



## Descrizione tecnica

CineFX 3.0  
Una nuova e strabiliante  
generazione di effetti speciali  
visivi



# Una nuova e strabiliante generazione di effetti speciali visivi

La terza generazione del motore NVIDIA® CineFX™ permette di sprigionare tutta la potenza delle nuove GPU NVIDIA GeForce™ 6 Series e di razionalizzare il processo di creazione di effetti speciali visivi per i più rivoluzionari giochi per PC. Grazie alla potenza delle applicazioni Microsoft DirectX® 9.0 Shader Model 3.0 ed SGI OpenGL® 1.5, i programmatori sono in grado di sviluppare programmi ombreggiatore senza alcun limite di lunghezza imposto dall'hardware. Gli sviluppatori possono inoltre sfruttare a fondo le maggiori opzioni di controllo del flusso e tecnologie come Multiple Render Targets (MRT) per creare una nuova generazione di effetti speciali di tipo cinematografico. Grazie alla potenza di CineFX 3.0, questi effetti possono essere creati senza compromettere le prestazioni di sistema e permettono di offrire esperienze visive davvero innovative (figura 1).

Il motore CineFX 3.0 contiene la sola funzione di ombreggiatura a 32 bit effettivi applicata all'intera pipeline di tutto il settore e offre una potenza di elaborazione nettamente superiore alle versioni precedenti. CineFX 3.0 offre ai programmatori la possibilità di creare mondi digitali di straordinaria complessità. Le nuove GeForce 6 Series consentono di realizzare effetti avanzati in tempo reale totalmente credibili anche per i videogiocatori più esperti, ad esempio la mappatura dei dislocamenti, le ombre complesse ed epidermidi e capigliature generate in tempo reale.



©2004 NVIDIA Corporation

Figura 1. Effetti avanzati in tempo reale resi possibili dalla tecnologia CineFX 3.0.

---

## Supporto completo degli standard in evoluzione

NVIDIA offre il supporto completo di DirectX 9.0 Vertex Shader Model 3.0 e di Pixel Shader Model 3.0, oltre che delle convenzioni del programma di ombreggiatura OpenGL, in modo che gli sviluppatori di giochi possano facilmente accedere alla potenza e alla precisione del motore CineFX 3.0. Il supporto più completo per linguaggi di ombreggiatura di alto livello — ad inclusione del Microsoft High-Level Shader Language (HLSL), dello OpenGL Shader Language (GLSL) e dell'ambiente di ombreggiatura Cg — offre ai programmatori una scelta per lo sviluppo dei giochi che si conforma alle interfacce DirectX oppure OpenGL.

---

## Vertex Shader 3.0

NVIDIA CineFX 3.0 introduce programmi vertex di lunghezza virtualmente infinita<sup>1</sup> e il controllo dinamico del flusso, eliminando i precedenti limiti alla complessità e alla struttura dei programmi ombreggiatore. Grazie alla completa libertà di programmazione e alle prestazioni eccezionali delle ultimissime GPU NVIDIA GeForce, gli sviluppatori possono trarre vantaggio dalle nuove funzionalità degli ombreggiatori vertex, quali la mappatura dei dislocamenti e un divisore di frequenza per gli stream dei programmi vertex.

## Programmi vertex di lunghezza infinita

Ora i programmi vertex non hanno più limiti di lunghezza massima. In precedenza, gli effetti più complessi dovevano essere programmati come combinazione di programmi shader per conformarsi alle limitazioni del programma. In alcuni casi, il carico di lavoro dovuto alla terminazione di un programma e all'avvio del successivo arrivava a provocare una riduzione consistente delle prestazioni e a rallentare l'esecuzione del gioco, rendendo l'effetto inutile o impraticabile.

---

<sup>1</sup> Limitazioni potrebbero esistere a livello operativo / API. I programmi d'ombreggiatura non vengono limitati dal hardware.

Ora, senza limiti di lunghezza ai programmi di ombreggiatura, gli effetti più complessi possono essere programmati in modo da sfruttare al massimo le prestazioni delle piattaforme di gioco. Sebbene i programmi più lunghi possano impiegare tempi di elaborazione consistenti, soprattutto rispetto ai più brevi, la tecnologia e la velocità del motore CineFX 3.0 garantiscono un'esecuzione in tempi rapidissimi anche per i programmi più lunghi.

## Controllo del flusso dinamico

Opzioni aggiuntive di looping/branching e nuove funzioni di chiamata/ritorno delle subroutine offrono ai programmatori una gamma di scelte ancora superiore per quanto riguarda la programmazione di applicazioni di ombreggiatura efficienti. Nessuna limitazione di lunghezza e un maggiore controllo del flusso offrono infatti ai programmatori una libertà senza precedenti che può scatenare un nuovo livello di creatività nel mondo dei videogiochi.

Il nuovo controllo del flusso include queste capacità:

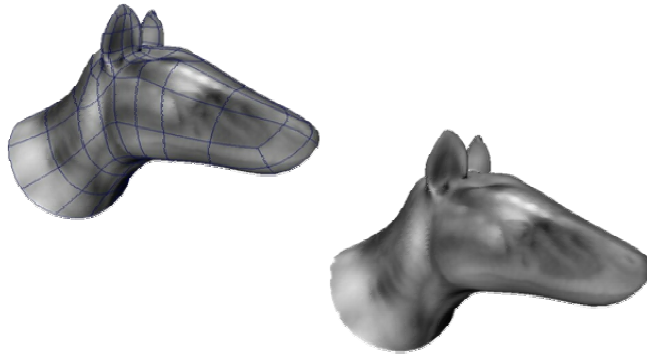
- ❑ Nuove istruzioni (IFC/BREAKC, IF/BREAK/CALLNZ)
- ❑ Uno stack unificato a otto livelli per la restituzione di indirizzi e registri degli indirizzi:
  - Branch, chiamata
  - Push e pop dei registri degli indirizzi
- ❑ Selezione del codice di condizione

## Mappatura dei dislocamenti

I programmatori possono inoltre trarre vantaggio da una nuova capacità di CineFX 3.0 — l'elaborazione dei vertex con texture — per offrire maggiore profondità e realismo a ciascun componente, superficie e personaggio di una scena. Si possono mappare sui vertici informazioni in tempo reale relative alle texture con istruzioni di caricamento del registro semplici da usare. Questa tecnica, nota anche come mappatura dei dislocamenti, elimina le superficie sin troppo regolari che gli sviluppatori potevano aggirare solo a fatica, utilizzando tecniche riservate ai pixel shader (come il bump mapping).

La mappatura dei dislocamenti porta i mondi generati dal computer un passo più vicino alla parità visiva con i mondi dei film. Le sottili variazioni nella geometria di un modello possono avere un maggiore impatto visivo perché ciascun vertex può interagire con tutte le luci di una scena, con un costo di elaborazione piuttosto ridotto rispetto alle precedenti tecniche di generazione 3D.

Nella figura 2, si noti il modello iniziale senza mappatura dei dislocamenti. L'immagine a sinistra mostra la testa di un dinosauro con il mesh del modello 3D parzialmente evidenziato. L'immagine a destra rappresenta un colore del materiale applicato a un modello 3D della stessa testa.



Rezard

Scansione e rappresentazioni 3D di headus; progettazione e scultura di Martin

**Figura 2.** La testa del dinosauro con il mesh del modello 3D parzialmente evidenziato (sinistra) e con il colore materiale applicato (destra).

Dopo aver aggiunto i dislocamenti al mesh del modello, la testa del dinosauro rivela creste, avvallamenti e texture dettagliate (figura 3). Il dettaglio reagisce alle sorgenti luminose, fornendo un modello più realistico, ma con un costo di elaborazione decisamente accettabile.



Rezard

Scansione e rappresentazioni 3D di headus; progettazione e scultura di Martin

Figura 3. Aggiunta di dislocamenti al mesh del modello della figura 2.

## Divisore dello stream della frequenza vertice

CineFX 3.0 permette ai programmatori di specificare più frequenze oppure offset per la lettura di tipi differenti di informazioni sul vertice, quali le informazioni sulle animazioni e sui dislocamenti. Un effetto può essere applicato in modo efficiente a più oggetti o personaggi, offrendo individualità e singolarità a modelli altrimenti identici. Immaginate un'armata di soldati, ciascuno dotato di propri movimenti unici mentre l'intero esercito si sposta sul campo di battaglia. In questo esempio, i parametri individuali dell'animazione possono essere applicati in modo univoco a ciascuna copia, rendendo ogni soldato diverso e unico.

Questo effetto può essere implementato con grande efficienza. I programmatori possono inserire in batch i parametri dell'animazione per tutti i modelli della scena, rendendo pratica la fornitura di effetti complessi nell'intera scena per conseguire una qualità visiva davvero sbalorditiva.

---

## Pixel Shader 3.0

Le innovazioni nella tecnologia CineFX hanno innalzato le possibilità dei pixel shader in modo da renderle del tutto analoghe a quelle degli ombreggiatori per vertex. Con un maggiore controllo a livello dei pixel, i programmatori possono arricchire in modo sensibile i propri giochi, portando qualità più verosimili a ogni personaggio, oggetto e scena.

Le abilità di elaborazione native a 32 bit delle GPU GeForce 6 Series aumentano inoltre la precisione complessiva dell'ombreggiatura dei pixel, portando gli ombreggiatori di pixel a nuovi e precedentemente irraggiungibili livelli di qualità dell'immagine.

## Ombreggiatori pixel di lunghezza infinita

Non più costretti a limitare ciascun programma di ombreggiatura dei pixel a sole 96 istruzioni, i programmatori sono ora liberi dalle limitazioni dell'hardware<sup>2</sup> e possono implementare effetti più complessi a livello dei pixel.

## Controllo del flusso dinamico

Pieno supporto di subroutine, loop e branch — ad inclusione di registri di contatori per loop e codici condizione — e un nuovo registro retro/fronte offrono il completo controllo ai programmatori.

## Supporto dati flessibile

Gli operandi in virgola mobile possono essere trattati nel formato nativo a 32 bit o in quello opzionale a 16 bit, i formati standard dell'industria cinematografica. Sebbene entrambe le modalità offrano prestazioni equivalenti, la modalità in virgola mobile a 32 bit utilizza il doppio della memoria per archiviare gli operandi. I programmatori possono scegliere tra la modalità nativa a 32 bit e quella opzionale a 16 bit per offrire il livello di precisione richiesto da ciascuna occasione. Inoltre, possono anche gestire la memoria con la massima efficienza nelle situazioni nelle quali lo spazio costituisce una considerazione di cui tenere conto. Sono supportati anche altri formati dei dati.

---

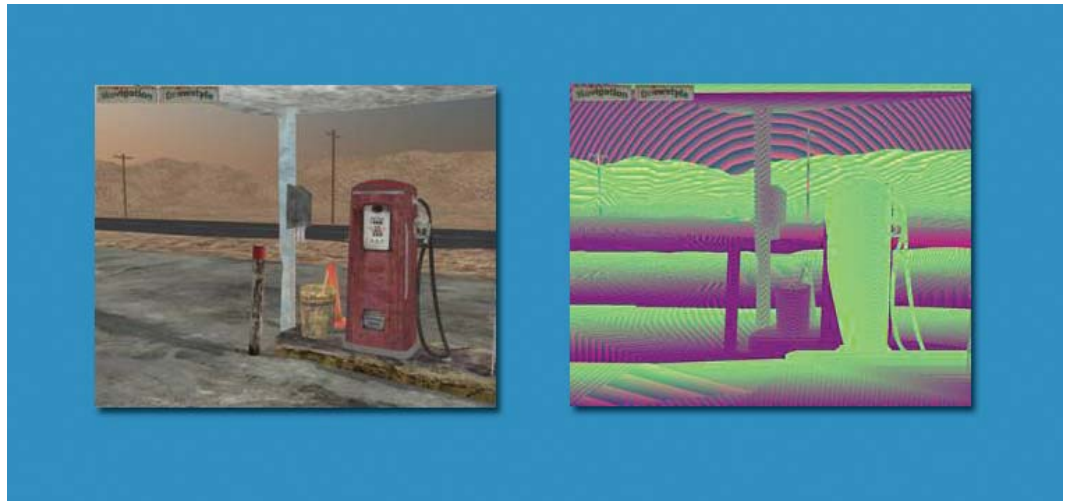
<sup>2</sup> Limitazioni potrebbero esistere a livello operativo / API. I programmi d'ombreggiatura non vengono limitati dal hardware.

## Multiple Render Target

La tecnologia Multiple Render Target (MRT) consente agli ombreggiatori di pixel di salvare i dati per pixel in più buffer. Questi buffer possono quindi essere utilizzati come parametri per gli ombreggiatori di illuminazione fotorealistici. Con questo approccio, l'illuminazione può essere applicata dopo che tutta la geometria è stata renderizzata e senza più passaggi attraverso la scena. Questo viene inoltre definito come ombreggiatura differita. Alcune informazioni tipiche archiviate in questi tipi di superfici includono posizione, normale, colore e *materiale*.

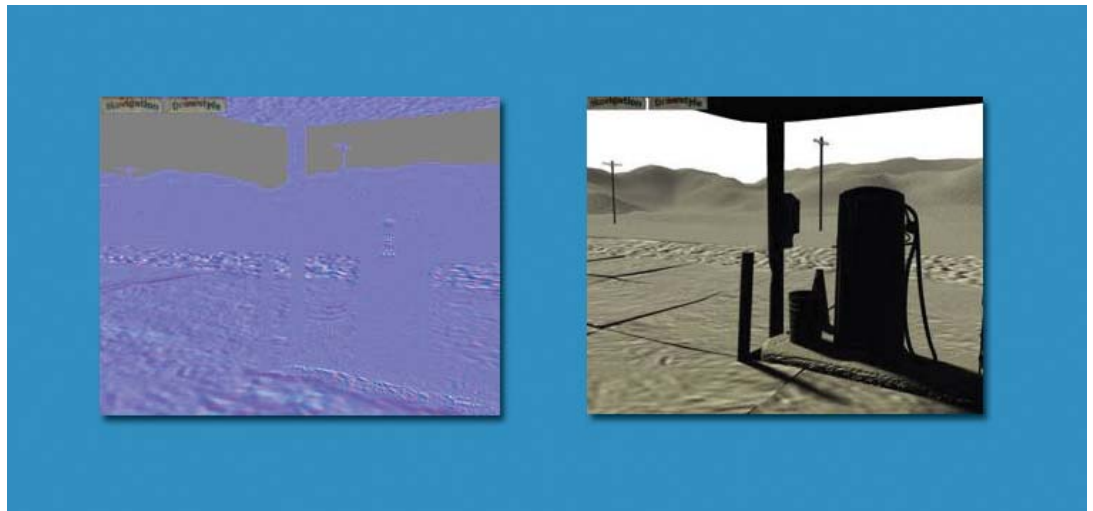
Le figure da 5 a 7 illustrano la tecnica MRT utilizzata per generare una scena ad elevata gamma dinamica. Nel primo passaggio di rendering, si creano tre buffer di output — una mappa colore, una mappa normale e una mappa di profondità. Nel secondo passaggio, l'illuminazione viene calcolata utilizzando la mappa normale e di profondità combinate con i termini di illuminazione. Quindi, la scena viene illuminata accuratamente con la mappa colore.

Infine, nel terzo passaggio, i valori di luce di intensità superelevata che stavano al di fuori della gamma da 0 a 1 vengono importati nella scena. Il calcolo prevede l'addossamento dei pixel attorno alle aree con elevata intensità di pixel. Il risultato di questo passaggio è un effetto bagliore davvero strabiliante (figura 7).



©2004 NVIDIA Corporation

Figura 5. Buffer colore (sinistra) e buffer profondità (destra)  
della scena non illuminata.



©2004 NVIDIA Corporation

Figura 6. Buffer normale della scena non illuminata (sinistra)  
e della scena illuminata che risulta dall'illuminazione  
esterna che si avvale del buffer normale e del buffer  
di profondità (destra).



©2004 NVIDIA Corporation

Figura 7. Mappa colore e combinazione immagine (sinistra)  
ed effetto bagliore finale (destra).

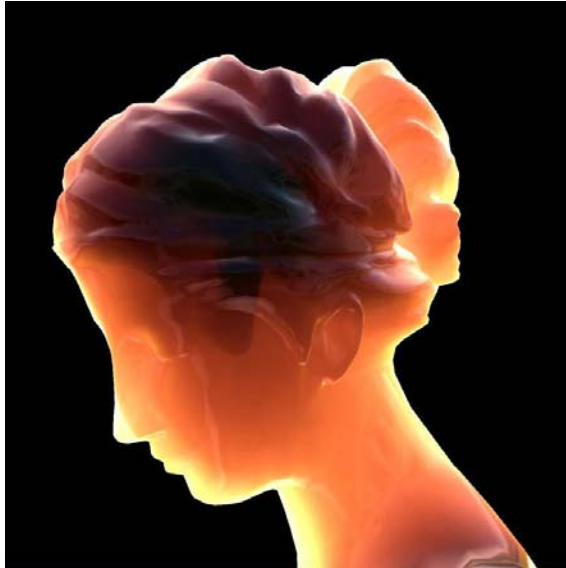
Dato che si è utilizzata la soluzione MRT, sono stati effettuati diversi passaggi durante la finalizzazione della scena della figura 7, davvero mozzafiato. Con la crescente complessità degli ombreggiatori pixel, le implementazioni differite dell'ombreggiatura diventano sempre più utili perché consentono di evitare lo spreco di tempo di elaborazione per pixel che non offrono contributi alle porzioni visibili dell'immagine.

## Effetti visivi addizionali

L'incremento di potenza e la nuova tecnologia del motore CineFX 3.0 consentono ai programmatori di creare funzionalità ed effetti speciali sempre più esclusivi, fra cui:

- ❑ **Dispersione subsuperficiale.** Epidermide e superfici assumono una reale profondità, con variazioni che mostrano qualità traslucide davvero realistiche (figura 8).
- ❑ **Ombre morbide.** Grazie a questa tecnica, le ombre assumono un aspetto meno netto. I bordi delle ombre create dall'illuminazione e dagli oggetti della scena sono ammorbiditi e offrono una raffigurazione più accurata dell'aspetto finale (figura 9).
- ❑ **Ombre ambientali e sul terreno.** Le ombre possono essere proiettate sulle superficie ambientali, quali la vegetazione, senza introdurre anomalie evidenti o rallentare le prestazioni. La pipeline a 32 bit consente lo spostamento accurato delle ombre sul terreno per riflettere il movimento del punto di vista.

- **Illuminazione globale.** Una delle maggiori differenze tra la grafica prerenderizzata e quella in tempo reale è costituita proprio dall'illuminazione. Per produrre le immagini più realistiche possibili, i renderizzatori dei film trascorrono ore a determinare quanta luce venga riflessa dagli oggetti di una scena. Con il supporto di ombreggiatori per pixel di lunghezza quasi infinita e di filtratura e fusione in virgola mobile, questi effetti di incredibile complessità possono essere approssimati in tempo reale, portando livelli più elevati di fotorealismo alle applicazioni in tempo reale.



Modello cortesemente offerto da De Espona Infographica

Figura 8. Trasparenza e livelli variati di penetrazione della luce possono essere creati utilizzando effetti di dispersione subsuperficiale.



Figura 9. CineFX 3.0 permette la realizzazione di effetti quali le ombre morbide.

---

## Conclusione

NVIDIA CineFX 3.0 permetterà di integrare un livello di creatività senza precedenti nelle attività di programmazione. Grazie al pieno supporto di DirectX 9.0 Shader Model 3.0, le ultimissime GPU GeForce potranno presto fungere da motore creativo per una nuova generazione di giochi di un realismo senza precedenti, ambientati in mondi digitali di complessità impensabile, ricchi di personaggi della massima verosimiglianza e di sfondi di qualità cinematografica.

In precedenza, gli effetti di maggiore complessità non erano possibili senza sacrificare prestazioni e precisione. Una causa di questa impossibilità erano proprio i programmi ombreggiatore di maggiore lunghezza, che richiedevano diversi passaggi di elaborazione. Ora, grazie alle GPU NVIDIA GeForce 6 Series, NVIDIA CineFX 3.0 e DirectX 9.0 Shader Model 3.0, si possono creare effetti speciali rivoluzionari senza compromettere le prestazioni.



## **Notifica**

TUTTE LE SPECIFICHE DI PROGETTAZIONE NVIDIA, LE SCHEDE DI RIFERIMENTO, I FILE, I DISEGNI, LA DIAGNOSTICA, LE LISTE E ALTRI DOCUMENTI (UNITAMENTE E SEPARATAMENTE, DEFINITI "MATERIALI") SONO FORNITI NELLO STATO IN CUI SI TROVANO. NVIDIA NON OFFRE GARANZIE, ESPRESSE, IMPLICITE, STATUTARIE O DI ALTRO TIPO IN RELAZIONE AI MATERIALI, E RIFIUTA ESPRESSAMENTE OGNI GARANZIA IMPLICITA DI NON VIOLAZIONE, COMMERCIALIZZABILITÀ E IDONEITÀ A SCOPI SPECIFICI.

Le informazioni fornite sono ritenute accurate e affidabili. Tuttavia, NVIDIA Corporation non si assume alcuna responsabilità per le eventuali conseguenze derivanti dall'uso di tali informazioni o da qualsiasi violazione di brevetti o altri diritti di terze parti che possono conseguire dal loro uso. Non viene concessa alcuna licenza implicita o in altro modo in base a nessun brevetto o diritto di autore di proprietà di NVIDIA Corporation. Le specifiche tecniche menzionate nella presente pubblicazione sono soggette a modifica senza preavviso. Questa pubblicazione rimpiazza e sostituisce tutte le informazioni precedentemente fornite. Non si autorizza l'impiego dei prodotti di NVIDIA Corporation come componenti cruciali di dispositivi per il supporto vitale o per sistemi che non abbiano ricevuto l'espressa approvazione scritta di NVIDIA Corporation.

## **Marchi**

NVIDIA, il logo NVIDIA, CineFX e GeForce sono marchi e/o marchi registrati di NVIDIA Corporation. Altri nomi di società e di prodotti possono essere marchi o marchi registrati dei rispettivi detentori.

## **Copyright**

© 2004 by NVIDIA Corporation. Tutti i diritti riservati.



**NVIDIA.**

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