

Sin embargo en el Ecuador el estudio de la Realidad Aumentada se ha desarrollado mas en el campo del Marketing tanto es así que las Agencias Creativas ya han comenzado a utilizar esta tecnología para sus proyectos una de ellas es Agencia *Geeks Ecuador* que desarrollo prototipos de tarjetas de presentación en una primera instancia y en Marzo de 2011 realizaron una campaña de marketing digital para Mall del Sol denominada los “Días de Dinosaurios” la cual incluída la impresión de Gafas Especiales y a través de la Realidad Aumentada podían proyectar el rostros de un dinosaurio.

La agencia Treicreatividad actualmente realiza estudios de R.A. y prototipos de publicidad digital llegando a la nueva era del Marketing en nuestro país.

Los principales problemas de las aplicaciones de “Realidad Aumentada” estriban en la necesidad de compatibilizar dos mundos distintos, el virtual y el real, lo que supone la necesidad de alinear los sistemas de coordenadas de ambos de forma que sean coherentes. Así, si un elemento virtual se encuentra frente al usuario y éste se da la vuelta, debería quedar a su espalda.

A este problema se le conoce como alineación o seguimiento y se resuelve mediante técnicas de procesado de imagen, capaces de detectar, reconocer y seguir rasgos significativos del entorno y/o dispositivos de seguimiento, y técnicas de predicción para detectar en qué dirección mira el usuario.

El segundo problema a resolver lo constituye la interacción del usuario con los elementos virtuales, ya que, especialmente en aplicaciones que deben estar orientadas a un público en general, algunos grupos menos familiarizados con la tecnología pueden encontrarse en desventaja frente al uso de las Tecnologías de la Sociedad de la Información, acentuándose así las diferencias sociales, hecho que se conoce como la División Digital (DD).

En general, una de las soluciones más habituales para combatir este problema radica en el desarrollo de interfaces ergonómicas. La clave de la ergonomía es mantener el espacio de trabajo centrado en la persona, lo que presenta las ventajas de una mejor eficiencia, tiempos de aprendizaje reducidos y una mayor facilidad de uso.

La importancia de un sistema ergonómico de apoyo al diseño arquitectónico, basado en técnicas de Realidad Aumentada, que constituyen uno de los campos de mayor interés de los sistemas multimedia actuales.

Este sistema presenta una gran interactividad entre el usuario y la máquina, así como compatibilidad con las herramientas 3D actuales, y su propósito es la sustitución de la actual maqueta física por un modelo virtual que se insertará en el mundo real y podrá manipularse manualmente. De esta manera se presenta el punto de vista arquitectónico de la necesidad de una herramienta de este tipo.

Debemos preguntarnos sobre la motivación de los arquitectos para no utilizar con más frecuencia las maquetas físicas en las fases iniciales de la creación de nuevas morfologías. La respuesta creemos que está en la asincronía existente entre la velocidad que requiere la ideación, (la necesaria para imaginar nuevos objetos a gran rapidez) y su expresión en forma de maqueta física: cartón, madera de balsa etc.

La “Realidad Aumentada” puede resolver el problema de la realización de muchas maquetas físicas, pues la observación estereoscópica sobre un entorno real potencia la creatividad al igual que lo haría una maqueta física. Todo ello con la ventaja de que, simultáneamente trabajaríamos en un entorno 3D y en un papel si lo deseamos.

1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS DE GRADO.

El arquitecto ha necesitado siempre de un sistema metafórico para expresar las ideas.

Nuestra propuesta permite la gestión de visualización de las maquetas digitales generadas, pudiendo tomar decisiones sobre ellas sin necesidad de hacer maquetas físicas. Los resultados arquitectónicos son una consecuencia de los medios que usamos. Conseguiríamos estar en presencia de una metodología que puede retar a las herramientas tradicionales y, por tanto, susceptible de desarrollar una arquitectura nueva y diferente.

El objetivo de esta aplicación es representar modelos 3D de diseños arquitectónicos en Realidad Aumentada. Esto es, sustituir las tradicionales maquetas de cartón por otras virtuales que presenten, como mínimo, el mismo grado de más interacción.

El modelo del diseño a representar, realizado por el arquitecto en uno de los muchos programas MAX, o CAD que actualmente existen en el mercado, será uno de los parámetros de entrada en esta aplicación.

Si ha de facilitarse la tarea al arquitecto, debe permitírsele usar cualquiera de los programas a que esté habituado, garantizándole así la compatibilidad con todos los diseños de que disponga hasta la fecha.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL:

Estudio de la Realidad Aumentada Aplicada al Diseño Arquitectónico de Modelados 3D en el Web Site Espoch.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Investigar los principios y aplicaciones de la Realidad Aumentada
- Diseñar los modelados de construcción en 3D, adherir al Web site de la ESPOCH donde se mostrara la aplicación “R.A”.
- Analizar la integración 3d con software de Arquitectura y la Realidad Aumentada del nuevo edificio de la Facultad de Informática y Electrónica.
- Estudio de la Realidad Aumentada a través de la percepción estereoscópica en humanos.
- Examinar la usabilidad y grado de asimilación humana

1.3 HIPÓTESIS

El estudio de la usabilidad de la Realidad Aumentada en diseño arquitectónico 3D permitirá medir el grado de asimilación humana a la percepción estereoscópica sustituyendo las maquetas reales por virtuales sujetas a cambios mediatos conservando la interacción habitual a través de la videocámara.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 DISEÑO Y PSICOLOGÍA

2.1.1ELEMENTOS

Para una mejor conceptualización podemos agrupar a los elementos del diseño en cuatro grupos:

- a) Elementos Conceptuales
- b) Elementos Visuales
- c) Elementos de Relación
- d) Elementos Prácticos.

Elementos Conceptuales. _Estos elementos no son visibles. No existen de hecho, sino que parecen estar presentes.

- a) **Punto.**-Un punto indica la posición. No tiene largo ni ancho. No ocupa una zona del espacio. Es el principio y fin de una línea, y es donde dos líneas se encuentran o se cruzan.

- b) **Línea.**- Cuando un punto se mueve, su recorrido se transforma en una línea. La línea tiene largo pero no ancho. Tiene posición y dirección. Está limitada por puntos. Forma los bordes de un plano.

- c) **Plano.**- El recorrido de una línea en movimiento en distinta dirección a su intrínseca se convierte en un plano. Un plano tiene largo y ancho pero no grosor. Tiene dirección y posición. Esta limitado por líneas. Define los límites extremos de un volumen.

- d) **Volumen.**- El recorrido de un plano en movimiento en distinta dirección a su intrínseca se convierte en un volumen. Tiene una posición en el espacio y está limitado por planos.

Elementos Visuales._Los elementos visuales forman parte más prominente de un diseño, porque son lo que realmente vemos.

- a) **Forma.**-Todo lo que pueda ser visto posee una forma que aporta la identificación principal de nuestra percepción.

- b) **Medida.**- Todas las formas tienen un tamaño. El tamaño es relativo si lo describimos en términos de magnitud y de pequeñez, pero así mismo es físicamente mensurable

- c) **Color.**- Una forma se distingue de sus cercanías por medio del color. El color se utiliza en su sentido amplio, comprendido no solo los del espectro solar sino asimismo los neutros (blanco, negro, los grises intermedios) y asimismo sus variantes tonales y cromáticas.

- d) Textura.-** La textura se refiere a las cercanías en la superficie de una forma. Puede ser plana o decorada, suave o rugosa y puede atraer tanto al sentido del tacto como la vista.

Elementos de Relación. Este grupo de elementos gobierna la ubicación y la interrelación de las formas en un diseño.

- a) Dirección.-** La digresión de una forma depende de cómo está relacionada con el observador, con el marco que la contiene o con otras formas cercanas.
- b) Posición.-** La posición de una forma es juzgada por su relación respecto al cuadrado o la estructura del diseño.
- c) Espacio.-** Las formas de cualquier tamaño, por pequeñas que sean, ocupan un espacio. Así el espacio puede estar ocupado o vacío. Puede asimismo ser liso o puede ser ilusorio, para sugerir una profundidad.
- d) Gravedad.-** La sensación de gravedad no es visual sino psicológica. Tal como somos atraídos por la gravedad de la tierra, tenemos tendencia a atribuir pesadez o liviandad, estabilidad o inestabilidad a formas o grupo de formas individuales.

Elementos Prácticos. Los elementos prácticos subyacen el contenido y el alcance de un diseño.

- a) Representación.-** Cuando la forma ha sido derivada de la naturaleza o del mundo hecho por el ser humano es representativa. La representación puede ser realista, estilizada o semiabstracta.
- b) Significado.-** El significado se hace presente cuando el diseño transporta un mensaje

- c) **Función.-** La función se hace presente cuando un diseño debe servir un determinado propósito.

2.1.2 CATEGORÍAS COMPOSITIVAS

- a) **Dirección:** Las 4 direcciones: arriba, abajo, izquierda y derecha. Dentro del plano básico la dirección más preguntante es la vertical frente a la horizontal.

- b) **Equilibrio:** Es una cuestión de percepción y depende de la comprensión de fuerzas que actúan en un plano del estado de la distribución de las partes por el cual el todo ha llegado a una situación de reposo.

- c) **Equilibrio Axial:** Es la existencia de un eje vertical u horizontal, si disponemos formas iguales o pesos iguales a los lados del eje, la composición estará en equilibrio, puede ser asimétrico en forma pero asimétrico en color

Equilibrio radial: Es el control de las atracciones opuestas por rotación de formas con respecto a un punto central.

Equilibrio oculto: Es una situación de reposo y no es evidente la presencia de ejes axial ni radial, es decir no responde a ejes.

- d) **Simetría:** Es la correspondencia de posición, formas y dimensiones de las partes de un cuerpo o figura a un lado y otro del eje.

Simetría espectacular, repite la calidad idéntica mientras que la simetría natural, crea similitudes en ambos lados del eje de simetría y lo que se aprecia no es de igualdad sino la similitud

- e) **Ritmo:** Es la periodicidad con la que se repite una secuencia primero las que llamaremos modulo rítmico el mismo que se desarrolla dentro de los límites y características de una canon.

Ritmos lineales: Aceptan todas las combinaciones probables entre rectas y curvas

Ritmos formales: Es la semejanza de un elemento con otro en lo que se refiere a su forma cromática

Ritmo cromático: Recurre al grado de saturación de los tonos y a la facultad que los distinguen en fríos y cálidos

- f) **Escala:** Es la relación entre la longitud de un objeto y su homónimo en una representación del mismo.
- g) **Proporción:** Es la confraternidad o correspondencia debida de los objetos de una composición con el todo o entre objetos relacionados entre sí.
- h) **Unidad:** El diseño es un todo unificado; todas sus partes enlazadas unas con otras para producir un efecto global.
- i) **Armonía:** Es la compatibilidad de los elementos del esquema, tiene una estrecha relación con la unidad. Es seleccionar elementos que van bien juntos.
- j) **Color:** Un elemento muy versátil de una composición es el color. Este puede captar la atención y ayudar a crear un estado de ánimo.

2.1.3 PSICOLOGÍA DEL COLOR

Cada color ejerce sobre la persona que lo observa una triple acción:

- Impresiona al que lo percibe, por cuanto que el color se ve, y llama la atención.
- Tiene capacidad de expresión, porque cada color, al manifestarse, expresa un significado y provoca una reacción y una emoción.
- Construye, todo color posee un significado propio, y adquiere el valor de un símbolo, capaz por tanto de comunicar una idea. Los colores frecuentemente están asociados con estados de ánimo o emociones.

Los colores nos afectan psicológicamente y nos producen ciertas sensaciones. Debemos dejar constancia que estas emociones, sensaciones asociadas corresponden a la cultura occidental, ya que en otras culturas, los mismos colores, pueden expresar sentimientos

totalmente opuestos por ejemplo, en Japón y en la mayor parte de los países islámicos, el color blanco simboliza la muerte.

El Rojo: Es el símbolo de la pasión ardiente y desbordada, de la sexualidad y el erotismo, aunque también del peligro. Es el más caliente de los colores cálidos. Es el color del fuego y de la sangre, de la vitalidad y la acción, ejerce una influencia poderosa sobre el humor y los impulsos de los seres humanos, produce calor. El aspecto negativo del rojo es que puede destapar actitudes agresivas.

El Anaranjado: Representa la alegría, la juventud, el calor, el verano. Comparte con el rojo algunos aspectos siendo un color ardiente y brillante. Aumenta el optimismo, la seguridad, la confianza, el equilibrio, disminuye la fatiga y estimula el sistema respiratorio. Es ideal para utilizar en lugares donde la familia se reúne para conversar y disfrutar de la compañía.

El Amarillo: En muchas culturas, es el símbolo de la deidad y es el color más luminoso, más cálido, ardiente y expansivo, es el color de la luz del sol. Genera calor, provoca el buen humor y la alegría. Estimula la vista y actúa sobre el sistema nervioso. Está vinculado con la actividad mental y la inspiración creativa ya que despierta el intelecto y actúa como anti-fatiga. Los tonos amarillos calientes pueden calmar ciertos estados de excitación nerviosa, por eso se emplea este color en el tratamiento de la psiconeurosis.

El Verde: Simboliza la esperanza, la fecundidad, los bienes que han de venir, el deseo de vida eterna. Es un color sedante, hipnótico, anodino. Se le atribuyen virtudes como la de ser calmante y relajante, resultando eficaz en los casos de excitabilidad nerviosa, insomnio y fatiga, disminuyendo la presión sanguínea, baja el ritmo cardíaco, alivia neuralgias y jaquecas. Se utiliza para neutralizar los colores cálidos.

El Azul: Es el símbolo de la profundidad se le atribuyen efectos calmantes y se usa en ambientes que inviten al reposo. El azul es el más sobrio de los colores fríos, transmite seriedad, confianza y tranquilidad. Se le atribuye el poder para desintegrar las energías negativas. Favorece la paciencia la amabilidad y serenidad, aunque la sobreexposición al mismo produce fatiga o depresión. También se aconseja para equilibrar el uso de los colores cálidos.

El Púrpura: Representa el misterio, se asocia con la intuición y la espiritualidad, influenciando emociones y humores. También es un color algo melancólico. Actúa sobre el corazón, disminuye la angustia, las fobias y el miedo. Agiliza el poder creativo. Por su elevado precio se convirtió en el color de la realeza.

El Blanco: Su significado es asociado con la pureza, fe, con la paz. Alegría y pulcritud. En las culturas orientales simboliza la otra vida, representa el amor divino, estimula la humildad y la imaginación creativa.

El Negro: Tradicionalmente el negro se relaciona con la oscuridad, el dolor, la desesperación, la formalidad y solemnidad, la tristeza, la melancolía, la infelicidad y desventura, el enfado y la irritabilidad y puede representar lo que está escondido y velado. Es un color que también denota poder, misterio y el estilo. En nuestra cultura es también el color de la muerte y del luto, y se reserva para las misas de difuntos y el Viernes Santo.

El Gris: Iguala todas las cosas y no influye en los otros colores. Puede expresar elegancia, respeto, desconsuelo, aburrimiento, vejez. Es un color neutro y en cierta forma sombrío. Ayuda a enfatizar los valores espirituales e intelectuales.

2.2 COMPORTAMIENTO HUMANO

2.2.1 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO HUMANO FRENTE A MÉTODOS VIRTUALES.

El comportamiento humano es el conjunto de procedimientos exhibidos por el ser humano e influenciados por la cultura, las actitudes, las emociones, los valores de la persona y los valores culturales, la ética, el ejercicio de la autoridad, la relación, la hipnosis, la persuasión, la coerción y/o la genética.

El comportamiento humano desde los inicios de su historia se ha tratado de estudiar y comprender, esto para tratar de aprovechar sus características en el desarrollo de actividades o mejorarlo para permitirle al mismo vivir de una mejor manera, ya sea

observando sus fortalezas, mejorando esos aspectos y tratar de disminuir las debilidades aumentando la atención en los puntos en los que generalmente el ser humano suele fallar.

Muchos consideran el comportamiento humano algo muy complicado, sin embargo no lo es, puesto que desde sus inicios el ser humano ha demostrado su interés de aprender sobre lo que lo rodea y aprovecharlo para su beneficio y comodidad, si bien el ser humano es curioso, también es creativo, al inventar toda una serie de formas para comunicarse, desde el lenguaje por señas, el escrito, incluso el oral, entre otras muchas más cosas que ayudaron a facilitar la vida del ser humano, así como su supervivencia.

El ser humano ha evolucionado para ajustarse a un mundo diferente, un mundo que terminó hace 20.000 años. No hemos cambiado mucho durante este período, aunque parezca demasiado tiempo desde nuestra perspectiva. La prehistoria ocupa todo este período, desde los cazadores-recolectores a lo largo de los comienzos de la civilización, hasta las revoluciones agrícola, industrial y otras, y nos hemos acostumbrado a pensar que los seres humanos del siglo XX en la sociedad occidental somos muy diferentes de los que vivían en la antigüedad remota: los cavernícolas, los cazadores-recolectores y los que vivían justo antes de la revolución agrícola, mucho antes de la civilización. Esta presunción es la versión corriente del pensamiento conmocionado de los tiempos de Darwin, cuando los ciudadanos de la Inglaterra victoriana no podían simplemente adaptarse a la idea de que eran parientes de los monos. A la mayoría de los seres humanos les ocurre lo mismo: seguramente han trascendido las acciones y reacciones de aquellos salvajes incivilizados. Pero para cualquiera que sea consciente de los recientes descubrimientos sobre la evolución humana, nuestra escala del tiempo tiene que ser reajustada.

Los seres humanos y nuestros antecesores han evolucionado durante un periodo que ha durado millones de años. Los últimos 20.000 años constituyen una insignificante porción de tiempo en términos evolutivos: no ha habido tiempo para aumentar el desarrollo de nuestras capacidades mentales, de nuestra capacidad para enfrentarnos a los desafíos del entorno, de nuestra capacidad para pensar, razonar y crear. Somos las mismas personas que fuimos diseñadas para vivir cuando nuestra especie la componían unos cuantos grupos de miles, que vagaban por las sabanas del este de África.

Estábamos diseñados para responder rápidamente al peligro inmediato: los que vivieron suficientemente para generarnos. En nuestra época los peligros son de otra clase. Nuestro mundo ha cambiado radicalmente en el periodo de nuestras propias vidas con los ordenadores, los viajes espaciales, la amenaza de guerra nuclear.

Todos estos cambios no tienen precedentes y sin embargo, tenemos el mismo sistema mental que teníamos desde hace decenas de miles de años; un sistema que intenta, frente a cualquier acontecimiento, mantener las cosas en orden, simples y claras. El ser humano es un animal que desea e intenta desesperadamente hacer su vida tan rutinaria y estable como le es posible, aferrándose a presunciones y paradigmas fijos, mientras que el mundo sigue cambiando ininterrumpidamente.

2.2.1.1 LA OBSERVACIÓN CONDUCTUAL

Antes de que la observación conductual se describa, es bueno dar una apreciación global de conducta en general. Puede definirse la conducta de las maneras diferentes por los tipos diferentes de investigadores.

Aquí una definición neutra se da de un diccionario. Se define la conducta como la acción o la reacción de algo bajo las circunstancias especificadas. Ampliamente, las conductas se agrupan en dos: las conductas abiertas y abrigadas. Las conductas abiertas son acciones que otras personas pueden directamente observe. Los aspectos de conducta abierta son actividades, los movimientos, la postura, los gestos, las posiciones, expresiones faciales, discurso, y las interacciones sociales. Las conductas abrigadas son las cosas nosotros hacemos eso no puede observarse directamente como los procesos cognoscitivos (recordando, pensando), sentimientos (las emociones), y las contestaciones fisiológicas (la tensión arterial, temperatura).

Observación en un Ambiente Real

La manera que los seres humanos se comportan en un cierto ambiente real tiene la similitud en algunos los aspectos con los usuarios de la manera de sistemas de VE (Entorno Virtual) se comportan mientras actuando recíprocamente con el sistema. En ambas maneras, hay tres procesos principales: la percepción, la cognición, y

comenzando el mando las acciones. Sin embargo, el tipo de información que un usuario de la mayoría de los sistemas de VE percibe es reprimido por la capacidad de las VE sistema rendimiento modalidades.

Debido al hecho que la conducta del usuario es similar a la conducta humana en el ambiente real, él, merece la pena cómo la conducta humana se observa y evaluó en el ambiente real en pida para aplicar conocimiento ganado del ambiente real al Ambiente Virtual. Como un resultado, este capítulo está especializado para estudiar la conducta humana en el ambiente real y aplicando el conocimiento ganado en el Ambiente Virtual.

2.2.1.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Un entorno virtual como su nombre indica es una representación virtual inexistente o entorno físico existente o una información abstracta que ofrece a los usuarios finales en tiempo real interactividad y hacer que se sientan como si fueran parte de ella. Debido a la interactiva e inmersión naturaleza de los entornos virtuales, las conductas que se producen en entornos reales tiene semejanza con las conductas que se producen en entornos virtuales. Por otro lado, las aplicaciones de realidad virtual Aumentada tienen similitud con los sistemas informáticos que son interactivos como las aplicaciones multimedia y web, aunque el grado y el alcance de la interacción es más en las aplicaciones de Realidad Virtual Aumentada.

Con base en los hechos anteriores, la pregunta principal de investigación es abordada en analizar cuatro cuestiones importantes. La primera cuestión tiene que ver con la comprensión y la definición de cómo los usuarios interactuar en entornos virtuales, explorar los desafíos de la tecnología de MixedReality, y que justifiquen la relevancia social y científica del problema de investigación. La segunda cuestión se refiere a las técnicas de qué y cómo relacionar conceptos de observación y la evaluación de los comportamientos pueden ser aplicados a entornos virtuales de otras áreas relevantes: entorno real y los sistemas informáticos interactivos. La tercera cuestión tiene que ver con la evaluación de la evolución actual de las técnicas para registrar y evaluar el comportamiento de los usuarios finales o de otras entidades autónomas en entornos virtuales.

La cuarta cuestión es con respecto a qué técnica o método es el mejor para registrar y evaluar comportamientos de los usuarios finales o de otras entidades autónomas en entornos virtuales.

La interacción del usuario puede representarse en dos niveles diferentes. En el nivel más bajo, la interacción del usuario puede representarse como un flujo de signos de los cauces del rendimiento humanos a los sistemas de VE. Durante el proceso de la interacción, el usuario de sistemas de VE percibe gráficos visuales y audio, y otros signos del ambiente virtual y responde haciendo acciones como gestos expresiones de asombro, discurso y mirando fijamente.

La otra representación del nivel alta de la interacción de usuarios con los sistemas de VR es basado en el tipo de tarea o actividad que el usuario puede hacer mientras está actuando recíprocamente con el sistema de VR.

Generalmente, cualquier usuario de sistemas de VE puede hacer cuatro tipos de tareas que son la navegación, selección, manipulación, y emisión de orden. Cada tarea general puede comprenderse con varias técnicas de la interacción.

2.2.1.3 PUBLICO OBJETIVO.

2.2.1.3.1 SEGMENTO A INVESTIGAR

El segmento investigado es un grupo poblacional que se relacionan directamente con el diseño de modelados virtuales, (ingeniería civil, diseño arquitectónico, diseño de interiores, arquitectos.) tanto en lo que se refiere a la construcción como en la creación de modelados para otros fines, para la educación y otros. Creados en las diferentes plataformas de 3D existentes.

2.2.1.3.2 ESTABLECER LA POBLACIÓN

Debido a que el segmento de mercado tiene múltiples orientaciones con respecto a especializaciones en el ámbito de modelados 3D, se determino la población en un

estimado de 1000 personas para establecer una muestra propicia para la aplicación de la propuesta A.R.

2.2.1.3.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se tomó una su muestra del 0,1%

$$n = 1000 \times 0,01$$

$$n = 10$$

Muestra: 10Personas.

2.2.1.3.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Del estudio psicológico 9 de cada 10 personas mostraron un gran interés por la utilización de este sistema. Por lo tanto se ha llegado a la conclusión de que la aplicación tiene una gran acogida en el segmento al cual está dirigido.

Se dedujo que del 100% de los participantes el 90% lo va a utilizar para aplicaciones de 3D con A.R.

-  El 10 % de la muestra se mantiene con los métodos tradicionales.
-  El 90 % de la muestra está dispuesto a la utilización de las maquetas virtuales.



Figura. II.01: Cuadro estadístico. Aceptación de la aplicación de A.R.

CAPÍTULO III

REALIDAD AUMENTADA, 3D, SOFTWARE DE ARQUITECTURA Y DISEÑO WEB.

3.1 REALIDAD AUMENTADA

La Realidad Aumentada es una tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al usuario estar en un entorno real aumentado con información adicional generada por el ordenador. Esta tecnología está introduciéndose en nuevas áreas de aplicación como son entre otras la reconstrucción del patrimonio histórico, marketing, el mundo del diseño interiorista, arquitectura y guías de museos. El mundo académico no está al margen de estas iniciativas y también ha empezado a introducir la tecnología de la Realidad Aumentada en algunas de sus disciplinas. Sin embargo el conocimiento y la aplicabilidad de esta tecnología en la arquitectura son mínimos; entre otros motivos se debe a la propia naturaleza y estado de desarrollo de dicha tecnología, así como también a su escasa presencia en los ámbitos cotidianos de la sociedad.

Hasta hace pocos años la opción de disponer de información digital añadida sobre cualquier objeto sin alterar su entorno era prácticamente imposible. Sin embargo, hoy en día ya es posible ver casi cualquier tipo de información digital sobre el objeto que sea. Esto se debe a la realidad aumentada, una tecnología a disposición de cualquier persona

que permite superponer sobre un escenario real cualquier tipo de contenido digital, sea de la índole que sea, visual, auditivo, etc.

A pesar de que en 1966 Ivan Sutherland inventó el primer casco de visualización (*Head-MountedDisplay*, HMD) , no ha sido prácticamente hasta el siglo XXI cuando esta área de investigación ha empezado a coger fuerza y relevancia. Esto se debe a que los esfuerzos del siglo pasado estaban más centrados en la realidad virtual, que se diferencia de la realidad aumentada en que todo lo que el usuario observa es una simulación de la realidad.



Figura III. 02: Ejemplo .Casco de visualización (*Head-MountedDisplay*, HMD)

Sutherland reconoció que su interfaz ha sido limitada, por lo que continuó trabajando en mejorar los sistemas. Pocos años después de su primer sistema de realidad virtual, Sutherland escribió un artículo llamado "La pantalla de Ultimate." Interfaz de Sutherland sueño fue descrito en este documento, así como a cualquier fan de StarTrek su descripción se evocan imágenes de la famosa holodeck.

La especial relevancia que está teniendo en estos tiempos la realidad aumentada no proviene de su naturaleza novedosa, ya que esta tecnología ya venía siendo utilizada en las cabinas de los aviones durante el siglo pasado, como puede verse en la figura 1.1. Lo que ha producido que haya aumentado su importancia ha sido su apertura a la vida

cotidiana de las personas. En los últimos años se ha visto que esta área de investigación podía ser muy útil para campos de trabajo muy diferentes. Cada día es más común encontrar museos que utilizan realidad aumentada para exponer a sus visitantes más información sobre sus elementos sin tener que manipularlos. Y esto es sólo un pequeño ejemplo de aplicación de esta tecnología. Sectores tan diversos como el sanitario, educativo, turístico, etc., se han unido al camino de la realidad aumentada.



Figura III. 03: Ejemplo de uso de realidad aumentada en la cabina de un avión

Muy probablemente la otra gran razón por la que cada día suena con más fuerza la realidad aumentada es que ha dejado de estar al alcance de unos pocos, estando en la actualidad accesible para todo tipo de usuarios. Antes eran necesarios costosos equipos para poder visualizar los contenidos digitales sobre la escena real, mientras que actualmente cualquier teléfono móvil de última generación permite llevar a cabo estas funciones.

La Realidad Aumentada (RA) adquiere presencia en el mundo científico a principios de los años 1990 cuando la tecnología basada en a) ordenadores de procesamiento rápido, b) técnicas de renderizado de gráficos en tiempo real, y c) sistemas de seguimiento de precisión portables, permiten implementar la combinación de imágenes generadas por el ordenador sobre la visión del mundo real que tiene el usuario. En muchas aplicaciones industriales y domésticas se disponen de una gran cantidad de información que están asociadas a objetos del mundo real, y la realidad aumentada se presenta como el medio

que une y combina dicha información con los objetos del mundo real. Así, muchos de los diseños que realizan los arquitectos, ingenieros, diseñadores pueden ser visualizados en el mismo lugar físico del mundo real para donde han sido diseñados.

La Realidad Aumentada está relacionada con la tecnología Realidad Virtual que sí está más extendida en la sociedad; presenta algunas características comunes como por ejemplo la inclusión de modelos virtuales gráficos 2D y 3D en el campo de visión del usuario; la principal diferencia es que la Realidad Aumentada no reemplaza el mundo real por uno virtual, sino al contrario, mantiene el mundo real que ve el usuario complementándolo con información virtual superpuesta al real. El usuario nunca pierde el contacto con el mundo real que tiene al alcance de su vista y al mismo tiempo puede interactuar con la información virtual superpuesta.

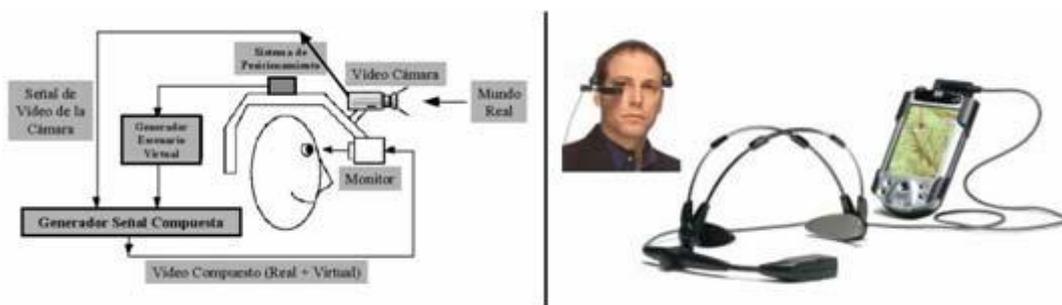


Figura III. 04: Ejemplo Diagrama conceptual de un sistema de Realidad Aumentada

El objetivo de AR es crear la sensación de que los objetos virtuales están presentes en el mundo real. Para conseguir el efecto, el software combina la realidad virtual (VR) con elementos del mundo real. Obviamente, AR es más eficaz cuando los elementos virtuales se añaden in tiempo real. Debido a esto, AR comúnmente implica aumentar los objetos en 2D o 3D a una imagen de video digital en tiempo real. El ejemplo más simple de la AR es la superposición visual de una imagen 2D en video digital. Sin embargo, también es posible añadir 3D objetos que puedan ser presentados de manera que parecen pertenecer a una escena que contiene objetos reales en 3D. En general, la adición de un objeto 3D para realt1me video hace una demostración más impresionante de la tecnología de AR.

Cuando los objetos virtuales se añaden a una escena, es conocido como AR visual. Por definición, los elementos de AR no son visibles a simple vista, por lo visual AR se basa en algún tipo de pantalla. Esta pantalla puede ser tan simple como un monitor de computadora o un televisor, o podría ser algo más avanzado, como un ocular de ver a través de una pantalla montada en la cabeza (HMD). Nuevas opciones que estarían disponibles como muchos investigadores AR están concentrando sus esfuerzos en las interfaces, tales como dispositivos de mano, cámaras web y HMD más avanzados.

El proceso de AR se podría dividir en dos fases principales: Reconocimiento & Tracking y la fase de Rendering.

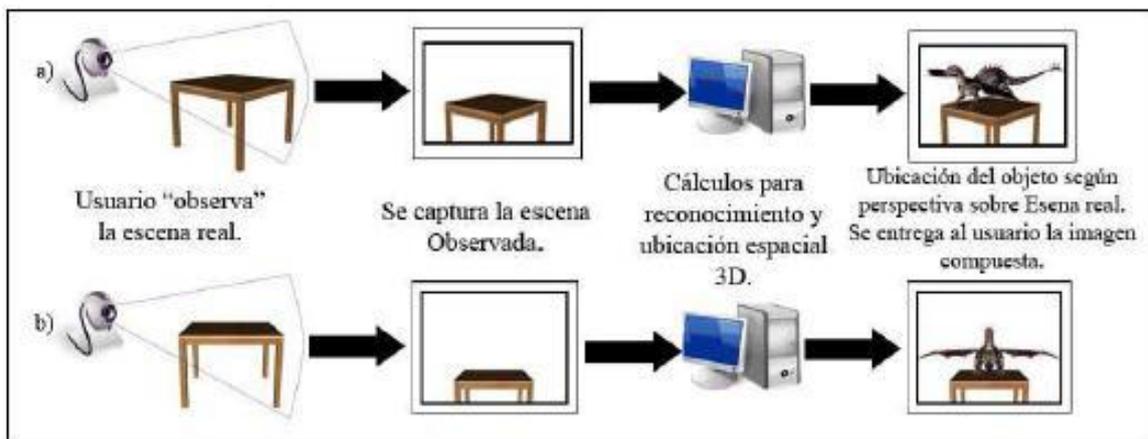


Figura III. 05: Ejemplo .Realidad aumentada en la realidad normal.En b se ha girado el punto de vista que la cámara tenía en a, que a su vez hace que también el objeto virtual gire en relación al nuevo punto de vista.

Como se muestra en la Figura 04, la primera parte del proceso consiste en capturar la escena del mundo real. La escena es procesada y es cuando la fase de Reconocimiento & Tracking (o seguimiento) empieza.

Esta fase consiste en procesar la escena capturada por la cámara con el fin de solucionar uno de los principales problemas de la AR: el Viewpoint tracking (o Seguimiento del punto de vista). Esto es un problema clave porque la AR debe saber dónde y cómo posicionar los objetos virtuales para su correcta visualización por parte del usuario.

3.1.1 TAREAS EN REALIDAD AUMENTADA

Los sistemas de realidad aumentada son herederos de una tecnología más antigua: la realidad virtual. Por tanto, antes de dar una definición y una explicación de la tecnología, es necesario introducir al lector en las bases de la realidad virtual.

La realidad virtual es un sistema que interactúa con el usuario simulando un entorno real en un entorno ficticio. Este tipo de sistemas generan una sensación de que lo que está ocurriendo es real, aunque no lo sea. La realidad virtual es, básicamente, una técnica fotográfica de 360 grados, que permite movimientos y desplazamientos tanto verticales como horizontales, ofreciendo libertad absoluta de acción, lo que genera una amplia sensación de realismo en el usuario mediante una estimulación de los cinco sentidos.

En términos generales, se podría resumir la realidad virtual como un sistema informático que simula un entorno ficticio ofreciendo al usuario la sensación de que es real, así como todo lo que ocurre en él.

Una vez explicado de forma breve qué es la realidad virtual, se puede dar una definición más concisa y clara sobre qué es la realidad aumentada.

La realidad aumentada toma parte de la simulación de un entorno ficticio de la realidad virtual para añadirlo sobre un escenario real. De esta manera la escena que nuestros sentidos detectan en un escenario físico real, está enriquecida con información que no existe en el escenario físico original y que es proporcionada por un sistema informático.

Se podría definir la realidad aumentada como aquellos sistemas informáticos que mezclan información virtual de cualquier tipo, desde imágenes 2D, texto o figuras 3D, con un escenario físico real.

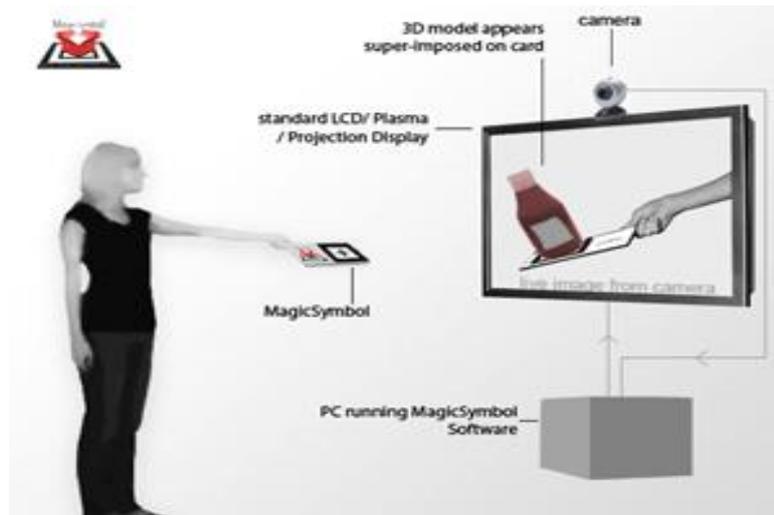


Figura III. 06: Esquema de funcionamiento de un sistema de realidad aumentada típico.

3.1.2 CAPTACIÓN DE LA ESCENA

Una de las tareas más importantes en cualquier sistema de realidad aumentada es la de identificar el escenario que se desea aumentar. En el caso de los sistemas que utilicen reconocimiento visual, es indispensable contar con algún mecanismo que permite recoger la escena para que pueda ser posteriormente procesada. En esta sección se analizan los diferentes tipos de dispositivos físicos que permiten captar dicho escenario.

Los dispositivos de captura de imágenes son dispositivos físicos que recogen la realidad que deberá ser ampliada. A grandes rasgos, estos dispositivos se pueden agrupar, principalmente, en dos conjuntos:

- Dispositivos *video-through*: dentro de este grupo se encuentran aquellos dispositivos que realizan la captura de imágenes o video que se encuentran aislados de los dispositivos de visualización. En este conjunto se encontrarían las cámaras de video o los terminales móviles (siempre y cuando tengan una cámara).
- Dispositivos *see-through*: son los dispositivos que realizan tanto la tarea de capturar la escena real como de mostrarla con información aumentada al usuario. Estos dispositivos acostumbran a trabajar en tiempo real, haciéndolos no sólo más costosos en presupuesto sino también en complejidad. Dentro de este grupo se encontrarían aquellos dispositivos conocidos como *head-mounted*. Cabe remarcar que estos dispositivos *see-through* llevan años siendo usados, por ejemplo, en los *Head Up Displays*(HUDs) utilizados por

los aviones de combate para mostrar información al piloto sobre altura, velocidad, identificación de blancos, y otros sin necesidad de apartar la vista de la zona frontal de la cúpula de su cabina.

3.1.3 IDENTIFICACIÓN DE ESCENAS

El proceso de identificación de escenas consiste en averiguar qué escenario físico real es el que el usuario quiere que se aumente con información digital. Este proceso puede llevarse a cabo, básicamente, de dos maneras: utilizando marcadores o sin utilizarlos.

3.1.3.1. RECONOCIMIENTO POR MARCADORES

En los sistemas de realidad aumentada, un marcador es un objeto cuya imagen es conocida por el sistema. Las maneras en que el sistema conoce el marcador se pueden agrupar en tres conjuntos, mediante su geometría, su color o mediante ambas características.



Figura III. 07: Ejemplo de un marker.

En la localización espacial se utiliza markers físicos (Marker Tracking): Este modelo de AR está basado en la detección de lo que se conoce como “Markers”. Un marker es un rectángulo (cuadrado) blanco y negro con un patrón asimétrico en el interior.

El reconocimiento del marker se hace por medio de librerías de seguimiento de visión (visión tracking libraries) para calcular la posición y orientación de los objetos 3D. Este modelo es muy rápido y preciso pero, como solo reconoce markers, falla a la hora de reconocer el entorno y eso genera que la sensación de AR se pierda dependiendo la situación.

Para llevar a cabo el procesamiento de un marcador se puede escoger cualquiera de los mecanismos que se presentan en la sección 3.7.3, pero hay que tener en cuenta que, dichos mecanismos, suelen implicar una gran capacidad de cálculo y, por tanto, afecta al rendimiento del sistema.

Habitualmente para el reconocimiento de marcadores se utiliza un primer escaneo sobre la imagen más pesado computacionalmente para localizar el marcador que se busca. Una vez localizado el mecanismo de actuación suele ser el descrito a continuación.

En primer lugar se establece un rango de variación en el movimiento del marcador para el posterior fotograma. En el procesamiento de dicho fotograma, el rango de búsqueda ya se encuentra acotado a un espacio muy inferior al inicial, por lo que el tiempo de procesamiento decae considerablemente. Además, por norma general, se utilizan menos técnicas de reconocimiento, empleando el menor número de cálculos para localizar el marcador. Una vez detectado, se procede a las tareas necesarias de mezclado y aumento en los sistemas de realidad aumentada. Este proceso se efectúa de forma iterativa mientras la aplicación esté en ejecución.

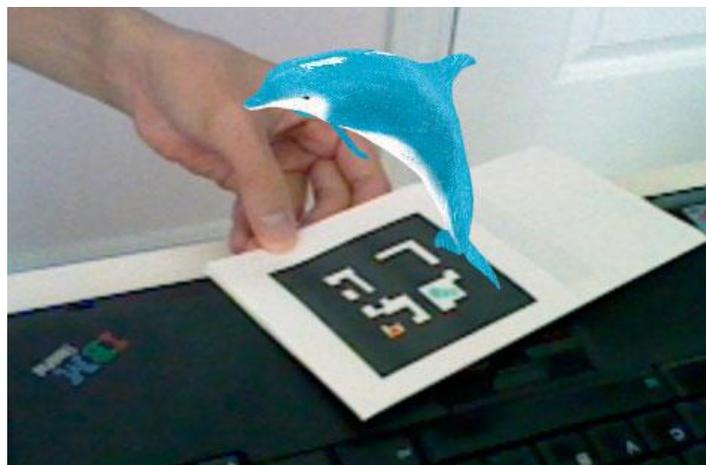


Figura III. 08: Ejemplo de aplicación de marcador en realidad aumentada.

El proceso recientemente descrito sólo modificará su comportamiento si en algún fotograma en la región de búsqueda no se encontrase el marcador. En esta circunstancia existen diversas posibilidades de actuación:

- Realizar un nuevo escaneo sobre toda la imagen en busca del marcador. Este proceso puede ser efectivo si el marcador ha sido desplazado a una posición alejada de la anterior secuencia o si no se encuentra.
- Buscar de forma recursiva en las regiones vecinas el marcador. Esta solución podría ser óptima si el marcador desplazado se encuentra cerca de la región de búsqueda inicial.
- Utilizar predicción de movimiento. Esta tarea se puede llevar a cabo mediante la variación del movimiento analizando las imágenes o bien mediante el uso de acelerómetros. En este proyecto se utilizará la segunda opción.

En ambos casos, si el marcador ha sido detectado se procedería a utilizar el mecanismo iterativo ya expuesto.

Antes de concluir la explicación del reconocimiento por marcadores, es necesario hacer resaltar que el número de marcadores que puede reconocer este tipo de sistemas no es ilimitado, sino que es dependiente del algoritmo utilizado.

3.1.3.2. RECONOCIMIENTO SIN MARCADORES

De la misma forma, es posible identificar la escena mediante reconocimiento de imágenes o mediante la estimación de la posición. También es posible encontrar sistemas que realicen una combinación de ambas en función de la situación. A este tipo de identificación se le denominará híbrida. Dentro de cada uno de estos dos conjuntos de técnicas se pueden encontrar diversas variaciones que dependerán en gran medida de las prestaciones que deba ofrecer el sistema así como de sus posibilidades técnicas.

Puesto que las técnicas habituales en este proceso se encuentran centradas en el reconocimiento visual de la escena y el proyecto utiliza reconocimiento por marcadores, se describirá en mayor profundidad ese tipo de técnica.

3.1.3.3. EL MARCADOR VS MARCADORES AR

Los sistemas de AR generalmente requieren alguna indicación de dónde es exactamente lo que debe aumentar una imagen digital. Esto es más comúnmente realizado con marcadores de AR. Varios marcadores se han probado de todo. De diodos emisores de luz (LEDs) para la mano de una persona. Sin embargo, la forma más simple de marcador es un patrón único que es visible a la cámara de AR y se pueden identificar en el software del sistema AR. Estos patrones son físicamente añade al mundo real. En la figura 1.3, el pescado es un virtual .30 objeto, y el patrón de abajo contiene etiquetas de identificación. Las etiquetas de identificación se utilizan para determinar el punto de vista de la cámara real, de modo que los peces virtuales se pueden representar adecuadamente.

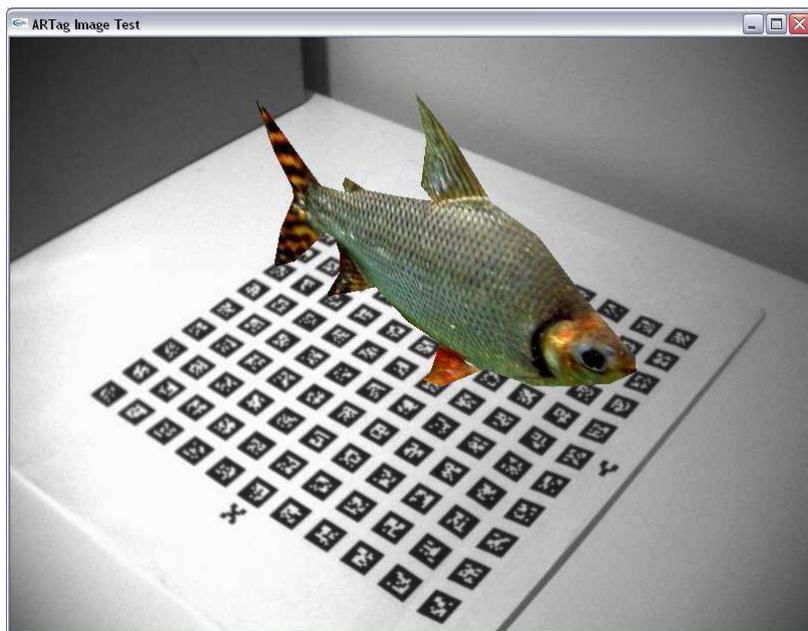


Figura III. 09: Ejemplo Un pez 3D en un modelo de marcador

Para demostrar la tecnología de AR, se puede utilizar también el sistema de marcadores ARTag (<http://www.drtag.net>). ARTag fue desarrollado por el Dr. Mark Fiala, coautor del libro (AugmentedReality A Practical Guide). ARTag es un sistema digital de generar y verificar científicamente marcadores fiducial de AR. Fiduciales medio de los marcadores se utilizan como una referencia de confianza.

ARTag es una visión del sistema informático de software que utiliza marcadores para alinear las cámaras reales y virtuales. ARTag reconoce especial negro en blanco y marcadores cuadrados, se encuentra la postura, y después se establece la matriz de vista del modelo de manera que las operaciones de renderizado posteriores aparecen con relación a la matriz y, por tanto, en relación con el mundo real en 3D. En otras palabras, los marcadores ARTag permitir que el software para calcular dónde insertar los elementos virtuales para que aparezcan correctamente en la imagen aumentada.

Para utilizar ARTag, los patrones de marcadores se imprimen y se colocan donde el usuario como elementos virtuales a aparecer. ARTag tiene un kit de desarrollo de software (SDK) que incluye una biblioteca de marcadores, el software de visión artificial para encontrarlos en las imágenes, y algo de código para ayudar a cargar y visualizar modelos 3D.

La adición de marcadores de AR puede ser tan simple como imprimir un patrón de marcador y luego colocar la impresión en el campo de la imagen de la webcam que se está ejecutando a través de software de AR. Cuando los marcadores son reconocidos por AR software, el ordenador es capaz de determinar la posición y el ángulo de la marca. El software se puede utilizar esta información para extrapolar la posición correcta y la orientación de un objeto virtual. Cuando este cálculo se ha completado, el software se superpone al objeto virtual en la parte superior de la imagen de la cámara original, y la versión ampliada se muestra al usuario. Si el software de AR hace que el objeto correctamente, aparecerá como parte de la escena del mundo real. Dado que la orientación se calcula también el objeto virtual se puede ajustar el marcador se mueve alrededor en el espacio 3D.

Es posible, sin embargo, para crear un efecto de AR sin el uso de marcadores, lo que se conoce como sin marcadores AR y es ideal ya que no requiere la previsión de la adición de marcadores a la escena. Un sistema de seguimiento puede en lugar de seguir la posición de los LEDs, o bolas de reflexión, con un equipo especial para la colocación de elementos virtuales en una imagen digital. Estos sistemas se ven a menudo en laboratorios universitarios VR. Seguimiento sin marcadores, sin embargo, se entiende en la comunidad de AR en el sentido de no agregar nada al medio ambiente. En cambio,

"naturales" tales como la esquina de una ventana o un cuadro característico en la pared se utilizan.

En el futuro, sin marcadores AR es probable que resulte ser el método preferido de AR. Sin embargo, sin marcadores AR aún no ha avanzado al punto en que es posible proporcionar una forma sencilla para que el público utilice el tecnología y sistemas sin marcadores que funciona tan bien como marcador basado en LED, sistemas aún no están disponibles. Por esta razón, este libro se utilizará un sistema de marcador de AR.

3.2 TÉCNICAS DE MEZCLADO DE REALIDAD Y AUMENTO.

Una vez descrito el proceso de identificación de escenarios, el siguiente proceso que tiene lugar en los sistemas de realidad aumentada es de sobreponer la información digital que se quiere ampliar sobre la escena real capturada. Cabe resaltar, que esta información digital de aumento puede ser tanto de carácter visual como auditivo o táctil, lo que por lo general, en la mayoría de sistemas de realidad aumentada sólo se ofrecen los de tipo visual.

3.2.1 FUNDAMENTOS DIMENSIONALES

El primer concepto que hay que diferenciar en este proceso es el tipo de información que se quiere aumentar. En este apartado se puede distinguir entre dos tipos básicos de información: 2D y 3D.

La información bidimensional constituye un plano geométrico digital en el que cada punto del plano se representa por medio de un píxel que, habitualmente, es un vector de colores en escala RGB (rojo-verde-azul). Cada uno de los tres valores que conforman el vector oscila en el rango 0-255, siendo la mezcla de los tres valores 0 la representación del color negro y 255 la del color blanco. Dentro de este tipo de información, no sólo se encuentran las imágenes, sino que también serán clasificados los contenidos textuales, debido a sus características similares de representación.

El otro tipo de información digital anteriormente expuesta es la tridimensional. Este tipo de información de la realidad consiste en un conjunto de vectores multidimensionales

para cada punto del plano tridimensional (x, y, z). Al igual que sucedía con la información bidimensional, cada vector uno de estos puntos está formada por un vector RGB o cualquier otro tipo de representación del color.

Una vez definidos los tipos básicos de información digital de aumento, se puede realizar la descripción del funcionamiento real de las técnicas de aumento. En los sistemas de realidad aumentada, excepto en los sistemas que utilizan hologramas tridimensionales o similares, los dispositivos de visualización son en dos dimensiones, como pueden ser las pantallas de ordenadores, teléfonos móviles, etc. Este suceso puede llevar a pensar que sólo es posible representar información bidimensional y, aunque esto es cierto, es posible simular la sensación de tridimensionalidad en un plano 2D.

Para realizar la conversión de una imagen en 3D al plano bidimensional se suele utilizar la técnica de proyección de perspectiva (o proyección de puntos). Esta técnica consiste en simular la forma en que el ojo humano recibe la información visual por medio de la luz y cómo genera la sensación 3D. Este proceso consiste en la superposición de dos imágenes bidimensionales captadas desde diferentes ángulos, dando la sensación de profundidad inexistente en imágenes 2D. La ecuación 2.4 adjunta define la forma de trasladar el plano tridimensional al plano bidimensional.

$$u = \frac{f(x)}{z}, v = \frac{f(y)}{z}$$

Figura III. 10: Ecuación Proyección de un punto 3D (x, y, z) en un plano 2D (u, v).

3.2.2 LIBRERÍAS DE AUMENTO

Para el proceso de aumento es necesario disponer de software adecuado para sobreponer a la imagen real la información aumentada deseada. Para este propósito existen diversas librerías disponibles al público. Las más famosas son:

- *ARToolKit*: librería de realidad aumentada que permite la detección de unos marcadores específicos y realiza las tareas de superposición de imágenes. Está desarrollada en lenguaje C++.
- *ARToolKitPlus*: versión más especializada de la librería ARToolKit .
- *JARToolKit*: es la versión de la librería ARToolKit desarrollada en lenguaje Java .

Las librerías que se acaban de presentar tienen la ventaja de formar en sí paquetes de realidad aumentada con todas las funcionalidades necesarias para sistemas por marcadores. No obstante, si el reconocimiento de escenarios se realiza por otro mecanismo al de detección de marcadores, estas librerías pierden su utilidad.

3.2.2.1 OPEN GL

OpenGL es una especificación estándar que define una API multilenguaje y multiplataforma para escribir aplicaciones que produzcan y consumas gráficos en 2D y 3D. Esta interfaz dispone de más de 250 funciones definidas.

El funcionamiento básico consiste en aceptar primitivas tales como puntos, líneas y polígonos y convertirlas en píxeles. Este proceso se lleva a cabo en una pipeline gráfica conocida como la máquina de estados de OpenGL. La figura 2.5 muestra la pipeline que utiliza OpenGL.

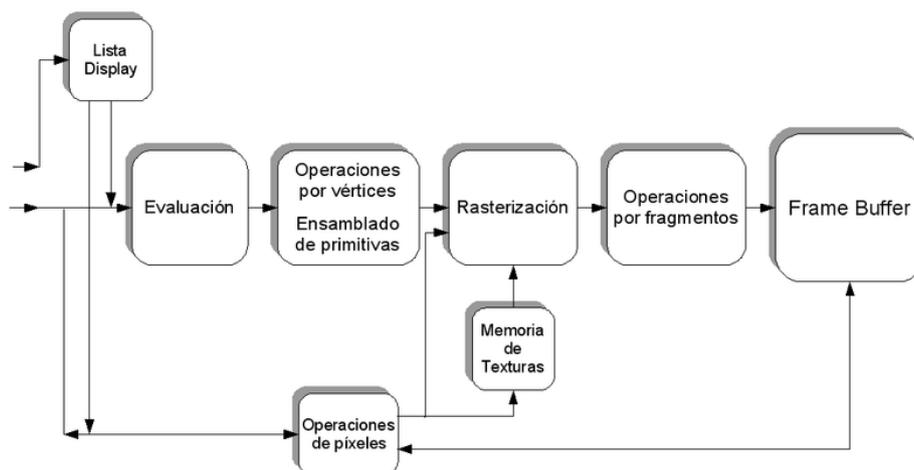


Figura III.11: Pipeline de OpenGL

3.2.2.2ARTOOLKIT

ARToolKit (AugmentedRealityToolkit) es uno de las librerías de “vision tracking” más usadas para desarrollar aplicaciones de AR. Para ello, usa capacidades de “video tracking” para calcular, en tiempo real, la posición y orientación real de la cámara relativa al marker físico. Una vez que la posición real de la cámara se conoce, una cámara virtual puede ser posicionada en el mismo punto y se pueden dibujar modelos de ordenador 3D superpuestos al marker. Entonces ARToolKit resuelve dos de los problemas claves de la Realidad Aumentada; El tracking del punto de vista y la interacción de objetos virtuales.

ARToolkit ofrece una serie de librerías para el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada.

La parte más difícil de estas aplicaciones suele ser calcular la perspectiva del usuario para que el objeto virtual esté perfectamente alineado con el mundo real. ARToolkit utiliza técnicas de tratamiento de imágenes para calcular la posición de la cámara y la orientación relativa a una marca cuadrada de dimensiones conocidas, para incluir los objetos virtuales con respecto a estas marcas ARToolkit genera una matriz con la posición relativa de la marca y ésta se utiliza, junto con la librería gráfica OpenGL, para representar el objeto virtual en la imagen capturada por la cámara. La matriz que obtenemos con ARToolkit es relativa a un modelo de la distorsión que la cámara introduce en el proceso. ARToolkit incorpora material para calibrar la cámara y ajustar de la manera más fiable posible las coordenadas reales con las virtuales. Aún así, encontramos errores de posicionamiento en los resultados finales porque este proceso de calibración no es perfecto.

En la Fig. 13 vemos un esquema de los distintos pasos. En primer lugar, se captura la imagen de video y ésta se pasa a una imagen binaria en blanco y negro en función de un valor umbral de luminosidad, que se calibra para ajustar el proceso a los cambios de luminosidad. En esta imagen se realiza la búsqueda de marcas cuadradas para, entre todas las encontradas, seleccionar aquella que contenga un patrón almacenado en memoria sobre el que se va a dibujar el objeto virtual. Cuando se encuentra dicha marca

(Fig. 12), podemos averiguar las coordenadas de la cámara respecto a ella utilizando la expresión de la ecuación 1.

$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{11} & V_{12} & V_{13} & W_x \\ V_{21} & V_{22} & V_{23} & W_y \\ V_{31} & V_{32} & V_{33} & W_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_m \\ Y_m \\ Z_m \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \mathbf{V}_{3 \times 3} & \mathbf{W}_{3 \times 1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_m \\ Y_m \\ Z_m \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{T}_{cm} \begin{bmatrix} X_m \\ Y_m \\ Z_m \\ 1 \end{bmatrix}$$

Figura III.12: Ejemplo de Ecuación 1 utilizada en las coordenadas de una cámara.

Esta matriz se utiliza para dibujar el objeto virtual encima de la marca detectada, por eso es importante minimizar errores de posicionamiento, para que las coordenadas de la cámara real y de la virtual coincidan.



Figura III.13: Pasos del algoritmo de posicionamiento usando ARToolkit

3.3 LENTE MÁGICO VS ESPEJO MÁGICO

Los dos paradigmas comunes de AR son el espejo mágico y la magia de la lente. La técnica del espejo mágico consiste en colocar un monitor de computadora o un televisor, detrás de la zona que está siendo captado por una cámara de vídeo AR. La pantalla es el

espejo, y que a menudo muestra los aumentos a través de vídeo en tiempo real. Si usted tiene una pantalla de gran tamaño (por ejemplo, una pantalla de proyección), usted puede estar parado delante de un espejo mágico y disfrutar de algunos de aumento a gran escala (véase la figura 13). Por ejemplo, es posible que un portero de hockey sobre el bloqueo de los disparos de los tiradores virtual.



Figura III.14: Un Espejo Mágico Grande

El punto de vista objetivo de la magia es un enfoque completamente diferente. En lugar de ofrecer al usuario un espejo para mirar la lente mágica le permite al usuario ver a través de una imagen del mundo real con elementos añadidos AR (Ver figura 13). En esta configuración, el usuario tiene algún tipo de pantalla frente a él, sino que podría ser tan simple como un monitor de ordenador estándar o tan complejo como un HMD. En este libro, el enfoque del lente mágico será utilizado para la mayoría de los ejemplos.

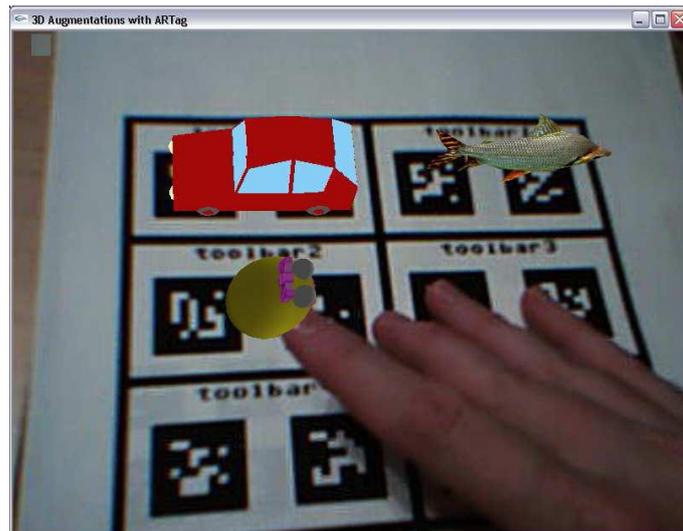


Figura III. 15: La Perspectiva del Lente Mágico

3.4 INTERACCIÓN NATURAL CON ELEMENTOS VIRTUALES A TRAVÉS DE LA MANO DEL USUARIO

Para poder trabajar con la maqueta virtual, debe proporcionarse al arquitecto cierto grado de interacción con ésta, aparte del desplazamiento relativo a ella que ya garantiza el ARToolkit. La interfaz natural para esto es, por supuesto, la mano.

Las principales ventajas de los interfaces de este tipo son un alto grado de integración; (posibilidad de operar desde cierta distancia;) un número reducido de piezas mecánicas, que deviene en mejor durabilidad en un uso más intuitivo.

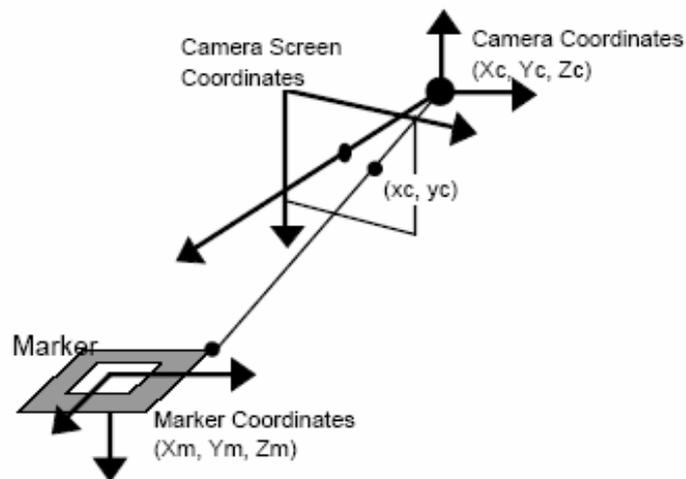


Figura III. 16: Cálculo de las coordenadas de la cámara respecto a la marca

3.5 FLARTOOLKIT

De todas las variantes de ARToolkit se decidió utilizar la versión para Adobe Flash, FLARToolkit, porque puede correr en cualquier navegador compatible con Flash Player. Hoy en día, casi todos los navegadores usan Flash y eso simplifica el proceso de descarga e inicialización de las aplicaciones. Usar FLARToolkit hace las aplicaciones de AR ligeras y fáciles de usar para el usuario. Esta es una ventaja frente a otras versiones como la de C++ en la cual el usuario debe descargar, instalar y finalmente ejecutar la aplicación para hacerla correr, mientras que usando Flash estos pasos se hacen automáticamente.

FLARToolkit es una librería para AS3 basada en **ARToolkit**. Utiliza la versión java para esta librería **NyARToolkit**. Formado para crear librerías para **AS3** con licencias **GPL/comercial**.

FLARToolkit solamente es la librería que calcula la posición del marker en la escena, pero necesita utilizar algún tipo de motor 3D (render) para gestionar la escena tridimensional y presentar la imagen final de AR al usuario. Flash puede usar varios motores de render como: Aways3D, Sandy3D, PaperVision3D, Alternativa3D, etc.... Uno de los renders usados más común es PaperVision3D debido a que viene incluido con los ejemplos de FLARToolkit.

Esta librería permite reconocer una marca de un tipo determinado desde una imagen de entrada y calcula su orientación y posición en el espacio tridimensional. Esto nos permite posicionar nuestros propios modelos 3D sobre la imagen.

Está preparada para utilizar los principales motores de renders en 3D, entre ellos Papervision3D.

3.5.1. FUNCIONAMIENTO INTERNO DE FLARTOOLKIT

Internamente FLARToolkit ejecuta 7 fases para realizar el proceso de crear Realidad Aumentada: Capturar la imagen; Binarize input image; Labelling; Findsquares;

Matching with patterns; Calculate transform matrix; Render the 3D object. These steps are done throughout the whole execution of the application, for each frame of the captured video.

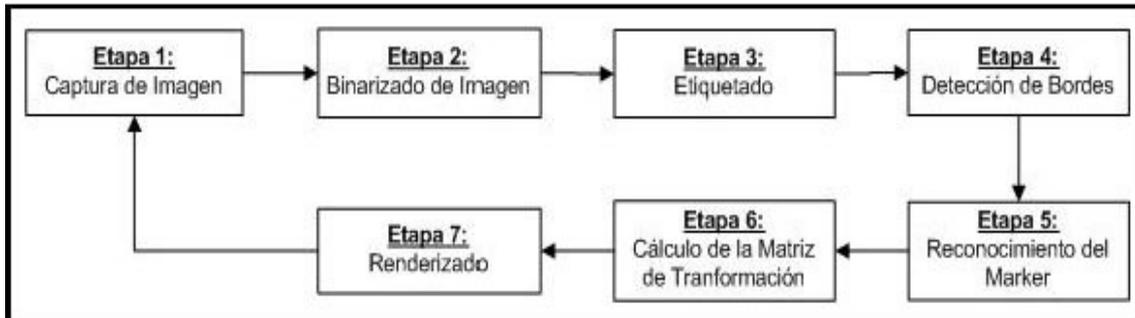


Figura III.17: Etapas en el funcionamiento interno de FLARToolkit.

3.5.1.1 FASE 1: CAPTURA DE IMAGEN

Consiste en capturar la imagen raster o mapa de bits de la cámara para luego procesarla.

3.5.1.2 FASE 2: BINARIZADO DE IMAGEN

Esta fase consiste en transformar la imagen capturada a un formato más sencillo para optimizar el tiempo de detección del algoritmo. Para ello, la imagen es transformada a escala de grises, para finalmente realizar un thresholding (umbralizado) para obtener como resultado una imagen binarizada en blanco y negro (0 y 1). Esta imagen binarizada tiene un coste computacional mucho menor que una imagen en escala de grises o en color.



Figura III.18: La imagen original se convierte primero a escala de grises y luego se umbraliza.

El thresholding es uno de los pasos más importantes dentro del proceso debido a que, dependiendo del valor de umbralizado (thresholdvalue), el algoritmo puede detectar o no el marker y así mejorar o empeorar la experiencia del usuario.

FLARToolkit usa un thresholdvalue fijo que está definido en el código fuente. Por lo tanto, la detección está afectada por las condiciones de luz del entorno, la calidad de la cámara o el material en el cual el marker está impreso (Figura 8). La situación ideal sería utilizar un thresholdvalue variable que se ajuste automáticamente de acuerdo con los factores del entorno para incrementar el reconocimiento del marker en la escena.

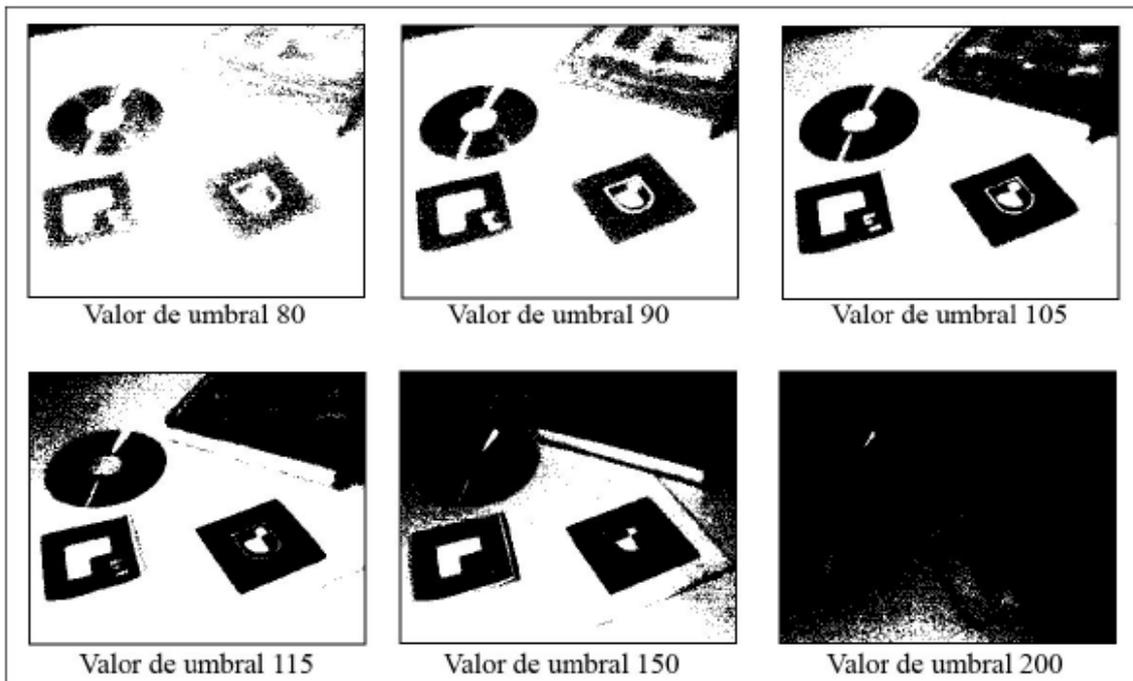


Figura III.19: Dependiendo del valor de umbral podemos pasar de una imagen blanca a una negra casi en su totalidad. El valor ideal en este ejemplo sería alrededor de los 105, donde cada objeto de la imagen puede ser separado del fondo claramente.

El framework para FLARToolKit llamado FLARManager implementa un thresholdvalue variable y el programador puede incluso customizar el algoritmo para ajustar los valores según sus necesidades. Sin embargo, esto es algo que aún no está implementado nativamente en FLARToolKit.

3.5.1.3 FASE 3: ETIQUETADO

El siguiente paso en el proceso es el de detectar diferentes objetos dentro de la escena. Para ello, FLARToolKit detecta regiones de pixeles hasta notar un cambio brusco en ellos en cual caso agrupa los objetos por áreas o similitud entre áreas. Como se muestra en la Figura 9, los diferentes objetos detectados son etiquetados como candidatos a ser analizados para encontrar si coinciden con el marker o no.

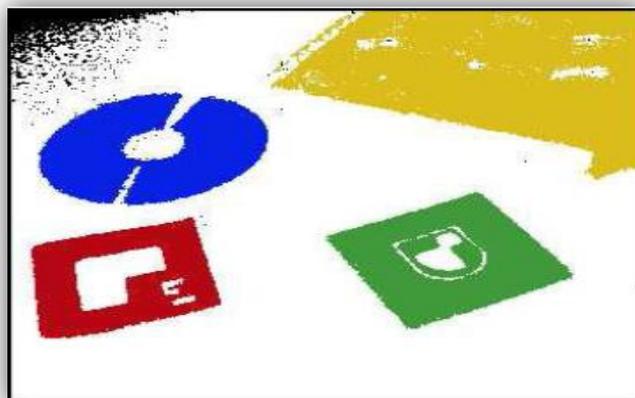


Figura III. 20: Etiquetar es agrupar conjuntos de pixeles para detector similitudes entre ellos y así detectar objetos.

3.5.1.4 FASE 4: DETECCIÓN DE BORDES

Una vez los objetos en la escena han sido etiquetados, FLARToolkit procede a detectar los bordes de cada uno de ellos. De estos, FLARToolkit descartara los que no tengan una forma rectangular y calculara la posición de los vértices en la pantalla (plano XY) como se muestra en la Figura 21.

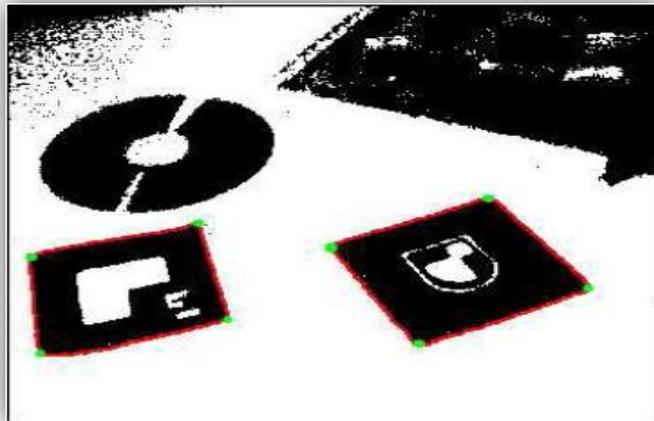


Figura III .21: Los bordes y vértices de los objetos rectangulares son detectados.

3.5.1.5 FASE 5: RECONOCIMIENTO DEL MARKER

El marker es fundamental para FLARToolkit debido a que es el patrón impreso en él, el cual permitirá establecer un punto de referencia para posicionar los objetos siguiendo su posición y orientación.

Para FLARToolkit, el marker debe ser rectangular (o cuadrado) y de él es extraído por defecto el 50% del área central. (Figura 21).

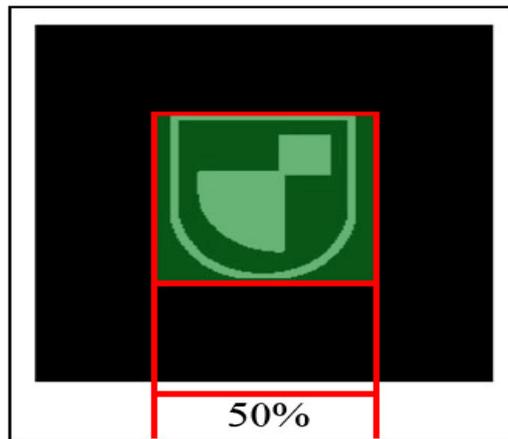


Figura III .22: Del marker, el área central es importante y debe contener una figura asimétrica de manera que sea fácil reconocer su orientación desde cualquier punto.

Para hacer el proceso de reconocimiento más rápido, FLARToolKit usa un fichero de extensión 'pat', el cual es simplemente un fichero de texto plano con el marker codificado en escala de grises y diferentes orientaciones.

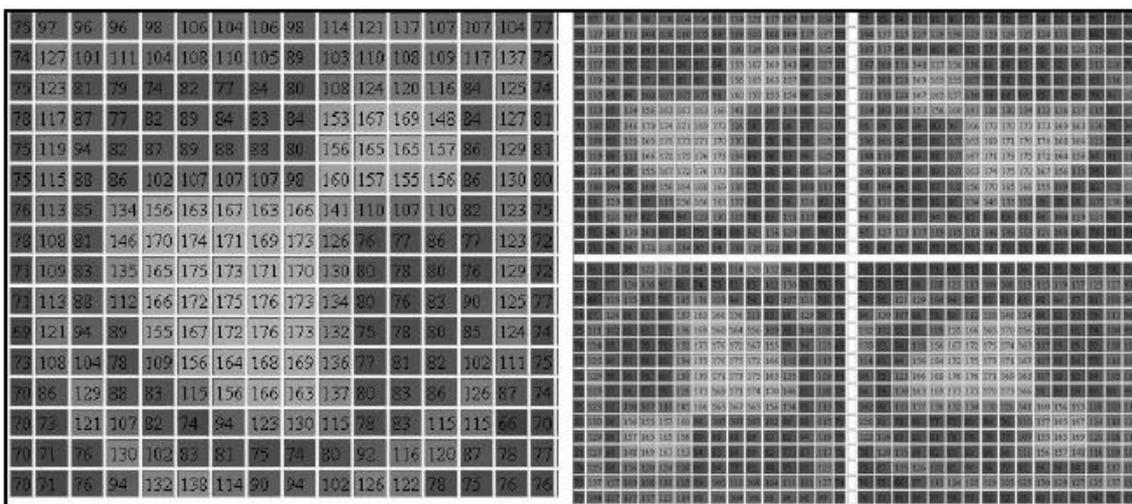


Figura III .23: Si se abre el fichero .pat, se verán los números que representan el marker en escala de grises.

Por defecto, FLARToolKit reconoce markers de 16x16 bits (como se muestra en la Figura 23), pero también acepta markers desde 4x4 hasta 64x64 bits. Con una resolución mayor, patrones más complejos pueden usarse pero el rendimiento tendrá un coste computacional mayor. Por otra parte, con una resolución menor, el reconocimiento es más rápido pero patrones simples deben usarse y, por este motivo, es más difícil saber exactamente en qué posición está orientado el marker.

En esta fase, el área central del marker se extrae utilizando una 'homographytransformation' (o transformación homográfica). Debido a que el tamaño real del marker es conocido (definido en el programa y normalmente como un estándar de 8x8cm), puede hacerse una corrección a la imagen para determinar el símbolo exacto dentro del marker y así eliminar distorsiones causadas por la perspectiva. (Figura 23).

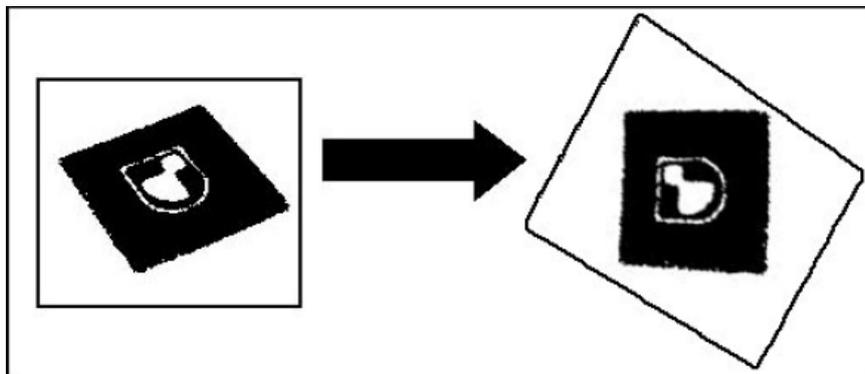


Figura III.24. Aplicando la transformación homográfica a los candidatos a markers, la imagen es deformada para extraer del centro el patrón sin deformaciones.

Luego, las imágenes extraídas de cada uno de los candidatos, son comparadas con los patrones definidos en el programa para su detección. La detección se hace por medio de comparar las imágenes con los patrones en diferentes posiciones y extraer el porcentaje de similitud. Basándose en esta puntuación, se decide finalmente cual de los patrones a detectar corresponde a una imagen de las candidatas. (Figura 25)

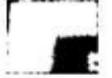
				
	-0,28	-0,8	-0,34	-0,75
	0,51	0,85	0,42	0,3

Figura III. 25: Usando los patrones detectados, se estima la similitud con los patrones definidos en el programa.

3.5.1.6 FASE 6: CALCULAR LA MATRIZ DE TRANSFORMACIÓN.

Basándose en la posición del vértice del patrón seleccionado en la imagen, la correspondiente matriz de transformación es calculada.

La matriz de transformación del marker es una matriz 4x4 que indica la posición tridimensional, rotación, etc. Esta matriz puede variar dependiendo del motor de render. usado; Por ello, FLARToolKit incluye funciones que permiten convertir de una matriz estándar a las versiones utilizadas por los diferentes motores de render.

Por ejemplo, en el motor de render Papervision3D, las columnas definen la escala, inclinación, rotación y posición de cada uno de los 3 ejes; Y la cuarta fila es usada únicamente como auxiliar para realizar multiplicaciones de matrices.

3.5.1.7 FASE 7: RENDER

Finalmente en esta fase, los objetos 3D son añadidos a la escena aplicando las correspondientes matrices de transformación y fusionados con la imagen original dando al usuario la escena final en Realidad Aumentada.

Una vez que estos pasos se han completado, el proceso vuelve al primer paso y avanza al siguiente frame de video.

Dispone de dos licencias distintas:

3.5.1.8GPL (GNU General PublicLicense), es gratuita y puede ser utilizada en todos aquellos proyectos no comerciales. La licencia exige que junto a la aplicación realizada se incluya un link al código fuente, y así poder expandir conocimientos sobre esta librería entre toda la comunidad de desarrolladores.

· **Licencia Comercial:** Es una licencia de pago que no exige distribuir el código fuente de la aplicación y que puede utilizarse en aplicaciones comerciales. Para más información sobre esta licencia: info@artworks.com

Esta combinación de licencias es muy interesante, ya que permite a los que se inician puedan utilizar la librería de forma gratuita, ayudando a compartir conocimientos con la comunidad y en el caso que vendamos la aplicación los creadores de la librería reciben soporte económico.

3.6 ADOBE FLEX BUILDER PARA A.R.

Adobe Flex (hasta 2005 **Macromedia Flex**) es un término que agrupa una serie de tecnologías publicadas desde Marzo de 2004 por Macromedia para dar soporte al despliegue y desarrollo de Aplicaciones Enriquecidas de Internet, basadas en su plataforma propietaria Flash.

Los programadores tradicionales de aplicaciones ven como un desafío adaptar la metáfora de la animación sobre la plataforma con la cual fue originalmente construido Flash. Flex minimiza elegantemente este problema proveyendo un flujo de trabajo y un modelo de programación que es familiar a los desarrolladores de aplicaciones.

Flex fue inicialmente liberado como una aplicación de la J2EE o biblioteca de etiquetas JSP que compilaba el lenguaje de marcas Flex (MXML) y ejecutaba mediante ActionScript aplicaciones Flash (archivos SWF binarios). Versiones posteriores de Flex

soportan la creación de archivos estáticos que son compilados, y que pueden ser distribuidos en línea sin la necesidad de tener una licencia de servidor.

El objetivo de Flex es permitir a los desarrolladores de aplicaciones web construir rápida y fácilmente Aplicaciones de Internet Ricas, también llamadas RIAs. En un modelo multi-capa, las aplicaciones Flex son el nivel de presentación.

Flex pone en relieve el desarrollo de Interfaces gráficas de usuario usando un lenguaje XML llamado MXML. Flex tiene varios componentes y características que aportan funcionalidades tales como Servicios Web, objetos remotos, arrastrar y soltar, columnas ordenables, gráficas, efectos de animación y otras interacciones simples. El cliente solo carga la aplicación una vez, mejorando así el flujo de datos frente a aplicaciones basadas en HTML (PHP, ASP, JSP), las cuales requieren de ejecutar plantillas en el servidor para cada acción. El lenguaje y la estructura de archivos de Flex buscan el desacoplamiento de la lógica y el diseño.

El servidor Flex también actúa como un gateway permitiendo al cliente comunicarse con servicios web XML y objetos remotos (tales como ColdfusionCFCs, clases Java, y cualquiera que soporte el formato de mensajes de acciones).

Las alternativas a Flex son (entre otras) Google Web Toolkit, JavaFX, OpenLaszlo y Silverlight de Microsoft.

Flex 2

Flex 2 cambia el modelo de licencias para abrir la puerta a una versión libre de esta tecnología, denominada "Flex Framework".

El nuevo Flex Builder 2 está basado en el entorno de desarrollo Eclipse. Los servicios orientados a empresas seguirán estando disponibles para aquellos que necesitan características avanzadas, tales como el testeado automático.

Flex 2 introduce el uso de una nueva versión del lenguajes de scripts ActionScript, Actionscript 3, que requiere reproductor Flash 9 o posterior para su funcionamiento.

Flex será el primer producto de Macromedia en ser etiquetado como producto de Adobe, empezando por la versión 2.0.

Flex 3

El 13 de febrero del 2008, Adobe anunció el lanzamiento de la versión 3 de su kit de desarrollo (SDK) para la plataforma Adobe Flex. La característica más notable de este lanzamiento es su integración nativa con la plataforma Adobe Air que permite ejecutar aplicaciones RIA directamente en el escritorio. Las nuevas funcionalidades de Adobe Flex 3 incluyen:

- Soporte nativo para Adobe Air
- Nuevo Framework para manejar caches persistentes dentro de la plataforma Flash
- Mejoras en el IDE comercializado por Adobe, Flex Builder 3
- Integración con Creative Suite 3
- Inclusión del componente AdvancedDataGrid
- Cambios en el tipo de licenciamiento (primeros pasos en el proceso de migración del SDK a código abierto).

Flex 4

La versión 4 de Flex fue distribuida al público en Marzo del 2010. Esta nueva versión busca facilitar el flujo de trabajo entre diseñadores y desarrolladores de aplicaciones RIA. Los principales objetivos Flex 4 son los siguientes:

- Diseño en mente: La arquitectura de personalización (Skinning en inglés) se simplificó
- Productividad del desarrollador: Se mejoró el desempeño del compilador y se perfeccionó el proceso de *enlazamiento de datos* (*data binding* en inglés) de los componentes.
- Evolución del framework: se añadieron nuevos componentes y se modificó el SDK para aprovechar las características del nuevo Flash Player 10.

Uno de los cambios más notables en Flex 4 es la incorporación de una nueva arquitectura de componentes llamada *Spark*; ésta reemplaza a algunos de los

componentes que existían en el espacio de nombres *MX* que era usado en las versiones anteriores de Flex.

Integración con otras tecnologías

Las aplicaciones desarrolladas sobre la plataforma Flex pueden interactuar con otras tecnologías del lado servidor a través de la invocación de Web Services, REST o bajo el formato binario *AMF*. La interacción a través de *AMF* es bastante eficiente y de éste se han realizado implementaciones para diferentes lenguajes siendo el más popular Java.

3.7 VISUALIZACIÓN DE ESCENA

Dentro de los sistemas de realidad aumentada, el último proceso que se lleva a cabo, y quizás uno de los más importantes, es el de visualización de la escena real con la información de aumento. Sin este proceso, la realidad aumentada no tendría razón de ser.

En esta sección se describirán los mecanismos de visualización habituales. Para ello se realizará una clasificación de estos entre sistemas de bajo costo y sistemas de alto costo.

3.7.1 SISTEMAS DE BAJO COSTO

Este tipo de sistemas de visualización se caracterizan por estar presentes en la gran mayoría de dispositivos, tanto móviles como fijos y que cualquier usuario puede obtener de forma barata y sencilla. Dentro de este grupo se pueden diferenciar entre dos tipos básicos de sistemas: sistemas móviles y sistemas fijos.

Los sistemas de visualización móviles se refieren a los integrados en dispositivos móviles como teléfonos o PDAs. Estos sistemas se caracterizan por venir integrados en los dispositivos de fábrica, por lo que el usuario no debe preocuparse por adquirir elementos adicionales. En este tipo de sistemas se denominan dispositivos de visualización a las pantallas de dichos terminales móviles. Una de las características más relevantes en este tipo de sistemas es la baja definición y calidad de las imágenes

de salida. Esto se debe a que los componentes hardware integrados en ellos encargados de tareas de carácter gráfico no disponen de gran potencia de cálculo ni de altas memorias integradas.

El otro tipo de sistema de visualización de bajo coste anteriormente expuesto son aquellos dispositivos fijos o que, a pesar de su movilidad, se pueden considerar como ordenadores personales. A diferencia de lo que sucede en los sistemas móviles, este tipo de sistemas suelen disponer de hardware adecuado para realizar tareas de visualización más complejas, generando de esta forma imágenes de salida de mayor calidad.

3.7.2 SISTEMAS DE ALTO COSTO

Los sistemas de alto coste son escasos dentro de la realidad aumentada, aunque se pueden encontrar casos de utilización, como es el caso de los Head Up Displays (HUDs). Este tipo de sistemas tienen además la característica de ser interactivos con el usuario desde el punto de vista de que se libera a éste de dispositivos de visualización físicos, pudiendo ver la información aumentada mediante proyecciones sobre elementos físicos reales. Para poder hacer realidad este fenómeno se utilizan dispositivos de proyección en 2D o, sobre todo en los últimos años, en 3D. No obstante, también se pueden encontrar dentro de este grupo aquéllos dispositivos de última generación como los empleados por el ejército o en las simulaciones de vuelo que, debido a la criticidad de su servicio y de las altas prestaciones tanto a nivel hardware como software, conllevan un costo bastante elevado.

Por su parte, en el caso de los sistemas de visualización en 3D parece que se está generando un profundo interés en emplear esta tecnología. Las técnicas de representación holográfica en 3D han avanzado considerablemente en los últimos tiempos, siendo posible representar figuras humanas con una elevada calidad, poder interactuar de forma táctil con el holograma e incluso representar en 3D un objeto sin utilizar electricidad, simplemente mediante el uso de espejos. Evidentemente las empresas han visto una fuente de promoción e ingresos destacada en este sector, por lo que casos como el de Virgin dando una gala con un presentador virtual parecen ser solamente el principio de una nueva época en el sector.



Figura III .26: Holograma interactivo que responde al tacto.

3.7.3 RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES

El reconocimiento de imágenes consiste en extraer de las imágenes que recibe el dispositivo del usuario la información necesaria para identificar el escenario real que se quiere aumentar.

Dentro de este tipo de técnica de identificación, en el mundo de la realidad aumentada se pueden diferenciar claramente dos conjuntos de técnicas de reconocimiento de imágenes, que son el reconocimiento automático de escenarios mediante técnicas de visión artificial, y el reconocimiento por marcadores específicos definidos y conocidos por el sistema.

En esta sección se expondrán en primer lugar las técnicas de visión artificial empleadas para el reconocimiento de imágenes. La razón por la que no se identificarán cuáles de éstas participan en el reconocimiento automático es porque este tipo de sistemas vienen muy influenciados por el entorno sobre el que operan y sería inviable tratar en este trabajo cómo han implementado todos y cada uno de los sistemas de realidad aumentada estos mecanismos. No obstante, la exposición de las diferentes técnicas dará al lector una visión general de estas tecnologías que podrá ayudarle a elegir unas u otras para cada ocasión.

A grandes rasgos, el proceso de reconocimiento de imágenes consiste en los siguientes pasos. En primer lugar se adquiere la imagen mediante algún dispositivo preparado para llevar a cabo esta tarea, como puede ser una webcam. Una vez adquirida la imagen se

realiza una etapa de procesamiento para eliminar imperfecciones de la imagen tales como ruido. Cuando se ha pre-procesado la imagen se procede a su segmentación para buscar información característica en ella que pueda ser de utilidad a posteriores tareas. Tras la fase de segmentación se procede a la búsqueda de características morfológicas tales como perímetros o texturas. A esta etapa la denominamos representación y descripción. Por último, se procede al reconocimiento e interpretación de la escena mediante redes neuronales, lógica borrosa, etc.

Cabe destacar, que no necesariamente todos los sistemas deben implementar todas estas fases, la decisión vendrá condicionada por las prestaciones que deba ofrecer y el entorno al que se vaya a enfrentar. La figura 27 muestra el proceso que se acaba de explicar.

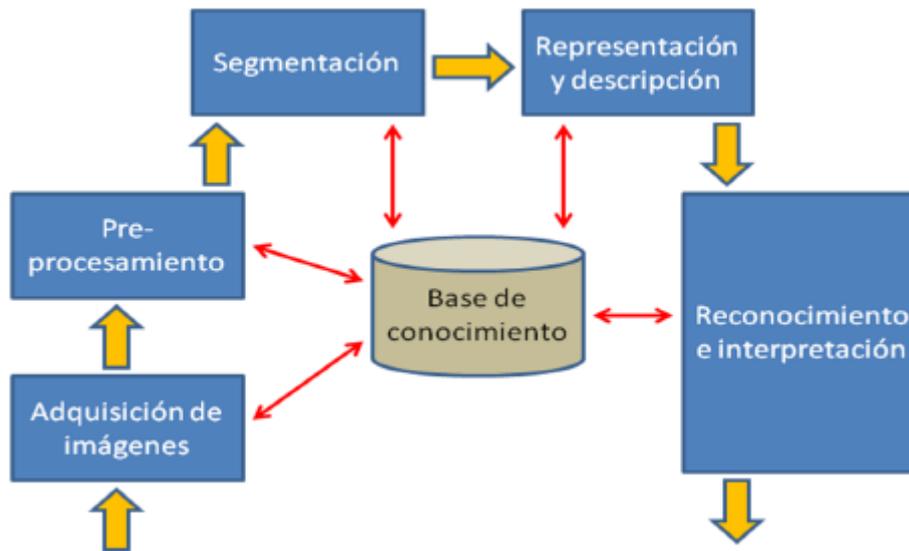


Figura III. 27: Proceso de reconocimiento de imágenes mediante técnicas de Visión Artificial clásica.

A continuación se explica en qué consiste cada fase y que técnicas se encuentran englobadas en ellas.

3.7.4 ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

Esta etapa consiste en construir el sistema de formación de imágenes. Con ello se pretende realzar las características visuales de los objetos, como formas o colores, mediante técnicas fotográficas.

Puesto que esta etapa ya se lleva a cabo de forma automática en los dispositivos de captura de imágenes, no se profundizará más en el tema, ya que sería necesario adentrarse en los fundamentos de la óptica, de la física de sólidos y líquidos, mecanismos de calibración, teoría de señales, etc.

3.7.5 PROCESAMIENTO DIGITAL

En esta fase se trata de cuantificar y codificar la señal de vídeo o fotográfica recibida en forma de imagen. El objetivo es obtener una nueva imagen que o bien mejore su calidad o que destaque algún atributo significativo de ésta.

Los problemas de calidad pueden ser por falta o exceso de iluminación o por ruido. Al aplicar realce lo que se pretende conseguir es destacar bordes, regularizar colores, etc.

Las técnicas descritas en este capítulo pueden ser agrupadas en dos conjuntos: las que proceden de las señales y aquellas de carácter heurístico.

En las técnicas para procesado procedentes de las señales se suelen aplicar los siguientes conceptos:

- *Distancias entre píxeles*. Dentro de esta categoría se pueden encontrar las siguientes relaciones:

o *Relaciones de distancias*: establece la distancia entre píxeles.

o *Relaciones de conectividad*: establece que dos píxeles adyacentes pertenecen a un mismo elemento.

- *Procesos de convolución y operadores de correlación*: se utilizan para aplicar filtros sobre las imágenes, por ejemplo para eliminar ruido de sal y pimienta.

Por su parte, las técnicas de procesado de carácter heurístico se basan en un conjunto de procedimientos sobre el procesamiento digital de las señales y otros tipos de manipulaciones matemáticas. Este tipo de técnicas se pueden agrupar en tres conjuntos: realce o aumento del contraste, suavizado o eliminación del ruido y detección de bordes.

Para llevar a cabo estas técnicas conviene hacerlo sobre imágenes en escala de grises, ya que son efectivas sobre la iluminancia de los objetos. A continuación se describirán brevemente cada conjunto de las técnicas recientemente expuestas.

Las técnicas de realce consisten en aumentar el contraste de las imágenes. Este tipo de procesado se basa en los conceptos de histograma, brillo y contraste.

Por otro lado, las técnicas de suavizado lo que pretenden es eliminar el ruido que pueda tener la imagen. Existen tres tipos básicos de ruido: gaussiano como el que se muestra en la figura 2.8, impulsional y multiplicativo. Durante este proceso se utilizan filtros para eliminar ese ruido, los más comunes son:

Filtros paso bajo.

- Filtros gaussianos.
- Filtros basados en la mediana.
- Filtros homomórficos.

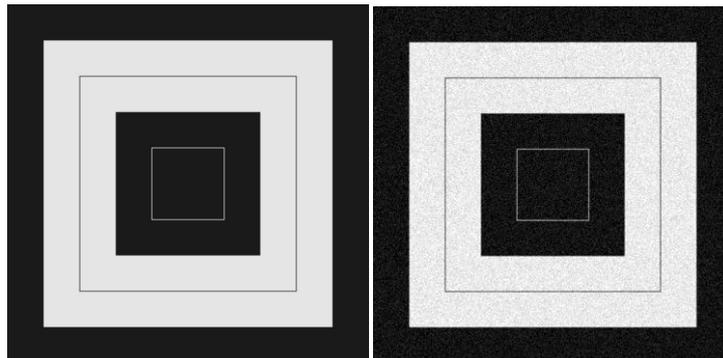


Figura III .28: Imagen sin y con ruido gaussiano.

La última técnica que se va a describir es la detección de bordes. Esta etapa suele preceder a las tareas de segmentación o a la búsqueda de objetos geométricos más complejos. Un borde se define como una región en la que aparece una fuerte variación de la intensidad en los píxeles adyacentes. Las técnicas más comunes sobre detección de bordes son las siguientes:

- Técnicas basadas en el operador gradiente, donde se encuentra, por ejemplo, el método de Sobel.
- Operadores basados en la laplaciana.
- Operador de Canny. En la figura 28 se ve el efecto de aplicar este tipo de detección.

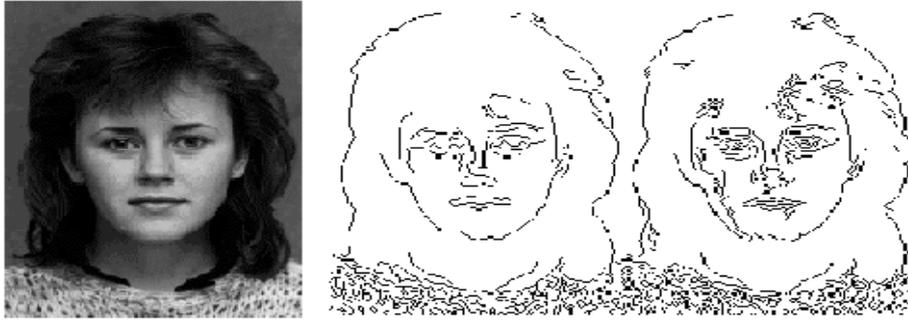


Figura III. 29: Detección de bordes mediante el operador de Canny.

3.8 FORMATOS DE SEÑALES DE VÍDEO E IMÁGENES

4.8.1 FORMATO RGB

El formato **RGB**, como se ha dicho, descompone cada color en 3 componentes, que mezcladas en determinadas cantidades originan unos colores u otros. Estas componentes son:

- Componente **ROJA (R)**: un valor entre 0 (ausencia) y 255 (totalidad) de color rojo.
- Componente **VERDE (G)**: otro valor entre 0 y 255, que indica cantidad de color verde.
- Componente **AZUL (B)**: otro valor entre 0 y 255, que indica cantidad de color azul.

De esta forma, el color blanco se formará con una mezcla de los 3 en cantidades de 255 para todos (el blanco es la unión de todos los colores), mientras que el color negro sería una mezcla de los 3 en cantidades de 0 (el negro es la ausencia de color). Con otras combinaciones se formarían los demás colores.

Este formato, aunque es uno de los más difundidos, no resulta adecuado para especificar rangos de un color a tratar, debido a que para especificar los rangos hay que variar parámetros de los colores, y al variar cualquiera de los parámetros R, G o B se estará cambiando de color.

Para solucionar esto se propone otro formato que veremos a continuación, el HLS, que divide las características de los colores de acuerdo a otros tres parámetros, que sí permitirán establecer rangos de un color.

3.8.2 FORMATO YUV

Sistema de Color de YUV es una combinación color-encoding para imágenes naturales de las que son independientes la luminancia (el componente de una señal de vídeo que controla la intensidad clara en blanco y negro) y el crominancia (el componente de color de la señal de vídeo). El ojo humano es menos confidencial a variaciones de color que a variaciones de intensidad, por tanto, YUV permite la codificación de información de luminancia (S) en ancho de banda completo e información crominancia (UV) en medio ancho de banda.

Se subdividen formatos YUV en varios dos grupos empaquetados y planar. En el formato empaquetado, los componentes S, U y V se almacenan en una sola matriz. Los tres componentes empaquetaron en lo que se conoce como un macropíxel (dos píxeles almacenados en un valor entero sin signo). A inversa, el formato planar almacena estos componentes de tres matrices independientes y combina los planos para formar la imagen.

Las variaciones de las muestras diferentes YUV se basan en cómo son mostreados datos ambos en las direcciones horizontales y verticales. El intervalo horizontal que subsample describe con frecuencia en una línea una muestra de aquel componente se toma y el intervalo vertical describe en qué líneas se toman muestras. Por ejemplo, si el formato tiene un período horizontal de 2 para componentes la U y el V que subsample, indica que se tienen ejemplos de U y de V en una línea para cada segundo píxel. Si el período vertical que subsample es 1, indica que se tienen ejemplos de U y de V en cada línea de la imagen.

3.9 ANÁLISIS DE SISTEMAS DE REALIDAD AUMENTADA

Este capítulo analiza algunos de los sistemas de realidad aumentada más destacados, incluyendo los componentes hardware y software de los mismos, así como sus arquitecturas.

En esta sección se definen los componentes hardware y software necesarios para la implantación de un sistema de realidad aumentada. Después se analizan algunos de los principales sistemas de realidad aumentada identificando los componentes hardware y software de los mismos, así como sus arquitecturas.

La primera sección identifica los componentes hardware y software que habitualmente son necesarios para implantar un sistema de realidad aumentada. En la segunda sección se traslada la identificación de la primera sección a un análisis de diferentes sistemas de realidad aumentada ya desarrollados, obteniendo información sobre el hardware y software empleado. La tercera y última sección define las diferencias entre un sistema autónomo y uno distribuido desde el punto de vista arquitectónico de los sistemas y aplicaciones de realidad aumentada.

3.9.1 COMPONENTES HARDWARE Y SOFTWARE.

Esta sección identifica los componentes hardware y software necesarios para la implantación de un sistema de realidad aumentada. En este apartado, estos componentes sólo se identifican de manera genérica

3.9.1.1 COMPONENTES HARDWARE

Como cualquier otro sistema informático, los sistemas de realidad aumentada requieren de componentes hardware sobre los que se vayan a llevar a cabo las acciones deseadas.

Los elementos básicos necesarios para implantar un sistema de realidad aumentada son similares a los de cualquier sistema informático tradicional. Así pues, son necesarios componentes de procesamiento, almacenamiento, comunicaciones, etc. De hecho, la diferencia en el equipamiento básico se encuentra en la finalidad del sistema.

En consecuencia, los elementos hardware necesarios para cualquier sistema de realidad aumentada son: una cámara, una pantalla de visualización o equipos holográficos en 2D o 3D, un equipo de procesamiento y cálculo, componentes de almacenamiento y, por

último, dispositivos de transmisión y recepción de datos en caso de que sean necesarios. No hay que olvidar que las prestaciones de cada uno de ellos dependen fundamentalmente del tipo de sistema que se vaya a implantar. La tabla 1 recoge un resumen de los componentes hardware habituales en un sistema de realidad aumentada.

3.9.1.2 COMPONENTES SOFTWARE

Una vez descritos los componentes hardware se expondrá el software necesario para implantar un sistema de realidad aumentada. Al igual que sucede a la hora de elegir el hardware adecuado, la decisión de utilizar un software u otro viene determinado por las prestaciones y características del sistema.

En términos generales, un sistema de realidad aumentada necesita software de reconocimiento, ya sea por posicionamiento o por imágenes (con o sin marcadores), librerías de procesamiento de imágenes (si es que lo necesitase), al menos una base de datos, librerías de aumento de contenidos digitales y, si fuese necesario, software de comunicaciones. La tabla 2 muestra un resumen del software genérico necesario para cada etapa.

Cabe destacar que la mayoría de librerías de procesamiento de imágenes, ARToolkit, Java3D implementan tanto funciones de reconocimiento como de procesado y manipulación de contenidos visuales.

Tabla III. 1. Resumen de los requisitos software de un sistema de realidad aumentada.

Técnica	Componente software
Captura escena	Controladores de cámara de vídeo
Reconocimiento visual	Librerías de reconocimiento de imágenes
Tratamiento imágenes	Librerías de tratamiento de

	imágenes
Almacenamiento	Base de datos
Visualización contenidos	Software de reproducción de contenidos multimedia, librerías de tratamiento de imágenes

3. 10 3D ESTUDIO MAX

3D Studio Max es una aplicación basada en el entorno Windows (9x/NT) que permite crear tanto modelados como animaciones en tres dimensiones (3D) a partir de una serie de vistas o visores (planta y alzados). La utilización de 3D Studio Max permite al usuario la fácil visualización y representación de los modelos, así como su exportación y salvado en otros formatos distintos del que utiliza el propio programa. Además de esta aplicación, existen muchas otras con los mismos fines, como pueden ser, por ejemplo, Maya, LightWave, etc.

3.10.1 EL FORMATO DE 3D STUDIO MAX

El formato de dibujo empleado en 3D Studio Max es por defecto "MAX", es decir, todos los modelos tendrán extensión ".MAX", aunque bien es cierto que también se pueden guardar en otros formatos.

3.10.2 ESTUDIO DEL MODELADO ARQUITECTÓNICO EN 3D.

El desarrollo de las herramientas de computación es más rápido que el de los materiales de construcción, por lo tanto la edificación virtual tiene un crecimiento veloz en comparación con la física. En ambos casos, se requiere de un arquitecto jefe de un equipo multidisciplinario para el desarrollo del proyecto y la construcción.

Solo que en la edificación virtual, el equipo no se compone también por ingenieros y dibujantes, sino por programadores y computistas.

La edificación física debe ser diseñada con medios de representación y presentación tradicionales, y no se vive hasta que se construye, mientras que la edificación para el ciberespacio vive mientras se diseña, puesto que se diseña y construye a la vez.

La arquitectura física se recorre por un circuito predeterminado dependiendo del tipo de edificación para que el internauta genere un recorrido por las áreas que le representen interés.

Por ejemplo un edificio histórico construido físicamente podrá ser visitado en su mayoría por usuarios locales y con horarios limitados, mientras que en un Centro Virtual puede ser visitado desde cualquier parte del mundo sin horarios preestablecidos.

En la edificación física, la exhibición de obras multimediales requiere de una instalación de equipos que exigen servicios eléctricos, dan trabajo de montaje y pierden el punto focal de la obra, mientras que en la edificación virtual este proceso se simplifica enormemente.

- **Arquitectura virtual:** arquitectura representada en medios virtuales. Toda la arquitectura no construida. Está presente desde el primer boceto hasta la visualización por medio de la más avanzada herramienta informática.

Actualmente se aprovechan todas las posibilidades escritas y gráficas, pero el aspecto espacial no se encuentra grandemente desarrollado. Nosotros consideramos que es aquí donde está el verdadero potencial de desarrollo del Ciberespacio en pro de nuevas arquitecturas.

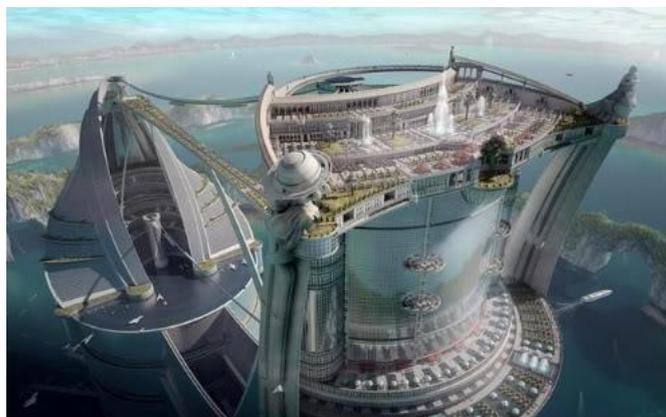


Figura III. 30: Ejemplo de Arquitectura Virtual futurista

3.11 SOFTWARE DE ARQUITECTURA.

3.11.1 ESTUDIO DE COMPATIBILIDAD CON PAQUETES DE ARQUITECTURA

AUTODESK.

Los programas informáticos más importantes del panorama actual para arquitectos son de la familia de Autodesk. Algunos de ellos son vectoriales, otros funcionan con bits, en ocasiones utilizan códigos de colores diferentes, dan el archivo con extensiones manejables o no... es decir, es fundamental conocerlos mejor, ya que hará óptimos los esfuerzos que hacemos por contar nuestros proyectos.

AUTOCAD

Es el programa más utilizado por el sector. Es de tipo vectorial y funciona muy bien para generar planos en 2D gracias a parámetros que permiten propiedades de cada línea... Permite un control milimétrico. También puede utilizarse para 3D.

Esto propició una enorme expansión de Autocad, convirtiéndolo en el producto de diseño asistido por ordenador más conocido entre los usuarios de PC. Dicha popularidad lo catapultó dentro del mundo académico, y por ende, dentro del mundo profesional del diseño, especialmente arquitectónico.

Otra de las claves del éxito de Autocad fue la rápida reacción de Autodesk al fenómeno de verticalización, es decir, la creación de “personalizaciones” de Autocad para sectores o tareas concretas, con las versiones arquitectónicas y mecánica como productos estrella.

3D MAX

Es un software en el cual es posible realizar cualquier objeto en 3 dimensiones, desde el más simple hasta el más complejo y fantasioso objeto que se deseé, para después representarlo en formato de imágenes, o en formato de animación ya sea como una secuencia de imágenes o en formato de video, además permite la creación de efectos visuales, creación de gráficos para video juegos, se puede decir que cualquier cosa que

imagine se puede realizar con 3dsMax MAX, la única restricción para hacer cualquier cosa es la de conocer a fondo el programa y sus diferentes características, así como la creatividad que cada persona posea, para poder desarrollar aquellos elementos de carácter irreal , así como la de tratar de emular elementos de la vida real.

Como 3dsMax es un software para la creación y previsualización de elementos visuales, es usado en diferentes campos de la vida en general, entre los más comunes son: arquitectura para ver las edificaciones antes de construirlas sobre el terreno, cine y televisión en la realización de comerciales donde se incluya personajes ficticios en entornos reales, en efectos especiales, con la creación de efectos que sería imposible realizarlos en la vida real debido a su peligrosidad, modelos para video juegos, hoy en día la mayor parte de los video juegos incluyen gráficas en 3 dimensiones, que son realizados en las diferentes softwares de diseño tridimensional.

Uno de los grandes inconvenientes de este software es que requiere, una computadora de reciente manufactura, con la memoria RAM por arriba de 256, y en graficas con una resolución mínima de 1024 x 768 a 16 bits, para obtener un buen desempeño durante el trabajo.

En 3dsMax únicamente se puede tener un archivo abierto, pero en cambio se pueden tener varios copias del software, con lo cual consume más memoria RAM, realmente el ejecutar varias copias no es necesario ya que dentro de 3dsMax, se pueden fusionar escenas, objetos, vincular escenas y objetos de otras escenas previamente creadas en 3dsMax.

COMPATIBILIDAD

Se utilizo 3d Max como la plataforma principal de compatibilidad por una sencilla razón que es la interacción que tiene 3dsMax con AUTOCAD, ya que permite importar, exportar y vincular archivos con extensión dae, dwg y dxf, archivos de AUTOCAD, Architectural Desktop o VizRender, los cuales son por lo general los programas con mayor desarrollo dentro del campo de arquitectura, ya que hay una interrelación bastante buena entre 3dsMax y AUTOCAD y los diferentes productos de Autodesk.

3.12 DISEÑO WEB.

El diseño web es una actividad que consiste en la planificación, diseño e implementación de sitios web y páginas web. No es simplemente una aplicación del diseño convencional, ya que requiere tener en cuenta cuestiones tales como navegabilidad, interactividad, usabilidad, arquitectura de la información y la interacción de medios como el audio, texto, imagen y vídeo. Se lo considera dentro del diseño multimedia.

La unión de un buen diseño con una jerarquía bien elaborada de contenidos aumenta la eficiencia de la web como canal de comunicación e intercambio de datos, que brinda posibilidades como el contacto directo entre el productor y el consumidor de contenidos, característica destacable del medio.

El diseño web ha visto amplia aplicación en los sectores comerciales de Internet especialmente en la World Wide Web. Asimismo, a menudo la web se utiliza como medio de expresión plástica en sí. Artistas y creadores hacen de las páginas en Internet un medio más para ofrecer sus producciones y utilizarlas como un canal más de difusión de su obra.

3.12.1 DISEÑO WEB APLICADO

El diseño de páginas web trata básicamente de realizar un documento con información hiperenlazado con otros documentos y asignarle una presentación para diferentes dispositivos de salida (en una pantalla de computador, en papel, en un teléfono móvil, etc).

Estos documentos o páginas web pueden ser creados:

- creando archivos de texto en HTML, PHP, Asp, Aspx, JavaScript, JSP, Python, Ruby.
- utilizando un programa WYSIWYG o WYSIWYM de creación de páginas.
- utilizando lenguajes de programación del lado servidor para generar la página web

3.12.2 ETAPAS

Para el diseño de páginas web debemos tener en cuenta tres etapas:

- La primera, es el diseño visual de la información que se desea editar. En esta etapa se trabaja distribuyendo el texto, los gráficos, los vínculos a otros documentos y otros objetos multimedia que se consideren pertinentes. Es importante que antes de trabajar sobre el computador se realice un bosquejo o prediseño sobre el papel. Esto facilitará tener un orden claro sobre el diseño.
- La segunda, es la estructura y relación jerárquica de las páginas del sitio web, una vez que se tiene este boceto se pasa a 'escribir' la página web. Para esto, y fundamentalmente para manejar los vínculos entre documentos, se creó el lenguaje de marcación de hipertexto o HTML. Los enlaces que aparecen subrayados en este documento y otros de Wikipedia son ejemplos de hipertexto, puesto que al pulsar sobre ellos conducen a otras páginas con información relacionada. La importancia de la estructura y arborescencia web radica en que los visitantes no siempre entran por la página principal o inicial y en ese caso el sitio debe darle la respuesta a lo que busca rápido, además permitirle navegar por el sitio.
- La tercera, etapa consiste en el posicionamiento en buscadores o SEO. Ésta consiste en optimizar la estructura del contenido para mejorar la posición en que aparece la página en determinada búsqueda. Etapa no gustosa por los diseñadores gráficos, porque a diferencia del texto, aún para el año 2011 no se pueden tener nuevos resultados en los buscadores con sitios muy gráficos.

El HTML consta de una serie de elementos que estructuran el texto y son presentados en forma de hipertexto por agente de usuario o navegadores. Esto se puede hacer con un simple editor de textos (debe guardarse como texto plano, sin ningún tipo de formato y con extensión .html o .htm). Aprender HTML es relativamente fácil, así que es sencillo crear páginas web de este modo. Esta era la única manera de generarlas hasta que aparecieron, a mediados de 1996, algunos editores visuales de HTML, como *MS FrontPage* y *Adobe Dreamweaver*. Con estas herramientas no es necesario aprender

HTML (aunque sí aconsejable), con lo cual el desarrollador se concentra en lo más importante, el diseño del documento.

Todo esto teniendo en cuenta el nivel de programación en el diseño de las aplicaciones y del impacto visual que se quiere generar en el usuario.

3.12.3 FUNDAMENTOS

Un correcto diseño web implica conocer cómo se deben utilizar cada uno de los elementos permitidos en el HTML, es decir, hacer un uso correcto de este lenguaje dentro de los estándares establecidos por la W3C y en lo referente a la web semántica. Debido a la permisibilidad de algunos navegadores web como Internet Explorer, esta premisa original se ha perdido. Por ejemplo, este navegador permite que no sea necesario cerrar las etiquetas del marcado, utiliza código propietario, etc. Esto impide que ese documento web sea universal e independiente del medio que se utilice para ser mostrado.

La web semántica, por otra parte, aboga por un uso lógico de los elementos según el significado para el que fueron concebidas. Por ejemplo se utilizará el elemento <P> para marcar párrafos, y <TABLE> para tabular datos (nunca para disponer de manera visual los diferentes elementos del documento). En su última instancia, esto ha supuesto una auténtica revolución en el diseño web puesto que apuesta por separar totalmente el contenido del documento de la visualización.

De esta forma se utiliza el documento HTML únicamente para contener, organizar y estructurar la información y las hojas de estilo CSS para indicar como se mostrará dicha información en los diferentes medios (como por ejemplo, una pantalla de computadora, un teléfono móvil, impreso en papel, *leída* por un sintetizador de voz, etc.). Por lógica, esta metodología beneficia enormemente la accesibilidad del documento.

También existen páginas dinámicas, las cuales permiten interacción entre la web y el visitante, proporcionándole herramientas tales como buscadores, chat, foros, sistemas de encuestas, etc. y poseen de un Panel de Control de administración de contenidos. Este permite crear, actualizar y administrar cantidades ilimitadas de contenido en la misma.

3.12.4WEB

Es la herramienta más utilizada en Internet, permitiendo visualizar en la pantalla del usuario páginas con información alojadas en computadoras remotas.

“Web” es el término más usado para referirse al World Wide Web que es la red mundial de páginas o Documentos de texto entrelazados. La Web contiene varios billones de páginas con una extensa gama de información, productos y servicios que están disponibles para ser consultados desde un computador o dispositivo que tenga una conexión a internet y un programa llamado navegador.

Esto permite a los usuarios acceder a información que está en un extremo del planeta con otro en un lugar distante a través de algo que se denomina hipervínculo; con propiedades que la hacen única; utilizando información interactiva con funciones multimedia (sonido, animación y video), para presentar la información.

La Web es un medio audiovisual interactivo y selectivo para localizar, enviar y recibir información de diversos tipos, que puede llegar a una gran parte del mercado potencial.

3.12.5 APLICACIONES WEB

En los primeros días de la Web, los sitios Web consistían de páginas estáticas, permitiendo una interacción limitada con el usuario. Al comienzo de los años 90, estas limitaciones fueron superadas cuando los servidores Web fueron reemplazados para permitir comunicaciones a través del desarrollo de fragmentos de código que eran ejecutados del lado del servidor. A partir de entonces las aplicaciones dejaron de ser estáticas y solamente editadas por aquellos “gurúes” del HTML y se permitieron a usuarios normales interactuar con las aplicaciones por primera vez.

Este fue un paso fundamental para llegar a la Web que hoy en día conocemos. Sin la interacción no existiría el comercio electrónico (Ej. , El Web-mail) (Ej.: Gmail), Internet-banking, blogs, forums o comunidades online.

La tendencia evolutiva de la Web continúa con el advenimiento de la “Web 2.0”, un término que indica una segunda versión de la Web, presentando un incremento notable en la interacción con el usuario a través de las llamadas interfaces ricas de usuario.

3.12.6 ANÁLISIS DE USABILIDAD

La principal ventaja de un análisis de usabilidad consiste en adelantar los problemas con los que se van a encontrar los futuros visitantes del sitio Web ya que permite detectar la situación actual del sitio en su interacción real con sus clientes y usuarios. De esta forma se pueden evitar pérdidas de visitantes por fallos en los desarrollos. Adicionalmente un análisis apriorístico, permite reducir en gran medida los costes de desarrollo al marcar claramente los procesos a seguir y optimizarlos. Todo ello debido a que la usabilidad de un sitio Web está determinada por varios factores, como son diseño, accesibilidad, optimización de procesos, estructura de los contenidos, etc., o sea, lo referente al diseño y entorno gráfico del sitio; pero la usabilidad no es sólo cuestión de "diseñadores" en el contexto de "diseñadores gráficos" sino también de otros elementos involucrados. Parte del análisis lo realiza el diseñador gráfico pero el resto del análisis involucra a otro tipo de profesionales: arquitectos de la información, programadores, consultores de procesos, psicólogos, etc.

3.12.7 USABILIDAD WEB

Desde tiempos atrás y empíricamente hubo personas que trataron la usabilidad en su contexto pero no fijaron normas sobre dicho tema. En la década de los 90 fue que se estableció formalmente el concepto a través del trabajo de un grupo de expertos los cuales, apoyados en premisas e investigaciones anteriores, realizaron aportes muy importantes, destacándose indistintamente cada uno de ellos en base a la línea que defendían al momento de su investigación, según su experiencia, experimentos de campo e investigación. Mediante el trabajo de esos expertos y otros investigadores que a través de los años han ido incursionando al área de usabilidad, hoy en día las labores de la aplicación o integración de la usabilidad a entornos de software se han facilitado gracias a las reglas o principios que esos expertos han establecido. Ellos han servido de guía y referencia a los investigadores que incursionan en el contexto de la usabilidad, lo cual ha permitido que los mismos, a partir de la experiencia adquirida en sus investigaciones, hayan podido emitir y plasmar nuevas condiciones de tratar la usabilidad, adicionando por ejemplo, nuevas técnicas o actividades de usabilidad, que permiten abarcar la usabilidad en todo su contexto. Actualmente la investigación sobre

usabilidad de software es muy amplia y son muchos los expertos que han rendido buenos frutos y aportes. A continuación se presenta un resumen de los principales expertos de usabilidad más destacados, que aportaron al tema la fundamentación necesaria para que la usabilidad sea reconocida como un tema de suma importancia. Entre ellos se destacan

Jakob Nielsen, considerado padre de la usabilidad por sus grandes aportes al campo.

Uno de sus pensamientos cita: *“Una interfaz de usuario está bien diseñada cuando se comporta exactamente como el usuario pensó que lo haría”*. *“Los contenidos deberían de ocupar como mínimo un 50% en nuestra Web, pues es muy importante la cantidad de espacio destinada a este”*. Nielsen, afirma que al contenido se le debería dar por lo menos el 50% del espacio de la página y como un ideal, el 80%. La navegación por suparte debería restringirse a un 20% como máximo, a excepción de las páginas de inicio y páginas de navegación como el mapa del sitio. Y en cuanto a la publicidad, mirándolodel lado de la usabilidad debería desaparecer. Nielsen afirma que si una página realmente necesita sustentarse con la publicidad, debería incluirla en la estructura de navegación en forma de links, botones y demás, reduciendo así el espacio de navegación. *“La navegabilidad es un mal necesario y no es un fin en sí, por lo que hay que atenuar sus efectos.”* Sostiene así mismo que a la publicidad se le debería conceder un pequeño porcentaje que ronde el 5%, y que nunca sobrepase el 10%.

Jakob Nielsen predice esperanzado que en el futuro los navegadores realizarán *“un despliegue más inteligente de las páginas”* tomando en cuenta las características del monitor de cada usuario (tamaño, resolución, etc.). Afirma que *el principal problema de la usabilidad reside en que es una cualidad demasiado abstracta para ser medida directamente. Por esta razón Nielsen descompone la usabilidad en cinco atributos para poder estudiarla: Facilidad de aprendizaje, Eficiencia, Recuerdo en el tiempo, Tasa de errores y Satisfacción.*

3.12.8 INTERFAZ GRÁFICA.

El motivo de su nacimiento está basado en la búsqueda de un método de interacción amigable con los ordenadores, que superase la interfaz de línea de comandos.

La interfaz, nace en el año 1973 en el centro de investigación Xerox Alto, donde se parte con el objetivo básico de encontrar un modelo óptimo de interacción persona ordenador, pasa por un proceso de comienzo y de madurez donde se definen sus elementos básicos, para acabar convirtiéndose en un producto de consumo estético dentro de los sistemas interactivos, donde la interfaz más allá de un medio de interacción óptimo, se transforma en un objeto inteligente abierto a los procesos de configuración por parte del usuario.

La etimología de la palabra interfaz está compuesta por dos vocablos; **Inter** que proviene del latín *inter*, y significa, “entre o en medio”, y **Faz** proviene del latín *facies*, y significa “superficie, vista o lado de una cosa”. Por lo tanto una traducción literal del concepto de la palabra interfaz atendiendo a su etimología, podría ser superficie, vista, o lado mediador. “La interface vuelve accesible el carácter instrumental de los objetos y el contenido comunicativo de la información”. El concepto de interface se desarrolla en un ambiente informático, cuyo entorno puede describirse con términos como: computación gráfica, multimedios, hipermedios interactivos, ciberespacio, realidad virtual y tele presencia.

En el contexto de la interacción persona-ordenador, la interfaz de usuario, es el espacio que media la relación de un sujeto y un ordenador o sistema interactivo; siendo la ventana de un sistema informático, que posibilita a una persona interactuar con él.

Este mismo autor formula siete características esenciales sobre el diseño, entre las cuales cita:

- El diseño se dirige hacia la interacción entre el usuario y el artefacto. El dominio del diseño es el dominio de la interfaz.

Definiendo lo siguiente, la interface hace posible la acción eficaz para una determinada tarea, siendo el tema principal del diseño. La interfaz gráfica de usuario como tal, exige por parte del usuario, una serie de condicionantes fisiológicas, y necesita del uso de dispositivos que permitan poner en contacto al sujeto con el sistema tecnológico; llamados dispositivos de interfaz humano, como el ratón o el teclado, que permiten a través de las posibilidades fisiológicas del sujeto, producir parte de la interacción con la interfaz y por lo tanto parte fundamental de la misma, siendo un método de interacción.

Se trata de un proceso mediante el cual, un sujeto, se acerca a un sistema tecnológico con el que interacciona a través de los signos inscritos en dicha superficie; es decir, un proceso interactivo, que requiere de una serie de requisitos cognitivos básicos por parte

del sujeto, como percibir, decodificar, memorizar, decidir y navegar a través de la interfaz gráfica.

Por lo tanto, la interfaz sólo cobraría sentido, cuanto el sujeto es capaz de comprender el significado y el proceso de interacción, y sus facultades cognitivas son capaces de interpretar adecuadamente los signos que se producen sobre la interfaz y usarlas adecuadamente.

3.12.9 DISEÑO DE INTERFAZ DE USUARIO Y MULTIMEDIA.

Las aplicaciones multimedia tienen mercados importantes en la educación, sin embargo, muchos sistemas sólo tienen que utilizar el texto y los gráficos con un restringido diálogo para la interacción de perforación y prueba en una navegación sencilla. Este enfoque es demasiado simplista, porque la formación y la educación eficaz, interactivas las simulaciones y el micro mundos son más eficaces. Casos se requieren enfoques más sofisticados para el diseño de un diálogo, que se hará una breve introducción, en la Multimedia se ha utilizado ampliamente en aplicaciones basadas en tareas de control de procesos y sistemas críticos de seguridad sin embargo, la mayoría de las transacciones aplicaciones de procesamiento se tratan actualmente como estándar de interfaces gráficas de usuario en lugar de utilizar el potencial de la multimedia en el diseño. Con el advenimiento de Internet y comercio electrónico, esta opinión puede cambiar. Diseño multimedia implica varias especialidades que son temas técnicos por derecho propio. Diseño de imágenes en movimiento, dibujos animados, de vídeo y el cine son otras especialidades.

Este enfoque promueve el diseño creativo y estético, en cambio la ciencia de la computación fomenta un enfoque sistemático, basado en ingeniería. En consecuencia el diseño multimedia se encuentra en un límite de interés cultural entre la comunidad artística y creativa basada en la ciencia de la ingeniería. Aunque no tengo la intención de abordar el debate entre estas comunidades, Al reflexionar sobre algunas de las tensiones entre ellos. Una de las consecuencias es el choque cultural es que "dentro de los medios de comunicación "diseño, es decir, directrices para el diseño de un medio determinado como la animación y el cine, no se tratan en profundidad. El éxito de

diseño multimedia requiere a menudo equipos de especialistas que contribuyen desde sus propias disciplinas.

3.12.10 LA EVALUACIÓN DE INTERFACES DE USUARIO MULTISENSORIAL

Expertos de Evaluación de la Realidad Virtual, Muchos entornos virtuales se utilizan para investigar diseños o mundos reales, por ejemplo, las simulaciones de los edificios para la formación de seguridad contra incendios, y las pruebas de funcionamiento virtual. En estas aplicaciones, la simulación fiel del mundo real es importante. La tarea del usuario consiste en explorar, criticar y aprender acerca del mundo virtual. En estas aplicaciones, los criterios de usabilidad tienen que ser sensible al sistema.

Por otro lado, en aplicaciones donde el sistema existe para ayudar al usuario a alcanzar una meta de trabajo, el apoyo para la tarea del usuario debe ser explícito. Por consiguiente, la aplicación y sus tareas deben ser clasificadas por el grado de naturalidad deseada. El VE requiere ser evaluado por las preguntas que se centran en la naturalidad de la interacción:

- ¿A qué distancia debe ser la correspondencia entre el mundo real y el mundo virtual? Simulaciones de diseño y aplicaciones de tutoría puede necesitar más fiel representación.
- ¿Es importante que la interacción con los objetos directamente imita el mundo real? Si detalladas las tareas físicas se les enseña un diseño virtual del prototipo reales es necesario.

CAPITULO IV

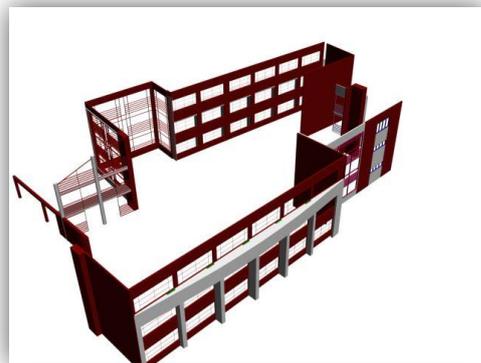
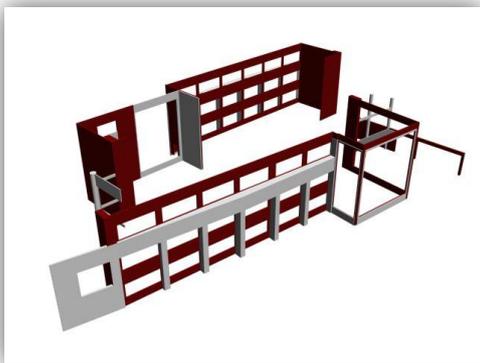
DESARROLLO E INTEGRACIÓN 3D A LA REALIDAD AUMENTADA

4.1 3D

4.1.1 MODELADO DE SUPERFICIES.

Modelado de superficies- estimación de los valores de una superficie en cualquiera de sus puntos, partiendo de un conjunto de datos de muestreo (x, y, z), denominados puntos de control.

Modelado de superficies del edificio de la Facultad de Informática y Electrónica



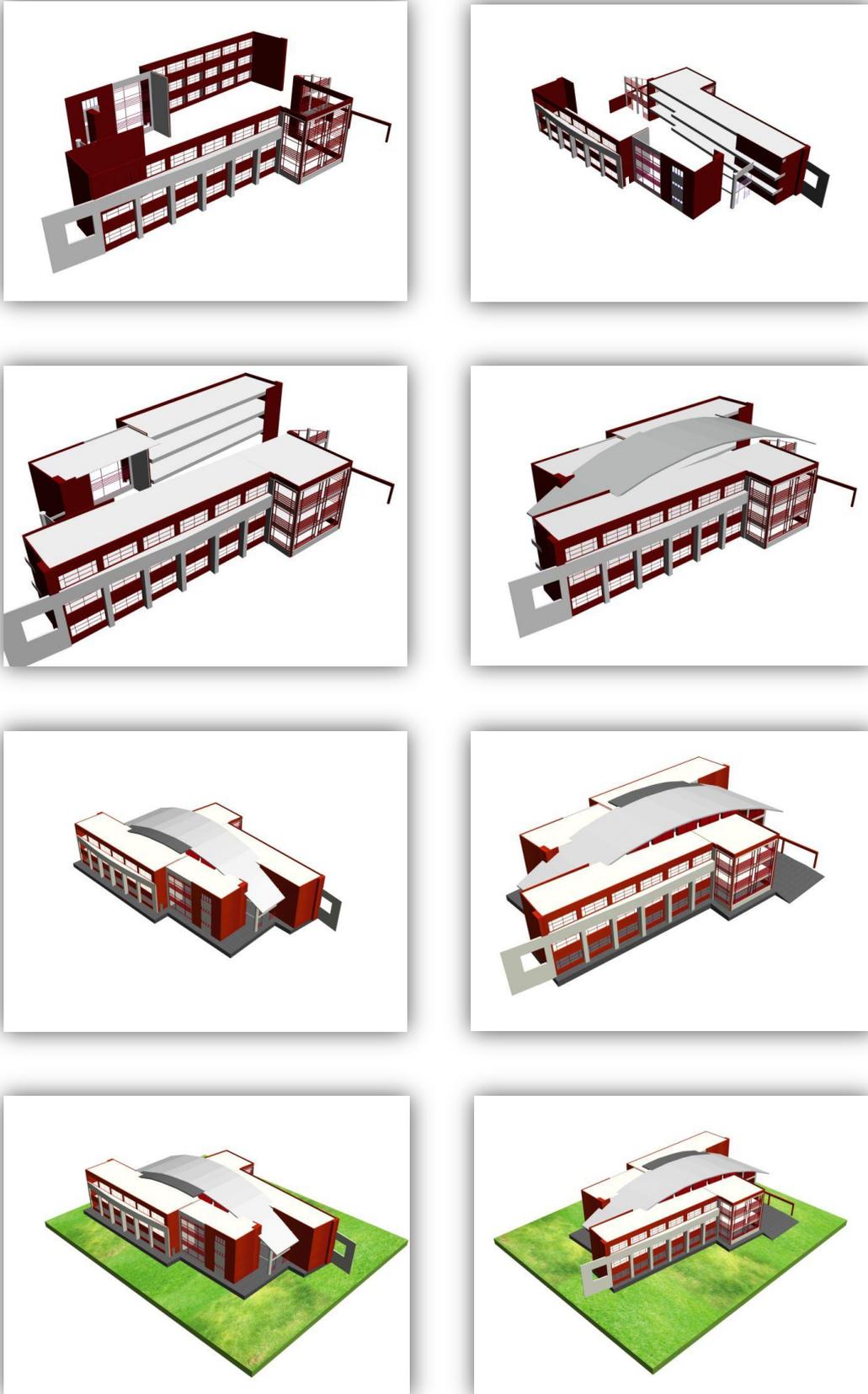


Figura IV. 31: Modelados de superficies del edificio de la Facultad de Informática y Electrónica.

4.1.2 REALIDAD AUMENTADA

4.1.2.1 ACOPLA DE MODELADOS 3D A R.A.

Para la integración del modelado del edificio en 3D a R.A se utilizó el plugin de Collada que es: Collaborative Diseño Actividad para el establecimiento de un intercambio de formato de archivo para la interactividad en 3D de aplicaciones.

Collada define un estándar abierto de esquemas XML para el intercambio de recursos digitales entre los distintos gráficos aplicaciones de software que de otro modo podría almacenar sus activos en formatos de archivo incompatibles. COLLADA documentos que describen los activos digitales son archivos XML, por lo general se identifican con un DAE. (Digital un SSET Exchange) extensión de archivo .

Collada fue pensado originalmente como un formato intermedio para el transporte de datos de una creación de contenido digital (DCC) de herramientas a otra aplicación. Las aplicaciones existen para apoyar el uso de varios centros comunitarios digitales, entre ellos:

- 3ds Max (ColladaMax)
- Adobe Photoshop
- ArtiosCAD

Una vez exportado el modelado por el plugin collada nos fijamos que ahora lo tenemos en código HTML, lo que nos permitirá manejar de mejor manera el A.R.

Antes de empezar a realizar el código necesario, debemos ver que tengamos los archivos adecuados para realizar dicho proceso

Empezaremos por realizar el archivo .patt, que no es más que el código necesario para la creación del marcador que ocuparemos para iniciar la visualización del A.R.

Para esto lo primero que hacemos es crear un marcador en blanco y negro, usando un editor gráfico como ilustrador o Photoshop, es recomendable usar formas rectangulares, por su facilidad de lectura para la cámara, una vez realizado el diseño del marcador procedemos a imprimirlo.

Una vez impreso empezaremos a crear el archivo .patt, para esto necesitaremos el GeneratorMarker, esta programa nos ayudara a crear el código necesario para poder vincular el marcador (.patt) con el resto de las librerías.

Sin embargo antes de realizar esto debemos tener en cuenta la cantidad de luz durante la creación del marcador ya que esto afectara la visualización de la cámara y por lo tanto afectara al momento de crear el código del .patt

Una vez que obtengamos este código, tenemos que acoplar las librerías de Flartoolkit, con la ayuda del flex. Dentro de flex se procede a la programación adecuada para poder combinar de forma correcta entre las librerías de Flartoolkit, una vez realizado esto podemos ver la ejecución del AR a través de un explorador que tengamos instalado, sin embargo esta visualización solo servirá si las carpetas no se mueven de la dirección en la que se haya destinado a guardar.

Lo que significa q si a este documento lo queremos visualizar en la web no se podría, para poder realizar esto lo que necesitamos es una nueva exportación pero esta vez desde el Flex, sin embargo una vez exportada la nueva librería a esta debemos agregar los archivos de:

ARAppBase

PV3DARApp

Estos archivos son muy importantes ya que sirven para visualizar la creación del AR, sin embargo como estas librerías son de uso libre, observaremos que son muy inestables al momento de visualizar varias texturas a la vez, sin embargo para realizar distintas animaciones son muy versátiles; Una vez realizado esto podemos empezar a diseñar la Pagina Web

4.1.2.2 ESCENARIO.

Se ha denominado escenario a la interacción del modelado 3D (Elemento virtual) con el mundo real por medio de una imagen (Marker) en el plano físico. Denominándose así AugmentedReality.

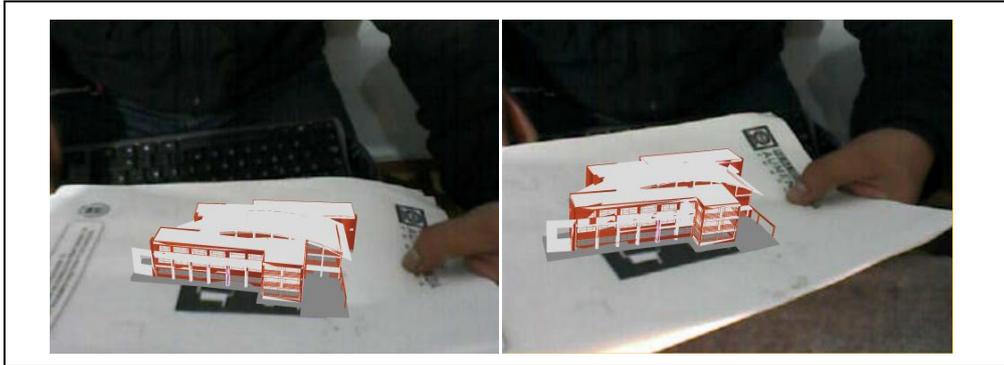


Figura IV. 32: Escenario de la aplicación de A.R.

4.1.3 ESTUDIO PSICOLÓGICO: INTERPRETACIÓN DE LAS EXPRESIONES FACIALES.

Todas las emociones son, en esencia, impulsos que nos llevan a actuar, programas de reacción automática con los que nos ha dotado la evolución. En cierto modo, las emociones son señales empleadas en los controladores complejos que nos mantienen en funcionamiento.

Las emociones son estados afectivos que experimentamos, provocan en nosotros reacciones súbitas y subjetivas que se acompañan de cambios orgánicos (fisiológicos y endocrinos) de origen innato, influidos por la experiencia.

Nuestro sistema de respuestas a las emociones involucra expresiones faciales características, los 42 músculos de la cara pueden provocar más de 40 acciones musculares independientes, estas se coordinan para formar una larga cadena de posibles respuestas, un muy pequeño grupo de estas respuestas son universales y discretamente se asocian a los denominados estados emocionales primarios.

Las diferentes expresiones faciales son universales, permiten un código lingüístico en cadauna de las diferentes culturas originando así un lenguaje similar. Aún los niños ciegos osordos cuando experimentan las emociones lo demuestran con una misma expresión facialde forma muy parecida a las demás personas.

Las mujeres tienen más sensibilidad para captar mejor las expresiones faciales o las señalesemotivas y esta sensibilidad aumenta con la edad.

Las expresiones faciales son capaces de ser interpretadas por los demás y así tambiénafectan a la persona que nos está mirando alterando su conducta. Si observamos a alguienque llora nosotros nos ponemos tristes o serios e incluso podemos llegar a llorar como esapersona.

Esta situación otorga a las expresiones faciales asociados a las emociones un papelimportante en la vida grupal, ya que permiten y facilitan la comunicación entre losintegrantes de un grupo.

Las emociones que son más fáciles de ser leídas e identificadas a partir de las expresionesfaciales suelen ser la ira, la alegría y la tristeza de las personas que observamos, al tiempoes más difícil en el caso del miedo, la sorpresa y la aversión., así las expresiones facialesjunto con la mirada son el medio más rico e importante para expresar emociones y estadosde ánimo. Podemos utilizar las expresiones faciales (es decir, la cara en movimiento y no como un objeto estático) como medio de conseguir una mejor comprensión de lo que noscomunican los demás.

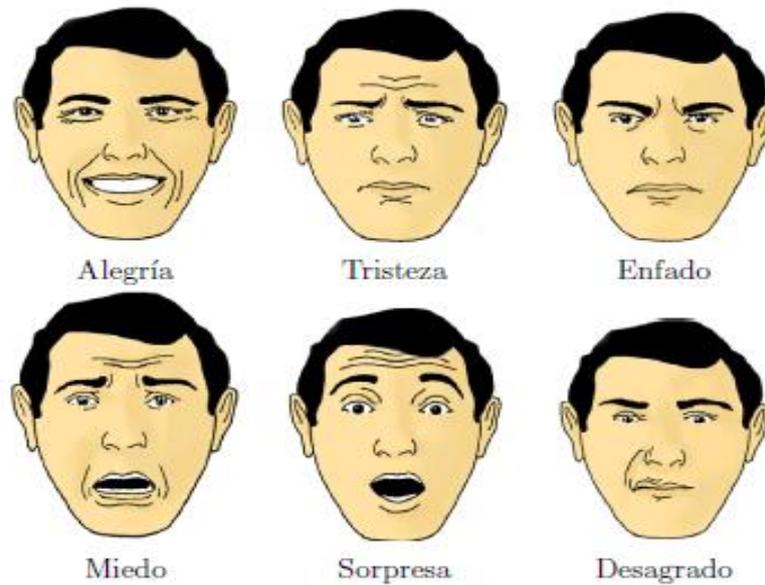


Figura IV. 33: Expresiones faciales universales de Eckman.

Alegría: en la expresión pura de alegría las cejas están relajadas. El párpado superior está ligeramente bajado y el párpado inferior está recto, siendo elevado por la mejilla. Los labios son finos y están fuertemente presionados contra el hueso. En la expresión de alegrías forman patas de gallo en los extremos de los ojos, un pliegue en forma de sonrisa bajo el párpado inferior, hoyuelos y un profundo pliegue naso labial desde la nariz a la barbilla.

Algunas variaciones de la alegría pueden ser risa desternillante, risa, sonrisa con la boca abierta, sonrisa melancólica, sonrisa ansiosa, sonrisa de agradecimiento, sonrisa tímida, sonrisa perversa, sonrisa con los ojos cerrados, falsa sonrisa y falsa risa. Las risas y sonrisas falsas se caracterizan por una disminución en las patas de gallo de los ojos, así como por ausencia o sólo ligeros pliegues debajo del párpado inferior.

Tristeza: en la expresión pura de tristeza, la zona interior de las cejas se curva hacia arriba. La piel y los tejidos blandos debajo de la ceja se agolpan sobre el párpado superior.

Los ojos se cierran ligeramente a consecuencia de la presión hacia abajo de los tejidos sobre el párpado y también por el movimiento hacia arriba del párpado inferior. La boca está relajada. Las arrugas asociadas a la tristeza incluyen pliegues horizontales en la frente; líneas verticales entre las cejas; pliegues

oblicuos sobre el párpado superior y un pliegue en forma de sonrisa bajo el labio inferior. La tristeza puede tener muchas variaciones y diferentes intensidades: lloro con la boca abierta, lloro con la boca cerrada, tristeza reprimida, casi lloro e infelicidad. Estas variaciones pueden conllevar cejas completamente bajadas, ojos fuertemente cerrados, una protuberancia en la barbilla y un pliegue naso labial muy pronunciado.

Enfado: en la expresión pura de enfado, los extremos de las cejas se empujan hacia abajo y se juntan. El extremo inferior de la ceja se pone al mismo nivel que el párpado elevado. El ojo está medio abierto, pero la presión de la frente impide que se vea el blanco del ojo por encima del iris. La boca está cerrada con el labio superior ligeramente comprimido.

Las arrugas en el enfado incluyen pliegues horizontales sobre los párpados superiores y líneas verticales entre las cejas. Las variaciones posibles del enfado son: rabia y tensión.

Dichas variaciones pueden implicar labios ligeramente presionados con protuberancia en la barbilla o un boca totalmente abierta con una mueca del labio superior con el labio inferior recto, enseñando los dientes superiores e inferiores.

Miedo: el miedo puede variar desde la preocupación al terror. Las cejas se elevan y se juntan. La parte inferior de las cejas se curva hacia arriba. Los ojos están alerta.

La boca puede estar ligeramente abierta y caída, estando estirada en ambos lados. Las arrugas asociadas pueden incluir pliegues horizontales en la frente, líneas verticales entre los ojos, hoyuelos sobre las cejas y pliegues oblicuos sobre los párpados superiores. En la preocupación los labios se fruncen fuertemente y los bordes de los labios desaparecen. Se abulta la parte por debajo del labio inferior y sobre la barbilla. En el terror, tanto la boca como los ojos están totalmente abiertos. El labio superior se relaja mientras que el inferior estira hasta mostrar los dientes inferiores. El pliegue naso labial se vuelve recto y poco profundo. Pliegues en forma de paréntesis aparecen a los lados del labio inferior.

Sorpresa: en la sorpresa, las cejas se elevan rectas tanto como es posible. Los párpados superiores se abren lo máximo posible con los inferiores relajados. La boca se abre totalmente formando un óvalo. Se forman pliegues horizontales en la frente.

Desagrado: el desagrado puede variar desde el desdén al rechazo físico. Las cejas se relajan y los párpados están relajados o tan sólo ligeramente cerrados. El labio superior se eleva en una mueca, a menudo asimétrica. El labio inferior se relaja. El pliegue naso labiales más profundo a lo largo de la nariz. En el desdén, los párpados pueden estar parcialmente cerrado con los ojos mirando hacia abajo. En el rechazo físico, las cejas se bajan, especialmente en los extremos interiores. Los ojos pueden estar casi cerrados, en un guiño.

El labio superior se eleva en una mueca intensa que permite ver los dientes superiores. El labio inferior se eleva ligeramente. Hay líneas verticales entre los arcos superciliares, patas de gallo y por debajo del párpado inferior. También aparecen arrugas desde el lagrimal hacia el puente de la nariz así como una protuberancia en la barbilla.

4.1.4 ESTUDIO PSICOLÓGICO FRENTE A LA APLICACIÓN A.R.

Con estos datos se constituye un sistema de interpretación psicológica de los mensajes del rostro según un código determinado, código que se divide en tres zonas de la cara: zonas cejas-frente, zona ojos-párpado-caballote de la nariz y zona mejillas-boca-mandíbula.

Como conclusiones de estas observaciones, obtenemos lo siguiente:

Que no parece que exista una zona del rostro que revele mejor las emociones que otra. Para cada emoción particular hay una zona concreta que produce mayor información acerca de dicha emoción. La zona nariz-mejilla-boca es esencial para expresar disgusto, los ojos-párpados para el miedo, cejas-frente y ojos-párpado para la tristeza, mejillas-boca y cejas-frente para felicidad. La sorpresa se manifiesta en todas las zonas del rostro.

Este estudio, y otros más, vinieron a demostrar que pueden obtenerse juicios de emoción correctos a partir de la expresión facial, es decir, que la expresión facial es un buen indicador del estado emocional.

Resultados

El total de personas fueron el número que se determinó previamente en la muestra. Las emociones que fueron mejor correlacionadas con las expresiones faciales fueron **Alegría y sorpresa**, las que no se **Identificaron** fueron **enojo, miedo y disgusto**.

Conclusiones

Los resultados nos sugieren un comportamiento esperado en la identificación de las expresiones faciales y su correlación con las emociones.

De esta manera se determinó la aceptación de la aplicación A.R.

CAPITULO V

DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL SITIO WEB.

5.1 DISEÑO LÓGICO

Arquitectura de la Información

ARQUITECTURA DE LA INFORMACIÓN	Nivel 1	Nivel 2
	Menú. A.R	
	Tema 1	FIE: Textura
	Tema 2	FIE: Boceto
	Tema 3	FIE: Estructura
	Tema 4	Concepto

Tabla V. 2. Arquitectura de la Información.

Diagrama
(Estructuras de Flujo)

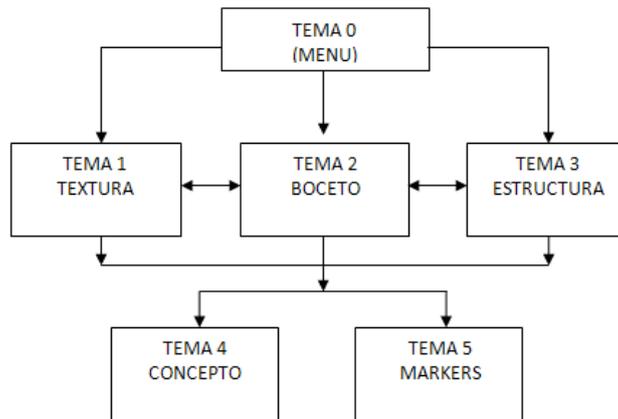


Figura V. 34: Diagrama (Estructura de flujo).

5.2 DISEÑO FUNCIONAL

DISEÑO DE PAGINA PRINCIPAL

NIVEL: 0.- MENÚ

Tema: 0.- AugmentedReality Menú.

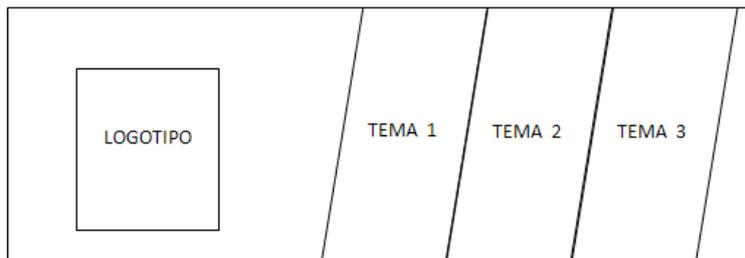


Figura V. 35: Diseño funcional de menú principal pagina web.

DISEÑO DE PÁGINAS

NIVEL: 2.- PANTALLA: Menú

Temas.- AugmentedReality Páginas.

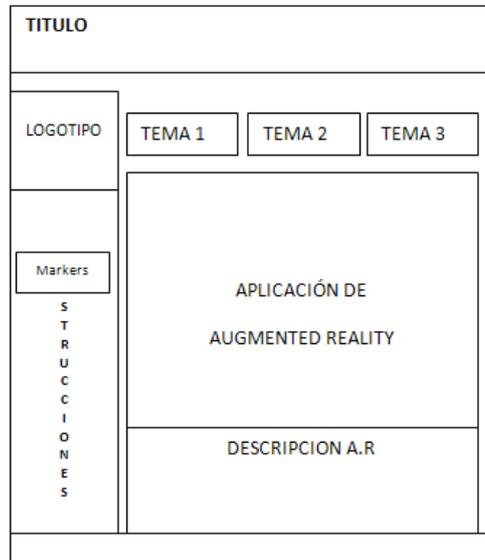


Figura V. 36: Diseño funcional de la Interfaz pagina web.

5.3 DISEÑO FÍSICO

DISEÑO DE PÁGINA PRINCIPAL

NIVEL: 0.- MENÚ



Figura V. 37: Diseño final del menú principal pagina web.

DISEÑO DE PÁGINAS

NIVEL: 2.- Interfaz: Menú.



Figura V .38: Diseño final de la interfaz pagina web.

5.4 DESARROLLO DE LA INTERFAZ WEB



Figura V.39: Diseño final del menú principal.



Figura V.40: Diseño final página web 1.



Figura V.42: Diseño final página web 3.



Figura V.41: Diseño final página web 2.



Figura V.43: Página web concepto

5.4.1 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE DESARROLLO.

Adobe:

- Dreamweaver CS4
- Flash CS4.

- IllustratorCS4.
- Photoshop CS4.
- Flex Builder 3.0

5.4.2 CREACIÓN DEL SITIO WEB.

En este punto se ha considerado utilizar el web Site de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo como plataforma principal para el acople del sitio web de Realidad Aumentada; Sin embargo si esta aplicación no se la puede subir al sitio web por motivos de autorización, se la presentara en forma independiente como un prototipo para un posterior anclaje a este sitio web.

5.4.3 INCORPORACIÓN DEL MODELADO 3D Y A.R AL SITIO WEB.

Para la incorporación del modelado 3D a A.R se utilizo un plugin llamado COLLADA para 3DsMax, el cual exporta el modelado 3D con una extensión de .DAE y transformado en un archivo de código HTML para la web. Luego para la implementación en la web se utilizó el programa Adobe Flex Builder 3.0 con la ayuda de Flash CS4 y Dreamweaver CS4.

5.4.4 VALIDACIÓN DE LA PÁGINA WEB Y LA APLICACIÓN A.R.

La validación de la web se llevo a cabo, conjuntamente con la aplicación de A.R en su pleno funcionamiento mostrando una buena acogida.

N.-	Pregunta	Apreciación		Justificación (Por qué?)
		Correcta	Incorrecta	
1	Interfaz + A.R	90%	10%	
2	Navegabilidad + A.R	90%	10%	
3	Información	100%	0%	
4	Utilización del color	90%	10%	

Tabla V. 3: Aceptación de la página web.

Cantidad de Usuario: 10 +

Tiempo Promedio de Interacción: 25 min.

En la evaluación de la página web con la realidad aumentada se encontraron 4 aspectos fundamentales de usabilidad.

Se encontraron 4 grupos favorables en el estudio, obteniendo 3 grupos un valor del 90% en cada uno y Una parte más, también favorable con una aceptación del 100%. Lo que significa que el desarrollo web es exitoso al momento de la interacción entre el usuario. (Mundo físico real) y el virtual (Augmented Reality).

Por lo tanto la hipótesis arrojó resultados muy positivos, favorables en la utilización de la realidad aumentada en la web.

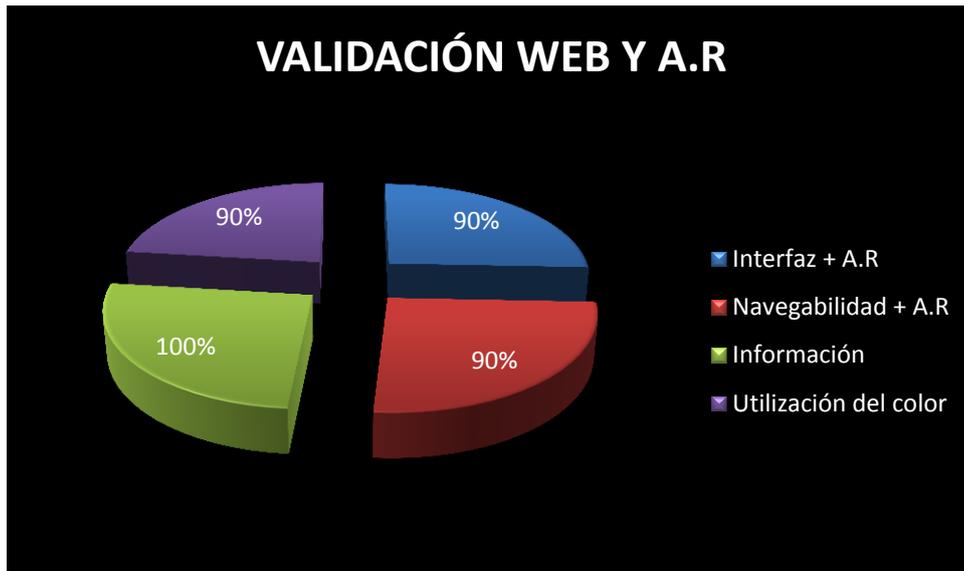


Figura V. 44: Validación de la Web y A.R.

CAPITULO VI

6. VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El estudio de la usabilidad de la Realidad Aumentada en diseño arquitectónico 3D permitió medir el grado de asimilación humana a la percepción estereoscópica sustituyendo las maquetas reales por virtuales sujetas a cambios mediatos conservando la interacción habitual a través de la videocámara.

En la evaluación del estudio psicológico a personas de un target de 25 a 40 + años de edad relacionadas con el diseño arquitectónico en 3D, de una muestra de 1000 individuos de esta se tomo una sub muestra del 0.01% dando a conocer que 9 de cada 10 sujetos mostraron un gran interés por la interacción entre lo real y lo virtual en tiempo real con la aplicación de A.R, mostrando de esta manera la asimilación humana a la percepción estereoscópica en un 90% de aceptación de los individuos.

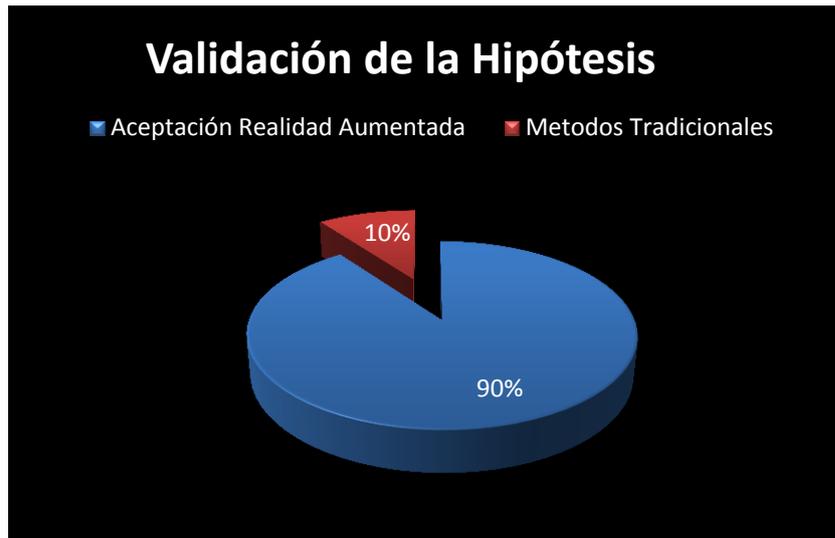


Figura V. 45: Validación de la Hipótesis.