


**Sim**  
UniPisa  
LaSpezia

---

## Introduzione alla simulazione

Simulazione – Lezione n. 1  
Corso di Laurea in Informatica Applicata  
Università di Pisa, sede di La Spezia

---

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – [www.di.unipi.it/~giovanni](http://www.di.unipi.it/~giovanni) 1/16 


**Sim**  
UniPisa  
LaSpezia

---

## Contenuti

- Termini, definizioni e concetti
- Modelli
- Applicazioni della simulazione
- Tipi di simulazione/modellazione
- Vantaggi e svantaggi

---

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – [www.di.unipi.it/~giovanni](http://www.di.unipi.it/~giovanni) 2/16 


**Sim**  
UniPisa  
LaSpezia

---

## Una definizione di simulazione

- Simulazione
  - Far credere ciò che non è
  - Inganno
- Attività finalizzata
  - Analisi o studio di un *sistema* per mezzo di un *modello* che ne riproduce il comportamento
- Obiettivi, oggetti, tecniche
  - Per capire, per studiare, per prevedere
  - Sistemi del mondo reale
  - Modellazione


---

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – [www.di.unipi.it/~giovanni](http://www.di.unipi.it/~giovanni) 3/16 

**Sim**  
UniPisa  
LaSpezia

## Sistemi e modelli


- Sistema
  - Un insieme di componenti che interagiscono
  - Il dettaglio di un sistema può essere compreso solo per parti
  - Il comportamento di un sistema non può essere compreso attraverso l'analisi separata del comportamento delle parti
  - *Life was simple before WW2. After that, we had systems*
- Modello
  - Riproduzione di un oggetto, fenomeno, sistema
  - Limitata agli aspetti "rilevanti"
- Semplificazione di oggetti complessi

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – [www.di.unipi.it/~giovanni](http://www.di.unipi.it/~giovanni) 4/16 

**Sim**  
UniPisa  
LaSpezia

## Modello e sistema reale

- Attinenza del modello al sistema reale
  - Quanto il modello deve essere completo ed esatto rispetto al realtà del sistema che rappresenta?
- Giudizio relativo
  - È una questione di convenienza
  - Costi della modellazione
  - Influenza dei dettagli
  - Capacità di cogliere i dettagli
  - Opportunità di considerare i dettagli
  - Accuratezza dei risultati
  - Costi dell'esecuzione delle simulazioni

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – [www.di.unipi.it/~giovanni](http://www.di.unipi.it/~giovanni) 5/16 

**Sim**  
UniPisa  
LaSpezia

## Trasparenza del modello


- La simulazione dipende dal modello
- Il modello ha diverse componenti
  - Logica del comportamento
  - Funzioni di stato
  - Distribuzioni dei dati
- Il modello deve essere esposto
  - Discusso
  - Specificato
  - Compreso
  - Condiviso

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – [www.di.unipi.it/~giovanni](http://www.di.unipi.it/~giovanni) 6/16 

**Sim**  
UniPisa  
LaSpezia

## Simulazione vs emulazione

- Obiettivi diversi
  - La simulazione ha obiettivi di analisi e studio dei sistemi
  - L'emulazione ha lo scopo di sostituirli (per motivi analoghi)
- Entrambi si basano su modelli
  - Varia il grado di libertà del modello
  - Nell'emulazione si impongono livelli definiti e vincoli stretti
- Interfaccia del sistema emulato
  - A un definito livello di interfaccia ...
  - ... il sistema reale e il modello non sono distinguibili
  - L'emulatore può sostituire il sistema
  - Esempi: emulatori di hw, di sistemi operativi, MAME, ...

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – [www.di.unipi.it/~giovanni](http://www.di.unipi.it/~giovanni) 7/16 

**Sim**  
UniPisa  
LaSpezia

## Analisi o studio di un sistema


- Condurre esperimenti sul sistema reale
- Usare un modello
  - Fisico, per esempio in scala, oppure astratto ...
  - ... definito da funzioni ed equazioni (matematico)
  - ... o da tipi di dato, relazioni, procedure (informatico)
- Ottenere risultati dal modello astratto
  - Per via analitica, risolvendo il modello ...
  - ... con la matematica o la ricerca operativa
  - Oppure eseguendolo: la simulazione software!
  - Il confine fra matematico e informatico è labile
  - L'informatica aiuta anche con i modelli matematici

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – [www.di.unipi.it/~giovanni](http://www.di.unipi.it/~giovanni) 8/16 

**Sim**  
UniPisa  
LaSpezia

## Ultima spiaggia?

- Quando non ci sono alternative
  - Per questioni di costo, di tempo, di sicurezza, ...
  - ... a volte di complessità intrinseca ...
  - ... o di adeguatezza agli obiettivi ...
  - ... si arriva all'ultima spiaggia spesso e in breve
- Applicazione della simulazione software
  - Ingegneria, dai prodotti agli impianti
  - Scienze fisiche, scienze dei materiali, chimica, ...
  - Scienze naturali, biologia, meteorologia, ...
  - Scienze sociali, economia
  - Gestione aziendale, processi, logistica, trasporti

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – [www.di.unipi.it/~giovanni](http://www.di.unipi.it/~giovanni) 9/16 

**Sim**  
UniPisa  
LaSpezia

## Tipi di modelli e di simulazione


- Aspetti diversi della modellazione di un sistema
  - Classificare la modellazione o la simulazione?
  - La scelta dipende dagli obiettivi della simulazione
  - La scelta ha conseguenze sull'implementazione del modello
- Caratteristiche
  - Statico vs dinamico
  - Discreto vs continuo
  - Chiuso vs interattivo
  - Deterministico vs stocastico
- Aspetti diversi sono quasi sempre presenti

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – [www.di.unipi.it/~giovanni](http://www.di.unipi.it/~giovanni) 10/16 

**Sim**  
UniPisa  
LaSpezia

## Modelli statici vs dinamici


- Modi di considerare la variabile tempo
  - La realtà è sempre dinamica ...
  - ... ma a volte il tempo gioca un ruolo rilevante, a volte no
  - Può interessare conoscere l'esistenza di un risultato
  - Può interessare studiare come il risultato cambia nel tempo
- Esempi
  - Un modello statico di un ponte
  - Uno stato di equilibrio in un sistema economico
  - Un impianto con linee di produzione da ottimizzare
  - Un modello del traffico di una città
  - Un corpo in moto soggetto a forze

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – [www.di.unipi.it/~giovanni](http://www.di.unipi.it/~giovanni) 11/16 

**Sim**  
UniPisa  
LaSpezia

## Modelli discreti vs continui


- Modi di trattare lo scorrere del tempo
  - Continuo, successione di tutti gli istanti
  - Discreto, successione dei soli istanti interessanti
  - I calcolatori trattano solo quantità discrete
  - Continua, successione di intervalli uniformi (*time slicing*)
  - Discreta, successione di eventi a tempi dati (*next event*)
  - Implicazioni sull'architettura dell'implementazione
- Esempi
  - Sistemi fisici o ingegneristici (impianti, motori, ...)
  - Processi produttivi, trasporti

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – [www.di.unipi.it/~giovanni](http://www.di.unipi.it/~giovanni) 12/16 

**Sim**  
UniPisa  
LaSpezia

## Modelli chiusi vs interattivi


- Modi di osservare/condurre la simulazione
  - Chiuso, interessa ottenere dati da studiare
  - Interattivo, interessa partecipare all'esperimento
  - Parametri, si impostano prima
  - Variabili, si modificano durante
  - Tipicamente associato a modelli e simulatori continui
- Esempi
  - Esplorazione di situazioni da studiare meglio poi
  - Formazione del personale
  - Sistemi back-2-back con impianti per allarme e monitoraggio

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – [www.di.unipi.it/~giovanni](http://www.di.unipi.it/~giovanni) 13/16 

**Sim**  
UniPisa  
LaSpezia

## Modelli deterministici vs stocastici


- Modelli deterministici
  - Ingressi e funzioni deterministici
  - Possono avere comportamenti caotici
- Modelli stocastici
  - Stocastici per attinenza alla realtà ...
  - ... o come semplificazione di regole complesse
  - Risultati stocastici
  - Analisi statistica dei risultati
- Esempi
  - Processi, arrivi, guasti
  - Tempi di servizio modellati analiticamente o statisticamente

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – [www.di.unipi.it/~giovanni](http://www.di.unipi.it/~giovanni) 14/16 

**Sim**  
UniPisa  
LaSpezia

## Vantaggi e svantaggi

- Possibilità offerte dalla simulazione
  - Analisi di sistemi non altrimenti studiabili
  - Valutazione di un numero maggiore di alternative
  - Supporto a processi decisionali e formativi
  - Automazione delle funzioni di controllo
- Problemi e trabocchetti
  - Richiede competenze tecniche e di dominio
  - Ci sono tanti tipi di modellazione/simulazione
  - Rischi di modellazione (pochi o troppi dettagli)
  - Rischi di implementazione (buchi)
  - Rischi di scarse risorse per lo studio dei risultati

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – [www.di.unipi.it/~giovanni](http://www.di.unipi.it/~giovanni) 15/16 

- G. Gallo, *Note di Simulazione*
- M. Pidd, *Computer Simulation in Management Science*, J. Wiley & Sons, 1992
- A.M. Law, W.D. Kelton, *Simulation Modeling & Analysis*, McGraw-Hill, 1991
- J.S. Carson, *Introduction to Modelling & Simulation*, Winter Simulation Conf. 2005