

SPAGHETTI ROBOT

IL MADE IN ITALY
CHE CI CAMBIERÀ LA VITA

RICCARDO OLDANI



codice
EDIZIONI





SPAGHETTI ROBOT

IL MADE IN ITALY
CHE CI CAMBIERÀ LA VITA

RICCARDO OLDANI

codice
EDIZIONI

Riccardo Oldani

Spaghetti robot

Il Made in Italy che ci cambierà la vita

Redazione e impaginazione: Daiana Galigani

Coordinamento produttivo: Enrico Casadei

Grafica di copertina: Asintoto

In copertina: *The Age of Robots*, Massimo Brega / Kepach Production

ISBN 978-88-7578-508-6

© 2014 Codice edizioni, Torino

Tutti i diritti sono riservati

codiceedizioni.it

facebook.com/in.codice

twitter.com/codice_codice

pinterest.com/codice_codice

*Ad Anna, che ogni giorno mi regala
tutto ciò che un robot non potrà mai avere*



Indice

VII	Ringraziamenti e nota dell'autore
IX	Introduzione
	<i>Capitolo 1</i>
3	Robot che lavorano
	<i>Capitolo 2</i>
25	Robot all'italiana
	<i>Capitolo 3</i>
45	Robot per curarci
	<i>Capitolo 4</i>
69	Robot per soccorrerci e per esplorare
	<i>Capitolo 5</i>
93	Robot che volano e giocano
	<i>Capitolo 6</i>
113	Robot che ci fanno compagnia
	<i>Capitolo 7</i>
137	Robot da indossare

Capitolo 8
159 Robot come noi

Capitolo 9
179 Le vere leggi della robotica

199 Indice dei robot

Ringraziamenti e nota dell'autore

Spaghetti Robot nasce da una serie di interviste dirette, raccolte nel tempo, con i protagonisti italiani della ricerca robotica. Tutte le citazioni riportate tra virgolette, che non hanno una nota specifica, sono state ricavate da conversazioni a tu per tu con i protagonisti, i quali, spesso, sono stati anche prodighi di consigli. Li ringrazio perché senza il loro lavoro e aiuto non sarebbe stato possibile scrivere questo libro.

In particolare sono grato ai professori Andrea Bonarini del Politecnico di Milano e Daniele Nardi dell'università La Sapienza di Roma, che sono stati i primi ad appassionarmi ai robot, quasi dieci anni fa, con le prime, coinvolgenti interviste che feci su questo tema e che hanno acceso il mio interesse per le macchine intelligenti.

Ringrazio anche il professor Enzo Marvaso, che con il suo impegno per portare la robotica nelle scuole italiane, e piemontesi in particolare, è stato tra i primi a mostrarmi il valore educativo di questa disciplina per le nuove generazioni.

Un doveroso grazie va poi a Fiorella Operto, di Scuola di Robotica, e al professor Gianmarco Veruggio, per l'aiuto che mi hanno dato nella stesura del Capitolo 9, a Laura Margheri, che mi ha assistito con pazienza per farmi incontrare i ricercatori dell'Istituto di BioRobotica della Scuola Superiore

Sant'Anna di Pisa, a Pontedera, e a Valeria delle Cave, che mi ha guidato nella visita e nella scoperta dell'IIT di Genova.

Ancora un sentito ringraziamento va a Ernesto Imperio e al professor Tullio Tolio dell'ITIA-CNR, a Bruno Siciliano dell'università Federico II di Napoli, a Rosario Sorbello dell'università di Palermo e ad Arturo Baroncelli di Comau, per l'assistenza, l'aiuto e gli incoraggiamenti che mi hanno fornito con grande disponibilità.

Introduzione

Il robot è espressione di un desiderio antico dell'uomo, che da sempre sogna macchine capaci di imitarlo e di compiere per lui lavori pericolosi, faticosi e ripetitivi. Per secoli rimasto soltanto una chimera, in grado tutt'al più di vestire le sembianze imperfette dell'automa, ora il robot sta assumendo sempre di più i connotati della realtà.

Da qualche decennio è entrato nell'industria, affiancando gli operai nelle catene di montaggio e migliorando il loro lavoro. L'Italia, sotto questo aspetto, è all'avanguardia. La nostra industria automobilistica è la seconda al mondo, dopo quella giapponese, per densità di robot rispetto agli operai impiegati: quasi 1.100 ogni 10.000 addetti. Una cifra elevatissima, se si pensa che la media mondiale dell'automatizzazione dell'industria non conta più di 55 robot ogni 10.000 lavoratori.

Ma il robot industriale è ancora qualcosa di molto simile a una macchina, che deve lavorare in un'isola automatizzata in cui l'uomo non può entrare, per evitare pericolose collisioni o contatti. Molto diverso è invece il robot di servizio, capace di muoversi nello stesso ambiente frequentato dall'uomo, interagire con lui, parlargli o interpretare i suoi pensieri (un concetto che va ancora oltre è quello del robot umanoide, creato a nostra immagine e somiglianza, con due braccia, due gambe, una testa e perfino la capacità di interagire con noi e mostrare sentimenti).

I primi assaggi di robot di servizio sono gli aspirapolvere presenti da qualche tempo nelle nostre case, ma molti altri modelli sono in fase di sviluppo nei laboratori di ricerca: si tratta di macchine in grado di portare la spazzatura in discarica al posto nostro, esplorare il mare e analizzarlo in modo automatico, aiutarci nella riabilitazione e nella cura dei malati, e sostituire parti del nostro corpo, come braccia o mani, ridandoci addirittura la sensibilità dell'arto mancante, sensazioni tattili comprese.

Altri robot di servizio sono gli esoscheletri, macchine indossabili capaci di decuplicare la forza di un uomo, consentendogli di sollevare pesi di centinaia di chili. Esoscheletri leggeri possono anche essere indossati da chi abbia problemi di mobilità affinché lo sostengano in piedi, gli conferiscano equilibrio e gli restituiscano la possibilità di camminare, nel caso in cui ne abbia perso la capacità; si tratta di macchine guidate dal nostro cervello attraverso interfacce innovative, e in grado di recepire e interpretare i nostri stimoli nervosi.

Le interfacce cervello-computer, del resto, non sono una novità: vengono adottate non solo per l'assistenza ai malati o la riabilitazione, ma anche per realizzare giochi robotici o di intelligenza artificiale. Esistono sedie a rotelle che portano in giro le persone, guidate solo dal loro pensiero. Anche questi sono robot.

Punto in comune

Quale punto in comune hanno i progetti – anticipazioni di automi che presto potrebbero diventare realtà – illustrati in questo libro? Sono tutti ideati e sviluppati da ricercatori italiani, in laboratori che si trovano nel nostro paese: sì, perché l'Italia è una delle avanguardie mondiali della ricerca robotica di punta.

Nella penisola sono attivi centri di ricerca di assoluta eccellenza a livello internazionale, concentrati soprattutto intorno

ad alcuni poli, come quello di Pisa e della Scuola Superiore Sant'Anna, quello di Genova afferente all'università e all'Istituto Italiano di Tecnologia, quello di Milano e di Torino, legati ai rispettivi politecnici, quello di Roma, quello di Napoli e quello siciliano, che vede coinvolte le università di Catania e Palermo, e diversi altri, collegati a centri di ricerca come l'Enea e il CNR.

Tutte queste competenze costituiscono una comunità scientifica profondamente impegnata nella ricerca, appassionata e con moltissime collaborazioni a livello mondiale su progetti di grande importanza. Si tratta, in molti casi, di progetti visionari che, in linea con quanto viene fatto anche nel resto del mondo nel campo della robotica, delineano un futuro affascinante.

L'Italia della robotica

In effetti, il ricercatore robotico italiano ha peculiarità tutte sue, che lo distinguono dai ricercatori stranieri che si occupano della stessa materia: la nostra ricerca non è ricca, ma è piena d'inventiva; e spesso deve risolvere in laboratorio problemi che altri possono affidare a strutture esterne sfruttando una capacità di fare network, e una potenza economica, che in Italia non esistono.

Uno dei massimi esperti italiani di robotica, Arturo Baroncelli, dirigente del reparto robotico della torinese Comau, azienda leader a livello mondiale nella produzione di robot industriali, sintetizza le peculiarità del robotico italiano con un aneddoto. «C'era qui in visita in Comau un progettista giapponese molto bravo, con cui ho anche stretto amicizia e con cui abbiamo collaborato a lungo. Avevamo il compito di progettare una cella robotica e io mi sono subito messo al tecnigrafo (ancora non si lavorava con i computer) a fare qualche schizzo e buttare giù qualche idea. Dopo un po' di tentativi e di abbozzi ho individuato la soluzione che ritenevo migliore e ho realizzato il layout della cella robotica. A sera

avevo completato il lavoro. Lui lo guardò e mi chiese: “Where is the book?”. Era convinto che in Comau usassimo un manuale per standardizzare la progettazione. Ma non c’era nessun libro, e glielo dissi. Non sono riuscito a convincerlo. Pensava che il nostro manuale fosse top-secret e che non glielo volessi mostrare».

Ora, bisogna sapere che in Giappone anche la progettazione di cose completamente nuove – come la linea industriale di un prodotto mai realizzato prima – deve seguire una serie di passi ben precisi, tutti previsti ed elencati in appositi manuali. In realtà chi progetta, almeno dal punto di vista delle procedure, non inventa nulla: abbozza un’idea e poi segue passo passo le istruzioni contenute nei manuali. In Italia, niente di tutto questo. Non che gli ingegneri procedano a casaccio, perché tutto si basa su sequenze e conoscenze ben precise; ma noi abbiamo la capacità innata di improvvisare, di arrivare sempre e comunque alla soluzione partendo da ciò che abbiamo a disposizione, anche se è poco.

«Gli italiani» dice Baroncelli «hanno una capacità unica. Se si impossessano di una tecnologia tanto da padroneggiarla sono in grado di inventare, di unire alle conoscenze specifiche anche altre, magari acquisite in altri campi e in altri settori. È il segreto dell’artigiano». E noi siamo un popolo di artigiani, bravi con la testa e con le mani.

Questo è un po’ lo spirito che contraddistingue i ricercatori italiani in tanti settori, compreso quello della robotica. In un’organizzazione come quella giapponese o statunitense tutto avviene per step e con competenze ben delineate. Se per procedere con un progetto serve un pezzo specifico, tutto si blocca, finché questo non viene fatto realizzare da un laboratorio ad hoc o da un’officina secondo un disegno ben preciso. In Italia questo non avviene: se manca un pezzo si cerca di realizzarlo in casa, o si trova una soluzione che lo simuli e consenta comunque di verificare se l’idea è buona. Poi eventualmente si procede a realizzare il pezzo su misura. Siamo più poveri? Forse, ma non meno efficienti.

Da quasi dieci anni frequento i laboratori di robotica della penisola, spinto dalle necessità legate al lavoro e dalla curiosità personale, e ho sempre trovato persone che lavorano su pezzi metallici, giunti, software e algoritmi mettendoci l'anima e una profonda passione.

C'è un mondo affascinante in questi luoghi della ricerca, dove nascono idee che, anche se non si trasformano in un prodotto commerciale, gettano il seme per il mondo delle macchine prossimo venturo. Un mondo che non è lontano, su cui si affacciano robot, automi, droni, droidi e altre macchine autonome, capaci di svolgere mansioni difficili e pericolose: dai mezzi volanti che esplorano le zone colpite da terremoti, alluvioni o incendi alla protesi che può restituire un arto perfettamente funzionante a chi lo ha perso in un incidente, dall'automobile che non ha bisogno di autista al telefonino che ci abbraccia e cambia espressione, trasferendoci non solo parole ma anche affetti, il mondo dei robot è così vario e straordinario da lasciare a bocca aperta.

Un approccio etico

Ma lavorare in questo campo determina anche la presa di coscienza di questioni future e problemi che potrebbero condizionare lo sviluppo dei robot del domani; il ricercatore robotico deve porsi una serie di domande nello svolgere il proprio lavoro, a dispetto del fatto che i possibili risultati concreti della sua ricerca possano manifestarsi non prima che siano trascorsi decenni.

È vero, per esempio, che i robot rubano il posto di lavoro agli uomini? Può forse succedere che alla fine, creando una civiltà delle macchine, le persone diventino incapaci di provvedere a loro stesse? Chi si occupa di robotica, e sa nel dettaglio come queste macchine funzionino, obietta che un problema del genere non sussiste: gli automi hanno bisogno di essere progettati, prodotti in serie, curati con un'attenta manutenzione,

guidati e pilotati. I posti di lavoro che si perdono in mansioni di basso livello, come per esempio spostare pacchi o avvitare bulloni, si riguadagnano a un livello superiore; l'uomo affida al robot i lavori più umili, o che richiedono una precisione che solo le macchine sanno garantire, e si trasforma in guardiano dei robot.

Altro dubbio: è forse lecito creare parti robotiche o strumenti in grado di potenziare le nostre forze e capacità, e di trasformarci in superuomini? O di trasformare in superuomini soltanto coloro che potranno permettersi una protesi robotica o un esoscheletro? È l'eterno dilemma dell'uomo-cyborg, metà essere vivente e metà macchina, di cui tanti filosofi e studiosi del comportamento hanno scritto. Cosa pensano i nostri robotici di questo problema? È reale? È concreto?

Domande e risposte

C'è in realtà una via italiana alla robotica che risponde anche a tali quesiti, una via che rispecchia la nostra natura – magari individualista, ma comunque generosa e orientata verso il prossimo. Un metodo che non è solo la soluzione a un problema raggiunta con la tecnologia, ma anche il ragionamento su quel problema in termini etici; frequentando per anni i robotici italiani me ne sono reso conto. Ovviamente ognuno ha sensibilità diverse, c'è chi ragiona di più su certe ricadute e chi si pone meno dubbi. Ma in generale, in Italia, si guarda ai robot non come a semplici macchine.

È appassionante il viaggio tra le idee, i pensieri, i progetti e i laboratori che si occupano di robot nel nostro paese. Uno dei pochi settori della ricerca che riesce a trattenere entro i nostri confini cervelli ed esperti di livello internazionale.

Spaghetti robot

Robot all'italiana

Al Politecnico di Milano funziona un prototipo di fabbrica sperimentale unico al mondo: è un impianto automatizzato dove i robot smantellano i robot. Meglio: più che i robot, smontano e fanno a pezzi ogni tipo di apparecchio elettronico, dai televisori agli elettrodomestici, dai computer ai telefonini. È stato progettato e realizzato dall'Istituto di Tecnologie Industriali e Automazione del CNR (ITIA-CNR)¹, con lo scopo di eseguire quello che, in termini tecnici, viene definito *demanufacturing*, cioè il processo opposto alla manifattura. I rifiuti elettronici vengono disassemblati in ogni componente per recuperarne tutte le parti sane, in particolare chip e schede logiche ancora funzionanti, oppure tutti i materiali preziosi, come rame, oro, platino e le ricercatissime *terre rare*, metalli necessari al funzionamento delle parti elettroniche che, quando gli oggetti arrivano a fine vita, vengono semplicemente buttati via. Noi forse non lo sappiamo, perché tendiamo a rimuovere l'idea stessa di rifiuto e a ignorare il destino di tutto

¹ L'ITIA-CNR (www.itia.cnr.it) è un ente di ricerca con diverse sedi in Italia (Milano, Roma, Bari e Vigevano), con due principali indirizzi: tecnologie della riabilitazione e automazione industriale. Per quanto riguarda la robotica, in particolare, lavora allo sviluppo di automi per la medicina, la chirurgia e l'industria. È attivo in oltre trenta progetti di ricerca internazionali, europei e nazionali, e conta su uno staff di un centinaio di persone tra dipendenti, collaboratori e assegnisti. È stato fondato nel 1963, dapprima con il nome di CEMU (Centro Macchine Utensili), poi IMU (Istituto sperimentale Macchine Utensili) e, infine, dal 1993, con la denominazione attuale.

quello che gettiamo nel bidone della spazzatura, ma oggi gran parte dei dispositivi hi-tech di cui ci disfiamo vengono recuperati e spediti in India, Africa o Estremo Oriente, dove eserciti di persone sottopagate, spesso bambini, svolgono proprio il lavoro di demanufacturing; e per farlo usano anche sostanze tossiche, come acidi o solventi, che servono a dissolvere le microsaldateure dei circuiti integrati e recuperare, così, i materiali preziosi. Oltre a basarsi su un sistema di sfruttamento delle persone, questo enorme mercato – di cui sfuggono le esatte proporzioni – arricchisce gente senza scrupoli e contribuisce ad aumentare l'inquinamento dei paesi di destinazione. Stando alle cifre del progetto internazionale StEP (Solving the E-waste Problem, “risolvere il problema dei rifiuti elettronici”)², ogni anno ogni abitante del pianeta produce almeno 7 kg di spazzatura hi-tech. In Italia siamo ben oltre la media, con 17 kg pro capite. La vita media di un telefonino è di circa 24 mesi, il che significa che in un paese come gli Stati Uniti, ogni anno, se ne buttano via 120 milioni. Il recupero per un riciclaggio fatto come si deve è ancora insufficiente e non arriva, nei paesi più attrezzati, al 70 per cento. Secondo le stime dell'Interpol un container su tre che lascia l'Europa, via terra o via mare, contiene rifiuti elettronici per un volume annuo che potrebbe variare da 250.000 a oltre un milione di tonnellate³.

Automazione e intelligenza

«Il demanufacturing» spiega Tullio Tolio, direttore dell'I-TIA-CNR «praticamente non viene eseguito in Europa, perché

² Dati aggiornati sulla produzione dei rifiuti elettronici possono essere consultati sul sito del progetto StEP, www.step-initiative.org.

³ Per questi dati si veda la pagina web dell'Environmental Crime Program dell'Interpol (<http://bit.ly/1yBAIBF>), che riporta i dati dell'Operazione Enigma, la prima condotta su larga scala, nel 2012, per contrastare il traffico illegale di rifiuti elettronici in partenza dai porti europei. Un bell'articolo pubblicato dal quotidiano britannico “The Guardian” il 14 dicembre 2013, intitolato *Toxic E-Waste Dumped in Poor Nations*, *Says United Nations*, di John Vidal, traccia un documentato quadro della situazione.

richiede un contenuto di lavoro manuale molto rilevante e, quindi, viene fatto laddove la manodopera ha un costo basso. La nostra sfida è di portarlo in Europa, perché ci consentirebbe di creare nuova occupazione senza aumentare i consumi, con evidente utilità strategica. Per riuscirci, però, le sfide tecnologiche sono notevoli, perché è necessaria una stretta cooperazione tra uomo e robot. Soprattutto nel disassemblaggio, la capacità dell'operatore nel capire cosa si debba fare è fondamentale, per diversi motivi. Primo, perché si ha a che fare con una varietà molto ampia di prodotti, e ciò impone problemi seri a un'automazione concepita in modo classico; ci troviamo inoltre a dover trattare prodotti realizzati nel tempo, non necessariamente tutti dello stesso anno, e quindi basati su tecnologie e schemi costruttivi anche molto differenti. Il trattamento dei rifiuti elettronici delinea, quindi, uno scenario molto più critico rispetto a quello di una produzione tradizionale, dove esiste un solo modello o una sola linea di prodotto da assemblare con operazioni standardizzate da eseguire. Il secondo motivo è che questi oggetti hanno avuto un qualche impiego e quindi non arrivano all'impianto di demanufacturing nelle condizioni di specifica, come se fossero nuovi: se il mio compito è disassemblarli non è detto che riesca a trovare tutte le componenti in condizioni di funzionamento ottimali. Anche in questo caso la capacità cognitiva dell'operatore è fondamentale, perché deve essere in grado di capire se una parte è recuperabile oppure no».

Partendo da queste considerazioni, i ricercatori dell'ITIA-CNR hanno pensato di realizzare delle celle automatizzate, guidate dalla capacità cognitiva dell'operatore umano supportato dalla robotica.

L'impianto è articolato in tre sezioni: la prima è una sorta di cernita, dove i rifiuti elettronici vengono esaminati e selezionati tra quelli che possono essere riparati e resi funzionali e quelli che invece vanno disassemblati. Poi c'è la parte di smontaggio, dove il lavoro è necessariamente personalizzato, visto che ogni oggetto ha caratteristiche diverse e non si può definire una procedura standard – né si possono consultare schemi o libretti di

costruzione; tuttavia è necessario smontare nel modo corretto ogni prodotto, separando le parti integre da quelle inutilizzabili, e separando i materiali. Infine c'è una sezione di recupero e trattamento di questi ultimi, dove per esempio le scocche di plastica vengono triturate e trasformate in granulato riciclabile, e tutti i metalli contenuti sono suddivisi per tipologia.

«Il decommissioning è uno degli ambiti più difficili e stimolanti dal punto di vista dell'automazione» spiega Tolio «proprio per questa enorme variabilità di situazioni che presenta. È chiaro, quindi, che se riusciamo a realizzare un impianto di questo tipo che funzioni perfettamente, avremo poi più facilità a progettare uno che abbia “soltanto” lo scopo di produrre». Un po' come partire dalla soluzione del problema più difficile per poi avere a disposizione tutte le soluzioni necessarie a misurarsi con quesiti più semplici.

L'impianto pilota di Milano è in funzione dal 2013, svolge il suo lavoro alla perfezione ed è già stato sottoposto a miglioramenti e innovazioni. Un'evoluzione recente riguarda la terza cella automatizzata, quella che si occupa di *shredding*⁴ e separazione dei materiali, in cui gli esperti dell'ITIA-CNR hanno realizzato un sistema di trasporto innovativo, con ogni probabilità il primo al mondo per questo tipo di attività.

«I sistemi attuali» mi dice Tolio «sono tarati su un flusso di alimentazione del materiale da processare abbastanza costante. In questi casi si impostano i macchinari su un flusso fisso per ottimizzarne il funzionamento, con un primo periodo di “rampata” per arrivare al quantitativo voluto e poi, quando questo viene raggiunto, la possibilità di far funzionare l'impianto in modo continuo e regolare, in piena efficienza. Se però cambia il mix di materiali, nella migliore delle ipotesi devo rivedere i parametri di lavorazione, e con ogni probabilità anche la sequenza dei macchinari coinvolti; in pratica, ogni volta che cambio materiale dovrei rifare l'impianto o utilizzarne uno differente. Quello che abbiamo pensato noi, invece, è un impianto flessibile

⁴ La fase di lavorazione che consiste nella triturazione di un materiale.

che permetta a tutte le parti di seguire qualunque ciclo attraverso le macchine installate, senza dover modificare il layout. Ciò avviene attraverso un sistema di trasporto innovativo che ci consente di collegare tra loro qualunque macchina. Ci siamo riusciti con costi aggiuntivi molto limitati, per cui alla fine l'impianto flessibile costerà sì un po' di più, ma non molto, e potrà diventare una via percorribile anche a livello industriale». Oggi nell'impianto di prova milanese è possibile, visitando le macchine in qualunque sequenza, sottoporre i rifiuti elettronici ad ogni ciclo di lavorazione, e decidere, come e quando si vuole, di ripetere un ciclo di lavorazione (quello che viene definito *rework loop*) per rifare più volte uno stesso passaggio.

«Abbiamo poi» continua il direttore dell'ITIA-CNR «integrato un modulo di valutazione del contenuto del materiale in uscita dalle varie stazioni, mediante analisi iperspettrale supportata da una parte di controllo, che è in grado, in base ai materiali individuati, di definire a priori il ciclo di lavorazione e decidere quindi quali macchine impegnare per ottimizzare la lavorazione».

Conservare la centralità dell'uomo

Cosa rappresenta l'impianto-prototipo milanese come concetto, al di là della sua funzione specifica dedicata al *demanufacturing*? Sviluppa al massimo grado due idee fondamentali, che delineano anche un approccio tipicamente italiano alla robotica industriale e all'automazione del lavoro. Da una parte il fatto che, più che degli insiemi di robot che fanno ciascuno il proprio lavoro, le fabbriche del futuro saranno, per così dire, dei grandi robot collettivi, dei sistemi automatizzati in grado di far entrare la materia grezza da una parte e far uscire il prodotto finito dall'altro. Dall'altra, tuttavia, l'impianto effettua un numero così elevato di lavorazioni, e si trova di fronte a un numero così elevato di alternative possibili, che la presenza dell'operatore umano resta fondamentale – non più per

effettuare delle operazioni manuali che, come abbiamo detto, possono anche avere un impatto sulla salute, ma per decidere quale tipo di trattamento e lavorazione debbano essere riservati ad ogni rifiuto elettronico processato. La cultura dell'uomo, la sua capacità di ragionare e la sua velocità di pensiero restano centrali in questa idea di fabbrica robotica.

È questo l'obiettivo a cui tutti i progettisti e sviluppatori dicono di essere orientati quando parlano di automazione industriale; tuttavia il concetto sviluppato dall'ITIA-CNR, esteso anche ad altri impianti pilota di altro genere, si traduce non in una pura affermazione di principio, ma in un concreto layout di produzione in cui l'uomo conserva il ruolo più importante.

Non dappertutto, nonostante i proclami, si ragiona così.

Nel maggio del 2014 Amazon ha annunciato l'assunzione, nel corso dell'anno, di diecimila lavoratori; nessuno si è però precipitato a inviare curricula o ha provato a rispondere a inserzioni, perché i posti a disposizione non erano per esseri umani ma per robot, macchine destinate a confezionare, smistare e spedire i pacchi inviati tutti i giorni, nel mondo, dal colosso del commercio elettronico. La buona notizia, secondo il fondatore del gruppo americano Jeff Bezos, è che nessuno degli attuali 88.400 dipendenti perderà per questo il proprio posto⁵. Secondo i dati della IFR (la federazione internazionale dei produttori di robot) nel mondo si vendono 165.000 robot industriali l'anno; quindi la potente iniezione di automazione prevista da Amazon varrebbe, da sola, circa il 6 per cento di tutto il mercato mondiale del settore – un'enormità. Non è tutto: sempre Amazon ha annunciato di avere avviato test per l'impiego di droni, che in futuro saranno capaci di recapitare buste o pacchi leggeri, o di controllare che tutto sia in ordine negli enormi magazzini, in cui sono accumulate le infinite tipologie di merci che il colosso americano è in grado di commercializzare. E DHL

⁵ L'annuncio è stato fatto durante l'assemblea degli azionisti di Amazon nel maggio 2014 e ha trovato vasta eco su tutti i quotidiani. I robot in questione sono prodotti da una società, la Kiva Systems, che Amazon ha acquisito nel 2012.

ha testato una tecnologia simile, in Danimarca, per distribuire farmaci su un'isoletta altrimenti raggiungibile solo via mare.

Se quindi, secondo quanto dice Bezos, chi ha il lavoro non lo perderà a breve termine, l'idea di testare robot per i centri di smistamento, i magazzini o le consegne farà senz'altro in modo che, nel lungo periodo, certi tipi di occupazione, anche molto tradizionali, finiscano per scomparire.

La transizione verso un mondo del lavoro iper-robotizzato, anche per mansioni finora svolte da maestranze senza qualifiche particolari, dovrà quindi essere gestita nel migliore dei modi, altrimenti correremo davvero (come abbiamo visto anche nel primo capitolo) il rischio di non svolgere più una funzione attiva nel mondo del lavoro.

Secondo uno studio sul mercato del lavoro degli Stati Uniti, condotto dagli economisti Carl Benedikt Frey e Michael Osborne⁶ dell'università britannica di Oxford, circa il 47 per cento delle occupazioni è in predicato, nei prossimi due decenni, di essere del tutto sostituito dai computer, cioè da macchine o sistemi dotati di intelligenza artificiale in grado di rimpiazzare l'uomo in toto. Lo studio, spiegano gli autori, ha utilizzato un nuovo approccio nel considerare quali lavori potranno essere eseguiti dalle macchine, rompendo uno schema, finora sempre adottato nelle indagini sul tema, secondo cui solo mansioni ripetitive o di routine potranno essere automatizzate. C'è poco da cullarsi in false sicurezze, sottolineano i due esperti: esistono altissime probabilità che professioni non ripetitive, come quella dell'autista, del broker o dell'estensore di scritture legali, per fare solo tre esempi, possano essere eseguite in modo automatico – ma l'elenco è lunghissimo.

Google da tempo sta testando un'auto che si muove nel traffico senza bisogno di essere guidata. Narrative Science,

⁶ Il loro studio, *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs To Computerisation*, risale al settembre 2013 ed è liberamente scaricabile in formato pdf a questo link: <http://bit.ly/YUCAza>. La ricerca è stata sviluppata nell'ambito di un programma sugli impatti delle tecnologie future avviato dalla Oxford Martin School della Oxford University.

uno sviluppatore americano di software, ha messo a punto un programma, Quill, capace di stilare rapporti, articoli giornalistici e perfino libri analizzando in tempi brevissimi enormi quantità di dati numerici o recuperati da internet (quindi, semplicemente eliminando il lavoro umano di ricerca e scrittura necessario a produrre questo tipo di documenti).

Frey e Osborne hanno esaminato uno per uno 702 mestieri per verificare quale probabilità abbiano di essere rimpiazzati da robot o computer nel prossimo futuro; se professioni come l'assistente sociale, il chirurgo maxillo-facciale o il manutentore di robot non sembrano correre alcun pericolo, emerge invece che sono destinati a estinguersi presto alcuni tra i mestieri meno qualificati e pagati, come il facchino, lo spedizioniere, l'addetto al confezionamento di alimenti o di altri prodotti, l'addetto agli spurghi, l'autista, il centralinista e il segretario. Insieme a loro rischia anche chi fa lavori che fino a ieri sembravano impensabili da automatizzare, come il contabile e il commercialista (anche se forse non in Italia, dove le norme fiscali cambiano ogni settimana), il broker azionario e assicurativo e l'agente immobiliare.

Puntare su eccellenza e tradizione

Cade quindi, stando alla ricerca dei due economisti, l'obiezione principale da sempre mossa a coloro che temono l'avvento dei robot nel mondo del lavoro, e cioè che le macchine svolgeranno soprattutto lavori di cattiva qualità, alienanti, ripetitivi, per lasciare agli uomini i mestieri più creativi: a quanto pare non è così, perché siamo quasi tutti a rischio.

Ma le nuove professioni create dall'automazione basteranno a rimpiazzare tutti i posti che si perderanno in altri settori?

Secondo Tullio Tolio non abbiamo molta scelta, giacché l'automazione è comunque un passo obbligato per le imprese moderne: «Chi non vi ha fatto o non vi fa ricorso è destinato ad essere superato dalla concorrenza che, invece, fa uso dei robot.

I paesi che, storicamente, hanno automatizzato molto non hanno perso posizioni sul mercato, chi non lo ha fatto invece sì. Ogni problema va quindi considerato in rapporto a quello che succede nel mondo, e non relativizzato a un singolo paese. Se non facciamo una cosa noi la faranno altri, e il rischio concreto, alla fine, è di restare indietro».

Nella robotica l'Italia ha un vantaggio tecnologico rispetto alla maggior parte dei paesi del mondo, e sarebbe un delitto non sfruttarlo limitando lo sviluppo di nuovi concetti e applicazioni; e ci sono ancora altri aspetti da considerare. «In Italia» prosegue Tolio «abbiamo scarsità di offerta per alcuni tipi di lavoro e sovrabbondanza per altri. I lavori ripetitivi, pesanti e usuranti sono i meno ambiti, e anche quelli più facilmente eseguibili non solo dalle macchine, ma anche da altra manodopera umana disposta a lavorare a costi più bassi, come già avviene attraverso la globalizzazione: se cercassimo la competizione su questo fronte usciremmo senza dubbio perdenti. La forza lavoro europea, in generale, ha una formazione e una cultura per cui non è più disposta a fare lavori disumanizzanti e sottopagati, e anche nei paesi in via di sviluppo si sta acquisendo sempre più questa consapevolezza. Quindi, ciò che dovremmo cercare di fare per conservare occupazione in Italia è valorizzare le caratteristiche del lavoro umano di più alto livello – conoscenza, esperienza, tradizione, preparazione tecnica, capacità di ragionamento e di adattamento – e non tanto l'abilità meccanica del nostro corpo di svolgere movimenti ripetitivi».

La robotizzazione può anche creare nuove occupazioni finora sconosciute. «Se con la tecnologia» osserva Tolio «si creano nuove tipologie di prodotti e nuove soluzioni ai problemi, si apriranno anche nuovi mercati. La sfida non è conservare all'estremo una situazione esistente fino a quando diventerà insostenibile sui piani storico ed economico, ma rilanciare di continuo in avanti, essere aperti al futuro e avere sempre nuove iniziative».

Una visione positiva, ma non priva di incognite, come ammette lo stesso Tolio: «In passato, in nome dell'automazione a

tutti costi, sono stati fatti molti errori, anche gravi. La chiave da trovare è utilizzare sì i robot, ma tenendo sempre come prioritaria l'attenzione all'uomo e alle sue esigenze. Oggi, grazie alle macchine, abbiamo creato ambienti di lavoro puliti, meno rumorosi, più salutarci e meno usuranti rispetto a un tempo. È verso questa direzione che bisogna continuare a orientarsi».

Come potrebbe essere, allora, la fabbrica robotizzata ideale? Oltre a quello di Milano per il demanufacturing, un altro esempio si trova a Vigevano e l'ha realizzato lo stesso ITIA-CNR, dando vita a un impianto pilota per produrre calzature artigianali: un vero gioiello di tecnologia, oltre che un modello per il futuro⁷. «La fabbrica robotica che immaginiamo noi» dice Tolio «fa dell'uomo il vero depositario della parte cognitiva di un impianto, e le macchine lavorano intorno a lui soltanto per coadiuvarlo, come fa, per esempio, un'assistente di sala operatoria quando passa al chirurgo gli strumenti che gli servono. In uno scenario in cui le produzioni saranno sempre più diversificate e personalizzate è fondamentale il know-how che solo l'uomo può avere e che molto difficilmente può essere rimpiazzato da una macchina. Creare robot in grado di pensare come esseri umani e di sostituirsi del tutto a loro può essere una strada (e in effetti qualcuno nel mondo sta cercando di percorrerla); ma è un impegno davvero complesso, che richiede tempi di sviluppo molto lunghi e che, in definitiva, è inutile: noi abbiamo già un depositario della conoscenza, e siamo noi stessi, con la nostra cultura e le nostre tradizioni. Che senso ha realizzare una macchina pensante in grado di sostituirci, con la certezza che non potrà mai farlo con la stessa efficienza e capacità che abbiamo noi?». E soprattutto, parlando per esempio di scarpe, è impossibile pensare di demandare ai robot una sapienza e uno stile che gli italiani coltivano da secoli in questo tipo di produzione – così come in tante altre legate allo stile e alla moda – e che qualifica il nostro prodotto, senza ombra di dubbio, come il migliore del mondo.

⁷ Ne ha parlato anche la trasmissione *Superquark*, <http://bit.ly/1F8rFR0>. [N.d.R.]

Un robot pizzaiolo

È possibile, quindi, realizzare fabbriche robotiche che, pur portando con sé il valore aggiunto della tecnologia e dell'automazione, si mantengano rispettose di una tradizione produttiva e culturale tipica di un territorio? Si possono immaginare siti produttivi di nuova concezione che sappiano conciliare l'hi-tech e il rispetto di un sapere tramandato da generazioni? L'indirizzo che sta prendendo la via italiana all'automazione sembra indicare non solo che si può fare, ma anche che questa deve essere la strada maestra che la ricerca futura dovrà percorrere.

Nella medesima direzione si muove anche il PRISMA Lab (laboratorio di Progetti di Robotica Industriale e di Servizio, Meccatronica e Automazione) dell'università Federico II di Napoli, diretto da uno degli esperti italiani del settore più conosciuti e apprezzati nel mondo, Bruno Siciliano. Il team robotico che fa capo al PRISMA Lab è uno tra i più attivi in Italia, e vede la collaborazione di esperti e docenti universitari non solo del principale ateneo napoletano, ma anche delle università di Cassino, della Basilicata, di Salerno e di Napoli Due. Tra i vari progetti a cui lavora ce n'è uno che affonda le proprie radici nella napoletanità più verace: l'idea è creare un robot che sappia fare la pizza. Siciliano sta destinando a questo studio i finanziamenti ottenuti con un grant personale (di due milioni e mezzo di euro) riconosciuto dal Consiglio Europeo. «Può sembrare un gioco, una provocazione» dice «ma non è così. Realizzare un robot capace di fare la pizza vuol dire risolvere un problema alla frontiera dello stato dell'arte nel nostro settore, e che viene definito come *manipolazione dinamica*. Cosa significa? S'intende la manipolazione di oggetti non rigidi, quindi elastici, in maniera non prensile e, cioè, non afferrandoli. Nel campo manifatturiero, finora, si è ragionato su automazioni in grado di manipolare oggetti rigidi, e non si è lavorato molto sulla tematica con cui abbiamo invece voluto impegnarci in questo progetto: la nostra idea è

riuscire a realizzare la manipolazione di oggetti deformabili in moto. Quando ragionavamo sul progetto, e quindi dovevamo pensare a un oggetto che avesse le caratteristiche richieste, ci è venuta l'idea della pizza. In realtà non vogliamo fare una macchina che sostituisca i pizzaioli e la loro arte, questo non è il nostro obiettivo: il fatto è che fare la pizza racchiude in sé tutte le difficoltà della manipolazione meccanica bimanuale, perché ci vogliono ovviamente due mani per tutte le fasi di lavorazione».

Quello della bimanualità non è affatto un aspetto secondario. Nella maggior parte dei casi i robot industriali sono bracci singoli, in grado di svolgere moltissime funzioni in coordinamento tra loro grazie a un'attenta programmazione e pianificazione delle sequenze di lavoro. Ma una cosa è far funzionare robot a bracci singoli in modo coordinato, un'altra è progettare e realizzare un robot a due bracci che sia capace di lavorare come fa un uomo, ma con una precisione e una velocità assai superiori, e suscettibile di essere utilizzato per destinazioni specifiche. Ebbene, gli italiani sono stati i primi a sviluppare robot di questo tipo: il SIGMA (Sistema Integrato Generico di Manipolazione Automatica) della Olivetti, adottato per la produzione interna del gruppo di Ivrea nel 1973 e introdotto sul mercato nel 1976, è stato il primo robot a due bracci del mondo ed è entrato, a buon diritto, nella storia della robotica industriale⁸.

⁸ Chi desideri capire come funzionava il robot SIGMA può farlo attraverso uno straordinario documento filmato, risalente al 1980, custodito nell'archivio digitale dell'Archivio Nazionale del Cinema d'Impresa (www.fondazioneesc.tv) e accessibile su YouTube attraverso il link <http://bit.ly/10vH6FR>. In un articolo significativo pubblicato sul numero del 24 aprile 1980 del "New Scientist", e intitolato *Britain Grapples with Robots*, Peter Marsh, già allora grande esperto di tecnologie della produzione (è suo il libro *Fabbricare il futuro*, pubblicato da Codice edizioni nel 2014), evidenziava come la Gran Bretagna avesse perso il primato nella robotica, per non aver saputo trasformare in prodotti commerciali le ricerche iniziate dai robotici britannici. Tra gli esempi di robot di successo, all'epoca, l'articolo citava il Puma dell'americana Unimation e il SIGMA della Olivetti. Oggi, 35 anni dopo, siamo noi che purtroppo dobbiamo constatare come un'azienda leader del settore come la Olivetti sia addirittura scomparsa dalla scena, mentre altre realtà italiane di successo sono state acquisite da gruppi stranieri. Ciononostante ci consola il fatto che esista ancora un cospicuo numero di imprese,

Ma vediamo meglio come funziona il robot pizzaiolo, il cui nome “in codice” è RoDyMan. Spiega ancora Siciliano: «Abbiamo individuato una serie di azioni che deve compiere, e che corrispondono alle fasi di preparazione di una pizza. La prima è stendere la pasta, un compito relativamente facile, da fare con un mattarello, che richiede caratteristiche come il controllo della forza e il controllo visuale. Poi c'è la cosa più difficile, il gesto di lanciare in aria il disco di pasta e allargarlo progressivamente fino a formare la base per la pizza. Condire la pizza è la cosa più semplice. E poi c'è anche il problema della cottura, che richiede al pizzaiolo un'attenzione continua e la rotazione della pizza nel forno, per esporla al fuoco in modo uniforme. Questo tipo di operazione, fatta in genere con la pala, richiede il controllo della posizione e dell'orientamento dell'oggetto – ovvero di sei coordinate in campo meccanico – effettuato attraverso due movimenti elementari, cioè facendo avanti e indietro con la pala oppure ruotandola, per far scivolare la pizza. Studiando questi movimenti abbiamo trovato una soluzione per farli eseguire al robot, ma il nostro obiettivo non è tanto quello di fare la pizza, quanto dimostrare come con due semplici movimenti, quindi con una soluzione sottoattuata⁹, minimalista, sia possibile controllare un'attività che appare tanto complessa».

RoDyMan è strutturato con due bracci robotici leggeri¹⁰, assicurati a un busto che, a sua volta, poggia su una base dotata di ruote. Ricorda vagamente il robot umanoide Justin del

al di là del colosso Comau, che in tutta Italia si fanno valere sia come sviluppatori di soluzioni robotiche sia come integratori di sistemi, altro campo in cui siamo molto forti.

⁹ O, in altre parole, *essenziale*. Dal momento che in robotica gli attuatori sono quei dispositivi che rendono possibili i movimenti, in genere dei giunti, una soluzione *sottoattuata* utilizza un numero minimo di attuatori ed è, quindi, anche efficiente, poco costosa e semplice da realizzare.

¹⁰ Con *bracci robotici leggeri* si intendono robot simili, per configurazione, a quelli industriali, ma molto più piccoli, con una maggiore capacità di carico rispetto al peso, in grado di operare a contatto con l'uomo e programmabili in modo intuitivo. Abbiamo già parlato di questo tipo di robot nel capitolo precedente, descrivendo il Lechtbauroboter di Kuka, usato anche per il robot spaziale Justin. Ma altri produttori realizzano robot leggeri: per esempio la tedesca Schunk, che fornirà le macchine per le braccia di RoDyMan.

DLR, l'ente aerospaziale tedesco, che adotta anch'esso due robot leggeri per i bracci. E non a caso: il gruppo di lavoro di Bruno Siciliano ha partecipato a progetti di ricerca che usavano Justin come base robotica per definire sistemi di controllo e comando in grado di "governare" i due bracci del robot, ed evitare che si scontrino tra loro o con altri oggetti quando lavorano in un ambiente destrutturato.

Come vedete torniamo alla bimanualità, la caratteristica che per la prima volta nel mondo della robotica fu sviluppata dal SIGMA della Olivetti. Ma perché dalla Germania ci chiamano per risolvere questo tipo di problema? «Il fatto è» spiega Siciliano «che nell'ambito dei controlli automatici noi italiani siamo tra i più capaci al mondo. Buona parte della nostra robotica ha una matrice di tipo "controllista", e ciò vale di certo per il PRISMA Lab di Napoli e per il nostro team di ricercatori. La specializzazione in automatica di molti robotici italiani non trova un corrispettivo nei paesi stranieri; più della metà delle persone che fanno ricerca sulla robotica in Italia sono docenti e ricercatori in questa disciplina. Poi, certo, ci sono anche i robotici con una preparazione prevalente in meccanica, informatica o bioingegneria. Ma un "automatico" su tre, in Italia, si occupa di robotica, nonostante l'automatica di per sé abbia applicazioni davvero multispettro, in ogni settore, dai controlli di un aeroplano a quelli di un processo industriale».

Perché questa tipicità italiana, e cosa significa? Spiega ancora Siciliano: «Siamo arrivati a questo livello di qualificazione grazie a un approccio di tipo *bottom-up*: siamo cioè partiti dal controllo a basso livello, per esempio dei giunti di un robot, sviluppando conoscenze e competenze specifiche per la soluzione dei movimenti in apparenza più semplici; poi siamo passati al controllo del robot nell'ambiente. Abbiamo quindi, poco a poco, allargato i nostri interessi anche all'organo terminale di un braccio robotico, cioè alla pinza: se io voglio che un robot esegua certe operazioni e vada a prendere degli oggetti, la mia attenzione non sarà più concentrata sui giunti, ma sulle operazioni che deve compiere la sua mano.

Abbiamo così cominciato a occuparci del controllo non solo del moto, ma anche delle interazioni del robot con l'ambiente che lo circonda. In un ambiente industriale tutti i movimenti sono preprogrammati e previsti a tavolino in un'isola dove la macchina è l'unica a operare. Ma nel momento in cui il robot deve avere delle caratteristiche di autonomia e interagire con un ambiente più o meno strutturato, per essere "intelligente", cioè capire che cosa gli succede intorno, deve in qualche modo essere in grado di percepire delle sensazioni, degli stimoli, che non sono più di tipo propriocettivo, cioè dove stanno i giunti, ma di tipo esterolettivo: il robot, cioè, deve "sentire" l'ambiente, sostanzialmente attraverso due sistemi di feedback, che dal nostro punto di vista antropocentrico definiremmo il tatto e la vista. Si tratta, in pratica, di sentire le forze scambiate attraverso il contatto e di avere la possibilità di guardare l'ambiente. Ecco quindi che, in questo processo *bottom-up* che ha segnato lo sviluppo della nostra cultura robotica, gli esperti italiani di automatica e di controlli hanno finito per occuparsi di controllo dell'interazione e, in particolare, di controllo di forza e controllo visuale». Uno sviluppo graduale, quindi, che ha accumulato conoscenze su conoscenze: è grazie a questa parabola, a questa costruzione del sapere avvenuta nel corso di decenni, che gli italiani oggi sono tra i primi al mondo nel campo dei sistemi di controllo robotici.

Il genio italiano in una macchina

Ora è possibile applicare questa profonda conoscenza anche alla conservazione delle nostre tradizioni e della nostra cultura attraverso i robot. Come? L'abbiamo già visto con la fabbrica di scarpe, automatica e artigianale, allestita dall'ITIA-CNR a Vigevano. E il robot pizzaiolo RoDyMan del PRISMA Lab di Napoli va proprio nella stessa direzione: «A mano a mano che ho approfondito l'arte del fare la pizza per capire come risolvere il problema robotico che mi ero posto»

racconta Siciliano «è divenuto sempre più evidente quanto siano profonde la cultura e le tradizioni che stanno dietro a questo alimento famoso nel mondo. Un robot in grado di replicare la produzione di una pizza perfetta non ha, quindi, lo scopo di togliere il lavoro ai pizzaioli ma, al contrario, quello di diventare custode dei gesti e di una sapienza secolari. Abbiamo allora pensato di collaborare con il pizzaiolo numero uno di Napoli, lo chef Enzo Coccia, della Pizzeria La Notizia, l'unica segnalata dalla Guida Michelin: Coccia indosserà una suite biocinetica, sensorizzata, che ci consentirà di fare una scansione precisa di tutti i suoi movimenti mentre si muove nel suo ambiente naturale. Memorizzeremo quindi la sua abilità manuale nel separare l'impasto, nello stenderlo e nell'eseguire l'operazione di lanciarlo in aria e allargarlo per ottenere un disco perfetto».

Un regista, Roberto Gambacorta, ha deciso di fare un film su tutto il processo creativo che porterà alla realizzazione di RoDyMan, con l'idea di parlare di Napoli attraverso un connubio di arte e tecnologia. È un progetto che, come quello del robot, è destinato a durare quattro anni e a concludersi nel 2018. «Alla fine di tutto il percorso» dice Siciliano «avremo una piattaforma avanzata di manipolazione completa, cioè un sistema con una base mobile e due mani e due bracci antropomorfi che potremo utilizzare per molte applicazioni, anche, ovviamente, in campo industriale».

Ma la ricerca sul robot pizzaiolo è solo una, forse la più «glamour», delle attività condotte dal PRISMA Lab – che, tra le altre cose, collabora con Comau per lo sviluppo di sistemi di controllo di robotica industriale. Un altro campo sui cui il team napoletano ha iniziato a cimentarsi da qualche anno a questa parte è quello dei droni, robot volanti per applicazioni industriali¹¹. Amazon nell'ultimo anno ha battuto la grancassa

¹¹ I droni, o UAV (Unmanned Aerial Vehicle, “veicoli aerei privi di equipaggio”), sono una categoria di robot utilizzata nella pratica in ogni ambito, da quello militare a quello produttivo, dal gioco e dall'intrattenimento al monitoraggio del territorio e alla

per far sapere a tutto il mondo che sta studiando l'impiego di droni per la consegna delle proprie merci; un utilizzo interessante, che però richiederà non solo uno sviluppo tecnologico, ma anche una chiara definizione delle regole. Se tutti i grandi gruppi che si occupano di consegne, da DHL a UPS, dovessero impiegare oggetti volanti per i loro recapiti, presto arriveremmo a un intasamento dell'aria e al rischio di collisioni. Un passante potrebbe non gradire il fatto di sentirsi piombare sulla testa un libro di Amazon con drone annesso perché un impatto ha fatto perdere il controllo al robot.

Ma, mentre compagnie mondiali di questo calibro pubblicizzano la loro propensione alla tecnologia con annunci a effetto, i ricercatori italiani e molti team in tutto il mondo lavorano già da tempo con i droni. Al PRISMA Lab, in particolare, si sta studiando il modo di renderli in grado di fargli eseguire operazioni di manipolazione in volo, attraverso piccole appendici, leggeri bracci meccanici realizzati con la stampa 3D e assicurati alla struttura del velivolo.

«Fino a cinque o sei anni fa» osserva Siciliano «i droni, noti anche come Unmanned Aerial Vehicles o Unmanned Aerial Systems, fatta eccezione per qualche piccolo manipolo di appassionati non avevano attirato l'attenzione dei robotici. Ora invece l'interesse è cresciuto, perché questi strumenti, oltre a poter controllare uno scenario dall'alto grazie a una telecamera di bordo, possono anche svolgere il ruolo di "mani volanti". Noi abbiamo cominciato a occuparcene nel 2010, con il progetto AirRobots e l'idea di dare la possibilità a un quadricottero, un oggetto volante molto stabile, di svolgere semplici compiti indoor connessi alla manutenzione di impianti industriali o chimici, o di grandi caldaie o silos; situazioni in cui, anziché

sicurezza; qui ne parliamo solo in ambito industriale. Per i loro impieghi in ambito di gioco e sicurezza civile vi rimandiamo al Capitolo 5. In generale, in Italia, la ricerca su questi robot è rivolta agli impieghi civili. Ma esistono anche imprese, come la Oto Melara del gruppo Finmeccanica, che sviluppano e commercializzano droni per impieghi militari. Tra questi, i modelli Horus, Ibis ed Helistark, pensati per compiti di sorveglianza e ricognizione tattica.

essere costretti a montare un ponteggio, è possibile usare un robot volante dotato di un piccolo manipolatore, capace di effettuare piccole, semplici operazioni di pulizia, assemblaggio, serraggio, montaggio, smontaggio e così via. Una possibilità, su cui stiamo ragionando, potrebbe essere l'impiego in un luogo come il CERN di Ginevra, dove la manutenzione dei macchinari e delle strumentazioni dell'acceleratore di particelle potrebbe essere effettuata con una tecnologia mista, robot su rotaia e robot volante, per compiti ben precisi. Per esempio può esserci la necessità di aprire o regolare una valvola, o di attivare un interruttore, che un micro-UAV sarebbe in grado di svolgere in modo egregio».

In Italia ci sono diversi gruppi che si occupano di robotica aerea, per esempio al Politecnico di Milano o all'università di Bologna. Al PRISMA Lab di Napoli hanno anche allestito una *flying arena*, un grande ambiente, attrezzato con una ventina di telecamere, per misurare i movimenti di oggetti rigidi. «Questa struttura è molto utile» dice Siciliano «quando per esempio si pensa di istruire gli UAV a compiere azioni in aria che prevedono uno scambio di forze, che dal punto di vista del controllo è una sfida molto complicata. Si tratta, infatti, di mantenere in volo il robot ma anche fargli fare operazioni di avvitatura, assemblaggio e disassemblaggio».

I risultati sono promettenti, anche se il collo di bottiglia per questa tecnologia, al momento, sono l'autonomia e la capacità di trasporto degli UAV: se infatti, per dare maggiore autonomia a un drone, si usa una batteria più pesante si incide in modo decisivo sulla sua capacità di operare in aria. Anche per questo motivo il PRISMA Lab è passato dai quadricotteri leggeri con 500 grammi di carico utile, di produzione tedesca, ad altri di nuova concezione e capaci di un carico fino a 2 chili, sviluppati in Italia, vicino a Bologna, da una spin-off universitaria che si chiama Asla Tech¹².

¹² I droni di Asla Tech (www.aslatech.com), in particolare quelli della serie DroneForge, sono tra i più prestazionali nel mondo per quanto riguarda il rapporto tra peso del

Ma sono diversi i progetti sviluppati dal laboratorio napoletano con i droni, in cui si studia anche la capacità di questi oggetti di agire in modo coordinato tra loro e con altri robot a terra; uno di questi, denominato Sherpa, intende mettere a punto un sistema di ricognizione rapida in montagna, utilizzando dei droni per supportare l'attività delle guide alpine durante le operazioni di soccorso, anche in caso di valanga. «Sherpa» spiega Siciliano «è pensato come un sistema ibrido, con basi mobili a terra e sistemi volanti per la ricognizione. Immaginiamo un impiego sia nella stagione estiva sia in quella invernale, quando i problemi di maltempo, uniti alla presenza di vento forte o di correnti ascensionali, rendono ancora più problematiche sia la stabilità in aria dei robot sia l'efficienza dei sensori. Si tratta di un sistema che intende rendere ancora più tempestiva l'individuazione delle persone in pericolo, soprattutto quelle sepolte da valanghe, per cui il tempo utile di intervento è stimato in circa 15 minuti. Dopodiché le probabilità di trovare ancora in vita qualcuno sepolto sotto una valanga si riducono al di sotto del 10 per cento».

Un ruolo preminente è ricoperto dal PRISMA Lab anche in un progetto decisamente innovativo in ambito europeo: EUROCC, European Robotic Challenge. Si tratta della prima grossa iniziativa pensata esclusivamente per il lancio di una serie di *challenges*, o sfide robotiche, nel nostro continente. In passato in Europa ne sono state organizzate altre, ma questo è il primo progetto che, per così dire, sistematizza il tutto con regole ben precise. La formula ha mostrato di funzionare bene negli Stati Uniti dove la DARPA (Defense Advanced Research Project Agency), l'ente governativo alle dirette dipendenze del Dipartimento della Difesa, lancia periodicamente delle sfide a cui partecipano i più importanti laboratori di ricerca del mondo¹³; i vincitori si aggiudicano un cospicuo premio in denaro.

velivolo e capacità di trasporto: sono infatti in grado di sollevare in aria pesi fino a 2 chili con una struttura pesante appena 220 grammi.

¹³ Dell'ultimo challenge lanciato dalla DARPA nel 2013, per un robot in grado di svolgere compiti di salvataggio e operativi in una situazione di crisi (simile a quella verificatasi

Nel progetto EUROOC il PRISMA Lab è incaricato del coordinamento generale, mansione che prevede una serie di attività, dalla selezione dei team candidati a contendersi la vittoria alla gestione del sistema di *match making* (cioè di accoppiamento) con cui, ai team in gara, si intende trovare un'impresa partner che abbia la necessità di introdurre un'automazione complessa nel proprio ciclo di produzione. EUROOC è infatti un progetto di robotica industriale, e prevede tre sfide differenti: realizzare una cella robotica industriale del tutto riconfigurabile e intercambiabile, mettere a punto un sistema manipolatore per la logistica su base mobile e, infine, sviluppare un sistema robotico di ispezione per un impianto industriale utilizzando robot volanti.

Il meccanismo è però diverso da quello dei DARPA *challenges* americani, perché non prevede un grande premio finale per il vincitore, ma introduce uno schema di selezione per prove successive, con finanziamenti in denaro erogati ai team che superano i vari step: in questo modo i 7 milioni di euro della dotazione globale del progetto EUROOC vengono suddivisi in modo equo e, premiando le rispettive capacità, a tutti i partecipanti. Soprattutto, le sfide hanno in programma di concludersi con applicazioni reali e funzionanti, traducendosi in un beneficio diretto e tangibile per l'industria. Si tratta di un'iniziativa innovativa, che potrebbe introdurre a livello europeo un meccanismo di competizione tra i centri di ricerca estremamente stimolante, e in grado di dare una spinta all'innovazione. Sono numerosi i team robotici iscritti a EUROOC, che nel novembre 2014 ha chiuso i bandi di partecipazione; ed è interessante notare come, in un'iniziativa così potenzialmente gravida di ricadute positive per la ricerca sui robot in Europa, attraverso il team guidato da Bruno Siciliano, l'Italia abbia un ruolo guida¹⁴.

nella centrale nucleare giapponese di Fukushima nel 2011), parleremo più diffusamente nel Capitolo 4.

¹⁴ Il progetto EUROOC ha un suo sito su cui è possibile seguire l'evoluzione della competizione e individuare i team di ricerca che partecipano: www.euroc-project.eu.