

Capítulo 2: Sistemas de Realidad Aumentada

En este capítulo se da una introducción sobre el concepto de Realidad Aumentada; definiendo los términos que se consideran más relevantes para entender el objetivo que se pretende lograr al desarrollar esta tesis. Del mismo modo se presentan los desafíos que aún persisten en el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada de manera general y de igual manera en su implantación en los dispositivos móviles. Finalmente se presenta un análisis sobre los trabajos previos en lo que se está basando el desarrollo de la tesis y cuáles han sido sus alcances; además de cómo han podido ser aprovechados en el área de los dispositivos móviles .

2.1 Contexto

Realidad Aumentada es un concepto relacionado con Ambientes Virtuales o Realidad Virtual. El concepto de Realidad Virtual consta en la creación de entornos artificiales, en lo que los usuarios puedan estar inmerso en la experiencia de explorar e interactuar con mundos virtuales utilizando sus sentidos, especialmente haciendo uso del sentido de la vista, de tal manera que se pueda obtener cierta retroalimentación de las acciones que se puedan desempeñar en esta clase de entornos (Höllerer & Feiner, 2004).

El uso de Realidad Virtual, es relativamente reciente; ya que por mucho tiempo este tipo de tecnología era usado exclusivamente en el ámbito académico, industrial y principalmente en el militar. No obstante Realidad Virtual comenzó a diversificarse en varias áreas multidisciplinarias tales como la medicina, el arte y la cultura por mencionar solo algunas (Biocca & Levy, 2013).

Por consiguiente la exploración sobre el campo de Realidad Virtual y su avance en la investigación hacia nuevos conceptos aplicativos, dio origen a una variante la cual es llamada Realidad Aumentada. El principal diferenciante entre estas dos áreas, es que

Realidad Aumentada trata de complementar el mundo real a través de información que da una experiencia interactiva a los usuarios; ya que Realidad Virtual por su parte tiene como objetivo el crear un completo entorno artificial; es decir, no utiliza elementos del mundo real (Furht, 2011); aunque de igual manera el concepto de involucrar todos los sentidos humanos está presente en ambas áreas.

Realidad Aumentada ha sido un tema emergente durante los últimos años; sin embargo, el concepto relacionado con este tópico ha estado presente desde los años 1950s, en el que aplicaciones relacionadas con la cinematografía y efectos visuales tomaron la primera aparición cercana de generar elementos virtuales en los que los usuarios pudieran interactuar con ellos; debido a que mayormente este tipo de aplicaciones estaban basadas más en el uso de implementar ambientes virtuales, se consideraban una tendencia llamada Virtualización Aumentada; en la que se hace una mezcla de objetos del mundo real con ambientes virtuales (Carmigniani, et.al., 2011). Posteriormente mientras el proceso de migrar cada vez más elementos de un escenario del mundo real hacia entornos virtuales, se pudo definir por primera vez de manera más clara el término de Realidad Aumentada, el cual fue propuesto en el año de 1997 por Ronald Azuma, quien presentó Realidad Aumentada como “una combinación de entornos, ambientes y elementos tanto virtuales como reales, los cuales existen en un espacio tridimensional e interactivo, y que a su vez estos pueden ser presentados en tiempo real” (Kasahara, Heun, Lee & Ishii, 2012).

Asimismo en la Figura 2.1 se muestra la representación de la línea de continuidad propuesta por Paul Milgram y Fumio Kishino, la cual presenta un proceso de continuidad sobre los ambientes reales y virtuales, en el que al permanecer más cerca al concepto de escenarios reales se está hablando de Realidad Aumentada, mientras que al tener una tendencia más cercana hacia ambientes virtuales, esto se convierte en Virtualización Aumentada (Carmigniani, et al., 2011).

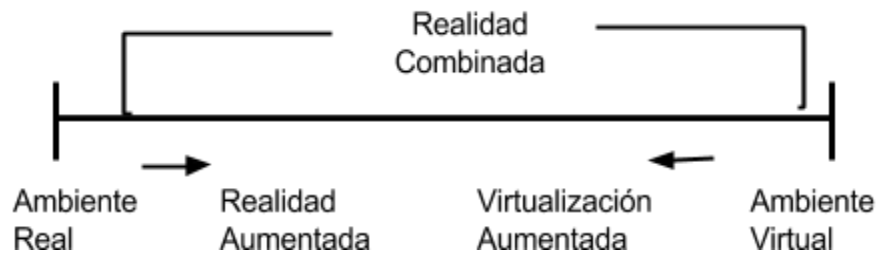


Figura 2.1 Línea de continuidad sobre entornos virtuales y reales.

Posteriormente con el avance tecnológico que se estaba presentando en el que las computadoras comenzaron a tener un mayor poder computacional, mientras que el tamaño de estas empezó a disminuir; se tuvo una ventana de oportunidades para trasladar el concepto de Realidad Aumentada hacia los dispositivos móviles; de manera que uno de los primeros prototipos de Realidad Aumentada fue desarrollada por la Universidad de Columbia; dicho prototipo de nombre MARS el cual se muestra en la Figura 2.2, tenía como objetivo el de presentar gráficos en 3D en una escena del mundo real, desplegando información acerca del campus de la universidad, con la finalidad de que esta información pudiera ser utilizada como guía turística para posibles visitas al campus (Höllerer & Feiner, 2004). No obstante este tipo de implementaciones sobre dispositivos móviles, llegaban a ser bastante incómodas para los usuarios ya que tenía que portar varios tipos de artefactos para poder lograr el desarrollo de la aplicación, lo cual perjudicaba la experiencia con el usuario, además de su usabilidad.



Figura 2.2 Aplicación del sistema MARS como guía turística de puntos de interés.

Si bien en los últimos 10 años el desarrollo que se ha tenido en el hardware como lo es en el desarrollo de sistemas de cámara que pueden analizar entornos físicos en tiempo real y que a su vez puedan relacionar la posición entre los objetos y el entorno; han marcado la base para poder realizar aplicaciones cada vez más sofisticadas en el área de Realidad Aumentada, y de igual manera estos mismos avances abrieron un nuevo campo aplicativo que fue en los dispositivos móviles; sin embargo, a pesar del uso de esta tecnología, los resultados que se esperaban no eran tan precisos como se deseaba, dejando aun a la expectativa el tener un mejor rastreo y posicionamiento de los elementos virtuales sobre los entornos reales (Carmigniani, et al., 2011). No obstante con la integración de sensores como el GPS, el giroscopio, el magnetómetro y el acelerómetro, se ha proporcionado una orientación espacial más precisa, de tal manera que la superposición de los elementos virtuales sobre las escenas del mundo real, se encuentran alineadas de manera adecuada con respecto a la ubicación que se desea tener en el mundo real (Gruber & Grasset, 2013).

Actualmente el área de investigación de Realidad Aumentada ha tenido un gran impulso e importancia entre los investigadores relacionados con temas de Visión por Computadora, Interacción Humano Computadora, Gráficos por Computadora, entre otras áreas; esto debido a que se ha demostrado que Realidad Aumentada permite mejorar la percepción, además de enriquecer el conocimiento e interacción de las personas sobre el mundo real (Azuma, et al., 2001).

Se ha determinado que Realidad Aumentada tiene el potencial de mejorar la productividad de diversas tareas que se realizan en el mundo real (Schmalstieg, 2001); por lo que la mayor parte de desarrollo e investigación sobre esta área es realizada en la industria (Phan & Choo, 2010), en la que empresas como Google, Metaio, Total Immersion, Layar, Wikitude y Vuforia, están abarcando el mercado de aplicaciones de Realidad Aumentada en dispositivos móviles; en los que se generalmente se encuentran los teléfonos inteligentes, tabletas e inclusive se están desarrollando artefactos dedicados

especialmente al uso de Realidad Aumentada, como lo es Google Glass, el cual es una tipo de tecnología que muestra información que puede ser generada por el entorno el cual el usuario está percibiendo (Kasahara, et al. ,2012), este artefacto es presentado en la Figura 2.3, junto con algunos ejemplos del uso que tiene al momento de generar información sobre la lente que tienen.



Figura 2.3 Aplicaciones de Realidad Aumentada utilizando Google Glass

Sumado a este tipo de desarrollo como lo es Google Glass, empresas como Meta y Microsoft han diseñado prototipos en los que utilizan lentes al igual que Google; sin embargo la diferencia, es que presentan ambientes más inmersivos en los que los usuarios puedan interactuar de manera natural con los objetos virtuales haciendo uso de comandos de voz y de gestos con las manos o inclusive haciendo uso del cuerpo entero (Friberg, 2015), de tal manera que la combinación entre el mundo real con los elementos virtuales no sea percibida para el usuario generando un tipo de experiencia completamente diferente parecida a lo que pudieran ser hologramas. Del mismo modo este tipo de aplicaciones de Realidad Aumentada, pueden llegar a generar nuevas maneras de visualizar la información, en las que se presentan alternativas para explorar y colaborar en entornos reales (Brown, 2014). En la Figura 2.4 se muestran los conceptos aplicativos de este tipo de tecnología implementada en los nuevos dispositivos para Realidad Aumentada. De igual manera se puede decir el área de Realidad Aumentada seguirá creciendo; inclusive tendrá un mayor impulso cuando la tecnología portátil está mejor desarrollada, ya que con ello se podrá

involucrar más de un solo el sentido del ser humano, generando ambientes para el usuario cada vez más naturales.



Figura 2.4 Aplicaciones de Realidad Aumentada utilizando los HoloLens de Microsoft y los MetaLenses de Meta.

2.2 Desafíos y problemas presentes en Realidad Aumentada.

A pesar del gran avance y crecimiento que ha tenido el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada aún existe una variedad de desafíos y problemas que se encuentran presentes, especialmente al implementarse en dispositivos móviles; en su mayor parte las dificultades que se presentan están relacionadas con enfrentar problemas de procesamiento de gráficos, en aspectos de aceptación social, usabilidad, accesibilidad y especialmente en cuestiones de hardware (Mekni & Lemieux, 2010).

2.2.1 Dificultades generales en Realidad Aumentada.

La construcción y desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada requiere del uso de varios recursos tanto en hardware como software; no obstante el avance tecnológico que se ha logrado en estos dos aspectos mencionados ha hecho que la implementación de dichas aplicaciones tenga cada vez menos dificultades y limitantes (Wagner & Schmalstieg, 2009). Sin embargo mientras los requerimientos básicos han sido cubiertos en cierto modo, existen aspectos que aún siguen limitando el potencial del concepto de Realidad Aumentada.

Es por ello que aspectos como el uso de alta definición en la calidad de video que es desplegado, la implementación de efectos de iluminación, profundidad de colores y contraste adecuados para generar elementos que se acoplen de manera más natural a la percepción de los usuarios (Van Krevelen & Poelman, 2010), son desafíos en los que se están trabajando, mejorando algoritmos de visión por computadora, al igual que implementando cámaras y sensores que puedan dar mayor información sobre el entorno real; para que de esta manera se pueda enfrentar de la misma manera otra problemática que está residiendo en los usuarios, lo cual es la aceptación social de este tipo de aplicaciones en tareas más cotidianas (Höllerer & Feiner, 2004).

2.2.2 Dificultades presentes en aplicaciones de Realidad Aumentada en dispositivos móviles.

Durante los últimos años el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada en dispositivos móviles ha tenido un gran crecimiento, debido al hecho de poder utilizar este tipo de tecnología en cualquier lugar y cualquier momento (Carmigniani, et al., 2011); además de que el uso de dispositivos móviles se ha vuelto en algo habitual para las personas; en el que se han incluido como herramienta de apoyo en las tareas cotidianas de los usuarios (Carlsson, et.al, 2006).

Debido al hecho de que las aplicaciones de Realidad Aumentada en dispositivos móviles, no están basadas en el uso de equipo igual de pesado y con varias conexiones como lo es al usar una computadora de escritorio, se puede limitar el uso de este tipo de aplicaciones en varios aspectos (Van Krevelen & Poelman, 2010). En el que uno de los más importantes es el poder de procesamiento que pueden proveer algunos dispositivos móviles; ya que al no tener el suficiente poder computacional que se desea, estas aplicaciones resultan operar procesos de Realidad Aumentada simples y a su vez son presentados con una baja calidad.

Los costos computacionales que requieren las aplicaciones de Realidad Aumentada pueden llegar a ser bastante altos, debido a que se gestionan diferentes tareas, las cuales son ejecutadas en tiempo real (Höllerer & Feiner, 2004). Dado que los dispositivos móviles aún no puedan generar tal poder de cómputo; es necesario, restringir el procesamiento de tareas que involucren el utilizar altas calidades de imagen y video; las actividades interactivas que un usuario pueda realizar con los objetos virtuales deben de consistir en tareas simples. Asimismo se necesita que la cámara se auto-calibre para cada uno de los diferentes dispositivos móviles ya que se tienen distintas especificaciones para cada uno. La razón por la cual el realizar la calibración es importante es debido a que en Realidad Aumentada se necesita poder determinar el espacio tridimensional que está siendo percibido por la cámara; ya que de esta manera se recupera información de la escena del mundo real que es necesaria para poder posicionar los elementos virtuales sobre la escena renderizada (Seo & Hong, 2000).

De igual manera la característica de portabilidad de los dispositivos móviles, genera una mayor cantidad de procesos, ya que se necesitan poder realizar alineaciones de los objetos virtuales sobre una escena del mundo real que está cambiando constantemente por lo que no solo se requiere tener un mayor soporte por parte del hardware, como lo es implementar un mayor número de sensores, sino que también se necesita contar con algoritmos más sofisticados (Van Krevelen & Poelman, 2010); los cuales ayudan a obtener la mayor cantidad de información posible de la escena del mundo real; para que de esa manera se pueda hacer de manera adecuada la combinación de los elementos virtuales sobre el entorno real.

Otro aspecto que limita el desarrollo de este tipo de aplicaciones, es el consumo de recursos, lo cual hace que la batería de los dispositivos móviles se descargue en poco tiempo (Olsson, Kärkkäinen, Lagerstam & Ventä-Olkkonen, 2012); de manera que una aplicación de Realidad Aumentada necesita de varios procesos de optimización para poder

desempeñar todas las tareas en tiempo real, sin afectar la duración de la batería del dispositivo.

Dado que las aplicaciones de Realidad Aumentada actualmente han estado restringidas de poder utilizar todo su potencial. No obstante su aplicación se ha diversificado en varias áreas, debido a que el beneficio más importante que aporta este tipo de aplicaciones para el usuario, es el despliegue de información que complementa al mundo real (Wagner & Schmalstieg, 2009), ya que este concepto tiene el potencial de revolucionar la manera en el cual se accede a la información y de igual forma, la manera en la que es visualizada, por lo que se puede determinar que Realidad Aumentada será la herramienta que permita a las personas ver el mundo real como su propia interfaz y el uso de dispositivos móviles es lo que está acercando este concepto (Olsson, et al., 2012).

2.3 Estructura general de sistemas de Realidad Aumentada

Los requerimientos que se necesitan para poder desarrollar sistemas de Realidad Aumentada resultan ser más complejos que los que puede necesitar la realización de entornos virtuales; es por ello que el campo de Realidad Aumentada ha tardado un cierto tiempo para madurar en comparación con Realidad Virtual (Van Krevelen & Poelman, 2010).

No obstante los componentes que se necesitan para el desarrollo de estos sistemas no han tenido un cambio relevante desde sus primeras implementaciones desde los años 1960s (Gruber & Grasset, 2013). Los principales componente que integran a los sistemas de Realidad Aumentada son el uso de pantallas, rastreadores, gráficos por computadora y software destinado en procesos de visión por computadora (Mekni & Lemieux, 2010).

En general el uso de dichos componentes, tiene que cumplir con dos procesos para poder generar Realidad Aumentada. El primer proceso que se debe realizar es el determinar

el estado actual del mundo real y de los elementos virtuales que se desean integrar. Posteriormente el sistema necesita desplegar los elementos virtuales alineados con el mundo real de tal manera que esta combinación puede ser percibida por los usuarios como una integración natural de los elementos virtuales sobre el fragmento del mundo físico que están observando, estos procesos se puede observar en la Figura 2.5, en donde se muestra un escenario ejemplo en donde se muestra cómo el usuario debe percibir la escena renderizada sobre una pantalla, la cual es generada a partir de la captura del mundo real por medio de una cámara . Al final este proceso se repetirá en un ciclo y su ejecución se realizará en tiempo real dando como resultado la generación de Realidad Aumentada (Craig, 2013). Por otra parte es claro mencionar que existen varias subprocesos que están involucrados y que a su vez se pueden utilizar diferentes métodos y herramientas para poder lograr el desarrollo de un sistema de Realidad Aumentada; sin embargo los componentes y procesos principales siempre deben de estar presentes.

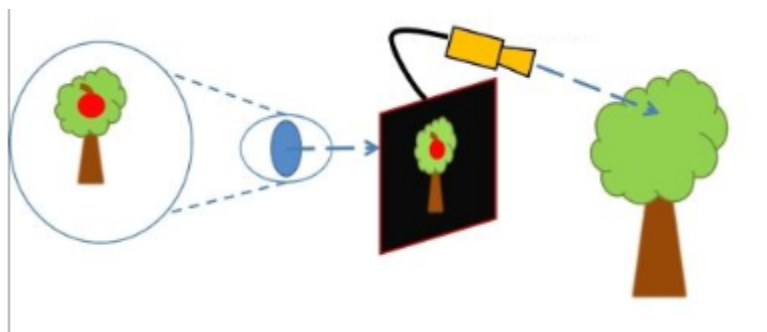


Figura 2.5 Escenario muestra, en el que se realiza la captura de la escena real y posteriormente es percibida por el usuario a través de una pantalla.

2.4 Trabajos relacionados

El uso de realidad aumentada se ha hecho más notorio en los últimos años; debido a la diversificación del uso aplicativo que tiene en varios campos de estudio e inclusive para actividades cotidianas de las personas. Desarrollos dentro del ámbito educativo, comercial, industrial y artístico, el concept Realidad Aumentada ha tenido un gran potencial de desarrollo y numeroso beneficios ya que se han generado nuevos ambientes de enseñanza,

aprendizaje, de colaboración y visualización que ninguna otra herramienta pudiera ofrecer (Billinghurst, 2002).

No obstante se sabe que las diferentes limitantes que están presentes en el campo de Realidad Aumentada han restringido el potencial que pudiera tener una aplicación referente a esta área (White, Schmidt & Golparvar-Fard, 2014). Es por ello que para la creación y justificación de la propuesta del framework distribuido de Realidad Aumentada, fue necesario realizar un análisis de los trabajos relacionados con temas sobre optimización recursos, distribución de procesos, uso de cómputo en la nube en el contexto de Realidad Aumentada, transmisión de video desde dispositivos móviles y generación de contenido virtual en dispositivos móviles.

2.4.1 Optimización de recursos y procesos en Realidad Aumentada.

De igual manera se analizaron los métodos de optimización que se está usando para obtener mejoras significativas en los procesos de captura, detección y rastreo que están presentes en Realidad Aumentada; esta parte de la investigación fue crucial para poder determinar si la propuesta que se realizó cumpliría con las expectativas del proyecto o de lo contrario mostraría que existen mejores alternativas antes lo que se quiere probar en esta tesis.

Es por ello que una opción para optimizar el rendimiento y consumo de energía al emplear un sistema de Realidad Aumentada es hacer uso de un GPU desarrollado por Intel y Total Immersion; estas dos empresas proponen alterar la canalización de procedimientos que utiliza Total Immersion en su sistema de Realidad Aumentada, esta canalización se compone por las fases de captura, preparación, detección, reconocimiento, rastreo y renderización las cuales son presentadas en la Figura 2.6.



Figura 2.6 Fases presentes en la canalización de procesos en el sistema d' Fusion AR, de la empresa Total Immersion

La estrategia de optimización que utilizó Intel en el sistema de Total Immersion fue distribuir en una librería llamada PixelFlow las optimizaciones que se implementarían, de tal manera que se encapsuló el procesamiento de píxeles en las primeras etapas de la canalización, de tal manera que todas las operaciones de píxeles fueran manejadas en la GPU.

El resultado que se obtuvo fue el de una mejora notoria en el rendimiento y consumo de energía, por lo que el delegar ciertos procesos en la GPU, se pueden obtener una mayor velocidad de respuesta por parte del sistema de Realidad Aumentada, y que por consiguiente no sólo se pudo reducir el consumo de recursos, sino que de igual manera se aumentó la calidad de la imagen que se estaba procesando (Jeronimo & Mobuchon, 2014); en la Figura 2.7 se muestra a detalle la encapsulación de los procesos que utilizan operaciones de píxeles con la librería que propone Intel.

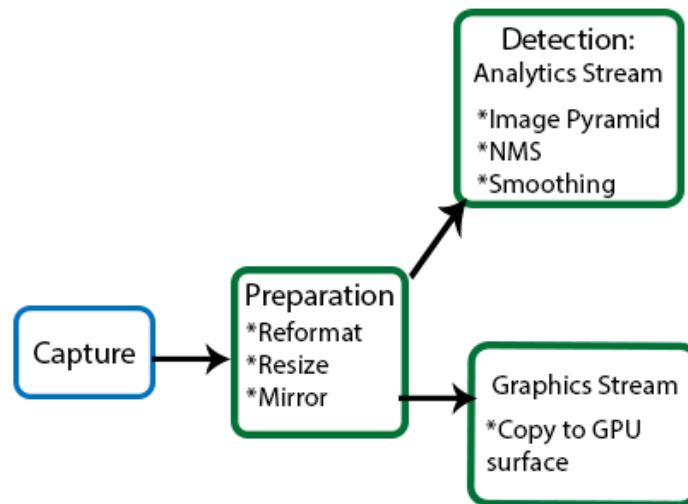


Figura 2.7 Implementación de la librería PixelFlow en la canalización del sistema d' Fusion AR

Por otro lado Wagner, et.al., (2010) señalan en su estudio que *“acciones como la detección y rastreo de características son problemas complejos y que usualmente demanda un alto poder computacional. Por lo que es difícil el uso de rastreo y detección de características en una aplicación móvil de realidad aumentada, la cual debe correr con recursos computacionales limitados”*. No obstante en dicho estudio se propone el uso de

técnicas como Fern y SIFT, las cuales se basan en análisis estadísticos para la clasificación de características de una imagen; este tipo de técnicas optimizan el proceso de detección de objetos por lo que el posicionar y localizar los objetos virtuales en la escena real resulta en menos procesos que demandan el uso de varios recursos, por lo que dan como resultado un mejor desempeño en el proceso de detección y rastreo; especialmente en los dispositivos móviles. Por ende, la detección de objetos virtuales puede no llegar a forzar y consumir los recursos de los dispositivos, permitiendo un mejor desempeño.

Asimismo otra investigación propone mejorar y optimizar el proceso de calibración de la cámara, lo cual resulta ser de gran utilidad en sistemas de Realidad Aumentada, esta propuesta consiste en utilizar una cámara monocular y un sensor de rastreo posición-orientación; en este estudio encuentra que *“una estructura 3D de una escena real puede ser detectada para permitir la superposición de objetos virtuales con una consistencia geométrica en tiempo real. En el que para visualizar la unión del objeto virtual dentro de la escena real es necesario que la cámara se oriente y posicione con respecto de la escena para ser computada.”* (Uchiyama & Marchand, 2012). Esta técnica puede proveer una característica especial para las aplicaciones de realidad aumentada, ya que puede ser usada para obtener la posición de los elementos virtuales de manera más rápida, ya que este proceso ahora se realiza a través de hardware. No obstante este estudio considera que la interacción con el entorno virtual puede llegar ser más precisa. Es por ello que el aporte de esta investigación es en la parte de la detección del objeto virtual, ya que el posicionamiento y localización del objeto virtual en la escena real es de gran importancia; puesto que estas mismas características pueden ser usadas de tal manera que se puedan registrar y procesar varias etiquetas las cuales generan los objetos virtuales lo cual es un proceso que demanda mayor poder de cómputo; sin embargo con esta propuesta ese desafío presente puede cambiar.

Por otra parte el uso del posicionamiento se puede usar para tener una interacción con las etiquetas, de tal manera que el usuario tendría un ambiente más inmersivo, obteniendo una nueva manera de que el usuario interactúe con los objetos virtuales, sin necesidad de utilizar la pantalla del dispositivo móvil para poder comunicarse con el objeto virtual.

2.4.2 Realidad Aumentada en dispositivos móviles.

Como se ha mencionado previamente la implementación de Realidad Aumentada en los dispositivos móviles ha tenido un constante crecimiento durante los últimos años; sin embargo al mismo tiempo que se comenzaban a desarrollar el mercado de Realidad Aumentada en dispositivos móviles, comenzaron a surgir varias problemáticas, las cuales han sido mencionadas anteriormente (Olsson et al., 2012).

Dado que mucha de la investigación realizada para poder enfrentar las restricciones presentes en las aplicaciones de Realidad Aumentada en dispositivos móviles, tienden a enfocarse en implementar solo una en un solo aspecto; cuando la combinación de técnicas podría generar un mejor desempeño si se aplican de la manera adecuada en los dispositivos móviles. No obstante existen investigaciones que presentan avances ante las limitantes que están presentes en este tipo de dispositivos que utilizan técnicas en conjunto para obtener mejores resultados.

Es por ello que se realizó una investigación utilizando el dispositivo Oculus Rift, que aunque es un dispositivo destinado para la construcción una plataforma de Realidad Virtual; este mismo es implementado para construir un sistema de Realidad Aumentada, este sistema consiste en utilizar diversos componentes para poder enfrentar a la limitantes que se encuentran comúnmente en los dispositivos móviles.

El desarrollo de lo que es el sistema AR-Rift consisten en la aplicación de cámaras estéreo con lentes que generen una vista de 120 grados, de igual manera se tiene un conjunto de sensores de resolución y posicionamiento. Este tipo de características no solo

ayudan a que procesos de rastreo y posicionamiento sean más rápidos y precisos, sino que de igual manera ofrece al usuario una inmersión más natural ante la combinación del mundo real con los elementos virtuales. En la Figura 2.8 se muestra el hardware que fue utilizado para el desarrollo del sistema AR-Rift, en donde se observan como las cámaras fueron utilizadas como lentes para el artefacto Oculus-Rift, además de que está acompañado de sensores a los lados para determinar la localización del usuario.



Figura 2.8 Diseño del dispositivo AR-Rift.

Por otro lado este sistema cuenta con otra característica más para la parte de posicionamiento e interacción con elementos virtuales, la cual es el uso de marcadores reflexivos; este tipo de marcadores no sólo determinan la localización de los elementos virtuales sobre el fragmento de la escena real; sino que también permite al usuario poder realizar una interacción entre marcadores, simulando de esta manera que los elementos virtuales puedan interactuar entre ellos y a su vez del mismo modo se da un acercamiento a una comunicación entre dichos elementos con el usuario de manera semi-directa; puesto que no se necesita de algún dispositivo externo para poder comunicarse con los elementos virtuales (Steptoe & Steed, 2014), un ejemplo de cómo el sistema AR-Rift, despliega los objetos virtuales sobre la escena virtual se identifica en la Figura 2.9.

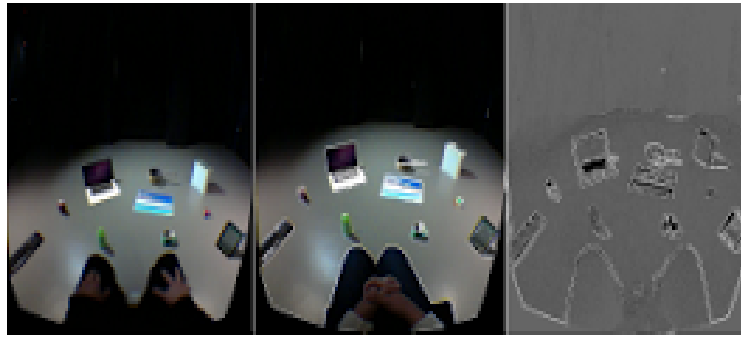


Figura 2.9 Despliegue de los elementos virtuales en la escena del mundo real.

Es claro que al utilizar técnicas en conjunto, ya sea implementadas en hardware o en software, pueden generar mejores resultados en los sistemas de Realidad Aumentada; sin embargo, no todos los dispositivos móviles pueden ser compatibles a las especificaciones que tiene el sistema AR-Rift, especialmente en cuanto a hardware.

Por otra parte, una investigación reporta que los dispositivos móviles pueden carecer de la capacidad para procesar tareas complejas con respecto a temas de procesamiento de gráficos y visión por computadora; por lo que se deben realizar acoplamientos ante estas restricciones presentes. Es por ello que una propuesta ante este tipo de desafíos en Realidad Aumentada, es el utilizar intermediarios que activan acciones sobre los objetos virtuales, sin necesidad de requerir una interacción directa con dichos elementos; de tal manera que el uso de botones que se encuentran incluidos en la interfaz de una aplicación de Realidad Aumentada pueden activar distintas acciones; dejando que el proceso de extracción de información de la escena del mundo real, no consuma más recursos de los dispositivos móviles, ya que ese tipo de tareas puede ser computacionalmente costosa. Asimismo dentro de esta propuesta se tiene contemplado el uso de marcadores en 2D y la detección cromática lo cual hace que las tareas de rastreo y posicionamiento sean menos complejas y por ende la cantidad de procesos se reduzca dando como resultado un mejor desempeño en los dispositivos móviles. No obstante los resultados de este estudio demuestra que el uso de estas

técnicas están limitadas en su aplicación a tareas básicas en los objetos virtuales tales como en la aplicación de traslación, rotación y escalamiento (Hürst & Wezel, 2012).

2.4.3 Distribución de procesos.

El uso de procesos remotos es una parte crucial para el desarrollo de este proyecto de tesis; ya que el desarrollo del framework propuesto, se basa en delegar en su mayor parte todos los procesos que realiza una aplicación de Realidad Aumentada hacia un servidor; de tal manera que se puedan mejorar aspectos como la disminución de consumo de recursos especialmente en dispositivos móviles, diversificación de varias plataformas y procesamiento de objetos virtuales más complejos.

A su vez un trabajo que del mismo modo investigó las posibles ventajas del desarrollo de un sistemas de Realidad Aumentada distribuido es AR-PDA (Wagner & Schmalstieg, 2009). Este sistema tiene el concepto de distribuir las tareas de rastreo y posicionamiento en una computadora de escritorio, de tal manera que los dispositivos móviles solo realizar la tarea de capturar la escena del mundo real y hacer la sobreposición de los elementos virtuales dependiendo de los resultados generados en el servidor.

Por otra parte este trabajo demostró que la generación de las escenas de Realidad Aumentada en los dispositivos móviles utilizando procesos remotos, puede llegar a reducir el consumo de recursos y procesos; sin embargo, la gran desventaja que se tiene es que este tipo de sistemas tiene una fuerte dependencia en el ancho de banda que se esté utilizando ; ya que la comunicación se realiza a través de wireless.

Sumado a la investigación anterior, Gudrum, Reicher y Brügge (2005) crearon una arquitectura presentada en la Figura 2.10, para distribuir el proceso rastreo, localización y la obtención de los elementos virtuales de una base de datos de manera remota en dispositivos móviles. Esta arquitectura consiste en recibir la información de rastreo y

localización vía conexión wireless, de tal manera que un sensor de posicionamiento de manera local pueda obtener retroalimentación esta información que es recibida, generando de esta manera un posicionamiento de los elementos virtuales de manera precisa.

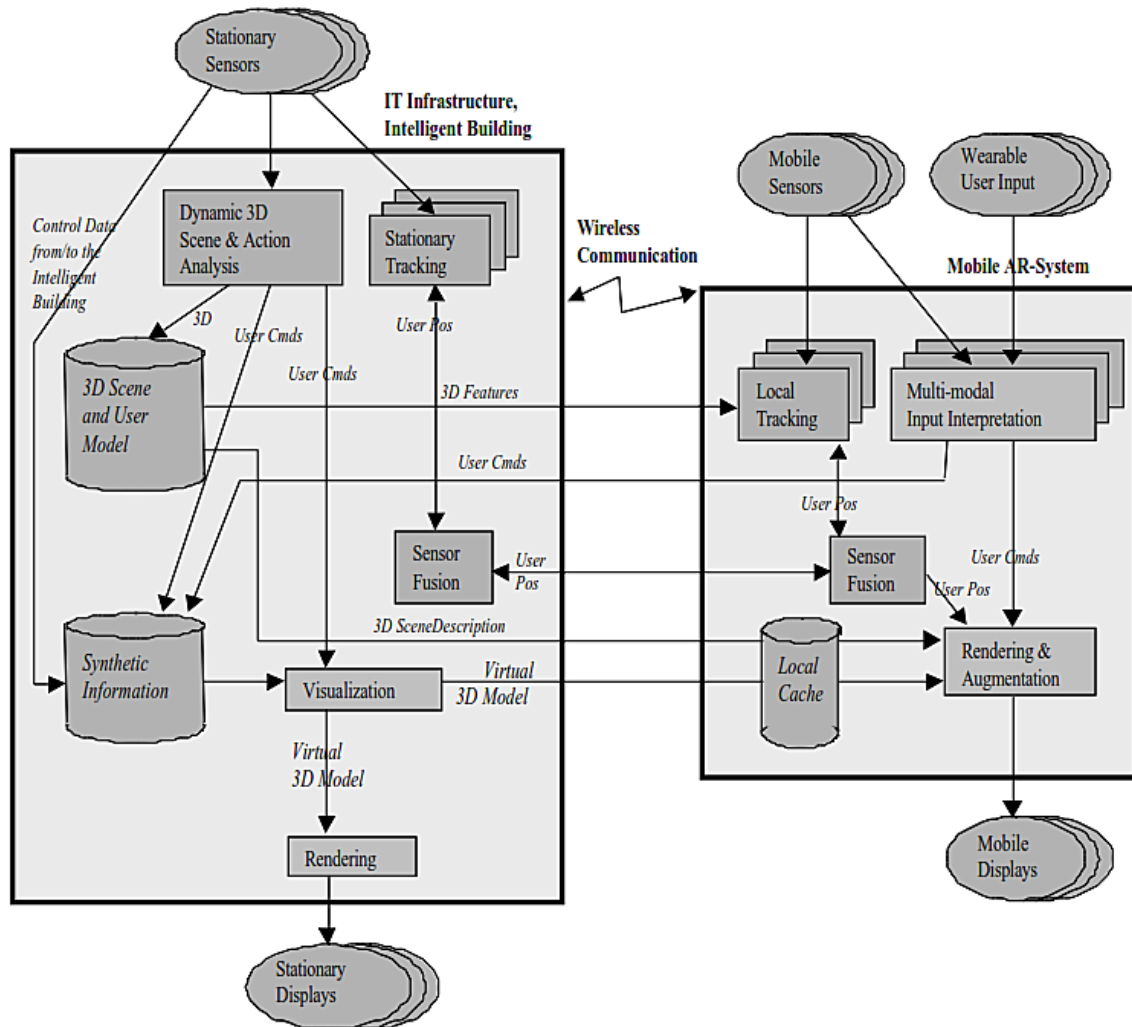


Figura 2.10 Componentes del sistema distribuido de Realidad Aumentada.

De igual manera en cuanto a la obtención de los elementos virtuales se hace a través de una petición a un base de datos distribuida, de modo que el dispositivo móvil solo tiene que realizar el proceso de captura, despliegue y renderización de los elementos virtuales. Además de estas características presentadas por este sistemas, en cuanto a la transmisión de datos entre el dispositivo y el sistema de Realidad Aumentada distribuido; es un proceso que no requiere de mucho ancho de banda, esto debido a que se utilizan varias rutas de

comunicación vía wireless y al mismo tiempo aprovechan la memoria caché del dispositivo móvil, en la que se almacena de manera local la información siempre y cuando el sistema no detecte un cambio que se deba desplegar en la escena de Realidad Aumentada; sin embargo, los únicos inconvenientes que persisten este tipo de arquitecturas, es que la dependencia de las conexiones wireless, la escalabilidad que pueda generar este tipo de sistemas y por supuesto el tiempo de retraso que exista en la transferencia de datos.

Por otra parte las restricciones de memoria presentan de la misma manera un problema identificado en las aplicaciones de realidad aumentada para los dispositivos móviles; sin embargo este problema puede ser solucionado con técnicas de transferencia de objetos 3D, una opción factible puede ser el utilizar cómputo en la nube; ya que no es una opción factible el almacenar todos los elementos virtuales en una base de datos local dentro del celular (Huang & Lee, 2012), también al realizar el proceso intensivo de renderización para la creación de los objeto virtuales puede ser mejor gestionarlo en un servidor en la nube en lugar de que el mismo dispositivo móvil realice dicha operación (Yao, Shaoxuan & Dey, 2014); esto significa que un dispositivo móvil sólo tendrá la tarea de recuperar y mostrar la imagen procesada del servidor; sin necesidad de almacenar y procesar toda la información.

De esta manera se pueden aprovechar una mayor cantidad de recursos al renderizar los objetos virtuales desde la nube obteniendo una mejor calidad y un nivel de procesamiento más rápido comparado con lo que ofrecen los dispositivos móviles; aunque al tener que transmitir más información esto puede generar que el sistema de Realidad Aumentada presente problemas en el tiempo de transmisión; es decir, se generan retrasos, por lo que puede que la escena que se presente en la pantalla no esté sincronizada en tiempo real, de tal manera que perjudicaría en la interacción con el usuario y se perdería el concepto de Realidad Aumentada.

Lin, et.al., (2013) señalan que *“la tecnología en la nube tiene gran impacto en las arquitecturas actuales de telecomunicaciones, obteniendo sistemas que tiene un alto desempeño en cuanto a tiempo de transferencia, en la latencia y en la exactitud”*; lo cual indica que deja abierto a una variedad de aplicaciones que pueden aprovechar dichas características, en el caso específico de Realidad Aumentada usando la nube, el hecho de que se pueda hacer uso de una red 4G/LTE en los dispositivos móviles se podría acceder al contenido de las imágenes procesadas en un servidor en la nube sin tener tantos problemas de retraso en la transmisión.

Sin duda alguna uno de los principales desafíos que puede presentar un sistema de Realidad Aumentada distribuido; es el retraso en la transmisión de datos; es por ello que es necesario determinar, qué procesos pueden ser utilizados de manera remota y qué otros pueden ser ejecutados de manera local; es así como se muestra por la investigación realizada por Lin & Lee, (2012), quienes al implementar un sistema de Realidad Aumentada para dispositivos móviles basados en cómputo en la nube; determinaron que para reducir los costos de transmisión, es necesario que el dispositivo móvil se encargue de gestionar las tareas de procesamiento de imagen, tales como el cambio de tamaño en las imágenes, la detección de esquinas y la renderización de los elementos virtuales, sobre la escena del mundo real. Por otro lado, en la nube solo utiliza el proceso de comparación de características, el cual consiste en identificar si un determinado marcador tiene alguna referencia a un objeto virtual en una base de datos, teniendo como resultado la referencia de que objeto virtual es el que va a ser renderizado en la escena del mundo real.

2.5 Técnicas en Realidad Aumentada

La estructura básica de este tipo de sistemas se basa en el uso de componentes tales como pantallas, rastreadores, gráficos por computadora y software destinado en procesos de visión por computadora (Mekni & Lemieux, 2010); sin embargo, se pueden utilizar

diferentes métodos y herramientas para poder lograr el desarrollo de un sistema de Realidad Aumentada.

El despliegue de información que complementa el mundo real, es un elemento primordial para el concepto de Realidad Aumentada; ya que es la base para poder percibir la combinación entre el mundo físico con los objetos virtuales (Gruber & Grasset, 2013). De tal modo que es necesario tener algún dispositivo capaz de desplegar esta superposición que se desea presentar. Es por ellos que en lo que concierne hacia este proyecto de tesis el tipo de dispositivo que se utilizará para el despliegue de la escena combinada entre lo real y lo virtual, se utilizaran los dispositivos con pantalla de mano, tal como teléfonos inteligentes, tabletas e inclusive una laptop.

Además de necesitar dispositivos para el despliegue de la información es necesario contar con un sistema de rastreo y localización el cual permite extraer la información necesaria del mundo para realizar la superposición de los elementos virtuales sobre la escena del mundo real (Craig, 2013).

El proceso de localización y rastreo, no solo se realiza con el uso de hardware; es por ello que la detección de objetos en Realidad Aumentada, es una tarea de gran importancia ya que es el complemento esencial para poder obtener el posicionamiento de los elementos virtuales sobre la escena del mundo real (Biocca, & Levy, 2013). Para el desarrollo de este proyecto, en cuanto a los elementos físicos que se utilizarán para el rastreo y posicionamiento de los objetos virtuales serán los frame markers; esto debido a que el framework de Realidad Aumentada realizará los procesos de manera remota por lo que se necesitan utilizar algoritmos lo suficientemente rápidos para poder evitar el problema de retraso en la transferencia de datos; el utilizar frame markers, es de gran utilidad cuando se buscan esas características en cuanto a velocidad del sistema; ya que

Realidad Aumentada se presenta en tiempo real, por lo que no debe de presentarse un retraso considerable, al gestionar los procesos.

Por otra parte, otro proceso que es indispensable para la creación de un sistema de Realidad Aumentada, está representado por el concepto de superponer los elementos virtuales sobre la escena del mundo real; sin embargo, para conseguir este resultado es necesario tener en cuenta toda la información posible que es extraída del ambiente físico. Por lo que de esta manera la combinación del objeto virtual con la escena del mundo físico, necesita información sobre el ambiente, el posicionamiento tanto de la cámara como el del marcador que se está detectando y el espacio tridimensional; para que con ello se pueda lograr una alineación y acoplamiento en el que los elementos superpuestos generan la ilusión que están presentes en el mundo real (Vera-Ssimo & Rodríguez, 2001).

Es por ello que en el desarrollo de este proyecto de tesis estará basando en el manejo de objetos en 2D, ya que el proceso de renderización demanda menos tareas a realizar y debido a que en su mayor parte los procesos del sistema de Realidad Aumentada propuesto se gestionan de manera remota, además de que al manejar este tipo de objetos, no es necesario extraer tanta información de la escena real; puesto que aspectos como iluminación, composición de materiales, animaciones y desplazamientos complejos en un espacio tridimensional, no son relevantes en elementos en 2D.

Dado el hecho que el framework propuesto en esta tesis refiere a la distribución de procesos de Realidad Aumentada, es necesario tener en cuenta la manera en la que la información será distribuida, de tal forma que se pueda evitar las posibles limitantes presentes en los dispositivos móviles; delegando procesos que requieren un mayor poder computacional a dispositivos que realmente sean capaces de desarrollar dichas tareas de manera eficiente.

Es por ello que para esta tesis se hará uso de procesos remotos, los cuales tienen varias ventajas especialmente para las aplicaciones destinadas a dispositivos móviles; ya que proporcionan características que tienen como resultado no sólo un mejor desempeño en la implementación de procesos que requieren de un poder computacional considerablemente alto; sino que de igual manera dan paso a la generación de contenido más complejo que es superpuesto en las escenas del mundo real (Ledermann, Barakonyi & Schmalstieg, 2006); en el que por resultado, se pueden obtener elementos en 3D que pueden tener animaciones más complejas; en el que la información extraída del mundo real pueda ser aprovechado completamente por los objetos virtuales, teniendo con ello un sistemas más inmersivo.

2.6 Resumen

Este capítulo introduce el contexto de Realidad Aumentada desde sus orígenes hasta su punto actual de desarrollo. De igual manera se presentan los desafíos que existen actualmente en los sistemas de Realidad Aumentada en cualquier tipo de dispositivos, desde una computadora de escritorio hasta los que se encuentran en los dispositivos móviles. Posteriormente se describe la arquitectura general que tienen los sistemas de Realidad Aumentada en el que se explica el funcionamiento de los componentes que están presentes en dichos sistemas. Por otra parte este capítulo continúa con los trabajos previos que se han realizado en el área de Realidad Aumentada, dando a conocer las investigaciones que son relevantes para el desarrollo de la propuesta que se realizó en este proyecto. Finalmente se menciona una breve retrospectivas sobre las diferentes técnicas que son aplicadas al desarrollar un sistema de Realidad Aumentada y de igual manera se mencionan las técnicas que se utilizaron durante el desarrollo de este proyecto.