

# **Capítulo 1: Animación**

## **1.1.Introducción**

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española define la animación como el procedimiento de diseñar los movimientos de los personajes o de los objetos y elementos; es decir al hacer que un objeto modifique su estado actual se logra la animación; este cambio en el estado puede ser obtenido aplicando una amplia gama de operaciones, tales como el escalamiento, desplazamiento, rotaciones, etc.

En los inicios de la industria de la animación, a principios del siglo XX, la animación se obtenía por medio de dibujos cuadro a cuadro, en donde cada cuadro era dibujado a mano y éste era ligeramente diferente al anterior, lo que hacía el proceso bastante lento, costoso y con una calidad dependiente de la capacidad del dibujante. A través del tiempo, esta calidad se fue mejorando poco a poco mediante el uso de diversas técnicas; sin embargo, el proceso seguía siendo largo. Con la llegada de los sistemas de cómputo se empezaron a buscar formas para que haciendo uso de ellos se pudiera acelerar el proceso, sin embargo, se toparon con grandes obstáculos que poco a poco fueron superando, tales como la capacidad, la velocidad de procesamiento y de visualización, entre otros.

Uno de los problemas que más fuertemente se intentó solucionar fue el del modelado de los objetos, ya que esto era la base fundamental de la cual partiría la animación. De ésta inquietud, surgieron muchos modelos, los cuales presentaban ventajas y desventajas, pero que poco a poco fueron generando modelos más eficientes y fáciles de operar en tiempo de animación. Éstos modelos aunados al gran avance logrado en materia de hardware, han permitido que hoy en día el camino de la industria

de la animación se haya unido al de la computación; logrando que hoy contemos con una animación de alta calidad y con un tiempo de producción mucho menor.

Entre los modelos más exitosos y eficientes que se desarrollaron, están los modelos de descomposición recursiva del espacio. Dentro de ellos, uno de los más usados es el modelo Oct-Tree. Éste modelo es una estructura jerárquica de árbol octal generada mediante la descomposición recursiva de un universo cúbico finito. Este cubo es dividido en ocho subespacios iguales llamados octantes. Si un octante se encuentra parcialmente dentro del sólido, es dividido otra vez en ocho cubos, y este proceso continúa recursivamente hasta que todos los octantes obtenidos se encuentren completamente afuera o adentro del objeto, o cuando un nivel mínimo de granularidad predefinido se ha alcanzado [Samet90].

Esta estructura de árbol nos permite realizar fácilmente operaciones booleanas entre dos sólidos de manera sencilla; a demás de que por su naturaleza mantiene un ordenamiento para su correcta visualización. Sin embargo, el modelo clásico mostró ser algo ineficiente cuando se llegaba a las fronteras del objeto, ya que ahí, el árbol crecía de forma importante y se perdía precisión de la representación. Por ello es que se propusieron otros modelos, tales como los Oct-Trees Extendidos o PM-OctTrees [Samet90], [Ayala85], [Brunet85], [Navazo86], [Navazo89]. Este modelo introducía 3 nuevos tipos de nodo (nodo Cara, Arista y Vértice), además de los nodos clásicos; posteriormente un cuarto tipo de nodo fue añadido, el nodo CasiVértice [Ayala91]; todo esto para tratar de resolver los problemas de expansión y precisión del modelo clásico.

## **1.2.Problemas existentes**

La animación en 2D ya ha alcanzado niveles de calidad impresionantes, tan es así, que incluso en la década de los 80's, ya se contaba con animación generada por

computadora de muy buena calidad, sin contar con las capacidades de memoria y procesamiento con las que contamos hoy en día. Sin embargo, cuando se dio el paso a una animación en 3D, se notó que la complejidad de las operaciones crecía de manera importante, por lo que se hizo necesario, para lograr animación 3D de calidad, contar con un equipo de computo con requerimientos bastante altos, tanto de memoria como de procesamiento, o bien una tarjeta de video que pudiera cumplir con los requerimientos.

Éste fue uno de los grandes retos a vencer. En los primeros modelos, tales como el modelo de fronteras, la cantidad de cálculos que se deben efectuar para lograr un cambio de posición, por ejemplo, es directamente proporcional al número de vértices del objeto. Además de que tenemos que pensar en una forma correcta de eliminar partes ocultas. Si pensamos en un escenario con miles o millones de vértices, se puede ver que la animación no será fluida y requerirá de bastante tiempo de procesamiento.

Con esto en mente, se crearon modelos que tuviesen implícitamente un orden en su estructura, tales como los quad-tree (caso 2D), oct-tree y sus extensiones (caso 3D) y BSP-tree, entre otros. Todos estos modelos tienen en común que son generados a partir de particiones espaciales, lo cual nos lleva a tener ya un orden implícito en el modelo, generando un ahorro el tiempo necesario para calcular correctamente la eliminación de partes ocultas, ya que esto se logra modificando el recorrido del árbol. Estos modelos, a diferencia del modelo de fronteras, no tienen que ser recalculados punto por punto a la hora de cambiar la perspectiva, movimiento, etc.; únicamente se le aplica una sencilla operación de rotación y escalamiento con una matriz precalculada; esto nos permite poder elegir el punto de observación de manera arbitraria sin la necesidad de modificar el modelo en sí.

Otra de las ventajas de estos modelos propuestos es que facilitan un conjunto de operaciones que en modelos anteriores eran bastantes complejos, y estas son las

operaciones booleanas. Al contar con la descripción de los objetos en una forma ordenada, es posible operar estos árboles para unirlos, restarlos, complementarlos, etc. Lo cual da una nueva forma de hacer animación. Esta peculiaridad también aporta otra ventaja, y es que con los algoritmos propicios, se reduce de forma importante los requerimientos de poder de cómputo para producir animación de alta calidad.

Estos últimos hechos traen una gran ventaja al mundo de la animación, ya que hasta hoy, al hacer una animación, se tomaba un punto de vista y este no podía modificarse sin tener que repetir todo el trabajo de nuevo. Con estas capacidades, estos modelos nos dan la facilidad de, no solo reducir el costo computacional, sino que podemos observar el desarrollo de la animación desde la perspectiva que deseemos sin mayor problema.

### **1.3. Propuesta**

En el presente trabajo, se propone un nuevo tipo de animación basado en operaciones booleanas sobre objetos descritos en un modelo de BSP-OctTree [Argüelles02]. Esta propuesta se fundamenta en la observación de que, si tenemos la descripción de un cuerpo  $n$ -dimensional y lo operamos con un árbol similar que describa un hiperplano  $(n-1)$ -dimensional y observáramos el resultado paso a paso, veríamos como al recorrer el objeto tendríamos animación  $(n-1)$ -dimensional [Pérez01]. El éxito de este trabajo lograría obtener animación de alta calidad a bajo costo.

### **1.4. Organización**

- *Capítulo 2: Modelo de representación de objetos 3D* – En este capítulo se presentan los modelos de representación de objetos 3D más populares, se

presentará un pequeño análisis comparativo de sus ventajas y desventajas con respecto a su construcción, operación y administración.

- *Capítulo 3: Modelo BSP-OctTree* – Descripción de los árboles BSP-OctTree; algoritmos de creación, visualización y operaciones booleanas.
- *Capítulo 4: Animación basada en operaciones Booleanas*
- *Capítulo 5: Conclusiones y trabajo a futuro.*