

# Simulazione Parallela e Distribuita

## *Introduzione e motivazioni*

---



**Gabriele D'Angelo**

[gda@cs.unibo.it](mailto:gda@cs.unibo.it)

<http://www.cs.unibo.it/~gdangelo>

Dipartimento di Scienze dell'Informazione  
Università degli Studi di Bologna

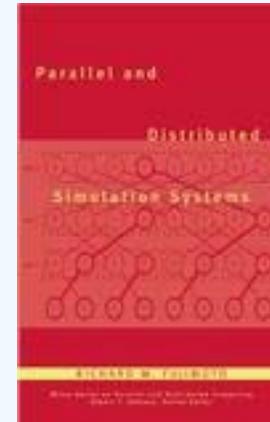
# Riferimenti

- Parallel and Distributed Simulation Systems

Richard M. Fujimoto

Wiley-Interscience

ISBN 0-471-18383-0



- Corso del Prof. Richard Fujimoto

[http://www.cc.gatech.edu/classes/AY2000/cs4230\\_spring/](http://www.cc.gatech.edu/classes/AY2000/cs4230_spring/)

- Queste slide e altre risorse utili:

<http://www.cs.unibo.it/~gdangelo/didattica.html>

# Introduzione e motivazioni

- Cosa si intende per simulazione parallela e distribuita (PADS)
- Perché siamo interessati a questo argomento?
- Simulazioni analitiche e Digital Virtual Environments (DVE)
- Breve prospettiva storica
- La simulazione PADS oggi
- Conclusioni

# Simulazione / Simulazione distribuita

- Cosa si intende per simulazione:

è la rappresentazione o l'emulazione temporale del comportamento di un sistema da parte di un altro sistema

- Con “simulazione distribuita” ci si riferisce alla tecnica utilizzata nell'esecuzione della simulazione: l'esecuzione è affidata ad un insieme di unità di elaborazione (physical execution unit, PEU) interconnesse da una rete di comunicazione
- La rete di comunicazione può essere di diverso tipo:
  - sistemi multiprocessore a memoria condivisa
    - tightly coupled systems: SMP, HPC
  - workstation interconnesse da una rete
    - loosely coupled systems: LAN, WAN, Internet

# Simulazione parallela o distribuita?

## ■ Simulazione parallela

- le unità di elaborazione sono interconnesse da una rete a bassa latenza, eventualmente con memoria condivisa (es. SMP)

## ■ Simulazione distribuita

- Le unità di elaborazione sono interconnesse da una rete con latenza rilevante, ordini di grandezza superiori rispetto al caso parallelo. Non è presente alcun tipo di memoria condivisa

## ■ Sistemi reali

- I sistemi reali sono spesso caratterizzata da un'architettura mista. Ad esempio un insieme di macchine multiprocessore (SMP) collegate attraverso una rete locale o geografica. Processori Hyper-Threading e Multi-core rappresentano un ulteriore livello di eterogeneità

# Buoni motivi per distribuire una simulazione (1/2)

- Ridurre il **tempo di esecuzione** (wall-clock time):
  - $N \text{ CPU} = \text{Tempo\_esecuzione\_monolitica} / N ?$  Magari!
- **Scalabilità**
  - mantenere la stessa velocità di esecuzione al crescere della complessità dei modelli simulati (10, 100, 1000... entità)
- **Distribuzione geografica** di utenti e risorse
  - non necessariamente tutte le componenti necessarie si trovano contemporaneamente nello stesso luogo
  - tutela della proprietà intellettuale (es. IP nei SystemOnChip)

# Buoni motivi per distribuire una simulazione (2/2)

- Integrazione di piattaforme eterogenee
  - esistono strumenti (simulatori) specializzati che sarebbe bene poter integrare tra di loro (es. wireless, mobilità ecc.)
- Resistenza ai guasti (fault-tolerance)
  - in alcuni casi è catastrofico interrompere una simulazione
- Riutilizzo delle componenti e del codice
- Simulazione distribuita è anche:
  - Digital Virtual Environments (DVE)
  - Internet Gaming

# Simulazione di modelli massivamente popolati

- Reti wireless (es. 802.11, Bluetooth)
  - il potenziale di crescita e di diffusione è enorme
  - ognuno di noi potrebbe avere più terminali wireless che interagiscono con altri terminali
  - spazi densamente popolati e molto dinamici (es. città)
  - velocità sempre crescenti di comunicazione
- Come è possibile verificare un sistema di questo tipo, PRIMA, della sua implementazione?
- Scalabilità dei protocolli MAC (Media Access Control), routing, applicazioni di livello utente
- Verifica di nuovi protocolli, TCP/IP è adatto al wireless?

# Supporto alle decisioni in real-time

- In alcuni ambienti (es. traffico aereo) è necessario prendere le decisioni in tempo reale
- Avere la possibilità di analizzare gli scenari futuri derivanti dalla decisione presa è di enorme interesse
- A partire da un input esterno si elaborano le possibili evoluzioni dell'ambiente e si verifica che i vincoli di sistema siano mantenuti
- Tra tutti gli scenari elaborati si valuta quello più vantaggioso e si opera perchè il sistema reale lo segua
- A volte le decisioni devono essere prese entro qualche secondo: una simulazione monolitica non è sufficiente

# Digital Virtual Environments (DVE)

- La creazione di ambienti virtuali è di interesse a vari settori:
  - addestramento
    - militare
    - medico
    - gestione delle emergenze (es. ambientali, coordinamento dei soccorsi, allocazione degli aiuti...)
- Interazione sociale / Svago
  - "chat"
  - Multi-User Dungeon (MUD), Massively Multiplayer Online Role-Playing Games (MMORPG)

# Digital Virtual Environments (DVE)

- I DVE sono delle vere e proprie simulazioni, ma al loro interno tecniche di simulazione sono usate anche per la creazione di entità sintetiche gestite dinamicamente:
    - avversari / compagni di gioco
    - fenomeni fisici
      - traiettorie dei proiettili
      - gestione delle esplosioni
      - effetti sull'ambiente (es. aderenza del fondo stradale rispetto alle condizioni metereologiche)
- } Vincolo di causalità

# Simulazione analitica

Possiamo considerarlo come l'approccio "classico" alla simulazione:  
nel nostro caso ci occupiamo di simulazione ad eventi discreti

Modelli tipici di simulazione:

- Reti di comunicazione
- Trasporti e sistemi di ottimizzazione, logistica
- Elettronica (microelettronica, sistemi embedded)

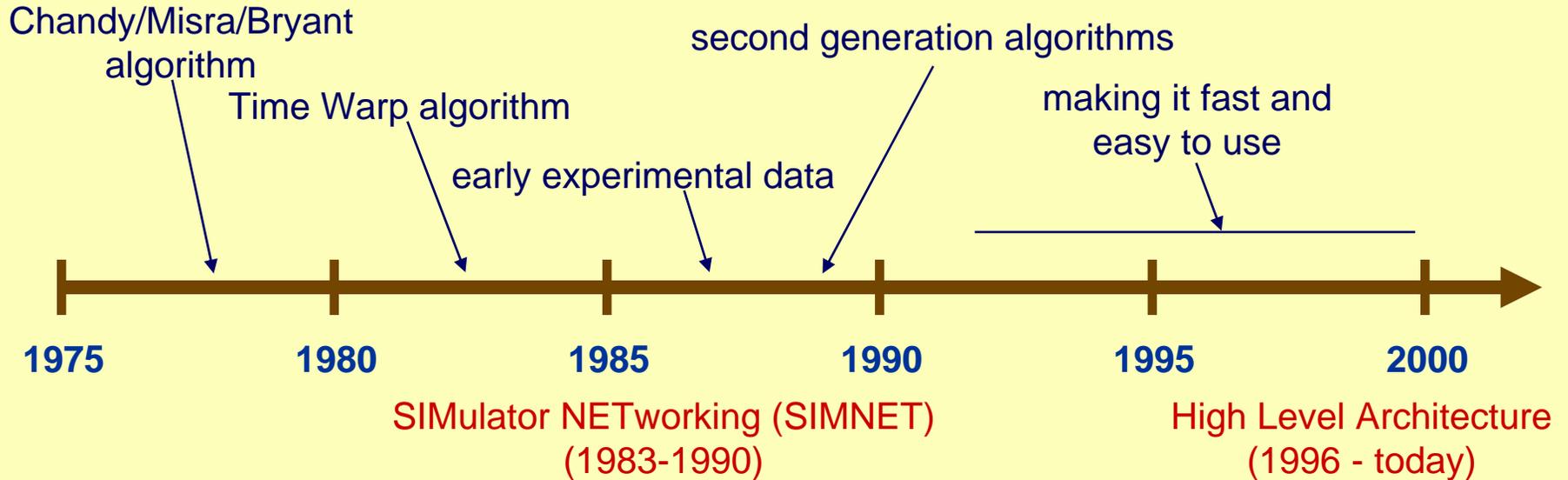
Il focus è tipicamente centrato sulla progettazione dei sistemi, sulla valutazione di prestazioni e verifica di funzionamento

# Simulazione analitica vs. DVE

	<b>Analitica</b>	<b>DVE</b>
<b>Obiettivo tipico</b>	<i>analisi quantitativa di sistemi complessi</i>	<i>creare rappresentazioni realistiche o divertenti</i>
<b>Velocità di esecuzione</b>	<i>quanto più veloce possibile</i>	<i>real-time</i>
<b>Interazione umana</b>	<i>se presente si tratta di un osservatore esterno</i>	<i>controlla alcune entità</i>
<b>Accuratezza</b>	<i>risultati statisticamente corretti</i>	<i>dipende dalla percezione dei partecipanti</i>

# Prospettiva storica

## High Performance Computing Community



## Defense Community

Distributed Interactive Simulation (DIS)  
Aggregate Level Simulation Protocol (ALSP)  
(1990 - 1997ish)

Dungeons and Dragons  
Board Games

Multi-User Video Games

Adventure  
(Xerox PARC)

Multi-User Dungeon (MUD)  
Games

## Internet & Gaming Community

# La simulazione distribuita oggi

## ■ High Performance Computing Community

- le tecnologie di middleware si stanno diffondendo, ad esempio lo standard **IEEE 1516 High Level Architecture** (HLA)
- analisi ed utilizzo del Grid

## ■ Sottore difesa

- addestramento, wargaming, test & valutazione

## ■ Comunità di Internet Gaming

- non è il caso di reinventare quanto esiste già
- tecnologia in fase di adozione
- sistemi basati su architetture client -> server
- grossi problemi di scalabilità, prestazioni di gioco, affidabilità

# Conclusioni

- La simulazione parallela e distribuita è una possibile soluzione per un ampio spettro di problemi e scenari
- Non solo simulazione analitica ma anche DVE e Internet Gaming
- È evidente che non ci sono solamente vantaggi ma anche problemi da tenere in considerazione:
  - **gestione del tempo.** La nozione di tempo in un sistema distribuito. Rispettare il vincolo di causalità: quanto costa?
  - **distribuzione delle informazioni.** L'assenza di uno stato condiviso impone tecniche di Data Distribution Management (DDM)
  - **load-balancing:** come suddividere la simulazione e allocarla su diverse unità di elaborazione?

# Simulazione Parallela e Distribuita

## *Introduzione e motivazioni*

---



**Gabriele D'Angelo**

[gda@cs.unibo.it](mailto:gda@cs.unibo.it)

<http://www.cs.unibo.it/~gdangelo>

Dipartimento di Scienze dell'Informazione  
Università degli Studi di Bologna