

Il computer che ragiona? Nonostante gli importanti risultati ottenuti nel campo dell'IA prima, e del connessionismo poi, la strada da fare è ancora lunga

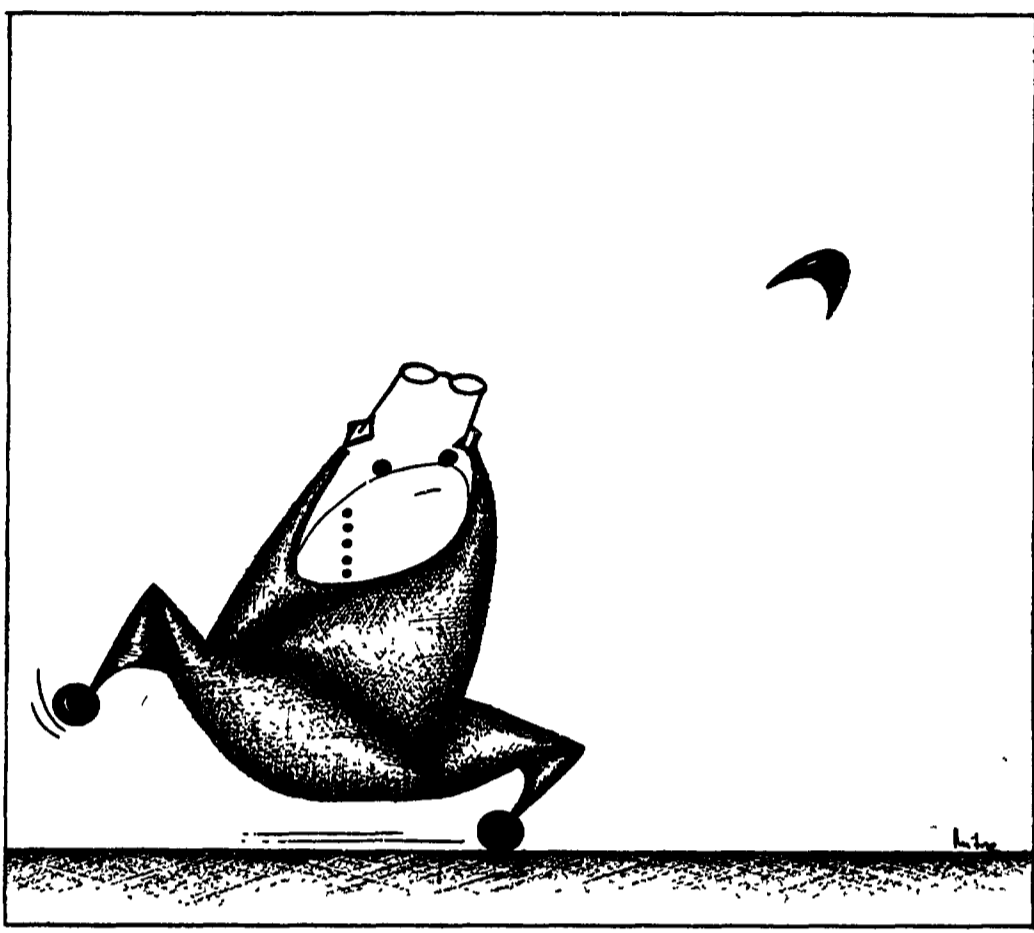
# Una sciocca intelligenza

Vedere per noi è semplice, giocare a scacchi invece, richiede una certa capacità intellettuale. Eppure, tra qualche anno il campione di scacchi mondiale sarà quasi certamente un computer al quale però non saremo stati capaci di insegnare a vedere. Gli ultimi vent'anni di ricerche nel campo dell'intelligenza artificiale fanno rilevare questo paradosso: se per noi è facile, il computer non ce la fa.

TOMMASO POGGIO

Un paio di anni fa un grande poster su una strada a Cambridge, a qualche centinaio di metri dal MIT, la dichiarava «Alley», la strada dell'Intelligenza artificiale. Oggi il poster è scomparso e sono anche scomparse alcune delle piccole società locali che operavano nel campo dell'intelligenza artificiale. L'intelligenza artificiale - la breve - è sotto accusa. Come tecnologia, per non aver generato un'industria di miliardi di dollari e non avere sviluppato robot intelligenti. E come scienza, per non aver ancora detto come funziona la mente e cos'è l'intelligenza. Una nuova moda è arrivata, quella delle reti neurali - anche chiamate connessionismo, che è spesso presentata come un attacco profondamente diverso dall'Intelligenza Artificiale a molti degli stessi problemi. L'Intelligenza artificiale dunque: è il momento di proclamare il suo fallimento? Come stanno veramente le cose? Come spesso succede la risposta non è semplice. Il primo problema è di definire cosa è la mente e che cosa è invece semplicemente computer science. Parecchie delle società in Cambridge che dicevano qualche anno fa di essere nel mercato di la, continuano ad avere un grosso successo commerciale (per esempio Thinking Machine Corporation) ma non propagandano più il fatto di lavorare in IA. È vero che l'industria di IA è lontana come dimensioni dalle previsioni che si leggevano sui giornali anni fa. Ma è pur sempre un'industria con un fatturato annuo negli Stati Uniti di circa un miliardo di dollari. Ed è certamente vero che la non ha ancora risolto il problema di capire l'intelligenza e riprodurla in macchine. Questo è però uno dei quattro grandi problemi con cui si sta confrontando l'umanità, insieme al problema dell'origine della vita, della struttura della materia e dell'origine dell'universo e sarebbe stato molto strano se fosse stato possibile risolvere completamente questo problema nel corso della breve vita di una dozzina di anni.

Ci sono state chiaramente troppe esagerazioni da parte dei «media» e da parte di alcuni ricercatori irresponsabili (per esempio Ed Feigenbaum di Stanford) sulle promesse commerciali e tecnologiche di la. C'è stato un fenomeno sociocientifico di «moda», di epidemia intellettuale, che si sta ora ripetero per la «nuova wave» delle Reti neurali. A questo si aggiunge la mancanza di fondamenta solide per quelle parti di la, come i sistemi esperti, che il grosso pubblico ha identificato con l'intelligenza artificiale ma che ne sono la parte scientificamente più debole. E mentre è vero che la tradizionale, basata spesso sulla logica simbolica o l'euristica dei sistemi esperti, è diversa dall'approccio del connessionismo, è anche vero che certi settori di ricerca ai margini dell'IA, come la visione artificiale e la robotica, hanno da sempre mescolato i principi migliori dei due campi. L'IA tradizionale comprende il ragionamento automatico, la comprensione del linguaggio, la dimostrazione automatica di teoremi, i sistemi esperti, ma non comprende ricerca nella visione artificiale, nello speech understanding, nel controllo motorio ecc. Il connessionismo afferma che le caratteristiche più importanti dell'intelligenza sono il pensiero associativo e l'abilità di imparare e generalizzare da esempi e che l'intelligenza ha bisogno di hardware speciale, estremamente parallelo, simile all'architettura del cervello in cui un enorme numero di cellule attaccano simultaneamente parti diverse dello stesso problema. In ogni caso, la e connessionismo sono due rami diversi della stessa impresa e in un certo senso rappresentano i due poli dell'intelligenza, quello associativo (per esempio riconoscere facce) e quello deduttivo (per esempio dimostrazioni matematiche e dibattiti legali). Chiaramente i due approcci «sono entrambi necessari per risolvere il problema dell'intelligenza». E altrettanto chiaramente, il cammino da fare è ancora molto lungo. Eppure l'intelligenza artificiale prima e le reti neurali dopo hanno ottenuto alcuni risultati interessanti. Soprattutto, ci hanno insegnato alcune lezioni preziose. In retrospettiva sembra proprio quello che una persona saggia avrebbe detto. Anni fa, non sarebbe stato però ovvio a tutti. Parlo di una delle lezioni più interessanti che sono emerse dal lavoro negli ultimi 20 anni nel campo dell'intelligenza artificiale. La lezione sembra paradossale, ciò che sembra facile a noi uomini è estremamente difficile per le macchine e viceversa. Gli esempi ovvi sono visione o robotica da una parte, il gioco degli scacchi dall'altra. La visione, per esempio, è un'abilità innata, che non ci costa alcuna fatica e che abbiamo in comune con moltissimi animali. Sembra così facile vedere. Sembra immediato, senza fatica. Come se il mondo visivo fosse tutto al di fuori di noi e non richiedesse elaborazione alcuna. Ed invece il giocare a scacchi un'attività ritenuta estremamente intelligente, riservata ad alcuni «mostri», capaci di analizzare in breve tempo strategie complicatissime. Ma pensate tra pochi anni, il campione del mondo di scacchi sarà quasi certamente un computer. Invece non siamo ancora riusciti a fare vedere un computer neanche al livello di un gatto. Siamo forse al livello di una mosca - ma lontani dalla sua miniaturizzazione. L'esperienza di la ha dimostrato che la percezione ed il controllo motorio sono molto più difficili da automatizzare e riprodurre in computer di altre attività che abitualmente consideriamo intelligenti, come il fare una diagnosi medica, il giocare a scacchi, il dimostrare teoremi. Si potrebbe addirittura argomentare che, in un certo senso, la percezione e il controllo motorio sono attività più intelligenti di altre attività coscienti - su una scala assoluta di complessità dell'elaborazione dell'informazione. Questa è una esagerazione, che andrebbe qualificata in vari modi e che non va presa troppo seriamente. In ogni caso, gli ultimi vent'anni di la hanno chiaramente dimostrato la realtà di un interessante paradosso: aspetti dell'intelligenza che ci sembrano facili sono invece i più difficili da programmare su computer e gli aspetti dell'intelligenza che abbiamo tradizionalmente



Disegno di Mitra Dvshali

considerato come i più complessi cominciano invece già ora ad essere automatizzati. La lezione più costruttiva dell'intelligenza artificiale è però un'altra e riflette quello che per me è la sua vera sostanza e quello che mi piace chiamare il suo dogma centrale: il problema dell'intelligenza può e deve essere studiato come un problema di elaborazione dell'informazione, indipendentemente dai meccanismi fisici che ne sono responsabili. Quasi un corollario di questo dogma è che c'è uno strumento sperimentale per questa ricerca - il computer - con cui si può - e si deve - verificare la plausibilità di una teoria dell'intelligenza. Con questo l'intelligenza artificiale può diventare una scienza - e con questo può differenziarsi radicalmente dalla filosofia della mente. Se vogliamo studiare il problema dell'intelligenza, è necessario usare computer, per esempio cercando di riprodurre alcuni aspetti dell'intelligenza. Questo approccio al problema dell'intelligenza è diventato una parte così integrale della nostra cultura da sembrare oggi quasi ovvio. Non lo era però negli anni precedenti la nascita dell'intelligenza artificiale. Recentemente il dogma centrale di la è stato criticato da un fisico-matematico ben

noto, Roger Penrose. La tesi di Penrose è che un computer non potrà mai essere intelligente, e che la chiave del problema dell'intelligenza risiede in leggi fisiche ancora da scoprire. Affermazioni del genere hanno una qualche probabilità di essere vere, ma assomigliano molto alle spiegazioni da parte di alcuni scienziati che all'inizio del secolo affermarono che un aeromobile più pesante dell'aria non avrebbe mai potuto volare. In ogni caso, è chiaro che l'Intelligenza artificiale tradizionale, certe volte chiamata «core AI», attraverso un momento di riflessione e trasformazione, mentre invece non c'è nessuna crisi nelle altre parti di la, come speech recognition, image understanding ecc. La mia impressione è che l'enfasi della ricerca si stia spostando, in modo salutare, e com'era da aspettarsi per un'area di ricerca in fase di maturazione, dalla logica e euristica a tecniche di matematica più classica. Questo trend è esemplificato dalla moda odierna delle reti neurali. Le reti neurali hanno molto poco in comune con il cervello - a parte il termine «neuroni». Molti degli algoritmi proposti funzionano solo su problemi estremamente semplificati. Altri sono versioni di metodi tradizionali della mate-

co attraverso una parete, il computer è «intelligente». La definizione ha certamente senso. Nella prospettiva della discussione precedente è comunque interessante proporre una diversa definizione di intelligenza che sottolinei l'aspetto dell'apprendimento. Consideriamo un sistema artificiale come un robot o il computer che lo controlla, il sistema ci sembrerà intelligente se sarà capace di imparare, un po' come un bambino. Non è ben chiaro come definire il nostro test e dire che abbiamo un sistema intelligente; il sistema che passa il test potrebbe non essere in grado di parlare un italiano grammaticamente corretto, ma quello che sa l'ha imparato, come un bambino che impara a parlare. Un sistema in grado di migliorarsi attraverso l'apprendimento, attraverso l'esplorazione dell'ambiente, si merita l'attributo di «intelligente». Questa definizione di intelligenza cerca di introdurre in modo esplicito quella che la discussione precedente ha indicato come la vera nuova frontiera nel tentativo di capire e di sintetizzare l'intelligenza. L'apprendimento dell'intelligenza artificiale tradizionale ha raggiunto una barriera che ne ha bloccato il progresso. La barriera è l'«inabilità» dei sistemi sviluppati finora di evolversi da soli, di imparare, senza bisogno di essere completamente. Naturalmente ci sono stati tentativi di meccanizzare l'apprendimento; ed è sempre stato ben chiaro a tutti che la «machine learning» è la parte più cruciale nel campo dell'intelligenza artificiale. Progressi sostanziali nel campo dell'apprendimento automatico stanno però soltanto ora diventando possibili, diciamo nel corso del prossimo decennio, in conseguenza di una confluenza di varie linee di ricerca. La tecnologia dei supercomputer paralleli, che promette nel giro di cinque anni macchine mille volte più potenti dei supercomputer di oggi, è forse la più importante. Un altro risultato promettente è la realizzazione recente che tecniche di matematica classica in statistica e teoria dell'approssimazione permettono di attaccare in modo rigoroso problemi di apprendimento da esempi che le reti neurali hanno provato ad affrontare. È probabilmente positivo per il ricercatore che l'entusiasmo per l'intelligenza artificiale si sia finalmente spento e l'Intelligenza artificiale come moda appartenga ormai alle stagioni passate. Per fortuna, la recente epidemia intellettuale delle reti neurali che in un paio di anni si è estesa a modo esplosivo, ha ora raggiunto un plateau e sembra proprio che presto comincerà a declinare. Per fortuna, perché così potremo continuare a lavorare con più tranquillità sul problema dell'intelligenza.

## Eseguito il primo trapianto di polmoni in Italia

Il primo trapianto di polmone in Italia è stato effettuato ieri a Roma presso la seconda Clinica chirurgica dell'università «La Sapienza». Il trapianto, della durata di circa tre ore, è stato eseguito dall'equipe del prof. Costante Rucci, titolare della cattedra di chirurgia toracica della stessa università nell'ambito del «progetto trapianti Italia» del Consorzio interuniversitario per i trapianti d'organo, di cui è direttore il prof. Raffaello Cortesini. Si tratta di una paziente di 44 anni, proveniente da Salerno, affetta da una forma grave ed irreversibile di insufficienza respiratoria che ne limitava drammaticamente l'autonomia di vita. Il prelievo è stato dato intorno alle ore 22 del giorno 11 per un potenziale donatore ricoverato presso l'ospedale di Malta (La Valletta). Il donatore, idoneo per il prelievo di reni, fegato, polmoni e cuore, era una giovane di 29 anni deceduta per trauma cranico. Grazie alla collaborazione della prefettura di Roma, dell'aeronautica militare e della polizia municipale veniva approntato il trasporto delle equipe chirurgiche, una per il prelievo dei polmoni, l'altra per il prelievo di fegato e reni. Contemporaneamente partiva da Cagliari l'equipe cardiocirurgica dell'ospedale S. Michele per il prelievo del cuore. Il trapianto di fegato e quello di polmone sono stati effettuati nelle sale operatorie della clinica chirurgica dell'università di Roma «La Sapienza», quello di cuore dall'equipe del prof. Valentino Martelli a Cagliari. I reni sono stati trapiantati a Malta. Tutti i trapianti sono stati seguiti da successo e le condizioni di tutti i pazienti sono da ritenere più che soddisfacenti.

## Inghilterra: gazzi e corvi responsabili di una grave epidemia

Gazzi e corvi golosi di latte sono i responsabili di un'epidemia dovuta a *Campylobacter jejuni*, un batterio che causa gravi infezioni, con febbre elevata, fino alla possibilità di convulsioni febbrili. Nella piccola cittadina di Brighing, nel Galles del sud, ben 55 soggetti sono stati colpiti dalla malattia nel breve volgere di una settimana. Gli uccelli, attratti dalle bottiglie di latte lasciate sui gradini delle case, riuscivano a togliere la copertura protettiva e a contaminare in tal modo il latte, essendo portatori del germe. Per scoprire la causa dell'epidemia c'è voluta tutta l'abilità degli epidemiologi della Cardiff Royal Infirmary, che hanno distribuito un attento questionario dopo la segnalazione, da parte di una donna, di un uccello che stava ammassando attorno a una bottiglia di latte. In effetti, tutti i soggetti colpiti erano soliti lasciare la bottiglia fuori casa e in varie circostanze avevano visto gli uccelli vicini alle bottiglie. Sono in corso ora gli accertamenti sul latte contaminato e sugli uccelli per confermare le ipotesi che comunque, dal punto di vista statistico, ha già fatto il valigo del confronto con gruppi di controllo. (Lancet, 1990)

## Oms: entro il '93 Usa e Urss stermineranno gli ultimi virus del vaiolo

Il 31 dicembre 1993 diverrà esecutiva la condanna a morte del virus del vaiolo. Ormai scomparso dal pianeta grazie all'uso a largo raggio della vaccinazione antivaiolica, è riconosciuto negli anni Settanta l'ultimo caso della malattia, ora l'Organizzazione mondiale della sanità ha ordinato lo sterminio degli ultimi ceppi di virus del vaiolo ancora esistenti. Sono conservati, per motivi di studio, nei laboratori di alta sicurezza del Cdc di Atlanta, negli Stati Uniti, e nell'Istituto di ricerca per le preparazioni virali di Mosca. Si tratta in tutto di soli 500 campioni, sufficienti però per causare gravi conseguenze nel caso di infezione accidentale o di uso improprio a livello internazionale. Rimane aperto il problema di come fare per avere a disposizione nel futuro il virus per diagnosticare rapidamente eventuali nuovi casi della malattia, in caso di sua futura recrudescenza. I ricercatori sembrano tranquilli: nei prossimi due anni avranno sequenziato l'intero genoma del virus, per cui, morto il virus, avranno comunque tutto il materiale a disposizione per le eventuali ricerche. (Who Press, 1990)

## Nuova tecnica poco invasiva per studiare le coronarie

L'angiografia coronarica, l'esame che serve per studiare il cuore e la sua circolazione, richiede la necessità di un eventuale intervento, potrà forse presto essere sostituita da una nuova tecnica, meno invasiva e altrettanto efficace. A proporla è Robert Lees, esperto in medicina nucleare dell'Università di Harvard, a Boston, negli Stati Uniti. Il metodo è semplice e si basa sulla cognizione ben nota che le placche aterosclerotiche presenti nei vasi sono formate per la gran parte da colesterolo. Lees ha così pensato di marcare con un isotopo radioattivo un frammento sintetico di una proteina che ha il compito di trasportare il colesterolo. Questa proteina, una volta iniettata, va a legarsi proprio al colesterolo depositato nei vasi, e marca in tal modo le lesioni aterosclerotiche presenti. (Medical World News, 1990)

## Morto il Nobel Anderson, aveva scoperto il positrone

Il premio Nobel per la fisica Carl David Anderson, considerato il padre dell'animazione per scoperte del positrone, è morto venerdì all'età di 85 anni dopo breve malattia nella sua casa di San Marino, un sobborgo di Los Angeles. Aveva conquistato il premio della storia del premio e il premio Nobel per la fisica nel 1936 per la scoperta del positrone, il mesone. Anderson, che entrò al California Institute of Technology di Pasadena, il celeberrimo Caltech, all'età di 18 anni non ne uscì più per il resto della sua vita, salendo tutti i gradini accademici. Sei anni dopo aver ottenuto il premio Nobel a soli 31 anni di età, nel 1936, gli fu chiesto di andare a dirigere un progetto segretoissimo del governo. Per motivi di famiglia Anderson si dimise, ma poco dopo andò il suo assistente, J. Robert Oppenheimer. Il progetto era naturalmente quello chiamato Manhattan, sperimentato ad Alamogordo, per la costruzione della prima bomba atomica, il cui nome è oggi indissolubilmente legato al nome di Oppenheimer.

PIETRO DRI

# Dal suicidio di un «gene altruista», la donna

NAPOLI Il nome breve, Xist, ci dice poco o nulla della sua generalità. Ma è lui il piccolo grande benefattore dell'altra metà del ceto. A lui le donne devono molto. Forse tutto. Xist (X inactive specific transcripts) è infatti il gene che rende inattivo uno dei due cromosomi X presenti nelle cellule delle femmine dei mammiferi, portando il dosaggio tra le femmine al giusto equilibrio. Rendendolo quindi uguale a quello dei maschi, che di cromosoma X ne hanno uno solo il che significa, in un linguaggio meno rigoroso ma, forse, anche meno ematico, che questo raro esempio di gene «altruista» sacrifica il cromosoma che lo contiene per consentire alle donne di vivere. Nelle proprie cellule i maschi dell'uomo, come quelli di tutti i mammiferi, hanno due cromosomi sessuali, X e Y. Ciascuno codifica per un diverso set di proteine. Le femmine, invece, hanno due cromosomi X identici. Uno però è attivo. L'altro resta inattivo. Perché?

scoprire e ad «isolare» il gene responsabile del prezioso meccanismo di inattivazione di uno dei due cromosomi X nelle femmine, sono stati tra gli altri Rossana Tonkorenci, Valeria Capra, Giuseppe Borsari. Un gruppo di italiani trapiantato a Houston nel Texas e diretto da Andrea Ballabio, 34 anni, medico napoletano, lavoro, in collaborazione con i genetisti della Stanford University, in California, guidati da Huntington Willard, è stato appena pubblicato dalla più famosa delle riviste scientifiche «Nature». Ed è stato appena presentato ad Oxford all'attuale «workshop» sul mappaggio del cromosoma X. Riferimenti applicativi di questa scoperta potranno averli, ma solo a lunga scadenza, nella conoscenza dei meccanismi di alcune malattie di origine genetica, dalla sindrome di Turner alla distrofia muscolare E, forse, al cancro. Incontriamo Andrea Ballabio presso l'Istituto internazionale di genetica (Ilg) del Cnr di Napoli. Il prestigioso istituto dove il giovane scienziato ha iniziato 4 anni fa le ricerche per rintracciare tra le migliaia di geni del cromosoma X quello responsabile del meccanismo di inattivazione ipotizzato negli anni '60 dall'americana Mary Lyon. Da due anni Ballabio dirige con la qualifica di assistente professore un laboratorio di ricerca presso l'Istituto for Molecular Genetics a Houston e da qualche tempo ne sta allestendo un altro, come assistente presso l'ospedale Gaslini di Genova.

Parla Andrea Ballabio, il giovane ricercatore che ha guidato lo studio sul meccanismo genetico che annulla la seconda X e la distrofia muscolare

PIETRO GRECO

vamo che all'interno del cromosoma X c'è un sito di inattivazione. E conosciamo anche la regione dove doveva trovarsi il gene responsabile dell'inattivazione. Ed è proprio lì, nella regione che abbiamo chiamato Xist, che il meccanismo che rende inattivo uno e solo uno dei due cromosomi resta ancora sconosciuto. È un meccanismo determinante. Perché è quello che rende possibile la vita delle femmine. Si ritiene infatti che la presenza contemporanea di due cromosomi X attivi sia incompatibile con la vita.

La scoperta potrà aiutare a capire meglio malattie, la sindrome di Turner e la distrofia muscolare