Introduzione

Corso di Tecniche di Simulazione, a.a. 2005/2006

Francesca Mazzia

Dipartimento di Matematica
Università di Bari

6 Marzo 2006

Introduzione alla simulazione

- Una simulazione è l'imitazione delle operazioni eseguite nel tempo da un sistema o processo reale;
- In qualsiasi modo si esegue (a mano o utilizzando un computer), la simulazione prevede la generazione di una storia artificiale del sistema da analizzare e l'osservazione di questa storia artificiale per tracciare informazioni riguardanti le caratteristiche operative del sistema stesso e prendere decisioni su di esso.
- Il comportamento di un sistema mentre evolve nel tempo si studia sviluppando un **Modello di Simulazione**.
- L'uso di modelli come strumento di aiuto nei processi decisionali e antico e diffusissimo.

Modelli di Simulazione

- Un tipico esempio è quello dei modelli a scala, usati soprattutto in fase di progettazione. Si tratta di modelli che replicano fedelmente, anche se a scala ridotta, la realtà che si vuole rappresentare. Tipici modelli a scala sono i plastici che vengono utilizzati nella progettazione architettonica, o i modelli di strutture che vengono utilizzati per studiare gli effetti di sollecitazioni, ad esempio di tipo sismico.
- Questi strumenti sono caratterizzati da un notevole costo di realizzazione e da una grande rigidità di uso, e pertanto sempre meno utilizzati in pratica.

Modelli di Simulazione

- Altri importantissimi modelli molto usati come strumenti decisionali, sono i modelli analitici. Si tratta di modelli in cui la realtà sotto esame viene rappresentata per mezzo di variabili e relazioni di tipo logico/matematico.
- A questa classe appartengono, fra gli altri, i modelli di file d'attesa. Si tratta di modelli di notevole potenza, che consentono in molti casi di determinare, con un costo contenuto, una o più soluzioni ottime per il problema considerato.
- Tuttavia al crescere della complessità e della dimensione dei problemi tali modelli diventano di uso sempre più difficile e costoso.

Modelli di Simulazione

- I modelli cui faremo riferimento si differenziano da quelli descritti precedentemente per l'uso del calcolatore come strumento non solo di calcolo ma anche di rappresentazione degli elementi che costituiscono la realtà in studio e delle relazioni fra di essi.
- La corrispondenza tra realtà e modello non è basata su una riduzione proporzionale delle dimensioni, ma è di tipo funzionale: ad ogni elemento del sistema reale corrisponde un oggetto informatico (un sottoprogramma, una struttura di dati, . . .) che ne svolge la funzione nel modello.

Modelli di Simulazione

- Rispetto alla sperimentazione diretta, costosissima e spesso praticamente impossibile, o a quella realizzata per mezzo di modelli a scala, la simulazione ha il vantaggio della grande versatilità, della velocità di realizzazione e del (relativamente) basso costo.
- È possibile attraverso la simulazione provare rapidamente politiche e scelte progettuali alternative e modellare sistemi anche di grandissima complessità studiandone il comportamento e l'evoluzione nel tempo.
- È possibile anche utilizzare i modelli di simulazione come strumenti di disegno, per predirre il comportamento di nuovi sistemi.

RIEPILOGO: SIMULAZIONE

- SIMULAZIONE : IMITAZIONE DELLE OPERAZIONI DI UN PROCESSO DEL MONDO REALE;
- $\rightarrow$ GENERAZIONE DI UNA STORIA ARTIFICIALE DEL SISTEMA;
- $\rightarrow$ OSSERVAZIONE DELLA STORIA ARTIFICIALE PER TRARRE DEDUZIONI SULLE CARATTERISTICHE OPERATIVE DEL SISTEMA REALE;

RIEPILOGO: MODELLO DI SIMULAZIONE

- Si sviluppa per studiare il comportamento di un sistema nel tempo;
- È costituito da un insieme di assunzioni sul comportamento del sistema espresse usando relazioni matematiche-logico-simboliche;
- Le relazioni sono fra le ENTITÀ che costituiscono il sistema;

RIEPILOGO: USO DI UN MODELLO

- Un modello si usa per simulare cambiamenti nel sistema e predirre gli effetti di questi cambiamenti sul sistema reale;
- Nella fase di design: prima della effettiva costruzione;

RIEPILOGO: SOLUZIONE

- I modelli semplici si risolvono analiticamente, utilizzando metodi matematici; la soluzione consiste in uno o più parametri chiamati MISURE DEL COMPORTAMENTO;
- I modelli complessi vengono simulati numericamente al computer; i dati sono trattati come i dati di un sistema reale;

ESEMPIO

In un'officina ci sono 2 macchine M_1 e M_2. All'inizio della giornata sono in attesa di essere eseguiti 5 lavori, L_1, L_2, L_3, L_4 e L_5. Nella tabella 1 sono indicati i tempi richiesti dai lavori sulle macchine (in decine di minuti). Uno zero indica che un lavoro non richiede quella macchina. I lavori che richiedono due macchine devono passare prima per M_1 e poi per M_2. Supponiamo che si decida di eseguire i lavori assegnando a ciascuna macchina, quando essa si rende disponibile, il primo lavoro eseguibile, nell'ordine da 1 a 5. Se allo stesso istante più lavori sono eseguibili sulla stessa macchina si eseguirà quello con indice minore.
Ci si chiede quale sia il tempo minimo necessario per completare tutti i lavori.

TABELLA 1

	M_1	M_2
L_1	4	6
L_2	0	5
L_3	3	8
L_4	4	0
L_5	6	3

ESEMPIO

Gli eventi in cui si possono avere cambiamenti di stato nel sistema sono:

1. un lavoro si rende disponibile per una macchina;
2. una macchina inizia un lavoro;
3. una macchina termina un lavoro;

ESEMPIO:Sequenza dei cambiamenti di stato nella simulazione

Tempo	M_1		M_2	
	Finisce	Inizia	Finisce	Inizia
0		L_1		L_2
4	L_1	L_3		
5			L_2	L_1
7	L_3	L_4		
11	L_4	L_5	L_1	L_3
17	L_5			
19			L_3	L_5
22			L_5	

Esempi di aree di Applicazione della simulazione

- Analisi delle operazioni di assemblaggio in elettronica;
- Analisi delle strategie di ricerca e di registrazione in un magazzino
- Indagine sulla dinamica di una catena di rifornimento;
- Valutare strategie per migliorare la rete ferroviaria;
- Analisi del flusso dei passeggeri in un aereporto;
- Distribuzione dei giornali;
- Simulazione di sistemi di computer;

Il Sistema da modellare

- Un sistema è definito da un gruppo di oggetti che sono legati insieme da alcune regole di interazione e interdipendenza per compiere lo stesso scopo;
- ESEMPIO: sistema di produzione di automobili: le macchine, le parti componenti e i lavoratori operano congiuntamente lungo la linea di assemblaggio per produrre i veicoli.
- Un sistema può essere modificato da cambiamenti che avvengono fuori dal sistema stesso, tali cambiamenti si dice che si verificano nel "system enviroment";
- Quando si costruisce un modello è necessario decidere il confine fra il sistema e i suoi dintorni; tale decisione di solito dipende dallo scopo dello studio;

ESEMPI

- Fabbrica: i fattori che controllano l'arrivo degli ordini possono essere considerati parte dell'ambiente circostante;
- Se consideriamo una produzione a richiesta vi è una relazione fra la produzione e l'arrivo degli ordini;
- Banca: limite massimo sul tasso di interesse, se si studia una singola banca questo vincolo è imposto dall'ambiente;
- Se studiamo gli effetti delle leggi monetarie nel sistema bancario tale limite è una attività del sistema;

COMPONENTI DI UN SISTEMA

- Entità: oggetto di interesse nel sistema;
- Attributo: proprietà di una entità;
- Attività: periodo di tempo di una lunghezza specificata;
- Esempio - Banca : i clienti sono una delle entità; il saldo del conto corrente un loro attributo; effettuare un deposito una attività;

COMPONENTI DI UN SISTEMA

L'insieme delle entità che compongono un sistema per un determinato studio può essere un sottoinsieme di tutto il sistema;

- Esempio - Banca: se la banca è studiata per determinare il numero di impegati allo sportello necessari per effettuare pagamenti e ricevere depositi allora il sistema in considerazione è una porzione di tutta la banca costituita solo da: impiegati agli sportelli e clienti;
- se si vuole analizzare anche il numero di impegati speciali per preparare assegni, vendere traveler's checks, ... allora il sistema deve essere espanso;

STATO di un sistema

Lo STATO di un sistema è definito dall'insieme di variabili necessarie per descrivere il sistema in ogni tempo, in relazione agli obiettivi di studio;
Esempio - Banca: variabili di stato sono il numero di impiegati occupati, il numero di clienti in attesa o che stanno effettuando il loro servizio; il tempo di arrivo di un nuovo cliente;

EVENTO

Un EVENTO è un'occorrenza istantanea che può cambiare lo STATO del sistema.

- Il termine ENDOGENO è usato per definire attività o eventi che si verificano nel sistema;
- Il termine ESOGENO è utilizzato per definire attività o eventi che si verificano nell'ambiente circostante e che cambiano il sistema.
- Esempio - banca: l'arrivo di un cliente è un evento esogeno;
- Esempio - banca: la fine del servizio ad un cliente è un evento endogeno;

SISTEMI DISCRETI E CONTINUI

- Un sistema DISCRETO è un sistema le cui variabili di stato cambiano solo in un insieme discreto di punti nel tempo;
- La banca è un esempio di sistema discreto: la variabile di stato numero di clienti in attesa o che sono serviti cambia solo quando arriva un nuovo cliente o quando un cliente termina di essere servito;
- Un sistema CONTINUO è quello in cui le variabili di stato cambiano continuamente nel tempo;
- Esempio: livello della superficie dell'acqua in una diga;

TIPI di MODELLI di un SISTEMA

- Un modello è definito come una rappresentazione di un sistema;
- Modelli possono essere classificati come matematici o fisici;
- Un modello matematico usa notazioni simboliche ed equazioni matematiche per rappresentare il sistema;
- Un modello di simulazione è un tipo particolare di modello matematico;
- I modelli di simulazione possono essere classificati come: statici o dinamici, deterministici o stocastici; discreti o continui;