

Robotica umanità. Intervista a Bruno Siciliano

di Andrea Minervini

Bruno Siciliano, docente di robotica presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II, è una personalità del settore ed è stato direttore del centro ICAROS, un Centro Interdipartimentale di Ricerca in Chirurgia Robotica che ha l'obiettivo di creare un tandem più stretto proprio tra la chirurgia e i nuovi ritrovati dal mondo della robotica. È anche coordinatore del PRISMA Lab, il laboratorio di ricerca con focus sulla robotica aerea, assistiva, cognitiva, cooperativa, industriale, di servizio e chirurgica i cui meriti sono riconosciuti a livello internazionale dalla comunità scientifica. L'expertise del professor Siciliano lo rende la persona più indicata per approfondire con un occhio esperto il tema oggetto dell'intervista che si va a collocare in quella linea molto sottile tra la pragmaticità della scienza e la complessa profondità di ragionamenti umanistici che, seppur proiettati nel futuro, trovano radici nel nostro presente. Obiettivo dell'intervista, infatti, è quello di descrivere il "livello" odierno della robotica e delle interazioni che questa scienza sta avendo con noi esseri umani contestualmente al ricercare insieme alle autorevoli considerazioni del professore le tracce che ad oggi formano la strada che l'umanità, nel suo sviluppo tecnologico, sta iniziando a percorrere e che molti hanno tentato di immaginare in quello sconfinato mondo che è la fantascienza.

La robotica, come si legge nell'introduzione del suo libro *Robotics*, «ha come obiettivo lo studio di macchine che possano sostituire l'uomo nell'esecuzione di un compito, in termini di attività sia fisica sia decisionale». Un'immagine che, come primo impatto, riporta alla mente macchinari industriali, computer e anche intelligenze artificiali ma che, come sappiamo, può aprire e sta aprendo anche a interazioni con i nostri stessi corpi nell'ambito della robotica biomedica.

Guardando al prisma della cultura pop nipponica e in particolare al mondo degli anime e dei manga, spesso la robotica e i suoi "frutti" hanno svolto un ruolo centrale e protagonista (ad esempio Mazinga, Gundam, Cyborg 009, Evangelion e altri), passando con gli anni da mero strumento di combattimento o dal ruolo di "eroe" a trampolino per ragionamenti ben più

complessi ed etici; in molti casi la fantascienza non è ancora divenuta realtà, ma le strade intraprese dal nostro sviluppo tecnologico seguono percorsi abbastanza definiti. Un esempio tra tutti, particolarmente pertinente per il tema di questo articolo, è la serie *Ghost in the Shell*, scritta e disegnata da Masamune Shirow, pseudonimo di Masanori Ōta, dove il ruolo di “protagonista” è svolto dalla robotica biomedica contestualmente a ragionamenti sul concetto stesso di umanità. In questo esempio viene presentato uno scenario futuro, non troppo distopico, nel quale tra le più disparate applicazioni protesiche sul corpo umano per incrementarne capacità e funzionalità, ormai di uso comune, viene infranto un ultimo tabù: un cervello umano viene impiantato con successo in un corpo interamente robotico. La vita di questo personaggio, il maggiore Matoko Kusanagi, unica nel suo genere, cambia radicalmente poiché considerata da molti sempre meno umana e sempre più strumento, a scapito dei sentimenti che quest’ultima prova. Nella prospettiva, sempre più concreta, in cui il confine tra robotica e il concetto stesso di umanità si assottiglia sempre più, abbiamo provato a fare luce sullo “stato dell’arte” della robotica attuale e prossima.

Professor Siciliano, come descriverebbe il livello concreto della robotica odierna?

Se consideriamo la robotica industriale, il settore dove nel tempo c’è stato più bisogno di uno sviluppo in chiave tecnologica, ne possiamo riconoscere tre livelli crescenti in termini di sviluppo. Il primo livello è caratterizzato da robot il cui scopo è quello di svolgere, in maniera consecutiva e ripetitiva, una mansione specifica programmata mediante software. Il secondo livello è quello per cui il robot riesce a discostarsi dallo schema di esecuzione principale grazie all’uso dei sensori che riconoscono le condizioni utili per applicare uno schema alternativo. Il terzo livello di robotica industriale è quella intelligente, che offre ai macchinari la capacità di prendere delle decisioni precise grazie alle quali una determinata mansione potrà essere svolta con maggior efficacia e rapidità. Questo livello di intelligenza e autonomia è ancora da raggiungere, e sarà sul banco di prova della ricerca ancora a lungo.

L’attuale tendenza vede sempre di più l’utilizzo del robot, non più appannaggio degli esperti e di chi sa come programmare, ma una tecnologia intuitiva, *plug and play*. Per questa ragione i robot da 10-15 anni sono utilizzati non solo dalle grosse industrie ma anche dalle piccole e medie imprese che operano a livello quasi artigianale, e da chi fa una produzione molto customizzata, Perché? Perché non devono investire cercando di istruire personale e tecnici

specializzati. In futuro i robot saranno utilizzati con la stessa facilità con cui usiamo oggi un comunissimo device quale il telefonino, senza avere bisogno di leggere le istruzioni. Un buon esempio nel campo della robotica sono proprio i droni. A livello utente la tecnologia sarà sempre più user friendly.

In termini di diffusione dei robot, l'ammontare di robot in funzione nelle fabbriche di tutto il mondo ha raggiunto lo scorso anno il valore record di circa 3,9 milioni di unità e nel periodo 2023-2027 l'IFR (Federazione Internazionale di Robotica) attende una crescita media annua del 7% delle nuove installazioni. La robotica di servizio, in cui il robot viene utilizzato per fare un'operazione sostituendo o affiancando l'essere umano, è invece un segmento ancora piccolo rispetto a quella industriale ma i numeri sono in forte aumento.

Quali sono i benefici che potrebbero arrivare nel futuro prossimo di questa scienza nelle sue diverse branche?

Circa 15 anni fa, ha fatto il suo ingresso nel settore industriale il robot indossabile, il cosiddetto esoscheletro, per supportare l'operatore migliorandone la qualità del lavoro. Un dispositivo approdato da un ambito completamente diverso, quello militare. Infatti uno dei primi progetti dell'esoscheletro fu fatto in California; si trattava di una sorta di "zaino intelligente" per applicazioni belliche e per consentire ai marine in Afghanistan di trasportare attrezzature pesanti.

Oltre all'industria, l'esoscheletro è usato come supporto alle persone che hanno delle disabilità motorie – una persona paraplegica colpita da ictus, indossando un esoscheletro ha quella forza muscolare di alzarsi, camminare. Inoltre, è una tecnologia commerciale a tutti gli effetti. Cominciano a esserci i primi esoscheletri con un prezzo che non è più di decine di migliaia di euro come quelli per scopi terapeutici. Ce n'è uno italiano, il MATE, commercializzato dall'azienda Comau insieme a una società islandese Össur. Queste hanno acquisito il progetto da una start up pisana, Iuvo, fondata 6/7 anni fa da Maria Chiara Carrozza, attuale presidente del CNR e precedente Ministro dell'Istruzione insieme a un talento napoletano, Nicola Vitiello, professore di biorobotica alla Scuola Sant'Anna di Pisa. La Iuvo fa esoscheletri e il MATE oggi costa meno di 5000 euro. Non siamo ai livelli di uno smartphone ma quasi. A che serve? Una volta indossato si va a sollecitare lo scheletro in maniera minore, si riduce il rischio di disturbi muscolo scheletrici e allo stesso tempo si assume una postura ergonomicamente meno faticosa e meno stressante.

Comau e Iuvo hanno sviluppato per i magazzinieri della catena dei supermercati Esselunga degli esoscheletri così da poter muovere i pacchi senza fare fatica; un uso buono della tecnologia, a differenza di quello militare, e un uso intuitivo, dato dal fatto che è uno strumento passivo, semplicemente da indossare, e che si adatta alla biomeccanica della persona. Inoltre, sono in via di sviluppo esoscheletri per fare riabilitazioni motorie o per fitness.

La robotica odierna è finalizzata al fatto che ci sono tecniche sempre più evolute per far muovere il robot in modo sempre più intelligente e che si adatti agli esseri umani. In campo scientifico parliamo di intelligenza artificiale fisica. Intelligenza artificiale e robotica sono comunemente, e in maniera errata, visti come due sinonimi. A livello mediatico basta far caso al fatto che se c'è un articolo o un'informazione che parla di IA l'immagine iconografica è quella di un robot umanoide. Quello che stiamo vivendo a livello di sviluppo e di innovazione è un passaggio dalle tecnologie dell'informazione, "internet of things" e dai "big data" a un concetto che abbiamo introdotto noi italiani, un mio collega il professor Antonio Bicchi a Pisa e io, in un commento sulla rivista *Nature*. Abbiamo spiegato come la transizione in atto è verso lo sviluppo di nuove tecnologie che abbiamo chiamato dell'interazione. Che differenza c'è tra informazione e interazione? Se a casa utilizzo Alexa, ho un dispositivo con cui interagisco attraverso il riconoscimento delle parole, o dell'iride, dunque grazie a dati di suono e visione. Ci sono dei dati che non riguardano solo la visione e il suono ma che riguardano il senso del tatto. A proposito dell'esoscheletro, in particolare, i sensori di forza, consentono di misurare la pressione che il paziente imprime sull'esoscheletro in modo che i motori elettrici esercitino la coppia giusta per assisterlo nella camminata. La sfida è nello sviluppo di tecnologie dell'interazione uomo-macchina. Noi l'abbiamo chiamata IAT per differenziarla dalla precedente IT o ICT (*Information and Communication Technology*) e la "A" maiuscola vuole enfatizzare l'elemento "fisico" (interAction).

Alla Federico II abbiamo un progetto in corso, quinquennale, per il progetto dei dipartimenti di eccellenza (titolo per il quale siamo stati riconfermati), sulla tecnologia dell'interazione. Un altro tema collegato è l'estensione del cosiddetto gemello digitale, replica virtuale di un prodotto fisico o un sistema che fornisce una fotografia dello stato del prodotto, a quello che sia un gemello digitale in grado di riprodurre un'azione fisica, un "phygital twin".

Se vogliamo sviluppare su scala globale il concetto del phygital abbiamo bisogno di un canale di comunicazione affidabile, come la tecnologia 5G, oramai è introdotta, e che ci dà maggiori dati in tempo reale. Ma, ai fini delle tecnologie dell'interazione e dell'IA e della robotica, il problema è

quello di avere una rete che sia più veloce e che soprattutto abbia un piccolo ritardo, una piccola latenza costante, questa è la sfida. Perché? Perché se è costante si può compensare con un'azione di controllo preventivo, dunque se il ritardo è costante ci si può virtualizzare e immergersi in un concetto di realtà aumentata, il mio avatar potrebbe svolgere un'azione e io potrei sentire e virtualizzarmi interagendo, sentendo l'effetto fisico, tattile. Questo lo posso fare solo se la rete non è fluttuante. Il *phygital* non è ancora realtà ma la strada è tracciata. Abbiamo dunque tecnologie di interazione, internet delle abilità e *phygital twin*; la robotica odierna è qui, sono queste le tre frontiere a livello della ricerca e dello sviluppo. A livello commerciale la punta potrebbe essere l'esoscheletro, che è ancora passivo e non ancora attivo.

Guardando all'esempio della serie *Ghost in the shell*, lei crede sia questa la direzione che si sta intraprendendo quando si guarda al futuro della robotica biomedica?

La robotica tende sempre di più verso una tecnologia di tipo bio-ispirato, parliamo di bionica. Si è fatto un gran parlare di Musk ultimamente, di Tesla e Space X, di Optimus (il progetto umanoide), Neuralink, società dello stesso Musk, che mira a sviluppare interfacce neurali impiantabili che facciano comunicare il cervello con il computer e aiutino a curare gravi disabilità.

In realtà, già 35 anni fa un collega inglese, il prof. Kevin Warwick, come un moderno cyborg, si fece impiantare sottopelle un chip, collegato alle terminazioni nervose, con il quale voleva che il robot di riferimento facesse un'azione. Grazie al pensiero, il chip, faceva sì che la macchina si muovesse. All'epoca non c'era ancora Internet e la notizia non ebbe il risalto avuto da Musk oggi. Questo è però importante perché possiamo andare verso una frontiera in cui potremo utilizzare la tecnologia anche all'interno del corpo umano. Per contro, parecchi dei progetti avanzati di robot sono ispirati alla natura. Se devo realizzare un robot per ispezionare una condotta l'ispirazione sarà quella del serpente, oppure per i robot che volano, il volo degli uccelli. Non a caso ci sono cani robotici, esapodi. Il connubio è stretto, mi ispiro alla natura per nuove morfologie robotiche.

L'uomo è la creatura più evoluta, parte dalle quattro zampe e arriva alle due zampe ma in realtà se dobbiamo fare certe cose, possiamo arrivare a strisciare, e ancora se vogliamo andare più veloci andiamo su una bicicletta o in macchina, utilizziamo delle ruote. L'idea qual è? Di sviluppare sistemi robotici

che si adattino morfologicamente in base al compito da svolgere, un concetto questo che riguarda l'*embodiment*. Un bambino nei primi mesi di vita cosa fa? Tasta tutti gli oggetti ed esplora il mondo, non è sviluppato come un bambino di 2/4 anni e quindi non è in grado di relazionarsi con oggetti ed esseri viventi o elaborare concetti. Il bambino li porta verso la bocca e lo fa perché la bocca rappresenta idealmente il centro del bambino, l'“anima”, un portare verso di sé per acquisire, metaforicamente. L'intelligenza non è puramente cognitiva, ma c'è un'intelligenza dovuta in questo caso alla forma della mano e delle dita, periferica, che è incorporata nella forma della natura. Ispirandoci alla natura stiamo sviluppando per un progetto che ci è stato finanziato da poco che riguarda una nuova tecnica di colonscopia per sconfiggere il cancro, una sorta di “baco da seta”, un robot a eversione fatto di fibra trasparente in cui viene soffiata aria e crea un condotto nel colon, molto meno pericoloso rispetto al tubo di gomma che è il colonscopio. Dopodiché una capsula robotica viene introdotta con lo scopo di marcare il problema e con due micromanipolatori flessibili si opera un esame di tipo teranostico, diagnosi e terapia in un solo colpo. Siamo già in un contesto in cui vediamo la possibilità che la tecnologia si adatti come una protesi che entra nel corpo umano. Nel caso dei pazienti amputati, uno dei problemi che riscontriamo è che la persona vuole controllare in maniera semplice il dispositivo impiantato. Se pensiamo a come muoviamo la mano, l'essere umano non muove la mano pensando di muovere le singole parti.

Quello che abbiamo visto con i neuroscienziati è che in realtà le dita vengono mosse in maniera sinergica. Si parla di studio delle sinergie posturali. I neuroscienziati hanno classificato da un punto di vista biomeccanico i tipi di presa degli oggetti e ne hanno classificate 36. Ora, diciamo che da un punto di vista matematico i movimenti si possono descrivere con una matrice che si chiama *matrice delle prese di grasp*. Così facendo ci si rende conto che dei movimenti della mano umana, ce ne sono tre fondamentali per prendere gli oggetti e sono le sinergie posturali. Da un punto di vista del controllo della mano se ho una mano con tanti motori è inutile pensare di controllare il singolo e poi l'insieme ma cerco di controllare direttamente i movimenti che corrispondono naturalmente alle tre sinergie posturali dell'essere umano. Le braccia robotiche oramai sono pari alle prestazioni del braccio umano ma le mani no, sono complesse e delicate, si rompono e si guastano. Il motivo è perché sono troppo complesse; per questo, da qualche anno c'è un approccio minimalista ispirato alla natura e alle sinergie posturali che invece di controllare i movimenti particolari ci portano a creare una mano robotica più semplice grazie alla quale il paziente non deve imparare e muovere le singole dita ma fa pochi movimenti che gli consentono di manipolare gli oggetti.

Ritiene che, in un futuro prossimo, si potrebbe presentare la necessità di una sorta di autolimitazione (dettata da motivazioni etiche) da parte della comunità scientifica sulle applicazioni ibride tra robotica ed esseri viventi?

Bisogna porsi dei limiti in virtù della salvaguardia dei diritti degli esseri umani (ma anche delle macchine). Se l'assistente è un robot, non per questo posso prenderlo a calci. Se il robot è stato programmato in maniera intelligente, apprende dall'esperienza e può essere più friendly nei confronti di chi lo tratta bene e meno di chi lo tratta male. Potremmo anche creare una tecnologia che in qualche modo possa tenere in conto l'essere osteggiato dall'essere umano nello svolgimento del compito.

Queste tecnologie possono aiutare in molti campi, ma se pensiamo all'uso militare, possono rischiare di compromettere la dimensione etica legata all'uso di questi dispositivi. La roboetica, nata in Italia, si occupa in prima battuta di una serie di questioni legate alla diffusione crescente dei robot nella società, in particolar modo il doppio uso della tecnologia (virtuoso o dannoso), l'impatto sul mercato del lavoro, sulla psicologia delle persone, sull'ambiente, il *digital divide* tra regioni ricche e povere del mondo. Riflessioni sulle questioni etiche, legali, sociali, economiche (ELSE) legate all'utilizzo dei robot.

Le macchine faranno quella parte delle nostre azioni di vita quotidiana, sia in campo lavorativo, che in campo sociale ecc. In campo chirurgico, per esempio, oltre alla fase chirurgica vi è la parte della sutura che, se non fatta in maniera corretta, crea problemi ed è la classica situazione in cui un sistema robotico può aiutare, anche se la responsabilità resta dell'essere umano. Anche quando si parla di IA è sempre l'uomo che decide.

Continuando a ragionare sulle tematiche e i futuri offerti dalla cultura pop per la robotica e il suo rapporto sempre più stretto con l'umanità (sia come specie che come concetto) quale scenario la spaventa di più?

Affideremo sempre di più alle macchine quelle che sono incombenze di vita quotidiana, e avremo così più tempo per esprimere al meglio quella che è la caratteristica meno artificiale del nostro essere, che è la nostra umanità in termini di creatività. Ma questa è una chiave difficile da capire perché si pensa che poi le persone si vadano ad appiattare e a adagiare sulla tecnologia.

Lo scenario del futuro che mi spaventa, se dovesse mai realizzarsi, è

legato alla difficoltà di riconoscimento di queste macchine. Il rimando è al film *Ex Machina*, dove, per capire se ho a che fare con un replicante, devo andare a vedere se è fatto di carne e sangue. Da un lato questa visione mi spaventa, perché sarebbe nei termini di una fusione umano-artificiale. Dall'altro canto ne sarei affascinato. Paradossalmente il suo auspicio e la sua paura quasi coincidono? Sì, non so decidere. Se dovessi fare un'analogia, con queste due sensazioni contrastanti, parlerei di sogno e di risveglio. Il risveglio stesso è il "riconoscimento" che fa da chiave tra il vero e l'artificiale, per cui quello che ho sognato non è (ancora) la realtà.