

INTELLIGENZA ARTIFICIALE | PROGRESSI

Più vicini al mistero della visione

DI TOMASO POGGIO

Ho sempre pensato che i risultati delle teorie dell'informazione, della computazione e dell'apprendimento avrebbero giocato un ruolo importantissimo nella nostra comprensione di come il cervello produce comportamenti intelligenti. Ma fino a poco tempo fa sentivo che il gap tra l'informatica e le neuroscienze era ancora troppo ampio per poter stabilire una connessione diretta. Dunque cercavo di tenere distinti i progetti del mio laboratorio sulla visione computerizzata, volta allo sviluppo di sistemi ingegnerizzati per il riconoscimento delle immagini, dagli studi sulle funzioni della corteccia visiva. La mia prospettiva è cambiata improvvisamente circa un anno fa per una scoperta sorprendente. Un modello preliminare, basato sulla teoria della corteccia visiva del cervello umano sul quale abbiamo lavorato per gli ultimi cinque anni in stretta collaborazione con diversi laboratori di fisiologia, si è rivelato molto più efficiente di molti sistemi ingegnerizzati e umani nel riconoscere forme naturali e complesse. Potremmo perciò essere molto più vicini di quanto si sia mai pensato alla comprensione di come la corteccia visiva riconosca gli oggetti. Ma ciò significa anche che le ricerche sull'intelligenza artificiale devono seguire da vicino gli sviluppi delle neuroscienze.



L'AUTORE
Tomaso Poggio, 59 anni, è professore presso il dipartimento di scienze cognitive e intelligenza artificiale del Mit di Boston e codirettore del centro per l'apprendimento biologico e computazionale. È al Mit dal 1981, dopo 10 anni presso l'Istituto Max Planck per la biologia e la cibernetica di Tubinga.

Ecco in breve il problema, la sua importanza e come credo sia meglio affrontarlo. Il sistema visivo umano riconosce rapidamente e senza sforzo un gran numero di oggetti differenti in contesti naturali e disordinati. In particolare, è in grado di assegnare immagini o parti di esse a categorie, ad esempio le facce, riconoscendone una specifica. A dispetto della facilità con cui vediamo, il riconoscimento visivo, uno dei problemi chiave per i sistemi elettronici, continua a essere piuttosto difficile per i computer ed è universalmente riconosciuto come un problema computativo molto ostico. Nella corteccia cerebrale dei primati si pensa che il riconoscimento visivo sia mediato da un percorso che attraversa le aree extrastriate V2 e V4 per collegare la corteccia visiva primaria V1 e quella inferotemporale (It). A sua volta It è una fonte importantissima di input verso la

È decisiva l'elaborazione di un «occhio» elettronico che riconosca le immagini

corteccia prefrontale (Pcf), coinvolta nei collegamenti tra memoria e azione. Nel corso dell'ultimo decennio, diversi studi fisiologici in primati non umani hanno permesso di stabilire un nocciolo di nozioni fondamentali sui meccanismi di riconoscimento utilizzati dalla corteccia che sembrano ampiamente accettati. Ma siamo oggi in grado di comprendere come avviene il riconoscimento visivo grazie alla ricchezza di dati relativi alla fisiologia e al comportamento? Possiamo sviluppare una teoria che porti allo sviluppo di modelli computerizzati in grado di elaborare le immagini come la corteccia?

Dopo la scoperta sull'attività di V1 dei Nobel Hubel e Wiesel c'è stata una carenza di teorie in grado di spiegare le funzioni e l'architettura della corteccia visiva al di là di V1. La ragione è ovviamente che la nascita di una teoria globale è condizionata da moltissimi dati di fisiologia e anatomia a diversi livelli del sistema visivo, oltre che dalla necessità di spiegare le performance umane nello svolgimento di funzioni visive complesse. Sviluppare una solida teoria quantitativa è perciò difficile, ma sarebbe estremamente utile. Anche una comprensione parziale della corteccia visiva potrebbe darci indicazioni preziosissime su come funzionano altre parti della corteccia. Non solo, un quadro teorico avrebbe un'importanza cruciale per la comunità scientifica che studia l'intelligenza artificiale perché vogliamo capire come avviene l'elaborazione delle informazioni coinvolte nella visione e replicarlo nei computer.

Il mio gruppo ha sviluppato un modello computazionale della corteccia visiva, risultato di collaborazioni e interazioni con diversi laboratori sperimentali di neuroscienze nel mondo. L'architettura di questo



Automi. Una scena del film «I, robot» di Alex Proyas

Un programma «cervellotico»

■ Quello che ci corre incontro è un elefante infuriato o un amico entusiasta? Il nostro cervello è in grado di rispondere in meno di 20 millesimi di secondo, ma fino a poco tempo fa era ancora un mistero come ciò avvenisse. Nuove risposte arrivano dal software sviluppato dall'équipe di Tommy Poggio al Mit di Boston, e presentato nell'ultimo numero della rivista «Pnas», che ha eguagliato le prestazioni umane in 300 test di riconoscimento di figure animali e volti umani. Poggio e colleghi hanno costruito un modello elettronico che imita il modo in cui alcuni gruppi di neuroni della nostra corteccia elaborano gli stimoli visivi. Il modello passa le informazioni da un gruppo di neuroni all'altro in maniera analoga a ciò che avviene nel cervello, attivando prima i recettori meno specializzati per coinvolgere via via quelli capaci di un riconoscimento più sofisticato. Diversamente dal nostro cervello non è però in grado di compiere il percorso inverso. (gu.ro.)

TRADING FINANZA APRIPISTA

Il mito del software anticrollo

DI MATTEO G. BREGA

Anche l'affascinante mondo del trading nutre le proprie mitologie e le alimenta con un più o meno incontrollato flusso di voci che dall'interno influenzano l'esterno e che, una volta all'esterno, si sviluppano in autonomia fino a mutare i propri contenuti. È questa l'impressione che ci si fa parlando con gli operatori e con gli studiosi di sistemi informatici e di intelligenza artificiale a riguardo di un argomento conosciuto da molti ma a pochissimi chiaro nei dettagli: l'esistenza, nei mercati finanziari, dei cosiddetti "software anticrollo".

Cos'è questa chimera che da alcuni anni starebbe funzionando nel mondo globale delle transazioni finanziarie? Molto semplicemente si tratterebbe di un programma che, governando le operazioni di vendita e acquisto, impedirebbe ai mercati di avvitarsi in spirali discendenti nei casi di eventi esterni particolarmente destabilizzanti. Sembra, in effetti, una misura pensata espressamente per ovviare a tutti i nuovi problemi con i quali il mondo ha dovuto confrontarsi dall'undici settembre in poi, lo

In Borsa una «mente» per bloccare le cadute dopo un evento negativo

stesso mondo nel quale si sono sviluppate le leggende sull'occhio onnisciente di Carnivore o sulla ipotetica tracciabilità di ogni movimento telematico. È l'idea che esista un programma che impedisce alle Borse mondiali di crollare in reazione a nuovi catastrofici attentati contiene in sé più di una suggestione filosofica, oltre che la funzione di tranquillizzare a priori i mercati. Si tratterebbe, insomma, di un primo esempio concreto di applicazione su larga scala e in un ambito vitale di un sistema di intelligenza artificiale al servizio dell'uomo. Se così fosse ci sarebbe di che riflettere sul fatto che proprio dalla finanza internazionale arriverebbe quella che da molti anni si sta aspettando come la «grande svolta tecnologica» e in base alla quale sono stati ipotizzati centinaia di scenari futuri.

Ma penetrando passo dopo passo nello specifico del problema si dissolve il fascino del mito e ci si imbatte in un misto di cautela e scetticismo. Innanzitutto occorre sgombrare il campo dalla vulgata, nata dopo gli attentati di Londra, secondo la quale software anticrollo sarebbero pronti a entrare in azione con qualsiasi tipo di scenario. Suggestivo, ma chi concretamente sarebbe disposto a immettere enormi quantitativi di liquidità fino a invertire, o arginare, un trend globale? Chi, in altre parole, sarebbe disposto a gettare legna su un fuoco sino a spegnerlo «per soffocamento»? Inoltre l'azione di un software di questo tipo sarebbe in contraddizione con l'assunto generale secondo il quale è proprio nei momenti di emergenza che l'intervento umano risulterebbe ancora insostituibile, mentre il software sarebbe adatto per un governo di situazioni standard. Secondo Giuseppe Belfiori, responsabile di Igb trading system, non è possibile rinunciare al controllo umano di ultima istanza all'interno del trading: «Il trading automatico riveste oggi un ruolo significativo per il 20-30% dell'operatività, soprattutto per ciò che concerne i movimenti veloci. I pattern utilizzati sono basati su comportamenti stan-

dard di ipotetici operatori». Se di reale valore aggiunto si può parlare, nel caso del trading effettuato da software, si allude alla rigidità delle strategie impiegate e alla conseguente assenza di emotività, una delle principali cause di errore. Lo scetticismo emerge quando ci si spinge ad analizzare oltre il livello di trading intraminute e si ipotizzano sistemi che sappiano riprodurre elementi quali la «propensione al rischio» come simulare, infatti, una situazione, come quest'ultima, difficilmente definibile in sé? Per Luca Pesaro di Rbs Londra, indipendentemente dall'azione più o meno incisiva dei software, il mercato presenta oggi elementi di «omologazione comportamentale» frutto indiretto di una costante e inesorabile tendenza alla minimizzazione dei rischi. In quest'ottica lo scenario potrebbe essere pronto per accogliere dei software ad azione ampia senza mai rinunciare, però, «a un ruolo di sorveglianza costante da parte degli esseri umani, sempre pronti a disattivare i software nei momenti critici e dove il ruolo del cervello umano, con tutta la sua capacità di ricomprendere la complessità, rimane insostituibile».

In definitiva occorre dire che rimangono nell'ambito del cosiddetto "programma debole" dell'intelligenza artificiale: siamo di fronte a tentativi di riproduzione di funzioni "basse", cioè essenzialmente di calcolo. Lo schema, malgrado tutto, rimane quello di Deep Blue, il software campione di scacchi, piuttosto che quello, ben più suggestivo, di Hal 9000, il computer che in «2001 Odissea nello spazio» prendeva il controllo della situazione. Anche perché, come dice Stefano Moriggi, che tiene assieme a Giulio Giorello alla Statale di Milano un seminario dal titolo «Evoluzione delle macchine», «in ogni situazione complessa rimane fondamentale poter riprodurre l'irrazionalità, la quale rimane una componente imprescindibile per ogni ipotesi di simulazione di scenario futuro. In questo senso parlare di intelligenza artificiale applicabile alle transazioni finanziarie mi pare complicato anche pensando alle macchine che imparano dagli errori e che prevedono i comportamenti avversari come nel gioco degli scacchi. Siamo comunque in ambiti non paragonabili per complessità». Per ora, dunque, pare che ci si debba limitare alla suggestione futuribile da una parte e ai messaggi rincuoranti dall'altra: come dire, non ci sono i software anticrollo ma se ci fossero funzionerebbero benissimo.

Matteo G. Brega è docente di Patrimoni dell'immagine allo Iulm di Milano

PROVARE PER CHIEDERE

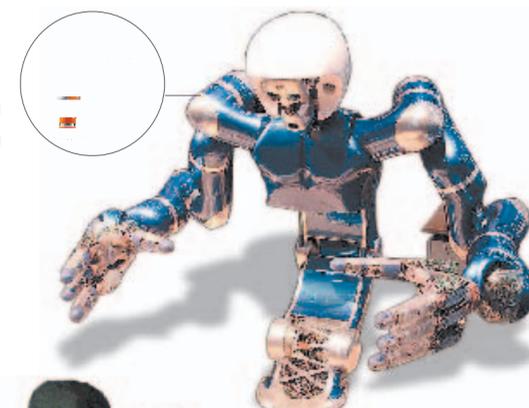
TUTTO QUEL CHE SI DEVE SAPERE SU:

I robot



DI GUGLIELMO TAMBURRINI
Docente di Logica e Filosofia della Scienza presso la facoltà di Scienze dell'Università di Napoli Federico II

- 1. Che cos'è un robot?**
Non ci sono definizioni generali che colgono le principali sfumature di significato della parola "robot". La definizione Iso del 1994 (standard 8373) privilegia, per esempio, alcune proprietà dei manipolatori robotici utilizzati nell'industria, senza evidenziare le capacità percettive, di ragionamento, di pianificazione e di interazione con gli esseri umani che sono così importanti per gli sviluppi attuali della robotica di servizio.
- 2. Perché i robot hanno ancora problemi a camminare, mentre la potenza dei computer raddoppia ogni sei mesi con una progressione che segue la legge di Moore?**
L'aumento della potenza di calcolo riguarda solo un aspetto del problema. La comprensione e la duplicazione delle funzioni cognitive e senso-motorie che consentono a un robot di manifestare comportamenti sempre più flessibili e intelligenti richiedono attenzione ai modelli del controllo senso-motorio che vengono sviluppati da fisiologi, neuroscienziati, psicologi sperimentali e studiosi di intelligenza artificiale o del comportamento animale.
- 3. La prima legge di Asimov sui robot amici dell'uomo è ancora valida di fronte dello sviluppo di sistemi bellici?**
Il progetto "Future Combat Systems" finanziato con oltre 100 miliardi di dollari è il più ingente contratto militare nella storia degli Stati Uniti, che prevede lo sviluppo di aerei da combattimento senza



Scheletro riabilitativo

Bleex. L'ecoscheletro sviluppato dall'Università di Berkeley per la riabilitazione di pazienti sofferenti di cuore.

pilota e di veicoli robotici di superficie. Ma l'idea di un "robot soldato" in grado di agire in piena autonomia sul campo di battaglia è prematura teoricamente e tecnologicamente, oltre a essere molto problematica da un punto di vista etico: un robot soldato deve sparare, ma deve anche distinguere un nemico da un alleato e riconoscere i gesti di resa. Le difficoltà teoriche e pratiche sono formidabili, come testimoniano drammaticamente i "danni collaterali" causati dagli errori di vari sistemi automatici di riconoscimento degli obiettivi militari.

■ **4. Che cosa si intende per robotica?**



Mani che arrampicano

Alpinista. Mani che aderiscono alle pareti in maniera perfetta: sono quelle del robot sviluppata dal dipartimento di ingegneria meccanica dell'Università di Stanford

L'uso di armi robotiche è uno dei temi centrali e pressanti della robotica. Più in generale, è un settore dell'etica applicata che si propone di ripensare, nell'ambito dell'interazione uomo-robot, i temi della protezione e della promozione dei diritti degli esseri umani, che riguardano l'autonomia e la dignità della persona, l'attribuzione di responsabilità per le azioni dei sistemi robotici, l'integrità fisica e mentale degli esseri umani, l'accesso equo alle risorse tecnologiche.

■ **5. Perché la riproduzione di emozioni umane nei robot è una priorità dei ricercatori?**
Lo scopo è arrivare a forme di comunicazione più efficaci tra uomo e robot. Sono allo studio assistenti intelligenti per il cosiddetto e-learning che dalla

Sempre più umani

Con le braccia

Justin. È il robot dell'Agenzia spaziale tedesca che ha come braccia il robot light-weight Kuka (in alto a sinistra). È stato presentato per la prima volta in Italia al convegno sulla robotica di Roma.

Guida automatica



Stanley. La macchina robot sviluppata dall'Università di Stanford che ha vinto il Darpa Grand Challenge, la corsa nel deserto per macchina a guida automatizzata.

rilevazione di correlati biometrici delle emozioni (sudorazione, dilatazione delle pupille, contrazione muscolare, eccetera) ipotizzano quale sia lo stato emotivo dell'utente (frustrazione, noia, vivo interesse, soddisfazione, eccetera), al fine di modulare i contenuti didattici da proporre. Anche in questo caso si pongono problemi di etica applicata relativi all'acquisizione di dati sensibili sull'emotività degli utenti (che potrebbero essere utilizzati, per esempio, per condizionarne le propensioni all'acquisto).

■ **6. Oggi gli automi per l'assistenza di disabili e anziani sono prototipi. Crede che questo genere di servizi si espanderà?**
Il diritto degli anziani e delle persone diversamente abili a vivere in autonomia è sancito dagli articoli 25 e 26 della Carta dei diritti fondamentali dell'Unione Europea. I robot possono contribuire a promuovere questo diritto, ma non bisogna creare aspettative premature, sottovalutando le sfide che la ricerca deve affrontare. E non bisogna dimenticare, fin dalla fase di progettazione, la protezione della dignità degli assistiti, distribuendo opportunamente i ruoli tra assistenti umani e macchine.

■ **7. È possibile concepire un robot con una coscienza?**
Non lo so e credo che nessuno sia oggi in grado di fornire una risposta decisiva a questa domanda, a dispetto di ricorrenti annunci. In particolare, nessuno è in grado di indicare una strategia di ricerca

promettente in questa direzione: non vi sono spiegazioni o modelli scientifici della coscienza che forniscano una base plausibile per la sua realizzazione in un robot.

■ **8. Ma allora R2D2 di «Guerre stellari» e Hal di «2001-Odissea nello spazio» non hanno nessun collegamento significativo con l'attuale ricerca robotica?**
Immaginare situazioni fantascientifiche, senza voler aggudicare il problema della loro possibilità fisica o pratica, è interessante soprattutto per capire le motivazioni, i desideri e i timori profondi di ognuno di noi, ricercatori compresi, a proposito della costruzione di una macchina «fatta a nostra immagine e somiglianza».

■ **9. L'integrazione tra sistemi elettronici e cellule biologiche aumenterà le capacità dei robot?**
Si tratta di ricerche pionieristiche, come pure quelle sui sistemi bionici che interfacciano, a un livello di organizzazione più alto, cervello e macchina. È stata dimostrata la possibilità di utilizzare alcuni segnali cerebrali correlati a un determinato pensiero (ruotare mentalmente una figura geometrica, pensare di alzare un braccio) come comandi per muovere il mouse su una tastiera virtuale o per guidare la navigazione di un veicolo.

■ **10. Quali problemi etici può suscitare un tale sistema bionico?**
In questi sistemi vi è un controllo dell'azione distribuito tra l'essere umano e la macchina, la quale decodifica e interpreta il segnale cerebrale come espressione di un'intenzione ad agire da parte dell'essere umano, e invia un comando corrispondente agli organi effettori del robot. Se la decodifica non è corretta, come può accadere per vari motivi teorici e pratici, sorgono problemi di autonomia della persona e di attribuzione di responsabilità per eventuali conseguenze dannose dell'azione effettuata dal sistema bionico.

Testo raccolto da Guido Romeo (guida.romeo@gmail.com)