

La Top 500

Flops

- .Differenza tra sustained performance, e di picco (cenni a proposito dei metodi di ottimizzazione, il compilatore ed oltre)
- .La valutazione dell'effettiva potenza di calcolo dev'essere effettuata in relazione ad un benchmark standard, che consenta di comparare i valori ottenuti con quelli di altri elaboratori. Un riferimento in questo senso sono il Linpack.
- .Cenni a proposito della TOP500 <http://www.top500.org/>

Top500 - K computer

- 2.0GHz 8-core SPARC64 VIIIfx processors
- 10.5 petaflops (peak 11.3 petaflops)
- 705024 cores
- 9.89 MW (824.6 GFlop/kWatt)



Top500 -Tianhe-1A

- Xeon X5670 6C 2.93 GHz, NVIDIA Tesla 2050, NUDT FT10000
- **2.6** petaflops (peak 4.7 petaflops)
- 14.336 processori Xeon X5670 e 7.168 GPU Nvidia Tesla M2050. 2.048 processori NUDT FT1000 (8-cores)



Top500 - Cray Jaguar

- AMD x86_64 Opteron Six Core 2600 MHz
- **1.8** petaflops (peak 2.3 petaflops)
- 224162 cores



Top500 – TSUBAME 2.0

- HP ProLiant SL390s G7 Xeon 6C X5670, Nvidia Fermi GPU,
- **1.2** petaflops (peak 2.3 petaflops)
- 73278 cores



Top500 - Cray Cielo

- AMD x86_64 Opteron 6136 8C 2.40GHz
- **1.1** petaflops (peak 1.4 petaflops)



Top500 - Pleiades SGI

- Xeon HT QC 3.0/Xeon 5570/5670 2.93 Ghz, Infiniband
- **1.1** petaflops (peak 1.3 petaflops)



Top500 – vTera100

- Bull bullx super-node S6010/S6030, Intel Xeon E7 Family processors
- **1.0** petaflops (peak 1.2 petaflops)



Top500 – RoadRunner IBM

- PowerXCell 8i 3.2 Ghz / Opteron DC 1.8 GHz,
- **1.0** petaflops (peak 1.4 petaflops)



Top500 - RoadRunner

AMD Opteron 2210, 1.8 GHz. Ogni processore ha due cores. Questi processori sono usati sia nella computazione (essenzialmente fungono da master node per i processori Cell), sia nella operazione di sistema. In totale il RoadRunner e' costituito da 6912 processori Opteron (6480 computation, 432 operation) per un totale di (12960+864) **13824 cores**.

IBM PowerXCell 8i, 3.2 GHz. Questi processori hanno un core general purpose (PPE), ed otto special performance cores (SPE) per le operazioni floating point. Roadrunner ha un totale di 12960 processori PowerXCell, con 12960 PPE cores e 103680 SPE cores, per un totale di **116640 cores**.

13824 Opteron cores + 116640 Cell cores = 130464 cores

2.35 MW power

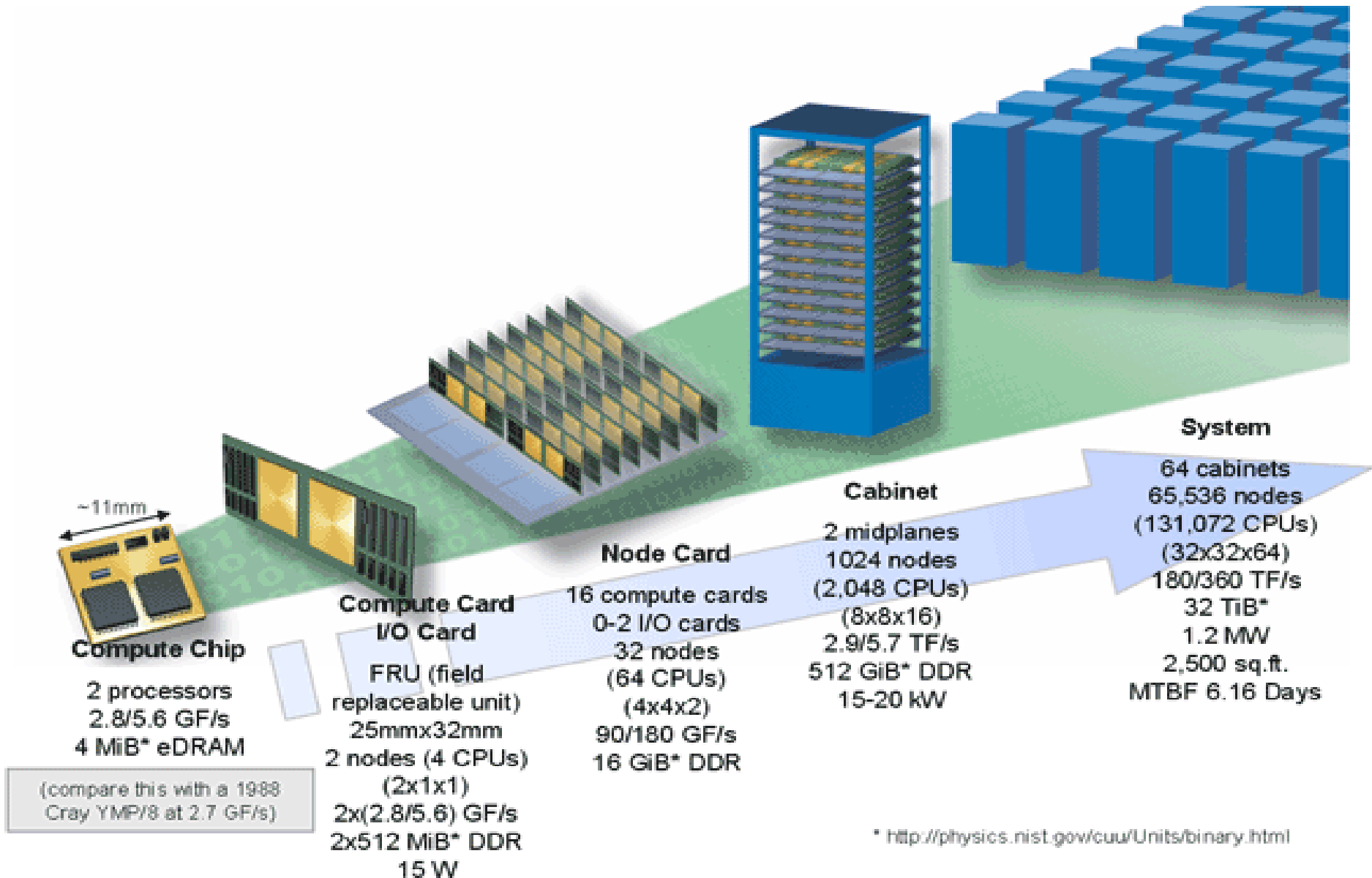
Top500 - BlueGene

DOE/NNSA/LLNL United States BlueGene/L
- eServer Blue Gene Solution IBM

280,6 teraflops (Linpack) con una
configurazione formata da **65.536 nodi**
di calcolo e **1024 nodi di I/O**.



Top500 - BlueGene



Blue Gene - Architecture

- Each Compute or IO node integrates two 700 MHz PowerPC 440 embedded processors (each with a double-pipeline-double-precision Floating Point Unit (FPU)), with associated DRAM memory chips (512 MB)
- Each BlueGene/L node has a theoretical peak performance of 5.6 GFLOPS and dissipates low power. (17 watts)

Blue Gene - Network

Each Blue Gene/L node is attached to three parallel communications networks:

- a 3D toroidal network for peer-to-peer communication between compute nodes
- a collective network for collective communication
- a global interrupt network for fast barriers.

The I/O nodes (which run the Linux) provide communication with the world via an Ethernet network.

A separate and private Ethernet network provides access to any node for configuration and diagnostics.

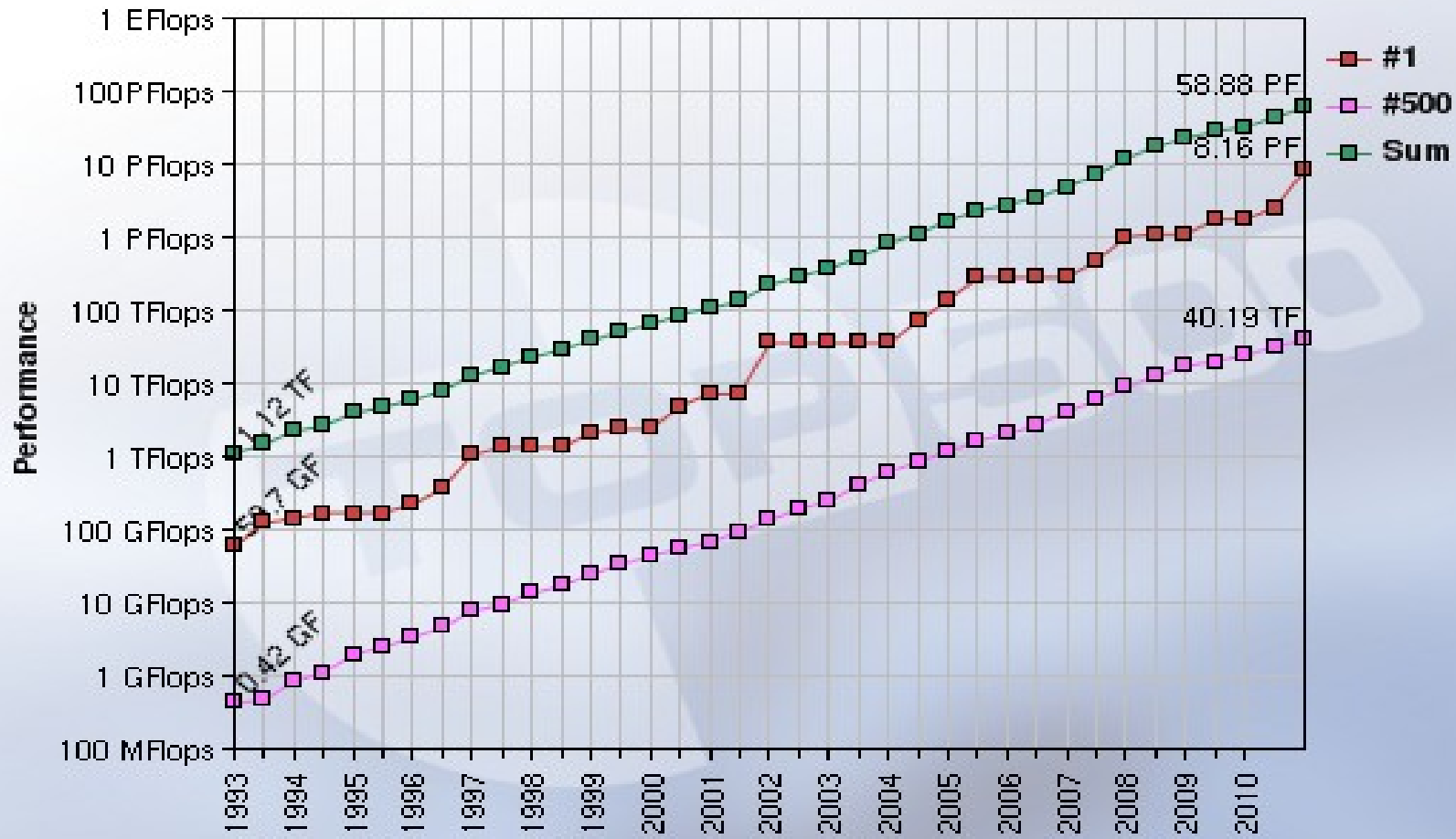
Blue Gene - Software

- Blue Gene/L Compute nodes use a **minimal operating system** supporting a single user program. To allow multiple programs to run concurrently, a Blue Gene system can be partitioned into electronically isolated sets of nodes.
- I/O nodes handle the I/O needs of the compute nodes, and in some cases perform significant management activities, such as booting the compute node kernels or handling system calls not supported by the compute nodes.
- With so many nodes, component failures are inevitable. The system is able to electrically isolate faulty hardware to allow the machine to continue to run.

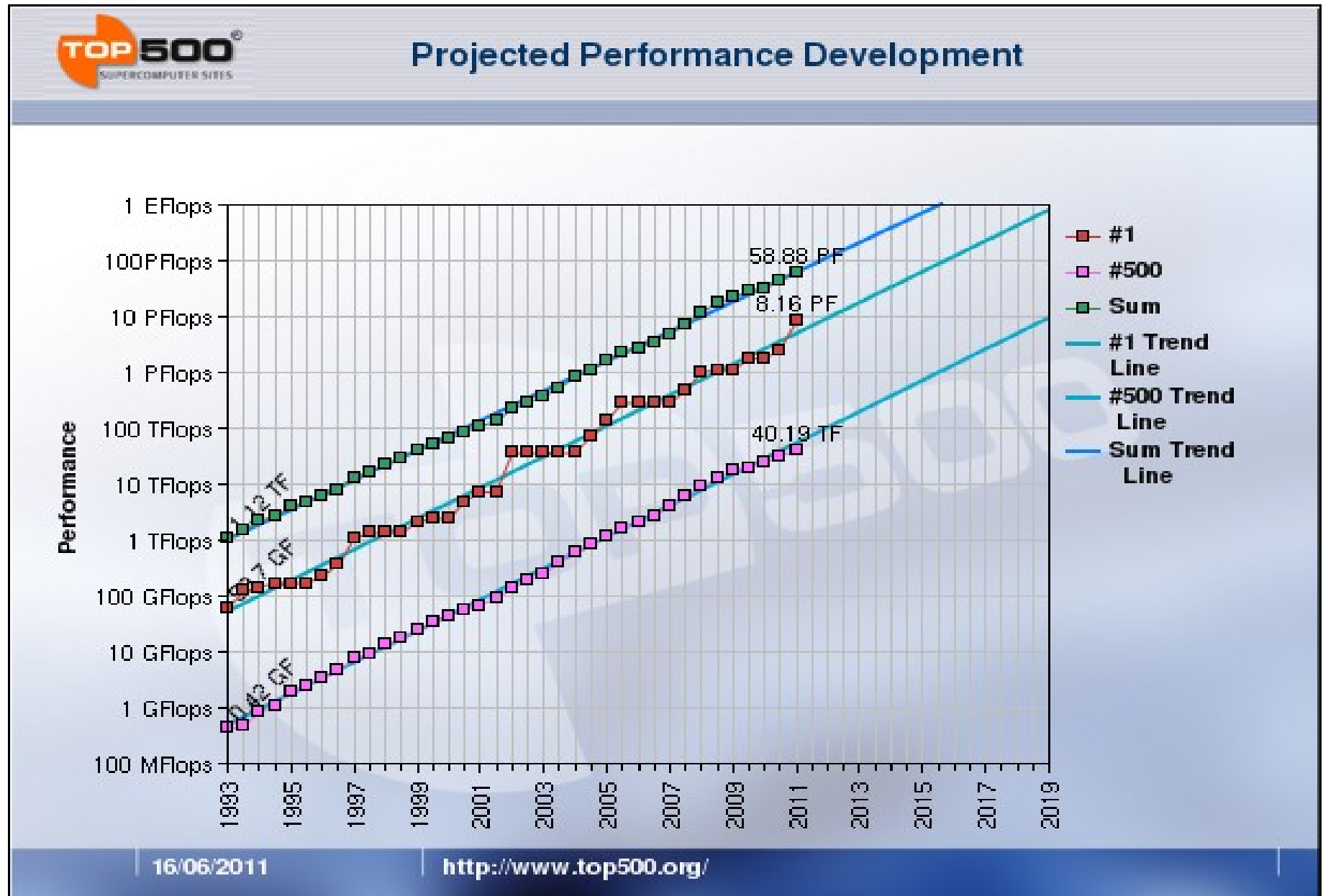
(PetaFLOPS = 10^{15} Floating-point Operations Per Second)



Performance Development



Stime potenza di calcolo mente umana 20-100 petaflops ?

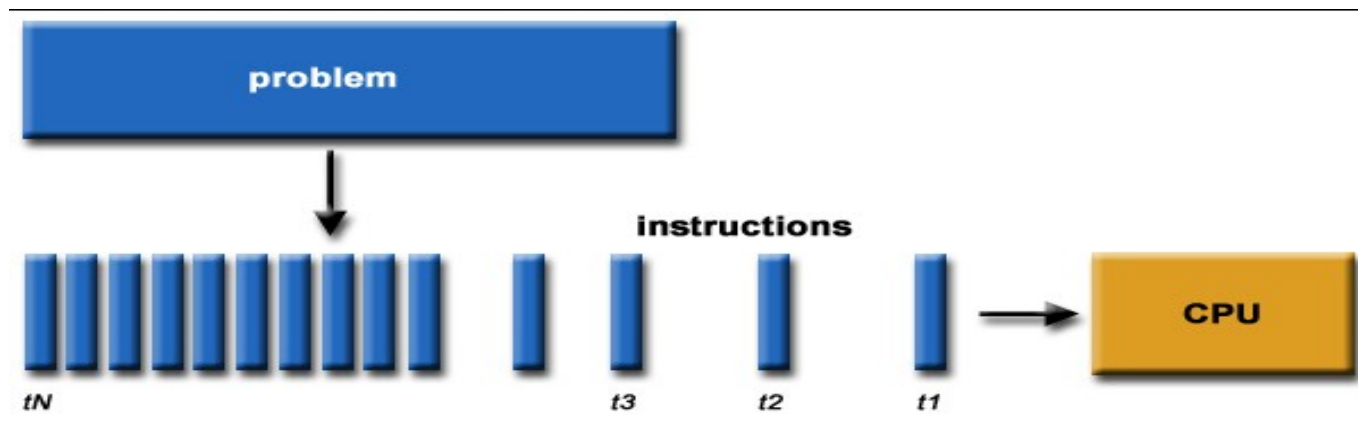


Il calcolo parallelo

Calcolo sequenziale

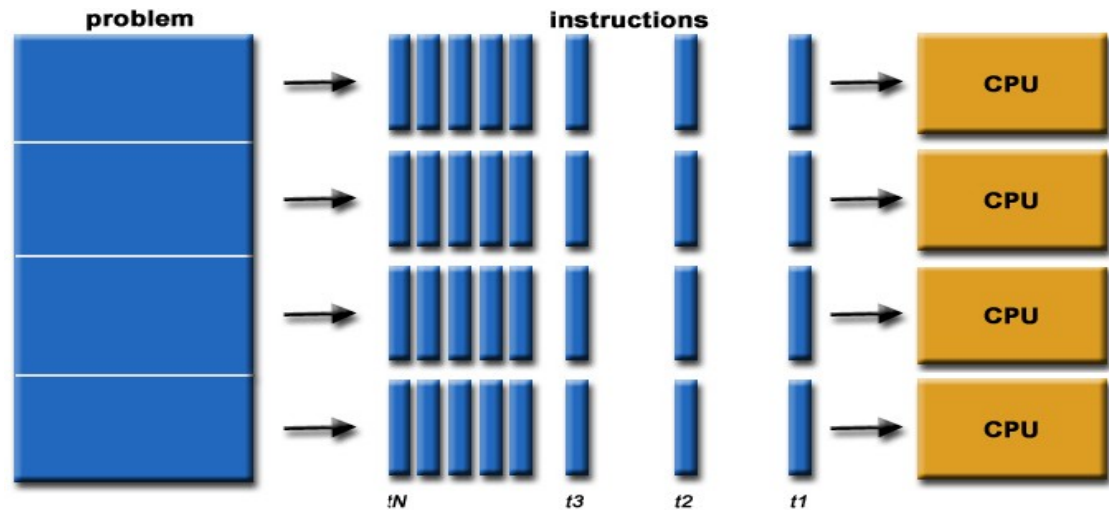
Tradizionalmente il software e' stato scritto per la computazione seriale, ovvero per girare su un singolo computer dotato di una singola CPU

- Un problema e' diviso in una serie discreta di istruzioni
- Le istruzioni sono eseguite una dopo l'altra (almeno in teoria!)
- In un certo istante e' eseguita una sola istruzione (almeno in teoria!)



Calcolo parallelo

- In generale, il calcolo parallelo e' l'uso simultaneo di piu' computer per risolvere un problema computazionale
- Per girare su piu' CPU, un problema e' diviso in parti discrete che possono essere risolte concorrentemente
- Ogni parte e' a sua volta divisa in una serie di istruzioni



- Le istruzioni di ogni parte sono eseguite contemporaneamente su CPU diverse (non necessariamente CPU diverse)

Perche' il calcolo parallelo ?

I principali motivi per usare il calcolo parallelo:

- . Risparmiare tempo (minore wall clock time)
- . Risolvere problemi piu' grandi
- . Utilizzare un insieme di risorse non locali, disponibili su WAN o anche su Internet
- . Contenere i costi: utilizzare contemporaneamente molte risorse computazionali economiche piuttosto che un singolo supercomputer costoso
- . Superare vincoli di memoria
 - . Un singolo computer possiede risorse di memoria finite
 - . Per i problemi piu' grandi, utilizzare la memoria di piu' computer puo' aggirare questo vincolo

Grand Challenge Problems

Storicamente il calcolo parallelo e' stato motivato dalla simulazione numerica di sistemi molto complessi:

- . Understanding matter from elementary particles (quantum chemistry) to cosmology
- . Storm forecasting and climate prediction
- . Understanding biochemical processes of living organisms
- . Drug design
- . Nuclear weapons stewardship
- . Advanced vehicle design
- . Pollution modeling and remediation planning
- . Molecular nanotechnology
- . Cryptology
- . Data mining
- . Information retrieval
- . Computational finance

Limiti del computing seriale

Ci sono ragioni fisiche e pratiche che pongono un serio vincolo alla costruzione di computer seriali sempre più veloci:

- Limiti alla velocità di trasmissione.
 - La velocità di un computer seriale dipende da quanto i dati possono essere spostati velocemente nell'hardware
 - Il limite assoluto è la velocità della luce (30 cm/nsec) ed il limite di trasmissione in un filo di rame (9 cm/nsec)
 - Per incrementare la velocità di trasmissione è necessario aumentare la prossimità dei processing elements
- Limiti alla miniaturizzazione
 - La tecnologia dei processori permette di inserire un numero sempre più alto di transistor in un chip
 - Anche con componenti a livello atomico/molecolare un limite di miniaturizzazione sarà comunque raggiunto

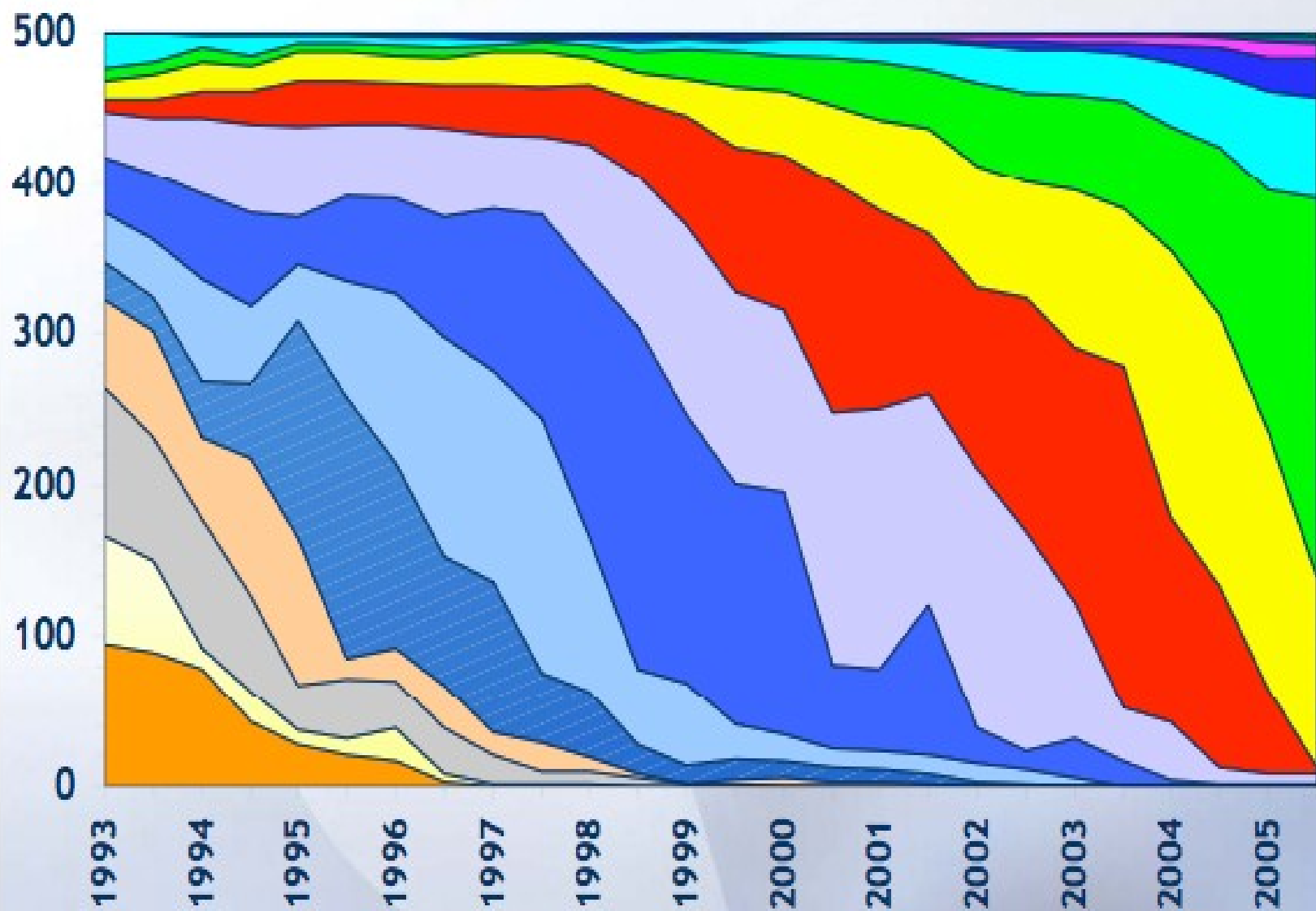
Limiti economici

- . E' sempre piu' costoso realizzare processori sempre piu' veloci
- . E' meno costoso utilizzare un numero piu' grande di processori moderatamente veloci per raggiungere la stessa performance, o addirittura una performance piu' alta
- . Negli ultimi 10 anni i trend indicano l'imporsi di
 - . network sempre piu' veloci
 - . sistemi distribuiti
 - . architetture di computer multi processore, anche a livello di desktop e laptop

Il parallelismo e' il futuro del computing ?

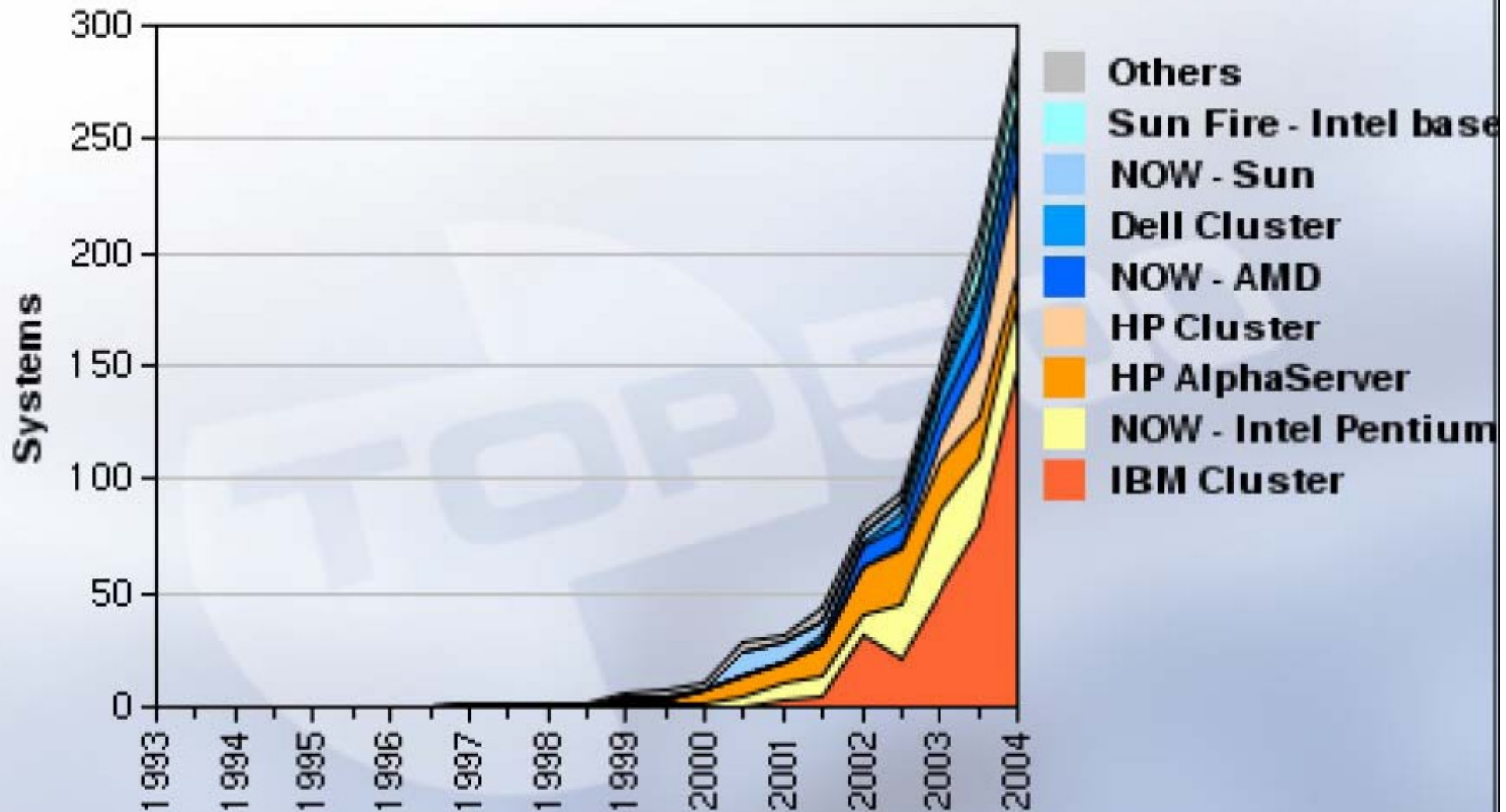
Il Parallelismo Oggi

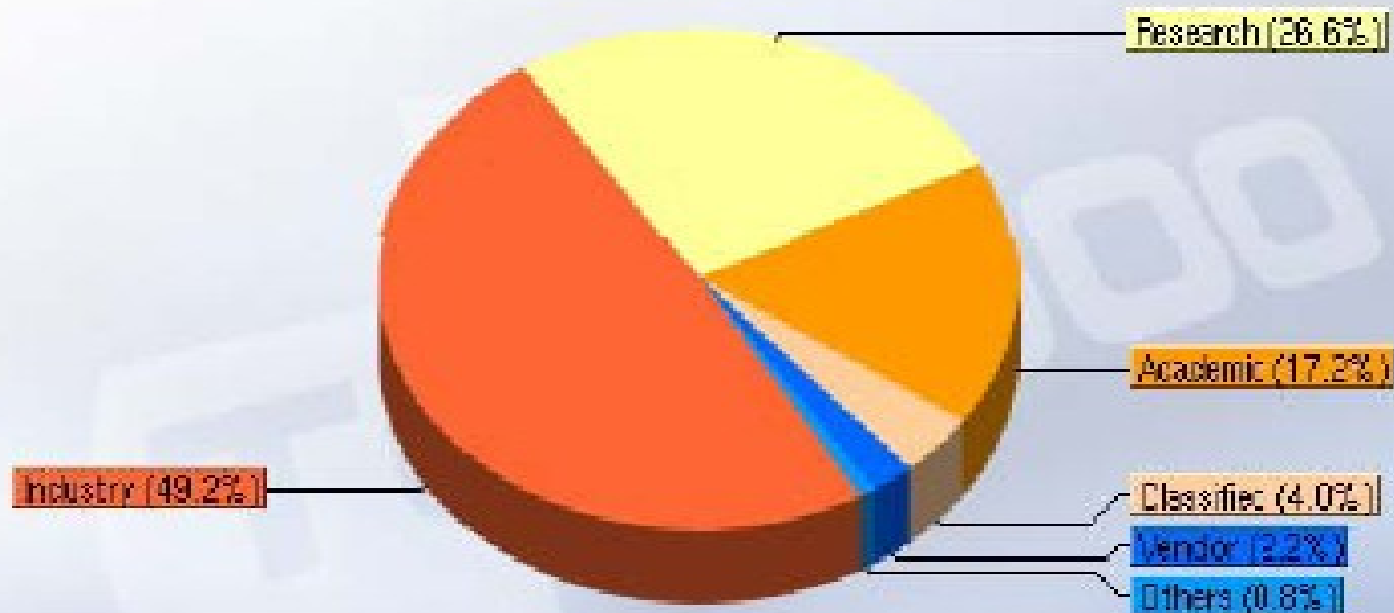
- . Parallelismo implicito
 - . pipeline (esecuzione pipelined implicita delle istruzioni)
- . Parallelismo esplicito
 - . istruzioni multimediali e di streaming (MMX, SSE vedi opzioni del compilatore)
- . Processori multicore
 - . AMD: Opteron dual core (caches separate)
 - . Intel: Core 2 Duo, dual core (cache condivisa)
 - . Sun: Niagara, 8 cores
 - . IBM: Power 5, dual core; Cell 1 PPC core ed 8 SPE
- . Cluster (Beowulf cluster)
- . SuperComputer (vedi il trend della top500)



- 64k-128k
- 32k-64k
- 16k-32k
- 8k-16k
- 4k-8k
- 2049-4096
- 1025-2048
- 513-1024
- 257-512
- 129-256
- 65-128
- 33-64
- 17-32
- 9-16
- 5-8
- 3-4
- 2
- 1

Clusters (NOW) / Systems





Blue Brain Project

Reconstructing the brain piece by piece and building a virtual brain in a supercomputer—these are some of the goals of the Blue Brain Project. The virtual brain will be an exceptional tool giving neuroscientists a new understanding of the brain and a better understanding of neurological diseases.

The computing power needed is considerable. Each simulated neuron requires the equivalent of a laptop computer. A model of the whole brain would have billions. Supercomputing technology is rapidly approaching a level where simulating the whole brain becomes a concrete possibility.