

## **“Formación de Redes Académicas. Un caso de estudio: El Cómputo de Alto Rendimiento”**

### **Benítez Pérez Héctor**

Departamento de Ingeniería de Sistemas Computacionales y Automatización,  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Apdo. Postal 20-726, Del A. Obregón, México D.F. , CP 01000, México  
E-mail: [hector@uxdea4.iimas.unam.mx](mailto:hector@uxdea4.iimas.unam.mx)

### **Benítez Pérez Alma Alicia**

Departamento de Matemáticas  
Instituto Politécnico Nacional  
Unidad Profesional “Adolfo López Mateos”, Zacatenco. Del. Gustavo A. Madero CP 07738  
E-mail: [abenitez@ipn.mx](mailto:abenitez@ipn.mx)

### **García Rodríguez Martha Leticia**

Departamento de Matemáticas  
Instituto Politécnico Nacional  
Unidad Profesional “Adolfo López Mateos”, Zacatenco. Del. Gustavo A. Madero CP 07738  
E-mail: [martha.garcia@gmail.com](mailto:martha.garcia@gmail.com)

**Línea Temática:** VI. Académicos y Gestores: su reconfiguración al interior de la organización universitaria en el marco de los cambios mundiales.

### **Resumen**

El uso del cómputo de alto rendimiento en la actualidad tiene como principal tecnología la utilización de máquinas paralelas virtuales donde la asignación de tareas no tiene mayor orden que el de comunicar procesos ligados y seguir las secuencias preestablecidas por el patrón de software a evaluar. En este sentido, aunque la estrategia comprende un avance significativo en el procesamiento de la información, están presentes deficiencias o inconsistencias en la manipulación de procesos en tiempos acotados.

Distintas aproximaciones pueden ser llevadas a cabo tal que se propongan métodos adhoc de manera eficiente para procesamiento de la información. Sin embargo una revisión genérica que permita plantear un modelado unificador es todavía un campo abierto de la investigación.

En este sentido, se propone el siguiente proyecto dadas las necesidades de procesamiento de información común a todas las áreas que lo conforman, pretendiendo cubrir dos rubros, por un lado dar una estrategia de procesamiento a las distintas áreas del proyecto y por otros generar una plataforma de estudio de sistemas complejos de procesamiento paralelo para definición de algoritmos y patrones de software, su reconfiguración, migración y balanceo de procesos e información. Tomando como base la perspectiva de tiempo real y eficiencia.

**Palabras claves:** software funcional multimodal, migración de proceso, tiempo real.

## **INTRODUCCIÓN**

La computación es un pilar esencial en la construcción de la sociedad del conocimiento que definirá, sin duda alguna, el perfil del siglo XXI. La importancia estratégica de esta disciplina no se puede soslayar y tanto los países desarrollados como aquellos países en vías de desarrollo que son realmente sensibles a la importancia de esta tecnología, están haciendo tremendos esfuerzos en fomentar el desarrollo tanto teórico como práctico de la ciencia y la tecnología computacional. Estos esfuerzos se están llevando a cabo tanto en los ámbitos productivos como educativos y de manera muy especial en el ámbito de la investigación; asimismo, las grandes universidades son actores principales en el mundo de la computación, y compiten cotidianamente por obtener y mantener el liderazgo de esta área del conocimiento humano.

El desarrollo de la computación, tanto en México, en general como en la UNAM, en lo particular, ha sido mucho más lento de lo que se quisiera. A pesar de que se ha hecho un esfuerzo significativo para adquirir y mantener una infraestructura de cómputo que le permita apoyar a la educación y suministrar servicios de cómputo de primer nivel, principalmente a través de la DGSCA, el desarrollo del conocimiento computacional, tanto en lo que se refiere a la investigación como a la educación, se encuentra rezagado.

En particular el uso del cómputo de alto rendimiento en la actualidad tiene como principal tecnología la utilización de máquinas paralelas virtuales donde la asignación de tareas no tiene mayor orden que el comunicar procesos ligados y seguir las secuencias preestablecidas por el patrón de software a evaluar. En este sentido, aunque la estrategia comprende un avance significativo en el procesamiento de la información esta presenta deficiencias o inconsistencias en la manipulación de procesos en tiempos acotados.

Los objetivos de generar una red alrededor de la temática del alto desempeño son los siguientes:

- Desarrollar software funcional multi-modelo sobre distintas plataformas para el estudio de sistemas complejos de cómputo de alto rendimiento. Estudiar las relaciones de comunicación y procesamiento en tiempo real para el cómputo de alto rendimiento en plataformas pre-definidas.
- Estudiar la estandarización y la rapidez como efecto del diseño basado en patrones arquitectónicos de software y su relación con elementos de alto rendimiento tales como el balanceo de cargas, la migración de proceso, la reconfiguración de procesos y la tolerancia de fallas. Para tal motivo es

necesario llevar a cabo el estudio de cada uno de estos patrones, tomando en cuenta su respuesta.

- Estudiar el diseño del software con base al entendimiento del proceso de información tal como Algoritmo-Programa-Proceso.
- Integrar comunidades académicas diversas con necesidades comunes en el procesamiento de la información, a través del cómputo de alto rendimiento, así como la elaboración de recursos de software común para un mejor desempeño y estudio.

### **Trabajo de Colaboración**

Esta propuesta de red se divide en dos fases: durante la primera parte se pretende diseñar el software paralelo necesario para la comunicación entre componentes con una perspectiva general teniendo en cuenta puntos de evaluación para el rendimiento en tiempo. Para tal efecto se utilizará el software TAO o GLOBUS ejecutándose sobre plataformas distribuidas de tipo cluster que permitirán establecer una base común de desarrollo de los recursos disponibles.

Cabe hacer mención que este tipo de productos tendrá como principal logro establecer un marco común de procesamiento paralelo localizado bajo el esquema de cluster, y posteriormente para la manipulación de distintos clusters. A la par se propone elaborar una granja de procesadores y compiladores, con el fin de liberar dicho recurso durante el transcurso de la segunda etapa para su uso dentro de la comunidad.

En la segunda se elaborarán distintos estudios que permitan visualizar la complejidad de un sistema de alto rendimiento dinámico así como el uso de la granja de compiladores. Se promoverá entre los usuarios comunes (con base en algoritmos de elemento finito, modelación de la dinámica de fluidos, etc.) el uso de esta tecnología para su evaluación práctica.

Para tal motivo se generará una página web común de información donde los usuarios evalúen su tecnología con base a un estándar definido buscando conseguir una estrategia común de evaluación y generar una base de procesos comunes a la experiencia de evaluación.

En esta segunda etapa se promoverá el estudio de sistemas de alto rendimiento mediante la incorporación de recurso humanos para el análisis de su comportamiento.

Ambas etapas pretenden establecer un modelo común para la evaluación de software paralelo, bajo el marco de Alto Rendimiento y Alta Disponibilidad. Tanto desde la perspectiva del manejo de procesos como la evaluación de casos de

estudio plateado por usuarios, así como desarrollar conocimiento común de las experiencias en la evaluación, construcción y estudio de herramientas con base en Middleware de Tiempo Real, con la finalidad de formar recursos humanos que sean especialistas comunes en el área.

La propuesta de red pretende definir un producto de software paralelo capaz de establecer la comunicación y el procesamiento de información de manera acotada en el tiempo, además de definir métricas y procedimientos tanto de medición como de diseño para lograr tiempo real en plataformas de alto desempeño.

Lo cual permite definir de manera certera el consumo de tiempo y por lo tanto su eficiencia entre los elementos que conforman un sistema para el cómputo de alto rendimiento, realizando mediciones de tiempo tanto en el ámbito microscópico como macroscópico.

Permitiendo así, generar una base de conocimientos basados en patrones de software de sistemas sobre Cómputo de Alto Rendimiento y Alta Disponibilidad bajo las perspectivas de las siguientes variables

- Balanceo de Cargas
- Tiempo Real
- Migración de Procesos
- Reconfiguración

## **RESULTADOS**

Los resultados esperados se dirigen al desarrollo de métricas de desempeño e instrumentos de análisis a la formación de recursos humanos en las áreas de sistemas paralelos, sistemas distribuidos y sistemas en tiempo real y a las publicaciones de tipo académico con el objeto de difundir y evaluar el conocimiento creado.

Con base a esta integración se han logrado definir algoritmo de manipulación de procesos, tal como Reconfiguración de procesos con base al cambio de la planificación por nodos (Menéndez et al., 2010a). La Figura 1 muestra la integración con base a la simulación de procesos autónomos conectados vía una red de cómputo en donde se ha explorado el diseño de planificadores de manera masiva como lo muestra la Figura 2.

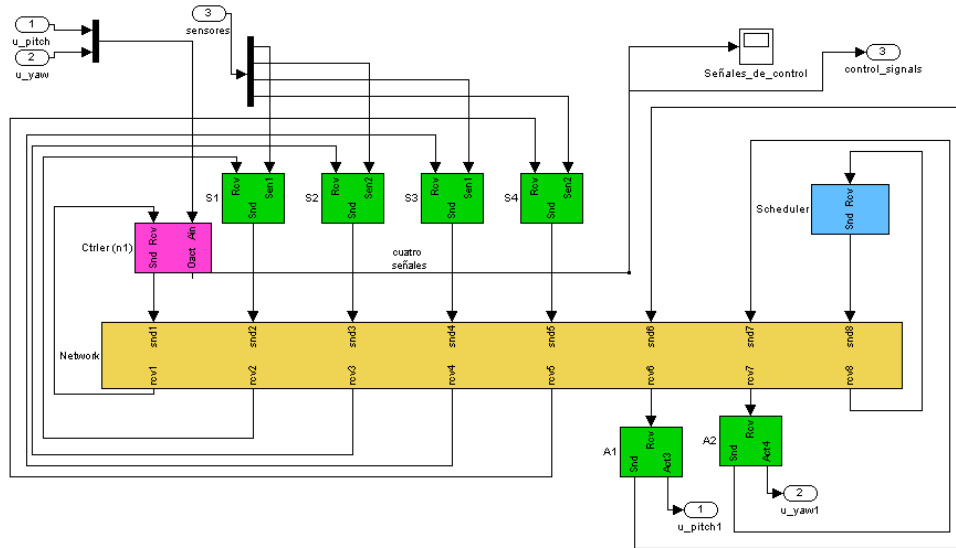


Fig. 1 Sistema distribuido del Helicóptero

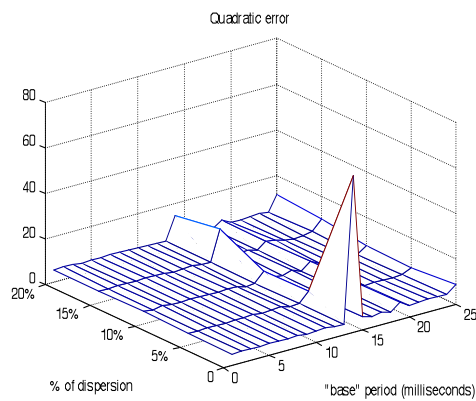


Figura 2. Resultados del Análisis de varios tipos de planificadores con respecto de la respuesta estable del Helicóptero

Por otro lado se ha definido una métrica de rendimiento, por procesador y por todo el cúmulo de nodos involucrados (Menéndez et al., 2010b). En este sentido las figuras 3 y 4 muestran los elementos computacionales que se toman en cuenta para el desarrollo de la métrica así como los resultados del balanceo de cargas con base a su uso (Figura 4).

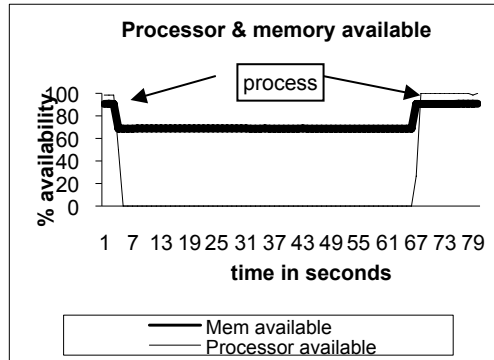


Fig. 3. Aspectos que cubre la métrica

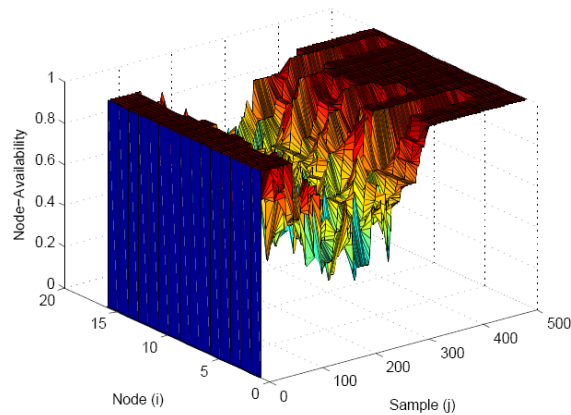


Fig. 4 Resultados del Balanceo tomando en cuenta la métrica

En ambos casos ha sido posible justificar formas de procesar información de manera eficiente. En este sentido se ha elaborado estrategias de paralelismo que permiten el buen manejo del procesamiento de imágenes a partir de la extracción de características por secciones en las figuras (Palomera et al, 2010). Es en este trabajo donde se han definido situaciones globales de procesamiento que son impactadas por subdivisiones locales de procesamiento. Por ejemplo, en la figura 5 se muestra la división por secciones de una imagen para la búsqueda de características locales las cuales son distribuidas a distintos nodos concentrados en un cluster tal y como lo muestra la figura 6.

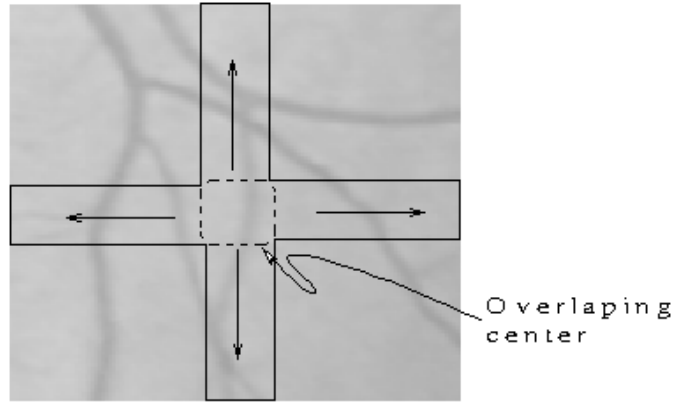


Fig. 5 División de la imagen para su distribución paralela.

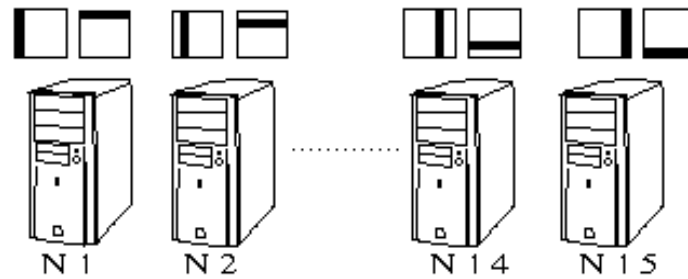


Fig. 6 Procesamiento paralelo de la división antes señalada

Es de especial interés el desarrollo de técnicas para el procesamiento distribuido en coordinación al buen desempeño de nodos autónomos en un ambiente empotrado, el cual ha sido llevado por diversos miembros del equipo de trabajo (Esquivel-Flores et al., 2010). En este caso, se estudio el comportamiento de los procesos de computo de manera variable con respecto al tiempo, el resultado es que los procesos pueden ser manipulados de manera analítica sin perder el contexto donde procesan información. La figura 7 muestra una visión gráfica de dicha conceptualización.

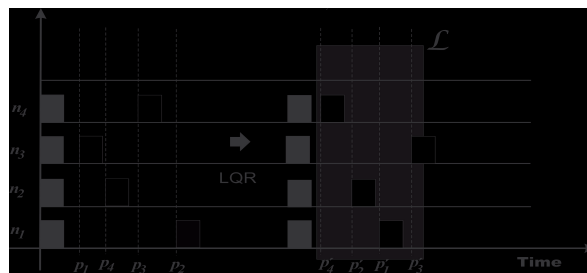


Fig. 7 Manejo analítico de procesos y su visualización

Dicha implantación se llevó a cabo en un modelo distribuido a escala real como el mostrado en la Figura 8.

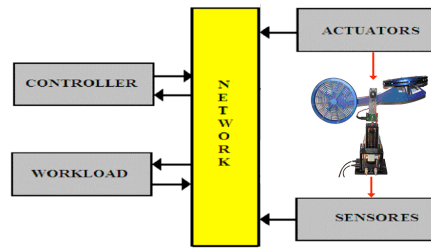


Figura 8. Diagrama del sistema

Con respecto a las respuestas obtenidas, la Figura 9 muestra como es posible mantener el desempeño del sistema con base al uso de procesos controlados en su operación.

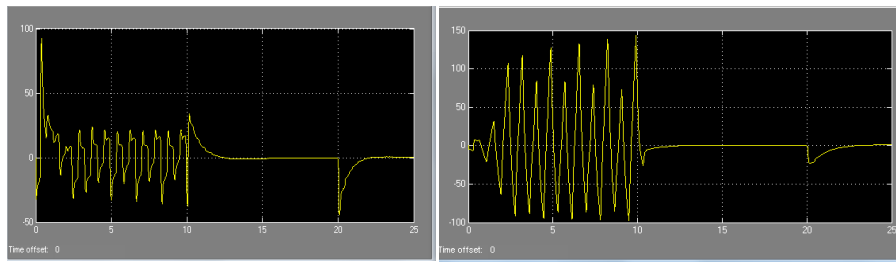


FIGURA 9. Respuesta del Helicóptero

El hecho de haber formado un equipo de trabajo transdisciplinario ha permitido identificar diversas aproximaciones en un tratamiento eficiente de la información, tal y como se muestra en los resultados en las siguientes referencias.

## PRODUCTO

- Sistemas de software que permitan extraer la funcionalidad de distintas plataformas sin importar sus componentes básicas tales como el causal de comunicación y el sistema operativo. Esto e buscando alto rendimiento a la par del conocimiento de los retardos de tiempo.
- Generar una plataforma tipo granja de compiladores de alta disponibilidad para el procesamiento de información a través de la tecnología desarrollada en el proyecto.
- Elaboración de un sitio común que permita organizar el trabajo realizado por la comunidad en el área.

## Bibliografía



- Arzen, K., Bernhardsson, B. Eker, J., Cervin, A., Persson, P., Nilsson, K., and Sha, L.; "Integrated Control and Scheduling", Department of Automatic Control Lund Institute of Technology, ISSN 0280-5316, August 1999.
- Benítez-Pérez H., Cárdenas-Flores F., and García-Nocetti, F.; "Reconfigurable Network control based upon Automata Proposal", Congreso Nacional Automático, ISBN: 970-32-2974-3, CDROM, México, 2005.
- Benítez-Pérez H., García-Zavala A. and García-Nocetti F.; "Alternative Method based upon Plannig Sheduler for On-Line reconfiguration using System Performance", Fifth IEEE International Symposium and School on Advance distributed Systems ISSADS, Lecture Notes on Computer Science 3563, pp. 141-152, ISBN: 3-540-28063-4, México, 2005.
- Benítez-Pérez, H. and García-Nocetti F.; "Reconfigurable Distributed Control", Springer-Verlag, 2005, ISBN 1852339543.
- Esquivel-Flores, H. Benítez-Pérez, P. E. Mendez-Monroy, Antonio Menéndez; "Frequency Transition for scheduling management using dynamic system approximation for a kind of NCS"; ICIC Express Letters B, Vol 1, No. 1, pp. 93-98, 2010.
- García Ángel, "Análisis de la Planificabilidad de un Sistema Reconfigurable de Tiempo Real, Director de Tesis: Dr. Héctor Benítez Pérez, Codirector: Dr. Manuel Romero. Estudiante Físico Ángel García. Maestría en Ciencias e Ingeniería de la computación. UNAM, Marzo 2003.
- Menendez L de C., A., and Benitez-Perez H.; "Real-Time global scheduling strategy for distributed systems"; International Journal of Applied Research and Technology, Vol. 8, No. 2, pp. 177-185, 2010.
- Menendez L de C., A., and Benitez-Perez H.; "Node Availability for Distributed Systems considering processor and RAM utilization Based upon a Local Optimization Procedure"; International Journal of Computers, Communications & Control, Vol. V, No. 3, pp: 336-350, 2010.
- Ortega-Arjona J. L., "The Shared Resource Pattern. An Activity Parallelism Architectural Pattern for Parallel Programming", 10<sup>th</sup> Pattern Languages of Programming 2003 (PloP2003) Chicago, USA, 8-12 september, 2003.
- Ortega-Arjona J. L., "The Manager-Workers Pattern. An Activity Parallelism Architectural Pattern for Parallel Programming", 9<sup>th</sup> European Conference on Pattern Languages of Programming and Computing 2004 (EuroPlop2004).
- Ortega-Arjona, J. L., "The Pipes and Filters Pattern. A functional Parallelism Architectural Pattern for Parallel Programming", 10th European Conference on pattern Languages of Programming and Computing (EuroPloP 2005)

- Palomera Pérez Miguel, "Desarrollo de un sistema de Tiempo Real para Computo de Alto desempeño". Director de Tesis: Dr. Héctor Benítez Pérez, estudiante. Miguel Palomera Pérez. Maestría en Ciencias de la Computación. UNAM, Noviembre 2005. Mención Honorífica.
- Palomera-Pérez, M., Almeida Luis., Benítez-Pérez, H.; "Real Time computing in a High Performance Cluster"; IFAC Conference on Fieldbus Applications, FER2005, pp- 32-40, Puebla, México, 2005.
- Palomera-Perez, M.A., Ortega-Arjona, J., Martinez-Perez, M.E. and Benitez-Perez, H.; "Parallel multiscale feature extraction with region growing: application to retinal blood vessel detection"; IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, Vol: 12, Issue: 4, pp: 500-506, 2010.
- Sánchez Saavedra Honorato, "Propuesta de un algoritmo genético para la reconfiguración en línea de un sistema de tiempo real basado en RT-CORBA", Director de tesis Héctor Benítez Pérez- Maestría en Ciencias de la Computación. UNAM, Octubre 2005.
- Sanz, R., and Zalewski J.; "Pattern Based Control Systems Engineering", IEEE Control Systems Magazine, Vol. 23, No. 3, pp. 43-60, 2003.
- Performance Evaluation and Enhancement of A Link Stability Based Routing Protocol for MANETs Sridhar K N and Lillykutty Jacob IJHPCN, Vol 4 Issue 1, 2006
- Guohua Jin and Mellor. Crummey J.; "Improving Performance by Reducing the Memory Footprint of Scientific Applications", International Journal of High Performance computing Applications 2005 19: 433-451.
- Steven Ghan and Timothy Shippert; "Load Balancing and Scalability of a subgrid Orography Scheme in a Global Climate Model"; International Journal of High Performance Computing Applications 2005 19: 237-245.
- Tony Hey and Anne E. Trefethen UK e-Science Programme: Next Generation Grid Applications, International Journal of High Performance Computing applications, Aug 2004; 18: 285-291
- Christian Pérez, Thierry Priol and André Ribes. "A Parallel Corba Component Model for Numerical Code Coupling International Journal of High Performance Computing applications, Nov 2003; 17: 417-429.
- Dawid Kurzyniec and Vaidy Sunderam Failure Resilient Heterogeneous Parallel Computing Across Multidomain Clusters International Journal of High Performance computing Applications, Summer 2005; 19: 143-155.
- William H. Bell, David G. Cameron, A, Paul millar, Luigi Capozza, Kurt Stockinger and Floriano Zini Optorsim: A Grid Simulator for Studying Dynamic Data replication Strategies International Journal of High Performance Computing Applications, Nov 2003; 17: 237-248.