



**Giancarlo Magnaghi**  
Consulente

 [g.magnaghi@studiomagnaghi.it](mailto:g.magnaghi@studiomagnaghi.it)

## LE TECNOLOGIE ABILITANTI: SISTEMI CYBERFISICI E ROBOT

Dopo l'introduzione della macchina a vapore, la diffusione della catena di montaggio per la produzione di massa e la realizzazione dell'automazione attraverso l'elettronica e l'informatica, per la produzione industriale è arrivato il momento di una nuova svolta: la quarta rivoluzione industriale. Questa punta a incrementare al massimo la produttività per mantenere la competitività a livello internazionale, grazie ai sistemi di produzione cyber-fisici, in cui mondo fisico - mondo degli atomi - e mondo virtuale - mondo dei bit - si fondono nella produzione industriale. I sistemi cyber-fisici (anche conosciuti come cyber physical systems - CPS), sono costituiti da macchine intelligenti dotate di tre sottoinsiemi fondamentali: sensori, attuatori e sistemi di controllo intercomunicanti (intelligenza

decentralizzata), connesse in rete, in grado di interagire tra di loro e con gli esseri umani, scambiando in tempo reale informazioni e organizzando la produzione automaticamente e autonomamente. I più diffusi CPS sono i robot e le moderne macchine utensili a controllo numerico, per produzione sia additiva che sottrattiva. Stanno comparando sul mercato anche intere unità di produzione integrate che integrano robot, stampanti 3D e macchine utensili di vario tipo. I CPS costituiscono l'elemento centrale delle fabbriche intelligenti (smart factory) che permettono una forte personalizzazione dei prodotti sulla base delle esigenze dei clienti, la tracciabilità dei prodotti lungo tutto il ciclo produttivo, una maggiore efficienza energetica con conseguente

diminuzione dei costi, e un'accelerazione dei tempi decisionali grazie alla costante disponibilità di informazioni in tempo reale.

### I robot industriali

I robot industriali sono largamente utilizzati, a partire dagli Anni '70, per l'automazione delle linee di produzione soprattutto dell'industria automobilistica e degli elettrodomestici. Le applicazioni più comuni dei robot industriali sono: saldatura, verniciatura, lavorazioni di manifattura sottrattiva e additiva, imballaggio e logistica, assemblaggi, finiture, controllo qualità. In queste funzioni, i robot sostituiscono gli esseri umani in compiti pericolosi e gravosi come spostare pesi considerevoli, mantenere livelli estremi di concentrazione e lavorare in ambienti ostili contaminati da vapori, polveri e rumore, o trasportare oggetti in modo autonomo (AGV – automatic guided vehicle).

Le soluzioni di automazione tipiche delle attuali fabbriche, basate prevalentemente su soluzioni non robotiche come macchine CNC e controlli di automazione tradizionali (PLC), sono efficienti nei loro ambiti, ma non hanno la flessibilità dei robot programmabili, in grado di svolgere compiti anche molto diversificati.

In funzione del loro grado di intelligenza, i robot sono classificati in tre generazioni. I robot di prima genera-



zione (non autonomi) sono in grado semplicemente di eseguire in modo rigido sequenze prestabilite di operazioni, mentre quelli di seconda generazione hanno la capacità di costruire un'immagine (modello interno) del mondo esterno, di perfezionarla con l'esperienza (machine learning) e quindi ottimizzare il funzionamento anche in presenza di fenomeni di disturbo non prevedibili a priori.

I robot di terza generazione, invece, sono dotati di intelligenza artificiale che li rende autonomi e in grado di comportarsi in modo non deterministico. Il bisogno di sicurezza quando gli uomini devono lavorare insieme ai robot ha portato alla creazione dei robot collaborativi conosciuti come 'cobot' (COllaborative roBOT).

#### Arrivano i cobot

I cobot sono tipicamente più snelli e antropomorfi rispetto ai tradizionali robot di produzione e sono dotati di sensori intelligenti e sistemi di visione in grado di analizzare il mondo esterno e di evitare le collisioni. L'aspetto dei cobot è talvolta umanoide e tende a differenziarsi da quello dei robot tradizionali. Per esempio, Yumi di ABB è dotato di due braccia, CR-35iA, prodotto da Fanuc, è di colore verde per distinguerlo dagli altri robot, tutti gialli ed è dotato di un rivestimento soffice (soft skin) per ridurre i danni in caso di urti. I cobot Baxter e Sawyer di Rethink Robotics, invece, si distinguono per l'aspetto simpaticamente umano. Un ulteriore beneficio dei robot collaborativi è la flessibilità, infatti, contrariamente ai robot delle catene di montaggio, possono essere facilmente ri-impiegati quando cambiano i prodotti. Questo è molto importante poiché i cicli di produzione sono sempre più brevi. Inoltre, i moderni sistemi robotizzati collaborativi comunicano tra di loro e avvertono gli operatori umani se ci sono delle anomalie.

I cobot stanno diventando sempre più performanti, flessibili e intelligenti e stanno trainando la crescita del mercato dei robot, poiché sono sicuri e facili da usare, e alcuni modelli iniziano ad avere prezzi più convenienti grazie all'utilizzo di componenti dell'elettronica di consumo, come i microprocessori

ARM, le schede Arduino e Raspberry Pi e altre tecnologie derivate dai personal robot. Esempi di questa nuova generazione sono i robot umanoidi venduti dall'inglese Engineered Arts con prezzi che variano da 11.000 a 65.000 euro, o il robottino Nao robot prodotto da Aldebaran Robotics che costa intorno ai 7.000 euro.

Universal Robots, pioniere danese nel settore dei cobot ha presentato nel 2016 il suo Universal Robots+ concepito per coinvolgere sviluppatori esterni nell'ideazione e creazione di accessori, attuatori o strumenti in grado di aumentare le capacità della macchina, come già avviene in altri ambiti open source come domotica e stampa 3D, con l'obiettivo di creare una community per far fronte allo strapotere dei grandi produttori e ottimizzare i costi di ricerca e sviluppo.

#### Il mercato della robotica

Il mercato globale della robotica (tutte le applicazioni) è stato di 28,3 miliardi di dollari nel 2015 ed entro il 2020 raggiungerà 151,7 miliardi di dollari. A trainare le vendite sarà la sempre maggiore richiesta di cobot, ma anche di robot per uso privato, con particolare riguardo ai social robot, evoluzione dei robot personali dotati di un elevato grado di intelligenza: riconoscono volti, voci e stati d'animo e si comportano in modo empatico.

Per decenni, il comparto industriale è stato il principale ambito di applicazione della robotica (a livello mondiale, oltre il 50% dei robot sono impiegati dai costruttori automobilistici e dalla loro filiera), ma negli ultimi anni lo sviluppo tecnologico e la riduzione dei costi di produzione hanno permesso a robot sempre più sofisticati e intelligenti di penetrare in molti altri settori come difesa, chirurgia, intrattenimento, giardinaggio e pulizie.

Secondo IFR (International Federation of Robotics), nel quinquennio 2010-2014 le installazioni di robot industriali hanno registrato una crescita del 48%. Nel 2016 sono stati venduti nel mondo 290.000 robot, di cui 21.000 in Germania e 7.200 in Italia. L'Italia è il secondo mercato europeo dopo la Germania. WinterGreen Research stima che il mercato dei soli robot in-



dustriali raggiungerà i 48,9 miliardi di dollari entro il 2021, con una crescita annua dell'11%, soprattutto grazie ai cobot, capaci di lavorare a fianco dell'uomo in totale sicurezza. Il primo mercato è quello asiatico, trainato dalla Cina che ha superato il Giappone, mentre l'Europa è al secondo posto. In totale sono almeno 4mila le imprese che producono robot o appartengono alla filiera di produzione, di cui oltre 70 in Italia, tra produttori consolidati, startup, integratori di sistemi e società di servizi, raggruppati nella Associazione Italiana di Robotica e Automazione (SIRI – [www.robosiri.it](http://www.robosiri.it)). Il principale produttore italiano di robot industriali è Comau, tra i top ten mondiali del settore.

I costi dei robot industriali variano tipicamente dai 25.000 ai 700.000 euro, in funzione delle dimensioni e delle applicazioni: la loro convenienza dipende dai vantaggi che possono offrire rispetto al lavoro umano. Come succede per la manifattura additiva, un vantaggio strategico è la possibilità di riportare la produzione nei Paesi industrializzati nei casi in cui la somma dei risparmi relativi alla mano d'opera, alla minore difettosità dei prodotti, alla maggiore efficienza della fabbrica e ai trasporti di materie prime e materiali, riesce a compensare i costi di acquisto e gestione dei robot (back-shoring).