. Sin embargo, la posibilidad de poder acceder a información contextualizada, en movilidad y con un bajo grado de intrusión en las labores de los usuarios garantiza el éxito de la RA al permitir que puedan ser empleadas con múltiples finalidades en diferentes sectores: turismo, logística, transporte, etc., aunque en este documento nos centraremos especialmente en el ámbito industrial.

En el entorno industrial, este éxito se garantiza por el interés depositado en la RA como soporte para el desarrollo del concepto Industria 4.0 ya que las tecnologías que soportan la RA permiten que los trabajadores interactúen, en tiempo real y desde sus puestos de trabajo, con información relevante para las tareas que tienen encomiadas (p.e. ordenes de trabajo, planificación).

Las tecnologías que soportan la RA son un medio para que los trabajadores colaboren en la solución de problemas y permiten además que el empleado reciba formación en el puesto de trabajo explícita (antes de comenzar una tarea) o implícita (guiando en los procesos de verificación). En definitiva, la RA puede contribuir a mejorar la eficiencia y productividad de los trabajadores.

Por último, señalar que el objeto de este documento es analizar el estado de la RA reflejando sus características generales, las diferencias con la Realidad Virtual y presentar las distintas tecnologías de seguimiento y visualización disponibles. Por un lado se revisarán los distintos tipos de soporte existentes, y por otro, se verán los diferentes SDKs¹ que permiten desarrollar aplicaciones. Además, se presentarán distintas aplicaciones de la RA en el ámbito industrial y por último, a modo de conclusión, se presentarán los retos futuros de estas tecnologías.

¹ Software Development Kit

02. Definición de la Realidad Aumentada

En primer lugar, para facilitar la comprensión del documento, vamos a dar una definición de Realidad Aumentada. En el ámbito científico, una definición comúnmente aceptada es la que proporciona Azuma [2] que presenta la RA como un conjunto de tecnologías que combinan imágenes reales y virtuales, de forma interactiva y en tiempo real, de manera que permite añadir la información virtual a la información física que el usuario percibe del mundo real.

Es este elemento del "mundo real" el que diferencia la Realidad Aumentada de la Realidad Virtual (RV) ya que la Realidad Aumentada no sustituye la realidad física sino que sobreimprime información añadiendo esa información en el contexto de la realidad existente, por ejemplo, añadiendo estadísticas sobre una atracción turística o permitiendo ver cómo queda un sofá en el salón de un potencial cliente. A diferencia de la RA, la RV "transporta" al usuario fuera del mundo real, reemplazando este mundo por el mundo virtual creado sintéticamente por ordenador [3].

Para apreciar la transición entre ambas tecnologías, es muy útil mostrar la figura de Paul Milgram y Fumio Kishino que explica el concepto "Reality-Virtuality Continuum" [3]. Este concepto muestra la transición entre el mundo real y el mundo virtual y cómo, entre medias, el espacio está dominado por una realidad mixta donde están ambos presentes.



Figura 1: Reality-Virtuality Continuum

03. Elementos necesarios para componer un servicio de Realidad Aumentada

Un sistema de Realidad Aumentada consiste en tres simples fases. Una primera fase de reconocimiento, una segunda de seguimiento y, por último, una última fase de mezclar/alinear la información del mundo o del objeto virtual debe estar correctamente alineada con la imagen del mundo real. Teniendo esto en cuenta, se van a detallar los elementos necesarios para componer un servicio de realidad aumentada [4].

- Por un lado, un elemento que capture las imágenes de la realidad que están viendo los usuarios. Basta para ello una sencilla cámara presente en el teléfono, tableta o gafas de RA.
- Por otro lado se necesita un elemento sobre el que proyectar la mezcla de las imágenes reales con las imágenes sintetizadas. Este elemento puede ser una pantalla de ordenador, de móvil o el display de unas gafas de realidad aumentada.
- En tercer lugar, es preciso tener un elemento de procesamiento, o varios de ellos que trabajen conjuntamente. Su cometido es el de interpretar la información del mundo real que recibe el usuario, generar la información virtual que cada servicio concreto necesite y mezclarla de forma adecuada. El punto del procesamiento es importante a la hora de determinar el grado de madurez del dispositivo. En la actualidad, el procesamiento de los smartphones, tabletas y ordenadores es muy elevado pero aún está limitado en el caso de las gafas de realidad aumentada.
- Finalmente se necesita un elemento al que podríamos denominar «activador de realidad aumentada». En un mundo ideal el activador sería la imagen que están visualizando los usuarios, ya que a partir de ella el sistema debería reaccionar. Pero, dada la complejidad técnica que este proceso requiere, en la actualidad se utilizan otros elementos que los sustituyen. Se trata entonces de elementos de localización como los GPS que en la actualidad van integrados en gran parte de los Smartphone, así como las brújulas y acelerómetros que permiten identificar la posición y orientación de dichos dispositivos, así como las etiquetas o marcadores del tipo RFID o códigos bidimensionales, o en general cualquier otro elemento que sea capaz de suministrar una información equivalente a la que proporcionaría lo que ve el usuario, como por ejemplo sensores.

En un caso ideal, algunos de estos elementos podrían llegar a eliminarse. Esto ocurriría si se consigue, por ejemplo, proyectar la información sintetizada de forma que el ojo sea capaz de verla, bien sobre unas gafas, directamente sobre la retina, o con alguna técnica holográfica avanzada. En esta línea se está trabajando pero de momento las tecnologías aún no están lo suficientemente maduras.

04. Tecnologías de seguimiento

Señalar en este punto que éste es uno de los campos en los que más se ha avanzado en los últimos años, gracias a la proliferación de dispositivos con sensores y a la continua mejora en la calidad de vídeo de las cámaras que ha llevado a una disminución de precios en los dispositivos. Pero aún con todo, aún representa un área de estudio a considerar en la realización de una aplicación de RA y una línea de investigación importante con retos por abordar.

Es por ello, que nos gustaría profundizar en las distintas tecnologías de seguimiento disponibles para realizar una aplicación de realidad aumentada. Estas técnicas de seguimiento, también conocidas por su nombre en inglés, "tracking", se presentan en la siguiente tabla y muestran los principios en los que se basan.

Basadas en sensores	WIFI, Bluetooth, UWB, ZibBee, RFID, Infrared, Ultrasound
Basadas en visión por computador	Basadas en marcadores Sin marcadores Marcadores naturales
Híbridas	Una combinación de diferentes métodos para mejorar la precisión. Por ejemplo, mezclar visión, localización GPS y orientación.

Tabla 1: Tecnologías de seguimiento basadas en RA

04.1. Tecnologías de seguimiento basadas en sensores

Entrando un poco más en detalle en cada una de las distintas técnicas, cabe señalar que las tecnologías de seguimiento basadas en sensores eran las predominantes hace más de una década. Los sistemas de tracking se basaban en distintos tipos de sensores: infrarrojos, Bluetooth, WIFI, etc. En la actualidad estos sistemas se utilizan en combinación con técnicas de visión para mejorar las prestaciones de los sistemas de seguimiento.

El principal inconveniente, en general, de estas las aproximaciones basadas en sensores es que, de no existir (por ejemplo: una red WIFI), requieren de una inversión importante para crear la infraestructura de soporte. Además, su utilización es adecuada para interiores pero, en exteriores la precisión de las localizaciones es menor, si bien pueden utilizarse en combinación con los sensores GPS disponibles en la mayoría de los *smart devices* actuales.

04.2. Tecnologías de seguimiento basadas en visión por computador:

Estas tecnologías se basan en aprovechar las capacidades de captación de imágenes (foto, video) disponibles en los dispositivos actuales. Las tecnologías de localización basada en visión por computador se dividen en dos grandes grupos: identificación/localización basada en marcadores e identificación/localización basada en reconocimiento de características naturales (carteles, rótulos, mobiliario, etc.).

Las **técnicas basadas en marcadores** fueron las primeras en desarrollarse existiendo varios tipos de marcadores: códigos de barras, QR (Quick Response Barcode) o Bidi. Los marcadores se caracterizan por ser fáciles de reconocer en base al alto contraste de los elementos que los componen. Una de las características más destacables que presentan es que su reconocimiento permite calcular la distancia y el ángulo a los mismos del dispositivo desde el que se está capturando la imagen. Por el contrario, además de ser elementos “artificiales” al elemento con respecto al que posicionar el usuario, presentan el inconveniente de tener que ser visibles y no poder ser ocluidos por otros objetos.

Esta técnica se fundamenta en la utilización de una cámara para percibir el marcador desde un punto visual específico y un software (en el móvil, tableta, ordenador) que hace que aparezca una información sobreimpresa (imagen 3D, información adicional del producto, etc.).

Esta técnica de seguimiento basada en marcadores es muy útil dado que los marcadores son muy fáciles de reconocer por cualquier dispositivo con cámara y no requieren una gran capacidad de proceso. Por lo tanto, en escenarios que cumplan estos requisitos pueden ser una técnica muy útil.

Sin embargo, en la actualidad el mayor campo de trabajo en temas de realidad aumentada se centra en el **reconocimiento sin marcadores**. Este reconocimiento se basa en técnicas de reconocimiento de imágenes y que conllevan una gran capacidad de procesamiento por parte del dispositivo.

A continuación, se definen brevemente dos de las técnicas más importantes.

- **Basadas en modelos:** esta técnica se basa en el conocimiento a priori de la presencia de objetos 3D y su apariencia dentro de la escena. A pesar de que los entornos no tienen que estar preparados sí que conviene distinguir que hay que definir algunas restricciones y/o modelos geométricos que se esperan encontrar. Una vez traqueado el objeto, es posible detectar, mediante visión, aristas y puntos de interés para poder establecer la posición de la cámara relativa al objeto.

- Reconocimiento de imágenes basadas en sus características naturales. Esta técnica también conocida por su denominación en inglés, Natural Feature tracking, se basa en detectar características naturales de la escena, es decir, buscar estructuras físicas que son altamente detectables desde el punto de vista de los métodos de visión por computador. Este reconocimiento de imágenes basadas en sus características naturales se realiza mediante el uso de algoritmos matemáticos y permite que en función de estas características se pueda reconocer la misma imagen desde distintas distancias, orientaciones, y niveles de iluminación. La ventaja de esta técnica es que proporciona una mayor robustez ante oclusiones y variaciones de iluminación.

Por último, tenemos las **tecnologías de seguimiento híbridas** que acompañan las técnicas de visión con otras fuentes de datos posicionales y de movimiento o rotación proporcionados por GPS, brújula, acelerómetros, giróscopos, etc.

Así, por ejemplo, esta técnica de seguimiento permite conocer la posición del dispositivo (GPS), cómo está orientado (a través de la brújula) y calcular su orientación con el acelerómetro. Con estos datos es posible encontrar objetos sobre los que sobreimprimir información aumentada en su área cercana sin el uso de técnicas de procesamiento de imagen.

05. Tecnologías de visualización

Los dispositivos de realidad aumentada constan de un sistema de display que es el elemento utilizado para mostrar las imágenes virtuales mezcladas con la realidad o bien proyectadas en la pantalla. Los dos principales sistemas de display utilizados son la pantalla óptica transparente (Optical See-Through Display) y la pantalla de mezcla de imágenes (Video-Mixed Display).

- **Pantalla óptica transparente** (Optical See-Through display). Estos elementos de visualización son pantallas que permiten al usuario ver el mundo real con sus propios ojos a través del dispositivo y que sobreponen la información gráfica en la vista del usuario mediante un sistema de proyección óptico.

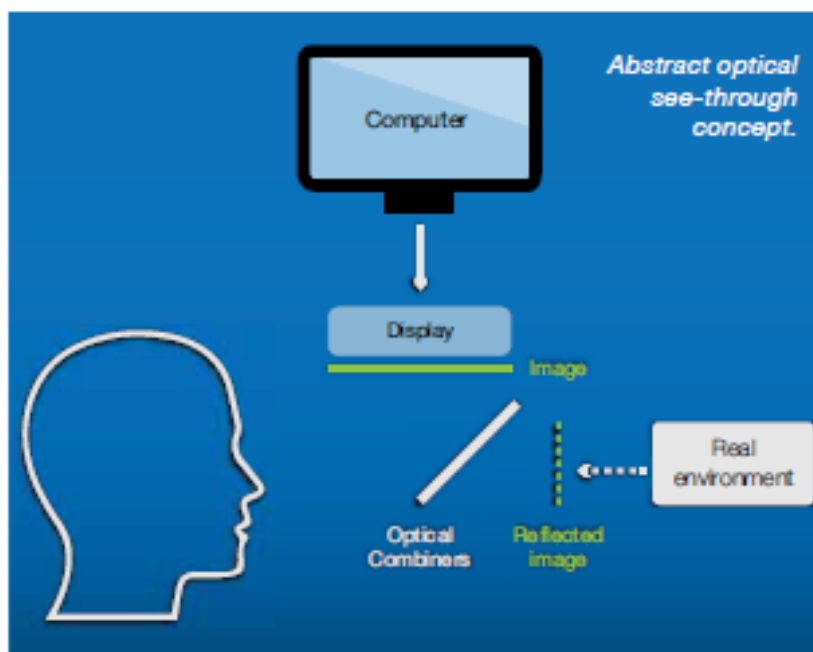


Figura 1.- Esquema de los Optical-See Trough Displays. Fuente MetaIO

- **Pantalla de mezcla de imágenes** (Video-Mixed Display). Estos elementos de visualización constan de unas cámaras que se utilizan para grabar el mundo real y el sistema integra estas imágenes reales con las sintéticas y a continuación presenta la imagen compuesta a los ojos del usuario.

El esquema con los elementos se muestra en la siguiente imagen.

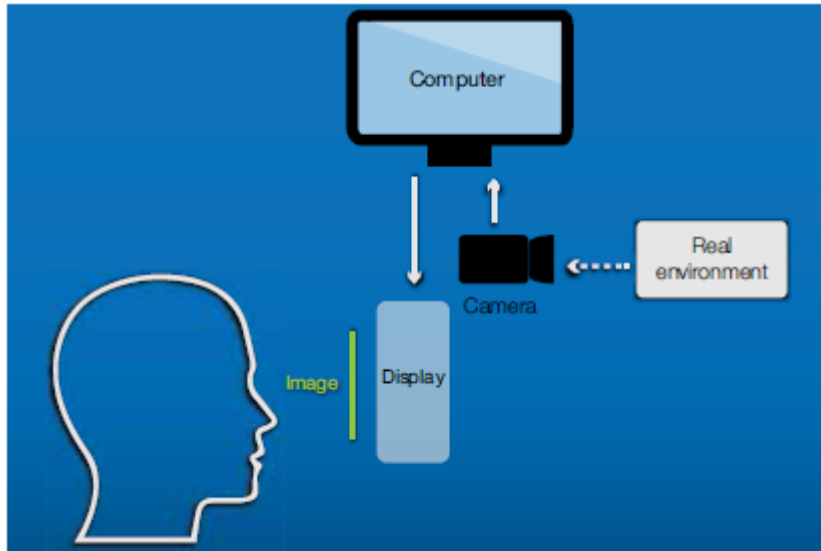


Figura 2 .- Esquema de los Video Mixed Displays. Fuente MetaIO

En cuanto a la forma de mostrar la Realidad Aumentada, existen tres posibilidades que se mencionan a continuación:

- **Display de mano:** es un dispositivo manual que incorpora una pequeña pantalla que cabe en la mano del usuario (tabletas, móviles) y sobre la cuál y mediante técnicas de superposición muestra la información virtual añadida a la real. La gran ventaja de estos dispositivos es el carácter portátil de los mismos, que son muy poco intrusivos y de muy fácil acceso. Actualmente, existen multitud de aplicaciones que pueden ejecutarse en teléfonos móviles o tablets ya que estos dispositivos disponen de cámara y su penetración en el mercado es muy amplia.
- **Display espacial:** esta tercera opción hace uso de proyectores digitales para mostrar información gráfica sobre los objetos físicos. En este caso, la pantalla está separada de los usuarios del sistema y dado que el display no está asociado a cada usuario permite a grupos de usuarios utilizarlo al mismo tiempo.

Estos displays basados en proyectores son una buena solución para aplicaciones que requieran ser lo menos intrusivas posible o que tengan que permitir trabajos colaborativos. Existen una gran variedad de técnicas para mostrar la información gráfica directamente sobre objetos reales o incluso en superficies que se usan en el día a día.

A continuación, se muestra una imagen mostrando un display espacial donde los usuarios usan gafas para obtener una imagen virtual 3D del objeto tal como se muestra en el recuadro situado en la esquina inferior derecha.

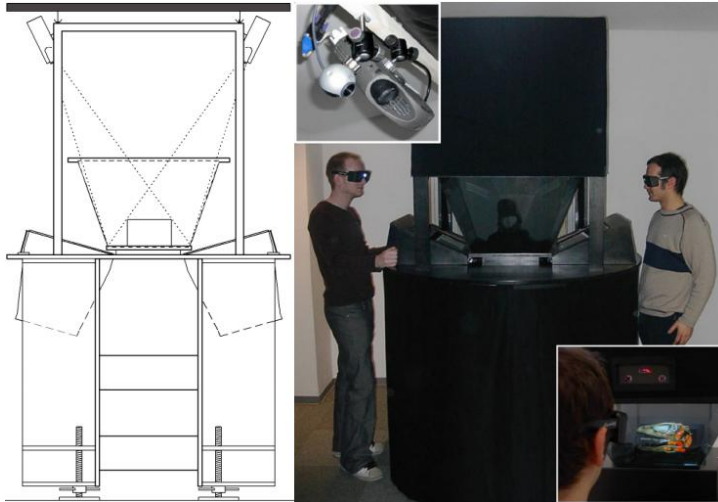


Figura 3. Display especial. Prototipo basado en proyecciones

- **Display en la cabeza** o head mounted display (HMD): son unos dispositivos que incorporan una pantalla instalada en la cabeza y que es la que muestra las imágenes del mundo real y los objetos virtuales sobre su vista. Los HMD permiten tener las dos pantallas arriba mencionadas: pantalla óptica transparente y mezcla de imágenes.

Estos dispositivos pueden ser de distintos tipos en función de que las imágenes se reproduzcan sobre un ojo o sobre dos:

- Monocular: las imágenes creadas por ordenador sólo se reproducen sobre un ojo.
- Binocular: las imágenes creadas por ordenador se reproducen sobre los dos ojos, obteniendo así una imagen estereoscópica.

Y también, cabe distinguir en función de su uso:

- Cascos o gafas de Realidad Virtual propiamente dicha: ocupan el campo de visión del usuario de modo que no tiene percepción del entorno que lo rodea, permitiendo así la completa inmersión de éste en una realidad virtual, ya que sólo percibirá las imágenes creadas por ordenador y reproducidas sobre la pantalla.
- Cascos o gafas de realidad aumentada o realidad mixta: permiten al usuario ver todo el entorno que lo rodea e introducen en éste objetos virtuales, produciendo así lo que se conoce como realidad aumentada o realidad mixta.

06. SDKs para realizar aplicaciones de Realidad Aumentada

Una vez mostradas las distintas técnicas de seguimiento y las tecnologías de display con la tabla de dispositivos, se va a entrar en más detalle presentando los distintos kits de desarrollo disponibles para realizar aplicaciones de realidad aumentada.

En la actualidad, hay varios SDKs en el mercado. De hecho, la evolución alcanzada por los SDKs existentes para desarrollar aplicaciones de realidad aumentada es tal que los desarrolladores pueden usar las librerías y centrarse en el desarrollo de la lógica de la aplicación y el contenido de la misma.

La lista que proporcionamos a continuación ha sido seleccionada basándonos en los siguientes criterios.

- El producto o la librería es un SDK para crear aplicaciones de realidad aumentada, no una aplicación stand-alone (aplicación independiente).
- El producto o la librería se pueden utilizar, ya sea a través de una descarga gratuita o mediante una licencia de software comercial.
- La lista no incluye las entradas que representan la oferta de servicios en lugar de software que se puede licenciar.
- La lista no incluye:
 - productos en desarrollo que aún no se han publicado oficialmente
 - productos que alguna vez fueron a licencia, pero desde entonces han sido adquiridos por otras entidades y que ya no ofrecen la licencia pública
 - productos que no siguen soportados por una comunidad de desarrollo o comunidad de código abierto
- La lista excluye las soluciones propietarias que no están disponibles para los desarrolladores bajo cualquier modelo de licencia.
- Los productos deben funcionar al menos en dos sistemas operativos móviles.

La lista incluye información detallada de los productos y un enlace a la Empresa o comunidad de desarrollo que lo soporta. Los enlaces están actualizados con fecha de 2 de Junio de 2015.

Producto	Tipo de Licencia	Plataforma	Características	Descripción
ALVAR	Libre, Comercial	Android, iOS, Windows, Flash	Seguimiento basado en marcadores y sin marcadores	Librería software para crear aplicaciones de RA y RV. Desarrollada por el Instituto Técnico de Investigación VTT (VTT Technical Research Centre of Finland).
ARLab	Libre, Comercial	Android, iOS	GPS, sensors (IMU Sensors), búsqueda visual	ARLab ofrece un amplio portfolio de soluciones tecnológicas para RA.
ARmedia	Libre, Comercial SDK	Android, iOS, Windows, Flash	Seguimiento basado en marcadores	La plataforma ARmedia es un framework de desarrollo estructurado y modula que incluye distintos módulos software. Este framework es independiente del motor de seguimiento en tiempo real y del motor de renderización.
Arpa	Libre, Comercial SDK	Android, iOS, Windows	Seguimiento basado en marcadores y sin marcadores, GPS, Sensores (IMU sensors), tracking facial y por infrarrojos, y renderización en tiempo real	Arpa Solutions es una compañía líder en el desarrollo de productos y aplicaciones de realidad aumentada a través de su plataforma propietaria ARPA AR.
ARToolkit	Open Source, Comercial SDK	Android, iOS, Linux, OSX, Windows	Seguimiento basado en marcadores y sin marcadores	ARToolkit es una plataforma de Realidad Aumentada que está disponible para múltiples sistemas operativos: iOS, Android, Linux, Windows y Mac OS.
ArUco	Open Source	Linux, OSX, Windows	Marcadores	Librería para aplicaciones de RA basada en OpenCV
Aurasma	Libre, Comercial SDK	Android, iOS	Solución sin marcadores que se basan en las características naturales de la imagen o el objeto (bordes, esquinas o texturas), una técnica conocida como NFT (Natural Feature Tracking)	Es una solución de HP que incorpora reconocimiento automático de imágenes
BazAR	Open Source	Linux, OSX, Windows	Soluciones sin marcadores basadas en Natural Feature Tracking	BazAR es una librería de visión por computador basada en la detección de características de la imagen y su posterior matching. En particular, es adecuada para detectar y registrar estructuras planares en imágenes.
Beyond Reality Face	Comercial SDK	Flash	Tracking facial	Beyond Reality Face Nxt es una solución de tracking facial para desarrolladores y usuarios que proporciona una API disponible para todas las plataformas.
Catchoom	Libre, Comercial SDK	Android, iOS	Búsqueda Visual (VisualSearch)	Esta herramienta, licenciada por la Empresa Catchoom Technologies, ofrece la posibilidad de conectar aplicaciones móviles con los servicios en la nube de CraftAR.
DAQRI	Libre, Comercial SDK	Android, iOS	Búsqueda visual, ContentAPI y características naturales (NaturalFeature)	DAQRI es una plataforma RA basada en visión que ofrece soluciones de visualización e interactivas en 4D apoyadas por un sistema de datos en la nube.
Designers ARToolkit (DART)	Libre pero con el código fuente cerrado	OSX, Windows	Marcadores, ContentAPI y TrackerInterface	DART es un conjunto de herramientas de software que permite diseñar e implementar aplicaciones y experiencias de RA de forma rápida.
HOPPALA	Libre, Comercial	Android, iOS	ContentAPI	Hoppala Augmentation proporciona un interfaz gráfico web que permite crear contenidos de RA

	Servicio			de una forma muy fácil y publicar los contenidos en los tres navegadores de RA más importantes: Layar, Junaio y Wikitude.
IN2AR	Libre, Comercial SDK	Flash, iOS, Android	Características naturales (NaturalFeature)	IN2AR es un motor cross-platform de RA que es capaz de detectar y estimar la posición de las imágenes usando webcams y cámaras del móvil. La información de posicionamiento se puede usar para incluir objetos 3D o vídeos sobre la imagen y crear de esta forma aplicaciones o juegos de RA controlados por movimiento.
Instant Reality	Libre, Comercial SDK	Android, iOS, Linux, OSX, Windows	Marcadores, NaturalFeature, GPS, Sensores IMU, Tracking facial, VisualSearch, ContentAPI, SLAM, TrackerInterface	Es un framework para sistemas de realidad mixta que presenta interfaces para que los desarrolladores accedan a unos componentes y puedan realizar aplicaciones de RA/RV. Este sistema ha sido desarrollado por Fraunhofer IGD y ZGDV en cooperación con otros socios industriales.
Koozyt	Comercial SDK	Android, iOS	Marcadores	Fundada por miembros de los laboratorios de of Sony Computer Science que desarrollaron la tecnología "PlaceEngine" en Julio de 2007. Esta tecnología conecta el mundo real y el virtual poniendo el énfasis en el comportamiento humano.
Layar	Libre, Comercial SDK	Android, iOS	NaturalFeature, GPS, Sensores IMU, VisualSearch, ContentAPI	Layar permite a publicadores, anunciantes y marcas crear folletos, tarjetas con contenidos interactivos de RA sin necesidad de hacer desarrollos o instalar software.
Mixare	Open Source	Android, iOS	GPS	Mixare (mix AR Engine) es un browser de RA libre y de código abierto que está disponible par Android e iPhone.
OpenSpace3D	Open Source	Linux, Windows	Marcadores	OpenSpace3D es una plataforma de código abierto para desarrollar proyectos de RA y RV. Su objetivo es democratizar las aplicaciones 3D en tiempo real y proporcionar herramientas para creativos.
Rox Odometry SDK	Libre, Comercial SDK	Android, iOS, Linux, OSX, Windows	Marcadores, NaturalFeature	Permite construir aplicaciones identificando con la cámara del dispositivo objetos pre-grabados y obtener de forma exacta su posición y orientación relativa en tiempo real.
SSTT	Código fuente cerrado	Android, iOS, Windows Mobile, Linux, OSX, Windows	Marcadores, NaturalFeature	SSTT Bounce es un browser de RA que usa técnicas de tracking basadas en características naturales de la imagen.
Total Immersion	Libre, Comercial SDK	Android, iOS, Windows, Flash	Marcadores, NaturalFeature, Tracking facial	Total Immersion ofrece una plataforma comercial de RA que integra gráficos 3D interactivos en tiempo real dentro del flujo de video en vivo.
UART	Open Source	iOS, OSX, Windows	Marcadores	Unity AR Toolkit (UART) es un set de plugins para el motor Unity que permite a los usuarios desarrollar y desplegar aplicaciones de RA.
Vuforia	Libre, Comercial SDK	Android, iOS	Marcadores, NaturalFeature, VisualSearch	Vuforia es una plataforma de software que permite desarrollar aplicaciones de RA para móviles y tabletas.
Wikitude	Libre, Comercial SDK	Android, iOS, BlackBerry OS	GPS, Sensores IMU, ContentAPI	Wikitude es una solución completa de RA que incluye reconocimiento de imágenes, tracking, renderización de modelos 3D, etc.
Win AR	Libre, Comercial SDK	Windows	NaturalFeature	WinAR es una plataforma de desarrollo basada en Windows para realizar aplicaciones de RA. Proporciona procesamiento de imágenes, algoritmos de seguimiento y de registro.
yvision	Libre, Comercial SDK	Android, iOS, Windows Mobile, OSX, Windows	Marcadores	YVision es un framework que permite prototipado rápido y desarrollo de aplicaciones. Integra visión por computador, renderizado en tiempo real, simulación de físicas, RA, inteligencia artificial, etc.
ZappCode Creator	Comercial SDK	Android, iOS	Marcadores	Zapcode Creator son herramientas de creación de contenidos para crear experiencias de RA.

Tabla 1: Comparativa de SDKs para realizar aplicaciones de Realidad Aumentada

07. Aplicaciones de la Realidad Aumentada orientados a industria

Las posibilidades de aplicación de la realidad aumentada son muy amplias y se pueden encontrar aplicaciones para diferentes sectores, como pueden ser el del ocio, marketing, turismo, educación y salud entre otros.

En este punto se van a presentar las ventajas que presenta la realidad aumentada aplicada al sector industrial: procesos de fabricación y manufactura, mantenimiento y formación del trabajador en el puesto y que hacen que en la actualidad haya iniciativas importantes desarrollándose en este ámbito.

Las grandes ventajas de esta tecnología se enumeran a continuación:

- **Sobreimpresión de información:** la posibilidad de sobrescribir información digital sobre la realidad puede servir tanto para formar a operarios menos expertos como para reducir los errores en las tareas de mantenimiento o el tiempo de realización de las mismas.
- **Guidado paso a paso interactivo:** en este terreno, la tecnología permite ayudar a los operarios, que mediante el uso de dispositivos de realidad aumentada, pueden seguir procesos complejos y el dispositivo le guía mostrando paso a paso el proceso, identificando las herramientas e indicándoles las instrucciones que deben seguir.
- **Posibilidad de añadir etiquetas digitales y comentarios sobre el modelo real:** esta funcionalidad es muy útil ya que permite la asistencia remota y el aprendizaje en el puesto de operarios con menor formación ya que estos pueden ser ayudados por expertos que evitan desplazarse in situ con el correspondiente ahorro en coste y tiempo. Además estas herramientas, utilizadas por el operario, permiten contribuir a la mejora de los procesos de gestión de calidad por ejemplo identificando y documentado fallos mediante la captación de fotografías y su correspondiente anotación.
- **Posibilidad de validar tareas de mantenimiento realizadas:** estas tecnologías nos permiten superponer la información relativa a un componente, palanca de una máquina, etc. y obtener una validación visual para confirmar que la acción ha sido realizada correctamente o determinar si necesita un nuevo ajuste.

Estas ventajas mencionadas se están empezando a explotar a través de diversas iniciativas empresariales y se están dando los pasos necesarios para incorporar estas tecnologías en las factorías del futuro. Pero conviene ser cautos y señalar que aún queda un paso importante en cuanto a homologación de dispositivos e integración de las tecnologías en el día a día de las fábricas.

08. Retos de investigación en el campo de la Realidad Aumentada

En línea con lo mencionado en el párrafo anterior, este epígrafe está dedicado a presentar algunos de los retos que se están abordando en el ámbito de la realidad aumentada y a los que conviene prestar especial atención [[6] [7].

- **Reconocimiento de objetos en el mundo real y seguimiento de su posición.** En este punto, existen diversos enfoques como se ha comentado. La principal dificultad en el seguimiento 3D en tiempo real reside en la complejidad de la escena y el movimiento de los objetos a seguir, incluyendo los grados de libertad de los objetos individuales y su representación. En cuanto al seguimiento basado en visión, esta técnica tiende a asociar las localizaciones a seguir en fotogramas de video consecutivos, y esto es difícil especialmente en el caso de que los objetos se muevan rápido en relación a la velocidad de los fotogramas.
- **Oclusiones en seguimiento basado en marcadores.** Aunque el seguimiento basado en marcadores puede incrementar la robustez del sistema y reducir los requerimientos computacionales, hay veces que se producen errores porque estos sistemas sólo son capaces de proporcionar la información de localización cuando los marcadores sean visibles. Además, las soluciones basadas en marcadores no son escalables para manejar datos de navegación a gran escala que se requieren en exteriores.
- **Percepción de la profundidad en la fase de registro.** En la actualidad es un reto precisar la percepción de profundidad [[8]. Para intentar solventar esta problemática se pueden utilizar displays estereoscópicos e intentar corregir o aminorar los problemas de oclusión por ejemplo intentando realizar la fase de registro desde diferentes puntos visuales.
- **Reconocimiento de personas y seguimiento de las distintas partes del cuerpo.** Las técnicas de reconocimiento facial permiten detectar y reconocer personas y esto, unido a la evolución de las técnicas de detección de movimientos, reconocimiento inteligente de partes del cuerpo, gestos, etc.; son campos de interés para la Realidad Aumentada ya que permite potenciar aplicaciones sociales, de control de acceso, etc.; pero plantea el debate en cuestiones relativas a la privacidad de los usuarios.
- **Reconocimiento de caras y emociones.** Este es uno de los campos en los que se está trabajando y que presentan un gran reto en la medida que avances en este campo permitirán mejorar las capacidades sociales de las aplicaciones de realidad aumentada.

- **Posicionamiento en interiores.** Este es un tema que aún no está resuelto y que consiste en localizar objetos o personas dentro de interiores donde los sistemas de GPS no son efectivos. Estos sistemas pueden hacer uso de distintas tecnologías: sensores, óptica, etc.; y en la actualidad constituyen uno de los mayores retos de investigación en este campo con múltiples sectores de aplicación.
- **Reducir el grado de intrusión en las tareas:** en este sentido los avances en las tecnológicas de interacción natural, reconocimiento de gestos y reconocimiento de voz, son grandes y, la posibilidad de integrar, más y mejores sensores parece que contribuirá a mejorar esta carencia.
- **Mejorar el ciclo de vida de las baterías:** para poder ser de aplicación en el ámbito industrial, en el que el uso de CPU, comunicaciones y pantallas puede ser exhaustivo es necesario mejorar el tiempo de carga y duración de las baterías.
- **Mejorar la usabilidad de los dispositivos (wearables):** los dispositivos actuales, aunque comercializados, todavía pueden ser considerados pruebas de concepto. Reducir las dimensiones, peso y/o ángulos de oclusión es importante tanto para ser aceptados por los usuarios pero, sobre todo, para poder ser homologados para su uso en entornos en los que la seguridad del usuario debe primar.
- **Reducir el coste de los dispositivos ruggedizados:** si bien parece que la RA es algo que toda la industria está dispuesta a utilizar, un inconveniente añadido es el coste de los dispositivos ruggedizados, es decir, dispositivos capaces de soportar las condiciones en las que deben ser utilizados: golpes, grasa, calor, frío, etc.
- **Desarrollo de metodologías de diseño y desarrollo** que permitan garantizar introducir las nuevas capacidades tecnológicas

09. Conclusiones

A lo largo de este documento se ha presentado un estado del arte de la realidad aumentada, explicando el concepto y mostrando las tecnologías disponibles para su desarrollo. Además se han presentado algunos ejemplos de aplicación en el ámbito industrial e identificado algunos de los retos que la RA debe afrontar para conseguir ser una tecnología que madure y demuestre realmente todos sus potenciales.

Bajo nuestro punto de vista, la RA se encuentra, en un punto de inflexión: el gran número de dispositivos existentes, la ingente cantidad de SDKs pero, sobre todo, la gran cantidad de retos detectados demuestra, el interés que desde el punto de vista de la tecnología tiene así como las oportunidades que la RA aporta.

Sin embargo, este interés y las oportunidades que el desarrollo de las tecnologías de soporte de la RA presentan, no están, sin embargo, exentos de riesgos. La desaparición de Metaio, que era considerado como uno de los mejores proveedores de herramientas para el desarrollo de aplicaciones de RA portables a distintas plataformas (Windows, iOS, Android), tras ser comprado por Apple en Junio de 2015, no es más que una demostración de estos riesgos. Riesgos también extensibles al ámbito de los dispositivos como demuestra el renombre fugaz que adquirieron las Google Glass.

En cualquier caso y a pesar de los riesgos tecnológicos, análisis como los realizados por Empresas como DHL o General Electric, y las experiencias de Airbus o GM demuestran el interés creciente de la industria por la aplicación de la RA.

10. Referencias

- [1] <http://www.gartner.com/newsroom/id/2819918>
- [2] Ronald Azuma. A survey of augmented reality. Presence, 6(4):355–385, 1997.
- [3] ZETTIN, Minda, 4 Misconceptions About Augmented Reality. <http://www.oracle.com/us/corporate/profit/big-ideas/012715-bi-tl-augmented-sidebar-2415737.html> . Last visited 26-05-2015.
- [4] Milgram, Paul, Haruo Takemura, Akira Utsumi, and Fumio Kishino. "Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum," In Photonics for Industrial Applications, pp. 282-292, International Society for Optics and Photonics, 1995.
- [5] Realidad aumentada: una nueva lente para ver el mundo. Fundación Telefónica.
- [6] LAMBERTI, Fabrizio, et al. Challenges, Opportunities and Future Trends of Emerging Techniques for Augmented Reality-based Maintenance.
- [7] ZHOU, Feng; DUH, Henry Been-Lirn; BILLINGHURST, Mark. Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. En Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality. IEEE Computer Society, 2008. p. 193-202.
- [8] VAN KREVELEN, D. W. F.; POELMAN, R. A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. International Journal of Virtual Reality, 2010, vol. 9, no 2, p. 1.