



Sistemi Intelligenti



Alberto Borghese

Università degli Studi di Milano
Laboratorio di Motion Analysis and Virtual Reality (MAVR)
Dipartimento di Scienze dell'Informazione
borgnese@dsi.unimi.it



Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borgnese>



Artificial life



Vita artificiale (biologia sintetica): vita ricreata dall'uomo (non dalla natura) su supporti alternativi ai composti organici (calcolatori). Ha profonde relazioni con l'IA per quello che riguarda i metodi.

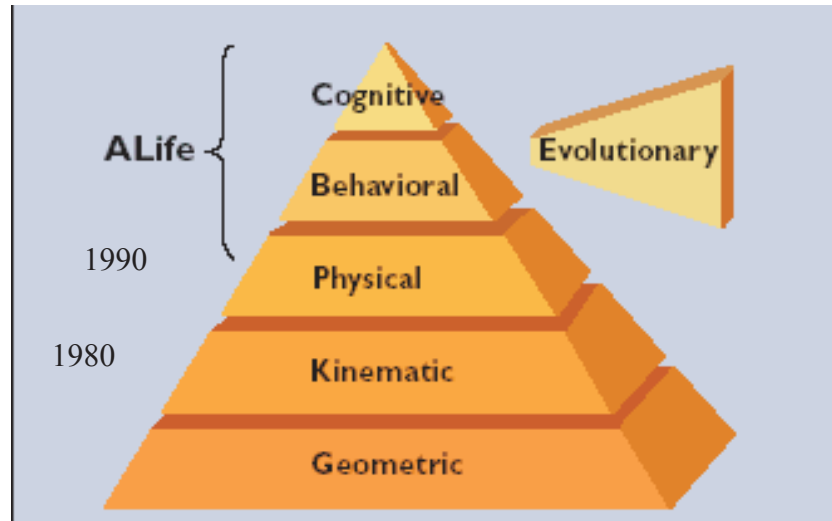
Stato dell'arte in geometria e fisica + simulazione dei fenomeni naturali (nascita, morte, crescita, sviluppo, selezione naturale, evoluzione, percezione, cammino, manipolazione, comportamento adattativo, apprendimento, ed infine, intelligenza).

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borgnese>



Artificial life



Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



Artificial plants



A synthetic model of the topiary garden at Levens Hall, England, by R. Mëch, P. Prusinkiewicz, and M. James. "Garden of L" (inset) by P. Prusinkiewicz,

F. Fracchia, J. Hanan, and D. Fowler; see www.cpsc.ucalgary.ca/~pwp

L-systems

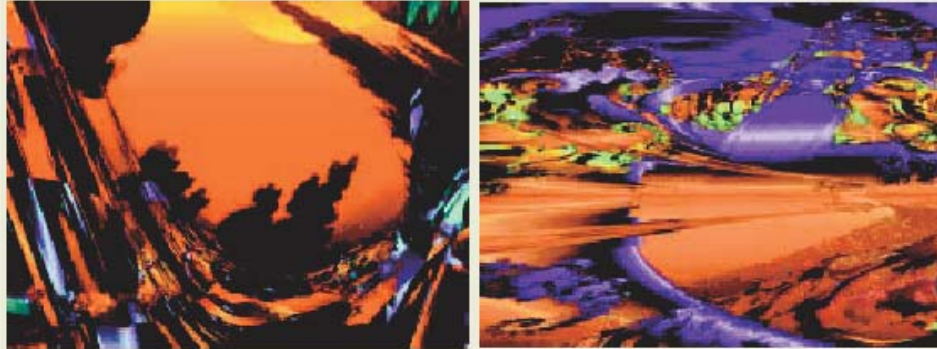
<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



L'evoluzione artificiale



Pioniere è stato Karl Sims, 1991 => Sims city

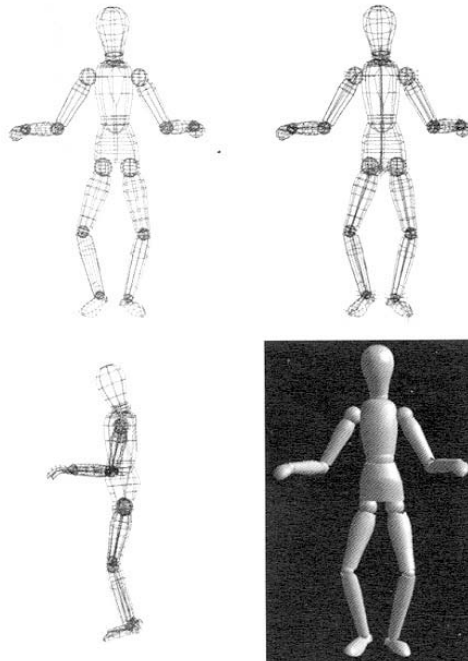


"In the Beginning" (left); "The High Plains of Kilimanjaro" (right).

IMAGES BY STEVEN ROOKE; SEE WWW.CONCENTRIC.NET/~SROOKE

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



Gli Avatar



Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



Verso gli AVATAR



- Sono secondo etimologia divinità discese da cielo.
- Comportamento autonomo.
- Personalità autonoma (comportamento che segue all'interazione con l'ambiente).



<http://www.ccon.org/conf01/>

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



I pionieri: Frederic Parke (1970)



Animazione facciale.

Field deformation.

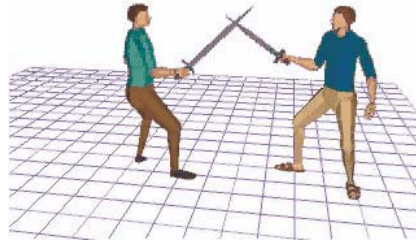
Key points (features).

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



AVATAR BEHAVIOR



**Human
Animal**

**Cartoon
Best Bang for the Buck
(500 vertices or less)**

**Fantasy
Animation** (may be combined with any of the previous categories)

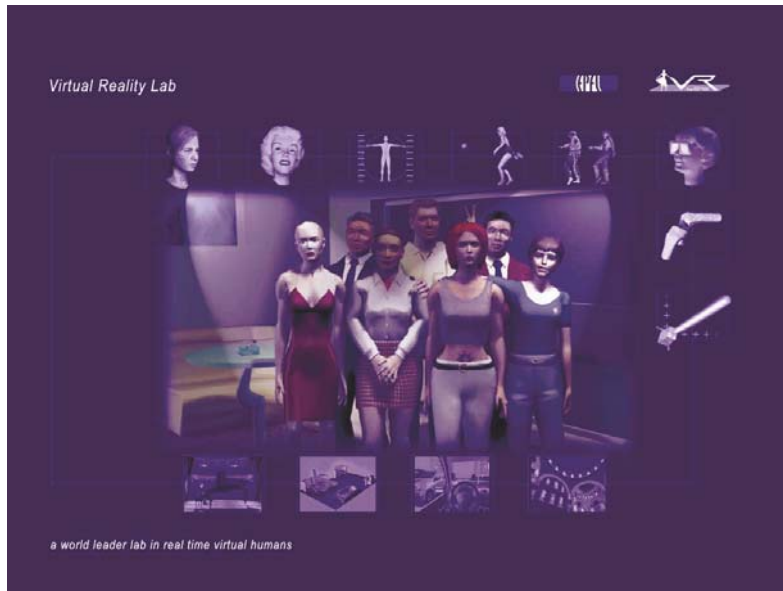
<http://www.plmsolutions-eds.com/products/efactory/jack/moviesandimages.shtml>

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



Daniel and Nadia Thalman



<http://vrlab.epfl.ch>

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



Fattori cognitivi.



Componenti:

- Sensori: visione, tatto e udito.
- Motore inferenziale (AI).
- Comportamenti (vocabolario motorio, parametrizzato).
- Fattori stocastici.

Matrimonio tra Animazione e Sistemi Intelligenti (AI)

Controllo autonomo di essere inanimati.
Umanizzazione di elementi della scena.

Pioniere: Bruce Blumberg, 1995: ALIVE.
<http://web.media.mit.edu/~bruce/>



Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002



Ciclo di azione - reazione di un avatar



Comportamento: livello di dettaglio

Partizionamento spaziale

Gerarchia di descrizione del movimento.

Comportamento: pianificazione ed esecuzione

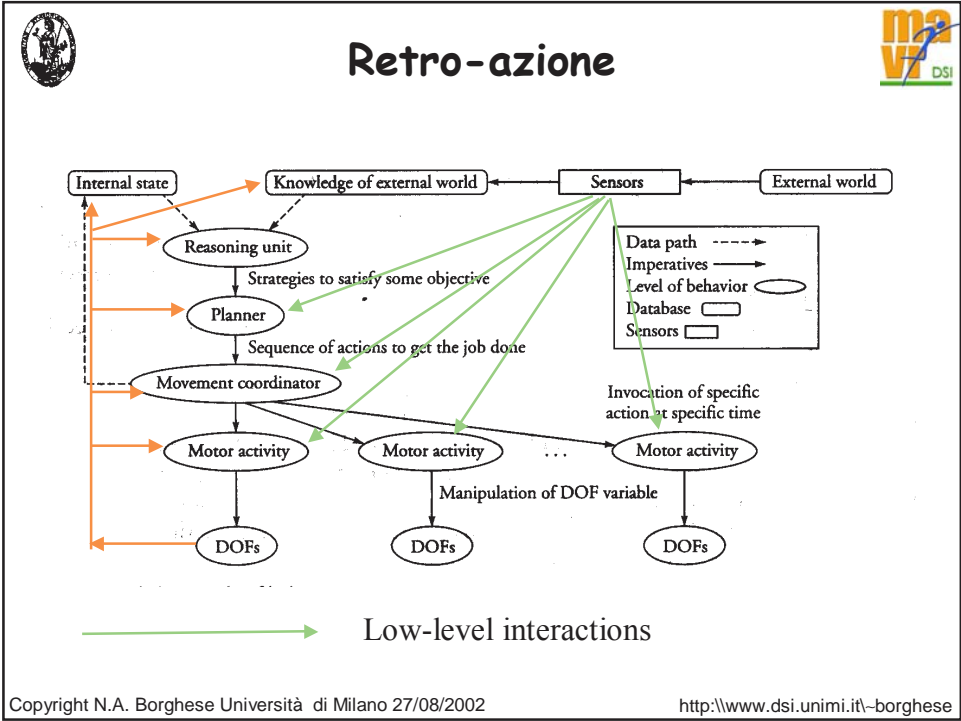
Ragionamento (AI): cosa devo fare?

Pianificazione (Intelligenza motoria): come posso farlo?

Esecutore: traduzione in macro-comandi motori.

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>





Il movimento biologico



Firma spazio-temporale.

Variabilità intra-individuale ed inter-individuale.

Complessità computazionale.

Vocabolario motorio (unione di chunk motori)

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



I sistemi particellari ed i flocks



Presentano un *collective behavior*.

Sistemi particellari.

- Grande quantità di particelle che costituiscono un conglomerato fuzzy.
- Ciascuna particella è molto semplice ed ha un comportamento molto semplice.
- Le interazioni sono definite solamente con l'ambiente.

Flocks

- Gli elementi sono in numero minore.
- Hanno un comportamento fisico più complesso ed una quantità (limitata) di intelligenza.

L'impressione di un comportamento unitario è un *emergent behavior*.

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



Animazione particellare



Per ogni frame:

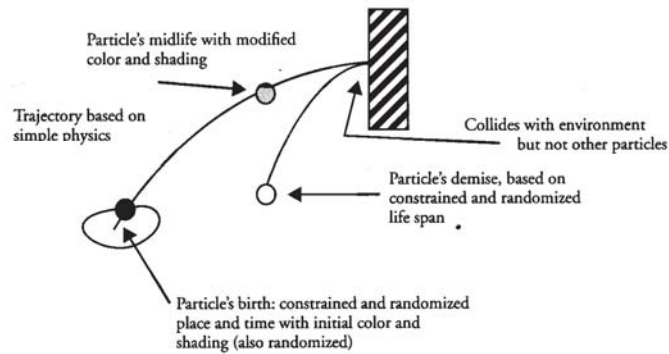
- Vengono fatte nascere delle particelle (posizione).
- Vengono assegnati gli attributi.
- Vengono eliminate delle particelle (numero particella).
- Vengono mosse le particelle in vita.
- Viene effettuato il rendering.

Utilizzo pesante della statistica.

Attributi:

- Posizione.
- Velocità.
- Parametri di forma.
- Colore.
- Trasparenza.
- Tempo_di_vita.

Sono quantità stocastiche.



La struttura dati può essere riutilizzata dalle particelle che nascono.



Sistemi particellari

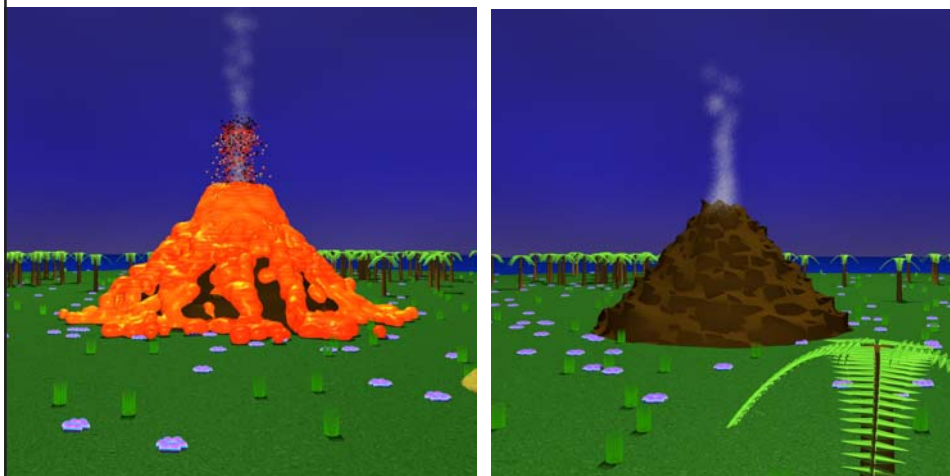




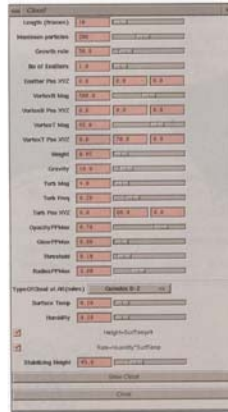
Plate 4. An example of cirrus and cirro-stratus clouds at sunset.



Plate 5. An example of a cumulus cloud.

Nuvole in Maya

Maya interface ->



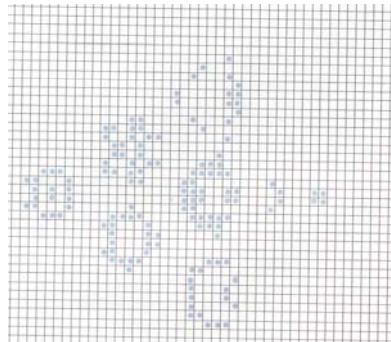
Copyright N.A. Borghese

unimi.it/~borghese



Automati cellulari

Automati cellulari, es: gioco della vita



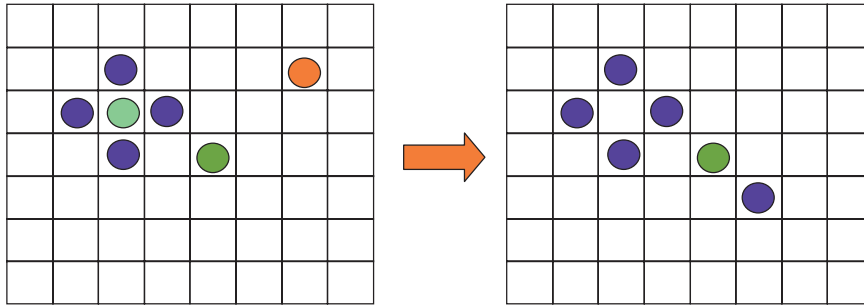
Un automa cellulare è una macchina a stati finiti (automa) composta da più cellule cooperanti. A seconda delle regole di transizione, il sistema può essere in continua evoluzione o raggiungere uno stato stabile





Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



Esempio di regole del gioco della vita



-  Soccombe (isolato)
-  Soccombe (soffocato)
-  Si riproduce (un unico vicino)
-  Permane immutato

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



Applicazioni degli automi cellulari



- Computer graphics
- Simulazione di sistemi biologici (mappe ECG)
- Simulazione di fenomeni fisici (flusso di calore, di fluidi,...)
- Progettazione di calcolatori paralleli
- Simulazione di fenomeni sociali o economici

- Esempi:
 - Ant: computer graphics (Langton 1986)
 - Beasts: evoluzione di popolazioni (Scott Robert Ladd 1998)

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



Bestie



- Rappresenta una popolazione di roditori in un ambiente ricco di cibo.
- Ogni entità possiede un genoma che indica la direzione di movimento
- L'entità cicla sul numero di geni che può essere variabile.
- Raggiunto, mediante il bilancio tra energia spesa e cibo mangiato, un certo livello di energia, l'entità si può riprodurre con mutazioni genetiche
- Il numero di mosse prima della morte e il costo energetico della mossa rappresentano altri geni

Il modello rappresenta la dinamica di una popolazione che può dar luogo a uno stato stabile o a oscillazioni ed estinzione

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

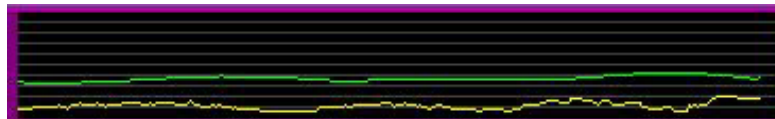
<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



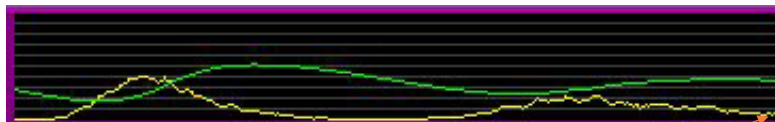
Dinamica della popolazione



Popolazione in giallo e cibo in verde



Stabilità



Oscillazioni ed estinzione

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

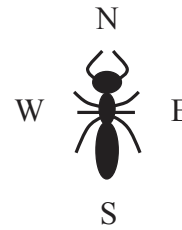
<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



Ant colonies and Cellular Automata

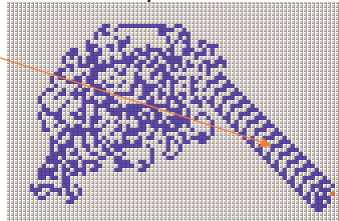


- Se la cella a N è chiara, la formica la scurisce e si gira a E
- Se è nera, la formica la sbianca e si gira verso W
- La condizione iniziale è tutta bianca



“Studying Artificial Life with Cellular Automata” Christopher Langton 1986- Physics D, 22, 120.149.

Inizialmente la formica costruisce un tracciato locale senza senso
Intorno alla 10.000^a mossa parte un motivo rettilineo detto
“autostrada”



Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

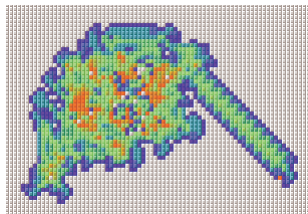
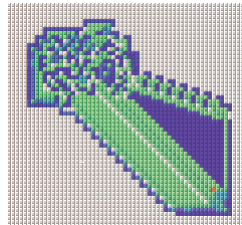
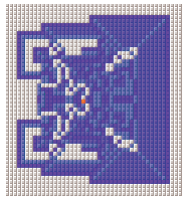
<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



Pattern diversi



Utilizzando più bit per ogni cella, si ottengono tracciati colorati



E con caratteristiche differenti
(Ladd 1998)

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



Flock = gregge, stormo



- Limitato numero di elementi.
- Elementi di dimensioni maggiori; non è prevista compenetrazione.
- Interattività tra gli elementi a vari livelli, non solo a livello basso (comportamento in seguito ad urto).
- Minimo sforzo da parte dell'animatore per generare la scena.

Motori di movimento:

- Collision avoidance. Spazio vitale + ostacoli esterni.
- Flock centering. Forza di coesione. Rappresentazione locale: ogni elemento tende ad avvicinarsi all'elemento vicino.

Pioniere è stato Craig Reynolds



Applicazioni di tecniche di Flocking (Terzopoulos, 1999)



Table 1. Examples of behavioral animation in the movies.			
Year	Title	Director	Producer
1987	<i>Stanley and Stella in: Breaking the Ice</i> (short)	L. Malone	Symbolics
1988	<i>Behave</i> (short)	R. Allen	R. Allen
1989	<i>The Little Death</i> (short)	M. Elson	Symbolics
1992	<i>Batman Returns</i>	T. Burton	Warner Brothers
1993	<i>Cliffhanger</i>	R. Harlin	Carolco Pictures
1994	<i>The Lion King</i>	R. Allers, R. Minkoff	Walt Disney Productions
1996	<i>From Dusk Till Dawn</i>	R. Rodriguez	Miramax Films
1996	<i>The Hunchback of Notre Dame</i>	G. Trousdale, K. Wise	Walt Disney Productions
1997	<i>Hercules</i>	R. Clements, J. Musker	Walt Disney Productions
1997	<i>Spawn</i>	M. Dippé	New Line Cinema
1997	<i>Starship Troopers</i>	P. Verhoeven	TriStar Pictures
1998	<i>Mulan</i>	T. Bancroft, B. Cook	Walt Disney Productions
1998	<i>Antz</i>	E. Darnell, L. Guterman, T. Johnson	Dreamworks SKG/PDI
1998	<i>A Bug's Life</i>	J. Lasseter, A. Stanton	Walt Disney Productions/Pixar
1998	<i>The Prince of Egypt</i>	B. Chapman, S. Hickner, S. Wells	Dreamworks SKG
1999	<i>Star Wars: Episode I — The Phantom Menace</i>	G. Lucas	Lucasfilm



Controllo locale del flock



Per ciascun elemento posso definire:

- Il comportamento fisico. Urto tra la struttura degli elementi (possono essere basati su scheletro) e l'ambiente.
- La percezione (il sistema sensoriale).
- Il ragionamento. Simile agli AVATAR. Elaborazione delle forze introdotte da flock centering e collision avoidance + forze originate dalla percezione + stato interno dell'elemento.
- L'azione (il sistema motorio).

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



Proprietà di un flock



La percezione è fondamentale affidata alla **vista**.

Modellazione statica del flock dal punto di vista dell'elemento.
Analisi di alcuni elementi più vicini.

Modellazione dinamica. Stima delle velocità relative degli elementi vicini.

Chorus line effect: uno spostamento di direzione nel gregge si propaga come un'onda.

Il comportamento di un flock è determinato dal comportamento del **leader**.

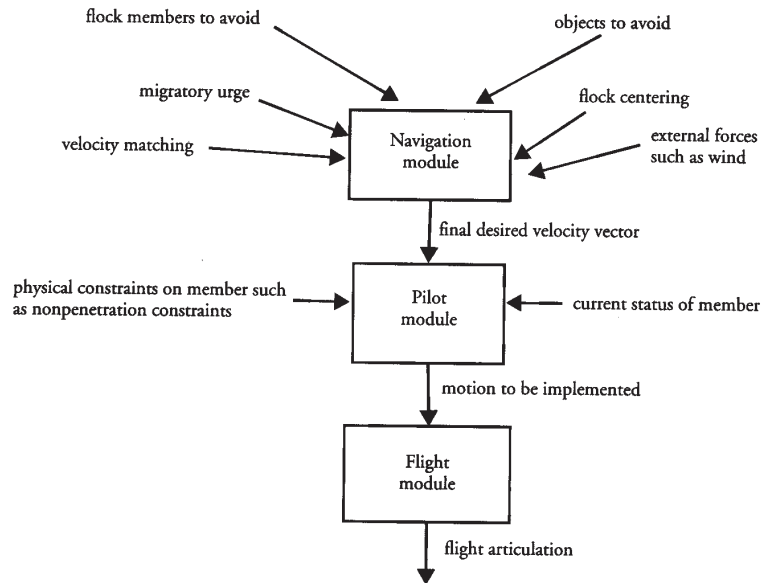
Gli elementi possono: seguire il leader, seguire l'istinto migratorio o seguire il gregge o un mix.

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



Come viene prodotto il movimento

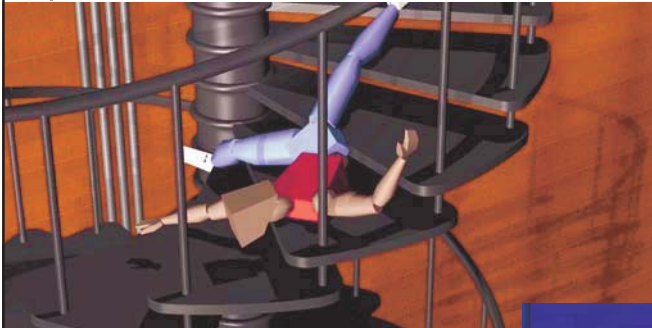


Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002

<http://www.dsi.unimi.it/~borghese>



The animats



<http://www.isab.org.uk/sab02/>

<http://www.animats.com/>

Copyright N.A. Borghese Università di Milano 27/08/2002





Artificial life



Replica del comportamento degli esseri viventi.

Replica degli esseri viventi.