

“Procesamiento Paralelo. Modelos de predicción de performance”

Laura De Giusti ¹, Marcelo Naiouf ², Oscar Bría ³

*LIDI - Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática*⁴.

Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata.

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

Resumen

Esta línea de investigación (dentro del proyecto de Procesamiento Concurrente, Paralelo y Distribuido del LIDI) se coordina con la Universidad Autónoma de Barcelona estudiando los modelos de predicción de performance en sistemas paralelos y analizando algunas modificaciones a los mismos según el tipo de arquitectura y paradigma de paralelismo utilizado.

En el estudio se analiza la respuesta de los modelos para “clases” de arquitecturas reconocidas (Memoria compartida, Memoria Distribuida, Memoria compartida Distribuida) con diferentes esquemas de comunicación: punto a punto, bus, múltiple bus. Asimismo se considera en cada caso la adaptación de diferentes paradigmas de programación paralela al modelo de arquitectura utilizado.

El aporte de la línea de investigación tiende a la especificación de un modelo unificador para la predicción de performance, en particular para procesos asincrónicos bajo el paradigma cliente-servidor y sobre una arquitectura tipo cluster de workstations.

Palabras Claves

Paralelismo - Concurrencia - Modelos de Computación Paralela – Sincronización – Mensajes asincrónicos – Predicción de performance.

¹ Licenciada en Informática. Becario UNLP. Jefe de Trabajos Prácticos SD. E-mail: ldgiusti@lidi.info.unlp.edu.ar

² Licenciado en Informática. Profesor Titular. E-mail: mnaiouf@lidi.info.unlp.edu.ar

³ MSc. Profesor Adjunto Dedicación exclusiva. E-mail: onb@lidi.info.unlp.edu.ar

⁴ LIDI - Facultad de Informática. UNLP - Calle 50 y 115 1er Piso, (1900) La Plata, Argentina.

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

Introducción

Un área de sumo interés dentro del procesamiento paralelo es la que trata sobre los modelos de predicción de performance. El modelo provee un marco para estudiar problemas, obtener ideas sobre sus distintas estructuras, y desarrollar soluciones. Una vez que un algoritmo fue diseñado para resolver un problema con un cierto modelo, éste permite dar una descripción significativa del algoritmo y derivar un análisis preciso.

Los modelos fueron usados desde el inicio de la computación, incluso antes de que se nombrara formalmente al campo. Algunos ejemplos incluyen los autómatas, las máquinas de Turing, las máquinas de acceso aleatorio (RAM), las máquinas paralelas de acceso aleatorio (PRAM), LogP, BSP, etc.

En general los requerimientos mínimos que debería cumplir un modelo en el caso de las máquinas paralelas sería: ser conceptualmente simple de entender y usar, los algoritmos que son correctos en el modelo deben serlo en las arquitecturas de destino, la performance real debe corresponderse con la predicha por el modelo, y ser cercano a las arquitecturas reales para minimizar el “gap” entre ambos. Es decir, uno de los objetivos es la posibilidad de predicción de performance que brinde el modelo: el éxito o fracaso del mismo dependerá en gran parte de este punto.

En el campo del paralelismo se encuentran una cantidad de modelos. Las dificultades para formular un único modelo simple y preciso puede medirse examinando las variaciones en las computadoras paralelas comerciales y propuestas: las hay sincrónicas, asincrónicas y semi-sincrónicas, con memoria compartida, distribuida o ambas, difieren en la red de interconexión usada y los métodos de ruteo, etc.

El eje de esta investigación está en estos temas de Paralelismo. Precisamente llegar a modelizar adecuadamente las clases de problemas mencionados, para predecir performance en procesos sincrónicos y asincrónicos es el objetivo principal.

Por otra parte, en cuanto a las aplicaciones experimentales, 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 en aplicaciones como: investigaciones biológicas, diagnóstico médico por imagen, aplicaciones industriales y robótica, procesamiento de documentos, procesamiento de imágenes obtenidas por sensado remoto para el estudio de distintos recursos terrestres, etc.

En el campo del procesamiento de imágenes, resulta de gran interés encontrar una soluciones óptimas al problema de reconocimiento de patrones en imágenes.

Interesa investigar modelos de análisis de patrones en imágenes donde cada imagen se descompone en regiones, de cada una de las cuales se obtiene una firma digital y mediante un análisis complejo se pueden obtener medidas de similitud entre regiones. La localidad e independencia de procesamiento entre las múltiples regiones permiten plantear la investigación de paralelización basándose tanto en una paralelización funcional como de datos.

En síntesis, se combina la investigación en modelos paralelos para predicción de performance con aplicaciones experimentales en reconocimiento de patrones en imágenes.

Lineas de Investigación

- Sistemas Paralelos. Especificación de algoritmos paralelos. Lenguajes de soporte para programación paralela en clusters de workstations: PVM y MPI. ADA y C Paralelo.
- Estudio de patrones para los cuatro paradigmas mencionados anteriormente: master-worker, pipeline, single processor multiple data y divide and conquer.
- Modelos de predicción de performance clásicos: PRAM, LOGP, BSP, CCM, OBSP, BSPRAM.
- Análisis del ajuste de los modelos a “clases” de sistemas paralelos. Desarrollos experimentales.
- Métricas de performance en sistemas paralelos.
- Dependencia de los modelos respecto del balance de carga en los procesadores y la homogeneidad / heterogeneidad de los mismos.
- 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 distribuida.
- Análisis de las extensiones necesarias para tener un modelo de predicción de performance para procesos asincrónicos bajo el paradigma cliente-servidor.
- Aplicaciones paralelas de tratamiento de imágenes: transformadas aplicables en la codificación de imágenes con pérdida, Clustering, Reconocimiento de patrones, Análisis de similitud de imágenes.

Equipamiento de Experimentación

En el LIDI se dispone de un cluster de PCs con 16 equipos homogéneos. Por otra parte se puede utilizar la computadora Clementina que tiene 40 procesadores con memoria compartida distribuida. Naturalmente también se puede experimentar con arquitecturas pseudo-paralelas tal como redes heterogéneas con un soporte de comunicaciones tipo PVM o MPI.

Resultados Esperados

- Contribuir al desarrollo de un modelo de predicción de performance para procesos asincrónicos bajo el paradigma cliente-servidor.
- Incorporar los parámetros asociados con el desbalance de carga y la heterogeneidad de los procesadores a la modelización de performance en sistemas paralelos.
- Desarrollo de aplicaciones paralelas de tratamiento de imágenes, en las que se comparen los resultados experimentales con las predicciones de los diferentes modelos: Transformadas aplicables en la codificación de imágenes con pérdida, Clustering, Reconocimiento de patrones, Análisis de similitud de imágenes.

Bibliografía Básica

- [**And91**] Andrews G., "Concurrent Programming", The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1991.
- [**And99**] Andrews G., "Foundations on Multithread and Distributed Programming" Addison Wesley, 1999.
- [**Bax94**] Baxes G., "Digital Image Processing. Principles and Applications", John Wiley & Sons Inc. 1994.
- [**Bri95**] Brinch Hansen, P., "Studies in computational science: Parallel Programming Paradigms", Prentice-Hall, Inc., 1995.
- [**Bub97**] Bubak, Funika, Moscinski, "Performance Analysis of Parallel Applications under Message Passing Environments", www.icsr.agh.edu.pl/publications/html/perf_full/, 1997.
- [**Bust88**] Bustard, Elder, Welsh, "Concurrent Program Structures", Prentice Hall, 1988.
- [**Cof92**] Coffin M., "Parallel programming-A new approach", Prentice Hall, 1992.
- [**Cha88**] Chandi K., Misra J., "Parallel Program Design. A Foundation", Addison Wesley, 1988.
- [**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.
- [**Gon92**] González R., Woods R., "Digital Image Processing", Addison-Wesley, 1992.
- [**Heer91**] Heermann D., Burkitt A., "Parallel Algorithms in Computational Science", Springer-Verlag, 1991.
- [**Hoar85**] C. A. R. Hoare, "Communicating Sequential Processes", Pentice-Hall, 1985.
- [**Hwa93**] Hwang K., "Advanced Computer Architecture: Paralelism, Scalability, Programability", McGraw-Hill, 1993.
- [**IEEE**] Colección de Transactions on Parallel and Distributed Processing.
- [**Kum94**] Kumar V., Grama A., Gupta A., Karypis G., "Introduction to Parallel Computing. Desing and Analysis of Algorithms", Benjamin/Cummings, 1994.
- [**Laws92**] Lawson H., "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.
- [**Luq95**] Luque E, Ripoll A, Cortès A, Margalef T, "A Distributed Diffusion Method for Dynamic Load Balancing on Parallel Computers", Proceedings of the EUROMICRO Workshop on Parallel and Distributed Processing, IEEE Computer Society, Jan. 1995.
- [**Mor94**] Morse F., "Practical Parallel Computing", AP Professional, 1994.
- [**Pri01**] Printista M., "Modelos de Predicción en Computación Paralela", Tesis de Magister en Ciencias de la Computación, 2001.
- [**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.