



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
FACULTAD DE INFORMÁTICA

---

## SISTEMAS PARALELOS

Año 2005

Carrera: *Licenciatura en Informática*

Año: 4°

Duración: *Semestral*

Profesor: *Ing. Armando De Giusti*

*Lic. Marcelo Naiouf*

---

### OBJETIVOS GENERALES:

Caracterizar los problemas de procesamiento paralelo desde dos puntos de vista: la arquitectura física y los lenguajes de programación, poniendo énfasis en la transformación de algoritmos secuenciales en paralelos.  
Describir los modelos de cómputo paralelo y los paradigmas de programación paralela.  
Estudiar las medidas de performance asociadas al paralelismo.  
Plantear casos concretos de procesamiento paralelo, resolubles sobre distintas arquitecturas multiprocesador.

### CONTENIDOS MINIMOS:

- Arquitecturas de procesamiento paralelo.
- Modelos de comunicación. Métricas de performance.
- Memoria compartida, Memoria distribuida, esquemas mixtos.
- Lenguajes y sistemas operativos para procesamiento paralelo.
- Paradigmas de resolución de sistemas paralelos.
- Adaptación entre arquitectura y software.
- Aplicaciones.

### Programa

#### **Unidad 1: Conceptos básicos**

Paralelismo. Objetivos del procesamiento paralelo.

Proceso y Procesador. Interacción, comunicación y sincronización de procesos.

Concurrencia y Paralelismo. Modelos de Concurrencia.

Impacto del procesamiento paralelo sobre los sistemas operativos y lenguajes de programación.

Concepto de Sistema Paralelo.

Speedup y Eficiencia de algoritmos paralelos.

Concepto de asignación de tareas y balance de carga. Balance de carga estático y dinámico.



### **Unidad 2: Modelos de Computación Paralela**

Parallel Random Access Machine (PRAM)

Bulk Synchronous Parallel (BSP)

LogP.

Otros modelos.

Comparación.

### **Unidad 3: Arquitecturas orientadas a Procesamiento Paralelo**

Multiprocesadores y Multicomputadores.

Clasificación por mecanismo de control (SISD. SIMD. MISD. MIMD).

Clasificación por la organización del espacio de direcciones. Memoria distribuida y memoria compartida.

Clasificación por la granularidad de los procesadores. Grano fino, medio y grueso.

Clasificación por la red de Interconexión. Redes estáticas y dinámicas.

Análisis del impacto del tiempo de comunicación en el speedup alcanzable.

Manejo de memoria cache.

Vector processors y array processors.

Esquema de un transputer. Arquitecturas cúbicas e hipercúbicas basadas en transputers.

Conceptos de procesadores dedicados a la aplicación, tipo DSP.

Clusters de PCs.

Supercomputadoras.

### **Unidad 4: Lenguajes y Soporte de Ejecución orientados a procesamiento paralelo**

Conceptos generales

OCCAM: Primitivas de control. Procesos. Estructuras de datos. Canales.

C paralelo: Extensiones al C standard. Interfaz con la arquitectura. Biblioteca de funciones.

Especificación de algoritmos en OCCAM y C paralelo.

Tratamiento de problemas de procesamiento paralelo con tiempos en OCCAM y C paralelo.

Soportes de ejecución para procesos paralelos sobre arquitecturas distribuidas: PVM y MPI.

Análisis de las primitivas de PVM y MPI.

Expresión de algoritmos paralelos sobre una red, empleando PVM o MPI.

### **Unidad 5: Tipos de paralelismo**

Problemas paralelizables y no paralelizables.

Paralelismo perfecto.

Paralelismo de datos.

Paralelismo de control.

Paralelismo mixto.



Paralelismo con pasaje de mensajes y con memoria compartida.  
Lenguajes asociados.

#### **Unidad 6: Paradigmas paralelos**

Maestro/Esclavo.  
Pipeline y algoritmos sistólicos.  
Dividir y conquistar  
SPMD  
Operaciones colectivas o globales  
Metodología de diseño de algoritmos paralelos.

#### **Unidad 7: Métricas del paralelismo**

Medidas de performance standard.  
Speedup. Rango de valores. Speedup superlineal.  
Overhead paralelo.  
Eficiencia. Rango de valores.  
Costo.  
Grado de paralelismo.  
Efecto de la granularidad y el mapeo de datos sobre la performance.  
Cargas de trabajo y modelos de speedup. Modelo de carga fija (Amdahl). Modelo de tiempo fijo (Gustafson). Modelo de memoria limitada (Sun y Ni).  
Escalabilidad de sistemas paralelos.  
Concepto de isoeficiencia. Función de isoeficiencia.

#### **Unidad 8: Paralelización de algoritmos de ordenación y cuenta**

Ordenación sobre un arreglo lineal de procesadores.  
Suma de los elementos de un vector.  
Caso de tener menos procesadores que datos.  
Ordenación de datos binarios. Análisis de eficiencia y rendimiento

#### **Unidad 9: Paralelización de algoritmos sobre matrices.**

Paralelización del producto de vectores.  
Paralelización del producto de un vector por una matriz  
Paralelización del producto de matrices  
Análisis de eficiencia y rendimiento  
Análisis de eficiencia y rendimiento en función de la arquitectura de soporte

#### **Unidad 10: Algoritmos clásicos sobre grafos y de ruteo de paquetes.**

Paralelización de algoritmos sobre grafos: clausura transitiva, conectividad, camino mínimo.  
Paralelización de algoritmos de ruteo de paquetes: Algoritmos Greedy. Ruteo estático y dinámico.



Análisis de eficiencia y rendimiento.

**Unidad 11: Paralelización de algoritmos básicos de tratamiento de imágenes**

Filtrado de imágenes

Separación de componentes de imágenes

Compresión de imágenes

**Unidad 12: Conceptos de paralelismo en administración de recursos en Sistemas Distribuidos.**

Algoritmos paralelos que comparten recursos globales

Algoritmos paralelos distribuidos tipo cliente-servidor

Algoritmos paralelos sobre recursos K-compartidos

Algoritmos paralelos distribuidos en problemas de tiempo real.

**Bibliografía**

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

Akl S., "The Design and Analysis of Parallell Algorithms", Prentice –Hall, Inc. 1989.

Alverson G., Griswold W., Notkin D., Snyder L., "Abstractions for Portable, Scalable Parallel Programming", IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 9(1), 1998, pp. 71-86.

Amdahl G., "Validity of the Single-processor Approach to Achieving Large Scale Computing Capabilities", Proceedings of the AFIPS Conference, 1967, pp. 483-485.

Anderson T., Culler D., Patterson D., NOW Team, "A Case for NOW (Networks of Workstations)", IEEE Micro, 15(1), 1995, pp. 54-64.

Andrews G., "Concurrent Programming: Principles and Practice", The Benjamin/Cummings Publishing, Inc, 1991

Blelloch G., "Programming Parallell Algorithms", Communications of the ACM, 39(3), 1996, pp. 85-97.

Brinch Hansen, P., "Studies in Computational Science. Parallel Programming Paradigms", Prentice Hall, 1995.

Bubak M., Funika W., Moscinski J., "Performance Analysis of Parallel Applications under Message Passing Environments" in Proceedings of the 2nd International Conference on Parallel Processing and Applied Mathematics, Zakopane, Poland, 1997, pp. 414-422 (R. Wyrzykowski, H. Piech, J. Szopa editors).

Chandy, Misra, "Parallel Program Design. A Foundation", Addison Wesley, 1988.

Culler D., Karp R., Patterson D. Sahay A., Schauer K., Santos E. Subramonian R., von Eicken T., "LogP: Towards a Realistic Model of Parallel Computation", SIGPLAN Notices (USA), 28(7), 1993, pp. 1-12.

Duncan R., "A Survey of Parallel Computer Architectures", Computer, Feb. 1990

El-Rewini H., Lewis T., "Distributed and Parallel Computing", Manning Publications, 1998.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
FACULTAD DE INFORMÁTICA**

---

- Flynn M, "Some Computer Organizations and Their Effectiveness", IEEE Trans. Computers, 21 (9), 1972.
- Geist A., Beguelin A., Dongarra J., Jiang W., Manchek R., Sunderam V., "PVM: Parallel Virtual Machine - A Users Guide and Tutorial for Network Parallel Computing", MIT Press, 1994.
- Gustafson J., "Reevaluating Amdahl's Law", Communications of the ACM, 32(5), May 1988.
- Gustafson J., "The Scaled-Size Model: A Revision of Amdahl's Law", Proceedings Supercomputing 1988, Vol II.
- Gustafson J., Todi R., "Conventional Benchmarks as a Sample of the Performance Spectrum", The Journal of Supercomputing, 13, 1998, pp. 321-342.
- Habermann A., Perry D., "Ada for Experienced Programmers", Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 1993
- Hoare C., "Communicating Sequential Processes", Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1985
- Hwang K., Briggs F., "Computer Architecture and Parallel Processing", McGraw-Hill, Inc, 1984
- Hwang K., Xu Z., "Scalable Parallel Computing", McGraw-Hill, 1998.
- INMOS Limited, "Occam", Prentice Hall, 1990.
- INMOS Limited, "Transputer Reference Manual", Prentice Hall International, 1988
- Jain A., "Fundamentals of Digital Image Processing", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1989
- JáJá J., "An introduction to parallel algorithms", Addison Wesley, 1992.
- Kumar V., Grama A., Gupta A., Karypis G., "Introduction to Parallel Computing". Benjamin Cummings, 1994.
- Leighton F., "Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes", Morgan Kaufmann Publishers, Inc, San Mateo, California, 1992
- Leopold C., "Parallel and Distributed Computing. A Survey of Models, Paradigms and Approaches". Wiley, 2001.
- Lewis T., El-Rewini H., "Introduction to Parallel Computing", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1992.
- Pfister G., "In Search of Clusters", Prentice Hall, 2nd Edition, 1998.
- Sahni S., Thanvantri V., "Performance Metrics: Keeping the Focus on Runtime", IEEE Parallel and Distributed Technology, 4(1), 1996, pp. 43-56.
- SGL, "SGL Origin 2000", www.sgi.com.
- Skillicorn D., Talia D., "Models and Languages for Parallel Computation", ACM Computing Surveys, 30(2), 1998, pp. 123-169.
- Snir M., Otto S., Huss-Lederman S., Walker D., Dongarra J., "MPI: The complete Reference", Cambridge, MA: MIT Press, 1996.
- Sun X., Ni L., "Scalable Problems and Memory-Bounded Speedup", Journal of Parallel and Distributed Computing, 19, 1993, pp. 27-37.
- Tinetti F., De Giusti A., "Procesamiento Paralelo. Conceptos de Arquitecturas y Algoritmos", Editorial Exacta 1998.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
FACULTAD DE INFORMÁTICA**

---

Valiant L, "A Bridging Model for Parallel Computation", *Communications of the ACM*, 33(8), 1990, pp. 103-111.

Watts J., Taylor S., "A Practical Approach to Dynamic Load Balancing", *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 9(3), 1998, pp. 235-248.