



# Informe técnico

## CineFX 3.0

La nueva generación de efectos de cine



# La nueva generación de efectos de cine

El motor NVIDIA® CineFX™ de tercera generación extrae toda la potencia de la nueva serie de unidades de procesamiento gráfico (GPU) NVIDIA GeForce™ 6 y facilita la creación de efectos visuales para los juegos de PC del futuro. Gracias a la capacidad de los paquetes de software DirectX® 9.0 Shader Model 3.0 de Microsoft y OpenGL® 1.5 de SGI, los programadores pueden desarrollar sombreadores sin las limitaciones de tamaño que normalmente impone el hardware. Además, pueden aprovechar las mejoras en las opciones de control del flujo, así como los múltiples destinos de renderizado o MRT (Multiple Render Targets) para producir toda una nueva generación de efectos especiales cinemáticos que, gracias al alto rendimiento de CineFX 3.0, proporcionan al usuario experiencias digitales nunca vistas (Figura 1).

CineFX 3.0 es el único motor del mercado en proporcionar sombreado de 32 bits a lo largo de todo el canal de gráficos y su capacidad de procesamiento permite a los programadores crear los mundos digitales más complejos y extraordinarios. Todo tipo de efectos avanzados (como mapas de desplazamiento, sombras complejas y texturas del cabello y la piel) que engañarían el ojo del jugador más experto pueden realizarse en tiempo real con la nueva serie GeForce 6.



©2004 de NVIDIA Corporation

Figura 1. La tecnología de CineFX 3.0 permite crear efectos espectaculares en tiempo real.

---

## Soporte de los nuevos estándares

NVIDIA ofrece soporte completo de DirectX 9.0 Vertex Shader Model 3.0 y Pixel Shader Model 3.0, así como de las convenciones de programación de sombreadores de OpenGL, para que los desarrolladores puedan utilizar con facilidad toda la capacidad y precisión del motor CineFX 3.0. La posibilidad de utilizar todos los lenguajes de sombreado de alto nivel (incluidos el HLSL de Microsoft, el OpenGL Shader Language y el entorno Cg) sin restricciones da a los programadores la opción de desarrollar juegos conformes con las interfaces DirectX u OpenGL.

---

## Vertex Shader 3.0

CineFX 3.0 introduce programas de vértices de tamaño prácticamente ilimitado<sup>1</sup> y control dinámico del flujo, con lo que elimina las anteriores limitaciones de complejidad y estructura que tenían los anteriores sombreadores. Con una absoluta libertad de programación y el rendimiento excepcional de las últimas GPU GeForce, los desarrolladores pueden aprovechar todas las ventajas de los nuevos sombreadores de vértices, como son los mapas de desplazamiento y el divisor de frecuencia para los flujos de datos del programa.

## Programas de vértices de tamaño ilimitado

Ahora, los programas de sombreado de vértices no tienen limitaciones de tamaño. Anteriormente, los efectos de cierta complejidad tenían que escribirse mediante una combinación de programas para respetar las limitaciones de extensión y, en algunos casos, la tarea de finalizar un programa y comenzar el siguiente provocaba degradaciones del rendimiento que ralentizaban el juego y hacían poco factible la implementación del efecto.

Ahora, sin limitaciones de extensión, es posible escribir los efectos más complejos para sacar el máximo rendimiento a cada plataforma de juego. Aunque los programas largos tardan más en procesarse que los cortos, la tecnología y velocidad del motor CineFX 3.0 garantizan que incluso los de mayor extensión se ejecutarán a velocidades impresionantes.

## Control dinámico del flujo

Nuevas opciones de construcción de bucles y bifurcaciones, y funciones adicionales de llamada a subrutinas/retorno permiten a los programadores aumentar su eficacia a la hora de elaborar los sombreadores. La ausencia de límites de tamaño y las mejoras en el control del flujo proporcionan una libertad de programación sin precedentes que da pie a nuevas cotas de creatividad en el universo digital.

---

<sup>1</sup> El sistema operativo o las API pueden imponer restricciones, pero el hardware no limita la extensión de los programas de sombreado.

Entre las nuevas funciones de control del flujo se incluyen:

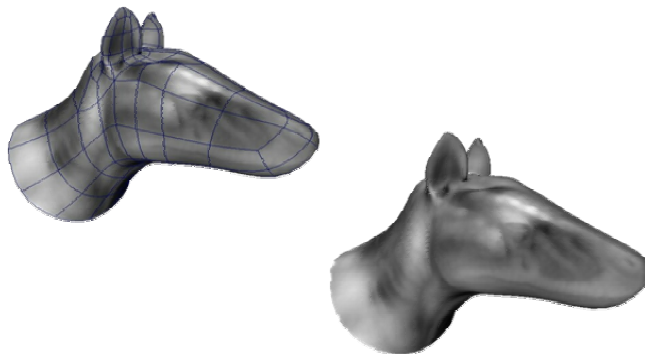
- ❑ Nuevas instrucciones (IFC/BREAKC, IF/BREAK/CALLNZ)
- ❑ Una pila unificada de ocho niveles para devolver direcciones y registros de direcciones:
  - Bifurcación, llamada
  - Registro de carga (PUSH) y lectura (POP)
- ❑ Selección de código de condición

## Mapas de desplazamiento

Los programadores también pueden aprovechar una nueva función de CineFX 3.0, el procesamiento de vértices con texturas, para introducir mayor profundidad y realismo en los componentes, superficies y personajes de una escena. Se pueden crear mapas de correspondencias entre texturas y vértices en tiempo real con unas sencillas instrucciones de carga de texturas en registros. Esta técnica, también conocida como generación de mapas de desplazamiento, permite eliminar las superficies suaves que los programadores se veían obligados a modificar mediante técnicas de sombreado de píxeles (como mapas de rugosidad) o simplemente mantener tal cual en sus entornos 3D.

Los mapas de desplazamiento representan un paso más en el intento de aproximar el mundo de los gráficos generados por ordenador al mundo del cine. Cambios sutiles en la geometría de un modelo pueden tener un impacto visual importante porque cada vértice puede interactuar con las diferentes luces de la escena con un coste de procesamiento muy reducido si se compara con anteriores técnicas de generación de gráficos 3D.

En la Figura 2 se puede observar el modelo inicial sin mapas de desplazamiento. La imagen de la izquierda muestra la cabeza de un dinosaurio con una parte del modelo de malla 3D resaltada. La imagen de la derecha representa el mismo modelo 3D con aplicación de material de color.



Rezard

Exploración y representaciones 3D de headus; diseño y escultura de Martin

**Figura 2. Cabeza de dinosaurio con una parte del modelo 3D de malla resaltado (izquierda) y con aplicación de material de color (derecha).**

Después de agregar los desplazamientos a la malla, la cabeza del dinosaurio presenta rugosidades, protuberancias y texturas detalladas (Figura 3). Cada detalle cambia con la fuente de luz para proporcionar un modelo mucho más realista, pero con bajo coste de procesamiento.



Rezard

Exploración y representaciones 3D de headus; diseño y escultura de Martin

**Figura 3. Modelo de la Figura 2 con mapas de desplazamiento.**

## Divisor de frecuencia del flujo de datos

CineFX 3.0 permite a los programadores especificar diferentes frecuencias para leer distintos tipos de datos de vértices como son los de animación y desplazamiento. De esta forma, es posible aplicar un efecto de forma individualizada a varios personajes y objetos que, de otra forma, serían idénticos. Imaginemos un ejército en el que cada soldado hace un movimiento personalizado según avanza hacia el campo de batalla. En un caso así, es posible aplicar parámetros de animación individualizados a las diferentes copias para hacer que cada soldado parezca un personaje único.

Además, el efecto se puede implementar con suma facilidad creando lotes de parámetros de animación para todos los modelos de la imagen, lo que permite

aplicar efectos complejos a toda la escena de una forma práctica y obtener así un impacto visual de gran calibre.

## Pixel Shader 3.0

Los avances en la tecnología de CineFX han incrementado también la capacidad de los sombreadores de píxeles, que son equiparables a los de vértices. Con un nivel superior de control en el nivel del píxel, los programadores pueden enriquecer enormemente sus juegos introduciendo mayor naturalismo en los personajes, los objetos y la escena en general.

El procesamiento de 32 bits en el canal de gráficos de las GPU GeForce 6 también incrementa la precisión del sombreado de píxeles, que proporciona niveles insuperables de calidad de imagen.

## Programas de píxeles sin limitación de tamaño

Eliminada la necesidad de reducir los programas de sombreado de píxeles a 96 instrucciones y libres de las limitaciones impuestas por el hardware<sup>2</sup>, los programadores pueden implementar ahora efectos más complejos en el nivel del píxel.

## Control dinámico del flujo

El soporte completo de subrutinas, bucles y bifurcaciones (que incluye registros de recuento de bucles y códigos de condición), así como un nuevo registro de cara frontal/posterior dan control absoluto al programador.

## Soporte de varios formatos de cálculo

Los números en coma flotante pueden tratarse en formato nativo de 32 bits o, si se prefiere, en formato de 16 bits, que son los formatos estándar de la industria cinematográfica. Aunque ambos modos producen un rendimiento similar, el formato de 32 bits necesita el doble de memoria para guardar las cifras. El programador puede elegir uno cualquiera de los dos modos (32 bits nativo o 16 bits optativo) para obtener el nivel de precisión que necesite en cada caso. Además, puede controlar con más eficacia el uso de la memoria en situaciones en las que el espacio es un factor determinante. También se admiten otros formatos de datos.

## Múltiples destinos de renderizado

Mediante la tecnología MRT (Multiple Render Target), el sombreador de píxeles puede guardar los datos de cada píxel en varios buffers, que, a su vez, pueden utilizarse como parámetros para sombreadores de iluminación que aporten mayor realismo a la imagen. Con este método, es posible aplicar las luces después de renderizar la geometría y sin necesidad de dar múltiples pasadas a la escena. Se

<sup>2</sup> El sistema operativo o las API pueden imponer restricciones, pero el hardware no limita la extensión de los programas de sombreado.

conoce también como sombreado diferido y la información que se suele guardar en este tipo de superficies incluye datos de posición, normal, color y *material*.

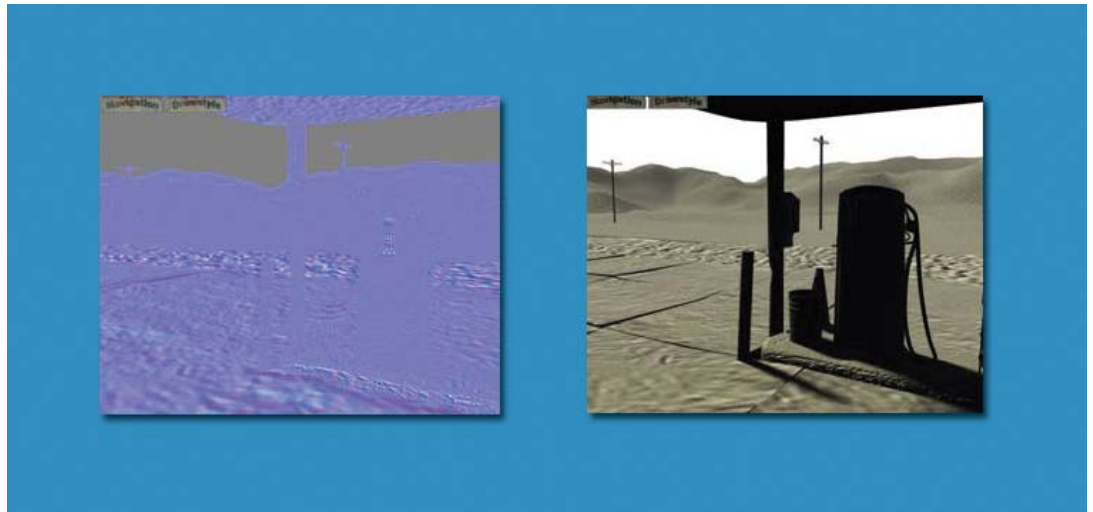
En las figuras de la 5 a la 7 se ilustra la técnica de MRT utilizada para generar una escena de alto rango dinámico. En la primera pasada de renderizado se han creado tres buffers de salida: un mapa de colores, otro de normales y otro de profundidad. En la segunda pasada, se ha calculado la luz utilizando los mapas de normales y profundidad combinados con instrucciones de iluminación. A continuación, la escena se ha iluminado de forma precisa con el mapa de colores.

Por último, en la tercera pasada, se han introducido los valores de luz de intensidad muy alta, situados fuera de la escala de 0 a 1. El cálculo implica esparcir estos píxeles alrededor de las áreas formadas por píxeles de alta intensidad. Como resultado se obtiene un impresionante efecto de resplandor (Figura 7).



©2004 de NVIDIA Corporation

Figura 5. Buffer de colores (izquierda) y buffer de profundidad (derecha) de la escena sin iluminar.



©2004 de NVIDIA Corporation

Figura 6. Buffer de normales de la escena sin iluminar (izquierda) y escena iluminada resultante de la iluminación externa producida con el buffer de normales y el de profundidad (derecha).



©2004 de NVIDIA Corporation

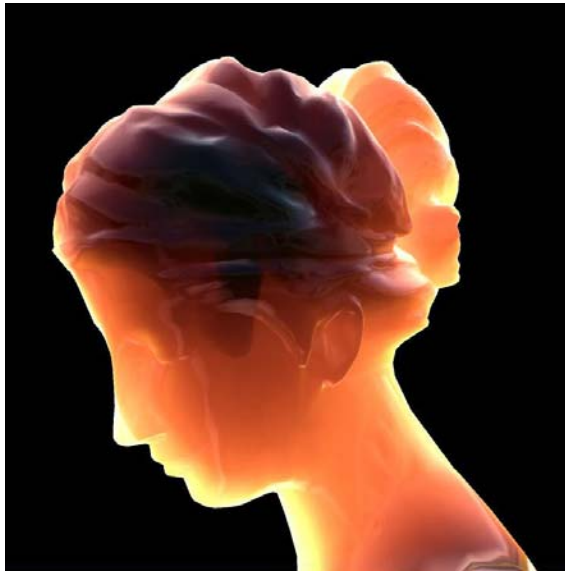
Figura 7. Combinación del mapa de colores e imagen (izquierda) y efecto final de resplandor (derecha)

El uso de MRT ha permitido crear la espectacular escena de la Figura 7 ahorrando numerosas pasadas. A medida que los sombreadores de píxeles se han ido haciendo más complejos, las implementaciones de renderizado diferido se han vuelto más importantes porque ahorran el tiempo de procesamiento de píxeles que no aportan nada a la visualización de la imagen.

## Otros efectos visuales

La mayor capacidad y las nuevas funciones del motor CineFx 3.0 brindan a los programadores la oportunidad de crear componentes y efectos más espectaculares que nunca:

- ❑ **Difusión de la luz bajo la superficie.** En inglés se denomina *subsurface scattering* y permite crear efectos realistas de translucidez mediante la dispersión de la luz bajo superficies como la piel (Figura 8).
- ❑ **Sombras suaves.** Esta técnica reduce la rigidez de las sombras. Los bordes de las sombras generadas a partir de la iluminación de los objetos en la escena se suavizan para conseguir escenas más fieles a la realidad (Figura 9).
- ❑ **Proyección de sombras ambientales.** La proyección de sombras sobre las superficies, como la que generan los árboles y otro tipo de vegetación, se realiza sin introducir anomalías visuales ni reducir el rendimiento. El canal de 32 bits permite mover con precisión las sombras proyectadas sobre el terreno a medida que cambia el punto de vista del espectador.
- ❑ **Iluminación global.** Una de las grandes diferencias entre los gráficos prerrenderizados y los gráficos en tiempo real es la iluminación. Para generar las imágenes más realistas posibles, los renderizadores de las películas pasan horas decidiendo cómo incidirán las luces en los objetos de una escena. Gracias al soporte de sombreadores de píxeles de tamaño prácticamente infinito y aplicación de filtros y mezclas con cálculos en coma flotante, estos efectos extraordinariamente complicados pueden aplicarse al instante para introducir nuevos niveles de naturalismo a las aplicaciones de tiempo real.



Modelo cedido por De Espona Infographica

Figura 8. Es posible crear diferentes efectos de translucidez mediante la difusión de la luz bajo la superficie.



Figura 9. CineFX 3.0 permite generar sombras suaves.

---

## Conclusiones

El motor CineFX 3.0 de NVIDIA se ha diseñado para proporcionar niveles de creatividad sin precedentes en los programas. Con soporte de DirectX 9.0 Shader Model 3.0, las últimas GPU GeForce darán paso a una nueva generación de juegos con universos digitales increíblemente verosímiles y complejos dotados de personajes muy cercanos a la realidad que se desenvuelven en entornos de calidad cinematográfica.

Antes no era posible introducir efectos especiales complejos sin sacrificar el rendimiento y la precisión. Una de las razones es que los programas de sombreado largos exigían excesivas pasadas de cálculo. Ahora, gracias a la serie GeForce 6, el motor CineFX 3.0 y el software DirectX 9.0 Shader Model 3.0, es posible crear efectos de enorme impacto visual sin perjudicar el rendimiento.



## **Aviso legal**

TODAS LAS ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE NVIDIA, PLACAS DE REFERENCIA, ARCHIVOS, DIBUJOS, DIAGNÓSTICOS, LISTAS Y OTROS DOCUMENTOS (DENOMINADOS CONJUNTAMENTE O POR SEPARADO "MATERIALES") SE ENTREGAN "TAL CUAL". NVIDIA NO OFRECE NINGUNA GARANTÍA EXPRESA, IMPLÍCITA, ESTATUTARIA O DE OTRA NATURALEZA CON RESPECTO A LOS MATERIALES Y RECHAZA EXPRESAMENTE CUALQUIER GARANTÍA IMPLÍCITA DE COMERCIABILIDAD, NO INFRACCIÓN O ADECUACIÓN A ALGÚN PROPÓSITO EN PARTICULAR.

NVIDIA Corporation considera que la información suministrada es exacta y fiable, pero no asume responsabilidad alguna por las posibles consecuencias o infracciones de derechos sobre patentes, u otros derechos de terceras partes, que pudieran derivarse de su uso. NVIDIA no otorga licencia alguna por implicación, ni de ningún otro modo, bajo ninguna patente o derecho de patente de NVIDIA Corporation. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. NVIDIA Corporation products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of NVIDIA Corporation.

## **Trademarks**

NVIDIA, the NVIDIA logo, CineFX, and GeForce are trademarks or registered trademarks of NVIDIA Corporation. Other company and product names may be trademarks of the respective companies with which they are associated.

## **Copyright**

© 2004 by NVIDIA Corporation. All rights reserved.



**NVIDIA.**

NVIDIA Corporation  
2701 San Tomas Expressway  
Santa Clara, CA 95050  
[www.nvidia.com](http://www.nvidia.com)