



CONFINDUSTRIA  
Veneto SIAV S.P.A.

Fondirigenti  
Innovatori per formazione

# ROBOTICA

# COLLABORATIVA



Review tecnologica, costruzione del network dei centri per  
l'innovazione del Veneto e strutturazione dei relativi servizi  
CIG Z7F1EEBEE8 – 15/11/2017

# | ROBOTICA COLLABORATIVA |

«Ci vorranno sempre più competenze trasversali, attitudini polivalenti e flessibilità per seguire l'evoluzione dei processi e dei mercati»

Mario Gargantini, Comitato scientifico di Automazione

## La definizione

Il robot collaborativo è un robot progettato per lavorare nello stesso ambiente dell'operatore durante le attività produttive. È dotato di strumenti in grado di rilevare la prossimità umana e reagire per garantirne la sicurezza.

Rispetto a un classico robot industriale, quello collaborativo non necessita di uno spazio di lavoro recintato: può aiutare l'operatore a eseguire le sue mansioni, oppure può svolgere compiti in autonomia affiancandolo.

In generale, i robot (collaborativi e industriali) sono catalogabili secondo tre categorie:

1. Robot cartesiani: per il carico e lo scarico.

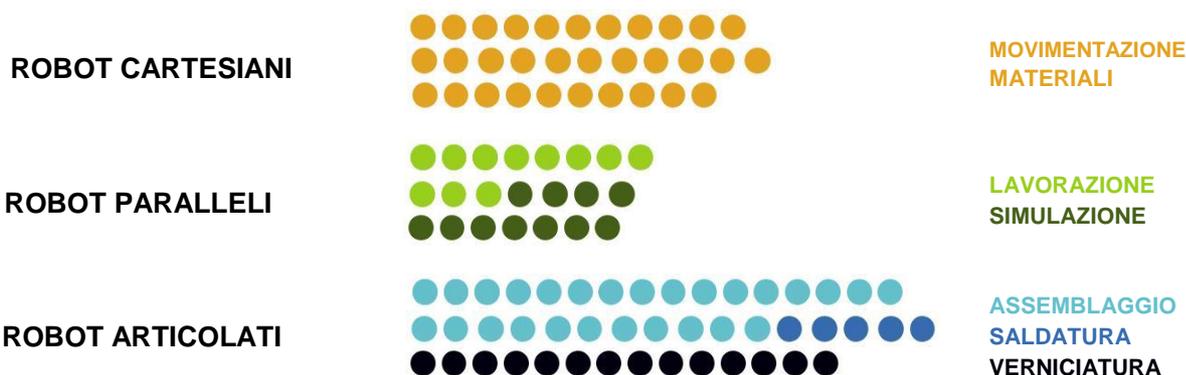
2. Robot paralleli: per la lavorazione e la simulazione.

3. Robot articolati (o antropomorfi): per operazioni di assemblaggio, imballaggio, lucidatura, verniciatura, saldatura, pallettizzazione.

Infine, quali sono i robot collaborativi attualmente disponibili sul mercato?

1. Bracci collaborativi (Universal Robots UR-10, Kuka LWR iiwa, Bosch Apas, Fanuc CR-35iA).

2. Sistemi a doppio braccio (Rethink Robotics Baxter, Kawada Nextage, ABB YuMi).



Categorie di robot: suddivisione interna e percentuale di acquisto.

## Tipologie di sensori

I robot hanno tre principali tipologie di sensori:

**Sensori di forza** (rilevamento urti).

È un dispositivo posizionato all'estremità del polso di un braccio meccanico e serve a recepire le forze generate dal robot (ad esempio quando preme su un oggetto) o forze esterne (ad esempio una mola).

Le possibili applicazioni sono la guida manuale, l'assemblaggio e la molatura/lucidatura.

**Sensori di prossimità** (regolamentazione del movimento in tempo reale).

È la capacità del robot di segnalare la sua vicinanza ad un oggetto o l'avvicinamento di un oggetto al robot. Questo rilevamento impedisce al robot di scontrarsi con altri og-

getti e può essere utilizzato per misurare la distanza tra la macchina e lo spazio circostante.

Esistono tre tipologie di sensore: trasmettitori a infrarossi, sensore ultrasonico e fotoresistore.

**Sensori di visione** (conoscenza dell'ambiente lavorativo).

Funzionano in maniera molto simile alle telecamere digitali: restituiscono l'immagine degli oggetti che trovano nel loro campo visivo e azionano il dispositivo di rilevamento qualora i parametri fossero superiori o inferiori ai valori soglia stabiliti. Dovrebbero essere preferiti ai sensori di prossimità soprattutto quando il colore, la luce o la struttura giocano un ruolo determinante nel processo di rilevamento.

## | PUNTI DI PARTENZA |

### Quando inserire un robot

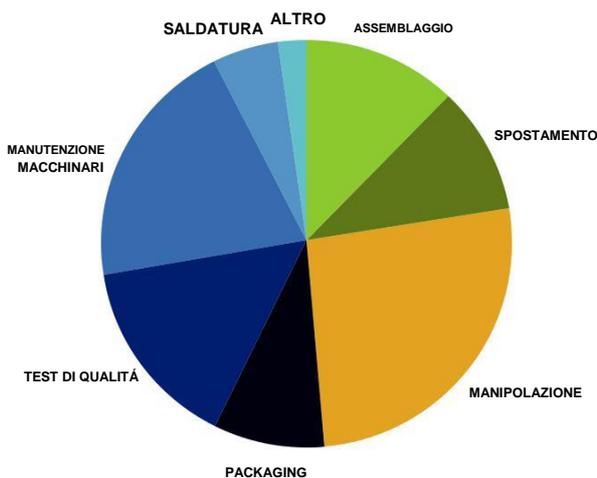
Per stimare l'effettiva utilità dovuta all'inserimento in fabbrica di un robot collaborativo, è necessario adottare una distinzione a priori tra:

#### Lavori di facile automazione

1. Compiti ripetitivi che non richiedono una forza esercitata dal robot come prelevamento, posizionamento e deposito di una sostanza su una superficie.
2. Processi eseguiti su pezzi simili tra di loro per dimensione e forma, con il pezzo posizionato in modo prestabilito su un tavolo.
3. Compiti che richiedono un'interazione con un oggetto fisso.
4. Processi basati sul prelievo e sul posizionamento di oggetti sempre nello stesso posto.

#### Lavori di difficile automazione

1. Compiti operativi caratterizzati da una logica complessa e che richiedono decisioni.
2. Processi eseguiti su pezzi diversi per dimensione e forma o pezzi deformabili. Pezzi posizionati in maniera casuale o su un nastro trasportatore in movimento.
3. Compiti che prevedono la comunicazione con altre macchine o risorse.
4. Processi che richiedono il controllo delle forze applicate (lucidatura, sabbatura, foratura, assemblaggio di precisione).
5. Processi basati sulle abilità dell'operatore (saldatura e verniciatura).



Robot in azienda: percentuali di impiego.

### A proposito di Robot | 1

Un'area in grande sviluppo è quella della robotica di servizio, per esempio nell'intrattenimento e nella ricezione dei clienti, nell'assistenza a persone anziane, nella medicina chirurgica e anestetica. In ambito militare, già da una quindicina di anni l'esercito statunitense impiega robot destinati alle operazioni maggiormente a rischio: l'obiettivo a lungo termine è quello di sostituire il 25% dei soldati.

### Come inserire un robot

Quali sono le fasi specifiche per l'integrazione di un robot collaborativo in un processo produttivo? È necessario:

1. Individuare la postazione da robotizzare (operazioni difficili, pericolose o ripetitive).
2. Valutare la possibilità di eseguire le operazioni con un sistema robotizzato.
3. Definire la cella robotizzata più semplice possibile: scelta del robot, sensori, ambiente di programmazione.
4. Garantire la sicurezza dell'operatore: analisi dei rischi, applicazione delle norme.

### A proposito di Robot | 2

L'automobile, da mezzo di trasporto diviene esperienza di mobilità: si presume che entro il 2020 verranno commercializzati veicoli autonomi (cioè autoguidati). In questo modo i passeggeri non si limiteranno più a viaggiare in auto ma potranno guardare un film, pranzare, lavorare mentre si dirigono verso la loro destinazione.

# | NORME DI SICUREZZA |

## Requisiti ISO

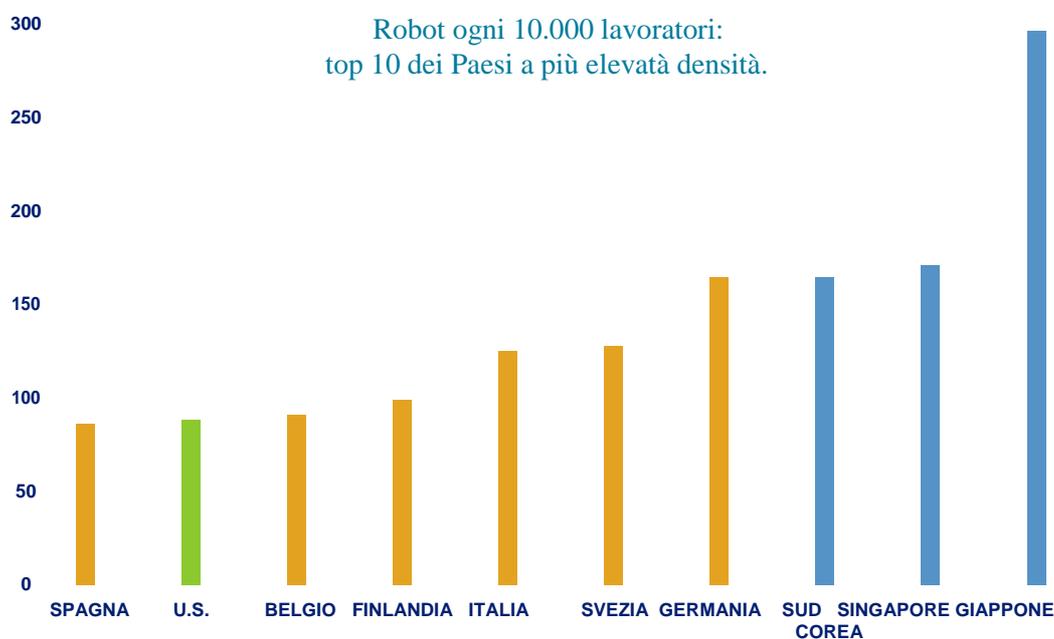
Proprio a causa della vicinanza in cui operano robot e operatori, è stata prevista una specifica normativa a tutela della sicurezza di quest'ultimi.

La modalità operativa più rigida prevede che il robot venga disattivato quando un impiegato si trova all'interno dello spazio di lavoro collaborativo.

Tuttavia, in base alla distanza in cui si trova la persona dal robot, quest'ultimo può rimanere acceso e riprendere automaticamente il funzionamento non appena l'operatore si allontana dallo spazio di lavoro.

Deve essere previsto un pulsante di arresto di emergenza (ad esempio, nel caso di irruzione in uno spazio protetto) ed è necessario stabilire un valore di velocità controllata e sicura in base alla valutazione dei rischi.

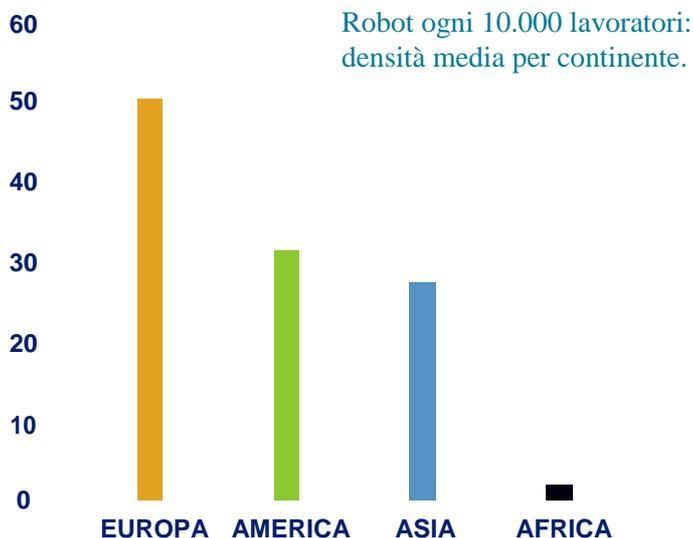
Nel caso di un lavoro collaborativo, le velocità lavorative devono essere stabilite in base alla distanza che separa il robot dalla figura umana. Allo stesso modo, una funzione limitativa della forza o dell'alimentazione elettrica deve garantire la sicurezza dell'operatore nell'eventualità di un impatto.



## Gestione dei rischi

Affinché il lavoro possa essere svolto in sicurezza è necessario puntare sulla prevenzione, riducendo il rischio di un contatto potenziale con l'operatore e i conseguenti pericoli per la sua integrità fisica:

1. Individuare le condizioni che possono portare al verificarsi di uno scontro con l'individuo.
2. Valutare i rischi per l'operatore associati a tali contatti.
3. Progettare una cella robotizzata con uno spazio di lavoro collaborativo affinché i contatti siano rari ed evitabili.
4. Analizzare i tipi di collisione relativamente alla parte del corpo coinvolta nell'impatto, la causa, la probabilità e frequenza, il tipo di forza (quasi statica o di breve durata) e la velocità.





## | QUAL È IL POTENZIALE |

I progressi della robotica dal punto di vista tecnico permettono di ampliare gli ambiti di applicazione dei robot industriali, e quindi di rivolgersi a nuovi mercati. Uno dei più significativi esempi è proprio lo sviluppo e l'uso dei robot collaborativi: sono sistemi sicuri che rendono possibile la vicinanza e l'interazione tra la macchina e gli operatori umani in un ambiente industriale. Tuttavia è importante individuare correttamente quali sono i settori di applicazione in cui i vantaggi offerti da questi robot sono particolarmente significativi. Infatti, il livello necessario di sicurezza non permette di utilizzare un robot collaborativo nelle stesse condizioni in cui si utilizza un robot industriale: presenta caratteristiche cinematiche più limitate,

ma al contempo la sua installazione ha un costo inferiore poiché non richiede un ambiente specifico. Ciò significa una migliore mobilità rispetto ai classici robot industriali e una maggiore collaborazione con l'operatore, agevolando nell'esecuzione di compiti difficili o ardui.

Applicazioni in cui l'uso di un robot collaborativo è una scelta importante:

1. manipolazione di sostanze tossiche;
2. supporto all'assemblaggio;
3. supporto alla manipolazione di oggetti pesanti;
4. supporto nell'esecuzione di compiti non ergonomici, ripetitivi o pericolosi.

PLASTICHE E POLIMERI  
ARREDAMENTO METALLI E MACCHINARI  
AUTOMOBILISTICO  
ATTREZZATURE ELETTRONICA  
FARMACEUTICO CIBO E BEVANDE

Settori di impiego nel mercato globale.

### I vantaggi

Rispetto alla robotica industriale:

1. Il robot può interagire con un operatore.
2. Può assistere gli operatori nell'esecuzione di compiti difficili non automatizzabili.
3. Non è necessaria una recinzione o gabbia di sicurezza.
4. È facile da programmare.
5. Il robot si sposta facilmente da un posto all'altro nella linea di produzione.

### Gli svantaggi

Rispetto alla robotica industriale:

1. Velocità limitata di esecuzione: i requisiti inerenti la sicurezza per questo tipo di robot sono tali che i loro movimenti risultano più lenti rispetto a quelli dei robot industriali ingabbiati.
2. Attività prevista limitatamente ai compiti con scarsa dinamicità.

### A proposito di Robot | 3

Secondo i dati della Federazione internazionale della robotica (IFR), il comparto dei robot industriali ha registrato un incremento delle vendite del 29% nel 2014, con un risultato pari a quasi 230.000 robot venduti in tutto il mondo. I principali settori trainanti per questo incremento sono l'industria automobilistica ed elettronica. Secondo Barclays Equity Research, nel 2015 sono stati venduti 4.300 robot collaborativi, in un mercato il cui valore stimato è di 126 milioni di dollari. Anche se questi dati corrispondono a una crescita superiore al 70% rispetto al 2013, i volumi in questione non sono ancora significativi (corrispondono infatti a meno del 2% del mercato dei "classici" robot industriali).



*Fabio Facchinetti*

# Il Manifesto della Robotica Collaborativa

## Il potenziale

I robot collaborativi verranno usati sempre più spesso come cacciavite, chiave inglese, strumento di incollaggio: all'apparenza nulla di nuovo.

Ma se tutte queste funzionalità fossero raccolte in un solo, programmabile, oggetto? Un oggetto che di volta in volta potrà cambiare la destinazione d'uso, alla portata di chiunque operatore?

Il bravo attrezzista avrà in dotazione un robot multiuso, una macchina potenzialmente utilizzabile per movimentare tutti gli attrezzi che fino a ieri erano prerogativa dall'uomo. Il robot saprà quali strumenti utilizzare in un determinato lavoro e dove prenderli; in questo modo l'operatore potrà concentrarsi su lavori più complicati o strategici e lasciare quelli maggiormente ripetitivi alla macchina automatica.

## Smart Setup

Se vogliamo usare il robot come un semplice attrezzo di lavoro dovrà essere facilmente riprogrammabile e riconfigurabile. Oggi, infatti, non è più necessario:

1. Entrare in cella con la chiave di sicurezza.
2. Movimentare il robot tramite joystick in modalità teaching.
4. Obbligarlo a scrivere porzioni di codice.

Ora la programmazione si riduce a un'operazione di pochi minuti e alla portata di tutti.

## Imparare dai propri errori

Il robot riconosce gli errori e decide come comportarsi: se eseguirà lavori via via diversi è possibile che durante le frequenti riprogrammazioni e riconfigurazioni qualcosa possa non andare per il verso giusto. Ecco, quindi, che il riconoscimento automatico degli errori e la loro risoluzione diventeranno strategicamente importanti.

Come un nuovo operatore di fronte ad un'anomalia si ferma immediatamente e cerca di capire cosa è successo, allo stesso modo il robot collaborativo imparerà nel tempo a distinguere cosa è normale e cosa non lo è.

Grazie ai suoi sensori e algoritmi sempre più avanzati si accorgerà quando qualcosa non funzionerà come previsto, arrestandosi e inviando un messaggio di avviso al suo supervisore umano.

## Educare il robot

Ogni operatore, di una particolare linea produttiva, conosce bene la singola mansione che svolge abitualmente. Queste unità, combinate insieme, realizzano un prodotto complesso, per esempio un'autovettura. Se ogni tecnico riuscisse a insegnare al robot quel particolare compito, potremmo avere un aiutante in grado di intervenire nelle varie fasi del processo.

L'idea è quella che ogni attività di programmazione contenga istruzioni di movimento, riguardo a quale pinza prendere e istruzioni su come rilasciare la parte: l'uomo farà solo un collage delle operazioni predefinite.

Una volta collegato, il robot si riconfigurerà automaticamente in base al compito da svolgere: potrà essere visto come una prolunga della postazione di lavoro, collegabile o scollegabile secondo le necessità.

In futuro, gli ordini rivolti ai robot saranno ancora più intuitivi, grazie a comandi vocali o a guanti speciali che registreranno i movimenti dell'operatore.

## Spirito di adattamento

I robot coworker si caratterizzano per la loro versatilità e flessibilità. Grazie alla modularità di apprendimento, indipendente dal suo stesso hardware, il robot collaborativo potrà essere compatibile con altri hardware di marche diverse. Ogni volta che un attrezzo fisico verrà cambiato nel robot collaborativo, il sistema si adatterà.

## La sicurezza

Robotica Collaborativa significa, tra le altre cose, che operatore umano e robot condividono lo stesso spazio di lavoro. Di conseguenza la sicurezza dell'ambiente di lavoro è un elemento molto importante.

Fino a poco tempo fa il problema veniva risolto chiudendo i robot tradizionali all'interno di gabbie, ma i robot moderni sono intrinsecamente sicuri e possono essere equipaggiati con delle fotocellule o dei laser-scanner per monitorare l'area. Questi sensori, una volta rilevata la vicinanza di un operatore, rallenteranno il movimento per prevenire urti accidentali o fermeranno il robot.

<http://automazione-plus.it/brochure/as/1-2017>