


Sim
UniPisa
LaSpezia

Sistemi dinamici continui: simulazione per agenti


Simulazione – Lezione n. 3
Corso di Laurea in Informatica Applicata
Università di Pisa, sede di La Spezia

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 1/19 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Contenuti


- Un dibattito sulla simulazione
- Agenti e sistemi
- Spazio e territorio
- Applicazioni della simulazione per agenti
- Un esempio giocattolo

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 2/19 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Non modellare i sistemi


- Concentrarsi sulle componenti
 - Perché sono evidenti
 - Perché determinano il comportamento del sistema
 - Perché sono semplici
- Definire loro modelli autonomi e lasciarli agire
- Osservare cosa succede
- Esempi
 - Comportamento di branchi, stormi e sciami (traffico incluso)
 - Situazioni di contatto: epidemie, passaparola, reti

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 3/19 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Problemi e limiti


- Quanto il comportamento degli agenti è fedele?
 - In parte è un problema comune a tutti gli approcci
 - Ma se mancano riferimenti certi, la differenza è tangibile
 - Il modello non è un'astrazione, ma un'ipotesi
- Esempi
 - Le equazioni della fisica sono sperimentalmente confermate
 - Le regole di un processo sono date per definizione
- Studio più che predizione
 - I modelli si congetturano, si provano, si scoprono
 - Poi si verificano e, nel caso, si usano

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 4/19 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Da Alker (1974) a Ostrom (1988)


- Alker, contro i modelli non matematici
 - Ineleganti
 - Ateorici
- Si salvano (secondo lui)
 - Modellazione continua, con sistemi di equazioni
 - Modellazione continua, con equazioni alle differenze
- Ostrom, tre “sistemi di simboli”
 - Verbale
 - Matematico
 - Informatico (o della simulazione)

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 5/19 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Agenti e sistemi


- Caratteristiche di un agente
 - Entità discreta, nel sistema ce ne sono n (variabile nel tempo)
 - Autonoma, con propri obiettivi e comportamenti
 - Gli agenti possono essere eterogenei
 - Gli agenti interagiscono
- Assunzioni
 - La discretizzazione può essere artificiale (ragionevole)
 - Un modello di obiettivi e comportamento è possibile
 - Un modello dell'interazione fra agenti è possibile
 - Si tratta di modelli, quindi di semplificazioni
- L'evoluzione del sistema accade

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 6/19 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Modellazione di un agente


- **Attributi**
 - Lo definiscono come individuo di una specie
 - Costanti, variabili, ereditari
- **Regole**
 - Per sé, decisioni nell'ambito del comportamento autonomo
 - Verso gli altri, decisioni rispetto all'interazione
 - Sempre rispetto a una co(no)scienza locale dello spazio
- **Sofisticazioni**
 - Memoria
 - Mappatura dello spazio
 - Formazione di una conoscenza, apprendimento

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 7/19 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Spazi topologici

- **Gli agenti vivono in uno spazio**
 - Lo spazio deve essere modellato
 - La modellazione ha implicazioni sull'interazione
- **Territorio e spazio**
 - Lo spazio non ha un comportamento, il territorio a volte sì
 - Componenti attive del territorio sono modellate come agenti
 - Che, eventualmente, sono fissi rispetto allo spazio
- **Tipi di spazi**
 - Euclidei, 2D o 3D, continui (alla precisione di macchina)
 - Griglie, tassellature, Von Neumann, Conway, esagonali, ...
 - Reti, grafi, modellazioni GIS di territori

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 8/19 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Applicazioni


- **Tipiche**
 - Processi sociali: sciami, passaparola
 - Popolazioni: riproduzione, prede-predatori
- **Sistemi logistici**
 - Processi organizzativi
 - Trasporti
 - Focalizzazione sugli attori: clienti, mezzi
- **Sistemi fisici**
 - Sistemi di particelle
 - Fluidodinamica, meteorologia

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 9/19 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Un caso di studio


- Banchi di pesci
 - Un tipico caso di comportamento sociale
 - Riproduzione artificiale di comportamenti naturali
- Aspetti da modellare
 - Movimento
 - Riproduzione, crescita e morte
 - Uso delle risorse ed equilibrio dell'ecosistema
- Comportamenti sociali
 - Movimento in piccoli banchi
 - Riproduzione determinata dalla prossimità

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 10/19 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Il pesce


- Attributi degli individui
 - Vita, limite e contatore
 - Riproduzione, soglia di "corteggiamento" e contatore
 - Taglia, solo perché l'occhio vuole la sua parte
 - Direzione
- Costanti della popolazione
 - Limite di vita, base e intervallo di variazione
 - Soglia di corteggiamento, base e intervallo di variazione
 - Taglia di partenza
 - Velocità costante
 - Intervalli di variazione della direzione

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 11/19 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Il movimento

- Funzione dello stato precedente
- A ogni ciclo
 - Muovi avanti di un passo fissato (velocità costante)
 - Vira a destra di una quantità casuale di gradi
 - Vira a sinistra di una quantità casuale di gradi
 - Somma di variazioni casuali controllate
 - Mimica del movimento da pesce
- Movimento in banco
 - Uso del supporto alle collisioni
 - Conseguenza di un incontro è una direzione condivisa

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 12/19 

Nascita, crescita e morte

- Predestinazione
 - La durata della vita di ogni individuo è diversa
 - La durata della vita è stabilita alla nascita
 - Dipende dalla disponibilità di risorse (equilibrio del sistema)
 - Valore base comune a cui è sommata una variazione casuale
- A ogni incremento uniforme del tempo
 - L'età viene incrementata
 - Raggiunta la durata della vita stabilita il pesce muore
 - Fino a un valore definito viene incrementata la taglia
- Supporto alla gestione dinamica degli agenti

Corteggiamento e riproduzione

- Corteggiamento
 - Un pesce per riprodursi deve avere una certa vita sociale
 - Semplificazione: generi e gestazione non trattati
 - Il periodo di vita di banco è individuale, stabilito alla nascita
 - Valore base comune a cui è sommata una variazione casuale
- A ogni ciclo
 - Se vicino a propri simili, il contatore viene incrementato
 - Raggiunta la soglia il pesce si riproduce
 - Il contatore viene azzerato
- Supporto a condizioni di prossimità

Equilibrio dell'ecosistema

- Risorse per la popolazione di pesci
 - Specie unica, si ciba di una risorsa disponibile (plancton)
 - Assunzione: ecosistema chiuso
 - Il ciclo del plancton è sufficiente per una certa popolazione
- Modellazione della dipendenza dalle risorse
 - La durata della vita dipende dal cibo
 - Più individui, meno cibo, vita più breve (e viceversa)
 - La durata della vita influisce sulla probabilità di riprodursi
 - Modificatore dei caratteri dei figli
- Supporto al conteggio degli agenti attivi

Sim
UniPisa
LaSpezia

Inizializzazione e controllo


- Popolazione iniziale
 - Controllo del numero di individui iniziali
 - Caratteristiche casuali, come per riproduzione
 - Posizionamento sparso
- Periodo transitorio
 - Il sistema risente per un certo tempo delle condizioni iniziali
 - Una situazione classica
- Controllo
 - Visualizzazione grafica dell'andamento della popolazione
 - Uso delle funzionalità del supporto

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 16/19 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Considerazioni varie


- Popolazioni stabili
 - Tolleranti a decimazioni periodiche
 - Buone indicazioni per chi pensasse di darsi all'itticoltura
- Evoluzioni
 - Movimento più vario
 - Considerazioni di genere
 - Caratteristiche ereditarie
- Affidabilità del modello
 - A senso e a occhio torna, ma davvero i pesci pensano così?
 - Manca una prova sperimentale

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 17/19 

Sim
UniPisa
LaSpezia

Lo strumento

- Una generazione di linguaggi
 - Lisp, linguaggio funzionale
 - Logo, semplificazione per scopi educativi
 - StarLogo, agenti e parallelismo
 - StarLogo TNG, ambiente grafico di sviluppo e di esecuzione
- Strumento giocattolo, educativo
 - Rendere semplice un notevole insieme di cose difficili
 - Implementazione poco efficiente (Java ...)
 - Buono per un esempio veloce di ABMS
- Quasi OS

Giovanni A. Cignoni – Simulazione – www.di.unipi.it/~giovanni 18/19 

- C.M. Macal, M.J. North, *Agent-Based Modeling & Simulation: ABMS Examples*, Winter Conference, 2008
- H.R. Alker, *Computer Simulations: Inelegant Mathematics and Worse Social Science?*, J. of Math. Edu. in Science & Tech., 5/2, 1974