

Intelligenza Artificiale II

Automati cellulari Introduzione

Marco Piastra

Self-Organization

- (*Wikipedia*)

“Self-organization is a process in which the internal organization of a system, normally an open system, increases in complexity without being guided or managed by an outside source.

Self-organizing systems typically (though not always) display *emergent properties*.”

Emergence

- (Corning P.A., 2002, in *Wikipedia*)

“Perhaps the most elaborate recent definition of **emergence** was provided by Jeffrey Goldstein in the inaugural issue of “Emergence”. (Goldstein 1999)

To Goldstein, emergence refers to “the arising of novel and coherent structures, patterns and properties during the process of self-organization in complex systems.”

The common characteristics are:

- 1) radical novelty (features not previously observed in systems)
- 2) coherence or correlation (meaning integrated wholes that maintain themselves over some period of time)
- 3) a global or macro "level" (i.e. there is some property of "wholeness")
- 4) it is the product of a dynamical process (it evolves)
- 5) it is "ostensive" - it can be perceived”

Game of Life (J.H. Conway, 1970)

- **Universo**

Reticolo ortogonale infinito di celle quadrate

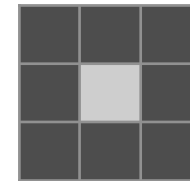
Le celle sono tutte uguali (universo omogeneo)

- **Stati**

Ciascuna cella può essere viva o morta (1 o 0)

- **Intorno (di una cella)**

Ciascuna cella ha un intorno formato dalle otto celle contigue



- **Dinamica**

L'universo si evolve nel tempo, a partire da una configurazione iniziale

Evoluzione parallela:

Ciascuna cella decide il proprio stato futuro in base al proprio stato ed allo stato delle celle nel suo intorno

Tempo discreto:

Ad ogni istante, ciascuna cella dell'universo decide quale stato avrà nell'istante successivo

Game of Life (J.H. Conway, 1970)

- **Universo**

Reticolo ortogonale infinito di celle quadrate

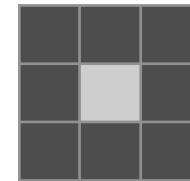
Le celle sono tutte uguali (universo omogeneo)

- **Stati**

Ciascuna cella può essere viva o morta (1 o 0)

- **Intorno (di una cella)**

Ciascuna cella ha un intorno formato dalle otto celle contigue



- **Dinamica**

Regole di transizione:

- 1) Una cella viva muore se l'intorno contiene meno di due celle vive (*solitudine*)
- 2) Una cella viva muore se l'intorno contiene più di tre celle vive (*sovrapopolazione*)
- 3) Una cella viva rimane viva se l'intorno contiene due o tre celle vive (*mutuo sostegno*)
- 4) Una cella morta con tre celle vive nel suo intorno diventa viva (*genesì*)

Game of Life: configurazioni e dinamica

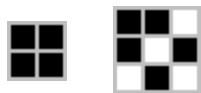
L'aspetto emergente è il comportamento della popolazione di celle vive

- **Configurazioni iniziali**

Il comportamento è completamente determinato dalla configurazione iniziale

- **Comportamenti possibili** (vedi dimostrazione con Golly)

Nessuna variazione



Comportamento periodico



Altri comportamenti



Game of Life: configurazioni e dinamica

L'aspetto emergente è il comportamento della popolazione di celle vive

- Configurazioni iniziali

Il comportamento è completamente determinato dalla configurazione iniziale

- Altre categorie (informali)

Still lifes

Pattern statici o quasi statici

Oscillators

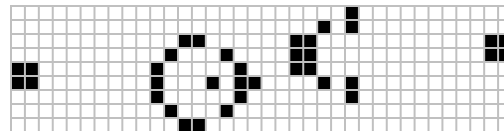
Pattern che si riproducono dopo un certo periodo di tempo

Spaceships

Pattern che si 'spostano' nell'universo

Guns

Pattern che 'emettono' *spaceships*



Game of Life: configurazioni e dinamica

L'aspetto emergente è il comportamento della popolazione di celle vive

- **Configurazioni iniziali**

Il comportamento è completamente determinato dalla configurazione iniziale

- **Macchine complesse**

Glider gun come componenti logici

Normalmente i *glider gun* 'emettono' segnali (stato *true*)

Possono essere accoppiati con un *eater* che inibisce l'emissione (stato *false*)

Turing machine

Combinando opportunamente tali componenti,
si può costruire una macchina da calcolo universale
(vedi esempio in Golly)