



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
FACULTAD DE INFORMÁTICA

---

## SISTEMAS PARALELOS

Año 2006

**Carrera:** Licenciatura en Informática

**Año:** 4°

**Duración:** Semestral

**Profesor:** Ing. Armando De Giusti

---

### 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 métricas de performance asociadas al paralelismo, así como modelos de predicción de performance orientados a diferentes arquitecturas multiprocesador.

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: Arquitecturas orientadas a Procesamiento Paralelo**

Paralelismo implícito: tendencias en las arquitecturas de microprocesadores.  
Optimización de performance en los sistemas de memoria.  
Estructura de control y modelos de comunicaciones en plataformas de procesamiento paralelo.  
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, array processors, Arquitecturas cúbicas e hipercúbicas.  
Supercomputadoras.  
Conceptos de procesadores dedicados a la aplicación, tipo DSP.  
Clusters de PCs. Multiclusters. Grids.

### **Unidad 3: Principios de diseño de algoritmos paralelos**

Técnicas de descomposición.  
Características de los procesos. Interacción.  
Técnicas de mapeo de procesos/procesadores. Balance de carga.  
Métodos para minimizar el overhead de la interacción entre procesos.  
Modelos de algoritmos paralelos.  
Problemas paralelizables y no paralelizables.  
Paralelismo perfecto.  
Paralelismo de datos.  
Paralelismo de control.  
Paralelismo mixto.

### **Unidad 4: Operaciones de Comunicación en arquitecturas multiprocesador**

One-to-all Broadcast y All-to-one Reduction.  
All-to-all Broadcast y Reduction.  
Operaciones de All-Reduce y Prefix-Sum.  
Comunicaciones de Scatter and Gather.  
Comunicaciones All-to-All personalizadas.  
Shift circular.  
Optimización en las comunicaciones en esquemas multiprocesador.



### **Unidad 5: Modelos y Paradigmas de Computación Paralela**

Parallel Random Access Machine (PRAM)  
Bulk Synchronous Parallel (BSP)  
LogP. Otras variantes de modelos analíticos.  
Paradigma Master/Slave.  
Paradigma Divide/Conquer.  
Paradigma de Pipelining.  
Metodología de diseño de algoritmos paralelos.

### **Unidad 6: Métricas del paralelismo**

Medidas de performance standard.  
Fuentes de overhead en procesamiento paralelo.  
Speedup. Rango de valores. Speedup superlineal.  
Overhead paralelo.  
Eficiencia. Rango de valores.  
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 7: Programación de algoritmos paralelos con Pasaje de Mensajes**

Principios de la comunicación/sincronización por pasaje de mensajes.  
Primitivas Send y Receive.  
La interfaz MPI como modelo.  
Cómputo y Comunicaciones  
Comunicaciones colectivas y operaciones de procesamiento.  
Ejemplos sobre arquitecturas multiprocesador.

### **Unidad 8: Programación de algoritmos paralelos sobre plataformas con memoria compartida.**

Concepto de thread.  
Primitivas de sincronización en PThreads.  
Control de atributos en threads.  
OpenMP como modelo Standard.  
Análisis de problemas.



### **Unidad 9: Conceptos de Arquitecturas GRID.**

Clusters, multiclusters y GRID.

Extensión de conceptos de Cluster-processing a Grid-processing.

Funcionalidades del Middleware en arquitecturas GRID.

Algoritmos sobre GRID.

Modelos y paradigmas de Sistemas Paralelos extendidos a GRID.

Análisis de casos de sistemas GRID.

### **Unidad 10: Algoritmos paralelos clásicos.**

Sorting.

Algoritmos sobre grafos.

Procesamiento de matrices.

Algoritmos de búsqueda para optimización discreta.

Programación dinámica.

Análisis de soluciones sobre diferentes arquitecturas paralelas.

### **Bibliografía Básica**

#### **Introduction to Parallel Computing.**

Grama, Gupta, Karypis, Kumar. Addison Wesley 2003

#### **Foundations of Multithreaded, Parallel and Distributed Programming**

Andrews. Addison Wesley 2000.

#### **Parallel Programming**

Wilkinson, Allen. Prentice Hall 2005.

#### **Sourcebook of Parallel Computing**

Dongarra, Foster, Fox, Gropp, Kennedy, Torczon, White. Morgan Kauffman 2003.

#### **Parallel and Distributed Computing. A Survey of Models, Paradigms and Approaches**

Leopold. Wiley, 2001.

#### **GRID Computing: A practical guide to technology and applications**

Abbas. Charles River Media 2004.

#### **The GRID 2. Blueprint for a new computing infrastructure.**

Foster, Kesselman Morgan Kauffman 2004.

#### **IEEE, ACM Digital Library**



### **Bibliografía Adicional**

**Parallel Computation. Models and Methods.**

Akl . Prentice Hall 1997.

**The Design and Analysis of Parallell Algorithms**

Akl. Prentice –Hall, Inc. 1989.

**Studies in Computational Science. Parallel Programming Paradigms.**

Brinch Hansen, P., Prentice Hall, 1995.

**Parallel Program Design. A Foundation**

Chandy, Misra. Addison Wesley, 1988.

**Distributed and Parallel Computing”**

El-Rewini H., Lewis T., , Manning Publications, 1998.

**PVM: Parallel Virtual Machine - A Users Guide and Tutorial for Network Parallel Computing**

Geist , Beguelin , Dongarra , Jiang, Mancheck , Sunderam , MIT Press, 1994.

**Communicating Sequential Processes**

Hoare , Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1985

**Computer Architecture and Parallel Processing**

Hwang, Briggs. McGraw-Hill, Inc, 1984

**Scalable Parallel Computing**

Hwang , Xu ., McGraw-Hill, 1998.

**Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes**

Leighton F., Morgan kaufmann Publishers, Inc, San Mateo, California, 1992

**Introduction to Parallel Computing**

Lewis , El-Rewini, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1992.

**In Search of Clusters**

Pfister , Prentice Hall, 2nd Edition, 1998.

**MPI: The complete Reference**

Snir, Otto, Huss-Lederman , Walker , Dongarra , Cambridge, MA: MIT Press, 1996.

**Procesamiento Paralelo. Conceptos de Arquitecturas y Algoritmos**

Tinetti , De Giusti . Editorial Exacta 1998.