

Come uno zoo
Le creature
e il loro papà

Dario Floreano, uno dei padri degli esperimenti svolti all'Asi/Lsa di Losanna, qui è circondato dai robot utilizzati e sviluppati nel suo laboratorio.

L'unione
fa la
forza

Imparano da soli a caryarsela nell'ambiente e insieme svolgono compiti impossibili per uno solo.

Oggi si evolvono. Domani potrebbero persino riprodursi: Come? Imitando la natura

Sono grandi quanto una fragolina o poco più piccoli di un'arancia, ma hanno pinze per agganciarsi l'uno con l'altro o antenne per integrarsi nelle colonie di insetti, modificare il comportamento dello sciame e aiutarci senza insetticidi a disinfestare le nostre case. Sono i robot creati al Laboratorio per i sistemi autonomi (Asi/Lsa) del Politecnico di Losanna: qui ingegneri e tecnici lavorano su una robotica che non imita l'intelligenza umana, ma piuttosto quella "intelligenza di sciame" che è alla base dei comportamenti organizzati ed efficientissimi delle colonie di insetti in natura.

Come in uno sciame, dove non c'è né un controllo centrale né un progetto predeterminato, ma gli individui si muovono in base a stimoli provenienti dagli altri o dall'ambiente, gli sciame-robot sono guidati da programmi software molto semplici. I robottini, poi, imparano

da soli a coordinarsi per lavorare insieme. Così, entrando nei laboratori dell'Asi/Lsa, sembra proprio di assistere a un'anteprima, meno drammatica ma altrettanto emozionante, del futuro di nano-robot descritto nell'ultimo libro di Michael Crichton: *Preda*.

INTELLIGENTI SI DIVENTA

L'idea di ispirarsi agli insetti e ai meccanismi evolutivi di una specie animale per imparare a cooperare, ha un vantaggio enorme: infatti normalmente un robot svolge solo le azioni per cui viene programmato. Quindi può funzionare solo in una situazione controllata e appena si presenta un imprevisto, si ferma. I robot-sciame, invece, sono guidati da un software di nuova concezione, risultato di una sorta di "evoluzione matematica" di un programma di partenza, guidata da un processo che imita quanto accade in natura quando una specie animale evolve. In natura nel corso dei secoli e millenni le specie ani-

mali si sono evolute perché da una generazione all'altra comparivano piccole mutazioni nel Dna che rendevano gli individui più o meno vincenti. A questo punto l'ambiente selezionava gli individui più adatti che così si riproducevano, trasmettendo alla prole i propri geni.

I nuovi robot sfruttano lo stesso principio: tramite un computer centrale l'ingegnere assegna a diversi gruppi di robottini un software di partenza, in cui le diverse istruzioni possono essere viste come se fossero dei geni. Siamo alla prima generazione: i robot vengono messi in un'arena e viene assegnato loro un tempo di vita: hanno, cioè, un certo tempo a disposizione per

I successi della prima generazione sono il punto di partenza per ciò che farà la seconda

>>

Swarm-bot. Insieme per salvarci la vita

Gli swarm-bot si uniscono in lunghe catene in grado di intrufolarsi tra le macerie di un edificio. Comunicano tra loro con segnali luminosi.



Robot aereo Voja piano ma senza pilota

Jean-Christophe Zuffery con il suo robot volante. Lo scopo del suo lavoro è far volare l'aeroplanino in modo che eviti da solo gli ostacoli in locali chiusi.

IL MECCANISMO CASUALE CHE GUIDA GLI INSETTI VERSO IL CIBO Superefficienti _ Come una colonia di formiche



Una colonia di formiche intenta a sollevare una foglia.



Gilles Caprari, ricercatore dell'Asi/Lsa, circondato da Alice.



Alice è usato per verificare il comportamento delle formiche.

Sopravvivono solo per una stagione oppure per anni, sono formati da pochi individui o da svariate migliaia: gli sciami di insetti in natura sono molto vari, accomunati dal coordinamento del lavoro di tutti.

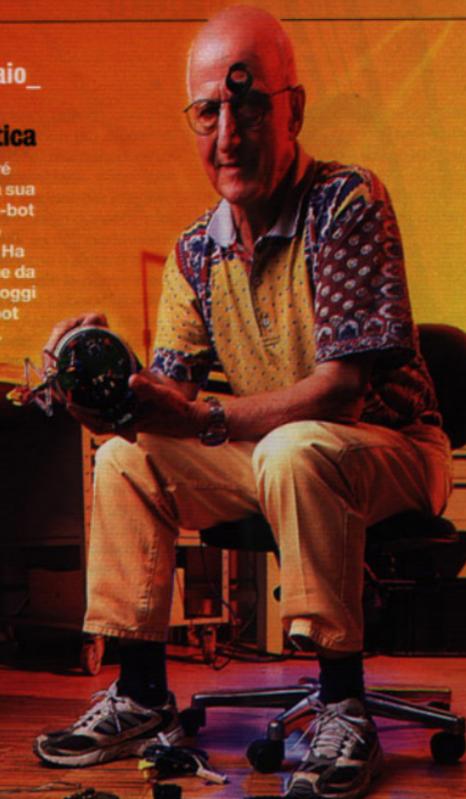
■ Come nascono, per esempio, le colonie di formiche a organizzarsi in

modo così efficiente? Ogni formica non ha in mente il progetto finale, ma reagisce semplicemente a uno stimolo che le arriva da una compagna o dall'ambiente esterno. Nel linguaggio dei programmatori si parla di "intelligenza distribuita". Ad esempio le formiche fra due percorsi che separano

il nido dal cibo, riescono sempre a scegliere il più corto. In realtà quello che fanno è depositare lungo il cammino un feromone. Quelle che hanno fatto il tragitto più breve arrivano prima e il loro sentiero emanerà segnali chimici più forti, il che spingerà sempre più formiche a seguire quella strada.

Un orologiaio Al servizio della robotica

Il tecnico André Guignard nella sua officina con l'i-bot e i pezzi che lo compongono. Ha una formazione da orologiaio ma oggi costruisce robot per l'ASI/LSA.



IMITA L'UOMO

A Genova Benvenuto babybot

Si sono ispirati a un neonato, i ricercatori del Lira-Lab dell'Università di Genova, che hanno creato il Babybot (nella foto in basso).

È il prototipo di un robot umanoide che impara a muoversi e interagire con l'ambiente.

■ È guidato da 8 diversi cervelli elettronici che si coordinano fra di loro per ricevere ed elaborare gli stimoli visivi, uditivi e tattili, provenienti dai diversi sensori di cui è dotato. Ha una coppia di telecamere posizionate negli occhi, due microfoni per l'udito, tre giroscopi che mimano il sistema vestibolare umano e aiutano a mantenere stabile la visione, e sensori tattili nella mano.

■ Vive appoggiato su un tavolo e «ha imparato da solo a muoversi», spiega Giorgio Metta, padre del Babybot. «Oggi può localizzare stimoli esterni e si orienta verso ciò che si muove o che fa rumore. Ha imparato ad afferrare con il braccio l'oggetto che ha di fronte e a spingerlo».

■ Fra le sue applicazioni potrebbe esserci lo sviluppo di protesi intelligenti, come braccia e mani che riescano a prendere e stringere gli oggetti da sole.





Khepera La cavia è il suo mestiere

Un'impiegata del laboratorio di Losanna osserva un robot Khepera. È un modello base, usato per capire la fattibilità degli esperimenti.

>> cercare di imparare a cooperare. Finito il tempo, trasmettono i loro geni informatici al computer centrale, che li analizza e sceglie i migliori, in base alle richieste iniziali. Se, per esempio, devono imparare a lavorare tutti insieme per spingere oggetti verso un "nido", allora i geni-informatici migliori sono quelli del gruppo che ha fatto il bottino più ricco. I cyber-Dna vengono poi opportunamente mescolati dal computer e assegnati a un'altra colonia, che a sua volta dovrà fare meglio della precedente: è la seconda generazione di robot. Ad ogni ciclo si creano gruppi di nuovi robot "figli-informatici" delle colonie migliori.

NATI PER COLLABORARE

Può sembrare strano a chi si intrufola per la prima volta fra i corridoi del Politecnico di Losanna incontrare ingegneri mentre chiacchierano con gli esperti di insetti, per mettere a punto i prototipi della robotica del futuro. Ma sono proprio gli entomologi a dare ai tecnici le indicazioni chiave per quei software da

I segreti degli insetti e della loro efficienza sono copiati per creare robot che collaborino

assegnare alla prima generazione di micro-robot. «Noi biologi abbiamo dato agli ingegneri informazioni sul modo in cui le formiche risolvono i problemi, e in cambio abbiamo avuto indicazioni e conoscenze sugli algoritmi genetici», spiega Laurent Keller, biologo dell'Università di Losanna che collabora agli esperimenti sui robot. «Qualche tempo fa con alcuni robotini abbiamo cercato di riprodurre il comportamento di una specie di formiche del deserto che cooperano per sollevare degli stecchini molto grandi conficcati nel terreno. Apparentemente sembra che gli insetti si coordinino grazie a una comunicazione molto complessa, ma secondo alcuni entomologi

non è così», racconta Dario Floreano, italiano di nascita, padre delle colonie di robotini di nuova generazione. Proprio l'esperimento con i robot ha suggerito ciò che potrebbe accadere.

Cinque robot sono stati messi in una arena circolare dove erano collocati i buchi con gli stecchini. «Tutti i robot si spostavano in modo casuale», spiega Floreano. «Quando uno di loro incontrava un oggetto, si fermava, abbassava la pinza per prenderlo e lo sollevava un po' senza però riuscire a toglierlo dal terreno. A quel punto era programmato per aspettare circa 10 secondi. Nel frattempo poteva infatti succedere che un altro robot avvistasse lo stesso stecchino e si avvicinasse cercando di sollevarlo. In questo caso il successo era assicurato perché l'oggetto era già stato in parte sollevato dal primo robot». Un osservatore esterno ha l'impressione che ci sia una forte collaborazione fra i vari robot, ma in realtà tutto dipende dal fatto che un robot aspetta un certo tempo ogni volta che si trova da- >>

vanti a un oggetto. È una prova che per la collaborazione non c'è bisogno di un riconoscimento: i robot non avevano sensori che li avvisassero quando un altro robot si stava avvicinando.

UN FUTURO SPAZIALE

Le prime generazioni di nuovi robot sono già nate: si chiamano Alice e sono grandi quanto una zolletta di zucchero, capaci di coordinarsi per spingere un oggetto voluminoso. Messi a punto all'Asl/Lsa dall'équipe guidata da Roland Siegart, sono dotati sostanzialmente di due tipi di sensori. Il primo permette la visione fino a 5 metri di distanza, l'altro è un sensore a infrarossi attivo usato per evitare ostacoli non individuati dal sensore di visione. Ma serve anche,

spiega Dario Fioreano, «per scoprire la presenza di un altro Alice nei paraggi». Modulando la frequenza degli infrarossi, i robot possono inoltre scambiarsi piccoli messaggi, come: «vieni ad aiutarmi!». In futuro coi programmi sviluppati con gli Alice si potrebbero mettere a punto, per esempio, dei sistemi automatici per smistare i bagagli negli aeroporti.

Gli **swarm-bot**, cioè sciame-robot (S-bot), sono un'altra tipologia di robotini. Imparano ad attaccarsi l'uno con l'altro, a fare cordate e a raggiungere gli ambienti più impervi: frugare, per esempio, sotto le macerie di un edificio alla ricerca di persone ancora vive. Gli S-bot (in costruzione a Losanna), sono grandi circa 10 cm, e sono dotati di due pinze: una estensibile e una rigida, con cui sollevare un altro S-bot. Hanno una trentina di sensori, alcuni per la visione,

FICTION

Tra film e libri **Una grande cyberfamiglia**



Guerre stellari



RoboCop



L'Uomo Bicentenario

Tanti, piccolissimi, capaci di sfuggire al controllo dei loro creatori: sono i nano-robot del romanzo **Preda**, di Michael Crichton, che si è ispirato proprio alle ricerche su robotica evolutiva e intelligenza di sciame svolte all'Asl/Lsa di Losanna.

■ Ma agli amanti del genere non sono sfuggiti **Fahrenheit 451** di Ray Bradbury e i romanzi di Isaac Asimov, che hanno aperto la strada al robot nella letteratura: lo robot, **Il robot dell'alba**, **Abissi d'acciaio**, **Il robot e l'impero**.

■ Anche al cinema, gli esempi non mancano. Dal C1P8 della saga di **Guerre Stellari** all'**Artificial Intelligence** di Steven Spielberg, dall'**Uomo Bicentenario** (ispirato a un racconto di Asimov) a **Star Trek: the next Generation**. E poi **Corto circuito**, **Blade Runner**, **RoboCop**, **Terminator** e tanti altri.



altri con funzioni di tatto, altri ancora che permettono ai robot semplici comunicazioni fra loro. Già si sta pensando agli S-bot per l'esplorazione di altri pianeti. «Sia la Nasa, l'ente spaziale americano, che l'Esa, l'ente spaziale europeo, stanno considerando l'idea di mandare nello spazio colonie di robot in grado di coordinarsi fra loro e svolgere compiti diversi», racconta Fioreano.

Come coordinare, infine, uno sciame di insetti e indurli a lasciare la nostra casa? Basta prendere un robot e modificarlo, in modo che sia riconosciuto come membro del gruppo e accolto dagli altri. Un solo individuo potrebbe bastare per modificare il comportamento dell'intero sciame. Nelle società organizzate come quelle degli insetti, in cui si

seguono comportamenti di gruppo, un individuo potrebbe riuscire a indurre il branco a seguirlo. Il progetto Leurre, seguito da Roland Siegart, prevede di mettere a punto robot che interagiscano con gli insetti e riescano a modificare il comportamento di grossi gruppi. All'Asl/Lsa si stanno già tentando esperimenti con piccoli Alice modificati per interagire con gli scarafaggi. Questi insetti si riconoscono grazie alle antenne e a una sostanza chimica di cui sono ricoperti, i robot dovranno perciò essere dotati di antenne e cosparsi della stessa sostanza. Siegart pensa che in futuro si potrebbe usare l'interazione fra robot e animali per liberare le case da ospiti indesiderati, ma anche per portare gli animali al pascolo. ■



Link & Libri Per i più curiosi

- <http://swarm-bots.org/index.php?main=3> Cosa sono gli S-bot?
- <http://asl.epfl.ch/> Il sito dell'ASL/LSA di Losanna.

- <http://www.lira.dist.unige.it/babybotmain.htm> Il laboratorio di robotica di Genova.
- <http://robotics.jpl.nasa.gov/> Una



- pagina del sito della Nasa dedicata alla robotica.
- <http://www.ai.mit.edu/> Il MIT, laboratorio di intelligenza artificiale.