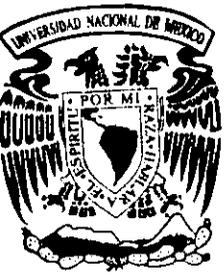


34

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE INGENIERIA

TECNICAS DE ANIMACION
EN LA COMPUTACION VISUAL.
UN ENFOQUE DIDACTICO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN COMPUTACION
PRESENTA

MARCO EMILIO LORANCA GONZALEZ

DIRECTOR DE TESIS: ING. SERGIO AMBRIZ MAGUEY
CODIRECTOR DE TESIS: M.I. ADOLFO MILLAN NAJERA



MEXICO, D. F.

2001

299757



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

INDICE

INTRODUCCION.	1
OBJETIVO.	4
JUSTIFICACION PEDAGOGICA.	5
a) Aprendizaje significativo.	5
b) Clasificación de los objetivos del aprendizaje.	9
c) Necesidad de la Didáctica.	12
CAPITULO I ANTECEDENTES.	14
1.1 Breve historia de la animación.	14
1.2 Animación tradicional.	16
1.2.1 ¿Como se hacen los dibujos animados?.	16
1.2.2 Fase de filmación, máquina multiplano.	29
1.2.3 Algunas técnicas y efectos especiales de cámara.	30
1.2.4 Hojas de información.	34
1.3 Animación asistida por computadora.	36
1.3.1 Introducción.	36
1.3.2 La computadora en el proceso de animación.	38

CAPITULO II	ANIMACION POR COMPUTADORA.	42
2.1	Introducción.	42
2.2	Creación de una animación por computadora.	46
2.3	El papel de la computadora en la animación.	50
2.4	Diseño de las secuencias de animación.	52
2.5	Clasificación de los sistemas de animación.	54
2.6	Tiempo real vs. cuadro por cuadro.	57
2.7	Animación utilizando frame buffer y playback en tiempo real.	61
2.8	Sistemas vs. lenguajes.	63
CAPITULO III	TECNICAS BASICAS DE ANIMACION.	69
3.1	Interpolación de cuadro básico.	69
3.1.1	Introducción.	69
3.1.2	Interpolación lineal.	73
3.1.3	Interpolación de curva.	75
3.1.4	Interpolación de posición y de orientación.	79
3.1.5	Interpolación de forma.	79
3.1.6	Interpolación de atributos.	79

3.2	Animación del modelo.	81
3.2.1	Promedios de despliegue.	82
3.2.2	Especificación interactiva de cuadro básico.	84
3.2.3	Control de peso de cuadro básico.	87
3.2.4	Cinemática natural.	90
3.2.5	Rutas de movimiento.	91
3.2.6	Animación de forma libre.	95
3.2.7	Transformación tridimensional.	96
3.2.8	Rejillas de forma libre.	97
3.2.9	Funciones de onda.	98
3.2.10	Animación de las características de superficie.	100
3.3	Animación mediante el uso de cámara.	102
3.3.1	Introducción.	102
3.3.2	Movimientos de posición de cámara.	103
3.3.3	Movimientos de orientación de cámara.	104
3.3.4	Rutas de movimiento.	106
3.3.5	Longitud focal.	108
3.3.6	Profundidad de campo.	111
3.4	Animación utilizando iluminación.	114
3.4.1	Introducción.	114
3.4.2	Cuerpos celestes.	116
3.4.3	Fenómenos naturales.	117
3.4.4	Luciérnagas.	121
3.4.5	Luces artificiales.	122

3.5	Animación jerárquica.	123
3.5.1	Introducción.	123
3.5.2	Niveles de precedencia.	125
3.5.3	Junturas y grados de libertad.	128
CAPITULO IV TECNICAS AVANZADAS DE ANIMACION.		132
4.1	Introducción.	132
4.2	Cinemática inversa.	133
4.3	Captura de movimiento.	141
4.3.1	Introducción.	141
4.3.2	Tecnologías de captura de movimiento en tiempo real.	147
4.3.3	Rotoscoping.	149
4.4	Control de movimiento "en vivo".	149
4.5	Edición del movimiento capturado.	150
4.6	Dinámica de movimiento.	151
4.6.1	Introducción.	151
4.6.2	Propiedades físicas de los objetos.	154
4.6.3	Tipos de fuerzas.	158
4.6.4	Colisiones y detección de colisiones.	160

4.7	Animación procedimental.	162
4.7.1	Introducción.	162
4.7.2	Sistemas de partículas.	163
4.7.3	Animación de parvada.	164
4.7.4	Animación por objetivo.	166
4.7.5	Animación facial.	170
4.8	Animación de canal.	172
CAPITULO V CONTROL DE MOVIMIENTO AUTOMATICO.		174
5.1	Mecánica, robótica e inteligencia artificial en la animación por computadora.	174
5.2	Restricciones de posición y cinemática inversa.	175
5.3	Control de movimiento utilizando dinámica.	178
5.4	Impacto del medio ambiente.	180
5.5	Planeación de tareas.	181
5.6	Animación basada en comportamiento.	188

CAPITULO VI	ANALISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS DE ANIMACION.	190
6.1	Introducción.	190
6.2	Animation Master.	191
6.3	3D Studio MAX.	197
6.4	Softimage.	204
6.5	Conclusión general.	212
CAPITULO VII	CREACION DE UNA SECUENCIA DE DIBUJOS ANIMADOS.	217
7.1	Consideraciones de creación.	217
7.2	Preproducción.	219
	7.2.1 Introducción.	219
	7.2.2 Storyboard y definición del número de cuadros.	223
7.3	Producción. Animación de la caminata.	227
7.4	Postproducción.	230

CONCLUSIONES.	231
BIBLIOGRAFIA.	234

INTRODUCCION.

El software de gráficos llegó relativamente tarde al mundo de las computadoras. Su desarrollo fue lento al principio, moderado después y de unos años hacia acá ha avanzado muy rápidamente.

Proporcionalmente se ha puesto mayor énfasis en el desarrollo de la computación alfanumérica que en el de la computación visual.

A principios de los ochenta, la mayoría de los programas de gráficos estaban limitados a dibujar formas geométricas simples, generalmente en blanco y negro. Hoy, el software de gráficos ofrece herramientas avanzadas, de dibujo, pintura y animación.

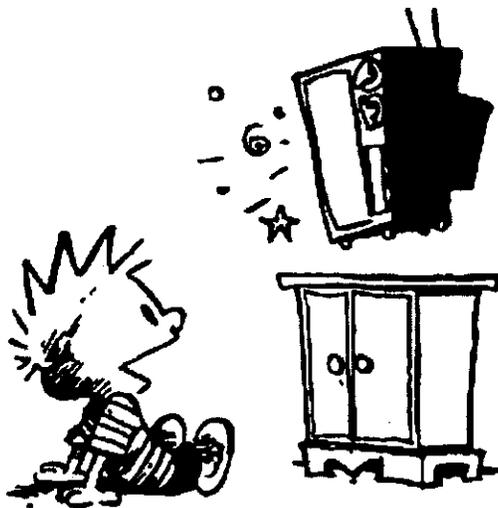
Los sistemas forman ya parte integral de las herramientas del profesional de la computación visual, no se puede prescindir de ellos. Se pueden combinar con software propio para cuestiones muy específicas. Los resultados que pueden obtenerse con este tipo de software pueden ser obviamente artificiales o asombrosamente reales.

A continuación se presenta una clasificación del software de gráficos:

- 1. Software de pintura.**
- 2. Software de manipulación de fotografía.**
- 3. Software de dibujo.**
- 4. Software de diseño asistido por computadora.**
- 5. Software de modelado y animación tridimensional.**

Basándonos en la historia (desarrollo) de los sistemas comerciales de animación, se puede decir que aunque éstos han ido incorporando cada una de las innovaciones y adelantos producto de la investigación, los conceptos y marcos de referencia en los que se han apoyado estas innovaciones no se han dado a conocer con la rapidez y la amplitud deseada, esto por la misma atmósfera de un campo en constante evolución.

Dada la influencia tan grande de los medios de comunicación audiovisual en la cultura contemporánea, resulta imprescindible la utilización de herramientas que faciliten la creación de imágenes en movimiento y hagan que éstas sean más atractivas con el fin de brindar un apoyo más eficaz en la transmisión de la información.



La animación es una de las áreas de estos medios en la cual la computadora es utilizada como una herramienta multiplicadora de las capacidades del ser humano ya que además de constituir un método de comunicación y de entretenimiento es un medio de expresión artística.

El avance tecnológico que la computación ha experimentado en los últimos años, reflejado por ejemplo, en la aparición de los sistemas operativos de 32 bits o en el aumento de la capacidad de procesamiento y de almacenamiento, han creado las condiciones propicias para que el desarrollo y la utilización de los sistemas de presentación y animación tridimensional se estén dando de una manera más rápida y más accesible para todas aquellas personas relacionadas con el campo de la computación visual.

OBJETIVO.

Al ser la animación por computadora un tema de frontera tecnológica en la que se combina lo artístico con lo técnico, son pocos los apoyos y referencias objetivas con las que puede contar el estudiante interesado en el tema, además de que en comparación con otras áreas de la computación, son pocas las personas especializadas en este campo.

El conocimiento de los principios que respaldan la teoría permite adaptarse a cualquier sistema, ya que si bien existe cierta variedad de programas diferentes, éstos se basan en conceptos o en ideas generales. El comprender estas ideas facilitará la utilización de cualquiera, o dicho de otra manera, el entender los conceptos y saber como explicarlos nos permitirá utilizar cualquier sistema después de aprender sus particularidades.

El objetivo de este trabajo consiste en proporcionar una visión integral de las diferentes técnicas de animación empleadas en los sistemas de presentación y animación tridimensional, que sirva de apoyo a los alumnos de la Facultad de Ingeniería para comprender los principios, aplicaciones y combinaciones de las técnicas existentes para animar objetos.

JUSTIFICACION PEDAGOGICA.

a) APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.

Sabemos que el aprendizaje es el proceso mediante el cual un sujeto adquiere destrezas o habilidades prácticas, incorpora contenidos informativos o adopta nuevas estrategias de conocimiento y/o acción. También sabemos que existen 2 modos de aprender un tema o una actividad:

1. Modo no significativo.
2. Modo significativo

El modo no significativo se refiere a un aprender sin interés, por coerción. El asunto en realidad no tiene importancia para el sujeto, y por lo tanto, no se hace propio ni compromete a la persona.

El modo significativo es más auténtico, pues el sujeto realiza esta actividad con interés por el asunto mismo. Su motivación no proviene principalmente de las coerciones recibidas, queda afectado no sólo en la memoria y en las facultades mentales sino también en sus estratos afectivos y axiológicos. El que así aprende capta el asunto como algo valioso y siente que crece y se autorrealiza, por lo cual experimenta una legítima satisfacción en el hecho de aprender.

En el modo significativo, el estudiante capta no sólo el significado objetivo de una explicación, sino que además, capta la relación estrecha de ese contenido con su propio mundo de experiencias e intereses personales. En una palabra, el acto mismo de entender esta cargado de sentido, tiene significado en su vida personal.

Es sabido que la primera y más importante condición de un buen aprendizaje es el hecho de que sea significativo para el estudiante. Si esto no se logra, el resultado consiste en una duplicación de su mundo. Uno es el de intereses personales y otro es el académico de libros, temas, exámenes y

avance. Su relación con este último es puramente instrumental, pero en sí mismo no le interesa.

Lo más importante del aprendizaje significativo es que por medio de él, el estudiante se autorrealiza, por esta razón la tendencia natural del hombre hacia el crecimiento y la autorrealización queda satisfecha cuando se logra este tipo de aprendizaje.

En síntesis, el aprendizaje significativo es el que tiene sentido en la vida de una persona. Es la asimilación de elementos captados como algo relacionado en forma personal con el sujeto que aprende. Es asimilación con sentido.

Ahora bien, para que un aprendizaje sea significativo se requieren 3 factores:

- a) El contenido.
- b) La circunstancia del estudiante.
- c) El modo de presentar el contenido.

También se debe tomar en cuenta que el aprendizaje significativo posee 5 características:

- 1) Esta en el plano del ser y no en el plano del tener.
- 2) Integración con otros conocimientos.
- 3) Aplicabilidad práctica.
- 4) Autoiniciación.
- 5) Autoevaluación.

- 1) Esta en el plano del ser y no en el plano del tener, es decir, hace crecer a una persona en su propio ser, no consiste en una serie de conocimientos más o menos intrascendentes que se tienen externamente. El ser es el constitutivo propio de la persona, en cambio, el tener, es algo adyacente a la persona y no la modifica.

La persona hace propio el aprendizaje significativo, éste la envuelve y la involucra, al grado de que la persona ya no es indiferente a esos conocimientos. Tal pareciera que la estructura misma del sujeto queda tocada cuando se produce este tipo de aprendizaje. Se trata de algo que es captado como importante, interesante y envolvente.

- 2) Integración con otros conocimientos, se refiere al hecho de que se integra con conocimientos anteriores. El contenido actual no se ve como algo aislado, sino como algo que forma unidad con otros temas aprendidos.

Una aplicación de esto es la necesidad de los repasos y de las visiones panorámicas para captar el tema en su conjunto y así evitar que el estudiante se pierda en los detalles

- 3) Aplicabilidad práctica, esto es, cuando un estudiante capta las aplicaciones prácticas de los conocimientos que va abordando, tiene mejores posibilidades de lograr un aprendizaje significativo.

Se trata de que los conocimientos nuevos se capturen en cuanto proyectables, es decir, en cuanto paralelos al proyecto personal para el futuro. Cuando los conocimientos captados se ven dentro de la vida profesional del estudiante, el aprendizaje se hace más significativo. Aquí se capta la necesidad de que el profesor pueda resolver satisfactoriamente la pregunta frecuente del estudiante:

¿esto para que me sirve?

sin necesidad de caer en el pragmatismo, puede ser útil, al menos para vislumbrar esa realidad.

Se supone que los conocimientos profesionales están orientados precisamente para satisfacer las necesidades de un trabajo profesional. Esa relación entre un tema dado y la exigencia profesional es lo que debe quedar claro en todo momento.

Las 3 características vistas corresponden a los 3 tiempos clásicos. La 1ª en el plano del ser, tiene que ver con el presente, pues se trata de integrar el conocimiento a su ser. La 2ª que es la integración con otros conocimientos tiene que ver con el pasado. Por último, la 3ª tiene que ver con el futuro.

- 4) **Autoiniciación**, se refiere a que si ya el estudiante ha dado el primer paso para aprender una asignatura o tema, hay más facilidad de que ese aprendizaje resulte significativo. Lo que se aprende por cuenta propia, bajo la propia responsabilidad, por elección personal, se aprende mejor y más significativamente.

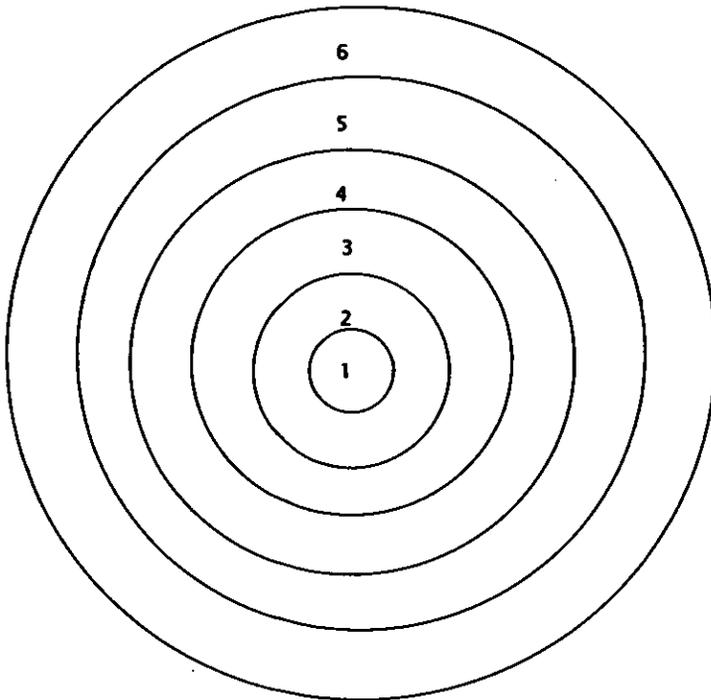
- 5) **Autoevaluación**, esta característica se refiere a que el estudiante es casi la única persona que puede juzgar si su aprendizaje ha sido significativo.

Cuando se trata de evaluar acerca de lo significativo de un contenido, el profesor apenas cuenta con algunos datos para realizar ese juicio. Inclusive puede equivocarse con facilidad, pues lo que para él fue una explicación satisfactoria, posiblemente para el estudiante no constituyó un aprendizaje significativo.

b) CLASIFICACION DE LOS OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE.

Los objetivos del aprendizaje pueden clasificarse en un orden jerárquico, es decir, por niveles. Esta clasificación (taxonomía), implica que estos niveles difieren en dificultad, que van desde lo más sencillo hasta lo más complejo.

La taxonomía se puede esquematizar de la siguiente manera:



Este esquema indica que el primer nivel es el más sencillo y sirve de base para todos los demás, por lo que el nivel exterior es el más complejo y supone a todos los anteriores.

La taxonomía de los objetivos se fundamenta en que para alcanzar las metas situadas en la parte superior de la jerarquía es necesario el logro previo de las metas inferiores de la misma:

1. Conocimiento.
2. Comprensión.
3. Aplicación.
4. Análisis.
5. Síntesis.
6. Evaluación.

- 1) **Conocimiento.**– Se refiere a la adquisición de información que tiene una persona o bien a la evocación o repetición de ella sin posibilidad de tenerla ante sí.
- 2) **Comprensión.**– Implica un conocimiento (nivel anterior) de la información y además la percepción de lo que implica, cosa que no incluye el nivel anterior. La comunicación de esta información o conocimiento puede hacerse de formas muy variadas, sin perder su esencia, es decir, se supera el conocimiento "de repetición".
- 3) **Aplicación.**– Se refiere al uso de la información (teoría, principios, reglas o abstracciones) para la solución de problemas. Esta aplicación se demuestra cuando el estudiante puede usar la información para solucionar algo, aunque no se especifique la solución de antemano.

Este nivel requiere que la información sea conocida y comprendida para que así pueda ser aplicada.

- 4) **Análisis.**– Este 4º nivel se refiere al hecho de determinar las partes componentes de un todo, es decir, a partir del todo se determinan sus elementos constitutivos, así como su relación y organización.

En el área cognoscitiva, el análisis se refiere a la descomposición del material o comunicación en sus partes, la determinación de las relaciones entre ellas y la especificación de la manera en que se organizan.

- 5) **Síntesis.**– Implica la conjunción o revisión de una serie de elementos para formar un todo o producto nuevo y original. Tiene que ver con la creatividad. No hay que confundir con el análisis en el cual se llega a las partes.

Es evidente que existen muchas maneras diferentes de conjuntar o relacionar las cosas, por lo que habrá tantos productos diferentes y nuevos como individuos se empeñen en ello, aún cuando se tengan los mismos elementos a combinar.

- 6) **Evaluación.**– Este es el último nivel y el más complejo del dominio cognoscitivo. Aquí se podrán clasificar aquellos objetivos que soliciten del alumno la emisión de juicios de valor sobre diversos aspectos del conocimiento.

Los juicios pueden ser cuantitativos o cualitativos acerca del grado en que algo está satisfaciendo ciertos criterios, pueden basarse en criterios internos de lo que se evalúa o bien en la aplicación de criterios externos.

c) NECESIDAD DE LA DIDACTICA.

El estudiar y dar a conocer los conceptos y marcos de referencia de las innovaciones hechas en el campo de la Computación Visual es tarea propia de las instituciones de educación superior. Ha habido logros, pero aún falta mucho por hacer.

Es necesario retomar la metodología de la Didáctica, enmarcada ésta en el ámbito pedagógico, para facilitarle al estudiante el contacto y el avance en este campo de la computación, el cual es relativamente nuevo.

Dentro de los aspectos a considerar para estructurar este enfoque didáctico en la enseñanza, indispensable para que el estudiante logre un aprendizaje significativo, nos encontramos con que debemos de cumplir con los objetivos del aprendizaje siguiendo su jerarquía de manera progresiva, sin brincar ni eludir ninguno de ellos.

El descomponer el material en pequeños pasos es una técnica de enseñanza que hace más fácil el aprendizaje. Una de las razones de su éxito es que cuando cada paso es presentado como una meta pequeña prácticamente alcanzable, no aparece tan amenazante.

La 1ª etapa debe ser la de clarificar conceptos y finalidades no sólo con respecto a las técnicas de Animación sino a toda el área de Computación Visual, estableciendo y definiendo su vinculación con la Ingeniería en Computación.

Sabemos que el hecho de "pensar" en términos visuales implica un esfuerzo de comprensión y de asimilación adicionales en el estudiante en comparación con temas o asignaturas en las que los resultados no tienen que ser en sí mismos objetos visuales.

Si bien la carrera brinda conocimientos muy importantes y ayuda a desarrollar habilidades cognitivas en otras áreas de la Ingeniería en Computación, en el área visual resultan insuficientes. Por eso es necesario que una fundamentación teórica y una explicación lógica acompañen a la aplicación práctica.

El primer contacto del estudiante con el área de la Computación Visual debe ser atractivo y estimulante, no debe provocar rechazo ni tensión porque entonces no se obtendría lo que se desea, a saber, fomentar el interés por aprender.

Si este primer contacto resulta ser una experiencia satisfactoria, se aumenta la probabilidad de que el estudiante avance los pasos posteriores. De hecho, de esta manera se puede generar una reacción en cadena de experiencias de aprendizaje progresivamente más difíciles y más remuneradas.

En el proceso enseñanza-aprendizaje existen riesgos, uno de ellos es el de dejar de reconocer la importancia de la relación conocimiento-experiencia que posee el alumno. Hacerlo así, obscurece cualquier proyecto educativo, es decir, si se detecta que el alumno no posee ni los conocimientos ni la experiencia en la aplicación de éstos y no se le brindan los elementos que satisfagan estas deficiencias, por más que se quiera avanzar en el temario, se estará construyendo en el vacío.

Por el contrario, si se le brindan los elementos indispensables tanto teóricos como prácticos, se habrá creado una base de estímulo para su interés por aprender. Esta situación proporcionará grandes oportunidades de aplicar los conocimientos adquiridos al vincularse con ellos tanto la comprensión como la imaginación y el ingenio.

CAPITULO I ANTECEDENTES.

1.1 BREVE HISTORIA DE LA ANIMACION.

La animación de imágenes la inventó un francés llamado Joseph Antoine Plateau en 1831. Utilizó una máquina llamada fenakitoscopio para crear la ilusión de movimiento, este dispositivo consistía en un disco giratorio que tenía una serie de dibujos y ventanas que fragmentaban la percepción de los dibujos observados.

En 1834 un inglés apellidado Horner amplió la idea del fenakitoscopio e inventó el zoetropo. Este aparato era un tambor rotatorio con aberturas regularmente espaciadas en sus lados, el zoetropo tenía los dibujos en sus paredes interiores. Cuando el tambor giraba, el espectador podía ver los dibujos a través de las aberturas.

Emile Reynaud, un francés, mejoró el zoetropo creando el praxinoscopio. Las aberturas fueron reemplazadas por espejos que giraban en el centro del tambor.

En 1892, Emile Reynaud creó la primera sala para ver animación, la llamó "El Teatro Óptico", pero fue hasta 1906 cuando el norteamericano J. Stewart Blackton creó la primera película animada. Esta película tuvo el título de "Fases humorísticas de una cara chistosa".

En 1908 el francés Emile Cohl hizo dibujos en tinta negra sobre papel blanco y los fotografió. Usó el negativo sobre la pantalla de forma tal que produjo la animación de figuras blancas sobre un fondo negro. Una de sus películas más famosas fue "Drama entre los títeres".

En 1909 el norteamericano Winsor Mc Cay produjo "Gertie el dinosaurio amaestrado" la cual puede considerarse como la primera caricatura. Aunque la película era de corta duración, Mc Cay utilizó alrededor de 10,000 dibujos.

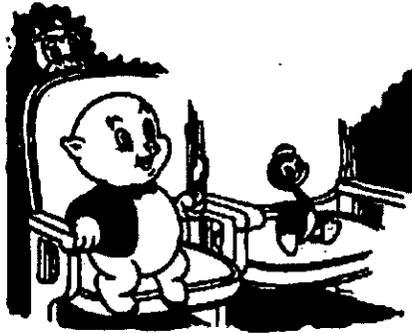
De 1913 a 1917 se produjeron varias series de dibujos animados, siendo la más conocida "Félix el Gato" de Pat Sullivan. En 1915 el norteamericano Earl Hurd introdujo la técnica de animación utilizando hojas de celuloide. Sin embargo se considera a Walt Disney el padre de la animación comercial. En 10 años, de 1928 a 1938 produjo las series de Mickey Mouse, el Pato Donald y la "Sinfonía Tonta". Su primer corto de Mickey Mouse, en 1928, fue la primera película con sonido totalmente sincronizado. Después vino la película "Blanca Nieves y los Siete Enanos".

Mientras tanto otros pioneros desarrollaban también películas de dibujos animados, por mencionar a dos de ellos: John Halas en Inglaterra y Norman Mc Laren en Canadá.

1.2 ANIMACION TRADICIONAL.

1.2.1 ¿ COMO SE HACEN LOS DIBUJOS ANIMADOS ?.

Los dibujos animados se producen en estudios que poseen diferentes metodologías para la producción. Sin embargo es posible dar una descripción general de los pasos comunes que se siguen en la elaboración de una cinta de dibujos animados.



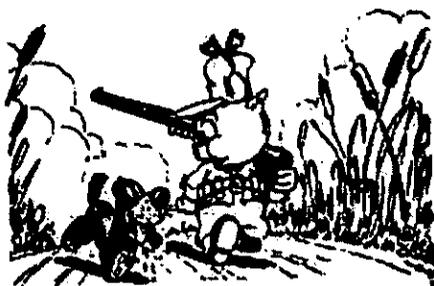
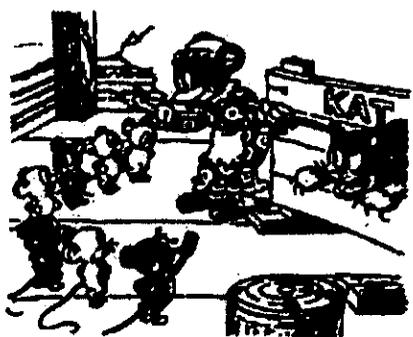
1) La Historia o Argumento.

En una película generalmente se cuenta una historia. Para describir esta historia, se necesitan tres documentos cada uno basado en el anterior:

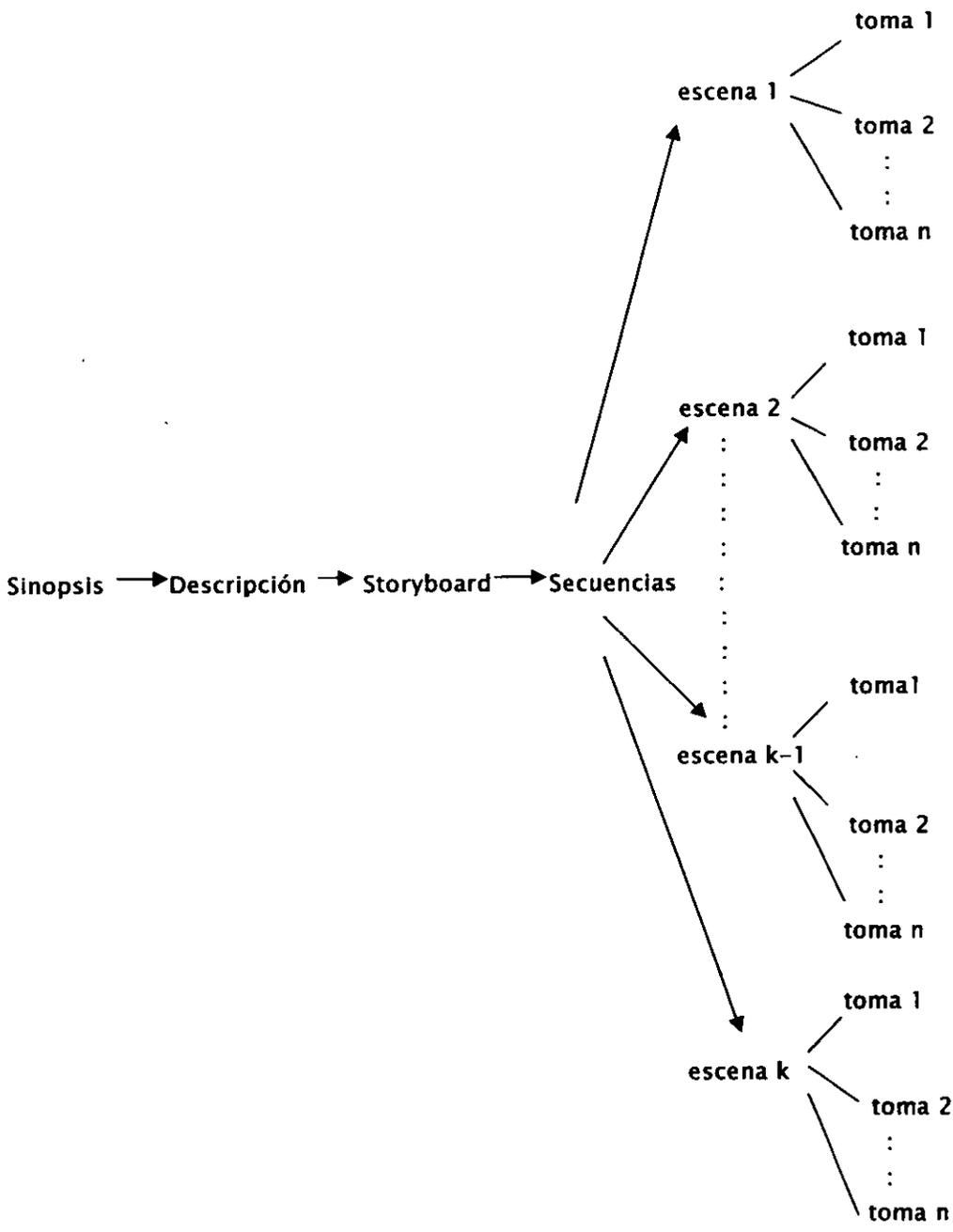
- La Sinopsis, es un resumen de la historia escrita en unas cuantas líneas (máximo 1 página).
- La Descripción, es un texto detallado que describe la historia completa pero sin ninguna referencia cinematográfica.
- La Historia en cuadros (storyboard), es el esquema de la película y consiste en un número de ilustraciones presentadas a manera de historieta con apuntes adjuntos. El número de ilustraciones es muy

variable. Lo que es importante es que representan los momentos cruciales o clave de la película.

Es importante tener en cuenta que una película se compone de secuencias que definen acciones específicas. Cada secuencia consiste de una serie de escenas que son generalmente definidas por una locación y un conjunto de personajes. Las escenas se dividen en tomas las cuales se consideran unidades de imagen.



La figura siguiente muestra la organización de una película.



2) Planeación.

Este paso consiste principalmente en el diseño de los personajes a ser animados y en la planeación de las acciones. Basándose en el storyboard se decide la relación que va a existir entre las figuras y las formas, tanto en la parte del frente como en la parte del fondo.

El departamento de Planeación en un estudio tiene que elaborar los dibujos de los escenarios y los bosquejos de los fondos. Los artistas deben tener conocimiento de las características físicas de la cámara que se va a utilizar para fotografiar los cuadros.



3) Cinta de Sonido.

En la animación tradicional, la grabación de la cinta de sonido precede al proceso de animación ya que el movimiento tiene que estar sincronizado con el diálogo y /o con la música.



4) Animación.

El proceso de animación se lleva a cabo por animadores que dibujan los cuadros principales en los que se va a basar toda la producción, a estos cuadros se les denomina cuadros básicos. Comúnmente un animador es responsable de un personaje específico.

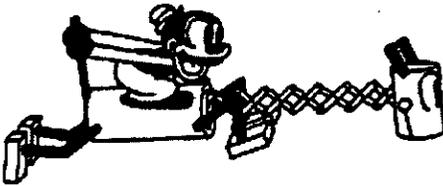


5) Cuadros Intermedios.

Los cuadros intermedios se definen como dibujos que son colocados entre dos cuadros básicos. Son los animadores asistentes los encargados de dibujar algunos cuadros intermedios, después animadores de 3er. nivel dibujan el resto de los cuadros intermedios. El trabajo de los animadores asistentes requiere más trabajo artístico que el de los asistentes de 3er. nivel cuyo trabajo es más bien rutinario.

6) Copiado y Entintado.

Los bosquejos se dibujan generalmente a lápiz. Después se transfieren a acetatos utilizando copiadoras. Las líneas deben entintarse a mano.



7) Coloreado.

Ya que las películas de dibujos animados se hacen a colores, deben pasar por una etapa de coloreado. Este trabajo requiere de paciencia y precisión. Las hojas de acetato deben tener el grado adecuado de opacidad y las escenografías o fondos deben colorearse también.

8) Comprobación.

Antes de filmar los animadores necesitan comprobar que todo esté bien en lo que respecta a la acción en las escenas..

9) Cámaras.

La fotografía final de animación compuesta se realiza normalmente con película a color o con cinta de video.

10) Edición.

Este último paso se considera parte de la etapa de postproducción.



A continuación se presenta una secuencia de dibujos en la cual se explica cada uno de los pasos necesarios en la creación de una caricatura.

1) Todo comienza cuando Yogi escribe el guión o historia haciendo las anotaciones sobre que personajes intervendrán y como se van a mover, además de indicar que tipo de música quiere usar. Siguiendo sus indicaciones viene un dibujante y hace un boceto o ensayo de como se van a ver los personajes en diferentes poses.



2) Una vez que la historia escrita está terminada con todos sus detalles, un ilustrador realiza la historia en dibujos en donde empezará a incorporar a los diferentes personajes que veremos en la caricatura siguiendo las instrucciones de Yogi.



3) Mientras que por una parte se prepara "la historia en dibujos", Yogi se reúne en el estudio de grabación con los actores que prestarán su voz a los personajes. Para realizar la grabación de las voces, cada actor lee su parte del guión o historia para que posteriormente se coordinen las imágenes con el sonido.



4) Aquí Yogi escucha las grabaciones de voz "midiendo" lo que los actores leyeron, es decir, en una hojas especiales que se llaman "hojas de exposición", cada vocal y consonante corresponden a un espacio de estos registros que de igual manera corresponden a un cuadro de la caricatura.



5) Utilizando la historia base, Yogi, el artista del diseño, decide como se van a ver los fondos de la caricatura, así como la ropa que van a usar los diferentes personajes en cada escena anotando también las poses que presentarán cada uno de ellos.



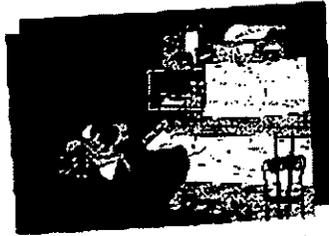
6) Yogi, el animador, realiza dibujos básicos de los diferentes personajes en acción. Posteriormente los asistentes de animación completarán las secuencias que van a dar movimiento a las caricaturas haciendo que los diferentes personajes "se muevan".



7) Yogi revisa los dibujos realizados por los animadores para verificar que todos sigan una secuencia y que los movimientos de la boca de los personajes correspondan exactamente a los diálogos.



8) En su papel de artista "pinta-escenarios", Yogi sigue los bocetos dibujados a lápiz en el esquema general de la historia para dar color y detalles a cada uno de los paisajes o interiores en los que aparecerán los personajes.



9) Yogi nos muestra ahora como el animador cuidadosamente fotocopia o pone tinta a los dibujos originales, sobre hojas de acetato o "cuadros" limpios, también llamados fotogramas.



10) Siguiendo las instrucciones de colores que identifican a cada personaje, Yogi, el pintor, selecciona en la paleta de colores cuáles colocará en cada fotograma.



11) Siguiendo las instrucciones indicadas en la "hoja de exposición", Yogi, el operador de cámara, fotografía las animaciones y sus fondos cuadro por cuadro.



12) Una vez que se han desarrollado totalmente los procesos de imágenes y sonido, Yogi, el editor, se encargará de sincronizar ambos elementos añadiéndoles la música apropiada y los efectos de sonido que sean necesarios en una banda independiente. Por último tendrá que verificar una vez más que todos los elementos de la caricatura coincidan.



13) Yogi ahora tiene la impresión final en la que se combinan todos los elementos incluyendo imágenes, diálogos, efectos de sonido y música, partes que en su conjunto dan vida a una caricatura.

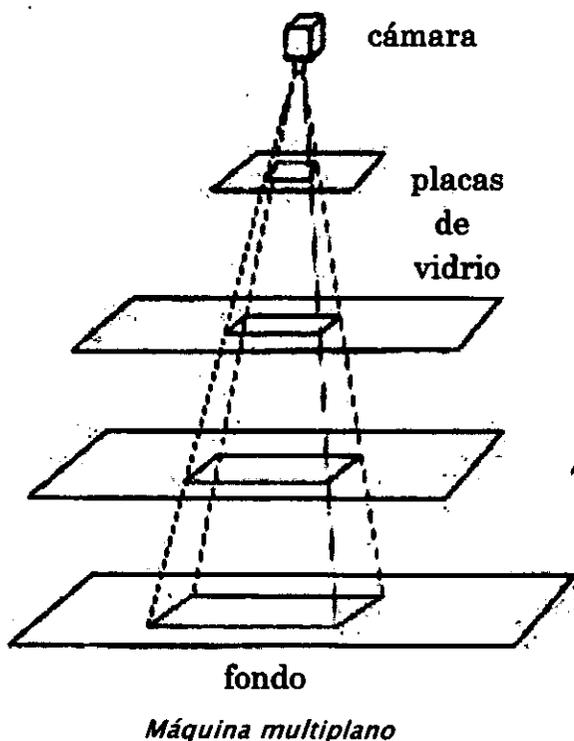


1.2.2 FASE DE FILMACION, MAQUINA MULTIPLANO.

Es muy importante en la producción de una película la fase de filmación. Los movimientos se pueden simular en esta etapa moviendo ciertos acetatos en relación a otros. Para facilitar este proceso se utilizan máquinas denominadas "multiplano".

Como se muestra en la figura un aparato multiplano es una máquina que mide 3.5 m. de altura y que tiene una cámara en la parte superior. El tablero de animación tiene una base que es una placa de vidrio. Cierta número de placas de vidrio se colocan debajo de la cámara a diferentes distancias.

Hay que notar que durante el movimiento de cámara simulado, la velocidad de movimiento de los diferentes dibujos, debe ser inversamente proporcional a la distancia entre el dibujo y la cámara. Las máquinas multiplano le permiten al operador producir efectos especiales.



1.2.3 ALGUNAS TECNICAS Y EFECTOS ESPECIALES DE CAMARA.

En la animación tradicional se utilizan efectos especiales de cámara, el problema es que son difíciles de producir y por lo tanto de un costo muy elevado. Ya que se pueden simular fácilmente utilizando una computadora, se definirán las técnicas más importantes.

PAN.– Es un efecto en el cual la cámara se mueve horizontalmente de un punto hacia otro.

TILT.– En este efecto la cámara se mueve verticalmente de un punto hacia otro.

ZOOM.– Este efecto hace que un sujeto se vea más grande o más chico. En una caricatura bidimensional, el efecto puede obtenerse acercando o alejando la cámara del sujeto. Esta técnica de mover la cámara es casi imposible de aplicar en tres dimensiones por el efecto de perspectiva, sin embargo se pueden aplicar cierto tipo de lentes zoom especiales para lograr el efecto tridimensional. Un zoom puede ser continuo.

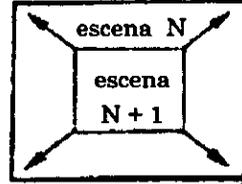
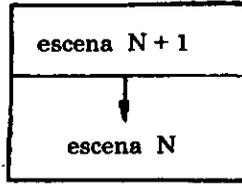
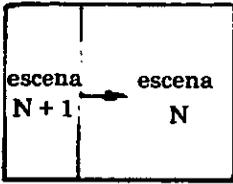
SPIN.– Es un efecto que se produce al girar la cámara.

FADE-IN.– Se utiliza como efecto inicial en una escena, por ejemplo, de una oscuridad absoluta se pasa a una iluminación gradual.

FADE-OUT.– Se utiliza como efecto final en una escena, por ejemplo, de estar totalmente iluminada se pasa gradualmente a una oscuridad total.

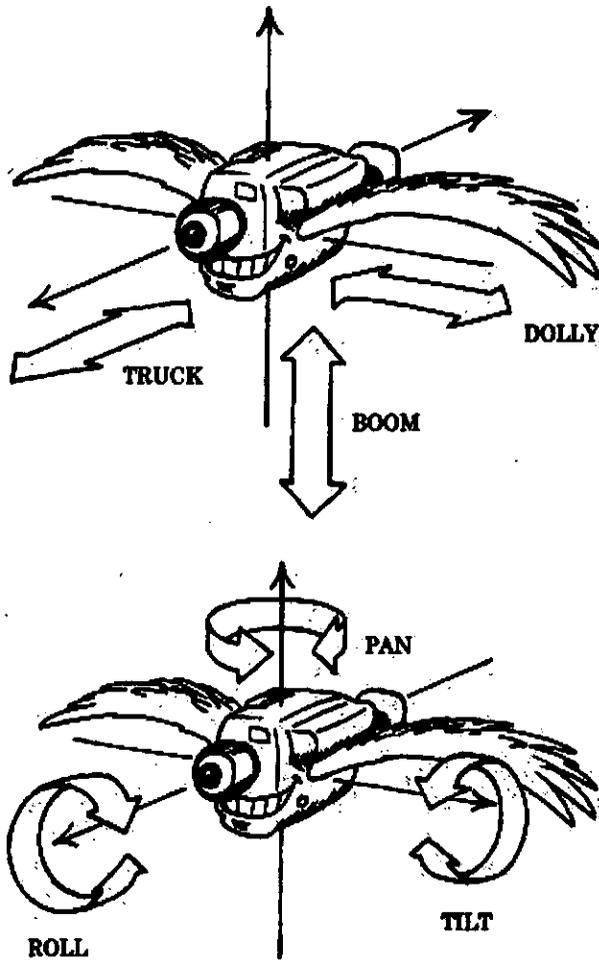
DISOLVENCIA.– Se utiliza para las transiciones entre escenas. Corresponde a un fade-out de una escena y a un fade-in de la siguiente.

WIPE.– Con este efecto una escena parece que se desliza sobre la anterior desplazándola. La siguiente figura muestra diferentes formas de efectuar wipes.



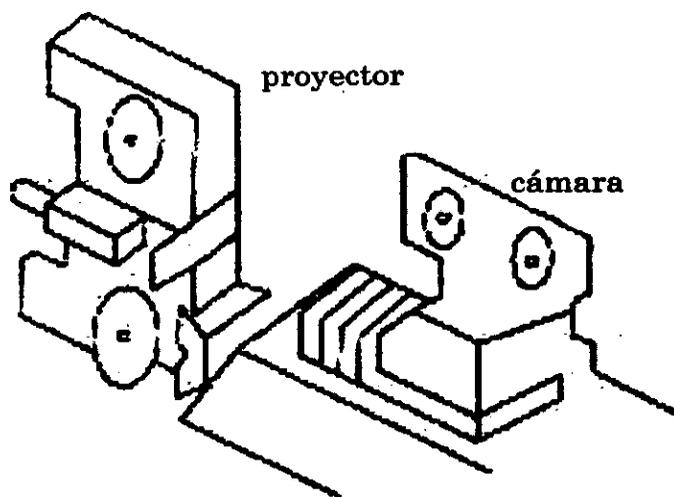
Transiciones

Para otros efectos especiales como superposición o efectos multimagen, se requiere de una impresora óptica. Esta máquina consiste en una cámara de cine la cual se enfoca en la entrada de un proyector de películas para efectuar un duplicado de cinta.



Diferentes movimientos de cámara.

La siguiente figura muestra el principio de operación de una impresora óptica .



Impresora óptica

Las impresoras ópticas pueden utilizarse para:

- Hacer impresiones positivas o negativas.
- Convertir de un formato a otro (de 16 mm a 35 mm).
- Modificar la velocidad de una acción.
- Mejorar la calidad de la película.
- Reimprimir varios ciclos de una acción repetitiva.
- Sobreponer títulos y logos.
- Proporcionar efectos fade y wipe.

1.2.4 HOJAS DE INFORMACION.

Debido a la gran cantidad de información que se maneja en un estudio de animación, existen además del storyboard, 4 clases diferentes de hojas de información:

- 1) Hojas de columnas.
- 2) Hojas de ruta.
- 3) Hojas de modelo.
- 4) Hojas de exposición.

- 1) **Hojas de columnas.**– Contienen una sinopsis visual de la secuencia de animación. Sirven como una guía en cada fase de producción ya que indican el número de cuadros requeridos por cada acción y la duración del diálogo, movimientos de la boca y de la música.
- 2) **Hojas de ruta.**– Contienen la longitud, la locación, la persona responsable y algunas otras estadísticas de cada escena.
- 3) **Hojas de modelo.**– Muestran a cada personaje en dibujos de poses representativas.
- 4) **Hojas de exposición.**– Constituyen la fuente de información más detallada de toda película. Cada cuadro posee una línea en estas hojas. Aquí se anotan los movimientos de cámara, los zooms y el número de exposiciones para cada cuadro. Por todo lo anterior, las hojas de exposición son una herramienta indispensable tanto para el animador como para el camarógrafo.

TITLE		TITLE	ANIMATOR	FOOTAGE	SEQUENCE
DIAL	DIAL			DIAL	CAMERA INSTRUCTIONS
1	1			1	
2	2			2	
3	3			3	
4	4			4	
5	5			5	
6	6			6	
7	7			7	
8	8			8	
9	9			9	
0	0			0	
1	1			1	
2	2			2	
3	3			3	
4	4			4	
5	5			5	
6	6			6	
7	7			7	
8	8			8	
9	9			9	
0	0			0	
1	1			1	
2	2			2	
3	3			3	
4	4			4	
5	5			5	
6	6			6	
7	7			7	
8	8			8	
9	9			9	
0	0			0	
1	1			1	
2	2			2	
3	3			3	
4	4			4	
5	5			5	
6	6			6	
7	7			7	
8	8			8	
9	9			9	
0	0			0	
1	1			1	
2	2			2	
3	3			3	
4	4			4	
5	5			5	
6	6			6	
7	7			7	
8	8			8	
9	9			9	
0	0			0	
1	1			1	
2	2			2	
3	3			3	
4	4			4	
5	5			5	
6	6			6	
7	7			7	
8	8			8	
9	9			9	
0	0			0	

Hoja de exposición

1.3 ANIMACION ASISTIDA POR COMPUTADORA.

1.3.1 INTRODUCCION.

El paso del desarrollo experimental o de efectos especiales a un sistema completo de animación no fue sencillo. En un principio consistió en integrar las gráficas por computadora al proceso tradicional de producción de cuadros básicos enriqueciendo los métodos usuales en vez de reemplazarlos.

Una de las conclusiones que se obtiene después de examinar el proceso tradicional, es que existe una cantidad enorme de trabajo repetitivo. Esta observación nos conduce a la idea de que la computadora puede utilizarse para acelerar y abaratar el proceso en mucho.

Existen varios tipos tanto de animación tradicional como de animación por computadora. En la animación tradicional existe, por decirlo así, una línea continua de diferentes niveles de calidad que va desde las animaciones del tipo de los dibujos animados de Hanna-Barbera hasta las del tipo de los estudios Disney. A toda esta línea se le puede llamar "animación de personajes". Un renglón aparte dentro de la animación esta constituido por las películas llamadas de "arte" que poseen una gran variedad de estilo, calidad y métodos.

Dentro de la animación por computadora existen en general 3 categorías:

- a) Animación artística y gráfica
- b) Animación tridimensional
- c) Animación asistida por computadora

La animación asistida por computadora también posee un conjunto de características en donde en un nivel bajo, la acción es muy simple, esto es, el movimiento se indica, no se efectúa, existe mucha acción repetitiva, es decir,

ciclos, hay sonidos que indican alguna acción

En el otro extremo, la animación del tipo de la de los estudios Disney es fluida y de alta calidad, sin embargo actualmente es tan cara que ni aun los mismos estudios Disney la pueden pagar para reproducir la misma calidad de Pinocho o de Fantasía. Por supuesto que no es necesario tratar de mantener un estándar del pasado, pero todas las personas involucradas en la animación comparten un objetivo común que es el de producir animación de calidad pero de una manera rentable, es decir que aunque el estilo de animar sea diferente tiene que ser de calidad y rentable.

Es útil el caracterizar a la animación por los tipos de transformaciones que pueden efectuarse sobre las figuras. Un concepto importante es el de creación de dibujos intermedios, en donde una persona o un programa dibuja una figura basándose en dos poses extremas de un personaje.

1.3.2 LA COMPUTADORA EN EL PROCESO DE ANIMACION.

Durante el proceso de animación existen varios pasos en los que la computadora puede actuar como auxiliar:

- 1) Elaboración de cuadros intermedios.
- 2) Introducción de dibujos.
- 3) Coloreado.
- 4) Composición y fotografía o videograbado.
- 5) Coloreado de fondos.
- 6) Lectura de pista de sonido.
- 7) Prueba de lápiz.
- 8) Hojas de exposición.

1) Elaboración de cuadros intermedios.

Esta técnica se utiliza para definir una secuencia animada basándose en sus momentos clave. Los dibujos que corresponden a los momentos clave en una secuencia animada, se denominan "cuadros básicos". Cuando los cuadros básicos han sido establecidos y dibujados se procede a crear los dibujos intermedios que completan los espacios existentes entre los cuadros básicos.

En la animación tradicional, el proceso de creación de cuadros intermedios consiste en elaborar a mano cada cuadro intermedio. En la animación por computadora este proceso se efectúa basándose en interpolación. Existen varias técnicas de interpolación que se pueden utilizar

para crear los cuadros intermedios que sean necesarios, para este fin se puede usar información tal como los puntos clave en un cuadro básico o en las curvas de interpolación.

2) Introducción de dibujos.

Las figuras se pueden dibujar o escanear. El dibujar y el escanear corresponden al entintado y al fotocopiado en el procedimiento tradicional. La calidad del dibujo depende de la precisión y facilidad de uso del sistema de pluma-tableta. El escaneo depende de la resolución del escáner y de los algoritmos utilizados para extraer la información.

3) Coloreado.

Un operador indica que color debe aplicarse a cada área. Las figuras se colorean utilizando un programa de llenado de área.

4) Composición y fotografía o videograbado.

La composición de imágenes consiste en combinar dos o más imágenes diferentes en una sola de tal manera que se cree la ilusión de que comparten el tiempo y el espacio, es decir, que den la apariencia que existen en el mismo lugar y al mismo tiempo.

Cuando se crea con herramientas tradicionales tales como papel, tijeras y pegamento, se le conoce como collage, que es un conjunto ensamblado de imágenes de diferentes fuentes. En la industria cinematográfica se conoce como "utilización de fondos mate", por las máscaras de fondos mate utilizadas. Tomando en consideración que el propósito de la composición de imágenes es por lo común:

- a) reducir los altos costos de producción.
- b) simular algo que físicamente es imposible de crear en la realidad.

podemos ver lo útil y poderosa que puede ser la computadora para este fin.

5) Coloreado del fondo.

Las escenografías se pueden colorear utilizando un sistema interactivo.

6) Lectura de la pista de sonido.

La pista de sonido se graba en cinta magnética. Se tiene que determinar el número de cuadros que abarque cada sonido para asociarlo a la acción de las imágenes, por ejemplo, la ubicación de cada consonante en el diálogo.

Esto representa una actividad muy demandante en tiempo que además se presta a errores. Tomando en cuenta el hecho de que ya se conoce el diálogo y de que la pista está limpia, se utiliza un sistema interactivo para efectuar la lectura. También se puede usar un equipo digital para sintetizar el sonido o para corregir errores al comprimir o descomprimir el sonido en una cinta.

7) Prueba de lápiz.

Los animadores necesitan revisar la acción en las diferentes escenas. Esto lo hacen juntando todas las hojas de los dibujos y sosteniéndolos con una mano los dejan pasar usando el dedo pulgar de la otra mano. Para poder tener una idea precisa del tiempo de proyección se fotografía cada uno de los cuadros. Esto último toma un tiempo considerable, por lo que se hace evidente el auxilio que la computadora ofrece al proporcionar una reproducción en tiempo real tan pronto como los cuadros son introducidos o sintetizados.

8) Hojas de exposición.

Se puede pensar fácilmente en las hojas de exposición como un sistema manejador de bases de datos.

CAPITULO II ANIMACION POR COMPUTADORA.

2.1 INTRODUCCION.

Algunas aplicaciones típicas de la animación generada por computadora son las películas y los dibujos animados. Aunque existe la idea de asociar la animación con el movimiento de objetos, el término "animación por computadora" se refiere generalmente a una secuencia de cambios visuales en el tiempo.

Además de cambiar la posición de los objetos a través de traslaciones o rotaciones, una animación generada por computadora puede desplegar variaciones en el tiempo de tamaño, color, transparencia y de textura de superficie. Las animaciones publicitarias frecuentemente transforman un objeto en otro.

Las animaciones por computadora también se pueden generar cambiando los parámetros de la cámara, es decir, la posición, la orientación y la longitud focal.

También se puede animar mediante el cambio de los efectos de iluminación u otros parámetros y procedimientos asociados con iluminación y acabado.

Existen diferentes definiciones de animación, una de ellas explica que "el movimiento es la esencia de la animación". Otra define a la animación como "arte en movimiento".

A continuación se presentan dos definiciones más precisas:

- 1) La animación es una técnica en la cual la ilusión de movimiento es creada al fotografiar una serie de dibujos individuales en cuadros sucesivos de película. La ilusión se produce al proyectar la película a cierta velocidad.

- 2) La animación hace referencia al proceso de generación dinámica de una serie de cuadros de un conjunto de objetos en la cual cada cuadro es una alteración del anterior.

Aunque estas definiciones describen el principio de la animación tal como se concebía hace 100 años, hoy todavía son válidas.

La animación tradicional se basa generalmente en la técnica de cuadro por cuadro. La animación por computadora se efectúa utilizando una estrategia similar. Sin embargo, en el caso de la animación en tiempo real, las definiciones anteriores, especialmente la primera, no son muy adecuadas. Por ejemplo, los videojuegos son bastante diferentes en comparación a los productos de la animación tradicional.

Además es limitante el afirmar que la animación es similar al movimiento, ya que la animación puede existir sin éste, por ejemplo:

- En la metamorfosis, en donde un objeto se transforma en otro.
- En cambios de color, por ejemplo, un personaje cambia de color al experimentar una emoción.
- En cambios de intensidad de luz, por ejemplo, el sol desaparece entre las montañas.

Principalmente la animación tradicional se orienta hacia la producción de dibujos animados o caricaturas bidimensionales en donde cada cuadro es una imagen plana y es totalmente hecha a mano. Por la cantidad de personas involucradas, tiempo y material utilizado, estas caricaturas o dibujos animados

son muy complejos de producir.

Se puede decir que técnicamente, animar significa modificar cualquier tipo de objeto, luz, cámara o material moviéndolo o cambiándolo a través del tiempo, sin embargo y como se mencionó anteriormente, algo le faltaría a esta definición y es la idea de que animar implica, literalmente dar vida a algo, es decir, tomar una combinación de elementos definidos matemáticamente y darle carácter y personalidad.

Existen varias técnicas para controlar el movimiento o el cambio de características de objetos y personajes tridimensionales a través del tiempo. Algunas de estas técnicas, por ejemplo, la cinemática inversa, trabajan bien dentro del contexto de la animación de cuadro básico mientras que otras como la dinámica de movimiento, requieren de metodologías que son tomadas del ámbito de simulaciones científicas.

En la actualidad las animaciones por computadora se desarrollan dentro de un ambiente híbrido en el que se combinan técnicas y metodologías de producción en un sólo proyecto.

El seleccionar la técnica o el conjunto de técnicas más adecuado para lograr los movimientos o cambios de características diseñados para un proyecto específico, es una tarea importante para la persona encargada de la animación. Algunas de las técnicas utilizadas para la creación de animaciones son: la interactiva o manual, la cinemática, la dinámica de movimiento, la procedimental y las técnicas híbridas o compuestas.

La más simple, directa y potencialmente más consumidora de tiempo consiste en el arreglo o acomodo manual de todos los objetos en una escena. Esta técnica tiene su origen en la animación tradicional en la que toda la información visual de los cuadros básicos era dibujada a mano y se basa precisamente en la definición de los mismos, especificando la función de acoplamiento, dejando al programa la interpolación de los cuadros intermedios. Siempre se ejecuta interactivamente, por eso funciona mejor cuando el animador tiene experiencia.

Las técnicas cinemáticas para animar objetos y personajes están basadas en el cambio de posición y de orientación de los modelos en un espacio tridimensional. En la cinemática natural, los ángulos de las articulaciones se manipulan para lograr un movimiento específico, mientras que en la cinemática inversa las extremidades u objetos se mueven a una posición y el programa calcula las rotaciones de las articulaciones que son necesarias para crear las posiciones intermedias.

La técnica de cinemática inversa es especialmente útil para animar modelos complejos que tengan un gran número de articulaciones. Puede calcular el movimiento de esqueletos completos especificando las posiciones angulares finales de algunas de las articulaciones básicas que definen el movimiento.

Las técnicas de captura de movimiento proporcionan información al software al grabar las posiciones o los ángulos de las articulaciones de actores u objetos en movimiento.

Las técnicas cinemáticas en general, pueden simplificar grandemente la animación de modelos que tienen que moverse de una forma realista, como por ejemplo un tigre corriendo.

Las técnicas de animación basadas en las leyes físicas del movimiento, es decir, en la dinámica, pueden generar movimiento realista de objetos simulando tanto propiedades como leyes físicas.

Estas técnicas controlan el movimiento de objetos tridimensionales aplicando fuerzas a las articulaciones y simulando el efecto que resultaría en el mundo real si tales fuerzas fueran aplicadas a un objeto real con características específicas. Estas técnicas toman en cuenta variables tales como el peso del objeto, masa, inercia, flexibilidad y efectos de colisión con otros objetos así como la influencia que puedan ejercer sobre el objeto elementos como la fricción, la gravedad y otras fuerzas.

Las técnicas procedimentales están basadas en un conjunto de reglas y procedimientos para controlar el movimiento. La animación de parvadas es un ejemplo de movimiento procedimental.

2.2 CREACION DE UNA ANIMACION POR COMPUTADORA.

El proceso para crear una animación por computadora consta de varios pasos que pueden agruparse en tres etapas: preproducción, producción y postproducción. La mayor parte de los proyectos siguen estos pasos, sin embargo en la práctica, este proceso puede adaptarse a requerimientos particulares.

En la etapa de preproducción se realiza toda la conceptualización y planeación del proyecto. Aquí se realizan todas las tareas no visuales, tales como la escritura del guión y la planeación de la administración del proyecto.

La etapa de producción consta de tres pasos: modelado, animación y acabado o representación. Primero se modelan los objetos, personajes y ambientes que se utilizarán, esto se puede hacer de varias formas, por ejemplo utilizando herramientas para modelado virtual o un dispositivo digitalizador para capturar la forma de un modelo físico. Los actores y objetos se colocan en el escenario para ser animados.

Existen varias técnicas para animar objetos que van desde la animación de cuadro básico en donde las posiciones de inicio y de fin se especifican en todos los objetos en una secuencia hasta la captura de movimiento en donde todas las posiciones se les proporcionan a los objetos directamente de los actores en vivo cuyos movimientos se digitalizan. Los resultados de la animación pueden observarse de inmediato en la pantalla en forma de cuadros sucesivos.

El paso siguiente después de modelar y de animar es el de representar o dar el acabado final, esto es el proceso de representar visualmente a los

modelos animados con la ayuda de cámaras virtuales, luces y materiales. En algunas ocasiones las características de la representación se especifican antes que la animación se realice. Sin embargo, la representación en sí, el cálculo de la imagen final de todo el conjunto de elementos (objetos, luces y cámaras) siempre tiene lugar después de que se han definido los parámetros del modelado y de la animación.

La etapa de postproducción comienza después de que la representación ha terminado. Las imágenes pueden ser tratadas utilizando varias técnicas. Por ejemplo, pueden ser compuestas o mezcladas digitalmente con otras imágenes generadas por computadora o con acción en vivo. También pueden ser distorsionadas, retocadas, procesadas o corregidas en cuanto a color.

Con el objeto de economizar en cuanto a tiempo y presupuesto, se producen las denominadas pruebas de movimiento, las cuales brindan una visión general del movimiento en todas las secuencias antes de que se elabore la producción final.

Una vez terminada la animación, por lo general se graba en videocinta o en película para que después pueda mostrarse en un monitor de televisión o en una pantalla de cine. Cada uno de los formatos de cine y video tiene requerimientos y características distintas. Por ejemplo, el promedio de despliegue de video son 30 cuadros por segundo mientras que en cine son 24. El formato será digital cuando la animación vaya a ser reproducida en tiempo real como parte de un juego en un ambiente multimedia interactivo.

Tomando en cuenta que el movimiento es la esencia de la animación y que el movimiento puede definirse en general como cualquier cambio de al menos una característica del actor u objeto, nos encontramos con el hecho de que existen varias formas para definir movimientos. Las 2 más populares son la animación de cuadro básico y la animación algorítmica.

Animación de cuadro básico.— Consiste en la generación automática de cuadros intermedios basándose en un conjunto de cuadros clave proporcionados por el animador. Los cuadros intermedios se obtienen interpolando los cuadros clave.

Un algoritmo de interpolación lineal produce efectos indeseables tales como falta de suavidad en el movimiento y distorsiones en las rotaciones. Una forma para producir mejores imágenes es la de interpolar parámetros del modelo en vez del objeto en sí.

Animación paramétrica de cuadro básico.— Aquí el animador crea cuadros básicos al especificar el conjunto apropiado de valores paramétricos; los parámetros se interpolan y las imágenes se construyen a partir de los parámetros interpolados.

Animación algorítmica.— Aquí los objetos se definen junto con una lista asociada de transformaciones, tales como rotaciones, traslaciones, escalaciones para definir el movimiento. Cada transformación está definida por parámetros, por ejemplo, un ángulo en una rotación. Estos parámetros pueden cambiar durante la animación de acuerdo a una ley física.

Estas leyes pueden definirse utilizando una forma analítica o por medio de un proceso complejo tal como la solución de ecuaciones diferenciales.

El control de estas leyes puede darse ya sea por programación o utilizando un sistema interactivo orientado al director. Con un enfoque como este cualquier tipo de ley puede aplicarse a los parámetros.

Estos 3 tipos de animación pueden definirse en una forma más general y unificada. Sabiendo que un actor está caracterizado por un conjunto de variables de estado que controlan su movimiento y que la evolución de estas

variables se establece por medio de una ley de evolución, se puede redefinir a los 3 tipos de animación de la siguiente manera:

a) **Animación de cuadro básico.**– Los actores son definidos por medio de sus vértices; el movimiento se especifica al proporcionar los cuadros básicos. Cada cuadro básico consiste en una serie de valores que corresponden a los vértices para ese cuadro básico. Los cuadros intermedios se calculan al aplicar una ley de interpolación para cada vértice correspondiente en los 2 cuadros básicos.

En resumen:

Variables de estado: vértices.

Ley de evolución: ley de Interpolación tal como Interpolación lineal o spline.

b) **Animación paramétrica de cuadro básico.**– Los actores se definen por medio de parámetros; el movimiento se especifica al dar valores clave para cada parámetro. Los valores intermedios se calculan usando una ley de Interpolación.

En resumen:

Variables de estado: parámetros.

Ley de evolución: ley de interpolación tal como Interpolación lineal o spline.

c) **Animación algorítmica.**– Los actores son objetos definidos por una lista de transformaciones. Cada transformación está definida por parámetros los cuales pueden cambiar durante la animación de acuerdo a una ley física.

En resumen:

Variables de estado: parámetros de las transformaciones.

Ley de evolución: cualquier ley física.

2.3 EL PAPEL DE LA COMPUTADORA EN LA ANIMACION.

A pesar de que cada vez es mayor el papel de la computadora en la animación, el término "animación por computadora" es impreciso y puede malinterpretarse. Esto sucede porque como se mencionó anteriormente, la computadora puede jugar una variedad de papeles diferentes ya sea como auxiliar (animación asistida) o como herramienta de creación directa:

- 1) En la creación de dibujos.**
- 2) En la creación de movimiento.**
- 3) En el coloreado.**
- 4) En la filmación.**
- 5) En la etapa de postproducción.**

1) En la creación de dibujos.

- a) Los dibujos básicos se pueden digitalizar.**
- b) Los dibujos básicos se pueden crear con un editor interactivo de gráficas.**
- c) Se pueden crear objetos complejos por medio de programación.**

2) En la creación de movimiento.

- a) Los dibujos intermedios se pueden calcular totalmente.**
- b) Movimientos complejos pueden ser generados directamente por la computadora.**

3) En el coloreado.

- a) Los dibujos se pueden colorear utilizando un sistema interactivo.
- b) Pueden generarse imágenes complejas con gran realismo.

4) En la filmación.

- a) La computadora puede controlar una cámara física.
- b) Se pueden utilizar cámaras virtuales.

5) En la etapa de postproducción.

La edición y la sincronización se pueden controlar por medio de la computadora.

2.4 DISEÑO DE LAS SECUENCIAS DE ANIMACION.

En general una secuencia de animación se diseña con los siguientes pasos:

- Storyboard (historia en cuadros).
- Definición del objeto.
- Especificaciones de los cuadros clave.
- Secuencias de los dibujos intermedios.

Esta aproximación estándar para dibujos animados también se utiliza para otras aplicaciones de animación aunque existen otras animaciones especiales que no siguen esta secuencia.

Las animaciones en tiempo real que producen los simuladores de vuelo despliegan secuencias de movimiento en respuesta a los controles de mando y las aplicaciones de visualización

Para la animación cuadro por cuadro cada cuadro de la escena se genera por separado y se almacena, después los cuadros se pueden transferir a película o se pueden desplegar en tiempo real.

El storyboard es una semblanza de la acción. Define la secuencia de movimiento como un conjunto de eventos básicos que ocurrirán. Dependiendo del tipo de animación a producir, el storyboard consiste en:

- Un conjunto de dibujos sencillos.
- Una lista de ideas básicas para el movimiento.

La definición del objeto se da para cada participante en la acción. Los objetos se deben definir en términos de formas básicas tales como polígonos o curvas spline. También se especifican junto con la forma los movimientos asociados o derivados.

Un cuadro básico es un dibujo detallado de la escena en un cierto momento de la secuencia de animación. Dentro de cada cuadro básico cada objeto se posiciona de acuerdo al tiempo para ese cuadro. Algunos cuadros básicos se escogen en posiciones extremas en la acción, otros se espacian de tal manera que el intervalo de tiempo entre cuadros clave no sea muy grande. Para movimientos complicados se tienen que especificar más cuadros básicos que para movimientos simples y de cambios suaves.

Los cuadros intermedios son aquellos que se crean entre los cuadros básicos. El número necesario de cuadros intermedios está determinado por la media que será utilizada para desplegar la animación.

La película requiere de 24 cuadros por segundo y las terminales gráficas se refrescan a un promedio de 30 a 60 cuadros por segundo.

Típicamente los intervalos de tiempo se establecen de forma tal que haya de 3 a 5 cuadros intermedios por cada par de cuadros básicos. Dependiendo de la velocidad especificada para el movimiento algunos cuadros básicos pueden duplicarse.

Para una secuencia de película de 1 minuto sin duplicación necesitaríamos 288 cuadros clave. Si el movimiento no es muy complicado, se podrían espaciar los cuadros básicos un poco.

Existen otras tareas que pueden requerirse dependiendo de la aplicación. Incluyen lo que es:

- Verificación de movimiento.
- Edición.
- Producción y sincronización de cinta de audio.

Ahora muchas de las funciones necesarias para producir animaciones generales se generan por computadora.

2.5 CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE ANIMACION.

Existen varias maneras de clasificación para los sistemas de animación por computadora. Primero definiremos varios niveles de sistemas:

NIVEL 1 : Se utilizan de forma interactiva solamente para:

- Crear
- Colorear
- Almacenar
- Recuperar
- Modificar

dibujos. Estos sistemas no toman en cuenta el tiempo. Son básicamente editores gráficos utilizados principalmente por diseñadores.

NIVEL 2 : Pueden crear dibujos intermedios y mover un objeto a lo largo de una trayectoria. Generalmente estos sistemas toman el tiempo en cuenta . Son utilizados por asistentes de 3er. nivel o para prescindir de ellos

NIVEL 3 : Proveen al animador de operaciones las cuales pueden aplicarse a objetos, por ejemplo traslación o rotación. Estos sistemas también pueden incluir operaciones de cámara virtual tales como zoom, pan o tilt.

NIVEL 4 : Proporcionan una cierta capacidad para definir objetos-actores, por ejemplo, objetos que posean su propia animación. También se puede determinar el movimiento de estos objetos.

NIVEL 5 : Pueden aumentar sus capacidades y "aprender" conforme trabajan. Después de cada tarea realizada adquiere mayor "poder" e "inteligencia".

Existe otra manera sencilla de clasificar los sistemas de animación y consiste en dividirlos en dos categorías:

- 1) Animación asistida por computadora.
- 2) Animación modelada por computadora.

La animación asistida por computadora, a veces denominada animación de cuadro básico, consiste en apoyar a la animación tradicional por medio de la computadora. Los sistemas de animación de cuadro básico corresponden al nivel 2 de la clasificación anterior.

La animación modelada por computadora consiste en el dibujo y la manipulación de imágenes que se mueven en un medio tridimensional. Este proceso resulta muy complicado sin el auxilio de una computadora.

Estos sistemas se encuentran entre los niveles 3 y 4 de la clasificación anterior, los sistemas de nivel 5 se encuentran en etapa de experimentación.

En la siguiente tabla se hace una comparación entre los sistemas de animación asistida y modelada.

	ANIMACIÓN ASISTIDA	ANIMACIÓN MODELADA
Creación de Objetos	-Digitalización de personajes -Uso de editor gráfico	-Programas de modelado 3D -Editor gráfico 3D -Programas de reconstrucción 3D.
Movimiento	-Cálculo de cuadros intermedios -Movimiento en una ruta	-Programación de movimiento 3D -Sistemas de actor
Coloreado	-Sistemas para colorear	-Sistemas 3D de sombreado
Cámara	-Control físico de cámara	-Cámaras virtuales
Postproducción	-Sistemas de edición -Sincronización asistida	-Actualización automática

A continuación se presenta una tercera forma de clasificación:

1. Sistemas de cuadro básico.
2. Sistemas de parámetros.
3. Sistemas de libreto.

1. Sistemas de cuadro básico.

Están diseñados para generar los cuadros intermedios a partir de los cuadros básicos especificados por el usuario. Usualmente cada objeto en la escena se define como un conjunto de cuerpos rígidos conectados en las juntas con un número limitado de grados de libertad.

2. Sistemas de parámetros.

Los sistemas de parámetros permiten que las características de movimiento del objeto sean especificadas como parte de las definiciones del objeto. Los parámetros ajustables controlan tales características del objeto tomándolas como grados de libertad, limitaciones del movimiento y cambios de forma permitidos.

3. Sistemas de libreto.

Los sistemas de libreto permiten que las especificaciones de objeto y las secuencias de animación sean definidas utilizando un libreto que el usuario introduce. A partir de este libreto se puede construir una librería de varios objetos y movimientos.

2.6 TIEMPO REAL CONTRA CUADRO POR CUADRO.

Hasta el momento se han clasificado los sistemas por el papel que juegan dentro del proceso de animación. Otro enfoque es el de considerar el modo de producción. Es decir, ¿es la animación por computadora solamente un caso especial de animación, entendida ésta como una sucesión de imágenes, cada una con ciertas variaciones con respecto a la anterior?, dicho en otras palabras, ¿se usa la computadora para producir cada cuadro individualmente para luego fotografiarlo?, ¿o es la "película" misma producida directamente en la computadora?

Para encontrar la respuesta comparemos las secuencias de cualquier película hecha en computadora con un videojuego. Las dos producciones pueden ser consideradas animaciones por computadora, pero en la película las imágenes son muy complejas y realistas, esto significa que se requiere cierta cantidad de tiempo para producir un cuadro. Los cuadros deben fotografiarse

para después proyectarse a una velocidad de 24 cuadros por segundo.

Por otra parte, en un videojuego la animación es inmediata, los objetos se mueven rápidamente y existe una interacción completa entre el usuario y las imágenes. Esto es animación real, porque en el momento en el que el usuario hace una elección, en ese mismo momento la animación se materializa.

La animación en tiempo real no necesita de cinta de película para grabarse ya que los resultados pueden ser vistos directamente en el monitor. Este tipo de animación esta limitada por las capacidades de la máquina.

Una imagen en tiempo real debe desplegarse en un tiempo menor a 1/15 seg., debido a que la ilusión de movimiento continuo se pierde a velocidades más bajas. Esto es una limitación importante si se toma en cuenta que se pueden efectuar relativamente pocas operaciones de cálculo en tan poco tiempo.

Las limitantes están determinadas por:

- La velocidad del ciclo de la computadora.
- La capacidad de almacenamiento.
- La longitud de palabra.
- El conjunto de instrucciones.
- La capacidad de procesamiento gráfico.

El desarrollo de hardware especial, como procesadores en arreglo y procesadores gráficos, ha representado un avance en la evolución de la animación en tiempo real.

Ejemplo:

Se moverá un coche 100 metros a lo largo de eje X en 5 segundos; el coche está situado en (5,0). Se asume una secuencia de 24 cuadros por segundo, lo que nos da un total de 120 cuadros por 5 segundos. Los programas siguientes producen la secuencia animada tanto en tiempo real como en cuadro por cuadro:

a) En tiempo real:

```
Incre_x := 100/120;
crear COCHE;
ubicar COCHE (5,0);
dibujar COCHE;

for IMAGEN := 1 to 120
    esperar;
    borrar COCHE;
    trasladar COCHE (PAS X,0);
    dibujar COCHE;
```

b) Cuadro por cuadro:

```
Incre_x := 100/120;
    crear COCHE;
    ubicar COCHE (5,0),
    dibujar COCHE;

for IMAGEN := 1 to 120
    grabar el cuadro;
    esperar;
    borrar COCHE;
    trasladar COCHE (PASX,0);
    dibujar COCHE;
```

El desarrollo que ha tenido el procesamiento en paralelo y el multiproceso han facilitado el que animaciones muy complejas hayan podido realizarse en un tiempo relativamente corto.

Los algoritmos de síntesis de imágenes tales como iluminado por medio de rayos o línea de barrido se pueden distribuir bajo este esquema entre varios procesadores.

Tomando en cuenta lo anterior, se puede considerar a la animación como una serie de procesos con y sin comunicaciones entre ellos.

2.7 ANIMACION UTILIZANDO FRAME BUFFER Y PLAY BACK EN TIEMPO REAL.

Se puede crear la ilusión de animación en tiempo real utilizando un "frame buffer", el cual puede conceptualizarse como un arreglo bidimensional de pixeles. Existen diferentes técnicas de animación utilizando frame buffer .

Ya que el tiempo que se requiere para recorrer de nuevo los pixeles es demasiado largo para la animación, se considerarán solamente imágenes estáticas. Esto significa que el contenido de los pixeles de memoria nunca cambia, pero lo que si cambia es la forma de interpretar los bits, provocando la ilusión de animación.

a) Animación utilizando tabla de colores.

Generalmente el valor de un pixel es un índice en una tabla de colores. Al modificar los índices de las tablas se puede crear animación. La modificación puede ser cíclica, alternada o selectiva.

b) Animación " zoom-pan-scroll " .

La memoria de pixeles se puede dividir en diferentes regiones y la pantalla puede pasar de una imagen a otra. Por ejemplo, un frame buffer de 512 por 512 puede dividirse en 4 imágenes de 256 por 256. Utilizando los efectos de zoom, pan y scroll, se pueden desplegar las imágenes rápida y sucesivamente.

c) Animación a través de tablas.

El principio de este tipo de animación consiste en pasar cualquier bit de la memoria de pixeles hacia cualquiera de las entradas en tablas de búsqueda.

d) Play back en tiempo real.

Como se ha visto, es imposible el compilar cuadros a la velocidad requerida para presentaciones en tiempo real, especialmente cuando las imágenes deben tener cierto grado de realismo. Sin embargo como es muy difícil imaginar los efectos de una animación en un sistema de cuadro por cuadro, la alternativa es el compilar todos los cuadros a velocidades que no sean de tiempo real y almacenar los cuadros o su código de despliegue en memoria masiva. Después un programa de tiempo real se encarga de desplegar los cuadros.

2.8 SISTEMAS CONTRA LENGUAJES.

La animación por computadora se comenzó a desarrollar a mediados de los años 60's. Las primeras películas se produjeron utilizando lenguajes de programación o sistemas interactivos que eran accesibles sólo a los expertos en computación.

Sistemas interactivos.

Con el tiempo se fueron desarrollando sistemas interactivos más amigables, permitiendo a los artistas hacer películas sin demasiada asistencia de expertos en computación.

Estos sistemas interactivos tienen la gran ventaja de estar hechos para ser utilizados por artistas, pero tienen la gran desventaja de imponer límites a la creatividad de aquellos que quieren explotar todos los recursos el potencial de la computadora.

Lenguajes.

Se pueden establecer 4 argumentos para el desarrollo y la utilización de un lenguaje de programación para animación por computadora:

- 1) El lenguaje debe poder explotar todo el potencial de la máquina.
- 2) Debe facilitar el desarrollo de sistemas interactivos de animación que sean compatibles con el lenguaje, especialmente en lo que respecta a estructuras de datos gráficos y conceptos temporales.
- 3) El desarrollo en el diseño de lenguajes de programación ha desembocado en algunos conceptos que han sido fundamentales para control de movimiento y para eventos temporales. La tabla siguiente nos da una perspectiva histórica de lo anterior.

INVESTIGACION Y DESARROLLO

LENGUAJE

Programación estructurada y estructuras de datos

Pascal y Simula-67

Abstracción de datos

Alphard, Clu, Ada

Conceptos de sincronización y envío de mensajes

**Smalltalk, Pascal concurrente
Modula-2, Ada**

Sistemas de actor

Plasma

4) El conocimiento que se refiere a programación de computadoras ya no es exclusivo de los expertos en esta área.

El diseño y el control de las secuencias de animación se manejan a través de un conjunto de rutinas. Un lenguaje de propósito general como "C", "C++", Lisp, Pascal o Fortran, puede utilizarse para crear estas rutinas de animación y frecuentemente se hace, sin embargo se han desarrollado algunos lenguajes especializados. Las funciones de animación incluyen:

- un editor gráfico
- un generador de cuadros básicos
- un generador de cuadros intermedios
- rutinas gráficas estándar

El editor gráfico permite diseñar y modificar las formas de los objetos mediante el uso de superficies spline, métodos de geometría sólida constructiva y otros esquemas de representación.

Una tarea específica en la especificación de la animación es la descripción de la escena, esto incluye:

- **el posicionamiento de objetos.**
- **el posicionamiento de fuentes de luz.**
- **la definición de parámetros fotométricos tales como las intensidades de fuentes de luz y las propiedades de iluminación de superficie.**
- **el establecimiento de los parámetros de cámara, es decir, la posición, la orientación y las características de los lentes.**

Otra función estándar es la especificación de la acción, esto tiene que ver con:

- 1. El esquema de las rutas de movimiento para objetos y para cámara.**
- 2. Las rutinas gráficas usuales.**
 - **Transformaciones de visión y de perspectiva.**
 - **Transformaciones geométricas para generar movimientos del objeto como por ejemplo una función de aceleraciones o especificaciones de**

movimiento de ruta.

- **Identificación de superficies visibles.**
- **Operaciones de acabado de superficies.**

En lo que se refiere a la animación asistida por computadora, varios sistemas orientados al animador han sido creados para satisfacer la necesidad.

En la animación modelada, el problema es más complejo y siempre se centra en la siguiente pregunta: ¿lenguaje de programación o sistema orientado al animador.

La producción de películas tridimensionales utilizando un lenguaje de programación gráfica consume mucho tiempo. Además ese enfoque implica que los animadores también tienen que ser programadores.

Los sistemas interactivos "amigables" pueden tener la gran ventaja de estar dedicados a los artistas pero tienen la gran desventaja de imponer límites a la creatividad y de no permitir la plena utilización de todos los recursos de la máquina.

Algunos paquetes de animación brindan funciones especiales para:

- **diseñar la animación.**
- **procesar objetos individuales.**

Los paquetes también disponen de una función para almacenar y administrar la base de datos. Otras funciones de objeto incluyen aquéllas para generación de movimiento y para acabado.

Los movimientos pueden generarse de acuerdo a constantes especificadas utilizando transformaciones bidimensionales y tridimensionales. Para identificar superficies visibles se pueden aplicar funciones estándar para después aplicar los algoritmos de acabado.

Otra función que es típica es la que simula los movimientos de cámara. Finalmente, dada la especificación para los cuadros básicos, los cuadros intermedios pueden generarse automáticamente.

Los efectos especiales de varias películas hubieran sido muy difíciles de lograr si no hubieran sido hechos mediante programación. Algunos de los efectos especiales de la película " TRON " se lograron gracias a la utilización de un lenguaje de programación llamado " Asas ".

Los artistas que no saben como programar una computadora, es decir la mayoría, tienen que usar un sistema orientado a artistas. El sistema debe ofrecer la posibilidad de realizar la mayoría de las escenas para una película.

Debe poseer capacidad para:

- ◆ controlar los movimientos de actor.
- ◆ controlar cámaras.
- ◆ controlar iluminación.

En el caso de movimientos demasiado complejos un programador puede programar modelos procedimentales, pero es importante recalcar que el control de este modelo procedimental le es dado al animador por el sistema interactivo. Esto significa que el nuevo movimiento debe ser añadido al sistema el cual deberá ser entonces extensible.

En resumen, se puede decir que los sistemas orientados al animador son necesarios porque pueden satisfacer las necesidades de los artistas, que por lo general no están capacitados para entender cuestiones técnicas y en particular programación.

Pero sin embargo se deben desarrollar lenguajes de animación porque le permiten al usuario lograr efectos más completos y adaptables a situaciones diferentes.

Hay que mencionar que se deben realizar estudios e investigaciones para proporcionar al animador sistemas orientados al usuario más poderosos, por ejemplo, en la teoría de la inteligencia artificial

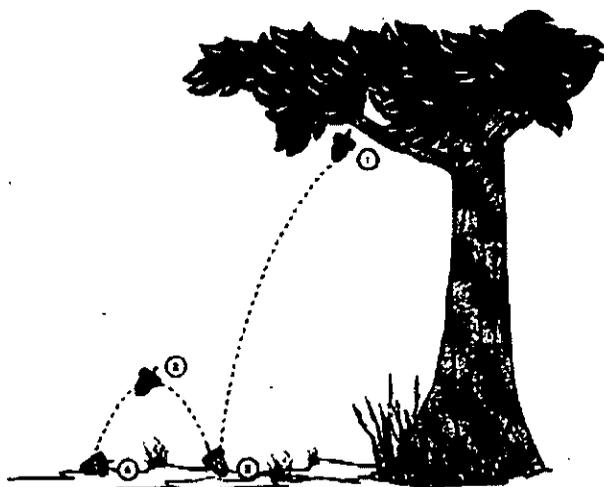
CAPITULO III TECNICAS BASICAS DE ANIMACION.

3.1 INTERPOLACION DE CUADRO BASICO.

3.1.1 INTRODUCCION.

Para controlar la animación, la mayoría de los programas utilizan el método de interpolación de cuadro básico y que consiste en colocar los objetos en posiciones básicas o clave en cuadros específicos. Por medio de un proceso de interpolación, la computadora calcula las posiciones de los objetos en los cuadros intermedios resultando esto en un movimiento suave de una posición a otra.

Por ejemplo, para representar una bellota que cae de un árbol y rebota, se tendrían que utilizar al menos 4 cuadros: en el primero, la bellota estaría desprendiéndose del árbol, en el segundo estaría impactándose contra el piso, en la tercera estaría rebotando y en la cuarta se encontraría inmóvil en el piso.



El animar una bellota que cae requiere de 4 cuadros básicos para definir el movimiento. El software usa estos cuadros básicos para determinar la ruta que seguirá el objeto.

La interpolación de cuadro básico es importante porque su principio de operación se puede aplicar para animar la posición y la orientación tridimensional de un objeto, así como también su forma y sus atributos. Es decir, se puede utilizar para cualquier tipo de acción que se pueda animar ya sea escalación, rotación, traslación, cambio de niveles de iluminación o cambio de parámetros de materiales.

La técnica de interpolación de cuadro básico se utiliza en animación por computadora para crear secuencias de cuadros fijos. Esta técnica calcula los cuadros intermedios promediando la información contenida en los cuadros básicos.

Como se mencionó anteriormente las técnicas de interpolación pueden utilizarse para calcular la posición de objetos en el espacio y también para calcular su forma y otros atributos.

La interpolación de cuadro básico brinda tantos cuadros intermedios como sea necesario, dependiendo de la longitud de la secuencia a interpolarse, sin embargo el espaciamiento de los cuadros intermedios varía dependiendo del tipo de interpolación que se utilice.

Un cuadro básico está definido por el momento en el tiempo, así como también por todos los parámetros o atributos asociados a él. Estos parámetros incluyen por ejemplo:

- la posición del objeto en el espacio.
- características de forma.
- características de superficie.

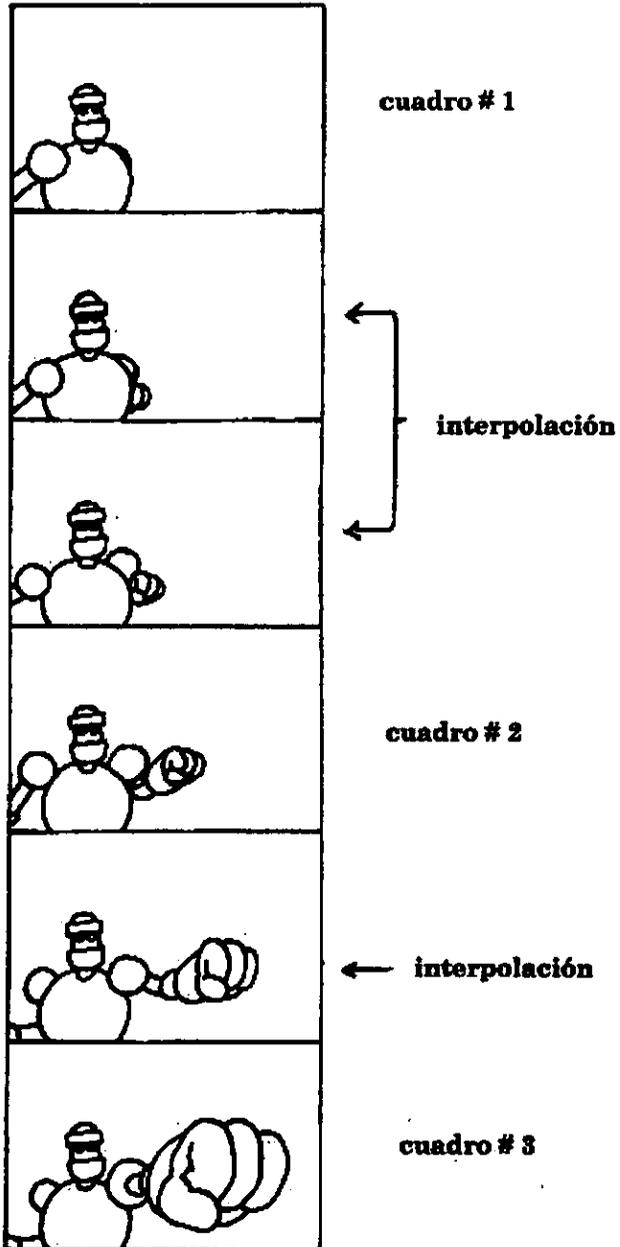
Las interpolaciones son un medio sencillo pero poderoso para expresar y controlar la relación entre el tiempo que toma el llegar de un cuadro básico a otro y la cantidad de cambio en los parámetros o atributos.

La velocidad o índice de cambio está definido por la cantidad de tiempo que toma el llegar de un cuadro básico a otro y por la cantidad de cambio en los parámetros.

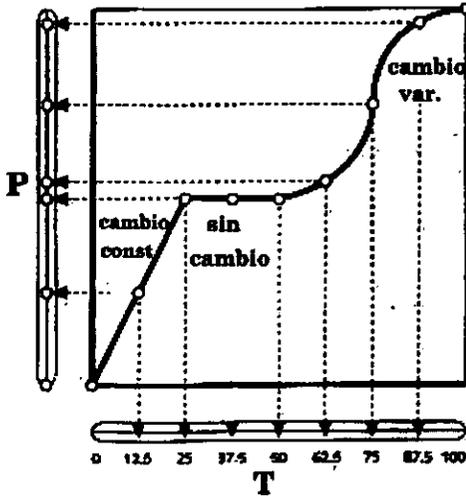
Comúnmente se representa a las interpolaciones en forma de gráficos en los que se establece la relación entre el tiempo y el parámetro a ser animado.

Para el tiempo se utiliza el eje de las "y" y para el parámetro el eje de las "x". La pendiente de la trayectoria en la gráfica representa la velocidad de cambio. Por ejemplo, una trayectoria plana, es decir, horizontal, nos indica que no hay cambio o lo que es lo mismo, que la velocidad de cambio es cero. Una trayectoria diagonal indica un cambio constante mientras que una trayectoria curva representa un cambio variable. Entre más pronunciada sea la pendiente de la trayectoria, mayor será la velocidad de cambio.

A continuación se muestra una secuencia con 3 cuadros básicos y 2 interpolaciones, una más rápida que la otra:



Los tipos más comunes de interpolación son la lineal y la de curva.



La pendiente de una ruta de interpolación influye en los cambios de velocidad o en el parámetro que está siendo animado.

3.1.2 INTERPOLACION LINEAL.

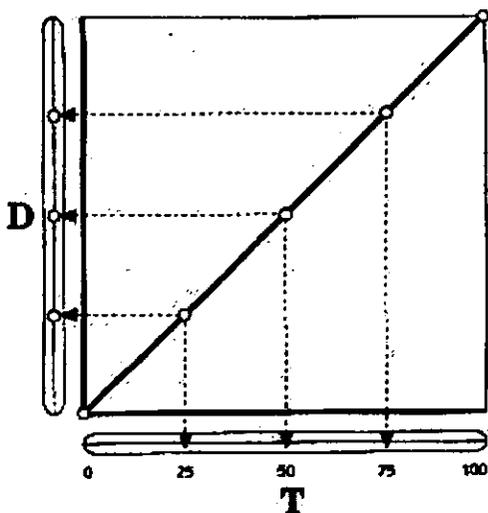
Esta técnica de interpolación constituye la forma más simple y más directa para calcular cuadros intermedios. El principio en el que se basa es el de promediar los parámetros de los cuadros básicos para calcular tantos cuadros intermedios equidistantes como se requieran.

Sin embargo para la animación de movimientos finos o delicados esta técnica no resulta la más conveniente ya que produce resultados demasiado mecánicos lo que provoca que se invierta más tiempo en afinar la animación.

La interpolación lineal está basada en velocidades constantes entre los

cuadros básicos pero produce cambios muy marcados cuando se cambia de una velocidad constante a otra velocidad constante, es decir, el cambio abrupto se da al finalizar una y comenzar la otra.

La velocidad constante está representada por las líneas diagonales en las gráficas. Este tipo de interpolación no puede producir cambios finos en la velocidad de cambio, ya que los cuadros intermedios se crean a intervalos de tiempo iguales a lo largo de la trayectoria.

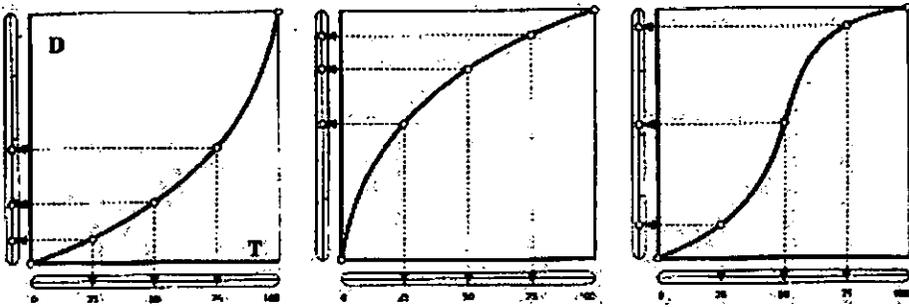


Gráfica de interpolación lineal.

3.1.3 INTERPOLACION DE CURVA.

La interpolación de curva es una técnica más sofisticada que la interpolación lineal y también se utiliza para el cálculo de cuadros intermedios. Esta técnica promedia los parámetros de los cuadros básicos tomando en cuenta la variación de la velocidad en el tiempo, es decir, la aceleración.

La representación gráfica cuando hay un aumento en la velocidad, es una curva hacia arriba y cuando la velocidad disminuye es una curva hacia abajo. De esta manera la distribución de los cuadros intermedios a lo largo de la trayectoria depende del aumento o disminución de la velocidad de cambio. El movimiento con velocidad de cambio constante también está incluido en la interpolación de curva.



Tres gráficas para interpolación de curva. Hay que notar como la distancia recorrida por el modelo animado varía con la pendiente de la curva.

Curvas de parámetros.

A una gráfica que representa una interpolación de curva también se le conoce como "curva de parámetro" o curva de función.

La mayoría de los sistemas de animación generan automáticamente las curvas de parámetro cuando el usuario posiciona los objetos en el espacio y define los parámetros para cada cuadro básico.

El trabajar con curvas de parámetro le brinda al usuario una manera adicional para modificar la animación al manipular solamente las trayectorias contenidas en las gráficas sin necesidad de manipular, por ejemplo posición de los objetos en el espacio. Lo anterior es precisamente lo que se hace para editar y afinar aspectos o características finas en un proyecto.

A continuación se presentan los tipos de curvas más utilizados:

- splines lineales
- splines cardinales
- splines "B"
- curvas Bézier

La forma de cada uno de estos tipos de curvas depende directamente de sus puntos o vértices de control. De ahí que la forma exacta y la funcionalidad de las curvas de función dependa del tipo de curva utilizado.

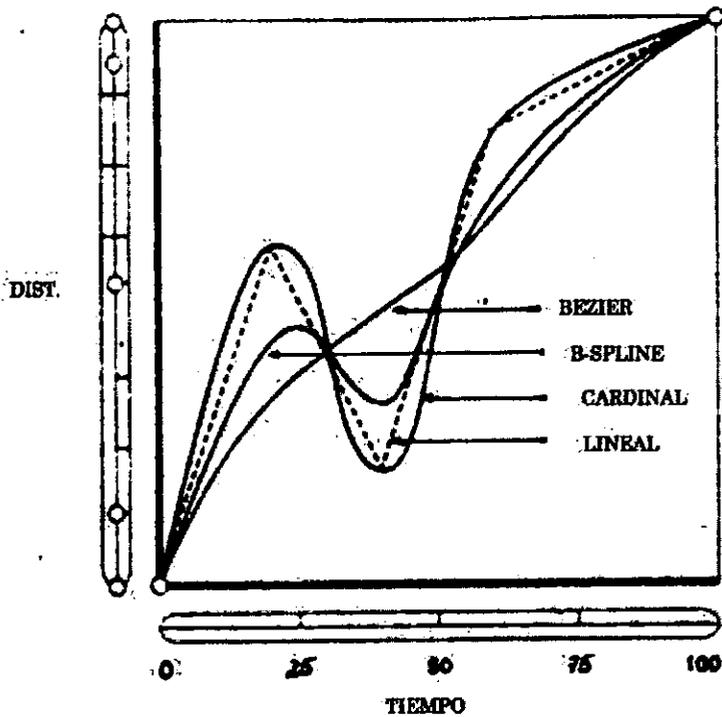
Spline lineal.— Esta formada por una serie de líneas rectas que conectan todos los puntos de control. La animación que se genera por splines lineales esta basada en un cambio constante de velocidad entre los cuadros básicos y en cambios bruscos de velocidad en los cuadros básicos en los que coinciden dos velocidades constantes diferentes.

Spline cardinal.– Depende mucho del posicionamiento de los cuadros básicos en la gráfica de interpolación ya que los puntos de control en este tipo de curva forzan a la curva a pasar a través de todas ellas.

Spline "B".– La animación creada con este tipo de curva contiene formas muy suavizadas debido al hecho de que los puntos de control influyen en la curva pero no la forzan a pasar a través de ellos.

Curvas Bézier.– Las curvas de parámetros que se calculan con las curvas Bézier ofrecen la trayectoria de control más flexible pero también la más compleja, debido a que la forma de la curva está controlada tanto por la posición de los puntos de control como por los puntos tangentes.

Las curvas Bézier facilitan la creación de curvas flexibles con un amplio margen de características que benefician o enriquecen a la animación. Por ejemplo, se pueden utilizar para doblar una línea recta lenta y suavemente o rápidamente. Otra ventaja de utilizar este tipo de curvas para definir gráficas de interpolación es que su pendiente puede modificarse utilizando sólo los puntos tangentes, es decir, se evita la inserción de puntos de control adicionales (cuadros básicos) para darle forma a la curva y por ende al movimiento.



Cuatro tipos de curvas de función.

Las curvas llamadas "ease in" y "ease out" sirven para controlar la aceleración del objeto al "entrar" y al "salir" del cuadro básico de la misma manera como un coche "entra" a una curva o "sale" de ella.

Las curvas de parámetros pueden representar ya sea una interpolación lineal o curvas de E/S a cuadro básico. Las interpolaciones que incluyen a estos tres tipos son llamadas funciones "ease". Este tipo de interpolación es más complejo y puede definirse interactivamente especificando el tipo de

función de curva que utilicen los puntos de control de cuadro básico para calcular la interpolación.

Se puede definir a las funciones de " E/S de cuadro básico" al hacer crecer una barra que representa la proporción de "aceleración de entrada" o de "aceleración de salida" en la función. Estas funciones también pueden especificarse introduciendo valores numéricos que van del 0 al 100 por ciento o de 0 a 1.

3.1.4 INTERPOLACION DE POSICION Y DE ORIENTACION.

Las técnicas de interpolación se pueden utilizar para calcular la posición y la orientación de los objetos animados en un espacio tridimensional. Esto incluye no sólo a los objetos en la escena sino también a las cámaras y a las luces.

Cambiando los valores en la matriz de transformación que controla los movimientos de traslación, rotación y escalación, se puede modificar la posición y la orientación de un objeto.

Los valores en las matrices de transformación se especifican en los cuadros básicos dando como resultado los cuadros intermedios cuando se utilizan las técnicas de interpolación.

La mayoría de los sistemas de animación brindan formas directas para editar la matriz de transformación de un objeto a través de las curvas de parámetro.

3.1.5 INTERPOLACION DE FORMA.

Para animar la forma de objetos tridimensionales también se pueden utilizar las técnicas de interpolación. La idea principal consiste en transformar una forma básica en otra dejando que las técnicas calculen todas las posiciones intermedias de puntos y líneas que definan la forma de un modelo.

3.1.6 INTERPOLACION DE ATRIBUTOS.

Se pueden animar otros atributos o características que sean diferentes a la posición espacial y a la forma en modelos, cámaras y luces.

En el caso de modelos tridimensionales es común el animar las características de superficie tales como el color, la textura o la transparencia.

La distancia focal y la profundidad de campo son dos características de las cámaras que por lo regular se animan.

En cuanto a las luces es frecuente animar el color, la intensidad, el ángulo del cono y los valores de desvanecimiento.

3.2 ANIMACION DEL MODELO.

Las técnicas de interpolación de cuadro básico son muy efectivas para animar la posición, la forma y los atributos de modelos tridimensionales.

La animación espacial de modelos simples puede controlarse fácilmente a través de:

1. **Curvas de parámetro.**
2. **Rutas de movimiento establecidas en un espacio tridimensional.**

La animación de la forma de los modelos puede efectuarse utilizando una variedad de técnicas que incluyen:

- ❖ **interpolación de forma libre.**
- ❖ **transformación tridimensional.**
- ❖ **estructuras externas de control (rejillas y funciones).**

también pueden ser animadas las características de superficie de los modelos utilizando técnicas de interpolación.

El método más común para especificar la animación espacial del modelo cuando se utiliza interpolación de cuadro básico es el de establecer interactivamente su posición y su orientación. Este método se basa en la idea de definir los cuadros básicos colocando los modelos en un espacio tridimensional para después aplicarle transformaciones geométricas, perfeccionar el movimiento con las funciones de entrada y salida de cuadro y dejar al software la interpolación de los cuadros intermedios.

Esta idea es de hecho, la esencia de toda animación de cuadro básico ya sea tradicional o computarizada.

3.2.1 PROMEDIOS DE DESPLIEGUE.

La animación se basa en cuadros de imágenes fijas aprovechando una característica de la percepción humana denominada persistencia de visión que consiste en la tendencia a continuar viendo una imagen por un tiempo a pesar de que haya cambiado. El cine y la televisión aprovechan esta característica para crear una sensación de movimiento fluido, es decir, a pesar de que a través de estos medios se proyecta una serie de imágenes fijas, la persistencia de visión evita que se vean imágenes estáticas.

La velocidad a la que se proyectan las imágenes se denomina promedio de despliegue y se mide en cuadros por segundo (fps).

Por lo general, para una animación aceptable, el promedio mínimo de despliegue es de 15 cuadros por segundo, que es lo suficientemente lento para percibir que las imágenes individuales están separadas pero que aún así es aceptable no importando el que se observe un efecto de parpadeo.

Este promedio de 15 cuadros por segundo se utilizó mucho en los principios de video digital porque las lectoras de cd-rom y algunas tarjetas de video tenían problemas con velocidades mayores.

El promedio ideal para animación son 30 cuadros por segundo, que coincide con los promedios de video y evita la percepción del parpadeo. Ya que hoy en día la mayoría de las computadoras multimedia son capaces de reproducir animación a un promedio de 30 cuadros por segundo y video, se considera el estándar para estos medios. Sin embargo si la animación va a tener que transferirse a película el promedio tendrá que ser de 24 cuadros por segundo porque esa es la velocidad de operación del equipo de proyección.

Antes de comenzar la animación se tiene que determinar el promedio de despliegue al que va a ser vista. El promedio de despliegue es la base para calcular los números de cuadro correctos hacia los cuales se moverá un objeto en un período determinado de tiempo. Por ejemplo, si se toma la decisión de que el promedio sea de 15 cuadros por segundo y se quiere que el objeto esté

en movimiento por 2 segundos, se tendrá que comenzar en el cuadro 0 y parar en el cuadro 29. Si se escogieran 24 cuadros por segundo habría que detenerse en el cuadro 47.

De la misma manera, si se escogiera el promedio de 30 cuadros por segundo, se tendría que parar el movimiento en el cuadro 59.

3.2.2 ESPECIFICACION INTERACTIVA DE CUADRO BASICO.

La especificación interactiva de las poses básicas puede mejorarse cuando el animador observa su trabajo a través de diferentes vistas simultáneamente con el fin de poder examinar los detalles de los movimientos desde diferentes puntos de vista.

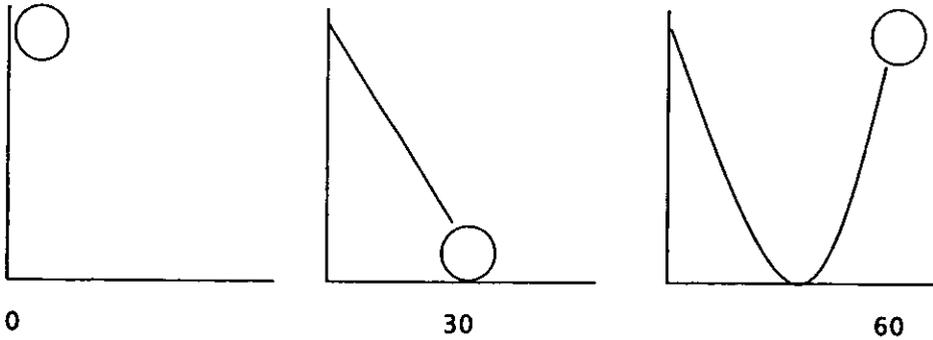
Sabemos que la especificación interactiva de los cuadros básicos puede efectuarse moviendo los objetos directamente con el mouse, la pluma o la track ball o editando las curvas de parámetro. En ambos casos es necesario ver previamente el movimiento para comprobar que los parámetros especificados están produciendo los resultados deseados.

Por ejemplo, si se quiere animar el rebote de una pelota entre los cuadros 0,30 y 60, el programa calcula como efectuar la transición de la pelota entre esos cuadros de la manera más suave posible, basándose en una serie de controles para cuadro básico llamado "control de peso". Este control regula la ruta del objeto permitiéndole realizar una transición suave al llegar o salir del cuadro básico.

El número de cuadros básicos depende del promedio de despliegue y de la duración de cada acción. En la práctica, para generar un cuadro básico, se selecciona un número de cuadro y se mueve el objeto a la posición deseada. Como ya se ha mencionado, el software de animación tridimensional se basa en este proceso de creación de cuadros básicos.

Por ejemplo, para botar una pelota desde la esquina superior izquierda de la pantalla hacia la mitad y de allí a la esquina superior derecha, se tendría que posicionar en el cuadro 0 y posicionar la pelota en la esquina superior izquierda, allí se establecería un cuadro básico. Lo siguiente sería cambiar al cuadro 30 y mover la pelota al centro en la parte baja de la pantalla y allí establecer otro cuadro básico. Finalmente se avanzaría al cuadro 60 y se movería la pelota a la esquina superior derecha estableciendo allí el cuadro básico final. El resultado es una animación de 61 cuadros ya que el cuadro 0 cuenta .

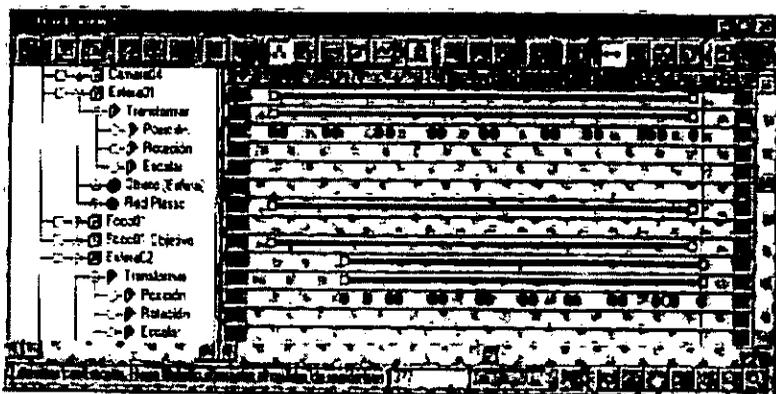
Lo anterior se ilustra en la siguiente figura:



Recordemos que el control de peso regula la ruta del objeto permitiéndole realizar una transición suave al llegar o salir del cuadro básico.

Hay que notar como la ruta es recta en el cuadro 30, después de mover la pelota del primer cuadro al segundo. Cuando se establece el tercer cuadro básico en el cuadro 60, el control de peso preestablecido trata de suavizar el movimiento transformando la línea recta en una curva. Como se verá más adelante, el método de cuadro básico no es la única manera para controlar la ruta de un objeto. Otra aproximación es la de dibujar una ruta con las herramientas del programa y asignarle un objeto para que se mueva sobre ella.

Para administrar la información de cuántos y cuáles objetos se mueven, la mayoría de los programas poseen una interfaz de tiempo de animación.



Interfaz de tiempo de animación

El eje horizontal contiene unidades de tiempo y/o números de cuadro, el eje vertical consiste en una lista jerárquica de objetos y luces, así como de parámetros que se puedan animar. Los cuadros básicos se señalan con una marca que se coloca sobre la línea que está después del nombre del parámetro y que se posiciona en el número de cuadro apropiado según la línea de tiempo. Esta interfaz también permite añadir, borrar o mover cuadros básicos para ajustar el tiempo en el cuál ocurren los eventos.

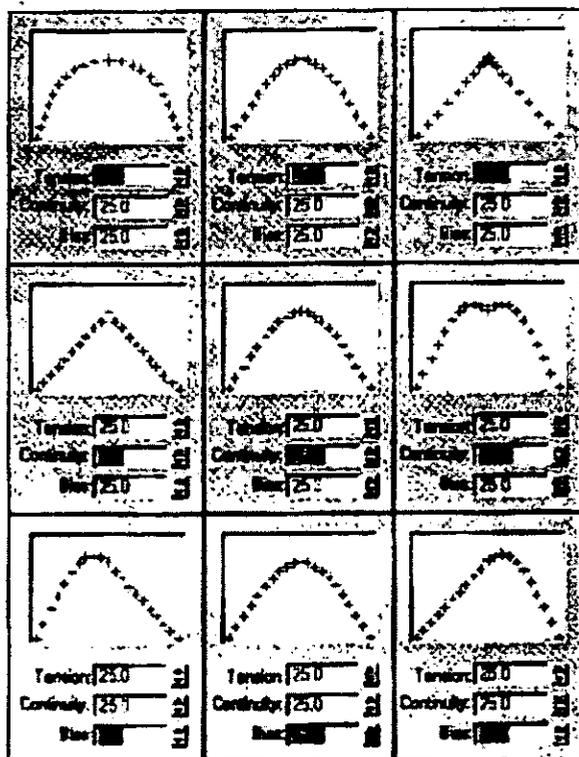
Adicionalmente a desplegar el tiempo en números de cuadro, la mayoría de los programas tienen una opción para desplegarlo en el formato SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers) que se expresa en minutos, segundos y cuadros. Este formato es muy utilizado en la producción de cine y video. Por ejemplo, un punto en la animación designado 57:31:12, sería 57 minutos 31 segundos y 12 cuadros.

3.2.3 CONTROL DE PESO DE CUADROS BÁSICOS.

Se puede manejar el control de peso para afectar la ruta del objeto alrededor del cuadro básico. Dependiendo del programa se pueden tener uno o más esquemas de control de peso, también denominados controladores de animación, sólo es cuestión de escoger el más conveniente.

El tipo más elemental es un control lineal punto a punto en donde las transiciones de un cuadro básico a otro aparecen como una línea recta. Esto es recomendable para movimientos mecánicos.

El control TCB (tensión, continuidad, inclinación), es uno de los medios más comunes para poder manejar los puntos de control de los cuadros básicos.



El control de peso de TCB se puede controlar por medio de un diálogo gráfico. Las gráficas muestran cambios a las curvas dependiendo de los valores de TCB.

La tensión varía la cantidad de curvatura que el cuadro básico permite en la ruta, antes y después de él. Si la tensión es baja la ruta puede ser holgada y curva al llegar y salir del cuadro. Si es alta la ruta se convierte en lineal entre los cuadros.

La continuidad determina que tan tangente será la ruta al punto de control. El valor de default resulta en una curva suave, mientras que un

valor bajo hace que la ruta se pase del punto de control haciendo que el objeto se sacuda un poco cuando llega al cuadro. Una continuidad alta tiene el efecto contrario y en un extremo el efecto es similar a fijar la tensión en el mayor valor excepto porque el movimiento se mantiene más lineal.

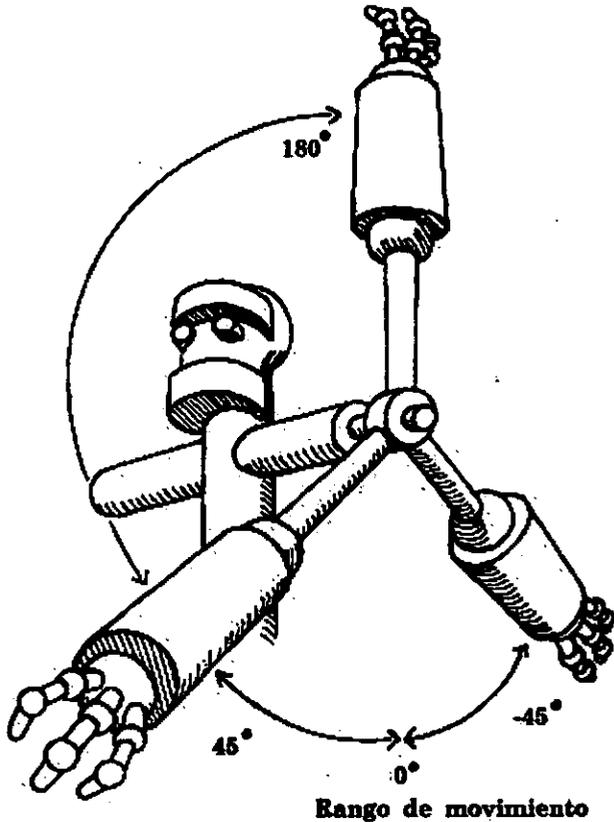
La inclinación ajusta el punto extremo máximo de la curva. Cuando no esta en la posición de default el valor máximo tiene lugar en el cuadro básico. Una inclinación baja causa que el pico se dé antes del cuadro y un valor alto que aparezca antes.

El valor de llegada y valor de salida controlan la aceleración del objeto al llegar y al salir del cuadro básico. En la posición de default hay cierta cantidad de desaceleración antes de llegar al cuadro y cierta aceleración al salir de él.

Aunque el control de peso se representa a menudo en diálogos separados cuando el usuario establece un cuadro básico, la mejor forma de control y de retroalimentación es la que poseen aquellos sistemas que permiten ver y editar al mismo tiempo la posición del cuadro básico y el control de peso en una curva de función Bézier o en la ruta del objeto en el espacio tridimensional.

3.2.4 CINEMATICA NATURAL.

La cinemática natural es otra técnica que puede utilizarse para especificar el movimiento entre dos poses básicas. Consiste en determinar el movimiento y la posición final de un modelo a través de la especificación de los ángulos de sus articulaciones.



En la cinemática natural el movimiento se crea al especificar el ángulo de una articulación.

Esto se logra al escribir directamente el valor para cada ángulo de articulación en el espacio que da el software como puede notarse esta técnica requiere de una gran cantidad de trabajo manual. Sin embargo puede ser utilizada de manera muy creativa en situaciones en las que todos los ángulos de las articulaciones se conozcan de antemano y se repitan muchas veces. Por ejemplo, un programa interactivo como un videojuego, en donde las posiciones de los personajes se repiten muchas veces además de que se conocen de antemano.

En la cinemática natural los ángulos de las articulaciones se deben proporcionar a la computadora a través del teclado o de algún otro periférico de entrada y los movimientos deben ser tales que los ángulos sean fáciles de establecer o calcular desde antes que éstos sean efectuados.

3.2.5 RUTAS DE MOVIMIENTO.

La técnica de rutas de movimiento representa un método adicional para definir el movimiento de objetos en un espacio tridimensional. Se parece un poco a trabajar con curvas de parámetro porque también se emplea una ruta, sin embargo, la diferencia radica en que la ruta de movimiento se dibuja como una sola ruta en un ambiente tridimensional en vez de dibujarse como varias gráficas bidimensionales de interpolación. La ruta es una representación gráfica de su desplazamiento representado por una curva spline con pequeñas marcas en cada cuadro básico.

Esta técnica es muy útil cuando se requiere definir movimiento que involucre traslaciones y rotaciones de una manera muy rápida. Es posible editar directamente la ruta de movimiento lo cual puede facilitar el establecer un movimiento complicado o como ya se mencionó, rápido.

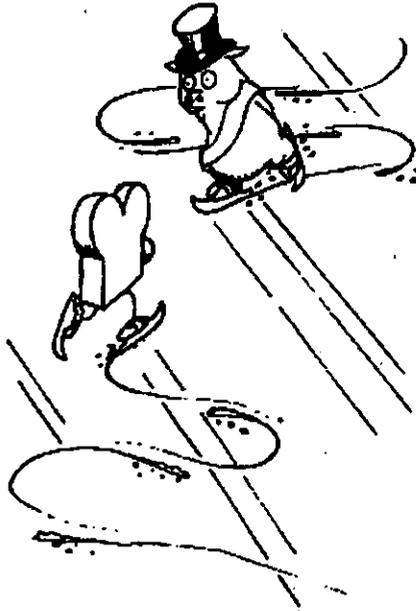
El trabajar con rutas de movimiento nos permite pensar en términos como "se tiene que ir de aquí a allá siguiendo esta ruta". Mediante este

método se puede fijar la curva en cualquier cuadro básico para después moverla con la ruta ajustándose automáticamente para ir revisando el movimiento resultante. También es posible añadir, borrar y ajustar el control de peso de cada cuadro básico con una retroalimentación inmediata.

En algunos casos las rutas de movimiento pueden ser exportadas o importadas permitiendo su generación a partir de información de contorno de figuras o su utilización en otros trabajos de animación.

Cuando se trata de definir con precisión el movimiento en el aire (vuelo) o el movimiento en el agua (nado), resalta la utilidad de esta técnica ya que en ambos casos se tiene que seguir una ruta tridimensional.

También es muy útil para definir el movimiento de cámaras voladoras o para animar objetos que se mueven deslizándose sobre una superficie, por ejemplo, lanchas y trineos de motor.



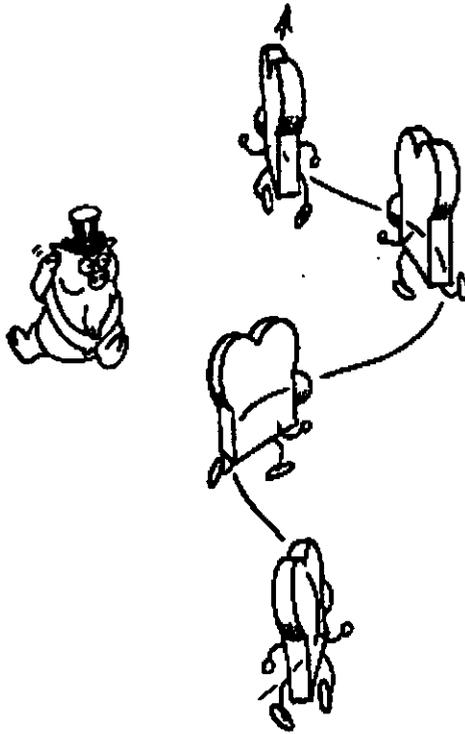
Dos rutas de movimiento.

Las rutas de movimiento también son útiles para bosquejar o planear el movimiento de vehículos de tracción, tales como bicicletas y tractores, también de criaturas con piernas tales como hormigas o seres humanos. En estos casos la ruta de movimiento puede utilizarse para definir el movimiento básico de los modelos dejando para después el resto.

Probablemente una criatura con piernas se vería extraña y antinatural al caminar si sólo se emplea la técnica de ruta de movimiento, el movimiento de las piernas o de las ruedas del tractor se tendría que combinar con el posicionamiento interactivo de cuadros básicos o con técnicas avanzadas de animación tales como Cinemática Inversa o Dinámica de movimiento.

La animación de ruta de movimiento se define en varios pasos y comienza con una curva que se dibuja en un espacio tridimensional utilizando por lo común una herramienta de modelado. Después el modelo se selecciona y se une a la ruta. Se definen los parámetros de tiempo de la ruta. Esto se hace escribiendo los valores de los cuadros en los cuales la animación va a comenzar y a finalizar. Pero la velocidad y la aceleración en la ruta de movimiento pueden afinarse después de ver los resultados, editando sus parámetros de tiempo con una gráfica de interpolación.

Hay un punto que es importante tomar en cuenta en este tipo de animación y es el ajuste o afinación del modelo tridimensional a la ruta establecida. La mayoría de los sistemas mantienen el objeto ligado a la ruta de forma tal que el frente del objeto siempre queda en la dirección de la ruta.



La cámara siempre " mira " en la dirección de la ruta de movimiento conforme se mueve.

Esto es lo que se conoce como mantener la dirección del objeto tangencial a la ruta. Para poder hacer eso el programa necesita saber cuál es el frente del objeto en el momento en el que se liga el mismo a la ruta.

3.2.6 ANIMACION DE FORMA LIBRE.

Se puede crear animación de forma libre de una forma sencilla interpolando la forma de dos objetos sobre una relación de punto a punto.

Cuando esta interpolación se hace entre dos versiones del mismo modelo tridimensional se denomina animación de forma libre y cuando se hace entre dos modelos distintos se denomina transformación.



Animación facial de un estornudo

La animación de forma libre se efectúa colocando dos versiones de un modelo poligonal o basado en splines en dos cuadros básicos contiguos. Después se modifica la forma de uno de los dos modelos jalando los puntos en la malla, plano o curva que lo define. El programa interpola los cuadros intermedios que constituyen la transformación de la forma.

El proceso comienza con la identificación de los puntos o vértices de control en el modelo que va a ser animado. Esto se hace cuando el modelo se encuentra en el modo alambrado. Se selecciona un punto o un grupo de ellos y se llevan hasta una nueva posición. Se hará la interpolación de punto a punto, es decir, cada punto del modelo " A " será interpolado con sólo un punto del modelo " B ".

Para los efectos de contracción y expansión, la animación de forma libre resulta muy útil. Estos efectos se emplean comúnmente en animación para enfatizar el movimiento de objetos como reacción o respuesta a ciertas fuerzas.

- El efecto de contracción es la respuesta a la fuerza de compresión.
- El efecto de expansión es la respuesta a la fuerza del mismo nombre.

Este tipo de efectos también ayuda a caracterizar la masa y el peso de los objetos movibles, así como el material del cual estén hechos.

3.2.7 TRANSFORMACION TRIDIMENSIONAL.

La transformación tridimensional es una técnica muy efectiva para crear animaciones de forma que no requieren tanto trabajo como el que se necesita al utilizar interpolaciones de forma libre. Esta técnica anima todos los puntos de un objeto hacia las posiciones ocupadas por los puntos de otro objeto.

Por lo general los resultados obtenidos al aplicar esta técnica son impresionantes, sin embargo se tienen que cumplir dos condiciones antes de explotarla al máximo:

- 1) Cada uno de los modelos debe tener el mismo número de puntos. Esto implica que se tiene que hacer una labor intensa de planeación en la etapa de modelado.
- 2) Se necesita especificar el orden de correspondencia entre los puntos en cada uno de los modelos.

3.2.8 REJILLAS DE FORMA LIBRE.

Aunque la animación de forma libre puede crear resultados muy buenos, requiere de una gran cantidad de trabajo y de tiempo para poder manipular muchos puntos a la vez. El utilizar estructuras externas de control para regular la forma de objetos puede representar una mejor opción, especialmente en casos en los que se desea una deformación uniforme.

Dos técnicas que utilizan estructuras externas de control son:

1. Rejillas de forma libre.
2. Funciones de onda.

Una rejilla de forma libre es una malla tridimensional de puntos y líneas que controla los puntos en un modelo. Los puntos de control en una rejilla de forma libre están conectados, por medio de resortes imaginarios a los puntos en el modelo, de tal manera que si los puntos de control se mueven hacen que los puntos en el objeto sean jalados.

La capacidad para crear animaciones de forma moviendo uno o varios puntos en una rejilla de forma libre depende directamente de la resolución de la rejilla. Una rejilla con un número reducido de puntos dará como resultado animaciones burdas, mientras que rejillas con un mayor número de puntos de control pueden utilizarse para aplicar distorsiones más finas sobre el modelo.

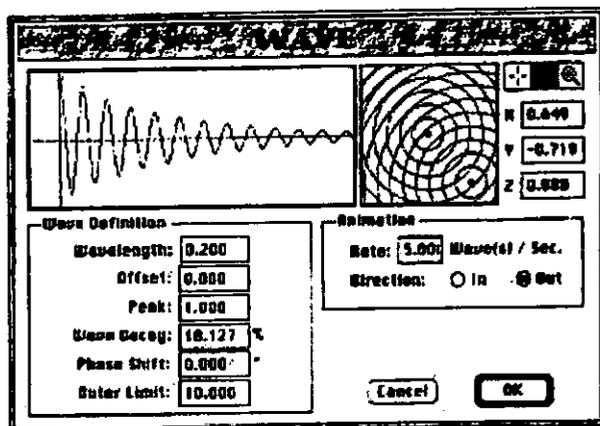
3.2.9 FUNCIONES DE ONDA.

A un modelo tridimensional se le puede aplicar una gran cantidad de funciones con el objeto de cambiar su forma. El utilizar funciones puede ser una manera sencilla para crear animaciones ya que una vez que se ha determinado como aplicar la función se necesita muy poco trabajo.

Para la mayoría de las animaciones que involucran una forma tradicional de narración, el animar con funciones representa una forma efectiva para crear las bases de un movimiento que puede complementarse con otras técnicas. Las funciones también son muy efectivas para animar movimientos u objetos secundarios en una escena. Esto se logra aplicando la función a una parte de la estructura jerárquica solamente. Por lo regular esta técnica se utiliza más como una técnica secundaria en un proyecto de animación. La razón radica en que el movimiento generado con funciones es usualmente demasiado simple o monótono para ser utilizado y también porque para la mayoría de las producciones, el desarrollar funciones nuevas requiere de una cantidad considerable de tiempo, habilidad y energía.

Muchos programas de animación permiten al usuario definir curvas de función bidimensionales de casi cualquier figura y utilizarlas como estructuras de control para animar la forma de los objetos. A estas curvas de control se les denomina comúnmente "funciones de onda" ya que sus formas se parecen al trazo de una onda.

A veces las distorsiones creadas al aplicar funciones de onda a modelos tridimensionales, son impredecibles y se necesita de un enfoque de prueba y error para llegar al resultado esperado. Sin embargo algunas de las características de esta técnica son bastante simples y fáciles de controlar.



Pantalla de diálogo en la que se muestran los controles de una función de onda.

La variable del tipo de onda determina la forma en la que la onda se propaga desde su centro a través del modelo. Estas funciones pueden ponerse dentro de un ciclo y usarse para simular movimientos recurrentes, como por ejemplo, el de las olas del mar.

Las ondas circulares son una técnica excelente para recrear el movimiento de las olas del agua sobre la superficie de un lago. Las ondas planas pueden recrear el efecto de las olas del mar. Las ondas esféricas pueden utilizarse para recrear una explosión.

3.2.10 ANIMACION DE LAS CARACTERISTICAS DE SUPERFICIE.

Las características de una superficie pueden cambiar a través del tiempo considerándose esto también como animación . Los cambios en color, textura, transparencia o reflectividad, pueden indicar además del cambio en la apariencia de los objetos, un cambio de emociones, de la composición química o de la mente.

Estos cambios pueden ser muy útiles para la narración visual porque siempre ocurren como reacciones a otras acciones o como respuestas a otros estímulos.

En la naturaleza muchos de los cambios ocurren de una manera muy rápida, en segundos, mientras que otros requieren de días, meses o incluso años. Por ejemplo, el enrojecimiento de la cara o el proceso de maduración de una manzana involucran cambios tanto en color como en textura visual, pero uno ocurre en segundos mientras que el otro requiere de semanas. En ambos casos el tiempo de las transformaciones del color y de la textura es crucial para entender la acción.

Si la maduración de la manzana tiene lugar durante un período considerable de tiempo sabemos que estamos observando una transformación natural pero si sucede en segundos, caemos en cuenta que se trata de un proceso de transformación fantástica o de ficción.

Del mismo modo, si el público observa que el enrojecimiento de cara ocurre en unos segundos sabrá que se trata de la expresión de sentimientos, de vergüenza, modestia o excitación, pero si esto mismo ocurre durante varios días entonces el público comprenderá que se trata más bien de una alergia en la piel o de una enfermedad más que de la expresión de una emoción.

La animación de características de superficie se logra fácilmente con técnicas de interpolación. El proceso es simple pero poderoso. Comienza

aplicando un conjunto de características de superficie a los objetos en el cuadro básico al principio de una secuencia, luego se aplica el mismo conjunto de características a los objetos en el último cuadro básico de esa secuencia. Posteriormente se modifican utilizando las curvas de parámetro que representan cada una de las características de superficie.

Las curvas de parámetro que representan el color, la transparencia, la reflectividad y las características de sombreado pueden editarse fácilmente, porque esas características de superficie se controlan por medio de un valor numérico o un conjunto de ellos, como los valores " RGB " por ejemplo.

Las texturas de una superficie se controlan aproximadamente por unas 20 variables y por lo tanto por 20 curvas de parámetro. El animar las texturas bidimensionales o tridimensionales de una superficie requiere por lo común de un mayor tiempo del sistema, pruebas adicionales de terminado y de un mayor número de experimentos de prueba y error en comparación a características simples de superficie.

3.3 ANIMACION MEDIANTE EL USO DE CAMARA.

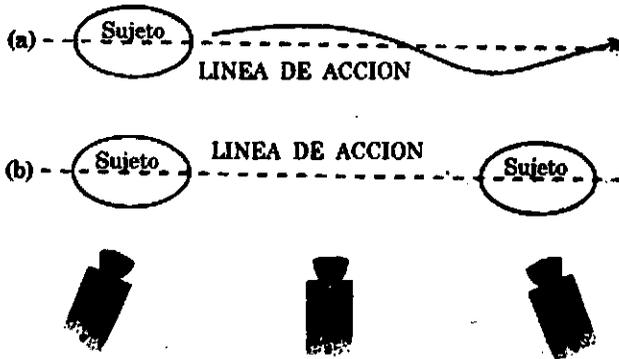
3.3.1 INTRODUCCION.

La animación por medio del uso de la cámara se considera una técnica básica porque el personaje no se mueve, en vez de eso, la perspectiva siempre cambiante de la cámara crea la sensación de movimiento a través de la escena.

La cámara juega un papel importante en la animación por computadora debido a que su movimiento y los cambios en algunos de sus atributos pueden tener un efecto muy poderoso en la línea narrativa-visual. Tanto el punto de vista de una cámara como el tipo de toma están definidos por la posición y orientación de la cámara, esto quiere decir que todos los movimientos de cámara requieren de un cambio en la posición y orientación de la misma.

Los movimientos de cámara virtual en la animación por computadora están basados en los movimientos de cámara que han sido definidos o establecidos por la cinematografía tradicional. La mayoría de los programas utilizan la misma terminología aunque algunos incluyen algunas variantes.

Se pueden expresar todos los movimientos de cámara en términos de traslaciones o rotaciones alrededor de uno o varios ejes. Además de poder cambiar la posición y la orientación de las cámaras virtuales, la distancia focal y la profundidad de campo son algunos de los atributos que también pueden animarse.



Línea de acción: a) La línea puede ir sobre la ruta de un personaje.
 b) Puede relacionar a dos personajes que interactúan.

3.3.2 MOVIMIENTOS DE POSICION DE CAMARA.

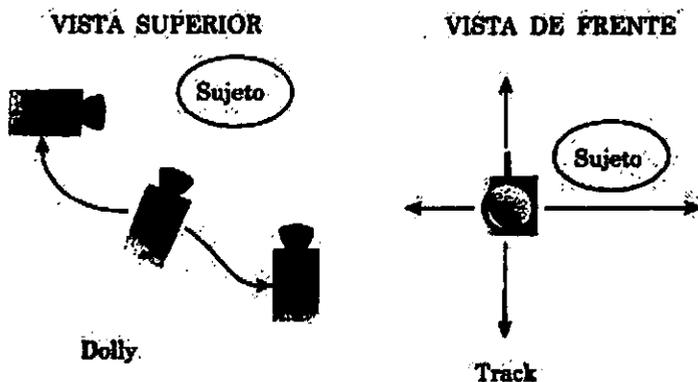
Se puede definir la posición de la cámara estableciendo un valor de posición absoluta y especificándolo en términos de coordenadas mundiales XYZ en el campo que controla la posición.

Esta técnica puede ser útil para definir cuadros básicos en donde la cámara tenga que colocarse en un lugar preciso. Una forma más intuitiva para definir la posición de una cámara, consiste en simplemente utilizar los movimientos del menú que poseen la mayoría de los programas.

Dentro de los movimientos de cámara que se basan en un cambio de la posición se encuentran los siguientes:

- Deslizamiento (dolly).- Es una traslación de la cámara a lo largo del eje horizontal.

- Toma deslizante (travelling shot).- Ocurre cuando se hace una toma que para seguir a un objeto se tiene que deslizar.
- Acarreo (track).- Es una traslación de la cámara a lo largo del eje de profundidad. Por lo regular entra o sale de escena.
- Elevación (boom).- Es una traslación de la cámara a lo largo del eje vertical.
- Toma de grúa (crane).- Se logra al combinar una elevación con un acarreo y algunas veces también con deslizamientos.



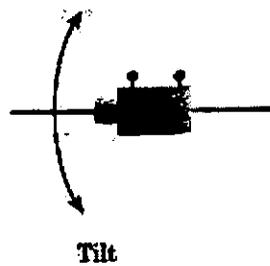
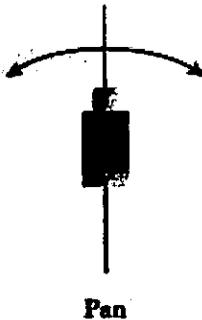
3.3.3 MOVIMIENTOS DE ORIENTACION DE CAMARA.

La orientación de la cámara puede definirse a través de un valor de posición absoluta especificado en coordenadas mundiales XYZ en el campo que controla la orientación de la cámara. Esta técnica es útil cuando se trata de definir cuadros básicos en donde la cámara tenga que estar colocada en cierta dirección o hacia cierto punto específico en el espacio. La orientación de la cámara se puede definir utilizando el menú de movimientos.

Dentro de los movimientos de cámara que se basan en el cambio de

orientación están incluidos:

- ❖ **Inclinación (tilt).**- Es una rotación de la cámara sobre su eje horizontal. También se le denomina pivote y se utiliza para ver hacia arriba o hacia abajo.
- ❖ **Giro (scroll).**- Se crea al rotar la cámara alrededor del eje Z.
- ❖ **Rotación (roll).**- Es la rotación de la cámara alrededor del eje de visión.
- ❖ **Rotación automática (bank).**- Es una rotación automática que se aplica a cámaras que se mueven sobre una trayectoria curva.
- ❖ **Panorámico (pan).**- Se crea al rotar la cámara alrededor del eje Y.



3.3.4 RUTAS DE MOVIMIENTO.

La técnica de rutas de movimiento de cámara es especialmente útil para realizar movimientos de cámara que sean complejos tales como tomas de grúa, tomas submarinas y de cámaras voladoras, los cuales están compuestos de varios movimientos.

Como ya se ha explicado, la técnica de ruta de movimiento consiste en animar un objeto sobre una ruta definida en un espacio tridimensional. Las rutas se dibujan con una herramienta de modelado y se editan como cualquier otro objeto. Se pueden crear con cualquier tipo de curva pero se recomienda utilizar curvas spline B o curvas Bézier ya que ambas ofrecen un mayor control para darle forma a la curvatura de la ruta.

Una vez que la cámara se liga a la ruta de movimiento y que los parámetros de tiempo quedan establecidos, es posible afinar el movimiento. La velocidad y la aceleración pueden precisarse por medio de una gráfica de interpolación de tiempo. Es posible mejorar la velocidad constante que se utiliza por default, mediante el uso de velocidades variables y curvas "ease in" y "ease out" (de entrada y salida del cuadro básico).

También pueden afinarse la posición y la orientación añadiendo movimientos estándar, por ejemplo, ajustando el punto de interés de la cámara o controlando la inclinación de la cámara con un objeto externo.

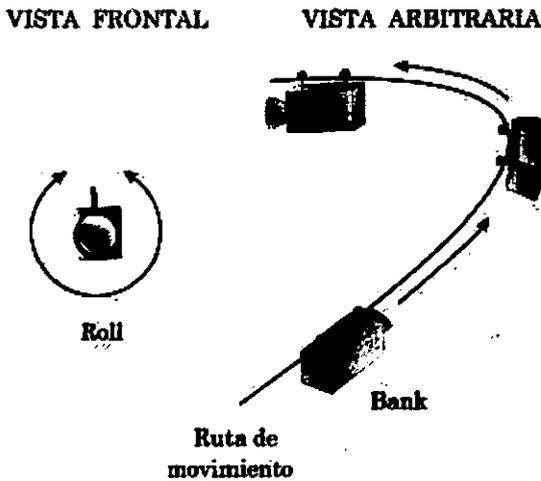
Una característica conveniente de las rutas de movimiento en muchos programas es que pueden convertirse en transformaciones explícitas. Esto quiere decir que un movimiento que originalmente quedó definido por una ruta en un espacio tridimensional con solamente utilizar una gráfica de interpolación de tiempo puede convertirse en movimientos definidos por las gráficas estándar de interpolación para cualquiera de las transformaciones geométricas sobre cada eje. Esta conversión puede ayudar a afinar el movimiento por medio de la edición de las curvas de parámetros.

Para simular la visión hacia ambos lados de cualquier criatura al moverse sobre una ruta, se puede ajustar el punto de interés de la cámara.

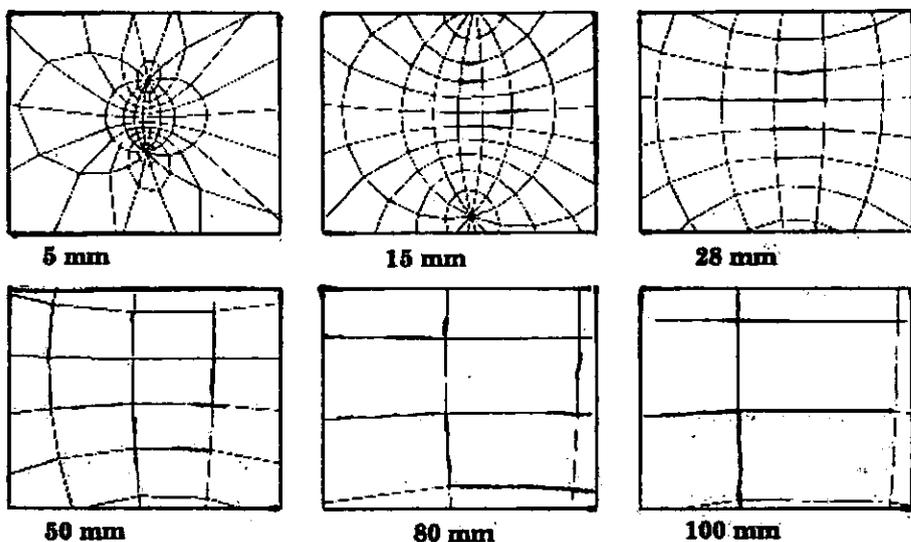
El movimiento de inclinación de las cámaras voladoras y submarinas en el momento de tomar la curva puede establecerse ligando la cámara a un objeto invisible debajo o a un lado de él. La función que tiene este objeto invisible es la de simular peso o arrastre para que de esa manera su animación complemente el movimiento de la cámara.

3.3.5 LONGITUD FOCAL.

La forma en la que los objetos son vistos por la cámara, está controlada por la longitud focal. En una cámara virtual está definida por la relación existente entre el plano de corte cercano y el plano de corte lejano. Esta relación define la forma en la que los objetos en un ambiente tridimensional son proyectados sobre el plano de proyección de una cámara virtual o sobre la superficie de la película en una cámara real.



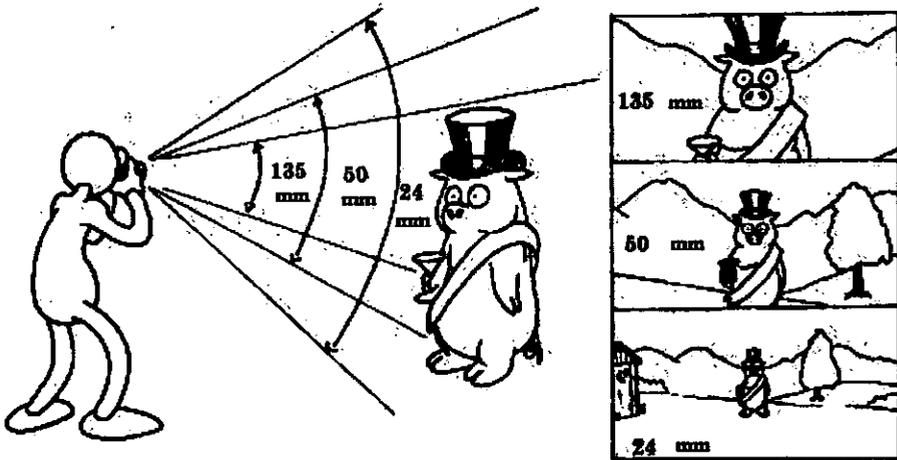
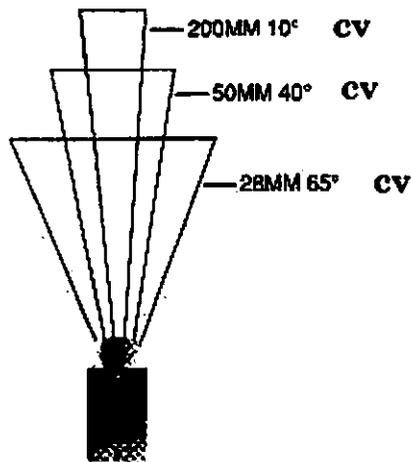
En una cámara fotográfica la longitud focal está determinada por la curvatura y por la forma del lente, por esa razón la unidad de medición aún en cámaras virtuales está dada en milímetros. Los lentes estándar de cámara tienen longitudes focales fijas, en comparación a los lentes zoom que pueden dar longitudes focales diferentes al cambiar la longitud entre el punto de vista y el plano focal.



La longitud focal de una cámara puede cambiarse modificando la distancia entre el punto de vista y el plano focal. La relación entre la longitud focal de un lente es directamente proporcional al aumento en tamaño de la escena vista a través del lente.

Algunos programas permiten que la longitud focal sea animada de forma independiente o junto con los planos cercano y lejano. Esto brinda una gran flexibilidad cuando se trata de recortar un objeto en el campo de visión colocándolo adelante del plano de corte cercano o detrás del plano de corte lejano mientras que se mantiene una longitud focal constante.

Un zoom es un movimiento de longitud focal en el que la cámara permanece fija pero la toma de la imagen cambia al cambiar la longitud focal de una manera gradual y continua. En un movimiento zoom, la posición y la orientación de la cámara permanecen invariables. Al utilizar un zoom es común pasar de un tipo de toma a otro, por ejemplo, de una toma sobre la cara de un personaje a una de medio cuerpo o de una toma muy abierta sobre una hilera de gente a solamente un grupo de pocas personas.



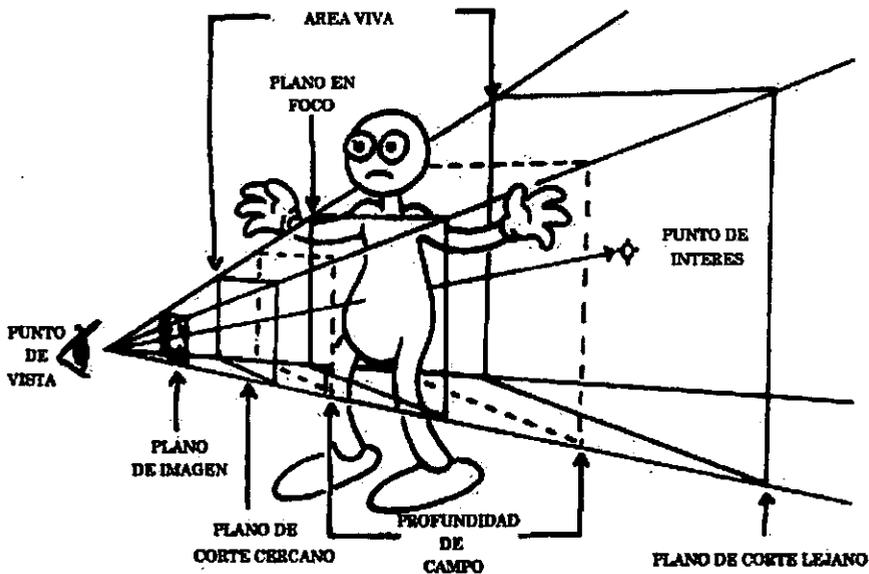
Conforme aumenta la longitud focal de un lente fijo, su ángulo de visión disminuye.

3.3.6 PROFUNDIDAD DE CAMPO.

Las propiedades de enfocar un lente quedan determinadas por su profundidad de campo. El foco de un lente define el plano que es perpendicular a la cámara y que se convertirá en una imagen nítida.

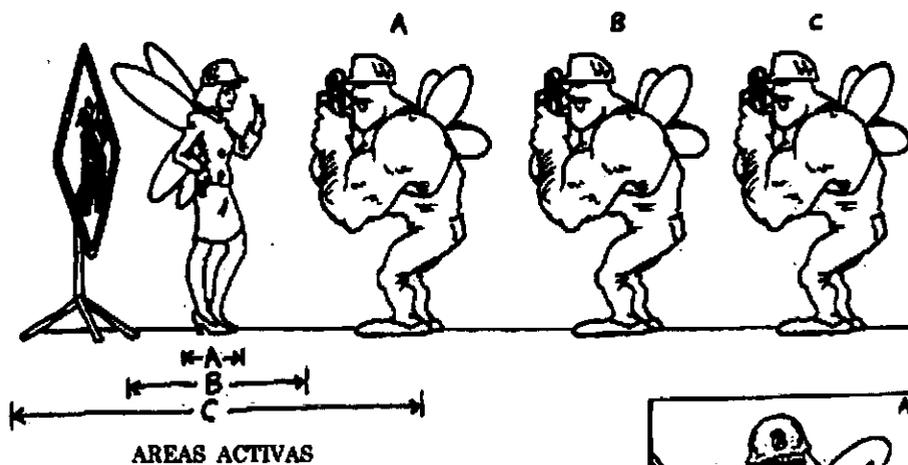
En un espacio tridimensional solamente puede estar un plano en un foco perfecto viendo a través de cualquier lente, incluidos nuestros ojos. También las áreas que están un poco adelante o un poco atrás del plano focal están en foco, aunque no perfecto.

La profundidad de campo está limitada por los planos focales cercano y lejano, los cuales están lo suficientemente cerca al plano focal para estar dentro del rango del foco.



En una cámara real, una profundidad de campo específica está determinada por la longitud focal del lente utilizado, la apertura del lente y la distancia entre la cámara y el sujeto, también llamada distancia focal.

Como regla general, entre más pequeña sea la apertura del lente, mayor será la profundidad de campo. A diferencia de las cámaras fotográficas, las cámaras virtuales son capaces de mantener en perfecto foco a todos los objetos en un ambiente tridimensional no importando su ubicación. Esto significa que se pueden ignorar los aspectos de enfoque y de profundidad de campo cuando se crean imágenes con técnicas de visualización tridimensional, de hecho, muchos programas no soportan la profundidad de campo o le permiten al usuario inhibirla por completo. Sin embargo, si se utiliza esta opción al terminar o darle acabado a una imagen se obtendrán resultados con un mayor realismo.



Tanto el tamaño del área de imagen como la profundidad de campo aumentan cuando una cámara se aleja de un sujeto fijo.

3.4 ANIMACION UTILIZANDO ILUMINACION.

3.4.1 INTRODUCCION.

Utilizando técnicas de interpolación de cuadro básico se pueden animar la posición y los atributos de fuentes de luz en un proyecto de animación. Estas técnicas incluyen la especificación interactiva de posiciones básicas, la edición de curvas de parámetros, cinemática natural y rutas de movimiento.

La atmósfera o el ambiente en una escena puede crearse a través de una serie de efectos de iluminación que consisten en , por ejemplo, animar la intensidad de una fuente de luz así como también su color, ángulo de cono y su declinación.

El definir y redactar la animación de fuentes de luz puede representar un reto tanto para los directores de arte como para los animadores. Esto se debe en gran parte a la falta de una estandarización para la elaboración de animación de luz. Lo que se hace es seguir las pautas que marca la descripción como un paso preliminar antes de introducir información al sistema. Estas descripciones escritas tienen la función de darle a todas las personas involucradas en la producción una idea clara de que efectos se busca lograr y que técnicas se requerirán para hacerlo.

Por ejemplo: La duración de la escena de transformación es de 10 segundos. Sucede en un espacio interior en el que hay una mesa redonda con cuatro sillas a su alrededor, la mesa está en el centro del cuarto. El cuarto tiene una puerta que está cerrada, en la pared opuesta a la puerta hay una ventana. En la mesa se encuentra una escultura hecha de madera, es de un ave.

La escena comienza con las luces apagadas . Hay un fuego en el exterior y se escuchan los sonidos que hace la madera al arder pero las flamas apenas se distinguen. De repente la puerta se abre debido a un fuerte viento y una pequeña luz entra al cuarto volando en forma de remolino, al girar arriba de la mesa aumenta su intensidad por 2 o 3 segundos. La luz revolotea sobre la mesa, flotando de arriba abajo durante un par de segundos, en ese momento salen chispas de la luz las cuales caen sobre la escultura y sobre la mesa,

emiten luz por unos segundos y luego de repente se apagan.

Una descripción de animación de luz se complementa o acompaña por un diagrama que contiene los cambios de posición o de los atributos. Este diagrama puede ser una ayuda útil al estar vaciando la información al sistema.

Al utilizar movimiento de luces en un ambiente tridimensional se debe tener mucho cuidado y se debe aplicar cierta restricción ya que las fuentes de luz mal animadas pueden representar una gran distracción para el espectador. En principio, si no se requiere lograr un cambio específico en la atmósfera de una escena, entonces no se deben mover o animar las fuentes de luz.

Por ejemplo, en un personaje se pueden lograr efectos emocionales sutiles al aumentar muy lentamente la intensidad de una luz que sólo ilumina parte de la cara. Un efecto como este puede ser particularmente efectivo cuando el nivel de iluminación en la escena es bajo.

Las luces que se desvanecen o se encienden son una forma muy efectiva de atraer la atención del público a un área o situación específica en una escena tridimensional. El encender o apagar las luces se logra mediante interpolación lineal y la graduación se efectúa utilizando curvas de entrada-salida de cuadro.

Las fuentes de luz también pueden animarse cuando se trata de lograr un efecto que involucra luces que se mueven. En la naturaleza existen pocas fuentes de luz que se muevan y las que lo hacen tienen características muy específicas.

A través de animar la posición y los atributos de la luz se pueden simular efectos de iluminación natural, iluminación teatral o una interacción de ambos. Los efectos de iluminación natural se basan en fuentes de luz movibles tales como los cuerpos celestes, elementos naturales, fenómenos naturales y algunos animales.

3.4.2 CUERPOS CELESTES.

La luz de los cuerpos celestes como el sol o la luna se "mueve" muy despacio ya que estas fuentes de luz están muy lejos de nosotros. Una excepción a lo anterior son las estrellas fugaces y los cometas. La luz movible de los cuerpos celestes se percibe en forma de sombras movibles porque no se puede decir que el sol o la luna se están moviendo con sólo verlos en tiempo real.

La animación de movimiento y paro puede comprimir el tiempo real al grabar imágenes fijas de una forma retardada, por ejemplo grabar una imagen del sol cada minuto. La simulación de estos efectos se logra al animar estos cuerpos a velocidades que no corresponden a sus velocidades reales. La luz movible de una estrella fugaz es un muy buen ejemplo de una animación de luz que involucra cambios tanto en la posición espacial basada en la velocidad como en la distancia de la estrella . Los atributos tales como la brillantez y el color están determinados por el momento en el que el asteroide penetra en la atmósfera de la tierra.

La luz de los cuerpos celestes se puede recrear con varios tipos de fuentes de luz o con luces puntuales que tengan un rango de intensidad de media a alta.

El matiz del color de la luz es constante pero puede tener, por ejemplo en el caso del sol, un tono "caliente" o en el caso de la luna un tono "frío".

El efecto parpadeante de las estrellas fugaces se puede implementar creando un patrón irregular en las curvas de parámetro que controlan el color o la declinación de la fuente de luz.

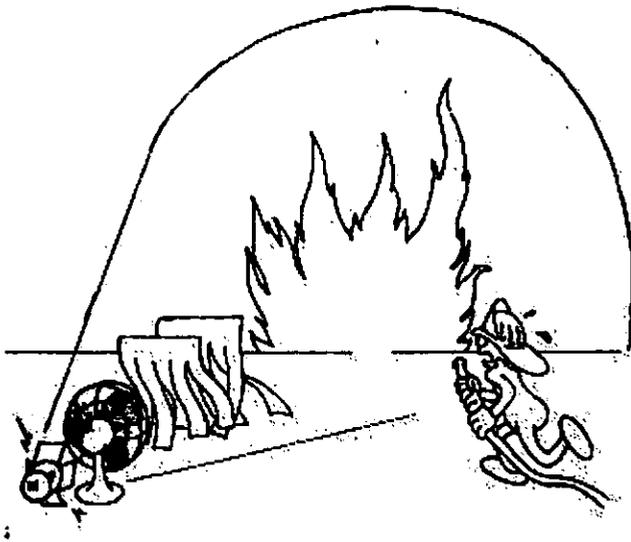
3.4.3 FENOMENOS NATURALES.

Los elementos y varios fenómenos naturales abarcan un amplio rango de comportamiento luminoso que involucra movimiento. Dentro de este tipo de efectos de iluminación natural se encuentran: la luz de día, el fuego, la erupción de un volcán, la luz reflejada sobre la superficie del agua, la proyección de luz que es interferida por objetos movidos por aire.

La animación de este tipo de efectos de luz puede realizarse con una variedad de técnicas dependiendo de si las fuentes de luz se definieron utilizando técnicas procedimentales o como un conjunto de luces spot y de punto. En el primer caso (animación procedimental, la animación se realiza simplemente animando los parámetros utilizados para definir a la luz.

Sin embargo en muchas situaciones no es posible crear efectos de iluminación con técnicas procedimentales debido a que el software no da esa opción o porque se requerirían muchos recursos. En esos casos los efectos se pueden simular utilizando trucos tomados tanto del teatro como del cine. Estos trucos de iluminación pueden parecer burdos y rústicos al compararlos con la elegancia conceptual de las simulaciones basadas en dinámica de movimiento, la diferencia radica en que son más económicos y fáciles de producir y tienen casi el mismo resultado, al menos desde el punto de vista del espectador.

Un truco muy utilizado en el ambiente teatral para simular un fuego pequeño o el fuego de una chimenea consiste en utilizar dos luces spot que proyectan su luz a través de tiras de plástico de colores que son movidas por un ventilador.



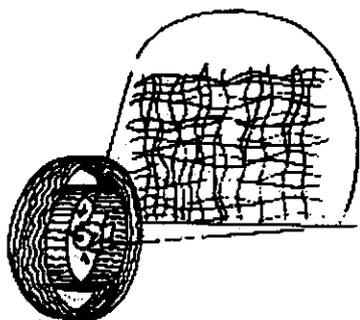
Se pueden simular efectos de fuego proyectando luz a través de tiras de plástico flexible movidas por el aire de un ventilador.

El movimiento irregular de las tiras amarillas, rojas y naranjas crea un patrón de luz que puede ser muy efectivo al proyectarse en escena. Este truco comúnmente utilizado en la ópera y en el teatro se puede simular utilizando un grupo de luces spot y de punto con sus curvas de parámetro.

La animación por computadora también se puede utilizar para recrear los efectos de iluminación producidos por la luz que se mueve a través de una caída de agua o el efecto creado por la luz de la luna en un espacio interior o las luces de la calle cuando uno va moviéndose a través de la lluvia en un automóvil. Este truco puede incluir arreglos de modelos tridimensionales que se animan entre la fuente de luz y la escena.

En el caso de la lluvia, por ejemplo, el arreglo de modelos puede incluir dos o tres capas de pequeñas formas cilíndricas translúcidas que

constantemente se mueven junto a la fuente de luz. Las dos capas de patrones de forma translucidos, pueden construirse en forma de cilindros que rotan alrededor de un eje horizontal entre la fuente de luz y la escena. Los movimientos de arriba abajo simulan la caída de agua.



El efecto de luz proyectándose a través de la lluvia o de una cascada puede lograrse rotando dos capas cilíndricas translúcidas a velocidades variables entre la fuente de luz y la escena.

Se necesitan dos o más capas para evitar que solamente se repita un patrón de luz a intervalos pequeños. El arreglo de las formas en cada una de las capas debe ser lo más irregular y diferente para evitar un patrón de movimiento repetitivo que sería fácilmente identificable. Este efecto de iluminación puede maximizarse al rotar las dos capas a velocidades variables diferentes. La densidad de las formas en las capas rotatorias puede producir una variedad de efectos que van desde llovizna hasta una cascada de agua.

Existen alternativas de este truco para aquellas escenas en las que la misma duración le da al espectador el tiempo suficiente como para reconocer el patrón de iluminación y aburrirse. Consiste en una tira muy larga con un mapa de imagen translúcida en vez de formas tridimensionales translúcidas, que se traslada de arriba abajo entre la cámara y la escena. Se puede utilizar otra variante de los cilindros rotatorios para simular la obstrucción de luz causada por objetos tales como hojas secas que pasan frente a la fuente de

luz. Este efecto de iluminación se puede lograr animando grupos de modelos de hojas planas con un factor pseudo aleatorio de tal manera que el efecto se repita cada vez con una pequeña variación.

Un movimiento primario puede mantener a las hojas moviéndose en espiral frente a la fuente de luz mientras que un movimiento secundario las puede mantener girando sobre su centro. La rotación de varios de los grupos de hojas puede implementarse en un ciclo para brindar un efecto continuo. El efecto de las hojas que bloquean a la fuente de luz puede mejorarse aplicando un mapa de transparencia que haga a las hojas transparentes en los bordes.

El efecto de luz reflejada sobre la superficie de agua que se mueve puede simularse colocando luces spot con ángulos variables de cono que brillen a través de una superficie que represente al agua y que también esté animada.

El efecto de iluminación creado por rayos y truenos puede simularse insertando uno o dos cuadros blancos justo uno o dos segundos antes de que se escuche el sonido del trueno. Después de eso se coloca una luz muy fuerte en el área en dónde se supone que cayó el rayo haciendo que de repente pase de una intensidad alta a una muy baja y parpadeante.

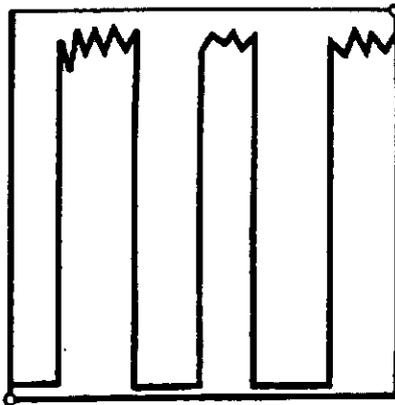
Una combinación de iluminación artificial y de un fenómeno natural es por ejemplo, el movimiento de luces durante un terremoto.

3.4.4 LUCIERNAGAS.

Pocos animales son capaces de emitir luz propia al mismo tiempo que se mueven. Un ejemplo son las luciérnagas con su emisión de luz a manera de parpadeo. Otro ejemplo es el pez fluorescente que vive en las profundidades del océano.

La luz emitida por las luciérnagas puede ser simulada utilizando luces spot o de punto que tengan un ángulo de cono ancho y un ángulo de despliegue estrecho. Este tipo de luz tiene una declinación muy grande ya que no puede viajar muy lejos y su color se puede animar dentro de un rango estrecho de matices de verde fluorescente. El patrón intermitente puede recrearse a través de curvas de parámetro para el color, la declinación o el ángulo del cono de tal manera que sean interrumpidos con saltos abruptos.

La siguiente curva de parámetro representa los saltos abruptos en los valores de ángulo del cono que representan a la luz intermitente. Las variaciones pequeñas en forma de zig-zag sobre el eje vertical representan la emisión temblorosa mientras que los cambios de 90 grados en la dirección representan la emisión intermitente. Las líneas horizontales representan una oscuridad constante que se logra dándole al ángulo del cono un valor de cero.



Curva de parámetro de los valores de ángulo del cono de la luz emitida por una luciérnaga

3.4.5 LUCES ARTIFICIALES.

Las luces teatrales o artificiales pueden estar fijos o en movimiento y se pueden basar en luces de punto o en luces spot, por ejemplo un foco común y corriente. Las luces movibles incluyen, por ejemplo, la luz emitida por los reflectores que son manejados en escenarios teatrales o en el cine, la luz producida por vehículos móviles, la luz proyectada por flashes, la luz producida por refrigeradores abiertos, copiadoras y televisiones que son encendidas en un ambiente oscuro.

El animar este tipo de luces debe hacerse con cierta restricción y solamente cuando se requiere un efecto de iluminación específico. El animar con luces spot en una escena oscura puede añadir un ingrediente de suspenso o de miedo a la toma ya que el efecto de iluminación le puede dar al espectador la idea de estar en busca de algo o de alguien o bien que se está tratando de esconderse de algo o de alguien que está buscando.



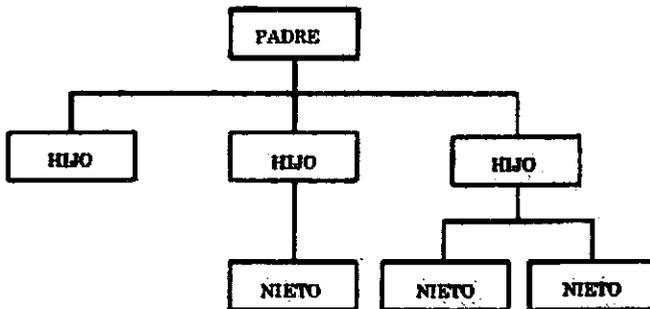
3.5 ANIMACION JERARQUICA.

3.5.1 INTRODUCCION.

Los objetos tridimensionales se pueden agrupar ilimitadamente con el fin de definir las formas en las que estos objetos se relacionan entre sí y se comportan cuando están animados. A los agrupamientos de objetos tridimensionales se les denomina estructuras jerárquicas y dentro de ellas existe un orden de preeminencia.

Los diagramas jerárquicos son comúnmente representados como una estructura de árbol invertida en donde el nivel más alto de importancia en la estructura corresponde al tronco del árbol. Las ramas principales que salen del tronco representan al siguiente nivel dentro de la jerarquía. Las ramas que salen de las principales constituyen el siguiente nivel y así sucesivamente hasta que llegamos a las hojas las cuales representan el último nivel en la estructura jerárquica.

ESTRUCTURA DE ARBOL JERARQUICO



Representación gráfica de la estructura de árbol jerárquico de ligas o relaciones potenciales. En el software 3D esta información se presenta de forma esquematizada.

Los objetos dentro de la jerarquía heredan atributos incluyendo el movimiento de los objetos dominantes. También es posible animar solamente una rama seleccionada sin tener que animar toda la estructura.

Las relaciones entre los objetos, o partes de ellos, en una estructura jerárquica puede visualizarse fácilmente con una representación esquemática en la forma de un diagrama de jerarquía de línea. Estos diagramas están formados por cuadros que representan los elementos en la estructura y líneas que representan el lugar de los elementos en la jerarquía y su relación con otros elementos.

En la mayoría de los casos hay sólo un conjunto de diagramas de jerarquía por escena controlando éstos la animación de todos los objetos.

3.5.2 NIVELES DE PRECEDENCIA.

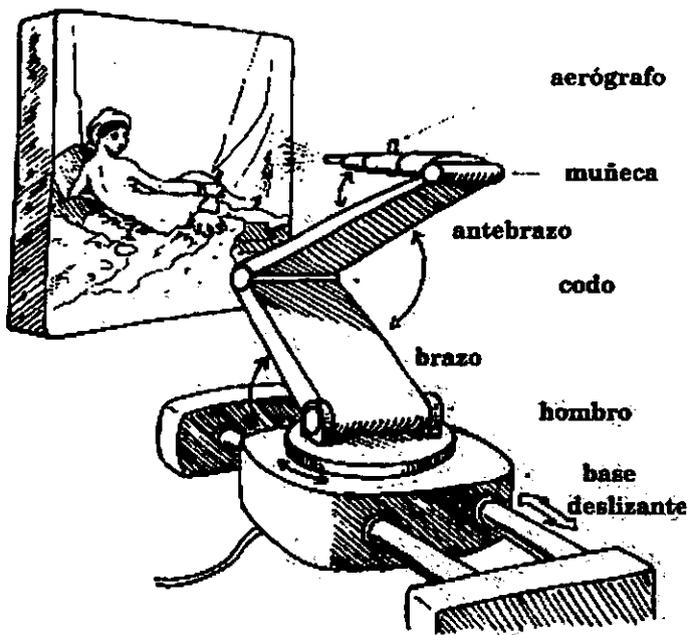
Los objetos dentro de las estructuras jerárquicas tienen niveles de precedencia bien definidos. El o los objetos en la parte más alta de la jerarquía son llamados "padres" y los objetos que dependen de ellos son llamados "hijos" y "nietos". El objeto más dominante en una jerarquía es denominado "raíz", los objetos que se encuentran en la misma rama son llamados "hermanos".

Un "padre nulo" es un nodo en la jerarquía que no se relaciona con ninguna parte específica en el modelo pero que controla a varios objetos "hijo" a la vez. Se utiliza, por ejemplo, cuando dos o más objetos están agrupados en el mismo nivel. Se representan por medio de cuadros vacíos.

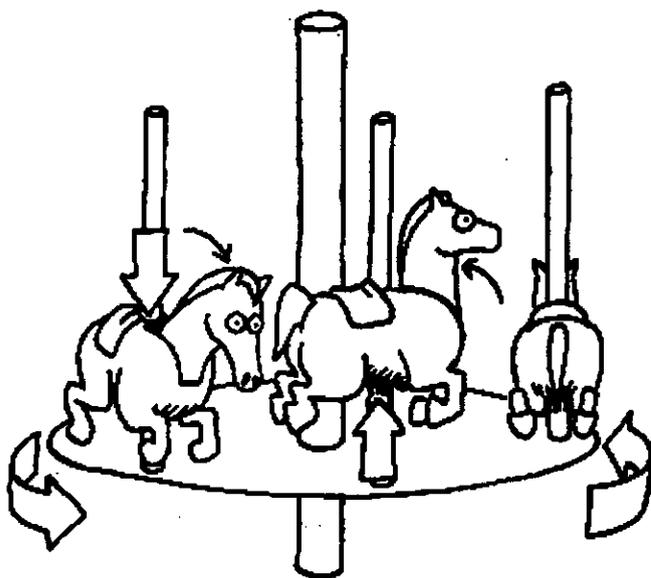
Algunas veces las estructuras jerárquicas incluyen objetos que fueron ensamblados en una figura articulada, otras veces incluyen objetos que no están conectados uno a otro de forma física. Frecuentemente incluyen a los dos tipos.

Las figuras articuladas están hechas de objetos que están conectados a otros objetos. Las figuras articuladas con agrupamientos jerárquicos de objetos son una herramienta esencial para la creación de animación de personajes basada en computadora. En la mayoría de las figuras articuladas la conexión entre los objetos es tal que se tocan uno a otro de forma tal que la conexión se materializa en forma de una juntura.

Para agrupar a varios objetos en una estructura jerárquica existen muchas formas pero la jerarquía de las partes en un modelo siempre debe manejarse de acuerdo a los requerimientos de movimiento. Las siguientes figuras muestran a un modelo articulado y a otro no articulado.



Este brazo de robot aerógrafo es una figura articulada con tres juntas. El hombro tiene dos grados de libertad y el codo y la muñeca tienen sólo uno



Un carrusel es un buen ejemplo de una estructura jerárquica con niveles múltiples, en donde el movimiento de los objetos padres en los niveles superiores determina el movimiento de los objetos hijos en los niveles inferiores.

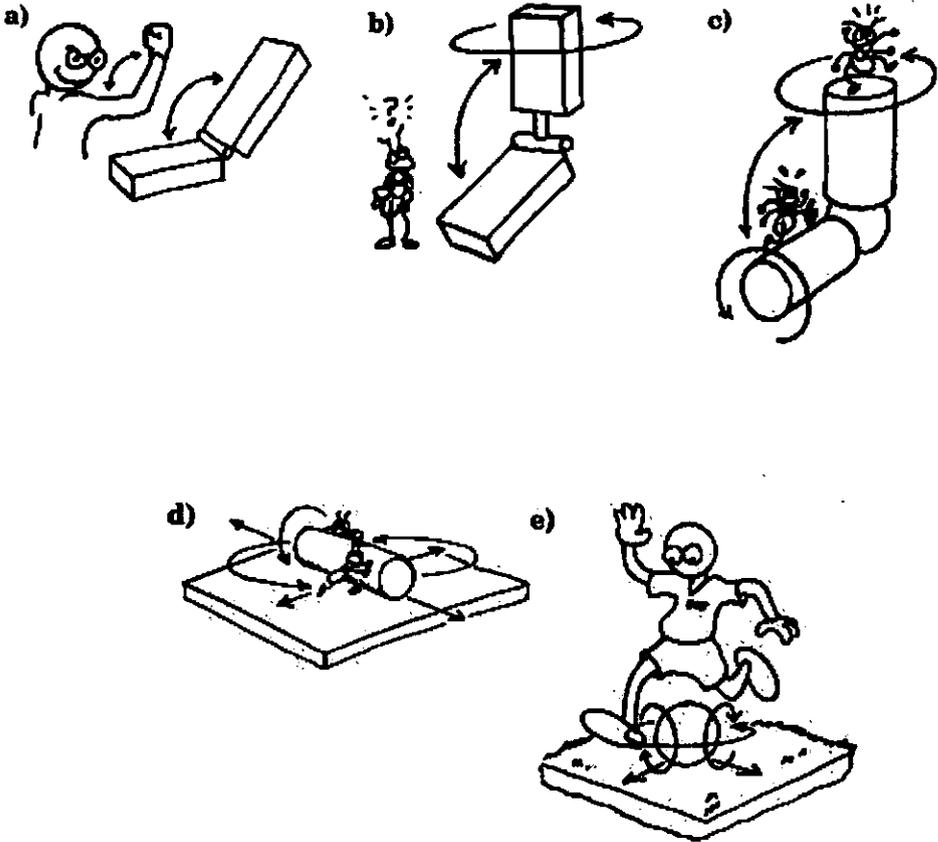
3.5.3 JUNTURAS Y GRADOS DE LIBERTAD.

El tipo de juntas que se utilizan en la animación por computadora está definido por los grados de libertad que tienen. Los grados de libertad se utilizan para expresar la capacidad de una articulación para girar y/o para trasladarse a lo largo de uno o varios ejes. Un grado de libertad, por ejemplo, corresponde a la capacidad de una articulación para girar sobre un eje, mientras que una junta con tres grados de libertad es capaz de girar alrededor de tres ejes. Nuestra rodilla, por ejemplo, es una articulación con un sólo grado de libertad y nuestros hombros tienen tres grados de libertad ya que podemos mover los brazos alrededor de los ejes X, Y y Z.

Las articulaciones se pueden agrupar de acuerdo a sus grados de libertad desde una simple junta unidimensional de giro o de doblez hasta una junta universal que puede rotar en todas direcciones. Además del número de grados de libertad, las articulaciones también están definidas por un grado de rotación el cual restringe la rotación de la articulación entre un valor mínimo y un valor máximo.

A continuación se presentan varios tipos de juntas con diferentes grados de libertad:

- a) Un grado.*
- b) Dos grados.*
- c) Tres grados.*
- d) Cuatro grados.*
- e) Seis grados.*



Una junta puede tener un rango de rotación diferente para cada uno de sus grados de libertad. Estas restricciones de movimiento impuestas por los rangos de rotación resultan especialmente útiles cuando se animan figuras articuladas con las técnicas de cinemática inversa.



a) De bola



b) Bisagra



c) Deslizante

Representación física de juntas y restricciones disponibles en un programa de modelado y animación 3D.

Los centros de los objetos llamados centroides o puntos pivote, juegan un papel importante en el proceso de animación jerárquica ya que muchas operaciones se calculan basándose en su posición espacial. Estas operaciones incluyen todas las transformaciones geométricas, así como simulaciones de dinámica de movimiento referida al centro de gravedad. Por default la mayoría de los programas tridimensionales colocan los centroides en el centro geométrico del objeto. También la mayoría de los programas permite la reubicación de los centroides.

Todo el software de animación que utiliza estructuras jerárquicas ofrece cierta jerarquía o lo que se denomina editor de esqueleto, el cual tiene la función de crear ligas entre los objetos y establecer información de las articulaciones tales como la rigidez y los rangos de rotación. Por lo común los editores de esqueleto se basan en un diagrama gráfico y en cuadros de diálogo con información para cada elemento en el diagrama o una hoja que despliega todos los elementos en el diagrama.

Uno de los métodos más populares para establecer ligas entre objetos permite a los animadores el construir las ligas simplemente estableciéndolas con el mouse directamente sobre los objetos en cualquiera de las vistas.

Otro método establece relaciones jerárquicas a través de los cuadros que

representan las ligas entre los objetos en el diagrama.

Para construir la jerarquía de arriba hacia abajo los programas requieren que se seleccione primero al padre y luego a los hijos. Los programas que construyen la jerarquía de abajo hacia arriba requieren que se seleccione primero a los hijos y después al padre.

CAPITULO IV TECNICAS AVANZADAS DE ANIMACION.

4.1 INTRODUCCION.

Las técnicas avanzadas de animación son bastante diferentes a las técnicas que se basan en el enfoque tradicional de cuadro básico. Las técnicas avanzadas se utilizan para simular movimientos complejos o con un grado alto de realismo. De hecho, muchas de estas técnicas comienzan "capturando" el movimiento de actores reales para después aplicarlo a personajes animados.

La combinación de técnicas avanzadas de animación con otras es lo que se conoce como desarrollo de un ambiente híbrido. Una de las razones principales para utilizar técnicas de animación híbridas es el hecho de que el movimiento natural es demasiado complejo para ser recreado solamente mediante una técnica.

Por ejemplo, el movimiento de modelos tridimensionales puede controlarse a detalle si proporcionamos las posiciones y los ángulos a un programa de cinemática inversa, pero puede suceder que estos movimientos no sean correctos físicamente. Del mismo modo será el movimiento de los modelos si su dinámica de movimiento se simula basándose en las fuerzas que le son aplicadas dificultándose la obtención de un movimiento específico, especialmente si los modelos se complican.

4.2 CINEMATICA INVERSA.

Las técnicas de cinemática inversa son útiles para animar modelos complejos que posean un número alto de juntas. Al contrario de su contraparte, la cinemática natural, las técnicas de cinemática inversa determinan el movimiento de esqueletos completos basándose en los ángulos finales de algunas de las articulaciones básicas.

Las técnicas de cinemática natural calculan el movimiento y la posición final de un modelo al especificar primero los ángulos de sus juntas.

Las técnicas de cinemática inversa requieren que los modelos tridimensionales se construyan como estructuras jerárquicas. Se aplican comúnmente a figuras articuladas que están definidas como esqueletos jerárquicos contruidos con eslabones que están conectados por articulaciones cada una con diferentes restricciones de movimiento. Los esqueletos jerárquicos están compuestos por muchas cadenas articuladas que se encuentran agrupadas siguiendo una jerarquía, están relacionados a la superficie de piel o material que los cubre y a los modelos asociados a ellos. Esta relación jerárquica varía entre los programas, pero en la mayoría de los casos, la cadena raíz o partes diferentes de la cadena son los padres de la cubierta o de los modelos asociados a ellos.

Las técnicas de cinemática inversa pueden simplificar en gran manera la animación de modelos con juntas múltiples que tengan que moverse de una manera realista y compleja. Por ejemplo, el tratar de animar a un tigre corriendo mediante la especificación interactiva de cuadros básicos puede convertirse en un proceso largo y tedioso de prueba y error, especialmente si el tigre está corriendo sobre un terreno irregular en el que hay obstáculos. Utilizando cinemática inversa el proceso se simplifica debido a que esta técnica utiliza la posición de las extremidades o articulaciones en una figura para animarla según la configuración deseada.

Los componentes del proceso incluyen: una estructura jerárquica o cadena de articulaciones, restricciones de movimiento y articulaciones

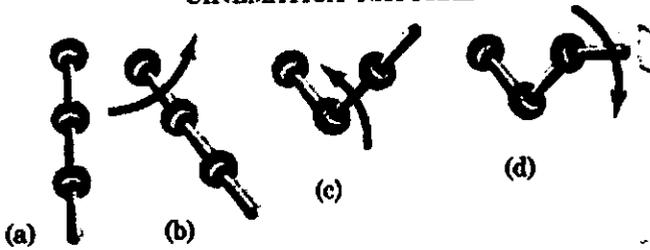
causantes.

Las figuras articuladas con estructura jerárquica permiten el movimiento simultáneo de todas sus partes pero siempre siguiendo la jerarquía especificada. La jerarquía en una figura previene la dispersión en todas direcciones de sus partes cuando le es aplicada una transformación.

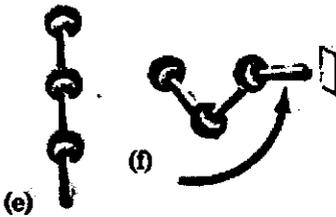
Los componentes de una cadena articulada son: una raíz de cadena, cierto número de articulaciones y la articulación causante. La raíz de cadena es el padre de todos los segmentos y articulaciones en la cadena articulada. La articulación causante es la que se utiliza en cinemática Inversa para determinar las posiciones de una cadena movable.

Cuando se mueve la articulación causante en una cadena, la cinemática Inversa se activa y las rotaciones de las articulaciones se calculan automáticamente. Por ejemplo, en el caso de un brazo que se extiende para oprimir un botón, la articulación causante del movimiento estaría localizada en la mano o en la yema de los dedos

CINEMATICA NATURAL

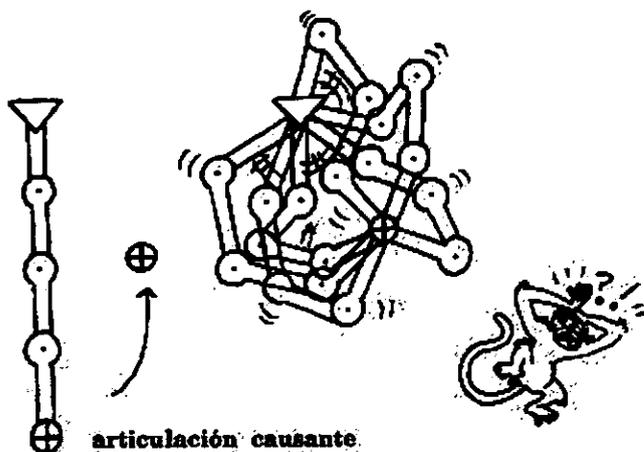


CINEMATICA INVERSA



La cinemática natural requiere del ajuste individual de cada objeto para poder alcanzar el objetivo.

Una articulación se define por el punto en el que se unen dos segmentos de la cadena. Algunos programas de cinemática inversa le permiten a las articulaciones rotar en cualquier dirección a menos que existan restricciones de movimiento en alguna en particular. Esto significa que las articulaciones en la cadena jerárquica pueden rotar en cualquier dirección durante el cálculo de posiciones nuevas. Esto nos conduce al hecho de que una cadena jerárquica puede seguir el movimiento de una articulación causante de muchas formas diferentes siempre y cuando las restricciones de movimiento no hayan sido establecidas.

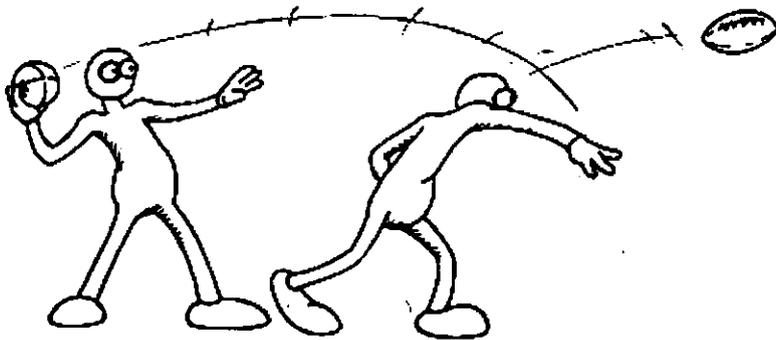


articulación causante.

Una secuencia de cinemática inversa sin restricciones de movimiento puede desembocar en una serie de variaciones sin fin cuando se mueve la articulación causante.

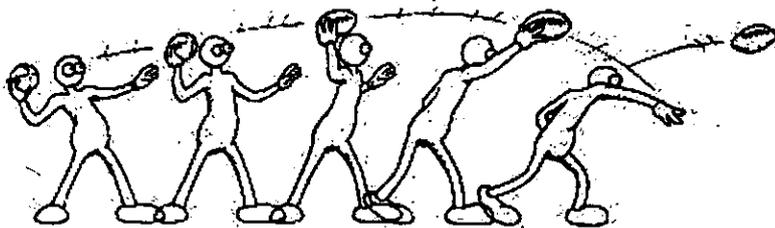
Sin embargo otros programas definen las cadenas articuladas como planas y permiten sólo la rotación de articulaciones alrededor de un eje , por lo común, el eje Z.

Una de las grandes ventajas de animar figuras articuladas con cinemática inversa, es que si la figura tiene la restricciones de movimiento adecuadas, el movimiento de una sola articulación causante puede utilizarse para determinar como deben rotar todas las articulaciones en la figura. Toda la figura sigue el movimiento de la articulación causante. Sin embargo, las técnicas de cinemática inversa pueden ahorrar trabajo mientras que las restricciones de movimiento se hayan colocado de forma tal que convenga y conduzca a los movimientos deseados. En la mayoría de las situaciones, el animar una figura articulada compleja con estas técnicas resulta más eficiente que utilizar cinemática natural.



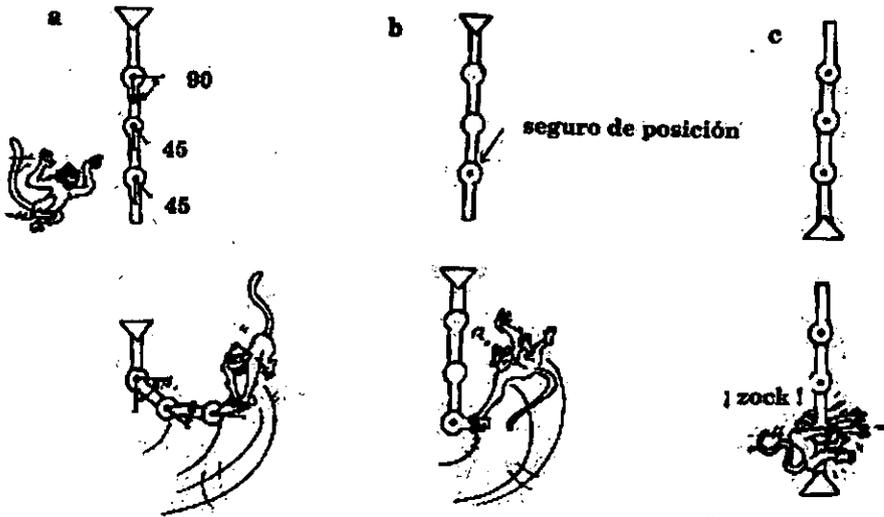
Para hacer la secuencia de cuadros del lanzamiento de un balón en cinemática inversa, sólo es necesario especificar la posición inicial y la posición final.

Esto no quita el hecho de que en algunos casos la cinemática natural ofrezca un control más directo e inmediato de las posiciones de las articulaciones en cualquier punto durante el proceso de animación.



Para representar la secuencia del lanzamiento en cinemática natural es necesario especificar todos los ángulos de las articulaciones.

El asignar restricciones de movimiento a cada articulación es necesario para regular el movimiento en una cadena jerárquica de forma tal que sólo resulte una configuración cuando la articulación causante se coloque en una posición específica. La siguiente figura muestra los resultados de animar una cadena jerárquica con diferentes restricciones de movimientos de rotación y de posición, pero con la misma articulación causante. Por lo regular las restricciones de movimiento se expresan en términos de grados de libertad y de ángulos de rotación.



Tres secuencias de cinemática inversa de una cadena jerárquica simple todas siguen a la misma articulación causante pero cada una tiene restricciones de movimiento diferentes:

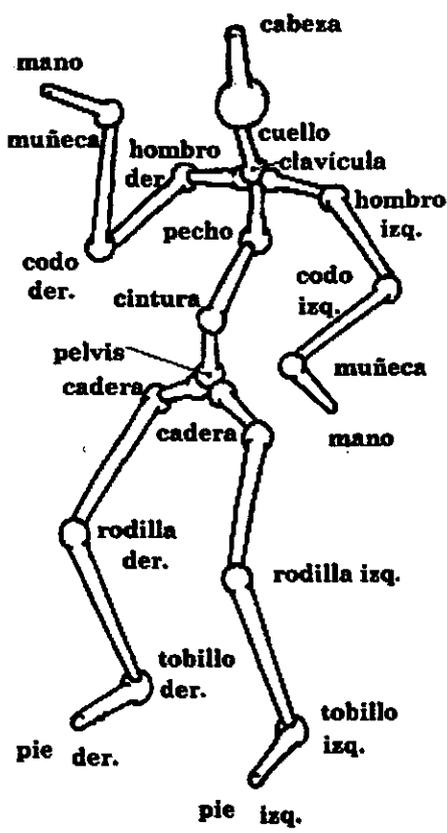
- a) restricción de rotación sencilla.
- b) restricción de posición sencilla.
- c) restricción de posición múltiple.

Para facilitar la animación de una figura en la que alguna parte o extremidad no deba seguir el movimiento de la raíz, se puede romper la jerarquía del esqueleto. Ese sería el caso, por ejemplo, de un personaje cuyos pies deban permanecer en el piso o cuyas manos deban permanecer fijas sujetándose a algo aunque la raíz de la cadena comúnmente situada en el torso o en la cadera, se mueva.

Por ejemplo, en una jerarquía rota, una mano no está controlada directamente por el torso a través del hombro. En casos como éstos, es necesario que de alguna manera se mantengan juntas las cadenas articuladas durante el movimiento y que la cubierta o piel se encoja en el punto en el que se unan dos cadenas. Esto facilita los movimientos independientes de cada cadena, así como también el tener una cubierta de superficie continua.

La cinemática inversa es una técnica poderosa para la construcción de movimientos secundarios desarrollados sobre movimientos primarios.

Cuando se anima un modelo jerárquico tal como un cuerpo humano, lo mejor es animar las partes principales antes que los detalles. Esto significa que los movimientos primarios como los del torso tendrán que especificarse antes que aquellos de la cabeza o de los brazos. Esta técnica es efectiva para establecer acciones al especificar las poses clave en cada cuadro básico.



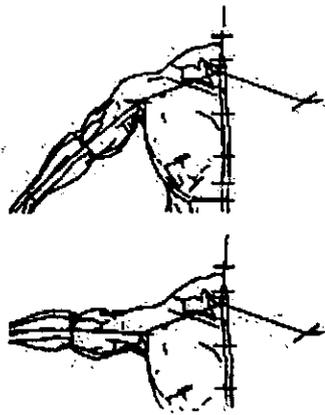
Modelo articulado.

4.3 CAPTURA DE MOVIMIENTO.

4.3.1 INTRODUCCION.

La captura de movimiento en tiempo real es una técnica avanzada de animación que le permite a los animadores capturar movimiento en vivo con la ayuda de una máquina para después aplicárselo a personajes animados. Se diferencia de la animación tradicional de cuadro básico en que todos los movimientos de los actores se capturan cuando se están moviendo. También se utiliza para crear las trayectorias básicas de movimiento que más tarde pueden enriquecerse mediante el uso de otras técnicas de animación.

Gran parte del movimiento secundario en una animación basada en técnicas de captura de movimiento, tales como el movimiento de los dedos, manos y expresiones faciales, por lo regular es añadido sobre las trayectorias básicas de movimiento primario.



Dos etapas del movimiento primario de un brazo y el movimiento secundario del hombro.

La información de movimiento que se captura como posiciones de articulaciones en un espacio XYZ, puede ser manipulada y aplicada directamente, por ejemplo, a un esqueleto de cinemática inversa.

Para el control en vivo de personajes animados se utilizan algunos métodos de captura mientras que otros son más adecuados para situaciones que requieren secuencias de movimiento complejo con diferentes planos de movimiento.

A excepción de la información de movimiento utilizada para controlar el movimiento en vivo, la información capturada por estos sistemas es filtrada y refinada. Esto es debido a que la información de primera mano por lo regular contiene demasiado ruido y por lo tanto tiene que limpiarse o también porque no es suficiente por si misma para generar el movimiento requerido en la secuencia.

Un gran atractivo de las técnicas de captura de movimiento es que pueden utilizarse para producir animación de una manera rentable siempre y cuando la fase de preproducción haya sido resuelta. Dependiendo de la naturaleza del proyecto, estas técnicas hacen posible el automatizar gran parte del movimiento de los personajes eliminando parte del trabajo manual basado en el enfoque tradicional de cuadro básico. Empezaron a ser prácticas a principios de los 80's cuando los investigadores experimentaron con potenciómetros adheridos a cuerpos humanos para medir los ángulos de las articulaciones. Para medir la orientación y la posición de éstas se utilizaron diodos emisores de luz y armaduras metálicas.

La mayor parte de las aplicaciones de control de movimiento estaba limitado a animar personajes simples de caricaturas o cabezas y caras pero sin llegar a la animación de todo el cuerpo. En muchos casos estas animaciones en vivo se combinaban con acciones también en vivo.

A pesar de que todavía siguen afinándose, existe hoy en día una gran cantidad de animaciones de personajes basadas en estas técnicas y sigue aumentando. Muchos de los paquetes de animación ofrecen compatibilidad para con una cierta cantidad de equipo de captura.

El hablar de captura de movimiento implica que uno o varios actores realicen movimientos a ser aplicados a uno o varios personajes animados. El preparar tanto a los actores reales como a los virtuales involucra dos tareas diferentes:

- 1) El establecimiento de los puntos de captura del actor humano.
- 2) El establecimiento de las estructuras jerárquicas que controlarán al actor virtual.

El posicionamiento exacto de los puntos de muestreo depende del tipo de movimiento que se desea. En todos los casos es necesario establecer una correspondencia entre los puntos de muestreo entre los actores reales y las articulaciones en los animados. Si existen correspondencias ilógicas entre los puntos de muestreo y las articulaciones se obtendrán resultados inesperados.

Ya que la captura de movimiento se utiliza por lo general para movimiento primario, los puntos de muestreo se distribuyen por lo común en la cabeza, el torso y las extremidades. Los movimientos secundarios tales como las expresiones faciales y los ademanes con las manos son añadidos al movimiento primario mediante otras técnicas. También hay que asegurarse que las estructuras jerárquicas tanto de los actores reales como de los virtuales estén construidas de forma tal que el movimiento capturado dé como resultado los efectos deseados.

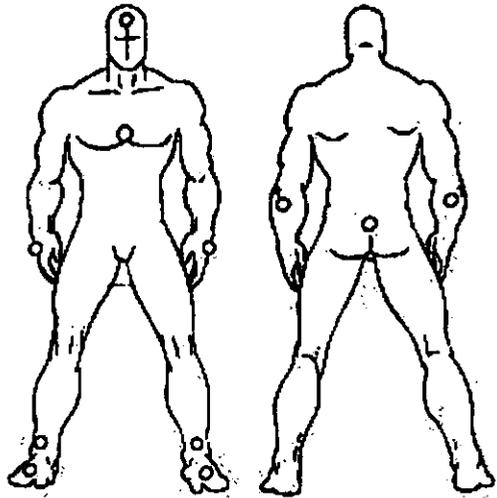
Los proyectos de animación tienen un amplio margen en cuanto a los requerimientos de puntos de muestreo y articulaciones. El que las estructuras jerárquicas sean idénticas no es indispensable, pero cuando se estructuran de forma diferente el movimiento resultante no será un vaciado directo del capturado. En casos como éste el movimiento resultante tendrá que ser filtrado y modificado.

Son pocos los sistemas de captura de movimiento de alta calidad que se pueden conseguir con todos los componentes integrados listos para funcionar. Esto incluye, por ejemplo, el que la computadora tenga los puertos externos suficientes para poder recibir información desde varios sensores de movimiento. También tiene que tener un promedio de transmisión que sea lo suficientemente rápido para poder procesar la información proveniente de los sensores.

Cuando se arma o ensambla un sistema económico de control de movimiento utilizando partes separadas hay que tener en mente algunas ideas con el fin de obtener un sistema funcional. Estas ideas se refieren a la ubicación de los sensores en el cuerpo de los actores, el escenario que se utilizará para capturar el movimiento y el tipo de tecnología de captura. El número de sensores que se utiliza en un equipo o traje de captura varía desde 70 en un equipo de alta calidad hasta una docena en un equipo económico.

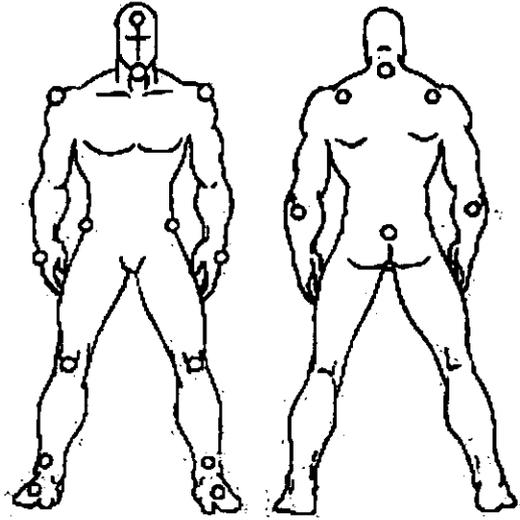
El posicionamiento de los sensores depende de muchos factores tales como el número disponible de ellos, el tipo de tecnología en la que estén basados, el tipo de movimiento que se quiera capturar, el tipo de información, ángulos de rotación o posiciones XYZ, que se le quiera enviar al programa y el tipo de restricciones de movimiento establecidas en el software. Los sensores se colocan en el cuerpo del actor utilizando algún adhesivo o material elástico o una combinación de ambos, independientemente de la cantidad.

La figura siguiente muestra una configuración mínima con 11 sensores. Dos se han colocado en la parte alta del cuerpo: uno en la frente y otro en el pecho. Los sensores de las extremidades están colocados en el antebrazo debajo del codo en la parte superior de las manos, en la parte frontal de los tobillos y en la parte superior de cada pie. Otro está colocado en la parte baja de la espalda debajo de la cintura, su función es la de determinar tanto la posición como la dirección del cuerpo con respecto al piso. Se puede observar que en esta configuración varias articulaciones no han sido cubiertas, por lo tanto su movimiento tiene que ser obtenido mediante técnicas de cinemática inversa. Una gran cantidad del movimiento fino del torso se pierde debido al número reducido de sensores.



Sistema de captura de movimiento con 11 sensores.

A continuación se muestra otra configuración pero ahora con 20 sensores. Al compararse con la anterior ésta es capaz de capturar un mayor cantidad de movimientos de articulaciones y también un mayor grado de detalle en el movimiento del torso y de la cabeza. Una configuración como ésta supone que gran cantidad del movimiento secundario será añadido sobre el movimiento inicial capturado.



Sistema de captura de movimiento con 20 sensores.

4.3.2 TECNOLOGIAS DE CAPTURA DE MOVIMIENTO EN TIEMPO REAL.

Existen varias tecnologías que se utilizan para la captura de movimiento en tiempo real. Cada una tiene ventajas y desventajas que la hacen más adecuada de acuerdo a la aplicación. Se distinguen unas de otras por varios factores, entre ellos la precisión de la información, el promedio de muestreo, la libertad de movimiento que le permiten a los actores, el número de puntos de muestreo, el número de actores cuyos movimientos van a ser capturados simultáneamente.

Los promedios útiles de muestreo comienzan en 30 ó más muestras por segundo. Cuando se capturan movimientos simples es suficiente un área de captura pequeña pero cuando se trata de capturar la intervención de dos o más actores se tiene que utilizar un área mayor. De esta forma no se interrumpe el movimiento y la edición se minimiza.

Las tecnologías básicas son:

- De prótesis.
- Acústica.
- Magnética.
- Óptica.

La tecnología de prótesis brinda una información de rotación angular muy precisa y se basa en potenciómetros, dispositivos capaces de medir la fuerza electromotriz basándose en la cantidad de energía que pasa a través del dispositivo como resultado del movimiento de una articulación. El problema con esta tecnología es que por lo regular los potenciómetros son estorbosos y esto restringe el tipo de movimiento que pudiera efectuarse.

La tecnología acústica esta basada en transmisores-receptores los cuales determinan su posición en el espacio al mandar señales de radio de cada punto de muestreo.

La tecnología magnética está basada en receptores que detectan campos magnéticos. Esta tecnología y la acústica necesitan escenarios que no produzcan ruido que pueda interferir con la captura de movimiento en forma significativa. Esto tiene que ver, en el caso de la tecnología acústica con superficies "duras" y pulidas alrededor del escenario que generen una cantidad no deseada de eco. En el caso de la tecnología magnética se deben evitar las estructuras metálicas alrededor del escenario, esto incluye estructuras dentro de las paredes y del techo que puedan crear o inducir campos magnéticos.

La tecnología óptica utiliza luces, cámaras y puntos reflectores para determinar la posición de las articulaciones en el espacio. Es recomendable ya que los actores pueden realizar cualquier tipo de movimiento. La captura simultánea de la información producida por varios actores es otro de los puntos fuertes de esta tecnología, sin embargo una de las desventajas es que algunos puntos de muestreo pueden quedar ocultos por el movimiento de los actores. Una solución a esta situación es el aumentar el número de cámaras utilizadas para obtener la información, lo cual puede brindar un movimiento más detallado pero también aumenta la complejidad del proceso.

4.3.3 ROTOSCOPIING.

Es una forma de captura retardada de movimiento. Captura el movimiento al trazar manual o automáticamente cuadros fijos de una escena en vivo. La información esquemática que resulta de este proceso se utiliza para guiar el movimiento de figuras animadas. También es una técnica popular de animación mediante acetatos, utilizada para combinar dibujos hechos a mano con acción en vivo. Las figuras dibujadas se crean tomando como base los elementos de la acción en vivo o tomándolos como referencia espacial. De esta forma las imágenes dibujadas se graban secuencialmente y la animación resultante puede ser combinada con la acción en vivo mediante técnicas de cubierta y de composición.

4.4 CONTROL DE MOVIMIENTO EN VIVO.

En algunas aplicaciones relacionadas con el entretenimiento en vivo, el movimiento de los actores se captura y se aplica a los personajes animados en tiempo real. En estos casos el movimiento se captura en vivo y los personajes se animan y se combinan con el video en tiempo real. En muchas ocasiones los personajes animados son caricaturas. Por esta razón, la finalidad del proceso de captura no es la de capturar un movimiento detallado y realista, sino uno teatral y exagerado que le de vida al personaje.

En estos casos, el movimiento que parece demasiado natural y que no es exagerado, es inapropiado porque hace ver al personaje de caricatura rígido y sin gracia. El movimiento de un personaje de este tipo tiene que ser exagerado y gracioso. Esta es la razón por la que los dispositivos de entrada son manejados generalmente por titiriteros, actores y bailarines, de esta forma se pueden transmitir al personaje la emoción y la expresión deseadas.

En las situaciones en las que el sistema sensor es insuficiente, es común el tener uno o más individuos manipulando uno o varios dispositivos

periféricos para controlar el movimiento del personaje. Estos periféricos pueden incluir uno para los labios, uno para el desplazamiento XYZ, uno para las rotaciones de articulaciones y otro para la posición de la cámara.

4.5 EDICION DEL MOVIMIENTO CAPTURADO.

El resultado del proceso de captura de movimiento son varias trayectorias de movimiento las cuales controlan diferentes aspectos de la animación. Cada trayectoria se asigna a un canal y por lo común cada canal controla el movimiento de un objeto en la escena tridimensional. Por lo general la información de movimiento en los canales se visualiza en forma de curvas de función en la mayoría de los programas.

Una vez que todos los conjuntos de información de movimiento han sido conducidos a sus respectivos canales entonces la información puede ser aplicada a las diferentes articulaciones. En ese punto es posible utilizar un sistema de cinemática inversa para el esqueleto. Sin embargo, antes de que la información capturada pueda ser utilizada, se deben estructurar claramente los árboles de animación de tal forma que los movimientos sutiles en forma de rotaciones XYZ no se apliquen a la articulación equivocada.

La utilización de varios canales requiere que se use equipo de alta calidad con el objeto de que la información existente no se pierda. Para movimientos de capas tales como sincronía de labios, movimientos de manos y expresiones faciales basadas en reglas, se requiere de la utilización de varios canales.

4.6 DINAMICA DE MOVIMIENTO.

4.6.1 INTRODUCCION.

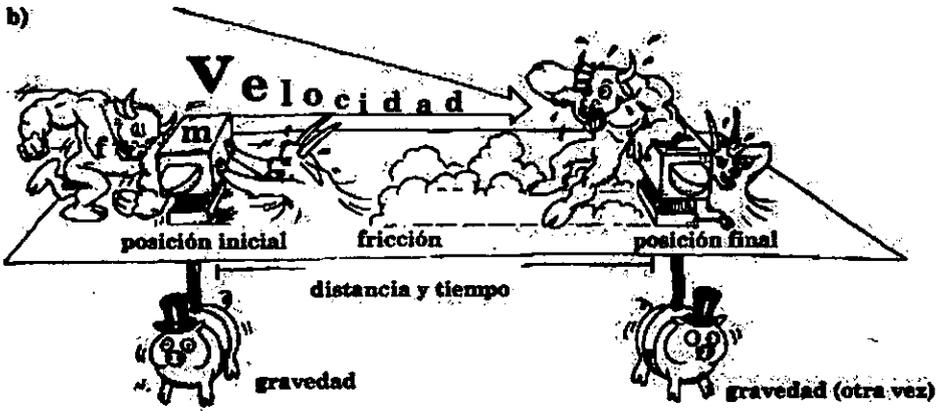
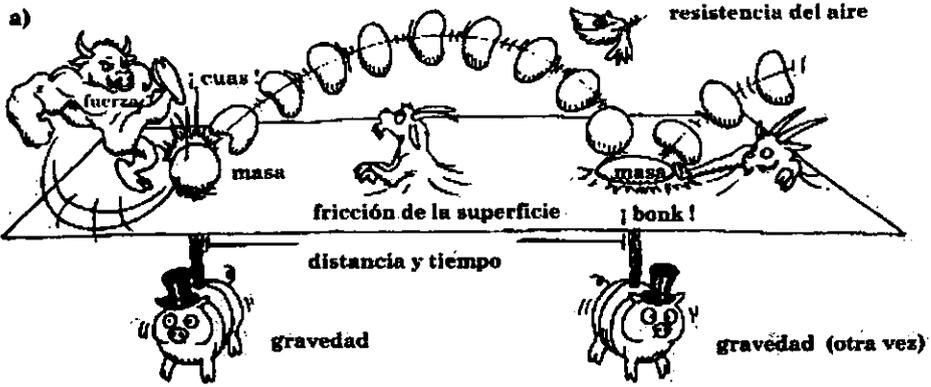
Las técnicas de animación basadas en dinámica de movimiento generan un movimiento realista de objetos mediante la simulación de sus propiedades físicas y la aplicación de las leyes físicas del movimiento.

Estas técnicas toman en cuenta características de los objetos tales como: el peso, la masa, la inercia y la flexibilidad también toman en cuenta fuerzas externas como la fricción, la gravedad y aún colisiones con otros objetos. Se puede dar la combinación con otras técnicas como la cinemática inversa y la animación de cuadro básico.

Una simulación dinámica calcula el movimiento de objetos a través del tiempo al proporcionarle al software algunas de las características físicas de un objeto, principalmente su masa, así como información acerca de las fuerzas que le son aplicadas.

La simulación dinámica de objetos flexibles (a) y de objetos rígidos (b) toma en cuenta:

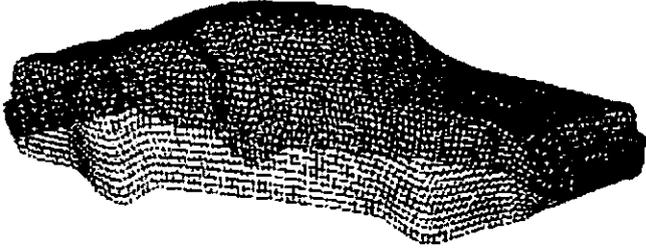
- *La masa de los objetos.*
- *Las fuerzas que los impulsan.*
- *Las fuerzas de gravedad y la fricción.*



Sabemos que la masa de un objeto se establece por el producto del volumen y la densidad y también que las fuerzas tienen una potencia o intensidad específica y una dirección.

En términos sencillos una simulación dinámica calcula la aceleración que experimenta un objeto cuando una fuerza le es aplicada. El movimiento se calcula utilizando los efectos de aceleración en la distancia y tiempo esto para

definir la velocidad y las posiciones del objeto a través del tiempo.



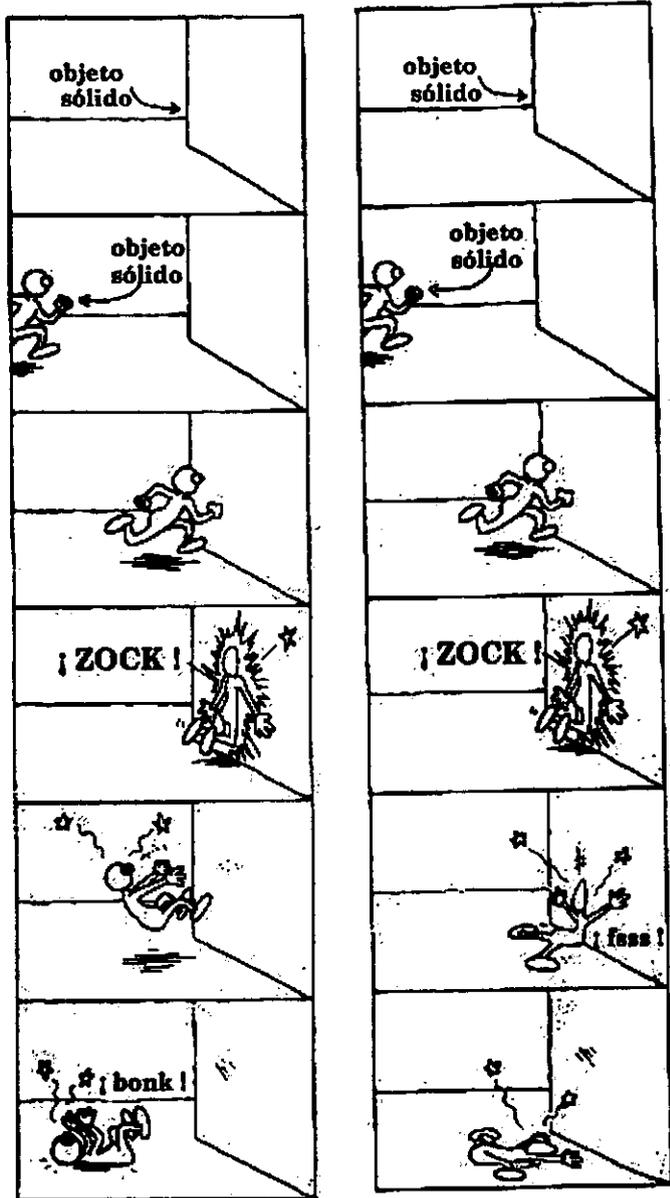
En una simulación dinámica en la que se requiere de un mapeo detallado de la superficie, se hace necesaria una resolución alta.

Las simulaciones dinámicas se calculan basándose en un intervalo determinado de tiempo real muestreado a un promedio específico de ciertos cuadros por segundo. Estas simulaciones se ejecutan sobre todos los elementos presentes en la escena, por eso las cámaras y las luces deben desactivarse para que no se vean influenciadas por las diferentes fuerzas.

4.6.2 PROPIEDADES FISICAS DE LOS OBJETOS.

La propiedad física de un objeto que tiene mayor influencia en una simulación es la masa. Como ya se mencionó, la masa se determina mediante el volumen y la densidad. La mayoría de los programas de animación pueden calcular el volumen, así que el único dato que hay que proporcionar es la densidad para poder calcular la masa.

Existen otras características que pueden contribuir al realismo del movimiento. Por ejemplo, la elasticidad y la dureza pueden utilizarse para definir la rigidez o la flexibilidad de un objeto cuando ocurren colisiones.



Los objetos rígidos casi no rebotan ni sus superficies se mueven mucho, si es que se mueven, después de una colisión. Por ejemplo, una bola de acero

es en extremo rígida por lo tanto no se deforma cuando es golpeada contra diferentes superficies.

La capacidad de los objetos flexibles de absorber el impacto de una colisión mediante la deformación se controla, en simulaciones dinámicas, aplicando las fuerzas a una rejilla flexible que controla los vértices en el objeto. Con esta técnica la alteración y deformación de la superficie de un objeto es filtrada por la forma en la que los puntos de la rejilla controlan los vértices del mismo.

Durante una colisión los objetos rígidos son rígidos y los objetos flexibles son elásticos.

Por otro lado los objetos flexibles pueden rebotar muy lejos del punto de colisión, sus superficies se deforman y se mueven aún después de ocurrida la colisión. Objetos hechos de hule duro o de gelatina, por ejemplo, ilustran bien el rango de flexibilidad basado en características de dureza y elasticidad. Por ejemplo, una pelota sólida hecha de hule duro es un objeto flexible que es muy elástico. Como resultado de esto rebota mucho cuando golpea una superficie, pero no se deforma mucho porque es bastante rígido. Una esfera sólida hecha de gelatina, por otra parte, no es nada elástica, como resultado rebota muy poco o no rebota en absoluto cuando golpea una superficie y se deforma mucho porque no es rígida.

Algunos sistemas simulan la dureza con funciones que emulan el efecto de tener resortes entre los vértices de la superficie del objeto. Los resortes tienen una posición inicial natural a la que siempre regresan después de haberse contraído. Se mueven continuamente entre la posición de contracción y la inicial hasta que se restaura el balance original

En algunos casos la dureza de objetos rígidos y la fuerza de una colisión son tales que el objeto real es incapaz de absorber la fuerza del impacto y se rompe en pedazos. El simular objetos que se rompen es mucho más complicado que el simular objetos que no se rompen, porque en esencia se tendrán que aplicar los resultados de la colisión en miles de fragmentos en

vez de a un sólo objeto. También se tendrán que considerar otros aspectos como por ejemplo, la composición estructural, la fragilidad, aleatoriedad y teoría del caos, los cuales tendrán que ser calculados para hacer la simulación dinámica lo más real que se pueda.

En la mayoría de las producciones, a excepción de aquéllas de naturaleza científica, convendrá más el imitar mediante trucos la fragmentación de un objeto en vez de usar simulación. Una forma de aproximar la fragmentación de un objeto como resultado de una colisión consiste en aplicar varias fuerzas al objeto y aproximar sus valores por prueba y error hasta que el movimiento deseado se vea como si fuera el resultado de una simulación dinámica. Sin embargo este método requiere de, al menos, dos modelos del mismo objeto. Uno de ellos se utiliza hasta que ocurre la colisión. El segundo se rompe antes de ella pero se mantienen todas sus piezas juntas y se utiliza solamente hasta después de la colisión.

Por ejemplo, un objeto puede ser arrojado siguiendo una ruta hacia la colisión por medio de una fuerza lineal, pero cuando el objeto llega al punto de colisión la fuerza inicial es cancelada, el modelo inicial se sustituye por el modelo fragmentado al cual le son aplicadas nuevas fuerzas puntuales para efectuar la dispersión de sus partes.

4.6.3 TIPOS DE FUERZAS.

Utilizando las técnicas de dinámica de movimiento se pueden simular muchos tipos de fuerzas. Algunos tipos de fuerzas básicas son: las lineales, las puntuales y las cónicas. También se pueden hacer combinaciones para obtener fuerzas más complejas.

Fuerza lineal.– Es unidireccional, tiene un valor de intensidad y se representa por medio de un vector. Dentro de este tipo se encuentran las fuerzas del viento y de la gravedad, de golpear y de aventar.

Fuerza puntual o radial.– Tiene la forma de rayos que viajan en todas direcciones. Un ejemplo es el de una bomba que explota.

Fuerza cónica.– Se manifiesta como una colección de fuerzas lineales que emana de un punto siguiendo la forma de un cono. Cuando este tipo de fuerzas hace impacto sobre una superficie son más fuertes en el centro y más débiles en las orillas. Por ejemplo las fuerzas creadas por un ventilador son fuerzas cónicas.

Las fuerzas pueden aplicarse de manera local o de manera global. Las fuerzas locales sólo afectan a un objeto o a una articulación mientras que las fuerzas globales afectan a todos los objetos en el medio tridimensional.

La fuerza de gravedad de la tierra es un buen ejemplo de una fuerza global lineal. La fuerza de una bola que golpea a otra en una mesa de billar es un ejemplo de fuerza local.

Las fuerzas pueden:

- Impactar.**
- Atraer.**
- Oponerse.**

Las fuerzas de impacto empujan a los objetos hacia la dirección opuesta del origen de la fuerza, como el viento.

Las fuerzas de atracción jalan a los objetos hacia ellas como los imanes.

Las fuerzas de oposición ofrecen resistencia a los objetos que se mueven en el entorno tridimensional, por ejemplo, la fricción y la viscosidad. La fricción ocurre cuando una superficie entra en contacto con otra. Todos los espacios, a menos que haya vacío, poseen cierta viscosidad o densidad ambiental que impide o facilita el movimiento de los objetos. Por ejemplo, en escenas submarinas los objetos que se mueven encuentran más resistencia por la densidad del agua que la que experimentan por la densidad del aire.

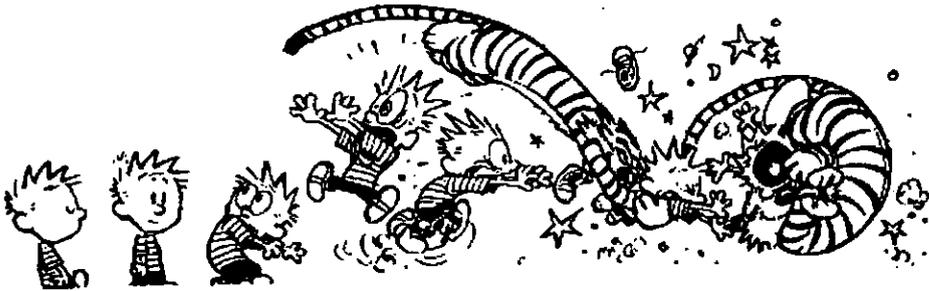
4.6.4 COLISIONES Y DETECCION DE COLISIONES.

Existen varias formas para calcular el movimiento resultante de una colisión. El enfoque más simple consiste en ubicar a las fuerzas de colisión en el centro del objeto, asumiendo que la masa está distribuida a través de él. Para lograr resultados más detallados y más reales se pueden utilizar otras técnicas, sin embargo se requerirá un mayor tiempo de cálculo.

Una de estas formas comienza determinando el centro de masa de un objeto, en vez de utilizar el centro geométrico. También se calcula la distribución de masa. Por lo común los objetos simétricos tienen una distribución de masa balanceada. Los objetos irregulares con una distribución desigual tienden a tener un movimiento impredecible.

Cuando se les aplican fuerzas a los objetos en partes diferentes al centro de gravedad, éstos tienden a producir un movimiento no lineal. A estas fuerzas se les denomina torsiones porque el movimiento que producen se da en forma de rotaciones o torsiones con cantidades variables de velocidad rotacional, aceleración y orientación.

Una de las aplicaciones más útiles e interesantes de las técnicas de dinámica de movimiento consiste en detectar colisiones entre los objetos que están siendo animados. En una colisión los objetos reales reaccionan de manera natural, deformándose y cambiando la dirección y la velocidad de su movimiento y aún rompiéndose. Sin embargo los modelos tridimensionales simulados ignorarán, de forma natural, otros objetos que invadan su espacio a menos que se utilicen técnicas de detección.



Ya que estas técnicas constantemente checan tanto la posición como las propiedades dinámicas de los objetos para evitar el traslape, el costo y el tiempo de procesamiento aumentan. Una forma sencilla para realizar esta tarea y que no involucra dinámica de movimiento, consiste en ver previamente la animación en forma de prueba de movimiento, por ejemplo, y detectar las colisiones visualmente. Las posiciones correctas de los objetos traslapados se pueden aproximar manualmente y así la secuencia puede verse de nuevo con técnicas de cuadro básico. Uno de los problemas principales de la detección visual de colisiones es la gran cantidad de tiempo que se requiere cuando en las escenas hay muchos objetos. Por eso es importante la detección automática de colisiones ya que libera al animador para que se dedique a otras tareas más importantes.

Además la detección automática es más precisa y más rápida. El software comercial utiliza muchas técnicas para la detección automática de colisiones.

Un método común para detectar una colisión consiste en:

1ª. Etapa.- Se utilizan cajas rectangulares, esferas y superficies. Este método puede ahorrar gran tiempo de cálculo simplemente determinando en que punto se intersectan las cajas. Si existe intersección, entonces se pasa a la 2ª. etapa.

2ª. Etapa.- Consiste en determinar en donde se intersectan los objetos.

3ª. Etapa.- Consiste en checar a nivel de polígonos en que parte sucede la intersección para después animar la respuesta a la colisión mediante técnicas de dinámica.

Otra forma existente consiste en checar las reacciones entre todos los objetos en el ambiente o medio, sin embargo se requiere mucho poder de cómputo. En la producción promedio solamente tiene sentido utilizar esta forma cuando el movimiento en la escena es tal que se sabe que todos los objetos van a verse involucrados en una acción. Un método más simple y más económico consiste en la identificación de los obstáculos que el objeto encontrará a lo largo de la ruta de colisión.

4.7 ANIMACION PROCEDIMENTAL.

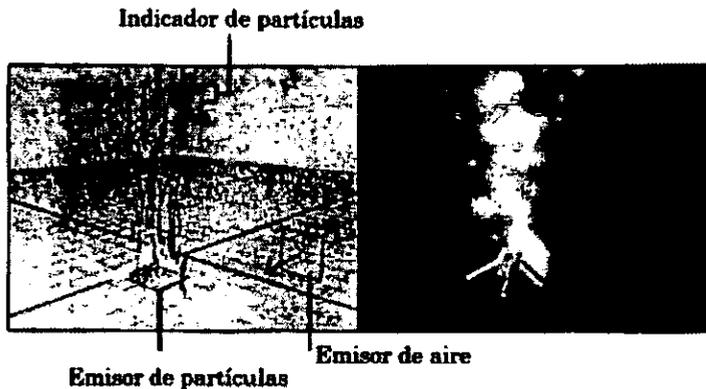
4.7.1 INTRODUCCION.

Las técnicas procedimentales o de movimiento basado en reglas animan a los elementos de una escena mediante el uso de procedimientos y reglas que controlan el movimiento. Algunas de sus aplicaciones son: fenómenos naturales, aves volando, plantas creciendo, formas fantásticas de vida y humanos bailando o gesticulando.

4.7.2 SISTEMAS DE PARTICULAS.

La animación que utiliza sistemas de partículas recrea el movimiento de partículas que siguen un movimiento general definido. En la mayoría de los programas las partículas en sí no tienen una forma definida pero se pueden utilizar para controlar a otros objetos o atributos. Por ejemplo, cuando se usan partículas para recrear la luz de fuegos artificiales, representan un punto con varios atributos tales como la intensidad, el parpadeo u oscilación y valores de estela.

Los sistemas de partículas se utilizan para representar objetos dinámicos que tienen formas irregulares y complejas cada una con un comportamiento propio. Las partículas tienen un cierto período de vida durante el cual son creadas, se comportan de cierta forma, evolucionan y mueren. Se pueden utilizar para controlar el movimiento de objetos tridimensionales tales como la nieve, el agua o aún una parvada. También para animar el proceso de crecimiento de plantas al codificar sus características en una serie de reglas que pueden utilizarse como base para una simulación.



Los sistemas de partículas pueden crear efectos de fluidos o de vapor, en este caso humo. La apariencia de las partículas depende del tipo de material que se les aplique.

4.7.3 ANIMACION DE PARVADA.

En este tipo de animación el comportamiento de las aves se vacía a una serie de reglas las cuales constituyen el modelo que simula la parvada. Estas reglas controlan todas las variables que tienen que ver con el comportamiento de la misma. Incluyen, por ejemplo, el saber si existe uno o varios líderes y como se comporta la parvada al seguirlo o seguirlos.

Dentro de algunas de las variables básicas que brinda el software para controlar el movimiento de animación de parvada, se encuentra la forma en la que los elementos se mueven hacia un objetivo, como evitan los obstáculos y como se relacionan entre ellos cuando las condiciones de vuelo cambian a través del tiempo.



Es más práctico utilizar animación basada en reglas que utilizar animación de cuadro básico para animar una parvada. Se puede simular una parvada mediante sistema de partículas de tal forma que cada partícula en el sistema represente a un ave. Cada ave se mueve de acuerdo a las reglas que sustentan la simulación y su percepción se basa también en ellas y en una serie de parámetros definidos por el animador. El movimiento general puede ser representado como el resultado del comportamiento de cada ave y de las interacciones entre ellas.

Una estrategia común consiste en tomar como base un conjunto de reglas que simulan parte de su percepción de entorno y de la acción de volar.

Una vez que el modelo ha sido definido por medio de reglas entonces se puede utilizar para simular a otras aves y permitir que interactúen.

Una diferencia significativa entre los sistemas de partículas y la animación de parvada basada en sistemas de partículas consiste en que en la animación de parvada las partículas son reemplazadas por modelos tridimensionales, esto significa que tienen orientación y que también poseen formas más complejas de comportamiento. El comportamiento de la parvada esta determinado por las condiciones de cada ave dentro de ella y también por las condiciones externas que afectan el vuelo de cada ave y de la parvada en general.

Las aves dentro de la parvada presentan muchas formas de comportamiento y de objetivos. Por ejemplo el evitar choques con otras aves u objetos, ir a la misma velocidad de vuelo que las otras aves y permanecer juntas. Cada uno de estos comportamientos requiere tanto de una aceleración como de una dirección específica.

Cuando están en juego los objetivos de una cantidad considerable de aves es necesario controlar todas las respuestas individuales. El modelo de parvada utilizado para crear la siguiente imagen utilizó varias técnicas para controlar los comportamientos independientes. Estas técnicas se basan en una jerarquización de todos los componentes de comportamiento y sus peticiones de aceleración. Las peticiones obtienen una prioridad más alta dependiendo de la situación, por ejemplo, el mantener a todas las aves juntas puede recibir una prioridad baja si la parvada está a punto de chocar con un gran obstáculo.

Las animaciones de parvada también pueden crearse mediante una combinación de animación de partículas y de animación de cuadro básico. Esto es especialmente útil cuando el sistema no ofrece un método completo de control a través de reglas. Por ejemplo, la animación de la parvada se controla principalmente mediante parámetros que se ajustan en los cuadros básicos. Primero se crea un sistema de partículas que representarán a los elementos de la parvada al moverse de un conjunto origen a un conjunto destino. La ruta precisa de movimiento puede controlarse por la magnitud y por la dirección de

una fuerza de gravedad simulada y también por la forma en la que las partículas escogen o seleccionan los puntos o vértices en el conjunto origen para salir y los puntos en el conjunto destino para llegar.

La distribución de las partículas en ambos conjuntos puede controlarse por la forma de los mismos y por el hecho de que los dos conjuntos tengan el mismo número de vértices. También puede ser controlado por valores que regulen la aleatoriedad del conjunto o concentrando a un mayor número de elementos sobre un grupo reducido de vértices.

La forma global del modelo tridimensional controlado por las partículas puede controlarse mediante una o varias formas básicas.

4.7.4 ANIMACION POR OBJETIVO.

Algunos sistemas son capaces de "armar" automáticamente el movimiento de un personaje tomando como base el objetivo específico que se tiene que cumplir. Los personajes que se pueden animar mediante esta técnica van desde un simple brazo de robot o una criatura fantástica hasta un personaje con aspecto humano.

El objetivo puede ir desde lo simple, por ejemplo, que el personaje gire la cabeza hacia la luz, hasta lo complejo, por ejemplo, que tome algo con la mano izquierda se lo pase a la derecha y salga corriendo de la habitación evitando tropezarse con varios obstáculos.

A este tipo de animación también se le conoce como animación basada en intención o animación automatizada, tiene sus orígenes en los campos de

robótica y de sistemas expertos en donde los sistemas se diseñan para que tengan el mayor grado posible de autonomía incluyendo la capacidad para planear diferentes estrategias para alcanzar un objetivo, evaluar los resultados y continuar desarrollando las estrategias exitosas a la vez que se desechan las erróneas.

El componente más importante de estos sistemas es el conjunto de reglas y procedimientos que les permite a los personajes analizar y evaluar su entorno para determinar la mejor forma de cumplir su objetivo, esto es, reaccionando con movimiento, gestos y manipulaciones con objetos.

Muchos sistemas de animación por objetivo incluyen un módulo de cinemática inversa como auxiliar en el manejo de figuras articuladas y otro de dinámica de movimiento para resolver las situaciones que tienen que ver con pesos fuerzas y detección de colisiones. Estos sistemas incluyen los procedimientos que son necesarios para analizar un objetivo, dividirlo en partes, evaluar el entorno, predecir y tratar de evitar obstáculos potenciales, restablecimiento después de errores, desarrollo de estrategias nuevas como resultado de la experiencia y por último el cumplimiento del objetivo.

En su mayoría los sistemas existentes se especializan en determinadas tareas o movimientos, de otra forma sus tareas serían demasiado complicadas para implementarse.

Una de las labores principales que realizan los sistemas de animación por objetivo consiste en la determinación de secuencias y de rutas de movimiento que son necesarias para alcanzar un objetivo. El encontrar una ruta de movimiento adecuada que permita el cumplimiento del objetivo, supone el chequeo de detección de colisiones, de ángulos de movimiento y de la capacidad de agarre de las extremidades.

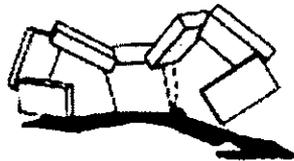
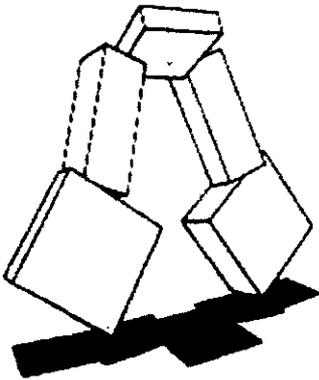
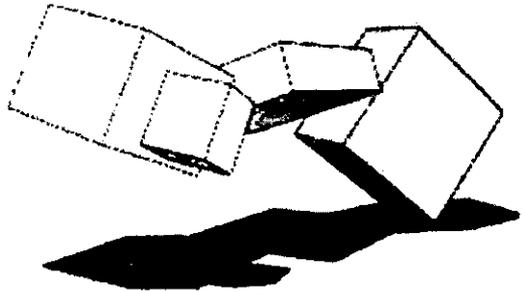
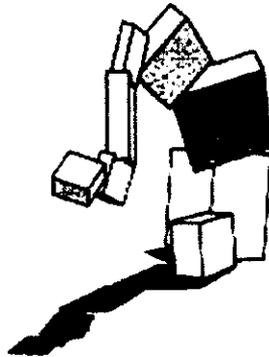
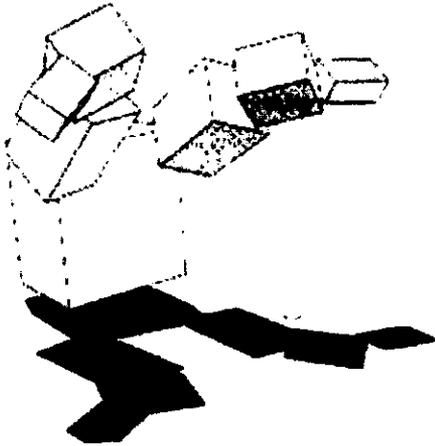
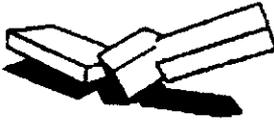
Para establecer una secuencia de movimientos se necesita determinar tanto el número de pasos que son necesarios para completar el movimiento como el orden óptimo para su ejecución.

Los objetivos sencillos que involucran movimiento por lo común traducen éste en rutas y en secuencias de movimiento de un nivel de dificultad bajo, el cual se incrementa conforme aumenta el grado de complejidad del objetivo.

Uno de los mayores retos de la animación por objetivo es el de lidiar exitosamente con secuencias complejas de movimiento tanto en términos de ser capaz de completar las tareas y lograr el objetivo como en términos de producir movimiento natural cuando existen figuras humanas por animar. Por esta razón, la mayoría están basados en un módulo proyectista de movimiento. Los sistemas que animan personajes que toman y manipulan objetos utilizan este tipo de módulo. Además como ya se ha mencionado, incluyen técnicas de cinemática inversa y de dinámica de movimiento para el cálculo del mismo.

La mayoría de estos módulos proyectistas tienen un conjunto simplificado de reglas que especifica en general como se tendrá que dar el movimiento y cuáles estarán permitidos. Gran cantidad de los sistemas de animación por objetivo limitan el número de movimientos posibles, tomas de objetos, tipos de obstáculos dinámicos y estáticos o del número de soluciones posibles a situaciones en las que ocurren colisiones.

La siguiente figura muestra un grupo de criaturas simuladas que son producto de un proceso de selección que se hizo sobre 100 generaciones de figuras hechas para "moverse" sobre la superficie.



4.7.5 ANIMACION FACIAL.

Existen muchas técnicas para animar expresiones faciales entre ellas se encuentran librerías de poses básicas, dinámica de movimiento y técnicas de animación por objetivo. Por lo general este tipo de animación es generado por la combinación de algunas o de todas las técnicas anteriores y se aplica al personaje hasta después de que ha sido establecido el movimiento primario.

Las librerías de expresiones básicas se basan en técnicas de cuadro básico y por lo tanto requieren de una cantidad considerable de trabajo interactivo para colocar las expresiones requeridas a lo largo del tiempo.



La animación basada en técnicas de dinámica de movimiento se basa por lo común en músculos simulados que controlan tanto la forma en la que la piel se mueve como las expresiones faciales. Para simular a las fuerzas de los músculos algunas de las técnicas están basadas en músculos pequeños que se expanden o se relajan. Este cambio se transmite a una rejilla flexible que representa al tejido facial. Con el fin de simular una propagación realista de las fuerzas dinámicas a través de la piel simulada, algunos sistemas utilizan una rejilla flexible multinivel, la cual permite interactuar con las fuerzas de resorte.

La imagen de la página anterior se creó utilizando un sistema de animación facial multipista que combina músculos simulados y expresiones básicas que corresponden a fonemas y a emociones.

Estas expresiones básicas para fonemas consisten en las posiciones de los labios que corresponden a la emisión de un sonido particular. Tanto las expresiones como las emociones pueden especificarse mediante parámetros de intensidad que controlen el movimiento de diferentes músculos virtuales. Por ejemplo, una expresión facial específica puede definirse como:

lev-lab-sup 30%

baj-lab-inf 20%

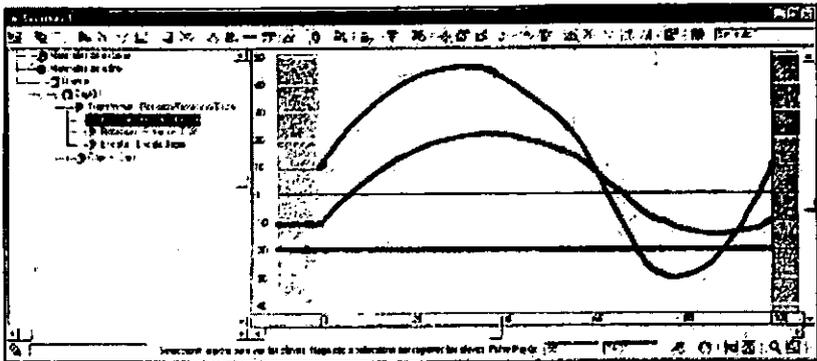
abrir-mand 15%

También se pueden especificar las emociones mediante parámetros que representen el cambio, la intensidad y la duración de las expresiones faciales en el tiempo. Entre los parámetros relacionados con la emoción podemos encontrar su duración, el tiempo de inicio, el tiempo de finalización y su transición a un estado relajado.

4.8 ANIMACION DE CANAL.

La animación de canal permite la captura o recolección de todo tipo de información en tiempo real a través de dispositivos periféricos. Un ejemplo son las técnicas de captura de movimiento. La información contenida en los canales también puede utilizarse para controlar otros aspectos de la animación tales como la intensidad de una fuente de luz, la densidad de una textura, la fuerza de gravedad o la velocidad de un movimiento.

Los conjuntos de información se asignan a uno o varios canales en la fuente de información y se utilizan para manejar diferentes aspectos de la animación. Esta información se despliega en forma de curvas de función.



Manipulación de diferentes características de un objeto.

En principio se pueden utilizar todo tipo de periféricos de entrada para proporcionar al sistema información relacionada con el tiempo. Esto incluye dispositivos tales como palancas, micrófonos, trackball, teclado o equipo de captura de movimiento. En todos los casos se requiere de un manejador de dispositivo que permita la comunicación de la computadora con los periféricos.

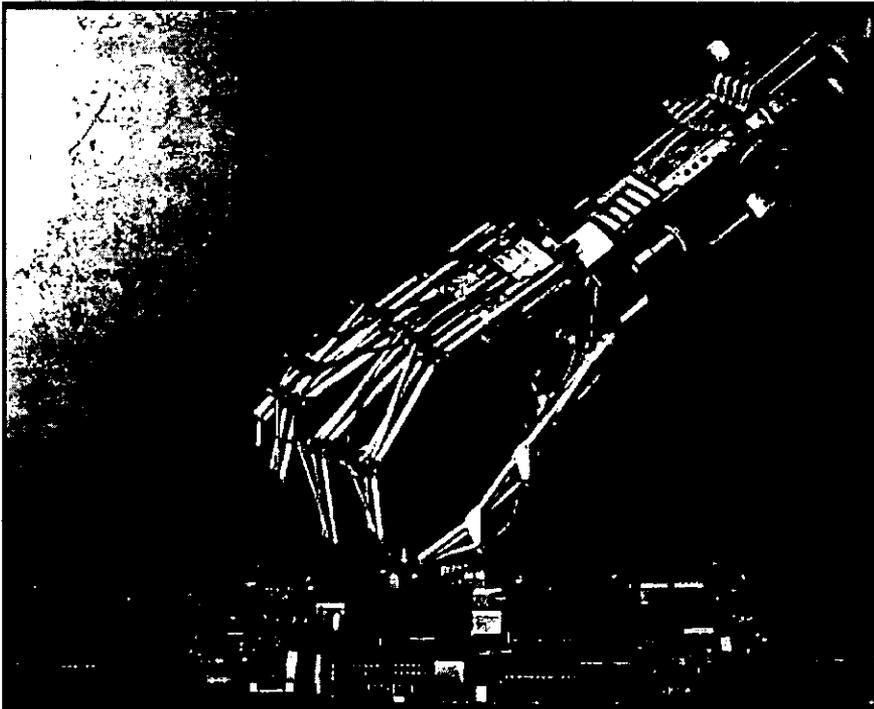
El proceso básico comienza con la identificación de los dispositivos de entrada activos y su asignación a uno o varios canales basándose en el número de grados de libertad que tengan. Los grados de libertad de los periféricos de entrada se definen por las rotaciones y traslaciones que puedan hacer, por ejemplo, una palanca con un botón tiene tres grados de libertad porque se puede mover sobre dos ejes y el botón puede ser oprimido.

Un equipo de captura de movimiento puede generar decenas de canales dependiendo del número de puntos de posición, cada uno con grados de libertad XYZ, que posea el equipo y que por lo regular varía de 10 a 70. Ya que cada grado de libertad ha sido asignado a un canal, la 2ª. etapa consiste en asignar cada canal al movimiento del objeto.

CAPITULO V CONTROL DE MOVIMIENTO AUTOMATICO.

5.1 MECANICA, ROBOTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ANIMACION POR COMPUTADORA.

En los sistemas de animación futuros, que estén basados en actores sintéticos, el control de movimiento será realizado automáticamente utilizando técnicas tanto de Inteligencia Artificial como de Robótica. En particular el movimiento será planeado a nivel de tarea y calculado utilizando leyes físicas.



A continuación se describen cinco pasos del control de movimiento automático:

- 1) Restricciones de posición y cinemática inversa.
- 2) Control de movimiento utilizando dinámica.
- 3) Impacto del medio ambiente.
- 4) Planeación de tareas.
- 5) Animación basada en comportamiento.

5.2 RESTRICCIONES DE POSICION Y CINEMATICA INVERSA.

Considérese el problema del posicionamiento de una extremidad, por ejemplo, cuáles son los valores de ángulo para el hombro, el codo y la muñeca si la mano tiene que tener una posición y una orientación determinada.

El problema involucra la determinación de las variables de junta dadas la posición y la orientación de la parte terminal de la mano con respecto al sistema coordinado de referencia.

Este es un problema clave, porque las variables independientes en un ser humano, son variables de unión o de junta. En robótica este es un problema bien definido y es llamado problema de "cinemática inversa". En un sistema de animación típico basado en cinemática inversa, el animador especifica posiciones discretas y posiciones para las partes terminales; entonces el sistema calcula tanto los ángulos de junta como las orientaciones para otras partes del cuerpo con el fin de colocar las partes especificadas en las posiciones requeridas a través de los movimientos adecuados.

Este enfoque funciona bien para las juntas simples, sin embargo las soluciones de cinemática inversa para una posición en particular se vuelven numerosas y complicadas cuando aumenta el número de juntas.

Por ejemplo, no es difícil determinar cuánto hay que doblar un codo y una muñeca para poder alcanzar un objeto con la mano. Es mucho más difícil cuando involucramos la rotación del hombro y la flexión de los dedos.

Por ejemplo, para hacer que un actor sintético se siente en una silla, es necesario especificar las restricciones principales que hay en los pies, en la pelvis y en las manos. Un sistema que sólo permita especificar sólo una restricción a la vez, no resulta muy eficaz para la resolución del problema.

Esta situación se puede resolver utilizando un algoritmo iterativo para establecer restricciones múltiples usando cinemática inversa. También habría que especificar la precedencia de cada restricción en caso de que no puedan ser satisfechas de manera simultánea.

Existe un algoritmo que resuelve el problema de las restricciones de posición. El animador puede establecer restricciones en las manos, los pies y en niveles de la pelvis. La posición y la orientación de las manos o de los pies pueden establecerse ya sea en el sistema local de coordenadas que corresponden a la extremidad (pierna o brazo), en el sistema de actor o en el sistema de coordenadas mundiales.

Una restricción puede ser una:

- a) posición fija.
- b) orientación fija.
- c) trayectoria en 6 dimensiones.

Existen herramientas para construir restricciones como funciones del

medio de actor y de lo que lo constituye, por ejemplo, el contacto entre los pies y el piso.

Con el fin de cumplir con las restricciones, el sistema hace uso de la posición y de la orientación de los ángulos de la pelvis y del tronco (vértebras y clavículas) para encontrar el origen de las caderas y de los hombros.

Entonces calcula los ángulos de extremidad requeridos para llegar a la posición adecuada. En el caso de que no exista solución se calcula la posición más cercana posible proyectando la posición deseada en el volumen del movimiento posible de la extremidad.

El esqueleto humano tiene 7 grados de libertad en el brazo (pierna) y la restricción tiene 6 grados de libertad (posición/orientación).

Tomando en cuenta que desde un punto de vista cinemático el modelo es redundante, existe una infinidad de soluciones para llegar a la posición deseada.

Esta es una situación muy conocida, por ejemplo, cuando un actor está sentado con un pie descansando en el piso, puede hacer rotar su rodilla. La variación del ángulo de rotación está restringida por las limitantes físicas de las juntas.

También puede señalarse que la posición confortable de la rodilla (codo) depende de la orientación del pie (mano). Una solución consiste en minimizar la variación del ángulo entre la pierna (brazo) y el pie (mano).

También es posible que el usuario seleccione la solución al proporcionar un parámetro inicial. La restricción Inicial (posición/orientación) permite seleccionar una solución de los siete grados de libertad del brazo (pierna).

Otros factores como la colisión de la extremidad con un objeto se pueden tomar en cuenta para la selección de la solución.

La técnica de cuadro básico y las restricciones de movimiento pueden

considerarse como los comandos de bajo nivel de un sistema de animación.

Los comandos de alto nivel pueden producir cuadros básicos y restricciones de movimiento. El animador debe tener acceso a todos los niveles de la jerarquía con el fin de poder ajustar el movimiento de actor de manera más precisa.

5.3 CONTROL DE MOVIMIENTO UTILIZANDO DINAMICA.

Un enfoque más complejo pero más realista se basa en la dinámica. El movimiento de un actor sintético está gobernado por fuerzas y torsiones que se aplican a las extremidades.

Deben considerarse 2 problemas:

- a) La dinámica directa.
- b) La dinámica inversa.

a) Dinámica Directa.

Este problema consiste en encontrar las trayectorias de algún punto como el causante terminal tomando en cuenta las fuerzas y las torsiones que causan el movimiento.

b) Dinámica Inversa.

Este problema es mucho más útil y puede expresarse de la siguiente manera: hay que determinar las fuerzas y las torsiones que se requieren para

producir el movimiento prescrito en un sistema.

Para un actor sintético es posible calcular la secuencia de tiempo de las torsiones de juntura requeridas para lograr la secuencia de tiempo de posiciones, velocidades y aceleraciones utilizando varios métodos. Existen 3 factores por los que conviene utilizar dinámica en el control de movimiento:

- 1.- La dinámica libera al animador de tener que hacer la descripción del movimiento y de las propiedades físicas de los objetos.
- 2.- Se pueden representar mejor y con mayor realismo los fenómenos naturales.
- 3.- Los cuerpos pueden reaccionar automáticamente a restricciones internas y externas: campos, colisiones, fuerzas y torsiones.

También hay algunas desventajas cuando se trabaja con cuerpos articulados:

- 1.- El animador no piensa en términos de fuerzas o torsiones que hay que aplicar a una extremidad o al cuerpo para poder realizar un movimiento, por lo que la interfaz de usuario es esencial.
- 2.- Otro problema es el tiempo de procesamiento que se requiere para calcular todos los movimientos.
- 3.- Aunque los movimientos basados en dinámica son más realistas, son muy estándares, es decir, no toman en cuenta la personalidad de los personajes. Por ejemplo, no es realista el pensar que solamente las características físicas de dos personas que realizan la misma acción las hace diferentes a los ojos de cualquier espectador. El comportamiento y la personalidad de los seres humanos son también causas esenciales de las diferencias que se pueden apreciar.

5.4 IMPACTO DEL MEDIO AMBIENTE.

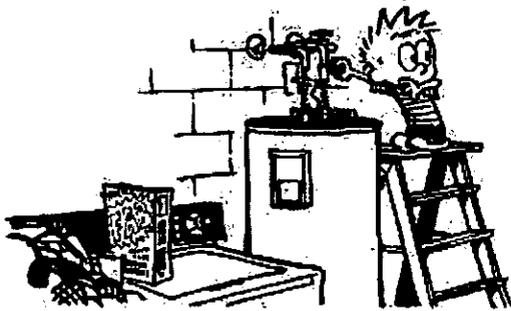
Control de movimiento adaptable.

El control de movimiento adaptable significa que el medio ambiente influye en el movimiento del actor y viceversa. La información acerca del medio ambiente y del actor debe estar disponible durante el proceso de control.

Las técnicas tradicionales de animación como la rotoscopía o la producción de cuadros básicos no se pueden considerar como técnicas de control adaptable porque el animador tiene que controlar a mano la relación entre el medio ambiente y los actores.

El control de movimiento adaptable es el disminuir la cantidad de información que el animador le proporciona a la computadora. Esto se lleva a cabo utilizando información existente sobre el actor y sobre la escena.

El sistema también debe tener una representación efectiva de la geometría de los objetos para poder planear tareas de forma automática así como también prevenir colisiones.



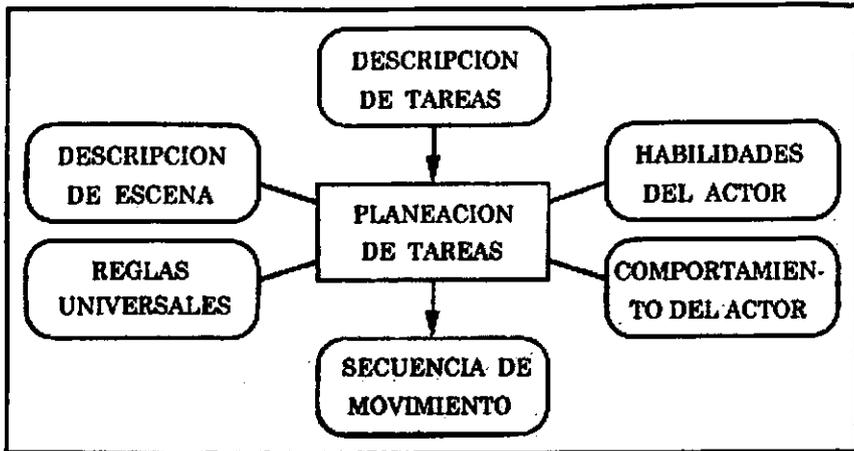
5.5 PLANEACION DE TAREAS.

La planeación de tareas es un problema importante tanto en robótica como en inteligencia artificial. La complejidad del problema depende directamente de las particularidades del mundo del actor.

Dada una descripción de tarea, el problema consiste en descomponer la tarea en una secuencia de movimientos elementales.

Para poder generar estos movimientos el sistema debe poseer la siguiente información:

- Descripción de la escena (topología, posición y orientación de los objetos).
- Una base de datos de las reglas que gobiernan el mundo del actor (por ejemplo, el que sea necesario pararse antes de poder caminar).
- El comportamiento del actor (el cual puede modificar la forma como se efectúa el movimiento, corresponde a los parámetros de estilo).
- Biblioteca de movimientos elementales que debe hacer el actor, es decir, habilidades. Por ejemplo, la tarea "contesta el teléfono" puede descomponerse en la secuencia siguiente de acciones elementales :
 - Pararse de la silla.
 - Determinar una trayectoria que evite obstáculos.
 - Caminar de acuerdo a la trayectoria.
 - Determinar una trayectoria que evite obstáculos a la hora de tomar objetos.
 - Tomar el teléfono.
 - Contestar.



Planeación de tareas.

Hay 3 formas para especificar tareas en un sistema:

- 1) Por ejemplo.
- 2) Por una secuencia de estados del modelo.
- 3) Por una secuencia de comandos.

1) Especificación por ejemplo.

Significa que el operador debe realizar la tarea por lo menos una vez para explicársela al sistema. Esto se puede hacer en robótica porque la tarea puede especificarse físicamente guiando al robot manualmente. Esto, por supuesto, no se puede hacer en animación.

2) Especificación por secuencia de estados del modelo.

La tarea se considera como una secuencia de estados del modelo; cada estado está dado por la configuración de todos los objetos en el medio ambiente. La configuración puede ser descrita como un conjunto de relaciones espaciales.

Las relaciones de alto nivel corresponden, por ejemplo, a indicar que en un tiempo dado un objeto "A" debe estar a cierta altura y enfrente de otro objeto "B".

Las relaciones de bajo nivel corresponden a las coordenadas de los objetos en un momento dado, es decir, una sencilla descripción de cuadro básico.

3) Especificación por secuencia de comandos.

La especificación por medio de una secuencia de comandos o una interfaz basada en lenguaje común es la forma más extendida. El animador sólo especifica el movimiento de una forma sencilla y el sistema se encarga de los detalles. Un usuario nominal puede quedar satisfecho con los movimientos de default, como los generados por una especificación de tarea como "camina de A hacia B".

Sin embargo, un usuario experto puede querer tener un control total sobre todos los movimientos del actor con el fin de lograr que la secuencia sea lo más expresiva posible. Esto significa que el animador necesita tener acceso a los diferentes niveles de la jerarquía de control para poder generar los movimientos necesarios y cambiar los existentes.

Hay que notar que la transformación de una especificación de alto nivel a una secuencia de movimientos elementales es muy parecida al proceso de

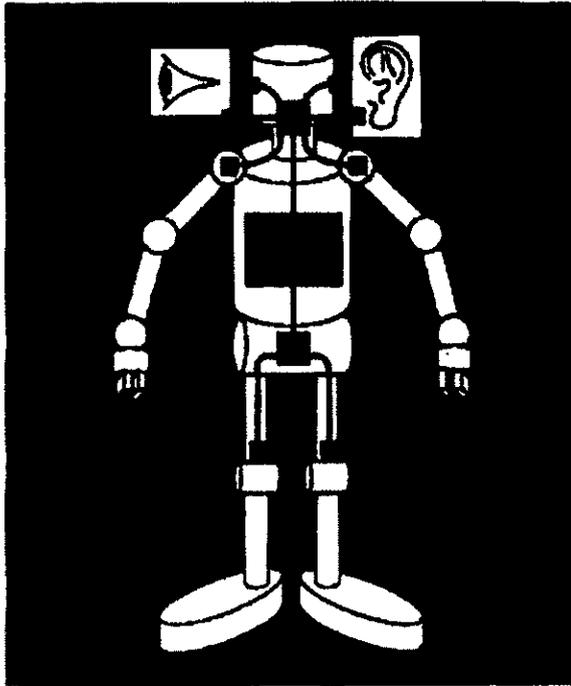
compilar. Al igual que en el procesamiento de lenguajes de programación se dan 3 casos posibles:

- Traducción a un código de bajo nivel (compiladores clásicos).
- Traducción a otro lenguaje de programación (preprocesador).
- Interpretación.

En cada caso, la correspondencia entre la especificación de la tarea y el movimiento a generarse, es muy compleja.

Consideremos 3 tareas esenciales para un actor sintético:

- a) Tomar un objeto con las manos.
- b) Caminar.
- c) Hablar.



a) Caminar.

Para generar el movimiento correspondiente a la tarea "caminar desde A hasta B", es necesario tomar en cuenta los posibles obstáculos y la naturaleza del terreno para poder evaluar las trayectorias las cuales consisten en una secuencia de posiciones, velocidades y aceleraciones.

Dada la trayectoria y las fuerzas que operaran en los causantes terminales, es posible determinar las torsiones que se aplicaran en las juntas por dinámica inversa. Finalmente se pueden obtener los valores angulares de las juntas para cualquier momento.

En resumen, el sistema de tareas debe contener los siguientes elementos:

- Esquivamiento de obstáculos.
- Desplazamiento en terreno irregular.
- Planeación de trayectoria.
- Cinemática.
- Dinámica.

b) Tomar un objeto con las manos.

Para generar el movimiento correspondiente a la tarea "levanta el objeto A y ponlo sobre el objeto B", se debe escoger en donde recoger a A para que no haya ninguna colisión o movimiento indeseado. Por eso las configuraciones para recoger un objeto deben escogerse de tal manera que el objeto recogido permanezca estable en la mano (o al menos aparente estarlo), además el contacto entre la mano y el objeto debe ser lo más natural posible.

Una vez que el objeto ha sido tomado el sistema debe generar los movimientos que logren alcanzar el objetivo de la operación.

Un movimiento libre debe sintetizarse; durante la ocurrencia del mismo, el objetivo principal es llegar al destino sin ninguna colisión, lo cual implica evitar obstáculos.

En este proceso complejo la evolución de las juntas se determina mediante cinemática y dinámica. En resumen el sistema de tareas debe contener los siguientes elementos:

- Planeación de rutas.
- Esquivamiento de obstáculos.
- Estabilidad y determinación de contacto.
- Cinemática.
- Dinámica.

c) Hablar.

Para generar el movimiento correspondiente a la tarea " decir la oración: ¿como estás? ", el sistema debe analizar la oración y dividirla en fonemas para luego seleccionar expresiones faciales que correspondan a estos fonemas.

Estas expresiones se expresan por deformaciones musculares: apertura de la mandíbula, apertura del ojo, pliegues en los músculos faciales y otros. Una vez que se han seleccionado las expresiones, el sistema debe indicar a la computadora los tiempos en los que se deben activar y generar los cuadros de acuerdo a una ley, por ejemplo spline.

En resumen, el sistema de tareas debe contener:

- Detección de fonemas.
- Selección de expresiones faciales.
- Manejo de parámetros faciales.
- Generación de animación.

5.6 ANIMACION BASADA EN COMPORTAMIENTO.

La animación basada en comportamiento corresponde a modelar el comportamiento de los personajes, desde planeación de rutas hasta complejas interacciones emocionales entre ellos.

El animador es responsable del diseño de estos comportamientos, es decir, su trabajo es algo parecido al de un director de teatro: el desempeño de un personaje es el resultado indirecto de las instrucciones del director.

De acuerdo a la personalidad del personaje, sus reacciones pueden, a veces, causar sorpresas. Como un resultado ideal de una animación basada en comportamiento es casi imposible, como en el teatro, representar la misma escena de la misma forma 2 veces o por ejemplo uno no camina precisamente de la misma manera al salir del mismo bar en 2 ocasiones distintas.



Por ejemplo, para simular una parvada se utiliza un sistema de partículas en el que las aves son las partículas. Se asume que una parvada es el resultado de la interacción de los comportamientos individuales de cada una de las aves.

Al maniobrar independientemente las aves tratan de evitar colisiones entre ellas y con otros obstáculos en el medio ambiente.

En un módulo de animación basada en comportamiento, las posiciones, velocidades y orientaciones de los actores son conocidas por el sistema en todo momento. El animador debe controlar varios parámetros globales, por ejemplo:

- El componente de esquivamiento de obstáculos.
- Convergencia de acciones para lograr el objetivo.
- Establecer el centro del grupo.
- Lograr la igualdad en velocidad.
- Establecer la velocidad máxima.
- Establecer la aceleración máxima.
- Establecer la distancia mínima entre actores.

CAPITULO VI ANALISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS DE ANIMACION.

6.1 INTRODUCCION.

Aunque los sistemas comerciales de animación ofrecen un ambiente de trabajo integrado no son idénticos. Cada uno posee características y fortalezas propias que les dan perfiles diferenciados, por lo que de acuerdo a la aplicación, son defendidos por diferentes animadores.

Tales fortalezas se encuentran en:

- La interfaz de usuario.
- Herramientas para modelar objetos.
- Capacidades de animación.
- Capacidades de representación.

El diseño de paquetes para producir gráficas tridimensionales requiere de algunas consideraciones que no son necesarias para el de los paquetes de gráficos bidimensionales. Una diferencia significativa entre los 2 tipos de paquetes es que el de gráficos tridimensionales debe incluir métodos para la descripción del mapeado de escenas sobre una superficie plana de visión.

Es necesario considerar procedimientos de implementación para poder seleccionar las diferentes vistas y para utilizar diferentes técnicas de proyección.

También se necesita saber como se van a modelar las superficies de los objetos sólidos, cuántas superficies pueden identificarse, como se realizan las transformaciones de objetos en el espacio y como describir las propiedades espaciales adicionales propias de los objetos tridimensionales.

Los paquetes de modelado y animación tridimensional pueden dividirse en tres categorías: baja, intermedia y alta. Esta clasificación se hace tomando en cuenta la capacidad o potencia, la versatilidad y las características particulares.

Se decidió hacer el análisis con un paquete de cada categoría: Animation Master (Hash Inc.) en la baja, 3D Studio MAX (Kinetix) en la intermedia y Softimage (Microsoft) en la alta.

Primero se da una semblanza general y una conclusión sobre cada programa para después pasar a la descripción de las características de las tres áreas del sistema: modelado, animación y representación. Por último se presenta la conclusión general del análisis.

6.2 ANIMATION MASTER.

Este programa originalmente se llamó Playmation, está diseñado con el énfasis puesto en la animación de personajes más que en ser un paquete de propósito general para creación de imágenes y animaciones tridimensionales, aunque posee herramientas para ello. Incluye capacidades para modelar, animar, asignar materiales y representar.

En la misma interfaz se encuentran las herramientas para utilizar cinemática inversa, ray tracing, mapeado de imágenes y modelado de objetos orgánicos o mecánicos.

Utiliza la tecnología basada en parches para facilitar la creación tanto de personajes que se puedan mover con naturalidad como de escenarios acordes a ellos.

La interfaz es del tipo de arrastrar y soltar y es adaptable a las

necesidades del usuario, esto brinda un control dinámico que facilita el flujo de producción.

Como el programa está orientado hacia la creación de personajes, brinda la posibilidad de construir bibliotecas de acciones y de personajes que pueden usarse las veces que se desee.

Hablando en particular del modelado, se puede decir que la capacidad de este programa es básica ya que se basa principalmente en parches.

Posee un conjunto estándar de canales de oscurecimiento que incluyen: ambiental, especular, reflectividad, transparencia, refracción, recorte y rugosidad. También puede animar texturas y fondos.

Los tipos de luz son: distante, de punto, foco marcado y foco suave además del manejo de sombras.

Para la animación utiliza una gráfica de movimiento editable basada en splines donde las acciones se tratan como comportamientos y pueden colocarse una sobre otra para poder producir combinaciones complejas.

Además de contar con el sistema de cinemática Inversa, posee una característica (stride length) que reduce el efecto de "patinarse" cuando los personajes tienen que caminar.

El rango de calidad de representación va desde el básico hasta el de ray tracing, con capacidad para poder utilizar canal alfa al combinar animación con acción en vivo.

A continuación se presentan los requerimientos del sistema:

Cualquier PC o Powermac con:

- Procesador de 200 Mhz o más.
- 64 Mb de RAM.
- CD-ROM.
- 10 Mb libres en disco duro.

Conclusión particular.

Animation Master se diseñó para ser un programa de animación de personajes y no un sistema de propósito general para visualización tridimensional. Sin embargo una de sus fortalezas es que el modelador, cuando trabaja con formas orgánicas lo hace excelentemente, la desventaja se presenta cuando se trata de otro tipo de modelado. Otra desventaja es que el programa hace uso de convenciones demasiado particulares o inusuales (no estándar).

MODELADO.

- Utilización de parches flexibles.
- Biblioteca de personajes de muestra.
- Rápida manipulación mediante movimientos sencillos de líneas curvas.
- Proceso de creación de objetos sencillo mediante la combinación de herramientas de tiempo real y esculpido del tipo de escoger y oprimir.
- Modelado sobre una imagen de rotoscopio.
- Se pueden cargar los rotoscopios que se deseen en cualquier vista.
- Integración de huesos sin uniones evidentes en modelos unitarios de baja densidad. Los personajes u objetos se construyen como un

modelo simple, después se insertan los huesos para la base de cinemática inversa deseada.

- Desunión.-Se pueden desconectar puntos conectados durante el modelado.
- Inserción de puntos de control.- Se pueden añadir puntos de control a splines para facilitar su manipulación.
- Modelado en perspectiva.- Opción para modelar mientras se ve el objeto en perspectiva.
- Ocultamiento anidado.- Posibilidad de ocultar más puntos cuando otros ya se han ocultado.
- Se incluye herramienta de grupo de forma libre dentro del grupo de herramientas estándar para una selección sencilla de puntos de control.
- Posibilidad de escoger entre D3D u Open GL Conix(modos de oscurecimiento en tiempo real) al modelar, en vez de visualizar los objetos alambrados.
- Asociación de parches para reducir la resolución y eliminar los pliegues.
- Manejadores de alteración para un fácil control de la curvatura de splines.
- Exportación optimizada DXF.
- Manipuladores de objetos para trasladar, escalar y rotar.
- Dimensionamiento específico de rejillas para utilizar en objetos a escala precisa.
- La rejilla puede habilitarse o deshabilitarse.
- Secciones de cruce de torno variable.
- Capacidades definibles de deshacer o de rehacer.
- Control de cara uniforme normal para salida poligonal.
- Desplazamientos extruidos y pegados.
- Cortar, copiar y pegar.
- Mover o reflejar un grupo de puntos seleccionado alrededor de un eje.
- Importación de fuentes de tipo real.
- Puntos de control con seguro.
- Importación DXF.

- Herramienta para deformación

ANIMACION.

- Animación basada en parches que permite un movimiento suave y flexible.
- Simplificación de movimientos complejos; el movimiento de huesos ofrece efectos naturales.
- Características de esqueleto completo y de controles de músculos.
- Cinemática inversa para crear movimiento basado en el esqueleto.
- Sincronía de labios a través de control muscular.
- Longitud del paso para que los pies o las llantas de un personaje o modelo no se patinen cuando se muevan.
- Sobreposición de acciones.- Se pueden aplicar capas de acciones a un personaje para que pueda hacer varias cosas al mismo tiempo, como por ejemplo, caminar, hablar y cerrar los puños.
- Rango de acción.- Capacidad para escoger un rango de cuadros, mantenerlo o hacerlo esperar.
- Movimiento facial mediante rotoscopía con fondos en secuencia.
- Poses.- Guardar y abrir cuadros básicos individuales de esqueleto o de músculo.
- Capacidad para ponerle seguro a los huesos con el fin de que tampoco las masas se muevan cuando se ajusta el resto del personaje.
- Controles de cuadro básico.
- Restricciones de tiempo real de varios tipos para sujetar, tomar objetos o rutas animadas con exactitud.
- Capacidad para agrupar de acuerdo a la restricción de superficie.
- Control de movimiento basado en canales.
- Barra asistente.
- Deshacer acciones.
- Poner en acción objetos en una escena junto con objetos ya existentes sin que se note la inclusión.
- Dinámica.- Aplicación de fuerzas en la forma que se requiera.
- Rotoscopía.

- Combinación de acciones.
- Acción reflejada, ya sea copiada o pegada.
- Diapositivas de pose (se pueden guardar rangos de cuadros en una pose).
- Cinemática rotacional fija.
- Asistencia continua durante la ejecución.
- Rotoscopía de cámara animada.
- Dinámica de cuerpo suave y de cuerpo rígido.- Incluye ropa, dobleces, masa y detección de colisiones.

REPRESENTACION.

- Transparencia mediante ray tracing, reflexiones y sombras para lograr efectos visuales con realismo.
- Las vistas previas de tiempo real D3D u Open GL pueden guardarse como salida.
- Módulo híbrido de representación.
- Color especular seleccionable.
- Espejos con determinación ajustable.
- Representación de buffer alfa para combinar animación con acción en vivo.
- Niveles múltiples de procedimiento antiescalera.
- Representación de resolución ilimitada y variable de 32 bits.
- Reproducción de animación de archivos AVI dentro del mismo sistema.
- Representación limitada, según las necesidades, a sólo una parte de la pantalla.
- Indicaciones de márgenes de seguridad de títulos y tv.
- Promedio de transparencia.- Cálculo de transparencia para todos los objetos.
- Capacidad para aplicar el procedimiento antiescalera a los mapas de imágenes.
- Mapas de sombras.

- Corrección gama.
- Mostrar u ocultar el desarrollo del proceso de representación.
- Límite de reflexión seleccionable por el usuario.
- Fantasma de movimiento.
- Múltiples opciones de calidad.
- Radiosidad.
- Sombras suaves mediante ray tracing o buffer z.
- Grano de película.
- Brillantez.
- Disminución de intensidad luminosa.
- Archivos de colores de películas.
- Representación de campo.
- Geometría de línea.
- Opción para inhibir el procedimiento antiescalera.
- Tinte de película, blanco y negro o sepia.
- Buffers de sombras.

6.3 3D STUDIO MAX.

Un acierto que tuvo 3D studio MAX desde que apareció en 1996 es el hecho de haber sido la primera herramienta visual diseñada específicamente para Windows NT (posteriormente para Windows 95-98-2000) aprovechando las ventajas tanto de la capacidad de multiprocesamiento como de multitarea de la plataforma.

La capacidad multihilo del programa es muy fuerte, lo que significa que si se añade un segundo procesador casi se duplica el rendimiento del producto. Con los otros paquetes no ocurría lo mismo porque tendían a ser puertos de otras plataformas y no tenían el soporte necesario para el multiproceso.

Comercialmente también fue uno de los primeros sistemas de este tipo con la filosofía de orientación a objetos, lo que significa que puede aceptar

herramientas de terceros para modelado, módulos de representación y para otras funciones. Estos productos comparten la misma interfaz y trabajan sin ningún problema con todo el sistema, es decir, se integran perfectamente.

Posee profundidad para opciones de deshacer-rehacer con flujos separados para acciones de escena y vista.

Los tipos de modelado incluyen: paramétrico, spline, malla poligonal, parche Bézier y superficies NURBS.

También posee un conjunto estándar de operaciones de deformación. Todas estas operaciones se almacenan en una pila para poder editarse, esto significa que cada objeto tiene una historia de modificaciones.

Las operaciones booleanas son interactivas, no destructivas y animables.

Otros elementos son los llamados "space warps", que son objetos invisibles que afectan a la malla, superficie o partículas que se encuentren cerca. Dentro de los efectos se encuentran, explosión, rizo, onda, gravedad, viento, desplazamiento y deflexión entre otros.

Este programa contiene un editor de materiales muy poderoso con canales de oscurecimiento para control de efectos de iluminación ambiental, difusa, especular, brillantez, autoiluminación, opacidad, color de filtro, reflexión y refracción.

Los oscurecedores pueden estar compuestos de jerarquías de mapa de bits y de material procedimental. Estas jerarquías pueden tener profundidad ilimitada.

Soporta también texturas animadas, fondos y material translúcido.

Los tipos de luces incluyen, ambiental, omni, foco libre, foco con objetivo, direccional libre y direccional con objetivo y algunas de ellas incluyen características tales como pistas de inclusión/exclusión y manejo de aspectos intrínsecos. Adicionalmente, la iluminación volumétrica soporta efectos de humo animado, neblina y brillo, con sombras volumétricas para luces.

Tiene una línea de tiempo con múltiples controladores, incluyendo entre otros: lineal, Bézier, TCB, ruido y de expresión. Estos controladores pueden ser apilados, combinados, copiados y calcados. Todas las funciones son animables y las operaciones aptas para graficarse tienen un control para curva de función.

El programa también posee restricciones para cinemática inversa más sistemas de partículas tales como nieve, lluvia y spray entre otros. Son regulables por medio de space warps (objetos invisibles) de gravedad, deflexión y desplazamiento, entre otros.

Los tipos de representación van desde el modo elemental hasta el oscurecimiento metálico con soporte de canal alfa, región de representación recortada o extendida, fantasma de movimiento de objeto y de escena y representación en red (aún a través de Internet).

En el área de video, puede realizar representación de campos y posee características para corrección de color en relación a los sistemas PAL y NTSC.

Conclusión particular.

Este programa posee un modelador muy fuerte y consistente y la edición de materiales es excelente. La interfaz de usuario es intuitiva y brinda un conjunto de vistas junto con el conjunto de herramientas necesarias.

La capacidad de animación es muy buena y junto con la calidad de representación forman un conjunto muy atractivo.

El poseer las herramientas de modelado, edición de materiales, animación y representación en un mismo entorno, le brinda al usuario una libertad de acción que se traduce en rapidez de creación a través del flujo de producción.

3D Studio MAX es un programa de propósito general para visualización

tridimensional, es decir, tiene un espectro muy amplio de aplicaciones.

Es compatible con las plataformas de:

- Power Macintosh.
- Windows NT/95/98/2000.

Requerimientos del sistema:

- Procesador a 200 MHz.
- 64 MB de RAM.
- 500 MB en disco duro.
- Tarjeta gráfica de, por lo menos, 800 x 600 x 256 colores (es soportada la aceleración para hardware Open GL y Direct3D, preferible un acelerador gráfico 3D de 24 bits).
- CD-ROM.
- Windows NT 4.0 ó Windows 95-98-2000.

MODELADO.

- Creación interactiva en cualquier punto, en cualquier contexto y sobre cualquier cara en el cuadro que sea.
- No hay límites en el tamaño de la geometría o de la escena, número de objetos, cámaras, luces, materiales, mapas, historia de modelado o efectos de representación.
- Elección para hacer el modelado con un conjunto de primitivas 2D y 3D que pueden permanecer paramétricas o que pueden convertirse a cualquier otra base geométrica.
- El modelado relacional NURBS crea curvas y superficies que mantienen la intención del diseño a través de manipulación y animación con elección de punto o curvas y superficies.
- Aproximación adaptable de superficie con normales, esto da resultados suaves con controles separados para superficies base,

compuestas o que se desplacen.

- Conjuntos completos de herramientas para modelar: splines, polígonos, malla poligonal, parche Bézier o superficies relacionales NURBS en modo directo o procedimental.
- El modelado procedimental está basado en modificadores, almacenando decisiones en una historia editable.
- Los modificadores pueden incluir gizmos para manipulación directa sobre parámetros para un flujo de producción rápido y eficiente.
- El modelado de malla es rápido, ya sea en el modo explícito o procedimental tiene un amplio conjunto de herramientas de vértice, lado, cara y polígono las cuales incluyen: corte, biselado, rebanar, rebajar, división y control de horizontalidad entre otros.
- Modelado de subdivisión de superficie con puntos, vértices y lados modificables.
- Optimización de polígonos con preservación de superficie, niveles de detalle separados y control de longitud de lado.

ANIMACION.

- Los controladores pueden ser ordenados, combinados, referenciados, copiados o programados.
- El subsistema New Bones provee la posibilidad de crear el esqueleto de un personaje de una manera rápida y flexible.
- La función Auto Bone convierte cualquier jerarquía de objetos en una estructura de huesos.
- El subsistema Shaded Bones brinda una mejor definición a la figura de los personajes además de proveer la capacidad de compresión y de expansión.
- Aletas ajustables facilitan el poder determinar la rotación de un hueso.
- Relaciones a la medida y sistema de captura de movimiento para manejo de títeres digitales.
- Controladores restrictivos incluyen: posición, orientación fijar a ruta.

- La barra de pistas despliega llaves sensitivas al contexto, para manipulación.
- Las llaves pueden filtrarse para decisiones rápidas y pueden editarse utilizando los controladores intuitivos Bézier.
- Arquitectura de cinemática inversa con solucionadores de movimiento intercambiables.
- Solucionadores de movimiento independientes de la historia, dependientes de la historia y de extremidades con alternativas para terceros para crear animaciones de forma rápida y con resultados predecibles.
- Alternancia de cinemática natural a cinemática inversa para una transición suave durante la animación y entre animación de cuadros y solucionadores para proveer libertad completa al diseñar el movimiento del personaje.
- Animación paramétrica basada en controladores que brinda un control completo sobre los métodos de interpolación y comportamientos.
- Los controladores de movimiento permiten el poder elegir el método de evaluación para cualquier valor animado.
- El sistema de cinemática inversa soporta jerarquías ramificadas, objetos de aristas y seis grados de libertad.
- Los resultados de la cinemática inversa son obtenidos interactivamente por medio de entradas, salidas y precedencia.
- Capacidad de utilizar dinámica para cuerpos que chocan o que patinan.
- Vista esquemática de jerarquías complejas.

REPRESENTACION.

- Representación de alta velocidad con calidad de imagen de película de 35 mm., brinda colores de 16 bits por línea de barrido de canal A-buffer, con control total gama hasta de 32,000 líneas de resolución por cuadros o campos.

- El sistema de representación de sombras, Active Shade, ajusta de manera interactiva materiales, luces y mapeado durante una sesión.
- Excelente capacidad de expansión a través de representación multihilo a la medida de hasta 10,000 computadoras.
- Capacidad de ray tracing que brinda reflexiones y refracciones rápidas con muy bajos niveles de recursión.
- Las opciones de representación avanzada incluyen: profundidad de campo fotorrealista, desplazamiento adaptable de todo tipo de geometrías, fantasma de movimiento 2D y 3D, iluminación volumétrica 3D, fuego, explosiones, humo y niebla.
- Efecto de fantasma de movimiento para una edición/visualización rápida sin volver a representar.
- Representación de un sólo paso de elementos separados para usarse en composición.
- Transiciones entre varias cámaras, filtros, máscaras, entrada, exportación y dispositivos.
- Capacidad de conexión con representación "Mental Ray", que brinda una calidad muy buena y que corrige los resultados de ray tracing, iluminación global y luz reflejada a través de cristales y líquidos.
- Más de una docena de filtros antiescalón brindan diferentes acabados para imágenes ya representadas, área, Blackman, Catmull-Rom, soften y otros.
- Control directo de plugs-in sobre etapas clave de la representación incluye: antiescalera, sombras y muestreo.
- Coordinación de acción en vivo con herramientas de imágenes de fondo, proyección de cámara, mapeado, sincronización de cámaras y pista de movimiento 3D.

6.4 SOFTIMAGE.

El flujo de producción de este programa esta muy bien diseñado ya que sigue al proceso natural de animación.

Las herramientas que posee han sido diseñadas teniendo como objetivo una integración completa en la línea general de trabajo, ya que brinda resultados rápidos y de la mejor calidad en cualquier etapa de la producción.

La interfaz de usuario se puede personalizar y cuenta con un sistema de vistas que satisfacen cualquier requerimiento. Las herramientas de las diferentes áreas se encuentran muy bien integradas en la interfaz.

El proceso de creación no se ve afectado ya que todas las herramientas de modelado, edición de materiales, animación y representación se encuentran, por decirlo así, "detrás del restirador" del usuario, es decir, muy a la mano, pero sin demandar una atención excesiva. La utilización de todos los elementos de la interfaz es intuitiva.

Este programa posee una gran ventaja en cuanto a animación de personajes se refiere, es más fácil hacer un recuento de las películas o juegos de video más exitosos que no lo han utilizado que de las que lo hicieron. A continuación se presenta una lista de algunas películas que utilizaron Softimage para la creación de personajes, efectos, modelos o ambientes.

- 101 Dálmatas (1996).
- Alien, la Resurrección (1997).
- Hormiguitas (1998).
- Babe, un puerquito en la ciudad (1998).
- Batman y Robin (1997).
- Gasparín (1995).
- Flubber (1998).
- Godzilla (1998).
- Jumanji (1995).

- Parque Jurásico (1993).
- Perdidos en el espacio (1998).
- Matrix (1998).
- Misión Imposible (1996).
- Mi Marciano favorito (1998).
- El Príncipe de Egipto (1998).
- Rescatando al soldado Ryan (1998).
- Pequeños Soldados (1998).
- Speed 2 (1997).
- El Quinto Elemento (1997).
- Los Picapiedra (1994).
- La Máscara (1994).
- Titanic (1997).
- El Mañana Nunca Muere (1997).
- Tornado (1997).

Conclusión particular.

Resulta difícil equivocarse si uno escoge este programa ya que todas las partes del sistema, modelado, edición de materiales, animación y representación tienen un desempeño excelente, son muy versátiles y potentes además de que están muy bien integrados en la interfaz de usuario.

La gama de formatos de archivo que maneja es muy amplia. Este programa es el que está en el nivel más alto en cuanto a potencia y calidad.

Una desventaja es la falta de literatura de apoyo y el hecho de que no es muy utilizado en la producción micro y pequeña ya que inicialmente se utilizaba solamente para trabajos de altos requerimientos.

Requerimientos del sistema.

Windows 2000.

Aunque este programa no ha sido certificado para correr con Windows 2000, se empezó a trabajar con este sistema operativo desde la versión 3.8, la versión que se utiliza actualmente es la 3.9 (año 2001).

Los requerimientos mínimos del sistema son los mismos que para Windows NT.

Windows NT.

- Estación de trabajo con procesador Pentium II o con procesador Alfa (Compaq).
- Versión 4.0 de Windows NT.
- Tarjeta aceleradora de gráficos compatible OGL (resolución de 1024 x 768 mín.)
- Ya soporta una resolución de 1600 x 1024.
- 96 MB de RAM.
- 2 GB en disco duro.
- Drive CD-ROM.

IRIX.

- Estaciones de trabajo de Silicon Graphics con procesadores MIPS R4000 o superiores.
- Versión 6.2 de Irix (o superior).
- 96 MB de RAM.
- 2 GB en disco duro.
- 200 a 300 MB para archivos de intercambio.
- Drive CD-ROM.

MODELADO.

- Tipos de geometría: De cara, malla poligonal, parche, spline: Bézier / lineal / cardinal / forma libre / B-spline / NURBS.
- Primitivas 2D y 3D: Arco, círculo, cono, cilindro, cubo, dodecaedro, rejilla, icosaedro, nulo, octaedro, cuadrado, esfera, espiral, toroide, tetraedro.
- NURBS avanzados: Soporte de modelado cuadrático y cúbico incluyendo superficies NURBS compuestas y extrusión de curvas.
- Texto: Soporte de tipo real con 20 fuentes incluidas.
- Operaciones generales: Duplicación basada en animación, alineado, biselado, extrusión guiada, convertir, fractalizar, rejilla local, contraer-torcer, polipiel, edición de puntos y coordenadas, congelar, mallas de mezclado, superficies de mezclado, recorte de planos, rotación, redondeo, subdivisión, simetría, parches de 4 lados, modelado proporcional con añadido.
- Operaciones booleanas 2D y 3D: Intersección, Unión, diferencia.
- Operaciones poligonales: El polígono como objeto, restricciones planares de 3 puntos, referencia asignable de centroide, selección múltiple de polígono, redondeo, extrusión, revolución.
- Modelado poligonal: Herramientas para modelado de bajo nivel poligonal que son parte de un modelador de malla mayor.
- Herramientas de selección de malla: Se utilizan para seleccionar grupos de polígonos usando nuevos criterios tales como: distancia desde el plano y concavidad.
- Operaciones de modelado animado: Biselado animado, puente, duplicador, ramificación, extrusión guiada medida, mapa de abolladuras, encoger y torcer.

- **Super plastilina:** Modelado basado en densidad para objetos orgánicos y esculpidos.
- **Copiado de referencia:** De un conjunto de geometría o jerarquía.
- **Centro de racimo:** Permite una animación facial poderosa.
- **Modelado relacional:** Establece una relación permanente entre un objeto y su operador fuente.
- **Reducción de polígono:** Sistema que incluye control de selección para vértices etiquetados y polígonos seleccionados y opciones para la preservación de atributos de superficie.
- **Encoger-torcer:** Se puede torcer una superficie NURBS de baja densidad sobre mallas arbitrarias con preservación total de la textura.
- **Los puntos de un objeto se pueden dejar caer, dibujar y mover para que se conformen a la superficie de otro objeto**

ANIMACION.

- **Controles básicos:** Ruta explícita, curvas de función, generación de cuadros intermedios, rejillas de forma y captura de movimiento.
- **Secuenciador de animación:** Interfaz de alto nivel a través de la hoja de información. Se cargan, guardan y manipulan "acciones" (grupos de curvas de función).
- **Editores de animación:** Curva de función, hoja de información (incluyendo secuencia de animación) y hoja de exposición.
- **Soporte de sonido:** Soporte a nivel de hoja de información para archivo de sonido.
- **Pista de audio:** Mezcla de pistas duales de audio con control independiente de volumen mientras se sincroniza con la animación.
- **Efectos de animación:** Onda, explosión, pegamento, copos, imán, fijar, contracción, límite, agitar.
- **Restricciones:** Posición, orientación, plano límite, tangente a

la ruta de animación, cámara/vector de objeto, normal a la superficie del polígono, objeto-grupo, grupo-objeto, planar de 3 ptos. Y 2 ptos. Lineal.

- **Funciones:** Deformación, escalación, rotación, estirar, traslación.
- **Expresiones:** Se pueden definir relaciones entre objetos. Se pueden modificar curvas de función ya existentes o canales de E/S.
- **Deformaciones:** Las herramientas de deformación permiten la modificación de la forma de un objeto a través del tiempo, incluyendo racimos, punto de control, punto causante, parche, curva, vértice, superficie y rejilla.
- **Forma, racimo y rejilla:** Control de animación de alto nivel en la acción y pistas de curva en la hoja de información, administran los matices de la manipulación de geometría.
- **Dinámica:** Colisión, densidad, elasticidad, fricción, fuerza, gravedad, masa, abanicar, fijar-soplar, turbulencia estática y dinámica.
- **Capacidad para estirar y aplastar:** Deformación automática de estirar-aplastar basada en velocidad y en aceleración.
- **Película:** Combina archivos representados (.pic) con un archivo de audio para crear archivos (.mov) (irix) o (.avi) (windows NT), además brinda compresión para los 2 formatos.

Herramientas para animación de personajes:

- **Administrador de continuidad de superficie:** Mantiene la continuidad entre las superficies NURBS para que siempre aparezcan suaves cuando sean animadas.
- **Cinemática natural y cinemática inversa 2D y 3D:** Incluye especificación de ángulo y límites de rotación.
- **Generalización de esqueleto:** Utilización de modelos como jerarquías de esqueleto.
- **Envolturas flexibles:** Incluye ajuste automático de vértices.

- **Cubierta:** Automática, local, global, ajustable.
- **Envoltura ajustable:** Ajuste automático de vértices. Cuando se aplica una nueva cubierta, la memoria del esqueleto se mantiene. Edición de varias envolturas por sesión, despliegue de información de ajuste por vértice.
- **Herramientas de envoltura independientes de resolución:** Copiar y pegar mapas de ajuste entre envolturas de diferente resolución o a través de límites.
- **Esqueletos estándar:** En la interfaz se incluyen esqueletos de 19 y de 55 grados de libertad.
- **Envolturas rígidas:** Envolturas basadas en transformaciones.
- **Exportación de información de esqueleto y de envoltura:** Un filtro permite preservar el esqueleto y los valores asignados a la envoltura que va a ser filtrada y exportada en el formato de archivo (.XSI).

Control de canales de captura de movimiento.

- **Dispositivos de entrada de información:** Se puede monitorear el comportamiento y la animación utilizando dispositivos de entrada como MIDI, magnéticos, visuales o mecánicos.
- **Drivers de canal:** Mouse, micrófono, bola (SGI), caja de cuadrante (SGI), MIDI y palanca.
- **Biblioteca de captura de movimiento:** Posee una amplia gama de movimientos en 5 categorías: danza, peleas, deportes, genéricos y tutoriales.
- **Canales de salida:** Exportación de animación para presentaciones, robótica, MIDI, control de sonido y de movimiento de cámara.

REPRESENTACION.

- **Iluminación global:** Recrea el comportamiento natural de la luz reflejada produciendo imágenes mucho más realistas y un

- establecimiento de condiciones de iluminación más sencillo.
- **Efectos de refracción:** Simula el efecto de la luz que pasa a través de materiales refractarios como el cristal o el agua.
 - **Director de características de iluminación:** Brinda un fácil acceso a los controles de efectos especiales del representador Mental Ray, tales como refracción e iluminación global.
 - **Mapas de sombras:** Un método nuevo para crear sombras con mapeo de profundidad y que es más rápido que ray tracing.
 - **Mapeado de desplazamiento de polígono:** Utiliza texturas 2D para modificar la superficie de un objeto poligonal cuando esta representado.
 - **Mejoramiento del rendimiento:** Aceleración de rejilla, inhabilitación selectiva de características, composición incremental tipo mosaico para objetos y también en red.
 - **Director de efectos especiales:** Permite una creación rápida y una vista previa de efectos ópticos tales como, luces volumétricas y humo entre otros.
 - **Fantasma de movimiento:** Calcula el fantasma de movimiento desde el punto de vista de la cámara.
 - **Asistente de caricaturas:** Representación 2D con estilo de acetato.
 - **Prestablecidos:** Más de 70 efectos preestablecidos y reguladores que incluyen: luces regulables, atmosféricas, volumétricas, de estrella y de reflejo, pelo, piel y humo.
 - **Representación paralela y distribuida:** Distribución del proceso de representación entre varios procesadores de estaciones de trabajo o en una red de ellas (en plataformas Windows NT y SGI).
 - **Representación de vista ortogonal:** Para mapas de textura libres de distorsión.
 - **Representación de colores basada en vértices.**
 - **Representación de campo de alta calidad, lineal y exacta.**

6.5 CONCLUSION GENERAL DEL ANALISIS.

Existen varios factores a tomar en cuenta para definir la conclusión del análisis:

- ❖ Calidad general del programa.
- ❖ Capacidad y versatilidad de cada componente: modelador, editor de materiales, animador y representador.
- ❖ Precio.
- ❖ Compatibilidad con plataformas.
- ❖ Orientación general del programa.
- ❖ Integración de todos los recursos en una interfaz de usuario intuitiva que facilite el flujo de producción.
- ❖ Disposición y manejo intuitivo de las herramientas.
- ❖ Existencia de manuales y soporte técnico.
- ❖ Capacidad de actualización.
- ❖ Grado de integración con productos de terceros.
- ❖ Manejo de las vistas.
- ❖ Capacidad para trabajar en red.
- ❖ Ser crítico con respecto de sus fortalezas y debilidades, tomando en cuenta la aplicación para la que se requiera.
- ❖ Existencia de literatura de apoyo.

ANIMATION MASTER.

Considerando los factores anteriores, se puede decir que este programa tiene varias inconsistencias, una de ellas es el hecho de que el modelador es muy potente, en especial cuando se trata de objetos orgánicos, pero los otros componentes del sistema no están a esta misma altura.

Otra desventaja es que esta demasiado orientado para producir animación de personajes de tipo clásico (caricaturas), esto significa que no fue diseñado para ser un programa de visualización tridimensional de propósito

general.

Una tercera desventaja consiste en la utilización de convenciones no estándares por lo que resulta difícil entender su forma de trabajo ya que no sigue al 100% la idea de hacer intuitivo el uso de la interfaz y de las herramientas.

Entre los productos de este tipo es una opción de lo más económica, si lo que se quiere hacer es producir personajes animados.

No posee capacidad para trabajo en red lo cual es una desventaja si se trata de un trabajo complejo.

Es compatible con Power Macintosh y con Windows 95/98/2000 y NT.

En el espectro de calidad y potencia de paquetes de modelado y animación tridimensional Animation Master se encuentra en un nivel bajo.

3D STUDIO MAX.

Se puede decir que dentro de la gama de software profesional de visualización tridimensional, este programa ocupa un lugar entre el nivel intermedio y el avanzado.

Aprovecha las ventajas de trabajar en multiproceso y en multitarea (Windows NT), además tiene capacidad multihilo con lo que casi se puede duplicar el rendimiento si se añade un segundo procesador.

Sigue la filosofía de los productos orientados a objetos por lo que acepta herramientas de terceros.

El grado de integración de todos los componentes es muy alto y la

interfaz de usuario esta muy bien diseñada, ya que es intuitiva y sigue al proceso natural de creación.

En cuanto a potencia y versatilidad de modelado, edición de materiales, animación y representación el desempeño también es muy bueno. En representación, acepta trabajar con productos como Mental Ray y Renderman, en aspectos que requieran de iluminación global, representación distribuida o iluminación a través de líquidos o cristales.

Algo que también se debe tomar en cuenta es el hecho que 3D Studio MAX es el programa más utilizado en la plataforma Windows y que en los últimos años le ha quitado parte del mercado a programas de categoría similar y superior en los campos de televisión, videojuegos y cine.

El antecesor de 3D Studio MAX, 3D Studio R4 poseía en 1996 30% del mercado total (2 veces más que su competidor más cercano) y 45% del mercado de PC's con 70,000 copias registradas. En el año 2001, 3D Studio MAX tiene registradas 140,000 copias.

Sin duda es una muy buena opción, ya que el balance de precio, capacidad, versatilidad y compatibilidad da un resultado positivo.

Al confrontar sus características con el mercado emergente de producción audiovisual teniendo también en cuenta avances tecnológicos como el aumento de capacidad de procesamiento y de almacenamiento (aspectos fundamentales en la creación de gráficos animados por computadora), se entiende el éxito y la aceptación que este programa ha tenido. De igual manera se percibe el potencial de desarrollo que tiene en el mercado de la micro, pequeña y mediana producción audiovisual.

SOFTIMAGE.

Es un excelente programa para la producción de altos requerimientos en el área de PC's y también es el líder por su potencia y versatilidad de animación en la plataforma SGI o Unix.

Como ya se ha mencionado, todas las áreas están integradas de tal manera que el flujo de producción armoniza totalmente con el proceso creativo. El uso de las herramientas es intuitivo y satisface plenamente cualquier necesidad de modelado, edición de materiales, animación y representación.

La interfaz de usuario se puede personalizar de acuerdo a las necesidades particulares. El uso de las vistas se puede optimizar al tenerse un amplio control adaptable sobre ellas.

Las desventajas consisten en que por ser un programa utilizado para trabajos de altos requerimientos, el área en la que más se ha utilizado, ha sido la de los estudios con una fuerte capacidad económica, por lo que ha sido poco utilizado y difundido entre los productores micros, pequeños y medianos. El precio ha sido un obstáculo para su difusión.

RESULTADO.

Dadas las características generales y particulares de los tres programas analizados, se deduce que el programa más adecuado para la producción de gráficos animados tridimensionales en los niveles micro, pequeño y mediano, es 3D Studio MAX, aunque se tiene que mencionar que por lo general en la producción audiovisual por computadora, se da una interacción de varios productos, aprovechando las ventajas o fortalezas de cada uno para poder obtener el resultado deseado. Sin embargo, siempre se toma alguno como eje o pivote.

Este programa también se puede utilizar como auxiliar en la enseñanza de la computación visual, ya que es muy completo (es de propósito general) y se puede utilizar para crear y animar cualquier tipo de escena.

Su precio es accesible, la literatura de respaldo es amplia y esta en constante actualización, la compatibilidad con plataformas es buena y el potencial de desarrollo es muy prometedor.

Posee las fortalezas de programas de rango inferior y aprovechando la evolución de la tecnología computacional, ha ido adquiriendo las características principales de los programas de rango superior.

CAPITULO VII CREACION DE UNA SECUENCIA DE DIBUJOS ANIMADOS.

7.1 CONSIDERACIONES DE CREACION.

1.- ESCOGER EL MOVIMIENTO ADECUADO.

El público aprende o capta mucha información de las emociones e intenciones de los personajes animados a través de la forma como se mueven. Hay que asegurarse de que el movimiento que se aplica a los modelos sea coherente con el propósito de la escena. El movimiento también debe armonizar con el grado de realismo en el acabado de la escena, por ejemplo, los acabados con un alto grado de realismo lucen más cuando se utiliza un movimiento que tenga el mismo grado de realismo mientras que un movimiento bosquejado requerirá únicamente de un acabado sencillo.

2.- EVITAR LOS CUADROS FIJOS.

El utilizar uno o varios cuadros fijos al inicio de una secuencia constituye un error en la animación y haciendo una analogía con la animación en vivo es como cuando la cámara toma a los actores antes de que estén listos para la escena. Por eso se tienen que evitar las animaciones con modelos fijos a menos que la secuencia amerite la utilización de varios cuadros en los que se detenga el movimiento. Una solución es empezar la secuencia tomando a objetos secundarios que estén en movimiento con el fin de dar la sensación de continuidad y de flujo de movimiento.

3.- VER PREVIAMENTE EL MOVIMIENTO.

Casi todos los programas de animación permiten la creación de cuadernillos de imágenes que pueden reproducirse directamente en la pantalla. Estos cuadernillos digitales se reproducen a sus velocidades de salida final, por ejemplo, a 24 o a 30 cuadros por segundo. Cuando no se dispone de cuadernillos digitales es posible ver las pruebas de movimiento grabando las imágenes en cinta para luego reproducirlas.

4.- VISTA PREVIA UTILIZANDO VISTAS MÚLTIPLES.

Es de mucha ayuda el utilizar vistas múltiples de cámara cuando se están estableciendo los cuadros básicos en una animación. La perspectiva de la vista de la cámara es útil para observar el movimiento desde un punto de vista específico. Sin embargo las vistas estándar, frente, lados, arriba, son necesarias para checar detalles tales como el traslape de objetos.

5.- QUITAR EL "SEGURO" A LOS OBJETOS ANTES DE ANIMARLOS.

Se les tiene que quitar el "seguro" a los objetos a los que previamente se les colocó para que se mantuvieran en una posición específica, orientación, tamaño o rango espacial durante el proceso de modelado.

6.- SEGUIR EL STORYBOARD.

Es importante apearse al storyboard ya que otras personas pueden estar trabajando sobre la misma secuencia al mismo tiempo que uno. Si alguien decide interpretar el storyboard de una forma liberal se pueden animar secuencias que no concuerden con la toma anterior o posterior o también con otros aspectos de la producción como la pista de sonido. Para evitar que ocurra

lo anterior, es necesario consultar al coordinador de la producción cuando se tenga alguna idea para mejorar la parte del storyboard sobre la que se está trabajando. Puede ser que esa idea se pueda incorporar pero hasta después que se haya consultado a los otros miembros del equipo.

7.2 PREPRODUCCION.

7.2.1 INTRODUCCION.

Quando se produce una animación es esencial hacer énfasis o poner especial atención en el contenido. Es por el contenido que paga el consumidor, no por la forma. Los espectadores se fijan en el contenido de una producción no en el tipo de recursos técnicos que se utilizaron en la realización.

Por ejemplo, la primer película de largometraje animada por computadora, "Toy Story", podría haber sido un atractivo limitado sólo por la técnica empleada. Debido a que también tenía una historia atractiva y un buen desarrollo de personajes, la película atrajo a niños y adultos por igual.

De la misma manera, las películas de acción en vivo que usan gráficas y animación por computadora para mejorar o crear objetos o medio ambiente en la pantalla, como el barco que se hunde en "Titanic", podrían tener un atractivo limitado si la historia fuera plana, es decir, tiene que haber armonía o coherencia entre la historia y los efectos o animaciones hechas por computadora.

Quando una producción incluye una gran cantidad de animación o muchas escenas diferentes, el mejor asistente de diseño es el storyboard.

Es usado por directores de películas para producciones que van desde comerciales para televisión de 30 segundos a películas de largometraje. Como ya se ha mencionado, el storyboard consiste en crear esquemas de las escenas y la acción. Planear un storyboard ayuda al autor a reconocer errores de lógica.

El primer paso en la creación de una película generada por computadora es la selección de la historia. La historia puede ser una que ya exista o una diseñada especialmente para esa película.

En el diseño de un escenario son posibles 2 aproximaciones diferentes para una película generada por computadora:

- 1) El escenario se crea sin saber como animar por computadora. Entonces se utilizan, crean, modifican o combinan programas para producir la película.
- 2) El escenario se crea basándose en las capacidades tanto de la computadora como del software utilizado.

La primera aproximación no limita al creador en ningún aspecto; sin embargo puede conducir a dificultades insalvables y aún a forzar a aquellos involucrados a reconsiderar el escenario inicial.

La segunda aproximación es mucho más segura, sin embargo puede dar como resultado un producto puramente técnico, con méritos artísticos limitados.

Una mejor aproximación es el diseñar un escenario no muy detallado sin pensar demasiado en la computadora. Luego, el escenario se puede afinar y puede producirse un storyboard de acuerdo a las capacidades de la computadora y al software utilizado.

El paso siguiente, después de que el storyboard esta listo, consiste en crear los objetos, los cuales son actores o parte de la decoración.

Aunque existen otros aspectos, tales como cámaras o luces, los 2 elementos clave de una película generada por computadora son los decorados y los actores. Ambos están compuestos de objetos gráficos y la única diferencia es que los decorados son colecciones de objetos estáticos y los actores son objetos dinámicos.

Desde un punto de vista de diseñador, podría parecer que la creación de un objeto gráfico es la misma no importando si va a ser un actor o parte del decorado. Esto no es verdad. Es esencial saber el papel que va a representar el objeto antes de crearlo.

Veamos un ejemplo: Se crea un coche para que permanezca como parte de la escenografía en un estacionamiento. Después decidimos que este coche intervenga como actor para circular en la calle. En este caso, las ruedas tienen que girar, lo que es posible solamente si el coche ha sido diseñado con ruedas individuales. Tal decisión debió haberse tomado desde antes de crear el coche.

El papel que va a desempeñar cada objeto se debe establecer en una etapa temprana, de preferencia durante la creación del storyboard. En particular, todos los movimientos deben planearse antes de la creación de objetos.

Si un objeto va a ser tomado por un actor, eso debe decidirse desde antes de la creación del objeto y del actor. Cuando todos los objetos han sido creados, entonces es tiempo de diseñar el movimiento.

“El movimiento es la esencia de la animación” dice el animador inglés John Halas. Pero ¿qué es el movimiento?. El movimiento de un actor puede definirse en general como cualquier cambio de al menos una característica del actor. Pero ¿cuáles son las características de un actor?. Podemos distinguir características comunes tales como:

- Ubicación .
- Orientación.
- Tamaño.
- Forma.
- Color.
- Transparencia.
- Reflectividad.

También podemos asociar características con partes de un actor. Por

ejemplo, las ruedas de un coche pueden rodar o los ojos en una cara pueden cerrarse.

De esta manera podemos definir formalmente el movimiento de un actor como la aplicación de varias leyes de evolución a las características del actor. Por ejemplo, la rotación de las ruedas del coche es causada por aplicar una ley de evolución a los ángulos que definen la orientación del actor.

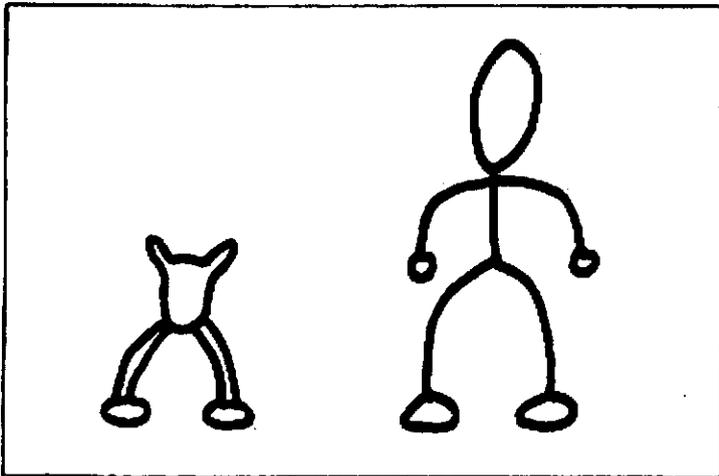
Las leyes de evolución pueden ser tan simples como una ley lineal o como una ley física tal como la del movimiento circular o del movimiento armónico.

A continuación se presentan los pasos que se siguieron para la creación de la secuencia de dibujos animados consistente en la caminata de 2 figuras, una de un muñeco y otra de un perro, se utilizó el paquete 3D Studio Max v. 2.

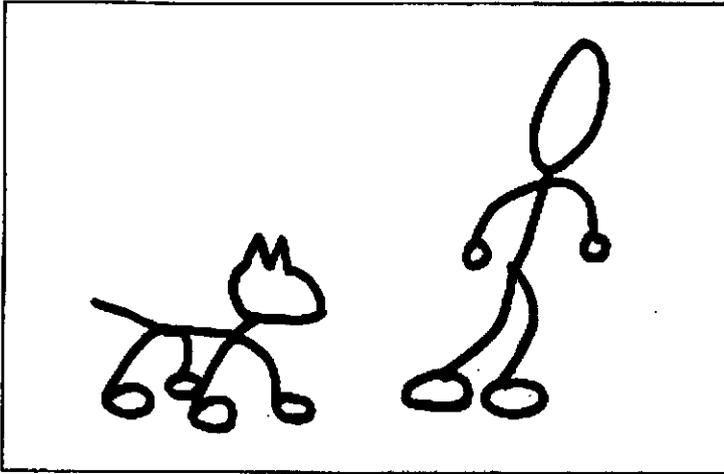
7.2.2 STORYBOARD Y DEFINICIÓN DE No. DE CUADROS.

Para la producción de la secuencia de dibujos animados se utilizan tomas de dos figuras articuladas: un muñeco y un perro:

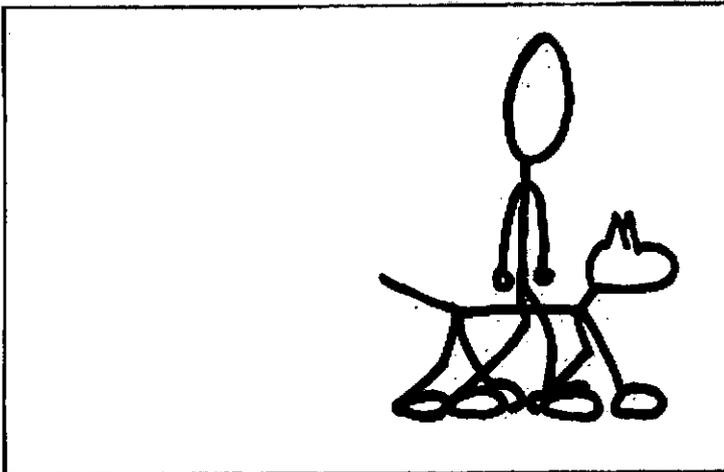
- 1ª.- Toma frontal.
- 2ª.- Toma frontal izquierda inferior.
- 3ª.- Toma lateral izquierda normal.
- 4ª.- Toma aérea central.
- 5ª.- Toma frontal derecha superior.
- 6ª.- Toma trasera derecha superior.
- 7ª.- Toma trasera izquierda superior.



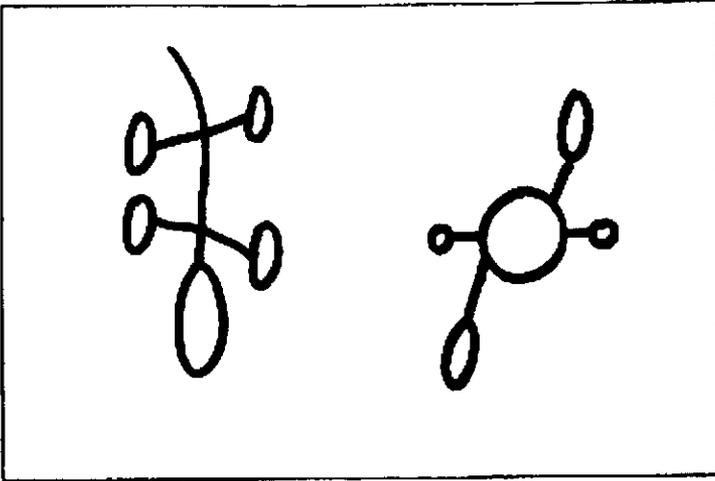
Toma frontal



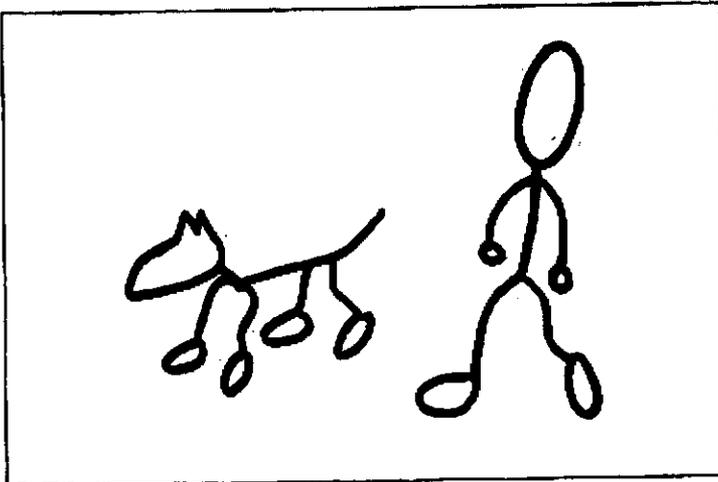
Toma frontal izquierda inferior



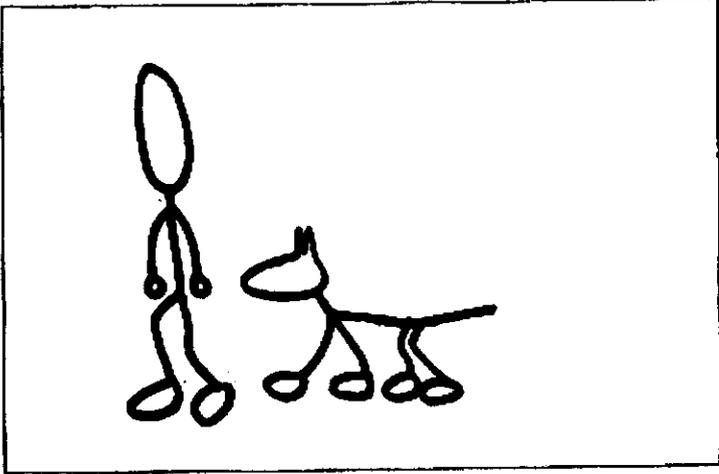
Toma lateral izquierda normal



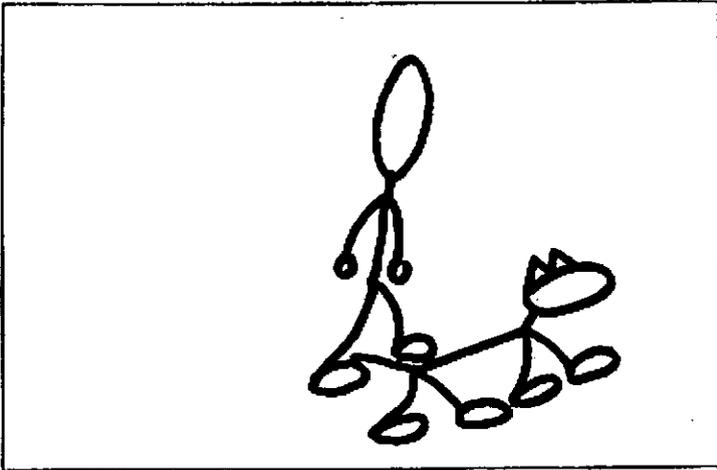
Toma aérea central



Toma frontal derecha superior



Toma trasera derecha superior



Toma trasera izquierda superior

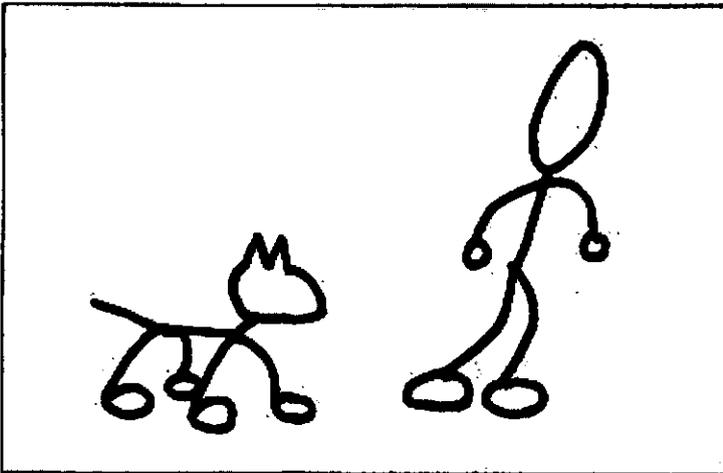
7.3 PRODUCCION. ANIMACION DE LA CAMINATA.

- 1) Se calcula un tiempo de 16 cuadros para cada paso. A 30 cps nos da un promedio de aproximadamente 0.5 seg. por paso. Por los dos pasos son 32 cuadros.
- 2) Se comienza con el pie derecho, esto significa que la cadera derecha también debe ir hacia delante. En el cuadro 1, se rotan las caderas alrededor del eje de la columna de manera que la parte derecha de las caderas avance 10 grados. Desde la vista superior se rota el cuello para que los hombros reflejen esta rotación en sentido inverso.
- 3) En el punto medio del ciclo (cuadro 17) se rotan las caderas y el cuello en la dirección opuesta.
- 4) En el cuadro 9 se crea el balanceo de las caderas, en este cuadro, el cuerpo descansa totalmente en la pierna derecha, mientras que la izquierda jala las caderas para moverlas de su centro. En la vista frontal, las caderas se rotan 5 grados alrededor del eje "z" de tal manera que la cadera derecha quede arriba.
- 5) El cuadro intermedio del segundo paso esta en el cuadro 25, ahí invertimos las rotaciones. Aquí el cuerpo descansa en la pierna izquierda.
- 6) Se crea una clave de rotación para cada vértebra con el fin de darle naturalidad al movimiento.
- 7) En cada cuadro se añaden claves de rotación para las piernas y los brazos, también con el fin de darle naturalidad al movimiento.

Se utiliza cinemática inversa para fijar los tobillos a una trayectoria elíptica que simula el movimiento de los pies al caminar.

Fijar los tobillos a una trayectoria elíptica.

- 1.- Se crean dos trayectorias elípticas y se colocan una en cada pie.
- 2.- Se crea un objeto auxiliar y se le asigna un controlador de recorrido el cual se asocia a la trayectoria elíptica. Lo anterior se hace para cada pie.
- 3.- Se selecciona la manija del tobillo derecho y se liga al objeto auxiliar, lo mismo se hace con el izquierdo.
- 4.- Se seleccionan las manijas de los tobillos. Se activa la opción de cinemática inversa para que todos los cálculos de rotaciones para las juntas de las piernas los haga el sistema.
- 5.- Se ajustan los pies para que al estar en contacto con el suelo permanezcan en posición horizontal.



Animación por medio de Cámara.

Para aplicar animación por medio de cámara se utilizan, como ya se mencionó anteriormente, 7 tomas desde diferentes ángulos.

A la 1ª. Y a la última toma se les dio una extensión de 768 cuadros y a las demás se les dio una extensión de 500 cuadros.

- 1) Toma frontal (aumenta la iluminación).
- 2) Toma frontal izquierda inferior.
- 3) Toma lateral izquierda normal.
- 4) Toma aérea central.
- 5) Toma frontal derecha superior.
- 6) Toma trasera derecha superior
- 7) Toma trasera izquierda superior (disminuye la iluminación).

Animación utilizando iluminación.

Dentro de la secuencia de tomas, en la 1ª. Que es la toma frontal, se aumenta la iluminación de forma gradual para pasar de casi una oscuridad total a una iluminación total en 12 pasos.

En la última toma, la toma trasera izquierda superior, se hace lo contrario, es decir, se disminuye la iluminación gradualmente para pasar de una iluminación total a una oscuridad casi total en 12 pasos.

Representación.

El tiempo de representación (proceso) fue de 25min. y 15seg..

En total son 43 objetos.

El número de caras es 3352.

7.4 POSTPRODUCCION.

Para la postproducción se utilizó el Video Post de 3D Studio Max y que viene a ser como una mezcladora de video. Aquí se edita la salida final de todas las secuencias de las diferentes tomas (7) y se vacía a un archivo de tipo AVI.

Aquí las imágenes o las animaciones pueden sobreponerse unas a otras o se pueden colocar imágenes encima o debajo. Las imágenes se pueden mezclar o enmascarar para que junto con manejo del tiempo se puedan crear películas. Estos procesos de postproducción Video Post requieren de mucho tiempo de procesamiento, ya que necesitan mucho espacio para cargar los archivos de imagen y con cada cuadro tienen que efectuarse varios procesos de cálculo.

Cada una de las secuencias de las tomas se guardó como archivo AVI para que posteriormente a través del Video Post se pudieran manipular aumentando o disminuyendo su duración en el tiempo.

A continuación se presenta la cantidad de cuadros que se le dió a cada secuencia:

- 1) Toma frontal.- 768 cuadros.
- 2) Toma frontal izquierda inferior.- 500 cuadros.
- 3) Toma lateral izquierda normal.- 500cuadros.
- 4) Toma aérea central.- 500 cuadros.
- 5) Toma frontal derecha superior.- 500 cuadros.
- 6) Toma trasera derecha superior.- 500 cuadros.
- 7) Toma trasera izquierda superior.- 768 cuadros.

La duración de toda la animación es de 2 min. 25 seg..

CONCLUSIONES.

Para empezar tomemos en cuenta los siguientes puntos:

- Una consecuencia del auge del diseño tridimensional es la animación por computadora.
- Los gráficos por computadora son una de las áreas de la tecnología actual que más rápido se desarrollan.
- El auge de nuevos productos, tanto de hardware como de software, y de técnicas, ha permitido crear modelos y efectos que era imposible lograr apenas hace 5 años.
- El área de la animación dentro del campo de la computación visual, es todavía muy joven y está en continua evolución. Se puede decir que de unos años hacia acá, esta evolución ha sido de tipo exponencial.
- A lo largo de los últimos años se han hecho esfuerzos para estandarizar procedimientos y herramientas con el fin de satisfacer las necesidades de los usuarios.
- Un importante movimiento de reforma en la educación promueve el aprendizaje significativo (activo y cooperativo).
- Las computadoras, los multimedios y dentro de estos la animación, ayudan a estudiantes y profesores a hacer la transición a este nuevo modo de aprendizaje.
- En el salón de clases, las presentaciones visuales que incluyen animación, video y sonido, motivan a los estudiantes a convertirse en participantes activos del proceso de aprendizaje.

- o Los programas interactivos de multimedia brindan conceptos para la vida y lo hacen de una manera diferente y atractiva, esto ayuda al estudiante a integrar el pensamiento crítico y habilidades para la solución de problemas.

Todo lo anterior aunado a la baja de precio de hardware y de software, el aumento en las capacidades de almacenamiento y de procesamiento, el aumento en la velocidad evolutiva del hardware y del software, están creando las condiciones ideales para que se dé un desarrollo sin precedentes dentro de esta área de la computación.

Algo en lo que se tiene que caer en cuenta, es el hecho de que el potencial de la animación por computadora es enorme porque al tener la capacidad para "crear" tanto actores como ambientes o escenarios virtuales, abate costos, es decir, resulta más barato producir artículos audiovisuales, sean estos comerciales, videojuegos o películas.

Hace algunos años las películas generadas por computadora solamente presentaban mundos sin vida real, es decir, únicamente podíamos ver logotipos o formas geométricas que volaban, algunas veces robots o personajes animados, pero que carecían, en ese entonces, de las características necesarias como para poder imitar el comportamiento humano, perdiendo de esta manera, por la falta de desarrollo y de capacidad de la tecnología de ese tiempo, el interés del público y de los creadores de productos audiovisuales.

Estas características antropomórficas constituyen un factor indispensable para que la animación de personajes sea exitosa. Esto se puede ver a lo largo de la historia de la animación tradicional y recientemente en la animación de personajes generada por computadora. Lo podemos observar desde una de las primeras películas que utilizaron un personaje digital "El Joven Sherlock Holmes" de los años 80's y en los últimos años en el personaje "Jar Jar Binks" de la última película de la serie de la Guerra de las Galaxias, "La Amenaza Fantasma", "Shrek", "Mounstruos Inc." y todos los personajes de "Fantasía Final". También se debe incluir toda la gama de producciones de videojuegos y comerciales para televisión.

Actualmente los actores sintéticos, sean personajes de ficción o recreaciones de seres humanos, han abierto una posibilidad enorme, la cual ha venido a reforzar, mejorar y ampliar la capacidad de los seres humanos para comunicar sus pensamientos e ideas.

En los últimos 10 años se ha venido dando una evolución tanto de las técnicas como de los equipos necesarios para crear personajes con estas características, es decir, la animación ha experimentado un desarrollo sin precedentes en la última década.

Es en este aspecto en donde se presenta un reto de frontera tecnológica: la creación y animación de personajes sintéticos que no lo parezcan, es decir, que asuman y actúen con todas las características humanas tanto en lo físico como en lo psicológico y que puedan desenvolverse en cualquier escenario artificial o real de la forma como se les programe. Es en esta forma como se llevarían al máximo las características antropomórficas que están presentes en todos los personajes animados.

Las instituciones de educación superior tienen la función de crear, conjuntar y encauzar el conocimiento humano para que pueda traducirse en bienestar práctico para la sociedad. Es por eso que, tomando en cuenta lo anterior, el enseñar todo lo relativo a la animación y por ende a la computación visual, vendría a satisfacer una demanda presente ya en la sociedad y en su cultura, ya que se sentarían las bases para que se diera la creación de recursos humanos, científicos y tecnológicos en este campo.

Para reafirmar lo anterior basta con ver la cantidad de productos audiovisuales generados por computadora y el impacto e influencia que están teniendo en la cultura y en la comunicación humana. Por eso es tan importante que esta enseñanza se dé adecuadamente, siguiendo los principios de la Pedagogía en general y de la Didáctica en particular.

BIBLIOGRAFÍA.

- **Computer Animation. Theory and Practice. 2nd. Revised edition.**
Nadia Magnenat Thalmann.
Daniel Thalmann.
Computer Science Workbench. Springer Verlag. 1990.
- **3D Graphics and Animation. From Starting Up to Standing Out.**
Mark Giambruno.
New Riders Publishing. 1997.
- **3D Computer Graphics. A User´s Guide for Artists and Designers.**
2nd. edition.
Andrew S. Glassner.
Design Press–TAB books. 1989.
- **Computer Graphics “C” Version.**
2nd edition.
Donald Hearn.
M. Pauline Baker.
Prentice Hall. 1997.
- **El gran libro de 3D Studio MAX.**
Christian Immler.
Marcombo–Data Becker. 1997.
- **The Problems of Computer–Assisted Animation.**
Edwin Catmull.
Computer Graphics Lab. New York Institute of Technology.
Computer–Graphics–Siggraph. 1978.
- **Didáctica y Renovación Pedagógica.**
Paul Juif y Louis Legrand.
Editorial Narcea. 1980.