

Reunión sobre **Optimización de Rutinas Paralelas y  
Aplicaciones**

Meeting on **Parallel Routines Optimization and  
Applications**

Murcia, May 26-27, 2008

**Abstracts booklet**





The meeting on Optimization of Parallel Routines and Applications, May 26-27 2008 in Murcia, is continuation of the meeting in June 12-13 2007. They are informal meetings (friends meetings) conceived to bring together people working in basic and applied aspects of parallel computing. This year the meeting includes two presentations by foreign researchers and presentations from Spanish researchers and a Business and Administration session. In addition, a session dedicated to Posters and Material presentation is included. In this session some on-going projects are presented in an informal way, and also two books and master programs. Finally, a panel is dedicated to discuss the future of parallel programming in the new organization of university studies in Spain. The main goal of the meeting is to bring together established researchers in different aspects of parallel computing and its applications, and to joint them with beginners in this field at the University of Murcia and neighbour universities, in such a way the beginners can enrich of the contact with established researchers and those can exchange ideas and discuss present and future research lines in an informal atmosphere.

Furthermore, we would like you all to enjoy Murcia during the free time we have left you outside the dense agenda.

The organizers:

Javier Cuenca

Luis Pedro García

Domingo Giménez

José Juan López

Juan Pedro Martínez



Fundación Séneca, Agencia Regional de Ciencia y Tecnología, ayuda para realización de reuniones científicas 08275/OC/08. Consejería de Educación, Comunidad de Murcia



Red de Computación Paralela de Altas Prestaciones sobre Arquitecturas Paralelas heterogéneas (CAPAP-H), TIN2007-29664-E. Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia





## PROGRAM

**26<sup>th</sup> May 2008**

12:45-13:00 Presentation of the meeting on Parallel Routines Optimization and Applications

13:00-14:00 Yves Robert (ENS Lyon):

Algorithm design and scheduling techniques for clusters and grids

14:00-15:45 break

15:45-16:45 Business and administration

15:45-16:25 Isidro Cano (Hewlett-Packard española):

HP y su aportación a la supercomputación

16:25-16:45 María Eugenia Requena Pérez (Parque Científico de Murcia):

Previsiones de Supercomputación en el Parque Científico de Murcia

16:45-17:00 break

17:00-18:45 Parallel programming

17:00-17:35 Anna Morajko, Tomàs Margalef (Universidad Autónoma de Barcelona):

Sintonización dinámica de aplicaciones paralelas

17:35-18:10 Juan Fernández, Gregorio Bernabé, José L. Abellán, Manuel E. Acacio (Universidad de Murcia):

Multicore Programming Case Studies: Cell Broadband Engine and NVIDIA Tesla

18:10-18:45 José Carlos Cabaleiro, Francisco Fernández Rivera (Universidad de Santiago de Compostela):

Increasing data reuse of sparse algebra codes on simultaneous multithreading architectures

18:45-19:00 break

19:00-20:45 Applications of parallel programming

19:00-19:35 Inmaculada García, Ester Martín, José Jesús Fernández Rodríguez, José Ignacio Agulleiro (Universidad de Almería):

Fast tomographic reconstruction with vectorized backprojection

19:35-20:10 Vicente Galiano, Héctor Migallón, Violeta Migallón, Jose Penadés (Universidad de Alicante):

PyACTS: Una interface Python para las herramientas ACTS

20:10-20:45 Pedro Enrique López, Antonio L. Rodríguez (Universidad de Murcia):

Un patrón de diseño para desarrollo de aplicaciones multihilo orientadas a componentes, en el ámbito de la visión por computador

27<sup>th</sup> May 2008

9:30-11:30 Posters and Material Presentations

- Francisco Almeida, Domingo Giménez, José Miguel Mantas, Antonio Vidal, Libro de Introducción a la Programación Paralela, Paraninfo Cengage Learning
- Robert A. van de Geijn, Enrique S. Quintana-Ortí, [The Science of Programming Matrix Computations](#)
- Domingo Giménez, Universidad de Murcia, El posgrado de Informática y Matemáticas Aplicadas en Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Murcia
- Antonio Vidal, Universidad Politécnica de Valencia, El posgrado de Computación Paralela y Distribuida en la UPV
- Javier Cuenca, Universidad de Murcia, Improving Metaheuristics for Mapping Independent Tasks into Heterogeneous Memory-Constrained Systems
- Alfonso González, Martín Lara, Universidad de Murcia, Aplicación de la programación paralela a problemas de cálculo de órbitas
- Francisco Igual, Universidad Jaume I de Castellón, Tratamiento paralelo de imágenes médicas
- Sonia Jerez, Juan Pedro Montávez, J. J. Gómez-Navarro, S. B. Navarro, Universidad de Murcia, Aplicación de la Programación Paralela: Simulaciones Climáticas
- Alfonso López, Gema Díaz, Universidad de Murcia, Computación simbólica paralela con Maple
- Francisco López, Taxon Estudios Ambientales, Paralelización del modelo hidrodinámico secuencial COHERENS para sistemas multicore mediante OpenMP
- José Juan López, Universidad Miguel Hernández de Elche, Obtención automática de modelos de ecuaciones simultáneas
- José Miguel Mantas, Universidad de Granada, Simulación de sistemas de aguas someras usando GPUs
- José Ginés Picón, Universidad de Murcia, Programación paralela para motores físicos de juegos

11:30-12:00 break

12:00-13:00 Panel: La programación paralela en los nuevos grados y posgrados.

Moderator, Domingo Giménez (Universidad de Murcia)

Participants:

Eduardo César (Universidad Autónoma de Barcelona)

Enrique Quintana (Universidad Jaume I de Castellón)

Antonio M. Vidal (Universidad Politécnica de Valencia)

13:00-14:00 Leonel Sousa, Shinichi Yamagiwa (Universidad Técnica de Lisboa):

Stream-based concurrent computational models and programming tools

26<sup>th</sup> May, 13:00-14:00

Yves Robert (ENS Lyon):

Algorithm design and scheduling techniques for clusters and grids

Abstract:

In this talk we provide several examples to illustrate key algorithmic concepts required to efficiently execute applications on clusters and grids. The idea is to give a lively exposition of the necessity to inject whatever static knowledge is available into the design of typical applications, such as master-slave tasking, numerical kernels, and job workflows. We claim that this is the key to an efficient deployment of these applications onto large-scale distributed computational platforms. The talk will proceed through examples to explain how to cope with resource selection, memory constraints, platform heterogeneity, etc.



UNIVERSIDAD  
DE MURCIA  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Aula de Investigación  
UNIVERSIDAD  
DE MURCIA

CONFERENCIAS

<http://www.um.es/investigacion/ciencia/index.php>

## ALGORITHM DESIGN AND SCHEDULING TECHNIQUES FOR CLUSTERS AND GRIDS

**Prof.:** Yves Robert

**Procedencia:** Ecole Normale Supérieure de Lyon  
(Francia)

**Lugar:** Salón de Actos, Facultad de Informática

**Fecha:** Lunes, 26 de Mayo de 2008

**Hora:** 13:00 h.



**CAM**

Caja de Ahorros  
del Mediterráneo



**CAJAMURCIA**





## **26<sup>th</sup> May, 15:45-16:45 Business and administration**

Isidro Cano (Herwett-Packard española):  
HP y su aportación a la supercomputación

María Eugenia Requena Pérez (Parque Científico de Murcia):  
Previsiones de Supercomputación en el Parque Científico de Murcia

La Fundación Parque Científico de Murcia (en adelante FPCM), iniciativa pública liderada por el Gobierno de la Región de Murcia y el Excmo. Ayuntamiento de Murcia, representa un nuevo instrumento de la infraestructura de soporte de la I+D ante el reto inaplazable de mejorar la capacidad de innovación regional para competir en un entorno basado en el conocimiento.

Se pretende que la FPCM, junto a otras iniciativas ya en marcha, desempeñe el papel de elemento de desarrollo de empresas de elevado nivel tecnológico con la implicación directa del entorno universitario (Universidad de Murcia y Universidad Politécnica de Cartagena), y que facilite el crecimiento económico de la Región en el marco de la nueva economía basada en el conocimiento con el compromiso del Plan Estratégico de la Región de Murcia 2007-2013 (Horizonte 2010).

Como actuación horizontal a todas las actividades de I+D se pretende crear una estructura informática de altas prestaciones, denominada Supercomputador Ben Arabí que permita soportar proyectos de investigación dentro de la FPCM.

El objetivo del Supercomputador Ben Arabí (en adelante SCBA) es fomentar, difundir y prestar servicios de cálculo intensivo para promover y facilitar la Innovación y el Conocimiento en la Región de Murcia, así como establecer entornos de colaboración que permitan mejorar e incrementar las actividades de I+D+i. Esta infraestructura de supercomputación que permitirá a las universidades de la Región y a las instituciones públicas de investigación y desarrollo (Parques Científico y Tecnológico, Centros Tecnológicos e Institutos de Investigación) una ventaja competitiva a la hora de desarrollar proyectos de investigación y desarrollo y conseguir financiación para ellos. De igual forma, el SCBA se crea con vocación de servir al sector privado proporcionando servicios de computación avanzada.

Este doble enfoque, público y privado, se complementa con la intención de construir un SCBA eficiente desde el punto de vista medioambiental, que se constituya en este aspecto en una referencia internacional.

Para ello la FPCM tiene previsto la adquisición, instalación y puesta en marcha de todos los elementos necesarios para la creación del Supercomputador Ben Arabí.



## 26<sup>th</sup> May, 17:00-18:45 Parallel programming

Anna Morajko, Tomàs Margalef (Universidad Autónoma de Barcelona):

Sintonización dinámica de aplicaciones paralelas

El objetivo principal de las aplicaciones paralelas/distribuidas es resolver el problema considerado del modo más rápido posible utilizando los recursos disponibles. Por lo tanto, el rendimiento se convierte en uno de los aspectos más importantes. El método clásico de mejorar el rendimiento se basa en el análisis de la información de rendimiento obtenida durante la ejecución de la aplicación. Los programadores deben analizar dicha información buscando problemas de rendimiento, determinando las causas de dichos problemas y cambiando el código fuente manualmente. Esta aproximación requiere un elevado grado de experiencia en programación paralela para ser llevada a cabo de modo eficiente. Por lo tanto, el método clásico de sintonización de aplicaciones es una tarea difícil especialmente para programadores no expertos. Además, esta aproximación no es fiable cuando las aplicaciones o los entornos de ejecución tienen un comportamiento dinámico. Muchas aplicaciones tienen un comportamiento diferente según los datos de entrada o incluso pueden variar durante la misma ejecución. Así pues, es necesario desarrollar nuevas aproximaciones que mejoren el rendimiento sin la intervención del usuario y adapten el comportamiento de la aplicación a las condiciones dinámicas que se puedan presentar en tiempo de ejecución.

La aproximación que se siguió para abordar este problema consistió en realizar un entorno de sintonización dinámica completamente automático. En esta aproximación, una aplicación es monitorizada, se detectan sus problemas de rendimiento, se buscan las soluciones y finalmente se la sintoniza en tiempo de ejecución. Todos estos pasos son realizados de forma automática, dinámica y continua durante la ejecución. Por tanto, los programadores únicamente deben centrarse en el desarrollo de la aplicación y quedan liberados de las fases relacionadas con el análisis de rendimiento.

Con este objetivo se ha desarrollado un entorno denominado MATE (Monitoring, Analysis and Tuning Environment) que proporciona tales funcionalidades. MATE soporta una sintonización dinámica haciendo tres fases básicas y continuas: monitorización, análisis de rendimiento y modificaciones. Este entorno instrumenta una aplicación durante el tiempo de ejecución de forma dinámica y automática para obtener información sobre el comportamiento de dicha aplicación. La fase de análisis busca los problemas, detecta sus causas y proporciona las soluciones para eliminar esos problemas de rendimiento. Finalmente, MATE sintoniza la aplicación aplicando las soluciones dinámicamente. Además, mientras la aplicación está siendo sintonizada, no necesita ser compilada ni ejecutada otra vez.

El entorno ha sido probado con un amplio conjunto de aplicaciones paralelas y distribuidas para ver si esta aproximación realmente funciona. Hemos comprobado que la metodología de sintonización dinámica es eficaz, fiable, beneficiosa y que puede ser usada para mejoras reales del rendimiento de las aplicaciones. La ejecución de una aplicación bajo control del sistema dinámico ha permitido la adaptación de su comportamiento a las condiciones actuales y la mejora de su funcionamiento

Juan Fernández, Gregorio Bernabé, Manuel E. Acacio, José L. Abellán, Joaquín Franco (Universidad de Murcia):

Multicore Programming Case Studies: Cell Broadband Engine and NVIDIA Tesla

Nowadays, multicore architectures are omnipresent and can be found in all market segments. In particular, they constitute the CPU of many embedded systems (for example, video game consoles, network processors or GPUs), personal computers (for example, the latest developments from Intel and AMD), servers (the IBM Power6 or Sun UltraSPARC T1 among others) and even supercomputers (for example, the CPU chips used as building blocks in the IBM Blue-Gene/L and Blue-Gene/P systems).

However, there are two platforms that are currently concentrating an enormous attention due to their tremendous potential in terms of sustained performance: the Cell Broadband Engine (Cell BE from now on) and the NVIDIA Tesla computing solutions. The former is a recent heterogeneous chip-multiprocessor (CMP) architecture jointly developed by IBM, Sony and Toshiba to offer very high performance, especially on game and multimedia applications. In fact, it is the heart of the PlayStation 3. The latter is a GPU used as a data-parallel computing device based on the Computed Unified Device Architecture (CUDA) common to the latest NVIDIA GPUs. The common denominator is a multicore platform which provides an enormous potential performance benefit driven by a non-traditional programming model. In this talk we try to provide some insight into the peculiarities of the programming models for both platforms along with a qualitative comparison between them.

José Carlos Cabaleiro, Francisco Fernández Rivera (Universidad de Santiago de Compostela):

Increasing data reuse of sparse algebra codes on simultaneous multithreading architectures

In this presentation the problem of the locality of sparse algebra codes on simultaneous multithreading architectures is studied. In this kind of architectures many hardware structures are dynamically shared among the running threads. This puts a lot of stress on the memory hierarchy, and a poor locality, both inter-thread and intra-thread, may become a major bottleneck in the performance of a code. This behavior is even more pronounced when the code is irregular, which is the case of sparse matrix ones. Therefore, techniques that increase the locality of irregular codes on simultaneous multithreading architectures are important to achieve high performance. Our proposal is a data reordering technique specially tuned for this kind of architectures and codes. It is based on a locality model developed in previous works by the authors.

The technique has been tested, first, using a simulator of a simultaneous multithreading architecture, and later, on a real architecture as Intel's Hyper-Threading. Important reductions in the number of cache misses have been achieved, even when the number of running threads grows. On applying the locality improvement technique we also decrease the total execution time and improve the scalability of the code.

**26<sup>th</sup> May, 19:00-20:45 Applications of parallel programming**

Inmaculada García, Ester Martín, José Jesús Fernández Rodríguez, José Ignacio Agulleiro (Universidad de Almería):

Fast tomographic reconstruction with vectorized backprojection

Electron tomography allows elucidation of the three-dimensional (3D) structure of large complex biological specimens at molecular resolution. In order to achieve such resolution levels, large projection images have to be used to compute the 3D reconstructions. Tomographic reconstruction on this scale requires an tremendous use of computational resources and considerable processing time. In this work, we present and evaluate a vector approach for fast 3D reconstruction that takes advantage of the multimedia extensions in modern processors. We have implemented the standard 3D reconstruction method, weighted backprojection, using the Streaming SIMD Extensions (SSE) to fully exploit the computational capabilities of the processors. We have evaluated the method on tomographic reconstruction of several datasets of various sizes, and on a range of different computing platforms. The results show that the vector approach speeds up the method by a factor around 3.

Vicente Galiano, Héctor Migallón, Violeta Migallón, Jose Penadés (Universidad de Alicante):

PyACTS: Una interface Python para las herramientas ACTS

Many computational applications rely heavily on numerical linear algebra operations. A good number of these applications are data and computation intensive that need to run in high performance computing environments. The ACTS Collection brings robust and high-end software tools to the hands of application developers. However, this transfer of technology is not always successful due in part to the intricacy in understanding the interfaces associated with the software tools. To alleviate this, here we present a set of Python based interfaces to some of the tools in the ACTS Collection, PyACTS. We illustrate some examples of these interfaces and their performance, and evaluate not only their performance but also how user friendly they are compared to the original calls. Also, some scientific applications, and their numerical results, in which PyACTS has been used are presented.

Pedro Enrique López, Antonio L. Rodríguez (Universidad de Murcia):

Un patrón de diseño para desarrollo de aplicaciones multihilo orientadas a componentes, en el ámbito de la visión por computador

Se presenta un patrón de diseño para programación multihilo orientada a tareas, cuya característica principal es la facilidad de uso para el programador no experimentado en paralelismo. El patrón es además una solución altamente reusable, en la que los hilos se consideran como componentes software independientes, encapsulados, y con un interfaz de entrada/salida bien definido, que aislan completamente al programador de los detalles de bajo nivel relacionados con la compartición segura de la memoria y la sincronización. A pesar de proporcionar únicamente una solución paralela inicial sencilla, posiblemente algo desbalanceada, si se programa respetando ciertas recomendaciones, el propio scheduler del sistema operativo puede realizar un buen trabajo de aprovechamiento de las CPUs disponibles, incrementando el speedup obtenido. Además, y para casos más problemáticos, la técnica es perfectamente compatible con otras soluciones de grano más fino, pero que como contrapartida exigen habilidades más específicas del programador (p.e., OpenMP o Intel TBB). El patrón se basa en la conocida técnica del pipelining, pero incluyendo diversas características adicionales, como la posibilidad de incluir comunicaciones asíncronas entre tareas y la orientación a eventos, entre otras. La implementación se basa en sendas técnicas de sincronización distribuida entre tareas y de compartición eficiente de la memoria, dirigidas a minimizar la sobrecarga global. Todo ello hace del patrón una solución especialmente adecuada para aplicaciones repetitivas, con posibles restricciones de tiempo real y que necesitan ser monitorizadas por un interfaz interactivo, como el proceso de señal o la visión por computador, por ejemplo. Sin embargo, y a pesar de haber sido diseñado inicialmente para este tipo de aplicaciones, puede resultar también de utilidad en ámbitos más generales, que puedan ajustarse a un esquema de procesamiento similar.

**27<sup>th</sup> May, 9:30-11:30 Posters and material presentation**

### **Books**

Francisco Almeida (Universidad of La Laguna), Domingo Giménez (Universidad of Murcia), José Miguel Mantas (Universidad of Granada), Antonio M. Vidal (Universidad Politécnica de Valencia):  
Libro de Introducción a la Programación Paralela  
Paraninfo Cengage Learning, edición prevista junio 2008

Robert A. van de Geijn (University of Texas at Austin), Enrique S. Quintana-Ortí (Universidad Jaume I de Castellón):  
[The Science of Programming Matrix Computations](#)

# **INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN PARALELA**

**FRANCISCO Almeida**  
**DOMINGO Giménez**  
**JOSÉ MIGUEL MANTAS**  
**ANTONIO M. Vidal**



**27<sup>th</sup> May, 9:30-11:30 Posters and material presentation**

### **Masters**

Domingo Giménez (Universidad de Murcia):

El posgrado de Informática y Matemáticas Aplicadas en Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Murcia

Antonio M. Vidal (Universidad Politécnica de Valencia):

El posgrado de Computación Paralela y Distribuida en la Universidad Politécnica de Valencia



## Doctorado

El doctorado consiste en la realización de la Tesis Doctoral, dentro de una de las líneas de investigación ofertadas, y dirigidas por al menos un profesor de los implicados en la línea.

Las líneas de investigación que contemplan estos estudios son:

- Álgebra.
- Álgebra computacional y criptografía.
- Aplicaciones en dinámica de poblaciones.
- Bioinformática.
- Computación cuántica.
- Control y Robótica.
- Diseño e implantación de métodos analíticos y numéricos en ingeniería.
- Estudio geométrico y cuantización de sistemas dinámicos integrables.
- Formulación variacional de problemas elípticos.
- Aplicaciones en ingeniería.
- Informática Gráfica.
- Ingeniería de requisitos.
- Matemática discreta.
- Métodos numéricos para EDO y EDPs, Fundamentos de MEF.
- Orientación a objetos.
- Problemas en dinámica topológica.
- Programación paralela.
- Reducciones, equilibrios relativos y órbitas periódicas en mecánica celeste.
- Restauración de imágenes, Wavelets, multiresolución.
- Sistemas dinámicos unidimensionales y bidimensionales.
- Verificación formal de sistemas de información.
- Visión artificial.
- Web semántica.

## Dirección y coordinación

Dr. Rafael Valencia García [valencia@um.es]

Tel: +34 968 398522

## Información general, normativa e impresos

<http://www.um.es/estudios/posgrado/>

## Página Web del Posgrado

<http://dis.um.es/master/>

## PROGRAMA OFICIAL DE POSGRADO Máster 2008/2009

Doctorado

## INFORMÁTICA Y MATEMÁTICAS APLICADAS EN CIENCIAS E INGENIERÍA



Departamento de  
Informática y Sistemas

Dpto. de  
Matemática  
Aplicada



Universidad de Murcia

## Características del programa de máster

**Modalidades:** Profesional y de iniciación a la investigación  
**Créditos requeridos para la obtención del título:** 60 créditos ECTS  
**Duración:** Un curso académico  
**Número de plazas:** hasta 40

### Descripción y Objetivos

El objetivo general del programa es la formación académica, científica e investigadora de profesionales relacionados con la Tecnología del Software, la Informática Industrial y la Matemática Aplicada y Computacional.

#### Orientación profesional:

- Formar profesionales con conocimientos avanzados e interdisciplinares de estos campos.
- Ofertar a titulados medios y superiores la posibilidad de realizar estudios de interés directamente profesional, con la posibilidad de entrar en contacto con empresas.

#### Orientación de iniciación a la investigación:

- Iniciar a los alumnos en líneas de investigación prioritarias a nivel nacional e internacional.
- Iniciar a los alumnos en los temas de investigación que se ofertan de manera que puedan continuar con el doctorado.

### Perfiles de ingreso y requisitos de formación previa

Poseer el título de licenciado o ingeniero en alguna de las titulaciones siguientes:

1. Ingeniero en Informática
2. Licenciado en Matemáticas
3. Ingeniero en Telecomunicaciones
4. Licenciado en Física
5. Licenciado en Química
6. Ingeniero Industrial
7. Ingeniero Electrónico
8. Ingeniero Químico
9. Otras ingenierías y licenciaturas científicas

Se establecerán contenidos complementarios dependiendo de los estudios realizados, de la experiencia profesional acreditada y de la especialidad que se pretenda realizar

Además, podrán matricularse en el programa de máster profesional alumnos que posean el título en ingenierías técnicas y diplomaturas de contenido científico, dependiendo de los estudios realizados, de la experiencia profesional acreditada y de la especialidad que se pretenda realizar.

### Estructura del programa

El máster está organizado en dos orientaciones (profesional y de investigación) y tres especialidades: Tecnología del Software (TS), Informática Industrial (II), y Matemática Aplicada y Computacional (MAC)

Consta de un total de 60 créditos ECTS (un curso académico). Organizado en dos cuatrimestres.

#### Máster profesional:

Todos los alumnos deberán cursar dos asignaturas obligatorias: "Técnicas Informáticas y Matemáticas en la Empresa y la Industria", de 5 créditos ECTS, y el "Practicum" en empresas, de 15 créditos ECTS. Además, deberán cursar al menos 8 asignaturas optativas, 5 de las cuales deben pertenecer a la especialidad elegida.

#### Máster de iniciación a la investigación:

Todos los alumnos deberán cursar dos asignaturas obligatorias: "Metodología y Líneas de Investigación en Informática y Matemáticas Aplicadas", de 5 créditos ECTS, y la "Tesis de Máster" de 30 créditos ECTS. Además deberán cursar al menos 5 asignaturas optativas, 3 de las cuales deberán pertenecer a una especialidad.

### Asignaturas

	Investigación	Profesional
Cuatrimestre 1	Obligatoria de la orientación Optativas: 3 de TS, 3 de II, 5 de MAC	
Cuatrimestre 2	Trabajo de investigación	Optativas: 2 por especialidad Practicum

### Asignaturas obligatorias Comunes

#### Orientación profesional:

- Técnicas Informáticas y Matemáticas en la Empresa y en la Industria. (1<sup>er</sup> Cuatrimestre, 5 Créditos ECTS)
- Practicum. (2<sup>o</sup> Cuatrimestre, 15 Créditos ECTS)

#### Orientación iniciación a la Investigación:

- Metodología y Líneas de Investigación en Informática y Matemática Aplicadas. (1<sup>er</sup> Cuatrimestre, 5 créditos ECTS)
- Tesis de Máster (2<sup>o</sup> Cuatrimestre, 30 Créditos ECTS)

### Asignaturas Optativas

Todas las asignaturas optativas son de 5 créditos ECTS cada una. A continuación se muestran las asignaturas optativas ofertadas por cada especialidad.

#### Tecnología del Software

- Web semántica. (1<sup>er</sup> Cuatrimestre)
- Desarrollo de software dirigido por modelos. (1<sup>er</sup> Cuatrimestre)
- Ingeniería de requisitos. (1<sup>er</sup> Cuatrimestre)
- Calidad del software. (2<sup>o</sup> Cuatrimestre)
- Tendencias actuales en la Web: Web 2.0 y el futuro de la Web. (2<sup>o</sup> Cuatrimestre)

#### Informática Industrial

- Herramientas informáticas para computación científica. (1<sup>er</sup> Cuatrimestre)
- Procesamiento de imágenes y visión por computador. (1<sup>er</sup> Cuatrimestre)
- Ingeniería de control. (1<sup>er</sup> Cuatrimestre)

- Sistemas Informáticos de Control. (2<sup>o</sup> Cuatrimestre)
- Sensores y Actuadores Industriales. (2<sup>o</sup> Cuatrimestre)

#### Matemática Aplicada y Computacional

- Álgebra computacional aplicada. (1<sup>er</sup> Cuatrimestre)
- Criptografía. (1<sup>er</sup> Cuatrimestre)
- Computación de altas prestaciones. (1<sup>er</sup> Cuatrimestre)
- Herramientas matemáticas para el procesamiento de curvas y señales. (1<sup>er</sup> Cuatrimestre)
- Métodos numéricos con aplicaciones. (1<sup>er</sup> Cuatrimestre)
- Sistemas dinámicos discretos y continuos. (2<sup>o</sup> Cuatrimestre)
- Teoría de la información y la codificación. (2<sup>o</sup> Cuatrimestre)



# PROGRAMA OFICIAL DE POSGRADO

Informática



## MÁSTER OFICIAL EN COMPUTACIÓN PARALELA Y DISTRIBUIDA

El campo de la Computación y Comunicación de Altas Prestaciones y sus aplicaciones se ha convertido en uno de los más dinámicos en el mundo de la Informática, y ha sido reconocido como un campo prioritario tanto en los distintos programas marco de la Comunidad Europea como en los programas de financiación de la investigación en España. Las redes de computadores se han abaratado y extendido y su utilización eficiente es hoy día un objetivo crucial tanto para el mundo de la investigación como en cualquier campo de la industria y de la sociedad. La disciplina que cubre este campo, la Computación Paralela, Distribuida y en Grid está actualmente muy consolidada, con una carga de conocimientos intrínsecos muy relevantes. Las aplicaciones de esta disciplina son muy numerosas y pueden encontrarse prácticamente en cualquier campo de la Ingeniería y de la Industria.

Máster incluido en el Programa de Posgrado con Doctorado de Informática, distinguido con la Mención de Calidad del Ministerio de Educación y Ciencia (MCD2006-00340) (MCD2003-00738).

### Objetivos

- Formación de investigadores y profesionales independientes, con experiencia en el campo que define el Máster, Computación Paralela y Distribuida, con plena capacidad de realizar su trabajo de investigación y/o de transferencia tecnológica, y con capacidad para dirigir y ayudar en su campo de competencia, a otros investigadores y/o a otros profesionales.
- Formación de investigadores que tengan su ámbito de trabajo dentro de la comunidad científica.
- Formación de profesionales que tengan su ámbito de trabajo en la industria.

### Especialidades

**Computación Paralela  
Tecnologías GRID**

**Sistemas Distribuidos y Sistemas Altamente Disponibles**

**Ciencias Computacionales**

INFORMACIÓN DETALLADA > [www.upv.es/posgradooficial](http://www.upv.es/posgradooficial) Teléfono Matrícula: 96 387 93 79

**CRÉDITOS ECTS > 90 ECTS**

# PROGRAMA OFICIAL DE POSGRADO



## Materias Comunes

Conceptos y Métodos de la Computación Paralela  
Herramientas de Computación de Altas Prestaciones  
Fundamentos de las Aplicaciones Distribuidas  
Conceptos de la Computación en Grid.

## Materias Optativas

Algoritmos Paralelos Matriciales en Ingeniería  
Tecnología de la Programación Paralela  
Programación Avanzada en Entornos Grid tipo  
Batch  
Seguridad en Sistemas Distribuidos  
Tecnologías de las Aplicaciones Distribuidas  
Diseño de Aplicaciones Distribuidas Robustas  
Programación en Entornos Grid Orientados a Ser-  
vicios  
Librerías de Altas Prestaciones para Problemas Al-  
gebraicos Dispersos

También se ofertan otros Seminarios Optativos de  
carácter avanzado relacionados con la Computa-  
ción Paralela, las Tecnologías Grid, los Sistemas  
Distribuidos y Altamente Disponibles y las Ciencias  
Computacionales.

## Dirigido a

Ingenieros y Licenciados en Informática, Ingenieros  
de Telecomunicaciones, Ingenieros Industriales, Li-  
cenciados en Física y en Matemáticas.  
Egresados de otras Ingenierías que dispongan de un  
título equivalente en carga docente a 180 créditos  
ECTS, ingenieros procedentes de otros países con  
características similares a las anteriormente citadas.

## Criterios de admisión

La Comisión Académica del Máster analizará las  
solicitudes y decidirá si los candidatos cumplen  
los requisitos académicos para acceder al Máster.  
Esta Comisión establecerá un baremo, basado prin-  
cipalmente en el expediente académico de los soli-  
citanes y en la afinidad de sus estudios anteriores  
con el contenido del Máster, que se utilizará para  
seleccionar a los candidatos.

## Datos de contacto:

Teléfono: 96 387 73 50

web: <http://www.dsic.upv.es>

**COFINANCIACIÓN** > Programa de Movilidad  
de Profesores en Programas de Máster de la D.G.  
Universidades, Secretaría de Estado de Universida-  
des e Investigación, MEC.

Máster asociado a doctorado con Mención de Calidad del MEC

**ORGANIZA** > Departamento de Sistemas Informáticos y Computación

**27<sup>th</sup> May, 9:30-11:30 Posters and material presentation**

## **Posters**

Javier Cuenca (Universidad de Murcia):

Improving Metaheuristics for Mapping Independent Tasks into Heterogeneous Memory-Constrained Systems

This paper shows different strategies for improving some metaheuristics for the solution of a task mapping problem. Independent tasks with different computational costs and memory requirements are scheduled in a heterogeneous system with computational heterogeneity and memory constraints. The tuned methods proposed in this work could be used for optimizing realistic systems, such as scheduling independent processes onto a processors farm.

Alfonso González (Universidad de Murcia), Martín Lara (Observatorio Astronómico de la Armada):

Aplicación de la programación paralela a problemas de cálculo de órbitas

Determination of gravitational potencial is a complex problem. Numerical integration, based in the S. Pines formula and power series algebra, requires a high computational cost which may be reduced by parallel routines in certains code blocks.

Francisco Igual, Antonio Ruiz, Manuel Ujaldón, Timothy Hartley, Umit Catalyurek, Igual, Rafael Mayo (Universidad Jaume I de Castellón, Universidad de Málaga, Ohio State University):

Processing biomedical images on GPU: implementation of an optimized CUDA library

Automatic prognosis of pathologies, such as cancer, is a high performance demanding application. The emergence of the newest generations of hardware accelerators has renewed the interest of many scientists in this field. One of the most extended accelerating architectures is the graphics processor. In addition, the advances in programmability, with new APIs like CUDA, provide an attractive platform to achieve impressive speedups for some applications.

We propose a highly tuned library implementation in CUDA for the processing and classifying of biomedical tissue images, focusing three main fields: image processing, feature extraction and classifying. Performance results are shown for each routine implementation, and optimizations are proposed and evaluated. In addition, we propose a multinode implementation based on a CPU/GPU cluster, attaining remarkable scalability results.

-Sonia Jerez, Juan Pedro Montávez, J. J. Gómez-Navarro, S. B. Navarro, Universidad de Murcia,  
Aplicación de la Programación Paralela: Simulaciones Climáticas

Alfonso López, Gema Díaz (Universidad de Murcia):  
Computación simbólica paralela con Maple

Francisco López (Taxon Estudios Ambientales):  
Paralelización del modelo hidrodinámico secuencial COHERENS para sistemas multicore mediante OpenMP

Accidentes como el del Prestige o la resolución con gran precisión de la influencia antrópica sobre la hidrodinámica de un área marina, han demostrado la valía de los modelos numéricos para simulación de diferentes procesos en entornos marinos, siendo la relación entre el tiempo de ejecución y la calidad de los resultados obtenidos uno de los factores más importantes a tener en cuenta.

Este trabajo tiene como objetivo la paralelización para plataformas multicore mediante OpenMP del modelo numérico hidrodinámico secuencial COHERENS. Con este fin, se realizará un estudio teórico y experimental del programa en forma secuencial, así como una planificación de la paralelización para sistemas multicore. El objetivo es conseguir una reducción en el tiempo de ejecución del programa adecuándolo a las plataformas a las que se tiene acceso en la actualidad, y sin que esto signifique ninguna pérdida en la calidad de los resultados obtenidos.

José Juan López (Universidad Miguel Hernández de Elche):  
Obtención automática de modelos de ecuaciones simultáneas

The problem of how to obtain a Simultaneous Equation Model (SEM) from a set of variables is studied. The idea is to develop an algorithm which, given the endogenous and exogenous variables, approaches the best SEM possible according to certain criteria for model comparison. The space of the possible solutions is very large since the number of equations of the best model is between one and the total number of endogenous variables. Because of that exhaustive search methods are not very suitable and metaheuristic techniques are applied instead. This work analyses the solution of the problem via genetic algorithms. The solution is not necessarily the best, but the cost of finding it is much lower than the cost of finding the best one when using exhaustive search methods. A basic version of a genetic algorithm is presented first. After that, a greedy method is used to improve the algorithm, so obtaining a hybrid metaheuristic. The idea is to use the greedy method in some parts of the genetic algorithm to explore the solutions space better.



José Miguel Mantas (Universidad de Granada):

Simulación de sistemas de aguas someras usando GPUs

Se trata de un trabajo en colaboración con investigadores de la Universidad de Málaga para acelerar la simulación de resolutores de aguas someras basados en volúmenes finitos mediante el uso de tarjetas gráficas programables Nvidia GeForce de la serie 8000. Actualmente, se trabaja en la implementación de un resolutor de sistema monocapa para dominios regulares y estructurados. El diseño del software GPU para este caso, basado en OpenGL y Cg, se esbozará en el poster así como algunos resultados experimentales que muestran las mejoras que se obtienen.

José Ginés Picón (Universidad de Murcia):

Programación paralela para motores físicos de juegos

A physic engine is a computer program that simulates Newtonian physics models, using variables such as mass, velocity, friction and wind resistance. It can simulate and predict effects under different conditions that would approximate what happens in real life.

The evolution of game industry has been motivated by the gamers' demand for more realistic environments to such a point that the complexity of real-time physical simulation far exceeds the capabilities of modern uncore microprocessors. That is why the game industry demands more and more accuracy simulations on a massive scale in order to increase realism.

Taking this into account, we pretend to build a fully parallelized solid-rigid, impulse-based physic engine for real-time applications, optimized for multi-core architectures.



**27<sup>th</sup> May, 12:00-13:00 Panel**

La programación paralela en los nuevos grados y posgrados.

Moderator, Domingo Giménez (Universidad de Murcia)

Participants:

Eduardo César (Universidad Autónoma de Barcelona)

Enrique Quintana (Universidad Jaume I de Castellón)

Antonio M. Vidal (Universidad Politécnica de Valencia)



27<sup>th</sup> May, 13:00-14:00

Leonel Sousa, Shinichi Yamagiwa (Universidad Técnica de Lisboa):

Stream-based concurrent computational models and programming tools

The emergence of multicore/manycore architectures, namely in GPUs, and the expected rapid growth in the number of cores per chip are key aspects in the next-generation of parallel systems, which will deliver a tremendous computing power. Although such architectures lead to additional opportunities, they also present new challenges for modeling and programming the systems. In this talk, we present computational models for concurrent systems supported by these new architectures, namely by adopting a stream-based approach. The Caravela project for researching and developing a stream-based concurrent programming platform is described, and the main characteristics of this platform are compared with commercial multi-core development systems (e.g. RAPIDMIND). Experimental results obtained by programming different applications show that these platforms can achieve efficient concurrent processing for telecommunications, signal and image processing, and scientific computation.



UNIVERSIDAD  
DE MURCIA  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



## CONFERENCIAS

<http://www.um.es/investigacion/ciencia/index.php>

### STREAM-BASED CONCURRENT COMPUTATIONAL MODELS AND PROGRAMMING TOOLS

**Prof.:** Leonel Augusto Pires Seabra de Sousa

**Procedencia:** INESC-ID/IST Technical University, Lisboa  
(Portugal)

**Lugar:** Salón de Actos de la Facultad de Informática

**Organizador:** Antonio Javier Cuenca Muñoz-Grupo de  
Investigación Computación Científica, Percep. Artificial,  
Procesamiento Paralelo y Computa. Gráfica

**Fecha:** Martes, 27 de Mayo de 2008

**Hora:** 13:00 h.





## LIST OF PARTICIPANTS

Cabaleiro Domínguez, José Carlos

Departamento de Electrónica y Computación, Universidad de Santiago de Compostela

[caba@dec.usc.es](mailto:caba@dec.usc.es)

[www.ac.usc.es/pag\\_personal/caba/index.html](http://www.ac.usc.es/pag_personal/caba/index.html)

Cano, Isidro

Hewlett-Packard Española

César Galobardes, Eduardo

Departamento de Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos, Universidad Autónoma de Barcelona

[eduardo.cesar@uab.es](mailto:eduardo.cesar@uab.es)

[caos.uab.es/staff.php](http://caos.uab.es/staff.php)

Cuenca Muñoz, Antonio Javier

Departamento de Ingeniería y tecnología de Computadores, Universidad de Murcia

[javiercm@ditec.um.es](mailto:javiercm@ditec.um.es)

[www.ditec.um.es/~javiercm](http://www.ditec.um.es/~javiercm)

Díaz Toca, Gema

Departamento de Matemáticas Aplicadas, Universidad de Murcia

[gemadiaz@um.es](mailto:gemadiaz@um.es)

[www.um.es/mataplic/gemadiaz/index.html](http://www.um.es/mataplic/gemadiaz/index.html)

Fernández Peinador, Juan

Departamento de Ingeniería y tecnología de Computadores, Universidad de Murcia

[juanf@ditec.um.es](mailto:juanf@ditec.um.es)

[www.ditec.um.es/~peinador/](http://www.ditec.um.es/~peinador/)

García González, Luis Pedro

Departamento de Informática y Sistemas, Universidad de Murcia; Servicio de Apoyo a la Investigación Tecnológica, Universidad Politécnica de Cartagena

[luisgarcia@um.es](mailto:luisgarcia@um.es)

[www.upct.es/sait](http://www.upct.es/sait)

Giménez Cánovas, Domingo

Departamento de Informática y Sistemas, Universidad de Murcia

[domingo@dif.um.es](mailto:domingo@dif.um.es)

[dis.um.es/~domingo](http://dis.um.es/~domingo)

González Fernández, Alfonso Santos  
Grupo de Computación Paralela, Universidad de Murcia  
[allen\\_harpell@hotmail.com](mailto:allen_harpell@hotmail.com)  
[www.um.es/pcgum/](http://www.um.es/pcgum/)

Igual Peña, Francisco  
Departamento de Ingeniería y Ciencia de los Computadores  
[figual@icc.uji.es](mailto:figual@icc.uji.es)  
[www3.uji.es/~figual/](http://www3.uji.es/~figual/)

Jerez, Sonia  
Grupo de Modelización Atmosférica Regional, Departamento de Física, Universidad de Murcia;  
Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua  
[sonia.jerez@gmail.com](mailto:sonia.jerez@gmail.com)  
[www.um.es/dp-fisica](http://www.um.es/dp-fisica)

Lara Coria, Martín  
Observatorio Astronómico de la Armada  
[mlara@roa.es](mailto:mlara@roa.es)  
[www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/ciencia\\_observatorio/](http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/ciencia_observatorio/)

López Castejón, Francisco  
Grupo de Computación Paralela, Universidad de Murcia; Taxon Estudios Ambientales  
[francisco@taxon.es](mailto:francisco@taxon.es)  
[www.um.es/pcgum/](http://www.um.es/pcgum/)

López de Teruel Alcolea, Pedro Enrique  
Departamento de Ingeniería y tecnología de Computadores, Universidad de Murcia  
[pedroe@ditec.um.es](mailto:pedroe@ditec.um.es)  
[ditec.um.es/~pedroe](http://ditec.um.es/~pedroe)

López Espín, José Juan  
Departamento de Estadística, Matemáticas e Informática, Universidad Miguel Hernández de Elche  
[jlopez@umh.es](mailto:jlopez@umh.es)  
[www.umh.es](http://www.umh.es)

López Murcia, Alfonso  
Departamento de Informática y Sistemas, Universidad de Murcia  
[alfonso@dif.um.es](mailto:alfonso@dif.um.es)  
[dis.um.es/~alfonso/](http://dis.um.es/~alfonso/)



Mantas Ruiz, José Miguel  
Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Granada  
[jmmantas@ugr.es](mailto:jmmantas@ugr.es)  
[lsi.ugr.es/~mantas](http://lsi.ugr.es/~mantas)

Martín Garzón, Ester  
Departamento de Arquitectura de Ordenadores y Electrónica, Universidad de Almería  
[ester@ace.ual.es](mailto:ester@ace.ual.es)  
[www.ace.ual.es/~ester](http://www.ace.ual.es/~ester)

Martínez Gallar, Juan Pedro  
Departamento de Estadística, Matemáticas e Informática, Universidad Miguel Hernández de Elche  
[jp.martinez@umh.es](mailto:jp.martinez@umh.es)  
[www.umh.es](http://www.umh.es)

Morajko, Anna  
Departamento de Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos, Universidad Autónoma de Barcelona  
[anna.morajko@uab.es](mailto:anna.morajko@uab.es)  
[caos.uab.es/staff.php](http://caos.uab.es/staff.php)

Penadés Martínez, José  
Departamento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial, Universidad de Alicante  
[jpenades@dccia.ua.es](mailto:jpenades@dccia.ua.es)  
[www.dccia.ua.es/~jpenades/](http://www.dccia.ua.es/~jpenades/)

Picón López, José Ginés  
Grupo de Computación Paralela, Universidad de Murcia; Taxon Estudios Ambientales  
[jopilo2@gmail.com](mailto:jopilo2@gmail.com)  
[www.um.es/pcgum/](http://www.um.es/pcgum/)

Quintana Ortí, Enrique Salvador  
Departamento de Ingeniería y Ciencia de la Computación, Universitat Jaume I de Castellón  
[quintana@icc.uji.es](mailto:quintana@icc.uji.es)  
[www3.uji.es/~quintana](http://www3.uji.es/~quintana)

Requena Pérez, María Eugenia  
Parque Científico de Murcia  
[www.parquecientificomurcia.es](http://www.parquecientificomurcia.es)

Robert, Yves  
Ecole Normale Supérieure de Lyon, France  
[Yves.Robert@ens-lyon.fr](mailto:Yves.Robert@ens-lyon.fr)  
[graal.ens-lyon.fr/~yrobert/](http://graal.ens-lyon.fr/~yrobert/)

Sousa, Leonel

Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa

[las@inesc-id.pt](mailto:las@inesc-id.pt)

<http://medusa.inesc-id.pt/~las/>

Vidal Maciá, Antonio M.

Departamento de Sistemas Informáticos y Computación, Universidad Politécnica de Valencia

[avidal@dsic.upv.es](mailto:avidal@dsic.upv.es)

[www.dsic.upv.es](http://www.dsic.upv.es)