
Simulazione distribuita

Piattaforme hardware e concetti
fondamentali di simulazione

Programma

- Piattaforme hardware
 - Computer paralleli
 - Computer distribuiti
- Fondamenti di simulazione
 - Lo stato
 - Il tempo
 - L'avanzamento del tempo

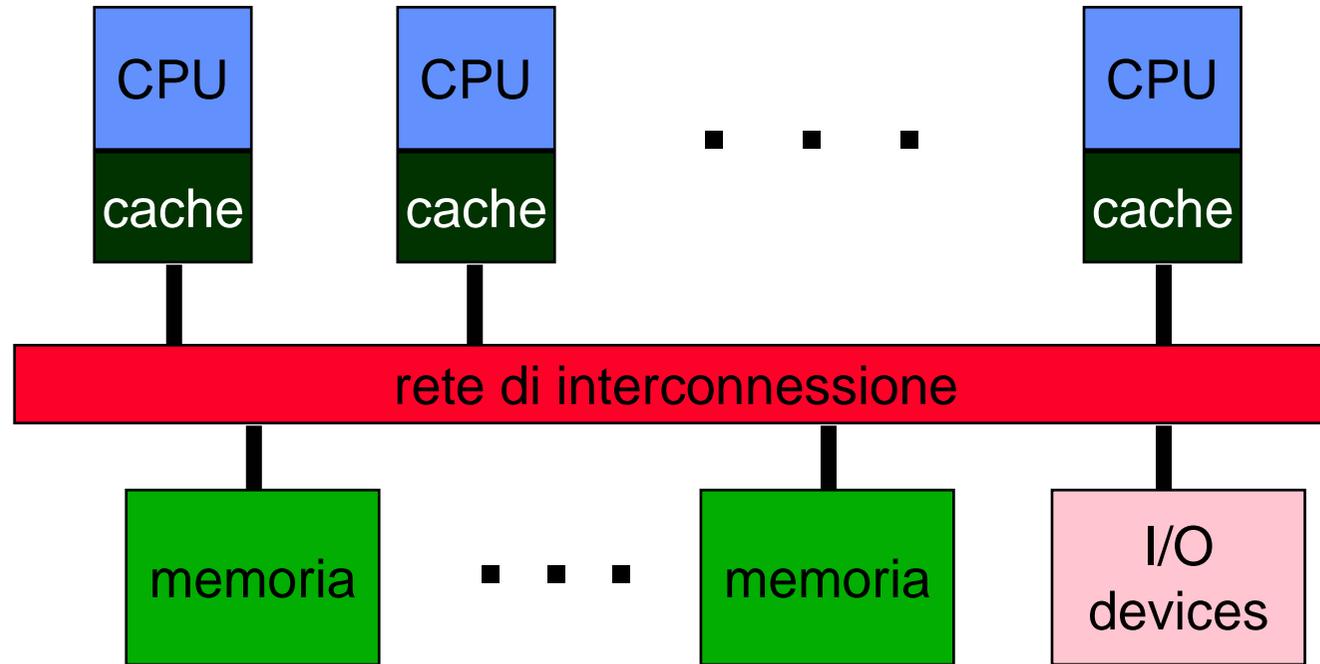
Computer paralleli e distribuiti

- Computer paralleli (tightly coupled processors)
 - Multiprocessori a memoria condivisa (shared)
 - Multicomputer a memoria distribuita
- Computer distribuiti (loosely coupled processors)
 - Workstation collegate da una LAN

	Computer Paralleli	Computer distribuiti
Aspetto fisico	“sala macchine”	indefinito
Processori	omogenei	spesso eterogenei
Rete di comunic.	switch proprietario	LAN / WAN
Latenza	alcune decine di microsecondi	da centinaia di microsecondi a secondi

Multiprocessori a memoria condivisa

Esempi: Sun Enterprise; SGI Origin



Modello di programmazione: variabili condivise, lock (sincro)

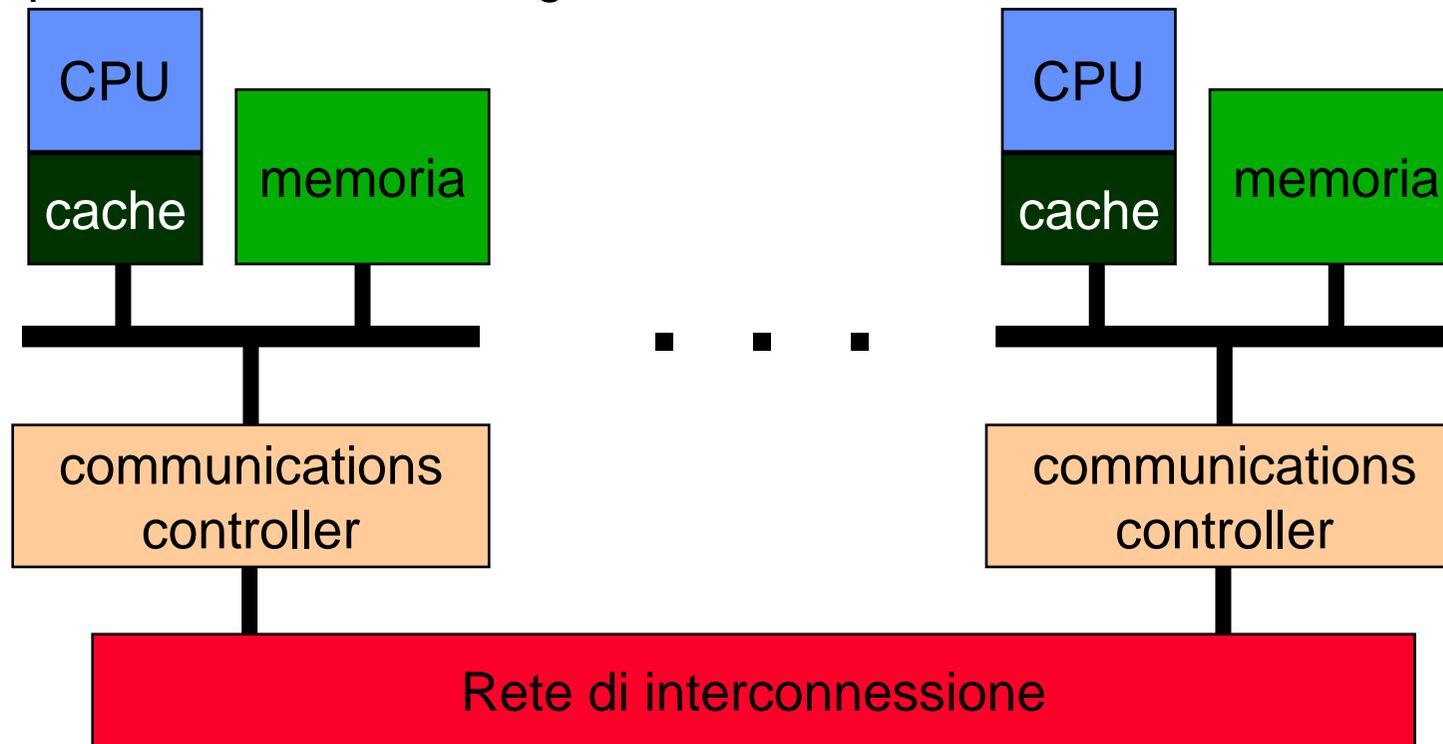
	{ shared int i; L		{ shared int i, L

Processor 1	Lock (L)	Processor 2	Lock (L)
	i = i + 1;		i = i + 1;
	Unlock (L)		Unlock (L)

	}		}

Multicomputer a memoria distribuita

Esempi: IBM SP, Intel Paragon



Modello di programmazione: NO shared variables, message passing

```
Processor 1 {int i;  
...  
Send (2, &i, sizeof(int))  
...  
}
```

```
Processor 2 {int j;  
...  
Receive (&j, sizeof(int));  
...  
}
```

Programma

- Piattaforme hardware
 - Computer paralleli
 - Computer distribuiti
- Fondamenti di simulazione
 - Lo stato
 - Il tempo
 - L'avanzamento del tempo

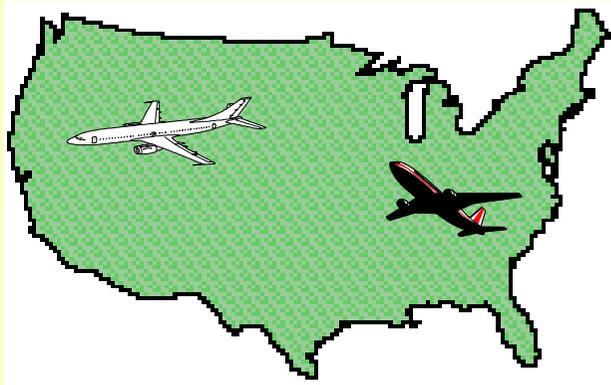
Fondamenti di simulazione

Un simulatore è un programma che modella il comportamento di un sistema fisico nel corso del tempo.

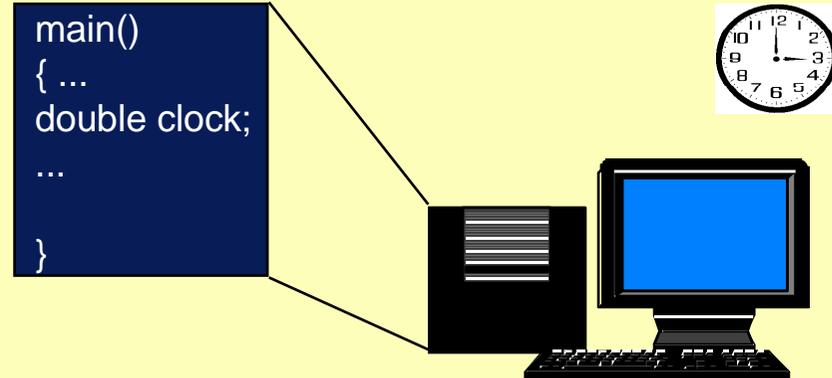
- Le variabili del programma (variabili di stato) rappresentano lo stato corrente del sistema fisico.
- Il simulatore modifica le variabili di stato per modellare l'evoluzione del sistema fisico nel corso del tempo.

Il tempo

- *sistema fisico*: il sistema reale o immaginario da simulare
- *simulazione*: un sistema che emula il comportamento del sistema fisico



sistema fisico



simulazione

- **Tempo fisico**: il tempo all'interno del modello fisico
 - l'intervallo di tempo fisico oggetto della simulazione
- **Tempo simulato**: la rappresentazione del tempo fisico nel simulatore
 - ad esempio una serie di "step"
- **Wallclock time**: il tempo "esterno" durante l'esecuzione di una simulazione, il tempo percepito durante l'esecuzione, nella simulazione analitica cerchiamo di ridurlo al minimo

Tempo simulato

Il **tempo simulato (Simulation time)** è definito come un insieme totalmente ordinato di valori. Ogni valore rappresenta un preciso istante nel tempo modellato dal sistema fisico.

Per ogni coppia di tempi simulati, con T_1 che rappresenta l'istante P_1 e T_2 che rappresenta P_2 :

- ordinamento temporale corretto
 - se $T_1 < T_2$, allora P_1 è precedente a P_2
 - (esempio) 21.0 le 21:00, 21.5 rappresenta le 21:30
- rappresentazione corretta di intervalli
 - $T_2 - T_1 = k (P_2 - P_1)$ per un valore k (da definire)
 - 1.0 nel tempo simulato rappresenta 1 ora di tempo fisico

Esecuzione Paced vs. Unpaced

Modalità di esecuzione

- *As-fast-as-possible* (unpaced, non regolata): non esiste una relazione prefissata tra l'avanzamento del tempo simulato e il wallclock time
- *Real-time* (paced, regolata): ogni avanzamento del tempo simulato è sincrono al procedere del wallclock time
- *Scaled real-time* (paced): ogni avanzamento nel tempo simulato avviene in maniera proporzionale all'avanzamento del wallclock time (ad esempio 2x wallclock time)

$$\text{Simulation Time} = W2S(W) = T_0 + S * (W - W_0)$$

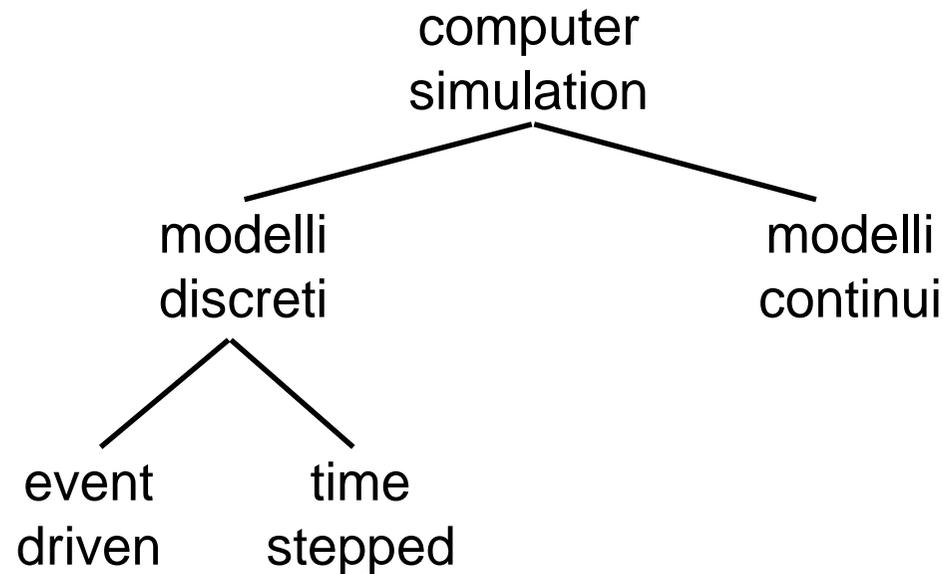
W = wallclock time; S = fattore di scala

T_0 = tempo simulato iniziale

W_0 = wallclock time all'inizio della simulazione

(ovviamente si assume coerenza tra le unità di misura del tempo utilizzate)

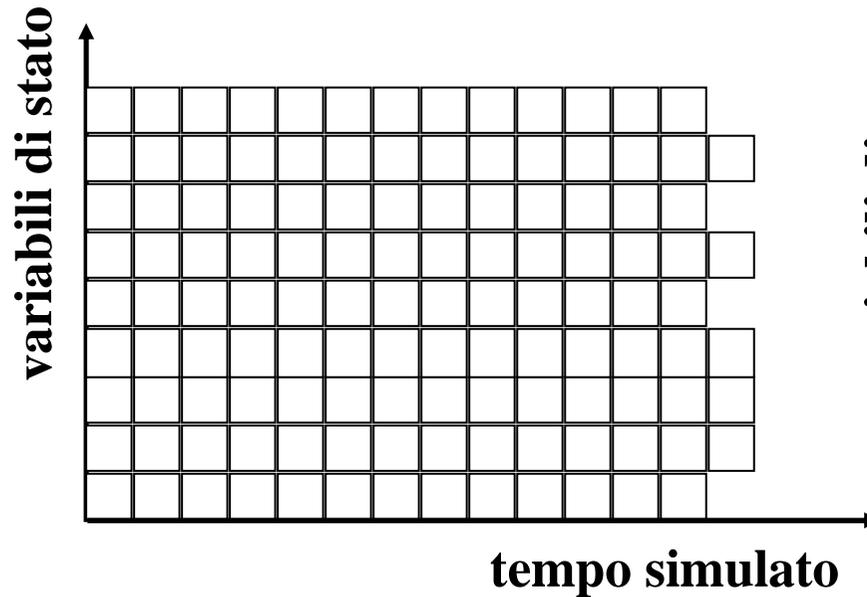
Tassonomia



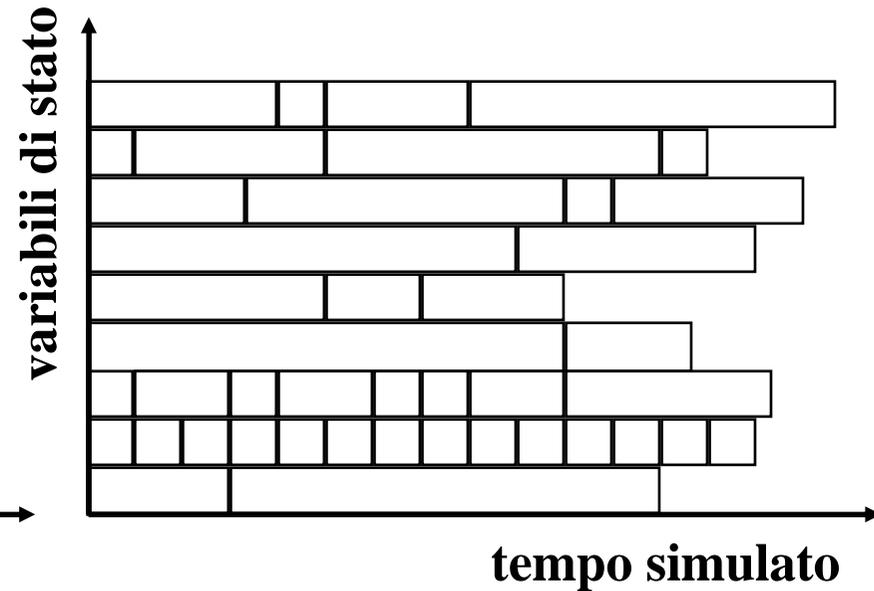
- Simulazioni continue
 - Il cambiamento di stato è continuo nel corso del tempo
 - Tipicamente vengono rappresentati con equazioni differenziali
- Simulazioni a tempo discreto
 - I cambiamenti di stato avvengono ad intervalli discreti
 - **Time stepped**: incremento del tempo secondo quantità fisse
 - **Event stepped**: incrementi irregolari e non predefiniti

Time Stepped vs. Event Stepped

Come varia lo stato del sistema all'avanzare del tempo?



esecuzione
time stepped



esecuzione
event driven

Time Stepped Execution (Paced)

While (simulation not completed)

{

Wait Until ($W2S(\text{wallclock time}) \geq \text{current simulation time}$)

Compute state of simulation at end of this time step

Advance simulation time to next time step

}

Conclusioni

- Architetture Hardware
 - Tightly coupled: bassa latenza, comunicazioni veloci
 - Networked: latenza, perdita messaggi
- Diversi concetti diversi di tempo: tempo simulato, wallclock time e tempo fisico del sistema.
- Paced execution (ad esempio Virtual Environments) vs. unpaced execution (ad esempio simulazione analitica, ricerca speed-up)
- Simulazione continua e discreta
- Meccanismi di avanzamento del tempo
 - time stepped vs. event stepped