

## Lezione 16-09-08

### Classificazione elaboratori (vedi slide da 2 a 5)

Gli elaboratori vengono differenziati generalmente in:

- GENERAL-PURPOSE
- SPECIAL-PURPOSE
- EMBEDDED

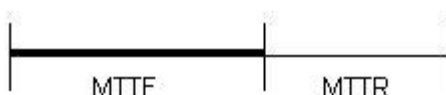
Quelli embedded non hanno un sistema operativo che li gestisce. Il sistema operativo fa sì che l'architettura sia layered (a livelli) in modo tale da avere un'economia di scala e da nascondere dettagli specifici alle applicazioni.

DESKTOP e SERVER si differenziano per il throughput e la dependability.

Tra i SUPERCOMPUTER citiamo l'IBM Blue Gene, una macchina vettoriale composta da 65.536 nodi di calcolo distribuiti in 32 torri e con 1024 addizionali nodi dedicati alle comunicazioni tra le unità con una potenza di calcolo di 300 TFLOPS che sfrutta il parallelismo massivo, cioè centinaia o migliaia di processori sono utilizzati per effettuare le operazioni. È un esempio di architettura NUMA (Non Uniform Memory Access). Le architetture di questo tipo sfruttano la clusterizzazione dei processori e in particolare sfruttano la suddivisione della memoria ad accesso veloce in banchi (dati ognuno a un piccolo numero di processori).

Tra i sistemi a multiprocessore da citare anche l'80 Core Intel Microprocessor, che è un chip composto da 80 "nuclei" operativi con un potenza di calcolo complessiva di circa 1 TFLOPS.

Come dicevamo prima, la differenza tra DESKTOP e SERVER oltre che dal throughput è data dalla dependability. Questo fattore è il vero parametro che guida il progetto strutturale di un server e indica la capacità di fornire un servizio che può essere considerato affidabile. Può essere descritta come il tempo medio che intercorre tra due errori/guasti ( $MTBF = MTTF + MTTR$ , mean time between failures = mean time to failure + mean time to repair).



## **Prestazioni (vedi slide da 6 a 8)**

Il raggiungimento di determinate prestazioni è lo scopo principale delle architetture. Le prestazioni non dipendono unicamente dalla CPU, come si potrebbe erroneamente pensare, ma dipendono anche da bus, gerarchie di memoria, gestione dell'I/O, dalle prestazioni e dalla tipologia delle periferiche e dal software di base.

Per esempio, supponiamo di avere un sistema orientato alle applicazioni web. Questo sistema occupa il 40% del tempo per eseguire istruzioni mentre il 60% per la gestione dell'I/O. Cambiando la CPU con una anche 10 volte più potente non si ottiene un grande miglioramento prestazionale. Infatti per la legge di Amdahl si calcola lo speedup dato dal rapporto tra prestazioni senza miglioramento e prestazioni con miglioramento. In questo caso si nota che lo speedup sarebbe pari a 1,56, cioè aumentando di 10 volte le prestazioni della cpu si ha un miglioramento solo di 1,56 volte le prestazioni del sistema. Questo esempio rafforza l'idea della non dominanza del processore nelle prestazioni globali (nei sistemi piccoli è parzialmente vero che il costo del processore è dominante).

## **Sviluppo tecnologico (vedi slide 9-10)**

I parametri principali considerato il miglioramento delle prestazioni dipendenti dallo sviluppo tecnologico sono il **throughput** (o ampiezza di banda) e la **latency** (latenza). Il throughput rappresenta il numero di operazioni svolte in un tempo preassegnato (cioè dà la densità di operazioni nell'unità di tempo) mentre la latency rappresenta il tempo di risposta.

Nell'ultimo periodo è stato mediamente più facile aumentare il throughput rispetto alla latency e soprattutto nei microprocessori si è avuto il maggior aumento prestazionale. Comunque per bilanciare le prestazioni globali oltre ad aumentare il throughput e a diminuire la latency bisogna paradossalmente stare attenti al "resto", cioè ai componenti del sistema come dischi, memorie, etc....

## **Sviluppo microelettronico (vedi slide 11)**

La densità di transistor per unità di superficie è un fattore determinante per lo sviluppo microelettronico.

Un altro fattore molto importante è la potenza dissipata (soprattutto per pc portatili), espressa come:

$$PotenzaDissipata = \frac{1}{2} \cdot CapacitàCarico \cdot Tensione^2 \cdot Frequenza$$

Con una piccola riduzione della tensione si può ottenere una notevole riduzione di potenza dissipata perché diminuire la tensione equivale a dire diminuire la frequenza di clock (per ovvie ragioni).

Per esempio, una riduzione della tensione del 15% provoca una riduzione della potenza di circa il 60%:

$$\frac{(tensione \cdot 0,85)^2 \cdot (frequenza \cdot 0,85)}{tensione^2 \cdot frequenza} = 0,61$$

Legge del 10: la velocità di comunicazione dipende dall'ambito in cui si opera. Se si assume pari a 1 il tempo di comunicazione tra due elementi all'interno di un chip, ne deriva che:

- il tempo di comunicazione tra chip (all'interno di una singola piastra) vale 10
- il tempo tra piastre vale 100

## **Sviluppo architetturale**

Si riesce ad aumentare le prestazioni cambiando l'architettura. Sono stati introdotti una serie di meccanismi (quali PIPELINE, superscalarità) che permettono di migliorare le prestazioni sfruttando parallelismo e principio di località (temporale e spaziale; adoperato nella cache per far sì che i dati più utilizzati siano più "vicini").

## **Classificazione processori (vedi slide 12)**

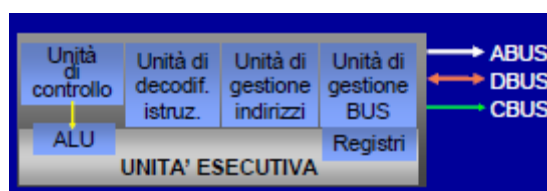
- General Purpose (alte performance generalizzate): Pentium, Athlon, Sparc, Power
- Special Purpose (alte performance in settori specifici): architetture mirate a funzionalità specifiche come DSP (Digital Signal Processing), microprocessore grafico (Intel, Nvidia, ATI)
- Embedded micro / System-On-Chip: ARM (alte performance), Hitachi e Motorola (basse performance).

## **Microprocessore (vedi slide 14)**

L'evoluzione microelettronica da un lato ha portato più funzioni sullo stesso chip, ma dall'altro anche la migrazione su hardware di operazioni che prima erano gestite via software.

Architettura fondamentale di un microprocessore:

- Unità di controllo
- Unità esecutiva (ALU, registri)
- Unità di decodifica istruzioni
- Unità di gestione dei bus (address bus, data bus, control bus)
- Unità di gestione indirizzi



Nelle architetture CISC i tempi di fetch/decode/execute sono variabili (le istruzioni hanno dimensione variabile).

Nelle architetture RISC i tempi invece sono pressoché uguali.

# LEZIONE 16 Settembre 2008

# CLASSIFICAZIONE ELABORATORI(MICROPROCESSORI)

Caratteristica	Desktop	Server	Embedded
Prezzo del sistema	\$ 500-\$ 5000	\$ 5000-\$ 5 000 000	\$ 10-\$ 100 000 (compresi i router di rete di fascia alta)
Prezzo di un singolo modulo a microprocessore	\$ 50-\$ 500 (per processore)	\$ 200-\$ 10 000 (per processore)	\$ 0.01-\$ 100 (per processore)
Aspetti critici nella progettazione	Rapporto prezzo-prestazioni, prestazioni grafiche	Capacità di elaborazione (throughput), disponibilità, scalabilità	Prezzo, consumo di potenza, prestazioni per specifiche applicazioni

... .. le loro caratteristiche essenziali. Notate l'ampia

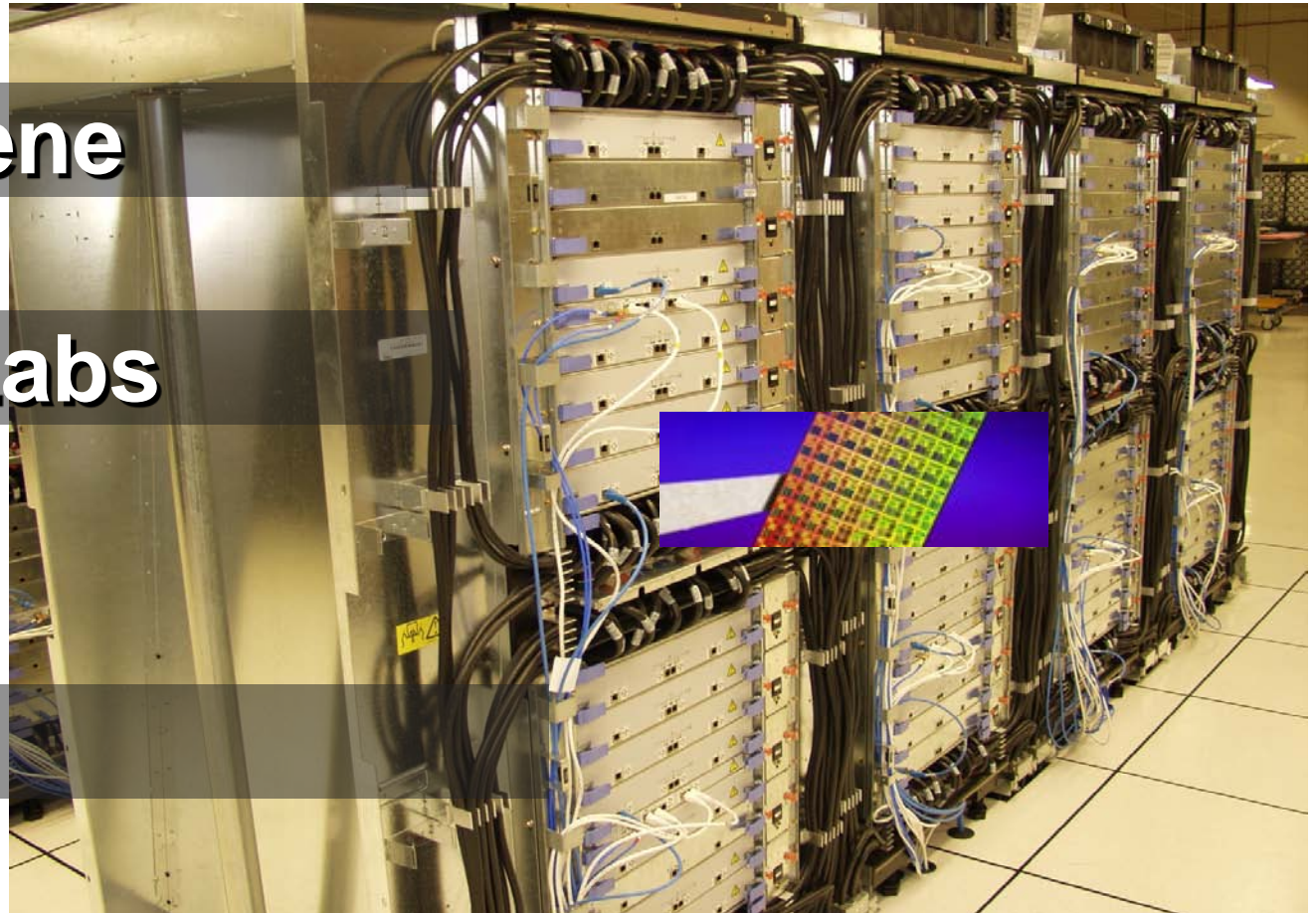
# Supercomputer 2006

IBM Blue Gene

Livermore Labs

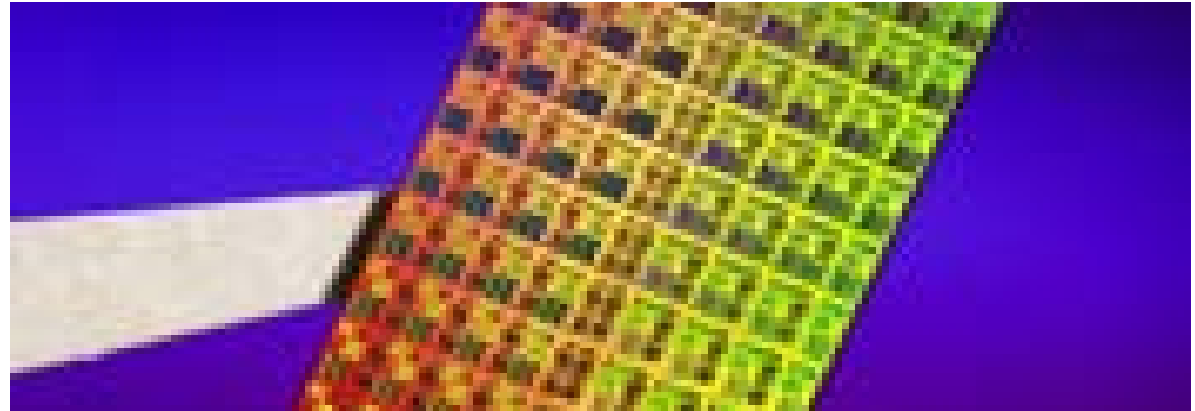
Potenza:

300 TFlops



(300.000.000.000.000 moltiplicazioni  
secondo)

# 80 Core Intel Microprocessor



**Potenza:**

**1 TFlops**

**Architettura:**

**80 microprocessori interagenti della classe  
Pentium**



# Dependability (MTBF)

Applicazione	Costo orario del disservizio (migliaia di dollari)	Pe
Servizi assicurativi	\$ 6450	
Autorizzazione per carte di credito	\$ 2600	
Servizi di spedizione pacchi	\$ 150	
Canale per acquisti domestici	\$ 113	
Centro di vendite a catalogo	\$ 90	
Centro prenotazioni aeree	\$ 89	
Attivazione di servizi per cellulari	\$ 41	
Gestione pagamenti per servizi web	\$ 25	
Gestione prelievi bancari automatici	\$ 14	

# Il problema delle prestazioni

Le prestazioni di un elaboratore NON dipendono solo dalla CPU, ma:

1. Architettura di sistema (bus, gerarchia memorie, gestione I/O – interrupt, interfacce-)
2. Prestazioni e tipologia periferici (rete, memorie massa)
3. Software di base

# ERRORE!

## Il processore conta più di tutto!

**ESEMPIO:** in un sistema orientato ad applicazioni web il 40% del tempo è svolto nell'esecuzione di istruzioni e il 60% in operazioni di I/O (rete, disco).

Sostituendo il nuovo processore con uno **10 volte** più veloce, il guadagno di prestazioni (speedup) risulta:

**SPEEDUP = (prestazioni senza miglioramento)/(prestazioni con miglioramento)**  
**(LEGGE DI AMDAHL)**

$$\text{SPEEDUP} = T_{\text{vecchio}}/T_{\text{nuovo}} = T(0.6 + 0.4)/T(0.6 + 0.4/10)$$

$$\text{SPEEDUP} = 1/0.64 = 1.56$$

# ERRORE!

## Il costo del processore è dominante!

	Processore e altro	Memoria	Dischi	Software
IBM eServer p5 595	28%	16%	51%	6%
IBM eServer p5 595	13%	31%	52%	4%
HP Integrity rx5670 Cluster	11%	22%	35%	33%
HP Integrity Superdome	33%	32%	15%	20%
IBM eServer pSeries 690	21%	24%	48%	7%
<b>Media per i server con migliori prestazioni</b>	<b>21%</b>	<b>24%</b>	<b>48%</b>	<b>7%</b>
Dell PowerEdge 2800	6%	3%	80%	11%
Dell PowerEdge 2850	7%	3%	76%	14%
HP ProLiant ML350	5%	4%	70%	21%
HP ProLiant ML350	9%	8%	65%	19%
HP ProLiant ML350	8%	6%	65%	21%
<b>Media per i server con migliore rapporto costo-prestazioni</b>	<b>7%</b>	<b>4%</b>	<b>70%</b>	<b>19%</b>

# LINEE DI SVILUPPO TECNOLOGIA

I parametri fondamentali per valutare lo sviluppo e le conseguenti prestazioni sono:

1. **Throughput** (ampiezza di banda) definita come la quantità totale di compiti/azioni/operazioni svolte in un tempo preassegnato
2. **Latency** (tempo di risposta)

# LINEE DI SVILUPPO TECNOLOGIA

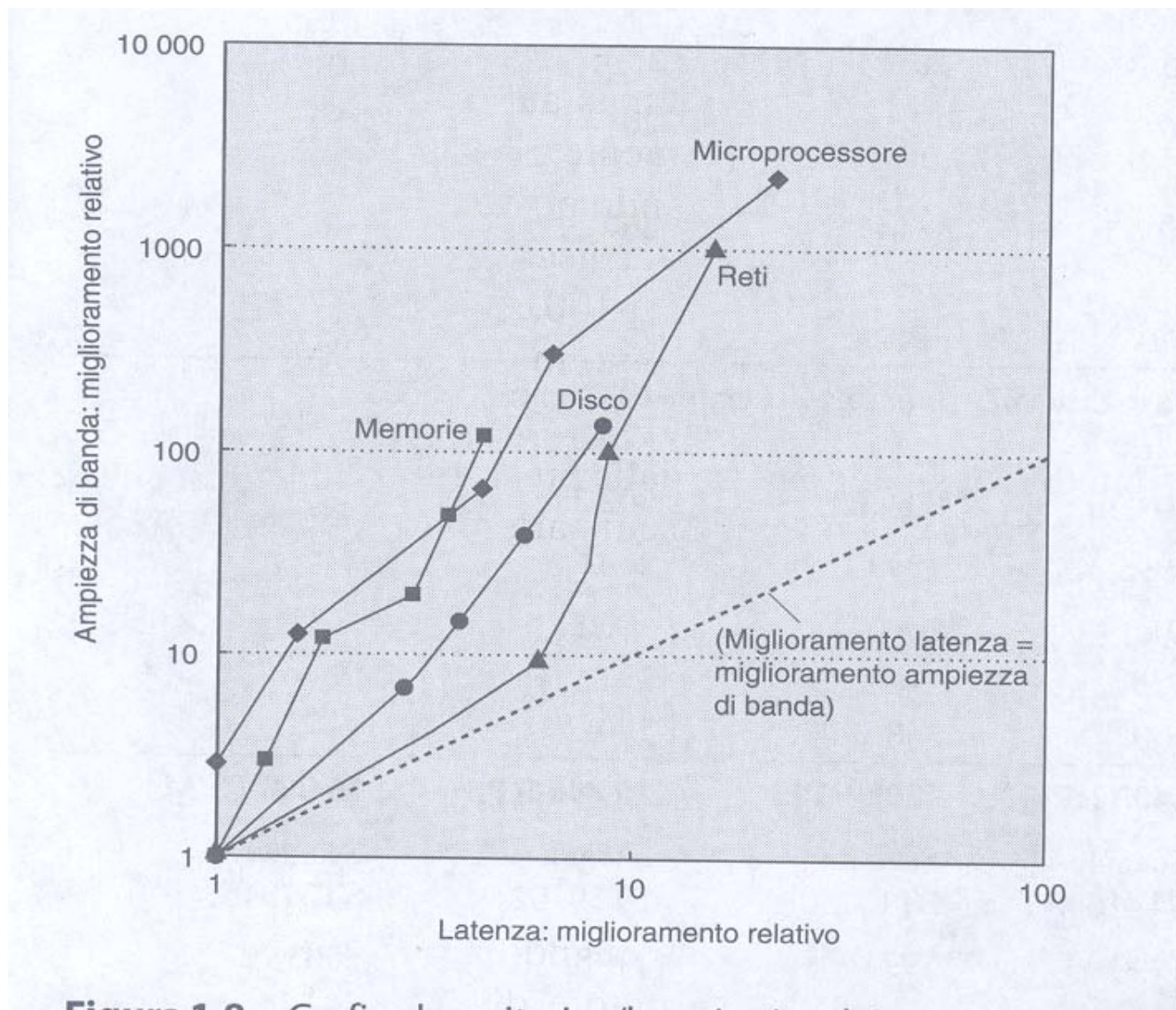


Figura 1.9. Grafico a linee che mostra l'evoluzione tecnologica delle diverse componenti hardware.

# LINEE DI SVILUPPO MICROELETTRONICA

**POTENZA dissipata =  $\frac{1}{2} * \text{capacità carico} * (\text{tensione})^2 * \text{frequenza}$**

**Esempio: oggi alcuni micro vengono progettati per funzionare con tensione di alimentazione regolabile, così una diminuzione del 15% della tensione riduca anche parimenti la frequenza di clock**

**Riduzione Potenza =  $((\text{tensione} * 0.85)^2 * \text{frequenza} * 0.85) / ((\text{tensione})^2 * \text{frequenza})$   
= 0.61**

**Si ottiene significativa riduzione consumo a fronte di una riduzione delle prestazioni del solo 15%**



**General purpose** (High performance):  
Pentium, Athlon, Sparc, PowerPC

**Special purpose**

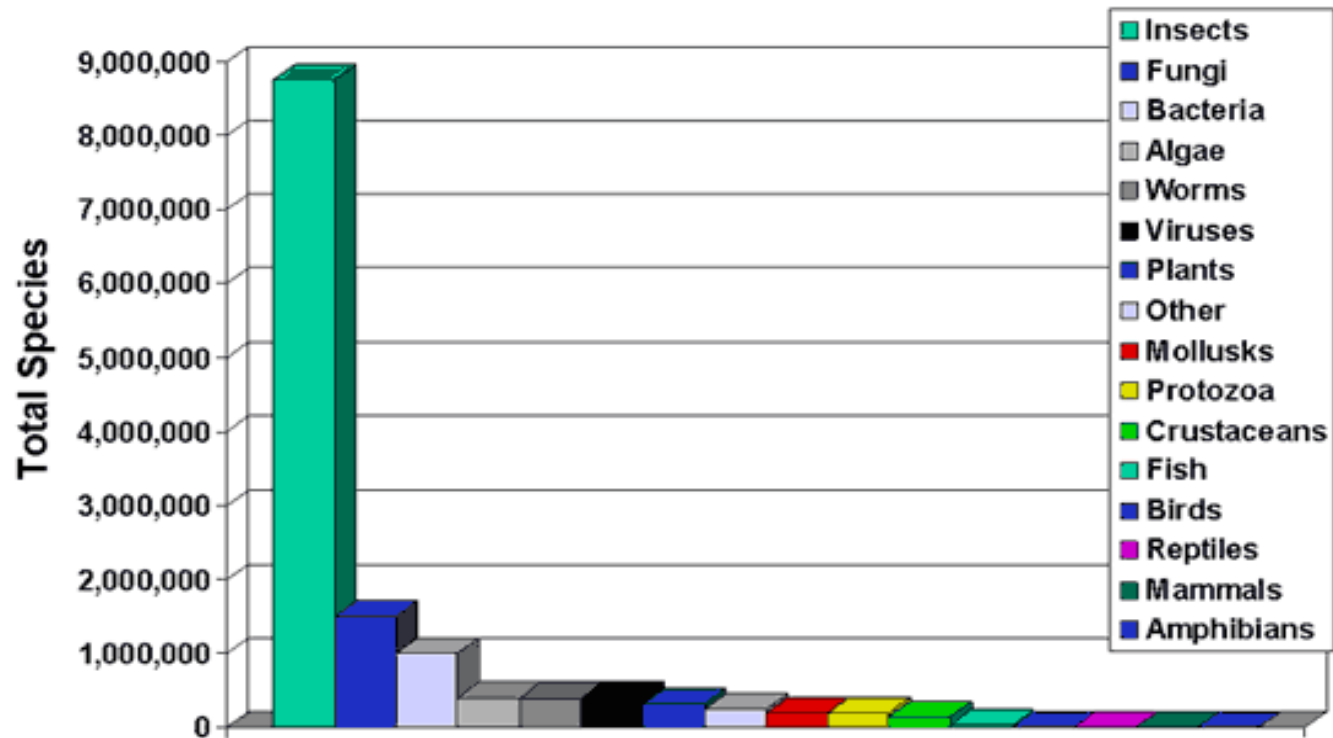
- DSP (Digital Signal Processing)
- Microprocessore grafico (Intel, Nvidia, ATI)

**Embedded micro/system-on-chip:**

- High performance: ARM
- Low performance: Hitachi, Motorola



# All Life on Earth Is Insects...



Source: Scientific American, 7/01

Statistically, insects are the only significant species on earth. In comparison, Pentium sales (compared to total microprocessor sales) is about equivalent to a little less than viruses.

# Microprocessore

