

High Performance and Embedded Architecture and Compilation

HiPEAC

Liseth Viviana Jaimes ALquichire
Estudiante de pregrado de ingeniería de sistemas
Universidad Industrial de Santander Santander,
Colombia.
Email: lisjai_074@hotmail.com

Leyston Alexander Oñate Lizarazo
Estudiante de pregrado Ingeniería de Sistemas
Universidad Industrial de Santander Santander,
Colombia
Email: leyston52@hotmail.com

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, Cluster's, Supercomputadoras, Computación paralela, Computación distribuida

Resumen—La red europea de enfocada al alto rendimiento, arquitectura incorporada y compilación, denominada HIPEC (High Performance and Embedded Architecture and Compilation) por sus siglas en inglés, tiene como misión dirigir y aumentar la investigación en el ámbito de los sistemas informáticos incorporados y de alto rendimiento. Donde aborda 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 objetivos y de por qué nace esta iniciativa de aumentar la investigación en estos sistemas informáticos, donde por último enteremos la importancia de su compilación y las ventajas que esto trae a la industria.

1. Introducción

HiPeac, es una red europea que se enfoca en la computación de alto rendimiento donde se muestran alianzas para fomentar la investigación de las herramientas necesarias en el desarrollo de simulaciones computacionales con el apoyo de clústeres, 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, con el fin de ayudar esta evolución HiPeac crea y solidifica una comunidad visible e integrada de investigadores donde se establece las relaciones con la industria europea.

Durante años esta red se ha solidificado como el punto de ingreso de nuevas empresas e investigadores que han logrado obtener premios por sus avances y descubrimientos.

En este documento se mostrará desde sus inicios todo los logros y publicaciones que hacen importante a esta red hasta el día de hoy.

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 con destacables logros pueden solicitar su ingreso al HiPEAC. Los miembros pertenecientes a HiPEAC disfrutan ciertos beneficios gracias a la membresía, como las redes sociales, boletines de noticias, y el soporte de movilidad, sin ninguna obligación legal. Sin embargo, HiPEAC espera que sus miembros contribuyan activamente con los diferentes eventos de la comunidad, por ejemplo, mediante la participación en reuniones, publicaciones conjuntas, etc.

2. Marco Teórico

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, por otro lado, también desea ayudar a los arquitectos y los constructores de herramientas informáticas.

Los sistemas informáticos de alto rendimiento 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 informáticas de alto rendimiento (HPC) como el procesamiento sísmico, el modelado del clima, los diseños digitales, la investigación genómica, la defensa de sistemas 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 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, son mayormente utilizados para la solución de problemas más 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 una gran cantidad de empresas (grandes y pequeñas) que se especializan en proporcionar todo tipo de soporte necesario para su correcto uso.

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 problemas científicos 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 la mayoría de los desafíos señalados y presentados en la Visio de HiPECA 2015 siguen siendo de verdaderos e incluso más relevantes que nunca, la HiPECA no deja de expandir sus horizontes a la hora de presentar nuevos temas y observaciones del mundo de la informática en cada una de sus conferencias.

En la HiPECA 2017 un nuevo paradigma de la computación se ha presentado al mundo de los empresarios y de los economistas, el cual presenta que en la realidad del mundo moderno las computadoras pronto dejaran sus posiciones de simples herramientas creadas con un único fin, a ser aliados irremplazables en el nuevo progreso tecnológico.

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

Figura 1. Algunas definiciones de inteligencia artificial

En esta nueva era, las computadoras como las conocemos están empezando a desaparecer de la vista de los usuarios y evolucionando en cientos de formas diferentes, buscando la similitud de funcionalidad e interacción del humano. Esto se

refiere a la nueva importancia de la IA (inteligencia artificial). La inteligencia artificial es una de las ciencias más recientes en nuestro mundo; sintetiza y automatiza tareas intelectuales y es, por lo tanto, una forma de replicación de los ámbitos de la actividad intelectuales humanas.

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. Pero la HiPECA no solo quiere mostrar el crecimiento de esta nueva ciencia al mundo empresarial sino, en cambio, señalar el desplazamiento que sufrirán las computadoras en el futuro de ser simples herramientas, a encontrarse lado a lado con los seres humanos a la hora de trabajar en lo que es conocido como el inicio de “The Centaure Era”

HiPECA seguirá innovando en la seguridad informática ya que en esta nueva era los seres humanos necesitaran confiar tanto en las maquinas como en la información que mantienen entre sí para poder utilizar con total certeza todos los beneficios creados por estas nuevas oportunidades.

También se desea asegurar que el constante uso de la nube y de los superordenadores HPC, campo de computación de alto rendimiento (High performance Computing o HPC en inglés), seguirá siendo de gran importancia a la hora de la realización de tareas de alto grado de exigencia computacional, esto significa que, aunque el procesamiento de información de forma local esta creciendo con el paso de cada día, las formas de alta conectividad existentes el día de hoy seguirán manteniendo su relevancia; aunque esto no significa que no se reconoce que el incremento de los requerimientos computacionales a crea la necesidad de la creación de nuevos modelos de arquitectura de sistemas, especializados en la aceleración de tareas especializadas, cuya

estructura se diferencia en gran manera con el modelo tradicional de Von Neumann .

Otro de los temas visionados por la Hipea es el problema de la eficiencia energética de los sistemas computacionales, el cual se muestra como uno de los mayores problemas del mundo informático. El costo por transistor ha dejado de decrecer en los últimos años, por lo que se podría ver un aumento en las diferentes formas en las que las nuevas tecnológicas serán creadas e implementadas, donde muchos diseños dejarán de lado las piezas de tecnología más avanzadas en cambio de opciones más económicas y accesibles. Estos cambios podrían incluso llevar a la revisión de las asunciones más básicas de una computadora hasta el punto de poder llegar a una completa reinención del mundo de la tecnología.

La Hipea también desea señalar una problemática que no se resalta en la vista pública como el resto de los desafíos que se pueden encontrar en el mundo moderno, el cual es el dilema de a falta de compatibilidad y operatividad interna entre diferentes sistemas, en donde las futuras tecnologías crecerán con un grado de complejidad tan alta que llegara el punto en el que los humanos solo podrán controlar dichas tecnologías con la asistencia de técnicas basadas en Idas, por lo que se necesitara asegurar que todos los sistemas continúen haciendo lo que se supone que deben hacer, tanto de forma individual como en conjunto de otros sistemas no tan complejos y menos acondicionados a estas nuevas tecnologías.

2.3. Los miembros Hipea

Entre los miembros participantes hacen parte 506 miembros, 95 miembros asociados, 415 miembros afiliados y 875 Estudiantes de doctorado afiliadas de 348 instituciones en más de 39 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 micro arquitectura
- 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:

- Solo 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 solo 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 quien 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 solo 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:

- Solo los miembros de HiPEAC tienen derecho a obtener el premio financiero único.
- Un miembro de HiPEAC puede recibir un premio financiero solo 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 unos conjuntos comunes 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.

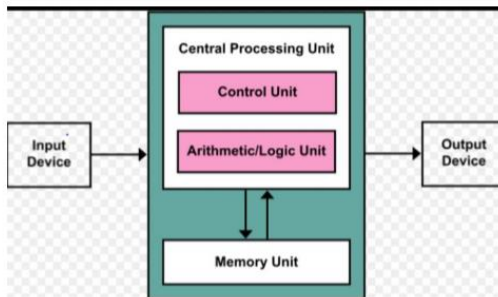


Figura 3. Diagrama de la arquitectura Von Neumann.

- Computación de Alto Rendimiento con Clústeres 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 clústeres (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 clústeres, presentando aspectos relacionados tanto al software como al hardware. Se presentan los diferentes tipos de clústeres, 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 clústeres.

- Software

El software a utilizar en los clústeres es un elemento primordial a considerarse. En relación a sistemas operativos, sobre todo en clústeres 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 clústeres de alto rendimiento (Brauss et al.

1999), Windows NT ha sido empleado en clústeres IT. El NT Supercluster en NCSA es un clúster de 192 procesadores, construido con estaciones de trabajo de procesador dual HP Kayak XU y Compaq Professional Workstation 6000, utilizando Myrinet.

- Supercomputadoras

Las 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. Las velocidades de estos equipos son medidas en Tiraños 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 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 utilizan 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.

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

computación paralela se ha convertido en el paradigma dominante en la arquitectura de computadores, principalmente en los procesadores multi núcleo. Sin embargo, recientemente, el consumo de energía de los ordenadores paralelos se ha convertido en una preocupación.

- Computación distribuida

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 un 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 comúnmente 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 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.

4. Conclusión

- 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

5. WebGrafía

- NETAPP.
<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/01IntroduccionCAR.pdf>
- HIPEC.
<https://www.hipeac.net/>
- Revista 001 HIPEC.
<https://www.hipeac.net/assets/public/publications/newsletter/hipeacinfo01.pdf>
<https://www.hipeac.net/v17>
- Wayne Wolf, Princeton University. What Is Embedded Computing?
<http://www.inf.pucrs.br/hessel/es/ECWhatIsEmbeddedComputing.pdf>

haciendo cada vez más arquitectos de sistemas informáticos buscan 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 solo va a cambiar la forma en que interactúan con las máquinas, sino que también va a redefinir la forma en que enseñamos una máquina que 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.

- Computación de Alto Rendimiento con Clústeres 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).