



NATURALE-ARTIFICIALE / IL CONFINE CHE NON ESISTE PIÙ

# Siamo uomini o robot?

Persone con microchip sotto la pelle. E automi che pensano... La sfida della neuroingegneria

di Elisa Manacorda

**A** GUARDARLO DI SFUGGITA È POCO più che un ammasso di fili, microfoni, telecamere, pezzi di plastica e palline da tennis. Poi, un movimento impercettibile colpisce l'occhio. E quando ci si volta a osservare con più attenzione, improvvisamente si scopre che quell'accoraggiaglia di cavi ha invece due occhi, due orecchie, un braccio meccanico e una manina d'acciaio. Che avanza dolcemente verso qualunque oggetto colorato si muova nei paraggi.

La creatura, cioè la macchina, ha anche un nome: BabyBot, che sta per Baby Robot. L'ha costruita un gruppo di ricercatori guidato da Giulio Sandini, bioingegnere del Lira-Lab (Laboratorio Integrato di Robotica Avanzata) del Dist, all'Università di Genova. E il suo nome non è stato scelto a caso: «BabyBot è stato progettato per studiare i primi movimenti del neonato: quali sono le fasi che portano un bambino nei primi mesi di vita a toccare un oggetto, voltarsi verso

un rumore, a seguire con lo sguardo una forma in movimento», spiega Sandini. Insomma, è un robottino che impara. A coordinare le sue azioni, a usare i suoi sensi, a esplorare l'ambiente circostante.

BabyBot è una delle frontiere più avanzate della neuroingegneria, quella scienza che unisce le competenze di biologia con quelle dell'ingegneria e dell'informatica. Con un duplice obiettivo: da un lato, penetrare i segreti del cervello umano e scoprirne il funzionamento. Dall'altro, costruire robot-umanoidi, sempre più evoluti e sempre più simili all'homo sapiens. Androidi alla Blade Runner, con un volto, un corpo e un comportamento sempre più umani. E un obiettivo ambizioso: ottenere, oltre al movimento, lo sguardo e la parola, anche un cervello "vivente". Che consenta l'elaborazione di sentimenti. In fondo, è quello che sta tentando l'équipe di Genova. «In questi anni BabyBot ha imparato a coordinare i suoi movimenti, a controllare il braccio, l'udito e lo sguardo. Ma gli mancano le motivazioni per imparare dell'altro», spiega

ancora Sandini. E allora ecco il prossimo passo: dotare il robottino di un sistema di emozioni. Qualcosa che abbia a che fare con concetti come il piacere, la gratificazione. E che lo spinga ad apprendere sempre nuove cose.

Con la neuroingegneria, insomma, il confine tra naturale e artificiale si fa sempre più sfumato. «Sino a pochi anni fa, il computer veniva immaginato come un abbozzo di cervello elettronico. Oggi si fa strada l'idea che il cervello sia in realtà un computer biologico estremo».



## NON SOLO COMPUTER.

Giulio Sandini con BabyBot, al Dist della facoltà di Ingegneria di Genova. A sinistra: un robot costruito al Mit di Boston



mamente elaborato», spiega Sandro Mussa-Ivaldi, ricercatore formatosi alla scuola di Genova e poi emigrato negli Stati Uniti (oggi è alla Northwestern University di Chicago). E allora, perché non valicare definitivamente questa frontiera e costruire macchine che contengano elementi viventi, robot con un cervello "in carne e ossa"? Un primo passo è quello fatto proprio da Mussa-Ivaldi: «Abbiamo collegato il cervello di un pesce (la lampreda) a un robot mo-

bile, una piccola macchina con due ruote e due cellule fotoelettriche che fungono da occhi. Poi abbiamo inserito dei microelettrodi di metallo nei cosiddetti nervi vestibolari (una regione del cervello che trasporta l'informazione relativa all'equilibrio e all'orientamento), per registrare l'attività elettrica dei neuroni quando sono stimolati da una sorgente di luce. Un computer trasforma i segnali provenienti dal cervello in segnali che fanno muovere le ruote del robot. Il risultato? Quando viene messo davanti a una lampadina accesa, il robot si muove in direzione della luce», spiega Mussa-Ivaldi.

Esperimento simile è quello condotto al Medical Center della Duke University da Miguel Nicolelis. Lo scienziato ha impiantato 96 elettrodi, sottili quanto un capello, in diverse aree della corteccia cerebrale di una scimmia, compresa quella regione che controlla il movimento degli arti. Agli elettrodi ha poi collegato un braccio artificiale. Control- ▶

## Ora ti creo pure la coscienza

LA BIOINGEGNERIA E IL PROGETTO DI INCREDIBILI MACCHINE PENSANTI

**È** possibile costruire una creatura artificiale in grado di percepire il mondo così come lo percepiamo noi esseri umani? Ovvero: un robot può essere dotato di una coscienza? È la domanda cui Riccardo Manzotti e Vincenzo Tagliasco, bioingegneri del Lira-Lab del Dist, Università di Genova, vogliono dare risposta nel loro "Co-

scienza e realtà", appena pubblicato da il Mulino. Un libro, spiegato i due autori, destinato non solo a chi si interroga su cosa sia la coscienza, ma anche a costruttori e studiosi di menti e di cervelli artificiali. Che un giorno, basandosi su questa nuova teoria della coscienza, possano progettare una macchina con esperienza di sé. Una macchina che pensi e si descriva, alla "Io, Robot" di Asimov. Perché un robot cosciente, dicono Manzotti e Tagliasco, è qualcosa di più di un robot intelligente. Ma cosa s'intende per coscienza? «Non la coscienza morale o etica, bensì la capacità di un soggetto umano di fare esperienza dei propri pensieri, di se stesso e di eventi esterni», spiegano gli autori, stabilendo con questi ultimi una "relazione intenzionale". «Per descrivere questo concetto abbiamo coniato un neologismo: "onfene", derivato dalle parole "esistere, rappresentare ed essere in relazione con". L'onfene è l'elemento fondante della nostra teoria della mente», continuano i due studiosi. Ma come si applica questa teoria alla costruzione di una macchina pensante? «Costruire un robot cosciente per noi significa progettare una macchina in grado di darsi degli obiettivi in relazione all'ambiente circostante», proseguono Manzotti e Tagliasco. E come nel cervello di un vivente le modificazioni chimiche ed elettriche a livello neuronale provocano l'esperienza cosciente degli eventi esterni (suoni, colori, sapori), così nel cervello artificiale del robot le variazioni di valore dei byte potranno corrispondere a esperienze soggettive.



NUOVA FRONTIERA. Vincenzo Tagliasco (a destra) e Riccardo Manzotti. A sinistra: Massimo Grattarola mostra un microchip con neuroni

## CORPO E ANIMA

lando l'attività elettrica del cervello, la scimmia ha imparato a muovere il braccio meccanico per eseguire alcuni semplici compiti, come raggiungere un pezzo di cibo posto a breve distanza.

Lo sviluppo di questi ibridi, metà macchine e metà animali, ha anche un risvolto pratico. «Spero che il nostro lavoro possa rivelarsi utile per chi si occupa della riabilitazione di pazienti con arti artificiali. In quel campo, l'obiettivo è stabilire una comunicazione tra protesi e paziente. Oggi siamo in grado di inviare segnali elettrici dal cervello all'arto. Ma non è ancora possibile il contrario, cioè l'invio di segnali dalle protesi al cervello. Purtroppo, le applicazioni cliniche sono ancora lontane», continua Mussa-Ivaldi.

Alla base del lavoro del ricercatore italo-americano sono gli esperimenti di Massimo Grattarola, professore di bioelettronica al Dibe dell'università di Genova, che da anni lavora allo sviluppo di interfacce tra il tessuto cerebrale e i chip. «Il nostro obiettivo, presso il laboratorio di neuroingegneria, è costruire delle "reti bioartificiali": si tratta di prelevare dei neuroni dal cervello di piccoli mammiferi, di coltivar-

li in vitro e di farli crescere su un letto di elettrodi. Quando i neuroni vengono stimolati elettricamente, rilasciano informazioni che vengono registrate dagli elettrodi. L'idea è quella di addestrare artificialmente la rete di neuroni a svolgere determinati compiti. E in futuro costruire calcolatori che sappiano imparare, così come accade al cervello umano», spiega Grattarola.

**L**A NEUROINGEGNERIA CONSENTE ANCHE altre acrobazie tra il mondo dei viventi e quello del silicio: quelle che consentono agli esseri umani di sperimentare sulla loro pelle l'incontro tra naturale e artificiale. A mostrare quanto sia vicina l'era dell'uomo-robot è l'esperimento di Kevin Warwick, professore di cibernetica all'Università inglese di Reading. Nel 1998 Warwick si è fatto impiantare un chip



**COMANDI A DISTANZA.** Sandro Mussa-Ivaldi: ha collegato il cervello di un pesce a un robot mobile

nell'avambraccio. Il chip trasmette un segnale di identificazione a un computer, che è così in grado di monitorare ogni movimento del professore. E grazie al suo braccio bionico, Warwick è in grado di aprire porte, accendere luci e riscalda-

mento senza muovere un dito, sfruttando più o meno lo stesso principio del Telepass autostradale. Ma il professore non si ferma: per la fine del 2001 partirà il progetto Cyborg 2.0: dopo aver verificato che il chip è in grado di inviare e ricevere segnali tra il computer e il sistema nervoso del professore, un altro chip verrà impiantato nel braccio di sua moglie Irina. Questo consentirà di capire in che modo il movimento, il pensiero e le emozioni possano essere trasmessi da una persona all'altra. Possibilmente anche via Internet, a migliaia di chilometri di distanza. ■