

Fiamma, cristallo e bit

Vindice Deplano (Mafrau)

Da un po' di tempo sto allevando bizzarre creature. Duecento esserini multicolori che ho visto crescere, spiandone i progressi, mentre imparavano a muoversi nello spazio: prima oscillando in maniera grottesca, agitandosi scompostamente in preda a convulse vibrazioni neurali, poi strisciando, gattonando goffamente e, infine, coordinando i movimenti in modi quasi eleganti.

È davvero una bella soddisfazione, perché in fondo sono creature che chiedono assai poco: basta accendere il computer. E usarlo il meno possibile.

Fare scienza con un salvaschermo

Tutto è cominciato con un collegamento al sito del Golem Project (Genetically Organized Lifelike Electro Mechanics, che si potrebbe tradurre, alla buona, con "Sistemi elettromeccanici quasi viventi organizzati geneticamente"), presso la Brandeis University di Waltham, un sobborgo di Boston.

Dall'estate del 2000, il Golem Project, guidato da Hod Lipson e Jordan Pollack, ha in corso un'interessante ricerca sulla vita artificiale con molti spunti originali. Tra questi, la possibilità di coinvolgere direttamente chiunque sia interessato ai processi evolutivi applicati alla robotica con il progetto Golem@Home, un "esperimento di calcolo sull'evoluzione distribuito massivamente". Per aderire, è sufficiente scaricare (bastano pochi minuti: sono solo 740 Kbyte) e installare uno speciale salvaschermo.

Un salvaschermo è un programma che parte automaticamente dopo qualche minuto di inattività del computer, per evitare di lasciare acceso per ore sempre lo stesso quadro, deteriorando prima del tempo i fosfori del monitor. Per questo, i salvaschermo presentano sempre immagini in movimento: scritte, bandiere, pesci, forme geometriche, personaggi dei fumetti e altre animazioni colorate.

Golem@Home, come ogni altro salvaschermo, ha il pregio di utilizzare i tempi morti di elaborazione, quando il processore non ha niente di meglio da fare. Così un'enorme potenza di calcolo gratuita viene riconvertita al servizio della scienza: alla ricerca dei meccanismi evolutivi applicati a semplici robot semoventi.

L'evoluzione, per quanto ne sappiamo, è il frutto di meccanismi di selezione naturale che operano su una popolazione che subisce continue mutazioni.

In questo caso, la popolazione è costituita da duecento "candidati robot" composti da elementi molto semplici:

- barre;
- attuatori lineari, simili alle barre, che possono estendersi e contrarsi come muscoli meccanici;
- giunti snodati, che collegano barre e attuatori;
- neuroni, che interagiscono tra loro e pilotano gli attuatori.

Pochi minuti, il tempo necessario perché il salvaschermo prenda il posto del solito desktop, e appare un reticolo su sfondo nero. Sono presenti 200 robot vuoti (nessuna barra, né neuroni, né attuatori). Piano piano, con criteri del tutto casuali, arrivano le prime mutazioni: compaiono o scompaiono barre, attuatori e neuroni, che formano reti di controllo. Il programma mostra, uno per uno, i candidati robot all'opera, aggregati di elementi multicolori sovrastati da un tenue reticolo di neuroni, che ricorda le antenne delle vecchie radio a galena. Una scritta indica la "salute" ("fitness"), che misura la capacità di movimento dei robot. Una capacità niente affatto scontata: serve, come minimo, che un neurone (o una rete di neuroni) si colleghi nel modo giusto a un attuatore.

Ciclicamente, arriva la selezione: se la "salute" del candidato è superiore alla media, si riproduce. Altrimenti viene eliminato.



The Golem Project

Automatic Design and Manufacture of Robotic Lifeforms
Hod Lipson and Jordan B. Pollack, at the [DEMO Lab](#)
CS Dept., Brandeis University

Listen [npr](#) [BBC NEWS](#) [go.gwbur](#) Watch [NBCabc](#)

Evolution of machines

[Download movies and the screensaver experiment \(2.45\)](#)

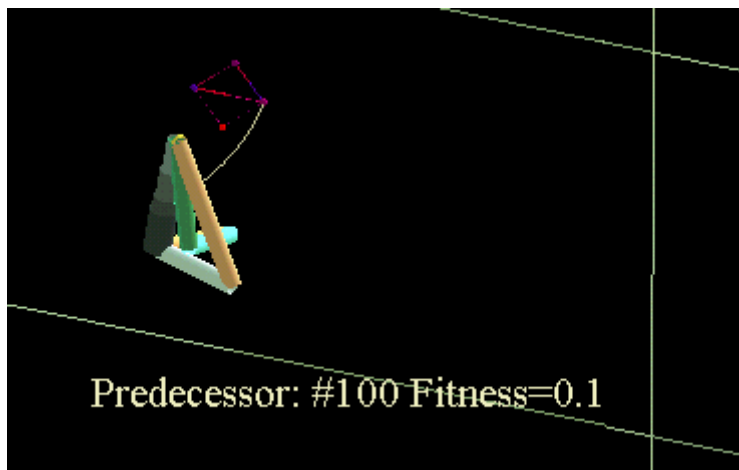
The field of Artificial Life examines "life as it could be" based on understanding the principles and simulating the mechanisms of real biological forms. Just as airplanes use the same principles as birds, but have fixed wings, artificial lifeforms may share the same principles, but not the same implementation in chemistry. Every feature of living systems seems wondrous until it is understood: Stored energy, autonomous movement, and even animal communication are no longer miracles, as they are replicated in toys using batteries, motors, and computer chips.

Complex biological forms reproduce by taking advantage of an arbitrarily complex set of auto-catalyzing chemical reactions. Biological life is in control of its own means of reproduction, and this autonomy of design and manufacture is a key element which has not yet been understood or reproduced artificially. To this date, robots - a form of artificial life - are still designed laboriously and constructed by teams of human engineers at great cost. Few robots are available because these costs must be absorbed through mass production that is justified only for toys, weapons, and industrial systems like automatic teller machines.

In the Golem project (Genetically Organized Lifelike Electro Mechanics) we conducted a set of experiments in which simple electro-mechanical systems evolved from scratch to yield physical locomoting machines. Like biological lifeforms whose structure and function exploit the behaviors afforded by their own chemical and mechanical medium, our evolved creatures take advantage of the nature of their own medium - thermoplastic, motors, and



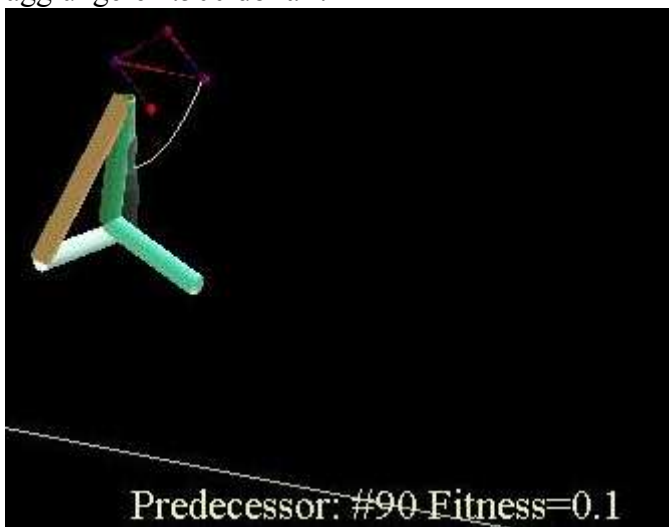
Così, già dopo poche decine di generazioni, i robot iniziano a spostarsi, con una velocità che aumenta, generazione dopo generazione. La pressione evolutiva costringe corpi (barre e attuatori) e cervelli (neuroni) a integrarsi producendo una sorprendente varietà di forme artificiali di vita: frecce, ragni, tetraedri, serpenti, granchi, triangoli con la coda e altre che non assomigliano a niente di conosciuto. Creature che nessun progettista ha disegnato.



C'è da aggiungere che la vita di questi robot non è necessariamente confinata nello schermo di un computer. Ci sono almeno due possibilità. Quando il computer è collegato in rete e Golem@Home è installato in altre macchine, i robot più forti possono emigrare tentando la fortuna. Se le creature del computer ospite sono a uno stadio evolutivo superiore, i nuovi "immigrati" sono destinati a sparire (a meno di un improbabile, rapido adattamento). In caso contrario, colonizzeranno i nuovi territori a spese degli indigeni, pur restando di proprietà dell'originale allevatore (la mania

americana per la proprietà privata si ritrova anche nel sito, che precisa a scanso di equivoci: "hai il copyright di tutte le creature nate sul tuo computer, anche se decideranno di emigrare").

Seconda possibilità, riservata ancora una volta ai candidati robot migliori: proprio come Pinocchio, potranno diventare veri robot e tentare di cavarsela nel mondo reale. I responsabili del Golem Project hanno messo a punto un sistema automatizzato che mette insieme barre e giunti di plastica, motori lineari e un computer che riproduce i neuroni e le loro interazioni. Nel sito è possibile vedere filmati che mostrano robot, del tutto analoghi a quelli evoluti sullo schermo, che strisciano, trionfanti, sulla sabbia. Chi ottiene nel suo computer una creatura interessante (ma solo se il parametro fitness è superiore a 1.0) può inviarla al Golem Project. Certo, le possibilità di avere un "vero" robot richiedono una particolare stampante tridimensionale e altre strumentazioni non alla portata di tutti. Ma, si legge sul sito, "se non hai una stampante 3D e sei molto ricco" basta interpellare l'ufficio prototipi per ottenere il modello. Alla richiesta bisogna aggiungere 1.500 dollari.



Per il momento, preferisco lasciare le mie creature, ancora troppo deboli e indifese, nel protettivo ambiente del personal computer, almeno fino a quando non avranno un grado di fitness che permetta loro di sopravvivere dignitosamente (magari colonizzando qualche altro computer o, chissà mai, la Terra).

Finora ho prestato quasi 15 ore di processore alla scienza. Ma è vera scienza? E c'entra qualcosa con la formazione?

Tra fiamma e cristallo: la vita artificiale

In un memorabile dibattito, ripreso da Italo Calvino nella terza delle sue *Lezioni americane*, Jean Piaget e Noam Chomsky propongono due modelli alternativi per spiegare l'origine della vita: Piaget la "fiamma", cioè "ordine dal rumore", Chomsky il "cristallo", un "sistema auto-organizzante".

Oggi, la "vita artificiale", ormai a tutti gli effetti un ramo della scienza al confine tra informatica e biologia, prova a dare una risposta ricostruendo i meccanismi della vita in un ambiente virtuale.

L'idea di fondo è questa: se riusciamo a programmare un computer con un algoritmo che riproduce adeguatamente i fenomeni osservati, è molto probabile che quell'algoritmo si avvicini alla realtà. Anche se le nuove forme di vita non si basano sulla chimica, ma su flussi di bit. "Per decenni," affermano i responsabili del Golem Project, "ricercatori e ingegneri hanno programmato manualmente i robot e ne hanno progettato e costruito i corpi, nel tentativo di ottenere comportamenti simili a quelli

osservabili in natura. Ma, in più di quarant'anni, la robotica non è andata molto lontano, perché è stata drasticamente sottostimata la complessità del problema."

In effetti, i primi risultati della sperimentazione rivelano qualche sorpresa. La prima: l'evoluzione dei robot, come quella delle specie viventi, sembra procedere non linearmente, ma a salti. Con il progredire delle generazioni, una migliore capacità di locomozione appare all'improvviso, dopo un periodo di stasi, in un gran numero di elementi.

Seconda sorpresa: sono preferite le forme simmetriche, esattamente come è accaduto nell'evoluzione naturale degli animali.

Simulare = imparare?

L'uso di questo genere di simulazioni promette di risolvere un'antica contraddizione. Da sempre, i modi di apprendere sono due: attraverso l'esperienza diretta o il linguaggio, cioè l'esperienza altrui opportunamente codificata. Ma il linguaggio è un'astrazione che perde per strada gran parte delle informazioni, quelle non previste da un resoconto fatto di parole.

L'esperienza, quella della vita di tutti i giorni, in cui vediamo, sentiamo le cose, le osserviamo da molte diverse angolature, non permette di raggiungere fenomeni lontani, eccessivamente lunghi nel tempo, troppo grandi o troppo piccoli per essere percepiti. In questi casi, non c'è che il linguaggio.

O, meglio, non c'era: perché il computer allarga lo spazio dell'esperienza diretta, facendo funzionare un modello computazionale che riproduce la realtà (così come la descrive una teoria), riducendola o ampliandola, comunque avvicinandola alla percezione. E accelerando i tempi fino a far rientrare milioni di anni di evoluzione in poche ore di calcolo, restituendo anche l'emozione di vedere la natura al lavoro.

Un'esperienza impossibile con qualunque altra tecnologia.

Ma con la simulazione al computer si può fare di più, perché l'apprendimento migliore si ottiene agendo sulla realtà, senza limitarsi a osservarla. Il Golem@Home consente di capire l'evoluzione toccandola quasi con mano, ma non dà quasi nessuna possibilità di manipolazione.

Ne riparleremo, cercando, ancora una volta, quel che passa la rete.

Nel frattempo, i più curiosi possono collegarsi con il Cnr, al sito del Gral (Gruppo di Ricerca sulla Vita Artificiale), per scaricare qualche programma di simulazione interattiva. E incominciare a vedere l'effetto che fa.

Infografia

- Italo Calvino, 1988, *Lezioni americane*, Garzanti
- Gruppo di ricerca sulla Via Artificiale- Istituto di Psicologia del Cnr <<http://gral.ip.rm.cnr.it/>>
- Golem Project <<http://golem03.cs-i.brandeis.edu/>>
- Hod Lipson , Jordan B. Pollack, 2000, "Automatic design and Manufacture of Robotic Lifeforms", *Nature*, n. 406
- Domenico Parisi, 2000, *Scuol@.it*, Mondadori