

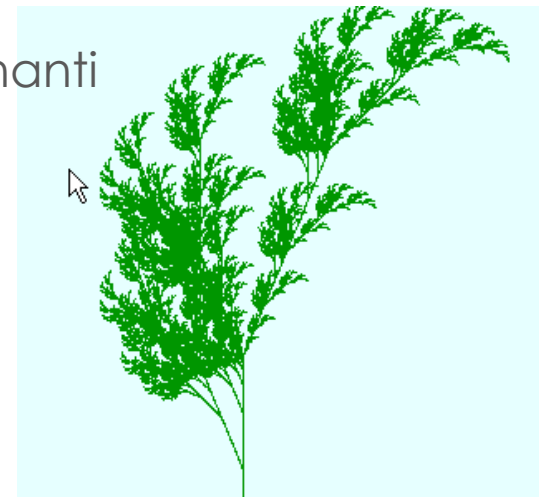
PARTE II: L'informatica nelle Scienze

Technology Tools/Resources

- Molti degli strumenti classici della biologia sono ora integrati con computer:
 - Es:
 - Microscopio Confocale - Inventato da Marvin Minsky (computer science pioneer)
 - [DNA Microarrays](#)

System Modeling

- Mano a mano che è aumentata la potenza dei computer, è diventato possibile analizzare e simulare sistemi complessi.
- E' diventato possibile distinguere tra leggi naturali e comportamento mediate modelli sottoposti a variazione delle condizioni:
 - e.g., modelli di accrescimento delle fanerogame marine o dei coralli
 - e.g. evoluzione del comportamento cooperativo (teoria dei giochi)
 - e.g., effetti dell'emissione di gas serra sul clima
 - e.g., effetti della pesca sulle risorse
 - e.g., predizione del comportamento degli inquinanti nell'ecosistema
 - e.g., analisi dei traumi cerebrali



Ecosystem Modeling

- **Il Gioco della vita (Game of Life in inglese)** è un automa cellulare sviluppato dal matematico inglese John Conway sul finire degli anni sessanta.
- E' l'esempio più famoso di automa cellulare: il suo scopo è quello di mostrare come comportamenti simili alla vita possano emergere da regole semplici e interazioni a molti corpi, principio che è alla base dell'ecobiologia, la quale si rifà anche alla teoria della complessità.
- Del gioco sono poi state sviluppate versioni con differenti topologie, ad esempio tridimensionali[1][2], differenti regole biologiche, e differenti tipi di cellule.
- Applicazioni:
 - Crescita dei virus
 - Diffusione delle infezioni
 - Comportamento delle colonie di formiche
- Esempi interattivi:
- <http://www.bitstorm.org/gameoflife/>
- <http://pmav.eu/stuff/javascript-game-of-life-v3.1.1/>

Perché “Metodi Informatici” per la Biologia?

- Parti significative di indagine scientifica sono svolte sui modelli piuttosto che sulla realtà
 - ▣ In particolare la ricerca scientifica si avvale oggi di **simulazioni** per studiare, ad esempio
 - La formazione e lo sviluppo di galassie
 - La dinamica dettagliata di reazioni ioniche
 - Aspetti del processo di evoluzione della vita
 - ...
- Ma che cos'è una simulazione e quale relazione ha con il concetto di modello?

Perché “Metodi Informatici” per la Biologia?

“A computer simulation is any-computer implemented method for exploring the properties of mathematical models where analytical methods are unavailable” [Humphreys 1991]

- Le **simulazioni** sono generalmente usate in connessione con **modelli dinamici**
- Lo scopo di una simulazione è di risolvere le equazioni di moto di un modello dinamico che rappresenta l'evoluzione temporale di un sistema target
 - Non c'è soluzione analitica alle equazioni che rappresentano l'evoluzione di un sistema
 - È possibile un processo di approssimazione per cui le **equazioni differenziali** sono trasformate in **equazioni alle differenze**
 - I valori di queste equazioni possono essere calcolati tramite un computer

Esempio

- La simulazione è un **esperimento su un modello** che rappresenta una semplificazione del fenomeno reale
- Gli obiettivi della simulazione come sperimentazione
 - ▣ **Predire** il comportamento di **sistemi complessi** (per es. evoluzione di una determinata specie)
 - ▣ **Investigare sistemi** altrimenti **inaccessibili** (per es. studiare i buchi neri)

L'utilità delle simulazioni

"[Computer simulation] is a numerical technique for conducting experiments on a digital computer which involves certain types of mathematical and logical models that describes the behavior of systems over extended periods of time" [Naylor 1966]

- La simulazione offre un **nuovo strumento scientifico** situato a metà fra teoria e metodi empirici
 - ▣ Simulazione come **nuova metodologia**
 - ▣ Simulazione come **nuovo paradigma**
- La simulazione sostituisce un esperimento che non si può fare nella realtà

L'utilità delle simulazioni

- Gli esperimenti *in silico* sono esperimenti realizzati mediante un computer o mediante una *computer simulation*
- Quali sono gli scopi di questi esperimenti?
 - ▣ Se il modello utilizzato per la simulazione è validato anche da un vero e proprio esperimento, la simulazione consente di fare **esperimenti numerosi e accelerati**
 - ▣ Se il modello è incompleto, la simulazione consente di **testare le ipotesi e partecipa nella definizione del modello**

L'utilità delle simulazioni

- Il ruolo dei risultati delle simulazioni come contributi alla definizione del modello teorico è molto chiaro nella biologia
- I sistemi investigati dalla biologia sono spesso complessi e mancano di una spiegazione teorica adeguata
- In questo contesto il ruolo delle simulazione diventa anche quello di
 - ▣ Contribuire a **definire il quadro teorico**
 - ▣ Fornire **ipotesi** per la costruzione di conoscenza teorica (ruolo euristico)

L'utilità delle simulazioni

- Gli esperimenti *in virtuo* sono esperimenti realizzati come simulazioni basate su computer ma con
 - ▣ Possibilità di **disturbare** il modello in funzione
 - ▣ Possibilità di **cambiare** dinamicamente le condizioni
 - ▣ Possibilità di **cancellare** e aggiungere elementi durante la simulazione
- Gli esperimenti *in virtuo* sono esperimenti potenti in quanto consentono di
 - ▣ **Raccogliere informazione** sul mondo
 - In alcuni casi sostituiscono esperimenti e osservazioni come fonti di dati sul mondo
 - ▣ **Manipolare questa informazione** anche quando ciò non è possibile nella realtà

Risorse e Riferimenti:

- Il materiale di questa lezione è stato assemblato utilizzando le seguenti risorse disponibili online:
 - http://home.deib.polimi.it/schiaffo/TFI/XII_050508.ppt
 - www.cs.unibo.it/casadei/lucidi.ppt