

## Informática

### Estudio de caso: imágenes generadas por computador (CGI)

Para uso en mayo y noviembre de 2016

---

#### Instrucciones para los alumnos

- Este cuaderno de estudio de caso es necesario para la prueba 3 del nivel superior de informática.

### Introducción

La animación ha tenido un papel muy importante en la industria del entretenimiento durante más de 50 años, desde sus inicios con los dibujos animados en televisión (dirigidos originalmente a los niños) hasta los complejos efectos visuales de muchas de las últimas películas y juegos de computador.

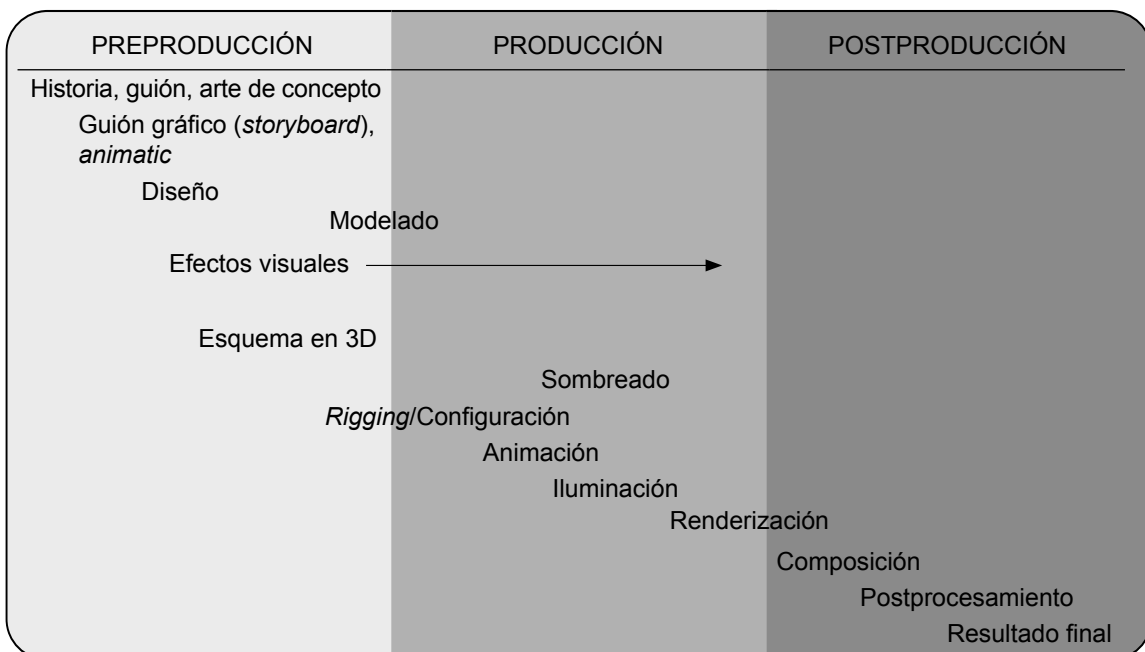
Antes del uso de los computadores, la animación era un proceso interminable llevado a cabo por equipos de diseñadores que dibujaban meticulosamente una serie de fotogramas que mostraban la escena 2D una fracción de segundo después de la anterior. Estos fotogramas se copiaban posteriormente sobre celuloides transparentes. A continuación, los celuloides se fotografiaban como una película continua. Si la cantidad de imágenes por segundo era suficientemente elevada, el movimiento podía parecer realista para el ojo humano.

A finales del siglo pasado, el uso de los computadores en animación había aumentado: un ejemplo es la creación de fotogramas entre los fotogramas clave dibujados a mano. Pero hubo que esperar hasta 1995 para que se crease el primer largometraje totalmente generado por técnicas gráficas por computador: *Toy Story*, de *Pixar Studios*.

La animación actual se encuadra en el campo de las imágenes generadas por computador (CGI, por sus siglas en inglés), que aporta una capacidad de procesamiento masivo a la creación de películas. Esto permite incorporar sin ningún problema criaturas antropomórficas y mundos fantásticos en las películas con un nivel de fotorrealismo que hasta ahora había sido imposible.

El software de modelado en 3D actual usa primitivas para generar los modelos *wireframe*. Cada modelo se equipa con un conjunto de información que contiene las propiedades de sus características principales. El aumento en la capacidad de procesamiento ha popularizado el uso de complejos algoritmos para interpolar entre cada una de esas propiedades como parte del proceso de interpolación de movimiento. Las técnicas de renderización permiten aplicar iluminación y sombreado a todos los fotogramas.

### Fases en la generación de una animación



El interés por conseguir una animación tan realista como sea posible ha llevado a la captura de movimiento (*Mo-cap*, de *motion capture* en inglés), una técnica que permite a los actores transmitir sus movimientos y, hasta cierto punto, sus personalidades y expresiones en personajes imaginarios, por ejemplo, *Gollum* en las películas de *El señor de los anillos*.

El esquema de las fases en la generación de una animación, tal como se muestra en el diagrama de la página anterior, representa las distintas fases por las que pasan las producciones actuales. Este estudio de caso explora una pequeña parte de este esquema a través del punto de vista y de las palabras de la compañía tecnológica especializada *Pacific FX*, una pequeña empresa que se ha incorporado al mercado de la creación de imágenes por computador y que actualmente trabaja en proyectos como películas, anuncios y videojuegos. El trabajo de esta empresa se centra en crear las animaciones por computador para estos proyectos.

### **Pacific FX**

Xiao-Ling es la jefa de uno de los equipos de diseño de *Pacific FX* y analiza dos de los proyectos en que están trabajando actualmente. Explica que el constante aumento en la capacidad de procesamiento disponible y asequible ha permitido que los gráficos y la animación por computador alcancen unos niveles que hacen que la diferencia entre la realidad y la ficción sea confusa y que pequeñas empresas como *Pacific FX* se incorporen al mercado.

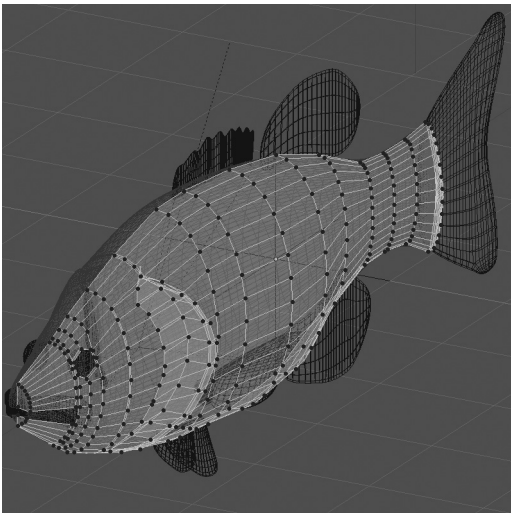
“Actualmente estamos trabajando en dos proyectos: un videojuego diseñado para computadores domésticos y un breve anuncio animado. El hecho de que uno tenga que renderizarse en tiempo real mientras que el otro se pueda preparar fuera de línea conlleva la posibilidad de usar distintas técnicas”.

Posteriormente, continúa explicando cómo los principios fundamentales de la animación son similares a los de la etapa anterior a la aparición de los computadores.

“Aún generamos fotogramas clave en momentos significativos de la acción, como se hacía antes. Pero estos fotogramas clave ya no se dibujan a mano. Usamos directamente software de modelado para crear los personajes y objetos, o bien los creamos como modelos físicos y a continuación usamos escáneres 3D para importarlos al software. En todos los casos, se crean modelos *wireframe* a partir de muchos polígonos (cuanto menores y más numerosos sean los polígonos, más detalles habrá) listos para la aplicación de textura y color”.

También explica cómo los fotogramas que antes los diseñadores asistentes dibujaban a mano, ahora se crean mediante algoritmos que interpolan entre los fotogramas clave.

Modelo *wireframe* de un pez



“El proceso de creación de fotogramas es similar a los métodos que existían anteriormente, en los que los fotogramas clave se creaban y posteriormente el software llevaba a cabo el proceso de interpolación de movimiento. Estos fotogramas clave no se crean obligatoriamente a intervalos regulares, pero deben elegirse cuidadosamente. Los algoritmos, básicamente, interpolan entre los atributos de cada objeto para generar, normalmente, 24 fotogramas por segundo. Esto, en su forma más simple, puede ser una traducción directa en la dirección x (por ejemplo, hacer rodar una esfera). No obstante, en realidad el proceso es bastante más complicado, ya que cada escena tiene muchos objetos y cada objeto puede contener cientos de puntos de control (*avars*). Cada uno de los puntos de control tendrá distintos atributos y cada atributo podrá tener su propio algoritmo para el proceso de interpolación de movimiento (por ejemplo, una persona que vuelve la cara y cambia su expresión). La cantidad de procesamiento requerido aumenta rápidamente.”

“Para el movimiento se usan bibliotecas incorporadas o cinemática inversa. El proceso de transformar una cara en otra (*morphing*) tiene algunas similitudes con el proceso de interpolación de movimiento, aunque la construcción de estos fotogramas intermedios es diferente”.

Xiao-Ling usa el modelo de un pez (ver diagrama *wireframe*) para ilustrar el uso de polígonos y las posiciones de los *avars* (mostrados como círculos rojos). Estos *avars* son los puntos significativos de cada objeto que los animadores pueden controlar usando propiedades asignadas y que posteriormente procesan los algoritmos de interpolación de movimiento.

### **Proyecto: anuncio animado**

Xiao-Ling analiza cómo han experimentado con la técnica de animación en volumen (*stop motion*) usando modelos de plastilina (como se usa en las películas *Coraline* y *Wallace y Gromit*) pero afirma que prefieren el mayor grado de libertad que ofrece el uso de modelos *wireframe*.

El hecho de que este proyecto se pueda realizar fuera de línea tiene como beneficio que la velocidad de renderización no sea importante, lo que ha llevado a *Pacific FX* a investigar las posibilidades que ofrece la captura de movimiento. Esto requirió colocar a los actores tantos discos como *avars* había en los modelos *wireframe*. Posteriormente, un conjunto de cámaras registró todos los datos asociados con los movimientos de esos discos. Estos datos se introdujeron posteriormente en el programa de modelado. Xiao-Ling añade que existen sistemas pasivos y activos.

“Hay que tener cuidado, no obstante, con la cantidad de realismo que se presenta. Una buena animación se consigue cuando la audiencia empatiza con los personajes; a este respecto, los animadores deben tener presente el efecto *valle inquietante*”.

A pesar de la disponibilidad de procesamiento asequible, Xiao-Ling afirma que aún hay límites para lo que una pequeña empresa puede llevar a cabo de forma realista. En concreto, hizo referencia al largometraje *Cómo entrenar a tu dragón 2*, de la compañía *DreamWorks*.

“Esta película requirió el uso de 10.000 núcleos simultáneamente, así como 75 millones de horas de computación para renderizar todas las imágenes. Además requiere 250 TB de espacio de disco activo para su almacenamiento. Las principales compañías invierten considerablemente en capacidad de procesamiento, que puede implicar granjas de renderización y el uso de la nube. Para compañías como la nuestra, siempre tiene que existir una solución intermedia entre el realismo y la capacidad de procesamiento disponible”.\*

### **Proyecto: Videojuego**

El hecho de que este sea un juego en tiempo real afecta a las decisiones de diseño del equipo de Xiao-Ling.

Las escenas de fondo se pueden crear usando diseños mate estándares, pero también es posible renderizar paisajes usando algoritmos fractales bastante simples, como afirma Xiao-Ling:

“Con el algoritmo *Diamond Square*, comenzando con rectángulos simples, se puede generar un nivel de realismo sorprendente, y variando el ‘error’ se puede crear una variedad infinita de diseños”.

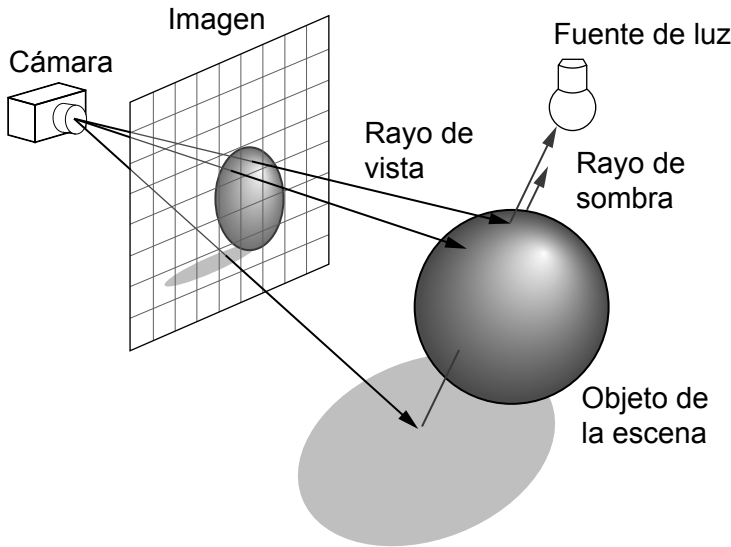
En el proceso de renderización de cada escena, el uso de la luz y la sombra contribuye significativamente a la calidad de la imagen. Se pueden usar varios algoritmos, pero todos intentan resolver la ecuación de renderización básica. En este momento, Xiao-Ling sopesa dos métodos distintos: el trazado de rayos y la renderización *scanline*.

---

\* [www.telegraph.co.uk/technology/.../How-technology-is-driving-the...](http://www.telegraph.co.uk/technology/.../How-technology-is-driving-the...)

El trazado de rayos requiere explorar la ruta de los rayos de luz entre el ojo del espectador (la “cámara” en el diagrama) y la fuente de luz, teniendo en cuenta los distintos efectos que tienen los objetos virtuales en el paso de la luz. Aunque el algoritmo básico es bastante simple de comprender, a medida que aumenta el número de objetos en cada fotograma, aumentan los cambios de dirección que pueden adoptar los rayos de luz. Como hay que procesar informáticamente la intensidad y el color de la luz en cada píxel, el costo computacional puede ser elevado. Es básicamente un proceso recursivo que debe limitarse.

Trazado de rayos



[Fuente: adaptado de Henrik, <http://en.wikipedia.org>]

Una alternativa es la renderización *scanline*, que simplifica el problema de la “determinación de cara oculta”. El algoritmo escanea progresivamente cada línea horizontal de píxeles. Si se encuentran objetos, el más cercano a la cámara recibe un atributo de color que depende de varios factores.

Xiao-Ling comenta que debido a que la renderización *scanline* es un algoritmo de paralelismo obvio (*embarrassingly parallel*), es especialmente adecuado para que lo procesen unidades de procesamiento gráfico (GPU, por sus siglas en inglés).

**Consideraciones éticas**

*Pacific FX* ha contratado a algunos graduados en informática que actualmente están recibiendo capacitación. Xiao-Ling explica que, como parte de este curso de capacitación, tienen muy en cuenta varias cuestiones éticas que una empresa responsable debe considerar al desarrollar sus proyectos de creación de imágenes por computador.

**Desarrollos futuros**

Xiao-Ling concluye con una breve mirada hacia el futuro:

“Una de las fascinaciones constantes de esta industria es que cada año aparece algo diferente a medida que se desarrollan nuevas técnicas o se materializan técnicas actuales gracias a sistemas informáticos más potentes que los existentes en la actualidad. Estoy convencida de que la industria de los videojuegos ofrecerá renderización en tiempo real, lo que situará a los videojuegos al mismo nivel de realismo que las películas de animación”.

**Retos futuros**

Los retos que afrontan en un futuro inmediato Xiao-Ling y *Pacific FX* son:

- investigar la renderización *scanline* y los algoritmos de trazado de rayos para su uso en el proyecto del videojuego;
- investigar las técnicas de captura de movimiento como opción viable para el anuncio;
- investigar las exigencias de los distintos procesos y algoritmos disponibles;
- preparar el módulo de ética para el curso de capacitación;
- prepararse para incorporar las nuevas técnicas que vayan apareciendo.

## **Terminología adicional a la de la guía**

Algoritmo *Diamond Square*  
Animación en volumen (*stop motion*)  
Antropomorfismo  
*Avars*  
Captura de movimiento (*Mo-cap*)  
Celuloide  
Cinemática inversa  
Determinación de cara oculta  
Ecuación de renderización  
Fases en la generación de una animación  
Fotogramas clave  
Fotorrealismo  
Gráficos 2D y 3D por computador  
Granjas de renderización  
Imágenes generadas por computador (CGI)  
Interpolación de movimiento  
Mate (proceso)  
*Morphing*  
Paisajes fractales  
Paralelismo obvio (*embarrassingly parallel*)  
Primitivas  
Renderización  
Renderización *scanline*  
Trazado de rayos  
Unidades de procesamiento gráfico (GPU)  
Valle inquietante

**Algunas compañías, productos o personas nombrados en este estudio de caso son ficticios y cualquier parecido con entidades reales es mera coincidencia.**

---