


Sim
UniPisa
LaSpezia

Simulazione software di sistemi dinamici

Simulazione – Lezione n. 2
Corso di Laurea in Informatica Applicata
Università di Pisa, sede di La Spezia

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 1/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Contenuti


- Modelli eseguibili
- Il processo di simulazione software
- Architetture software dei simulatori
- Motori continui e discreti
- Strumenti software per la simulazione

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 2/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Sistemi, modelli ed esperimenti


- 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
- Modello
 - Riproduzione “semplificata” e trattabile di un sistema
 - Limitata agli aspetti “rilevanti”
- Esperimento
 - Un'operazione empirica
 - Per ricavare informazioni sul comportamento di un sistema

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 3/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Simulazione software

- Analisi o studio di un sistema
 - Tramite esperimenti che esercitano un modello “eseguibile”
 - Sistemi dinamici modellati come successioni di stati
- Cose da fare
 - Definire un modello del sistema che sia eseguibile
 - Costruirne un’implementazione
 - Progettare gli esperimenti, eseguirli e studiarne i risultati
- Un processo
 - Centrato su un prodotto software
 - Da affrontare con gli strumenti dell’ingegneria del software

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 4/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Il processo di simulazione software


- Decomposizione delle attività
 - Per identificare gli obiettivi
 - Per identificare le competenze
 - Per quantificare l’impegno, i tempi e i costi
 - È uno strumento di comprensione e pianificazione
- Attività principali
 - Formulazione del problema
 - Realizzazione dell’ambiente di simulazione
 - Modellazione dei dati di ingresso
 - Verifica e validazione del modello
 - Esecuzione degli esperimenti

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 5/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Analogie con i processi software

- Non è un ciclo di vita del software
 - Molto impegno va per realizzare il software
 - Ma il software si usa e se ne studiano i risultati
 - L’uso è spesso confinato nel tempo
- Sequenze e iterazioni
 - Le attività non sono una sequenza prescritta di fasi
 - Ma la sequenzialità è abbastanza forte
- Soluzioni e tecniche comuni
 - Interazioni con il committente
 - Documentazione

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 6/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Formulazione del problema


- Definizione degli obiettivi
 - Obiettivi del progetto di simulazione
 - Confini e obiettivi del modello
 - Livello di dettaglio del modello
- Pianificazione del progetto
 - Definiti gli obiettivi, stabilire i vincoli: tempi, risorse, costi
 - Garantire lo svolgimento di tutte le attività
- Definizione del modello concettuale
 - Condiviso con il committente e gli esperti del dominio
 - Uso di tecniche e linguaggi condivisi
 - Esplicitazione delle assunzioni

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 7/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Implementazione del modello

- Specifica del modello
 - Identificazione di classi, attributi, entità, insiemi, agenti, ...
 - Identificazione di eventi, attività, processi, ...
 - Specifica in un linguaggio di modellazione
 - Generico (UML, SysML, ...) o specifico di uno strumento
- Sviluppo del simulatore
 - Traduzione della specifica in un sistema software
 - Vecchia maniera, a mano
 - Secondo pattern definiti
 - Per interpretazione diretta (tipico di strumenti commerciali)
 - Per generazione di codice

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 8/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Completamento dell'ambiente

- Supporto all'esecuzione degli esperimenti
 - Strumenti per l'analisi e la modellazione dei dati
 - Strumenti per la generazione dei dati
 - Strumenti per la registrazione dei risultati
 - Strumenti per l'analisi dei risultati
 - Strumenti per la visualizzazione dei risultati
- Realizzazione di componenti
 - Ad hoc
 - Tramite applicazioni, dal foglio di calcolo in su
 - Integrazione con il simulatore
 - Programmazione a livello più alto (script, ...)

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 9/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Modellazione dei dati di ingresso


- Non solo parametri
 - Le simulazioni possono dipendere da volumi di dati
 - Sequenze di eventi
 - Dati con cui costruire la popolazione delle entità
- Reperire i dati
 - Da collezioni, basi di dati o registrazioni
 - Da campionamenti, selezioni studiate su collezioni
 - Per ipotesi di distribuzioni e generazione
- Validazione dei dati
 - Analisi e pulizia, nel caso di uso di dati reali
 - Verifica delle distribuzioni ipotizzate

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 10/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Verifica e validazione


- Il modello è stato implementato correttamente?
 - Sono coinvolti gli sviluppatori
 - Tecniche tradizionali di prova e di debugging
 - Eliminazione delle componenti non deterministiche
 - Sostituita da interpretazione o generazione di codice
 - In ogni caso prove di carico e valutazione delle prestazioni
- È stato realizzato il modello corretto?
 - Sono coinvolti il committente e gli esperti del dominio
 - Prove su insiemi di dati con risultati noti
 - Revisioni di terze parti
 - Confidenza per incapacità di trovare difetti

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 11/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Esecuzione degli esperimenti


- Per questo si è lavorato finora
- Progettazione degli esperimenti
 - Predisposizione dei dati di ingresso
 - Definizione della durata dei cicli di simulazione
 - Definizione delle condizioni iniziali (analisi del transitorio)
 - Definizione, a fini statistici, del numero di esperimenti
- Sperimentazione e analisi dei risultati
 - Non è solo una questione di tempo macchina
 - L'analisi dei risultati può cambiare la direzione dello studio
- Documentazione, versionamento e tracciabilità

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 12/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Responsabilità e competenze

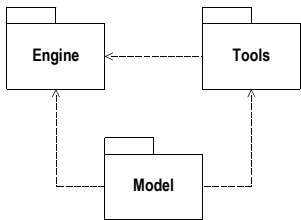
- Raramente concentrate in un unico individuo
 - Committente, chi, dai risultati della simulazione, decide
 - Esperti del dominio, progettisti e utenti del sistema reale
 - Esperti di modellazione e degli strumenti di simulazione
 - Analisti dei dati e dei risultati della sperimentazione
- Il professionista della simulazione
 - Formazione, pratica di strumenti, esperienza di dominio
 - Aperto, dubbioso, non imbarazzato a chiedere
 - Conoscenza pratica di statistica e probabilità
 - Competenze informatiche (integrazione)
- Il posto degli informatici?


Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 13/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Generica architettura di un sim

- Simulatori di sistemi dinamici




Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 14/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Componenti


- Motore
 - Generale
 - Gestione del tempo e dei cambiamenti di stato
- Logica del modello
 - Particolare, realizzata dal modellatore
 - Codificata o da interpretare
- Strumenti
 - Gestione di ingressi & uscite
 - Generazione di dati pseudocasuali
 - Strumenti di registrazione dati
 - Strumenti di analisi e di visualizzazione

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 15/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Dentro il motore


- Tempo
 - In una simulazione gli eventi avvengono al tempo corretto
 - Anche quando la simulazione non è in tempo reale
 - Anche quando gli eventi sono casuali
- Meccanismi di agenda, previsti da tutti i motori
- Agenda
 - Programmare i cambiamenti di stato
 - Decidere quando è il momento di produrli
 - Preservando la sequenza
 - Preservando il tempo (reale o meno)
 - Preservando la contemporaneità

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 16/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Modellazione “fisica”


- Tracciabilità dei componenti
 - Componenti del sistema reale
 - Componenti del modello
 - Componenti software
- Vantaggi
 - Ordine concettuale, permeabilità ai vari ruoli
 - Verificabilità e modificabilità
 - Costituzione di librerie e riuso
- Costi
 - Frammentazione e accoppiamento
 - Gestione delle interazioni

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 17/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Parallelismo


- Nel mondo reale
 - Parallelismo naturale
 - La sincronizzazione semplicemente succede
- Nel simulatore
 - Software (thread, processi)
 - Hardware (processori)
- Preservare l'unità del tempo
 - Soluzioni sequenziali, semplici e sicure
 - Se non ci sono processori evitare architetture inutili
 - Costi: aggiornamento degli stati vs sincronizzazione
 - Spesso è più conveniente parallelizzare gli esperimenti

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 18/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Motori continui


- Time sliced
 - Il tempo avanza per passi discreti uniformi
 - Piccoli a piacere
- Agenda
 - Calendario banale
 - Ottimizzazioni sulle componenti da aggiornare
- Applicazioni
 - Sistemi modellati con equazioni alle differenze
 - Sistemi modellati con sistemi di equazioni
 - Sistemi modellati con agenti autonomi

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 19/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Motori discreti


- Next event
 - Il tempo avanza per passi discreti non uniformi
 - Intervalli calcolati (predetti) di volta in volta
- Agenda
 - Calendario degli eventi programmati
 - Componenti interessate ad ogni evento
- Applicazioni
 - Sistemi modellati a livello logico più che fisico
 - Quel che succede fra un evento e l'altro è trascurabile
 - Sempre possibile creare eventi in successioni uniformi

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 20/22 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Strumenti

- Nastran (NASA '70, NEi, Siemens, ...)
- Modelica (Dymola, Simulationx, Openmodelica)
- Arena (Rockwell)
- Anylogic (XjTech)
- Simulink & Matlab (Mathworks)
- Mathematica (Wolfram res.)
- Excel, Calc, ...

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 21/22 

- G. Gallo, *Note di Simulazione* – cap. 1
- M. Pidd, *Computer Simulation in Management Science*, – capp. 1, 2, 3
- S.M. Sanchez, *Work smarter, not harder: guidelines for designing simulation experiments*, Winter Conference, 2007