

# *Análisis y Evaluación de Algoritmos Paralelos sobre diferentes modelos de Arquitecturas multiprocesador*

Armando De Giusti<sup>1</sup>, Marcelo Naiouf<sup>2</sup>, Laura De Giusti<sup>3</sup>, Diego Tarrío<sup>3</sup>

{degiusti, mnaiouf, ldgiusti, dtarrio}@lidi.info.unlp.edu.ar

LIDI. Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática.  
Facultad de Informática. UNLP.  
50 y 115. 1er Piso. La Plata

## **Introducción**

El procesamiento ha evolucionado hacia el paralelismo, prácticamente desde el inicio mismo de las computadoras digitales. El *paralelismo*, asociado con *multiprocesamiento* en hardware y *conurrencia* en software tiene objetivos múltiples, entre los cuáles se destacan:

- Reducir los tiempos de procesamiento de grandes volúmenes de datos.
- Tratar información (datos, señales) en tiempo real.

El paralelismo requiere especificar e implementar procesos explotando la concurrencia implícita o explícita en el problema a resolver. Esto significa transformar el procesamiento secuencial en paralelo, buscando optimizar los tiempos de ejecución y de respuesta a eventos del mundo real. Para esto se cuenta con dos herramientas:

- El crecimiento de la potencia de cómputo, dado en la evolución de la tecnología de los componentes y en las arquitecturas de procesamiento (supercomputadoras, hipercubos de procesadores homogéneos, grandes redes de procesadores no-homogéneos, procesadores de imágenes, de audio, etc.).
- La transformación y creación de algoritmos que exploten al máximo la concurrencia implícita en el problema a resolver, de modo de distribuir el procesamiento minimizando el tiempo total de respuesta. Naturalmente esta transformación, también debe adaptarse a la arquitectura física de soporte.

En esta línea de investigación aplicada, vinculada con los proyectos “Procesamiento Concurrente y Paralelo” y “Sistemas de Tiempo Real” del LIDI se investiga sobre la especificación de procesos concurrentes y paralelos; la transformación de algoritmos secuenciales en paralelos y la optimización de los mismos, así como la implementación de soluciones de procesamiento masivo de datos mediante arquitecturas multiprocesador, evaluando su eficiencia.

Interesa especialmente la aplicación de estas investigaciones al procesamiento de datos numéricos y no numéricos y el tratamiento en tiempo real de señales (tales como voz e imágenes), analizando en particular la relación entre la eficiencia y escalabilidad de los algoritmos y la arquitectura de soporte de hardware.

---

<sup>1</sup> Investigador Principal CONICET. Profesor Titular Dedicación Exclusiva.

<sup>2</sup> Profesor Adjunto Dedicación Exclusiva.

<sup>3</sup> Ayudante Diplomado Dedicación SemiExclusiva. Becario LIDI.

LIDI - Facultad de Informática. UNLP - Calle 50 y 115 1er Piso, (1900) La Plata, Argentina.

TE/Fax +(54)(221)422-7707. <http://lidi.info.unlp.edu.ar>

## **Temas de Investigación y desarrollo**

- Especificación de algoritmos paralelos.
- Métricas de eficiencia en algoritmos paralelos.
- Dependencia de la eficiencia respecto del balance de carga en los procesadores.
- Dependencia de la eficiencia respecto del subsistema de comunicaciones.
- Especificación e implementación de algoritmos paralelos sobre diferentes arquitecturas multiprocesador, con procesadores homogéneos/heterogéneos y diferentes topologías de comunicación.
- Dependencia de la eficiencia respecto del número de procesadores en la arquitectura.
- Escalabilidad de los algoritmos paralelos.
- Lenguajes, ambientes y herramientas para el desarrollo de aplicaciones.
- Implementación de algoritmos paralelos para tratamiento numérico y no numérico.
- Implementación de algoritmos paralelos para tratamiento de imágenes.
- Evaluación comparativa de eficiencia de clases de algoritmos paralelos en función de los diferentes parámetros mencionados.

## **Equipamiento de experimentación**

En el Laboratorio de Procesamiento Paralelo de la Facultad de Informática, se dispone de un número limitado de equipos basados en transputers y DSPs y conexión con las redes de los Laboratorios, a fin de utilizarlas como arquitecturas seudo-paralelas en el estudio de algoritmos. Por otra parte se tienen convenios con Universidades del exterior (España y USA) para utilizar equipamiento específico. Las experiencias se han realizado con:

- Hipercubo de 32 procesadores homogéneos (transputers t805 con 4 Mb de RAM local) que puede conectarse con estaciones con 1, 2 y 4 transputers.
- Red de procesadores heterogéneos (local y remota) que incluye PCs y workstations, en las que se trabaja emulando una arquitectura paralela mediante PVM y MPI.
- Arquitectura multiprocesador dedicada basada en procesadores DSP (especiales para señales).

El soporte de software utilizado hasta el momento ha sido C paralelo (tanto para transputers como para DSPs), OCCAM, ADA y diferentes lenguajes ejecutables sobre las arquitecturas no homogéneas y vinculables con PVM y MPI (en particular Fortran y Java). Por otro lado se está evaluando la posibilidad de utilizar la supercomputadora incorporada recientemente al sistema científico por la SeTCIP.

## Algunos resultados obtenidos

En el proyecto se ha trabajado en la clase de problemas mencionado anteriormente, teniendo diversos resultados (publicaciones, Tesinas de Grado, Tesis de Postgrado) y entre las experiencias concretas realizadas puede mencionarse:

- Ordenación de datos numéricos, producto de matrices, solución de sistemas de ecuaciones y búsqueda de camino mínimo en grafos. Realizados sobre red heterogénea con PVM y transputers.
- Compresión y descompresión paralela sin pérdida, estática y adaptiva con algoritmos clásicos (Huffman, LZW, Run Length) sobre una red heterogénea con PVM. Compresión y descompresión paralela con pérdida, estática y adaptiva con diferentes algoritmos (JPEG, Wavelets, Fractales) sobre una red heterogénea con PVM.
- Soporte de software para trabajar con ADA sobre una red de procesadores heterogéneos, manteniendo la semántica del rendezvous de ADA.
- Soporte de software para trabajar en forma “transparente” sobre la arquitectura del hipercubo de transputers, independientemente de la topología que se configure.
- Algoritmos de tratamiento paralelo de imágenes (clustering, reconocimiento de patrones). Sobre redes, transputers y DSPs.
- Actualmente se está trabajando en seguimiento paralelo de trayectorias para aplicaciones en robótica, en tratamiento paralelo de video en tiempo real, en algoritmos paralelos para clasificación de imágenes por texturas y en análisis de similitud de imágenes por estudio de su transformada wavelet multidimensional.

## 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.
- [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.
- [Law92] H. Lawson, "Parallel processing in industrial real time applications", Prentice Hall 1992.
- [Lei92] Leighton F. T., “Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes”, Morgan Kaufmann Publishers, 1992.
- [Mor94] Morse F., “Practical Parallel Computing”, AP Professional, 1994.
- [Sim97] Sima D, Fountain T, Kacsuk P, “Advanced Computer Architectures. A Design Space Approach”, Addison Wesley Longman Limited, 1997.
- [Tin98] Tinetti F., De Giusti A., "Procesamiento Paralelo. Conceptos de Arquitectura y Algoritmos", Editorial Exacta, 1998.
- [Zom96] Zomaya A. (ed), “Parallel Computing. Paradigms and Applications”, International Thomson Computer Press, 1996.

IEEE Transactions on Parallel and Distributed Processing.