

Sommario

1967: il congresso della Società Filosofica Italiana	4
<i>Cronaca delle quattro giornate pisane</i> di Claudio Pogliano	
Etica e robotica	9
<i>I robot, maschere del desiderio umano</i> di Rafael Capurro	
Macchine e mani: immagini, immaginazione, creazione	14
<i>La scienza e la tecnologia delle interfacce aptiche</i> di Antonio Bicchi	
<i>Il TouchLab Pisa</i>	15
L'interazione uomo/macchina	18
<i>Questioni di epistemologia, ontologia ed etica applicata</i> di Guglielmo Tamburrini	

Athenet

la rivista dell'Università di Pisa

Direttore responsabile: Antonio R. D'Agnelli

Condirettore: Manuela Marini

Redazione:

Andrea Addobbati, Antonio R. D'Agnelli,
Antonella Magliocchi, Claudia Mantellassi,
Manuela Marini, Bruno Sereni.

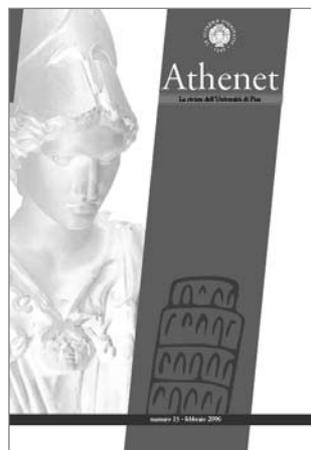
Lungarno Pacinotti 43 - PISA
tel.: 050 2212113, fax: 050 2212678
e-mail: comunicazione@unipi.it

Grafica e impaginazione: Bruno Sereni

Athenet on-line: www.unipi.it/athenet
realizzazione tecnica: Barbara Del Vecchio

Stampa: tipografia universitaria

Autorizzazione n° 7 del 01-04-1981
del Tribunale di Pisa



La rivista viene spedita a domicilio a tutti i professori, ricercatori e dipendenti dell'Università di Pisa. La tiratura di questo numero è stata di 5.000 copie.

In copertina: calco in gesso della Atena di Velletri, conservato presso la gipsoteca del dipartimento di Scienze Archeologiche dell'Università di Pisa. (foto: Fausto Gabrielli)

Ringraziamo per la collaborazione:

Antonio Bicchi, Roberto Boldrini, Rafael Capurro,
Alfonso Maurizio Iacono, Sabrina Patricelli Malizia,
Claudio Pogliano, Guglielmo Tamburrini.

Editoriale

Gli umani hanno una costituzione biologica immediatamente integrata con la cultura. Essi sopperiscono alle loro lacune naturali con l'attività simbolica e con la produzione e riproduzione di artefatti. Per l'uomo il confine tra artificiale e naturale risulta molto sfumato. Gli uomini vivono in un ambiente costruito e il loro modo di vivere, di mangiare, di ripararsi, di organizzarsi, di produrre strumenti, di lavorare, di comunicare e di immaginare è inseparabile dalla loro storia culturale, sociale e simbolica. Da questo punto di vista, anche la tecnologia è l'espressione di rapporti culturali, sociali e simbolici. Lo sapevano già i Greci, tant'è che Platone nel *Protagora* narrò il mito di Prometeo e Epimeteo per dirci che, per sopravvivere, agli umani la tecnologia non bastava se non vi era un'organizzazione sociale fondata sul rispetto e sulla giustizia. Quel mito era l'esaltazione della vita nella *polis* e dell'uomo come *zòon politikòn* - così lo definirà in seguito Aristotele - un animale cioè la cui peculiarità è di vivere in una società istituzionalmente, politicamente, eticamente organizzata.

Il mondo sociale contemporaneo, basato sulle nuove tecnologie e sulla rete, offrendo agli uomini nuove e stupefacenti potenzialità di autonomia, di conoscenza, di relazioni, di qualità della vita e del sapere, sembra porre nuovi e contrastanti problemi sul piano dei legami sociali, dell'identità individuale e di specie, della solidarietà, delle forme di vita collettiva, dell'attività lavorativa, della democrazia, dell'etica.

Dal tempo del primo congresso sulle macchine svoltosi a Pisa nel 1967 a oggi sono accadute tante, forse troppe cose. Dalla fiducia nell'energia nucleare si è arrivati alla tragedia di Cernobyl, alla rete telefonica si è sovrapposta la rete telematica, la cultura ambientalista è cresciuta proprio mentre aumentano i pericoli di inquinamento e di catastrofi ambientali, le tecnologie di guerra è diventata sempre più sofisticata e micidiale e gli uomini oscillano, per non dire che sbandano, tra una concezione salvifica e un rifiuto impaurito della scienza, della tecnologia e dell'uso delle macchine.

Vi è come un filo rosso che va dalla metafora della finestra attraverso cui Leon Battista Alberti definì, nel XV secolo, la moderna prospettiva pittorica, ovvero la prima forma di tecnologia ad alta definizione, e che, passando per il teatro moderno, la fotografia, il cinema, la televisione, giunge fino alle finestre dei computer. La capacità di duplicare e di riprodurre tecnologicamente *ad infinitum* oggetti ed eventi del mondo, di modificare i corpi, di strutturare legami sociali e di acquisire sapere attraverso le finestre della rete telematica, stanno ancora di più assottigliando i confini fra naturale e artificiale e ancora di più complicando il senso dello stare nel mondo, facendoci oscillare tra il bisogno di riproduzione che ci rassicura sulla permanenza e molteplicità delle cose del mondo e la paura della sostituzione che ci rende incerti, dubbiosi e ci pone nuove domande sulla nostra identità.

Il continuo e rivoluzionario processo di sostituzione che le macchine, nel loro evolversi verso l'automazione e verso le nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione, operano nelle attività e nelle relazioni umane, da un lato lascia intravedere la possibilità per gli uomini di evitare i lavori più noiosi e pesanti (fisicamente e mentalmente) e di avere più tempo per libere attività, ma dall'altro impone drammaticamente l'espulsione dei lavoratori e la disoccupazione i cui livelli attuali sono fra i più alti mai raggiunti. Si sta creando una divaricazione sempre più grande tra "un'élite cosmopolita di 'analisti di simboli', che controllano le tecnologie e le forze di produzione; e un crescente numero di lavoratori permanentemente in eccesso, con poche speranze e ancor meno prospettive di trovare un'occupazione significativa nella nuova economia globale ad alta tecnologia" (Rifkin, *La fine del lavoro*, p. 18). Il nostro sistema sociale, crescendo tra e con le macchine, le reti e le nuove tecnologie, sembra esigere un prezzo, quello di una disarmata e dunque pericolosa permeabilità alle esigenze di un mercato dove, mentre le cose si sostituiscono agli uomini, gli uomini diventano cose.

Alfonso Maurizio Iacono

1967: il congresso della Società Filosofica Italiana

Cronaca delle quattro giornate pisane

di **Claudio Pogliano**

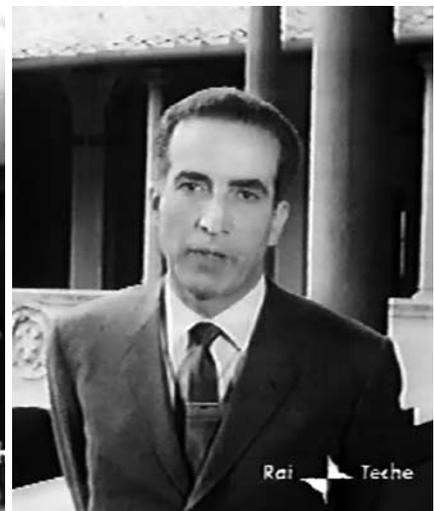
Erano giorni in cui i quotidiani davano in prima pagina notizie sul colpo di stato dei colonnelli greci oppure sull'incidente che al rientro aveva fatto precipitare l'astronauta russo Komarov - una "macchina", la sua, rivelatasi decisamente imperfetta. A sfogliarne le pagine si scopre che in quello scorcio d'aprile freddo e piovoso il centrosinistra stava litigando al suo interno e che fra mille contrasti prima o poi una riforma universitaria si sarebbe fatta; mentre un nuovo, strano oggetto destava curiosità e preoccupazione, la "rivolta dei giovani". Fra l'altro, tutti i quotidiani danno notizie e commenti anche su un singolare congresso riunito a Pisa: I robots ci impongono di conoscere meglio noi stessi titolò il "Corriere della Sera" qualche giorno prima dell'inaugurazione, ma precisando in un successivo articolo - nuovamente firmato dal filosofo Evandro Agazzi - che Bisogna usare le virgolette quando si dice: i robots "pensano". A fatto compiuto il "Giornale d'Italia" rilevò esservi Tra l'uomo e la macchina il baratro del pensiero; la "Nazione" informò che I filosofi hanno visto la macchina che li aiuta, visitando il centro universitario di calcolo elettronico, ma scrisse anche di stupidi automi in un altro articolo del medesimo autore. Sono soltanto pochi esempi di una risonanza che ebbe echi ben oltre la stampa specialistica e raggiunse lo schermo della TV.

Per quattro giorni dunque - dal 22 al 25 aprile 1967 - la Società Filosofica Italiana convocò a Pisa oltre quattrocento iscritti, offrendo loro già all'apertura un primo volume con due relazioni introduttive accompagnate da osservazioni di vari autori e un secondo che raccoglieva settantadue comunicazioni. Quando uscirà il terzo (di *Discorsi Discussioni Interventi*), gli *Atti* toccheranno complessivamente le settecento pagine.¹ L'evento era infatti cominciato ben prima che si celebrasse realmente, preparato di lunga mano. Nel maggio-giugno 1965 i soci della Società Filosofica Italiana (SFI) elessero i consiglieri del biennio 1965-67, i quali a loro volta scelsero come presidente Augusto Guzzo, professore fuori ruolo di Filosofia teoretica a Torino, vicepresidenti Guido Calogero e Luigi Pareyson, segretario Vittorio Somenzi. Il nuovo consiglio direttivo si mise subito al lavoro per preparare il XXI Congresso nazionale, e decise di assegnargli come tema "quello dei rapporti tra l'uomo, inventore delle macchine e queste creazioni umane, spesso più potenti ed efficienti del loro inventore".² Fu inoltre stabilito di affidare a Somenzi la relazione-base, anche se Guzzo chiese di premettervi un'introduzione, pronta già nel gennaio 1966 e fatta circolare tra i consiglieri della SFI, alcuni dei quali replicarono e discussero; dal canto suo Somenzi stese

la propria relazione nell'estate del 1966 e la comunicò ai colleghi, i quali nuovamente fecero avere osservazioni. Questo stadio iniziale del congresso produsse il primo volume degli *Atti*, finito di stampare il 31 dicembre 1966. Ma anche la pubblicazione del secondo precedette l'apertura dei lavori, con una prefazione datata 15 marzo 1967 e firmata da Guzzo e Somenzi.

Senza alcun dubbio le loro due forti personalità dominano tutto lo svolgersi della vicenda e le imprimono, al di là di ogni appello al dialogo amichevole, una dinamica sensibilmente dissociativa. Due personalità che non avrebbero potuto essere più distanti, sotto molti

aspetti. Anzitutto l'età - settantatre anni il presidente, quarantanove il segretario - due successive generazioni. In secondo luogo la formazione e il curriculum: *totus philosophus* Guzzo, da giovane nutrito di idealismo gentiliano ma trasposto in chiave cattolica, per mezzo secolo professore di filosofia; laureato in fisica teorica Somenzi, ufficiale al Genio aeronautico fino al 1966 quando vinse la cattedra di Filosofia della scienza all'Università di Roma, già nel 1951 passato attraverso l'esperienza, rara a quel tempo, di un semestre a Harvard. Infine c'erano, per così dire, due temperamenti agli antipodi: quello del napoletano Guzzo, estroverso e facondo, retore ineguagliabile di



Il convegno fu dominato da due forti personalità: Augusto Guzzo e Vittorio Somenzi.

contro a quello trattenuto e riservato di Somenzi, mantovano di nascita. Forse li univa soltanto il nome di Gentile, ma sdoppiato in due diverse figure, padre e figlio: Giovanni senior, verso cui Guzzo provò sempre una sorta di venerazione, seppure essendosi ad un certo momento emancipato dall'ortodossia attualistica; e Giovanni junior, il fisico che nel 1940 era stato relatore a Milano della tesi di Somenzi sulla superconduttività.

“Quante macchine! Macchine minime e macchine massime” fu l'*incipit* un po' attonito del presidente, che registrava come l'uomo avesse ormai conquistato un'enorme potenza tecnica, quasi con l'ebbrezza di un superamento dei limiti entro cui era sempre sembrata chiusa la sua “natura”. Non che si dovesse per forza diffidare, ma c'era da sorvegliare la “malsana superbia” in cui avrebbe potuto cadere colui che si credeva padrone dell'universo: ecco il *cave* che attraversa tutta l'introduzione e rimbalza negli interventi successivi di Guzzo. Si profilava così una battaglia su due fronti: contro “l'iperbole di chi esalta le macchine e la metonimia di chi le condanna”. La terza via indicata da Guzzo era quella delle “filosofie civili”, capaci di salvaguardare la misura umana dell'uomo costruttore, contrastando tanto le “filosofie selvagge” che considerano nulla l'esperienza tecnica quanto le “filosofie serve” che inducono l'uomo ad alienarsi nelle macchine.

Dopodiché Guzzo invitava a recuperare alcuni significati originari, come quello di *mechané* - la risorsa di un'intelligenza astuta che inventa congegni per far fronte alle difficoltà della vita - e di *techne*, intesa come costruzione di un sistema a partire dall'abilità che l'intelligenza ha acquisito ed esercita. Questo consentiva a Guzzo una lunga digressione sul rapporto fra arti belle e arti utili, nonché sulla varia molteplicità delle tecniche umane, buon antidoto ad un'eventuale idolatria. Il presidente della SFI intese così esorcizzare proprio la novità e la specificità di quelle macchine che avevano, con la loro recente irruzione sulla scena, indotto i filosofi a trattarne. Novità e specificità che furono al contrario illuminate di luce meridiana dalla vera relazione-base del congresso: dopo aver brevemente ripercorsa la storia delle macchine dall'epoca della prima rivoluzione industriale, Somenzi notava “come oggi non sia più lecito al filosofo, che voglia parlare di macchine in rapporto all'uomo, ignorare il fatto che in

Pisa 1967-2007: passato e presente

Il 17 e 18 maggio 2007, alla Domus Galilaeana sono stati celebrati i quarant'anni dal convegno pisano su “L'uomo e la macchina”. Il seminario, che è stato organizzato dai corsi di dottorato dell'Ateneo pisano in Discipline filosofiche e in Storia della scienza con il patrocinio del dipartimento di Filosofia, si è suddiviso in tre sezioni.

Al convegno, che è stato aperto dal saluto di Alfonso Maurizio Iacono, preside della facoltà di Lettere e filosofia, hanno partecipato, fra gli altri, i professori Claudio Pogliano (Università di Pisa), che ha tenuto una relazione dal titolo “Note su un congresso filosofico molto singolare”; Rafael Capurro (Hochschule der Medien, Stuttgart) con un intervento su “Ethics and Robotics”, Antonio Bicchi (Università di Pisa) su “Macchine e Mani: immagini, immaginazione, creazione” e Guglielmo Tamburrini (Università Federico II) su “L'uomo e la macchina: problemi di conoscenza reciproca”. Per questo numero di *Athenet* abbiamo chiesto ai quattro docenti di sintetizzare i loro interventi.



vari campi della scienza e della tecnica si adopera il termine ‘macchine’ non più solo in riferimento agli orologi, alle locomotive, ai telai o alle pianole, ma anche in riferimento ad automi ideali, quali appunto le calcolatrici universali di Turing, la cui realizzabilità pratica non incontra insormontabili difficoltà di principio; di questi automi è ora frequente l'uso in funzione di modelli matematici per una spiegazione dell'attività mentale dell'u-

mo, oltre che in funzione di schemi per la progettazione di sempre più efficienti sostituti artificiali del nostro cervello”.³ Dieci o quindici anni prima, agli esordi cioè della cibernetica, s'erano lette previsioni forse troppo ottimistiche circa la realizzabilità di macchine capaci di far tutto: scoprire nuovi teoremi o leggi naturali, vincere campionati di scacchi, tradurre da una lingua all'altra, sostenere conversazioni con un interlocutore

umano. Somenzi non nascondeva che i risultati effettivi erano più modesti; ciò non impediva, tuttavia, di nutrire fiducia in un progresso di quel genere di esperimenti, tale da ridurre il divario fra il lavoro compiuto dalle macchine e quello mentale proprio dell'uomo. E comunque gli elaboratori elettronici già mostravano così tante e nuove applicazioni, escogitate anno dopo anno, che "la manifestazione di loro capacità intellettuali davvero autonome verrebbe accolta senza eccessivo stupore dal filosofo estraneo all'ambiente".⁴ Quest'ultima affermazione di Somenzi, a giudicare dal seguito del congresso, sembra oscillare in uno spazio compreso tra il *wishful thinking* e la *captatio benevolentiae*. Ed era Guido Calogero il prototipo di filosofo che il segretario della SFI reclutava per comprovare "questa assenza di pregiudiziali contro lo sviluppo di macchine pensanti". Il cui interesse filosofico, infatti, durante una conferenza ginevrina del settembre 1965, Calogero aveva rinviato al momento in cui fosse sorto un "problema morale", per la loro capacità di soffrire o godere e di dialogare con l'uomo. Fino quel momento i filosofi avrebbero dovuto smetterla di porsi la vecchia domanda se l'automa ragioni oppure no, se sia o non sia intelligente, "col segreto terrore che egli si manifesti più intelligente di loro stessi, e con un sospiro d'orgoglio soddisfatto quando ritengano di aver provato che non lo è".⁵ Fu troppo ottimista o speranzoso Somenzi - anche nell'auspicare "una ripresa di rapporti costruttivi" tra scienziati e filosofi; del tutto inascoltato Calogero, visto che proprio quel segreto terrore e quell'orgoglio (e altre passioni ancora) animarono la discussione durante le quattro giornate del congresso pisano.

Guzzo, Somenzi, Calogero: accanto alle loro voci, il primo volume degli *Atti* ne riporta altre otto, in un susseguirsi di osservazioni e risposte da parte del presidente e del segretario. Uno degli assi principali attorno a cui ruotano in vario modo i loro interventi sta nella percezione e valutazione variabili del grado di peculiarità rappresentato dalle macchine pensanti. E al congresso si sarebbero alternate posizioni intermedie fra quelle dei due principali relatori, con tonalità emotive variabili dall'entusiasmo all'imbarazzo e al timore più o meno sinceramente espresso. Se si esaminano le settantadue comunicazioni pubblicate

nel secondo volume degli *Atti*, si nota anzitutto come ne siano autori figure non propriamente di primo piano, salvo poche eccezioni. Provando a suddividere sulla base della loro maggiore o minore vicinanza alle tesi sostenute da Somenzi, se ne ottiene una distribuzione di questo tipo: 12 di adesione, 24 con giudizio critico, 27 di rifiuto e 9 non valutabili. Dunque solo una comunicazione su sei mostra di condividere la "meccanofilia" somenziana, mentre due su sei ne prendono in qualche modo distanza oppure sollevano problemi di vario tipo, e qualcosa più di altre due su sei manifestano inquietudine più o meno profonda. Se un campione di settantadue membri della comunità filosofica italiana d'allora può essere statisticamente attendibile, il dato rivela qualcosa d'interessante.

Solo il terzo volume degli *Atti* contiene la narrazione di quel che fu fatto e detto nelle quattro giornate pisane. Il rettore Faedo aveva concesso per le sedute l'Aula Magna Nuova al primo piano della Sapienza, e l'organizzatore locale fu Francesco Barone, presidente della sezione pisana della SFI, coadiuvato da alcuni colleghi e assistenti. Finalmente, dopo tanti preliminari, la mattina del 22 aprile il congresso ebbe inizio, davanti a un pubblico che stipava la grande sala e la tribuna e ascoltò i quattro discorsi di Faedo, Guzzo, Barone e del rappresentante del ministro Gui. Il rettore richiamò la grande attesa sollevata dal tema non solo tra i filosofi ma anche nel mondo degli scienziati, dei tecnici costruttori e utilizzatori di quelle macchine che stavano modificando il modo di vivere e la stessa struttura della società. Il suo maestro, Federigo Enriques, gli aveva parlato spesso della barriera, opposta dai linguaggi specializzati, al comunicare fra scienziati e filosofi, e tuttavia proprio l'avvento dei calcolatori elettronici mutava i termini del problema e costringeva a intensificare quel dialogo. Non li si rimproverasse - chiese invece Guzzo - d'aver scelto *L'uomo e la macchina* come tema del congresso. I filosofi vivevano nel proprio tempo non per adularlo ma per offrirgli il chiarimento delle idee, e così toccava loro dire che non c'era da aver timore o avversione per le macchine, purché l'uomo evitasse di venerarle. E anche Barone, accennando alle macchine che ancora assordavano i lungarni per riparare danni provocati qualche mese prima dall'alluvione, sentì il bisogno di difendere la scelta del tema, parso ad



Il rettore Alessandro Faedo.

alcuni troppo ristretto per attingere ad una "autentica universalità filosofica".

Il pomeriggio di sabato 22 aprile Guzzo e Somenzi, le cui rispettive relazioni erano note da alcuni mesi, da quelle prendevano le mosse soprattutto per riflettere su ciò che vi avevano aggiunto le successive comunicazioni. E fu allora che il presidente formulò una sintesi semplificatrice della discussione già avvenuta: "Certo tra gli autori delle comunicazioni, gli uni hanno appassionatamente negato la possibilità di automi che in futuro acquistino vita autonoma diventando un'altra popolazione di uomini, di ferro anziché di ossa e di carne. Gli altri hanno invece altrettanto appassionatamente profetato che quel giorno verrà; che l'uomo creerà i nuovi esseri superiori a chi li crea".⁶

Sintesi in tanto tendenziosa, in quanto polarizzava le opinioni espresse trascurando che gli autori s'erano pronunciati in modo molto più problematicamente sfumato e che, come s'è visto, un terzo di loro aveva occupato l'ampio spazio intermedio fra i due estremi. Dei "sogni e fantasie" fioriti intorno alla profezia di un Adamo II Guzzo delegava ad occuparsi Somenzi, il quale non poté che indicare ancora una volta nel concetto di informazione la grande cesura tra il modello attuale di macchina e quello precedente, sottolineando inoltre che "l'informazione fornitaci da una macchina calcolatrice non differisce in nulla dalla informazione che ci darebbe l'esecutore umano dello stesso calcolo, pur differendo enormemente la composizione materiale dell'uno da quella dell'altro".⁷

Proprio dall'assimilazione del cervello umano alla macchina ideale di Turing aveva preso avvio il dibattito in corso tra

filosofi e scienziati di tutto il mondo, e attraverso l'allargarsi del concetto d'informazione si era giunti a identificarlo con l'antico concetto di forma, qualcosa di inerente ad ogni oggetto materiale.

Si lavorò anche fin oltre la mezzanotte di quel sabato 22 aprile nella Sala degli Stemmi della Scuola Normale, dove si confrontarono in pubblico dibattito una dozzina di scienziati con alcuni filosofi. Fu subito Beniamino Segre, fisico e vicepresidente dell'Accademia dei Lincei, a scoraggiare eventuali illusioni: quel dialogo non sarebbe stato per nulla agevole, anzitutto a causa del crescente tecnicismo e dei linguaggi oltremodo specializzati, ma anche per "interferenze e malintesi di carattere metafisico". Segre tenne ad elencare tutta una serie di differenze forse insuperabili fra uomo e macchina, mentre il fisico Marcello Conversi valutò che i tempi non fossero maturi per dare una risposta sensata al quesito - attorno a cui stava aggirandosi gran parte della discussione - se l'uomo sarebbe riuscito a creare una macchina così perfetta da meritare davvero il nome di Adamo II. Troppo scarse, infatti, erano le conoscenze sul cervello umano e imprevedibile lo sviluppo dei calcolatori elettronici. E sui limiti delle conoscenze attuali si soffermarono anche il biofisico Antonio Borsellino, il neurofisiologo Giuseppe Moruzzi, il fisico tecnico Cesare Codegone, i matematici Faedo e Emilio Gagliardo. Così gli uomini di scienza chiamati dai filosofi a pronunciarsi mostrarono con enfasi forse un po'

tattica di essere molto cauti sul significato da dare alle ricerche cibernetiche, e di avere consapevolezza della loro misura. La mattina della domenica 23 aprile, prima di riprendere i lavori, i congressisti vennero portati in visita a piazza dei Miracoli, poi ben trentuno furono gli interventi in Aula Magna. Molti di coloro che presero la parola s'interrogarono in vario modo circa la possibilità teorica e pratica di quell'Adamo II il cui fantasma aleggiò su tutto il congresso. Non solo: ripetutamente e ripetitivamente si domandarono se la sua eventuale nascita avesse rilevanza per la filosofia e quale impatto determinasse sulla stessa attività filosofica, anche rispetto ad una scienza che sembrava poterne fare a meno. Alle 18 le centinaia di congressisti mossero dall'Aula Magna della Sapienza verso la più piccola sala della Domus Galilaiana, che non poté contenerli tutti, accolti da Polvani che così ribadì tanto la prudenza quanto l'attitudine "funzionalista" e utilitarista degli scienziati: "Tra i componenti della parte pensante della macchina uomo e quelli delle macchine pensanti costruite dall'uomo vi è tutto un abisso incolmabile di ordini di grandezza, che rende irriducibili questi a quelli, e che probabilmente rende ancora impossibile trovare una base fisica, a loro intrinseca, di confronto. Sussiste invece, sempre, una possibilità di confronto sulla loro base, che non è fisica, ma puramente umana, del vantaggio conseguito. Vi è allora da domandarsi se il vantaggio della macchina pensante fatta dall'uomo pos-

sa raggiungere e possa superare quello della macchina-uomo".⁸

Se la domenica sera, mentre i professori ordinari si appartavano per una riunione della Consulta Filosofica, il resto della compagnia raggiunse il Museo Nazionale di San Matteo - dove, prima della visita guidata, si esibì la Società Corale Pisana - il lunedì mattina l'assemblea generale dei soci della SFI votò gli undici consiglieri per il biennio 1967-1969, che nel successivo autunno avrebbero a loro volta eletto il nuovo presidente e segretario. terminate le votazioni, la sociabilità dell'evento volle che tutti i congressisti salissero sui "grandi mezzi" dell'Ente pisano per il turismo per una gita a Tirrenia, dove ebbe luogo il pranzo offerto dalla SFI. Solo nel tardo pomeriggio di quel lunedì 24 aprile, ripresi i lavori e dopo sei interventi, i filosofi incontrarono davvero la macchina, dopo tanto discorrerne, sotto forma del calcolatore IBM 7090 che era operativo al CNUCE di via Santa Maria 36. Il cui segretario, Guido Torregiani, presentò l'esperimento di collaborazione fra industria e pubblica amministrazione nel campo della ricerca e della didattica. La macchina era utilizzabile a costi quasi irrisori (30.000 lire l'ora) e le richieste da parte di utenti rappresentativi delle più svariate discipline stavano crescendo al punto di richiedere un suo impiego senza pause. Non a caso furono scelti due "umanisti" per illustrare il funzionamento di quel calcolatore. Il gesuita Roberto Busa, che lo stava usando per compilare l'*Index thomisticum*, avrebbe



Il calcolatore IBM 7090.

detto “che cosa ne ha capito uno che non ne capisce”, e dopo una descrizione delle tre unità (ingresso, centrale, uscita) non nascondeva il proprio entusiasmo: “Tutte le volte che sento parlare di macchina pensante provo solo un dispiacere: che non la si riesca a fare! E se ci fossero dei santi specializzati a ottenere le grazie impossibili, chiederei a loro di darmi una macchina che mi crei i programmi, già collaudati e che funzionino appena caricati nel calcolatore”.⁹

La preoccupazione, aggiungeva il tecnofilo gesuita, non era di sapere “che cosa essi possano fare, ma cosa noi riusciamo a far fare loro”. Su un altro versante, dal 1964 l'Accademia della Crusca aveva ripreso, grazie al CNR, l'attività lessicografica, proponendosi la realizzazione di un grande vocabolario storico della lingua italiana, un'impresa che solo i nuovi sistemi elettronici avrebbero reso possibile.

La sera del lunedì un ricevimento offerto dal Comune di Pisa dovette essere spostato dalla Sala delle Baleari, insufficiente ad accogliere tutta quella folla, all'Albergo Duomo. Seguì un concerto del Trio di Trieste al Teatro Verdi, organizzato dalla Normale - Haydn, Ravel, Beethoven. Fu festivo l'ultimo giorno del congresso, martedì 25 aprile - “bandiere, animazione per le vie, musiche”. I lavori ripresero la mattina in Sapienza, e alcuni tornarono ad arroccarsi nel fortitizio di una filosofia timorosa e sospettosa o anche soccorrevole e paterna nei confronti di una scienza scapestrata, mentre padre Busa precisò esservi “una forza che è spirito e non materia” e con astutissimo candore paragonò le leggi della natura a programmi caricati da Dio nel grande calcolatore dell'universo, “affinché esso produca bontà”.¹⁰

La seduta di chiusura vide intervenire per mezz'ora ciascuno Guzzo e Somenzi, oltretutto Calogero nella veste di suo presidente. E fu Somenzi a domandarsi se non sarebbe stato meglio organizzare un vero e proprio congresso di cibernetica seguito sì da una discussione filosofica, ma specifica. Non si era purtroppo mostrata ai partecipanti qualche esecuzione di programmi che simulassero tipiche attività mentali, quali i processi di apprendimento e di induzione. Dunque in assenza di dimostrazioni pratiche - fatta eccezione per i lavori lessicografici, brevemente illustrati - s'era corso il rischio di un'“arida presentazione di atti di fede, positiva o negativa, sia da parte di filosofi

che da parte di scienziati, effettuata sulla base di discorsi generici e di informazioni di seconda mano”. Impietoso giudizio, da parte di chi il congresso aveva concepito, voluto ed organizzato. Quanto allo spettro del materialismo che aveva turbato molti, Somenzi preferiva vedere piuttosto in azione “una specie di formalismo”, giacché si sottolineava l'aspetto formale delle strutture materiali, “indipendentemente da ogni idea intorno all'essenza ultima della materia”.¹¹

Ebbe l'ultima parola Calogero, che presiedeva la seduta conclusiva. Una delle cose più interessanti del congresso, a suo avviso, stava nell'aver mostrato “che certi problemi, i quali agitano noi filosofi e su cui noi filosofi spesso dissentiamo, preoccupano egualmente gli scienziati stessi”. I filosofi avevano portato con sé il timore etico-politico che le nuove macchine potessero diventare così brave da prendere il governo del mondo spodestando l'uomo; poi quello, metafisico, che la realtà meccanica si rivelasse superiore all'umana. Ma non era mancata l'aspettativa opposta, di coloro che avrebbero salutato con gioia quella rivelazione. Calogero riteneva che potessero sentirsi soddisfatti, dopo quelle quattro giornate, tanto i timorosi quanto i fiduciosi. A ben vedere si trattava ancora di “bestioni velocissimi”, e non appariva quindi giustificato il timore che prevalessero sull'uomo, mentre i loro servizi sarebbero cresciuti col tempo, gratificando chi vi riponeva molte aspettative. Comunque, il sogno di creare l'*homunculus* era tutt'altro che vano, e non si aveva motivo di deprecarlo. Tuttavia, Calogero riproponeva una distinzione raccomandata da Somenzi poco prima: “Altra cosa è far macchine sempre più efficienti, altra cosa è creare individui che siano come noi”.¹² E nel secondo caso non li si sarebbe più potuti adoperare come semplici automi: quegli immaginari individui avrebbero avuto i loro diritti e si sarebbe dovuto chieder loro che cosa volessero.

Quanto allo spinoso problema dei rapporti fra filosofi e scienziati, che era stato il basso continuo dell'inteso congresso, Calogero tendeva a porlo in termini relativamente limpidi: guai alla filosofia che volesse conoscere tutte le cose, le quali sono invece di tutti coloro che le studiano. Da questo punto di vista, gli scienziati nella loro totalità ne possiedono infinitamente più dei filosofi, i quali non hanno da creare un'enciclopedia della

scienza. Peccava nondimeno d'ingenuità chi avesse pensato ormai trascorsa l'ora della filosofia, poiché erano gli scienziati stessi ad interpellare in questo modo i filosofi: “Noi facciamo le nostre ricerche, ma voi filosofi fate la vostra. Aiutateci a capire, sempre meglio, qual'è la norma generale di tutto questo nostro ricercare, la condizione di compostibilità di tutti questi nostri sforzi, che è poi la stessa condizione di compostibilità delle libertà umane, e quindi la condizione della civiltà in generale”.

Come a dire, *Unicuique suum*: se a qualcosa era servito quel congresso, che ognuno facesse d'ora in avanti il proprio mestiere, comunicando sì ma anche evitando inopportune usurpazioni di ruolo. Così, alle 12.30 di martedì 25 aprile, Calogero dichiarò chiuso il XXI Congresso Nazionale di Filosofia. Seguì il ricevimento offerto dal rettorato dell'Università di Pisa.

Claudio Pogliano

docente di Storia della scienza
pogliano@imss.fi.it

Note

¹ Cfr. Società filosofica italiana, *L'uomo e la macchina. Atti del XXI Congresso Nazionale di Filosofia, Pisa 22-25 aprile 1967*, Torino, Edizioni di “Filosofia”, 1967, 3 volumi.

² Ivi, vol. I, p.V.

³ V. Somenzi, *Uomini e macchine*, ivi, pp.55-56.

⁴ Ivi, p.60.

⁵ La conferenza di Calogero, tenuta alle *Rencontres internationales* di Ginevra sui problemi filosofici della cibernetica, e inclusa nei relativi *Actes*, era anche uscita su “La Cultura” nel 1966 col titolo *L'uomo, la macchina e lo schiavo* e veniva inserita con qualche modifica negli *Atti*, vol. I, pp.96-102. Replicando a Somenzi, Calogero giudicherà “esatto, ma non esattissimo” quel richiamo al suo argomentare, giacché nulla vietava che il filosofo s'interessasse anche alle macchine pensanti per scoprire qualcosa sul proprio pensiero o sapere o essere intelligente (cfr. ivi, p.94).

⁶ Ivi, vol. III, p.31.

⁷ Ivi, p.38

⁸ Ivi, p.188.

⁹ Ivi, p.244.

¹⁰ Ivi, p.262.

¹¹ Ivi, p.289.

¹² Ivi, p.298.

Etica e robotica

I robot, maschere del desiderio umano

di **Rafael Capurro**

Da quale punto di vista parliamo noi eticisti? E per chi? Quali sono le conseguenze e quale è il (potenziale) campo di applicazione di un'etica dell'interazione umana con i sistemi robotici, bionici e di comunicazione? (che di seguito chiameremo tecno-etica?). Una sua parte importante può essere considerata un'etica della progettazione e della produzione tecnologica. La tecno-etica deve stare alla base di una forte pratica democratica e dell'azione civica che viene coinvolta nella creazione di artefatti tecno-scientifici. La questione cruciale è come concepire un processo interdisciplinare che coinvolga nella discussione in atto anche ingegneri e tecnici.

Una seconda questione è se o come sia possibile (e auspicabile) sviluppare un'etica generale per qualsiasi tipo di robot e di attori. In quale caso (casi) ci serve una diversificazione dei campi di applicazione e dei tipi di robot/attori rispetto ai problemi etici? A livello socio-tecnico i robot sono descritti come "macchine sensomotorie che aumentano l'abilità umana al movi-

mento. Essi consistono di componenti meccatronici, di sensori e di funzioni guida controllate dal computer. La complessità di un robot è maggiore di quella di altre macchine per via del suo più alto grado di libertà e della sua molteplicità e quantità di comportamenti." (Christaller et al. 2001, tradotto da Jutta Weber). Altra questione rilevante da discutere è se vi sia una differenza

qualitativa fra macchine classiche, trans-classiche e sistemi autonomi.

Una terza questione dovrebbe essere *cui bono?* Per chi e da chi sono sviluppati i robot? Chi stabilisce gli standard di robot e dispositivi robotici come AIBO, PINO, PARO, KISMET e altri? Possono contribuire a una più profonda uguaglianza, a un più intenso apprezzamento di una molteplicità eterogenea e a una più forte responsabilità verso mondi vivibili?

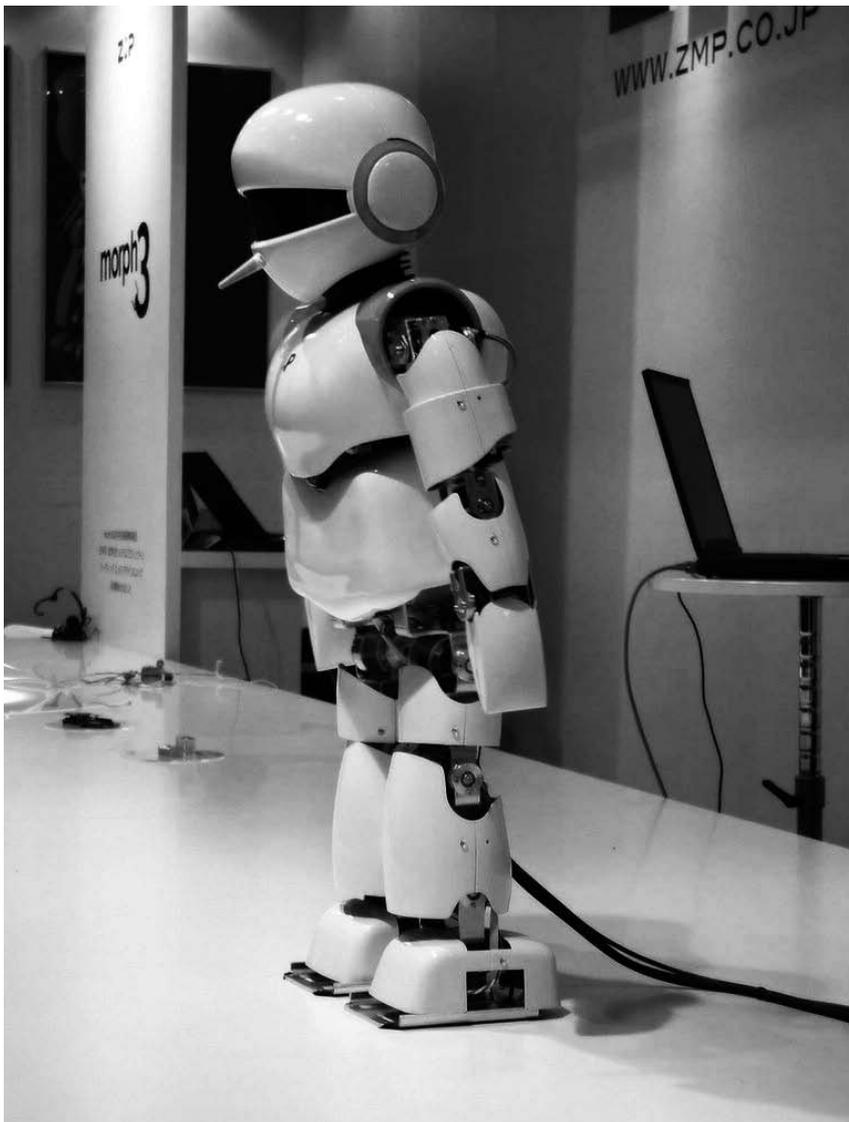
Oltre a ciò è necessaria una riflessione sul contesto socio-culturale del dibattito sui robot e sugli attori. Che tipo di conflitti sociali e di relazioni di potere sono interconnessi nella produzione e nell'uso di attori e robot? In che modo entra in gioco il rapporto fra scienza, tecnologia, industria e politica? Che dire dell'interesse militare per la robotica e per gli attori?

Ultimo, ma non meno importante, compito centrale per la tecno-etica è quello di imparare la lezione dalla discussione sulla bioetica. Per esempio: dovremmo evitare discussioni astratte sull'agire o sull'intenzionalità dell'agire e dei robot e dovremmo riflettere se siano utili a risolvere il contesto sullo sviluppo e sull'uso futuro di attori e robot.

L'uso massiccio dei robot cambierà la società probabilmente in modo simile a come hanno fatto le automobili e gli aeroplani e in effetti ha già cambiato la società - basti pensare ai robot industriali nel posto di lavoro che sono un fattore importante rispetto alla crescente disoccupazione in Europa. Quest'ampia visione dei cambiamenti sociali e di conseguenza delle nostre opinioni, compre-



Il robot AIBO.



Il robot PINO.

si i nostri valori morali, è fondamentale. Potrebbe essere necessaria una ridefinizione di ciò che significa essere umani. Per esempio, la Carta europea dei diritti umani è incentrata sull'uomo. L'uso massiccio dei robot potrebbe rappresentare una sfida per questa prospettiva antropocentrica.

Perché vogliamo vivere con i robot? Perché viviamo con i robot? Ci sono vari livelli di riflessione quando si risponde a queste domande, iniziando da quella triviale secondo cui i robot possono essere molto utili e pertanto indispensabili, ad esempio nella produzione industriale odierna, o quando si ha a che fare con situazioni in cui i pericoli per gli esseri umani sono grandi. Ma prima di fare una riflessione in questa direzione vediamo la prospettiva di quello che René Girard chiama "desiderio mimetico" (Girard 1972).

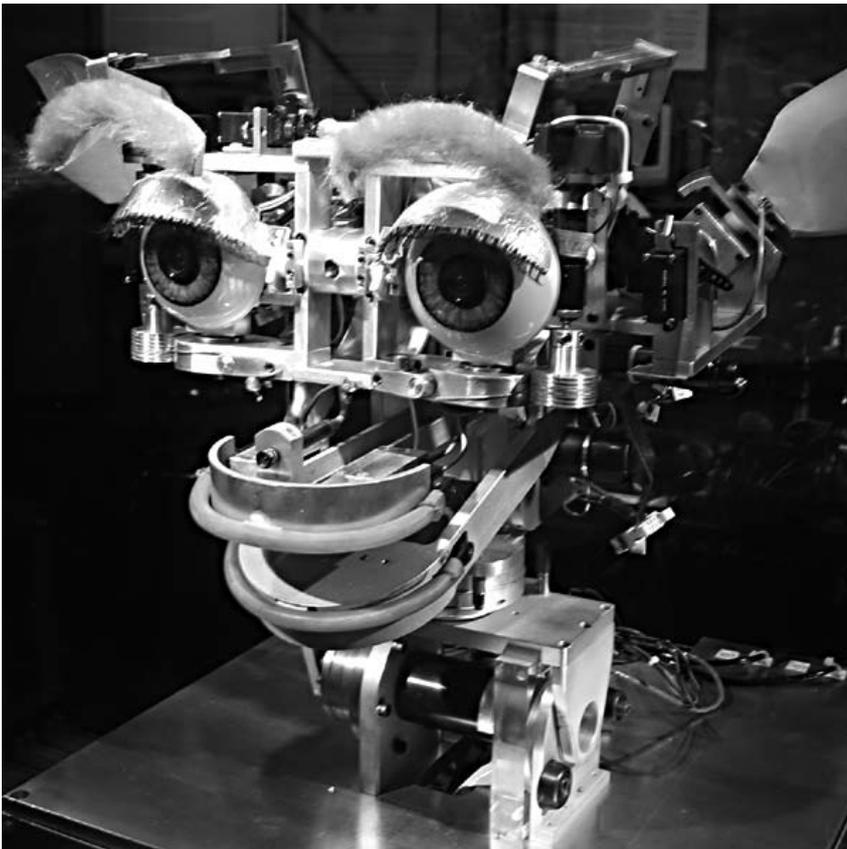
Il rapporto tra esseri umani e robot può

essere concepito come un rapporto di invidia in cui gli umani invidiano i robot per quello che sono oppure invidiano gli altri umani perché hanno robot che essi non hanno. Nel primo caso, l'invidia può essere *positiva* se il robot è considerato anche come un modello da imitare o *negativa* se il rapporto degenera in rivalità. Quest'ultima possibilità è esemplificata in molti film e romanzi di fantascienza in cui i robot e gli umani si suppone competano. I robot sono dunque spesso rappresentati come androidi senza emozione, privi di senso morale e pertanto meno "validi" degli umani. Controesempi sono per esempio *2001 Odissea nello spazio* (Stanley Kubrick 1968) o il romanzo di Stanislaw Lem, *Golem XIV* (Lem 1981). Il conflitto mimetico sorge non solo dal fatto di imitare ciò che un robot può fare, ma più in generale dal fatto di imitare ciò che si suppone "esso" desideri. Ma i desideri di

un robot paradossalmente sono i nostri poiché noi siamo i creatori. Le opinioni positive e negative sui robot fanno luce sull'autocomprensione umana che conduce all'idea di migliorare le capacità umane, per esempio impiantando dispositivi artificiali nel corpo umano. Quando i robot sono usati dagli umani per diversi scopi ciò crea una situazione in cui il "desiderio mimetico" è articolato sia come una questione di giustizia (un futuro "robot divide") o come una nuova specie di invidia. Questa volta l'oggetto dell'invidia non è il robot stesso ma l'altro umano che lo usa/lo possiede. Il dilemma etico fondamentale rispetto ai robot è pertanto non solo la questione del loro buono o cattivo utilizzo, bensì la questione del nostro rapporto con il nostro stesso desiderio, con tutto il suo dinamismo mimetico creativo e distruttivo che comprende non solo strategie come l'invidia, la rivalità e il modello da seguire, ma anche il loro uso *banale* come strumento che può anche diventare una questione di giustizia sociale.

I robot possono essere visti come maschere del desiderio umano. Il nostro "desiderio mimetico" potrebbe influenzare (ma quanto?) il loro valore di scambio nel mercato. La nostra storia d'amore con essi apre un rapporto a doppio legame che include l'intera gamma delle passioni umane, dall'indifferenza alla rivalità e alla violenza passando dall'idealizzazione anche se questo potrebbe non essere il caso rispetto allo stato dell'arte contemporaneo nella robotica poiché i robot ancora sono privi di intelligenza e di un comportamento non prevedibile. È compito della riflessione etica andare oltre la dimensione economica al fine di scoprire il meccanismo che rende possibile l'invenzione, la produzione e l'uso di robot di tutti i tipi. Questi meccanismi sono basati sulle passioni mimetiche umane relative sia a un individuo che a una scala sociale. In senso mitico i robot sono vissuti dalla nostra società tecnologica e secolarizzata come capro espiatorio per il quale si concepisce l'"umanità" del genere umano la cui espressione più alta e globale è la Dichiarazione universale dei diritti dell'uomo. Da questa prospettiva mitica i robot sono la buona e la cattiva coscienza di noi stessi.

Ci offrono la possibilità di un discorso morale su noi stessi ma nello stesso tempo distolgono la nostra attenzione dalla intollerabile situazione di violazione di



Il robot KISMET.

tali diritti rispetto ai veri esseri umani. In altre parole una riflessione etica sui robot deve tenere conto di queste insidie, in particolare quando si considerano i pericoli del desiderio mimetico rispetto alla dignità umana, all'autonomia o alla protezione dei dati. Essa deve riflettere il rapporto a doppio legame tra umani e robot. Se i robot rispecchiano il nostro desiderio mimetico dobbiamo sviluppare strategie individuali e sociali al fine di smascherare l'oggetto irraggiungibile per cui ci battiamo che si trasforma in pericolo quando assomiglia alla realizzazione in vista della quale tutto, compresi noi stessi, dovrebbe essere visto come un mezzo per un fine. Il concetto di dignità umana è un marchio distintivo sopra e oltre il nostro stesso desiderio. È un marchio di autotrascendenza indipendentemente dalle promesse tecnologiche e/o religiose. Ci consente di evitare barriere ideologiche o fondamentaliste regolando nello stesso tempo la dinamica del desiderio mimetico.

Il concetto di robot è ambiguo. Secondo Karel Čapek che ha coniato per primo il termine, un robot è un dispositivo artificiale simile all'uomo, un androide, capace di eseguire autonomamente, vale a dire senza la permanente guida umana, diversi tipi di compiti in particolare

nel campo della produzione industriale. I robot antropomorfici, ma anche i dispositivi artificiali che imitano diversi tipi di esseri umani, hanno una lunga tradizione. Gli odierni robot industriali spesso non sono simili all'uomo. C'è tensione tra prodotti artificiali tecnoidi e naturoidi (Negrotti 1995, 1999, 2002). Il concetto stesso di artificiosità è collegato a qualcosa che viene prodotto dalla natura e imitato dall'uomo. Creare qualcosa di simile ma non identico a un prodotto naturale significa che qualsiasi cosa possa qualificarsi come artificiale *fa la differenza* rispetto al naturale o all'originale (Negrotti). I robot sono per lo più concepiti come *attori fisici*. Con il sorgere della tecnologia informatica sono stati sviluppati *softbots* (fusione di *software* e *robots*, sono robot virtuali che navigano nella rete in grado, per esempio, di selezionare informazioni specifiche su un argomento richiesto) o *agenti software* che hanno un impatto anche nel mondo fisico tanto che è difficile tracciare un confine chiaro. È il caso dell'ibridazione fra umani e robot (*cyborgs*). In effetti non solo gli individui, ma l'intera società è interessata da un processo di *cyborgization*.

Cosa sono i robot? Sono prodotti dei sogni umani (Brun 1992, Capurro 1995).

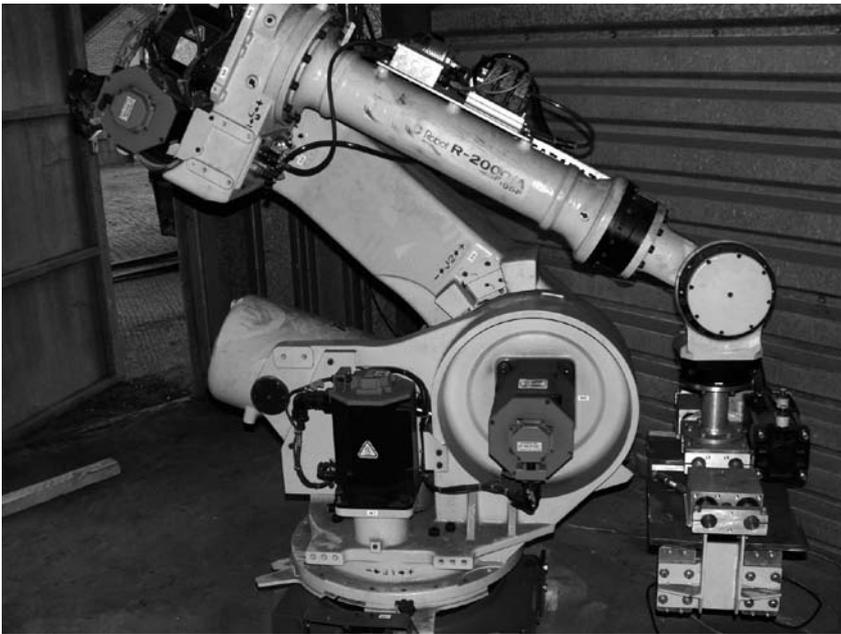
Ogni idea di robot implica l'oggetto nascosto del nostro desiderio. I robot sono pertanto le immagini degli dei (dal greco: *agalma*) dentro la maschera di un satiro. Secondo l'interpretazione psicoanalitica di Jacques Lacan (Lacan 1991), seguendo il racconto platonico dell'incontro amoroso tra Socrate e Alcibiade nel *Symposio* (222), questi "piccoli oggetti" sono l'obiettivo irraggiungibile e impossibile del desiderio umano. Platone nel *Timeo* descrive l'opera del demiurgo che plasma il mondo a immagine (*agalma*) del divino come un'opera di gioiella e pertanto uno stimolo a fare la copia più simile all'originale (*parádeigma*) (37c). Insomma, i nostri valori o l'obiettivo del nostro desiderio sono immersi in tutti i nostri dispositivi tecnologici e in particolare nel tipo di prodotti in cui si mimetizza la nostra identità umana. Perciò la questione non è solo quali valori stiamo cercando di realizzare attraverso essi ma perché lo stiamo facendo? I robot sono uno specchio di valori culturali condivisi che mostrano a noi e agli altri chi vogliamo essere. Noi ridefiniamo noi stessi in confronto con i robot allo stesso modo in cui ridefiniamo noi stessi rispetto agli animali o agli dei. Queste ridefinizioni hanno implicazioni di carattere economico e culturale di vasta portata.

Ma chi è il "noi" di questa specie di discorso psicoanalitico? Che dire di una cultura dell'ingegneria che è principalmente coinvolta nello sviluppo e nella progettazione di robot? Negli approcci di genere "noi" rivendichiamo una cultura maschile della produzione tecnologica. Così tutte le persone hanno lo stesso tipo di rapporto a doppio legame con i robot. E che dire delle differenze culturali? Come si vive in un ambiente tecnologico? Qual è l'impatto dei robot sulla società? In che modo, noi, in qualità di utenti, trattiamo i robot? Quali metodi e mezzi sono oggi utilizzati per impostare l'interfaccia uomo-macchina? Che cosa pensare del mimetismo delle emozioni e degli stereotipi delle norme sociali?

Che tipo di linguaggio/retorica viene usato nel descrivere la problematica di attore e macchina - e qual è quello che vogliamo usare?

Nel campo dell'intelligenza artificiale e della robotica incontriamo spesso un impiego piuttosto approssimativo del linguaggio, che corrobora la tesi di agenti antropomorfizzanti.

Questo linguaggio implica spesso l'in-



Un modello di robot industriale.

tenzionalità e l'autonomia degli attori - per esempio come in tutti quei casi in cui i ricercatori parlano dell'apprendimento, delle esperienze, delle emozioni, della capacità di saper prendere decisioni (e così via) degli attori.

In che modo andremo allora a trattare questa problematica in ambito scientifico e nelle nostre pratiche sociali?

I robot non sono prodotti belli e pronti all'uso, di ingegneri e informatici, bensì dispositivi e tecnologie emergenti che prendono forma nel corso della loro realizzazione. Quali sono le conseguenze del fatto che oggi i dispositivi ICT (Tecnologie dell'informazione) sono esclusivamente messi a punto da ingegneri e da informatici? Qual è il significato del rapporto servo-padrone rispetto ai robot? E quale quello di robot quale partner di contesti e scenari diversi?

L'attuale ricerca sui robot sociali sta concentrando tutta la sua attenzione sulla creazione di sistemi interattivi che siano in grado di riconoscere gli altri, interpretarne i gesti e le espressioni verbali, che riconoscano ed esprimano emozioni e che siano dotati di capacità di apprendimento sociale. Un quesito centrale concernente la robotica sociale è in che modo la creazione di certe tecnologie può forgiare la comprensione di noi stessi e come queste tecnologie hanno impatto sulla società.

Per comprendere le implicazioni di certi sviluppi è importante analizzare i concetti principali della robotica sociale, quali il sociale, la sociabilità, le interazioni di natura e stile umani.

Le domande principali sono, allora: Quali concetti della sociabilità vengono tradotti in azione dalla robotica sociale? In che modo il comportamento sociale viene concettualizzato, plasmato e reso instaneo nei processi di implementazione software? E quali sono i tipi di comportamento sociale cui vogliamo dare forma per implementarli in artefatti?

Esiste la tendenza a mettere a punto robot programmando questi ultimi sulla base di alcuni aspetti del comportamento umano piuttosto che quella a realizzarli sulla fattispecie di un vero e proprio androide (Arnall 2003). Il raggiungimento di una relativa autonomia è un traguardo pensato sia per i *physical robots*, sia per i *softbots*. Qual è il significato di autonomia in robotica?

Quali sono le affinità e quali le differenze se affrontiamo il discorso dal punto di vista della robotica e da quello filosofico?

Evidentemente sperimentaremo un forte spostamento bidirezionale del concetto di autonomia (come di quello di sociabilità, emozione e intelligenza) tra discorsi e discipline così tanto diversi.

In che modo il trasferimento di concetto tra le discipline - e soprattutto il forte impatto della robotica - modifica i significati tradizionali di concetti, quali autonomia, socializzazione, emozione e intelligenza?

Facendo riferimento alla Carta dei diritti fondamentali dell'Unione Europea (artt. 1, 3, 6, 8, 25, 26) possono sorgere le seguenti domande: Chi è da ritenersi responsabile per i risultati indesiderati

nelle azioni compiute da gruppi ibridi uomo-macchina? In quale modo gli attori dell'intelligenza artificiale devono regolare il monitoraggio e l'elaborazione dei dati? Gli impianti bionici possono essere usati per accrescere le capacità fisiche e mentali, piuttosto che per ripristinarle?

Tutte e tre le domande affrontano possibilità che hanno un effetto immediato sui *singoli* esseri umani poiché la responsabilità è tradizionalmente attribuita ai singoli attori (compresi gli individui); il diritto dell'uomo alla privacy tutela la capacità di vivere in maniera autonoma; i miglioramenti sono ad esclusivo beneficio della singola persona

Tuttavia, l'importanza dell'integrazione uomo-robot va oltre il livello del singolo individuo e affronta la questione su come la società o la comunità potrebbe e dovrebbe quanto più assomigliare alle modalità in cui i robot vengono integrati.

Probabilmente solo alcuni membri di una collettività o comunità potranno interagire con certi tipi di robot; si pensi ad esempio ai robot programmati per il divertimento dei ricchi, o per l'assistenza agli anziani e ai malati e così via. Questo tipo di interazione con le macchine potrebbe anche costruire nuove forme di comunità.

Un'attenzione particolare dovrebbe essere prestata all'individuazione di quali gruppi di persone potrebbero verosimilmente essere capaci di interagire con alcuni tipi di robot, in un certo contesto, mantenendo, al tempo stesso, la prospettiva dell'impatto delle specifiche interazioni su quelle comunità e società in cui queste forme specifiche di interazione hanno luogo.

Tutte e tre le forme di integrazione uomo-robot possono includere sia aspetti che violano, sia altri che sostengono i diritti e la dignità umani. D'altronde, si sa che la stessa tecnologia ha sia effetti positivi che negativi. Le infrastrutture di sorveglianza possono essere considerate deleterie in fatto di privacy, ma possono anche permetterci di creare nuovi tipi di comunità.

I potenziali benefici o danni possono essere arrecati da certe forme di integrazione uomo-robot.

In che modo allora far scomparire i conflitti derivanti, soprattutto nel caso in cui esista un conflitto tra la prospettiva individuale e quella di una società o comunità? Certi miglioramenti potreb-

bero essere considerati un beneficio per l'individuo ma anche sollevare nuove domande, ad esempio: soltanto un'élite di persone potrebbe essere in grado di trasformarsi in organismi bionici? O - nella peggiore delle ipotesi - i disoccupati dovrebbero per forza possedere dei dispositivi particolari, tali da consentire loro di compiere determinate attività lavorative?

Al momento non è necessario affrontare il discorso se i robot devono essere visti come persone. Le attuali questioni etiche fanno della responsabilità umana il problema fondamentale, che deve essere affrontato sulla base di un'indagine morale sulla tecno-etica. Tutto ciò può comportare domande del tipo: Chi e come - conformemente a quali principi - dovrebbe imputare delle responsabilità (e a chi) nei casi che comportano l'integrazione uomo-robot? E quali dovrebbero essere le conseguenze di una tale ascrizione? Chi è responsabile della progettazione e del mantenimento di una infrastruttura in cui le informazioni delle persone vengono raccolte ed elaborate? In che modo la possibilità di un'integra-

zione invasiva uomo-robot influisce sul concetto di responsabilità?

Ciò include altri due interrogativi: Il fatto che l'essere umano sia reso "migliore", conduce a un tipo di responsabilità speciale? Quali sono le conseguenze per coloro i quali sono responsabili di fornire il supporto tecnologico utilizzato per conseguire questo accrescimento?

Nell'affrontare il problema della responsabilità dovremmo considerare l'esistenza di diversi livelli di responsabilità, persino quando si attribuisce la responsabilità ad un individuo, che potrebbe essere ritenuto responsabile di qualcosa inerente il proprio benessere personale, il proprio ambiente sociale (amici, famiglia, comunità), il proprio ruolo specifico (nella sfera professionale o privata) di cittadino che ha delle responsabilità nei confronti della società o dello stato in cui questo qualcuno vive, o, semplicemente, in quanto essere umano. Ciò racchiude inoltre in sé la domanda di se e come la responsabilità possa essere delegata. E se le istituzioni possano essere eticamente responsabili nei confronti dei robot.

I robot sono in misura inferiore al nostro

servizio - e questa è una proiezione del desiderio mimetico delle società in cui la schiavitù era acconsentita e/o sostenuta - di quanto non lo sia un qualsiasi altro strumento usato nell'interazione umana. Questo pone delle questioni in termini di diritto alla riservatezza e di fiducia (Arnall 2003, 59) ma anche sul modo in cui noi definiamo noi stessi come persone che lavorano nell'industria, nei servizi e nel campo dell'intrattenimento. Tutto ciò si riferisce ai diversi approcci culturali presenti in Europa e nelle altre culture rispetto ai robot, che possono avere effetti diversi nel mondo globale.

Culture diverse hanno punti di vista diversi su concetti quali Autonomia e Dignità umana.

Rafael Capurro

Hochschule der Medien Stuttgart

(traduzione a cura di Antonella Magliocchi e Sabrina Patricelli Malizia)



Platone e Aristotele nel dipinto La scuola di Atene di Raffaello - Città del Vaticano.

Bibliografia

- Arnall Alexander Huw, *Future Technologies, Today's Choices. Nanotechnology, Artificial Intelligence and Robotics: A technical, political and institutional map of emerging technologies. A report for the Greenpeace Environmental Trust*, 2003.
- Brun Jean, *Le rêve et la machine. Technique et Existence*, Paris, 1992.
- Capurro Rafael, *On Artificiality*, IMES (Istituto Metodologico Economico Statistico, Università di Urbino), IMES-LCA WP-15 November, 1995. Online: www.capurro.de/artif.htm
- Girard René, *La Violence et le sacré*, Grasset, Paris, 1972.
- Lacan Jacques, *Le séminaire. Livre VIII. Le transfert*, Seuil, Paris, 1991
- Lem Stanislaw, *Golem XIV*, Krakow, 1981
- Negrotti Massimo, *Artificialia. La dimensione artificiale della natura umana*, Clueb, Bologna, 1995
- Negrotti Massimo, *The Theory of the Artificial*, Intellect, Exeter, 1999
- Negrotti Massimo, *Naturoids. On the Nature of the Artificial*, World Scientific, New Jersey, 2002

Macchine e mani: immagini, immaginazione, creazione

La scienza e la tecnologia delle interfacce aptiche

di Antonio Bicchi

La nostra pelle contiene un numero enorme di recettori tattili, decine di milioni, che ne fanno un sensibilissimo organo, esteso per circa 1,8 metri quadrati nell'adulto, e capace di registrare qualunque contatto con il mondo. Vi sono recettori di molti tipi diversi, che ci comunicano se qualcosa è caldo, morbido, liscio, appuntito, doloroso e così via. La pelle riceve questi stimoli dal mondo esterno continuamente, eppure per la maggior parte del tempo non diamo loro attenzione. L'assuefazione a uno stimolo tattile è molto veloce: così ad esempio, quando indossiamo un capo di abbigliamento, dopo una prima sensazione sulla sua morbidezza o la trama delle fibre, non ce ne curiamo più. Il tatto, infatti, è un senso dinamico per eccellenza, che sente fortemente le variazioni degli stimoli e il divenire del nostro rapporto con l'ambiente, più che fornirci un'immagine statica di come l'ambiente è in un dato momento. Mediante il tatto percepiamo emozioni e stimoli, piacevoli come le carezze per un bambino, o preoccupanti come i segnali di contatto con un potenziale pericolo. Per questo il tatto è profondamente legato alla parte emozionale del nostro sistema nervoso. Ma il tatto è anche importantissimo per le nostre capacità cognitive superiori, vale a dire per conoscere e per fare.

Il carattere dinamico della percezione tattile fa sì che, quando la usiamo per conoscere il mondo che ci circonda, lo facciamo esplorando attivamente gli oggetti che lo compongono. La differenza con sensi quali l'odorato, il gusto o l'udito - che sono come finestre aperte sul mondo attraverso cui riceviamo stimoli in modo quasi totalmente passivo - è enorme. Anche la vista, la quale pure si avvale di varie e importanti funzioni attive, come la direzione dello sguardo e la messa a fuoco, è meno legata alle strutture senso-motorie del nostro organismo e alla interazione con l'ambiente.

Nel formare quella che si può pensare come l'equivalente di un'immagine per il tatto, l'uomo quindi tocca, sfiora, tasta, segue, preme l'oggetto della sua indagine: nel far questo, usa prevalentemente la sua mano. La mano, con l'acutissima sensibilità di decine di migliaia di recettori tattili nella sua pelle, ma anche con la sua destrezza nell'esplorazione e nel controllo del contatto, è da considerarsi come il vero *organo del tatto*, per quel che riguarda le funzioni cognitive superiori.

La tecnologia del secolo scorso ha reso possibile creare stimoli artificiali del tutto convincenti per alcuni sensi: si pensi all'alta fedeltà della riproduzione audio, o all'alta definizione degli schermi televisivi e della grafica computerizzata dei videogiochi più moderni. È possibile pensare a qualcosa di analogo per il tatto,

cioè a ricreare artificialmente ma realisticamente delle *immagini per mani*?

Ve ne sarebbero applicazioni molto utili, ad esempio per l'interazione tra l'uomo e il computer. Per quanto detto, infatti, è naturale pensare al tatto come a un ingrediente fondamentale di qualsiasi sistema di *realtà virtuale* che cerchi di fornire sensazioni convincenti d'immersione, di *essere presenti* in ambienti in cui non lo siamo realmente - sia questo sistema pensato per l'addestramento di un chirurgo, per simulare la guida di un veicolo, per l'intrattenimento o altro. Le

tecniche di realtà virtuale attuali, peraltro, si basano ancora prevalentemente sul solo senso della visione creando immagini su display ottici, che oggi raggiungono risoluzioni altissime e un realismo quasi fotografico con un'ottima resa tridimensionale. Solo con l'integrazione d'altre modalità sensoriali, in particolare tattili, sarà possibile per questi sistemi fare un balzo in avanti - permettendo così di passare dalla esperienza di *essere presenti* in un ambiente virtuale, a quella di *entrare in contatto* con quell'ambiente.



Una interfaccia aptica commerciale: il Phantom della Sensable Inc.

Come creare dunque dispositivi che permettano di generare per le nostre mani quanto un proiettore, o un convenzionale schermo di computer, produce per i nostri occhi? La scienza e la tecnologia delle interfacce aptiche (dal greco "toccare") si dedicano proprio allo studio e alla creazione di *immagini per mani*. Le interfacce aptiche sono macchine che permettono di generare stimoli tattili, di toccare, sentire, manipolare, alterare e creare oggetti virtuali. Esistono oggi alcuni modelli commerciali, quali il *Phantom* della Sensable Inc. (vedi figura), che hanno raggiunto una certa diffusione nel mercato delle applicazioni al progetto meccanico assistito da computer, ai videogiochi, alla scultura digitale e all'addestramento di medici e odontoiatri. L'operatore interagisce con interfacce quali il Phantom impugnando uno stilo o un analogo strumento, che è collegato a un'estremità a un meccanismo e che è rappresentato nella realtà virtuale da un'immagine grafica, o *avatar*.

Muovendo l'*avatar* l'utente può esercitare forze sugli oggetti dell'ambiente virtuale e può sentirne le reazioni attraverso lo strumento impugnato. Dispositivi di questo genere possono avere aspetti anche molto diversi - in alcuni casi ad esempio il meccanismo che produce forze può essere fissato sul braccio o sulla spalla dell'operatore, come in un esoscheletro - ma condividono la caratteristica di produrre unicamente stimoli "cinestetici" che investono la percezione della posizione dell'articolazione e delle forze dei muscoli del braccio o della mano dell'operatore.

La percezione aptica nell'uomo è, per il vero, assai più ricca della sola cinestesia, e comprende le importanti funzioni delle terminazioni nervose e dei recettori della pelle che raccolgono gli stimoli tattili. Nonostante i numerosi avanzamenti tecnologici nel campo delle interfacce aptiche degli anni recenti, il traguardo dello sviluppo di display tattili pienamente funzionali e convincenti non è ancora raggiunto. Una delle maggiori mancanze riguarda la difficoltà di costruire dispositivi che possano stimolare la pelle con una sufficiente risoluzione spaziale e temporale, ma che al contempo siano abbastanza poco intrusivi da non disturbare la percezione generando straniamento. Per superare questi limiti, è necessario ancora molto lavoro di ricerca non solo nell'innovazione tecnologica, ma anche nella comprensione dei



Le conoscenze nel campo della percezione tattile sono molto meno avanzate che nella visione, ma si assiste in questi anni ad un fervore della ricerca, motivato anche dall'interesse per le interfacce aptiche, che spinge fortemente alla collaborazione tra scienze biologiche, psicologiche, e ingegneria. Questo è quanto avviene nel TouchLab del Centro di ricerca "E. Piaggio", dove ricercatori di neuroscienze, bioingegneria e robotica dell'Università di Pisa e dell'Istituto di Fisiologia Clinica del CNR collaborano a un progetto ambizioso di comprensione scientifica e realizzazione tecnologica. Al TouchLab vengono condotti esperimenti per studiare da un lato come il nostro cervello riconosce in modo dinamico il mondo circostante attraverso il tatto e le altre modalità sensoriali, dall'altro per tradurre queste informazioni in applicazioni bioingegneristiche e robotiche. Nel periodo ottobre 2001-marzo 2006 il TouchLab ha partecipato attivamente, coordinandolo scientificamente, al progetto europeo "Touch-Hapsys" (Towards a Touching Presence: High-Definition Haptic Systems), proseguito poi con il progetto "Immersence" (Immersive Multi-Modal Interactive Presence). Nel corso di tali progetti sono stati raggiunti traguardi ambiziosi e risultati incoraggianti, frutto di una sinergica collaborazione tra le diverse anime che compongono il TouchLab. Tra questi, oltre alle attività descritte nel testo, alcuni studi con la risonanza magnetica funzionale (fMRI) per misurare l'attività cerebrale durante compiti di percezione e riconoscimento di stimoli tattili o visivi in persone vedenti e in volontari non vedenti dalla nascita, che hanno mostrato il ruolo del tatto nel formare la rappresentazione del mondo che ci circonda e come lo sviluppo di migliori interfacce aptiche potrebbe aumentare la nostra capacità per conoscere e per fare. Il TouchLab è formato da specialisti di scienze della mente e del cervello, da bioingegneri e da robotici. Del TouchLab fanno parte i ricercatori pisani Pietro Pietrini, Mario Guazzelli, Emiliano Ricciardi, Luigi Landini, Nicola Vanello, Danilo De Rossi, Enzo Pasquale Scilingo, oltre che l'autore di questo articolo. Pisa è un centro di rilievo internazionale per lo studio del tatto e delle interfacce aptiche, che annovera altre eccellenti realtà di ricerca. Tra queste, il gruppo Percro del Prof. Bergamasco presso la S. S. S. Anna è molto noto per lo sviluppo di esoscheletri ed altre interfacce aptiche. Nel 2005, Pisa ha ospitato il primo congresso mondiale WorldHaptics'05, co-organizzato da TouchLab e Percro, che ha attratto circa 400 partecipanti e che ha dato luogo ad una serie di conferenze biennali, la cui seconda edizione si è svolta nel 2007 a Tsukuba, in Giappone. (a.b.)



Una rappresentazione grafica della interfaccia aptica ideale.



Una Haptic Black Box del TouchLab.

meccanismi psicofisici della percezione aptica nell'uomo.

Da un lato, infatti, nuove tecnologie di progetto, nuovi materiali e nuove tecniche di controllo sono indispensabili per aumentare la risoluzione e la fedeltà dei dispositivi attuali; dall'altro, ancora molto rimane da capire su come il tatto funziona. In queste direzioni si stanno muovendo molti gruppi di ricerca, tra cui il TouchLab dell'Università di Pisa. Qui è stata studiata ad esempio la possibilità di sostituire la stimolazione meccanica della cute del polpastrello, di difficile realizzazione pratica, con una stimolazione elettrica degli stessi recettori, che realizza non invasivamente sensazioni analoghe. Mediante l'utilizzo di materiali "intelligenti", quali i *fluidi magnetoreologici*, è stata poi sviluppata una nuova classe di dispositivi aptici detti "a scatola nera", che cercano di realizzare il concetto ideale di display aptico - una sorta di "TV del tatto" - uno spazio in cui l'operatore possa inserire e muovere liberamente la mano, interagendo con oggetti che vi si materializzano e possono essere manipolati, replicando l'ambiente virtuale di cui si vuole avere esperienza.

Pur se questo è ancora un traguardo lontano, il dispositivo illustrato nella figura in alto ha dato risultati incoraggianti. Esso consiste in una camera cilindrica, riempita di fluido magnetoreologico, e in una serie di bobine poste attorno alla camera, che creano campi magnetici controllati dal computer in modo da rendere più o meno solido il fluido in parti diverse della camera. L'operatore pone la sua mano direttamente nella

camera, potendo così toccare le forme create dal computer.

Data la complessità dei fenomeni meccanici e fisiologici che sottendono la percezione tattile, tuttavia, appare realisticamente impossibile realizzare copie esatte degli stimoli che la nostra mano riceve nell'esplorazione e manipolazione del mondo esterno. Per questo motivo la ricerca si rivolge anche con molta attenzione a cercare di capire più in profondità i meccanismi percettivi tattili e la loro elaborazione. Oltre all'interesse scientifico di un'indagine in un territorio ancora poco esplorato come quello del tatto, queste ricerche si propongono anche di capire quali sono i limiti della percezione tattile allo scopo di poterli sfruttare, per creare stimoli che, per quanto imperfetti, siano comunque sufficienti a "raggirare" le nostre capacità e aumentare la nostra disposizione a *immaginare*.

Un ruolo particolarmente importante in questo senso è giocato dallo studio delle illusioni percettive. Lo studio delle illusioni, in particolare di quelle ottiche, è da sempre un caposaldo delle tecniche d'indagine psicofisica dei sensi. Le illusioni sono spesso legate ai meccanismi profondi del canale percettivo considerato, e ne rivelano molti aspetti, sia dal punto di vista psicofisico che neurofisiologico. Alcune delle illusioni ottiche più note sono state usate a motivazione e a conferma del valore predittivo dei modelli

matematici prodotti dalla neuroscienza computazionale per la percezione visiva. Ad esempio, il modello matematico del "flusso" ottico - cioè dei fenomeni dinamici legati alle variazioni nel tempo della immagine sulla retina - permette di descrivere una serie di illusioni ottiche tra cui quella cosiddetta del *barber pole*.

Esiste un analogo concetto di flusso per un senso tanto dinamico quanto il tatto? Le prime risposte fornite dal TouchLab sono affermative: sulla base di un nuovo modello matematico della percezione tattile dinamica, sono state fatte previsioni sugli esiti illusori di opportuni stimoli, e queste sono state confermate da test psicofisici condotti mediante interfacce aptiche appositamente costruite. Inoltre, l'equipe di Pietro Pietrini, uno dei fondatori del TouchLab, ha fatto vedere con uno studio di risonanza magnetica funzionale recentemente apparso su "Cerebral Cortex", che alcune delle regioni nella corteccia coinvolte nel processare le informazioni contenute nel flusso ottico, lo sono anche per quello tattile - dando luogo all'ipotesi che esista una organizzazione *supramodale* dei processi cerebrali legati al flusso percettivo, in qualche misura comune a diversi canali sensoriali.

Tra le applicazioni di quanto trovato sul flusso tattile, una riguarda la realizzazione di interfacce aptiche cutanee di realizzazione semplice ma di grande efficacia.



Test psicofisici sulle illusioni aptiche predette dal modello matematico del flusso tattile.



Un display aptico di tipo CASR per un singolo polpastrello.

Il problema affrontato in questo caso è quello di fornire alle dita le sensazioni che permettono di distinguere la consistenza dell'oggetto toccato virtualmente come, ad esempio, per permettere a un chirurgo che operi remotamente, o che si addestri in un ambiente virtuale, di distinguere al tatto un nodulo polmonare dal tessuto che lo circonda. Il principio usato in queste interfacce è quello di replicare non tutti i dettagli della deformazione del polpastrello quando preme contro differenti oggetti, ma solo la diversa rapidità con la quale la superficie medesima si espande all'aumentare della forza di pressione. Questa cosiddetta *Contact Area Spread Rate* (CASR) è direttamente legata alla cedevolezza: se l'oggetto toccato è molto cedevole, l'area di contatto si allarga rapidamente e va quasi ad abbracciare la forma del polpastrello. L'interfaccia aptica mostrata in figura può modificare a piacere questa velocità d'espansione dell'area di contatto, e dare quindi al chirurgo la sensazione della diversa consistenza dei tessuti che deve incidere. Anche in questo caso, la validità di questa tecnologia è stata verificata con una serie d'esperimenti psicofisici su soggetti volontari, che hanno dato ottimi risultati, mostrando che il display di CASR migliora fortemente la percezione aptica della cedevolezza rispetto ai convenzionali dispositivi puramente cinestetici.

Anche nel caso dell'effetto CASR esiste un'analogia con la percezione visiva, in particolare con la capacità degli animali superiori di stimare la velocità d'avvicinamento a un oggetto sulla base della velocità con la quale aumenta l'area della sua immagine sulla retina. Per esempio, quando guidiamo, è osservando quanto velocemente s'ingrandisce la sagoma posteriore dell'auto davanti a noi che stimiamo (in una brevissima frazione di secondo) quanto ci stiamo avvicinando e il tempo che ci resta a disposizione per frenare. Entrambi i fenomeni sembrano essere spiegati dai modelli di percezione dinamica in termini molto semplici: per il teorema di Gauss, infatti, l'integrale della divergenza del flusso eguaglia la velocità di variazione della superficie. In conclusione, dalle esperienze fatte appare che il flusso tattile sia coinvolto nel processo di acquisizione d'informazioni su movimento, forma e cedevolezza degli oggetti che tocchiamo, informazioni che sono fortemente legate al carattere attivo e dinamico della esplorazione tattile. Tornando a considerare il tema più generale delle funzioni cognitive superiori legate al tatto, e al titolo di questo intervento - ispirato da un bel convegno organizzato di recente da Antonietta Sanna - non possiamo non accennare a come, osservando la meravigliosa architettura della mano umana, essa ci appaia essere ancora assai più importante che, come dicevamo, l'organo del tatto. La mano è

lo strumento principe con il quale modifichiamo il mondo che ci circonda, costruiamo gli strumenti per i nostri bisogni e creiamo le espressioni del nostro senso estetico, la nostra Arte. La Mano come *organo della creazione* che distingue l'uomo dagli animali, e la sua dualità con le facoltà cognitive astratte del cervello, è un tema antico, che attraversa il pensiero occidentale da Anassagora (che sosteneva che l'uomo è divenuto il più intelligente degli animali perché dotato di mani), a Giordano Bruno, all'uomo come *the tool-making animal* di Beniamino Franklin (e Karl Marx), a l'*homo faber* di Bergson. Le prospettive che si apriranno quando sapremo dare alla mano quanto già sappiamo offrire alle nostre orecchie e alla nostra vista ancora non ci sono chiare del tutto, ma sono sicuramente piene di fascino.

Antonio Bicchi

direttore del Centro interdipartimentale di ricerca "Enrico Piaggio"
bicchi@ing.unipi.it

Bibliografia

- J. J. Gibson, *The Senses Considered as Perceptual Systems*, Houghton Mifflin, Boston, 1966.
- Bicchi, A., Scilingo, E. P. & De Rossi, D., *Haptic Discrimination of Softness in Teleoperation: The Role of the Contact Area Spread Rate*. IEEE Trans. Robotics & Automation 16, 496-504 (2000).
- Pietrini, P. et al., *Beyond sensory images: Object-based representation in the human ventral pathway*, Proc Natl Acad Sci USA 101, 5658-63 (2004).
- E. Ricciardi, N. Vanello, L. Sani, C. Gentili, E. P. Scilingo, L. Landini, M. Guazzelli, A. Bicchi, J. V. Haxby, P. Pietrini, *The Effect of Visual Experience on the Development of Functional Architecture in hMT+*, Cerebral Cortex, Oxford University Press (2007).
- V. Hartwig, L. Landini et al., *A Compatible Electrocutaneous Display for functional Magnetic Resonance Imaging application*, Proc. 28th IEEE Engineering in Medicine and Biology Conference (2006).
- R. Rizzo, N. Sgambelluri, E. P. Scilingo, M. Raugi, A. Bicchi, *Electromagnetic Modeling and Design of Haptic Interfaces Prototypes based on MagnetoRheological Fluids*, IEEE Transactions on Magnetics, 2007.
- D. De Rossi, E. P. Scilingo, *Skin-Like Sensor Arrays*, Encyclopedia of Sensors, American Scientific Publishers, vol. 9, pp. 535-556, 2006.

L'interazione uomo/macchina

Questioni di epistemologia, ontologia ed etica applicata

di **Guglielmo Tamburrini**

Nell'accogliere i partecipanti al XXI Congresso della Società Filosofica Italiana del 1967, Francesco Barone, allora segretario della sezione pisana della SFI, osservò che "il tema del Congresso, con la sua insistenza sulla tecnica, sulle macchine, e in particolare su quelle che comunemente si indicano come 'macchine pensanti' può essere apparso ad alcuni come troppo ristretto per attingere a un'autentica universalità filosofica". Ma Barone esortava i convenuti a fugare ogni dubbio di questo genere: "Sarà compito dei lavori stessi smentire una simile eventuale impressione". Ed infatti la smentita non tardò ad arrivare, come testimoniano gli Atti del XXI Congresso, con interventi che toccano le principali discipline filosofiche, dall'epistemologia generale alla metodologia scientifica, dall'ontologia alla filosofia morale. Oggi come allora è ampio lo spettro di problemi filosofici suscitati dalle macchine studiate in settori come la robotica, l'intelligenza artificiale e la bionica - macchine che sono dotate di capacità di elaborazione simbolica o di coordinamento senso-motorio.

Vi sono nuove problematiche di etica applicata, relative ai temi della responsabilità individuale e collettiva, della dignità e dei diritti fondamentali delle persone, suscitate dagli attuali sviluppi dell'interazione uomo-macchina. Vi sono problemi ontologici relativi all'identità personale che riguardano gli interventi bionici volti a recuperare o potenziare le capacità senso-motorie e cognitive degli esseri umani. E vi sono problemi di epistemologia generale, che riguardano la nostra limitata capacità di prevedere il comportamento di robot e di agenti software dell'intelligenza artificiale.

Un progetto di ricerca che consente di illustrare prontamente alcune problematiche di etica applicata riguarda un agente

software che svolge il ruolo di "assistente istruttore" per l'e-learning. Il progetto, in corso presso il Media Laboratory del MIT (<http://affect.media.mit.edu>), prevede l'utilizzazione di tecniche proprie della cosiddetta computazione emotiva (*affective computing*). Il sistema avrà accesso a vari indizi dello stato emotivo degli utenti, elaborati a partire sia da dati biometrici correlabili a risposte emotive (sudorazione, dilatazione delle pupille e così via), sia dall'esame di gesti, postura e altri comportamenti manifesti dei soggetti (come la pressione esercitata istante per istante sul mouse del calcolatore). Il sistema valuterà questo complesso di informazioni per scoprire se un soggetto è interessato all'argomento di studio, se si sta distraendo, se è scoraggiato per gli er-

rori commessi oppure è soddisfatto per i progressi compiuti. In base a tali supposizioni, il sistema sceglierà una forma di interazione con il proprio utente che sia contestualmente appropriata a facilitare il processo di apprendimento. Non si può escludere che un tale sistema, una volta sviluppato, sia dolosamente utilizzato all'insaputa degli utenti, con la finalità di raccoglierne un profilo emotivo e di sfruttare a fini commerciali le risposte emotive indotte in base alle informazioni raccolte. È dunque opportuno chiedersi in quali circostanze d'uso la raccolta e l'elaborazione di dati personali da parte di un tale assistente educatore sia legittima ovvero si configuri come una minaccia per la dignità degli utenti, portando a una violazione del loro diritto alla sicurezza, alla riservatezza (*privacy*) e all'autonomia. E bisogna ovviamente chiedersi, in relazione alla dignità dei discenti, quali siano i costi e i benefici derivanti dall'utilizzazione delle tecniche di computazione emotiva.

Questi problemi di etica applicata, che riguardano i diritti delle persone, sono strettamente collegati ai problemi ontologici dell'identità personale: Che cosa distingue una persona da altri tipi di entità? Come si conserva l'identità personale nel tempo? Gli studi condotti nel settore della bionica ci spingono ad affrontare casi particolari di queste domande, soprattutto in relazione alle cosiddette interfacce cervello-macchina. Vi sono interfacce tra il cervello umano e



la sede del Massachusetts Institute of Technology.

una macchina che consentono di leggere e utilizzare i segnali neurali associati all'attività cognitiva per controllare un arto artificiale o la traiettoria di una piattaforma robotica mobile. E vi sono interfacce cervello-macchina che, convogliando segnali verso il sistema nervoso centrale o periferico di un essere umano, ne modificano significativamente l'attività, come avviene nel caso delle interfacce usate per il controllo del tremore in soggetti affetti dal morbo di Parkinson. Queste ricerche bioniche si propongono soprattutto di ripristinare o di vicariare funzioni senso-motorie perdute, ma aprono la strada al potenziamento di apparati senso-motori e cognitivi che funzionano regolarmente. È opportuno chiedersi se sia nella nostra disponibilità modificare la nostra dotazione "naturale" di capacità senso-motorie e cognitive attraverso interventi bionici. Una risposta positiva a tale quesito suscita a sua volta domande sulla persistenza dell'identità personale, prima e dopo l'intervento bionico. Più specificamente: una modifica delle funzioni mentali, sensoriali o motorie resa possibile dai sistemi bionici può indurre una modifica dell'identità personale? Il dibattito filosofico contemporaneo sulle condizioni psicologiche o fisiche di persistenza dell'identità personale fornisce strumenti concettualmente rilevanti per affrontare questi problemi ontologici. Ed è evidente il loro interesse pratico, insieme etico e giuridico: l'attribuzione di responsabilità morale ed oggettiva per un'azione eseguita in passato richiede infatti la persistenza dell'identità personale.

I problemi di comprensione e prevedibilità degli esiti di un intervento bionico rivelano un aspetto particolare della nostra limitata capacità di prevedere il comportamento delle macchine della robotica e dell'intelligenza artificiale. Tali limitazioni previsionali furono principalmente discusse, durante il congresso della SFI del 1967, in relazione alla formulazione generale dei teoremi di indecidibilità algoritmica, scoperti da Alan Turing e da Alonzo Church nel 1936. Nuovi spunti per la riflessione epistemologica provengono da studi più recenti nel campo dell'apprendimento automatico. Le interfacce bioniche cervello-macchina, alle quali è stato accennato, richiedono un processo di addestramento per classificare e riconoscere i segnali neurali associati all'attività cognitiva di un essere umano. E l'apprendimento automatico è impor-

tante per raggiungere gli obiettivi della robotica di servizio e personale. Non si può realisticamente pensare di fornire a un robot una specifica sufficientemente dettagliata di ciò che esso deve fare o aspettarsi di incontrare negli spazi non rigidamente definiti e controllati di una casa, di un ufficio o di altri ambienti nei quali si svolge la nostra vita quotidiana. Per questo motivo, un robot che sia abbastanza autonomo e adattabile per assistere, diciamo, un anziano nel suo appartamento, deve essere un robot capace di apprendere dall'esperienza. Ma questa esigenza deve confrontarsi con il fatto che i metodi di apprendimento automatico non sempre consentono di appurare se il robot abbia veramente imparato (o anche solo approssimato in modo soddisfacente) ciò che vogliamo insegnargli. Nel complesso, i problemi di valutazione dei risultati ottenuti nei processi di apprendimento automatico non sono molto diversi dai problemi che riguardano la giustificazione dell'induzione come metodo per l'indagine scientifica o per la didattica. La riflessione epistemologica sull'apprendimento automatico si inquadra dunque in una problematica più generale, che i filosofi hanno affrontato fin dall'antichità classica in relazione alla tradizione scettica, ma che anima in forme più strettamente legate alla pratica scientifica anche la filosofia della scienza contemporanea.

La riflessione epistemologica sulla prevedibilità dei comportamenti di sistemi robotici trova ulteriori spunti fecondi nell'ambito dei metodi formali di verifica del software. Gli studi in questo settore nascono dall'esigenza di verificare se ogni esecuzione di un determinato programma per calcolatore soddisfa alcuni requisiti fondamentali. Più recentemente, queste metodologie sono state estese al problema di specificare e verificare le proprietà di sistemi, generalmente detti "ibridi", che comprendono varie tipologie di sistemi robotici. Alcuni risultati limitativi che sono stati ottenuti a proposito dei sistemi ibridi indicano che, in generale, non è possibile verificare con queste metodologie se un sistema robotico soddisfa o non soddisfa determinati vincoli spaziali o temporali nell'esecuzione di un dato compito.

Quali sono le implicazioni pratiche delle riflessioni epistemologiche sulla nostra limitata capacità di prevedere il comportamento delle macchine? Consideriamo il caso delle macchine che apprendono.



Alan Turing.

Poiché il produttore o il programmatore di un sistema che apprende non è in grado di prevederne precisamente il comportamento, anche nelle condizioni normali d'uso, è particolarmente importante sottoporre l'impiego di un tale sistema a un'analisi comparativa di costi e di benefici. E in questo contesto decisionale bisogna prendere in esame caratteristici problemi di filosofia morale. Come si devono valutare i benefici e i rischi derivanti dall'impiego di robot che apprendono in base a una concezione etica che giudica il valore di ogni singola azione in relazione all'obiettivo di massimizzare la felicità o il benessere della società? E come dobbiamo affrontare la casistica dei robot che apprendono secondo una concezione etica che, indipendentemente da un'analisi di costi e benefici, impone alcuni divieti assoluti (come, per esempio, il divieto di uccidere l'innocente)? Più concretamente, come dobbiamo interpretare, in relazione a queste due diverse concezioni, l'impiego di un robot-soldato, possibile versione aggiornata del robot-mitragliatore recentemente dispiegato nel conflitto iracheno, che non sappia ben distinguere un nemico da un astante? Con queste domande, motivate da problemi teorici di carattere epistemologico ed ontologico, si torna alla dimensione etica, dalla quale eravamo partiti per illustrare gli attuali interessi filosofici per le macchine della robotica, della bionica e dell'intelligenza artificiale.

Guglielmo Tamburrini

*docente di Logica e filosofia della scienza
Università di Napoli "Federico II"
tamburrini@na.infn.it*

Athenet *on-line*: www.unipi.it/athenet



Chiuso in redazione a luglio 2007
Stampato al Centro tipografico dell'Università di Pisa