



005910

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

55
2e1.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

37 AGO 22 PM 12 59

ACATLAN

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN
SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN MATEMATICAS
APLICADAS Y COMPUTACION

P R E S E N T A N :

ANGELICA TENORIO SANCHEZ

ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A nuestro Asesor
Ing. Rubén Romero Ruiz*

*En agradecimiento a su valiosa ayuda, sin la cual no hubiese sido posible la realización de esta tesis.
Por darnos siempre una palabra de aliento en los momentos más difíciles y por confiar en que
llegaríamos a la terminación de este proyecto.*

Por haber sido nuestro profesor y amigo.

Con todo nuestro respeto y admiración.

Elba y Angélica.

Dedicatorias

A Dios

Por darme siempre lo que necesito para seguir viviendo: salud,
bienestar y sobre todo LA FE en tí y en todos los que me rodean.

A mi Padre Alfredo

Papá no tengo palabras para expresarte mi agradecimiento por todo
tu cariño, esfuerzo y sacrificios, ya que sin tu apoyo nunca hubiese cumplido
mis metas. Tus palabras de aliento nunca me han permitido voltear hacia
atrás sino ver siempre hacia adelante, y sobre todo aprender de mis errores.
Hoy al final de mis estudios te puedo decir ¡lo hemos logrado! .

¡ Te amo con todo mi corazón !, tus consejos siempre estarán conmigo.

A mi Madre Virginia

Mamá se que donde quiera que estés ahora compartes conmigo
esta dicha, el anhelo de ver a cada uno de tus hijos llegar a
sus metas se ha cumplido. Quiero que sepas que tu Imagen como
persona y como madre forman parte de mi vida.
Le doy gracias a Dios por que me permitió conocerte y tenerte a mi lado.

Gracias a tí hoy estoy aquí, por que me diste el mejor regalo del mundo ¡La Vida!.

Mamá ¡ Te Amo!

A mis hermanos Alfredo, Diana, Gabriel y Lupita

Alfredo por servirme como imagen para ser cada día mejor.

Diana por haber sacrificado tantas cosas y por ser como una segunda madre para mí.

Gabriel por demostrarme que con carácter y esfuerzo todo se logra.

Lupita por compartir mis sueños y crecer junto a mí.

Ustedes saben que los amo por ser parte de mí, y les agradezco su apoyo incondicional.

Gracias por ser como son y por estar a mi lado.

A mi novio Santiago

Tú sabes lo que significas en mi vida. Quiero agradecerte todo tu cariño y apoyo que ha sido indispensable para seguir siempre hacia adelante.

Gracias por estar siempre a mi lado compartiendo nuestras tristezas, alegrías, derrotas y triunfos.

¡Te Amo!

A mis Familiares

Por compartir mis sueños y anhelos. Agradezco su apoyo y sus palabras de aliento.

¡Los quiero con todo mi corazón!

A mi amiga Elba

Pocas veces me he encontrado amigas como tú, quiero que sepas que eres especial. Mereces lo mejor de la vida por tu calidad como ser humano. Gracias por compartir este sueño conmigo, un sueño que empezamos juntas y que hoy lo vemos hecho realidad.

¡ Te quiero mucho!

A mis amigos y compañeros

Por que durante la mayor parte de nuestra vida hemos compartido un salón de clase y más que eso.

En especial a Jaime Vergara Prado, Fernando González Trejo y Laura Erica Castañeda.

A mis Profesores

Gracias a todos ustedes por dar todo de sí mismos para formar gente preparada.

A todos mi eterno reconocimiento por su difícil labor.

En especial a la Profa. Cecilia Ponce Vergara y al Profe. Joel Jimenez Santiago

Angélica Tenorio Sánchez

Agosto, 1997

Dedicatorias

A Jesucristo por ser mi mejor amigo y la luz que ilumina día a día el camino de mi vida. Gracias a ti he llegado a lograr esta meta tan importante para mí. Te amo

A mi padre por enseñarme que todo se puede lograr haciendo un esfuerzo no importando que tan difícil sea, porque éste es también tu triunfo y no sólo mío ya que has sabido sacarme adelante y me has enseñado a enfrentar la vida. Te quiero

A mi madre por hacer de mí lo que ahora soy, gracias por tus consejos, tu cariño, porque nunca dejaste de creer en mí e impulsarme a seguir adelante, porque no tengo palabras con que describir lo mucho que te quiero, para tí con todo mi amor.

A Tania con todo mi cariño por ser la mejor hermana de este mundo, gracias por tu cariño, ayuda, apoyo y comprensión. No te cambiaría por nadie. Te amo

A mi madrina Teresa, eres una de las personas que más quiero, porque me das tu cariño sin pedir nada a cambio, porque me enseñas muchas cosas y me permites compartir otras más. Te quiero

A Angélica porque gracias a tu dedicación y esfuerzo hemos llegado hasta aquí, porque nunca te diste por vencida y me enseñaste que con empeño todo se logra. Gracias por ser mi amiga. Te quiero mucho.

*A Isauro y Graciela, por ser parte fundamental de mi vida, por enseñarme el verdadero significado de la palabra amistad y por enseñarme lo que es un verdadero amigo, porque siempre están conmigo.
Los quiero*

A Lauris, Jaime y Fernando por enseñarme a valorar lo que soy y ser unos amigos maravillosos con los que puedo contar siempre. Los quiero mucho

*A todos mis amigos de Horizontes por compartir sueños,
alegrías y tristezas.*

*A Miguel y Rubén por su amistad, comprensión, apoyo y
optimismo y porque nunca dejaron de creer en mí. Los quiero
mucho*

Gracias a todos mis profesores y compañeros de escuela.

En memoria de Gilberto Vidal Rodríguez

Elba De la Torre Aguirre

Agosto 1997

ÍNDICE

Prólogo			
Introducción	1	Capítulo 2	
Capítulo 1		Estudio de requerimientos para el desarrollo de un sistema de Realidad Virtual	
Marco General de la Realidad Virtual		2.1 Tipos de sistemas de Realidad Virtual	46
1.1 Definición de Realidad Virtual	4	2.2 Generadores de Imágenes	47
		2.2.1 Stereo Vision	
1.2 Características de la Realidad Virtual	6	2.3 Fases para el desarrollo de un mundo virtual	49
1.2.1 Punto de Vista		2.4 Hardware	51
1.2.2 Navegación		2.4.1 Niveles de Sistemas de Hardware de Realidad Virtual	
1.2.3 Manipulación		2.4.1.1 Entrada de Realidad Virtual (EVR)	
1.2.4 Inmersión		2.4.1.2 Realidad Virtual Básico (BVR)	
1.3 Aplicaciones de la Realidad Virtual	10	2.4.1.3 Realidad Virtual Avanzado (AVR)	
1.3.1 Aplicaciones en la Arquitectura		2.4.1.4 Realidad Virtual Inmersión (IVR)	
1.3.2 Aplicaciones en la Educación		2.4.1.5 Simuladores de Cabina	
1.3.2.1 Física		2.4.2 Dispositivos de Entrada/Salida	
1.3.2.2 Química		2.4.2.1 Equipos Montados sobre la Cabeza	
1.3.2.3 Matemáticas		2.4.2.2 Rastreador de Posición	
1.3.3 Aplicaciones en la Medicina		2.4.2.3 BOOMS	
1.3.3.1 Cirugía		2.4.2.4 3D PROBES	
1.3.4 Aplicaciones para discapacitados (Rehabilitación)		2.4.2.5 Cyberscope	
1.3.5 Aplicaciones Militares		2.4.2.6 StereoGlasses	
1.3.6 Aplicaciones Espaciales		2.4.3 Dispositivos de Manipulación y Control	
1.3.7 Aplicaciones Comerciales		2.4.3.1 Mouse	
1.3.7.1 Compras en Tercera Dimensión		2.4.3.2 Guantes Sensitivos	
1.3.8 Aplicaciones en el Entretenimiento		2.4.3.3 Traje	
1.3.9 Aplicaciones en Robótica		2.4.3.4 Joystick y Joybox	
1.3.10 Aplicaciones en el Arte		2.4.3.5 Varas	
1.4 Futuro de la Realidad Virtual	40	2.4.3.6 Aparatos de los dedos: Picos, anillos y vibradores	
		2.4.3.7 Trackball	

2.4.4 Generadores de Sonido		3.2.3.8 VRML. Virtual Reality Modeling Language	
2.4.4.1 Convolvotron			
2.4.4.2 Beachtron y Acoustetron			
2.5 Software	72	3.3 Análisis de Herramientas	98
2.5.1 Utilización de un Lenguaje de Programación		Capítulo 4	
2.5.1.1 Técnicas de los programadores		Planteamiento de una aplicación de la Realidad Virtual en la educación preescolar	
2.5.1.2 Técnicas Orientadas a Objetos		4.1 Breve historia de la Matemática	106
2.5.1.3 La información: Bases de Datos		4.2 El Aprendizaje de las Matemáticas	109
2.5.2 Tipos de Herramientas de Construcción de mundos virtuales		4.3 El Conocimiento de los Números en Edad Preescolar	111
		4.3.1 Nociones Intuitivas de magnitud y equivalencia	
Capítulo 3		4.4 Técnicas para Contar	113
Análisis de herramientas para la creación de Sistemas de Realidad Virtual		4.4.1 Contar Oralmente	
3.1 Software relacionado con el concepto de Realidad Virtual	78	4.4.2 Numeración	
3.1.1 Software de Simulador de Vuelo		4.4.3 Comparación de Magnitudes	
3.1.2 Software de Animación de Tercera Dimensión		4.5 Desarrollo del Número	117
3.1.3 Software de Diseño Asistido por Computadora		4.6 Aspectos Generales de la Aplicación	118
3.1.4 Software de Transformación o Ejecución			
3.1.5 Software de Simulación		Capítulo 5	
3.2 Herramientas que permiten crear mundos virtuales	82	Construcción de la Aplicación Específica	
3.2.1 Programas Freeware de Realidad Virtual		5.1 Diseño del Sistema	121
3.2.2 Toolkits de Realidad Virtual		5.1.1 Descripción	
3.2.2.1 WorldToolkit		5.1.2 Funcionamiento del Sistema	
3.2.2.2 Autodesk Cyberspace Development		5.2 Diseño del Hardware	122
3.2.3 Sistemas de Autoría o Edición		5.2.1 Lógica Digital	
3.2.3.1 Virtual Reality Studio		5.2.2 Diseño del Circuito	
3.2.3.2 VREAM Virtual Reality Development System		5.2.3 Construcción del Circuito	
3.2.3.3 Superscape Development System			
3.2.3.4 Swivel			
3.2.3.5 Renderware			
3.2.3.6 VRT3			
3.2.3.7 Amaze Editor			

5.2.3.1 Funcionamiento del Circuito	
5.3 Diseño del Software	141
Capítulo 6	
Implantación y Pruebas del Sistema de Realidad Virtual	
6.1 Prueba Iniciales	144
6.2 Implantación del Sistema	146
6.3 Resultados Finales	147
Conclusiones	150
Apéndice A. Puerto Paralelo y Puerto Serial de la Computadora	153
Apéndice B. Álgebra Booleana y Circuitos Integrados	163
Glosario	172
Bibliografía	189

PROLOGO

Al inicio del octavo semestre de la carrera, la principal preocupación que teníamos era determinar el tema de nuestra tesis, lo único que sabíamos hasta el momento era que éste debía ser algo que nadie hubiese tratado.

En la materia Seminario de Tesis nos enfocamos a investigar todos aquellos temas que de alguna u otra forma nos interesaran, realmente la búsqueda fue infructuosa, ya que la mayoría de los temas ya habían sido abordados más de una vez.

Sin saber como ocurrió, en una plática sobre películas que se exhibían en cartelera ambas coincidimos que una de las más interesantes era aquella que trataba el tema de Realidad Virtual hasta entonces desconocido por nosotras. Esto despertó nuestro interés, así que sin pensarlo dos veces determinamos que era el tema idóneo para la tesis.

La investigación sobre el tema se dificultó demasiado, ya que la bibliografía que se tenía sobre la Realidad Virtual era realmente pobre, en la biblioteca del plantel sólo existía un libro. Así, que nos vimos en la necesidad de buscar en otros lados la información que requeríamos para iniciar el trabajo. En esa búsqueda nos encontramos con sorpresas desagradables puesto que, el tema era muy poco conocido en los lugares visitados. Pero, gracias a esto nuestro interés seguía creciendo.

A partir de este momento sabíamos que la tarea no era nada sencilla, lo primero era buscar a un profesor de la carrera que nos asesorara y que tuviese el mismo interés que nosotras para llevar a cabo la investigación.

A finales del noveno semestre y último de la carrera, contábamos con una idea muy clara del objetivo de la tesis. El objetivo principal era que nuestra investigación fuese más allá de la teoría, es decir, complementaria con el desarrollo y construcción de una aplicación.

El resultado final que obtuvimos es esta tesis, que cumple con las expectativas planteadas. Además, la información que contiene es enorme, ya que más de un año de investigación la respalda.

Consideramos que su aportación es importante, ya que puede servir como base para futuras aplicaciones a desarrollar.

Esperamos que el trabajo que aquí presentamos despierte el interés de al menos una o varias personas por seguir abordando el tema de la Realidad Virtual, con esto sentiríamos que nuestro esfuerzo y dedicación valió la pena.

Finalmente, agradecemos a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron al desarrollo de esta tesis, en especial a: Oswaldo Lizarraga e Ing. Sergio Zertuche

Elba De la Torre y Angélica Tenorio

Junio 1997

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo titulado “Desarrollo y Construcción de un sistema de Realidad Virtual” tiene como objetivo principal estudiar los elementos básicos de esta tecnología con la finalidad de diseñar una aplicación.

En la actualidad en México existen muy pocas compañías que se dedican a desarrollar sistemas de Realidad Virtual; lo cual en gran medida se debe a que esta tecnología no ha sido lo suficientemente difundida y es relativamente cara; ya que para desarrollar aplicaciones se requiere un equipo de cómputo con gran potencial, además de hardware especial para el funcionamiento de la aplicación; y dependiendo de la misma se necesita el uso de paquetes específicos de desarrollo, los cuales existen en el mercado pero de igual manera tienen un costo muy elevado.

Este trabajo muestra primeramente una visión general de la tecnología de Realidad Virtual, comprende información referente a conceptos básicos, elementos y características, áreas de aplicación, etc., con la finalidad de seleccionar la área que pueda servir para el desarrollo de la aplicación.

De la misma manera, se estudian los elementos básicos para desarrollar un sistema de Realidad Virtual, es decir, tanto el hardware como el software así como los conocimientos necesarios para el desarrollo del sistema.

También, se presenta información sobre los distintos tipos de hardware y software que existen en el mercado de la computación para el desarrollo de aplicaciones de Realidad Virtual y se analiza cada uno de ellos para encontrar las ventajas y desventajas que representa la utilización de ellos.

Una vez realizado el estudio anterior, se selecciona el área de la educación en el nivel preescolar por requerir de este tipo de herramientas debido a que no cuentan con los elementos que apoyen a los niños a la comprensión de ciertos conocimientos, siendo los de mayor complejidad aquellos que involucran a las matemáticas. Se llevó a cabo un estudio para detectar aquellos conocimientos que representan un alto grado de dificultad para los estudiantes de este nivel, finalmente se encontró que la noción de los números siempre se les ha dificultado debido al grado de abstracción que representan. Esta es la razón por la que se planteó la necesidad de enfocar la aplicación hacia esta área.

Con la información recopilada se procede al siguiente paso que consiste en diseñar y construir la aplicación. Esta tarea abarca principalmente dos aspectos: el software y el hardware.

En lo que respecta al software, el diseño del sistema debe abarcar diferentes aspectos, siendo los más importantes: la información, la animación, y la interactividad con el niño. Esto se logra gracias a que la plataforma sobre la cual se desarrolla (Visual Basic) cuenta con herramientas potentes para crear este tipo de sistemas. El resultado final, es un sistema pequeño y sencillo que cumple con los aspectos antes mencionados.

El sistema se basa en una interfase gráfica para representar los primeros cinco números arábigos, e interactúa con el usuario mediante el prototipo de guante que también fue construido. Además, debido a las necesidades de sistema se debe construir una interfase que permita al sistema leer las señales enviadas por el circuito (prototipo del guante), la cual se desarrolla en lenguaje C.

La construcción del prototipo se basa en conocimientos sobre Arquitectura de Computadoras, dentro de este trabajo de investigación se hace un análisis detallado de los pasos que se siguieron para la construcción del mismo.

Una vez desarrollado y construido el sistema, se lleva a cabo la implementación del mismo para realizar las pruebas necesarias. Durante las pruebas se presentan varios incidentes menores, pero todos ellos con solución. Después de hacer las correcciones pertinentes el sistema funciona de manera eficiente.

En general, el presente trabajo muestra una pequeña aplicación de lo que se podría desarrollar usando esta tecnología, sólo basta con poner empeño y dedicación para lograr los resultados que se buscan. Es importante señalar que la información aquí mostrada se basa en una amplia investigación documental, por lo tanto si se desea ampliar algunos conocimientos se sugiere al lector consultar en la medida de sus posibilidades los libros de la bibliografía.

Capítulo 1

Marco General de la Realidad Virtual

1.1 Definición de Realidad Virtual

Hasta el momento no existe una sola definición del término de Realidad Virtual con la cual se logre conjuntar todas las características que encierra, motivo por el cual existen diferentes definiciones desarrolladas en forma separada por cada uno de los investigadores sobre el tema. Para algunos es preferible el término de "Realidad Artificial"; algunos otros apoyan las frases de "Ambientes sintéticos", "Medio Ambiente Artificial", "Ciberespacio" o "Diseño de Información". Sin embargo, la selección del nombre no cambia la dirección de la tecnología.

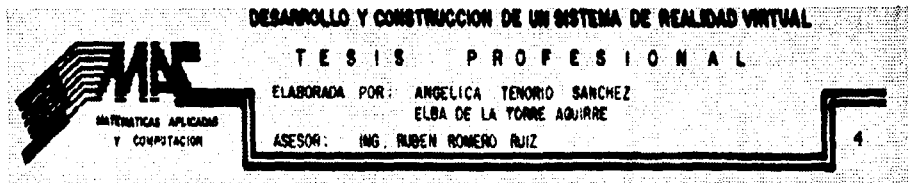
Algunas de las definiciones que se han llegado establecer a través de los años son las siguientes:

" La Realidad Virtual tendrá el efecto de paradigma, ligando los pensamientos de una manera en la que jamás se ha hecho. Seremos capaces de crear un lugar que represente los pensamientos, lo cual es una innovación contra lo impreso en papel".

Thomas H. Furness, 1992

La Realidad Virtual como imagen en movimiento, depende fuertemente de la visualización. Thomas Edison en 1922 se dio cuenta de las ventajas de aprender a través de la visualización ya que de los sentidos, el sentido de la vista es la primera receptora de la información. Todo lo que se observa es recibido por la retina como una imagen, ésta se traduce a símbolos y después es enviada al cerebro en donde es reconstruida. Debido a ello, es que un dibujo o un gráfico son métodos más eficaces de transmitir que un texto.

Por tal motivo, el uso de gráficos como medio de comunicación facilita la labor de aprendizaje en todos los ámbitos.



"La Realidad Virtual se origina de muchos conceptos desarrollados durante un largo periodo de tiempo"¹. "La principal fuente de la evolución de la Realidad Virtual se encuentra en la combinación de extender la mirada y sentir las imágenes y el desarrollo durante dos décadas en interfases de computadora"². Sin embargo, se puede decir que los orígenes de la Realidad Virtual se dieron con el invento del cinescopio de Thomas Edison en 1889. Los primeros intentos de simulación de ambientes de la vida para propósitos educativos fueron con el simulador de vuelo en 1928 llamado el Link Trainer. Para 1960, mucha gente ya había desarrollado sistemas de head-mounted donde los usuarios podían "mirar alrededor de un cuarto generado por computadora"³.

Los verdaderos programas de Realidad Virtual emergen a principios de 1970 con el desarrollo de poder interactuar con un ambiente virtual.

Para algunos, el término de Realidad Virtual nació en 1970 en el Instituto de Tecnología de Massachusetts. Pero la mayoría de los investigadores coincide que el término formal surge en 1984 con Jaron Lanier, emprendedor de una de las primeras investigaciones de Realidad Virtual en VPL Research Inc., inventó el término "Realidad Virtual" que expresa la presencia humana dentro de un espacio generado por computadora.

Desde 1984 numerosas compañías y universidades han participado en la industria de la investigación sobre la Realidad Virtual.

Actualmente la definición más aceptada por los investigadores sobre el término de Realidad Virtual se refiere a que es un ambiente computacional interactivo multisensorial en el cual una persona puede llegar a sumergirse y tener la sensación de que

¹ Veronica S. Pantelidis, "Virtual Reality in the Classroom," Educational Technology April 1993: págs. 23-27.

² John Woodward, Virtual Reality and its Potential Use in Special Education (ERIC, 1992 ED 350766)

³ Veronica Pantelidis, Virtual Reality - 10 Questions and Answers. (Greenville: East Carolina University)


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

5



algo o alguien está presente. La interacción dentro de la Realidad Virtual requiere de las habilidades que se usan diariamente en la realidad física; no se necesitan habilidades de programación o computación para experimentar Realidad Virtual. En el pasado, la interacción con las computadoras sólo se limitaba al uso del teclado, al ratón y a las pantallas de video, pero la Realidad Virtual mueve estas interfaces y permite al usuario "introducirse" a la computadora y a usar comportamientos naturales para interactuar con la misma.

Hoy en día gracias a la potencia y la velocidad que alcanzan las computadoras en las técnicas tridimensionales y multisensoriales, se puede lograr el medio experimental llamado Realidad Virtual en donde se pueden manipular objetos y experimentar diversas sensaciones.

1.2 Características de la Realidad Virtual


La meta de la Realidad Virtual es simplemente: crear mejores maneras para comunicarse entre humanos y computadoras.

La búsqueda de mejores formas de comunicación entre computadoras y humanos requiere un análisis paso a paso de el por qué los humanos hacen lo que hacen tan bien y por qué las computadoras hacen lo que hacen tan inflexiblemente; esto, encontrando métodos para hacer que la computadora simule lo que los humanos hacen. La idea es simular la manera en que percibimos el mundo, la manera en que lo manipulamos y la manera en que somos parte de él.

Cuando uno analiza en detalle lo que los humanos pueden hacer con poder simular las capacidades humanas en la computadora, se podrán identificar áreas fundamentales.

Las cuatro características humanas que definen los conceptos básicos de Realidad Virtual son: Viewpoint (punto de vista), Navigation (navegación), Manipulation (manipulación) e Inmersion (inmersión).

El Punto de vista es el punto desde el cual vemos una escena, la Navegación es la habilidad de mover nuestra vista alrededor. La Manipulación es la habilidad de actuar sobre objetos a nuestro alcance y la Inmersion es la condición de estar dentro del mundo virtual.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

6

Las características de punto de vista, navegación y manipulación constituyen la interactividad que debe existir dentro de la Realidad Virtual.

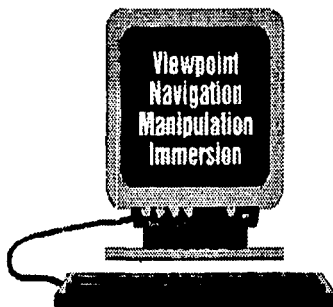


Fig. 1.1.- Características que Definen los Conceptos Básicos de la Realidad Virtual

1.2.1 Punto de Vista

En la computadora, con Realidad Virtual, la localización y dirección del punto de vista es la base para todo lo que es mostrado en la pantalla de la computadora.

En un mundo virtual se cambia el punto de vista usando un dispositivo, tal como un joystick, para decirle a la computadora desde que punto de vista o perspectiva queremos ver el objeto.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MA
MATEMATICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

7

Nuestro punto de vista lo podemos mover de la manera que cambiamos o movemos nuestra vista una posición y una orientación diferente, así definimos la forma de navegar a través del mundo virtual. Estos cálculos son hechos automáticamente por la computadora.

1.2.2 Navegación

Para comunicarnos mejor necesitamos poder movernos alrededor, es decir, podemos comunicarnos eficientemente si podemos mover la posición y la dirección de nuestros puntos de vista.

Con la Realidad Virtual computarizada, las imágenes cambian conforme nuestra vista se va moviendo alrededor. Si movemos nuestra vista arriba de una silla, la computadora calcula cuánto o que tan lejos nos hemos movido y redibuja las gráficas en relación a nuestra nueva localización. Todos los objetos creados en una continuidad son referidos como un mundo o medio ambiente.


Si cambiamos las coordenadas del punto de vista, la computadora entiende que deseamos mirar a los objetos e imágenes desde un ángulo nuevo. La computadora muestra como se ve la escena desde la nueva posición en el mundo virtual.

En este punto se empiezan a ver los reales beneficios de la Realidad Virtual. Muchas herramientas de comunicación son estáticas, como una fotografía una vez tomada, nunca cambia. Después de haber escrito una idea en papel, no cambia.

Pero en Realidad Virtual, podemos mirar las ideas desde muchos ángulos simplemente moviéndose a nuevas posiciones. Como herramienta de comunicación la Realidad Virtual es bastante poderosa.

1.2.3 Manipulación

Podemos comunicarnos más efectivamente cuando tenemos el poder de manipular los objetos que se encuentran a nuestro alrededor.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

8

Este efecto se puede crear con software generado por computadora conocido como diseño virtual prototipo. Estos prototipos proveen de beneficios de costo comparado al diseño de prototipos reales y permiten tener una manipulación de los objetos que se encuentran en el mundo virtual.

1.2.4 Inmersión

La inmersión es la esencia de la Realidad Virtual.

Ciertamente, damos por hecho la inmersión durante nuestra vida día por día. Por ejemplo, pensemos de la diferencia entre ver un desfile por televisión y verlo en vivo. Debido a que no estamos en el desfile, sólo podemos ver y oír las bandas a distancia, no somos claramente parte de la imagen. "Ver el desfile en vivo es muy diferente, ya que podemos ver en cualquier dirección que deseemos y nos encontramos inmersos en la atmósfera y el mundo del desfile".⁴

Experimentar en lo que puede ser llamada " Verdadera" Realidad Virtual requiere todos y cada uno de los cuatro conceptos básicos, pero la sensación de estar " dentro " de las imágenes, o inmersión, es el elemento que tiene la mayor importancia. Inmersión es muy a menudo contemplada como equivalente al concepto de Realidad Virtual ya que la inmersión es fundamental para nuestra existencia.

Para lograr una ilusión de inmersión en el ambiente generado por computadora se requiere de algún método para poner imágenes enfrente de los ojos de manera que nuestra vista total, no importando hacia que dirección nos dirijamos, abarque sólo el mundo virtual. El cerebro hará el resto del trabajo creando la sensación deseada en la que estamos inmersos.


⁴Tom Hayward." Adventures in Virtual Reality". QUE, Carmel IN,1993. pág.18

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR : ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR : ING. RUBEN ROMERO RUIZ



9

1.3 Aplicaciones

Cada vez que la tecnología de la Realidad Virtual se utiliza, es la variación de un tema que tiene su punto de partida en el mundo real. Y hay espacio más que suficiente para distintos mundos generados por computadora -desde aquéllos basados en la realidad hasta los que hacen divagaciones en la fantasía-. Las aplicaciones en procesos quirúrgicos, en arquitectura o en ingeniería requieren un alto grado de realismo y deben permanecer fieles al mundo real y a sus normas establecidas. Otros como el entretenimiento virtual, nos ofrecen un escape a lo convencional, explotando el poder de las computadoras para generar nuevos entornos y dándonos los medios para explorarlos.

Aunque la eficacia del conocimiento de experiencias reales sea única, las experiencias virtuales diseñadas inteligentemente pueden acortar las distancias entre lo que debemos aprender y lo que somos capaces de aprender mediante la experiencia. Al ofrecernos los medios para ver algo oculto en el mundo real, las técnicas de la Realidad Virtual pueden agudizar nuestro conocimiento de dicho mundo.

Se pueden inventar experiencias virtuales que son imposibles en la realidad e incluso se pueden ampliar las fronteras de nuestros sentidos más allá de las que ahora conocemos.

La inmersión e interactividad al igual que la economía brindada por la modularidad de hardware y software son cualidades que hacen de la Realidad Virtual una opción para simulaciones en campos que van desde la Medicina a las Artes y Entretenimiento, a Negocios o a lo Militar. Sin embargo, es lejano decir que estamos en un "periodo de transición" en lo que a aplicaciones de Realidad Virtual concierne. Esto debe ser esperado, desde el uso extendido de Realidad Virtual que necesita un mejor hardware y software. En 1991 no existían aplicaciones comerciales de Realidad Virtual y el hardware estaba siendo apenas desarrollado.


El año de 1992 trajo una mejora en la calidad del hardware y la emergencia de el primer software "toolkits". En 1993 los precios empezaron a bajar y pronto más compañías e individuales se vieron envueltos en desarrollar aplicaciones de Realidad Virtual.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



10

En 1994 las aplicaciones se ampliaron. Helsel y Doherty en 1993⁵, en su estudio de mercado mundial, identificaron 805 proyectos que estaban usando Realidad Virtual. El número de proyectos por área se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Aplicación	No. Proyecto
Simulación	73
Visualización	67
Educación	66
Entretención	65
Entrenamiento	65
Gráficas	64
Militares	52
Aeroespaciales	50
Telepresencia	50
Medicina	49
Arquitectura	46
Audiovisual	41
Negocios	40
Telerobótica	39
Comunicación	38

Tabla 1.1.- Proyectos que usaron Realidad Virtual en 1993.

Estas estadísticas muestran que en 1993 el sector dominante era el entretenimiento, las artes y la educación con un total de 172 proyectos. Otro sector importante fue el militar y el aeroespacial, donde la Realidad Virtual puede producir un gran ahorro en costos.

⁵Helsel, S., S. De Noble Doherty, 1993. "Virtual Reality Market Place 1993", Proceedings of Virtual Reality '92, pp. 209-211, San Jose CA.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL



T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

Un campo con menos proyectos, pero de alta importancia en términos de salvar vidas humanas es la medicina.

De aquí, la importancia de llevar a cabo aplicaciones de Realidad Virtual en todos los ámbitos que conocemos. A continuación, se dará una explicación general de algunas de las aplicaciones que tiene la Realidad Virtual y la manera en como se llevan a cabo. Las aplicaciones no tienen un orden específico de importancia, sin embargo, de acuerdo a sus características y al campo en el que se aplican, se vuelven más complejas y de mayor interés.

1.3.1 Aplicaciones en la Arquitectura

Gracias a los avances tecnológicos que se han dado, el campo de la arquitectura e ingeniería se han visto beneficiados por el uso de herramientas CAD. Actualmente estas herramientas permiten modelar imágenes tridimensionales y además, se les puede agregar movimiento. Sin embargo, esto no es suficiente para tener una interacción de forma más directa.

Dentro de la Arquitectura la aplicación de la Realidad Virtual se vuelve importante en cuanto a que permite ahorrar tiempo y tanto el cliente como el arquitecto quedan satisfechos ya que no sólo se produce el diseño, sino que también se puede explorar a través de un "paseo virtual".

Con Realidad Virtual, la persona que desea construir su casa, su negocio, etc., tiene la posibilidad de pasear dentro de su propiedad virtual y verificar lo que le agrada o lo que quisiera modificar. Esto trae como ventaja que el cliente quede satisfecho al tener su propiedad "real" y que el trabajo del arquitecto no ocupe más tiempo del debido, es decir, en vez de modificar los 30 planos de la construcción o hacer algún cambio ya que la construcción esté terminada, con sólo hacer modificaciones en la computadora, obtendrá rápidamente el diseño que el cliente prefirió, incluyendo colores, texturas y espacios. La manera de llevar a cabo este proceso se explica brevemente a continuación.

Los planos de la construcción son introducidos a la computadora para poder realizar una construcción virtual, a la cual se le añade color, luz, dirección y texturas. Después de esto, se puede llevar a cabo el "proceso virtual". Dicho proceso necesita de HMD's y guantes de control. Por lo general, estos paseos sólo pueden realizarse por dos personas a la vez: el arquitecto y el



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

cliente. Al realizar el paseo se tiene la sensación de entrar al diseño, el cual se puede ver desde diferentes ángulos de vista y recorrerse en su totalidad.

Este tipo de aplicación fue usado primeramente para el diseño de un auditorio en el campus de la Universidad de Carolina del Norte. Los planos de construcción fueron calculados y programados en la computadora."Los estudiantes y facultativos caminaron a través de la construcción virtual y notaron que un corredor era muy pequeño. Cuando los planos fueron finalizados, se construyó el edificio real y no hubo problema con ningún corredor".⁶

Las aplicaciones dentro de este campo llevarán a una gama de lugares de reunión en espacios virtuales donde las personas podrán examinar las ideas originales del modelo real. El uso de modelos virtuales serán de gran utilidad y permitirán realizar edificaciones correctamente tanto del pasado como del presente y de esta manera contribuir al estudio de civilizaciones pasadas y hacer más segura la construcción de hoy en día.

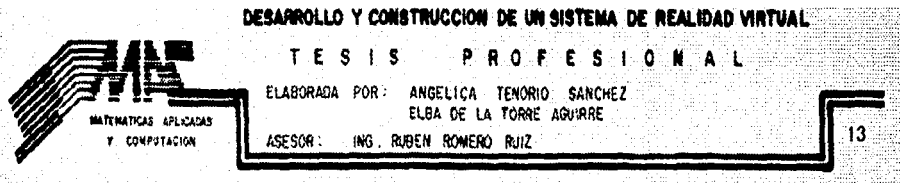
Cabe mencionar que este tipo de aplicación también ha sido usado para poder hacer la recreación de sitios arqueológicos. Uno de los proyectos es el de crear el Egipto antiguo, en donde los visitantes puedan viajar a través de reproducciones históricas y de esta manera aumentar el interés por las civilizaciones antiguas y dar a conocer sus costumbres, principios y organizaciones.

Las aplicaciones dentro de la Arquitectura van creciendo y se sigue avanzando en su estudio día a día y como consecuencia, su empleo se vuelve cada vez mayor.

1.3.2 Educación

Una de las áreas en donde las aplicaciones de tercera dimensión son proyectadas a ser las más productivas, corresponden al campo de la educación. En los niveles de primaria, secundaria y universidad, en las materias abundan conceptos que podrían ser enseñados y entendidos más claramente con representaciones en tercera dimensión.

⁶ Tom Hayward." Adventures in Virtual Reality", QUE, Carmel IN,1993. pág.106



Las implicaciones potenciales de aprender fundamentos de matemáticas en geometría (especialmente geometría de los cuerpos), álgebra, trigonometría y cálculo también en materias tan variadas como Historia, Física, programación y otras áreas más son intrigantes.

La técnica de inmersión es utilizada para comprender mejor los conceptos abstractos a través de entornos visuales los cuales son grupos de inmersión para el aprendizaje. Este tipo de entornos son los que llevan al campo del aprendizaje más allá de los límites del salón de clase, proporcionando a los estudiantes y a los profesores un conjunto de herramientas extenso. La capacidad que ofrecen estos entornos de interactuar, permiten practicar como en la realidad y de esta manera ofrecer numerosas opciones que estimulen la curiosidad y los procesos de aprendizaje.

Las inversiones iniciales para emplear programas de Realidad Virtual son altas, pero tienen la ventaja de proporcionar adelantos y evoluciones en el futuro.

Imagine introducir herramientas que permitan a los estudiantes a ver objetos e información desde ángulos y puntos de vista diferentes, donde puedan controlar y manipular los objetos.

Pero hay más allá que ofrecer con la combinación de las computadoras y las herramientas de tercera dimensión. La habilidad de un estudiante de explorar un ambiente virtual a la velocidad de su propio nivel competente, donde la misma curiosidad del estudiante le da la motivación que llega a convertirse en la propia fuerza educacional necesaria, de tal manera que el estudiante pueda entender y aprender mejor.

Desde que la Realidad Virtual es un campo por sí mismo, hay pocos estudios que miden sus beneficios como herramienta de enseñanza. "Tales estudios fueron hechos primero en 1991 y 1992 en la Universidad de Washington en el Laboratorio HIT en la escuela de verano y en la High School del Oeste de Denton en NewCastle, UK".⁷ Ambos eran proyectos de enseñanza con estudiantes de 13 a 15 años. La mayoría hombres. En ambos, los estudiantes aprendían acerca de construir mundos virtuales y

⁷Schroeder, R., B. Cleal y W.Giles. "Virtual Reality in Education: Some Preliminary Social Science Perspectives", Conferencia Proceedings of the Interface to Real And Virtual Worlds, Montpellier, Francia, pp.147-158, Marzo de 1993.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



navegar en ellos. En la escuela Denton había 2 sistemas de Realidad Virtual de computadoras y sin hardware inmersivo (HMD). El HIT usó hardware de inmersión durante el último día del curso semanal.

Se hicieron cuestionarios y los estudiantes estuvieron entusiastas acerca de esta nueva herramienta. Dos tercios de los estudiantes prefirieron construir su propio mundo virtual que navegar en una ya construido. Prefirieron explorar tres categorías de mundo: futurista, contemporáneo e histórico.

Una de las primeras escuelas en explorar los beneficios de la Realidad Virtual fue la escuela Shepherd en Nottingham, UK.⁸ Esta es la escuela más grande en Gran Bretaña para niños con serios problemas de aprendizaje.

Durante la primera fase del proyecto, los maestros aprendieron acerca de la nueva tecnología gracias a los investigadores de la Universidad de Nottingham. Después de la virtualización de el proceso Makaton que es una técnica estándar que la escuela previamente usa para ayudar a los estudiantes a manejar las bases del vocabulario asociando signos de manos y símbolos con objetos, los estudiantes pudieron interactuar con una simulación tridimensional mientras mantenían en la vista el símbolo Makaton en 2 dimensiones. Esto reemplazó la información estática impresa, y los estudiantes mostraron una mejor retención del conocimiento.

Se espera que el campo de la educación se vea beneficiado a largo plazo cuando los entornos de inmersión puedan ser conectados por medio de redes.

Actualmente existen cursos que se transmiten a lugares diversos por medio de televisión, fibra óptica y satélites, sin embargo, su interacción es muy limitada y requieren de una inversión considerable, ya que el equipo es demasiado caro. En cambio, con la Realidad Virtual la interacción y el control del sistema sería más amplia.

Gracias a las ventajas que ofrece en este campo, se espera que la Realidad Virtual sea de gran utilidad en la enseñanza.

⁸Dimension International, "Press Release", Berkshire, Inglaterra, Noviembre 30 de 1992.



DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

1.3.2.1 Física

El estudio de las leyes naturales del Universo nos han guiado a numerosos campos de estudio debido a que las variaciones de la naturaleza son muy amplias. Las formas de aprender acerca del movimiento, materia y energía son casi ilimitadas.

Lo que actualmente se puede llevar a cabo con Realidad Virtual es hacer que la información sea manipulada y analizada en la computadora. El desarrollo de equipo para automatizar datos del mundo físico ha sido crucial en la ciencia de la Física.


Para ilustrar su utilidad, pensemos en lo que se ha aprendido de los sismógrafos. Normalmente, durante el tiempo en el que transcurre un sismo, las plumas del sismógrafo se mueven hacia atrás, hacia adelante o de manera oscilatoria sobre el papel.

Toda esta información se pretende pueda introducirse en la computadora y después de varias pruebas tratar de predecir los terremotos y el daño que causarían.

Por otra parte, a través de la Realidad Virtual, los estudiantes podrán aprender en laboratorios virtuales, en los cuales, en lugar de manipular las fórmulas, los cálculos y sus reglas, los estudiantes podrán manipular diversos objetos que les ayuden a entender los conocimientos abstractos y de esta manera tener un aprendizaje más completo.

Uno de estos laboratorios fue construido en la Universidad de Carolina del Norte donde fue desarrollado un proyecto llamado: " Sistema de Simulación Molecular", el cual permite controlar y examinar detalladamente los choques entre diversas partículas, cuerpos y estudiar la fricción y la gravedad

Al mismo tiempo, se espera desarrollar más aplicaciones en este ámbito tan importante.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

16

1.3.2.2 Química

Lo que ha incrementado los rápidos avances de aplicaciones en Química es la necesidad y el deseo que se han tenido para usarlas.

Existen muchas moléculas y átomos que ni siquiera con el microscopio electrónico son fáciles de estudiar. Lo que se hace con Realidad Virtual es reproducirlos en la computadora de tal forma que sean visibles, después a través de software, se pueden hacer reproducciones con las mismas y hacer experimentos virtuales de manera que no haya peligro de explosión y sin gastar las sustancias y moléculas reales. Esto permite grandes avances en el descubrimiento de nuevos medicamentos con el efecto que harán en la gente.

De esta manera, las experimentaciones físicas de reacciones químicas se verán reforzadas por simulaciones virtuales.

1.3.2.3 Matemáticas

Los sistemas de visualización permitirán a los profesores trabajar visualmente con las formas y relaciones de Geometría, Cálculo, Trigonometría, Ecuaciones Diferenciales, Álgebra Lineal y Análisis Matemático. De esta manera, los usuarios podrán interpretar los diferentes resultados en la Estadística, la Probabilidad, los Procesos Estocásticos y de esta forma presentar su significado efectivamente.

1.3.3 Medicina

De todos los campos de la ciencia, el campo médico es quizá el más desarrollado y avanzado en este tema. El desarrollo de herramientas en tercera dimensión para medicina se debe a la demanda del cuidado de la salud. Las necesidades son tangibles y abundantes.

El equipo es usado con la finalidad de alcanzar nuevas metas de manera que se pueda mejorar el diagnóstico y el tratamiento de los pacientes.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MA
MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

17

Estas herramientas son de gran utilidad, ya que el doctor puede experimentar nuevas operaciones sin tener el riesgo de perder a la persona, ya que opera sobre un cuerpo virtual.

También, la exploración e intervención médica a niveles celulares y genéticos se facilita en el entorno virtual, ya que sus características de aumento y disminución de escalas de las imágenes permiten trabajar a los doctores de manera que estas áreas se vean de gran tamaño y así facilitar su estudio.

Las principales aplicaciones en medicina son en tratamiento de radiación, entrenamiento quirúrgico y cirugía cerebral.

Cabe mencionar que el equipo necesario es muy costoso, pero los beneficios que aporta son innumerables.

Los beneficios que puede tener el campo médico con el uso de la Realidad Virtual son extraordinarios, sin embargo, no son una realidad palpable todavía.

El desarrollo de estas aplicaciones tomarán más tiempo, ya que deben ofrecer seguridad y efectividad, pues es la vida humana la que se involucra en este tipo de aplicaciones.

1.3.3.1 Cirugía

El uso de la cirugía impacta un número de áreas distintas tales como enseñar a los estudiantes la anatomía humana y la Patología, procedimiento de entrenamiento quirúrgico para nuevos cirujanos y planeación de procedimientos complejos.

Entrenador de Anatomía de Realidad Virtual

Hasta hoy el arte de enseñar a los estudiantes de medicina no ha congeñado con el conocimiento de revoluciones tecnológicas. La mayoría de los cursos de Anatomía usan libros de texto y cadáveres para disección.


Desafortunadamente para el estudiante, los libros de texto se están convirtiendo en un material difícil de acceder debido a sus altos costos y los cadáveres para disección no son tan fáciles de conseguir.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUINRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



18

Esfuerzos recientes para mejorar la eficiencia de la enseñanza usaron fotografías digitalizadas y modelos de dos dimensiones (no inmersivos) de anatomía acompañados con sistemas de herramienta.

Un modelo completo de la anatomía del cuerpo fue desarrollado más tarde por Adam Software Inc. para uso en computadoras PC y Mac. "La versión de CD-ROM costaba aproximadamente en 1993, 2700 dólares".⁹ Un cuerpo estándar digital estará disponible de la National Library of Medicine basado en una base de datos de cadáver. Este "cuerpo estándar" será puesto en línea para acceso remoto por varios hospitales y universidades.

El siguiente paso para modelar las partes del cuerpo en tres dimensiones fue interpolar las imágenes de dos dimensiones. Un ejemplo reciente es el modelo tridimensional del cerebro desarrollado en el Hospital Brigham y el Hospital de Mujeres en Boston en colaboración con el Centro General Electric. R&D.

Dos características adicionales fueron necesitadas para una verdadera simulación del "Virtual Body". Uno fue los desplegados inmersivos (HMD's), el otro el modelado y el comportamiento de las partes del cuerpo. Esto requiere un modelo biomecánico de ensambles músculo-esqueleto y el tejido suave y duro de alrededor.

Tal sistema inmersivo fue desarrollado por "Pieper y colegas en 1991"¹⁰ para el estudio biomecánico de las extremidades inferiores del cuerpo. Los estudiantes pueden cambiar la vista del modelo navegando a su alrededor usando un guante. Estos dispositivos son usados también como un cursor tridimensional de manera que los músculos o tendones puedan ser seleccionados.

Eventualmente todas las partes del cuerpo serán modeladas visualmente y según su comportamiento para poder formar un "cadáver virtual".

⁹Schwartz, J. "A Computerized Cadaver to Aid Medical Students", The New York Times, NY, pág. D5, Abril 17 de 1993.

¹⁰Grigore Burdea, Philippe Coiffet. "Virtual Reality Technology". Wiley & Sons, Inc. NY, 1994, pág. 263


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

19



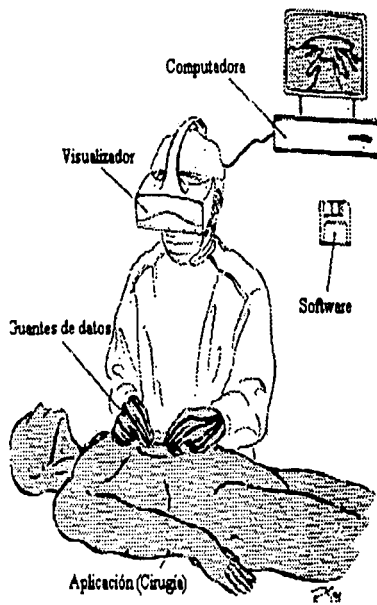



Fig. 1.2.- El Entrenador de cadáver virtual (The Virtual Cadaver Trainer, Rosen et al., 1994. MMS 1992



MAC
MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACIÓN

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

20

Simuladores quirúrgicos

Un entrenamiento en cadáveres reales no puede repetir un procedimiento dado en caso de error, porque los órganos han sido alterados. Lo que se necesita es un simulador que pueda permitir a los cirujanos aprender por repetición. "Investigaciones iniciales en simuladores de cirugía resultaron en modelos de Realidad Virtual para cirugía de pierna y cirugía abdominal".¹¹ El sistema fue desarrollado en colaboración con VPL Research y usó dos máquinas Silicon Graphics (SGI 310 VGX) para despliegue estereográfico en un HMD.

El usuario interactuó con el abdomen virtual a través de dos Guantes de Datos y escuchando sonido tridimensional. El mundo virtual incluía varios órganos abdominales, las herramientas quirúrgicas (jeringas, bisturí, pulsera de pulso, agujas), así como la mesa de operaciones y luces. Estas fueron creadas usando el modelador tridimensional Swivel y Software CAD para las herramientas. La interacción fue buena y la razón de "refresco" también fue alta (30 marcos/segundo). Sin embargo, las limitaciones en el poder disponible de la computadora impuso un número de obstáculos. Primeramente, la complejidad de la escena tuvo que ser reducida de manera que los órganos parecían caricaturas. En segundo lugar, había una simplificación en el comportamiento de los órganos cuando eran manipulados o deformados.

No había sangrado cuando un órgano era cortado, no había gravedad ni resistencia a la deformación ni retroalimentación táctil. Actualmente, este sistema ha tenido mejoras gracias al avance que ha existido en la potencia del hardware.

¹¹Satava, R., "Virtual Reality Surgical Simulator", Proceeding Medicine Meets Virtual Reality Conference, San Diego, CA 1992.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUJZ

21



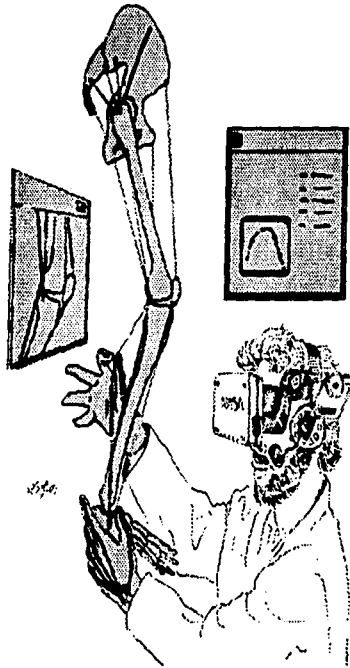


Fig. 1.3.- Sistema de enseñanza para anatomía y biomecánicos del cuerpo bajo (Rosen et al., 1994)

En años recientes las técnicas quirúrgicas han cambiado substancialmente. Un nuevo campo llamado Cirugía mínimamente invasiva (Minimally Invasive Surgery MIS) ha reemplazado la antigua manera de cirugía intestinal, abdominal y de rodilla. La mayoría de los pacientes prefieren este método ya que usa incisiones pequeñas lo cual permite una recuperación más

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



rápida. Las dos técnicas principales de MIS es cirugía landoscópica y cirugía endoscópica. Ambas usan cámaras pequeñas y herramientas de corte insertadas en el cuerpo del paciente. Los doctores observan a través de un monitor el procedimiento que debe ser preciso ya que un corte de más podría complicar la operación. Uno de los principales sistemas disponibles comercialmente fue el "MIS Training and Rehearsal System 323 (Sistema de entrenamiento y ensayo MIS)".¹² Consiste de un CRT de alta resolución y un HMD. El software de simulación puede crear un paciente virtual o puede introducir datos de imágenes de un digitalizador con el modelo del paciente a fin de realizar un entrenamiento más realista. Varios HMD's "esclavos" pueden ser conectados a las estaciones de trabajo de manera que los residentes tengan la misma visión que los especialistas realizando el procedimiento MIS. Una salida adicional va a un monitor bidimensional para el auditorio.

AMBIENTE DE INTERFASE VIRTUAL

Planeación y Simulación Quirúrgica



Fig. 1.4.- Equipo entrenando sobre un cadáver virtual. (Rosen et al 1994)

¹²Grigore Burdea, Philippe Coiffet. "Virtual Reality Technology". Wiley & Sons, Inc. NY, 1994.pág 265

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL



T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE
ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

Telecirugía

Otra aplicación de el concepto de cuerpo virtual está en la telecirugía (cirugía remota). Organizaciones médicas internacionales estaban interesados en cirugía remota para mejorar el cuidado de la salud en países sobrepoblados.

En la telecirugía el cirujano "opera" localmente en un modelo virtual del paciente. Sus acciones son entonces transmitidas a través de vía rápida en red o por satélite a un asistente robótico operando en el paciente real. La visión de la cirugía (a través de cámaras estereorobóticas) es entonces retroalimentada y desplegada en el HMD del cirujano. La imagen de TV es registrada en el cuerpo virtual de manera que de guía al cirujano. La retroalimentación original del cirujano viene de los sensores tácticos y auditorios del robot. Los datos del paciente tales como pulso, presión sanguínea, temperatura, etc. son codificados por el anestecista remoto (o enfermera) y presentada al cirujano como ventanas tridimensionales flotantes. Mientras este concepto puede parecer futurista, un sistema prototipo ya existe. Ha sido desarrollado por Philip Green en el SRI. (International Bioengineering Research Department)

El sistema consiste en dos módulos, el módulo operador y el módulo remoto de trabajo. Este módulo tiene manipuladores robóticos con herramientas quirúrgicas, cámaras y micrófonos. Los brazos robóticos operan como esclavos de un maestro controlado por el operador. La fuerza de retroalimentación permite al cirujano sentir hasta la más mínima de las fuerzas aplicadas por las herramientas durante la operación.

El efecto de "telepresencia" es muy poderoso y el entrenamiento muy natural. En una configuración alternativa, el módulo de trabajo puede ser reemplazado con una computadora. En este caso, la computadora suministra un cuerpo virtual y lo despliega en el módulo operador.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MA
MATEMATICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

24

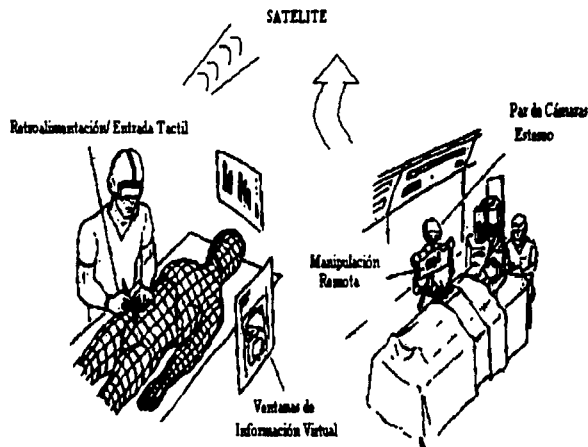


Fig. 1.5.- Telecirugía usando un cuerpo virtual (Rosen et al, 1994)

1.3.4 Aplicaciones para Discapacitados (Rehabilitación)

La Realidad Virtual puede ser aplicada en muchas áreas de Rehabilitación. La primera es la de diagnóstico, donde la Realidad Virtual se convierte en una herramienta para cuantificar el grado de deshabilidad del paciente. La segunda es el proceso de rehabilitación, donde la Realidad Virtual permite traer recuperaciones más rápidas y de esta forma incrementar la motivación del paciente. La tercera es un canal de comunicaciones para mejorar la vida de la persona discapacitada.

MAE
MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACIÓN

DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGÉLICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

25

Diagnóstico

Las primeras aplicaciones de diagnóstico de Realidad Virtual fueron para discapacidades de la mano. Los diagnósticos tradicionales usan mediciones manuales de ángulos de articulación o coyuntura. Los guantes en cierto sentido mejoran el proceso de adquisición de datos dando mediciones automáticas de tiempo real de la mano completa. Estos datos pueden ser almacenados, analizados y cuantificados en una computadora. Un sistema de diagnóstico basado en guantes sensores es el "Movement Analysis System" (Sistema de Análisis de Movimiento).

Rehabilitación corporal

La flexibilidad de la Realidad Virtual la hace una herramienta ideal para la rehabilitación corporal. Nuevas "máquinas virtuales de ejercicio robóticas"¹³, podrían reemplazar los presentes ejercicios repetitivos y aburridos. Por ejemplo, un paseo virtual en bicicleta donde el paciente usa un HMD y audífonos con sonido estéreo se podría convertir en un paseo por la colina.

La ejecución del paciente podría ser analizada en línea para asegurar que el ejercicio prescrito sea ejecutado en forma correcta, además de proporcionar al paciente un forma diferente de rehabilitarse.

Comunicación

Las personas discapacitadas se tienen que enfrentar a varias barreras a fin de integrarse dentro de la sociedad. Algunas barreras se deben a la inhabilidad o incapacidad motriz. Otras se relacionan con la comunicación diaria con otra gente. Esto es especialmente el caso para los ciegos y sordos. La Realidad Virtual tiene un papel importante en romper estas barreras y de esta forma mejorar la calidad de vida de las personas discapacitadas.

¹³Kezzeroni, H. and M. Her, "A Virtual Exercise Machine", Proceedings of 1993 IEE International Conference on Robotics and Automation, Atlanta, Georgia, pp.232-238, Mayo de 1993.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

26



En 1992 se desarrolló la "silla de ruedas virtual", que más tarde fue premiada por CyberEdge Journal con el premio "Mejor producto del año 1992". El sistema se desarrolló en el Centro de Rehabilitación Hines & R&D. Después de construida, el diseñador navegó a través de una construcción virtual usando un HMD y una silla sensorizada. Un Guante de Datos mide los movimientos de la mano. Una mano virtual correspondiente prende y apaga las luces, abre el refrigerador, jala un escritorio, etc.

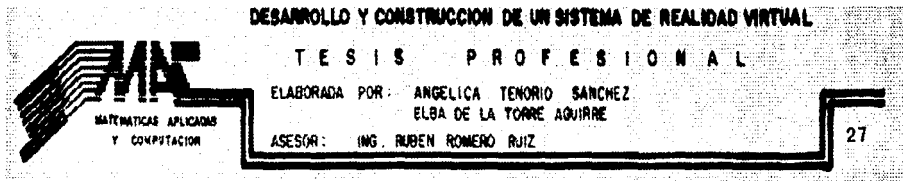
Actualmente se sigue planeando la mejora de esta herramienta por Pririe Virtual, la compañía que ahora comercializa esta aplicación.

Otra forma de mejorar la calidad de vida de estas personas es a través de una mejor comunicación. En los Estados Unidos hay un estimado de "dos millones de personas sordas".¹⁴ Se comunican principalmente a través de gestos de la cara y manos o "lenguaje de signos". La gente que no es sorda necesita aprender este lenguaje para poder comunicarse con ellos.

Una de las contribuciones de la Realidad Virtual a este campo, fue el llamado "Guante parlante" desarrollado en la Universidad de Stanford. Este es conectado a un altavoz que convierte las señales del guante en oraciones. Cuando una persona se pone el guante y articula palabras usando el lenguaje de signos (parecido al que usan los sordos), un circuito electrónico interpreta las posiciones de los dedos, selecciona la palabra representada por el gesto hecho por la mano y manda las señales al altavoz. El circuito está en una pequeña caja colocada en un cinturón alrededor de la muñeca de la persona; el altavoz cuelga del cuello. El guante permite a la gente que no puede hablar comunicarse con diálogos a través de movimientos de la mano y dedos. Un sistema disponible comercialmente es el "GloveTalker2" de Greenleaf Medical Systems.

El lenguaje de signos es aplicable para la comunicación con gente cercana. Cuando la gente sorda necesita comunicarse a distancia usa ahora el "Dispositivo de Teléfono para sordos" (TDD). Es esencialmente una interfase textual con un teclado y una pantalla LED, la cual hace la comunicación lenta y no natural.

¹⁴Grigore Burdea, Philippe Coiffet. "Virtual Reality Technology". Wiley & Sons, Inc. NY, 1994.pág 267



La persona sorda necesita "traducir" mentalmente del lenguaje de signos al texto, lo cual hace un poco agobiante la comunicación. Chapin y sus colegas en 1992 desarrollaron el sistema "TeleSigno", el cual reemplaza al antiguo TDD con una interfase de Realidad Virtual. Cada persona sorda usa un guante sensorizado conectado a una PC o estación de trabajo. Las mediciones de tiempo real de los gestos de la mano del discapacitado son entonces transmitidas bajo una línea de teléfono a través de un módem. El software ejecutándose en la PC remota mapea estos datos dentro de los gestos de una mano virtual. Esta mano es entonces desplegada en varios marcos/segundo. El proceso es repetido en la dirección opuesta. De tal forma la interfase de lenguaje de signos de Realidad Virtual es más rápida y más natural para el uso de los discapacitados.

Construir equipo para dar alternativas a gente con discapacidades, es un reto para los laboratorios, investigadores y desarrolladores de herramientas de Realidad Virtual y tercera dimensión.

1.3.5 Aplicaciones Militares

Las industrias militar y aeroespacial han entendido la importancia de simulación y entrenamiento. El curso actual para el incremento de complejidad tecnológica y hardware militar más pequeño requiere simuladores que sean flexibles, conectables y progresivos. Esto permite simulación remota sin tener que transportarse al sitio del simulador. El trabajo en red es también necesario en simulación de equipo, las cuales son más realistas. La Realidad Virtual cumple con las características antes mencionadas, lo cual cumple con las necesidades de la simulación militar y aeroespacial. Además, el gobierno de los Estados Unidos ve a la Realidad Virtual como parte de su esfuerzo estratégico para mantener la tecnología americana en primer lugar y ha empezado la iniciativa "High Performance Computing and Computer Communication" Computación de Alta Ejecución y Comunicación de computadora (HPCC). Esta fundación está destinada al desarrollo de hardware avanzado, software y aplicaciones de computadora. Se pretende que represente un mayor empuje a la mejora de la tecnología.¹⁵

El Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica (DOD) es probablemente el mercado más viejo para las aplicaciones de Realidad Virtual.

¹⁵ Grigore Burdea, Philippe Coiffet. Virtual Reality Technology". Wiley & Sons, Inc. NY, 1994, pág. 305

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MATEMATICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

28

Su implicación empezó hace más de diez años con el tanque entrenador parcialmente inmersivo Simulation Network (SIMNET). Años de presupuesto pequeño para Realidad Virtual se están convirtiendo en una cantidad mayor (proyectado sobre 500 millones de dólares para 1993-1997). Esto resultó de un cambio en la doctrina militar americana, la cual ahora tiene simuladores no sólo para entrenamiento de tropa, sino también para preparación de batalla, misiones y evaluación de armas.

En los principios de los años 80's, la Defense Advanced Research Projects Agency (Agencia Avanzada de Proyectos de Investigación (DARPA)) empezó el desarrollo del primer campo de batalla virtual para entrenar equipos de tanque en ejercicios.

La principal motivación para este proyecto fue una reducción en los costos de entrenamiento y también el incremento de seguridad y el impacto menor sobre el ambiente, ya que debido a las prácticas se dañaba el suelo. Los proyectos resultaron en la creación del SIMNET uniendo 200 simuladores de tanque en Estados Unidos y Alemania. Cada simulador de SIMNET es un cuarto que replica el interior de un tanque de batalla.

El soldado sigue procedimientos que simulan un combate actual. En lugar de ventanas, el simulador tiene monitores de tamaño de ventana que proyectan imágenes con vista del campo de batalla, se reproducen sonidos de otros tanques y batalla. La percepción que esto produce es casi igual a la experiencia de un combate real. En caso de cometer algún error, éste es indicado por una alarma, pero a diferencia de la realidad, el soldado no es herido ni el tanque dañado. Algo similar sucede con los simuladores de vuelo.

La ventaja de la Realidad Virtual en esta área es que se puede dar un entrenamiento más completo y práctico, y no sólo por medio de manuales y experiencias pasadas.

Las armas, sensores, maquinaria son modelados dinámicamente por la computadora residente que mantiene una copia de la base de datos del campo de batalla virtual.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

29



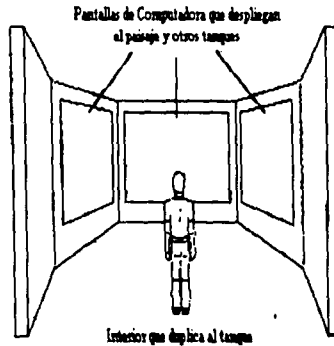


Fig. 1.6.- Interior de un simulador de un tanque de batalla

Para finales de los años 80's se obtuvo la experiencia suficiente del SIMNET para determinar que el escenario de batalla tenía que ser cambiado para mostrar al enemigo la superioridad en números. Para esto, los diseñadores decidieron crear las "Fuerzas Semi Automatizadas" "Semi-Automated Forces" (SAFOR). Estas eran unidades virtuales de tanques y helicópteros que actuaban como agentes inteligentes. Un instructor podía dar órdenes a través de la consola y las fuerzas enemigas se moverían en formación y actuarían según los patrones de batalla. El campo de batalla virtual es como se muestra en la Fig. 1.7



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

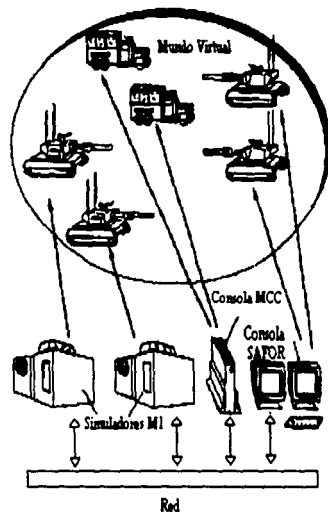


Fig.1.7.- Campo de Batalla Virtual del SIMNET

En el presente, SIMNET permite el entrenamiento de batalla, pero desafortunadamente no permite el entrenamiento por Brigada o División. DARPA planea expandir el tamaño de la base de datos de simulación de 1,000 a 100,000 objetos para finales de esta década.

El entrenamiento en un futuro se expandirá para incluir a la Fuerza Aérea y a la Marina a través del "Air Ware Simulator System" (AWSIMS) y "Naval Warfare Simulator System (NWSIMS).

Otro de los usos de la Realidad Virtual en lo militar son las aplicaciones para el ensayo y la evaluación de armas, las cuales están diseñadas para suplir a los sistemas antiguos. Gracias a esto, se evitará construir prototipos únicos y costosos cada



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

vez que el diseño tenga que ser modificado. Estas realizaciones virtuales reemplazarán a las costosas maquetas, permitiendo evaluar el diseño antes de ser construido y de esta forma ahorrar de manera considerable en tiempo y esfuerzo.

Las técnicas y máquinas desarrolladas para las aplicaciones de Realidad Virtual en este campo pueden considerarse como una potente ampliación del conocimiento humano. Las técnicas de visualización ayudarán a reconocer e interpretar modelos complejos. Cabe mencionar que el ejército es la corporación que más invierte en cuanto a equipos y tecnología de Realidad Virtual.


1.3.6 Aplicaciones Espaciales

La historia de la exploración del espacio ha sido llevada a cabo por la NASA, la cual ha hecho perfeccionamientos en técnicas e instrumentos para poder realizar un amplio conocimiento sobre el Universo.

Todo esto lo ha hecho con la ayuda de modelos digitales y los modelos analógicos para poder planear e investigar un ambiente espacial.

La necesidad de un entrenamiento flexible hizo a la NASA un pionero en el desarrollo de simuladores de Realidad Virtual. hoy en día la NASA y la ESA (European Space Agency) están planeando misiones espaciales prolongadas incluyendo actividades complejas.

El esfuerzo de la NASA por un mejor entrenamiento a sus astronautas hizo el intensivo uso de la Realidad Virtual. Este esfuerzo es conducido principalmente en la Sucursal de Tecnología de Software del Centro Espacial Johnson y envuelve proyectos como "La actividad espacial extravehicular", "Operaciones en libertad de la estación espacial", y "La reparación y mantenimiento del telescopio espacial". Además, la sucursal está trabajando conjuntamente con el Centro de Vuelo Espacial Marshall para poder compartir las mismas simulaciones de Realidad Virtual.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

32

Durante la primera misión prominente, la cual tuvo lugar en diciembre de 1993, los astronautas reemplazaron los paneles defectuosos del telescopio por unos nuevos, tal misión fue llamada "Modular Replacement Instruments" (MRI). El éxito de esta misión extremadamente prolongada y compleja quitó un poco de atención a la simulación y el entrenamiento.

Durante el entrenamiento de Realidad Virtual el astronauta se sienta en una silla sensorizada que emula la funcionalidad de la unidad. Los controles de traslación en el lado izquierdo de la silla son usados para moverse en el mundo virtual en línea recta, mientras los controles rotacionales en el lado derecho ajustan la orientación del astronauta basándose en su centro de gravedad. Adicionalmente, los astronautas usan HMD's que proyectan el modelo del telescopio, cabina y cielo, y un Guante de Datos para interactuar con la simulación. Esto permitirá a futuros equipos de astronautas entrenar mejor para reparaciones específicas o misiones de mantenimiento antes de hacerlas en el espacio.

Gracias a este sistema, se puede simular el estado del astronauta en el espacio, su comportamiento y al mismo tiempo simular situaciones de peligro en donde el astronauta deberá tomar decisiones, las cuales serán evaluadas por el propio sistema y en caso de ser erróneas, el sistema lo dará a conocer. También se entrena en cuanto a la visita posible a otro planeta.

Las enormes posibilidades que la Realidad Virtual mostró a la NASA hicieron que esta institución desarrollara y mejorara aplicaciones con dicha tecnología. Uno de los objetivos de la NASA es convertir en espacios virtuales todos los planetas del Sistema Solar incluyendo todas sus características como temperatura, presión densidad atmosférica y clima. El primer objetivo fue el planeta Marte. El proyecto recibe el nombre de VEP (Visualización para la Exploración Planetaria), el cual todavía se sigue desarrollando. De esta manera se espera poder hacer un estudio más a fondo a cada planeta y poder hallar alguna forma que permita su visita.

Se espera que las aplicaciones en lo referente al espacio se incrementen y de esta forma se tenga un conocimiento más amplio de todo el Sistema Solar.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

33



1.3.7 Aplicaciones Comerciales

Ejecutivos de compañías que miran a la Realidad Virtual fueron atraídos primero por su gran novedad publicitaria. Su novedad podía atraer masas de consumidores potenciales, mientras que su flexibilidad permite una fácil publicidad para productos actuales. En un mundo dominado por publicidad e imagen, los ejecutivos piensan que usando Realidad Virtual en promociones podía conducir a la idea de productos de "era líder". La Realidad Virtual sin embargo, puede ser útil en otras áreas de la compañía. Cuando nuevas sedes o jefaturas son designadas, la Realidad Virtual puede ser usada para visualizar el edificio antes de ser construido. Cuando la financiación es crítica, la Realidad Virtual puede ayudar a entender las grandes cantidades de datos en bloques, barras, etc. Cuando viajar cuesta, la Realidad Virtual puede ayudar a reunir equipos de trabajo en una oficina una teleconferencia. Con todos estos usos potenciales, las aplicaciones serían increíbles, sin embargo, las aplicaciones comerciales están detrás de otras áreas tales como Artes, Entretenimiento o Militares. Esta situación cambiará dentro de algunos años o quizá ya se estén dando los comienzos de este cambio.

1.3.7.1 Compras en tercera dimensión


La versatilidad de aplicaciones tridimensionales se vuelve más y más evidente al examinar lo que implican los ambientes simulados en la computadora, pero seleccionar los gabinetes de cocina en ciberespacio no es usualmente una de las primeras posibilidades visualizadas por la mayoría de la gente, pero es una aplicación existente ahora en Japón.

Matsushita Electric Works (MEW) tiene un subsidiario en Osaka que provee un sistema que permite a las amas de casa probar su propio diseño de cocina usando una herramienta de tercera dimensión de Realidad Virtual.

Los clientes entran a la cocina virtual, prueban los gabinetes deseados, y los arreglan hasta que el diseño satisfactorio es determinado.

1.3.8 Entretenimiento

Uno de los mayores campos de acción de Realidad Virtual se encuentra en lo que se refiere al entretenimiento.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

34

El entretenimiento fue la fuerza manejadora de la temprana tecnología de Realidad Virtual y es en el presente su más grande mercado. Los sistemas de entretenimiento son cientos. Es aquí que la industria de la Realidad Virtual ha experimentado su crecimiento más grande. Las aplicaciones de entretenimiento van desde arcadas de locación de Realidad Virtual a video juegos caseros.

El primer sistema del mundo a gran escala fue el "BattleTech Center" que abrió en Chicago en agosto de 1990. El tema es una guerra futurista (año 3025) peleada por humanos controlando poderosos robots llamados "BattleMechs". Hay dos características que distinguen a este centro de las tempranas arcadas de video. Primero, tiene una alta sofisticación previamente reservada para simuladores militares.

La segunda es el equipo de juego. En juegos regulares, un jugador compete contra otro o contra la computadora. En BattleTech los jugadores forman equipos de cuatro y compiten contra otros equipos. La interacción de los equipos se lleva a cabo conectando a cada simulador de valla. El centro tiene 16 vallas que permiten que cuatro equipos jueguen simultáneamente. Cada simulador contiene un gran número de controles (cerca de 100) diseñados específicamente para producir sobrecarga de sensor y así incrementar la participación del jugador. Como consecuencia, los jugadores que quieren tener un buen control son animados a leer un manual de operaciones de 48 págs. La complejidad y el precio (12 dólares por sesión) son razones por las cuales la mayoría de los jugadores tienen arriba de 20 años. Debido a su éxito, en septiembre de 1992, se abrió un segundo centro BattleTech en Yokohama, Japón. Este era más grande con 32 vallas, además presenta mejoras en cuanto a sonido y presentación de imágenes, ya que son más claras.

Más adelante se conectarán en red, de manera que equipos internacionales puedan competir alrededor del mundo.

Otro juego de base de combates de Realidad Virtual fue desarrollado recientemente (1994) por Hughes Aircraft Co. y Lucas Entertainment. Este juego es mejor que BattleTech ya que tiene la tecnología de un simulador de vuelo. La contribución de Lucas Arts al proyecto fue su concepto del juego basado en la fantasía mejor conocida como "StarWars". Este juego trata sobre la lucha de los rebeldes contra el Imperio. El juego recibe el nombre de Mirage.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



Tanto los simuladores BattleTech como el Mirage son parcialmente inmersivos ya que no usan HMD's. El primer sistema inmersivo fue desarrollado en 1991 por Sphere Software W. Industries Ltd. Este sistema de juego inmersivo llamado "Virtuality" fue distribuido más tarde por Horizon Entertainment. Este juego tiene dos modelos de estaciones. Los dos reciben el nombre de Virtuality. Estas estaciones están compuestas por un casco con sonido tridimensional, un volante o palanca de control y dos pedales.

Una de sus características principales es la variedad de entornos que posee. Estas estaciones permiten ejecutar simulaciones de vuelo, luchas con robot, exploración de ambientes extraños y muchas cosas más.

Uno de los juegos desarrollados por el Sistema Virtuality es "Legend Quest", que recibió el premio de CyberEdge Journal como "Producto del año de Realidad Virtual 1992".¹⁶

Tiene tres plataformas modificadas para parecer como 3 cepas (tronco que queda de un árbol). El cuarto está diseñado como una villa medieval con pasto y ramas reales. Es el juego clásico de "calabozos y dragones" pero con un rasgo característico. Cada uno de los cuatro jugadores selecciona primero uno de los 18 personajes disponibles en el juego, desde un duende a un guerrero, un mago o un ladrón. Después forman un equipo y exploran los pasadizos y cavernas misteriosas. Cada personaje tiene ciertas aptitudes y habilidades que permiten hacer un gran equipo. Cada monstruo del calabozo está diseñado de manera que su comportamiento cambie, lo que hace difícil ganar el juego.

¹⁶CyberEdge Journal, "Product of the Year", Sausalito CA. pp 3-5, Marzo- Abril de 1993

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MAC
MATEMATICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

36



Fig. 1.8.- Estación de juego "Virtuality"

Otro de los desarrollos en cuanto a entretenimiento se refiere es el llamado Cybertron de la Compañía StrayLight, el cual somete al usuario a una inmersión tanto física como mental, al sujetarlo a un mecanismo giroscopio que gira y se inclina 45 grados sobre cada uno de los tres ejes cuando el usuario desplaza su peso.

MAC
MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACIÓN

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

37

En cuanto al entretenimiento casero, Nintendo resolvió el problema de un hardware altamente sofisticado con el "PowerGlove", sin embargo, no logró hacerlo con el software para sus juegos. Debido a esto hoy en día Sega es una de las compañías líderes en este aspecto, la cual ofrece juegos que permiten al usuario utilizar una moto o un coche y participar en carreras virtuales.

En 1993 se introdujeron sistemas como "VR Slingshot" y "Mate". "Mate" desarrollado por VRontier Worlds es un juego de ajedrez jugado remotamente. Cada jugador tiene una Pc 386 o 486 con al menos 64 K de memoria RAM, conectados por líneas de teléfono regulares. Cada PC requiere una copia del software MATE.

El control de la mano virtual recogiendo cada pieza es hecha por un mouse. Esto elimina la necesidad de guantes cibernéticos caros. Cada set cuesta menos de 30 dólares y se necesitan dos.


El VR Slingshot es un juego de simulación de vuelo para PC, pero su costo es más alto, aproximadamente 129 dólares. El control del simulador se lleva a cabo por un Joystick.

1.3.9 Aplicaciones en Robótica

Los aspectos relacionados a Robótica han sido conocidos durante 20 años, sin embargo, es hasta hoy cuando este campo se ve beneficiado gracias al desarrollo de la Realidad Virtual y más aun en su aplicación junto con la Robótica. Este campo no ha sido muy estudiado y no ha tenido gran desarrollo, sin embargo, se espera que en un futuro próximo los robots puedan ser manejados remotamente y sin error, aun cuando la distancia sea muy grande.

1.3.10 Arte

El arte es una de las formas que el ser humano tiene para propagar el conocimiento. Esto se debe a que todos los trabajos de arte, desde un libro hasta una obra de teatro, tienen la cualidad de poder transportar a la persona y sumergirla en el trabajo artístico y como consecuencia la enfrentan a nuevas ideas y formas de percepción.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

38

En muchas ocasiones el arte y la ciencia no habían podido relacionarse, pero hoy en día, existe la posibilidad de que puedan hacerlo. En la actualidad nos encontramos en una nueva era en lo que a comunicación se refiere, donde cualquier cosa puede llegar a ser digitalizada y ser expresada por las computadoras en medio de un ambiente interactivo virtual. De tal forma, las personas dedicadas al arte tendrán la posibilidad de dirigirse al mundo de una manera diferente a como lo hacían las tendencias artísticas pasadas.


La razón por la cual la Realidad Virtual es un medio muy especial, es precisamente porque promueve una forma de libre expresión, debido a las cualidades que presenta de inmersión e interactividad, que permiten a la persona ser completamente creativa.

Después de 1990, la Realidad Virtual ha tenido significativos avances en cuanto a la tecnología que se involucra en su creación. Se presenta como una nueva forma de arte que permite entrar al universo en donde las sombras, siluetas y espacios pueden ser representados de acuerdo a la versatilidad de las mentes creadoras y donde sus visitantes pueden interactuar con plena libertad.

Esto no quiere decir que el artista no necesitará de bastos conocimientos, al contrario, el artista en Realidad Virtual necesitará de toda la imaginación, habilidades y lecciones artísticas que se han practicado a través del tiempo. El artista debe crear un entorno que refleje al espectador de forma precisa sus intenciones, ya que las técnicas multisensoriales que posee la Realidad Virtual cambian la línea tradicional de crear arte.

Lo que se pretende con la Realidad Virtual es hacer que las obras de arte no queden sólo en la pantalla de un cine, en las páginas de algún libro o en el lienzo de una pintura sino que tenga un entorno interactivo con la gente.

Hasta aquí hemos revisado varias aplicaciones de tercera dimensión con gran potencial para mejorar los estilos de vida de la gente.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

39

Los beneficios de la tecnología de Realidad Virtual son para tener un impacto creciente sobre millones de gentes, en áreas tales como cuidado de la salud, construcción, educación y deportes. Pero las posibilidades no terminan ahí. Nuevas oportunidades para aplicar Realidad Virtual están apareciendo frecuentemente mientras más gente empieza a descubrir las ventajas, y pensar en las formas para aplicar las capacidades en combinaciones más complejas.


Se espera que las aplicaciones se extiendan hacia más campos de la ciencia y de esta manera utilizar a la Realidad Virtual como una herramienta poderosa en todo ámbito científico y tecnológico.

1.4 Futuro de la Realidad Virtual

Se esperan muchos avances tecnológicos en los años siguientes y muchas aplicaciones nuevas serán posibles debido al avance en hardware y software. Las interacciones necesitarán ser más naturales que las presentes para lo cual se necesitarán máquinas más poderosas y mejores herramientas de entrada y salida.

Rastreadores de gran volumen

Una de las mayores limitaciones de la tecnología actual de rastreo es su rango pequeño de mediciones. Esto confina al usuario a volúmenes pequeños de movimiento y no permite el movimiento libre dentro de uno o más cuartos virtuales. Una proposición para resolver este problema es la de "techos inteligentes" que está siendo investigada en la Universidad de Carolina del Norte. El sistema consiste de una serie de paneles de techo con LED's empotrados y un HMD con 4 fotosensores.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

40

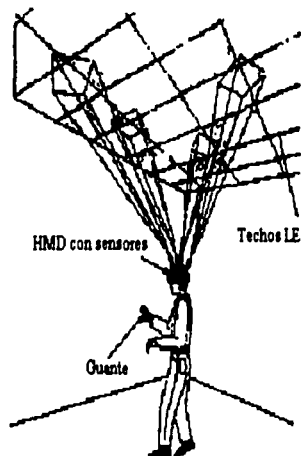


Fig. 1.9.- "Techos inteligentes"

Cada uno de los paneles de techo de 2x2 pies tiene LED's así como sus manejadores electrónicos. Una computadora controla los LED's encendiéndolos y apagándolos secuencialmente.

Voltajes análogos de los fotodiodos de efecto lateral del HMD son digitalizados localmente por un "procesador remoto" ubicado en el cinturón del usuario. Después de una serie de cálculos, los cuales infieren la localización de la cabeza del usuario en el cuarto, una computadora de planos de píxeles refresca la escena virtual y la despliega en el HMD. Así, es posible moverse libremente dentro del cuarto real y estar inmerso en un mundo virtual correspondiente.


"Suelos inteligentes" son otra manera de rastrear la posición del usuario dentro de un cuarto. Un suelo inteligente tiene una estructura compuesta que incorpora un arreglo matricial de sensores de posición con una interfase a una red neuronal.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



41

La salida de los sensores es un patrón de fuerzas con magnitudes proporcionales al peso del usuario reflejando el tipo de zapato usado. De esta manera se puede reconocer si el usuario es hombre o mujer.

Eventualmente, los suelos y los techos inteligentes serán integrados para reconocer al usuario una vez que entre al cuarto de simulación y cargar sus características específicas desde una base de datos.

Nuevos Desplegadores

Se espera que las nuevas interfases desplegadas cambien en los años siguientes debido a las investigaciones sobre miniaturización electrónica que se está llevando a cabo. En particular, el Centro David Sarnoff y la Universidad de Pensilvania han desarrollado una cinta delgada LCD con una resolución de 1280 x 1024 líneas. Mientras el desplegador es monocromo, su área de actividad no es más grande de 1.21 pulgadas. Con este pequeño desplegador será posible hacer HMD's ligeros y con una alta resolución con un consumo bajo de poder que podrán ser controlados inalámbricamente.

Investigadores de Corporación Toshiba han desarrollado un pequeño desplegador. Los LED's son encendidos y apagados para visualizar una parte de la escena virtual y subsecuentemente las partes son desplegadas repetidamente trasladando el desplegador atrás y adelante. La velocidad de traslación y la inercia del ojo humano integran las partes en lo que aparece como objeto.

Desplegadores Haptic

Los desplegadores haptic (realimentación de fuerza y tacto) han demostrado hasta ahora un desarrollo más lento que los desplegadores visuales. Se espera que esto cambie rápido como resultado del incremento de conocimiento del usuario y la investigación en nuevas tecnologías. Los primeros sistemas difundidos serán simples tipos de joysticks de computadora usados como mouse haptic tridimensional. Después de eso, la demanda de grandes volúmenes de simulación empujará hacia sistemas de realimentación en miniatura y más ligeros. Al mismo tiempo, la realimentación migrará de sólo ser aplicada a la mano (como es el caso de hoy en día) a realimentación de cuerpo completo.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUJIZ

42



Interfases Neuronales

Una interfase que puede mostrar las bioseñales del usuario y transmitir las a la computadora de Realidad Virtual es un concepto intrigante.

Los biocontroladores han sido usados en el pasado para prótesis y más recientemente para composición musical. Usan electrodos de superficie que muestran pequeños voltajes asociados con la actividad muscular (EMG) y ondas cerebrales (EEG).

Los investigadores en NTT's Human Interface Laboratory están trabajando sobre una bio-interfase que eventualmente permitirá el control de las manos virtuales sin ningún guante sensitivo u otros dispositivos. El sistema usa un par de electrodos ubicados en el antebrazo y conectados a una computadora de red neuronal. El entrenador de red es hecho mientras el usuario usa un guante para mapear los gestos de la mano en señales EMG. Una vez hecho esto, es posible teleoperar un brazo robótico o, en el futuro, una mano virtual.

Este sistema opera sin realimentación táctil ni fuerza. Para hacer esto, puede ser integrado un dispositivo exoesqueleto, pero esto elimina la ventaja de mover libremente la mano. Una proposición mejor quizá sea usar electrodos de realimentación puestos en el antebrazo.

Esta proposición es controversial debido a que a los usuarios se les aplica a su cuerpo voltajes eléctricos pequeños. Muchos factores humanos tendrán que ser hechos para determinar el nivel de tolerancia del usuario a los voltajes y corrientes de realimentación eléctrica.

ImageGloves

El progreso reciente en la velocidad de procesamiento junto con algoritmos más robustos de reconocimiento han permitido a los investigadores experimentar con interfases de visión de tiempo real tales como "finger pointers" o "image gloves". Estos representan interfases de guante libre que usan gestos de mano descubierta para controlar la simulación. Trabajan


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

43



dentro de un rango de trabajo limitado en el cual hay una línea directa de vista entre el usuario y la cámara. Esto inicia en Siemens, en Alemania, usa una cámara conectada a un marco que captura sondas y a una estación de trabajo Sun.

Con este hardware de propósito general es posible obtener un rango de 9 marcos/segundo con un incremento proyectado a 25 marcos/segundo. Los usuarios tienen un guante negro con una marca blanca/negra circular en la palma. El centro del área de la marca da la posición X y Y de la palma en el campo de visión de la cámara.

Control de voz

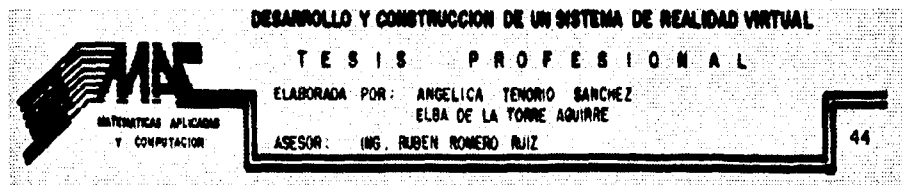
Otra forma de interfase de Realidad Virtual de manos libres es el control de voz. En el tiempo actual, limitaciones en el poder de la computadora y algoritmos hacen el reconocimiento de diálogo difícil. Aun con un vocabulario pequeño de palabras, sistemas comercialmente disponibles requieren largos periodos de capacitación de cada usuario.

En el futuro las redes neuronales serán usadas para un patrón robusto de conocimiento permitiendo comandos de voz continuos sin necesidad de dar una gran capacitación al usuario. En esta forma será posible tener muchos participantes en una misma simulación.

Otra limitación en la tecnología de sonido es el requerimiento de micrófonos que tienen que ser sujetados con la mano o puestos en el cuerpo. Una mano que sostiene un micrófono no puede ser usada como una interfase. Aun los micrófonos que están integrados con audífonos o HMD's limitan el trabajo del usuario. Hoy en día se están desarrollando micrófonos dimensionales incluidos en las paredes del cuarto de simulación. Gracias a esto es posible incrementar la libertad de la simulación.

Computadoras portátiles

El gran incremento en el poder de la computadora emparejada con la miniaturización electrónica permitirán a las futuras máquinas de Realidad Virtual ser completamente portátiles. Podrían entonces ser integradas con el uso de bloques de poder como parte de los trajes del usuario o en el extensible del reloj. Trabajos iniciales en computadoras portátiles resultaron en tales




prototipos como "Newton" de Apple o "Zoomer" de Tandy. Estos "asistentes digitales personales" o PDA's trabajan sobre baterías pequeñas que tienen comunicación inalámbrica a otras computadoras o PDA's.

Programación y Modelado

El incremento de poder en la computadora permitirá realizar un modelado más realístico de escenas virtuales incluyendo efectos dinámicos más complejos.

La programación cambiará de modo que pueda llevarse a cabo mientras se esté inmerso en la simulación de Realidad Virtual. Esta es una manera más natural y rápida para construir mundos virtuales. Eventualmente, un gran número de modelos serán creados aumentando el problema de manejo y duplicación de base de datos. Eventualmente, las bases de datos llegarán a ser accesibles en línea para ejecución remota. Esto ayudará enormemente a que las compañías y universidades empiecen a ponerse al día con proyectos más establecidos. Los sistemas operadores de Realidad Virtual en tiempo real y estándar tendrán también que ser establecidos principalmente para permitir conexiones de red a gran escala de numerosas plataformas de computadoras de varias arquitecturas de hardware.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

45

Capítulo 2

Estudio de requerimientos para el desarrollo de un Sistema de Realidad Virtual

Un sistema de Realidad Virtual está compuesto de muchos elementos apoyados en un fundamento básico de hardware y software. Se trata de subsistemas independientes desarrollados para producir efectos visuales, auditivos y táctiles que son utilizados en entornos visuales.

Cada uno de los subsistemas refuerza un aspecto de la ilusión del usuario durante su inmersión en el mundo virtual. Todos ellos están integrados por unos subsistemas accesibles de hardware y software, de tal forma que actúan coordinadamente.

2.1 Tipos de Sistemas de Realidad Virtual

Se puede considerar, que en la actualidad existen tres diferentes tipos de mundos virtuales, los cuales pueden presentarse por separado o mezclados entre sí.

El primero de ellos es el llamado **mundo muerto**, que es aquel en el que no hay objetos en movimiento, no existen partes interactivas, es decir, sólo se permite su exploración. Este tipo de sistemas suelen ser las animaciones tradicionales que observamos comúnmente, en donde las imágenes están previamente calculadas.

El segundo tipo es el comúnmente conocido como **mundo real**, y es aquel en el cual sus elementos tienen atributos reales. Por ejemplo, si salimos a la calle nos encontramos con gente caminando y también se pueden manipular objetos, tales como mover una silla.

Al último tipo se le llama **mundo fantástico**, y es aquel que nos permite realizar actividades que en la vida real no pueden suceder, dos ejemplos muy representativos son: poder volar y caminar sobre los muros.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELDA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUJZ



Si se quiere estar en contacto con uno o varios mundos virtuales, se han creado diferentes tipos de sistemas virtuales. Cada uno de estos sistemas se adapta a las características de determinada aplicación. Se pueden considerar los siguientes tipos:

- a) Sistema de Escritorio: Este tipo de sistema no implica la inmersión, pero posee bastantes aspectos que le otorgan al usuario la habilidad de moverse alrededor de un mundo virtual. Se utiliza principalmente para la construcción de ambientes virtuales dirigidos a aplicaciones de entretenimiento y deportivas.
- b) Sistema de inmersión: Se usa para experiencias virtuales de manera individual. En este tipo de sistema debe existir el engaño de los sentidos y percepción del hombre.
- c) Sistema de Proyección: En realidad es un sistema de escritorio, pero va dirigido a un conjunto de personas. En una habitación se encuentran pantallas de proyección a través de las cuales se muestran las imágenes a los usuarios.
- d) Sistema de Simulación: Este sistema se distingue por emplear una cabina. Se utiliza principalmente en medios militares y aeronáuticos. La cabina simula los comportamientos de los aviones, tanques, etc.

Como se puede observar, cada tipo de sistema de Realidad Virtual cuenta con características propias, que los distingue de los otros.

2.2 Generadores de imágenes (Imágenes Virtuales)


La primer herramienta utilizada para penetrar en la Realidad Virtual es el cerebro y sus dispositivos de entrada sensoriales. El sistema perceptual permite ajustarnos a un gran rango de estímulos. Nuestro medio primario de percepción es el sistema visual. Nuestros ojos proveen la mayor cantidad de información que nuestro cerebro recibe, con lo oídos se añade otra porción significativa de datos. Debemos considerar brevemente como trabaja nuestro sistema perceptual. Básicamente contamos con siete sentidos: vista, oído, olfato, tacto, gusto, balance y orientación. Existen elementos en estos sentidos que afectan nuestra percepción, tales como la sensación de movimiento. El movimiento es percibido no sólo por los ojos sino por el propio cuerpo.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

47

El cerebro integra señales perceptuales desde todos los sentidos y compara experiencias recientes con otras anteriores que aún recordemos.

Uno de los problemas significantes en lograr Realidad Virtual es satisfacer esta demanda de información traslapada. Para obtener la suspensión necesaria de incredulidad en un sentido puramente físico, necesitamos como mínimo, ver, oír y sentir un conjunto de indicaciones o señales que la experiencia nos dice es consistente y cómodo.

La tecnología de la Realidad Virtual es una consecuencia de las gráficas por computadora. Estas gráficas permiten la creación de imágenes dinámicas tridimensionales que pueden rotar, sacudirse y ser manipuladas. Esta capacidad las hace ser una parte esencial de un mundo virtual. Debido a que todo lo que se ve es generado matemáticamente, las imágenes de graficación por computadora requieren tremendas cantidades de poder computacional.

Una de las tareas que consume más tiempo en un sistema de Realidad Virtual es la generación de imágenes. Gráficos rápidos de computadora abren un rango extenso de aplicaciones de Realidad Virtual, así que ha existido una demanda de mercado para aceleración del desarrollo de hardware.

Hay un número extenso de distribuidores vendiendo tarjetas de generadores de gráficas para máquinas a nivel de PC, muchas de éstas están basadas en el procesador Intel i860. Silicon Graphics Inc. ha hecho un negocio muy productivo de procesadores fundados en laboratorios de Realidad Virtual y sistemas de alto terminado. Los rangos de computadoras Silicon Graphics Inc. en precio van desde 10 000 a 100 000 dólares. El mercado simulador ha producido muchas compañías que construyen computadoras de propósito especial diseñadas para la generación en tiempo real de imágenes, las cuales son muy caras.

Para comenzar a construir un mundo virtual se debe empezar por un punto de vista (viewpoint). Con todo lo que la computadora puede empezar es con una coordenada que es representada por tres números. Gracias a esto, podemos hacer que las cosas se vean a distancia y conforme movemos el punto de vista nos acerquemos o nos alejemos. La computadora puede manipular esta información. Los números son llamados "x", "y" y "z" donde x (superior), y (profundidad) y z (elevación).

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MAC
MATEMATICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

48

2.2.1 Stereo Vision

La Stereo vision es a menudo incluida en un sistema de Realidad Virtual. Esto es llevado a cabo creando dos imágenes diferentes del mundo, una en cada ojo. Las imágenes son computadas con las impresiones de los puntos de vista por la distancia equivalente entre los ojos. Existe un gran número de tecnologías presentando estas dos imágenes. Las imágenes pueden ser puestas lado a lado y el proyector asistido para cruzar los ojos. Las imágenes pueden ser proyectadas a través de filtros diferentemente polarizados, con filtros puestos correspondientemente enfrente de los ojos. Las imágenes anáglifas usan lentes rojo/azul para dar una estereovisión tosca. Las dos imágenes pueden ser desplegadas secuencialmente en un monitor convencional o proyección. Los lentes de cristal liquido son usados para cortar los ojos alternos en sincronización con el despliegue. Cuando el cerebro recibe las imágenes en sucesión suficientemente rápida, fusiona las imágenes dentro de una sola escena y percibe la profundidad.

Otro método alternativo para crear fantasía estéreo en una computadora es usar uno de los muchos métodos de pantalla dividida. Estos dividen un monitor en dos partes y despliegan imágenes derechas e izquierdas al mismo tiempo. Un método pone las imágenes lado a lado y orientadas convencionalmente. Quizá no use la pantalla completa o en otro caso altera el aspecto normal del radio. Un proyector cubierto especial es puesto contra el monitor, el cual ayuda a la posición de los ojos correctamente y puede contener un divisor de manera que cada ojo vea sólo su propia imagen. La mayoría de estos métodos usa lentes que refuerzan la examinación de la pantalla.

2.3 Fases para el Desarrollo de un Mundo Virtual

Las fases que deben tomarse en cuenta para construir y desarrollar un mundo virtual a través de la computadora, son básicamente nueve. A continuación se hará una breve descripción de cada una de ellas.

1.- Viabilidad.

En esta fase se deben definir los alcances de la aplicación y su objetivo, es decir


- a) Requerimientos del proyecto
- b) Necesidades personales
- c) Proyección de costos

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



49

- d) Proyección de beneficios
- 2.- Planeación del proyecto.

En esta fase deben establecerse:

- a) Tareas junto con sus plazos
- b) Tipo de interfases con el usuario final
- c) El manejo del presupuesto
- d) Planes de contingencia
- e) Criterios de evaluación del proyecto
- f) Determinar el número de programadores

Además debe seleccionarse el :
hardware
software
personal

3.- Dirección del proyecto.

En esta fase se debe dar seguimiento y reportar el desarrollo del proyecto, así como de implementar los planes de contingencia en caso de ser necesario.

Si el proyecto es desarrollado para un cliente en específico, deberán hacerse revisiones periódicas con él. Se debe asegurar que el cliente aprueba lo que se ha realizado para evitar rehacer el trabajo.

4.- Diseño.

En esta fase se deben desarrollar especificaciones detalladas y criterios de evaluación.

5.- Desarrollo del mundo virtual.

El desarrollo deberá llevarse a cabo hasta cumplir las especificaciones establecidas.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MAC
MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

50

6.- Pruebas y control de calidad.

En esta parte debe asegurarse que el mundo virtual es desarrollado conforme a los criterios iniciales y todas las especificaciones.

7.- Prueba Piloto.

Se deberá probar el proyecto con un pequeño número de usuarios para estar seguros del correcto funcionamiento del mismo.

8.- Implementación.

Esta fase incluye implementar en una computadora correctamente el proyecto creado, libre de errores.

9.- Evaluación.


Después de haber implementado el proyecto, se debe revisar que se hayan alcanzado las metas que fueron establecidas desde un principio. Adicionalmente, habrá que determinar si el proyecto hubiera podido ser realizado de una manera más eficiente.

2.4 Hardware

El poder computacional necesario para generar Realidad Virtual es suministrado por el Hardware.

Es suficiente decir que el hardware de la Realidad Virtual va desde periféricos relativamente baratos para una computadora personal (PC) o Macintosh hasta sistemas que valen varios cientos de miles de dólares. Es importante señalar que pueden venir de varios tamaños, pero la velocidad y la potencia son caras, e incluso el equipo más pequeño suele ser costoso.

Para crear un sistema de Realidad Virtual a un nivel intermedio sólo se necesita una computadora personal, o una estación de trabajo a la cual se le añadirá el hardware necesario para suministrar sonidos y crear los gráficos. Y en casos donde se requieren imágenes de video, sólo será necesario agregar una tarjeta gráfica.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

51

Todos los dispositivos especiales y el software apropiado, convierten una ordinaria PC en una gran generadora de Realidad Virtual. Por tal motivo se presentan en este capítulo aquellos dispositivos de Realidad Virtual más importantes hasta el momento.

2.4.1 Niveles de Sistemas de Hardware de Realidad Virtual

Lo siguiente define un número de niveles de sistemas de hardware de Realidad Virtual y son enfocados especialmente hacia los sistemas más avanzados.

2.4.1.1 Entrada de Realidad Virtual (EVR)

El "nivel de entrada" de sistemas de Realidad Virtual toma un común en computadoras personales o estaciones de trabajo e implementan un sistema WoW (Window on World System). El sistema puede estar basado en un clon de IBM o en una Apple Macintosh o quizá en una Commodore Amiga. Las más prevalentes son las máquinas de tipo DOS. Cualquiera que sea la base de la computadora, incluye un desplegador gráfico, dispositivo de entrada de 2 dimensiones como el mouse o el joystick, teclado, disco duro y memoria.

2.4.1.2 Realidad Virtual Básico(BVR)

El siguiente paso de un sistema EVR es añadir algunas interacciones básicas y realce de despliegue. Tales realces incluirían un visor estereográfico (lentes LCD) y un dispositivo de entrada/control tal como el PowerGlove de Mattel y/o un mouse o joystick multidimensional (3D o 6D)

2.4.1.3 Realidad Virtual Avanzado (AVR)

El siguiente paso para escalar la tecnología de Realidad Virtual es agregar un acelerador de transformación y/o pulidor de armadura y posiblemente otros procesadores paralelos para la manipulación de la entrada, etc. El realce más simple en esta área es una tarjeta rápida. Esto puede hacer mejoras en el rendimiento de transformación de un sistema de máquina de escritorio

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL



T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ

ELBA DE LA TORRE AQUILARRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

de Realidad Virtual. Otros procesadores de imagen más sofisticados basados en procesadores Texas Instruments TI34020 o Intel i860 pueden hacer mayores mejoras.

El i860 en particular está en muchos de los sistemas profesionales. El Silicon Graphics Reality Engine usa un número de procesadores i860 en suma a la usual estación de trabajo SGI para alcanzar los niveles elevados de realismo en animación de tiempo real.

Un sistema AVR también puede añadir una tarjeta de sonido para dar una salida mono o estéreo de audio. Algunas tarjetas de sonido ofrecen reconocimiento de voz. Esto sería un dispositivo adicional de entrada excelente para aplicaciones de Realidad Virtual.

2.4.1.4 Realidad Virtual Inmersión (IVR)

Un sistema de inmersión de Realidad Virtual añade algunos tipos de sistema de despliegado inmersivo: un HMD o algún otro tipo de proyección (Cave).

Un sistema IVR puede también añadir alguna forma táctil, haptic y mecanismos de la interacción de regeneración de acabado.

El área de Toque o Regeneración de Fuerza (conocida colectivamente como Haptics) es un área de investigación muy nueva.

2.4.1.5 Simuladores de cabina


Una variación común en Realidad Virtual es usar una cabina o casilla para encerrar al usuario. El mundo virtual es visto a través de alguna clase de pantalla de visión y es usualmente un proyecto imaginario o un monitor convencional.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



53

La cabina de simulación es muy bien conocida en simulaciones de vuelo, con una historia que data de Link Flight Trainers (1929). La cabina es a menudo montada en una plataforma de movimiento que puede dar la ilusión de un rango de movimiento más largo.

Las casillas también son usadas en simulaciones de manejo para barcos, camiones y tanques.

2.4.2 Dispositivos estándar de Entrada/Salida

Los dispositivos de entrada son piezas del equipamiento usadas para introducir información en la computadora. Algunos ejemplos son:

- * un teclado
- * pantallas sensibles al tacto
- * un bolígrafo o puntero
- * botones y palancas
- * biocontroladores
- * un ratón
- * digitalizadores
- * sintetizadores de voz
- * indicadores situados en la cabeza

Un dispositivo de salida es cualquier cosa mediante la cual los datos son recibidos por medio de la computadora. Los primeros dispositivos de salida fueron muy parecidos a los teletipos, después, vinieron las impresoras, las pantallas de videos, las voces sintetizadas y otros dispositivos que traducían información legible por la máquina y la sacaban al exterior.

Muchos dispositivos de entrada/salida son usados en aplicaciones de la Realidad Virtual. En cualquier caso, se necesitan herramientas más flexibles y potentes si los diseñadores van a crear y desarrollar entornos virtuales. El grado de flexibilidad y potencia que las entradas y salidas cualitativas pueden alcanzar determinan enormemente lo bien que el creador realiza su diseño.


Los dispositivos estándar de entrada no han proporcionado la flexibilidad que los diseñadores requieren para sus aplicaciones.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUJIZ



54

Enseguida, se describen algunos de los equipos especializados y dispositivos de entrada/ salida usados en aplicaciones de Realidad Virtual.

2.4.2.1 Equipos montados sobre la cabeza

Un dispositivo asociado cercanamente con la Realidad Virtual es el Head Mounted Display (HMD)

Los equipos montados sobre la cabeza son denominados unidades de presentación montadas sobre la cabeza. Algunos parecen cascos mediante los cuales los dispositivos de visión quedan suspendidos enfrente de los ojos del usuario. Otros parecen gafas de bucear sin tubo y los más simples son gafas suspendidas de una cinta en la cabeza. La mayoría de estos dispositivos usa dos despletores y pueden proveer una imagen estereoscópica. Otros usan un sólo despletoador para dar una mayor resolución, en la visión estereoscópica

El objetivo de algunos HMD's es mantener lejos de la cabeza las presentaciones generadas por computadora, transmitiendo las imágenes de alta resolución por medio de fibra óptica para aligerar las lentes suspendidas cerca de los ojos. En la actualidad existen dos tipos diferentes de HMD's, unos que usan despletores RCT's y otros LCD's. A continuación se dará una pequeña explicación de cada uno de ellos.

a) HMD's basados en LCD

Resolución, campo de vista, peso, comodidad y costo son algunos de los criterios para considerar en comparación de varios HMD's. VPL fue la primera en introducir el "EyerPhone", un despletoador basado en LCD con una resolución de 360 x 240 pixeles. Su campo de vista fue de 100 grados horizontalmente y 60 grados verticalmente. El peso de los despletores era de 2.4 Kg. y su precio era de 1100 dólares.

Un reemplazo del EyerPhone (que ya no se produce), ofreciendo la misma resolución y campo de vista es el "FlightHelmet" producido por Virtual Research Inc. El peso del casco era de 2 Kg. y costaba cerca de 6000 dólares.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

55



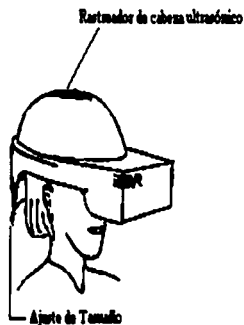



Fig. 2.1.- "Flight Helmet"

Una mejoría en la resolución y campo de vista fue realizado por LEEP Optics Systems en el "Cyberface II". Difiere del FlightHelmet por la caja que usa sobre el cuello, lo que reduce el peso del casco a 1 Kg.



Fig. 2.2.- El "Cyberface II"

	DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL
	TESIS PROFESIONAL
	ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ ELBA DE LA TORRE AGUIRRE
	ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ
	56

Una nueva configuración diseñada para aplicaciones de Realidad Virtual fue presentada en marzo de 1993 por VRontier Worlds. Llamada "Tier 1", este es un HMD ligero en peso que deja la cabeza del usuario al descubierto, lo que trae mayor comodidad. Pesa sólo 680 gr. Se redujo el costo a 3800 dólares e incluye el software de Virtual Reality Development System. Esto lo hace el HMD del mercado más accesible.

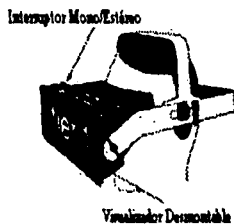



Fig. 2.3.- "Tier 1"

El nuevo "Head-mounted Sensor Interface" (HMSI 1000) introducido por el grupo de Tecnología Avanzada RPI., es el más pequeño y el más ligero disponible comercialmente. Como se muestra en la figura 2.4 es tan pequeño como un par de anteojos y pesa sólo 0.23 kg. Esta reducción en peso es debido a los visualizadores miniatura LCD que tiene una resolución de cerca de 1000,000 colores pixel/ ojo (479 x .234) . Su precio hasta 1993 era de 5000 dólares pero se espera que llegue a bajar hasta 2000 dólares.



Fig. 2.4.-The "HMSI 1000"



MAC
MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACIÓN

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

57

b) HMD's basados en CRT

Otra solución es usar tubos de rayo de catodo (CRT) en miniatura en lugar de LCD's para despliegue. Estos CRT's son puestos lateralmente en la cabeza del usuario y son incorporados en un HMD de peso ligero.

Un nuevo HMD basado en CRT es el "HMD-131" producido por Virtual Reality Inc. Su resolución depende del rango de video, es 1280 x 1024 pixeles a 30 Hz. y 640 x 480 a 60 Hz. Sin embargo, su imagen es monocromo. Además, este HMD es muy caro (aprox. 70 000 dólares).

Un HMD basado en CRT de color llamado "Datavision9c" fue introducido en agosto de 1993 por n-Vision Inc.

Los HMD's más baratos (3000-10,000 dólares) usan desplegadores LCD, mientras que otros usan pequeños CRT's. Los HMD's más caros (60 000 dólares) usan CRT's especiales montados a lo largo del lado de la cabeza o fibras ópticas para conducir las imágenes. Un HMD requiere de un rastreador de posición además del casco.

2.4.2.2 Rastreador de Posición

Para objetivos de rastreo, un dispositivo es sujetado al objeto o al usuario para que los movimientos de la cabeza o las manos puedan ser detectados. Esto es llevado a cabo por medios electromagnéticos u ópticos. Los movimientos son expresados en coordenadas de posición y orientación que son descifradas por la computadora. Es entonces, cuando las imágenes correspondientes a ese punto de vista son presentadas.

Armaduras mecánicas pueden ser usadas para proveer un rápido y exacto rastreo. Tales armaduras pueden parecer como una lámpara de escritorio (para la posición/orientación básica) o pueden ser esqueletones altamente complejos (para posiciones más detalladas).

Las desventajas de sensores mecánicos son el estorbo del dispositivo y sus restricciones de movimiento. Exos System construye un esqueleto para control manual.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR : ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR : ING. RUBEN ROMERO RUIZ



También provee de retroalimentación de fuerza. Shooting Star System hace una armadura de bajo costo para rastreo de cabeza. Fake Space Labs y LEEp Systems hacen sistemas de armaduras más elaboradas y más costosas para ser usadas con sus sistemas de despliegue.


Los sensores ultrasónicos pueden ser usados para rastrear la posición y la orientación. Un conjunto de emisores y receptores son usados con una conocida relación entre estos elementos.

Los emisores son pulsados en secuencia y tiempo para cada medida de recepción. Logitech y Transation State son dos compañías proveedoras de sistemas de rastreo ultrasónico.

Los rastreadores magnéticos usan conjuntos de resortes que son pulsados para producir campos magnéticos. Los sensores magnéticos determinan la fuerza y ángulos de los campos.

Las limitaciones de estos rastreadores son un alto estado latente para la medición y el procesamiento, limitaciones de rango e interferencia por materiales ferrosos dentro del campo. Sin embargo, los rastreadores magnéticos parecen ser uno de los métodos preferidos.

Dos de las compañías principales en venta de rastreadores magnéticos son Polhemus y Ascension.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

59

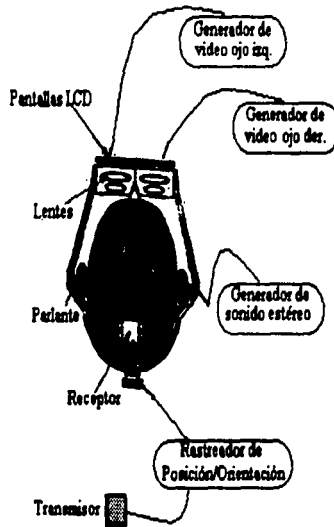


Fig. 2.5. Sensor magnético tridimensional en un HMD (adaptado de Pimentel, 1993)

La posición óptica de los sistemas de rastreo han sido desarrolladas. Un método usa una parrilla de techo con LED's y un head mounted display. Los LED's son pulsados en secuencia y la imagen de las cámaras es procesada para detectar los destellos. Dos problemas con este método son el espacio limitado y la falta de movimiento completo (rotaciones). Otro método óptico usa un número de cámaras de video para capturar imágenes simultáneas que son correlacionadas por computadoras de alta velocidad para rastrear objetos. El tiempo de procesamiento (y el costo de computadoras rápidas) es un factor muy limitante. Una de las compañías que vende rastreadores ópticos es Origin Instruments.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MA
MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACIÓN

60

Los rastreadores inerciales son pequeños y lo suficientemente exactos para uso de Realidad Virtual. Sin embargo, estos dispositivos sólo dan medidas rotacionales. Y no son exactos para cambios pequeños de posición.

Los dos tipos de sensores de posición, electromagnéticos y ópticos, ejercen presión sobre el usuario. Normalmente alguien que está usando un dispositivo de rastreo electromagnético está restringido a un área de trabajo de sólo 4 ó 5 pies. Los rastreadores de techo que usan diodos emisores de luz (LEDs) extienden el campo de trabajo considerablemente pero todavía no excede el tamaño de una habitación. La mayoría de los sistemas de rastreo requieren una clara línea de visión en todo momento entre el sensor y el objetivo o el usuario.

2.4.2.3 BOOMs

BOOMs son las iniciales de Monitor de Omni-Orientación Binocular, un tipo de dispositivo de visión estereoscópica que se ha convertido en una alternativa popular a los dispositivos montados sobre la cabeza.

Se trata de un dispositivo que consiste en dos anillos montados (formando ángulo recto) de tal manera que el monitor utilizado para visualizar el entorno virtual queda suspendido en un plano horizontal entre ellos, independientemente de su plataforma de movimiento; dispositivo similar al que se utiliza en un barco para suspender una brújula.

Los BOOMs tienen su mejor aplicación en visión directa o navegación simple y son particularmente apropiados en proyectos de investigación científica y para construir módulos de entrenamiento y entretenimiento. Con todo, como los dispositivos de mano están normalmente conectados al conjunto, un BOOM no es lo más adecuado si los usuarios quieren seleccionar o manipular objetos en el entorno virtual.

Tanto los HMD de CRT y LCD son afectados por el estado latente del rastreador de cabeza.


Para aliviar el problema de la enfermedad de simulación, es necesario tener respuesta casi instantánea al movimiento de cabeza del usuario. Investigación en la NASA en conjunto con el proyecto VIEW, resultó en el "Counter Balanced CRT-based

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO NUJZ



61

Stereoscopic Viewer" (CCSV)¹. Este visualizador usa un brazo mecánico para soporte del CRT de manera que incrementa la resolución sobre los desplegados LCD. Al mismo tiempo, el brazo tiene sensores de posición en 6 juntas, los cuales producen un rastreo global tridimensional para el movimiento de la cabeza. La contraparte moderna del CCSV es el "BOOM" producido por Fakespace Inc. El Boom2c cuesta \$88 000 dólares y la versión monocromática \$42 000 dólares.

2.4.2.4 3D PROBES

Los usuarios sienten la necesidad por una herramienta de entrada/salida que sea intuitiva para usar, no costosa y que permita el control absoluto o la posición relativa de la simulación. Un dispositivo tal es la Probe 3D ("sonda de inmersión") presentada en el otoño de 1993 por Inmersion Corporation. Consiste de un pequeño brazo mecánico sensorizado que está sobre una base de soporte. La sonda tiene 6 juntas o ensambles (juntura 0 a juntura 5).

Cada juntura rotatoria representa un grado de libertad, así, la sonda tiene 6 grados de libertad, permitiendo la posición y orientación simultáneas del extremo de la sonda. La posición relativa del extremo a la base es obtenida a través de cálculos cinemáticos directos basados en valores del sensor.

El software en la computadora lee los sensores de juntura en una línea RS232, después usa su modelo cinemático para determinar donde se encuentra el extremo.

Un switch binario en la última ligadura es usado para seleccionar o liberar objetos virtuales o navegar (empezar o parar). Alternativamente, un pedal de pie proporcional también podría ser usado para controlar la velocidad de vuelo en la escena virtual.


¹Grigore Burdea, Philippe Coiffet. "Virtual Reality Technology". Wiley & Sons, inc. NY, 1994, pág.58.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUJIZ



62

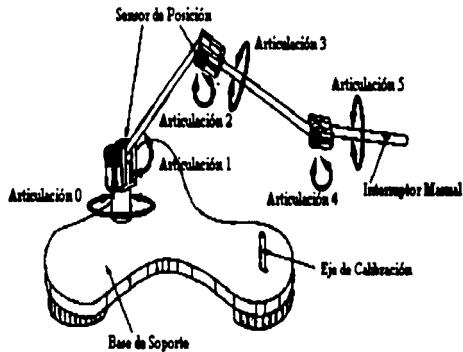


Fig. 2.6.- 3D Probe


2.4.2.5 Cyberscope

A finales de 1993, los fabricantes de Realidad Virtual empezaron a introducir herramientas de entrada y salida de bajo costo diseñadas para capturar el extenso mercado de PC's. Uno de tales dispositivos es el "Cyberscope" producido por Simalabim Systems Inc. "El dispositivo es totalmente pasivo y liga mecánicamente a la pantalla de la computadora".²

2.4.2.6 StereoGlasses

Hay aplicaciones tales como visualización científica o cirugía mínimamente invasiva en donde un equipo de especialistas necesita ver la misma imagen. Para estos ambientes multiusuario es muy caro el que cada persona utilice un HMD por separado.

²Grigore Burdea, Philippe Coiffet. "Virtual Reality Technology". Wiley & Sons, inc. NY, 1994, pág.59.



**INSTITUTO APLICADO
Y COMPUTACION**

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

63

Una alternativa menos cara es el uso de anteojos estereo en conexión con monitores. El monitor es un diseño especial que es capaz de refrescar la pantalla al doble del rango normal, entre 120-140 imágenes/segundo.

Los anteojos estereo permiten al usuario ver escenas estáticas mientras que la imagen es desplegada al mismo ángulo de la vista del usuario.

Las gafas son utilizadas en la visión de escenas grabadas en video para la televisión. Las imágenes aparecen en 3-D porque cada ojo recibe un dibujo único. Este dispositivo es útil en pantallas pequeñas.

Las grandes pantallas son apropiadas para entornos virtuales de gran distancia o gran área.

2.4.3 Dispositivos de Manipulación y Control

Un elemento clave para la interacción con un mundo virtual, es el significado de rastrear la posición de un objeto del mundo real, tal como una mano o la cabeza. Existen numerosos métodos para rastrear y controlar la posición. Idealmente una tecnología debe proveer 3 medidas para la posición (X, Y, Z) y 3 medidas de orientación (ondulación, elevación, desviación). Uno de los problemas más grandes para el rastreo de la posición es la tardanza o el tiempo requerido para hacer las medidas y preprocesos antes de entrar a la máquina de simulación.

Los dispositivos de control se están convirtiendo en extensiones cada vez más elegantes y no sólo distracciones difíciles de manejar. La comodidad del uso varía entre los dispositivos y los tipos de aplicaciones.

2.4.3.1 Mouse

El control más simple de hardware es un mouse convencional, trackball o joystick. Mientras estos son dispositivos bidimensionales, la programación creativa puede usarlos para controles de 6 dimensiones. Hay un número de dispositivos de 3 y 6 dimensiones que están siendo introducidos al mercado actualmente. Estos añaden algunos botones extras y ruedas que son

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MA
MÉTODOS APLICADOS
Y COMPUTACION

64

usadas para controlar no sólo la translación XY de un cursor, sino su dimensión Z y rotaciones en las tres direcciones. Se puede empujar y girar la bolita además de izquierda/derecha hacia atrás /adelante de un joystick normal.

Otros ratones, y joysticks de 3 y 6 dimensiones están disponibles en Logitech, Mouse System Corp. , entre otros.

2.4.3.2 Guantes Sensitivos

Probablemente el dispositivo mas común para el control y entrada en un sistema virtual es un guante equipado con fibras ópticas que recorren cada una de las articulaciones de la mano. Los guantes son dispositivos separados que pueden ser acoplados a cualquier sistema de computadora y las aplicaciones más recientes, desde videojuegos hasta investigaciones de tipo militar. Entre los modelos más modernos están los guantes sin dedos que permiten al usuario manipular las cosas en el entorno virtual. Los guantes sin dedos son también más cómodos porque las áreas de los dedos y las palmas están expuestas al aire y ventiladas.

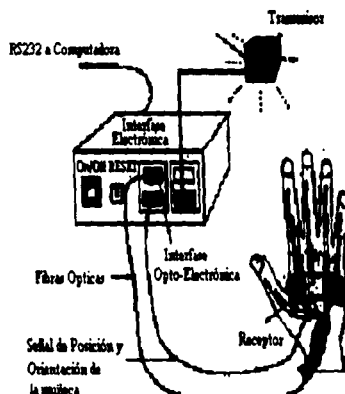


Fig.2.7.- Ejemplo de la conexión de un Dataglove a la computadora

Entre los guantes más utilizados encontramos los siguientes:

a) DataGlove

El uso de un guante para manipular objetos en una computadora es cubierto por una patente en los Estados Unidos de América. Dicho guante está equipado con sensores en los dedos al igual que con rastreadores de posición de orientación. Existe un número de diferentes tipos de sensores que pueden ser usados. VPL (poseedores de la patente) hicieron muchos DataGloves, la mayoría usan sensores de fibra óptica para los dedos y rastreadores magnéticos para las posiciones. Mattel manufacturó el PowerGlove para su uso con un sistema de juego de Nintendo por un corto periodo de tiempo. Este dispositivo es fácilmente adaptado para interfase en una computadora personal. Provee algunas locaciones de mano limitadas y datos de posición de dedo usando medidas de tensión para las curvas de los dedos y sensores de posición ultrasónicos. Los guantes se están volviendo poco usados, pero algunos pueden todavía ser encontrados en Toys R'Us y otras tiendas.

b) CyberGlove

Otro guante que usa sensores lineales y así reduce los problemas sensitivos de el DataGlove, es el CyberGlove.³ Este guante fue inventado por Jim Kramer para un uso totalmente diferente al de simulaciones de Realidad Virtual. Kramer la inventó para su uso con una red neuronal. Aparentemente fue en 1990 cuando el mismo dispositivo pudo ser usado como una herramienta de Realidad Virtual.

Este guante usa indicadores eléctricos tensados puestos en un material de nylon. El área de la palma (y en algunos modelos, las yemas de los dedos) es removida para una mejor ventilación y permitir actividades normales como teclear, escribir, etc. Como resultado, es un guante ligero y fácil de usar.

c) Powerglove

Comparado con el DataGlove y el CyberGlove (que cuestan miles de dólares), el PowerGlove Mattel es una alternativa más barata. Cuesta cerca de 50 dólares, lo que dio grandes ventas a Nintendo (más de 40 millones de dólares). Presentemente, la

³Virtex Co., 1992. Company brochure, Stanford, CA, Octubre 1pp


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

66



producción del PowerGlove ha parado, no por deficiencias en el hardware, sino sencillamente porque Nintendo no ha desarrollado suficientes video juegos nuevos que usen el guante.

Para mantener los precios bajos, un número de tecnologías no caras fueron usadas en el diseño del guante. La posición del sensor de la muñeca es un sensor ultrasónico con fuentes ubicadas en la PC y micrófono en la muñeca del guante. Los sensores de flexión son sensores conductivos.

Los investigadores han visto el PowerGlove como una alternativa de bajo costo a otros guantes de Realidad Virtual. El problema fue encontrar una manera de comunicarse con cualquier CPU no sólo con PC's. La manera lógica para comunicar PC's y estaciones de trabajo es a través de una línea serial, así una interfase de software serial fue necesitada.

El PowerGlove Serial Interface (PGSI) fue desarrollada en 1993 en la Universidad de Illinois.⁴ PGSI usa un conjunto de 35 comandos incluyendo comunicación en modo corriente o alterno.

d) Dextrous Hand Master (DHM)

Presentada en 1990 por Exos Inc. la "diestra mano maestra" es una estructura metálica usada en la parte de atrás de la mano del usuario.

Tiene 4 sensores de posición para cada dedo, cada ángulo es medido por sensores de efecto ubicados en las juntas de la estructura mecánica. La estructura por si misma es diseñada cuidadosamente para minimizar el efecto de rendimiento de tejido de la mano. La DHM es ajustada a la mano del usuario con cintas de velcro ajustables. Este dispositivo mecánico resultó ser el más caro de los guantes sensitivos presentados hasta 1994.

Las aplicaciones apropiadas de entrada por guante incluyen:

⁴Grigore Burdea, Philippe Coiffet. "Virtual Reality Technology". Wiley & Sons, inc. NY, 1994, pág.40.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL 4

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MATEMATICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

67

- * entornos de diseño CAD/CAM, de tal forma que el usuario pueda tomar objetos en la pantalla
- * entrenamiento biomédico
- * robótica, para que los gestos puedan ser utilizados para dirigir un robot
- * animación
- * investigación y enseñanza en el reconocimiento de lenguaje de signos y letras impresas
- * simulación

Generalmente, un guante permite al usuario trabajar con objetos virtuales de la misma manera que trabajaría con objetos reales, alcanzándolos, tocándolos, tomándolos o, de otra forma, manipulándolos por medio de la mano animada.

Una versión muy simple de este tipo de guantes llamados "guantes de potencia" está en el mercado para ser usada en los videojuegos domésticos [Lanier91S] y fue el sexto más vendido en la compra de juguetes en la Navidad de 1989 (en E.U). Ya han reemplazado dispositivos manuales de entrada o joysticks en alrededor de un millón de usuarios.

2.4.3.3 Traje

El concepto del guante ha sido extendido a otras partes del cuerpo. Trajes de cuerpo completo con sensores de posición y curvas han sido usados para capturar el movimiento para animación de caracteres, control de sintetizadores de música, etc. en aplicaciones de Realidad Virtual.

El traje es básicamente un guante de datos específicos para todo el cuerpo. Está instrumentado con el mismo tipo de cable de fibra óptica que recorre un guante de datos. Al moverse, curvarse o hacer señas el usuario, el sistema toma coordenadas especiales para cada parte del traje, rastreando dinámicamente una extensa serie de acciones. Actualmente, 20 o más sensores recogen la mayoría de las articulaciones del cuerpo.

Las aplicaciones más apropiadas para la utilización del traje como medio de entrada y salida son las siguientes:


- * Evaluación y prueba de movimientos
- * Aplicaciones de medicina deportiva

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

68

- * Terapias de rehabilitación
- * Biomecánica
- * Terapia sexual y erotismo

2.4.3.4 Joystick y joybox

Un joystick o una pareja de joysticks moduladores de velocidad, parecidos a los controles de un helicóptero, permiten al usuario total libertad de movimiento. Los arquitectos prefieren esto como dispositivo de control.

2.4.3.5 Varas

Es una vara con un sensor en su extremo y un sensor de seis grados de libertad en su base, este dispositivo es probablemente el dispositivo de control más sencillo utilizado en entornos virtuales. Algunos modelos de varas contienen interruptores o botones de selección adheridos.

2.4.3.6 Aparatos de los dedos: Picos, anillos y vibradores

Un buen número de dispositivos han sido desarrollados para el uso en los dedos. Uno, un pequeño pico, está adaptado con un diminuto sensor direccional y un pequeño interruptor. el pico es fácil de usar y no necesita ser agarrado. Tiene utilizaciones en diferentes áreas de la medicina.

Otro dispositivo con soporte en el dedo índice o en el pulgar es el anillo de un dedo. Un anillo vibrador es una variación del anillo de dedo. Contiene un diminuto vibrador que proporciona realimentación táctil al usuario.

2.4.3.7 Trackballs

El trackball es un esferita sensorizada que mide 3 fuerzas y 3 esfuerzos de rotación aplicadas por la mano del usuario en un elemento servicial. Las fuerzas y las rotaciones son medidas indirectamente basadas en la ley de "deformación de resorte". La parte central de la esfera está fija y tiene 6 diodos de emisión de luz (LED's). Correspondientemente 6 fotosensores están en una esfera externa movable, la salida de los fotosensores es usada para medir las fuerzas y las rotaciones. Estas mismas son enviadas a una computadora sobre una línea serial. Aquí son multiplicadas por software para regresar un cambio diferencial en la posición y orientación del objeto de Realidad Virtual.

También tiene varios botones en el soporte de la esfera, que son alcanzados por los dedos del usuario. Estos botones son binarios prendido/apagado y pueden ser programados de acuerdo a la aplicación. Se pueden usar para aumentar o disminuir velocidad, para inicializar o parar la simulación, etc. Quizá la desventaja del trackball es que el usuario tal vez sólo desee mover el objeto virtual pero sin rotarlo. Estos movimientos no deseados pueden ser suprimidos con "filtros de software", los cuales sólo leen las fuerzas y no las rotaciones, o por "filtros de hardware". Estos filtros de hardware son botones (disponibles en algunos trackballs) que permiten seleccionar al usuario "sólo translación" o "rotación" o ambas.

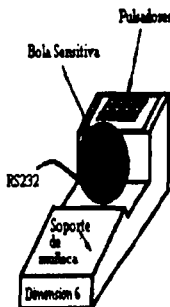


Fig. 2.8.- Trackball

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MA
MATEMATICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

70

Otra desventaja es que operan en un lazo abierto. El usuario puede controlar las fuerzas entre el objeto virtual y su ambiente pero no puede sentir estas fuerzas en la mano. Este aspecto cambió con la introducción en 1993 de "Dispositivos Controladores Globales Tridimensionales".⁵ Este es un dispositivo que se parece y actúa como un trackball y provee el control de posición relativa en tres dimensiones. Sin embargo, la esfera sensitiva tiene impulsadores eléctricos construidos adentro de manera que den 16 niveles de vibración de mano. En esta forma, el usuario puede sentir el "contacto" entre el objeto de Realidad Virtual controlado y su ambiente. No incluye filtros de hardware ni botones para funciones adicionales. Se espera que mejore con las versiones futuras.

Todos estos dispositivos de los que se acaba de hacer mención, son solamente los más representativos que son utilizados en aplicaciones de Realidad Virtual.

2.4.4 Generadores de Sonido

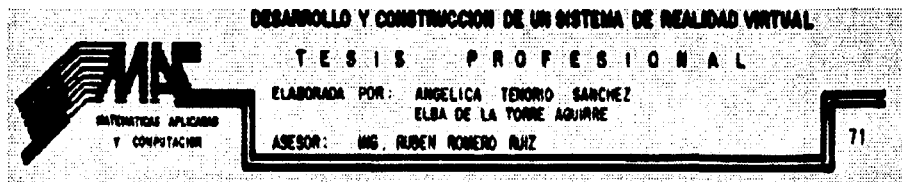
2.4.4.1 Convolvotron

Los experimentos de la NASA con fuentes de sonido virtual proveen la necesidad de sintetizar el sonido tridimensional estático. Por estático se refiere a que el oyente está en una posición estática y no hay mediciones del movimiento de su cabeza mientras escucha los sonidos virtuales.

Un sistema que mejoró las mediciones requeridas por un sonido virtual tridimensional fue desarrollado por Crystal River Engineering bajo contrato a la NASA en 1988. Este procesador digital de tiempo real es llamado el "Convolvotron" y consiste de un conjunto de tarjetas duales compatibles con PC.

Los datos de rastreo de la cabeza se obtienen por un sensor tridimensional y enviado a la computadora por una línea RS232. La computadora 386 o mejor entonces calcula la nueva posición de la cabeza del usuario.

⁵Grigore Burdea, Philippe Coiffet. "Virtual Reality Technology". Wiley & Sons, inc. NY, 1994, pág.29.



Estos datos son entonces usados por un procesador TMS 320/C25 para calcular la HRTF para las 4 fuentes de sonido.

2.4.4.2 Beachtron y Acoustetron

El Convolotron está disponible en Crystal River Engineering por \$15 000 dólares. En 1992 la compañía introdujo un sistema de audio de bajo costo para los sistemas de Realidad Virtual. Este nuevo sistema fue llamado Beachtron.

El Beachtron permite que 2 fuentes de Realidad Virtual sean simuladas. Los datos del rastreador de la cabeza, junto con las locaciones de los objetos de Realidad Virtual son enviados a una fase de transformación geométrica local. Esta fase calcula la nueva posición relativa y entonces un nuevo HRTF es interpolado.

Un número de cortes fueron hechos al Convolotron para poder mantener el precio bajo.

Para más simulaciones, Crystal River ha introducido el poderoso Acoustetron audio workstation. Esta es una caja aparte donde se encuentra un CPU 486 DX a 33 Mhz. y un chasis que permite que los dos anteriores trabajen. El número de fuentes virtuales es incrementado a 16 por chasis. Su precio es de aproximadamente \$60 000 dólares.

2.5 Software

Antes, el mundo de la computación estaba dominado por un hardware voluminoso y espacioso. Rápidamente resultó obvio que las máquinas grandes necesitaban algo más: un Software poderoso.

"Un modelo de Realidad Virtual es realmente un gran pedazo de software que necesita la creación de miles de líneas de código complejo que pueden ser descifrados por una computadora" [Brooks91]. Secciones enteras de código que representan órdenes e instrucciones deben ser refinadas, probadas y protegidas contra la falsificación.

Escribir y mantener un volumen tan grande de órdenes únicas y complejas es una parte importante de cualquier esfuerzo por el desarrollo, y es lo que más a menudo retrasa la investigación y la producción. Es una importante responsabilidad de fondo de todos los equipos de investigación y desarrollo de la Realidad Virtual.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



2.5.1 Utilización de un Lenguaje de Programación

Una computadora no puede realizar algo, hasta que sea provista de órdenes que le indiquen lo que debe hacer. Cada orden es introducida como una línea de código. Este código es interpretado y de esta manera la computadora ejecutara las órdenes que se le indican.

Dentro de la computadora un proceso se lleva a cabo. Un grupo de órdenes se convierte en un "procedimiento" o "programa" para una acción o aplicación particular. Los programadores y los que desarrollan sus aplicaciones han estado haciendo todo esto por largo tiempo.

2.5.1.1 Técnicas de los programadores

Al escribir nuevos códigos, hacer cambios o localizar los problemas, se ha creado un retraso en el desarrollo que se está tratando de las siguientes formas:

- * Los programadores almacenan programas útiles y los reutilizan como están o con cambios menores.
- * Una computadora es utilizada para diseñar y escribir un código libre de errores para ciertos procedimientos; ingeniería de software asistida por computadora (denominada tecnología CASE por sus siglas en inglés).
- * Los programas viejos son revisados y perfeccionados, algunas partes son reemplazadas o actualizadas para que puedan ser automatizadas. Esto es llamado reingeniería.
- * Pequeños equipos combinan habilidades cruzadas de especialidad y herramientas automatizadas para construir aplicaciones complejas rápidamente. A esto se le llama desarrollo rápido de aplicaciones (RAD por Rapid Application Developed).

El software de conversión está disponible para convertir la información CAD/CAM en un código virtualmente cordial, y su uso ayuda a reforzar las inversiones de desarrollo y a ganar tiempo.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO NUJZ

MAE
HERRAMIENTAS APLICADAS
Y COMPUTADOR

73

Hay otra técnica, con todo, que parece que podría ayudar. Los bloques completos de código, mientras tengan significado, pueden ser definidos como autónomos y pensados como <<objetos>> programados.

2.5.1.2 Técnicas orientadas a objetos

Un objeto puede representar cualquier cosa a la que se le puede poner nombre. Las técnicas de trabajo con objetos programados es denominada Programación Orientada a Objetos, Software Orientado a los Objetos o Tecnología Orientada a los Objetos.

Los creadores japoneses han combinado técnicas orientadas a objetos con el popular lenguaje de programación C, para llegar a una forma de escribir programas con una décima parte del código requerido previamente. El nuevo lenguaje es llamado C concurrente. Este podría ser importante en aplicaciones largas y complejas como aquellas de los entornos visuales.


El uso de técnicas orientadas a objetos para crear entornos virtuales podría ser la clave para establecer su credibilidad como avance real de la ingeniería de software.

Construir objetos para entornos virtuales no es todavía usada comúnmente, debido a que la tecnología orientada a objetos es relativamente nueva, así, los programadores prefieren realizar sus programas con las técnicas tradicionales, obteniendo como resultado programas que son fiables pero lentos.

Ya que la mayoría de las aplicaciones actuales de la Realidad Virtual están diseñadas sobre máquinas específicas, la incompatibilidad no es todavía un problema. Pronto, en cualquier caso, el software de la Realidad Virtual tendrá que ser independiente de los dispositivos. Es decir no estar limitado a cualquier computadora o sistema operativo.

2.5.1.3 La información: Bases de Datos

En la creación de un entorno virtual, el creador alimenta el diseño con material que le ayuda a crear escenarios realistas. A veces, este material es extraído de fuentes externas y viene como información, datos o conocimiento.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

74

Hablando, en general, las bases de datos proporcionan contenido, y las de conocimiento, destreza. Ambas son *necesarias* para el desarrollo de aplicaciones de entornos virtuales.

Los diseñadores de entornos virtuales necesitan información específica para los objetos virtuales que construyen. La encuentran en bases de datos comprensivas o específicas y archivos de conjuntos de datos.

El material almacenado en bases de datos o bases de conocimiento es utilizado tanto para construir objetos y entornos virtuales como para proveer información sobre esos objetos al usuario que está en el entorno virtual. Con el desarrollo de las aplicaciones las bases de datos actuales suben de grado y las bases de datos especializadas son compiladas con propósitos más específicos.

a) Bases de datos científicas

Con la evolución de las capacidades de la computadora para construir bases de datos, el volumen de información, datos y conocimiento científico ha sido almacenado en bases de datos interactivas.

b) Bases de datos para tareas específicas

Simplemente, una base de datos para tareas específicas es un super conjunto de todas las guías de instrucciones y manuales de procedimiento sobre un tema.

De ella se puede extraer lo que se necesita para realizar un trabajo o tarea específica.

c) Bases de datos conceptuales

Las bases de datos conceptuales incorporan los elementos de información, datos y conocimiento que son relevantes en el mundo del usuario y como éste lo quiera utilizar. Es una abstracción a alto nivel del mundo en el que la persona está trabajando y expresa la percepción del usuario de cómo el material debe ser definido y almacenado.

d) Bases de datos de dominio específico

Los diseñadores de entornos virtuales pueden comprar el acceso a bases de datos a través de la suscripción. Luego, conectándose a los servicios interactivos por medio de un modem, pueden recuperar la información, datos y conocimiento



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

necesarios para hacer realista su entorno virtual. El conocimiento y la información específica de una área concreta son tomados de bases de datos encargadas por profesionales de esa área.

El acceso interactivo y "en vivo" a bases de datos comerciales es caro. Por esto, es utilizado primordialmente para información que cambia muy rápido o que no está disponible en otras fuentes, tales como actualización de las noticias o precios de las acciones.

e) Bases de Datos Expertas

Algunas bases de datos y sistemas se extienden para incorporar formas de representar el conocimiento y una capacidad para sacar inferencias de los que está almacenando. Los sistemas expertos también ayudan a la gente a encontrar información a través de otras fuentes.

Las interfaces virtuales pueden aumentar las bases de datos inteligentes y extender las formas de interactuar con un sistema.

f) Bases de datos en el espacio real

Una base de datos en espacio real contiene coordenadas y datos para lugares reales y para imágenes en el espacio virtual y en el espacio real y también contiene datos de la relación y dependencia entre éstos.

g) Bases de datos multimedia

Tan pronto como las redes permitan la transmisión de cantidades largas e intensas de información, la gente será capaz de acceder a almacenes centralizados de información en varios medios como películas, audiciones o videos. Pero esto no es todavía práctico porque las redes de fibra óptica de gran capacidad necesitan estar instaladas.

2.5.2 Tipos de Herramientas de Construcción de Mundos Virtuales

Existen tres métodos principales que son usados para el desarrollo de mundos virtuales. Una forma es usar un lenguaje de programación para crear nuestras propias rutinas. Este es el camino más difícil, requiere de un buen programador, paciencia y



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

mucho trabajo. Otra proposición es comprar una herramienta de construcción que incluye rutinas predesarrolladas creadas con un lenguaje de programación que se pueden combinar, modificar y conectar en varias formas. Estas rutinas comúnmente usadas son llamadas "librerías" y eliminan un gran trabajo. Una herramienta popular es la llamada "WorldToolKit" por Sense&Corporation, la cual se basa en este método de librerías integradas, pero son de un costo muy alto.

Mientras que la computadora y las capacidades de la Realidad Virtual han progresado, algunos programadores que difunden una tercer alternativa llamada herramienta de desarrollo o programa editor de mundo, aseguran podría dar resultados efectivos. Como un procesador de palabras, una herramienta de desarrollo de Realidad Virtual da una herramienta gráfica de arreglos de 3D. VRStudio es un ejemplo de este tipo de herramientas pero es restringido su uso con periféricos.


Es importante mencionar que en capítulo 3, titulado Análisis de Herramientas para la creación de un sistema de Realidad Virtual, se hablará más ampliamente sobre este tema, profundizando en cada una de las herramientas, de la misma manera se llevará un análisis de éstas. Sin embargo, no quisimos dejar de mencionarlo en este capítulo debido a su gran importancia.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUJZ



MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

77

Capítulo 3

Análisis de Herramientas para la Creación de Sistemas de Realidad Virtual

Los programas que usan principios de Realidad Virtual son llamados software de Realidad Virtual y proveen diferentes grados de realismo, navegación, manipulación, gráficas de tercera dimensión, inmersión y retroalimentación. Conforme el equipo de hardware se vuelve más avanzado, poderoso y capaz, hay oportunidades para los programadores de tomar ventaja sobre dicha sofisticación.

Dentro de la Realidad Virtual podemos clasificar en dos grandes grupos el software que existe para hacer uso de ella. Los grupos son: Software que de alguna manera se relaciona con la Realidad Virtual y Herramientas que permiten crear mundos virtuales. El primer grupo se caracteriza por hacer uso de algunos efectos del concepto de Realidad Virtual. Quizá ya se ha tenido contacto con alguna de estas herramientas y sin saberlo ya se ha tenido contacto en forma indirecta con la RV, en algunos casos, algunos de estos programas son hechos para llegar solamente al usuario como por ejemplo el simulador de vuelo, otros permiten tener una manipulación sobre ellos como ejemplo Autocad (Herramientas CAD). El segundo grupo se caracteriza por permitir al usuario construir su propio mundo virtual.

A continuación se explicará cada uno de estos grupos y se darán algunos ejemplos de los programas existentes en cada uno.

3.1 Software Relacionado con el Concepto de Realidad Virtual

"Los programas de software relacionados con el concepto de Realidad Virtual que son los que incluyen algunos efectos de este concepto son: Software de Simulador de Vuelo, Software de Animación de Tercera Dimensión, Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD), Software de Transformación y Software de Simulación en general".¹

¹ Hayward, Tom. "Adventures in Virtual Reality". QUE, Carmel IN, 1993, pág. 80


DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIARE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

78



3.1.1 Software de Simulador de Vuelo


Las capacidades existentes en la Realidad Virtual son el resultado de los esfuerzos realizados para simular como se pilotea un avión.

Los beneficios del programa de simulador de vuelo son aparentes en las diferentes escuelas de aviación donde es aplicado este método. Para poder llegar a ser un buen piloto, se requiere de una gran inversión en tiempo y dinero e inclusive se corre el riesgo de poder perder el aparato de vuelo o la vida de la misma persona en las prácticas que se llevan a cabo. Debido a las ventajas que dan los simuladores de vuelo, las escuelas de aviación tienen ahora sistemas extremadamente sofisticados y realistas.

El software de simulación de vuelo utiliza varios componentes de la Realidad Virtual como es la navegación, el control del movimiento en tres dimensiones, manipulación del fuselaje y gráficas tridimensionales que deben ser representadas en una pantalla bidimensional. Las matemáticas necesarias para dibujar imágenes tridimensionales en una perspectiva bidimensional son un poco intrincadas y requiere de la labor de programadores brillantes con grandes conocimientos sobre las matemáticas. Este trabajo construyó los fundamentos para la mayoría de las estructuras gráficas tridimensionales que fueron usadas para crear ambientes de Realidad Virtual.

Con estos componentes, se puede argumentar que los simuladores de vuelo son un tipo de Realidad Virtual. Sin embargo, es claro que los simuladores de vuelo son aplicaciones de Realidad Virtual con un propósito especial. Debemos recordar que el objetivo de la Realidad Virtual es alcanzar un propósito general que pueda ser usado para crear diferentes tipos de ambientes.

Existen muchos programas de simuladores de vuelo, por ejemplo: "Cormcob", "Falcon 3.0". De estos simuladores, algunos se encuentran en la modalidad de Shareware.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

79

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

3.1.2 Software de Animación de Tercera Dimensión

Estas herramientas han sido construidas en funciones que facilitan la creación de objetos tridimensionales con movimiento.

En las imágenes no existe ningún movimiento y cada sección de la secuencia tiene una serie de imágenes que parece la misma. Cuando se corre la secuencia, las imágenes son proyectadas tan rápidamente que las pequeñas diferencias existentes entre cada imagen parecen ser movimiento. Es decir, durante cada fracción de segundo una imagen es dibujada sobre la pantalla. Esta imagen es llamada "marco". Después en la siguiente porción de tiempo, la computadora calcula la nueva posición basada en los grados de rotación que el usuario decida y se dibuja una imagen ligeramente diferente.

De esta forma, "marcos por segundo" es la medida de cómo la animación es tan realística, es decir, que tan similar se parece al movimiento real. La razón o velocidad más baja es acerca de 30 marcos por segundo. Esto es debido a que nuestros ojos "mantienen" una imagen por cerca de 1/30 de segundo antes de que se desvanezca de nuestra retina. Como consecuencia, esto causa que el cerebro interprete la secuencia como un movimiento constante.

La prueba estándar que mide la capacidad de marcos por segundo es llamada benchmark. Dos de los paquetes que están basado en este principio y que sirven para llevar a cabo animación en tercera dimensión son: " Animator" y "3D Studio"

3.1.3 Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD)

Al igual que los programas de simulador de vuelo y software de animación, el diseño asistido por computadora presenta un avance de Realidad Virtual pero en forma diferente.

Programas como Autocad y PointLine hicieron posible que los diseñadores crearan dibujos precisos de sus ideas usando como herramienta a la computadora y de esta manera, pudieron comunicarlas de una forma más clara a sus clientes.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIARE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

80



La cadena entre CAD y Realidad Virtual está empezando a tomar fuerza, ya que por un lado, hay muchos diseñadores que han hecho trazos perfectos y por otro lado, está la promesa de poder caminar a través de los diseños, probarlos y encontrar problemas y soluciones en ellos con Realidad Virtual en tres dimensiones. John Walker, el fundador de Autodesk, hizo grandes esfuerzos para poder ilustrar esta relación. Autodesk comenzó en Cyberia Project, y ahora es un programa actualmente llamado Cyberspace, el cual, permite explorar el diseño. De esto podemos decir que numerosas contribuciones a la Realidad Virtual vendrán de la industria del CAD.

3.1.4 Software de Transformación o Ejecución

Existen muchos tipos de imágenes que una computadora puede desplegar, dos de estos tipos son: imágenes de polígonos e imágenes foto-realísticas. El software de Transformación o también conocido como Software de Ejecución trata estos tipos de imágenes.

Las imágenes de polígonos no son ciertamente copias fieles de lo que vemos en el mundo real, pero tienen una ventaja que es la velocidad. La computadora puede dibujar polígonos muy rápidamente. Si un ambiente de Realidad Virtual es creado con miles de polígonos, es crucial dibujarlos rápidamente, ya que la Realidad Virtual no sería muy convincente si el movimiento es muy lento.

En el caso de las fotografías, éstas tienen muchos detalles y gran textura visual. La computadora tiene dificultad al dibujar una superficie, ya que tiene que colocar punto por punto de la superficie. Un monitor de computadora tiene pequeños puntos llamados píxeles (picture elements), y la única forma de hacer que una computadora despliegue una fotografía en blanco y negro es poner cada punto de la imagen dentro de un píxel. Esto lleva mucho tiempo de procesamiento por lo que la Realidad Virtual foto-realística necesitará computadoras más veloces de las que tenemos ahora.

El software de transformación puede ser utilizado si se tiene una aplicación en donde la velocidad no importa. Existe un programa de Shareware llamado Rend386 que permite realizar cosas simples y está disponible en Straylight Corporation. Photo-VR no sólo permite transferir o crear imágenes foto-realísticas de alto nivel, también tiene una función que permite caminar a través del diseño. La habilidad de poder caminar a través de una escena es parte de la meta del concepto de navegación de


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

81



Realidad Virtual, pero debido al tiempo de procesamiento, la navegación de tiempo real todavía no es disponible con Realidad Virtual foto-realística.

3.1.5 Software de Simulación

Hoy en día, existen paquetes de software de simulación con propósitos más generalizados que el simulador de vuelo.

Lo que se espera con este tipo de software es que la Realidad Virtual, provea una capacidad de simulación después de alcanzar el foto realismo inmersivo a 30 marcos por segundo, con completa libertad de movimiento y manipulación natural de objetos que sigan las leyes del movimiento de la física.

3.2 Herramientas que Permiten Crear Mundos Virtuales

La programación en Realidad Virtual requiere conocimientos de sistemas de tiempo real, lenguajes de programación orientados a objetos, conexiones en red, modelado físico, multitarea, etc. Muchos programadores buenos dominan esto. Sin embargo, quizá no están familiarizados con aspectos específicos de varias aplicaciones de Realidad Virtual.

Crear un ambiente o un mundo en la computadora que permita la navegación, manipulación e inmersión, incluyendo mapas de bits y animación tridimensional, a través de un lenguaje de programación, sería un trabajo inmenso si se comienza desde lo más elemental. Afortunadamente, algunos de los fomentadores progresivos de la Realidad Virtual han escrito herramientas que crean mundos virtuales.


Existen un gran número de esfuerzos diferentes para desarrollar la tecnología de Realidad Virtual. Cada uno de estos proyectos tiene diferentes metas y objetivos que alcanzar. Grandes y pequeños laboratorios en Universidades tienen proyectos en desarrollo. El gobierno de los Estados Unidos está investigando a fondo sobre otras tecnologías de Realidad Virtual. Existen también laboratorios como Human Interface Technologies Laboratory (HITL) en Seattle. Otras compañías están construyendo y vendiendo herramientas para la construcción de mundos virtuales, entre ellas, Autodesk, IBM, Sense8, y VREAM.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



82

Hoy en día se puede ser un Ingeniero de Ciberespacio, es decir, una persona que crea mundos o ambientes de Realidad Virtual, sin tener que aprender primeramente programación. Todavía no hay muchas herramientas de donde escoger, pero los programas que existen ofrecen una visión de las herramientas que estarán disponibles en un futuro.

Dentro de las Herramientas que permiten crear mundos virtuales existen dos categorías principales para la disponibilidad de software: authoring systems (sistemas de autoría) y toolkits (juegos de herramientas). Los toolkits son librerías de programación, generalmente para C ó C++ que dan un conjunto de funciones con las cuales un programador hábil puede crear aplicaciones de Realidad Virtual. Otra característica de estos editores es la independencia de hardware. Las funciones son escritas para usar varias plataformas de hardware y ser genéricas en su naturaleza. Esto es realizado tomando funciones de alto nivel. Traductores de bajo nivel identifican las herramientas específicas de entrada y salida al ejecutarse. Esto es de gran ayuda cuando se lleva una aplicación de una plataforma a otra.

Los sistemas de autoría o edición son programas completos con interfases gráficas para crear mundos sin requerir de una programación detallada, debido a lo cual ahorran tiempo y esfuerzo.

Estos usualmente incluyen algunas clases de lenguaje escrito en el cual se describen las acciones complejas, de manera que no son realmente no-programables, sólo más simples de programar. Las librerías de programación son generalmente más flexibles y tienen más rendimiento que los sistemas toolkits, pero se debe ser un buen programador para poder usarlas.

Dentro de estas herramientas algunas están dentro de los que se denomina Freeware, por lo que estas herramientas se explicaran en tres grupos: Programas Freeware, Toolkits y Programas de Autoría

3.2.1 Programas Freeware de Realidad Virtual

Abajo de el espectro de Realidad Virtual están los productos que han sido liberados con código fuente sin cargo. Estos programas son frecuentemente registrados como Freeware, lo cual significa que los creadores originales retienen el derecho de autor y su uso comercial restringido. No son programas comerciales y son escritos usualmente por estudiantes. Sin embargo, estos programas existen para dar a la gente un costo de entrada muy pequeño dentro del mundo de la Realidad Virtual.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELSA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUJZ

83



Rend386 es una de las librerías de Freeware escrito para sistemas 386/486 DOS. Fue escrito por Dave Stampe y Bernie Roehl en la Universidad de Waterloo, Canadá. Crea imágenes a una resolución de 320x200x256 y soporta varios dispositivos extra tales como el Power Glove de Mattel, lentes LC, visores de pantalla dividida, etc. Rend386 da un mundo completo y un código fuente en lenguaje C. No da un ambiente total de autoría para construcción de mundos y objetos. Para poder usar el Rend386 versión 5, Demie Roehl y Dave Stampe editaron el libro "Virtual Reality Creations" con John Eagan. Existe también una lista electrónica para el Rend386. Está disponible también por vía ftp (sune.uwaterloo.ca).

ACK3D es una librería programable de lenguaje C en Freeware desarrollada por Lary Meyer que da un rendimiento mayor para sistemas de PC. Esta técnica restringe de alguna forma el movimiento del usuario, pero permite que se dibujen texturas a velocidades impresionantes. La técnica ganó un pequeño espacio de exposición con la serie de juegos Wolfenstein 3D. ACK3D puede ser encontrado en el forum de jugadores de CompuServe y también via ftp de ftp.u.washington.edu en el área pub/virtual-worlds/cheap-vr

Gossamer, un paquete de Freeware para el sistema Apple Macintosh, fue escrito por Jon Blossom. El código fuente no ha sido liberado todavía pero se encuentra disponible un demo. Actualmente, se encuentran trabajando para hacer una versión nueva que permita la compatibilidad con el Rend386.

Multiverse es un Freeware basado en el sistema cliente-servidor UNIX escrito por Robert Grant. Es un sistema multiusuario, no inmersivo, X- Windows de Realidad Virtual, primeramente enfocado a entretenimiento e investigación. Incluye capacidades para poner mundos multipersonales y una simulación de mundo cliente-servidor sobre una red local.

VEOS es otro conjunto de herramientas que da las bases para el desarrollo en red de Realidad Virtual en máquinas UNIX. El código fuente se encuentra disponible en HITL (Human Interface Technology Lab) en la Universidad de Washington.

MR (Minimal Reality) Toolkit fue desarrollado en la Universidad de Alberta. Es un conjunto de herramientas de software para la producción de sistemas de realidad virtual y otras formas de interfaces de usuario tridimensionales. Consiste en un conjunto de librerías de subrutinas, manejadores de dispositivos, programas de soporte y un lenguaje para describir geometrias y


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

84



comportamiento. MR provee un dispositivo independiente y portátil de plataforma para el desarrollo de aplicaciones de Realidad Virtual. Aplicaciones que son desarrolladas y que fácilmente pueden ser llevadas a otros sitios con un cambio mínimo, inclusive sin hacer ningún cambio al código fuente. Las herramientas de Realidad Virtual para desarrollo de ambientes virtuales incluyen un Lenguaje Modelador de Objetos (Object Modeling Language OML), un modelador tridimensional (JDCAD+), y un manejador de ambiente (Environment Manager EM) para correr aplicaciones multiusuario en red.


El paquete corre en estaciones de trabajo HP, SGI, DEC e IBM RS6000. Algunos elementos de el MR Toolkit también se pueden ejecutar en equipo Sun, Alpha y otras plataformas UNIX. El software MR se encuentra actualmente disponible sin costo alguno para instituciones de investigación sujetas a la Licencia de Software del MR Toolkit.

MR está basado en una filosofía de desarrollo de abajo hacia arriba, tomando como base trabajar en las futuras características. MR ahora provee una base sólida para el desarrollo de aplicaciones de Realidad Virtual, y herramientas más sofisticadas están siendo desarrolladas. Debido a la sólida base y portabilidad de MR, nuevas herramientas podrán ser desarrolladas en cualquier lado y ser compartidas.

Algunos planes futuros de MR incluyen el continuo desarrollo de facilidades para usuarios múltiples, y herramientas de alto nivel para diseño de ambientes e implementación.

3.2.2 Toolkits de Realidad Virtual

A diferencia de los sistemas de autoría, los Toolkits ofrecen librerías con rutinas hechas en su mayoría en lenguaje C o C++, lo cual permite crear nuestras propias rutinas, al igual que poder modificarlas. Estos paquetes requieren que el usuario tenga conocimiento sobre el lenguaje para poder obtener su mayor rendimiento.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANBELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

85

3.2.2.1 WorldToolKit

Dos de los principales desarrolladores de Sense8's WorldToolKit, Eric Gullichsen y Patrice Gelband, fueron programadores en Autodesk donde John Walker formó su visión de Ciberespacio. En 1990 pudieron hacer un sistema de trabajo. Por ahora Sense8 ha establecido a WorldToolKit como una herramienta estándar en la industria de Realidad Virtual.

WorldToolKit no provee una interfase interactiva tal como la pantalla interactiva que viene con VRStudio. En su lugar, WorldToolKit usa el lenguaje de computación C con una estructura de comandos familiar a muchos programadores.

El paquete incluye docenas de librerías pre-escritas en lenguaje C que provee código programable y algoritmos para hacer la construcción del mundo de una manera más fácil. Pero, para poder trabajar con esta herramienta se necesita saber programar en el lenguaje C. Una de las características más importantes de esta herramienta es que se les puede añadir textura a los objetos. Actualmente es el producto más usado dentro de su tipo. Corre bajo plataformas desde PC's asistida por la familia de procesadores Intel i860 hasta computadoras Silicon Graphics. Ha ganado muchos premios de excelencia.

3.2.2.2 Autodesk Cyberspace Development

Los paquetes de software profesional de trabajo pesado se encuentran a partir de los 10,000 dólares. EL hardware requerido para correr estas aplicaciones necesita varios componentes. La mayoría soporta ambientes DOS con tarjetas de rendimiento como la i860. También hay paquetes disponibles que corren sobre específicas configuraciones de hardware. Estos paquetes requieren de generadores de imagen extremadamente caros.

El Autodesk Cyberspace Development kit es un producto que se encuentra en este rango. Es una librería de C++ para sistemas MSDOS usando el compilador Metaware High C/C++ y el extensivo Pharlap DOS de 32 bits. Soporta los exhibidores VESA al igual que muchas tablas de rendimiento acelerador (SPEA Fireboard, FVS Sapphire, Division's, dView). Para poder usarlo, se necesita un buen manejo de el lenguaje C++ y una tarjeta de rendimiento de acelerador. VESA tiene una velocidad de aproximadamente 4 marcos por segundo.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

86



Otro paquete que compite en excelencia con éste es Photo VR de Stray Light Corporation, el cual usa tablas especiales de rendimiento para dar un mapeo de textura excelente en los ambientes.

3.2.3 Sistemas de Autoría o Edición

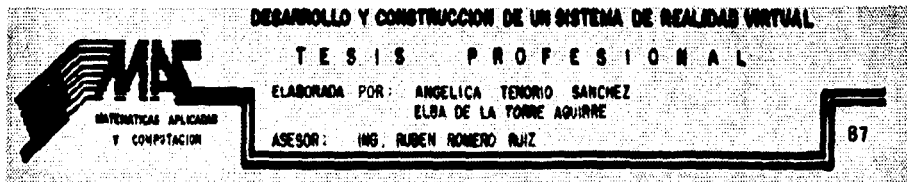
Conforme han ido progresando las computadoras y las capacidades de la Realidad Virtual, algunos programadores se han dado cuenta de que existe una alternativa viable para crear mundos virtuales son los llamados sistemas de autoría o también conocido como programa editor de mundo, el cual podría dar resultados efectivos. Al igual que un programa de procesador de texto que incluye funciones de selección de texto para hacer las cosas más fáciles, una herramienta de desarrollo de Realidad Virtual pone un arreglo de herramientas gráficas tridimensionales en los dedos del usuario. Gracias a esto, el usuario no debe ser un programador experto. VRStudio es un ejemplo de una herramienta de este tipo, al igual que Freescape.

A este punto, los sistemas de desarrollo de Realidad Virtual incorporan el uso de una interfase GUI (Graphical User Interface) para facilitar la creación y animación de objetos, al igual que interactuar con ellos y seleccionar los accesorios y periféricos deseados.

La mayoría de los sistemas de autoría presentan esta característica.

Un editor de Realidad Virtual es una herramienta extremadamente poderosa para el desarrollador de la simulación. Construyendo sobre prácticas estándar aun programadores principiantes pueden empezar a construir mundos virtuales. En una forma altamente interactiva, los usuarios pueden inmediatamente ver el resultado de la creación o modificación del objeto simulado.

A continuación se explicarán algunos de los programas que son de este tipo.



3.2.3.1 Virtual Reality Studio

Esta herramienta de autoría es limitada en sus habilidades, pero su costo es lo que la hace una forma viable de entrar a construir un mundo. Su precio oscila entre los 200 y 300 dólares.

La versión 1.0 fue introducida en Estados Unidos en octubre de 1991 y está disponible para las computadoras IBM PC y compatibles, Amiga y Radio Shack. En Inglaterra, el nombre del programa es 3D ToolKit. La versión 1.0 sólo permite figuras geométricas, tales como la línea, el triángulo, el pentágono hexágono, cubo y pirámide. No son posibles ni líneas curvas ni círculos.


La pantalla central en donde se lleva a cabo la construcción de los mundos virtuales incluye botones de control que son activados por el ratón para seleccionar las formas y características deseadas. Una porción de la pantalla despliega una pequeña ventana en donde el ambiente puede ser visualizado.

Mientras se añaden más animaciones y más condiciones, el diseño se complica y se requiere de más trabajo para hacerlo altamente interactivo.

En la versión 2.0 que fue hecha en 1993 tuvo muchas características que la diferenciaban de la versión 1.0, incluía un lenguaje de comandos y un editor, pero también un número incómodo de molestias. Actualmente se trabaja para corregir esto. La capacidad de VRStudio para conectarse a otros periféricos es limitada.

3.2.3.2 VREAM Virtual Reality Development System

Hasta 1993, VREAM (abreviación para "Sueño de Realidad Virtual"), una elegante y poderosa herramienta realizada por Ed La Hood, se encontraba en su etapa de prueba. La Hood es un programador prodigio que hoy en día es uno de los principales desarrolladores de Realidad Virtual.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

88

El VREAM Development System es una herramienta de construcción interactiva en donde las formas son seleccionadas y modificadas de una manera similar al VRStudio. El VREAM es más sofisticado y no sólo círculos y curvas son disponibles sino también una esfera y un cuerpo con forma de dona. Esta herramienta usa un lenguaje más poderoso para crear acciones, condiciones y ligas entre objetos.

Puede ser conectado a muchas clases de accesorios tales como head-mounted displays y data-gloves. Una de las características más importantes es que se pueden atribuir gráficas de mapas de bits a superficies en el mundo creado, lo cual añade mucho más realismo. VREAM soporta una amplia variedad de dispositivos de entrada y salida incluyendo HMD's. Su precio es de arriba de 800 dólares.

3.2.3.3 Superscape Development System

A mediados de 1991, una demostración del programa Superscape fue hecha y causó gran asombro en la comunidad de Realidad Virtual.

Superscape fue creado por New Dimension International en Inglaterra y demostró lo que fue logrado sobre Realidad Virtual en una computadora de mesa, lo cual fue trascendental.

Es una herramienta poderosa de sistema de autoría para mundos virtuales Da tanto una ambiente gráfico amigable para la creación de mundos y objetos y una librería a bajo nivel de lenguaje C.

Para crear funciones, se provee un lenguaje llamado "Freescape" los cuales son una serie de instrucciones que a través de comandos controlan lo que sucede cuando los objetos interactúan. La compañía New Dimension, de acuerdo a sus estadísticas, ha vendido más de estos sistemas que todas las demás herramientas en conjunto, ya que es de un manejo fácil.

Hasta hace poco, el sistema que incluía todo, la computadora, y el software, se vendía por 18,000 dólares, pero hoy en día, se puede adquirir la herramienta por separado.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANBELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

89



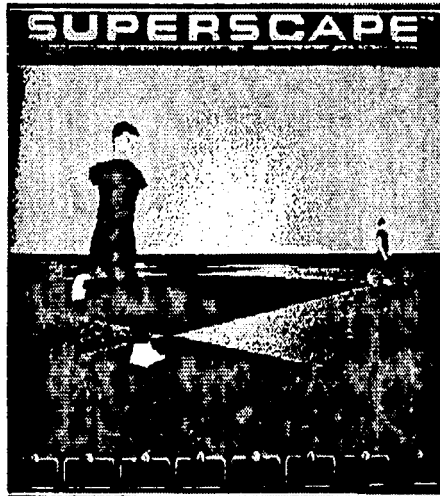


Fig. 3.1.- Imagen del Superscape

3.2.3.4 Swivel

Esta es la herramienta de construcción desarrollada por VPL Research Inc. para el uso con los sistemas que ha creado. Swivel no corre solo sino que es una parte de la familia de programas que deben de correr en combinación para controlar los accesorios tan diferentes y complejos que están conectados al sistema VPL.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUJZ

90



3.2.3.5 Renderware

Oficialmente presentado en abril de 1993. Su librería de 250 funciones es dividida dentro de categorías, tales como geométricas, luces, transformaciones, cámaras, texto, atributos de superficie, etc. Los usuarios escriben pequeños programas en lenguaje C o C++ que llaman a la librería y entonces visualizan los resultados en un ambiente de ventana de Microsoft.

Las escenas pueden ser desplegadas interactivamente usando ventanas múltiples. Lo que es único acerca del Renderware es su software de alta presentación de escenas complejas usando las plataformas de hardware más variadas, desde un notebook hasta una estación de trabajo Silicon Graphics o HP.

"Los rangos de actualización de gráficas son en orden de 35 000 polígonos sombreados/segundo en una PC 486 a 50 Mhz., 60,000 en una máquina Apple Mac Quadra, 82,000 en una máquina Sun Sparc y 100,000 en una Sun 10".² Cuando se añade textura a los objetos, la actualización se vuelve un poco lenta pero aun así, con una gran rapidez la realiza. Estas actualizaciones son obtenidas sin una tarjeta de acelerador de gráficos. La licencia de este producto cuesta 10 000 dólares.

3.2.3.6 VRT3

Un editor de Realidad Virtual más sofisticado es parte del VRT3 Toolkit. Este editor está subdividido en módulos que contienen varias características de objetos. La forma del objeto es cambiada con el "Editor de Forma", la textura con el "Editor de textura", etc. Todos los editores proveen una interfase gráfica, lo cual hace que sea fácilmente manejable.

Los desarrolladores tienen la opción de usar la librería residente "ClipArt" de más de 200 objetos predefinidos. Estos son agrupados en muchas sublibrerías. Elementos de construcción, árboles, carros y otros objetos exteriores comunes son parte de la "Librería Exterior". La "Librería de Símbolos" contiene varios botones, signos y fuentes para crear signos del mundo real. Otros objetos como animales, insectos, estrellas, etc. son parte de la "Librería Miscelánea". Los objetos que no son parte de estas librerías pueden ser creados usando el editor de forma.

²Bauer, C. "Great Britain's Big Show", CyberEdge Journal, pp. 9-10, Mayo-Junio 1993.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

91







Una vez que el objeto deseado ha sido obtenido, es posible incrementar su realismo añadiendo texturas. Después de crear la geometría y apariencia del objeto, es tiempo de ponerlo en el mundo virtual a través del "Editor de Mundo".

Esto se hace seleccionando el objeto y "arrastrándolo" con el mouse a la posición deseada, en este mismo editor se define el movimiento del objeto y otros atributos dinámicos como velocidad, etc.

3.2.3.7 Amaze Editor

El VRT3 no puede manipular y editar el mundo virtual mientras el usuario está inmerso en la simulación. Un editor de Realidad Virtual inmersivo es el "Amaze 3D" desarrollado por Division Ltd. Esta es la interfase más natural para desarrolladores de aplicaciones quienes pueden seleccionar objetos por movimientos de la mano usando un guante sensitivo. Subsecuentemente, pueden cambiar el color, el tamaño, la jerarquía y el comportamiento del objeto mientras el usuario está en la simulación.

Mientras los usuarios están inmersos, ven un conjunto de iconos tridimensionales llamados "caja de herramientas" usada para la edición de la escena. El usuario aparece en la escena como un cuerpo virtual. Los iconos de la caja de herramientas son desplegados en la simulación en la posición actual de la mano virtual. La función deseada es seleccionada moviendo la mano hacia el icono. Algunos iconos tienen a su vez submenús. Se pueden ver objetos ya creados con CAD por medio de un convertidor que les da la extensión .MAZ.

	Llenar Gabinete	Salva la escena a un archivo .MAZ
	Bomba	Borra Objetos
	Signo de alto	Apaga la caja de herramientas
	"A"	Objetos animados dentro de escena

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ








	Cuerpo	Cambia las preferencias del usuario (modo)
	Lámpara	Escena iluminada interactivamente
	Huevo	Creación de objetos
	Brocha de pintura	Manipula las características de los objetos (color, textura, etc)
	Jerarquia	Cambia las características del objeto (tamaño, jerarquía, etc.)

Fig. 3.2.- "Toolbox", Caja de herramientas del Amaze editor del menú edición.


General Object Features

Delete Object		Undo
Rename Object		Select Object

Movement

Play		Find Object
Initial Position		Dynamics
Rotations		Angular Velocity

Creation and
Position



MAC
MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACIÓN

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

93

Create Object		Change Shape Type
Replacement		Duplicate Object
Standard Attributes		Drag

Tree

Select child		Select parent
Select next Sibling		Select previous Sibling

Miscellaneous

SCL		Move and Resize
Flags		Color

Object Viewing

Plan View		Perspective view
North, West view		East, South view
Show groups		Grid snap

VRT Menu

Go to Visualizer		Go to Shape Editor
		Go to Main Menu

Fig. 3.4.- "World Editor" o Editor de Mundo de Amaze Editor, referencia rápida

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO NUZ

MAC
MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACIÓN

94

3.2.3.8 VRML Virtual Reality Modeling Language

VRML fue concebido en la primavera de 1994 en el primera conferencia anual del World Wide Web en Ginebra, Suiza. Tim Berners-Lee y Dave Raggett organizaron una sesión de "pájaros de un misma pluma" (BOF), es decir, personas que tuvieran un mismo conocimiento, para discutir las interfases de la Realidad Virtual al World Wide Web.

Muchos integrantes del BOF describieron proyectos para construir herramientas de visualización gráfica tridimensional las cuales interoperaban con el Web. Los participantes acordaron en la necesidad de estas herramientas que tuvieran un lenguaje común para especificar descripciones tridimensionales e hiperligas WWW. El término Virtual Reality Markup Program fue propuesto, y el grupo resolvió empezar el trabajo de especificación después de la conferencia. La palabra "Markup" (Margen) fue cambiada más tarde a "Modeling" para reflejar la naturaleza gráfica de VRML.

Un poco después, la sesión BOF de Ginebra, creó la lista de correo www-vmrl para discutir el desarrollo de una especificación para la primera versión de VRML. La respuesta a la invitación de la lista fue acabada en una semana, había cerca de mil miembros, los cuales empezaron a buscar la tecnología necesaria para poder llevar a cabo el VRML.

Después de deliberar acerca de las tecnologías que se encontraban en la lista, se hizo un consenso y había ganado la compañía Silicon Graphics Inc., la cual ofrecía el Open Inventor ASCII File Format (Inventor File Format). El Inventor File Format soportaba las descripciones de escenas tridimensionales completas con objetos de transformación poligonal, luz, materiales, ambientes, propiedades y efectos de realismo.

Un subconjunto de el Inventor File Format, con extensiones para soportar el trabajo en red forma la base de VRML. Gavin Bell de Silicon Graphics ha adaptado el Inventor File Format para VRML, con entrada de diseño de la lista de correo.

El Virtual Reality Modeling Language (VRML) es un lenguaje para describir simulaciones interactivas multiparticipantes, es decir, mundos virtuales conectados por red e hiperligados con el World Wide Web. Todos los aspectos de despliegue del mundo virtual, interacción y trabajo de Internet pueden ser especificados usando VRML. Es intención de sus diseñadores que el VRML llegue a ser el lenguaje estándar para simulación interactiva dentro del World Wide Web.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: AMBELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

95



La primera versión del VRML permite la creación de mundos virtuales con comportamiento interactivo limitado. Estos mundos pueden contener objetos que tengan hiperlinks o hiperligas a otros mundos, documentos HTML u otros tipos MIME válidos. Cuando el usuario selecciona un objeto con una liga, el proyector MIME apropiado es lanzado.

Así los usuarios de VRML son la perfecta compañía de aplicaciones a los desplegados WWW estándar para navegación y visualización del Web. Las versiones futuras del VRML permitirán comportamientos más ricos, incluyendo animaciones, movimientos físicos e interacción en tiempo real multiusuario.

Características del VRML versión 1.0

La historia del desarrollo de el Internet ha tenido tres fases distintas; primero, el desarrollo de la infraestructura TCP/IP la cual permitía almacenar documentos y datos en una manera independiente. Eso es, Internet proveía una capa de abstracción entre conjuntos de datos y los hosts (anfitriones) que los manipulaban. Mientras esta abstracción era útil, también era confusa, sin ningún sentido claro de "qué cosa fue a donde"

Después, Tim Berners-Lee's trabaja en el CERN, donde ha desarrollado el sistema hipermedia conocido como World Wide Web, añadiendo otro capa de abstracción a la estructura existente. Esta abstracción proveía un esquema de "direccionamiento", un identificador único (el Universal Resource Locator), el cual podía decirle a cualquiera " a donde ir y cómo llegar ahí" para cualquier parte de datos dentro del Web. Mientras funcionaba, el único tipo de navegación permisible es por referencia directa, en otras palabras, sólo se pueden encontrar datos por medio de su dirección.

Finalmente nos movemos a internetworks "perceptualizados", donde los datos han sido transformados de manera que puedan ser percibidos a través de los sentidos. Si algo es representado a través de los sentidos, es posible tomar conciencia de que el VRML es un intento (que tan exitoso, sólo el tiempo lo dirá) de poner a los humanos en el centro de el Internet, ordenando su universo a nuestra conveniencia. Para hacer eso, el elemento singular más importante es un estándar que define las particularidades de la percepción. VRML es ese estándar, diseñado para ser un lenguaje universal de descripción para simulaciones multiparticipantes.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL.

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

96



Estas tres fases, almacenaje recobro y perceptualización son análogos al proceso humano de consciencia, tal y como se expresa en términos de semántica y ciencia cognoscitiva. Eventos ocurren y son grabados (memoria); inferencias y dibujo de la memoria (asociaciones), y del conjunto o eventos relativos, mapas del universo son creados (percepción cognoscitiva).

VRML 1.0 está diseñado para los siguientes requerimientos:

- * Independencia de plataforma
- * Extensibilidad
- * Habilidad para trabajar bien sobre conexiones de low-bandwidth

Tempranamente, los diseñadores decidieron que el VRML no sería una extensión del HTML. HTML está diseñado para texto, no para gráficos. También, VRML requiere aun más optimización en claridad que el HTML; se espera que una escena típica de VRML será compuesta por muchos más objetos "inline" y servido por más servidores que un documento HTML.

También se decidió que, excepto por la característica de hiperligado, la primera versión de VRML no soportaría comportamientos interactivos. Esta fue una decisión práctica para diseño aerodinámico e implementación. El diseño de un lenguaje para describir comportamientos interactivos es un gran trabajo, especialmente cuando el lenguaje necesita expresar conductas de objetos comunicándose en una red. Tales lenguajes existen, pero de haber escogido uno se hubiera estado en una guerra de lenguajes.

La gente no se interesa acerca de la sintaxis de un lenguaje para describir objetos poligonales sino que se interesa en lenguajes reales para escribir programas. Este lenguaje será introducido en la versión 2.0

La primera herramienta que permite el manejo de VRML para consumidores y la más fácil existente para multimedia es Virtual Home Space Builder™ (VHSB)

Sólo se requiere de algunas horas para crear un espacio fabuloso tridimensional usando sólo unas pequeñas herramientas

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

97

3.3 Análisis de Herramientas

Este capítulo tuvo la finalidad de hacer mención de las herramientas existentes para crear ambientes virtuales. A través de un análisis de éstas, se descartaron varias de ellas por sus altos costos, otras más quedaron al margen debido a sus limitaciones (muy poco alcance en el desarrollo de ambientes virtuales). Algunas herramientas poderosas fueron eliminadas ya que para obtener todos los beneficios era necesario un equipo de cómputo especial que se encuentra fuera de nuestro alcance.

Dentro de las herramientas descartadas debido a su alto costo se encuentran: el conjunto de herramientas Autodesk Cyberspace Development, World Tool Kit y VREAM. Estos paquetes además de su costo (desde 1 000 hasta más de 10 000 dólares) necesitan un tipo de hardware especial, el cual aumenta de manera importante la inversión requerida.

Las herramientas que son parte de Freeware podrían ser utilizadas, sin embargo, algunas de ellas como el ACK3D restringe de alguna manera el movimiento que se desee llevar a cabo con los objetos creados; otras como Multiverse y VEOS han sido creados para sistemas UNIX y por último el Rend386 tiene limitaciones en cuanto a los objetos que pueden ser dibujados.

Por otro lado, quedan las herramientas de poco alcance tales como Virtus Walkthrough, que no permiten una interacción entre los objetos existentes en el mundo virtual y Virtual Reality Studio en donde sólo se permiten figuras geométricas, por lo que las operaciones de estos paquetes son limitantes.


Podemos observar que hasta con una pequeña inversión se podría construir todo un sistema de Realidad Virtual, sin embargo, nuestro objetivo es desarrollarlo con los elementos disponibles hoy en día para dar a conocer que se pueden hacer pequeños sistemas de Realidad Virtual sin hacer una gran inversión, por lo tanto, llegamos a la conclusión de que lo más conveniente es utilizar un lenguaje de programación que nos permita facilidad en cuanto a su obtención y una gran variedad de herramientas gráficas y manipulación del puerto paralelo.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

 98

Dentro de los lenguajes de programación mayormente utilizados en la creación de sistemas de Realidad Virtual se encuentra los lenguajes Pascal y C. Sin embargo, como se ha observado en la investigación previa, la mayoría de las librerías programables contenidas en los paquetes se encuentran escritas en lenguaje C.

Debido a ello, se realizó una investigación de lo que nos ofrece este lenguaje encontrando lo siguiente:

Para un programador de ambientes gráficos, el lenguaje C "ofrece tres ventajas importantes que son: versatilidad, potencia y velocidad".³

Lenguaje C

Versatilidad

Dada la gran versatilidad del lenguaje C en la administración de la memoria y el control de proceso, constituye una acertada elección para la programación de gráficos.

La administración de la memoria es importante dado que las imágenes gráficas se almacenan como bloque de datos en la memoria, y los valores numéricos utilizados para dibujar en pantalla las imágenes gráficas a menudo se almacenan como bases de datos en la memoria.

La versatilidad del C en la administración de la memoria incluye la capacidad de organizar la memoria de la computadora de diferentes maneras, con el fin de satisfacer las necesidades de los distintos tipos de programas gráficos. Algunos programas utilizan grandes cantidades de datos, y un módulo del código ejecutable relativamente pequeño. Otros programas llevan consigo grandes módulos del código ejecutable y utilizan muy pocos datos numéricos. El C puede adaptarse a las dos necesidades según el entorno.

³Adams, Lee. Programación gráfica en C. Ediciones Anaya Multimedia, España 1992, págs. 55-57.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: AMELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: MGR. RUBEN ROMERO RUIZ

99



Esta versatilidad en la administración de la memoria incluye también la capacidad de mover rápidamente los contenidos de un bloque de memoria a otro. Esta capacidad es vital para algunas formas de animación en las que son necesarios movimientos de página, o en las que se utilizan matrices de gráficos. Los movimientos de bloques de pantalla completa a menudo se utilizan para llevar a cabo funciones de rectificación en una aplicación de CAD 3D.

El control del proceso es importante porque los programas de gráficos con frecuencia se dividen en subrutinas, emplean bucles y contadores, y aceptan entradas desde el teclado. Las instrucciones del C para el control son ricas y variadas.

Potencia

La potencia del C es resultado directo de sus características de lenguaje de bajo, medio y alto nivel.

Un lenguaje de bajo nivel es un lenguaje de programación cuya sintaxis refleja fielmente el funcionamiento de los registros del Hardware interno de la computadora. Con frecuencia se dice que un lenguaje de bajo nivel funciona a nivel de bit. Un lenguaje de bajo nivel ofrece potencia bruta a un programador pero muchas veces a costa de un código fuente que es muy difícil de leer. Si se está usando un lenguaje de bajo nivel, como un lenguaje ensamblador, los programas pueden hacer todo lo que puede hacer el Hardware.

Un lenguaje de medio nivel ofrece una serie de instrucciones que reproducen de forma menos precisa el verdadero funcionamiento de los registros y presenta macroinstrucciones que pueden mover bloques de datos, etc. Frecuentemente se dice que un lenguaje de medio nivel es un lenguaje orientado al byte. Los programas escritos en un lenguaje de medio nivel, como, por ejemplo, Pascal, son más fáciles de leer que el código fuente escrito en un lenguaje de bajo nivel.

Un lenguaje de alto nivel normalmente utiliza una sintaxis que reproduce fielmente el idioma inglés.

Sus instrucciones están orientadas a las rutinas, una instrucción hará que la computadora realice una serie de funciones de medio y bajo nivel. Aunque un lenguaje de alto nivel ofrece facilidad de uso, tiene como contrapartida que la velocidad y la potencia normalmente salen perjudicadas. Después de todo, uno se ve limitado a las instrucciones que el autor del lenguaje ha

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



dado, y como las rutinas que hay detrás de las instrucciones muchas veces tienen que manejar gran número de situaciones diferentes, rara vez resultan las más indicadas para una situación concreta.

El C es un lenguaje híbrido que entra dentro de las tres categorías de programación anteriores: bajo, medio y alto nivel. Este régimen ofrece muchas ventajas para el programador de gráficos, especialmente teniendo en cuenta que muchas de las instrucciones están orientadas a los gráficos, como ocurre en Turbo C.

Velocidad

El C produce un código de rápida ejecución, dada su estrecha relación con el lenguaje ensamblador. El C ofrece una variedad de rutinas especializadas, que los programadores del C llaman funciones. La especialización significa velocidad, que es el factor clave de los programas gráficos. Además, las estrechas relaciones del C con el lenguaje ensamblador hacen que sea una tarea sencilla usar el C en combinación con subrutinas de alta velocidad de lenguaje ensamblador, cuando se requiere una realización perfecta.

Los requerimientos mínimos de Hardware para utilizar este compilador son: Una computadora compatible con IBM, un sistema operativo MS-DOS, un disco duro, una tarjeta para gráficos y 4MB en RAM.

Como se puede observar, las ventajas que podemos obtener al utilizar este lenguaje son significativas para saber que es una acertada elección para la realización de nuestra aplicación, sin embargo también analizamos lo que nos ofrece el lenguaje Pascal.

Lenguaje Pascal

El lenguaje de programación Pascal fue diseñado como lenguaje idóneo para la enseñanza de la programación de computadoras, y hoy día es uno de los lenguajes más utilizados, no sólo en el caso de la educación, sino en el campo profesional.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: AMELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIÑE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

101



Pascal aporta una serie grande de características que permiten un estilo de programación particular que facilita considerablemente el diseño de programas. Las características más destacadas son:

- Reglas precisas de sintaxis
- Organización modular de los programas, que permita aislar en su propia sección de código a cada actividad o tarea importante de un programa.
- Estructuras de control que realizan decisiones y repeticiones en los programas
- Lenguaje de verificación estricta de tipos
- Una rica colección de estructuras de datos.

Además Pascal cuenta con instrucciones que permiten realizar gráficos y adaptarlos a cualquier tipo de computadora. Al ser un lenguaje de alto nivel su programación es fácil.

Aunque Pascal también ofrece características que nos serían útiles para la programación de nuestra aplicación, encontramos lo siguiente en los lenguajes llamados visuales, los cuales se presentan un entorno totalmente gráfico.

Día a día crece el interés en los sistemas que utilizan gráficas en la comunicación computadora/seres humanos, en programación de aplicaciones y en la llamada visualización de datos. Así, definir conceptos como programación y lenguajes visuales o visualización, es un paso obligado antes de entrar de lleno en el tema.

Por programación visual se entiende el uso de expresiones visuales (tales como gráficas, dibujos, iconos) en el proceso de la programación de aplicaciones, mientras que cuando se habla de visualización, aunque se reitera a las mismas expresiones visuales, la función es otra: ilustrar ciertos tipos de datos, la estructura de un sistema complejo o, incluso, el comportamiento de un sistema dinámico.

Un lenguaje visual significa en realidad el uso sistemático de las expresiones de ese tipo que se convierten en código que a su vez la computadora puede ejecutar para realizar una tarea particular. Así, un lenguaje de programación visual es un lenguaje visual.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

102

Dentro de los lenguajes que se analizaron, con el objeto de encontrar aquel lenguaje que nos sirviera de herramienta para el desarrollo de nuestra aplicación, fue Visual Basic por ser el lenguajes más utilizado para el desarrollo de aplicaciones visuales.

Lenguaje Visual Basic

La versión de Visual Basic que analizaremos es la 3.0 en su edición profesional.

Visual Basic de Microsoft está disponible en su versión estándar y profesional tanto para ambiente de DOS en su primera versión como para Windows en la tercera.

Sus requerimientos mínimos son los mismos que para Windows: computadora con un procesador 80286 o superior, Windows 3.1, 2 MB de memoria disponible (4 MB son más recomendables) y 30 MB en disco duro (instalación completa), es decir, si en una computadora funciona Windows, seguramente también lo hará Visual Basic 3.0 .

En el paquete de Visual Basic 3.0 se encuentran cinco manuales perfectamente ilustrados y desglosados.

El sistema cuenta con una ayuda completa en línea sensible al contexto, es decir, si tiene alguna duda con una palabra reservada del lenguaje, se puede colocar el cursor bajo esa palabra y pulsar F1 con lo que aparecerá la ayuda correspondiente.

Cuenta también con un extenso tutorial donde se puede encontrar una explicación visualmente detallada del uso del sistema. Basado en ese tutorial, el usuario promedio podrá iniciarse de inmediato en el arte de la programación en Windows.

Visual Basic puede generar programas autoejecutables (siempre acompañados de un run time: VBRUN300.DLL) con algunas pulsaciones del ratón. Tiene acceso a OLE 2, comunicación DDE y el API de Windows sin problemas. Sin embargo, no puede generar DDL .


Sus compatibilidad con antiguas versiones de BASIC es casi completa, aunque no acepta funciones como PRINT, INPUT o DATA, que no son tan necesarias. Visual Basic no es orientado a objetos, dado que los componentes carecen de

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

 MATEMATICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

103

herencia y polimorfismo, aunque no de encapsulamiento. Cuenta con todas las herramientas necesarias para crear aplicaciones robustas y pantallas de captura con facilidad.

Se incluye Crystal Reports para presentar reportes impresos y por pantalla de la base de datos, además del mago de las instalaciones, donde con unos sencillos pasos podrá crear rápidamente los discos de instalación necesarios para su aplicación, con una calidad igual a los programas de instalación promedio en Windows.

Visual Basic puede acceder a las siguientes bases de datos: Microsofts Access, FoxPro 2.0 y 2.5, DBASE III y IV, Paradox, Btrive y ODBC con acceso completa a SQL. De hecho proporciona un control llamado DATA con el cual se puede acceder a una base de datos con poco o nulo código.

Visual Basic está acompañado de un catálogo con más de 120 productos y controles de terceros y que van desde hojas de cálculo, hasta inteligencia artificial. Los precios oscilan entre \$30 y \$200 dólares.

Comparado con otros sistemas afines, los requerimientos de Visual Basic son realmente mínimos. En realidad Visual Basic combina sencillez y poder.

Una vez analizados estos lenguajes de programación y debido a las características del programa para la aplicación, se eligió Visual Basic ya que es el lenguaje que más se ajusta a lo que se necesita. De igual manera, los requerimientos de éste no son muchos y no es difícil la creación de la aplicación.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MA
MATEMATICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

104

Capítulo 4

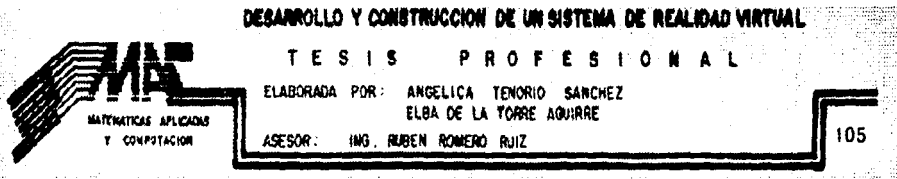
Planteamiento de una aplicación de la Realidad Virtual en la educación preescolar

Dentro de las áreas de aplicación de la Realidad Virtual estudiadas en el capítulo I, encontramos que en la actualidad en México uno de los campos que requiere de mayor explotación es la educación, ya que este tipo de tecnología es una alternativa que sirve como herramienta a los profesores de diversas materias para lograr una mayor comprensión y motivación de los conocimientos que deben adquirirse por parte de los alumnos. Desde la introducción de las computadoras en el ámbito educativo se han obtenido resultados favorables en lo que a aprendizaje se refiere.

La generación de software educativo permite elaborar productos que hace algunos años habrían resultado inconcebibles. Este proceso de cambio se debe a varios factores que incluyen el desarrollo de la electrónica, plasmado en la aparición de computadoras cada vez más poderosas y versátiles y a la utilización de técnicas de la ingeniería de software probadas con éxito en otros campos que incluyen el uso de nuevos lenguajes y herramientas sofisticadas de *graficación*, *sonido* e *integración* de programas.

La experiencia que se ha adquirido en el uso de la computadora como herramienta educativa, está comenzando a delinear las características deseables de los nuevos productos y los caminos por seguir para su diseño y construcción.

En la actualidad se puede observar que el software educativo existente se inclina hacia los ambientes gráficos donde el usuario interactúa directamente con la computadora. Por las características mismas de la Realidad Virtual es posible aplicar esta tecnología a la creación de este software.



"Entre los resultados más importantes de la pedagogía moderna, resalta el descubrimiento de la capacidad de la mente del niño para observar su entorno y experimentar con él, y de extraer de éste los conceptos y elementos necesarios para formarse una concepción correcta e integrada de ese entorno y de otros entornos posibles".¹

Entre más rico es un entorno en objetos, personajes y relaciones explícitas, más elaborado y completo será el proceso de aprendizaje. Contrasta este tipo de proceso con los que el niño se enfrenta en la escuela tradicional, en la que los conceptos se le enseñan en forma estructurada, siguiendo un orden preciso. En los modelos de aprendizaje no estructurado, se supone que el estudiante que opera en un entorno complejo, como se da en la naturaleza, es capaz de obtener el conocimiento y aprender a efectuar las operaciones que considera necesarias o interesantes. Este principio se está utilizando con éxito en la elaboración de algunos programas educativos.

Por lo anterior nuestra aplicación se desarrollará para el nivel preescolar. Sabemos que dentro de este nivel los niños aprenden las letras, los números, figuras geométricas, colores, tamaños, etc., pero también sabemos que existe software especializado para algunas de estas áreas, sin embargo, una de las más difíciles es el área de las matemáticas debido al alto nivel de abstracción que presenta. Por lo cual hemos decidido enfocar la aplicación hacia esa área. El campo que cubriremos dentro de las matemáticas será el referente a la noción de los números, debido a que la mayoría de los niños se encuentran con dificultades para comprender el significado del mismo.

A continuación se dará a conocer un panorama general sobre las matemáticas.

4.1 Breve Historia de la Matemática

"Sentido numérico básico. El ser humano, parece estar dotado de un sentido numérico primitivo. Podemos percibir fácilmente la diferencia entre un conjunto de un elemento y una colección de muchos elementos, o incluso entre una colección

¹ Arthur J. Baroody: El pensamiento matemático de los niños, Visor Distribuciones, Madrid 1988.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

106



pequeña y otra grande. Podemos ver si se añade o se quita algo de alguna colección. Esta percepción directa puede ser muy útil en determinadas circunstancias pero no en otras.


Métodos concretos de contar. Para llevar la cuenta del tiempo y de sus pertenencias, nuestros antepasados prehistóricos idearon métodos basados en la equivalencia y la correspondencia biunívoca. La equivalencia podía ofrecer un registro de los días transcurridos. De la misma manera, para llevar la cuenta de una colección de pieles animales, un cazador podía tallar una marca en un palo o en un hueso por cada piel añadida al montón. Este proceso de equivalencia crea una correspondencia biunívoca. Ni más ni menos que un elemento del conjunto de marcas por cada elemento del conjunto de pieles. Más adelante, para comprobar si todavía estaban todas las pieles, éstas podían emparejarse una a una con las marcas del palo para contar.

A medida que las sociedades cazadoras-recolectoras daban paso a comunidades sedentarias basadas en la agricultura y el comercio, llevar la cuenta del tiempo y las posesiones fue haciéndose cada vez más importante. En consecuencia, también fue en aumento la necesidad de métodos más precisos de numeración y medición basados en contar. Contar es la base sobre la que hemos edificado los sistemas numérico y aritmético, de papel tan esencial en nuestra civilización avanzada. A su vez, el desarrollo de contar está íntimamente ligado a nuestros diez dedos. Dantzig (1954 p.7) afirma:

A sus diez dedos articulados debe el hombre su éxito en el cálculo. Estos dedos le han enseñado a contar y, en consecuencia, a extender infinitamente el alcance del número. Sin este instrumento, la aptitud numérica del hombre no podría haber ido mucho más allá del sentido rudimentario del número. Y es razonable aventurar que, sin nuestros dedos, el desarrollo del número y, en consecuencia, el de las ciencias exactas a las que debemos nuestro progreso material e intelectual, se hubiera visto irremediablemente menguado.²

Contar con los dedos es lo que permite superar las limitaciones de nuestro sentido numérico natural. Donde los antropólogos no han encontrado señales del empleo de los dedos para contar, la percepción del número es muy limitada. Por ejemplo, en unos estudios realizados con aborígenes de Australia que no habían alcanzado la etapa de contar con los dedos sólo

² Lilian M. Logan y Virgil G. Logan, Estrategias para una enseñanza creativa, Didáctica, Barcelona 1980



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

107

se encontraron unos pocos que pudieran identificar el cuatro y ninguno que pudiera distinguir el siete. En este estado natural, no desarrollan conceptos básicos de la cantidad y la medida (Dasen, 1972; De Lemos, 1969).

Número abstracto. Es probable que contar fuera el medio por el que nuestra civilización desarrolló un concepto abstracto del número: un concepto que hace posible la matemática. Los dedos proporcionan modelos fácilmente alcanzables de colecciones de uno a diez objetos.

Durante un largo periodo de la historia, los términos para <<dos>>, <<tres>> y <<muchos>> sirvieron adecuadamente. A medida que fue creciendo la necesidad de una precisión mayor, contar se convirtió en un instrumento esencial. Contar coloca los nombres de las colecciones modelo en un orden y ofrece una alternativa conveniente a la equivalencia para asignar nombres numéricos. Podía hacerse una petición directamente con la palabra siete y cumplirse posteriormente contando siete objetos.

Conectar los dos aspectos del número. El número tiene dos funciones: nombrar y ordenar. El aspecto nominal o cardinal, trata de los elementos que contiene un conjunto dado. Nombrar un conjunto no requiere contar necesariamente. Por tanto, nombrar conjuntos sólo requiere colecciones modelo como los ojos para representar dos.

El aspecto de orden, u ordinal, del número, está relacionado con contar y se refiere a colocar colecciones en sucesión por orden de magnitud. Contar proporciona una secuencia ordenada de palabras (la serie numérica) que puede asignarse a colecciones cada vez mayores. Para contar una colección, una persona asigna sucesivamente términos de la serie numérica a cada elemento de la colección hasta que ha asignado un nombre a cada uno de los elementos. El número asignado a la colección especifica la magnitud relativa del conjunto.

Contar con los dedos puede enlazar los aspectos cardinal y ordinal del número. Para representar una colección como, por ejemplo, el número cardinal cuatro, una persona sólo tiene que levantar cuatro dedos simultáneamente. Para contar la misma colección, la persona levanta cuatro dedos en sucesión. Los resultados de contar son idénticos a los de levantar simultáneamente cuatro dedos (la representación cardinal). Por tanto, nuestros dedos son un medio para pasar sin esfuerzo de un aspecto del número a otro.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: AMELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

4.2 El aprendizaje de las Matemáticas

Las matemáticas son una forma de pensamiento que parece ser innata a los seres humanos. En mayor o menor grado, todos los hombres y mujeres han disfrutado de alguna manera realizar algún tipo de matemáticas.

Los niños pequeños cuentan y comparan lo que encuentran a su alrededor. Estimar las dimensiones de los objetos suele ser divertido y hasta emocionante, pero el pensamiento y las actividades de los niños no se quedan ahí ni en el uso de la habilidad de contar para hacer trueques y competencias; su inquietud los lleva más lejos, a crear modelos y abstracciones de lo que sucede a su alrededor.

Es triste reconocer, y esto es demasiado conocido, que las matemáticas son rechazadas socialmente, se les trata con respeto en muchos casos y abundan los que ni siquiera saben un ápice de matemáticas aunque, sean buenos participantes en los juegos de azar. Este rechazo es más un problema de desinformación y de actitudes prefabricadas que de incapacidad para entender y usar las matemáticas.

Esto se debe a que las fallas están ubicadas en el sistema educativo. Existen razones de peso para afirmar esto.

Probablemente, la más importante se ubica en los aspectos más generales y básicos de la educación y de la pedagogía y radica en la orientación del desarrollo intelectual del niño hacia la instrucción a costa del razonamiento lógico y la creatividad del pensamiento.

Así, en historia, el niño debe aprender de memoria fechas de batallas, de nacimientos y muerte de los grandes caudillos, y de formas de tratados cuyo significado no entiende y cuyas implicaciones son simplemente ignoradas.

En geografía hay que memorizar los nombres de ríos, de montañas y, sobre todo, de ciudades capitales de países remotos sin informarse sobre sus características.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR. ING. RUBEN ROMERO RUIZ

109



En Biología hay que aprender de memoria los nombres de las partes de las plantas, de las flores, de las células, de los animales y del hombre.

Aunque el aprendizaje de las matemáticas se reduce a memorizar, las cosas suelen no ir tan mal para los estudiantes, por aburrido que el proceso resulte. Sin embargo, cuando se empieza a requerir los primeros razonamientos, el desarrollo intelectual entra en crisis y la dificultad del estudiante para aprender las matemáticas no es sino la primera muestra de su incapacidad para razonar.

Esta deficiencia, que en buena parte de los casos se preserva en toda la etapa estudiantil y a veces durante toda la vida de algunos individuos, se mantiene incluso en estudiantes de matemáticas, de física o de ingeniería, quienes, se supone, son sometidos a una dosis considerable de temas y metodologías matemáticas.

Esta problemática puede resolverse mediante la reorientación de la filosofía educativa hacia los procesos de razonamiento, de la deducción, del pensamiento lógico y del desarrollo del pensamiento analítico y la capacidad de síntesis. En suma, toda una nueva forma de hacer educación que hoy está al alcance de los sistemas educativos, definiendo un reto tan preciso como amplio.

Si bien la problemática de la enseñanza y más aún del aprendizaje de las matemáticas refleja las deficiencias de todo el sistema educativo, también es cierto que la enseñanza misma de las matemáticas a través de los diferentes niveles educativos adolece de sus propias fallas.

En gran parte debido a las actitudes de los profesores y de los adultos en general, que no entienden ni el rol ni la esencia de las matemáticas, el estudiante encuentra justificaciones para hacer a un lado las matemáticas ante las primeras dificultades.

Por otra parte, siempre han existido, y se han transmitido de una generación a otra dos actitudes bastante nocivas y erróneas, aun cuando de lo que se trataba era de facilitar, e incluso hacer agradable, el desarrollo de las matemáticas. La primera de ellas consiste en disociar las matemáticas de todo lo que sucede alrededor del mundo, presentándolas entonces como algo que


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

110



nada tiene que ver con la realidad y que no sirve para nada. Toda vez que las matemáticas son una ciencia creada por el hombre para describir y explicar el universo.

La segunda actitud, tan importante como la primera, está en la pretensión de presentarnos a las matemáticas como un campo de conocimiento formal, sujeto a formalismos y más formalismos, dando la idea de que las matemáticas existieron siempre con su liturgia y excelencia.

Por fortuna, y para bien de la humanidad y de las matemáticas, las cosas no han sido así. Las matemáticas son el resultado de largos y emocionantes procesos de prueba y error, de partir de ideas equivocadas, de experimentar y tratar de resolver un problema varias veces antes de tener los primeros éxitos.

En más de una ocasión se han realizado esfuerzos por cambiar las formas, los procedimientos y los esquemas de la enseñanza de las matemáticas. No cabe duda de que se ha avanzado, sin embargo, las dificultades básicas subsisten.

Con la llegada de las computadoras en las escuelas, existe la posibilidad y quizás también la conveniencia de estudiar formas nuevas de aplicación a los procesos de aprendizaje de las matemáticas.

4.3 El conocimiento de los números en edad preescolar

Las primeras bases que el niño adquiere en matemáticas son las que aprende en su propio hogar con la ayuda de sus padres, son quienes enseñan al niño a utilizar sus dedos como un medio natural de pensamiento matemático. Principalmente los dedos son el medio a través del cual el niño tiene su primer encuentro con los números.

Los niños se sienten pronto intrigados por el significado de los números. Sin embargo, a menudo los padres son de la opinión que este interés por parte de un niño de 3 o 4 años de edad muestra un auténtico potencial matemático. El simple hecho de que el niño pueda decir de corrido 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 no significa que lo comprenda. Ni tampoco el niño pequeño comprende necesariamente los conceptos de número y cantidad porque pueda representar las palabras con gestos.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO BLIZ

111



Por otro lado, el niño que cuenta rápidamente 1-2-3-4-5-6 y hasta 100, normalmente sólo está haciendo una demostración de que tiene una memoria bastante buena, y en general, no comprende realmente lo que significan todos estos sonidos. Puede ser incluso que los memorice de tal manera que adquiera el hábito de contar siempre a partir de 1-2-3 para encontrar el número que va después del 23. Cuando las matemáticas se enseñan de forma que el niño descubra relaciones y estructuras, éste aprende desde el principio que los problemas matemáticos sólo funcionan si se piensa en ellos.

Representar supone hacer presente una cosa mediante un símbolo o signo. A toda representación subyace siempre una idea conceptual que se ha formado previamente y que le da sentido a la misma. Cuando una persona evoca algún objeto mediante una palabra que le denomine o mediante un dibujo, es porque ya posee una representación mental de dicho objeto.


En este sentido, podemos distinguir dos aspectos fundamentales en cualquier representación. Por una parte el "significado", que estaría constituido por el objeto mismo o idea que se quiere representar, y por otra, el "significante", es decir, la forma de representación (figura, palabra, gesto, etc.) a través de la cual se hace presente el "significado".

Cuando los preescolares copian las grafías numéricas que se les indica, no necesariamente están haciendo una representación puesto que para ellos estas grafías pueden no tener el mismo "significado" que para un adulto. "Algunas investigaciones sobre la representación gráfica del número muestran que, con frecuencia, los niños pequeños no se valen de las grafías convencionales cuando representan espontáneamente los conceptos numéricos, sino que utilizan sus propios recursos los cuales son mucho más significativos para ellos."³ Por ejemplo, para representar tres objetos, el niño podría recurrir espontáneamente a dibujar cada uno de ellos.

4.3.1 Nociones intuitivas de magnitud y equivalencia

A pesar de todo, el sentido numérico básico de los niños constituye la base del desarrollo matemático. Los preescolares parten de este sentido del número y desarrollan conocimientos intuitivos más sofisticados. Es a partir de la experiencia concreta de la percepción directa que los niños empiezan a comprender nociones como la magnitud relativa. Concretamente, se da una

³Educación matemática. Grupo Editorial Iberoamérica, Vol.3, No.2, Agosto 1991



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

112

diferencia evidente entre el 1 y colecciones mayores (Von Glaserfeld, 1982). Un niño por ejemplo puede tomar una pelota con una mano. Tomar dos pelotas requiere las dos manos o dos intentos sucesivos con la misma mano. Tres pelotas no se pueden tomar simultáneamente con las dos manos. Aunque estas diferencias pueden parecer triviales para un adulto, son de importancia fundamental para el niño pequeño que juega, y ofrece otra base concreta para distinguir y ordenar el uno, el dos y muchos.

La tarea de conservación de la cantidad demuestra de forma concluyente las limitaciones del conocimiento intuitivo de los niños. En primer lugar, se establece la igualdad de dos conjuntos por equivalencia. Si se forma un hilera de, digamos, 7 pelotas blancas y pide al niño que coloque la misma cantidad de pelotas azules. Se insta al niño a que haga corresponder una pelota azul a cada pelota blanca. Una vez establecida esta correspondencia biunívoca se pide al niño que confirme si las dos hileras tienen el mismo número de objetos. Puesto que la longitud proporciona una base precisa para apreciar las cantidades relativas, aun los niños de tres años de edad están de acuerdo en que ambas hileras tienen la misma cantidad.

A continuación se modifica el aspecto de uno de los conjuntos para ver si el niño continúa creyendo o no que los dos conjuntos tienen la misma cantidad. Mientras el niño observa, se alarga o se acorta una de las hileras, una vez modificada la longitud se vuelve a preguntar al niño si las dos hileras tienen la misma cantidad. Como la longitud ya no refleja fielmente la cantidad, los niños que se basan en el aspecto para juzgarla se equivocan. En realidad, los niños pequeños insisten en que la hilera más larga tienen más. Parecen estar convencidos de que los dos conjuntos de longitudes distintas no son equivalentes. Piaget⁴ (1965) denominó <<no conservación>> a este fenómeno porque el niño no conserva la relación de equivalencia inicial tras una transformación del aspecto. Es evidente que la comprensión intuitiva que tienen los niños de la magnitud y de la equivalencia es imprecisa.

4.4 Técnicas para contar

" En su mayor parte, la capacidad de contar se desarrolla jerárquicamente" (Klahr y Wallace, 1973). Con la práctica, las técnicas para contar se van haciendo más automáticas y su ejecución requiere menos atención. Cuando una técnica ya puede

⁴ Psicólogo suizo (Neuchâte, 1896 . Ginebra, 1980) Uno de los estudiosos más lúcidos de la psicología infantil evolutiva. Su aportación fundamental ha sido la investigación - desde una perspectiva biológica, lógica y psicológica - de la génesis y desarrollo de la inteligencia del niño.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL



T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR : ANGELICA TENORIO SANCHEZ

ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR : ING. RUBEN ROMERO RUIZ

ejecutarse con eficiencia, puede procesarse simultáneamente o integrarse con otras técnicas en la memoria de trabajo para formar una técnica aún más compleja. Consideremos qué se necesita para realizar la tarea aparentemente sencilla de determinar si un conjunto de nueve puntos es <<más>> o <<menos>> que otro de ocho. Realizar esta comparación entre magnitudes numéricas requiere la integración de cuatro técnicas.

En primer lugar, la técnica más básica es generar sistemáticamente los nombres de los números en el orden adecuado, lo que llamamos serie numérica oral. En los tres años de edad, los niños suelen empezar a contar un conjunto a partir de <<uno>> y al empezar kinder ya pueden usar la secuencia correcta para contar conjuntos de diez elementos como mínimo.

En segundo lugar, las palabras (etiquetas) de la secuencia numérica deben aplicarse una por una a cada objeto de un conjunto. La acción de contar objetos se denomina enumeración. La enumeración es una técnica complicada porque el niño debe coordinar la verbalización de la serie numérica con el señalamiento de cada elemento de una colección para crear una correspondencia biunívoca entre las palabras y los objetos. Como los niños de cinco años pueden generar correctamente la serie numérica y señalar una vez cada uno de los elementos de una colección, pueden coordinar con eficacia las dos técnicas para ejecutar el acto complejo de la enumeración (Al menos con conjuntos de hasta diez elementos).

En tercer lugar, para hacer una comparación, un niño necesita una manera conveniente de representar los elementos que contiene cada conjunto. Esto se consigue mediante la regla del valor cardinal: la última etiqueta numérica expresada durante el proceso de enumeración representa el número total de elementos en el conjunto.

En cuarto lugar, las tres técnicas acabadas de describir son indispensables para comprender que la posición en la secuencia define la magnitud.

4.4.1 Contar oralmente

Para la comprensión de la idea de número, de los sistemas numéricos y de las operaciones aritméticas, entre otros conceptos matemáticos, el conteo constituye un elemento fundamental.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MAC
MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

114

Serie numérica. Contar oralmente suele equipararse con " contar de memoria". Sin embargo, contar de memoria es una descripción menos adecuada de los posteriores intentos de contar. Con demasiada frecuencia, este término se emplea para indicar que los niños aprenden toda la serie numérica por memorización. Aunque la memorización desempeña un papel determinado, sobre todo durante las etapas iniciales, el aprendizaje regido por reglas tiene una importancia fundamental para ampliar esta serie.

Los errores que cometen los niños al contar son una buena señal de que existen reglas que subyacen a su cuenta oral, sobre todo de veinte para arriba.

Elaboración de la serie numérica. Con la experiencia, los niños aprenden a usar su representación mental de la serie numérica con más elaboración y flexibilidad. A medida que se van familiarizando más y más con la serie numérica correcta, los niños pueden citar automáticamente el número siguiente a un número dado.

Hacia los 4 o 5 años de edad, los niños ya no necesitan empezar desde el uno para responder de manera coherente y automática preguntas relativas a números seguidos, al menos hasta cerca del 28. Uno de los desarrollos que pueden producirse un poco más tarde es la capacidad de citar el número anterior. Cuando los niños captan las relaciones entre un número dado y el anterior, ya está preparado el terreno para contar regresivamente.

4.4.2 Numeración

Enumeración. Los niños deben aprender que contar objetos implica algo más que agitar un dedo señalando un conjunto o deslizarlo por encima de otro mientras pronuncian con rapidez la serie numérica. Aunque los niños pequeños aprenden con rapidez al menos la parte memorística de la serie numérica y no tienen problemas para señalar los objetos de uno en uno, coordinar estas dos técnicas para enumerar un conjunto no es una tarea fácil.

Regla del valor cardinal. Al principio, los niños pueden no darse cuenta de que la enumeración sirve para numerar. Cuando se les pide que cuenten un conjunto, los niños se limitan a enumerarlo y esperan que esto, en sí mismo, satisfará al adulto (cosa que ocurre a veces). Si se les pregunta cuantos objetos acaban de contar, vuelven a enumerar todos los objetos del



DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

conjunto. Como la enumeración se contempla como un fin en sí misma y no como un medio para llegar a un fin, los niños muy pequeños pueden no llegar a comprender el sentido de preguntas como ¿cuántos hay? ni preocuparse de recordar los resultados de lo que han contado.

Regla de la cuenta cardinal. La regla inversa a la del valor cardinal es la regla de la cuenta cardinal. Esta regla especifica que un término cardinal como <<cinco>> es la etiqueta asignada al último elemento cuando se enumera un conjunto de cinco objetos. Parece que los niños tienen que aprender que un término como cinco es al mismo tiempo el nombre de un conjunto y un número para contar. Consideremos el caso de un niño al que se da un conjunto de cinco canicas y se le dice "Aquí hay cinco canicas; pon cinco canicas en la taza." El niño que no aprecia la regla de la cuenta cardinal tiene que ponerse a contar las canicas a medida que las va soltando en la taza. Este niño no puede prever que la etiqueta cinco empleada para designar el conjunto es la misma que se debe aplicar al resultado de contar el conjunto. En cambio, el niño que da por sentada la regla de la cuenta cardinal se limita a colocar todo el conjunto en la taza sin contar.

Separación. Contar (separar) un número concreto de objetos es una técnica que empleamos a diario (por ejemplo, dame tres lápices). Sin embargo, no se trata de una tarea cognoscitiva sencilla porque implica: a) Observar y recordar el número de elementos solicitados; b) Etiquetar cada elemento separado con una etiqueta numérica, y c) Controlar y detener el proceso de separación. En otras palabras, se requiere almacenar el objetivo en la memoria de trabajo, un proceso de numeración y, al mismo tiempo, ir comparando los números del proceso de numeración con el número almacenado y detener este proceso cuando se llegan a igualar.

4.4.3 Comparación de magnitudes

Cuando tienen unos tres años de edad, los niños descubren que los términos para contar más altos se asocian a magnitudes superiores. Así se dan cuenta de que <<dos>> no sólo sigue a <<uno>> sino que también representa una cantidad mayor. Hacia los tres años y medio, los niños suelen apreciar que <<tres>> es mayor que <<dos>>. Partiendo de estos datos, los niños de cerca de cuatro años de edad parecen descubrir una regla general: el término numérico que viene después en la secuencia significa "más" que el término de un número anterior. En realidad, cuando la mayoría de los niños empieza a asistir al kínder ya pueden realizar con bastante precisión comparaciones entre números adyacentes hasta el cinco e incluso hasta el diez.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUJIZ

116



4.5 Desarrollo del Número

El punto de vista de los requisitos lógicos.

Los psicólogos ofrecen dos explicaciones distintas de la comprensión del significado de los nombres de los números y del acto de contar. Desde uno de estos puntos de vista, los niños, antes de llegar a tener "uso de razón" (hacia los siete años de edad), son incapaces de comprender el número y la aritmética. Algunos psicólogos han llegado a la conclusión de que la experiencia de contar tiene poco o nada que ver con el desarrollo de un concepto numérico. Por ejemplo, Piaget (1965) afirmaba que los niños aprenden a recitar la serie numérica y datos aritméticos a muy corta edad y que se trata de actos completamente verbales y sin significado. Ni siquiera la numeración garantiza una comprensión del número. Desde este punto de vista, el desarrollo de un concepto de número y de una manera significativa de contar depende de la evolución del pensamiento lógico.

De la misma manera, Piaget consideraba que el número es la unión de conceptos de seriación y de clasificación. Por ejemplo, enumerar un conjunto implica tratar todos sus elementos como miembros de la misma clase y al mismo tiempo diferenciar dentro del conjunto el primer elemento, el segundo, etc. Además, los números forman un orden y constituyen una jerarquía de clases. En resumen, Piaget afirmaba que el número no puede entenderse en términos de un único concepto lógico sino que constituye una síntesis única de conceptos lógicos.

Para Piaget (1965), el desarrollo de la comprensión del número y de una manera significativa de contar está ligada a la aparición de un estadio más avanzado del pensamiento. Los requisitos lógicos del número (conceptos de seriación, clasificación y correspondencia biunívoca) aparecen con el "estadio operacional" del desarrollo mental. Los niños que no han llegado al estadio operacional no pueden comprender el número ni contar significativamente, mientras que los niños que han llegado a él sí pueden hacerlo. Por tanto, el número es un concepto de "todo o nada".

Piaget (1965) afirmaba que la conservación de la cantidad tenía una importancia extraordinaria porque señalaba la llegada al estadio operacional, es decir: la adquisición del pensamiento lógico; la comprensión de las clases, las relaciones y las correspondencias biunívocas; un verdadero concepto del número; y una manera significativa de contar.


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

117



El punto de vista basado en contar.


Un punto de vista alternativo considera que la dificultad de la tarea de conservación es el resultado de un conocimiento incompleto de cómo se debe contar y no de una completa incapacidad para pensar lógicamente. Algunos psicólogos han llegado a la conclusión de que contar es esencial para el desarrollo de la comprensión del número por parte del niño. El número no se considera un concepto tipo "todo o nada" que es posible gracias a un cambio general en la manera de pensar de los niños (una nueva etapa de desarrollo mental). En cambio, el modelo que basa su explicación en la manera de contar aduce que la comprensión del número evoluciona lentamente como resultado directo de las experiencias de contar.

Desde ese punto de vista, los conceptos numéricos y contar significativamente se desarrollan de manera gradual, paso a paso y son el resultado de aplicar técnicas para contar y conceptos de una sofisticación cada vez mayor. Al principio, los preescolares suelen aprender a emplear los números de una manera mecánica para descubrir o construir gradualmente significados cada vez más profundos del número y de contar. A medida que aumenta su comprensión del número y de contar, los niños aplican el número y los procedimientos para contar de una manera cada vez más sofisticada. A su vez, esta creciente sofisticación desemboca en una comprensión mayor, etc. En el fondo, el desarrollo de técnicas y conceptos está entrelazado y, de hecho, durante los últimos años algunos Piagetianos han llegado a la conclusión de que un análisis del desarrollo del número sería psicológicamente incompleto si no tuviera en cuenta la contribución de las actividades de contar.

4.6 Aspectos generales de la aplicación

En la era anterior a la de las matemáticas modernas, la repetición, los ejercicios y la memorización caracterizaban al programa de educación. Hoy en día, se anima al niño a que vea las matemáticas como un estudio imaginativo y creativo de estructuras y sistemas.

Las matemáticas son una asignatura que depende enormemente de la actitud del alumno, la cual está condicionada por sus primeras experiencias con la aritmética y las matemáticas.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

118

Quando un maestro siente entusiasmo por las matemáticas, produce año tras año matemáticos entusiastas y activos. Los alumnos están convencidos de que la aritmética es algo emocionante, algo con lo que pueden experimentar y pensar a medida que descubren las estructuras y las relaciones. Estos maestros están convencidos de que⁵:

El niño debe divertirse con las matemáticas y jugar con las ideas.

Debe introducirse al niño en los conceptos matemáticos a través de situaciones y materiales informales, gráficos o concretos.

El niño debe trabajar con las matemáticas en un medio en el que se empleen leyes científicas sencillas.

El niño a través de procesos de manipulación, descubrimiento y experimentación, debe adquirir todos los conocimientos y comprensión de la aritmética, álgebra, geometría y, quizás de otros temas matemáticos apropiados a su nivel de desarrollo.

"Debido a estos aspectos de creatividad y a la forma en que los niños perciben el conocimiento numérico, se podría formular lo siguiente: ¿Puede un niño que no haya contado nunca objetos reales llegar a la noción abstracta de número?"⁶ El juego es la forma natural de aprender del niño. A través de los juegos aprende a captar las ideas matemáticas de una manera interesante y adecuada.

Tomando en cuenta las necesidades del niño y añadiendo todos los elementos antes mencionados, nuestra idea es crear una aplicación que sea útil para el maestro como para el alumno en el área de las matemáticas específicamente en la noción de los números.

Los aspectos a considerar para la creación de esta aplicación son:

1.-Utilizar en la aplicación el medio más natural para expresar ideas matemáticas: la mano.

⁵Sawyer, W.A., Observation on the teaching of Mathematics, Teacher Education, College of Education, Universidad de Toronto, Toronto, primavera de 1969.

⁶Winson, L.I., The Study of Mathematics, New Foundland Teacher Association Journal, 61: 28, diciembre de 1969.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ


119

2.-Utilizar elementos que permitan al niño asociar el concepto de número con objetos o cosas ; todo esto a través de un ambiente gráfico e interactivo.

3.-Relacionar los dos anteriores de tal manera que el resultado sea un software atractivo para el uso de los infantes sin que éste sea tedioso y que sirva como una herramienta de apoyo a la enseñanza de las matemáticas a nivel preescolar.

Conclusión

Desarrollaremos una aplicación utilizando elementos de Realidad Virtual en la que el niño interactúe directamente con la computadora, esta aplicación estará orientada específicamente a que el niño aprenda a relacionar el concepto de número con objetos reales. Para hacer posible esto, se tomarán en cuenta los tres aspectos mencionados anteriormente.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

120

Capítulo 5

Construcción de la Aplicación Específica

5.1 Diseño del Sistema

5.1.1 Descripción

Como mencionamos en el capítulo anterior, la aplicación estará orientada hacia niños en edad preescolar (3 a 5 años) por lo que el sistema deberá ser presentado en una forma fácil y atractiva de manera que despierte el interés del niño. Como los ambientes más atractivos para los infantes son aquéllos que manejan los gráficos hechos por computadora, la aplicación se desarrollará totalmente en este ambiente.

El sistema presentará gráficos conocidos por los niños, tales como coches, ratones, velitas, etc, etc. De tal manera que pueda identificarlos y asociarlos con el concepto de número.

El sistema deberá ser capaz de permitir la interacción del niño con la computadora. Para esto, se construirá en pantalla una mano que simule la del niño y que sea capaz de representar el número que el niño indique con sus dedos, esta mano deberá permanecer siempre en la pantalla, presentando los cambios realizados por el niño. Estos cambios deberán obedecer a la representación de los números. Para lograr esta interacción se necesitará construir un dispositivo de entrada tal como un simulador de guante que permita manipular y controlar la actividad del programa, todo esto mediante pulsos eléctricos enviados por el puerto paralelo de la computadora.

5.1.2 Funcionamiento del Sistema

El sistema funcionará de la siguiente manera:

La mano del niño enviará señales a la computadora a través del dispositivo. Dependiendo de la señal, se llevará a cabo el movimiento de los dedos en la mano de la pantalla, es decir, si el niño hace el siguiente movimiento en la cual representa al número cinco

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MAE
MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

121

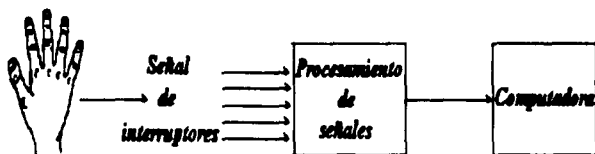


en la computadora estará representado ese movimiento y al mismo tiempo aparecerá un objeto u objetos (dependiendo del número) y la representación del número 5. Este procedimiento será el mismo para cada uno de los cinco dedos de la mano.

Para salir del sistema bastará con apagar el circuito y salir de la aplicación.

5.2 Diseño de Hardware

Si bien se tenía contemplado la creación de un guante, esto no fue posible, debido a que para su creación se necesita una tecnología más compleja de dispositivos difíciles de conseguir comercialmente como sensores de movimiento y de posición al igual que conocimientos de electrónica más avanzados y contar con más recursos económicos, desafortunadamente, estos factores nos obligaron a crear un dispositivo que de cierta forma simulara la función del guante aunque de una forma más sencilla. Entonces se procedió a la elaboración de un circuito que tuviera interruptores que simularan los dedos de la mano y que permitiera informar a la computadora, el número que se estaba representando. De esta forma, la información enviada a la computadora sería de acuerdo al número de interruptores que se oprimieran. El siguiente diagrama muestra de una manera sencilla lo que se necesitaba llevar a cabo.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO JUJZ

MAC
MATEMÁTICAS APLICADAS
Y COMPUTACIÓN

122

Para poder hacer que el sistema fuera interactivo, se tenía que investigar de que manera se podía enviar información directamente a la computadora sin necesidad del teclado o un ratón. Se encontró que el envío de la información a través del puerto serial podría dar buen resultado, sin embargo, al investigar lo referente al circuito que teníamos que construir, se necesitaba también realizar el protocolo de comunicaciones además de considerar las especificaciones eléctricas del puerto de manera que no se dañara. La construcción de tal protocolo no se encontraba a nuestro alcance debido a los conocimientos de electrónica que teníamos, debido a esto, investigamos acerca del puerto paralelo y encontramos que también se podía leer información a través de este puerto por cinco de sus líneas de comunicación con la computadora, las cuales nos permitirían conectar la salida del circuito a la computadora. (Apéndice A)

Por otra parte, se investigó en las alternativas de solución para la realización del circuito o interfase lógica externa y se encontró que el circuito lógico se podría realizar usando las siguientes opciones:

- ◆ Relevadores
- ◆ Circuitos lógicos
- ◆ Microprocesadores

Los relevadores se descartaron por ser una tecnología obsoleta, en el caso del microprocesador se descartó, por los recursos y conocimientos necesarios para realizar una aplicación con esta tecnología, es decir, se necesitan conocimientos de electrónica, conocimientos de programación en lenguaje máquina o ensamblador, memorias para almacenar la información o programa, etc., lo cual también es más costoso que realizarlo con circuitos lógicos.

Los circuitos lógicos utilizan la lógica digital o binaria. De acuerdo a la tabla de verdad (que se verá más adelante), las variables que se necesitan son cinco de entrada y tres de salida, lo cual es un número aceptable para hacer una solución a través de circuitos lógicos por lo que sin lugar a dudas es la mejor alternativa para desarrollar el circuito lógico.

Una vez que se eligió la alternativa de usar circuitos lógicos, se investigó acerca de lógica digital que es a través de la cual funcionan estos. Se debe aclarar que la complejidad que puede tener un circuito de 5 variables es considerable y esto lo podemos observar de acuerdo a la siguiente tabla:

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



<i>Número de variables</i>	<i>Número de combinaciones de entrada 2^n</i>	<i>Número de combinaciones de salidas $2^{(2^n)}$</i>
5	32	4,294,967,296

Primeramente se tuvo que hacer la tabla de verdad, la cual simplemente es la información (en forma binaria) que tendremos en la entrada del circuito incluyendo todas las combinaciones posibles y la información de salida que son los datos que queremos obtener del circuito. Después se utilizaron Mapas de Karnaugh para reducir las expresiones lógicas de cada variable a su mínima expresión, estas expresiones son la solución lógica del circuito de acuerdo a la tabla de verdad inicial.

De acuerdo a la relación que existe entre el Algebra de Conjuntos y el Algebra Booleana y al desarrollo tecnológico de circuitos integrados que contienen varios operadores lógicos en uno solo, estas expresiones se pueden convertir a circuitos electrónicos que realicen la función lógica de la expresión original.

En la actualidad existen circuitos lógicos que realizan los operadores lógicos más comunes: NOT, AND, OR, NAND, NOR, etc. A continuación se explicará la construcción del circuito que permita la comunicación con la computadora a través del puerto paralelo.

Para poder crear el circuito lógico con el cual se realizara el dispositivo de entrada a la computadora es necesario hacer referencia al Algebra Booleana y a todos los elementos que se requieren para la creación del mismo, al igual que el funcionamiento de compuertas lógicas

5.2.1 Lógica Digital

Dentro de los sistemas digitales podemos encontrar variables que sólo pueden tomar 2 valores: 1 ó 0, es decir, prendido o apagado, estos valores recibe el nombre de valores binarios y se aplican en los circuitos digitales. George Boole¹ crea el álgebra

¹George Boole (1815-1864) matemático inglés que creó un álgebra simbólica con dos operaciones binarias, una operación unaria y de dos elementos

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



Booleana y en el año de 1938 Shannon² la introduce como "Álgebra de Interruptores", en la cual se demuestra que las propiedades de los circuitos eléctricos con interruptores pueden representarse con esta álgebra adquiriendo así su máxima aplicación.

Una de las principales aplicaciones del álgebra Booleana es en la ingeniería de computadoras, únicamente que se manifiesta como circuitos eléctricos. Los circuitos lógicos pueden visualizarse como máquinas que contienen uno o más dispositivos de entrada donde las entradas toman 0 y 1, y exactamente una salida de 0 ó 1. Dichos circuitos se construyen a partir de ciertos componentes elementales llamados compuertas lógicas que a su vez tienen sus propias tablas de verdad. A continuación se muestran las tablas de verdad de dichas compuertas

Compuerta OR

Entradas		Salida
A	B	A+B
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Compuerta AND

Entradas		Salida
A	B	A·B
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

²Claude Shannon (Estadounidense) emplea la lógica binaria para simplificar circuitos con relevadores e interruptores.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ

ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

Compuerta NOT

Entrada	Salida
A	A'
1	0
0	1

La compuerta NOT, también llamada inversor puede tener una sola entrada. El valor de la Salida es el opuesto al de entrada

Compuerta OR Exclusiva

Entradas	Salida	
A	B	$A+B$
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	0

En esta compuerta los elementos están en A o en B y no en ambos

Debido a que los circuitos lógicos están formados por compuertas lógicas, satisfacen las mismas leyes de las proposiciones y así forman un álgebra Booleana. Una expresión booleana puede ser representada algebraicamente, con tablas de verdad, por medio de circuitos lógicos, con diagramas de Venn-Euler o circuitos electrónicos y puede ser simplificada por Álgebra, Mapas de Karnaugh y el Método numérico de Quin Mc Cluskey.

5.2.2 Diseño del Circuito

Lo que inicialmente se hizo fue elaborar la tabla de verdad que nos condujera a obtener las salidas que requeríamos del circuito, en ella tomamos en cuenta las combinaciones que se podrían hacer con los cinco dedos o variables al representar cada

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

126

número, lo cual está indicado por las entradas y en salida queremos obtener el número en binario que dicha representación tendría usando tres dígitos. La tabla es la siguiente:

Entradas					Salidas (Número binario)		
A	B	C	D	E	X	Y	Z
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	1	1	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1	0
0	0	1	1	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	0	1	0
0	1	1	0	1	0	1	1
0	1	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	1	0	1	1
1	0	1	0	0	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	0	0	1	1
1	0	1	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	1	0	1	1
1	1	1	1	0	0	1	1
1	1	1	1	1	1	0	0



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGÉLICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0
1	1	1	1	1

1	0	0
0	1	1
1	0	0
1	0	0
1	0	1

Las entradas como las salidas se dan en ceros y unos debido a que la lógica digital trabaja de esta manera, es decir, en las entradas, un uno indica que se ha oprimido un interruptor, ya sea A, B, C, D o E, las salidas se obtienen de la siguiente manera, debido a que el dispositivo tiene que indicarle a la computadora que número de interruptores se oprimen, al oprimir un interruptor, la salida será el 1 en binario, representado en tres dígitos, es decir, la salida será: 001, al oprimir dos interruptores, la salida será el número dos en binario, es decir, 010 y así con cada uno de los cinco números.

Después de observar la tabla, se decidió a obtener las expresiones reducidas para las variables "X" y "Y" por el método de mapas de Karnaugh y para la variable "Z" directamente de la tabla de verdad como se verá más adelante.

Solución para "X"

Primeramente se obtuvo la expresión inicial de la variable X:

$$\bar{A}BCDE + A\bar{B}CDE + AB\bar{C}DE + ABC\bar{D}E + ABCDE + ABCD\bar{E}$$

Esta expresión se simplificó por medio de mapas de Karnaugh:

00	01	11	10	AB/CD
				00
				01
		1		11
				10
\bar{E}				

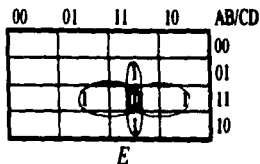
DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUJIZ





De los cuales se obtiene la siguiente expresión :

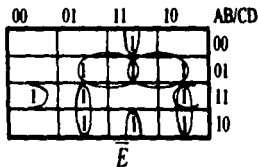
$$X = ABCD + BCDE + ACDE + ABDE + ABCE$$


Solución para "Y"

Primeramente se obtuvo la expresión inicial de la variable Y:

$$Y = \overline{ABCDE} + \overline{ABCDE} + \overline{ABCDE} + \overline{ABCDE} + \overline{ABCDE} + \overline{ABCDE} + \overline{ABCDE} + \overline{ABCDE} + \overline{ABCDE} + \overline{ABCDE} + \overline{ABCDE} + \overline{ABCDE} + \overline{ABCDE} + \overline{ABCDE} + \overline{ABCDE} + \overline{ABCDE}$$

Esta expresión también se simplificó por medio de mapas de Karnaugh:





DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANBELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUJZ

129

	00	01	11	10	AB/CD
00		1		1	
01				1	
11			1		
10	1	1		1	

E

Considerando ambos mapas de Karnaugh por separado nos dan como implicantes primos los siguientes productos:

\overline{BCDE}	\overline{ACDE}
\overline{ABCE}	\overline{ABCE}
$AB\overline{DE}$	\overline{ABDE}
\overline{ACDE}	\overline{ACDE}
\overline{BCDE}	\overline{ABCE}
\overline{ABCE}	\overline{ABDE}

Al considerar los mapas que los relacionan en conjunto, aparecen otros implicantes

	00	01	11	10	AB/CD
00			1		
01		1	1	1	
11	1	1		1	
10		1	1	1	

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ

ELBA DE LA TORRE AQUINRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



00	01	11	10	AB/CD
	1	1	1	00
1	1		1	01
1				11
1	1		1	10

Los implicantes son:

$$\overline{A}BCD$$

$$\overline{A}BC\overline{D}$$

$$\overline{A}B\overline{C}D$$

$$A\overline{B}CD$$

$$\overline{A}BCD$$

$$\overline{A}B\overline{C}D$$

Para saber que implicantes utilizar procedemos a la elaboración de una tabla de implicantes que tiene por renglones los implicantes y por columnas los minterminos, de donde se seleccionó el conjunto mínimo de implicantes que comprenda a todos los minterminos, los implicantes son:

$$3 \quad \overline{A}BCDE \quad 17 \quad \overline{A}BC\overline{D}E$$

$$5 \quad \overline{A}BC\overline{D}\overline{E} \quad 18 \quad \overline{A}BCDE$$



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

6	\overline{ABCDE}	19	\overline{ABCDE}
7	\overline{ABCDE}	20	\overline{ABCDE}
9	\overline{ABCDE}	21	\overline{ABCDE}
10	\overline{ABCDE}	22	\overline{ABCDE}
11	\overline{ABCDE}	24	\overline{ABCDE}
12	\overline{ABCDE}	25	\overline{ABCDE}
13	\overline{ABCDE}	26	\overline{ABCDE}
14	\overline{ABCDE}	28	\overline{ABCDE}

Y la tabla de implicantes es la siguiente:



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUJZ

132

Al evaluar el peso de cada columna encontramos que hay 5 implicantes primos esenciales, que son: \overline{ACDE} , \overline{ABCE} , \overline{ABDE} , \overline{ABCE} , \overline{ABDE} , los cuales forzosamente deben aparecer en la solución.

Los implicantes marcados con el símbolo + son los seis implicantes más que deben estar en la expresión final por ser parte de la solución.

Por lo que la expresión es:

$$Y = \overline{BCDE} + \overline{ABCE} + \overline{ABDE} + \overline{BCDE} + \overline{ABCE} + \overline{ACDE} + \overline{ABCE} + \overline{ABDE} + \overline{ACDE} + \overline{ABCD} + \overline{ABC\overline{D}}$$

La cual podemos simplificar de la siguiente manera:

$$Y = \overline{DE}(\overline{BC} + \overline{BC}) + \overline{CE}(\overline{AB} + \overline{AB}) + \overline{ABCE} + \overline{BD}(\overline{AE} + \overline{AE}) + \overline{CE}(\overline{AD} + \overline{AD}) + \overline{AB}(\overline{CD} + \overline{CD})$$

$$Y = \overline{DE}(\overline{BC} + \overline{BC}) + \overline{ABCE} + \overline{BC}(\overline{AE} + \overline{AE}) + \overline{BD}(\overline{AE} + \overline{AE}) + \overline{CE}(\overline{AD} + \overline{AD}) + \overline{AB}(\overline{CD} + \overline{CD})$$

$$Y = \overline{DE}(\overline{BC} + \overline{BC}) + \overline{BC}(\overline{AE} + \overline{AE}) + \overline{BD}(\overline{AE} + \overline{AE}) + \overline{CE}(\overline{AD} + \overline{AD}) + \overline{AB}(\overline{CD} + \overline{CD}) + \overline{ABCE}$$

$$Y = \overline{DE}(B \oplus C) + \overline{BC}(A \oplus E) + \overline{BD}(A \oplus E) + \overline{CE}(A \oplus D) + \overline{AB}(C \oplus D) + \overline{ABCE}$$

$$Y = (A \oplus E)(\overline{BC} + \overline{BD}) + \overline{DE}(B \oplus C) + \overline{CE}(A \oplus D) + \overline{AB}(C \oplus D) + \overline{ABCE}$$

La expresión final de Y es la siguiente:


$$Y = (A \oplus E)(\overline{BC} + \overline{BD}) + \overline{DE}(B \oplus C) + \overline{CE}(A \oplus D) + \overline{AB}(C \oplus D) + \overline{ABCE}$$

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



134

Solución para "Z"

La expresión inicial de Z es:

$$\begin{aligned} &\overline{ABCDE} + \overline{ABC}DE + \overline{ABC}D\overline{E} + \overline{ABC}DE + \overline{ABC}DE + \overline{ABC}DE \\ &ABCDE + \overline{ABC}D\overline{E} + \overline{ABC}D\overline{E} + \overline{ABC}D\overline{E} + \overline{ABC}D\overline{E} + \overline{ABC}D\overline{E} + \\ &\overline{ABC}D\overline{E} + \overline{ABC}D\overline{E} + \overline{ABC}D\overline{E} + \overline{ABC}D\overline{E} \end{aligned}$$

Al observar la tabla inicial se puede llegar a la siguiente conclusión, la cual es de gran utilidad

$Z = E$ si $A B C D E$ son pares

$Z = \overline{E}$ si $A B C D E$ son impares

En circuitos lógicos existe una compuerta u operador lógico que cumple con esta propiedad, el operador es la "O" exclusiva por lo tanto su expresión sería:

00	01	11	10	AB/CD
1		1		00
	1		1	01
1*		1*		11
	1		1	10

E

Tomando en cuenta esta observación, tenemos que la expresión final de Z es:

$$Z = A \oplus B \oplus C \oplus D$$



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

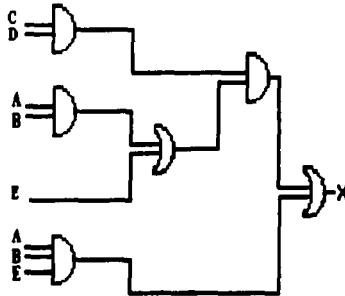
Por lo que las expresiones finales de X, Y y Z son:

$$X = ABCD + BCDE + ACDE + ABDE + ABCE$$

$$Y = (A \oplus E)(\overline{BC} + B\overline{D}) + D\overline{E}(B \oplus C) + \overline{C}E(A \oplus D) + A\overline{B}(C \oplus D) + \overline{A}BC\overline{E}$$

$$Z = \overline{A \oplus B \oplus C \oplus D}$$

Una vez obtenidas las expresiones lógicas simplificadas de X, Y y Z, se procedió a elaborar el diagrama del circuito lógico de cada una de las expresiones.



Circuito lógico de "X"

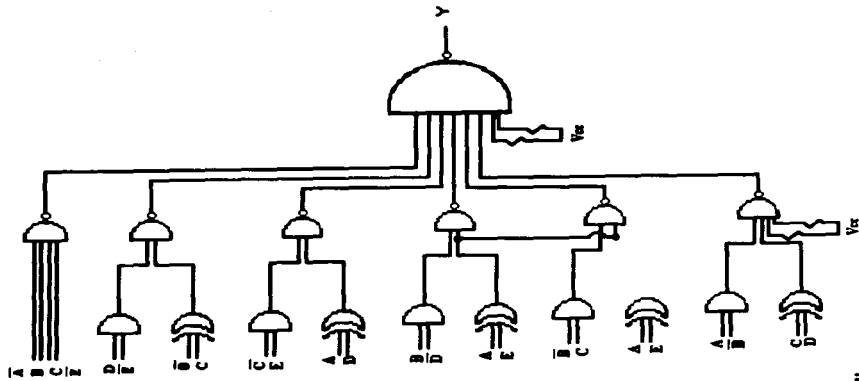


DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUJZ



Circuito lógico de "Y"

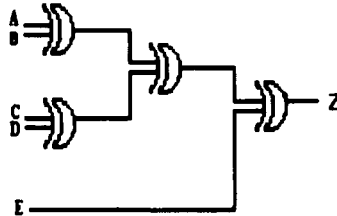
..... SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL



TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANABELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ



Circuito lógico de "Z"

5.2.3 Construcción del Circuito

Teniendo los diagramas lógicos de las expresiones simplificadas de X, Y y Z, se buscaron los circuitos integrados que nos ayudarán a su construcción.

Se encontró que el tipo de circuitos que se necesitaban eran los circuitos TTL, debido a las características que presentan (Apéndice B), además de que el voltaje que necesitaban era compatible con el voltaje que podía recibir la computadora a través del puerto paralelo, por otra parte, se tuvo que investigar acerca de los diferentes circuitos, ya que se necesitaban cierta cantidad de compuertas AND, OR, NOT y OR exclusiva, en el diagrama del circuito final (que se muestra más adelante) podemos observar la matrícula o número que identifica a los circuitos.

La conexión se hizo de acuerdo a las entradas y salidas de cada uno de los IC que se usaron, las cuales vienen especificadas en cualquier manual en donde aparezca la descripción de estos circuitos.


Una vez analizados los circuitos que se utilizarían, se procedió a armar el circuito en conjunto, primeramente se hizo sobre una tarjeta llamada protoboard para comprobar el diseño, se incluyeron 3 LED's que encenderían de acuerdo al número

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUJIZ




138

que el usuario oprimiera, una vez que se comprobó el funcionamiento del circuito, se procedió a su elaboración final en una tarjeta de circuito con los componentes soldados para evitar falsos contactos, el circuito es alimentado por 4 pilas que en conjunto hacen un voltaje de 4.5 volts. Además, para su conexión se tomaron en cuenta consideraciones eléctricas propias de los circuitos TTL (Apéndice B).

Para conectar el circuito lógico se utilizó un cable de características eléctricas apropiadas para la interfase paralela con la configuración de pines adecuada, es decir, las variables X, Y y Z se conectaron a los pines 10, 11 y 12 respectivamente.

Los interruptores que se usaron se denominan interruptores normalmente cerrados, es decir, mientras no se opriman, mandan una señal de 0 y al oprimirse mandan un 1.

A continuación se muestra el diagrama del circuito final.



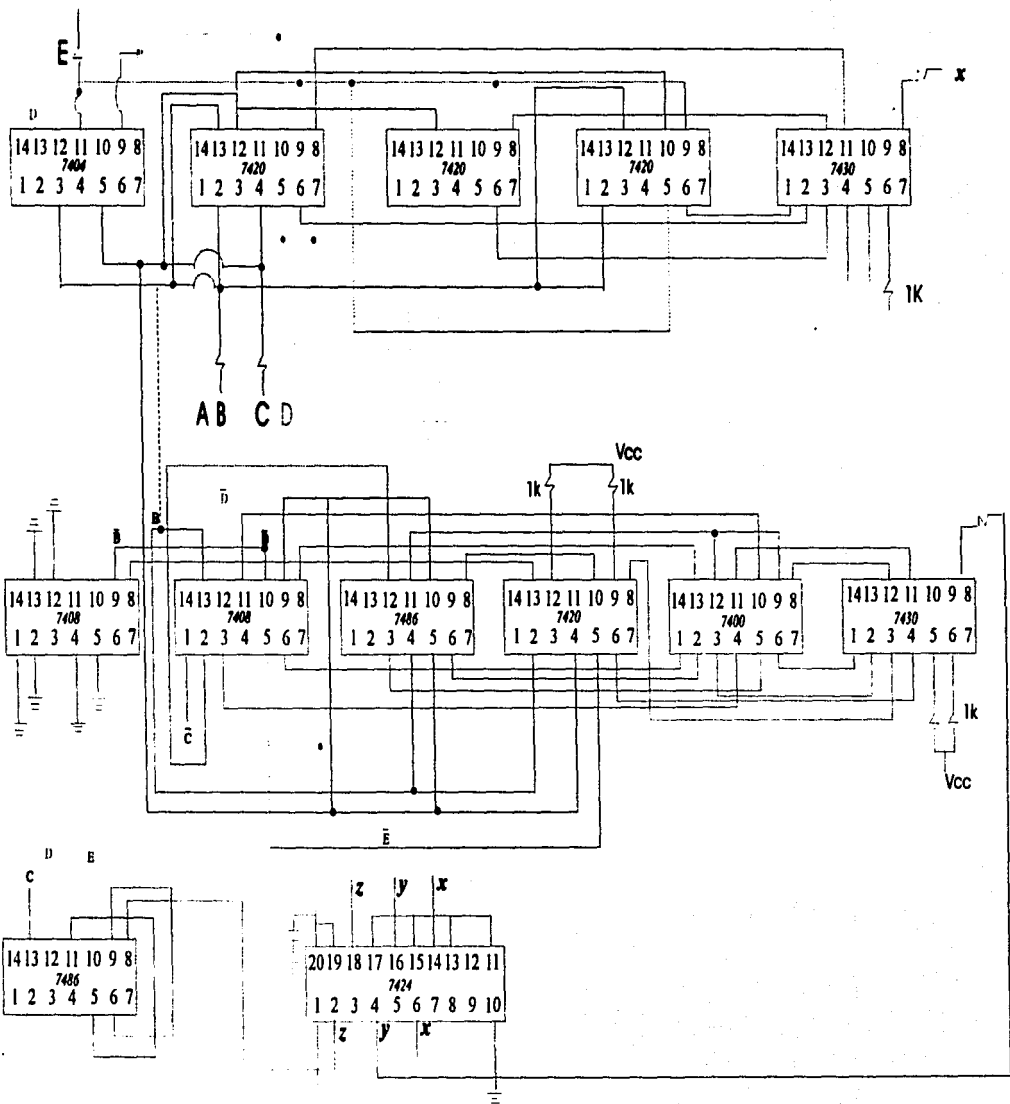
DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUJZ

139



5.2.3.1 Funcionamiento del Circuito

Por medio de los interruptores se mandan las señales de entrada al circuito que dependen del número de interruptores que se oprimen. Se pueden hacer 32 combinaciones de las entradas, las cuales se especificaron en la tabla inicial. De esto depende la salida que tendrá el circuito hacia la computadora a través del cable paralelo para llegar al puerto , en donde se almacenará la información en el byte de status del mismo.

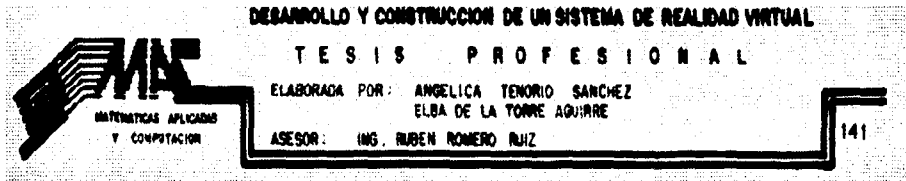
Una vez que la información se encuentra en el byte de status, el programa recoge dicha información y la procesa para saber a qué número corresponde.

5.3 Diseño de Software

Debido a que el ambiente que se necesita es uno que facilite el ambiente de gráficos, el programa se realizó en Visual Basic cuyas características y ventajas fueron explicadas en el capítulo 3. Visual Basic trabaja por medio de formas, las cuales permiten programar en ellas con los objetos que uno desee.

Para cada número se pensó en dibujos que fueran fáciles de reconocer por los niños y a cada uno de ellos se le dio animación de manera que no fuera un dibujo estático y de esta forma pudiera llamar la atención del niño con más facilidad. Cada pantalla contiene colores y la representación del número, el cual cambia de color constantemente, también se pensó en la presentación que de alguna manera fuera llena de movimiento y color.

A través de Visual Basic es fácil acceder al puerto serial, sin embargo, como lo mencionamos anteriormente, la información que recibiría la computadora sería por el puerto paralelo. Investigamos si de alguna manera a través de Visual Basic podría leerse la información del puerto paralelo, sin embargo no existe aún algún control para tal fin. Entonces se procedió a investigar en qué lenguaje se podría hacer dicho programa y de qué manera podía ser llamado desde Visual Basic. Primeramente encontramos que se podía construir una DDL (Dynamic Link Library), la cual permite funcionar con Windows de una manera más accesible, sin embargo, su realización no es tan fácil y sobre todo debido a que se tenía que acceder al puerto paralelo. Las DDL pueden ser construidas en lenguaje C o Pascal y el acceso al puerto hubiera sido a través de la interrupción 17h y para tal fin se necesitaban algunas instrucciones en ensamblador. Entonces se encontró que en el lenguaje C existían instrucciones que



permitían obtener el status del byte de la computadora y este programa podía hacerse ejecutable, es decir, con extensión .EXE y ser llamado por Visual Basic. El programa de interfase se hizo en Turbo C++ y proporciona el status del byte del puerto paralelo.

Una vez que se tuvo la interfase, se procedió a hacer pruebas con el circuito y se observó qué valores regresaba el byte de status del puerto paralelo cada vez que se oprimían los interruptores, el resultado fue el siguiente:

Al oprimir un interruptor, el byte de status del puerto es el siguiente:

7	6	5	4	3	2	1	0	No. de bit
1	1	1						

Al oprimir dos interruptores:

7	6	5	4	3	2	1	0	No. de bit
	1							

Al oprimir tres interruptores:

7	6	5	4	3	2	1	0	No. de bit
	1	1						



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

142

Al oprimir cuatro interruptores:

7	6	5	4	3	2	1	0	No. de bit
1								

Al oprimir cinco interruptores:

7	6	5	4	3	2	1	0	No. de bit
1		1						

Cuando el circuito está apagado:

7	6	5	4	3	2	1	0	No. de bit
		1						

Cuando no se oprime ningún interruptor:

7	6	5	4	3	2	1	0	No. de bit
1	1							

Ya que se observó el estado del byte del puerto paralelo, se procedió a escribir estos resultados en un archivo con extensión .DAT, de manera que cada vez que se ejecutara el programa, Visual Basic leyera este archivo y de esta manera pudiera desplegar la pantalla correspondiente al número de interruptores que se oprimieran.

De esta forma, se pudo hacer la interfase entre el hardware y el software de la aplicación.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MAE
INGENIERIA APLICADA
Y COMPUTACION

143

Capítulo 6

Implantación y Pruebas del Sistema de Realidad Virtual

Al terminar la construcción del software y del hardware se llevan a cabo las primeras pruebas de funcionamiento, con el siguiente equipo de cómputo:

- ◆ Computadora con procesador 386
- ◆ 4 MB en RAM
- ◆ Espacio en disco duro al menos 2 MB
- ◆ Puerto paralelo LPT1
- ◆ Mouse Serial
- ◆ Windows 3.1
- ◆ MS-DOS 5.0

Por tanto se considera que son los requerimientos mínimos para el funcionamiento del sistema.

6.1 Pruebas iniciales

Una vez que se tiene el sistema en la computadora, se conecta el prototipo de guante al puerto LPT1 de la computadora, y se ejecuta el programa. En esta primera prueba se presentan los siguientes problemas:

1.- El sistema consume demasiada memoria RAM, debido a la gran cantidad de formas que contiene el proyecto¹, y a esto se debe que su ejecución sea lenta.

2.- El programa no recibe la señales que envía el prototipo, porque no reconoce la DLL que se ha creado como interfase entre programa-prototipo.

El primer problema se soluciona fácilmente. El programa debe cargar en su inicio todas las formas del proyecto -con el fin de que se presenten rápidamente- e ir descargando de memoria aquellas que ya no sean necesarias para el funcionamiento del sistema; esto hace que se libere memoria y se ejecute de una manera eficaz.

El segundo problema realmente es difícil de solucionar, ya que no se sabe por qué el programa no reconoce la DLL, ya que ésta durante su compilación y enlazado no marca ningún error ni advertencia. Por lo que se requiere de la asesoría de una persona especializada, sin embargo, tampoco encuentra la solución del problema que se ha presentado. Durante varias semanas se busca resolver éste sin encontrar respuesta alguna.

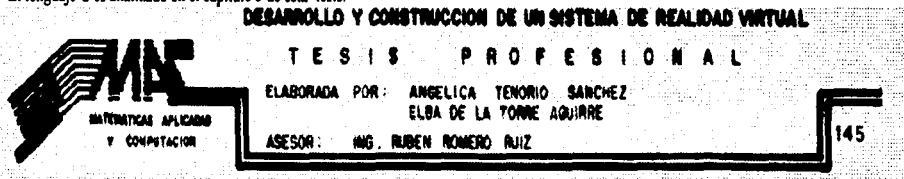
Se toma la decisión de buscar una solución paralela, es decir, buscar otra alternativa para lograr que el sistema interactúe con el prototipo.

Se propone crear un programa en otro lenguaje, que permita leer los datos del circuito. Se selecciona el lenguaje C².

¹ El conjunto de archivos que se usan durante el desarrollo de una aplicación en Visual Basic es llamado **proyecto** y esta compuesto de:

- *.BAS módulos de código de Visual Basic, cualquier forma puede usar el código de los .BAS,
- *.FRM Archivos de formas. Cada uno incluye los objetos y su código relacionado. Si el proyecto se está salvando con formato de texto y no binario, las formas que incluyen dibujos (.BMP, .ICO, .WMF) almacenarán éstos archivos en archivos *.FRX.
- *.VBX Controles de terceros.

² El lenguaje C es analizado en el capítulo 3 de esta tesis.



La construcción del programa que sirve con interfaz, también tiene sus contratiempos, ya que lee la señales del circuito erróneamente, y por tanto debe ser depurado. Finalmente, después de varios intentos se logran resultados positivos.

Se procede a enlazar el programa, el circuito y la interfaz con la finalidad de ejecutar el sistema.

En esta segunda prueba los resultados son los siguientes:

- 1.- El sistema interactúa correctamente con el prototipo.
- 2.- El sistema sigue consumiendo gran cantidad de memoria. Ahora el problema es que se ejecuta por separado el programa que se ha construido como interfaz.

Después de analizar varias alternativas, este último problema se soluciona al hacer que el programa realice todo el procedimiento usando una sola forma y no todas las que en un principio usaba. Esto hizo que el proceso fuera más rápido.

En esta tercera prueba los resultados son los siguientes:

- 1.- El sistema interactúa correctamente con el prototipo.
 - 2.- El sistema ya no consume la gran cantidad de memoria que en un principio consumía y de esta forma se logra un funcionamiento más rápido
6. 2 Implantación del sistema.

Una vez que el sistema ha obtenido los resultados deseados, se procede a crear los discos de instalación de la aplicación. Esto se logra gracias que Visual Basic contiene una herramienta para tales fines.

DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AGUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

MAE
MATEMATICAS APLICADAS
Y COMPUTACION

146

Con los discos de instalación se facilita cargar el sistema al disco duro de la computadora. Éstos se encargan de copiar todos los archivos que se requieren para ejecutar el sistema.

Ya con los archivos cargados en la computadora, se procede a ejecutar el sistema, directamente del administrador de archivos de Windows (no es necesario tener instalado Visual Basic), conectándose al mismo tiempo el prototipo.

6.3 Resultados finales

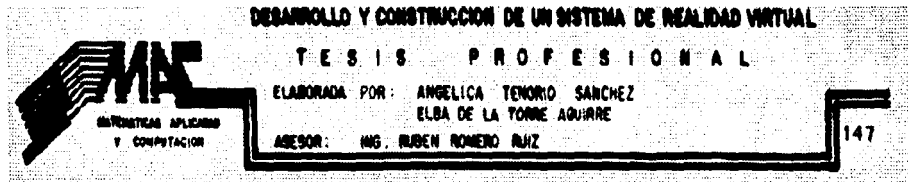
Una vez implantado el sistema se procede a realizar las pruebas finales . La finalidad de éstas consiste en verificar su correcto funcionamiento , y saber si cumple con sus objetivos .

Es importante señalar que la finalidad del sistema no es estudiar el aspecto pedagógico (aunque la construcción del sistema se basa en algunos conceptos de esta área). El Objetivo es demostrar que se puede llegar a la creación de una herramienta educacional que sirva de apoyo a la concepción de conocimientos matemáticos tales como los números, con la tecnología de la Realidad Virtual.

La idea inicial es visitar un jardín de niños para probar el sistema, sin embargo esto no es posible debido a que algunas escuelas no cuentan con equipo de cómputo y otras no permiten el acceso argumentado que no es confiable que personal ajeno ingrese al plantel. Por tal motivo se decide realizar las pruebas con otros niños.

Es necesario señalar que son 10 niños los que participan en esta prueba y tienen las siguientes características:

- 1.- Edad entre 5 y 6 años.
- 2.- Conocen los números y los tienen memorizados.
- 3.- La mitad de ellos ya han tenido contacto con otros paquetes educativos para computadora.



Después de realizar las pruebas necesarias, los resultados obtenidos son:

A) El sistema despierta inmediatamente el interés del niño debido a lo atractivo que resulta para él, la animación contenida en las pantallas de presentación.

Esta animación consiste en mostrar objetos y letras en movimiento, personajes de caricatura muy conocidos, colores llamativos, etc.

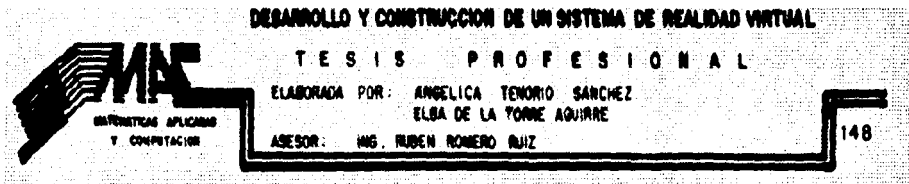
B) Se puede observar que el niño identifica cada uno de los elementos que aparecen en la pantalla correspondiente a cada número.

Cada número (del 1 al 5) cuenta con una pantalla, esta pantalla contiene elementos conocidos por todos los niños, tales como ratones, pasteles, coches, etc. lo que permite al niño relacionar el concepto de número con objetos.

C) La interacción del niño con el sistema es satisfactoria, debido a que su inquietud de experimentar lo lleva a oprimir los interruptores varias veces y en orden diferente.

Ya que el prototipo de guante esta construido con interruptores para representar cada uno de los cinco dedos de una mano, se pensó que esto dificultaría la interacción del niño, pero lejos de que ocurriese esto, resulta atractivo para el niño estar oprimiendo cada interruptor y ver que en la pantalla ocurre algo diferente.

D) Después de una interacción continua, el niño muestra su capacidad de retención, ya que sabe lo que va a ocurrir si oprime determinado número de interruptores.



Se dice que es capaz de retener esta información, debido a que el niño aprieta los interruptores varias veces y durante largo tiempo y se percata que existen objetos que se repiten; entonces, comienza a relacionar el número de interruptores que oprime con los objetos que observa en pantalla, de esta manera el niño llega a manipular el sistema de tal forma que aparezcan la pantallas más atractiva para él. El niño llega a manejar el sistema de una manera eficaz, sin necesidad de la ayuda de otra persona, incluso el mismo le explica a uno lo que sucede con el sistema.

E) El prototipo resulta funcional para lograr una buena interacción , y además despierta la curiosidad del niño.

Resulta funcional porque no presenta dificultad para oprimir los interruptores, además que cumple con su objetivo: representar los dedos de la mano e interactuar con el sistema.

Se puede observar, que los resultados obtenidos son satisfactorios. Por lo que se puede decir, que se han alcanzado los objetivos del sistema. Y sobre todo queda la satisfacción de haber realizado un buen trabajo.



DESARROLLO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

T E S I S P R O F E S I O N A L

ELABORADA POR: ANGELICA TENORIO SANCHEZ
ELBA DE LA TORRE AQUIRRE

ASESOR: ING. RUBEN ROMERO RUIZ

149

Conclusiones

Este trabajo de investigación se tenía planeado terminar en 6 meses, sin embargo, durante su desarrollo se encontraron algunos pequeños problemas, la búsqueda de información acerca de Realidad Virtual no fue fácil, debido a que los libros que había sobre el tema eran muy caros y también muy difíciles de conseguir, inclusive en algunos casos se tardarían tres meses en traer de E.U. Por otro lado, las bibliotecas en donde existían este tipo de libros, no eran muchas y era restringido el acceso. Una vez conseguidos los libros que se mencionan en la bibliografía, se buscó información a través de Internet y se encontraron algunos artículos interesantes; también se consultaron revistas que incluían en su edición algún artículo sobre el tema. Ya que obtuvimos la recopilación de la información, se procedió a su traducción, debido a que la mayoría de la información obtenida estaba en inglés, sólo se encontraron dos libros y algunos artículos de revistas en español, por lo que a esto, se retrasó un poco el proceso de investigación. Entonces se procedió a la redacción de los primeros 4 capítulos de la tesis y a digitalizar las imágenes que se incluirían en estos capítulos. Al tener la idea de cómo debería funcionar el programa, se pensó hacerlo en lenguaje C, ya que a través de este lenguaje era factible poder manipular los puertos de la computadora y de esta manera sería más fácil la interfase con el guante, sin embargo, nos dimos cuenta de que la elaboración del programa sería muy difícil, ya que se tendría que dibujar cada imagen como la mano, las figuras que identificarían a cada número, etc. a través de funciones que el lenguaje C proporciona, inclusive se hizo la prueba y se hizo un programa que mostrara los números, y el tiempo de su programación fue de 6 días, por lo que se llegó a la conclusión de que la elaboración del programa tomaría mucho tiempo. Entonces, se nos dijo que Visual Basic era un lenguaje en el cual se podían manejar dibujos, gráficas y era fácil de manipular, entonces decidimos estudiar dicho lenguaje e inclusive tomar un curso en la escuela. Al saber manejar Visual Basic, se procedió a elaborar el programa y ya

para este entonces se empezó a investigar acerca del puerto serial de la computadora, ya que Visual Basic podía acceder de una manera fácil y rápida a éste.

Retomamos lo aprendido en la materia de teoría de la computación y conseguimos libros sobre diseño digital de manera que pudiéramos armar el circuito que deseábamos, después procedimos a armarlo, el diseño inicial del circuito era muy sencillo, ya que sólo permitía la indicación del número tal y como la hacemos y no se habían contemplado las 32 combinaciones posibles. Después se procedió a elaborar el diseño que contemplara las combinaciones posibles y se procedió a su construcción, fue entonces cuando pedimos asesoría y nos indicaron que para poder elaborar el circuito con salida serial era complicado pues se necesitaba crear el protocolo de comunicación de manera que no se dañara el puerto serial de la computadora, entonces se dejó la salida paralela y se procedió a investigar sobre el puerto paralelo de la computadora, en esta parte también se llevó más tiempo de lo que se tenía planeado.

Encontramos que en Visual Basic no se podía manipular el puerto paralelo directamente sino que tendría que construirse una DDL para Windows que leyera la información contenida en el puerto, esta librería podía construirse en C o Pascal para Windows. Primeramente se realizó en Borland C++ ver 4.0 para Windows, sin embargo, el programa en Visual Basic no reconocía la función contenida en la DLL, después se probó en Borland C++ 3.1 para Windows sin tener resultado alguno. Fue entonces cuando se encontró que otra alternativa era hacer un programa ejecutable en C o Pascal que hiciera la función de la DLL, es decir, obtener el estado del byte del puerto paralelo, y este resultado ser almacenado en un archivo .DAT que pudiera leer Visual Basic. Una vez que se terminó el programa en C, se procedió a hacer las pruebas con el circuito y después junto con

Visual Basic. Después de varias pruebas, se obtuvo el resultado deseado y de esta manera podíamos alcanzar el objetivo planteado.

Como conclusión principal, se puede afirmar que actualmente en México se tienen los elementos necesarios para desarrollar la tecnología de Realidad Virtual, estos son: lenguajes de programación, hardware y software, componentes electrónicos y personal especializado.

La afirmación anterior se sustenta por los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, que cumple con el objetivo inicial de construir y desarrollar un sistema de Realidad Virtual, que aunque representa sólo una pequeña parte dentro de las aplicaciones que se pueden llevar a cabo con esta tecnología, no es limitante para futuras aplicaciones en otras áreas.

La Realidad Virtual puede ofrecer varias alternativas interesantes en cualquier campo, sobre todo en el educativo, ya que es uno de los más importantes y en el que se puede aprovechar al máximo.

La Realidad Virtual no es sólo una manera para divertirse sino una herramienta poderosa que puede ser de gran utilidad para la humanidad.

Apéndice A

Puerto Paralelo y Puerto Serial de la Computadora

Puerto Paralelo

A veces al puerto paralelo de una PC se le dice puerto Centronics, nombre de la empresa que lo dio a conocer. La tecnología de este puerto casi no ha cambiado, salvo que la interfaz original tenía un contacto de 36 patas y la actual en general emplea un contacto de 25 patas con escudo D (DB25). Esto reduce los requisitos para arraigar el contacto, y en realidad no afecta a la operación de la interfaz. Lo único que sucede es que el nuevo contacto tiene menos conductores de tierra. El contacto original requería varias señales de tierra; el nuevo contacto usa menos y eso es todo.

La interfaz de la impresora se llama interfaz paralela porque la información pasa de la computadora a la impresora a través de cables paralelos, esto es, los 8 bits de información se desplazan juntos. En una interfaz serial cada bit de información, junto con la información de control, se envía por el cable en fila india, esto es, bit por bit.

Nombre de la señal	Pata
-STROBE	1
Información 0	2
Información 1	3
Información 2	4
Información 3	5
Información 4	6
Información 5	7
Información 6	8
Información 7	9
-ACK (Acknowledge)	10
Busy (ocupada)	11
Paper (sin papel)	12
+Select	13
-Auto FDXT	14
-Error	15
-Init	16
-Stctin	17
Ground (tierra)	18-25

Tabla 1A.- Conexiones de las patas del puerto paralelo

Existen ocho contactos de tierra porque corresponden a las ocho líneas de información; hay un cable de tierra para cada línea.

La línea STROBE de la pata 1 se emplea para indicarle a la impresora que el flujo de información está completo y que puede imprimir un carácter. Obsérvese que la línea del estrobo empieza con el signo de menos. Esto quiere decir que el pulso del estrobo es negativo. Cuando la computadora termina de enviar un byte de información para que se imprima, la línea de estrobo baja.

Las 8 líneas de información transportan los 8 bits de un byte de información de manera digital. El voltaje alto en una línea significa un conjunto de bit y un voltaje bajo o nada de voltaje significa un bit limpio.

La línea Acknowledge ("enterada o admisión") de la pata 10, es una señal de la impresora que le indica a la impresora "estoy lista para enviar más información". Mientras esta línea está alta, la computadora no envía información nueva. Cuando la línea baja, la computadora sabe que la impresora está lista para más información.

La línea Busy (ocupada) le indica a la computadora que la impresora está ocupada. La computadora espera a que el primer búfer se vacíe para enviar más información. Obviamente, con líneas de información paralela, la computadora podría aventajar rápidamente a la impresora, si ésta no tuviera alguna forma de indicar que la esperen antes de enviar más información.

Como la línea de "ocupado", la línea Paper Out (sin papel) le indica a la computadora que deje de enviar información, porque la impresora no está lista para recibirla. La impresora podría enviar sencillamente una señal de "ocupada", pero la computadora no puede saber por qué se detuvo la impresora. Algunas aplicaciones emplean la línea de "sin papel" para informarle al usuario que falta papel.

La línea Select muestra que la impresora ha sido elegida, es decir, que está en línea (on line). Probablemente en el frente de la impresora haya un contacto y un foco que así lo diga "on-line". Cuando la impresora está fuera de línea, no puede recibir caracteres de la computadora.

La línea -AUTO FXDT (Autorealimentación) controla la manera en que la impresora maneja una nueva línea. La impresora puede adelantar la cabeza a la siguiente línea cuando regresa el carro, que es lo normal, o sencillamente puede interpretar literalmente el retorno del carro y regresar la cabeza al principio de la línea. Cuando la computadora mantiene abajo esta línea, la impresora agrega un alimentador de línea (line feed) al carácter para que regrese el carro. Cuando AUTO FXDT está alta, el regreso del carro significa sencillamente eso.

La línea de -Error (o falla) es para propósitos generales, para indicar cualesquier otros errores de la impresora. Puede que la computadora no identifique exactamente qué sucede, pero sabe que es probable que la impresora tenga papel y que algún otro motivo impide que procese la información.

La línea -INIT sirve para que la computadora controle a la impresora. Al indicar la impresora en esta línea, la computadora restablece los parámetros originales de la impresora, a fin de que la configuración del último programa no se aplique al siguiente trabajo de impresión. Mediante la línea -INIT, una aplicación puede dar a la impresora una situación conocida antes de enviar alguna cosa por el cable.

La línea -SLCTIN (Select Input) es una manera de que la computadora controle si la impresora está lista para aceptar información (en línea o fuera de línea). Cuando esta señal es baja, la impresora puede aceptar la información, cuando está alta, la impresora no está en línea y no puede aceptarla.

La ventaja de las conexiones paralelas es que con ocho cables para transportar información simultáneamente, ésta fluye hacia la impresora más rápidamente que en la mayoría de las conexiones seriales. En realidad, el puerto paralelo teóricamente puede enviar medio millón de caracteres por segundo a través de la línea. Una impresora puede seguir este ritmo durante un corto lapso, pero después se rezaga. Entonces la línea de "ocupado" detiene a la computadora mientras la impresora se empareja.

Y, así como casi siempre se utiliza el puerto paralelo de la impresora para enviar información de la computadora a la impresora, también puede emplearse para aceptar información de un aparato externo, lo que no sucedía con las primeras PC's, que en el puerto paralelo sólo tenía una salida. Hoy existen paquetes de software y hardware precisamente para esto. Si se conectan dos computadoras a través de un cable nulo (que tiene los

alambres cruzados, de manera que los cables de una PC se conectan a los cables de entrada de la otra) y se instala algo de software, se puede compartir la información, trasladar archivos, etc.

Una de las principales razones por las que el puerto paralelo no se usa para todo aunque es muy rápido, es la limitación de distancia de las líneas paralelas. Como las líneas de información son paralelas, hay más posibilidad de interferencia a medida que aumenta el largo de la línea, con los siguientes errores de información. La comunicación paralela sirve para distancias de cuatro metros cuando mucho. En líneas más largas se usa un puerto serial.¹

Comunicación a través del Puerto Paralelo

Acceso al puerto paralelo por medio del BIOS

La interrupción de BIOS 17H está reservada exclusivamente para comunicación por medio del puerto paralelo. Un máximo de 3 diferentes puertos paralelos se pueden conectar a la PC. La interrupción 17H tiene tres tipos de funciones para direccionar estos puertos. Esas funciones realizan las siguientes tareas:

FUNCION	TAREA
00H	Despliega caracteres
01H	Inicializa la impresora
02H	Solicita el status de la impresora

La función 00H escribe un carácter a la impresora. Esto se logra colocando el número de función en el registro AH y el código ASCII del carácter en AL. Después de la llamada a la función, AH es el byte de status.

La función 01H inicializa el puerto paralelo y la impresora. Siempre hay que ejecutar esta función antes de enviar datos a la impresora, colocando en AH el número de la función (01H). Después de la llamada, el byte de status está en AH.

La función 02H lee el byte de status. Con esta función, ni el trabajo de impresión ni la inicialización del puerto están relacionadas. Después de la llamada de la función, AH recibe el byte de status.

En las tres funciones, el número del puerto paralelo de transmisión se coloca en el registro DX.

Al llamarse a la función, se regresa el status actual de la impresión en el registro AH. Los bits de ese byte de status contienen información acerca del estado de ocupación de la impresora, si tienen o no papel o si ha encontrado algún error mientras recibe caracteres. La estructura del byte es la siguiente:

7 6 5 4 3 2 1 0

¹Peter Norton. Toda la PC, Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1994, pág.489-492

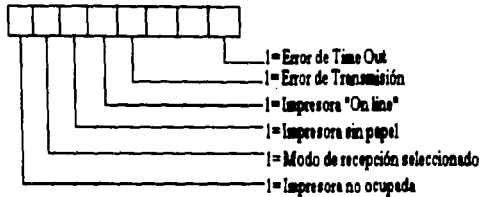


Fig.- A1 Byte de Status

Un error de Time Out, señalado por el bit 0, siempre sucede cuando BIOS intenta enviar datos a la impresora, durante cierto periodo de tiempo en el cual, la impresora está ocupada o no está aceptando datos.

El número de fallas que ocurren antes de que se marque un error de Time Out, varía conforme a las variables de BIOS.

El bit 3 muestra un error de transferencia (un error de datos en la línea), mientras que el bit 5 indica si la impresora está actualmente en línea o no lo está. El bit 5 indica si la impresora tiene papel. El bit 6 confirma el último carácter recibido por la impresora.

El bit 7 es la señal de "ocupado" de la impresora. Si la impresora está ocupada no puede recibir ningún carácter. Este bit también es importante en un error de "Time Out", ya que esta señal instruye al ROM-BIOS a repetir un ciclo de salida, debido a que un carácter no puede ser enviado a la impresora.

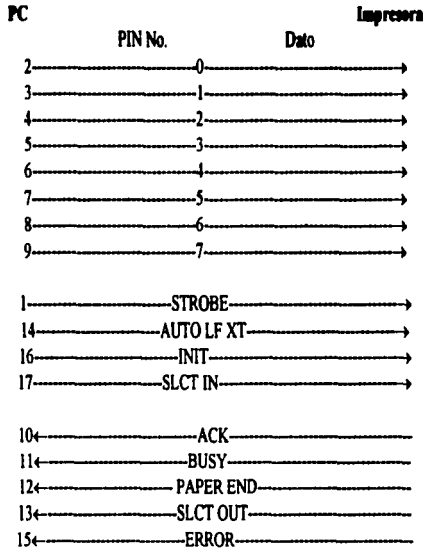
Líneas de comunicación en un puerto paralelo

IBM ofreció la versión de puerto paralelo MDA (Monochrome Display Adapter), que no necesitaba una tarjeta extra. En este diseño se tienen 8 líneas de datos. También se tienen unas líneas (4) llamadas de control, que como su nombre lo indica, permiten a la computadora controlar a la impresora, mientras la impresora regresa un status de la información a la computadora. Las líneas de datos son sólo de salida. Esta naturaleza de sólo salida de datos, da suficiente funcionalidad para el envío de datos a la impresora, pero limita la utilidad del puerto para otras tareas.

En otro aspecto, el puerto paralelo de impresión MDA sigue las convenciones utilizadas: los niveles de voltaje de los pins (o líneas) son los estándar TTL (Transistor -Transistor Logic) de 0 a 5 volts. Un valor de 0 está representado por un voltaje de 0 a 0.8 volts y un valor de 1 representado por nivel de 2.4 a 5 volts. Se dice que una línea se baja cuando simplemente cambia del estado 1 al estado 0. La línea se activa cuando cambia del estado 1 al estado 0. La línea se activa cuando cambia de una lógica 0 a 1.

Como se muestra a continuación, las líneas de registro de datos en la impresora MDA son unidireccionales: los datos se pueden enviar sólo de la computadora a la impresora. Las líneas de control y status permiten un mínimo manejo del protocolo de impresión (o handshaking) para la transferencia de datos a la impresora.

Líneas de Comunicación entre la computadora y la impresora



Además de sus 8 líneas de datos, el puerto paralelo estándar de la PC tiene 4 líneas de control que van de la PC a la impresora y 5 líneas de status de la impresora a la PC.

De las 4 líneas de control, las primeras 3 (SELECT IN, INIT y AUTO LF XT) inicializan y configuran la impresora. Las otras líneas se explicaron anteriormente.

Registros para la comunicación en paralelo

Así como algunos sistemas periféricos como controladores de disco y puertos serie, la CPU controla el puerto paralelo a través de registros de entrada/salida (I/O Registers).

Generalmente se tienen tres registros que constituyen la interfaz estándar a nivel de registros para los puertos paralelos de la PC. El registro de DATOS envía datos a la impresora, el registro de STATUS de impresión devuelve el status de la impresora, el registro de CONTROL establece las líneas de control de la impresora.

Así como en los registros para la comunicación en serie, los registros del puerto paralelo se accesan a través de las instrucciones de Entrada/Salida IN y OUT (inmportb() y outportb). La dirección inicial de los registros del puerto se encuentran en el segmento de datos de IOS, empezando en la dirección 40.08h. Mientras que para los registros de una impresora MDA tienen su dirección base de entrada y salida en 3BCh y no se pueden alterar los nuevos puertos paralelos se pueden direccionar a una variedad de direcciones de I/O, empezando comúnmente en 378h y 278h.

Direcciones del puerto paralelo

PUERTO	INTERFAZ
3BCH-3BFH	Interfaz en paralelo en una tarjeta MDA
378H-37FH	Interfaz en paralelo no. 1
278H-27FH	Interfaz en paralelo no. 2

Las direcciones del puerto en la tabla anterior, están en la secuencia en la cual BIOS las examina en la secuencia de arranque. De esta tabla, BIOS determina cuales son las direcciones de LPT1, LPT2 y LPT3.

BIOS inicia revisando el bloque de direcciones: 3BCH-3BFH. Esta es parte de un bloque de direcciones que se extiende de la dirección 3B0H a la 3BFH, y está reservada para la tarjeta MDA o la tarjeta de gráficos Hercules. Durante los 80's, la mayoría de las PC's se desarrollaron con este tipo de tarjetas de video. Además de la lógica del video, éstas tarjetas incluían un puerto paralelo.

Si BIOS encuentra una tarjeta de video con un puerto en paralelo, BIOS direcciona ese puerto como LPT1, el siguiente puerto paralelo encontrado será el LPT2. Si la tarjeta de video no tiene puerto paralelo, entonces el primer puerto paralelo localizado será identificado como LPT1

Los otros 2 bloques de direcciones mostrados en la tabla son para puertos en paralelo adicionales, los cuales pueden existir en 2 diferentes tarjetas o en una sola.

BIOS asigna los nombres LPT1, LPT2 y LPT3 a los puertos paralelos al tomar sus direcciones base como variables en el segmento de variables del BIOS:

DIRECCION	CONTENIDO
0040:0008H	Dirección base en LPT1
0040:000AH	Dirección base de LPT2
0040:000CH	Dirección base de LPT3
0040:000EH	Dirección base de LPT4

El segmento de variables puede emplear 4 puertos paralelos, aunque BIOS solamente buscará 3 de ellos cuando se inicia el sistema (DOS no reconoce LPT4)

REGISTRO DE DATOS (Dirección base)

Los 8 bits del primer puerto paralelo utilizan lógica positiva. Este registro almacena los 8 bits de datos que se transferirán a través de las líneas D0 a D7. El registro es sólo de salida a través del puerto paralelo como se muestra en la siguiente figura:

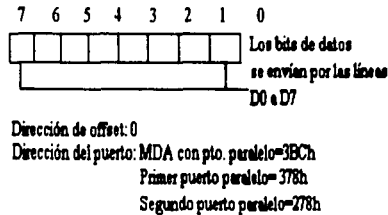


Fig.- A2 Estructura del registro de datos

Si se escribe un byte el registro de datos del puerto paralelo, se envía el byte a través del puerto. Sin embargo, cuando ese registro se lee, el byte regresado es el que se está enviando desde la impresora. Esto parecería indicar que el puerto paralelo MDA originalmente es bidireccional. El problema es, sin embargo, que no hay forma de decirle al puerto paralelo que deje de enviar datos. En otras palabras, el puerto paralelo no puede "escuchar" algún dato que viene de otros periféricos conectados a él, simplemente porque no hay forma de decirle que deje de "hablar". Si otra máquina intenta enviar datos a través de las líneas de datos (algo que no se puede hacer con un puerto paralelo MDA), los datos leídos sería una combinación (un OR) de los datos enviados por el puerto MDA y los datos que este envía.

Registro de Control (Dirección BASE+2)

El tercer registro controla la impresora y el hardware relativo a ella, y juega un papel importante en la transferencia de bytes. Con excepción del bit 4, todos los demás están conectados con sus pins correspondientes en el puerto paralelo.

El registro de CONTROL, permite al procesador manipular las líneas de control de la interfaz de impresión. A diferencia de la interfaz en serie, todo el manejo del protocolo lo hace el procesador directamente. Así como en el registro de datos, los datos escritos al registro de control son transferidos inmediatamente a los pins de control no se conecta a una línea de control, sino que es empleado para activar la interrupción del puerto paralelo. Una vez activada, el puerto paralelo interrumpirá al procesador cuando la línea ACK está baja.

Como ya se mencionó, el bit 4 del registro de control no se conecta a una línea de control, sino que es empleado para activar la interrupción del puerto paralelo. Una vez activada, el puerto paralelo interrumpirá al procesador cuando la línea ACK está baja.

Al puerto paralelo normalmente se le asigna la interrupción de hardware 7 o la 5 (IRQ7/IRQ5). Al leer este registro se obtiene el estado de las mismas líneas de control de la impresora

Es importante aclarar el concepto de Señal Negativa Activa (o Lógica Negativa). Esto es importante si se trata de relacionar el estado de los bits en los registros de control y status con los niveles de voltaje de sus pines correspondientes en el conector del puerto.

Algunas de las señales en el puerto paralelo son activas negativamente; esto significa que la señal está considerada presente cuando la línea trae un 0 en lugar de un 1. Algunas de las líneas en el puerto paralelo están invertidas antes de que alcancen los pines de los conectores, es de decir, si se escribe un valor de 1 a un bit en el registro de control, da como resultado un 0 lógico en la línea actual. Algunos de los bits en el registro de status también están invertidos con respecto al nivel de voltaje en los pines.

Específicamente, las líneas que están invertidas de los bits en el registro de CONTROL son: STROBE, AUTO LF XT y SLCT IN. BUSY es la única otra línea que está invertida de su correspondiente bit. Otras señales del registro de status: ACK y ERROR son activas negativamente, pero sus bits de registro no son el inverso de sus pines

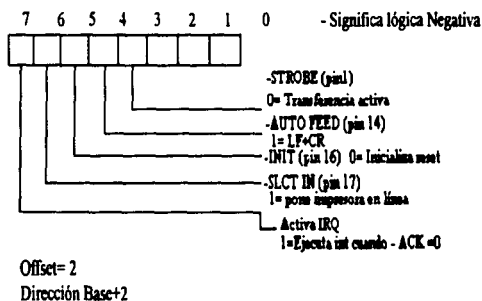


Fig.- A3 Estructura del registro del control

Puerto Serial

Uno de los puertos de comunicación estándar que puede tener la PC es el puerto serial. Actualmente, las PC's en general tienen cuando menos dos de estos puertos.

Como su nombre lo indica, el puerto serial se distingue del paralelo en que la información se envía por la línea en una corriente en serie, no paralela. Esto hace que hasta cierto punto la información fluya más despacio, pero permite comunicarse a mayores distancias. En lugar del alcance máximo del puerto paralelo, que es de 3 a 4 metros, puede emplearse una línea serial de 15 metros o más sin que se afecte la comunicación. El serial estándar RS-232 requiere 25 líneas, pero en dado caso puede usarse con menos. Actualmente se usa un contacto de 9 patas con escudo D para el puerto COMM1 en la mayoría de las PC's. Con el puerto serial COMM 2 se emplea el contacto DB 25, que es más antiguo. Sin embargo, tampoco el contacto más grueso tiene conectadas las 25 patas.

Cuando se compra un cable serial comercial, es raro que tenga conectadas las 25 líneas. Y cuando uno lo fabrica, es probable que no una los 25 cables en los contactos. Los contactos más usados se muestran a continuación:

Señal	Nombre	Pata DB9	Pata DB25
DCD	Data Carrier Detect	1	8
RX	Receive Data	2	3
TX	Transmit Data	3	2
DTR	Data Terminal Ready	4	20
GND	Signal Ground	5	7
DSR	Data Set Ready	6	6
RTS	Request to Send	7	4
CTS	Clear to send	8	5
RI	Ring Indicator	9	22

Las funciones de las patas que se muestran en la tabla anterior son para el cable que se conecta a la PC, porque las computadoras se consideran aparatos DTE (Data Terminal Equipment: equipo terminal de información). Normalmente, cuando se compra un cable serial, o cuando uno mismo lo elabora, las conexiones del otro extremo son iguales. Los cables se conectan directamente de DCE a DCE, por ejemplo, o de RX a RX, de TX a TX, y así sucesivamente. Esto puede hacerse porque normalmente no se conectan dos aparatos DTE uno con otro.

Cuando un cable se enchufa a un aparato DTE (la computadora), se supone que el otro extremo se enchufará a un aparato DCE (Data Communications Equipment), por ejemplo, a un módem. Un aparato DCE tiene diferentes asignaciones para las patas seriales, de manera que la línea Tx del aparato DTE se conecta automáticamente a la pata RX de un aparato DCE. En forma semejante, la línea TX del aparato DCE se une a la pata RX del aparato DTE.

Otras líneas requieren, además, conexiones inversas. Por ejemplo, la línea RTS de un aparato debe conectarse a la línea CTS de otro. Esto es lógico, si se piensa en ello. La solicitud de enviar línea (RTS: request to send line) debe contestarla Listo para enviar (Clear to Send: CTS). Las líneas DTR/DSR también deben conectarse entre sí, y la línea DCD de un aparato por lo general se conecta a la línea DTR de otro.

Este tipo de conexión cruzada se efectúa automáticamente cuando se usa un aparato DTE y otro DCE. Si se quieren conectar dos aparatos DTR, como se haría para unir dos computadoras a través de la línea serial para intercambiar archivos, el propio cable debe efectuar el intercambio. Este tipo de cable se llama cable nulo de módem.

Según para lo que se use la línea serial se pueden utilizar menos conexiones. Hoy, una de las principales razones para tener un puerto serial es, en primer lugar conectar la computadora a un módem o a otro aparato externo. Y, como uno no siempre sabe qué será ese aparato, lo mejor es tener conectadas por lo menos las líneas que se mostraron en la tabla. Con este juego de 9 líneas se puede usar un módem una impresora serial, un graficador y otros aparatos seriales comunes.

La línea Data Carrier Detect, DCD o simplemente Carrier Detect: CD, se emplea con los módems para indicar que se están comunicando entre sí en algún nivel. Cuando el módem local se enlaza con el módem remoto y obtiene una buena señal de mensaje, el módem local coloca una señal positiva en la línea DCD. Esto le indica a la computadora y a su software de comunicaciones que se ha establecido un vínculo de módem a módem.

La línea Receive Data (RX) es obvia. A través de ella, la computadora o el aparato DCE recibe la información que le fue transmitida desde un aparato lejano.

La línea Transmit Data (TX) es el canal por el cual la computadora o la unidad remota DCE transmite la información. Obsérvese que son dos líneas de información: una para enviar (transmitir) y otra para recibir. Esto significa que, con el software adecuado, dos aparatos seriales pueden enviar información al mismo tiempo.

La línea Data Terminal Ready (DTR) lleva una señal positiva desde el dispositivo DTE (normalmente, la computadora) hasta el dispositivo remoto, para indicar que hay un dispositivo DTE conectado al cable serial. Junto con esta línea va la línea Data SET Ready (DSR). PARA que dos dispositivos se comuniquen, estas dos líneas deben estar altas, cada una indicándole a la otra que está lista para la comunicación.

La pata Ground(GND) es una señal de tierra, o el otro lado de las señales de transmisión y recepción. En la mayoría de las instalaciones seriales, esta pata no está conectada a la computadora ni a los chasis DCE.

Data Set Ready (DSR) es la otra parte del par DTR/DSR. DSR es la señal positiva de una unidad DCE que le indica al dispositivo DTR que está en línea y lista para comunicarse.

La línea Request to Send (RTS) también es parte de un par de señales (la otra mitad es la línea CTS) que permite a dos unidades conectadas comunicarse entre sí cuando están listas para recibir información. DTR controla a la línea RTS, mientras que la unidad DCE controla a la línea CTS.

La línea Clear To Send (CTS) es la pareja de RTS/CTS. En muchos enlaces de comunicaciones, la información no fluye a través de la conexión serial a menos que haya una señal positiva en estas dos líneas. Por supuesto, hay excepciones. La más común es la terminal serial conectada a una computadora remota, enlace que puede usar o no las líneas CTS/RTS. Es bastante común incluir estas señales en el contacto local, para no usar tantos alambres. Por ejemplo, se pueden conectar las patas 4 y 7 y la 8 y 6 dentro del contacto de 9 patas que se conecta a la PC. Entonces sólo hay que conectar una punta de la pata 3, Transmit Data, en la PC, en la pata 3, Receive Data, en la impresora o en otro periférico DB25, hacer tierra entre la pata 5 de la PC y la pata 7 del aparato remoto; y conectar un alambre handshake de la pata 6 de la PC a la pata 19 de la impresora o de otro aparato. Así se obtiene un cable de un sentido, de la PC a la impresora, sólo con tres alambres.

Apéndice B

Álgebra Booleana y Circuitos Integrados

Álgebra Booleana

El álgebra Booleana se define de la siguiente manera:

El álgebra Booleana es una estructura algebraica definida en un conjunto B de elementos distintos (0,1) y dos operaciones binarias (+, ·) y una operación unaria que es la negación, las cuales satisfacen los siguientes postulados:

1.- Cierre o cerradura

a) Respecto a + $x + y = z$

b) Respecto a · $x \cdot y = z$

2.- Elemento identidad

a) Respecto a +, designado por 0

$$x + 0 = 0 + x = x$$

b) respecto a ·, designado por 1

$$x \cdot 1 = 1 \cdot x = x$$

3.- Conmutatividad

a) con respecto a +, $x + y = y + x$

b) con respecto a ·, $x \cdot y = y \cdot x$

4.- Distributividad

a) · es distributivo sobre +, $x \cdot (y + z) = (x \cdot y) + (x \cdot z)$

b) + es distributivo sobre ·, $x + (y \cdot z) = (x + y) \cdot (x + z)$

5.- Complemento

a) Para cada elemento $x \in B$ existe un elemento $x' \in B$ (denominado complemento) tal que:

$$x + x'$$

$$x \cdot x'$$

b) Existen cuando menos 2 elementos x, y tal que $x \neq y \in \{0, 1\}$

Las siguientes propiedades se cumplen para cualquier función Booleana y para cualquier variable Booleana :

$(x')' = x$	Ley de doble complemento o involución
$(x + y)' = x' \cdot y'$	Leyes de Demorgan
$(xy)' = x' + y'$	
$x + y = y + x$	Leyes Conmutativas
$xy = yx$	
$x + (y + z) = (x + y) + z$	Leyes Asociativas
$x(yz) = (xy)z$	
$x + yz = (x + y)(x + z)$	Leyes Distributivas
$x(y + z) = xy + xz$	
$x + x = x$	Leyes Idempotentes
$xx = x$	
$x + 0 = x$	Leyes de Identidad
$x \cdot 1 = x$	
$x + x' = 1$	Leyes inversas
$xx' = 0$	
$x + 1 = x$	Leyes de dominación
$x \cdot 0 = 0$	
$x + (xy) = x$	Leyes de absorción
$x(x + y) = x$	

Para poder trabajar con álgebra Booleana se necesitan saber las siguientes definiciones:

Un producto fundamental es una literal o un producto de 2 o más literales en los cuales no hay 2 literales iguales.

Entonces todo producto de Boole se puede reducir a cero o a un producto fundamental

Un producto fundamental P_1 se dice que está incluido o contenido en otro producto fundamental P_2 si las literales de P_1 son también literales de P_2 . Si P_1 está incluido en P_2 , entonces por la Ley de absorción: $P_1 + P_2 = P_2$

Una expresión de Boole E , se dice que está en forma minterm (o suma de productos) si E es un producto fundamental o es la suma de 2 o más productos fundamentales, ninguno de los cuales está incluido en otro.

Toda expresión de Boole no nula se puede poner en forma minterm con el siguiente procedimiento

- 1) Usar las leyes de Demorgan y de involución
- 2) Usar la ley distributiva para dejar E como suma de productos
- 3) Usar la ley conmutativa, idempotencia y complemento para transformar cada producto E en cero o en un producto fundamental

Este conjunto de leyes y definiciones nos permiten simplificar una expresión por medio de Álgebra Booleana, a continuación se explicarán los mapas de Karnaugh que tienen la misma función.

Mapas de Karnaugh

Como ya se mencionó, los mapas de Karnaugh sirven para poder simplificar una expresión booleana. Este método es funcional para aquellas con 2, 3 y 4 variables, también puede utilizarse para simplificar funciones con más variables, sólo que se vuelve una tarea más laboriosa. El método fue desarrollado en 1953 por M. Karnaugh. Un mapa de Karnaugh es una representación gráfica de la tabla de verdad de una función lógica, en la cual habrá celdas, donde su número en el mapa está directamente vinculado con el número de variables, i.e., un mapa para n variables requiere 2^n celdas.

Las líneas y columnas de un mapa de Karnaugh están etiquetadas para que la combinación de entrada de cualquier celda se determine fácilmente a partir de los encabezados de línea y columna para cada celda.

Para representar una función lógica en un mapa de Karnaugh, se copian simplemente los 1 ó los 0 de la tabla de verdad o su equivalente en las celdas correspondientes del mapa. Los 1 se eligen cuando se quieren representar los minterminos y el 0 para representar los maxiterminos y se entiende que donde hay unos, los ceros no se marcan y viceversa.

Una vez que una función lógica se expresa en forma estándar de la suma de productos (minterminos), el mapa se puede emplear para simplificar la función aplicando lo siguiente:

La combinación de celdas que son seleccionadas debe ser usada por lo menos una vez. Una celda puede ser usada más de una vez.

Las selecciones deben realizarse de forma que incluyan el máximo número de celdas para tener las menos combinaciones posibles.

Las celdas se deben combinar en potencias de 2 siendo la mínima 2^0 ¹

Mapa de Karnaugh para 2 variables

0	1	A/B
		0
		1

¹Llano Díaz Emiliano. Sistemas Digitales y Arquitectura de Computadoras. Exa Ingeniería, México 1993, p 5-13, 5-15

Mapa de Karnaugh para 3 variables

00	01	11	10	AB/C
				0
				1

Mapa de Karnaugh para 4 variables

00	01	11	10	AB/CD
				00
				01
				11
				10

Mapa de Karnaugh para 5 variables

Los mapas de 5 variables tienen 2 formas de representarse. El mapa de 5 variables es simplemente uno de 4 variables duplicado para el caso de la quinta variable complementada y sin complementar. El mapa queda como se muestra a continuación:

000	001	011	010	110	111	101	100	ABC/DE
								00
								01
								11
								10

La segunda forma de representar el mapa para 5 variables logra que sea mucho más fácil la visualización y simplificación de funciones lógicas. Aquí la celda de la sección $A=0$ es adyacente a su correspondiente en $A=1$

A=0				
00	01	11	10	BC/DE
				00
				01
				11
				10

A=1				
00	01	11	10	

En términos de un mapa de Karnaugh, un implicante primo de F es un conjunto circundado de celdas 1 que satisfacen nuestra regla de combinación, tal que si tratamos de hacerlo más grande cubre uno o más.

Circuitos Integrados

Cuando se fabrican una o más compuertas en un sólo chip de silicio, se le conoce como **circuito integrado (IC Integrated Circuit)**. Un IC normalmente se inserta en una tarjeta de circuito impreso (PCCB, siglas en inglés de printed circuit board), llamada algunas veces tarjeta de alambrado impreso (PWB, siglas en inglés de printed-wiring board), que lo conecta a otros IC en un sistema. Los IC se clasifican por el número de compuertas que contienen. El tipo más simple de IC disponible comercialmente se conoce como de integración a pequeña escala (SSI, siglas en inglés de small-scale integration) y contiene de 1 a 20 compuertas. Los IC SSI contienen un puñado de compuertas o flip-flops. También se pueden definir los IC SSI en términos de su costo.

Estos IC usan un paquete en línea dual de 14 terminales (DIP, siglas de dual in-line package), donde el espaciado entre terminales en una columna es de 0.1 pulgadas y el espaciado entre columnas es de 0.3 pulgadas. Toda la serie de IC 7400 (Familia a la que pertenecen) con el mismo número de parte tienen la misma asignación de compuertas a los números de las terminales. En el diagrama esquemático de un circuito digital, no se usan los diagramas de terminales; en su lugar, las diversas compuertas se agrupan funcionalmente.

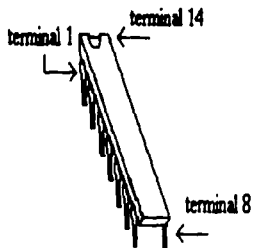


Fig 1B.- Paquete en línea dual de 14 terminales

Los IC comercialmente disponibles que le siguen en tamaño son los llamados de integración a mediana escala (MSI, siglas de medium-scale integration) y contienen el equivalente de 20 a 200 compuertas

Los IC de integración a gran escala (LSI, de large-scale integration) son muy grandes, contienen el equivalente de 200 a 20000 compuertas, o más.

Los valores lógicos binarios utilizados en sistemas digitales son representados por dos rangos de voltajes uno de voltajes altos los cuales simbolizan el 1 lógico y otro de voltajes bajos que simbolizan el 0 lógico. Cualquier voltaje comprendido entre 0.0 y 0.8 V denota un cero lógico y un voltaje comprendido entre 2.10 y 5.0 denota un 1 lógico.

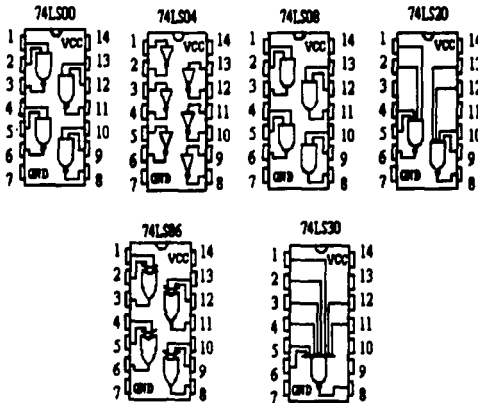
Consideraciones eléctricas generales para circuitos TTL²

- ◆ El voltaje de salida de la fuente de alimentación debe mantenerse en el rango de 5 ± 0.25 volts.
- ◆ Insertar junto a los CI por cada 4 a 6 de ellos un capacitor fijo de entre 0.01 a 0.1 μf , conectado entre +Vcc y tierra

²García Guerra Hugo Gilberto, Teoría y Prácticas de Sistemas de Comunicación IV, IPN, pág. 166

- ◆ Compuertas que no se usan.- Conectarse a tierra todas las entradas para reducir al mínimo el consumo de energía.
- ◆ Compuertas parcialmente utilizadas.- Las entradas no utilizadas en compuertas "Y" y "NO-Y" deben ser conectadas a +Vcc a través de una R (resistencia) de 1000 ohms
- ◆ Las entradas no utilizadas en compuertas "O" y "NO-O" deben ser conectadas a tierra.

Diagramas de los circuitos integrados TTL usados en el proyecto

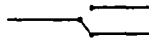


Interruptores

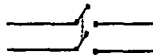
Los interruptores son dispositivos mecánicos empleados para abrir o cerrar circuitos eléctricos. Un interruptor tiene una o varias salidas a las que se denominan "tiros", teniendo en general, "n" polos y "n" tiros. Los "n" brazos móviles se desplazan simultáneamente.



un polo un tiro



un polo dos tiros



dos polos un tiro

Algunos interruptores tienen un mecanismo de resorte para operar sólo mientras el interruptor es accionado, al retirarse la fuerza que lo acciona, el resorte regresa al interruptor a su estado original. Estos interruptores de contacto momentáneo pueden tener uno o varios polos y tiros. Cuando son de un polo un tiro se habla de que los contactos están "normalmente abiertos" o bien "normalmente cerrados".

GLOSARIO

Aerodinámico

Dícese de los vehículos y otras cosas que tienen una forma adecuada para disminuir la resistencia del aire.

Anagüfo

Vaso u otra obra tallada, de relieve abultado.

API (Application Program Interface)

Interfaz de programa de aplicación

Lenguaje y formato utilizados por un programa para comunicarse con otro programa. También puede incluir los comandos utilizados para interrumpir a la computadora con el fin de llamar la atención a otro programa. Un API utilizado en comunicaciones se llama protocolo.

Apice

Parte pequetísima, punto muy reducido.

Arcadas

Conjunto o serie de arcos en las fábricas, y especialmente en los puentes.

Base de Datos (DataBase)

- (1) Un conjunto de archivos interrelacionados que es creado y manejado por un sistema de gestión o de administración de bases de datos (DBMS).
- (2) Cualquier conjunto de datos almacenado electrónicamente.

Benchmark

Comparación

Biocontroladores (Biosensores)

Dispositivos que detectan y procesan la mayoría de las señales bioeléctricas (por ejemplo, la actividad eléctrica de los músculos, el movimiento del ojo, etc.) convirtiéndolas en señales digitalizadas.

Biomechanics (biomecánica)

El estudio de los principios anatómicos del movimiento. Las aplicaciones informatizadas de la biomecánica emplean la modelación por palillos para analizar el movimiento de los atletas y los caballos de carrera.

BIOS

En las computadoras personales IBM, el BIOS reside en el chip de memoria de sólo lectura (ROM) y acepta requerimientos de entrada y salida desde el sistema operativo y desde los programas de aplicación. La rutina de "autoarranque", del BIOS es responsable de probar la memoria en el arranque, y de la preparación del computador para operar. Busca los componentes del BIOS alojados en las tarjetas insertadas, e inicializa los punteros (vectores de interrupción) en la memoria principal para acceder a ellos. El BIOS en una máquina compatible debe inicializar el computador exactamente de la misma manera que en una IBM PC.

Bit (Binary digit)

Un dígito simple de un número binario (1 o 0). En el computador, un bit es físicamente una celda de memoria (constituida por transistores o un transistor y un condensador), un punto magnético en un disco o una cinta, o un pulso de alto o bajo voltaje viajando a través de un circuito.

Conceptualmente, un bit se puede pensar como una lámpara eléctrica, encendida o apagada. Grupos de bits forman unidades de almacenamiento en el computador, llamadas caracteres, bytes o palabras, que son tratados como un grupo. La unidad de almacenamiento más común es byte, constituido por ocho bits y equivalente a un carácter alfanumérico.

Byte

La unidad común de almacenamiento en computación, desde computadoras personales hasta macrocomputadoras. Se compone de ocho dígitos binarios (bits). Puede agregarse un noveno como bit de paridad, para comprobación de errores.

Un byte contiene el equivalente de un solo carácter, tal como la letra A, el signo \$, o el punto decimal. En cuanto a los números, un byte puede contener un solo dígito de 0 a 9 (decimal), dos dígitos numéricos (decimal empaquetado) o un número entre 0 y 255 (números binarios).

Buffer

Almacenamiento usado para compensar una diferencia en la razón de flujo de datos, o el tiempo de ocurrencia de eventos, cuando se transfieren datos de un dispositivo a otro.

CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing)

Diseño Asistido por Computadora/Fabricación Asistida por Computadora

La integración del diseño asistido por computadora con la fabricación controlada por computadora. Implica que los productos diseñados en el sistema CAD son ingresados directamente al sistema CAM. Por ejemplo, después de que una pieza de maquinaria es diseñada en el CAD, su imagen electrónica es transferida a un lenguaje de programación de control numérico, el cual genera las instrucciones para controlar la máquina que fabrica la pieza.

CAD (Computer-Aided Design)

Diseño Asistido por Computadora

Los sistemas CAD son estaciones de trabajo especializadas o computadoras personales de alto rendimiento que emplean software CADA y dispositivos de entrada tales como tabletas gráficas y exploradores. La salida de un CAD es la entrada a un sistema CAM (Computer Aided Manufacturing - fabricación asistida por computadora), para integrar el diseño y la fabricación (CAD/CAM). El software CAD está disponible para usos generales o para usos especializados tales como el diseño arquitectónico, eléctrico y mecánico. Puede asimismo estar altamente especializado para crear productos

tales como circuitos impresos e integrados. Los sistemas CAD son a menudo sistemas llave en mano que son armados por fabricantes que pueden desarrollar o integrar software con un hardware estándar u optimizado. A excepción de unos pocos casos, los sistemas CAD se basan en el uso extensivo de gráficos.

CAM (Computer-Aided Manufacturing)

Fabricación Asistida por Computadora

Una extensa categoría de sistemas y técnicas automatizadas de fabricación incluyendo el control numérico, el control de procesos, la robótica y el MRP (Materials Requirement Planning - planificación de requerimiento de materiales).

Capacitor

Es un componente que almacena carga. El capacitor más simple está hecho por un par de placas de metal paralelas.

CD ROM (Compact Disc Read Only Memory)

Memoria de Solo Lectura en Disco Compacto

Un formato de disco compacto que se utiliza para almacenar texto, gráficos y sonido estereofónico de alta fidelidad. Es prácticamente el mismo disco que un CD de música, pero usa pistas distintas para los datos.

Un reproductor musical de CD no puede reproducir discos CD ROM, pero un reproductor de CD ROM puede reproducir discos CD, y tiene enchufes para conectarlo a un amplificador y/o auriculares. Un lector de CD ROM está cableado y controlado por una tarjeta que se enchufa en una de las ranuras de expansión de la computadora.

CERN

Laboratorio Europeo de Física de Partículas. En la búsqueda de un sistema de hipertexto e hipermedios, desarrolló el World Wide Web. A cargo del equipo investigador estaba Tim Berners-Lee, a quien se asocia como el creador del WWW.

Ciberespacio (CyberSpace)

Una realidad artificial que proyecta al usuario en un espacio tridimensional generado por la computadora. Las implementaciones planeadas por AutoDesk y otros incluyen el uso de un DataGlove (guante de datos) y una presentación estereoscópica montada sobre la cabeza, lo que permite que los usuarios apunten y manipulen objetos ilusorios en su visión. El término fue acuñado por William Gibson en su novela "Neuromancer", para referirse a una red futurista de computadoras que la gente puede utilizar conectando sus cerebros a ella.

Cibernauta

Una persona experimentando Realidad Virtual

Cinescopio o tubo de imagen

El cinescopio forma parte de la televisión. En este dispositivo un cañón electrónico dirige un haz de electrones hacia un revestimiento electroluminiscente en el interior de la cara frontal del tubo, el cual emite luz en respuesta a un campo eléctrico. Las partículas luminiscentes se conocen como fósforos. Por ello, el revestimiento de fósforo. Alrededor del cuello del tubo de televisión hay un yugo de bobinas deflectoras, que conducen corrientes que originan campos magnéticos, los cuales guían el haz de electrones mientras va del cañón electrónico a la pantalla del tubo. La

información de borrado y sincronismo que formaba parte de la señal de video original hace que los movimientos del haz del cinescopio sigan fielmente la acción exploradora del tubo de cámara de televisión.

Correspondencia biunívoca

Cuando se habla de 2 conjuntos finitos que constan de iguales elementos, que tienen el mismo número y que son equivalentes, entonces entre los miembros del primer conjunto y del segundo conjunto puede efectuarse una correspondencia, por la cual cada miembro del primer conjunto, corresponde exactamente otro del segundo y también a cada miembro del segundo corresponde uno del primero. Esta clase de correspondencia se llama recíprocamente única, uno a uno, o sencillamente biunívoca.

CPU (Central Process Unit)

Unidad Central de Procesamiento; la parte principal de una computadora, que interpreta y ejecuta órdenes según sean recibidas.

CRT (Cathode Ray Tube)

Tubo de Rayos Catódicos

Descubierto en el siglo XIX; terminales de presentación o pantallas de TV; pesados y voluminosos para muchas tareas, a veces son reemplazados por los LCD's. Las imágenes son producidas por electrones disparados a una pantalla de fósforo emisora de luz.

Culombio

Cantidad de electricidad que, pasando por una disolución de plata, es capaz de separar de ella 1 miligramo de 118 milésimas de este metal.

Data Glove

El guante de goma está compuesto con cables de fibra, los cuales sienten y responden a los movimientos de la mano. Cada vez que los usuarios quieran moverse a una lugar en especial, sólo deben apuntar a la dirección. Además, el data glove permite a los usuarios sentir y sostener objetos en el ambiente virtual

Un guante con el cual el cibernauta usándolo en su mano derecha o izquierda puede interactuar con objetos en el ambiente virtual. Con un guante de datos, el cibernauta puede ver una representación de su mano en el mundo virtual. La posición de la mano es rastreada por una computadora a través de sensores ubicados en el guante. Los sistemas avanzados de RV tienen trajes de datos que permiten al cibernauta usar su cuerpo entero y no sólo las manos para interactuar con el mundo virtual.

Decodificador (decoder)

Cualquier dispositivo de hardware o programa de software que convierte una señal codificada a su forma original.

DDE (Dynamic Data Exchange)

Intercambio Dinámico de Datos

El protocolo de mensajes de Microsoft Windows que permite que los programas de aplicación pidan se intercambien los datos automáticamente. Una programa en una ventana puede interrogar a un programa en otra ventana utilizando el protocolo DDE.

Dispositivo

Mecanismo o artificio dispuesto para obtener un resultado automático

DLL

Dynamic Link Library

Biblioteca de Enlaces Dinámicos

Un conjunto de rutinas de programa que están disponibles para las aplicaciones en tiempo de ejecución.

Electrodo

Barra o lámina que forma cada uno de los polos en un electrólito, y por extensión, el elemento terminal de un circuito de variada forma, frecuentemente cerrado en un tubo o ampolla de vidrio purgados de aire.

Estación de Trabajo (WorkStation)

- (1) Micro o minicomputadora para un único usuario, de alto rendimiento, que ha sido especializada para gráficos, diseño asistido por computadora, ingeniería asistida por computadora o aplicaciones científicas.
- (2) En una red de área local, una computadora personal que sirve a un único usuario, a diferencia de un servidor de archivos, que sirve a todos los usuarios de la red.
- (3) Cualquier terminal o computadora personal.

EIA (Electronic Industries Association)

Asociación de Industrias Electrónicas

Organización societaria, fundada en 1924 que incluye fábricas de piezas y sistemas electrónicos. Con más de 1200 miembros, patrocina exposiciones y seminarios y otorga muchos premios para las contribuciones sobresalientes a la industria electrónica. La EIA establece estándares para interfaces electrónica y eléctricas, como la interfaz EIA RS-232-C.

Esqueletón

Armadura sobre la cual se arma algo.

Esterescópico

Que proporciona un efecto tridimensional; cada ojo recibe una imagen ligeramente diferente de tal forma que, cuando son visualizadas juntas, lo que se ve parece tener profundidad.

Faradio

Medida de la capacidad eléctrica de un cuerpo o de un sistema de cuerpos conductores que con la carga de un culombio produce un voltio.

Flip-Flop

Circuito electrónico que alterna entre dos estados. Cuando se aplica corriente, cambia de su estado actual al opuesto (0 a 1, 1 a 0). Compuesto por varios transistores, el flip-flop es usado en el diseño de memorias estáticas y registros de hardware.

Fotorealístico

Imagen realística.

Fotocensar (Photosensor)

Un dispositivo sensible a la luz que se usa en el mecanismo de exploración óptica.

Freeware

Software que está registrado pero que permite que se realicen copias sin tener que pagar ningún tipo de regalías. En comparación, el software de dominio público no está registrado y puede ser copiado de manera libre, pero se debe pagar cierta cantidad en forma regular para poder utilizarlo.

Gráficos por computadora (Graphics)

Dibujos o pinturas creados o introducidos en la computadora mediante escáneres o fotografías; pueden ser almacenados, recuperados y manipulados electrónicamente; normalmente son percibidos como figuras geométricas o lineales.

Full Body Sensor Suit

El traje es similar a el guante, pero cubre la mayoría del cuerpo. Sensores de fibra óptica están localizados en la superficie del traje de manera que puedan detectar los movimientos del cuerpo. Estos sensores obtienen la información y la regresan a la computadora con las coordenadas de la posición del usuario en la simulación. El cuerpo entero de los usuarios puede interactuar con el ambiente virtual.

GUI

Interfaz gráfica para el usuario. Abreviado como GUI (Graphical User Interface). Una interfaz gráfica para el usuario proporciona una manera de comunicarse con la computadora por medio de iconos y menús descendentes, en otras palabras, imágenes.

Háptico /n

Perteneciente a las sensaciones táctiles, presión, temperatura, giro, etc., mediante la piel, los músculos, los tendones o las articulaciones; que representa sensaciones táctiles (aunque no está limitado a ellas).

Hardware (Hardware)

Dispositivos físicos en cada parte del sistema y las conexiones de redes entre distintos lugares.

Head Mounted Display (HMD)

Es el dispositivo de interfase visual más común para Realidad Virtual, el cual se usa sobre la cabeza como si fuera un casco. Los ojos de los usuarios son cubiertos por el líquido cristal de despliegue, y bocinas estéreo abarcan los oídos. Asensores magnéticos montados en las gráficas son observado por los usuario, los cuales se moverán de acuerdo a la dirección que se dirijan y dar la mejor percepción visual al usuario.

Hyperlink (Hipertliga)

El Link es una instrucción que esta en la página de hipertexto, estas instrucciones permiten al ser tocadas por el usuario con el ratón y un click, saltar a otra página u otro servidor Web local o en cualquier parte del mundo, sin que se deba pagar adicionalmente porque la mayoría de los servicios de internet en tiempo real, cobran lo mismo sin importar donde esta el computador que brinda la información.

Los Link pueden estar en TEXTO o en IMAGENES y se reconocen porque normalmente estan resaltados del resto del texto con otro color y subrayados, tambien porque al mover el raton sobre los Link el puntero del ratón cambia para permitir acceder al salto del Link.

Hipertexto

Desplegado y recuperación de información no lineal. El hipertexto puede consistir en texto, gráficas, video, sonido y animación. Las ventanas de ayuda que utilizan los programas Windows utilizan el hipertexto. Al hacer click en una palabra resaltada de manera especial, la computadora despliega en forma instantánea esa porción de información sobre la pantalla.

HITL

Human Interface Technologies Laboratory

Hosts

En las redes, la computadora anfitrión es la que controla la red y almacena los programas y datos que utilizan las demás computadoras de la red. 2) En las telecomunicaciones, la computadora anfitrión es la computadora a la cual usted ha llamado y con la que se ha conectado.

HTML

Son las siglas de Hypertext Markup Language, o sea, Lenguaje marcador de hipertexto. Está basado en el SGML(Standard Generalized Markup Language), mismo que se utiliza para delinear la estructura general de varios tipos de documentos. No es un lenguaje para dar formato a páginas o prepararlas. La atención del HTML se concentra en el contenido del documento, no en su apariencia. El HTML es un lenguaje para delinear documentos estructurados.

IC (integrated circuit)

Chip de Silicio en el que se fabrican una o más compuertas

IDM(Instructional Development Model)

Un proceso secuencial con escenas o etapas para facilitar el desarrollo instruccional. El desarrollo instruccional es el proceso de fijar necesidades, aprendizajes y tareas; identificación de metas; estableciendo objetivos; usando principios de diseño y enseñanza apropiada y evaluar la efectividad

Imagen

Una reproducción mental, manual o generada por computadora de la apariencia de alguien o algo; un dibujo o pintura; generalmente es percibida como una serie de píxeles.

Imagen estereoscópica

Imagen referente al estereoscopio, el cual es un aparato óptico en el que, mirando con ambos ojos, se ven dos imágenes de un objeto, que, al fundirse en una, producen una sensación de relieve por estar tomadas con un ángulo diferente para cada ojo.

i860

Intel 1860

Conocido comúnmente como el i860 o el 860, es un microprocesador de 64 bits, basado en RISC, de Intel Corporation.

Utiliza un bus de datos de 64 bits, tiene incorporadas una capacidad de gráficos 3-D y de coma flotante, y contiene más de un millón de transistores. Se utiliza como un CPU independiente o para aumentar el rendimiento en sistemas existentes.

Interactivo (Interactive)

Que tiene rasgos que permiten al usuario influenciar o manipular el curso de la acción; permite una interdependencia entre el usuario y el sistema.

Interfaz (Interface)

Cualquier cosa que se utilice para conectar al usuario con el programa; cualquier cosa que se utilice para conectar una computadora con un dispositivo interno.

Intrincado

Enredado, complicado, confuso.

IP Datagram

Unidad básica de información que pasa a través de una red de redes TCP/IP. Una dirección IP es una abstracción de la dirección de hardware físico. Para hacer el ruteo eficiente, cada dirección IP se divide en parte en red y en parte en anfitrión (host).

ISO

Organización Internacional de Estandarización. Esta Organización crea conjuntos de protocolos de comunicación.

Jean Piaget

Psicólogo suizo (Neuchâte, 1896 . Ginebra, 1980) Uno de los estudiosos más lúcidos de la psicología infantil evolutiva. Su aportación fundamental ha sido la investigación - desde una perspectiva biológica, lógica y psicológica - de la génesis y desarrollo de la inteligencia del niño.

Kilobyte

1.000 o 1.024 bytes caracteres. También se escribe KB, Kbyte y K-byte.

LCD (Liquid Crystal Display)**Pantalla de cristal líquido**

Liquid Cristal Display (Visualizador de cristal líquido). Visualizador digital que consta de dos láminas de vidrio selladas y separadas por un material de cristal líquido, normalmente transparente. La superficie exterior de cada lámina de vidrio está revestida por un conductor transparente, como por ejemplo óxido de estaño u óxido de indio, con las caras visibles grabadas en segmentos que forma caracteres, que poseen conductores dirigidos hacia los bordes del visualizador. Una tensión aplicada entre los revestimientos de los electrodos anterior y posterior rompe la disposición uniforme de las moléculas, oscureciendo el líquido lo suficiente como para formar caracteres visibles a pesar de que no se genera luz. Una tecnología para presentaciones que se usa comúnmente en los relojes digitales y en computadoras portátiles. Los cristales líquidos son moléculas con forma de varillas, que fluyen como líquido, y se usan para dirigir la luz entre dos filtros polarizadores. En su estado normal, los cristales dirigen la luz a través de los polarizadores, dejando ver un color de fondo gris claro natural. Cuando se les energiza, cambian la dirección de la luz, que es entonces absorbida en uno de los polarizadores, haciendo que se muestre la apariencia oscura de los polarizadores cruzados.

LED (Light Emitting Diode)**Diodo emisor de Luz**

Una tecnología de exhibición ("display") que utiliza una variedad particular de diodo semiconductor que emite luz cuando está cargado con electricidad. Los LEDs generalmente emiten un resplandor rojo, aunque también pueden generarse otros colores. Los LEDs eran los visores de dígitos en los primeros relojes digitales.

Su mayor requerimiento de potencia hizo que cediera su lugar al LCD, que es siempre visible y no requiere que el que lo use apriete un botón para activarlo. Los LEDs se usan para las luces de "drive en uso" que se encuentran en las unidades de discos, como así también en los paneles de presentación de innumerables productos electrónicos.

Lenguaje de computación

Un lenguaje de programación, un lenguaje de máquina o el lenguaje usado en la industria de las computadoras.

Lentes LC

Lentes de filtro inductivo. Filtro de paso baja utilizado para alisar la tensión de salida de corriente continua de un rectificador. Consta de una o más secciones en serie, cada una de las cuales consiste en una bobina sobre un par de conductores en serie con un condensador entre estos conductores.

Low-bandwidth

Ancho de banda bajo, término utilizado en electrónica

Mapear

El software de mapeo es el que da la posibilidad de crear y almacenar mapas de bits. Los mapas pueden ser visualizados en diferentes factores de ampliación y por lo general requieren una cantidad significativa de espacio en el disco para ser almacenados.

Marcos/segundo

Es la medida de como la animación es tan realista, es decir, que tan similar se parece al movimiento real. La razón o velocidad más baja es acerca de 30 marcos por segundo. Esto es debido a que nuestros ojos "mantienen" una imagen por cerca de 1/30 de segundo antes de que se desvanezca de nuestra retina. Como consecuencia, esto causa que el cerebro interprete la secuencia como un movimiento constante.

Megabyte

1.000.000 o 1.048.576 bytes o caracteres. También se escribe MB, Mbyte y M-byte.

Microfaradio (μf)

Medida de capacidad equivalente a una millonésima de faradio.

MIDI

Acónimo que significa musical Instrument Digital Interface (Interfaz Digital para Instrumentos Musicales). El protocolo o estándar para el codificado de los sonidos musicales en forma digital. Las diferencias en los sonidos y las voces musicales pueden ser medidas y almacenadas por medio del estándar MIDI para después ser transferidas en forma digital entre computadoras e instrumentos equipados con MIDI.

MIME

Multipurpose Internet Mail Extensions (Extensiones Multipropósito de Correo Internet). MIME es una convención para incluir material que no sea texto simple en los mensajes de correo electrónico. Existe una larga lista del tipo de material, que fluctúa desde texto con un ligero formateo y caracteres hasta imágenes en color, video con movimiento total y sonido de alta fidelidad. El grupo MIME tuvo el suficiente sentido común como para darse cuenta de que no todos los usuarios tienen computadoras que pueden manejar material sofisticado; es por eso que un solo mensaje MIME puede contener formas alternativas del mismo proceso, como formateo esplendoroso, texto con mejor formato para los usuarios que tienen pantallas sofisticadas y texto sencillo para las personas que utilizan terminales simples. MIME también maneja mensajes anidados, por lo que un solo mensaje MIME puede en realidad contener un documento y un par de ilustraciones que lo acompañen.

Modelo

(1) Un estilo o tipo particular de dispositivo de hardware.

(2) Una representación matemática de un dispositivo o proceso que se usa para analizar y planificar. Los modelos son conjuntos de ecuaciones que representan una condición o conjunto de operaciones en el mundo real. Difiere de una lista de descripciones, por cuanto además describe la interrelación entre los componentes. Por ejemplo, un modelo de datos indica cómo los datos son percibidos por departamentos diferentes y se usa para pronosticar el cuello de botella si los usuarios requieren ciertas clases de información.

Los modelos de mercado, distribución y fabricación son una serie de ecuaciones dentro de las cuales las variables pueden ser insertadas con el propósito de estudiar el impacto de una variedad de decisiones.

Mientras que los modelos de negocios pueden ser muy simples (ingresos netos = ingresos brutos - gastos), los modelos científicos requieren fórmulas elaboradas para representar aviones, ríos y planetas. Los modelos científicos son usados para simular el movimiento y cambio de objetos en el mundo real.

Modelo Biomecánico

Modelo que consta de una parte mecánica en la cual se representa alguna parte del cuerpo como brazos, piernas o manos, muy usados en Realidad Virtual para interactuar con la computadora.

Multiprogramación

Lo mismo que multitasking.

Multitarea (multitasking)

La ejecución de dos o más programas en una computadora al mismo tiempo. La multitarea se controla por el sistema operativo, que carga los programas y los maneja hasta que terminen. El número de programas que pueden ser efectivamente ejecutados depende de la cantidad de memoria disponible, la velocidad de CPU, capacidad y velocidad de los recursos periféricos, así como también de la eficiencia del sistema operativo.

La multitarea se realiza debido a las diferencias de velocidades de entrada/salida y procesamiento. Mientras un programa está esperando una entrada, se pueden ejecutar instrucciones de otro programa. Con programas interactivos, los segundos de demora entre entradas de teclado se usan para ejecutar instrucciones de otros programas. En sistemas de procesamiento en lotes, los milisegundos de demora entre entrada y salida de datos de la computadora se usan para ejecutar instrucciones en otros programas.

Tradicionalmente, multitarea significaba ejecutar dos o más tareas dentro del mismo programa al mismo tiempo, y multiprogramming significaba ejecutar dos o más programas en la computadora al mismo tiempo. Hoy, multitarea significa multiprogramación y multithreading significa multitarea.

Multiprocesamiento (multiprocessing)

El procesamiento simultáneo con dos o más procesadores en una computadora, o dos o más computadoras que están procesando juntas. Cuando se usan dos o más computadoras, se ligan con un canal de alta velocidad y comparten la carga de trabajo general entre ellas. En caso de que una deje de operar, la otra se hace cargo. En sistemas con tolerancia de fallos, dos o más procesadores se construyen dentro de un mismo gabinete.

El multiprocesamiento también se efectúa en computadoras de propósitos especiales, como los procesadores matriciales, los cuales proveen procesamiento matemático simultáneo de conjuntos de datos.

A pesar de que las computadoras se construyen con diversas características que se superponen, como ejecutar instrucciones mientras se introducen y sacan datos, el multiprocesamiento se refiere específicamente a ejecución de instrucciones simultáneas.

n-Vision Inc.

Fundada en 1993. Datavisor. Unidades montadas sobre la cabeza de alta ejecución y en estéreo y color, basadas en CRT's y otros dispositivos.

OLE (Object Linking and Embedding)

Enlace y Empotramiento de Objetos

Protocolo de documentos compuestos de Microsoft Windows. La aplicación "cliente" crea el documento; la aplicación "servidor" crea un objeto dentro del documento. Cuando un usuario tecldea dos veces en un objeto empotrado en una aplicación "cliente", se carga la aplicación "servidor" y se recupera el archivo de datos adecuado.

Pantalla LED

Pantalla compuesta por LED's para un uso específico

Paseo Virtual

Paseo que se hace dentro de alguna construcción virtual con la ayuda de dispositivos como el casco y el guante de Realidad Virtual

Perceptual

Que tiene virtud de percibir.

Pixel (PIX [picture] ELEMENT)

Elemento de imagen, pixel

El elemento más pequeño en una pantalla de presentación de video. Una pantalla se divide en miles de pequeños puntos, y un pixel es uno o más puntos que se tratan como una unidad. Un pixel puede ser un punto en una pantalla monocromática, tres puntos (rojo, verde y azul) en pantallas de color, o una agrupación de esos puntos.

Polígono

En gráficos por computadora, un objeto de muchos lados que puede ser llenado con color o movido como una sola entidad.

Programación de arriba a abajo

Top-Down Programming. Inicio de un programa y cada uno de sus módulos con un enunciado (en inglés) acerca de lo que éste debe hacer y la manera en que debe lograrlo.

Programación orientada a objetos

Object-Oriented Programming

Abreviado "OOP" (POO, en español) una tecnología de programación que es más flexible que la programación estandard. Las características más importantes son:

- (1) encapsulación
- (2) herencia
- (3) polimorfismo

Encapsulación es la creación de módulos autosuficientes que contengan los datos y el proceso (estructura de datos y funciones que manipulen esos datos). Estos tipos de datos definidos por el usuario o abstractos se denominan clases. Un ejemplo de una clase se denomina objeto. Las clases se crean por jerarquías, y la herencia permite que el conocimiento de una clase se pase a la siguiente en jerarquía. Los objetos nuevos se pueden crear heredando características a partir de las clases existentes.

Programación Visual

Una manera de crear software al realizar elecciones de un menú con el ratón, además de cortar y pegar items con el objeto de que la escritura y el pensamiento lineal sean minimizados. No se tiene que saber mucho acerca de la programación para poder trabajar con esta tecnología y producir resultados.

Prototipo

Original ejemplar o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa

Puerto en Serie y Paralelo

Un conector en serie y uno paralelo para conectar dispositivos periféricos a una computadora personal.

Aunque para algún requerimiento particular pueden ser necesarios más de uno de cada uno, el puerto en serie permite conectar un modem, ratón o impresora, y el paralelo permite conectar una impresora.

Para las minicomputadoras y macrocomputadoras, hay miles de conectores a los que se hace referencia con muchas designaciones.

Realidad Virtual (Virtual Reality)

Una realidad simulada por computadora que puede interactuar con todos los sentidos.

Red Neuronal

Sistema computarizado que imita las actividades de las neuronas en el cerebro humano. En el cerebro del hombre, un número muy grande de neuronas procesan información en paralelo, pues todas trabajan sobre un problema al mismo tiempo para producir una sola respuesta. Basado en patrones establecidos (procesos aprendidos), ciertas conexiones se realizan a lo largo de una red par producir resultados repetidos. De esta forma, las redes neuronales pueden aprender a procesar información compleja conforme pasa el tiempo par reconocer los patrones de los datos. Debido a esta conducta adquirida por medio del aprendizaje, las redes neuronales, a semejanza de los humanos, producen sólo resultados aproximados basados en grandes cantidades de información recibida. Las redes neuronales son de gran utilidad para tipos específicos de problemas, como es el caso de procesamiento de los datos en el mercado de valores o para localizar tendencias en los patrones gráficos.

Refresco

Mejor conocido como medida de refresco (Refresh Rate). Es la medida con el que una pantalla se refresca o redibuja su imagen de acuerdo con la nueva información. Entre más rápido sea el ritmo, menos probable será que la pantalla parpadee, lo que evita el desgaste y el daño en la córnea y el cerebro.

Relevadores

Son denominados como relevadores, los interruptores accionados por señales eléctricas, consisten básicamente de un electroimán que al ser accionado atrae una lengüeta de material ferromagnético que lleva unida una placa de materia dieléctrico. Esta tecnología ya casi no se usa.

Resistencia

Elemento que limita el paso de la corriente, la resistencia se mide en ohms, generalmente se hace de carbón

RISC (Reduced Instruction Set Computer)

Computadora de Conjunto de Instrucciones Reducido

Arquitectura de computadoras que ejecuta un número limitado de instrucciones. El concepto es que la mayoría de los programas usan generalmente unas pocas instrucciones, y si se acelera la ejecución de esas instrucciones básicas, se mejora el rendimiento.

La arquitectura RISC elimina una capa de carga operativa llamada "microcódigo", que se emplea normalmente para facilitar la agregación de nuevas y complejas instrucciones a una computadora. Las computadoras RISC poseen un pequeño número de instrucciones montadas en los circuitos de nivel inferior, que trabajan a máxima velocidad.

Aunque las máquinas RISC son sólo de un 15% a un 50% más veloces que sus contrapartidas CISC (Complex Instruction Set Computer - computadora de conjunto de instrucciones complejo), los chips RISC son más baratos de producir. Por lo tanto, la relación dólares por MIPS está decididamente a favor de la RISC.

Hay una controversia en torno a la arquitectura RISC. Sus proponentes afirman que su velocidad y costo inferior son una ventaja extrema.

Sus oponentes argumentan que sus ventajas no justifican la proliferación a nivel mundial de nuevos lenguajes de máquina y que de todos modos surgirán mejoras mucho mayores en las prestaciones. Además, al ser eliminadas muchas instrucciones, el software (ensambladores, compiladores) debe generar más código para hacer lo que antes hacía el hardware.

En los comienzos, no existían instrucciones de multiplicación y división. Estas se realizaban por software mediante sumas y restas sucesivas. Más tarde, la multiplicación y división se incluyeron en el hardware. Finalmente, se montaron instrucciones que realizaban búsquedas completas en tablas. Con la arquitectura RISC, volvemos al punto de comienzo.

RAM (Random Access Memory)

Memoria de Acceso Aleatorio

Memoria electrónica de la computadora donde se almacenan programas y datos mientras que la computadora está en marcha. La RAM puede ser sobrescrita pero pierde la información cuando se apaga la computadora, permite un acceso rápido a su información.

ROM (Read Only Memory)

Memoria de Solo Lectura

Chip de memoria que almacena permanentemente instrucciones y datos. Sus contenidos se crean en el momento de la fabricación y no se pueden alterar. Se utiliza ampliamente para almacenar rutinas de control en computadoras personales (ROM BIOS) y en controladores de periféricos, también se utiliza en cartuchos conectables para impresoras, video juegos y otros sistemas. Cuando el software se almacena en ROM la actualización a la versión siguiente requiere volver a colocar el chip de la ROM.

Realidad Artificial (Artificial Reality)

Espacios simulados generados por computadora; una combinación de sistemas computacionales y videosistemas.

Resolución (Resolution)

Grado de agudeza de un carácter o imagen exhibida o impresa. Sobre la pantalla, la resolución se expresa como el producto de la cantidad de puntos por línea por el número de líneas. Una resolución 680 x 400 significa 680 puntos a lo largo de cada una de las 400 líneas. Una misma resolución se ve más definida en una pantalla pequeña que en una grande.

RS232

Estandar de EIA (Electronics Industry Association. Organización de estándares para la Industria Electrónica) que especifica las características eléctricas de las interconexiones de baja velocidad entre computadoras y terminales o entre dos computadoras.

Aun cuando el estandar más utilizado es RS232C, la mayoría de la gente se refiere a él como RS232.

Interfaz eléctrica de 25 cables entre una computadora y un dispositivo periférico, tal como un módem, ratón, tableta de dibujo o impresora. Es una norma de la EIA para transmisiones en serie que utiliza conectores DB-25, de 25 "pins" (clavijas), o DB-9, de 9 pins. Su limitación normal de cable de 50 pies (15 m) puede extenderse a varios cientos de pies mediante un cable de alta calidad.

La norma RS-232 define los propósitos, características eléctricas y temporización de las señales en el cable. Sin embargo, no siempre se usan los 25 conductores del cable; muchas aplicaciones utilizan menos de una docena.

Ruido

Señales extrañas, generalmente no deseadas que surgen circunstancialmente en cualquier parte de un sistema de transmisión de datos.

SCSI (Small Computer System Interface)

Interfaz Pequeño de Sistemas de Computadoras

Pronunciado "soozi". Interfaz para más de siete periféricos (disco, cinta, CD ROM, etc.). Es un interfaz de bus de 8 bits para más de ocho dispositivos, pero el adaptador principal, que se conecta al bus de la computadora, también cuenta como un dispositivo. El bus SCSI permite que dos dispositivos se comuniquen a la vez (de principal a periféricos, de periférico a periférico).

Sensor (Sensor)

Dispositivo que mide o detecta una condición del mundo real, tal como el movimiento, el calor o la luz, y convierte la condición en una representación analógica o digital de la misma. Un sensor óptico detecta la intensidad o brillo de la luz, o la intensidad de rojo, verde y azul para sistemas en color. También los hay electromagnéticos.

Shareware

Software que puede copiar y regalar en forma legal, pero por cuyo uso debe pagar de manera regular. Muchos programas de shareware rivalizan con frecuencia con las características de los programas comerciales, pero son mucho menos costosos.

SIMNET

Simulation System. Sistema de simulación aplicado en el ejército de los Estados Unidos.

SIMNET

Red de simulación de entornos no inmersivos de campos de batalla, que comenzaron en el Institute for Simulation & Training de la Universidad Central de Florida, para el entrenamiento y comunicación militares de la armada de los EE.UU.

Simulación (Simulation)

Proceso para generar condiciones de ensayo que se aproximan a las condiciones reales u operacionales.

Software (Software)

Programas codificados que dicen a la computadora lo que debe hacer para realizar tareas específicas; un conjunto de instrucciones lógicas detalladas para operar una computadora.

Sistema de Autoria

Sistema mediante el cual el usuario sin necesidad de tener demasiados conocimientos sobre programación y Realidad Virtual puede realizar mundos virtuales.

Sistema Operativo (Operative System)

Conjunto básico de instrucciones de software que ponen en marcha una computadora (por ejemplo, el DOS); software de supervisión; proporciona apoyo a los programas de aplicaciones y a las interfaces usadas en el sistema.

Sistema de Realidad Virtual

Los componentes usados en la creación de una experiencia virtual. Esto incluye, pero no se limita a, la computadora, el head mounted display y el guante de datos.

Para poder usar Realidad Virtual, se necesitan computadoras sofisticadas y poderosas.

SRI

International Bioengineering Research Department

TCP/IP

Conocido de manera oficial como el grupo de protocolos Internet TCP/IP, pero llamado más comúnmente TCP/IP (siglas provenientes de sus dos principales estándares), éste puede utilizarse para comunicarse a través de cualquier grupo de redes interconectadas.

TCP.- Transmission Control Protocol. Protocolo de nivel de transporte TCP/IP estándar que proporciona el servicio de flujo confiable full duplex y del cual dependen muchas aplicaciones. El TCP/IP permite que el proceso en una máquina envíe un flujo de datos hacia el proceso de otra. El TCP está orientado a la conexión en el sentido de que, antes de transmitir datos, los participantes deben establecer la conexión. Todos los datos viajan en segmentos TCP, en donde cada viaje se realiza a través de Internet en un datagrama IP.

IP.-Internet Protocol. Protocolo estándar que define a los datagramas IP como la unidad de información que pasa a través de una red de redes y proporciona las bases para el servicio de entrega de paquetes sin conexión y con el menor esfuerzo. El IP incluye el control ICMP y los protocolos de mensaje de error como parte integral.

TDD

Dispositivo de Teléfono para sordos usado en Estados Unidos

Teleconferencia

Conferencia en la que a través de un satélite se puede llevar a varios lugares simultáneamente y a grandes distancias

Teleoperar

Operación de algo a larga distancia

Teleprocesamiento

teleprocesamiento, procesamiento a larga distancia, teleproceso

Antigua denominación aplicada por IBM a las comunicaciones de datos.

Telepresencia

La telepresencia es una tecnología que enlaza sensores remotos en el mundo real con los sentidos de un operador humano.

Tiempo Compartido

Time Sharing. Empleo estratégico de los recursos (microprocesador, discos, unidades de disco) con las computadoras mainframe o la red. El tiempo que se comparte es el tiempo de procesamiento de la computadora. Como norma, se comparte entre varios usuarios y también se puede compartir entre varios programas. En una situación de tiempo compartido, la computadora se programa de tal manera que pueda saber cómo utilizar sus recursos de procesamiento para atender las necesidades con base a las prioridades.

Tiempo Real (Real Time)

El momento justo en el que algo sucede; para resolver problemas con la computadora, el tiempo entre la entrada de datos y la solución; utilizado cuando la respuesta a una entrada es lo suficientemente rápida como para afectar las entradas posteriores.

Toolkit

Conjunto de herramientas.

3-D

Una visualización, medio o realización que da la apariencia de altura, anchura y profundidad.

VESA

Video Electronics Standards Association

Virtual

Se refiere a la esencia o efecto de algo, más no al hecho; lo que físicamente no existe.

Virtual Environment

El ambiente o lugar donde un cibermata experimenta. Es todo lo que el cibermata puede observar, escuchar e interactuar mientras experimenta con la RV. Este término es usado a menudo intercambiamente con mundo virtual y ambiente de computadora.

Virtual Learning Environment

Un ambiente de Realidad Virtual diseñado para educar y/o informar al usuario. Debe tener un objetivo educacional y preferiblemente sólo debe proveer a los usuarios con alguna experiencia que no sea posible llevar a cabo en el mundo real.

VPL Research, Inc.

Virtual Programing Languages Inc.

Corporación fundada en 1985 por Jaron Lanier, creadora de dispositivos de entrada y control, tales como Dataglove (guante de datos), Microcam y EyePhones. Pertenece a la compañía francesa Thomson CSF SA desde 1992.

VR Inc.

Virtual Research Inc.

Fundada en 1992. Unidades de presentación del "Flight Helmet" (Casco de vuelo) con entradas NTSC duales, auriculares estéreo y cables de 13 pies. Fácil de manejar, ajustable con un único botón, pesa menos de 4 libras.

VRML

Virtual Reality Modeling Language. Lenguaje Modelador de Realidad Virtual, el cual permite realizar aplicaciones de RV en red.

WWW

Iniciales que significan Red Mundial (World Wide Web). Es un gran avance para que el proceso de búsqueda sea más rápido, útil e intuitivo. La WWW se basa en la tecnología denominada hipertexto o en términos más preciso hipermedia porque puede manejar gráficas, sonido y video además de texto.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Adventures in Virtual Reality.
Hayward, Tom.
QUE Corporation, 1993
- 2.- Artificial Reality II
Myron W. Krueger
Addison - Wesley, 1991
- 3.- Virtual Reality Madness!
Wodaski, Ron
Sams Publishing 1993
- 4.- Virtual Reality and the exploration of Cyberspace
Hamit, Francis
Sams Publishing, 1993
- 5.- The Virtual Reality Programers Kit
Gradecki, Joe
John Wiley & Sons, Inc., 1994
- 6.- Realidad Virtual
Larijani Casey, L.
Mc. Graw Hill, 1994
- 7.- Computers as Theatre
Brenda Laurel
Addison- Wesley, 1991
- 8.- Virtual Reality Technology
Burdea, Grigore
Coiffet Philippe
John Wiley & Sons Inc., 1994
- 9.- Interacting with Virtual Reality Enviroments
Mc Donald, Lindsay
Vince, John
John Wiley & Sons Inc., 1994
- 10.- The Virtual Reality Construction Kit
Gradecki, Joe
John Wiley & Sons, Inc., 1994
- 11.- El niño, las matemáticas y la realidad
Vergnaud, Gérard
Trillas, 1991
- 12.- Niños pequeños en acción
Hohmann, M.
Trillas, 1990
- 13.- El pensamiento matemático de los niños
Arthur J. Baroody
Visor Distribuciones, 1988, Madrid.
- 14.- Estrategias para una enseñanza creativa
Lilian M. Logan y Virgil. G. Logan
Didáctica, 1980, Barcelona.
- 15.- Diccionario Ilustrado de Computación para Inexpertos
Dan Gooking Wally
Megabyte Editores, 1996, México
- 16.- Internet para Inexpertos For Dummies
John, R. Levine
Megabyte Editores, 1996

17.- Toda la PC

Peter Norton

Prentice Hall Hispanoamericana, 1994, México

18.- The RS-232 Solution

Joe Campbell

Sybex, 1989, USA

19.- Diseño Digital, principios y prácticas

John F. Wakerty

Prentice Hall Hispanoamericana, 1992, México

20.- Diseño Digital

Morris Mano

Prentice Hall Hispanoamericana, 1987, México

21.- Coping with Windows Communication by Carl Franklin

Visual basic Programmer's Journal

February/March 1994

Págs. 21,22,23,28,29,30,31

22.- What is Virtual Reality?

A Homebrew Introduction and Information Resource List

Versión 2.1, Oct. 1993

Jerry Isdale

email: 72330.770 @compuserve.com

23.- El mundo de las Matemáticas

James R. Newman

9a. Edic., Tomo 5

24.- Sistemas Digitales y Arquitectura de Computadoras

Emiliano Llano Diaz

Exal Ingeniería, 1993, México

25.- Teoría y Práctica de Sistemas de Comunicación IV

Hugo Gilberto García Guerra

I.P.N., 1986, México