

ECAgents: il ruolo della comunicazione nell'evoluzione dei robot

La natura dell'intelligenza e dei comportamenti degli esseri viventi sono state per lungo tempo un mistero. Durante gli ultimi cinquanta anni il mondo della ricerca ha considerato l'intelligenza come il risultato della manipolazione di simboli astratti. Per lungo tempo i tentativi di applicare questo concetto d'intelligenza alla robotica, per creare robot in grado di operare autonomamente nel mondo reale, non hanno prodotto risultati convincenti.

Oggi si sta seguendo una strada diversa. Con i progressi nelle scienze cognitive e nell'intelligenza artificiale l'approccio è cambiato e si considera fondamentale l'interazione tra la mente degli individui, il loro corpo e l'ambiente, compreso quello sociale.

Questa concezione ha portato il mondo della ricerca a sviluppare una nuova generazione di robot autonomi, in grado di interagire direttamente tra di loro e con l'ambiente che li circonda, senza l'intervento umano, con comportamenti la cui intelligenza cresce con l'esperienza.

La Commissione Europea è consapevole dell'importanza delle ricerche che vanno in questa direzione e, nell'ambito del programma FET (*Future and Emerging Technologies*), ha varato da tempo un pro-



Figura 7. Un setup sperimentale.

getto chiamato **ECAgents**, proprio per investigare a fondo queste tematiche.

Per ottenere ciò, si stanno studiando e sviluppando nuove tecniche, con le quali i ricercatori non programmeranno le caratteristiche dei robot, ma decideranno i prerequisiti appropriati per permettere a questi di sviluppare autonomamente i comportamenti intelligenti. Ciò significa, per esempio, che il linguaggio di comunicazione utilizzato dai robot non è progettato a priori ma si evolve e si adatta, come risultato tra l'interazione dei robot con l'ambiente: esattamente come cambia ed evolve il linguaggio umano con l'interazione tra persone che parlano e l'ambiente. Infatti una delle linee sulle quali i ricercatori del progetto indagano è quella per cui si prova a far evolvere i robot usando un processo simile a quello darwiniano.

L'idea di base è semplice. All'inizio della sperimentazione la popolazione di robot ha cervelli (menti) e comportamenti diversi, ma solo quelli che si dimostrano migliori possono riprodursi. In questa maniera generazione dopo generazione i robot si evolvono migliorando i comportamenti e l'abilità di cooperazione sulla base di un sistema di comunicazione autonomo.

Nel progetto, i robot comunicano attraverso il suono: ogni suono differente trasmette informazioni diverse con funzioni simili ai segnali di allarme utilizzati dagli animali per segnalare la presenza dei predatori. All'interno del progetto **ECAgents**, altri partner stanno sviluppando sistemi di comunicazione basati su suoni e luci. I robot possono emettere solo differenti tipi di colori e suoni, ma li interpretano in rapporto all'ambiente.

L'esperienza ha dimostrato la necessità di definire e sviluppare un sistema di comunicazione tra i robot, cercando di capire i prerequisiti cognitivi per attivare i processi d'interazione. Per esempio, è importante capire come un insieme di agenti possa risolvere un problema di navigazione che richieda la cooperazione di più individui.

Lo scenario è complesso: si deve comprendere in che modo coloro che emettono e ricevono i se-



Figura 8. Un esperimento con robot che giocano a palla.

gnali possano cooperare, ma anche come possano essere risolti possibili conflitti. L'ipotesi che non ci siano conflitti non è corretta: nel mondo reale i conflitti esistono, tra gli umani ma anche tra le macchine. Lo spam, ossia la posta elettronica indesiderata che riceviamo ogni giorno, è un esempio di tale conflitto. Sviluppare sistemi di robot autonomi in grado di cooperare e comunicare richiede anche lo sviluppo di sistemi che riducano gli effetti negativi dei conflitti tra robot.

Parecchie questioni, però, rimangono aperte. Una di queste è quella legata alla difficoltà di sviluppare comportamenti di comunicazione altruistici, in cui il robot che emette un segnale avvantaggia altri robot ma non se stesso. In questo contesto, la biologia può aiutare a capire in quali condizioni colonie di animali sviluppano comportamenti altruistici. Uno dei fattori che favorisce l'emergere e la stabilità di comportamenti altruistici è, per esempio, il grado di somiglianza tra patrimonio genetico degli individui che interagiscono o comunicano. Maggiore è il numero di geni in comune, infatti, maggiore è la probabilità che un individuo possa favorire la diffusione dei propri stessi

geni attraverso un comportamento altruistico che favorisce un altro individuo. Gli esperimenti condotti nell'ambito del progetto confermano questa teoria.

Il progetto *ECAgents* non si limita a comprendere come i robot possano sviluppare forme di comunicazione simili a quelle animali e umane, ma anche a scoprire i meccanismi evolutivisti di transizione dai linguaggi semplici a linguaggi complessi.

Quando parliamo di evoluzione e linguaggio le cose non sono semplici. Il linguaggio umano infatti è sia il risultato di un processo di evoluzione biologica (basata su variazioni genetiche) e di un processo di evoluzione culturale (basata su forme di apprendimento sociale). In questo quadro, alcuni degli esperimenti condotti nell'ambito del progetto intendono dimostrare come i robot possano sviluppare e condividere un linguaggio attraverso un apprendimento sociale.

Alcuni degli esperimenti hanno lo scopo di verificare, nel concreto, la formazione e l'origine del linguaggio. In un set sperimentale con i cani robotizzati AIBO, si è osservato come i robot siano in grado di sviluppare un proprio linguaggio basato su categorie concettuali sviluppate dai robot stessi e su regole grammaticali che permettono di combinare il significato di tali concetti.

I robot che giocano a palla (figura 8) devono immedesimarsi l'uno nell'altro, creare da soli delle con-

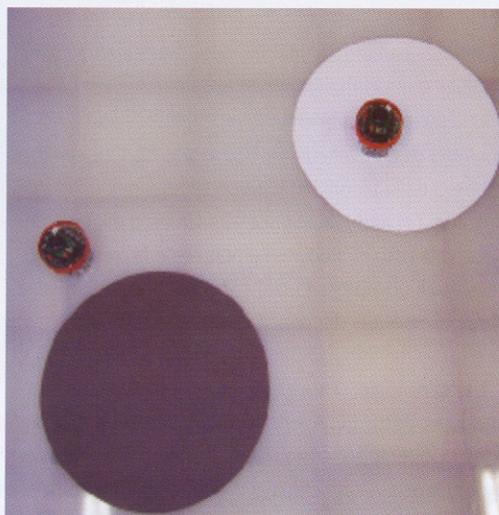


Figura 9. Un esperimento usato per studiare l'evoluzione del comportamento.

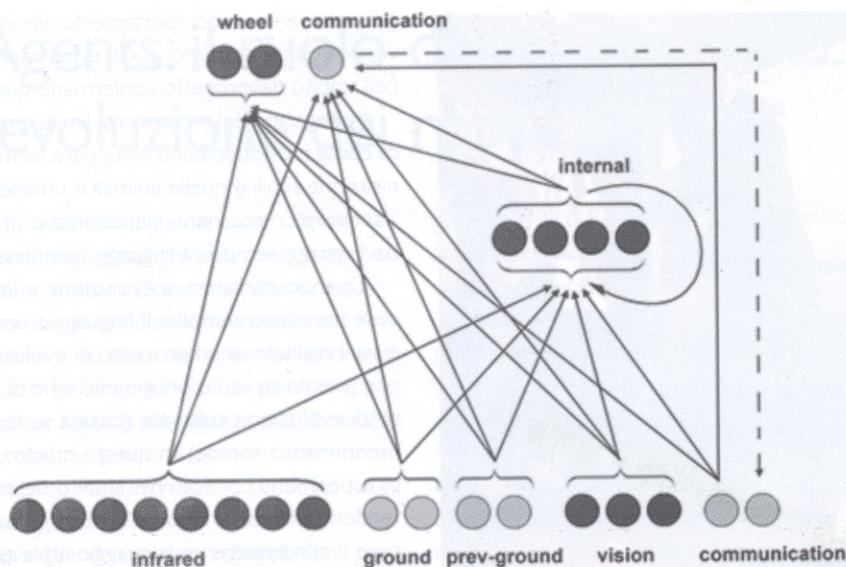


Figura 10. Controllore neuronale per i robot

venzioni come quella della sinistra e della destra e comunicarle tra di loro: il tutto in maniera assolutamente autonoma. Come possono auto-organizzarsi sistemi di comunicazione espliciti, convenzionalizzati e condivisi? È necessario capire come le convenzioni di comunicazione e i processi sottostanti possono essere sviluppati autonomamente per poi diventare condivisi all'interno di una popolazione di robot.

In figura 9 è mostrato un esperimento nel quale dei robot, una volta arrivati nell'area bianca o in quella nera, devono imparare a muoversi nell'altra area appena possibile. Il setup sperimentale prevede due robot posti in un'arena contenente le due aree. Ogni robot è provvisto di un controllore neuronale con 18 sensori (in basso nella figura 10), 4 neuroni interni e 3 neuroni motori (in alto nella figura 10). Questo esperimento ha permesso di studiare l'emergere e la crescita progressiva di complessità della capacità comunicative e comportamentali dei robot.

Le tecnologie, i modelli e i concetti creati all'interno del progetto ECAgents potranno essere abilitanti per nuove applicazioni. Con il crescere del numero di dispositivi con elevate capacità di computazione e comunicazione a disposizione per uso quotidiano, il concetto di agenti autonomi che comunicano

ed evolvono attraverso l'interazione tra loro e gli utenti dovrebbe trovare applicazione in molte aree. Potenziali applicazioni sono:

- sistemi robotici in cui gli agenti sono rappresentati in forma fisica come robot autonomi. Possibili aree d'interesse sono l'intrattenimento, il salvataggio in aree di disastri ambientali o pericolose, il supporto alle persone anziane o malate;
- applicazioni ubique in cui gli agenti possono muoversi tra differenti forme di rappresentazione fisica, per esempio come telefoni mobili o PDA;
- applicazioni *peer-to-peer* in cui il problema è l'interoperabilità semantica con particolare riferimento alla possibilità di estendere i sistemi informativi con componenti, così che i *peers* possano sviluppare e negoziare propri protocolli di comunicazione nell'interazione con il mondo dei dati e il mondo degli utenti umani. A sua volta, questo potrebbe portare alla creazione di un'*Interlingua* che gli agenti potrebbero interpretare localmente e in cui il consenso, come nei linguaggi naturali umani, potrebbe emergere come risultato di regole locali di tipo distribuito e adattivo.

Stefano Nolfi

Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione
CNR