

MODANS

MODIFICADOR de ANIMACIONES de HUESOS

AUTORES:

Ing. Minardo Gollún González López
mgonzalezl@uci.cu

Ing. Kirenia Rojas Escobar
krojas@uci.cu

TUTOR:

Ing. Frank Puig Placeres

Junio del 2007

RESUMEN

El proyecto “Paseo Virtual” de la facultad 5 desarrolla aplicaciones de Realidad Virtual¹⁴, en las cuales se utilizan animaciones 3D. Debido a que las computadoras disponibles no poseen los requisitos de hardware óptimos, se hace necesario aprovechar al máximo los recursos. Uno de los principales problemas, es el mal uso de memoria⁹, debido a la cantidad excesiva de Frames que contienen los ficheros de las animaciones generadas por los distintos editores.

En este trabajo se brinda una solución para esos problemas, mediante la implementación de un prototipo de aplicación que permite cargar las animaciones y aplicarle ciertas modificaciones. El objetivo principal es reducir los Key Frames innecesarios, y asignarle prioridad a los huesos del esqueleto.

Con la implementación de esta aplicación se obtuvo un producto capaz de analizar y transformar las animaciones esqueléticas. Las nuevas animaciones modificadas contienen la información que realmente necesitan, y utilizan solo los recursos necesarios, liberando memoria para otros procesos.

ABSTRACT

The project "Paseo Virtual" from the 5th faculty of the University of Information Sciences develop Virtual Reality applications, in which 3D animations are needed. Because of the hardware requirements of available computers aren't optimum, it is needed to fully exploit the resources. One of the main problems is the waste of memory, due to the excessive amount of Frames contained in the animations generated by the different design tools.

In this work it is presented a solution to these problems, by implementing an application prototype which allows to load animations and to apply them some modifications. The main target is to reduce the unnecessary Key frames and to assign priority to the skeleton's bones.

With the implementation of this application, a product able to analyze and transform the skeletal animation was obtained. the new modified animations contain the really needed information, and use just the necessary resources, allowing other process to use the released memory.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
DESARROLLO.....	5
Fundamentación teórica:	5
Animación	5
Interpolación:	6
Técnicas para la animación:.....	7
Herramientas para la creación de animaciones:.....	9
Proceso actual de realización de animaciones:.....	10
Metodologías y herramientas de desarrollo:	10
Solución propuesta:	13
Flujo de Trabajo:	13
Requerimientos de entrada:	14
Funcionalidades:.....	15
Funcionamiento del sistema:	16
Definición de los Requerimientos Funcionales:	16
Definición de los Requerimientos no Funcionales:.....	17
Modelo conceptual:.....	17
Arquitectura del sistema:.....	18
Prototipo de Interfaz de Usuario:.....	19
Diseño del sistema:.....	24
Diagrama de clases del diseño:	24
Diagrama de clases del diseño por paquetes:	24
Resultados:.....	25

Tabla de pruebas realizadas al software:	25
CONCLUSIONES	29
BIBLIOGRAFIA	30
GLOSARIO	32
ANEXOS	34

ÍNDICE DE TABLAS LY FIGURAS

Fig. 1: Secuencia de Frames en una animación.....	5
Fig.2: Animación Patada Lateral.	6
Fig.3: Ejemplo gráfico de interpolación.	7
Fig.4: Área de aplicación de la Morphing Animations.....	8
Fig.5: Ejemplo de una animación usando Skeletal Animations.....	9
Fig.6: Proceso actual de realización y utilización de las animaciones.	10
Fig.7: Diagrama del flujo de trabajo.....	14
Fig.8: Jerarquía de huesos en un esqueleto.	16
Fig.9: Requerimientos Funcionales.....	16
Fig.10: Requerimientos No Funcionales.	17
Fig.11: Modelo conceptual.....	18
Fig. 12: Diagrama de clases del Framework.....	19
Fig.13: Interfaz Principal.	20
Fig.14: Interfaz Cargar Animación.....	21
Fig. 15: Interfaz Asignar Prioridad.....	22
Fig. 16: Interfaz Reducir Key Frames.....	23
Fig. 17: Interfaz Exportar Animación.....	24
Fig.18: Diagrama de clases del diseño por paquetes.....	24
Tabla 1: Resumen de las pruebas realizadas con valores de error permisibles de: KFR = 0.001, KFT = 0, KFS = 0 a cada animación.	26
Tabla 2: Resumen de las pruebas realizadas con valores de error permisibles de: KFR = 0.001, KFT = 0, KFS = 0 a cada animación.	27
Tabla 3: Comparación referente a la cantidad de KB inicial y final de cada animación.	27
Fig. 19: Comparación referente a la cantidad de KB inicial y final de cada animación.	28

INTRODUCCIÓN

Desde siempre el hombre ha querido “animar” sus recuerdos mediante representaciones gráficas. Antes de la escritura el hombre utilizó el dibujo para representar los objetos y los hechos más relevantes que le rodeaban. La escritura permitió transcribir las imágenes mentales y visuales en palabras, pero nunca reemplazó a la pintura como idioma universal: una figura humana con los trazos más simples y limpios es descifrada por cualquier ser humano de cualquier época o cultura. Con el surgimiento de las computadoras, el hombre ha aprovechado sus altas prestaciones para representar y animar situaciones del mundo real y en la actualidad resulta fundamental el conocimiento de las tecnologías de animación, presentes cada vez con mayor fuerza en todo tipo de productos, tanto en el mundo de la comunicación como en el de la tecnología. Se ha convertido en una pieza clave del arte digital. Existen novedosas técnicas para la realización de animación 3D y otras no tan novedosas que dan la posibilidad de hacer realidad tus ideas. Producción de películas para cine y televisión, publicidad, videojuegos y efectos especiales, son sólo algunos de los innumerables entornos de aplicación, de un área creativa que avanza vertiginosamente, dándole nuevas formas a la realidad. En la actualidad se cuenta con herramientas como el 3DStudio Max, Maya y otras para la realización de las animaciones 3D. Estas herramientas a partir de un bípodo¹ y utilizando técnicas como la animación esquelética, permiten obtener la animación deseada por el artista. El problema surge a la hora de exportar dicha animación, ya que, junto con los estados o Frames esenciales que el artista haya definido, la herramienta guarda otros Frames, aumentando considerablemente el volumen del fichero. Aunque mediante disímiles algoritmos, se logra reducir considerablemente la cantidad de estos Frames en el fichero resultante. La cantidad creciente de Frames en los ficheros que contienen las animaciones es proporcional al volumen de recursos de hardware requeridos para procesarlos, provocando que el uso de la memoria sea excesivo. Las herramientas de diseño actuales, como 3DStudio Max o Maya, implementan los algoritmos antes mencionados, pero de forma interna, que no permite realizar el proceso de reconstrucción de todos los datos necesarios para la utilización de estas animaciones

en engines o visualizadores de otros desarrolladores, ya que no se tienen los algoritmos específicos, utilizados por dichas herramientas. Desde el comienzo de la Universidad de las Ciencias Informáticas, el proyecto “Paseo Virtual” de la facultad 5, ha venido trabajando en entornos virtuales, realizando juegos y paseos virtuales, como indica su nombre, para lo que han necesitado la creación de animaciones.

Debido a la utilización de computadoras que en su mayoría no poseen los requisitos de hardware necesarios, se tornó evidente la necesidad de aprovechar al máximo los recursos. Uno de los principales problemas, es el mal uso de la memoria, producto a la cantidad excesiva de Frames en los ficheros que contienen las animaciones generadas en los distintos editores. Se realizó una investigación al respecto y se comprobó que este problema que presentaba el proyecto era común en otros grupos de desarrollo, por lo que se decidió, realizar una aplicación que resuelva de forma personalizada, las necesidades del proyecto.

Problema Científico:

¿Cómo reducir el espacio de almacenamiento de las animaciones esqueléticas y la edición de las propiedades más comúnmente usadas en los motores de simulación?

Objeto de Estudio:

Animaciones esqueléticas en modelos virtuales.

Campo de Acción:

Los huesos contenidos en un esqueleto virtual y los Key Frames que definen sus movimientos.

Objetivo General:

Implementar una herramienta que permita editar y simplificar los recursos utilizados por las animaciones esqueléticas en entornos virtuales.

Tareas a desarrollar:

- Realizar una investigación sobre el efecto del uso excesivo de memoria en los proyectos de Realidad Virtual.
- Construir un prototipo de aplicación que cargue una animación del 3Dstudio u otro paquete de animación.
- Proponer algoritmos para compresión y reducción de Key Frames.

- Implementar módulos para el manejo y configuración de la animación.
- Presentar un flujo de trabajo que muestre el proceso la integración de las herramientas de diseño con las implementaciones dadas.

Métodos de investigación: Los métodos teóricos posibilitaron descubrir, analizar y sistematizar los resultados obtenidos, para llegar a conclusiones confiables que permitan resolver el problema. En tal sentido se usaron:

El **Analítico – sintético** se utilizó al analizar toda la información relacionada con el tema de tesis, ya que permiten la extracción de los elementos más importantes de cada documento analizado.

La **inducción-deducción** se utilizó durante toda la investigación, para llegar a conclusiones y hacer generalizaciones.

El **histórico-lógico** se utilizó al estructurar la trayectoria del objeto en el transcurso de su historia y en orden cronológico.

La **Modelación Analógica** se utilizó para la elaboración tanto de proceso actual, como propuestas de solución.

La **observación** del tamaño resultante en los ficheros de las animaciones, exportados desde las herramientas de diseño y la calidad de dichas animaciones en tiempo real.

La **encuesta** a estudiantes y profesores con el objetivo de conocer el criterio de éstos acerca de los beneficios que podría traer a los distintos grupos de desarrollo, la reducción del volumen de información a cargar por cada animación y sobre los problemas que se presentan por la carencia de computadoras con las suficientes prestaciones, lo que provoca la necesidad imperativa de economizar los recursos de hardware en todos los sentidos.

Los métodos estadísticos posibilitaron el procesamiento de toda la información. Con este fin se utilizaron:

Elementos de la **estadística descriptiva** como consultas a especialistas para evaluar la metodología propuesta y el uso de tablas que ayudasen a la comparación de los datos iniciales con los datos resultantes.

Ideas a defender:

Si se desarrolla una solución que sea capaz de analizar y transformar los valores necesarios de las animaciones esqueléticas en los ficheros exportados por las

herramientas de diseño, los artistas digitales obtendrán animaciones que consuman solo los recursos necesarios, liberando memoria para otros procesos y con la información que realmente necesitan.

DESARROLLO

Fundamentación teórica:

Animación

Animación se refiere al proceso de generación de imágenes donde cada una es una alteración de la anterior. La presentación de estas imágenes a una velocidad suficiente produce la sensación de movimiento. La animación computarizada (tanto la 2D como la 3D) es una ilusión óptica que describe el cambio de un estado a lo largo del tiempo. Ambas constan con el suficiente número fotogramas (Frames) o cuadros por segundo, para dar efecto de continuidad. Para el caso de bípedos en la animación 3D, en cada fotograma clave (key Frame) tenemos una postura¹⁰ del personaje⁹, y al movernos por la línea de tiempo nos da la sensación de movimiento.

La animación de personajes implica la definición de los distintos segmentos tridimensionales y la unión entre ellos, definiendo puntos de conexión y puntos de rotación que permitirán hacer la animación. Esto hace que la animación 3D sea más compleja y necesite gran potencia de cálculo para producir efectos realistas en el movimiento.

Fotograma (Frame):

La animación está compuesta por varios aspectos relacionados entre sí. Unos de estos aspectos son los fotogramas o Frames (término en inglés), que no son más que un estado independiente, y cuya sucesión compone la animación. Esto viene dado por las pequeñas diferencias que hay entre cada uno de ellos que producen a la vista la sensación de movimiento.



Fig. 1: Secuencia de Frames en una animación.

En la Fig.1 se muestra una serie de cuadros donde en cada uno se encuentra un estado del movimiento, siempre teniendo en cuenta la continuidad de las posturas del personaje.

Fotograma clave (Key Frame):

Otros de los aspectos fundamentales dentro de la animación son los llamados fotogramas claves o Key Frames (término en inglés), estos son los estados que el animador considera que son esenciales para definir mejor el movimiento y el sistema o software en el que se hace la animación es el encargado de generar automáticamente los Frames intermedios o In-betweens usando métodos de interpolación.

La manera en que se generan los Key Frames y se controlan los *in-betweens* determinará la calidad y fluidez de la animación. Cuando las escenas se hagan más complejas será bueno saber como crear controles más avanzados que harán el proceso de animación más intuitivo y menos mecánico. En la Fig. 2 se muestra una animación y la línea de tiempo del 3D Studio Max donde vienen especificados los Key Frames que la definieron, por ejemplo el Key Frame 8 (el que viene señalado) donde el bípedo tiene la postura que se muestra.

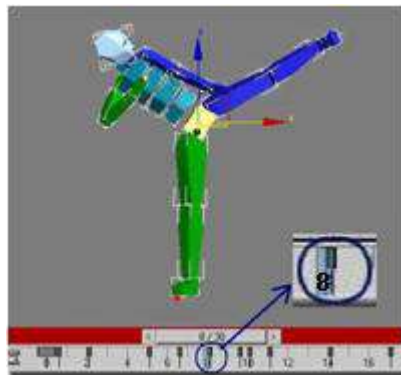


Fig.2: Animación Patada Lateral.

Interpolación:

Se ha mencionado varias veces el término de “interpolación”, el cual es muy importante para obtener mayor fluidez y dinamismo en las animaciones y no es más que el método que utilizan las herramientas de animación para generar los Frames o cuadros intermedios entre los Key Frames definidos por el artista. Este método permite obtener nuevos puntos, partiendo del conocimiento de un conjunto de puntos dados, mediante ecuaciones matemáticas. En las animaciones esto permite tener solo los estados o

posturas (en animación de bípedos) esenciales que el artista haya creado, para obtener el resto. Esto se puede ver con mayor claridad en la siguiente figura.

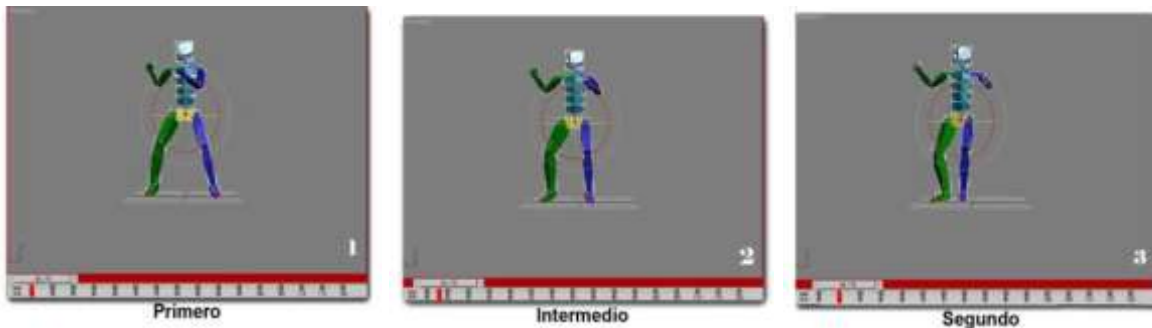


Fig.3: Ejemplo gráfico de interpolación.

En la Fig. 3 se muestran tres posturas diferentes, un primer Frame (1), un segundo Frame (3) y se muestra además uno de los Frames intermedios que se obtiene luego de la interpolación (2), esto nos permite no tener que hacer manualmente cada uno de los estados intermedios.

Es importante decir además que existen varios métodos de interpolación entre ellos la interpolación lineal y la interpolación de Spline, esta última, por sus características, es muy usada en el mundo de los gráficos 3D.

Interpolación de Spline:

Un Spline es una curva definida a trozos mediante polinomios. En los problemas de interpolación, se utiliza a menudo la interpolación mediante Spline, porque da lugar a resultados satisfactorios requiriendo solamente el uso de polinomios de bajo grado a la vez que se evitan las oscilaciones.

Para el ajuste de curvas, los Splines se utilizan para aproximar formas complicadas. La simplicidad de la representación y la facilidad de cómputo de estos, los hacen populares para la representación de curvas en el terreno de los gráficos por computadora.

Técnicas para la animación:

Existen diversas técnicas para la realización de animaciones 3D, las cuales son increíblemente variadas y difíciles de categorizar. Muchas veces se encuentran relacionadas o combinadas. Entre ellas se encuentran la skeletal y la morphing7 animation, animación esquelética y animación por vértices o formas respectivamente.

Ambas técnicas son muy utilizadas en la animación de personajes, la cual se ha convertido en una tarea fascinante para muchos creadores.

Morphing animation:

La morphing animation es una de las técnicas de animación 3D, que se utiliza a veces como alternativa a la animación esquelética. En ella lo que se hace es almacenar un conjunto de posiciones de vértices, tomando como referencias sus coordenadas x, y, z, usándose mayormente para la realización de animaciones faciales.



Fig.4: Área de aplicación de la Morphing Animations.

Skeletal animation:

La animación esquelética es una técnica estándar para la realización de animaciones 3D, particularmente en la animación de los vertebrados, en los cuales un personaje está representado por dos partes: una representación superficial (piel) y una jerarquía de huesos⁵ que se usan para realizar las animaciones (esqueleto).

La utilización de este esqueleto le permite al animador definir una animación con movimientos simples de los huesos, permitiendo que el proceso de creación de las animaciones se torne más sencillo y rápido. Esta técnica tiene muchas aplicaciones y es utilizada comúnmente en la realización de videojuegos y en la industria del cine, para crear movimientos realistas en las animaciones de personajes articulados. Se han desarrollado una gran cantidad de técnicas que controlan el movimiento de un

esqueleto de una manera que parezca natural al espectador, como lo es la captura de movimiento², con la cual se obtiene más rapidez y realismo en las animaciones.

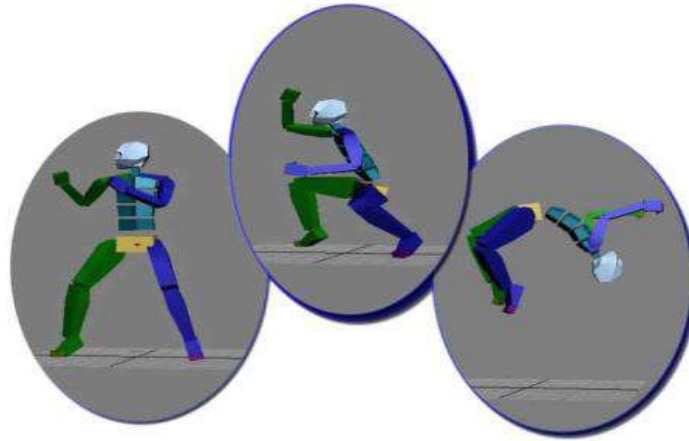


Fig.5: Ejemplo de una animación usando Skeletal Animations

En la Fig. 5 se muestra tres posturas sencillas que se obtienen al mover o rotar cada uno de los huesos del esqueleto o del bípedo en cualquier editor de animaciones.

Herramientas para la creación de animaciones:

El software como herramienta, es un elemento fundamental para la producción de las interpolaciones necesarias y muchas otras tareas básicas necesarias para la animación. Existen muchas herramientas que cubren una gran parte de las necesidades requeridas por los profesionales de las áreas que, de una u otra manera, desean comunicar algo de manera virtual, entre ellas podemos encontrar el 3D Studio Max y el Maya.

3D Studio Max:

Es uno de los programas de animación 3D más utilizados y respetado en todo el mundo. Es uno de los más sencillos para iniciarse en el mundo de la animación 3D para la creación de video, juegos y multimedia. Su arquitectura abierta, su baja curva de aprendizaje y sus potentísimas herramientas lo convierten en uno de los programas líderes del diseño y la animación 3D en infinidad de ámbitos, como: arquitectura, publicidad, televisión y video, cine, artes escénicas, desarrollo de juegos, etc. En el 2005 se convirtió en el primer y único software que ha obtenido un Oscar, gracias al enorme impacto que ha tenido en la industria cinematográfica como herramienta de efectos visuales.

Proceso actual de realización de animaciones:

En la actualidad se utilizan herramientas como el 3D Studio Max, Maya y otras para la realización de animaciones de bípedos, las cuales pueden ser desde muy sencillas hasta muy complejas. En la actualidad este tipo de animaciones, son creadas partiendo de un esqueleto y luego se mueven los diferentes huesos del mismo para crear en cada Key Frame una postura diferente y de esta forma obtener el movimiento deseado. Las animaciones exportadas de cualquiera de las herramientas antes mencionadas contienen muchos más Frames que los definidos por el artista y que de no ser guardados en el fichero, no afectarían el movimiento. Aunque utilizando otras formas de interpolación, no necesitamos todos esos Key Frames adicionales en el momento de utilizarse en juegos u otras aplicaciones, hacen que el proceso consuma una excesiva cantidad de memoria, que pudiera ser utilizada por otros procesos.



Fig.6: Proceso actual de realización y utilización de las animaciones.

En la Fig.6 como su nombre lo indica se muestra cómo se realiza el proceso actual de realización y posterior utilización de las animaciones de bípedos, las cuales son realizadas en cualquier herramienta o editor de animaciones, se toma la animación que se va a utilizar y se muestran en un visualizador de animaciones o se utilizan en un engine para otros fines.

Metodologías y herramientas de desarrollo:

Para la realización de la tesis se hizo un estudio de cada una de las posibles metodologías y herramientas a utilizar. A continuación se presenta la metodología que se utilizó y cada una de las herramientas con sus características distintivas que se tuvieron en cuenta para su selección.

Metodología:

La metodología de desarrollo utilizada en la realización de esta Tesis es: RUP (Proceso Unificado de Desarrollo). RUP sirve de guía para realizar el análisis y diseño de la aplicación, debido a que es una metodología que ha probado su efectividad durante muchos años. Además, tiene gran número de documentación publicada que pueden consultarse para esclarecer dudas.

A continuación se muestran las características que más influyeron en la selección de esta metodología:

Guiado por casos de uso: Los casos de uso reflejan lo que los usuarios futuros necesitan y desean, constituyen la guía fundamental establecida para las actividades a realizar durante todo el proceso de desarrollo del sistema.

Centrado en arquitectura: La arquitectura muestra la visión común del sistema completo. Permite además, implementar el Framework (plataforma sobre la que se implementa el soporte para todas las funcionalidades del sistema) y luego ir desarrollando cada uno de los módulos según se van necesitando.

Iterativo e Incremental: RUP divide el proyecto en fases de desarrollo, propone además que cada una de ellas se desarrolle en iteraciones, las cuales aportan un incremento en el proceso de desarrollo y terminan con el cumplimiento del punto de control trazado en la fase.

Utilización de un único lenguaje de modelado: UML.

Herramientas:

Enterprise Architect 6.5:

Como herramienta de modelado con UML se seleccionó Enterprise Architect pues brinda una interfaz sencilla y cómoda para trabajar. Incluye todo lo que se necesita para modelar el análisis y diseño de una aplicación, es decir, no hay que instalar varios paquetes para obtener todas sus funcionalidades. Se integra automáticamente con el Visual Studio 2005. Soporta UML 2.1. Además permite combinar diferentes tipos de diagramas para explicar mejor las ideas.

Microsoft Visual Studio:

Se vincula con el Enterprise Architect para generar y mantener actualizados los diagramas necesarios para realizar la Tesis. Posee además numerosas herramientas asociadas que ayudan a escribir, analizar y distribuir el código, se integra fácilmente

con las versiones de DirectX, es un compilador rápido y con muy buena detección y corrección de errores. Posee facilidad de trabajo con los elementos visuales y buena integración de estos con el código. Contiene muchas librerías con códigos pre-escritos que ayudan en la escritura del código de la aplicación.

3D Studio Max 7:

Es una de las más recientes versiones de la solución completa de Discreet para modelado, animación y renderizado 3D avanzados. En todo el mundo los principales estudios de desarrollo de juegos dependen de 3D Studio Max 7 para crear productos de alta calidad y listos para usarse. Es una herramienta interactiva y fácil de manipular por los artistas digitales en la creación de modelos y animaciones 3D.

Lenguajes:

En el desarrollo de la aplicación se utiliza C++ como lenguaje de programación, para la implementación de cada uno de los paquetes que conforman el diseño de la herramienta.

Para crear la documentación se utiliza UML como lenguaje de modelado, por las potencialidades descriptivas que posee.

Lenguaje de programación:

¿Por qué se escogió C++? Porque posee características superiores a otros lenguajes. Las más importantes son: programación orientada a objetos, portabilidad, brevedad, programación modular y velocidad. Además, se trata de un lenguaje de programación estandarizado (ISO/IEC 14882:1998), ampliamente difundido, y con una biblioteca estándar que lo ha convertido en un lenguaje universal y de propósito general. También es muy fácil de vincularlo con DirectX; librería importante en el desarrollo de la aplicación, que es utilizado para cargar desde y hacia el formato .X característico de dicha tecnología y muy usado en el proyecto "Paseo Virtual" para el cual tributa la aplicación.

Otros factores importantes en la selección de este lenguaje, fue el dominio del mismo por los desarrolladores y la recomendación directa por parte del cliente.

Lenguaje de Modelado:

Para modelar el análisis y el diseño del software se escogió el lenguaje UML (Unified Modeling Language), Lenguaje Unificado de Modelación). Esta decisión se debe a que se ha convertido en un estándar que tiene las siguientes características:

Permite modelar sistemas utilizando técnicas orientadas a objetos (OO).

Permite especificar todas las decisiones de análisis y diseño, construyéndose así modelos precisos, no ambiguos y completos.

Puede conectarse con lenguajes de programación (Ingeniería directa e inversa).

Permite documentar todos los artefactos de un proceso de desarrollo (requisitos, arquitectura, pruebas, versiones, etc.).

Es un lenguaje muy expresivo que cubre todas las vistas necesarias para desarrollar y luego desplegar los sistemas.

Existe un equilibrio entre expresividad y simplicidad, pues no es difícil de aprender ni de utilizar.

UML es independiente del proceso, aunque para utilizarlo óptimamente se debería usar en un proceso que fuese dirigido por los casos de uso, centrado en la arquitectura, iterativo e incremental.

Solución propuesta:

Flujo de Trabajo:

En el flujo de trabajo de creación de animaciones de huesos, agregamos la herramienta propuesta en el trabajo, lo que no altera el proceso que se sigue actualmente para la realización y posterior utilización de estas animaciones, solo que la animación final, se acercaría aún a más a la calidad y las exigencias de rendimiento que necesite del artista digital.

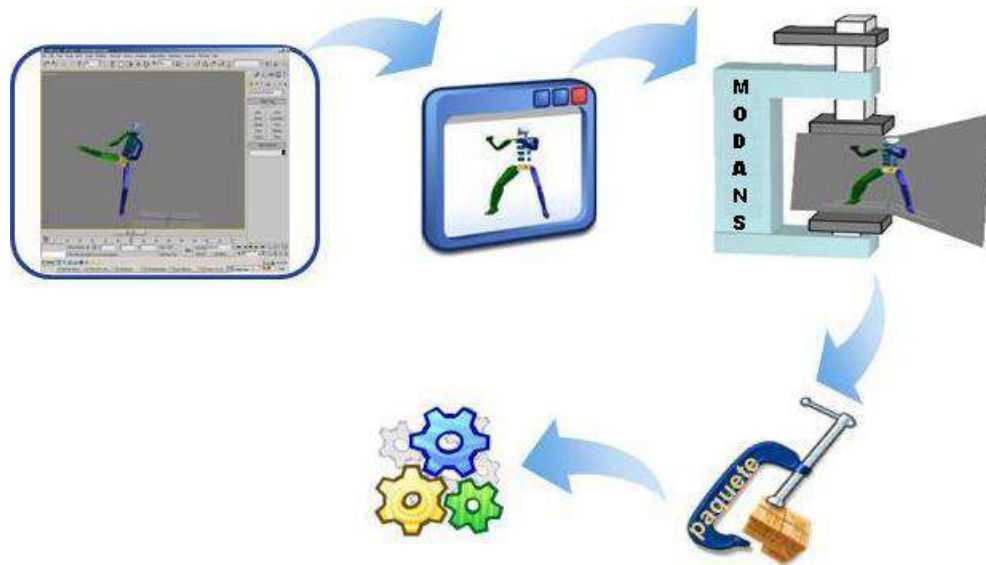


Fig.7: Diagrama del flujo de trabajo.

Terminada la creación de la animación en alguno de los Editores y exportada en el formato deseado, en este caso .X, estamos en condiciones de aplicar la herramienta propuesta (MODANS). Esta herramienta permite realizarle a la animación, una serie de modificaciones que la ajusten aún más a las posibilidades de hardware y las exigencias del artista digital.

Requerimientos de entrada:

Para el buen funcionamiento y para la obtención de resultados satisfactorios se deben cumplir los siguientes requerimientos de entrada de datos:

Cada animación a cargar

- Debe existir
- Debe de estar salvada en alguno de los formatos que carga la aplicación (MODANS).
- Debe contener huesos.
- En su estructura interna debe de aparecer primeramente el mesh6 con skinned13 y luego la jerarquía de huesos.

Cada hueso que contenga la animación debe estar compuesto por:

- Una serie de datos, como: Key Frames de escala, rotación, traslación y el nombre de dicho hueso.

Funcionalidades:

MODANS, permite al artista cargar animaciones en determinado formato y aplicarles cualquiera de los modificadores que la herramienta propone. De este modo obtendrá una animación con las características que realmente necesita y que más se ajusta a sus necesidades, lo que podrá exportar en cualquiera de los formatos que el software permite. Entre las modificaciones que permite el software están:

Reducir Key Frames innecesarios:

A partir de los Key Frames que el artista define al inicio del proceso de animación, el software genera mediante la interpolación de los mismos, una serie de Frames que conforman a lo largo de la línea de tiempo una animación. Realizando una serie de interpolaciones se puede determinar, cuales son los Key Frames que de eliminarlos no afectarían la calidad de la animación, teniendo en cuenta un error permisible definido por el artista. Luego de conocer cuales son estos Key Frames innecesarios, se eliminan de la animación.

Priorizar huesos:

Cada hueso dentro de una animación posee mayor o menor importancia en la realización del movimiento que se efectúe en la misma. Si quisiéramos mezclar animaciones, tendríamos que tener en cuenta cuales son los huesos que intervienen de forma más directa en el movimiento realizado, ya que se podrían utilizar los restantes, para otras animaciones sin afectar la original, obteniéndose animaciones mucho más complejas en los personajes y que se ajusten a lo que realmente desea expresar el artista digital con la animación del bípedo. A cada hueso se le asigna un valor entre 0 y 255 que define la prioridad del mismo, siendo el 0, prioridad mínima y 255, máxima. ¿Cómo lograr esto en animaciones con un número elevado de huesos? Sencillamente se realiza la asignación de prioridad teniendo en cuenta la jerarquía de los huesos en el esqueleto, donde podríamos realizar directamente la asignación de un valor de prioridad a un hueso específico o a un hueso padre⁵, y de este modo todos sus hijos tendrán la misma prioridad.



Fig.8: Jerarquía de huesos en un esqueleto.

En la Fig.8 se muestra la jerarquía de huesos a tener en cuenta a la hora de asignar prioridad a cada uno dentro de una animación.

Funcionamiento del sistema:

Para el funcionamiento del sistema hay que tener en cuenta una serie de aspectos que ayudan al buen entendimiento del mismo. Entre esos aspectos se encuentran la selección de los requerimientos tanto Funcionales como no Funcionales, los cuales dan respuesta a los objetivos planteados al inicio.

Definición de los Requerimientos Funcionales:

Una de las primeras etapas de cualquier proceso de desarrollo comienza por la tarea de la identificación de los requerimientos tanto funcionales como no funcionales, para el logro de un mejor diseño, modelación y por ende un resultado exitoso.

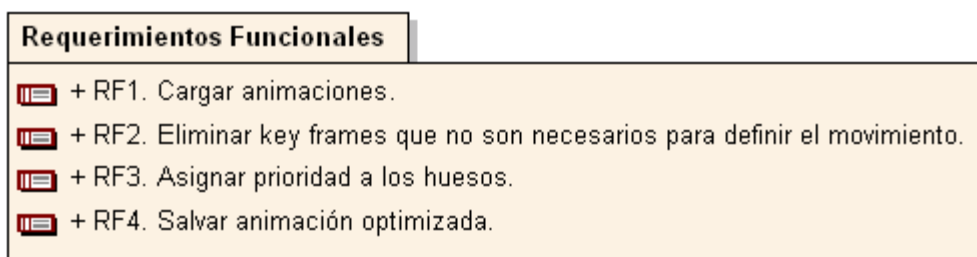


Fig.9: Requerimientos Funcionales.

Teniendo en cuenta los objetivos que se han planteado en este trabajo, en la Fig. 9 se enumeran los requisitos funcionales o las acciones que debe hacer el sistema para satisfacer los objetivos que se persiguen como ya se había mencionado anteriormente.

Definición de los Requerimientos no Funcionales:

Los requerimientos no funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe tener, como restricciones del entorno o de implementación, rendimiento y otros como los que se muestran en la siguiente figura:



Fig.10: Requerimientos No Funcionales.

Modelo conceptual:

El modelo de la Fig.11 representa todos los conceptos y las relaciones entre ellos presentes en el dominio, lo que es muy importante para lograr una mejor comprensión de lo que se está desarrollando. Entre los principales conceptos que se muestran en el diagrama, encontramos el de Aplicación, que da la idea de una interfaz entre el usuario y los procesos de la aplicación. Se muestra la composición de cada uno de los conceptos representativos de los recursos de la aplicación, representando, por ejemplo que cada animación estará compuesta por una serie de Huesos compuestos, a su vez, por KeyFramesR, KeyFramesT, KeyFramesS y cada uno de ellos contendrá datos que describan la Rotación, la Traslación y la Escala.

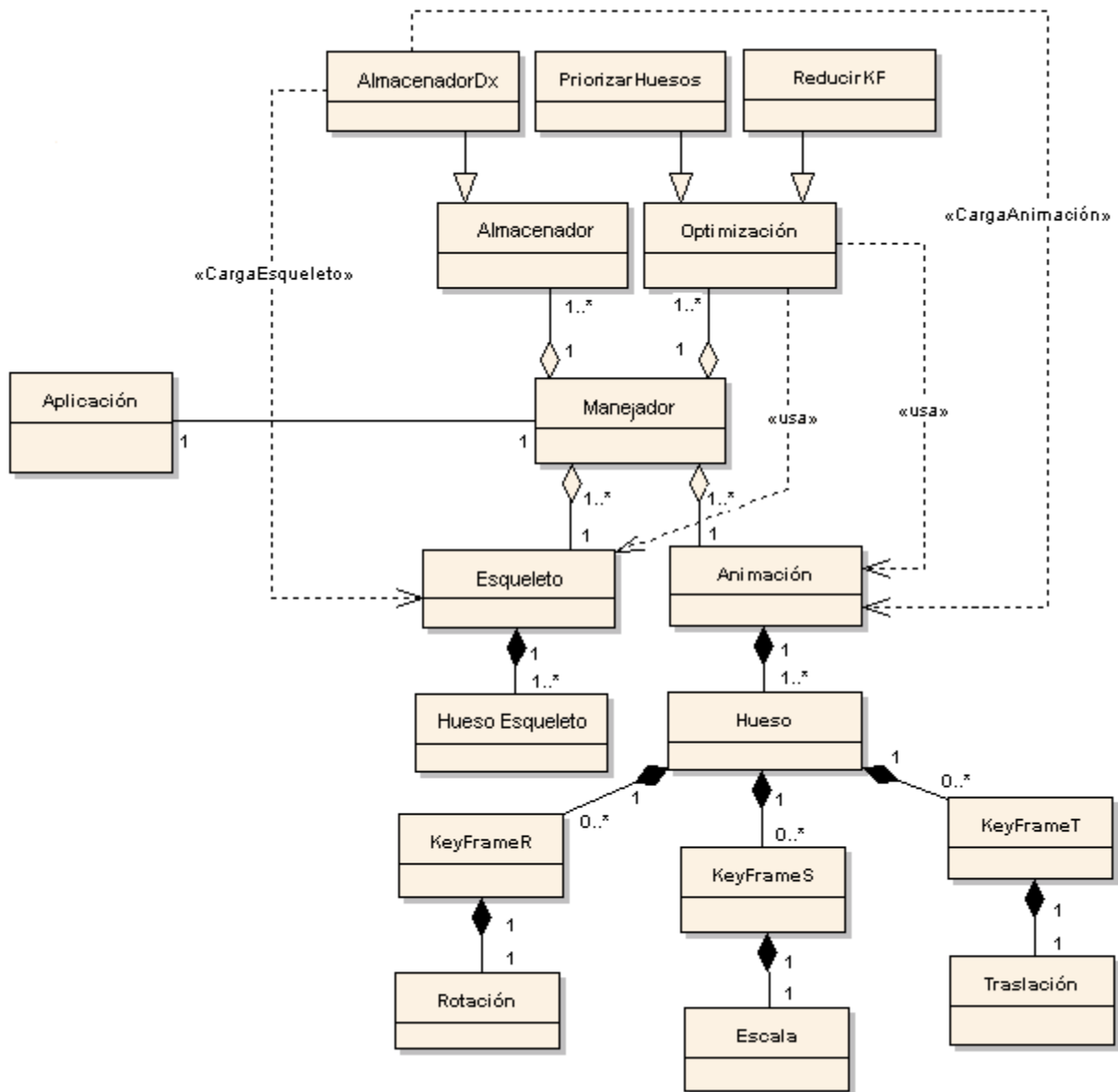


Fig.11: Modelo conceptual.

Arquitectura del sistema:

En la Fig. 12 se representa el Framework, a través de un diagrama de clases del análisis, este muestra el conjunto de las principales clases que conforman el sistema. El Framework es la plataforma sobre la que se implementa el soporte para todas las

funcionalidades, por lo que constituye la estructura base del programa.

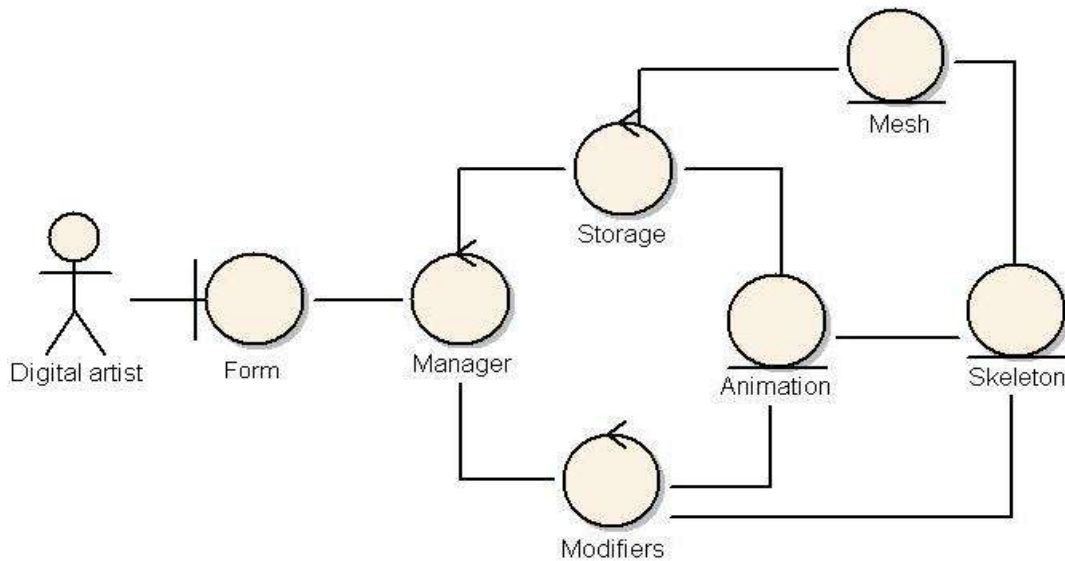


Fig. 12: Diagrama de clases del Framework.

Prototipo de Interfaz de Usuario:

Para el desarrollo de este trabajo no solo hay que tener en cuenta los objetivos ni las que acciones a tomar para dar respuesta a los mismos, sino que hay que tener en cuenta otros aspectos como es el caso de establecer una buena comunicación hombre-computadora. Esta comunicación es un punto clave para el buen funcionamiento de las aplicaciones. Una interfaz gráfica es una forma de realizar esta comunicación, con lo cual se logra determinar qué quiere hacer el usuario y cómo quiere hacerlo, para obtener el resultado deseado. Sin embargo un punto crucial para el éxito de esta interacción es la sencillez del diseño de la interfaz, de modo que el usuario necesite un mínimo conocimiento para alcanzar aquello que desea, lo que estimula la utilización de la aplicación independientemente del nivel de prestaciones que brinde el sistema.

Interfaz Cargar Animación:

Esta es la interfaz principal que sale cuando se ejecuta la aplicación. En la cual aparece marcada por defecto la opción de Cargar Animación y las otras se encuentran deshabilitadas, aclarando que se pueden realizar las demás acciones solo luego de haber cargado la animación a modificar.

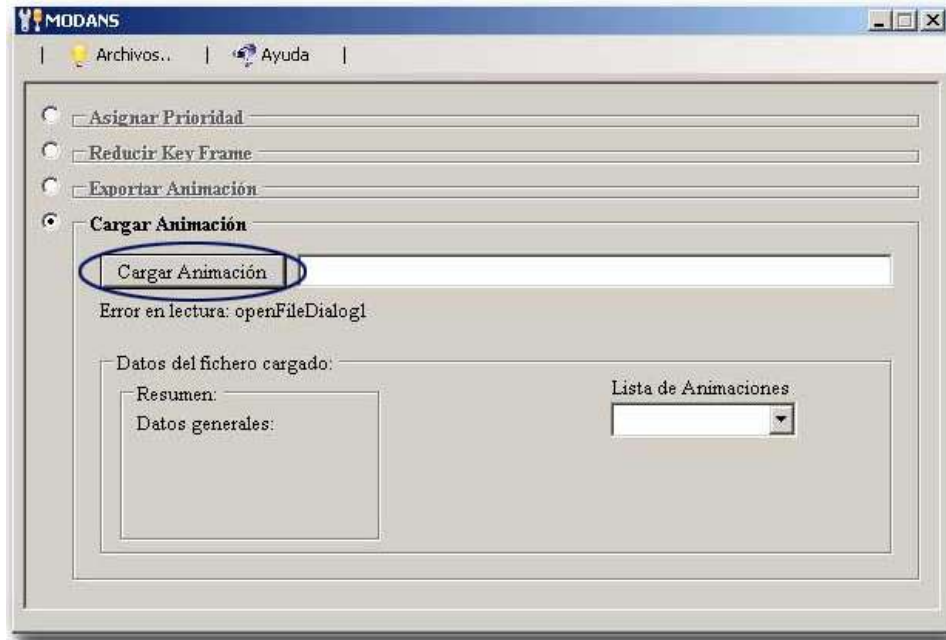


Fig.13: Interfaz Principal.

La acción de Cargar Animación se realiza buscando la animación que se desea mediante el botón “Cargar Animación” (Fig. 13), el cual se deshabilita luego de realizar dicha operación (Fig. 14 [A]). Luego de escoger la animación que se desea se muestra un resumen de los datos de los Key Frames que contiene de cada tipo (Fig.14 [B]) y se habilitan las otras opciones. Para modificar otra animación, debido a que el botón “Cargar Animación” se encuentra deshabilitado, en el menú Archivos se encuentra la opción Nuevo, la cual permite preparar la aplicación para cargar una nueva animación.

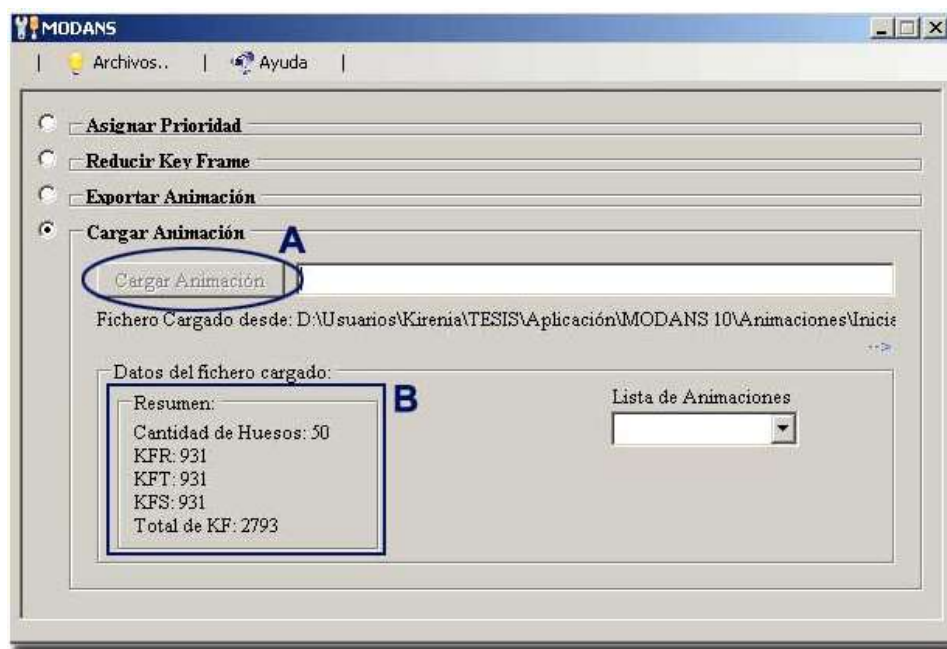


Fig.14: Interfaz Cargar Animación.

Interfaz Asignar Prioridad:

En esta interfaz aparece la opción de seleccionar animación (Fig.15 [A]) con la cual se activa la animación que se desea modificar, se muestran los datos de dicha animación y la jerarquía de huesos que contiene. Aparece por defecto prioridad media (128). El usuario selecciona la animación a modificar y marca el hueso a el cual desea que se le asigne una prioridad determinada, entre 0 y 255, que debe seleccionar entre las definidas por la aplicación: baja 0, media 128, alta 255 (Fig. 15 [B]) o introducir directamente el valor que desee (Fig. 15 [C]), luego mediante el botón “Asignar Prioridad” (Fig. 15 [D]) el hueso y todos sus hijos en la jerarquía del esqueleto toman el valor de prioridad indicado.

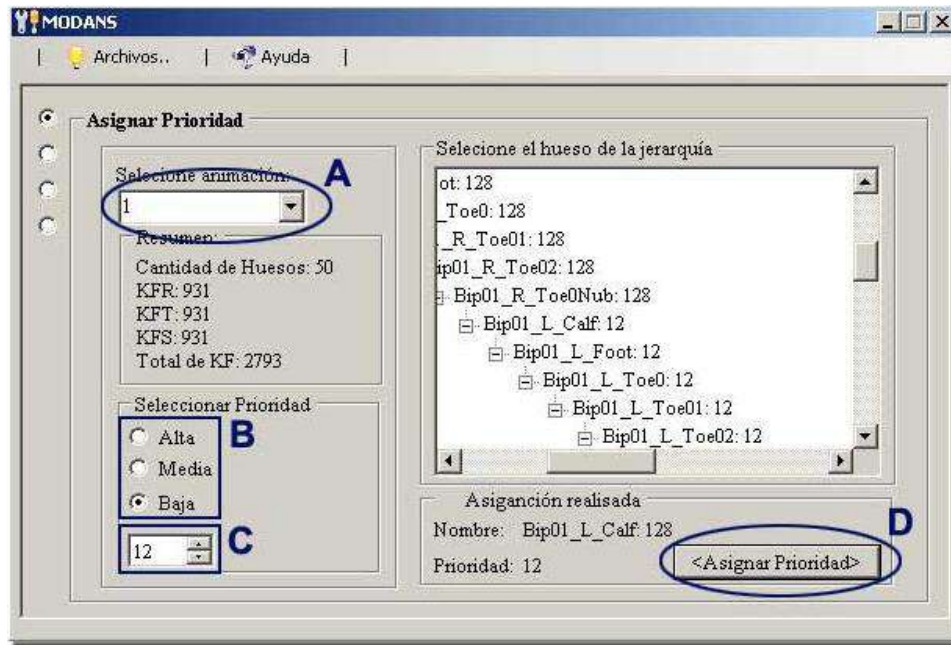


Fig. 15: Interfaz Asignar Prioridad.

Interfaz Reducir Key Frames:

En esta interfaz al igual que la anterior aparece la opción de seleccionar animación (Fig.16 [A]) con la cual se activa la animación que se desea modificar y se muestran los datos de dicha animación.

Para reducir los Key Frames se selecciona un margen de error permisible para rotación, traslación y escala como se muestra en la Fig. 16 [B] y mediante el botón “Reducir Key Frames” (Fig. 16 [C]) se le aplica el modificador a la animación seleccionada previamente y se muestran sus datos en la Fig. 16 [D].

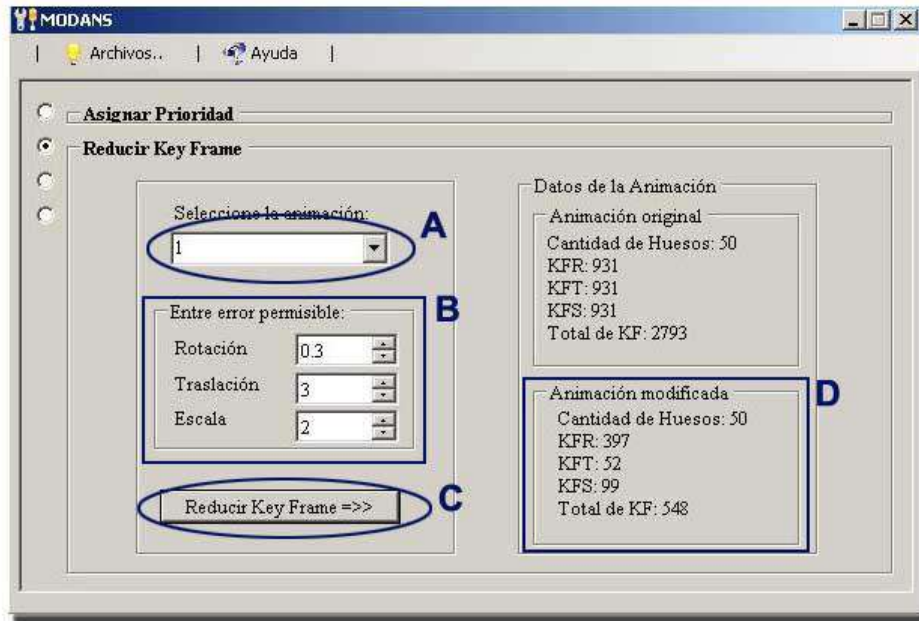


Fig. 16: Interfaz Reducir Key Frames.

Interfaz Exportar Animación:

De la lista de animaciones, se selecciona la que se desee exportar (Fig. 17 [A]), se muestra un resumen de la animación seleccionada como se muestra en la Fig. 17 [B]. Luego mediante el botón “Dirección” (Fig.17 [C]) buscamos la dirección hacia donde se desea exportar la animación. Luego se realizará la acción al presionar el botón de Fig. 17 [D].

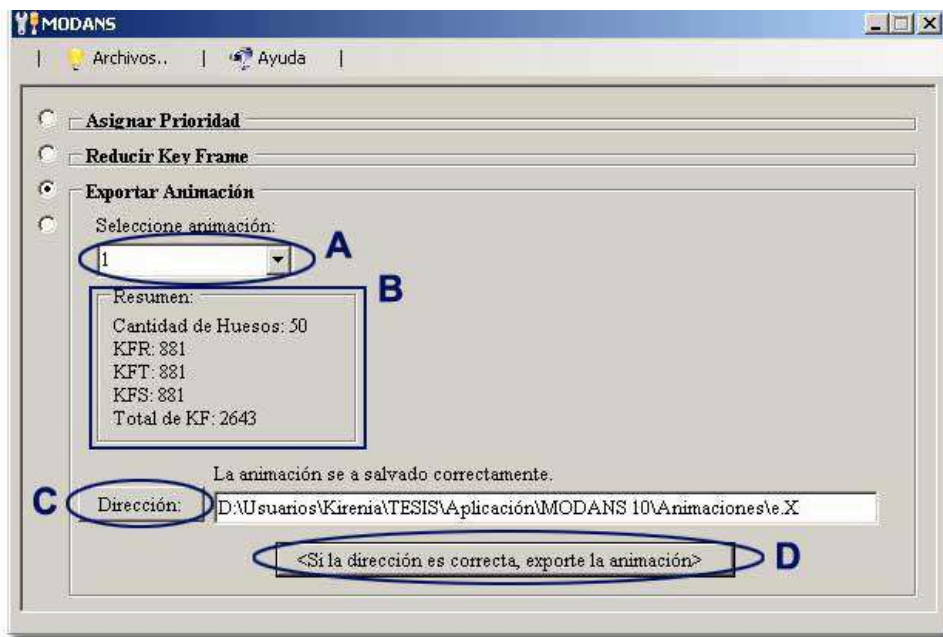


Fig. 17: Interfaz Exportar Animación.

Diseño del sistema:

Basado en las funcionalidades que debe tener el sistema, se pasa a realizar el diseño del mismo para obtener un software con las características necesarias para satisfacer las necesidades de los usuarios que utilicen el mismo.

Diagrama de clases del diseño:

El diagrama de clases, es uno de los elementos más importantes dentro de un proyecto de software, debido a que permite tener una visión bastante clara y completa del sistema, en él se representan las clases del diseño que componen la aplicación y la relación entre ellas.

Diagrama de clases del diseño por paquetes:

El diagrama de clases del diseño del software que se desarrolla se dividió en tres paquetes como se muestra en la Fig. 28. Esta distribución de las clases por paquetes brinda la posibilidad de descomponer los trabajos de implementación, en partes más manejables que puedan ser llevadas a cabo por diferentes equipos de desarrollo.

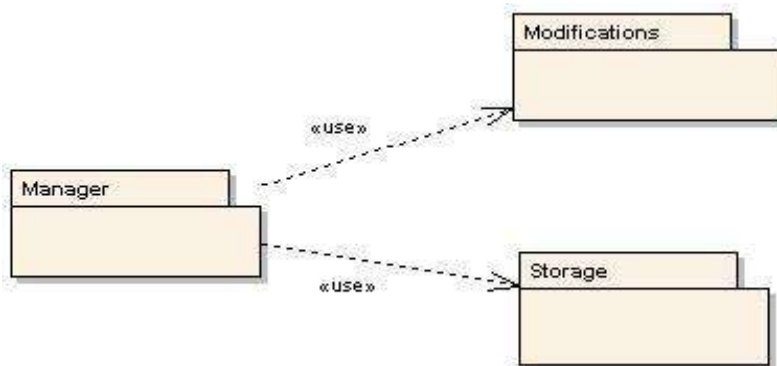


Fig.18: Diagrama de clases del diseño por paquetes.

El sistema consta de tres paquetes como se muestra en la Fig. 18, el de Manager, el de Modifications y el de Storage. En el paquete Manager se muestran todas las clases principales, en el Modifications las dos modificaciones que se le aplican a las animaciones y en el Storage se muestran todos los storages a utilizar, en este caso el DxStorage.

Resultados:

Luego de terminada la aplicación se realizaron una serie de pruebas para constatar la funcionalidad, en cuanto a las potencialidades de reducción de Key Frames, el porcentaje de reducción o la cantidad de KB ahorrados y la asignación de un valor de prioridad a un hueso determinado. Con este fin se seleccionó una muestra aleatoria, conformada por cinco animaciones guardadas en ficheros de formato .X. Se comenzó con pruebas de asignación de prioridad a los huesos de la animación a modificar, con valores determinados, obteniéndose la modificación en la prioridad de los huesos de esqueleto esperada.

Tabla de pruebas realizadas al software:

Pruebas de Asignación de prioridad:

Nombre del hueso	Bip01_Footsteps
Prioridad Inicial	128
Prioridad asignada	0
Ver resultados en Fig.	Fig. A

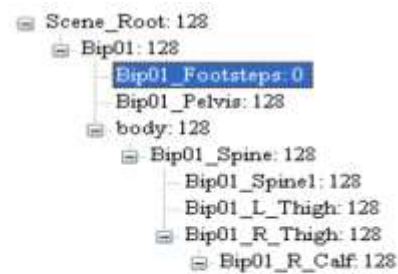


Fig. A

Nombre del hueso	Bip01_Pelvis
Prioridad Inicial	128
Prioridad asignada	150
Ver resultados en Fig.	Fig. B

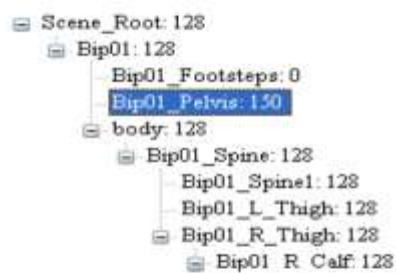


Fig. B

Nombre del hueso	Body
Prioridad Inicial	128
Prioridad asignada	225
Ver resultados en Fig.	Fig. B

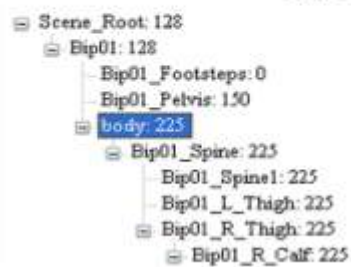


Fig. C

En las figuras A y B se muestra como la asignación se realiza solo al hueso seleccionado, debido a que estos no poseen hijos en la jerarquía de huesos del esqueleto, no siendo así en el resultado mostrado en la Fig. C, ya que a partir del hueso seleccionado se deriva el resto de la jerarquía, por lo que cada uno de esos huesos tomarán su mismo valor de prioridad.

Pruebas de Reducción de Key Frames:

Luego de efectuadas las pruebas con el modificador de asignación de prioridad que propone la herramienta, se analizaron una serie de resultados obtenidos de las pruebas de reducción de Key Frames realizadas a cada una de las animaciones de la muestra. (Ver: Anexos)

Nombre de la animación	Resultados	
	Reducción en KB	Porcentaje de KF reducidos
Inicial Tauren.X	4.629	8.486
Inicial MujerCaminando.X	38.379	6.112
Inicial EvaMeneo.X	30.664	5.150
Inicial Diablito.X	8.887	24.542
Inicial Personaje.X	4.980	7.981
Promedios	17.508 KB	10.454%

Tabla 1: Resumen de las pruebas realizadas con valores de error permisibles de: KFR = 0.001, KFT = 0, KFS = 0 a cada animación.

La tabla anterior muestra que la aplicación del modificador a una animación, incluso con valores mínimos, alcanza un porcentaje de reducción promedio de 10.45, lo que representa la cantidad de KF que poseen valores semejantes en la animación, que no aportan datos significativos a la misma y que de ser eliminados no afectarían visualmente la calidad de la misma.

Nombre de la animación	Resultados	
	Reducción en KB	Porcentaje de KF reducidos
Inicial Tauren.X	37.769	81.489
Inicial MujerCaminando.X	587.558	93.568
Inicial EvaMeneo.X	528.672	88.79
Inicial Diablito.X	27.683	89.213
Inicial Personaje.X	43.918	82.629
Promedios	245.12 KB	87.138%

Tabla 2: Resumen de las pruebas realizadas con valores de error permisibles de: KFR = 0.001, KFT = 0, KFS = 0 a cada animación.

Para la selección de los valores de cada uno de los errores permisibles (Rotación, Traslación y Escala), para la realización de las pruebas de las cuales se deriva la anterior tabla, fueron seleccionados con la condición de que se pueda asegurar que cualquiera de las animaciones de la muestra, al aplicársele el modificador, mantiene la calidad de sus movimientos intacta.

Conociendo que la animación no es visiblemente afectada en ninguno de los casos, se puede valorar la significativa reducción que muestran los resultados, ya que se logra un 87.14 % de reducción del total de Key Frames de la animación lo que se puede traducir, además, como una disminución media de 245 KB, por animación. Si analizamos que un juego puede tener valores superiores a las 500 animaciones y tomando este valor como prueba se puede afirmar, por los resultados antes expuestos, que se estarían ahorrando alrededor de 122500 KB lo que representa unos 119.63 MB que pueden ser utilizado en disimiles procesos. Basado en los datos de los resultados mostrados en el Anexo 2, se puede realizar comparaciones entre valores significativos como los que brindan la cantidad de KB iniciales y la cantidad de KB finales, como se muestra en la siguiente tabla:

Nombre de la animación	Cantidad de KB iniciales	Cantidad de KB finales
Inicial Tauren.X	47.278	9.509
Inicial MujerCaminando.X	209.316	39.144
Inicial EvaMeneo.X	198.477	66.245
Inicial Diablito.X	12.07	3.701
Inicial Personaje.X	20.8	10.162

Tabla 3: Comparación referente a la cantidad de KB inicial y final de cada animación.

A partir de los valores de la tabla anterior se generó el gráfico representado en la Fig.36 donde se muestra la diferencia existente entre la cantidad de KB iniciales de cada una de las cinco animaciones al ser cargada por la herramienta y la cantidad final en KB luego de aplicado el modificador de “Reducir Key Frames” propuesto por la herramienta.

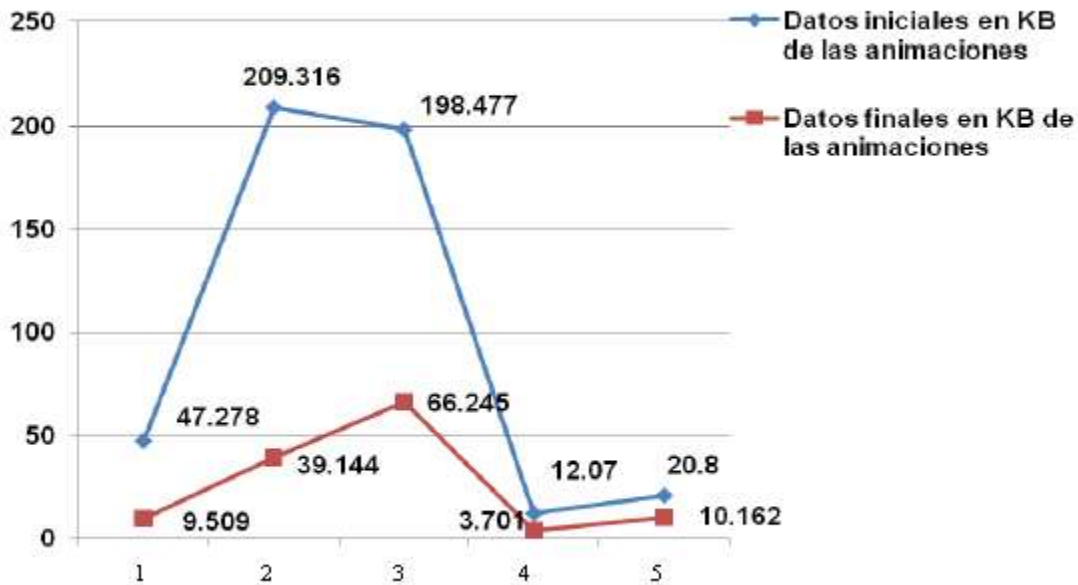


Fig. 19: Comparación referente a la cantidad de KB inicial y final de cada animación.

Con cada uno de los valores seleccionados para realizar las pruebas a la aplicación en cuanto a la reducción de Key Frames, se obtienen resultados que promedian un 87.138% en la reducción de los Key Frames en las animaciones resultantes o finales, lo que equivale a una reducción promedio de 245.12 KB por animación.

Los resultados expuestos, fueron obtenidos a partir de valores para los que se asegura una que no se afecta en ningún sentido la calidad del movimiento de la animación a modificar y que en la realización de modificaciones a una animación en particular, estos resultados puede alcanzar valores superiores de reducción de Key Frames, KB y en el porcentaje de reducción, ya que se pueden llevar al extremo los valores de error permisibles, tanto en Rotación, Traslación y Escala, siempre y cuando los resultados finales de la animación satisfagan los intereses del usuario.

CONCLUSIONES

El proyecto “Paseo Virtual” de la facultad 5 desarrolla diferentes aplicaciones que en su mayoría necesitan animaciones 3D, pero debido al problema de usos excesivo de memoria al cargar las animaciones y la necesidad de modificar o incluir parámetros para facilitar el posterior trabajo con cada una de las animaciones, se decidió trazar como objetivo principal de este trabajo la realización de una investigación relacionada con el tema y la construcción de un prototipo de aplicación capaz de resolver los problemas existentes.

Una vez culminada la investigación y el desarrollo del sistema que se propuso, se llegó a la conclusión de que el objetivo fundamental de éste se logró. El Modificador de Animaciones de Huesos (MODANS) permite analizar y transformar los valores necesarios de las animaciones esqueléticas exportadas desde cualquiera de las herramientas de diseño, como el 3D Studio Max o Maya, mediante los modificadores que propone, ajustando cada animación a los intereses del proyecto y alcanzando valores significativos de reducción de Key Frame y KB en las animaciones modificadas por la herramienta, mostrando además las potencialidades de la aplicación en cuanto a extensibilidad, ya que permite la inclusión de nuevos modificadores o exportadores que respondan a los intereses particulares o comunes de proyectos o grupos de desarrollo donde se pueda aplicar la herramienta, con el fin que se necesite.

BIBLIOGRAFIA

Conferencia:

ESPECIALIDAD, D. *Flujo de trabajo Análisis y Diseño. (Modelo de diseño)*. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2005.

ESPECIALIDAD, D. *Introducción a la Ingeniería de Software*. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2005.

Fuente electrónica:

FORERO, R. O. S. *Animación*, 2006. [Disponible en:
http://www.humanresearchgroup.org/Materiales_y_Recursos/material%20ICD%20%20Animacion.pdf

LUNA, F. *Skinned Mesh Character Animation with Direct3D 9.0*, 2004. [Disponible en:
http://www.moon-labs.com/resources/d3dx_skinnedmesh.pdf

MARZO, J. V. *Introducción a UML*, 2006. [Disponible en:
http://www.vico.org/aRecursosPrivats/TRAD_introUML.pdf

THORN, A. *DirectX® 9 Graphics: The Definitive Guide to Direct3D*, 2005. [Disponible en: <http://eshop.pc-ware.fi/Data/FileLibrary/fi/books%204x7%20itpro%20catalogue%202jun06.pdf>

VALENCIA., D. I. U. D. *Animación 3D*, 2006. [Disponible en:
http://informatica.uv.es/iiguia/AIG/web_teoría/tema5.pdf

VERDUGO, F. *Herramientas de Animación - A*, 2007. [Disponible en:
http://student.vfs.com/~felipev/tutoriales/Manuales_PDF/Leccion_05_anim_A.pdf

WIKIPEDIA, C. *Key Frames*, 2007. [Disponible en:
http://en.wikipedia.org/wiki/Key_frame

WIKIPEDIA, C. *Animation*, 2007. [Disponible en: <http://en.wikipedia.org/wiki/Animation>

WIKIPEDIA, C. *3D Studio Max*, 2007. [Disponible en:
http://es.wikipedia.org/wiki/3D_Studio_Max

WIKIPEDIA, C. *Interpolación*, 2007. [Disponible en:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Interpolacion>

WIKIPEDIA, C. *Maya (Aplicación Gráfica)*, 2006. [Disponible en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Maya_%28aplicaci%C3%B3n_gr%C3%A1fica%29

WIKIPEDIA, C. *Morph Target Animation*, 2007. [Disponible en:
http://en.wikipedia.org/wiki/Morph_target_animation

WIKIPEDIA, C. *Skeletal Animation*, 2007. [Disponible en:
http://en.wikipedia.org/wiki/Skeletal_animation

AIRES, D. M. U. D. B. *Introducción a la Interpolación de Spline*, 2006. [Disponible en:
www.fi.uba.ar/materias/6119/Trabajos_alumnos/fhernaez/Intro_a_splines.pdf

CINEBLOG/MX, C. D. *Tipos de Animación*, 2006. [Disponible en:
<http://cineblog.motime.com/archive/2006-07>

Tesis:

ESTRADA, Y. C. *Sistema de Captura de Movimiento para Ambientes Tridimensionales*.

GLOSARIO

B

1. **Bípedo:** No es más que el animal que utiliza dos extremidades para desplazarse. En la Realidad Virtual es el esqueleto que cumple la característica anterior y que se utiliza en las animaciones.

C

2. **Captura de movimiento:** Técnica que captura los movimientos de una persona a través de un traje especial.

D

3. **Disco Duro:** Se llama disco duro o disco rígido al dispositivo encargado de almacenar información de forma permanente en una computadora.

H

4. **Hueso padre:** En una jerarquía de huesos se le llama así a los huesos de los cuáles depende el movimiento de otros, que serían sus hijos, ejemplo (brazo y antebrazo).

J

5. **Jerarquía de huesos:** Conjunto de huesos que forman un esqueleto en el cual estos están organizados jerárquicamente, ya que todos poseen padres (ver hueso padre) o hijos, y en algunos casos ambas cosas.

M

6. **Mesh:** Término en inglés que significa malla que no es más que la forma de representar un modelo 3D a partir de polígonos.

7. **Morphing:** Es la técnica de animación por la cual una imagen es gradualmente convertida en otra.

8. **Memoria:** Se refiere a una forma de almacenamiento de estado sólido conocido como memoria de acceso aleatorio (RAM por sus siglas en inglés). Ver concepto de RAM.

P

9. **Personaje:** Actor de la escena de un mundo de realidad virtual, que soporta acciones (como un tipo de comportamiento), y que tienen entre sus atributos, cualidades físicas y emocionales que serán usadas a la hora de ejecutar las acciones.

10. **Postura:** Posición que adopta un bípedo en un determinado momento de una animación.

R

11. **RAM:** Se trata de una memoria de semiconductor en la que se puede tanto leer como escribir información

12. **Realidad virtual:** La Realidad Virtual es un sistema o interfaz informática que genera entornos sintéticos en tiempo real, representación de las cosas a través de medios electrónicos o representaciones de la realidad, una realidad ilusoria.

S

13. **Skinned:** Deformado de piel.

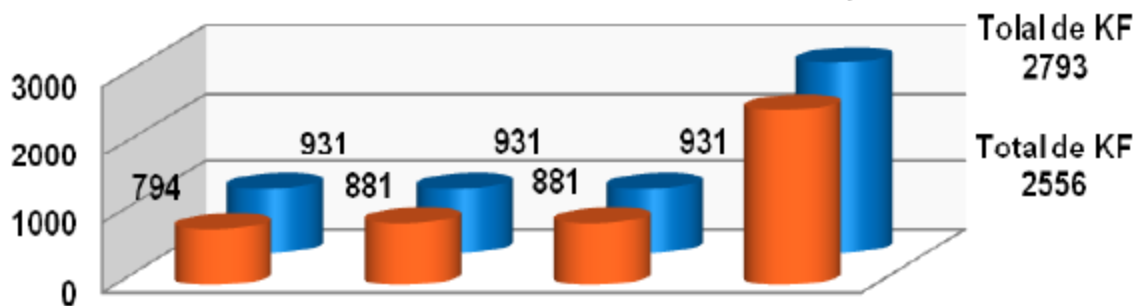
ANEXOS

Anexos 1:

Tabla de resultados obtenidos para las pruebas realizadas con valores de error permisibles de: KFR = 0.001, KFT = 0, KFS = 0 a cada animación:

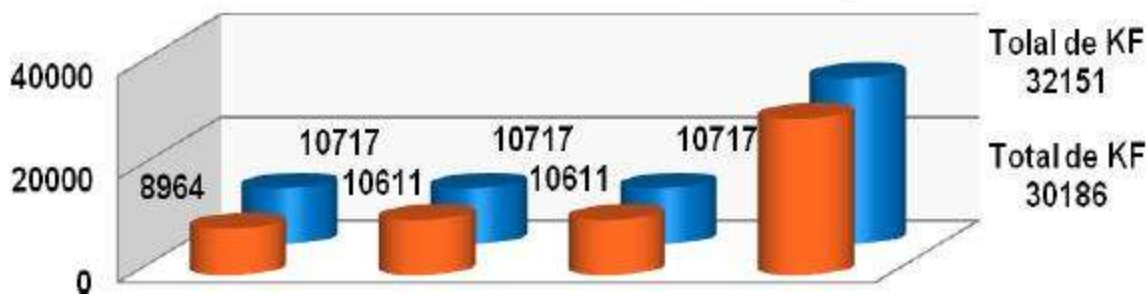
Nombre de la animación	Inicial Tauren.X			
Datos Iniciales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	931	931	931	2793
Cantidad e KB	18.184	14.547	14.547	47.278
Datos Finales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	794	881	881	2556
Cantidad de KB	15.508	13.57	13.57	42648
Análisis				
Cantidad de KF eliminados	137	50	50	237
Reducción en KB	2.676	0.977	0.977	4.629
Porcentaje de KF reducidos	14.715	5.371	5.371	8.486

Comparación de las animaciones iniciales con animaciones editadas en cuanto a KF de Rotación, Tralación y Escala.



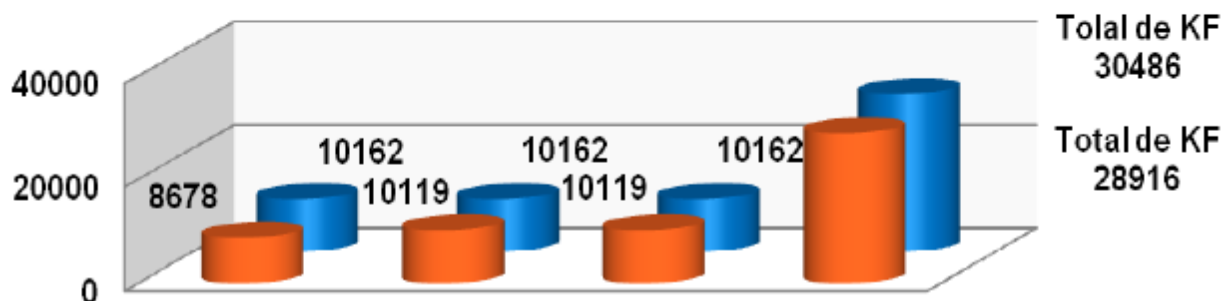
Nombre de la animación	Inicial EvaMeneo. X			
Datos Iniciales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	10162	10162	10162	30486
Cantidad e KB	198.477	158.781	158.781	516.039
Datos Finales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	8678	10119	10119	28916
Cantidad de KB	169.493	157.941	157.941	485.375
Análisis				
Cantidad de KF eliminados	1484	43	43	1570
Reducción en KB	28.984	0.840	0.840	30.664
Porcentaje de KF reducidos	14.603	0.423	0.423	5.150

Comparación de las animaciones iniciales con animaciones editadas en cuanto a KF de Rotación, Tralación y Escala.



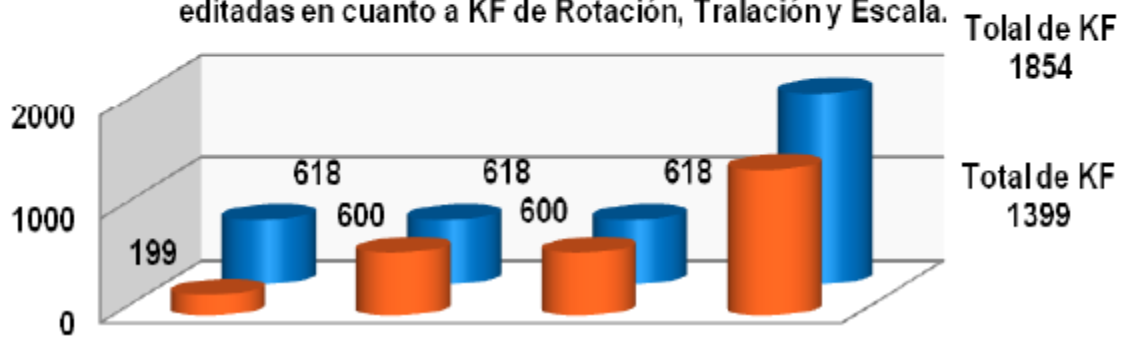
Nombre de la animación	Inicial MujerCaminando. X			
Datos Iniciales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	10717	10717	10717	32151
Cantidad de KB	209.316	167.453	167.453	544.222
Datos Finales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	8964	10611	10611	30186
Cantidad de KB	175.078	165.383	165.383	505.844
Análisis				
Cantidad de KF eliminados	1753	106	106	1965
Reducción en KB	34.238	2.070	2.070	38.379
Porcentaje de KF reducidos	16.357	0.989	0.989	6.112

Comparación de las animaciones iniciales con animaciones editadas en cuanto a KF de Rotación, Tralación y Escala.



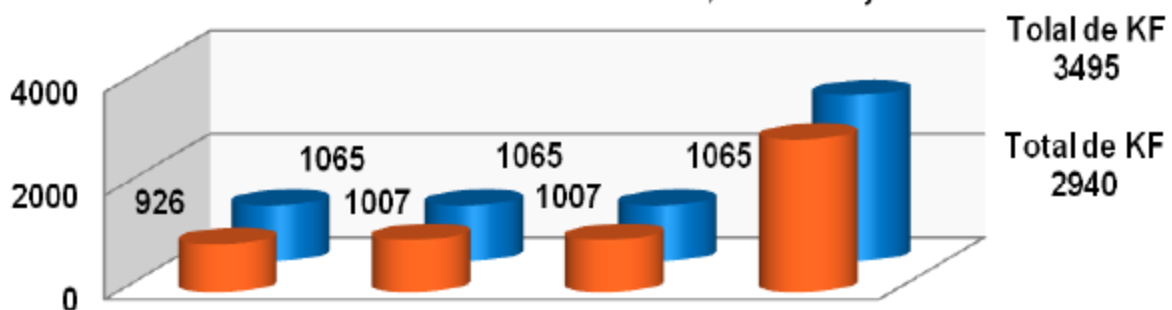
Nombre de la animación	Inicial Diablito.X			
Datos Iniciales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	618	618	618	1854
Cantidad e KB	12.070	9.657	9.657	31.384
Datos Finales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	199	600	600	1399
Cantidad de KB	3.886	9.305	9.305	22.496
Análisis				
Cantidad de KF eliminados	419	18	18	455
Reducción en KB	8.184	0.352	0.352	8.887
Porcentaje de KF reducidos	67.799	2.913	2.913	24.542

Comparación de las animaciones iniciales con animaciones editadas en cuanto a KF de Rotación, Tralación y Escala.



Nombre de la animación	Inicial Personaje.X			
Datos Iniciales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	1065	1065	1065	3195
Cantidad e KB	20.800	16.640	16.640	54.080
Datos Finales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	926	1007	1007	2940
Cantidad de KB	18.085	15.507	15.507	49.099
Análisis				
Cantidad de KF eliminados	139	58	58	255
Reducción en KB	2.715	1.133	1.133	4.980
Porcentaje de KF reducidos	13.052	5.446	5.446	7.981

Comparación de las animaciones iniciales con animaciones editadas en cuanto a KF de Rotación, Tralación y Escala.

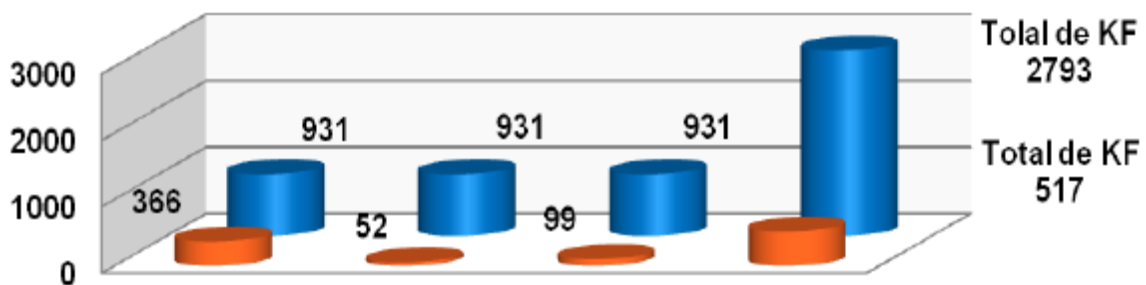


Anexo 2:

Tabla de resultados obtenidos para las pruebas realizadas con valores de error permisibles de: KFR = 2.000, KFT = 5, KFS = 5 a cada animación:

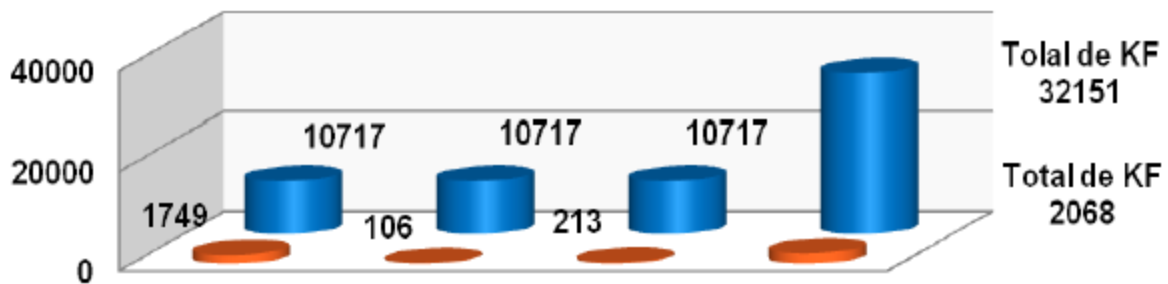
Nombre de la animación	Inicial Tauren.X			
Datos Iniciales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	931	931	931	2793
Cantidad e KB	18.184	14.547	14.547	47.278
Datos Finales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	366	52	99	517
Cantidad de KB	7.149	0.813	1.547	9.509
Análisis				
Cantidad de KF eliminados	565	879	832	2276
Reducción en KB	11.035	13.734	13.000	37.769
Porcentaje de KF reducidos	60.687	94.415	89.366	81.489

Comparación de las animaciones iniciales con animaciones editadas en cuanto a KF de Rotación, Tralación y Escala.



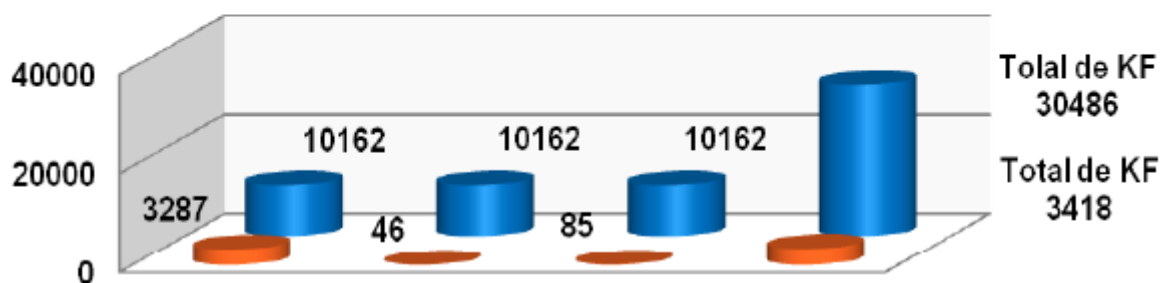
Nombre de la animación	MujerCaminando.X			
Datos Iniciales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	10717	10717	10717	32151
Cantidad e KB	209.316	167.453	167.453	544.222
Datos Finales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	1749	106	213	2068
Cantidad de KB	34.16	1.656	3.328	39.144
Análisis				
Cantidad de KF eliminados	8968	10611	10504	30083
Reducción en KB	175.156	165.797	164.125	587.558
Porcentaje de KF reducidos	83.680	99.011	98.013	93.568

Comparación de las animaciones iniciales con animaciones editadas en cuanto a KF de Rotación, Tralación y Escala.



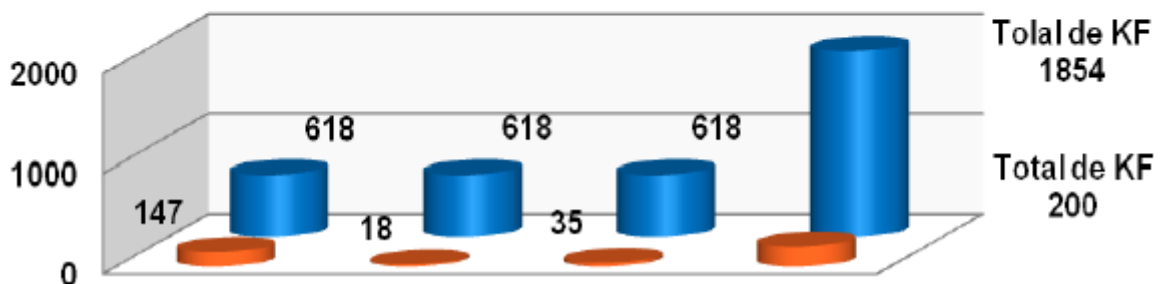
Nombre de la animación	Inicial EvaMeneo. X			
Datos Iniciales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	10162	10162	10162	30486
Cantidad e KB	198.477	158.781	158.781	516.039
Datos Finales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	3287	46	85	3418
Cantidad de KB	64.199	0.718	1.328	66.245
Análisis				
Cantidad de KF eliminados	6875	10116	10077	27068
Reducción en KB	134.278	158.063	157.453	528.672
Porcentaje de KF reducidos	67.654	99.547	99.164	88.788

Comparación de las animaciones iniciales con animaciones editadas en cuanto a KF de Rotación, Tralación y Escala.



Nombre de la animación	Inicial Diablito.X			
Datos Iniciales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	618	618	618	1854
Cantidad e KB	12.070	9.657	9.657	31.384
Datos Finales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	147	18	35	200
Cantidad de KB	2.871	0.282	0.548	3.701
Análisis				
Cantidad de KF eliminados	471	600	583	1654
Reducción en KB	9.199	9.375	9.109	27.683
Por ciento de KF reducidos	76.214	97.087	94.337	89.213

Comparación de las animaciones iniciales con animaciones editadas en cuanto a KF de Rotación, Tralación y Escala.



Nombre de la animación	Inicial Personaje. X			
Datos Iniciales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	1065	1065	1065	3195
Cantidad e KB	20.800	16.640	16.640	54.080
Datos Finales				
Animaciones	KFR	KFT	KFS	Totales
Cantidad de KF	382	59	114	555
Cantidad de KB	7.46	0.921	1.781	10.162
Análisis				
Cantidad de KF eliminados	683	1006	951	2640
Reducción en KB	13.340	15.719	14.859	43.918
Por ciento de KF reducidos	64.131	94.460	89.296	82.629

Comparación de las animaciones iniciales con animaciones editadas en cuanto a KF de Rotación, Tralación y Escala.

