

Arquitecturas Híbridas o Heterogéneas

Paralelo entre NVIDIA CUDA y Parallel Studio XE para Intel® Xeon Phi™

Laura Marcela Ramírez Patiño 2130064

Lenin Eduardo Guerrero Hernández 2092028

Universidad Industrial de Santander

Abstract

This document provides a brief description of what is known as hybrid or heterogeneous architecture and parallel programming.

We present a definition about NVIDIA CUDA and its operation as well as Parallel Studio XE for Xeon Phi, and a parallel between them.

Resumen

En éste documento se realiza una breve descripción de lo que se conoce como arquitectura híbrida o heterogénea y la programación paralela. A partir de esto se presenta una definición acerca de NVIDIA CUDA y su funcionamiento al igual que Parallel Studio XE para Xeon Phi, y se presenta una comparación entre ellos.

Introducción

La revolución cibernética e informática y la globalización de las comunicaciones y de la economía, unida a la velocidad de cambio y a su acelerada continuidad, han generado transformaciones sociales económicas, políticas y culturales.

Esto mismo ha generado un interés de la humanidad por el desarrollo de tecnologías que permitan un mejor y más eficiente nivel de vida, lo que ha llevado avances que seguramente para nuestros antepasados eran inimaginables.

Hace unos años la computación por sistema paralelo dominaba, limitando el rendimiento

a un solo tipo de procesador aplicado repetidamente, pero en el caso de la computación heterogénea, su principal y más importante característica es que permite el uso e implementación de diferentes tipos de procesadores, que combinan sus funcionalidades y característica y para elevar el rendimiento de la máquina y lograr así una disminución en costos lógicos y físicos.

Tener un mejor desempeño de los algoritmos puede referirse al costo computacional que implica la velocidad, el consumo de hardware y el precio del mismo, o el desempeño propio del algoritmo reflejado en la calidad de la solución y una forma para mejorar las prestaciones en tiempo de procesamiento es lograr la implementación de una plataforma de procesamiento paralelo.

Computación Heterogénea

La Computación heterogénea se refiere a sistemas que usan más de un tipo procesador. Estos son sistemas que ganan en rendimiento por añadir el mismo tipo de procesadores, sino por añadir procesadores distintos. Normalmente, incorporando capacidades de procesamiento especializadas para realizar tareas particulares.

Normalmente la heterogeneidad en el contexto de la computación hace referencia a diferentes arquitecturas de conjuntos de instrucciones (ISA), donde el procesador principal tiene uno y el resto tienen otro.

Antiguamente la computación heterogénea significaba que diferentes ISAs tenían que ser controladas de forma distinta, mientras que en

un ejemplo moderno, los sistemas de Arquitectura de Sistema Heterogéneo(HSA), eliminan la diferencia (para el usuario); usan múltiples tipos de procesador (normalmente CPUs y GPUs), en el mismo circuito integrado, para dar lo mejor de ambos mundos: el procesamiento general de la GPU (aparte de sus bien conocidas capacidades gráficas de renderizado en 3D, también puede realizar cálculos matemáticos intensivos con conjuntos de datos muy grandes), mientras que las CPUs pueden ejecutar el sistema operativo y realizar tareas en serie tradicionales.

Programación en Paralelo

La computación paralela es una forma de cómputo en la que muchas instrucciones se ejecutan simultáneamente, operando sobre el principio de que problemas grandes, a menudo se pueden dividir en unos más pequeños, que luego son resueltos simultáneamente (en paralelo). Hay varias formas diferentes de computación paralela: paralelismo a nivel de bit, paralelismo a nivel de instrucción, paralelismo de datos y paralelismo de tareas. El paralelismo se ha empleado durante muchos años, sobre todo en la computación de altas prestaciones, pero el interés en ella ha decrecido últimamente debido a las limitaciones físicas que impiden el aumento de la frecuencia. Como el consumo de energía —y por consiguiente la generación de calor— de las computadoras constituye una preocupación en los últimos años, la computación en paralelo se ha convertido en el paradigma dominante en la arquitectura de computadores, principalmente en forma de procesadores multinúcleo.

Las computadoras paralelas pueden clasificarse según el nivel de paralelismo que admite su hardware: equipos con procesadores multinúcleo y multi-procesador que tienen múltiples elementos de procesamiento dentro de una sola máquina y los clústeres, MPPS y *grids* que utilizan varios equipos para trabajar en la misma tarea. Muchas veces, para acelerar tareas específicas, se utilizan arquitecturas

especializadas de computación en paralelo junto a procesadores tradicionales.

Los programas informáticos paralelos son más difíciles de escribir que los secuenciales, porque la concurrencia introduce nuevos tipos de errores de software, siendo las condiciones de carrera los más comunes. La comunicación y sincronización entre diferentes subtareas son algunos de los mayores obstáculos para obtener un buen rendimiento del programa paralelo.

NVIDIA CUDA

Es un modelo de plataforma de computación y programación paralela inventado por NVIDIA. Permite a un aumento espectacular en rendimiento informático aprovechando el poder de la unidad de procesamiento gráfico (GPU).

La tecnología desarrollada por nVidia, Cuda, intenta sacar partido del potencial computacional que nos ofrecen las tarjetas gráficas instaladas en nuestros PC. La idea es muy simple, utilizar todos los pequeños núcleos o Stream Processors que se encuentran en el interior de estos dispositivos para realizar operaciones que en otro caso las debería de ejecutar el procesador.

Esto hace que las GPUs puedan ser usadas para adaptarse a programas y utilidades donde se realicen gran cantidad de cálculos de forma más ó menos independiente

Los beneficios que obtienes al usar una aplicación CUDA es de que puedes realizar varias tareas en paralelo. Puedes incluso realizar varios trabajos a la vez que no estén relacionados. No estarías limitado a una sola tarea.

Además, descargas a la CPU de trabajo. Que puede encargarse de otras cosas como la interfaz de usuario para dar una respuesta más fluida.

En principio para aplicarlo nVidia ha creado un conjunto de librerías que se encuentran a

disposición de cualquier programador que quiera usarlo. Algunos ejemplos claros de aplicaciones que se benefician de esta tecnología son:

- Edición de video y fotográfica, ciertos juegos, sobre todo si usan simulaciones de tipo físico.
- Simulaciones físicas, usadas en aplicaciones científicas.
- Creaciones de imágenes tridimensionales no sólo en juegos.
- Estudio de estructuras para edificios o infraestructura.
- Cálculos financieros.
- Diseño de coches, motos, barcos.
- Diseño de motores.
- Visión artificial.
- Análisis del clima.
- Diseño y estudio de nuevos materiales.
- Ciertas aplicaciones biomédicas.

Al intentar decidimos por una tarjeta, probablemente, lo primero que nos vendrá a la cabeza es el número de **cores** o **núcleos**. Evidentemente, cuanto mayor sea el número de unidades de procesamiento gráfico mejor será el rendimiento, pero no es la única especificación a tener en cuenta, hay otras sobre las que debemos indagar. La **memoria** de la tarjeta gráfica es un importante argumento y aquí habrá que diferenciar qué especificaciones de la memoria son importantes y cuáles no lo son tanto.

El **tamaño** o **capacidad** de la **memoria** es quizás la especificación más conocida y sin embargo hoy en día es más un

argumento de marketing que una característica clave. Algunos fabricantes están colocando grandes cantidades de memoria en las que a nuestra opinión personal no se saca ningún beneficio; en general, hay muy poca diferencia de rendimiento, o ninguno, una tarjeta con 2 GB de memoria y esta misma tarjeta con 4 GB o 6GB. Más importante será el **tipo de memoria**, su generación, que sea **GDDR2**, **GDDR3** o la más actual **GDDR5**. Las diferencias de rendimiento entre un tipo de memoria y otro son considerables y deberemos intentar, en la medida de lo posible, que sea memoria de las últimas generaciones.

Por último, hay una característica dentro de la memoria de las tarjetas de la que no se habla tanto y que puede marcar la diferencia entre una tarjeta y otra, la **interfaz de memoria** o **bus de datos**. Digamos que una analogía de esta característica podía ser la capacidad de una carretera: de un solo carril, de dos carriles, de tres carriles... Cuantos más carriles más carros pueden transitar. En el caso de la tarjeta gráfica más datos, es importante que esta característica de la tarjeta no produzca ninguno embudo en la comunicación con la CPU.

Cuda permite a los desarrolladores aprovechar al máximo las ventajas de las GPU NVIDIA, por tanto, en el año 2012 NVIDIA publica la versión de producción de la plataforma de cálculo paralelo NVIDIA® CUDA® 5, el modelo de programación más utilizado para acelerar las aplicaciones científicas y técnicas en la GPU, este modelo cuenta con millones de descargas desde su publicación y su utilización en mas de 180 aplicaciones técnicas, científicas y comerciales la convirtieron en el vehículo utilizado por muchos desarrolladores ya que pueden aprovechar las ventajas del procesamiento acelerado en la GPU.

las nuevas funciones incorporadas a CUDA 5 simplifican y agilizan más que nunca el desarrollo de aplicaciones aceleradas en la GPU con la inclusión de paralelismo dinámico, llamadas a librerías externas desde la GPU, soporte de NVIDIA GPUDirect™

para RDMA (acceso directo a memoria remota) y la introducción del entorno de desarrollo integrado (IDE) NVIDIA Nsight™ Eclipse Edition.

Una de las más importantes que mencionares es la NVIDIA® CUDA® Toolkit ya que esta tiene como función proporcionar un entorno de desarrollo para crear aplicaciones aceleradas por GPU de alto rendimiento. Con la CUDA Toolkit, puede desarrollar, optimizar y desplegar sus aplicaciones en sistemas acelerados por GPU integrados, estaciones de trabajo de escritorio, centros de datos empresariales, plataformas basadas en la nube y superordenadores HPC. El kit de herramientas incluye bibliotecas aceleradas por la GPU, herramientas de depuración y optimización, a / C ++ compilador de C y una biblioteca en tiempo de ejecución para implementar la aplicación.

Dos de las que consideramos que pueden ser de gran ayuda para tener un amplio y total conocimiento acerca de los procesadores NVIDIA® CUDA® es mencionar dos de las más importantes:

Para la computación técnica y científica es bueno aprender acerca de TESLA, pero si buscas una visualización profesional es recomendable aprender sobre QUADRO.

Para medir la capacidad de cálculo de estas dos anexaremos una pequeña tabla en las cuales especificaran un poco más acerca de lo que hemos venido hablando.

Tesla

Tesla Data Center Productos

GPU	Capacidad de cómputo
Tesla P100	6.0
P40 Tesla	6.1
Tesla P4	6.1
Tesla M60	5.2
Tesla M40	5.2
Tesla K80	3.7
Tesla K40	3.5
Tesla K20	3.5
Tesla K10	3.0

GPU	Capacidad de cómputo
Tesla K80	3.7
Tesla K40	3.5

GPU	Capacidad de cómputo
Tesla K20	3.5
tesla C2075	2.0
Tesla C2050 / C2070	2.0

A mediados del mes de mayo del presente año NVIDIA estrena la arquitectura volta la Nvidia Tesla V100: 5.120 núcleos CUDA.

La tabla sobre QUADRO para productos de escritorio y productos móviles, además de otras CUDA® que pueden ser de gran ayuda para su completo entendimiento.

No obstante, también existen algunos inconvenientes al usar la tecnología CUDA como los nombraremos a continuación:

No es ideal para todas las aplicaciones; por desgracias no todas las aplicaciones pueden sacar partido de este tipo de procesamiento.

También se necesita un hardware preparado para sacar el mayor beneficio de este, claro está que vale aclarar que sólo de la “casa” NVIDIA®

Además, necesita un rediseño de los programas, aquellos diseñadores de los programas tienen que reescribir ciertas partes del código para hacer que el procesamiento pase del procesador a la tarjeta gráfica

Por lo cual aconsejamos a que siempre que quiera usar NVIDIA® CUDA® es de vital importancia comprobar en cada aplicación si esta lo soporta.

Procesador Intel® Xeon Phi™

Es un procesador host de inicio automático que proporciona enorme paralelismo y vectorización para admitir las aplicaciones de informática de alto desempeño más exigentes. La arquitectura integrada con consumo eficiente de energía proporciona significativamente mayor cantidad de procesos por unidad de energía consumida, es comparación con plataformas semejantes, para ofrecer un costo total de propiedad. La integración de memoria y estructura está por encima del máximo de memoria y reduce costos para ayudarlo a resolver sus desafíos más grandes con mayor rapidez.

Los procesadores Intel® Xeon Phi™, cuentan con hasta 72 núcleos fuera de orden, su última versión ofrece hasta 3 teraFLOPS (operaciones de punto flotante por segundo) de un máximo de precisión doble, mientras proporciona un desempeño 3,5 veces superior por watt que su generación anterior.

Como CPU de inicio automático con arquitectura integrada, el procesador Intel® Xeon Phi™ elimina los cuellos de botella Phi PCIe, incluida la memoria de gran ancho de banda en el paquete, y la arquitectura de estructura Intel® Omni-Path disponible integrada para ofrecer un desempeño rápido y de latencia baja. Éste procesador permite simplificar la modernización del código y disminuir los costos de programación, ya que comparte un código y una base de desarrollo con los procesadores Intel® Xeon®. La estandarización de una arquitectura Intel® unificada permite usar un modelo de programación único para todo su código, y de ésta forma, reduce los gastos operacionales y de programación a través de una base de desarrollo compartida y la reutilización del código.

Gracias a que está construido sobre la arquitectura de Intel® que permiten acceder

a escalabilidad, flexibilidad sencilla y asistencia a largo plazo en informática, memoria/almacenamiento, E/S y software.

El procesador Intel® Xeon Phi™ es una evolución true en diseño y la arquitectura Intel® que ofrece el rendimiento de un acelerador con los beneficios de un procesador de clase servidor para sus tareas más exigentes. Descubra información más profunda para resolver los desafíos de datos complejos con mayor rapidez.

Diseñado desde el principio con el propósito de eliminar los cuellos de botella, es el primer procesador de host diseñado específicamente para las cargas de trabajo altamente paralelas y la primera integración de tecnologías de memoria y fabrica.

exhibición y prueba de puntos de aplicación que demuestran la mejora del rendimiento de software para las aplicaciones fundamentales y análisis de desempeño en segmentos clave del negocio, tales como la fabricación, ciencias biológicas, finanzas, energía y mucho más. Estos ejemplos muestran aumentos en el desempeño desde el procesador Intel® Xeon Phi™.

Intel® Xeon Phi™ Coprocessor x200



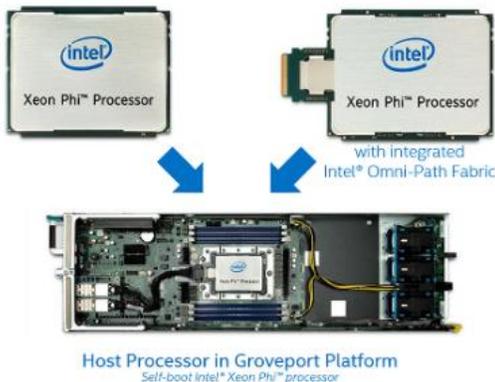
Desempeño competitivo

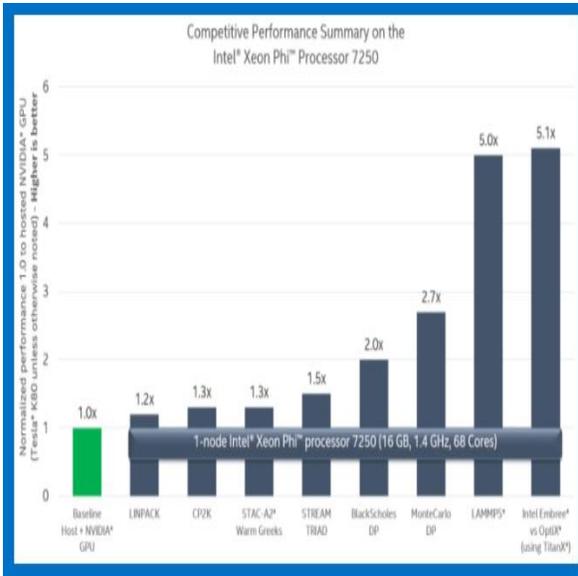
Con hasta 72 núcelos potentes y eficientes con presentaciones de vectorial Ultra ancha (Intel® Advanced Vector Extensions o AVX-512), el procesador Intel® Xeon Phi™ eleva el nivel de informática de paralelismo alto. No depende del bus PCIe y es capaz de manejar una amplia variedad de cargas de trabajo y las configuraciones que no son compatibles con los aceleradores.

El procesador Intel® Xeon Phi™ 7250 supera a una solución GPU NVIDIA alojada por un máximo de 5 veces en desempeño, permitiendo la obtención de resultados con mayor rapidez.

INTEL® XEON PHI™ PRODUCT FAMILY X200

Intel® Xeon Phi™ Processor

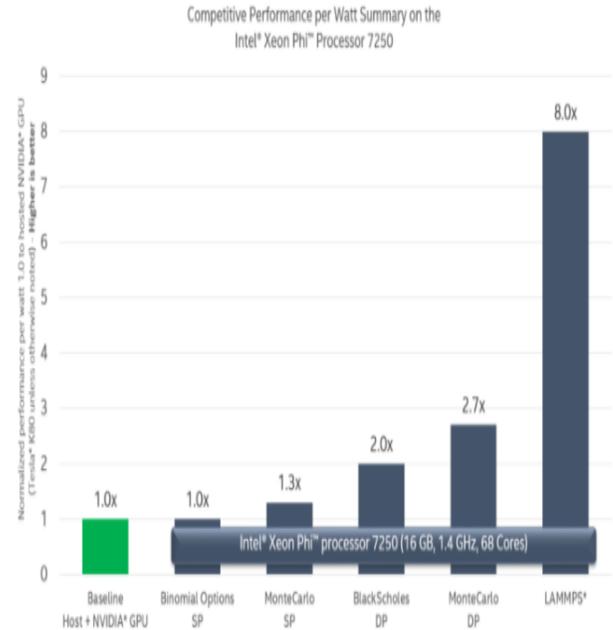




Desempeño por watt

El mayor grado de paralelismo en el Intel® Xeon Phi™ da lugar a una mayor cantidad de energía consumida por proceso, para aplicaciones con alto paralelismo. Maneja una integración de 16 Gb de memoria de ancho de banda que le permite ofrecer hasta 490 GB7s de ancho de banda de memoria sostenida para trabajos ligados a la memoria y disponibles doble puerto Intel® Omni-Path que reduce el costo de uso, consumo de energía y espacio ocupado por la solución.

El procesador Intel® Xeon Phi™ 7250 supera a una solución de GPU NVIDIA alojada por hasta 8 veces en un rendimiento ofrecido por watt que reduce el coste energético.

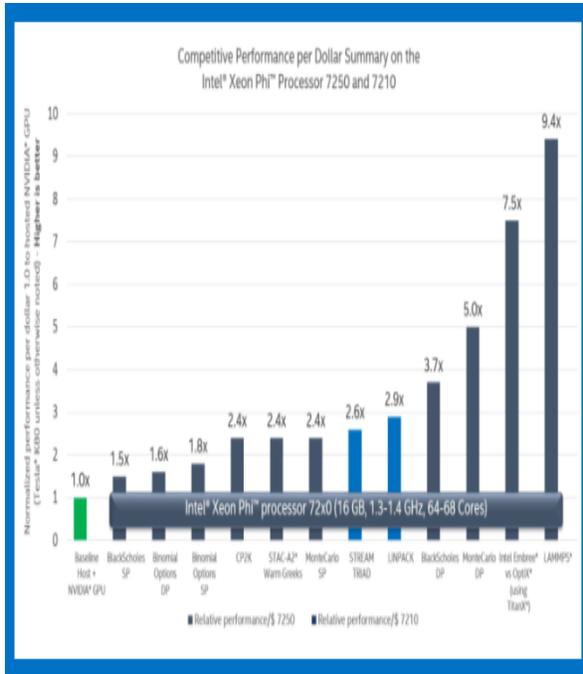


Desempeño competitivo por dólar

El procesador es compatible-binario con procesadores Intel® Xeon, lo que permite que se ajuste a cualquier carga de trabajo x86 para optimizar la utilización de los activos en el centro de datos. Por otro lado, los aceleradores de uso especial, como la GPU con frecuencia permanecen subutilizados debido a que las aplicaciones no son siempre optimizadas.

La estandarización de la arquitectura Intel® significa que puede utilizar un único modelo de programación para el código, así logra aumentar la eficiencia a través de una base de desarrollo compartida y la reutilización del código.

Intel® Xeon Phi™ 7250 supera una solución GPU NVIDIA alojada en hasta 9 veces en un rendimiento ofrecido por dólar es decir logra un precio convincente.



coprocesadores Intel® Xeon Phi™ y otros dispositivos compatibles.

Ofrece excelente compatibilidad con compiladores líderes. Las herramientas Intel también dan soporte al desarrollo y mantenimiento del software destinado a funcionar en sistemas usando procesadores compatibles con Intel Architecture.

Se caracteriza manejar un rendimiento de aplicación líder en la industria que escala a medida que se incrementa el conteo del centro del procesador y el ancho del vector y por escalar eficientemente sobre el hardware del mañana mientras preserva su inversión en el código existente.

Con Intel Parallel Studio es posible elegir la edición que más se ajuste a cada una de las necesidades, cualquiera de las tres permiten un alto rendimiento en el hardware del presente y a futuro, incluyendo los últimos coprocesadores Intel Xeon Phi.

Intel Parallel Studio XE incluye a la siguiente generación de herramientas de desarrollo de software:

Compiladores Intel C, C++ y Fortran, Intel MKL e Intel IPP, Intel Threading Building Blocks e Intel Cilk Plus, Intel Advisor XE, Intel VTune Amplifier XE, Intel Inspector XE y Análisis Estático.

Su última versión ofrece tres opciones:

Edición del compositor

- Crea código más rápido usando compiladores y bibliotecas líderes incluyendo nueva biblioteca de análisis de datos.
- Contiene compiladores C/C++ y/o Fortran, librerías de rendimiento, modelos paralelos y paquetes Python de alto rendimiento alimentados por librerías Intel® nativas.

Descripción general del sistema	Nodo 1, 1 P de procesador de Intel® Xeon Phi™ 7210	Nodo 1, 1 P de procesador de Intel® Xeon Phi™ 7250	Nodo 1, 2P Intel® Xeon® E5-2697 v4 de procesador (43 M caché, 2,30 GHz, 18 núcleos) + NVIDIA Tesla™ K80 (todas las demás comparaciones)	Nodo 1, 2P Intel® Xeon® E5-2699 v4 de procesador (55 M caché, 2,20 GHz, 22 núcleos) + NVIDIA Tesla K80 (valores de referencia de Servicios Financieros)
Descripción del sistema	Sistema Intel® LADMP213000041 para servidor	LADMP213000041 de sistema de servidor Intel	Placa Intel® S2600W728 para servidor, 133.8602 BNC, CPU/SSD Package 1.00 o Cofre™ C11350-300	Servidor de supercomputación® S15-T8-100GR
Información del procesador	Procesador Intel® Xeon Phi™ 7210 (16 GB MCDRAM de 1,3 GHz, 64 núcleos)	Procesador Intel® Xeon Phi™ 7250 (16 GB MCDRAM de 1,4 GHz, 68 núcleos)	Procesador de Intel® Xeon® E5-2697 v4 (caché de 48M, de 2,30 GHz, 18 núcleos)	Procesador de Intel® Xeon® E5-2699 v4 (caché de 55 de 2,20 GHz, 22 núcleos)
Cantidad de circuitos	1	1	2	2
Cantidad de núcleos (subprocesos)	64 / 256	68 / 272	18 / 36	22 / 44
Configuración de memoria	Cluster de 48 GB DDR4-2133 cuadrante / modo MCDRAM plana	Cluster de 48 GB DDR4-2400 cuadrante / modo MCDRAM plana	128 GB DDR4-2400	256 GB DDR4-2133
Sistema operativo	Red Hat Enterprise Linux 7.1 (Santiago)	Red Hat Enterprise Linux 6.7 (Santiago) o CentOS 7.2 (valores de referencia de Servicios Financieros)	Red Hat Enterprise Linux 6.7 (Santiago)	Red Hat Enterprise Linux 7.1 (Mapo)
Otro Hardware / Software	Compuador Intel® 16.0.2, Intel® MPI 5.1.2.150		Una GPU K80 de NVIDIA Tesla™, CUDA™ 7.5 y 11 NVIDIA (compuador 302.30), memoria de ECC habilitada, habilitado para el modo de persistencia	
Intel® con la tecnología Hyper-Threading	SI	SI	SI	SI
Tecnología Intel® Turbo Boost 2.0	SI	SI	SI	SI
Fuente de datos	Medidos por Intel, por favor póngase en contacto con su representante de ventas de Intel para obtener más información.			

Parallel Studio XE

Es una suite de desarrollo de software que ayuda a mejorar el rendimiento de las aplicaciones aprovechando el creciente número de núcleos de procesadores y ando de registros vectoriales disponibles en procesadores Intel® Xeon®, procesadores y

Edición Profesional

- Incluye todo lo contenido en la edición del compositor, más perfiles de rendimiento, vectorización.
- Maneja herramientas de análisis para agregar paralelismo y ayudar a depurar y ajustar aplicaciones.

Edición Clúster

- Incluye todo lo que tiene la edición profesional y además contiene herramientas de desarrollo MPI de Cluster basada en estándares, herramienta de análisis y perfil de comunicaciones MPI, herramienta de verificación y ajuste de errores MPI y sistema experto de diagnóstico clúster.

Especificaciones Técnicas

Especificaciones	
Soporte de Procesadores	Validado para ser usado con múltiples generaciones de procesadores Intel y compatibles, incluyendo pero sin limitarse a Intel® Xeon®, Intel® Core™ e Intel® Xeon Phi™
Sistemas Operativos	Windows® y Linux®.
Herramientas y Entornos de Desarrollo	Compatible con compiladores de proveedores que siguen los estándares de las plataformas (e.g., Microsoft®, GCC, Intel). Puede ser integrado con herramientas GNU® y Microsoft Visual Studio® 2008, 2010 y 2012.
Lenguajes de Programación	Ofrece soporte nativo a desarrollos en C, C++ y Fortran.
Requerimientos del Sistema	Para mayores detalles en requerimientos de hardware y software, diríjase a www.intel.com/software/products/systemrequirements/ .
Soporte	Todas las actualizaciones de producto, servicios de Intel® Premier Support y Foros de Soporte de Intel® están incluidos por un año. Intel Premier Support le provee soporte seguro, basado en la web y de ingeniero a ingeniero.
Comunidad	Únase a los Foros de Soporte de Intel® para aprender, contribuir, o simplemente explorar http://software.intel.com/en-us/forums

Ninja Developer Platform

Intel, con la creación del Ninja Developer Platform, logra un entorno amigable con el desarrollador, específicamente hablando, el desarrollador en computación paralela, ya que permite mejorar notablemente la codificación, pues también va de la mano con el procesador Xeon Phi, formalmente conocido como Knights Landing, que como bien se conoce, es uno de los procesadores más potentes en el mercado actual, y que puede sacar a flote todo el nivel de hardware que requiere el paralelismo.

Esta plataforma también permite una mejora en la eficiencia de la energía consumida por parte de los desarrolladores y/o codificadores. Es un claro avance en el beneficio que logra la programación en paralelo como tal, mejora el paralelismo por hilos, de datos y ancho de banda de la memoria.

Ninja Developer Platform se ofrece en dos versiones, un desk-side machine con enfriamiento líquido y un sistema de racks con 4 nodos, ambos emplean como mencionamos antes, el socket del procesador Knights Landing Phi. Cada plataforma viene completamente configurada con memoria, almacenamiento local, CentOS 7.2 y finalmente guías y herramientas que provee Intel, este de igual manera ofrece una personalización de la plataforma de acuerdo a las necesidades del cliente, hablese de almacenamiento, o memoria. Y finalmente pero no menos importante, es que cada una de las 2 versiones poseen una licencia de un año de Intel Parallel Studio XE Professional Edition, software que facilita el desarrollo de código nativo originado en Windows y Linux para la computación en paralelo.

Es evidente que es un gran salto hacia la oportunidad de obtener mano a mano, un acceso a todos los beneficios que nos trae el procesador Knights Landing, más importante aún, hacia la oportunidad de tener un software de desarrollo que se diferencia de las grandes máquinas que frecuentemente se usan. Intel claramente, apunta hacia dos tipos de desarrolladores con este ambicioso programa, en primer lugar apunta hacia los programadores en paralelo de mediana experiencia que deseen un acercamiento hacia la evaluación de “prueba y error”, y obviamente, hacia los expertos programadores en paralelo que ya vienen siendo familiarizados con Xeon Phi.

Ninja Developer Platform se traduce igualmente como la zona comodidad del usuario de élite, que permita asegurarle al usuario que no importa su nivel de experiencia y habilidad, tiene lo mejor a su disposición como todo experto en HPC.

Conclusiones:

- Las arquitecturas heterogéneas se pueden aprovechar de mejor manera implementando la programación en paralelo puesto que ayuda a dividir una gran tarea en diferentes tareas más pequeñas y esto genera que sean procesadas en el tipo de núcleo adecuado, permitiendo así que otros procesos sean llevados a cabo con mayor eficacia.
- La tecnología CUDA permite desarrollar avances de gran importancia con una nueva manera para el desarrollo de aplicaciones de software.
- De acuerdo a los datos observados y las comparaciones evidenciadas referentes a NVIDIA CUDA y Parallel Studio XE para Xeon Phi, que Intel en primera instancia supera una solución NVIDIA alojada en hasta 9 veces en un rendimiento ofrecido por dólar es decir logra un precio convincente.
- También se puede evidenciar que Intel® Xeon Phi™ supera a una solución de GPU NVIDIA alojada por hasta 8 veces en un rendimiento ofrecido por watt que reduce el coste energético siendo de mayor favorabilidad.
- Así mismo Intel® Xeon Phi™ supera a una solución GPU NVIDIA alojada por un máximo de 5 veces en desempeño, permitiendo la obtención de resultados con mayor rapidez, por lo que en éstos tres aspectos por comparación nos lleva a concluir que Parallel Studio XE para Xeon Phi es una mejor opción de implementación y desarrollo.

Bibliografía:

- <http://dap.xeonphi.com/>
- <http://dap.xeonphi.com/ninja-dev-platform-pedestal.aspx>
- <http://www.danysoft.com/nuevo-intel-parallel-studio-xe/>
- <https://software.intel.com/en-us/intel-parallel-studio-xe>
- https://software.intel.com/sites/default/files/Intel_Parallel_Studio_XE_2013_PB-ES.pdf
- <http://www.danysoft.com/free/Intel-Parallel-StudioXE-sp.pdf>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Computadora_h%C3%ADbrida
- https://es.wikipedia.org/wiki/Computaci%C3%B3n_paralela
- https://www.intel.es/content/www/es/es/benchmarks/server/xeon-phi/xeon-phi-competitive-performance.html?_ga=2.11470711.298210778.149995911-1682381650.1499987387
- <https://www.intel.la/content/www/xl/es/products/processors/xeon-phi/view-all.html>
- <https://www.xataka.com/componente/s/asi-es-nvidia-tesla-v100-5-120-nucleos-cuda-que-estrenan-la-arquitectura-volta>
- <https://developer.nvidia.com/cuda-legacy-gpus>