

# High Performance and Embedded Architecture and Compilation

## HiPEAC

Yhoan Sebastian Manrique Muñoz

*Estudiante de pregrado*

*Ingeniería de Sistemas*

*Universidad Industrial de Santander*

*Santander, Colombia*

*Email: Yhoan.Manrique@correo.uis.edu.co*

Carlos Andres Marquez Rodriguez

*Estudiante de pregrado*

*Ingeniería de Sistemas*

*Universidad Industrial de Santander*

*Santander, Colombia*

*Email: carlos.marquez@correo.uis.edu.co*

**Resumen**—European network of high performance and the built-in architecture and compilation, HIPEC (High Performance and Embedded Architecture and Compilation), where its mission is to direct and to increase the investigation in the field of computer systems incorporated and of high performance. Where we will address the design and implementation of high performance measures of computing devices, covering both the processor design and the optimization of the compiler infrastructure. To understand what is done in this organization, we inquire about its objectives and why this initiative is born to increase the research in these computer systems, where finally we learn the import of its compilation and the advantages that this brings to the industry .

**Index Terms**—Keywords— HPC, Clouster's, Supercomputadoras, Computación paralela, Computación distribuida

**Resumen**—Es una red europea de alto rendimiento y la arquitectura incorporada y compilacion, HIPEC (High Performance and Embedded Architecture and Compilation), donde su misión es dirigir y aumentar la investigación en el ámbito de los sistemas informaticos incorporados y de alto rendimiento. Donde abordaremos el diseño y aplicación de medidas de alto rendimiento de dispositivos computacionales, cubriendo tanto el diseño del procesador y la optimización de la infraestructura del compilador.

Para entender lo que se realiza en esta organización,, indagamos acerca de sus obojetivos y de por que nace esta iniciativa de aumentar la investigación en estos sistemas informaticos, donde por ultimo enteremos la importancia de su compilación y la ventajas que esto trae a la industria.

## 1. Introducción

HiPeac, una red europea de que se enfoca en la computación de alto rendimiento donde nos muestra alianzas para fomentar la investigación en una de las erramientas importantes en en el desarrollo de simulaciones computacionales donde se apoya de clousters, supercomputadores o mediante el uso de la computación paralela.

La tecnología de la información es uno de los pilares de la sociedad moderna y que está evolucionando rápidamente, donde Hipeac crea y solidifica una comunidad visible e integra de investigadores donde se establece las relaciones con la industria europea .

Durante años esta red se ha solidificado para el ingreso de nuevas empresas e investigadores que han logrado premios por su uso y sus descubrimientos.

En este documento mostraremos desde sus inicios y todo sus lograos hasta el dia de hoy, los objetivos logrados y las publicaciones que hacen importante a esta red.

HiPEAC es una red abierta. Esto significa que todas las actividades están abiertas al público. profesionales activos en el ámbito de los sistemas informáticos integrados de alto rendimiento y pueden solicitar su ingreso HiPEAC. HiPEAC miembros pueden disfrutar de los beneficios de la membresía, como las redes, boletines de noticias, y el soporte de movilidad, sin ninguna obligación legal. Sin embargo, HiPEAC sí espera que los miembros contribuyen activamente a la comunidad, por ejemplo, mediante la participación en reuniones, publicaciones conjuntas, etc.

## 2. Marco Téorico

### 2.1. HIPEC

El HIPEC busca el aumento de la investigación europea en el ámbito de los sistemas informáticos incorporados y de alto rendimiento, y donde se quiere estimular la cooperación entre el mundo académico y la industria, y por otro lado los arquitectos y los constructores de herramientas informáticas.

Los sistemas informaticos de alto rendiemiendo requieren de clústeres que ejecutan aplicaciones técnicas, donde se plantean grandes exigencias para los sistemas de almacenamiento. Los requisitos de rendimiento están normalmente en el nivel de varios gigabytes por segundo y la capacidad puede escalar a bastantes petabytes. Las aplicaciones de informática de alto rendimiento (HPC) como el procesamiento sísmico, el modelado del clima, el

de diseños digitales, la investigación genómica, la defensa y otras aplicaciones que realizan un uso intensivo de datos exigen la posibilidad de escalar la capacidad de almacenamiento a niveles elevados sin tener que sacrificar la flexibilidad ni la eficiencia.

Las aplicaciones de informática de alto rendimiento (High Performance Computing), se refiere más generalmente a la práctica de la agregación de la potencia de cálculo de una manera que proporciona un rendimiento mucho mayor que uno se puede salir de una computadora de escritorio o estación de trabajo típica con el fin de resolver los grandes problemas de la ciencia, la ingeniería o de negocios.

Los superordenadores, sólo son buenos para problemas especializados. Sin embargo, un equipo de alto rendimiento, puede ser utilizado y administrado sin mucho gasto o experiencia. Los fundamentos no son mucho más difíciles de comprender, y hay un montón de empresas (grandes y pequeños) por ahí que pueden proporcionar tanto o tan poco de ayuda como sea necesario.

El campo de la investigación de sistemas incorporados es rico en potencial, ya que combina dos factores. En primer lugar, el diseñador del sistema generalmente tiene un control tanto sobre el diseño de hardware y el diseño del software, a diferencia de la computación de propósito general. En segundo lugar, los sistemas integrados se basan en una amplia gama de disciplinas, incluyendo la arquitectura del ordenador (arquitectura del procesador y la microarquitectura, el diseño del sistema de memoria), compilador, planificador / sistema operativo, y sistemas de tiempo real. La combinación de estos dos factores hace que las barreras entre estos campos pueden dividirse, lo que permite la sinergia entre varios campos y que resulta en optimizaciones que son mayores que la suma de sus partes.

¿Cuáles son los objetivos básicos de HiPEAC?

- Crear una comunidad visible e integrada de investigadores; establecer relaciones con la industria europea.
- Dirigir los esfuerzos de investigación hacia cuestiones científicas importantes, ya sean fundamentales o relevantes para la industria en el dominio de la arquitectura informática de alto rendimiento y compiladores; para hacer que la comunidad sea más reactiva a las nuevas tecnologías y coordinar sus esfuerzos.
- Estimular la cooperación entre arquitectos de computación y constructores, ya que las arquitecturas cada vez más complejas requieren Compiladores, y por lo tanto, el diseño de ambos en conjunto resulta crucial para tener Sostenido que se equilibra con la tecnología.

## 2.2. Visión

Mientras que los principales desafíos identificados en la Visión HiPEAC 2015 siguen siendo válidos e incluso han aumentado en importancia.

La tecnología de la información abarca el dominio completo de la información, que incluye al hardware, al software, a los periféricos y a las redes. Un elemento cae dentro de la categoría de las TI cuando se usa con el propósito de almacenar, proteger, recuperar y procesar datos electrónicamente.

En esta nueva era, las computadoras están desapareciendo de la vista y evolucionando en cientos de modalidades, buscando la similitud e interacción del humano. Esto nos abre paso rápidamente a la inteligencia artificial. Pero ¿Que es la inteligencia artificial?, la IA es una de las ciencias más recientes, sintetiza y automatiza tareas intelectuales y es, por lo tanto, potencialmente relevante para cualquier ámbito de la actividad intelectual humana. En este sentido, es un campo genuinamente universal donde no sólo intenta comprender, sino que también se esfuerza en construir entidades inteligentes.

La IA abarca en la actualidad una gran variedad de subcampos, que van desde áreas de propósito general, como el aprendizaje y la percepción, a otras más específicas como el ajedrez, la demostración de teoremas matemáticos, la escritura de poesía y el diagnóstico de enfermedades.

A continuación revisaremos cada uno de los cuatro enfoques con más detalle.

Dado a esta la funcion del equipo está desplazando de

Sistemas que piensan como humanos	Sistemas que piensan racionalmente
«El nuevo y excitante esfuerzo de hacer que los computadores piensen... máquinas con mentes, en el más amplio sentido literal». (Haugeland, 1985)	«El estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales». (Charniak y McDermott, 1985)
«[La automatización de] actividades que vinculamos con procesos de pensamiento humano, actividades como la toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje...» (Bellman, 1978)	«El estudio de los cálculos que hacen posible percibir, razonar y actuar». (Winston, 1992)
Sistemas que actúan como humanos	Sistemas que actúan racionalmente
«El arte de desarrollar máquinas con capacidad para realizar funciones que cuando son realizadas por personas requieren de inteligencia». (Kurzweil, 1990)	«La Inteligencia Computacional es el estudio del diseño de agentes inteligentes». (Poole <i>et al.</i> , 1998)
«El estudio de cómo lograr que los computadores realicen tareas que, por el momento, los humanos hacen mejor». (Rich y Knight, 1991)	«IA... está relacionada con conductas inteligentes en artefactos». (Nilsson, 1998)

Figura 1. Algunas definiciones de inteligencia artificial

llevar a cabo tareas computacionales para dar respuestas a los problemas numéricos, para trabajar junto con los seres humanos lo que se llama the beginning of the Centaur Era.

Se seguirá innovando en la seguridad informática ya que los seres humanos necesitan confiar tanto en las máquinas y la información que mantienen sobre nosotros, y por lo tanto, la aplicación de la seguridad y la privacidad es de suma importancia.

Se seguirá utilizando el superordenador HPC, campo de computación de alto rendimiento (High performance

Computing o HPC en inglés) es una herramienta muy importante en el desarrollo de simulaciones computacionales a problemas complejos.

Para lograr este objetivo, la computación de alto rendimiento se apoya en tecnologías computacionales como los clusters, supercomputadores o mediante el uso de la computación paralela.

La mayoría de las ideas actuales de la computación distribuida se han basado en la computación de alto rendimiento, ya que la conectividad es crucial y se están haciendo cada vez más arquitectos de sistemas informáticos buscando aceleradores para tareas especializadas, actualmente es muy utilizada la arquitectura de Harvard, donde tiene pistas de almacenamiento y señal físicamente separadas para los datos, donde la mayoría de los procesadores implementan dichas vías de señales separadas por motivos de rendimiento, desviando en muchos casos la arquitectura tradicional de Von Neumann, que es una arquitectura de diseño para un computador digital electrónico con partes que constan de una unidad de procesamiento que contiene una unidad aritmético lógica y registros del procesador, una unidad de control que contiene un registro de instrucciones y un contador de programa, una memoria para almacenar tanto datos como instrucciones, almacenamiento masivo externo, y mecanismos de entrada y salida.

Con la avalancha de nuevos sistemas y nuevas arquitecturas de sistemas, se debe prestar cada vez más atención a la componibilidad e interoperabilidad entre sistemas. La complejidad de los nuevos sistemas será tan alta que los diseñadores humanos sólo serán capaces de dominar con la ayuda de los ordenadores que utilizan técnicas basadas en IA.

Se necesitan enfoques innovadores para asegurar que los sistemas harán lo que tienen que hacer, tanto en lo funcional como en el plano no funcionales (por ejemplo, requisito de los plazos o fiabilidad).

Se desarrollarán técnicas de diseño que van más allá de la previsibilidad de diseño y permiten la construcción de sistemas confiables de piezas poco fiables.

Presenta como parte del programa de coordinación de la investigación, HiPEAC incluye un nuevo instrumento, denominado sesiones temáticas. Una sesión temática es una evolución natural de los grupos y equipos de trabajo en HiPEAC2, pero más reactivo y auto-organizada. En HiPEAC, cualquier socio o miembro puede proponer una sesión temática, a condición de que se relaciona con la visión HiPEAC.

Una sesión temática es comparable a un taller informal. Como organizador, se tiene que solicitar contribuciones, pero no debe haber ninguna llamada formal para papeles, ni una revisión formal de las contribuciones. Se recomienda a los proponentes de una sesión temática de involucrar a los

proyectos del 7PM y empresas HiPEAC en la sesión que se proponen.

La colaboración y la creación de redes entre las instituciones miembros ya través de las diferentes disciplinas: arquitectos informáticos, los constructores de herramientas de diseño, constructores del compilador, diseñadores de sistemas, entre los investigadores académicos e industriales, entre las instituciones europeas y no europeas.

Esta colaboración entre lo mejor del mercado debe conducir a una mayor excelencia europea en el dominio HiPEAC. La colaboración y la creación de redes se estimula por medio de los diversos eventos de redes, y los pequeños incentivos de colaboración como becas de colaboración, mini-sabáticos, prácticas.

La Valorización de los resultados de investigación en forma de publicaciones y comercialización de los resultados de investigación de las empresas existentes o mediante empresas de nueva creación muy visibles. El objetivo es ayudar a las empresas para lograr posiciones líderes en el mundo en los sistemas de computación y productos de computación, y para aumentar aún más la visibilidad en todo el mundo de Europa en el dominio HiPEAC a través de la conferencia HiPEAC, la escuela ACACES verano, la revista HiPEAC, un boletín de noticias, un sitio web, seminarios, informes técnicos, talleres y premios.//

### 2.3. Los miembros HiPEAC

Entre los miembros participantes hacen parte 484 miembros, 94 miembros asociados, 415 miembros afiliados y 847 estudiantes de doctorado afiliados de 336 instituciones en más de 30 países en el mundo, entre ellos están universidades, laboratorios gubernamentales, industrias entre otros.

Actualmente se encuentran 28 miembros interesados en ser parte de 20 instituciones en 11 países, HiPEAC siempre está abierta a recibir nuevos miembros de la academia y la industria, HiPEAC tiene membresía gratuita y te mantiene informado, respaldado y conectado a lo largo de tu carrera.

### 2.4. Premios HiPEAC Paper

Este tiene como objetivo motivar a sus miembros a publicar sus trabajos, este premio consiste en un certificado y una recompensa de 1000 euros

El premio se otorga a un miembro de HiPEAC que presenta un documento completo en una de las siguientes listas de conferencias (decisión del Comité Directivo de HiPEAC):

- ASPLOS, Conferencia sobre soporte arquitectónico para la programación de sistemas operativos Lenguajes y
- DAC, Diseño Conferencia Automatización

- FCCM , Simposio sobre el Field-Programmable máquinas de computación personalizados
- HPCA , Simposio Internacional de Alto Rendimiento Arquitectura de Computadores
- ISCA , Simposio Internacional de Arquitectura de Computadores
- MICRO , Simposio sobre la microarquitectura
- PLDI , Conferencia sobre Lenguaje de Programación Diseño e Implementación
- POPL , Simposio sobre los principios de Lenguajes de Programación

Las siguientes reglas rigen el Premio HiPEAC Paper:

- Sólo los miembros de HiPEAC tienen derecho a obtener un premio.
- Todos los autores reciben un certificado de premiación HiPEAC.
- Un miembro de HiPEAC puede recibir un premio financiero sólo una vez.
- El trabajo debe hacerse en Europa.
- Si un artículo es co-autor de dos o más miembros de HiPEAC que nunca obtuvieron un premio financiero antes, tienen que decidir quién recibirá el premio (solo un premio por papel)
- Los miembros pueden decidir no aceptar el premio financiero.

## 2.5. Premios de Transferencia de Tecnología HiPEAC

HiPEAC no sólo se quiere estimular la excelencia científica a través de publicaciones en las conferencias de adjudicación de papel HiPEAC, pero también quiere estimular la captación de los resultados de investigación de la industria.

Para premiar y celebrar la transferencia de los resultados de la investigación a la industria ( ya sea a través de la concesión de licencias tecnológicas o la prestación de servicios dedicados a una empresa existente o mediante la creación de una nueva empresa ), HiPEAC ha creado los llamados Premios a la Transferencia de Tecnología. Una transferencia de tecnología se define como un proyecto conjunto o un acuerdo de licencia de tecnología con el

objetivo de llevar un resultado concreto de la investigación a la práctica industrial. El miembro HiPEAC académico involucrado en la transferencia de tecnología puede recibir una recompensa económica por única vez de 1 000 euros.

Las siguientes reglas rigen el Premio de Transferencia de Tecnología HiPEAC :

- Sólo los miembros de HiPEAC tienen derecho a obtener el premio financiero único.
- Un miembro de HiPEAC puede recibir un premio financiero sólo una vez.

## 2.6. Ecosistema de baja potencia

El poder ha evolucionado a un criterio de decisión y evaluación de diseño número uno. Para evitar la repetición de esfuerzos y obtener resultados comparables, es importante utilizar un conjunto común de herramientas (simuladores, estimadores de potencia, compiladores y puntos de referencia). Dentro del Ecosistema de Baja Potencia, nuestro objetivo es promover estas herramientas y compartir nuestra experiencia con ellas. Nuestros esfuerzos para construir este ecosistema son apoyados por ARM, el líder mundial en procesadores de energía eficiente.

Un aspecto importante del conjunto común de herramientas es que estas herramientas son accesibles a todos. Como tal, creemos que las siguientes dos herramientas de código abierto proporcionan una base sólida.

- Compilador: LLVM

Sistemas que piensan como humanos	Sistemas que piensan racionalmente
«El nuevo y excitante esfuerzo de hacer que los computadores piensen... máquinas con mentes, en el más amplio sentido literal». (Haugeland, 1985)	«El estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales». (Charniak y McDermott, 1985)
«[La automatización de] actividades que vinculamos con procesos de pensamiento humano, actividades como la toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje...» (Bellman, 1978)	«El estudio de los cálculos que hacen posible percibir, razonar y actuar». (Winston, 1992)
Sistemas que actúan como humanos	Sistemas que actúan racionalmente
«El arte de desarrollar máquinas con capacidad para realizar funciones que cuando son realizadas por personas requieren de inteligencia». (Kurzweil, 1990)	«La Inteligencia Computacional es el estudio del diseño de agentes inteligentes». (Poole <i>et al.</i> , 1998)
«El estudio de cómo lograr que los computadores realicen tareas que, por el momento, los humanos hacen mejor». (Rich y Knight, 1991)	«IA... está relacionada con conductas inteligentes en artefactos». (Nilsson, 1998)

Figura 2. Algunas definiciones de inteligencia artificial

- Architecture Simulator: GEM5

## 3. Estado del arte

- **Arquitectura de von Neumann**

La arquitectura Von Neumann, también conocida como modelo de Von Neumann o arquitectura Princeton, es una arquitectura de computadoras basada en la descrita en 1945 por el matemático y físico

John von Neumann y otros, en el primer borrador de un informe sobre el EDVAC. Este describe una arquitectura de diseño para un computador digital electrónico con partes que constan de una unidad de procesamiento que contiene una unidad aritmético lógica y registros del procesador, una unidad de control que contiene un registro de instrucciones y un contador de programa, una memoria para almacenar tanto datos como instrucciones, almacenamiento masivo externo, y mecanismos de entrada y salida. El significado ha evolucionado hasta ser cualquier computador de programa almacenado en el cual no pueden ocurrir una extracción de instrucción y una operación de datos al mismo tiempo, ya que comparten un bus en común. Esto se conoce como el cuello de botella Von Neumann y muchas veces limita el rendimiento del sistema.

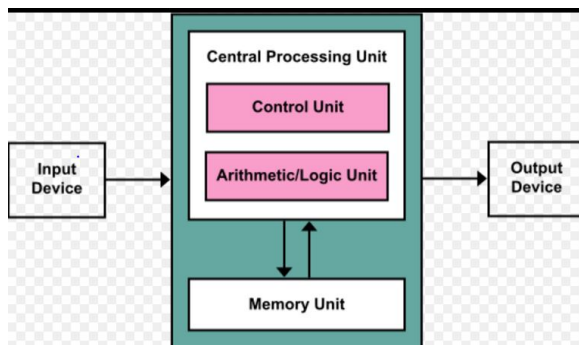


Figura 3. Diagrama de la arquitectura Von Neumann.

#### ■ Computación de Alto Rendimiento con Clusters de PCs

En la actualidad, es factible disponer de alta capacidad computacional, incluso equivalente a la encontrada en las poderosas y costosas supercomputadoras clásicas, mediante clusters (conglomerados) de computadoras personales (PCs) independientes, de bajo costo, interconectadas con tecnologías de red de alta velocidad, y empleando software de libre distribución. El conglomerado de computadoras puede trabajar de forma coordinada para dar la ilusión de un único sistema. Este artículo presenta las ideas básicas involucradas en el diseño, construcción y operación de clusters, presentando aspectos relacionados tanto al software como al hardware. Se presentan los diferentes tipos de clusters, su arquitectura, algunas consideraciones de diseño, y se mencionan ejemplos concretos del hardware para los nodos individuales y para los elementos de interconexión de alta velocidad, así como ejemplos concretos de los sistemas de software para el desarrollo de aplicaciones y administración de los clusters.

#### Software

El software a utilizar en los clusters es un elemento

primordial a considerarse. En relación a sistemas operativos, sobre todo en clusters ensamblados por los propios operadores, una opción común es utilizar alguna distribución de Linux; ciertos sectores (Brauss et al., 1999) consideran que eso se debe a su amplia aceptación en el mundo académico, bajo costo y disponibilidad del código fuente, antes que por poseer características que favorezcan el desarrollo de computación de alto rendimiento. Además, la disponibilidad del código fuente permite hacer variaciones a nivel de sistema y preparar drivers de bajo nivel cuando se considere necesario. A pesar de no ser un serio candidato para clusters de alto rendimiento (Brauss et al., 1999), Windows NT ha sido empleado en clusters IT. El NT Supercluster en NCSA es un cluster de 192 procesadores, construido con estaciones de trabajo de procesador dual HP Kayak XU y Compaq Professional Workstation 6000, utilizando Myrinet.

#### ■ Supercomputadoras

La supercomputadoras son ordenadores o computadoras de alto desempeño, es decir, son extremadamente potentes y capaces de realizar tareas de cálculo a una velocidad sorprendente que equivale a cientos de veces la velocidad de una computadora de sobremesa o laptop estándar.

Entonces podemos decir que son equipos informáticos que están compuestos por cientos de procesadores que trabajan en paralelo y en arreglos combinados, para ofrecer una velocidad y capacidad de cálculo y de procesamiento de datos sorprendentes, de tal manera, que puedan ser utilizadas para fines específicos en donde muchas computadoras trabajando simultáneamente no darían los resultados esperados por los usuarios. La velocidad de estos equipos son medidos en Teraflops que equivalen a billones de operaciones por segundo, lo que da una idea de la potencia y la velocidad de estas colosales computadoras.



Figura 4. Super computadora CRAY



- Computación paralela** La computación paralela es una técnica de programación en la que muchas instrucciones se ejecutan simultáneamente. Se basa en el principio de que los problemas grandes se pueden dividir en partes más pequeñas que pueden resolverse de forma concurrente ('en paralelo'). Existen varios tipos de computación paralela: paralelismo a nivel de bit, paralelismo a nivel de instrucción, paralelismo de datos y paralelismo de tareas. Durante muchos años, la computación paralela se ha aplicado en la computación de altas prestaciones, pero el interés en ella ha aumentado en los últimos años debido a las restricciones físicas que impiden el escalado en frecuencia. La computación paralela se ha convertido en el paradigma dominante en la arquitectura de computadores, principalmente en los procesadores multinúcleo. Sin embargo, recientemente, el consumo de energía de los ordenadores paralelos se ha convertido en una preocupación.

- Computación distribuida**

Uno de los orígenes de la confusión existente en el campo de la computación distribuida es la falta de un vocabulario universal, tal vez debido al increíble ritmo al que se desarrollan nuevas ideas en este campo. A continuación se definen algunos de los términos claves utilizados en el contexto de este libro. Durante la lectura del libro es necesario mantener en la mente estas definiciones, teniendo en cuenta que algunos de dichos términos pueden tener diferentes definiciones en otros contextos.

En sus orígenes, la computación se llevaba a cabo en un solo procesador. Un monoprocesador o la computación monolítica utiliza una única unidad central de proceso o CPU (Central Processing Unit) para ejecutar uno o más programas por cada aplicación.

Un sistema distribuido es un conjunto de computadores independientes, interconectados a través de una red y que son capaces de colaborar a fin de realizar una tarea. Los computadores se consideran independientes cuando no comparten memoria ni espacio de ejecución de los programas. Dichos computadores se denominan computadores ligeramente acoplados, frente a computadores fuertemente acoplados, que pueden compartir datos a través de un espacio de memoria común.

La computación distribuida es computación que se lleva a cabo en un sistema distribuido. Este libro explora las formas en que los programas, ejecutando en computadores independientes, colaboran con otros a fin de llevar a cabo una determinada tarea de computación, tal como los servicios de red o las aplicaciones basadas en la Web.

- Computación de alto desempeño (HPC)** Por computación de alto desempeño (del inglés High

Performance Computing) nos referimos a las tecnologías utilizadas por una o más computadoras con el propósito de crear sistemas informáticos capaces de obtener rendimientos en el orden de los PetaFLOPS. El término es usado comunmente para sistemas de tratamiento de datos científicos, por lo que su popularidad continúa aumentando y es ahora normal de encontrar en muchos campos de las ciencias naturales y técnicas, incluso en la computación comercial. Sin embargo, para aprovechar estas tecnologías se requiere de una gran inversión y gestión con personal especializado de alto nivel debido a la complejidad del funcionamiento de estos sistemas y a problemas físicos como la disipación de calor y consumo eléctrico.

Aunque los modelos matemáticos aplicados a la



Figura 5. HPC de la Universidad de Minesotta, usado por la escuela de Ciencia, Ingeniería y Tecnología. Cuenta con un nodo maestro y 34 esclavos, cada uno aporta 8GB RAM y 2 dual-core AMD Opteron chips. Todos los nodos corren en Linux.

abstracción y modelización de fenómenos existen hace tiempo, es durante las últimas dos décadas con la llegada de plataformas informáticas de alto rendimiento donde se ha presentado la oportunidad de mostrar el enorme poder explicativo y predictivo en muchos campos científicos y financieros. Las tecnologías modernas han permitido un gran desarrollo en técnicas de modelamiento, que brindan una gran contribución permitiendo diseñar, estudiar, y analizar complejos fenómenos naturales con un detalle inimaginable hace algunos años.



Figura 6. HPC de la Universidad de Minesotta, usado por la escuela de Ciencia, Ingeniería y Tecnología. Cuenta con un nodo maestro y 34 esclavos, cada uno aporta 8GB RAM y 2 dual-core AMD Opteron chips. Todos los nodos corren en Linux.

## 4. Conclusion

- La implantación de la investigación en Europa es un auge, que su crecimiento es notorio.'

- La eficiencia energética de los sistemas de computación sigue siendo un gran reto para los próximos años
- Para las tareas de cálculo intensivo, se sigue utilizando la nube y superordenadores (HPC); esto significa que la conectividad es crucial, sin embargo, el procesamiento local se está convirtiendo cada vez más importante. Los requisitos computacionales están haciendo cada vez más arquitectos de sistemas informáticos buscar aceleradores para tareas especializadas, desviando en muchos casos de la arquitectura tradicional de Von Neumann .
- Los enfoques holísticos , lo que implica técnicas multidisciplinares, serán necesarios con el fin de cumplir con todos los requisitos de TruStability, eficiencia y costo.
- Estamos entrando en la era de la inteligencia artificial. Esto no sólo va a cambiar la forma en que interactúan con las máquinas, sino que también va a redefinir la forma en que enseñamos una máquina qué hacer: menos programación y más aprendizaje.
- La credibilidad - la experiencia de la asociación con HiPEAC, a través de nuestro liderazgo, relaciones públicas y otras comunicaciones.
- Se une miembro de la industria que conecta con miembros ejecutivos de algunas de las empresas de tecnología más importantes de Europa; y con los principales científicos, ingenieros y estudiantes que están produciendo avances del mañana.

## 5. WebGrafia

- NETAPP. *http* :   
 [//www.netapp.com/es/solutions/industry/high-performance-computing.aspx](http://www.netapp.com/es/solutions/industry/high-performance-computing.aspx)
- Plataformas Actuales para Computación de Alto Rendimiento. Gilberto Díaz. *http* :   
 [//webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/gilberto/paralela/01\\_introduccionCAR.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/gilberto/paralela/01_introduccionCAR.pdf)
- HIPEC. *https* : [//www.hipeac.net/](https://www.hipeac.net/)
- Revista 001 HIPEC. *https* :   
 [//www.hipeac.net/assets/public/publications/newsletter/hipeacinfo01.pdf](https://www.hipeac.net/assets/public/publications/newsletter/hipeacinfo01.pdf) *https* :   
 [//www.hipeac.net/v17](https://www.hipeac.net/v17)
- Wayne Wolf, Princeton University. What Is Embedded Computing?. *http* :   
 [//www.inf.pucrs.br/hessel/es/EC\\_What\\_is\\_Embedded\\_Computing.pdf](http://www.inf.pucrs.br/hessel/es/EC_What_is_Embedded_Computing.pdf)
- Computación de Alto Rendimiento con Clusters de PCs. Bernal C. Iván, Mejía N. David y Fernández A. Diego. *http* :   
 [//clusterfie.epn.edu.ec/clusters/Publicaciones/HTML/articulo1.htm](http://clusterfie.epn.edu.ec/clusters/Publicaciones/HTML/articulo1.htm).