

# Apéndice A: Técnicas y modelos en Realidad Aumentada.

## A.1 Despliegue de información

Una de las primeras tecnologías utilizadas para poder desplegar la información sobrepuesta sobre un escenario del mundo real, fue en 1964 cuando Ivan Sutherland utilizó algunas pantallas CRT y otras pantallas tipo transparente, las cuales creaban la sensación visual de que los elementos que se estaban desplegando sobre las pantallas se superponen en la escena real. (Gruber & Grasset, 2013).

Por otro lado mientras la tecnología ha evolucionado, lo que podemos considerar en la actualidad como uno de los dispositivos ideales para percibir el contenido virtual, es una pantalla de televisión debido a las dimensiones en las que la podemos encontrar además la calidad de imagen que pueden llegar a tener; no obstante la mayoría de este tipo de pantallas no son capaces de capturar el mundo real y aumentarlo; ya que una pantalla de Realidad Aumentada necesita mostrar de manera simultánea el mundo real y virtual (Mekni & Lemieux, 2010).

Es por ello que en la actualidad existen en su mayoría tres tipos de dispositivos para realizar el despliegue de la información, los cuales son los cascos o lentes con una pantalla montada, la pantalla de mano y proyectores espaciales (Biocca & Levy, 2013).

Los cascos o lentes con pantalla montada, consisten en un accesorio para la cabeza de tal manera que las pantallas donde la información es desplegada, tiene que tener la característica de ser transparentes y estar colocadas en frente de los ojos del usuario, con el propósito de abarcar la zona de visión; asistimos este tipo de dispositivos funciona solo con pantallas ópticas monoculares o binoculares. Por otra parte las pantallas de mano, son tecnología aplicada a dispositivos que actualmente son más comunes en su uso cotidiano.

Su estructura consiste dispositivos pequeños con una pantalla la cual pueda sostenerse con la mano del usuario tales como una teléfono inteligente o una tableta. En cuanto los proyectores espaciales, tienden a utilizar videoproyectores, teniendo como resultado que la información sea desplegada en de manera directa en el mundo físico; sin la necesidad de que el usuario necesite algún dispositivo extra. Este tipo de dispositivos tiende a separar la tecnología del usuario para integrarla con el entorno que es percibido. Una característica que provee esta tecnología es que el ambiente resulta ser más inmersivo para la interacción con el usuario; ya que la información es acoplada de manera más natural en la escena del mundo real.



a) Dispositivo con pantalla de mano.



b) Lentes con pantalla montada.



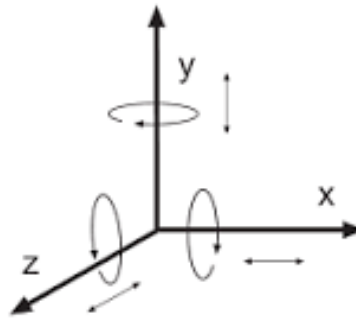
c) Proyector que genera Realidad Aumentada.

**Figura A.1 Ejemplos de dispositivos que permiten el despliegue de Realidad Aumentada.**

## A.2 Rastreo y localización espacial.

Los dispositivos utilizados en Realidad Aumentada para las tareas de rastreo y posicionamiento, consisten de cámaras o sensores ópticos; sin embargo, actualmente en los dispositivos móviles se han utilizado los diferentes tipos de sensores que se encuentran

incluidos en su arquitectura, como el GPS, acelerómetros, magnetómetros y giroscopios; los cuales ayudan a generar una medida más precisa sobre la posición en la que los elementos virtuales deben de combinarse con la escena del mundo real; además que de igual manera se puede determinar el espacio tridimensional en el cual se está desarrollando la superposición de los elementos. (Gruber & Grasset, 2013), en la Figura A.2 se muestra los grados de libertad y los ejes que están presentes en un espacio tridimensional.



**Figura A.2 Muestra de los seis grados de libertad en los ejes X, Y y Z, los cuales determinan el espacio tridimensional que debe de ser trabajado en un Sistemas de Realidad Aumentada.**

Por otra parte existen otros componentes en cuanto a hardware que son de gran importancia; además del uso de sensores es necesario contar con un procesador con la capacidad de evaluar la información obtenida del mundo físico, para que de esta manera se puedan procesar las señales requeridas para el manejo de renderización; sumado a este componente de igual manera el uso de memoria física es indispensable para poder almacenar los elementos virtuales que se desean desplegar; por otra parte en cuanto al uso de otro tipo de memoria como RAM y memoria caché son primordiales para la gestión de un proceso rápido e incluso optimizado de renderización de los elementos virtuales (Craig, 2013).

Dado el hecho de que una gran cantidad de información puede ser capturada y procesada por este tipo de dispositivos, es claro observar que el uso de varias herramientas en hardware son primordiales para un funcionamiento óptimo de los sistemas de Realidad Aumentada; especialmente en los dispositivos móviles, ya que de esta manera se puede

obtener una mayor cantidad de información de las escenas del mundo real sin necesidad de procesarlo a través del software (Miyashita, et.al, 2008).

Por otra parte la implementación de un sistema distribuido de Realidad Aumentada tiene varias restricciones en cuanto a un manejo de hardware directo con los dispositivos; ya que no todos cuentan con las mismas especificaciones tales como sensores, procesadores con la misma capacidad e inclusive el tamaño de memoria varía demasiado; al igual que la resolución de la cámara con la que cuenta cada dispositivo; es por ello que los componentes en la mayoría de estos sistemas deben de considerarse de manera general; es decir, que puedan estar disponibles en la mayoría de los dispositivos; tal como lo es la cámara, el adaptador wireless y algunos sensores.

**Tabla 6. Comparación de la tecnología comúnmente empleada para las tareas de rastreo y localización en Realidad Aumentada. Rango : Tamaño de la región en la que se puede usar el rastreo. Precisión: Granularidad de una posición de salida única. Ambiente: Lugar en el que se puede utilizar el rastreador, ya sea en interiores o en el exterior. Tiempo: Duración para la obtención de los datos útiles del rastreo (Papagiannakis & Magnenat-Thalmann, 2008).**

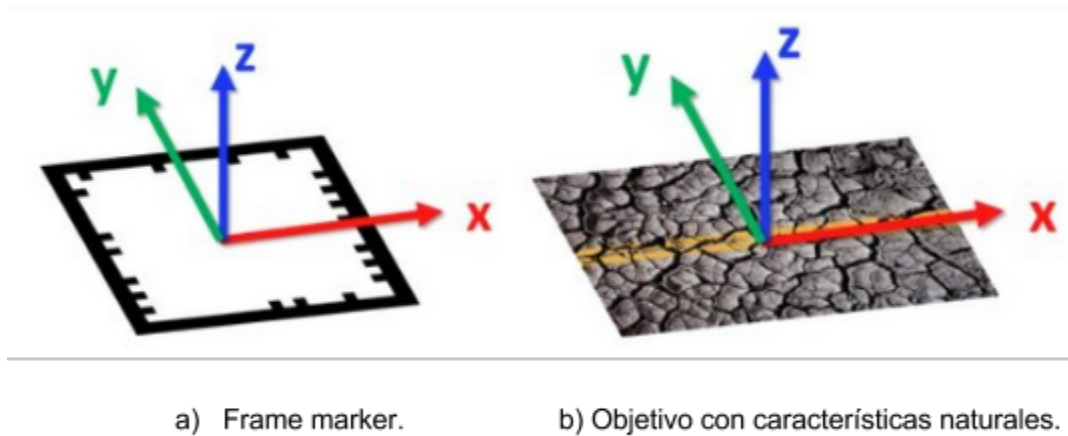
<b>Tecnología</b>	<b>Rango (m)</b>	<b>Precisión (mm)</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Tiempo de respuesta (s)</b>
GPS	$\infty$	5000	Exterior	$\infty$
Acelerómetro	1000	100	Interior / Exterior	1000
Magnetómetro	1	1	Interior / Exterior	$\infty$
Wifi	100	1000	Interior / Exterior	$\infty$
Sensor óptico	50	10	Interior / Exterior	$\infty$

### A.3 Detección y superposición de objetos.

Los dos procesos necesarios para su desarrollo son la detección de objetos y la superposición de objetos o renderización de los elementos virtuales sobre la posición estimada en el mundo físico (Vera-Ssimo & Rodríguez, 2001).

#### A.3.1 Detección de objetos.

Existen diferentes métodos que son empleados para la detección de objetos; sin embargo en el área de Realidad Aumentada se tienen dos enfoques los cuales son los más comunes para complementar la información recibida por el sistema de rastreo y localización. Los elementos físicos que se pueden utilizar como complemento para las acciones que fueron descritas son los marcadores y características naturales del entorno, uno ejemplo de cada uno de estos tipos de elementos se muestran en la Figura A.3 (Gruber & Grasset, 2013).



**Figura A.3 Elementos físicos utilizados para complementar el proceso de posicionamiento y rastreo en Realidad Aumentada.**

Es necesario considerar la integración de este tipo de técnicas para dispositivos móviles; ya que es primordial utilizar algoritmos computacionalmente eficientes para poder gestionar en un tiempo razonable los diferentes procesos que son utilizados para poder posicionar los elementos virtuales sobre el mundo real y de igual manera al utilizar este tipo de técnicas se puede obtener información de manera más precisa del mundo físico

además de que se necesitan menos procesos para el rastreo en tiempo real de los elementos en el entorno (Ababsa & Mallem, 2008).

Es por ello, que uno de los primeros aportes que se realizó para agilizar este proceso fue el utilizar marcadores. Estos marcadores se caracterizan por ser objetos simples, los cuales pueden ser detectados sin la necesidad de utilizar procesos relativamente costosos; debido a que generalmente solo son definidos en un nivel de escala de grises (Kato & Billinghamurst, 1999).

Asimismo los marcadores, se dividen particularmente en dos tipos, los *frame markers*, los cuales consisten en un cuadro enmarcado, con un alto contraste debido que utiliza el color negro, lo cual hace su fácil identificación al procesar la imagen del mundo real; este tipo de marcador puede presentar información específica para el rastreo y posicionamiento tanto en las orillas del marco como en el interior del mismo, generalmente esta información es plasmada en el marcador como patrones, los cuales pueden identificar desde la orientación hasta el ángulo de rotación que se debe presentar en los elementos virtuales. Por otro lado, el otro tipo de marcadores que se emplea comúnmente son los *split markers*, los cuales son muy similares a los marcadores que fueron descritos; con la diferencia de que su estructura se conforma de dos barras de código las cuales generan general un marco rectangular abierto; lo cual tiene como beneficio que solo se necesite realizar un análisis sobre las barras de código en lugar del marco completo; no obstante este tipo de marcadores necesita un proceso diferente a los *frame markers*, para la extracción de la información (Wagner, Langlotz & Schmalstieg, 2008).

Por otra parte, mientras que los marcadores presentados pueden ser utilizados de manera eficiente para el rastreo de la posición de la cámara en varias aplicaciones; pueden presentar el problema de detectar varios objetos obstructores en el ambiente, generando que el rastreo y posicionamiento de los elementos virtuales tenga interferencias. Es por ello que

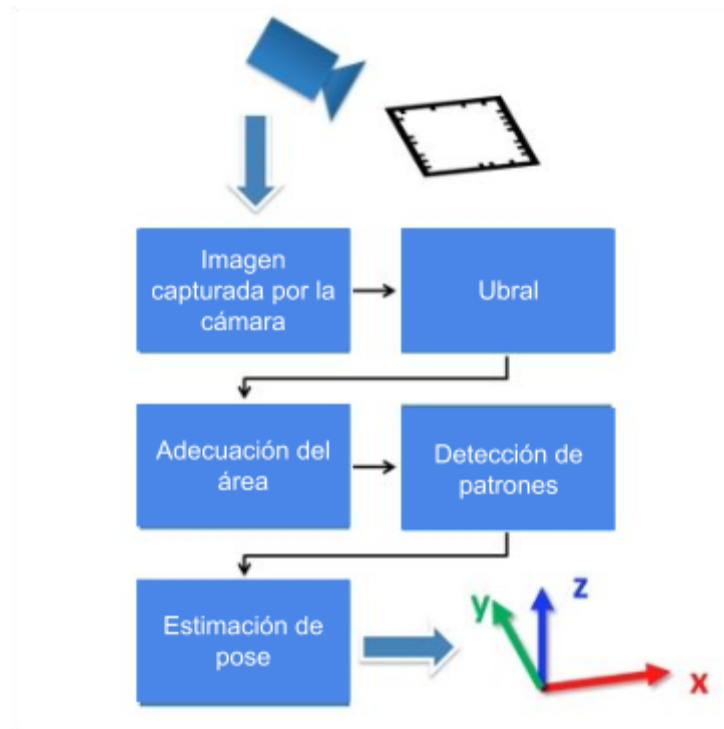
la detección de características naturales tiene como beneficio el evitar estas interferencias que se puedan presentar en el ambiente; sin embargo, para llevar a cabo este tipo de procesos es necesario emplear algoritmos más complejos y costoso (Gruber & Grasset, 2013).

La idea general de la detección de características naturales de un objetivo en específico, es el de usar un cierto número de puntos clave presentados en el elemento que se desea rastrear, de tal manera que se pueda obtener la orientación, ángulos de inclinación y posición en la que se encuentra el objetivo al ser capturado por la cámara. Este tipo de procedimiento debe generar un resultado precisión sobre la información que se requiere para realizar la superposición de los elementos virtuales; es por ello que la detección de puntos de interés es indispensable para poder desarrollar este tipo de procedimientos; no obstante, es una tarea que requiere de varias técnicas de Visión por Computadora; ya que se necesita obtener formas, esquinas, utilizar gradientes de orientación, los cuales son capaces de determinar la posición estimada en la que el objeto virtual será localizado (Wagner, Langlotz & Schmalstieg, 2008).

Sumado al uso de técnicas para la detección de marcadores; es de gran importancia saber cómo utilizar la información que se puede extraer del mundo real con el uso de dichos elementos, ya que de esta manera se puede determinar el área en el que serán localizados los objetos virtuales sobre la escena real.

Asimismo para la extracción de la información que proporcionan estos marcadores, se necesita una serie de procesos los cuales son presentados en la Figura A.4, en los que como primer paso se debe de localizar el marcador sobre la escena del mundo real, para ello existen varias técnicas y métodos, pero entre los más comunes, se encuentra la aplicación de filtros; los cuales tienen como objetivo el eliminar posibles interferencias que se puedan presentar en el ambiente que se está analizando; y con ello poder realizar una clasificación e

identificación más precisa sobre el marcador que se desea detectar; este proceso se realiza a través de la extracción de patrones sobre una determinada área, en el que al tener identificado correctamente un marcador se puede generar una estimación de pose con respecto de la cámara, teniendo con ello información como la rotación y traslación de la cámara, los cuales son datos esenciales para determinar el espacio tridimensional con el cual se está trabajando (Yokono & Poggio, 2004,).



**Figura A.4** Procesos involucrados en la detección, rastreo y localización de marcadores.

### A.3.2 Superposición de elementos.

De igual forma el proceso de registrar los elementos virtuales sobre la escena real, tienen que cumplir un conjunto de aspectos, los cuales deben de ser llevados a cabo; ya que de otra manera se estará incumpliendo con los principios son establecidos en el desarrollo de un sistema de Realidad Aumentada; estos aspectos son representados por tres puntos (Azuma, 1997):



- Existencia de elementos virtuales tanto en 2D como en 3D en una escena del mundo real; los cuales son representados en un espacio tridimensional.
- El proceso de superposición debe de realizarse en tiempo real; de tal manera que cada instancia de los elementos virtuales y reales no deben de ser procesados posteriormente por algún otro sistema.
- Aunque la escena real está en constante cambio los elementos superpuestos en el mundo real deben de mantener una correcta alineación.

En otro orden de las cosas en Realidad Aumentada, se pueden manejar objetos tanto en 2D como lo pueden ser imágenes o videos; y de igual manera se pueden utilizar objetos en 3D, en el cual se puede tener una enorme cantidad de elementos que pueden ser representados de esta manera; sin embargo, las técnicas y métodos que se puedan emplear en este tipo de objetos pueden requerir de una mayor demanda de procesos e información externa para poder ser renderizados de manera correcta en el mundo real (Craig, 2013).

#### A.4 Distribución de procesos.

Para el desarrollo de la distribución de procesos existen diferentes tipos de arquitecturas que se pueden implementar; sin embargo, entre la más común se encuentra la arquitectura cliente/servidor en tres tercios (Papagiannakis, et al., 2008) , este tipo de arquitecturas consisten básicamente en el uso de tres componentes esenciales, los cuales son el cliente, un servidor de aplicaciones y un servidor de base de datos. Este tipo de arquitectura tiene como beneficio el de proveer un desempeño superior para ambientes de volumen medio y alto; esto se debe a la separación que se tiene entre la lógica de negocio de la base de datos, que se encuentra fuera del servidor y del cliente, además de que la lógica aplicativa es portable a otras plataformas de servidores de bases de datos. No obstante las desventajas que están presentes en este tipo de arquitecturas, es que su desarrollo y mantenimiento se vuelven más complejo, y puede haber la presencia de puntos de comunicación duplicados (Klinker, Reicher & Brugge, 2000).

Debido a que este tipo de arquitecturas puede generar grandes beneficios en el desarrollo de sistemas distribuidos de Realidad Aumentada, varias compañías han optado su uso, para el desarrollo de frameworks dedicados para dispositivos móviles; en el que delegan procesos que requieren un mayor poder computacional a servidores; de tal manera que tareas como el rastreo, posicionamiento y detección de objetos, no sean una limitante para los dispositivos móviles (Yuen, Yaoyuneyong & Johnson, 2011).

Por otro lado algunos frameworks desarrollados por compañías como Wikitude y Vuforia han expandido este tipo de arquitecturas a N-tercios; además de ello incluyen lo que es el manejo de cómputo en la nube, con la finalidad de poder realizar el reconocimiento de imágenes en gran escala; es decir, se pueden detectar una gran cantidad de objetivos que se encuentren presentes dentro de la escena real; dando como resultado el desarrollo de aplicación de Realidad Aumentada más complejos, puesto que el cómputo en la nube, permite la gestión de varios servicios simultáneamente, además de un sistema flexible y escalable en el que la cantidad de recursos en cuanto almacenamiento y la capacidad de procesos utilizados para actualizar de manera dinámica los elementos no son problema alguno (Qualcomm, 2015); esta arquitectura se muestra en la Figura A.5.

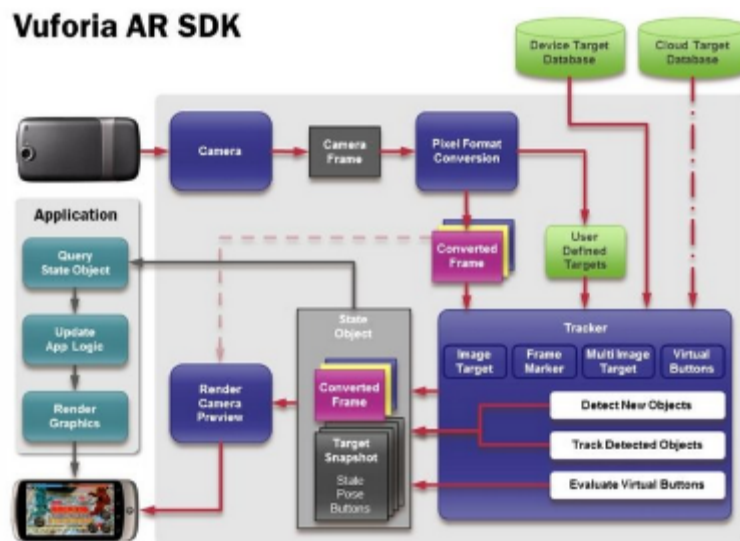


Figura A.5 Arquitectura del framework Vuforia, utilizando cómputo en la nube (Qualcomm, 2015)