

Universidad Católica de Asunción

# PPUs: Unidades de Procesamiento Físico

TAI2 - Prof. Juan de Urraza

David Ayala – [david.eaj@gmail.com](mailto:david.eaj@gmail.com)



09

## Índice

Carátula .....	1
Índice .....	2
Introducción .....	3
Ageia PhysX: Detalles .....	4
Havok: Detalles .....	13
Conclusión .....	16
Bibliografía .....	17

## Introducción

Hoy en día, las distintas facetas en las que usamos los computadores requieren cada vez mayor poder de cálculo. Además de esto, las personas esperan cada vez más que sus computadores tengan la suficiente potencia para realizar sus tareas favoritas (y cuesten cada vez menos).

Inicialmente, la tendencia era diseñar procesadores cada vez más complejos y rápidos. Esto siguió aumentando a medida que la tecnología fue permitiendo más miniaturización e incremento de la frecuencia. Pero recientemente, este modelo de evolución empezó a tocar techo. Muchos fabricantes optan ya por aprovechar los últimos avances en miniaturización para incrementar el número de núcleos (cores) en el chip.

Entonces, podemos decir que hay factores que indican que la tendencia será diseñar procesadores más sencillos (menos potentes) y/o incrementar la especialización. Una de las primeras demostraciones de esto (y una bastante exitosa, por cierto) fueron las GPUs (Graphics Processing Units), tarjetas con procesadores independientes dedicados exclusivamente a los cálculos y renderización de los gráficos en software y juegos 3D.

Pero, incluso los mejores video-juegos y las grandes películas renderizadas en 3D de hoy en día todavía no se ven -COMPLETAMENTE- realistas. Desde la manera en que las explosiones ocurren, el modo en que el agua de un río fluye hasta la forma en que los personajes animados caen al suelo, todavía falta algo más para poder lograr un efecto completamente realista.

Típicamente los juegos de hoy implementan un poco de gravedad, agua que se ve bien pero no real, y algunas colisiones básicas... ¿pero cuantas veces vimos tormentas con vientos que soplan de verdad, ropas que se mueven cuando los personajes caminan o deformaciones creíbles?

La compañía conocida como Ageia, dice que el elemento faltante es la física: física del mundo real. Y proponen agregar un tercer procesador – una Unidad de Procesamiento de Física (PPU, por sus siglas en inglés).

Actualmente, hay 2 competidores principales en el campo del procesamiento físico: PhysX y Havok. Más adelante en el trabajo analizaremos con más detalle las propuestas de ambos.

### PPU: Physics Processing Unit

Una PPU es un microprocesador dedicado diseñado para manejar los cálculos físicos, especialmente en los videojuegos. Ejemplos de cálculos que involucran una PPU podrían incluir dinámica de cuerpos rígidos y suaves, dinámica de fluidos, detección de colisiones, simulación de ropas y cabellos, y la fracturación de objetos. La idea es que el procesador especializado libere a la CPU principal de estas tareas que consumen mucho tiempo y recursos, de manera similar a como una GPU realiza las operaciones gráficas en lugar de la Unidad Central de Proceso.

Hoy en día, aunque varios juegos ostentan efectos físicos cada vez más realistas, la mayor parte de estos efectos todavía se logran por software (es decir, que es la CPU quien debe procesarlos).

## Ageia PhysX

Ageia se fundó en el 2002, y fue notoria por ser la primera compañía en desarrollar hardware diseñado para descargar los cálculos físicos de los videojuegos desde la CPU a un chip separado. Antes que esto, soluciones físicas ni de ATI ni de NVIDIA habían sido planeadas ni anunciadas. Poco después de que Ageia implementase su procesador PhysX, NVIDIA y ATI anunciaron sus propias soluciones: implementar una funcionalidad similar vía sus GPUs GeForce y Radeon.

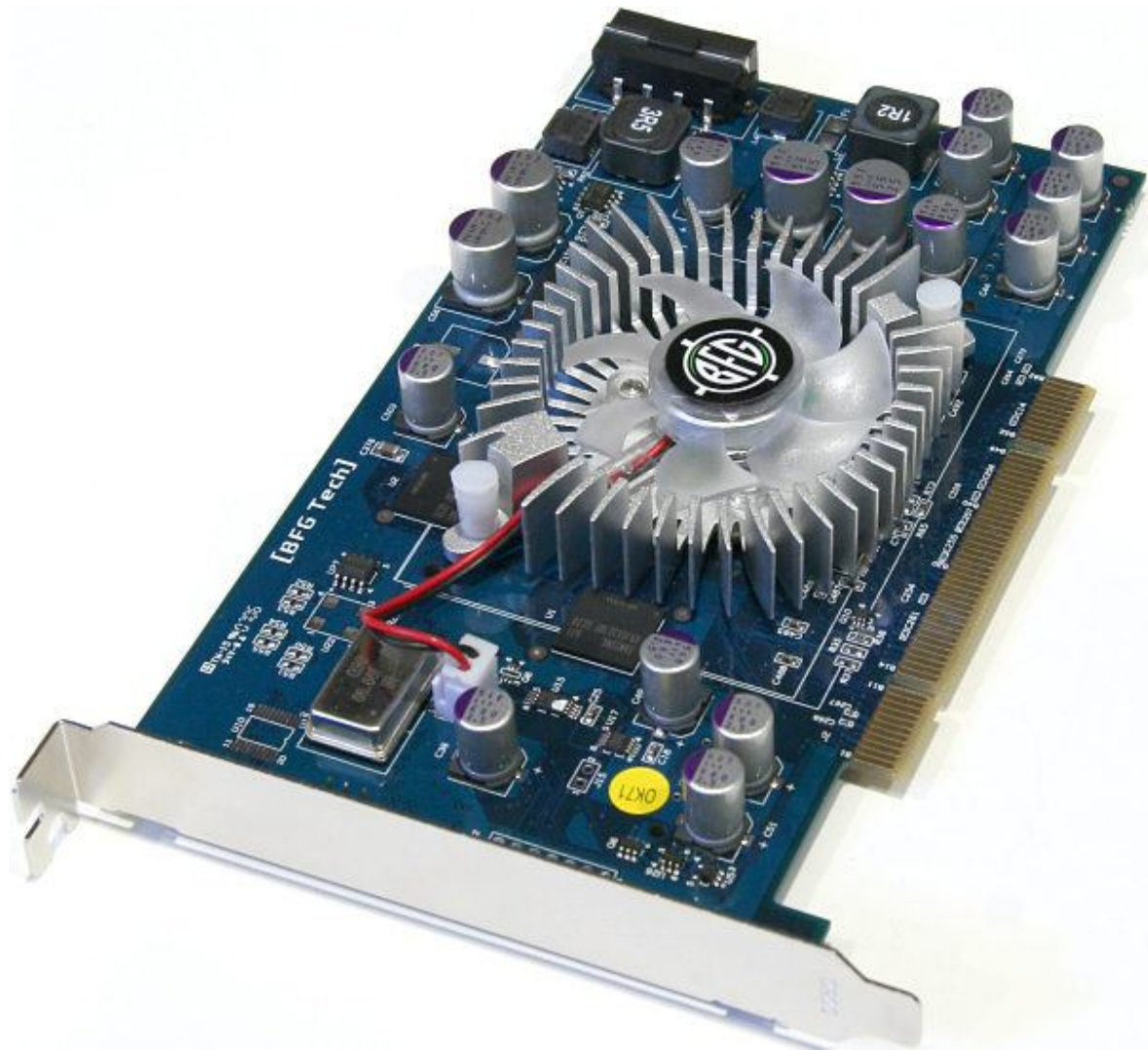


Desde que Ageia empezó a “hacer ruido” acerca de acelerar los cálculos físicos de los juegos mediante hardware dedicado, mucha gente ha estado preguntándose si una cosa así tiene sentido. Pero, como el éxito de los procesadores gráficos en la década pasada ha demostrado, la aceleración de problemas de cómputo específicos que son particularmente intensivos usando hardware dedicado puede ser una cosa muy potente. Aunque las CPUs sean buenas para muchas cosas, descargar ciertos trabajos a chips dedicados es frecuentemente más rápido y más eficiente en términos de energía, permitiendo un mejor rendimiento. Tenemos chips lógicos que manejan un montón de tareas específicas en la PC: procesamiento de audio, compresión de video y varios tipos de entrada/salida.

A primera vista, la física parece un candidato bastante bueno para aceleración por hardware. Los cálculos físicos involucran muchas operaciones de punto flotante que pueden potencialmente procesarse en paralelo. En los juegos, el procesamiento físico debe ser rápido para ser útil, todos los cálculos deben ocurrir en tiempo real, con las actualizaciones ocurriendo cada vez que la pantalla sea redibujada. Como los gráficos, la física es un problema en el cual los coprocesadores pueden sobresalir.

El primer procesador en ser anunciado como una PPU se llamaba el chip PhysX, introducido por una compañía de semiconductores llamada Ageia en febrero del 2006. Los juegos que deseaban tomar ventaja de la PPU PhysX debían usar el SDK (Software Development Kit, o Kit de Desarrollo de Software) PhysX de Ageia (anteriormente conocido como NovodeX SDK).

El chip consiste de un núcleo RISC de propósito general controlando un arreglo de procesadores SIMD VLIW de punto flotante. No hay jerarquía de cache como en una CPU o GPU.



La tarjeta PhysX se veía asombrosamente parecida a una tarjeta de video, pero la cobertura de metal carece de cualquier tipo de conector de salida, y los contactos dorados estaban pensados para insertarse en una ranura PCI de 32 bits. La tarjeta está pensada para trabajar con números, no para conducir una pantalla.

Fueron un par de socios de Ageia: ASUS y BFG quienes trajeron las primeras tarjetas PhysX al mercado. La tarjeta azul de la figura es la versión de BFG Tech, y viene con 128MB de chips de memoria DD3 Samsung. Estos chips corren a una tasa de datos efectiva de 733MHz en una interfaz de 128bits, lo que resulta en 12GB/s de ancho de banda de memoria dedicado exclusivamente a procesamiento físico.

El procesador físico de esta tarjeta física medía aproximadamente 14 mm por 14 mm, o 196 mm<sup>2</sup>. Incluía alrededor de 125 millones de transistores en este espacio cuando se fabrica el chip con un proceso de 130nm.



El software asociado a esta tarjeta es clave para su éxito. Ageia licenció el API entero de PhysX y su SDK, con las herramientas complementarias, a los desarrolladores de juegos de PC sin cargo alguno. El único “pero”: los juegos debían tomar ventaja de una PPU PhysX si esta estuviera presente. Ageia también supervisó la migración del API de PhysX a las consolas de próxima generación. En la Xbox 360, las casas de desarrollo de juegos pueden obtener una licencia del SDK por alrededor de 50,000 US\$, y PhysX utilizará todos los tres núcleos de la CPU de la Xbox 360. Sony simplemente compró los derechos del SDK de PhysX para la PlayStation 3 para que todos sus desarrolladores puedan usarlo gratis, y los ingenieros de Sony adaptaron las rutinas de procesamiento físico al procesador Cell.

Dichos esfuerzos habían hecho al API PhysX un motor físico razonablemente completo, multi-plataforma y de bajo costo, y Ageia tuvo cierto éxito persuadiendo a los desarrolladores de juegos, compañías de juegos y creadores de herramientas de juegos para que usen PhysX.

Hasta que el 4 de febrero del 2008, NVIDIA anunció que adquiriría Ageia. El 13 de febrero del 2008, la compra de Ageia por parte de NVIDIA fue completada, y el motor PhysX es ahora conocido como NVIDIA PhysX.



Después de esta compra, parecía que PhysX iría en un 100% para NVIDIA. Pero en marzo del 2008, NVIDIA anunció que haría PhysX un estándar para todo el mundo. De esta manera, los principales fabricantes de procesadores gráficos tendrán soporte para PhysX en las tarjetas gráficas de próxima generación. NVIDIA también anunció que PhysX estaría disponible para algunas de sus tarjetas gráficas anteriores sencillamente descargando algunos controladores nuevos.

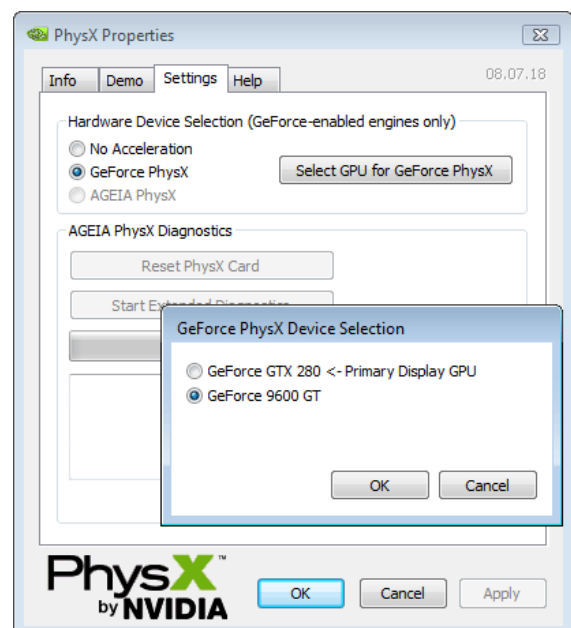
NVIDIA pues, de esta manera, decidió implementar PhysX a partir de entonces en sus tarjetas aceleradoras gráficas. NVIDIA aseguraba que el motor PhysX fue diseñado específicamente para aceleración de hardware en ambientes masivamente paralelos. Por esto, las GPUs son el lugar natural para computar cálculos físicos porque, como los gráficos, la física está impulsada por miles de cómputos paralelos.

NVIDIA había estado invirtiendo fuertemente en un estándar abierto llamado CUDA (Compute Unified Device Architecture), y razonó que debía ser relativamente fácil mover e implementar el API de PhysX en sus GPUs listas para CUDA. Fue desde ahí que las cosas se pusieron interesantes: cualquier GPU GeForce serie 8xxx GPUs y posteriores (con un mínimo de 32 núcleos y un mínimo de 256MB de memoria grafica dedicada) podían, a partir del 12 de agosto del 2008, tomar ventaja de PhysX sin necesidad de instalar una tarjeta física PhysX dedicada. Así que, el mercado potencial para esta tecnología se expandió a 70 millones de jugadores.

## La implementación PhysX de NVIDIA

NVIDIA creó tres configuraciones que pueden elegirse para usar PhysX:

- Estándar: Una GPU procesa tanto los gráficos + PhysX (no es lo ideal, ya que se requiere bastante poder de proceso en la GPU).
- Modo SLI: Dos GPUs procesan los gráficos + PhysX.
- Modo Multi-GPU: La GPU1 procesa los gráficos y la GPU2 procesa los cálculos físicos.

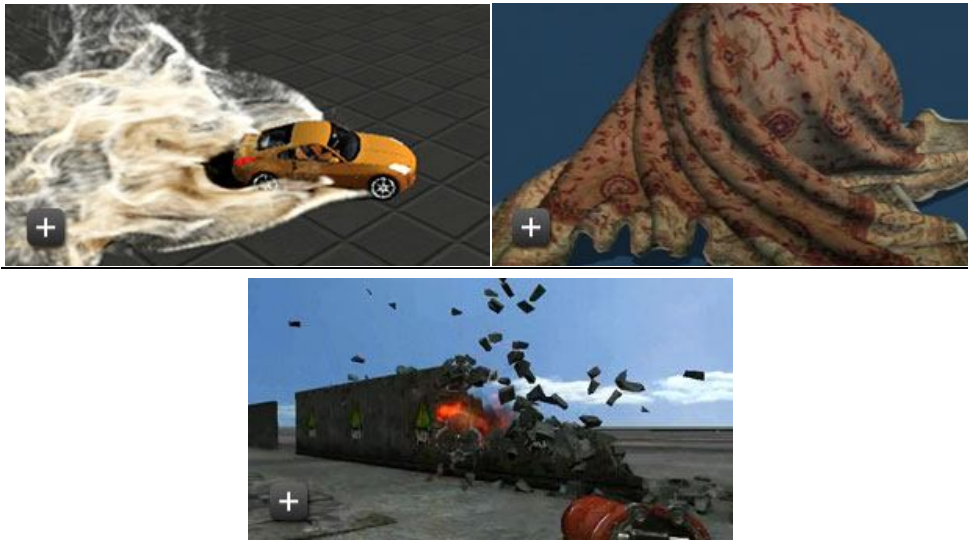


## Algunos efectos posibles con PhysX

Turbulencia: Efectos innovadores utilizando más de 500,000 partículas interactivas.

Vestimenta: Ropas que pueden ser rasgadas e interactúan con el ambiente y los personajes.

Destrucción: Destrucción de objetos ambientales con un nivel de detalle nunca antes visto.



## Algunos juegos que soportan PhysX

- Age of Empires III
- Bourne Conspiracy
- Champions Online
- Clive Barker's Jericho
- Cryostasis
- Dark Sector
- Dracula Origin
- Dragon Age: Origins
- Empire Earth III
- Empire Total War
- Fallen Earth
- Gears Of War
- Gears of War 2
- Gothic 3
- Heavy Rain
- The Last Remnant
- Legend: Hand of God
- Mass Effect
- Medal of Honor: Airborne
- Mirror's Edge
- Mobile Suit Gundam: Crossfire
- Mortal Kombat vs. DC Universe
- Myst Online: URU Live
- Need for Speed: Shift
- Nights: Journey of Dreams
- Prey 2
- Rise Of Nations: Rise Of Legends
- Rise of the Argonauts
- Sacred 2
- Sonic and the Black Knight
- Sonic and the Secret Rings
- Tom Clancy's Ghost Recon Advanced Warfighter
- Tom Clancy's Ghost Recon Advanced Warfighter 2
- Tom Clancy's Rainbow Six Vegas
- Tom Clancy's Rainbow Six Vegas 2
- Tom Clancy's Splinter Cell: Double Agent (multiplayer)
- Turok
- Two Worlds
- Two Worlds: The Temptation
- Unreal Tournament 3
- Unreal Tournament 3: Extreme Physics Mod
- Valkyria Chronicles
- Virtual Tennis 3
- Wanted: Weapons of Fate
- Watchmen: The End is Nigh
- X-men Origins: Wolverine

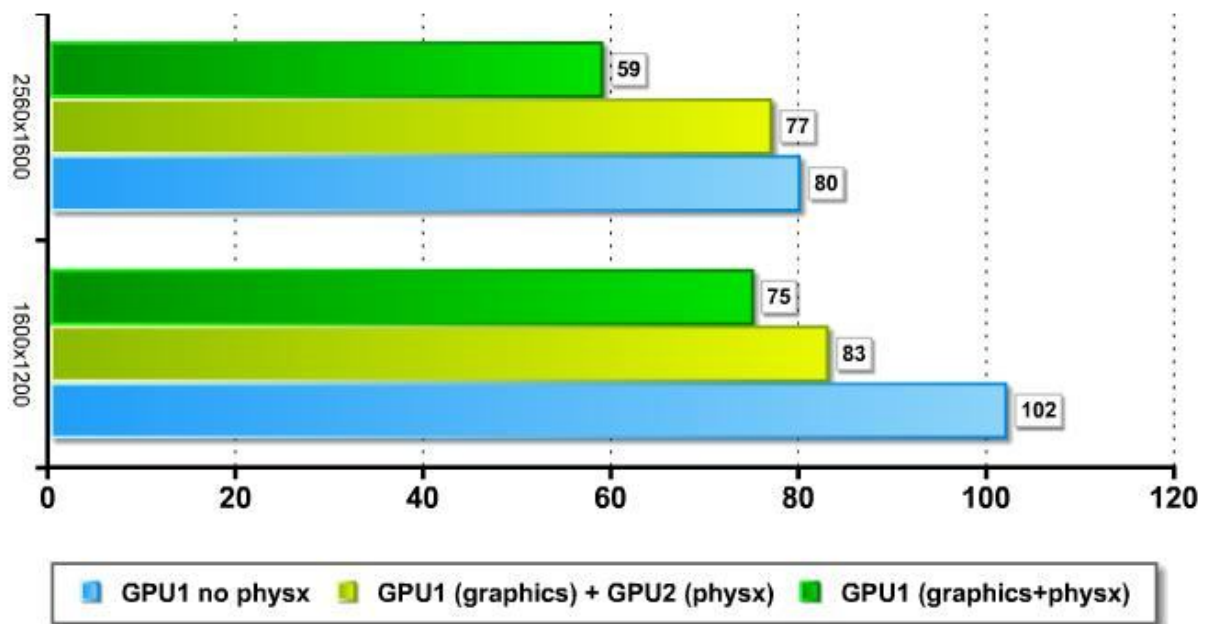


## Ageia PhysX: Evaluacion de Rendimiento

A continuación analizaremos algunos juegos y el efecto que tiene sobre el rendimiento ejecutarlos con o sin PhysX (en dos configuraciones distintas: la primera con 2 tarjetas de video, y la segunda con 1 sola tarjeta de video).

### Ghost Recon: Advanced Warfigher 2 (GRAW2)

El primer benchmark se basa en ejecutar el juego "Ghost Recon: Advanced Warfigher 2 (GRAW2)", en la calidad de PhysX mas alta disponible en las opciones del juego: PhysX Extreme.



Este es un caso a tener en cuenta, porque sirve como ejemplo de algo que puede ocurrir. Como GRAW2 no es un juego nativamente diseñado para PhysX, sino que lo soporta por medio de un parche, al habilitar los efectos PhysX en el juego, ganamos en realismo, pero perdemos en performance. Esto se nota especialmente cuando se utiliza solo 1 tarjeta de video para realizar tanto los cálculos graficos como físicos. Si no tuviésemos el PhysX habilitado, NO HABRIA efectos de partículas mejorados en el juiego.



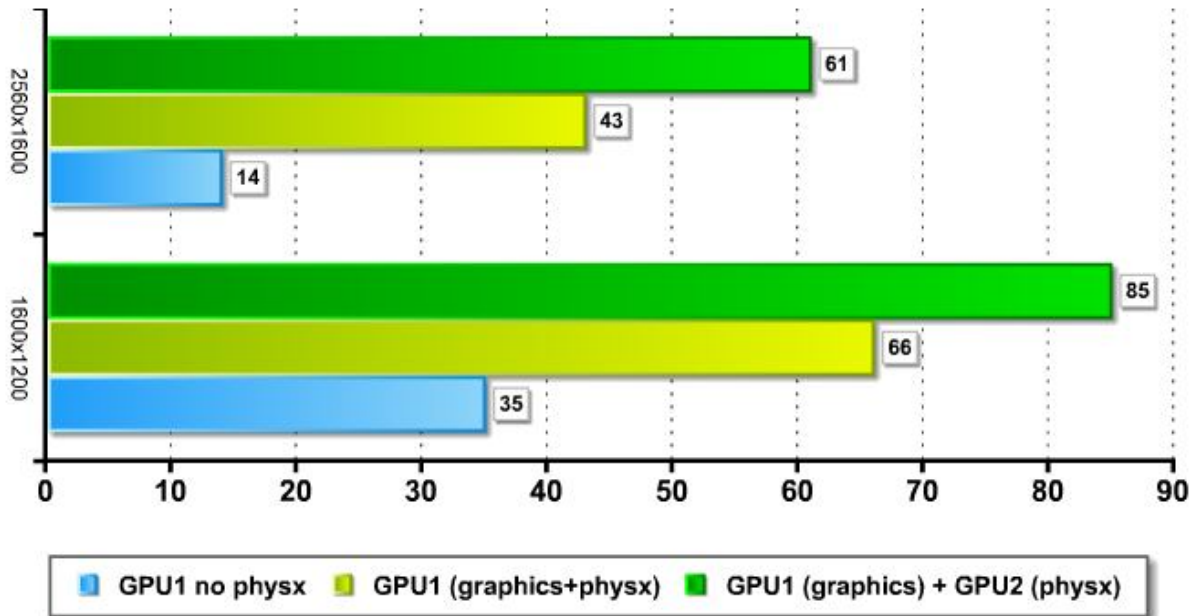
*Ghost Recon Advanced Warfighter 2 sin PhysX*



*Ghost Recon Advanced Warfighter 2 con PhysX*

## Warmonger: Operation Downtown Destruction

Warmonger es un juego que utiliza el motor PhysX nativamente, y está diseñado para mostrar al máximo las bondades de esta tecnología. Si desactivamos el PhysX, igualmente el juego presenta efectos físicos y de partículas, pero estos deberán ser procesados por la CPU principal. Habilitando PhysX, los efectos físicos se procesan en la GPU de la tarjeta de video correspondiente.



Captura de Pantalla de Efectos de tela en Warmonger

Tras haber adquirido, PhysX, NVIDIA hizo algunos cambios en las licencias: básicamente podemos decir que los binarios para utilizar el SDK en los juegos o aplicaciones son gratuitos para la compañía que desee utilizarlos, pero el código fuente de PhysX tiene un costo de 50,000 US\$ por juego por plataforma. Esto incluye soporte especializado de NVIDIA.



## PhysX License Fees

Per Game License Fee	PC <sup>1</sup>	PS3 <sup>1</sup>	Xbox 360	XBLA	Wii <sup>2</sup>	Wii-Ware
Binary	Free	Free	Free	Free	Free	Free
Source	\$50K	\$50K	\$50K	\$50K	\$50K	\$50K

<sup>1</sup> The PS3 PhysX SDK has been maintained and supported by Sony. If you are a PS3 registered developer, you can find the PhysX SDK on Sony's online download site. NVIDIA will soon take direct ownership of licensing.

<sup>2</sup> Wii SDK in Beta

<sup>3</sup> Linux Driver Support Available

©2008 NVIDIA CORPORATION NVIDIA



## PhysX License Fees

### Binary SDK

- SDK - Unified PhysX API for both PC and Console Platforms
- PC Binary SDK Free for both Commercial **AND** Non-Commercial use
  - No License Fee Required
  - Over 30,000 Downloads
- Console SDK's Free for Registered Developers for both Commercial **AND** Non-Commercial use
  - EULA covers terms

### Source SDK

- Individual Game License for each Platform
  - Multi-title flexibility on terms
- Source Code SDK includes HL source code to facilitate debugging process

©2008 NVIDIA CORPORATION NVIDIA

## Havok

El principal competidor de PhysX es el SDK Havok: un motor físico desarrollado por la compañía irlandesa del mismo nombre. Havok es utilizado por más de 150 juegos, incluyendo títulos del calibre de Half-Life 2, Dead Rising, y los próximos Starcraft II y Diablo III de Blizzard Entertainment.



La compañía fue fundada en 1998 y desde entonces trabajo en sociedad con varias empresas desarrolladoras de video juegos, como Activision, EA, Nintendo, Sony, Microsoft y Ubisoft. Productos Havok también han sido usados para manejar los efectos especiales en películas tales como Poseidon, Troya, Matrix y Cruzada: Kingdom of Heaven. Havok provee además las dinamicas para el programa de Autodesk 3ds Max.

Intel Corporation anunció la adquisición de Havok en un comunicado de prensa el 14 de septiembre del 2007.

Hasta antes de esto, Hakok había estado trabajando en un solución llamada Havok FX, que permitiría ejecutar el motor Havok en hardware, como ser una GPU. Después de la compra de Havok por parte de Intel, el proyecto Havok FX quedo en estado incierto y no se ha vuelto a oír hablar de él. Lo más probable es que haya sido abandonado.

La principal diferencia de Havok con respecto a PhysX es que Havok no estaba pensado para ejecutarse en hardware especial, sino más bien es un conjunto de herramientas de software que la compañía provee a los desarrolladores de juegos para simular de manera realista los efectos físicos en sus juegos.



*El motor físico de Havok se volvió famoso por potenciar el "gravity gun" de Half-Life 2.*

Havok se mantiene como una alternativa líder en el mercado de los motores físicos, y mantiene colaboraciones tanto con NVIDIA como con AMD/ATI.

Recientemente, Intel y AMD han empezado a colaborar para mejorar y fomentar las tecnologías Havok, y incluso algunos reportan que un alto empleado de AMD habría dicho que "PhysX va a morir y Havok es el futuro", pero la importancia y el papel de NVIDIA en el mercado no se puede negar.

Una de las principales ventajas de PhysX frente a Havok es la gran ganancia de rendimiento de la que se beneficia PhysX por utilizar hardware especializado en vez de correr en la CPU principal, pero ATI ha prometido que implementara una solución Havok en sus tarjetas graficas Radeon.

Por último, aclarar que licenciar Havok también tiene un costo para cualquier compañía que desee hacerlo. Es más, el costo de licenciar Havok es elevado, incluso para un desarrollador de PC grande (como, por ejemplo, Blizzard). Pero a medida que pasa el tiempo, los estudios de desarrollo de juegos están apostando por las tecnologías físicas. Es cuestión de ver cuán común se vuelven los motores físicos en el futuro próximo.

## Algunos Productos Havok:

- Havok Physics™: Soluciones para simulación física y detección de colisiones.
- Havok Destruction™: Herramienta para simulación de destrucción de cuerpos rígidos.
- Havok Cloth™: Conjunto de herramientas optimizadas pensadas para incrementar la credibilidad de las vestimentas de los personajes.



*Un grupo de estudiantes irlandeses, ganadores del "Havoc Physics Innovation Contest".- Marzo 2009.*

## Conclusión

Entonces, ¿esta tecnología tiene futuro? Pues, en palabras de la propia NVIDIA, "Physics is the next big thing in gaming".

Personalmente creo que cada vez más, los cálculos físicos se popularizarán en los juegos, tanto de PC como de consolas como la Xbox 360 y PlayStation 3. Eso sí, probablemente no en la forma en que Ageia, los creadores de la primera PPU, pensaban (como una tarjeta de hardware separada de la CPU y la GPU). Sino implementados en la GPU. El soporte que ofrece NVIDIA es una garantía de que esta tecnología llegó para quedarse. Y esto se acentúa aún más con el hecho de que PhysX se convirtió en un estándar abierto.

Para cerrar, podemos decir que NVIDIA se merece un aplauso por sus esfuerzos en este area. Las características son buenas, las opciones para elegir la solución PhysX que más convenga a los usuarios son amplias y difundidas y la experiencia en los juegos es sencillamente buenísima. Si tenemos una tarjeta capaz, ¡es gratis de probar! La introducción de PhysX por NVIDIA es valor agregado, se mire por donde se mire.

Es solo cuestión de esperar a que los desarrolladores de juegos aprovechen las herramientas que tanto PhysX como Havok ponen a su disposición para ver hasta dónde podemos llegar en el afán de obtener juegos y software 3D que podamos percibir cada vez más reales... hasta igualar a la propia realidad.



## Bibliografía

- [http://www.nvidia.com/object/physx\\_new.html](http://www.nvidia.com/object/physx_new.html)
- [http://developer.nvidia.com/object/nvision08-PhysX\\_X3.html](http://developer.nvidia.com/object/nvision08-PhysX_X3.html)
- <http://www.guru3d.com/article/physx-by-nvidia-review/>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Physics\\_processing\\_unit#cite\\_note-0](http://en.wikipedia.org/wiki/Physics_processing_unit#cite_note-0)
- <http://www.custompc.co.uk/news/602205/nvidia-offers-physx-support-to-amd--ati.html>
- <http://techreport.com/articles.x/10223/1>
- <http://www.moastuen.com/archives/12-Physics-Processing-Unit-PPU.html>
- [http://www.pcworld.com/article/125363/geektech\\_will\\_your\\_next\\_upgrade\\_be\\_a\\_ppu.html](http://www.pcworld.com/article/125363/geektech_will_your_next_upgrade_be_a_ppu.html)
- <http://www.havok.com/>
- <http://news.softpedia.com/news/AMD-PhysX-Will-Die-Havok-Is-Future-99876.shtml>