

ROBOT UMANI TROPPO UMANI

obot, da *robota*, parola ceca che significa lavoro forzato. Un'invenzione dello scrittore Karel Capek, nato a Praga nel 1890, morto nel 1938, autore di un dramma nel quale i robot si ribellano all'uomo. Come spesso capita, dalla letteratura alla tecnologia il passo è stato breve: i robot sono intorno e (talvolta) anche dentro di noi. Non si è avverata invece la previsione negativa: almeno per ora, rimangono docili, sottomessi ai loro padroni. L'evoluzione della specie, però, è travolgente e imprevedibile. I robot dall'aspetto umanoide si vedono ormai soltanto al cinema, sono quasi patetici. Gli altri fatichereste a riconoscerli: troppo diversi per aspetto e dimensioni, troppo divergenti dall'iconografia ingenua dell'im-

maginario collettivo. Alcuni sono così piccoli da risultare invisibili a occhio nudo, altri poco più grandi di un insetto. Esistono scarafaggi-robot capaci di interagire con insetti veri perché vengono riconosciuti tramite l'emissione di feromoni (particolari molecole odorose abbinate al richiamo sessuale). Altri ancora assomigliano a un cagnolino. O a un piccolo trattore, un dirigibile-giocattolo, un aeromodello. Camminano, avanzano su ruote, strisciano, nuotano, volano. E fanno i mestieri più imprevedibili: ci sono robot soldati, esploratori, medici, chirurghi, giocatori di pallone, esploratori di altri pianeti. Si delinea anche una sociologia dei robot: certe specie agiscono in modo solitario, altre in squa-

segue a pag. 20

dra, altre ancora si organizzano in comunità e operano con un perfetto coordinamento. I robot più antichi, i Neanderthal della situazione, lavorano in fabbrica, dove forgiavano a caldo e a freddo, stampavano metalli e pezzi di plastica, saldano, verniciano, impacchettano, incollano, spediscono. A quelli non si fa più caso, non preoccupano neppure i sindacati.

E sistono persino robot che si innestano nel corpo umano per sostituire un arto o per svolgere le funzioni di un organo. Rappresentano la simbiosi tra uomo e macchina che caratterizza il nostro tempo. Il confine tra naturale e artificiale diventa sempre più sfuggente. La biologia molecolare incomincia a farci capire che il nostro stesso organismo è un insieme di miliardi di nano-macchine, minuscoli robot contraddistinti da compiti ben precisi. Neurotrasmettitori che regolano il nostro umore, il sonno e la veglia, la paura e l'attenzione, addirittura il desiderio di fare l'amore. Enzimi che tagliano e cuciono pezzi di Dna. Accumulatori e distributori di energia (i mitocondri). Proteine che svolgono migliaia di funzioni diverse.

È ancora fresca la notizia dell'alpinista neozelandese Mark Inglis che ha raggiunto la vetta dell'Everest a 8.860 metri dopo quaranta giorni di marcia. Il fatto sarebbe già abbastanza straordinario in sé ma diventa quasi incredibile se si aggiunge che a Mark Inglis 24 anni fa furono amputate entrambe le gambe dal ginocchio in giù a causa di un congelamento durante una scalata.

La bionica renderà queste imprese sempre più normali. Esiste un ginocchio elettronico, il C-Leg, che permette di controllare il movimento della protesi in ogni situazione: passeggiata, corsa, salita, discesa, scale. Camminare non è facile: nello spostare un piede davanti all'altro, carichiamo e scarichiamo continuamente il peso del corpo, è come se fossimo sempre sul punto di cadere. L'arto bionico, un autentico robot specializzato nell'imitare le nostre gambe, 50 volte al secondo misura l'angolo del ginocchio e la distribuzione del peso e dello sforzo. Sostiene pazienti fino a 125 chilogrammi di peso, ha una autonomia di una intera giornata, basta che ogni sera ci si ricordi di ricaricare la sua batteria.

Rimaniamo in campo medico. Già nel 1998 l'americano Alain Carpentier aveva usato un robot chirurgo per eseguire un'operazione a

cuore aperto. Poco dopo all'Università di Lipsia il direttore della clinica di cardiocirurgia con un robot per la prima volta al mondo ha realizzato un intervento di by-pass alle coronarie. A Padova, Centro Gallucci, il professor Gino Gerosa ha sottoposto un paziente di 65 anni ai ferri di un robot che ha agito attraverso 4 fori praticati nel torace, di cui tre riservati alle braccia meccaniche e un quarto all'inserimento del by-pass. Si fa anche a Torino, all'ospedale Molinette e alla clinica Pinna Pintor. Interventi di questo genere avvengono via satellite: il chirurgo uomo è in America, il chirurgo robot può essere al di là dell'Atlantico. A questa tecnica è affidata la speranza di una medicina avanzata nel Terzo Mondo, dove tutto sommato è più facile disporre di un robot che del chirurgo in carne ed ossa.



Nanocapsule capaci di individuare cellule danneggiate curano già astronauti colpiti da radiazioni nello spazio

NEL 2015 I PRIMI ROBOT DA BATTAGLIA

I robot hanno e avranno sempre più un ruolo importante nella protezione civile e nelle attività militari. Robot civili svolgono compiti di sorveglianza, aiutano a spegnere incendi, intervengono nel caso di incidenti chimici o nucleari che rendono l'ambiente inaccessibile agli uomini. Speciali robot si usano per disinnescare mine e ordigni usati da terroristi. Robot infermieri potranno assistere i disabili e affiancare il personale paramedico negli ospedali. Ma il maggiore sforzo economico e di ricerca è sui robot militari, a cominciare dagli UCAV, aerei da combattimento automatici (*Unmanned Combat Air Vehicle*).

Il Pentagono, che ha un bilancio annuo di 500 milioni di dollari (metà dell'intero mercato mondiale della guerra), ha investito 127 miliardi di dollari nel programma *Future Combat System*. L'obiettivo è di robotizzare entro il 2015 un terzo dei veicoli militari di terra e dei velivoli da caccia. Si parla già di truppe automatiche specializzate: gli R-Gator sono robot da battaglia, i PackBots sono esploratori per la lotta ai terroristi, capaci di cavarsela nella perlustrazione di cunicoli e caverne. I primi impieghi, in Afghanistan e, naturalmente, in Iraq.

PACS ANCHE PER GLI ANDROIDI

Mentre Alberto Sordi si accontentava di avere nel robot Caterina una efficiente collaboratrice domestica, oggi nei laboratori più avanzati si prospetta la possibilità di realizzare entro una ventina di anni androidi (maschi e femmine) che sarebbero dei partner ideali per fare l'amore. Ci lavorano in Giappone e al Mit negli Stati Uniti. David Levi, autore di *Robots Unlimited, Life in a virtual age*, ne è il profeta. Immagina macchine capaci di soddisfare i nostri desideri più segreti agendo direttamente sui nostri sensi. Parla di relazioni con androidi del tutto analoghe a quelle che abbiamo con donne e uomini in carne ed ossa. Ci si potrebbe fidanzare con una macchina cibernessuata, e magari sposarla, se nel frattempo i Pacs arriveranno a tanto. Nella peggiore delle ipotesi, queste macchine permetteranno ai più timidi di fare un po' di training.

E la morale? Che dirà il cardinale Ruini? Anche a questo si sta pensando. L'Unione Europea ha istituito una commissione di bioetica che ha già prodotto un documento base. Chi è responsabile dei robot? Il progettista, il produttore o chi li usa? Asimov teorizzò le tre leggi alle quali ogni robot deve attenersi per non danneggiare e «rispettare» l'uomo. Ma l'uomo non avrà obblighi morali verso robot altamente evoluti, dotati di sensibilità e intelligenza?

«Sunny» è il primo motore molecolare, azionato dalla luce: potrà far passare farmaci attraverso le membrane cellulari

Ancora in medicina i nanorobot chimici trovano applicazioni sorprendenti. All'University of Texas, all'Oklahoma State University e alla Louisiana Tech University si curano gli astronauti che hanno subito danni da radiazioni con nanocapsule programmate per individuare le cellule danneggiate riconoscendole da una particolare proteina che compare sulla loro membrana. Se il guasto è grave, entrano nella cellula ed emettono enzimi che scatenano l'autodistruzione (apoptosi) della cellula mutata, potenzialmente cancerogena. Alla Scuola Sant'Anna di Pisa il gruppo di Paolo Dario sta cercando di estendere questa tecnica alla cura di tumori e altre malattie. Mauro Ferrari, 46 anni, un nostro cervello emigrato negli Usa, lavora a macchine molecolari per aggredire selettivamente le cellule malate rilasciando in esse, e solo in esse, il farmaco antitumorale.

Il mondo dei nanorobot è tra i più sorprendenti. Questi automi molecolari, ovviamente, fanno una sola cosa, ma la fanno bene e in fretta. È il caso del nanomotore messo a punto da Vincenzo Balzani all'Università di Bologna in collaborazione con l'Università della California. Un motore di Formula 1 arriva a 20 mila giri al minuto. Il suo supera i 50 mila. È costituito da due sole molecole. Non richiede benzina, lo fa girare la luce del sole. Per questo lo chiamano *Sunny*. Il laboratorio Nanofaber della Regione Emilia sta esplorandone le future applicazioni.

L'unità di misura delle nanotecnologie è il nanometro, cioè il miliardesimo di metro o - se preferite - il milionesimo di millimetro. Il motore *Sunny* è formato da una molecola sottile lunga 6 nanometri che funziona da asse di scorrimento e da una molecola ad anello dal

diametro di 1,3 nanometri infilata nella prima. Sotto l'azione della luce, l'anello scorre su e giù lungo la molecola sottile mille volte al secondo. In pratica, l'anello si muove come un minuscolo pistone che trasforma l'energia dei fotoni in lavoro.



Una possibile applicazione di *Sunny* riguarda la salute: l'anello mobile funziona come un nastro trasportatore e quindi può far passare un farmaco attraverso la membrana delle cellule. Ma si pensa anche a un computer chimico che sfrutti la logica binaria del nanomotore, facendo corrispondere lo 0 e l'1 alle due posizioni estreme del pistone. Interessante è anche l'idea di far lavorare insieme un grandissimo numero di questi motori, sincronizzati e disposti in fitte file su una superficie piana, così da ottenere un lavoro significativo anche sulla scala della nostra vita quotidiana.

Come funziona *Sunny*? Un po' come un motore a quattro tempi ma senza «scoppio». La molecola sottile alle estremità ha due blocchi che fermano l'anello. La luce solare fa passare un elettrone da uno dei due blocchi alla stazione A, dove all'inizio si trova l'anello (fase 1: combustione). Questo elettrone disattiva la stazione A: l'anello si sposta dunque nella stazione B (fase 2: movimento del pistone). L'elettrone ritorna, a questo punto, al blocco di partenza (fase 3: uscita dei gas di scarico) e l'anello recupera la posizione iniziale nella stazione A (fase 4: ritorno del pistone). In meno di un millesimo di secondo il sistema è pronto per un altro ciclo. Gli elettroni si spostano solo all'interno del sistema e ad ogni ciclo si ritorna all'equilibrio elettronico originario. I nanomotori stanno dentro una soluzione a temperatura ambiente. Per farli partire basta esporli alla luce.

Irobot che giocano sono poco più che una curiosità. A basso livello c'era Aibo, della Sony, ora fuori produzione, cagnolino robot che abbaia, scodinzolava e cercava di surrogare un animaletto da compagnia. A un livello superiore troviamo i robot che giocano al calcio. Ce ne sono di vari tipi e l'obiettivo è quello di vincere i Mondiali entro il 2050 contro una squadra umana:

tra gli altri, ci lavorano Alessandro Farinelli e Daniele Nardi dell'Università La Sapienza di Roma, mentre al Politecnico di Torino è nato Isaac, altro robot calciatore. Dice Bruno Siciliano, presidente di IEEE Robotics and Automation Society e responsabile italiano di Euron (European Robotics Research Network): «Come vent'anni fa non facevamo caso alla presenza di un televisore e oggi non facciamo più caso alla presenza di un personal computer nelle abitazioni, di qui a vent'anni i robot diventeranno così pervasivi nella società da non fare più caso alla loro presenza: ubiquitari». Al concetto di ubiquità è dedicato il maggior convegno internazionale del settore che il prossimo anno si terrà in Italia (www.icra07.org).

Famoso è Deep-Blue, il software-robot che, girando su un potente computer, ha battuto il campione mondiale di scacchi Garry Kasparov. Avvenne l'11 maggio 1997, una data che gli storici dell'informatica hanno registrato a lettere d'oro. Turing e Shannon, i guru dell'informatica e della teoria dell'informazione, avevano previsto che l'evento si sarebbe verificato già entro il 1960. Sono stati necessari quarant'anni di più. I robot scacchisti alle Olimpiadi di Torino si sfidavano tra loro: sono diventati una seria palestra per le ricerche di Intelligenza Artificiale e ne sono derivate macchine per tradurre, per orchestrare melodie, per prendere decisioni strategiche.

Infine ci sono i robot che lavorano per la scienza esplorando crateri di vulcani attivi, grotte, abissi oceanici o addirittura altri pianeti. Spirit e Opportunity si aggirano da due anni nei deserti di Marte, Huygens è sceso su Titano, satellite di Saturno, nel 2015 un robot-chimico arriverà su una cometa portato dalla sonda europea Rosetta. Per ora sono robot a ruote, ma le prossime generazioni forse avranno quattro zampe come i mammiferi, o sei come gli insetti, o otto come i ragni. Anche per uso terrestre sono molti i robottini che si ispirano all'evoluzione biologica. Dario Floreano nel suo laboratorio di Losanna, sviluppa Alice, imitando le formiche; altri robot emulano pesci, serpenti, uccelli, scimmie. Per costruirli lavora una équipe di informatici e biologi. Il loro aiuto più prezioso? Un orologiaio. ■ **P.B.**

