

Sistemi Complessi

Prospettiva per comprendere sistemi quali:

- il cervello
- le relazioni sociali e familiari
- il mercato azionario
- la società
- gli ecosistemi
- le strategie di coordinazione (stormi di uccelli, strategie di gioco a squadre, ecc.)
-

Intro SC - IASC0506 - p.1

Riduzionismo vs. Olismo

Approccio **olistico** (piu' recente, complementare al riduzionismo):

- interpretare il comportamento del sistema come risultato delle relazioni tra le sue parti

Per esempio: il comportamento di uno stormo di uccelli non puo' essere spiegato dalla semplice descrizione del volo (posizione e velocita') degli uccelli, ma e' il *risultato* dell'interazione dei singoli elementi.

Intro SC - IASC0506 -

Riduzionismo vs. Olismo

Approccio **riduzionistico** (che ha dominato la scienza fino a qualche decennio fa e ha prodotto notevoli risultati):

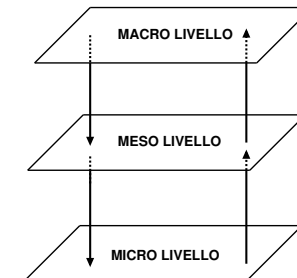
- scomporre il sistema in parti *elementari*
- studiare il comportamento di ciascun componente e quindi derivare il comportamento complessivo del sistema

Per esempio: il corpo umano e' composto da sistemi di organi, ciascun sistema e' composto da organi, ciascun organo e' formato da tessuti, i quali sono formati da cellule, le quali sono formate da molecole, a loro volta formate da atomi. E gli atomi sono formati da particelle elementari.

Intro SC - IASC0506 - p.2

Relazioni

- L'ottica dei SC si focalizza sullo studio delle **relazioni** tra gli elementi del sistema e tra il sistema e l'ambiente.
- Osserviamo il sistema a diversi livelli di astrazione
- Consideriamo anche le inter-relazioni tra i livelli



Intro SC - IASC0506 -

Esempio

Come formuliamo il significato in una frase scritta?

- Leggiamo una o piu' parole (composte da lettere – *microlivello*)
- Ci formiamo una prima idea (anche vaga) del significato (*macrolivello*)
- Ritorniamo alle parole, che ora leggiamo con piu' facilita' cercando di inquadrarle nel significato ipotizzato
- Il significato e' precisato

Intro SC – IASC0506 – p.5

Complesso vs. Complicato

Complesso deriva dal latino (*cum + plexere*) e significa “intrecciato insieme”

Complicato deriva dal latino (*cum + plicare*) e significa “piegato, arrotolato insieme”

In altri termini: un sistema complicato puo' essere decomposto in sottoparti e compreso analizzando ciascuna di esse. Invece, un sistema complesso puo' essere compreso solo considerandolo “nel suo insieme” e osservando in particolare le interazioni tra i suoi elementi.

Intro SC – IASC0506 –

Caratteristiche dei SC

Informalmente e grossolanamente, possiamo caratterizzare i sistemi complessi come sistemi dotati delle seguenti caratteristiche:

- Presenza di numerosi elementi
- Interazioni non-lineari
- Struttura *a rete*
- Retroazioni positive e negative
- Capacita' di evolvere e adattarsi
- Robustezza
- Struttura gerarchica

Intro SC – IASC0506 – p.6

Concetti importanti

- **Adattativo (*adaptive*):** un SC adattativo modifica il proprio comportamento in risposta all'ambiente.
- **Complessita':** la lunghezza minima di una descrizione completa del sistema.
- **Evoluzione:** processo di cambiamento e adattamento che avviene in popolazioni soggette a riproduzione e selezione di caratteristiche ereditabili.

Intro SC – IASC0506 –

Concetti importanti (cnt.)

- Retroazione (*feedback*): processo circolare di azione e influenza in cui l'effetto agisce sulla causa che lo ha provocato.
 - Feedback negativo: l'effetto tende a ridurre l'entità della causa
 - Feedback positivo: l'effetto aumenta l'entità della causa
- Auto-organizzazione (*self-organization*): la comparsa di "regolarità" o *pattern* non imposti direttamente dall'esterno

Intro SC – IASC0506 – p.9

IA & SC

- Un approccio per studiare i sistemi complessi e' quello del formalismo dei sistemi dinamici. Lo stesso approccio e' utilizzato in alcuni settori dell'IA (per esempio, le reti neurali)
- Sistemi complessi (naturali e non) si mostrano capaci di *risolvere problemi* → applicazioni in IA
- Congetture sulla capacita' di risolvere problemi e complessita' del comportamento (cioe', riusciamo a motivare il perche' riteniamo che un termostato non sia intelligente? O, invece, lo e'?)

Intro SC – IASC0506 – p.

Esempi

- Stormo di uccelli

- Formiche

- Automi cellulari

Intro SC – IASC0506 – p.10