




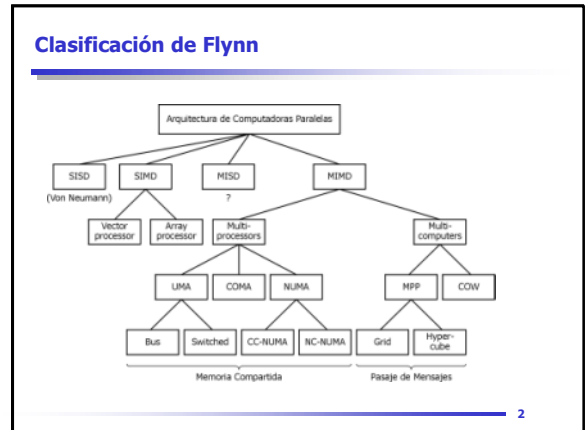
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
Dpto. de Ciencias e Ingeniería de la Computación



Paralelismo y Concurrency en Sistemas

Arquitecturas de Computadoras Paralelas

Ing. Natalia Luz Weinbach
nlw@cs.uns.edu.ar



Multi-processors

Poseen múltiples CPUs y un **único espacio de direcciones visible a todos los procesadores**.

Ejecuta una copia del SO.

Los procesadores y las memorias están conectados por medio de una **red compleja** (balance de costo y contención de mem). Pueden existir múltiples copias de los mismos bloques de memoria (e.g. en cachés), lo que produce **problemas de consistencia**.

En algunos casos sólo algunas CPUs pueden tener acceso a los dispositivos de I/O. Cuando no es así (todas acceden) recibe el nombre de **SMP** (Symmetric MultiProcessor).

Intel Pentium Pro Quad

65-75 MFLOPS x procesador, un total estimado de 300 MFLOPS

Sun Enterprise

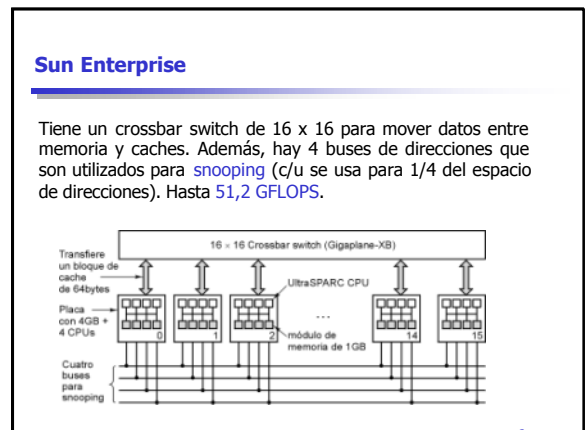
Multi-procesador UMA + crossbar switch en un gabinete de **hasta 64 CPUs**.

Al crossbar switch se lo denomina **Gigaplane-XB** y está incluido en un circuito integrado con 8 slots a cada lado.

Cada placa contiene 4 procesadores UltraSPARC de 333MHz y 4GB de RAM.



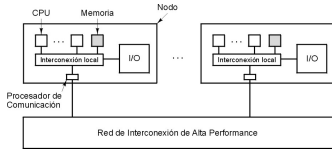
Dados los rígidos requerimientos de temporizado y la baja latencia del crossbar, el acceso a una memoria externa no es más lento que el acceso a la memoria de la misma placa.



Multi-computers

Cada CPU tiene su área privada de memoria, no directamente accesible por otra CPU. Las computadoras interactúan mediante primitivas de **send & receive** para intercambiar mensajes.

Tienen mejor **escalabilidad** = [2000 .. 10000] PEs. Se clasifican en MPPs y COWs.



MPPs

“Super-computadoras gigantes de millones de U\$S”

Se utilizan en ciencia, ingeniería e industria para resolver cálculos muy complejos, para manejar grandes números de transacciones por segundo, o para almacenar y administrar bases de datos inmensas.

La mayoría de estas máquinas usan como procesadores a CPUs estándar, tales como: la línea **Intel Pentium**, **Sun UltraSPARC**, **IBM RS/6000** y **DEC Alpha**.

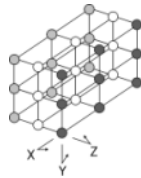
Utilizan **redes de interconexión propietarias de alta velocidad** y una **capacidad de I/O enorme** (por los datos que manejan).

Cray T3E

Admite **hasta 2048 CPUs** por sistema, configuradas en un **3D Torus Full Duplex**.

Cada nodo está conectado a otros 6, la tasa de transferencia de estos links es de **480-600 MB/sec**.

Los nodos también están conectados a uno o más **GigaRings**, que es el subsistema de I/O con un gran ancho de banda. Conecta a los nodos con otras redes, discos y otros periféricos.



Cray T3E

Las CPUs utilizadas son **DEC Alpha 21164**:

- procesador superescalar RISC (4 instr. x ciclo)
- 64 bits (registros de 64 bits)
- 300 MHz (también hay de 450 y 600)
- 600 MFLOPS
- L1 cache = 8KB data + 8KB instr.
- L2 cache = 96KB unificada 3-way set-asoc.
- 128Mb de RAM, expansibles a 2GB (con 2048 = 4TB)



Con **24 PEs** (LimitingFactor supercomputer) se obtienen **14,4 GFLOPS**. Con el max. se tienen **1228 GFLOPS**.

Intel Paragon XP/S

Escala desde 64 a 4000 nodos. El sistema se estructura en 104 gabinetes.

Posee una memoria RAM total de 1212 GB.



Los procesadores son **Intel Pentium Pro de 200MHz**; en el diseño se utiliza un total de **9152 procesadores**.

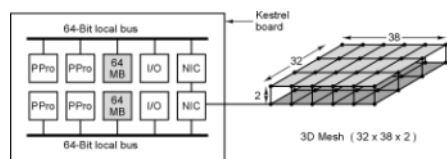
Cada procesador arroja 75 MFLOPS.

La performance ha variado por mejoras, desde **300 GFLOPS a 1 TFLOPS** (Xeon).

Intel Paragon y Sandia Option Red.

La máquina Option Red de Sandia consiste de 4608 nodos organizados en una **mallá 3D (torus)**.

Los procesadores están incluidos en dos tipos de placas: **kestrel** (cómputo) y **eagle** (network, disk, boot, service).



Sandia Option Red



13

Lemieux

Más de 3000 procesadores y una velocidad máx. de 6 TFLOPS.



14

Lemieux

Comprende 750 nodos Compaq Alphaserver ES45.

Cada nodo computacional contiene 4 procesadores Alpha EV6.8CB de 1 GHz y corre un sistema operativo Unix Tru64. Un nodo es un SMP de 4 procesadores, con 4GB de memoria.

Una red de interconexión Quadrics (QsNET) conecta a los nodos (con topología fat tree).

15

COWs / NOWs

Consisten de algunos cientos de PCs o workstations conectadas por una placa de red disponible comercialmente.

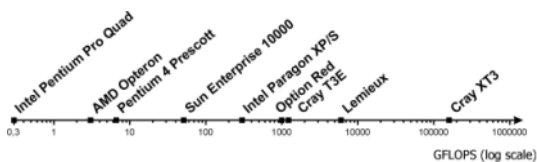
Históricamente, lo que hacía a las MPPs especiales era su interconexión de alta velocidad, pero la tecnología actual ha reducido esta diferencia.



Actualmente se puede construir un COW utilizando PCs con procesadores de uso común y conectarlas a través de una red Giga Ethernet (1 Gbit/s ~ 125 MB/s).

Los mismos paquetes de software corren en MPPs o COWs, como por ejemplo PVM y MPI (favorece la portabilidad).

16

Resumen



 Pentium 4 Prescott de 3.20 GHz tiene 6,624 GFLOPS.
 AMD Opteron de 1.8 GHz tiene 3,042 GFLOPS.

17

Cuadro comparativo

| PC | vigencia | CPUs | GFLOPS | MB/s | CPUs x \$ |
|------------------------|-----------|---------|--------|------|-------------------|
| Intel Pentium Pro Quad | - | ≤ 4 | 0,3 | - | - |
| AMD Opteron | hoy | 1 o 2 | 3 | - | 2 x U\$S 2000 |
| Pentium 4 Prescott | hoy | 1 o 2 | 6,6 | - | U\$S 750 |
| Sun Enterprise 10000 | 1997-2001 | ≤ 64 | 51,2 | 9930 | 24 x U\$S 13 K |
| Intel Paragon XP/S | 1992-1996 | ~ 4000 | 300 | 400 | - |
| Cray T3E | 1996-1997 | ≤ 2048 | 1228 | 480 | 6 x U\$S 630 K |
| Lemieux | 2003- | ~ 3000 | 6000 | 1300 | - |
| Cray XT3 | hoy | ~ 30000 | 159000 | 7600 | 2300 x U\$S 9,7 M |



18

Links

Pittsburgh Supercomputing Center Hardware
<http://www.psc.edu/general/hardware.html>

Cray Inc. - The Supercomputer Company
<http://www.cray.com/products/index.html>

Sandia National Laboratories
<http://www.cs.sandia.gov/>

Top 500 Supercomputer Sites
<http://www.top500.org/>

19

Referencias

[Tanenbaum99] Andrew S. Tanenbaum. Structured Computer Organization. Fourth Edition. Prentice-Hall, Inc., 1999.

[Culler99] David E. Culler, Jaswinder P. Singh, Anoop Gupta. Parallel Computer Architecture: a Hardware/Software Approach. Morgan Kaufmann, 1999.

20