

# ***Modelización y evaluación de performance en patrones de Procesamiento Paralelo***

**Emilio Luque<sup>1</sup>, Armando De Giusti<sup>2</sup>, Tomás Margalef<sup>1</sup>, Marcelo Naiouf<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Unidad de Arquitectura de Ordenadores y Sistemas Operativos (AOSO).  
Departamento de Informática, Universidad Autónoma de Barcelona, España.*

<sup>2</sup> *LIDI. Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática.  
Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata, Argentina.*

## **Palabras Clave**

*Procesamiento Paralelo. Programas Paralelos. Patrones. Modelos de Prestaciones(performance).*

## **Resumen**

Se exponen las ideas principales de una línea de investigación conjunta en el área de Procesamiento Paralelo, que realizan la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) y la Universidad Nacional de La Plata. En este proyecto se estudia la especificación de patrones para la expresión de algoritmos paralelos en diferentes esquemas de procesamiento, la investigación sobre el modelo de prestaciones asociado con cada patrón y se realiza desarrollo experimental de algoritmos paralelos para tratamiento masivo de datos, comparando las prestaciones a partir de la codificación “directa” de los algoritmos con su expresión a través de los patrones modelizados.

## **Introducción**

El *paralelismo*, asociado con *multiprocesamiento* en hardware y *conurrencia* en software requiere especificar e implementar procesos explotando la concurrencia implícita o explícita en el problema a resolver, y *al mismo tiempo* optimizar la adaptación del algoritmo desarrollado a la arquitectura física de soporte.

Los paradigmas de expresión de algoritmos paralelos se asocian entonces en forma directa con la arquitectura de procesamiento que soporta la ejecución, dando lugar a la noción de *sistema de procesamiento paralelo*, que incluye el software propio de la aplicación y el modelo de hardware y comunicaciones elegido.

Cuatro paradigmas básicos relacionados con los sistemas de procesamiento paralelo son los modelos *master-worker*, *pipeline*, *single processor multiple data* y *divide and conquer*. Cada uno de estos paradigmas (con sus variantes particulares) se adapta mejor a *clases* de problemas en programación paralela.

Avanzando en el concepto anterior, existen *patrones* de solución a problemas de procesamiento paralelo utilizando cada uno de estos cuatro paradigmas básicos, y dentro de cada uno de ellos hay un *modelo de prestación* o performance que nos puede indicar los límites alcanzables en cuanto a speed-up, eficiencia y rendimiento de la solución paralela, en función de los parámetros propios de la aplicación y la arquitectura física de soporte.

Precisamente el tema de establecer patrones y modelos de prestación, así como la evaluación teórica de los límites alcanzables en las soluciones paralelas con cada uno de estos paradigmas es uno de los temas de investigación dentro del grupo de Arquitectura de Ordenadores y Sistema Operativos (AOSO) del Departamento de Informática de la Universidad Autónoma de Barcelona, mientras que la transformación de algoritmos secuenciales en paralelos y la solución de aplicaciones de procesamiento paralelo en tratamiento masivo de datos sobre diferentes arquitecturas multiprocesador es una de las líneas principales de investigación y desarrollo en el LIDI, Facultad de Informática, UNLP.

La idea básica de este proyecto de investigación conjunta es evaluar patrones definidos para los cuatro paradigmas anteriormente mencionados, aplicados a problemas concretos y comparar las soluciones “directas” con aquéllas que se alcancen utilizando los patrones pre-definidos.

### **Temas de Investigación y desarrollo**

- ✓ Estudio y desarrollo de los patrones para los 4 paradigmas propuestos.
- ✓ Análisis de las variantes principales que deben parametrizarse en cada patrón.
- ✓ Estudio teórico de la performance (modelo de prestaciones) alcanzable dentro de cada modelo de procesamiento. Simulación de casos.
- ✓ Análisis de casos de tratamiento masivo de datos. Especificación de los algoritmos. Transformación óptima de los mismos para su codificación paralela. En el 2001 se plantean dos problemas complejos de tratamiento de imágenes (Imágenes hiperespectrales de cultivos y análisis de similitud en grandes bases de datos de imágenes).
- ✓ Resolución de los problemas analizados a partir de los patrones modelizados.
- ✓ Comparación de las soluciones “directas” y mediante patrones. En ambos casos sobre el mismo tipo de arquitectura de procesamiento y de comunicaciones.
- ✓ Análisis de la dependencia de los resultados obtenidos en función de cambios en la arquitectura de soporte. En particular pasar de la red homogénea con memoria distribuida y comunicación vía bus a un esquema multiprocesador con memoria compartida distribuída.
- ✓ Análisis de la escalabilidad de las soluciones para los diferentes patrones.

### **Equipamiento de experimentación**

Tanto en la Universidad Autónoma de Barcelona como en la Universidad Nacional de La Plata se cuenta con redes homogéneas y heterogéneas basadas en PC convencionales y estaciones de trabajo. Anteriormente se ha trabajado con redes de trasputers.

En la etapa inicial ambos grupos han decidido trabajar sobre una red homogénea de PC convencionales, utilizando PVM.

En una etapa posterior se desea experimentar sobre arquitecturas multiprocesador con memoria compartida distribuída y soporte tipo Open MP.

## **Resultados esperados**

En el año 2001 se espera trabajar a fondo al menos con el modelo master-worker en las aplicaciones de tratamiento de imágenes que se mencionan anteriormente.

El resultado esperado es comparar el ciclo de desarrollo de software (y la calidad/eficiencia del mismo) utilizando una técnica de especificación y codificación directa con la especificación y codificación a partir de patrones. En particular debiera verificarse el modelo teórico de prestaciones y la facilidad de mantenimiento y adaptabilidad al escalamiento de las aplicaciones con ambas soluciones.

Al mismo tiempo se espera tener los patrones correspondientes a los otros tres paradigmas de procesamiento mencionados y sus correspondientes modelos de prestaciones.

## **Bibliografía Básica**

- [Akl97] Akl S, "Parallel Computation. Models and Methods", Prentice-Hall, Inc., 1997.
- [Bri95] Brinch Hansen, P., "Studies in computational science: Parallel Programming Paradigms", Prentice-Hall, Inc., 1995.
- [Cha88] Chandy K.M., Misra J. "Parallel Program Design", Addison Wesley, 1988.
- [Cof92] M. Coffin, "Parallel programming- A new approach", Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1992.
- [Hwa93] Hwang K., "Advanced Computer Architecture: Paralelism, Scalability, Programability", McGraw-Hill, 1993.
- [Lei92] Leighton F. T., "Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes", Morgan Kaufmann Publishers, 1992.
- [Zom96] Zomaya A. (ed), "Parallel Computing. Paradigms and Applications", International Thomson Computer Press, 1996.
- [Esp 99] Espinosa A., Parcerisa F., Margalef T., Luque E. "Relating the Execution Behaviour with the Structure of the Application" (Euro PVM/MPI) Lecture Notes in Computer Science, vol. 1697, 91-98. Springer, Alemania, 1999.
- [Esp 00a] Espinosa A., Margalef T., Luque E. "Automatic Performance Analysis of Master/Worker PVM Applications with Kpi" (Euro PVM/MPI) Lectures Notes in Computer Science, vol. 1908, 47-55. Springer . Alemania, 2000.
- [Esp 00b] Espinosa A., Margalef T., Luque E. "Integrating Automatic Techniques in a Performance Analysis Session" (Euro-Par 2000) Lectures Notes in Computer Science, vol. 1900, 173-177. Springer, Alemania, 2000.
- [Deg00] De Giusti A., Naiouf M., De Giusti L, Tariio D. "Análisis y evaluación de algoritmos paralelos sobre diferentes modelos de arquitectura multiprocesador" (WICC 2000) Pag. 133-136. La Plata, Argentina, Mayo 2000.