# Procesamiento Paralelo aplicado al Análisis de Similitud de Imágenes

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

LIDI - Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática<sup>4</sup>. Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata.

#### Palabras Clave

Procesamiento Paralelo y Distribuido. Procesamiento de Imágenes. Multiwavelet. Análisis de similitud en imágenes. Algoritmos paralelos.

#### Resumen

Investigar el análisis de similitud de imágenes, representadas por una firma digital a partir de la transformada wavelet multidimensional, estudiando las posibilidades de procesamiento paralelo en tiempo real de grandes bancos de imágenes.

Los temas fundamentales propuestos en el proyecto se refieren a la investigación en el tratamiento de imágenes, en particular las formas de representación comprimidas de imágenes digitalizadas y el posterior reconocimiento de grados de semejanza o similitud entre bancos de imágenes y un patrón de interés.

El trabajo experimental consiste en la especificación de algoritmos paralelos que resuelvan el problema anterior sobre tres modelos de arquitectura multiprocesador.

El objetivo final es trabajar en tiempo real sobre una arquitectura distribuida en la que residen los bancos de imágenes.

### Introducción

Una de las áreas de mayor interés y crecimiento en los últimos años dentro de las aplicaciones del procesamiento paralelo es la de tratamiento de imágenes. Abarca distintas etapas que van desde la adquisición de los datos de entrada, el mejorado, segmentación , hasta el análisis e interpretación de la imagen.

Muchas disciplinas entre las que se encuentran el reconocimiento de patrones en tiempo real, el tratamiento y transmisión de video en tiempo real y la visión por computadora, requieren un importante esfuerzo en la investigación de algoritmos paralelos aplicables en áreas tales como robótica, industria manufacturera, ingeniería forestal y medicina.

En esta aplicación específica interesa investigar la optimización de algoritmos paralelos para el reconocimiento de patrones de similitud, enfocando particularmente las aplicaciones orientadas a grandes bases de datos que contengan imágenes.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Licenciado en Informática. Becario CIC. Becario LIDI. (ldgiusti,dtarrio)@lidi.info.unlp.edu.ar

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Profesor Adjunto Dedicación Exclusiva. mnaiouf@lidi.info.unlp.edu.ar

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Investigador Principal CONICET. Profesor Titular Ded. Exclusiva. degiusti@lidi.info.unlp.edu.ar

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> 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

En particular interesa el problema de *análisis de similitud de imágenes* basado en el estudio de la transformada Haar-Wavelet multidimensional que permite obtener una "firma digital" (codificación) de la imagen en estudio y buscar otras imágenes que tengan una codificación similar dentro de una Base de Datos. Interesa investigar una "firma" que sea *invariante a las traslaciones, rotaciones y cambios de tamaño*.

La complejidad del procesamiento de imágenes con esta técnica que requiere dividir la imagen en regiones y a su vez procesar la transformada wavelet dentro de cada región mediante una ventana deslizante de tamaño variable, obliga a estudiar la implementación de algoritmos paralelos que permitan tener tiempos de respuesta razonables, más aún si el análisis de similitud se requiere que sea realizado en tiempo real.

El objetivo concreto consiste en desarrollar una arquitectura de software paralela que permita hacer análisis de similitud de imágenes (por ejemplo fotográficas o de video) en tiempo real.

En el trabajo experimental se analiza la utilización de un cubo de trasputers, de una red homogénea tipo NOW y de una supercomputadora tipo SGI 2000, aunque el producto final se supone que debe ejecutarse en un ambiente distribuido con soporte de red. El trabajo con diversas arquitecturas permite la investigación en temas de fondo del procesamiento paralelo tales como el speed-up alcanzable, el balance de cargas entre procesadores y la escalabilidad de los algoritmos propuestos.

## Temas de Investigación y desarrollo

- Análisis de similitud de imágenes
  - Representación de imágenes mediante diferentes transformaciones.
  - Algoritmos secuenciales aplicados al análisis de imágenes reales.
  - Estudio de la invariancia a cambios de escala, traslaciones y rotaciones.
  - Estudios de la invariancia respecto de cambios en el color de fondo y en el propio de los objetos a reconocer.
- Paralelización de aplicaciones.
  - Especificación paralela de los algoritmos de representación comprimida de imágenes y su reconocimiento por similitud, sobre trasputers.
  - Análisis de speed-up y escalabilidad de la solución con trasputers.
  - Migración del algoritmo paralelo a una red de procesadores homogéneos tipo NOW soportada por PVM.
  - Comparación del speed-up y escalabilidad alcanzables con la solución con trasputers.
  - Migración del algoritmo paralelo a una supercomputadora tipo SGI 2000 con Open MP y lenguaje C o ADA.
  - Comparación del speed-up y escalabilidad alcanzables.
- Experimentación en tiempo real
  - Análisis de la solución sobre arquitectura distribuida, utilizando un banco de imágenes en tiempo real.
  - Estudio de la factibilidad de la respuesta en tiempo real, en función del grado de compresión de las imágenes, el tamaño de la base de imágenes y las características del histograma de la imagen.

#### Resultados Obtenidos

- Se especificaron los algoritmos basados en la trasformada de Wavelet y los criterios para determinar la similitud entre dos imágenes.
- Se han desarrollado los algoritmos secuenciales, verificando la corrección del reconocimieto de similitud de imágenes.
- Se especificaron los algoritmos paralelos y se está trabajando en su prueba sobre el cubo de trasputers.
- Simultáneamente se está experimentando con C y ADA sobre Open MP en la supercomputadora SGI 2000.
- Se aprobaron dos Tesinas de Licenciatura en Informática, basadas en el tema de investigación motivo de este proyecto.

## Bibliografía Básica

ACM Siggraph (Conferencias realizadas anualmente desde 1995)

Akl S, "Parallel Computation. Models and Methods", Prentice-Hall, Inc., 1997.

Baxes G.. "Digital Image Processing". Wiley, 1994

[Gla95] A. Glassner, "Principles of Digital Image Synthesis", Morgan Kaufmann, 1995. Gonzalez and Woods, "Digital Image Processing", Addison-Wesley, 1992

[Heer91] D. W. Heermann, A. N. Burkitt, "Parallel Algorithms in Computational Science", IEEE Transactions on Parallel and Distributed Processing (colección de revistas 1990-2001)

IEEE Transactions on Image Processing (colección de revistas 1990-2001)

Jain Anil, "Fundamentals of Digital Image Processing", Prentice Hall, 1989

[Kum94] Kumar V., Grama A., Gupta A., Karypis G., "Introduction to Parallel Computing. Desing and Analysis of Algorithms", Benjamin/Cummings, 1994.

Larson, J., "Database Directions. From relational to distributed, multimedia, and OO database Systems". Prentice Hall. 1995

Leighton F. T., "Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes", Morgan Kaufmann Publishers, 1992.

Miller R., Stout Q. F., "Algorithmic Techniques for Networks of Processors", CRC Handbook of Algorithms and Theory of Computation, M. J. Atallah, ed, 1998.

Tinetti F., De Giusti A., "Procesamiento Paralelo. Conceptos de Arquitectura y Algoritmos", Editorial Exacta, 1998.