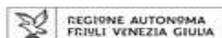


# LE NUOVE FRONTIERE DELLA ROBOTICA

Relatore: prof. Alessandro Gasparetto

Venerdì 24 febbraio 2017, ore 16.00

**FP1640985001**  
**#Sharing3FVG**

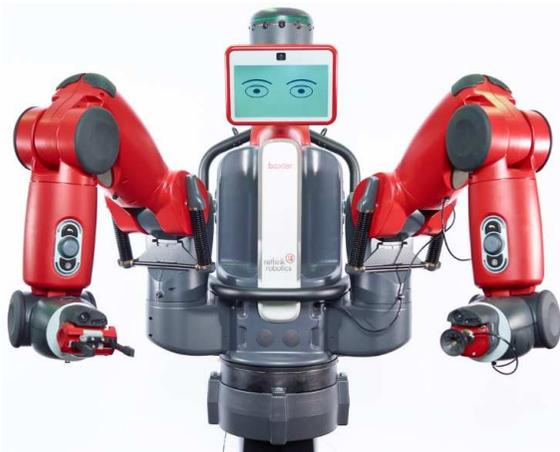


in collaborazione con IALFVG e parte degli 80 di #Sharing3FVG, progetto cofinanziato dal Fondo Sociale Europeo nell'ambito del Programma Operativo Regionale 2014/2020

# Robot collaborativi: la nuova frontiera della Robotica

Prof. Alessandro Gasparetto

DPIA – Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura  
 Università degli Studi di Udine



# Cosa significa Robotica Collaborativa?

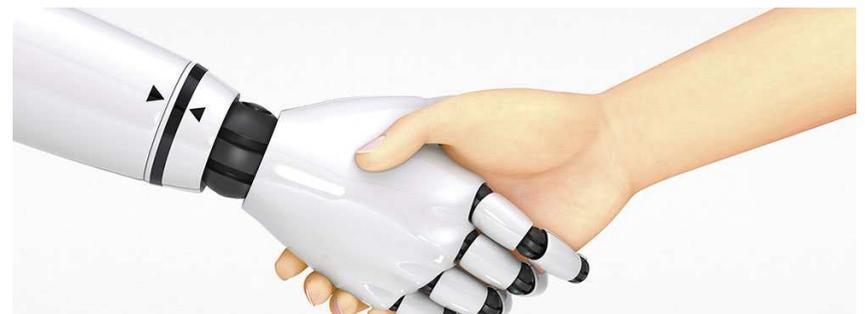
La definizione di collaborativo è:

*«L'azione di lavorare con qualcuno per creare o produrre qualcosa»*

La robotica collaborativa combina le potenzialità e le capacità umane e dei robot per automatizzare compiti che non era possibile automatizzare prima.

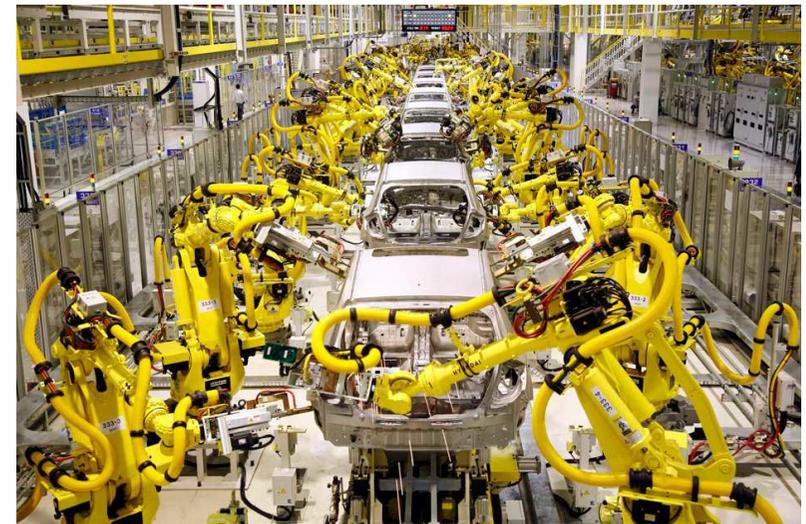
## Robot collaborativi:

Robot industriali di nuova generazione pensati per lavorare insieme all'uomo, a fianco a fianco e in sicurezza, senza barriere o gabbie protettive a dividerli



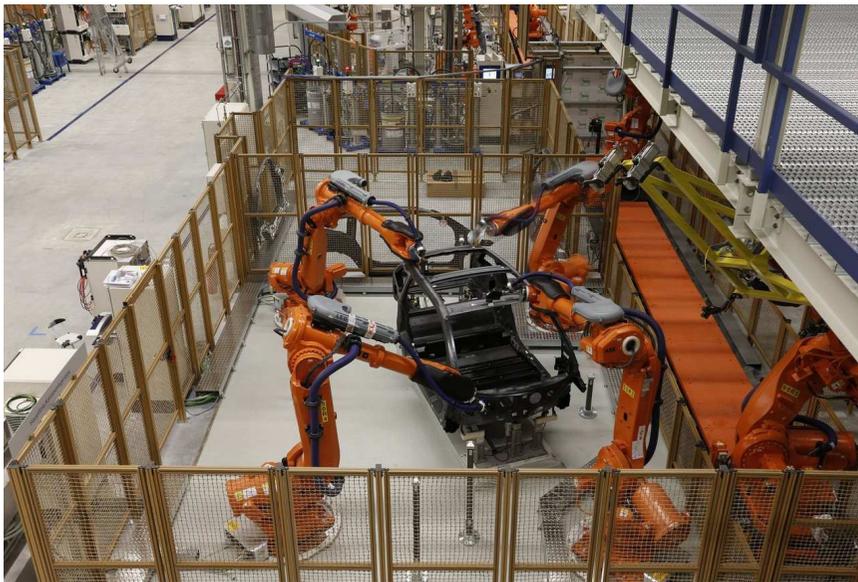
# Un po' di storia...

- La robotica prende piede nella società negli anni '70 come supporto alla produzione industriale.
- Obiettivo: dispensare l'uomo da lavori faticosi, pesanti e ripetitivi, ridurre i costi, aumentare la produzione
- Robot industriali: soprattutto bracci meccanici automatizzati controllati da software
- Largamente utilizzati nel settore automobilistico e manifatturiero
- Al giorno d'oggi: 1,3 milioni di robot industriali al mondo



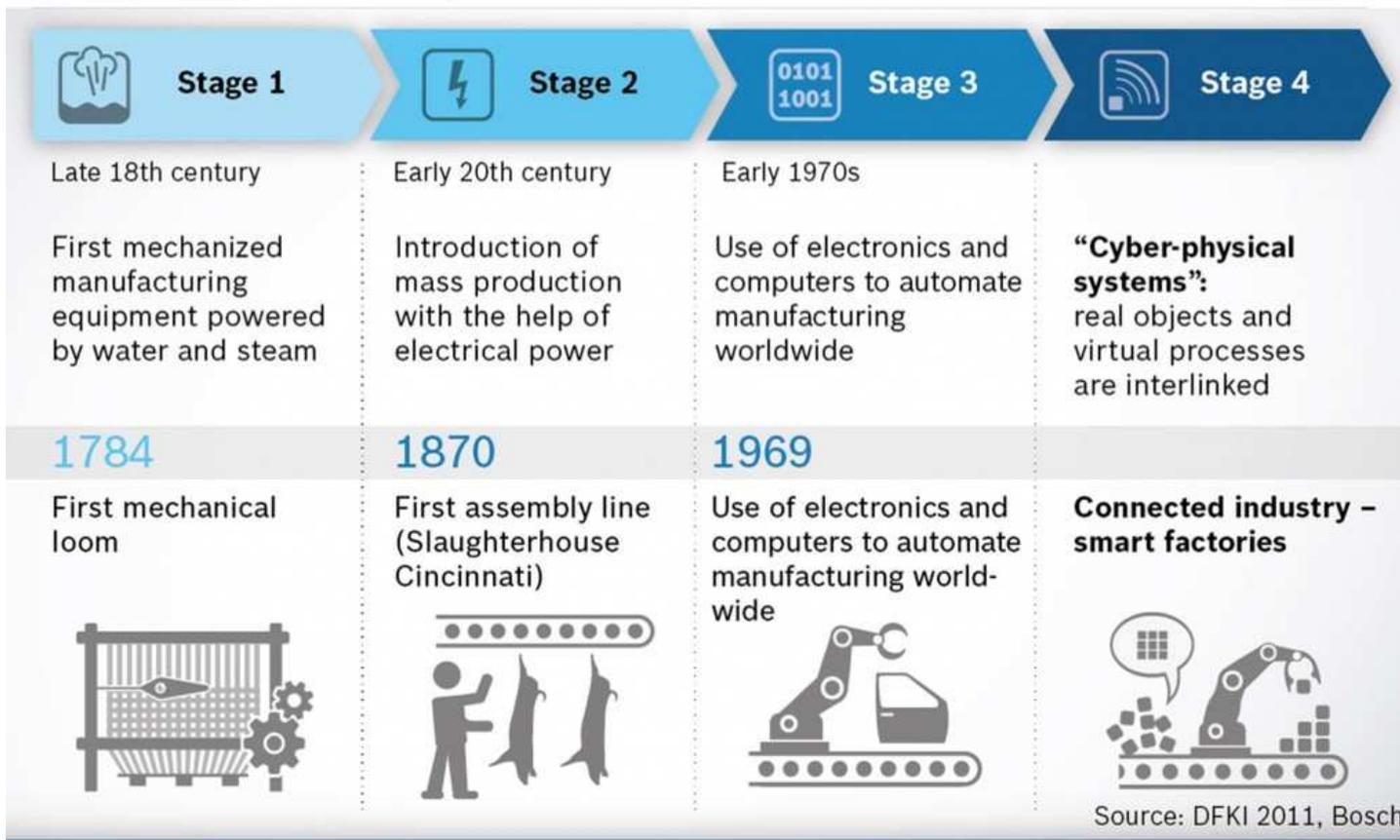
# Robot confinati in ambienti protetti

- L'ambiente in cui opera il robot e l'ambiente in cui opera l'uomo sono completamente separati al fine di garantire la sicurezza degli operatori
- Ambienti strutturati
- Le posizioni di tutti gli elementi con cui i robot interagiscono sono note a priori



## The four stages of the industrial revolution

Connected industry is to a large extent self-organizing. The lubricant of a smart factory is information, which tells the machinery how it should organize itself in order to complete a certain job.



La Robotica Collaborativa si sposa con il concetto di Industria 4.0

Una nuova rivoluzione?

# Dalla produzione industriale ai robot di servizio: la liberazione dei robot dalle gabbie

Oggi:



Domani:



I robot di nuova generazione, leggeri e flessibili,  
collaborano con gli umani nelle *smart factories*

# La sicurezza prima di tutto

I robot collaborativi non necessitano di barriere fisiche

Per assicurare la sicurezza sono predisposti:

- Sensori di forza e di coppia
- Limitazioni di forza
- Sensori specifici:
  - sistemi di visione,
  - sistemi laser,
  - riconoscimento di comandi vocali,
  - contatto...



## I Robot Collaborativi (CoBot) sono:

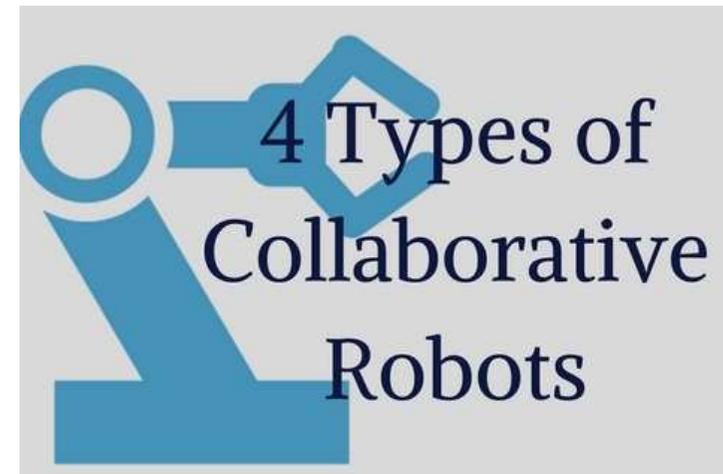
- Sicuri
- Facili da usare e accessibili
- Più lenti e meno potenti dei robot tradizionali...ma non ne hanno bisogno!
- Sono pensati per lavorare allo stesso livello di forza e velocità del loro partner umano



...un Robot Collaborativo non è solamente un robot che non ha bisogno di barriere!

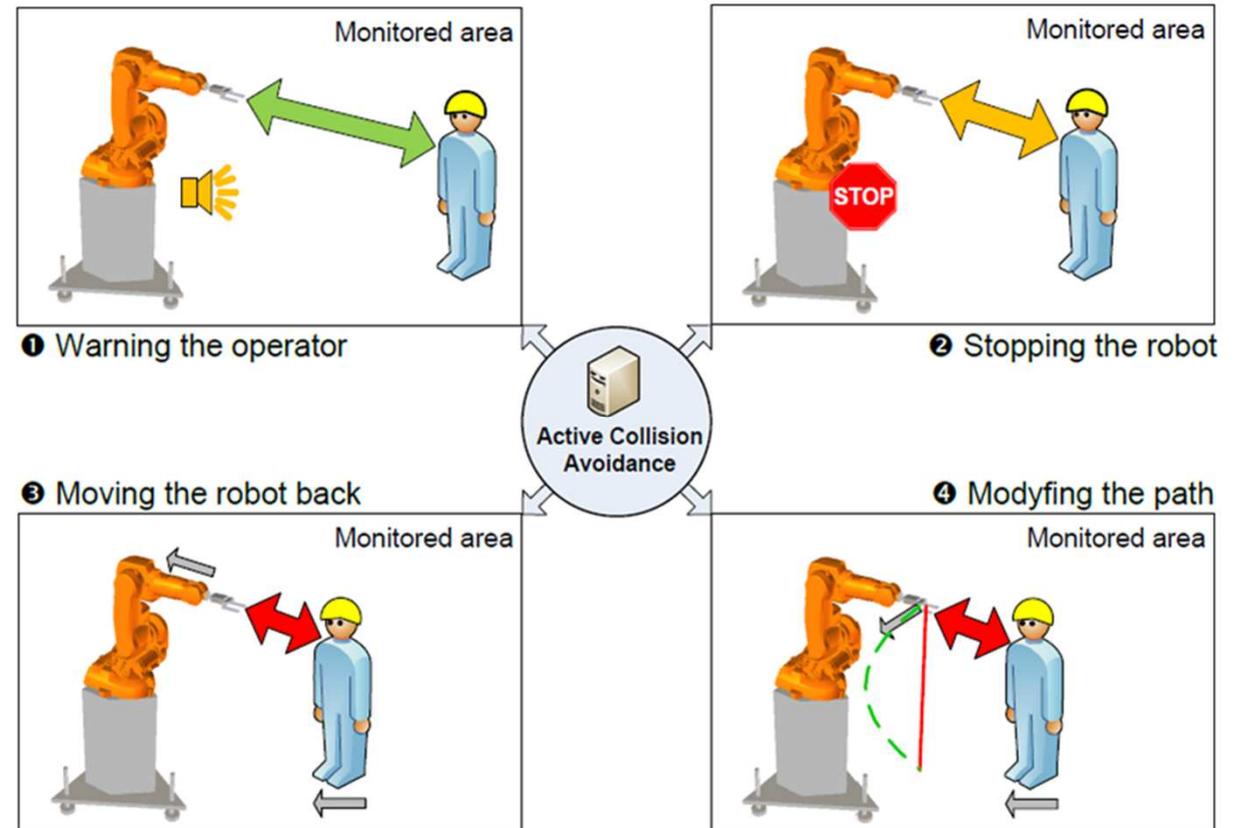
In accordo con lo standard internazionale ISO 10218 parte 1 e parte 2, sono definite quattro classi di requisiti di sicurezza che un robot collaborativo deve avere:

1. Arresto di sicurezza controllato
2. Guida manuale
3. Controllo di velocità
4. Limitazione di forza e potenza



## Arresto di sicurezza controllato

- Se un umano entra nell'area ristretta della pre-determinata zona di sicurezza, il robot deve immediatamente interrompere tutti i suoi movimenti.
- Il robot non si spegne ma i freni vengono attivati.
- Questa caratteristica è prevalentemente usata quando un robot lavora per lo più da solo, in autonomia, ma occasionalmente un operatore umano può entrare nel suo spazio di lavoro.



## Guida manuale e auto - apprendimento

- La robotica collaborativa trova applicazioni nella guida manuale e nell'insegnamento di traiettorie (auto-apprendimento)
- I robot collaborativi possono essere movimentati lungo un percorso o una traiettoria con la sola forza di una mano
- Il robot memorizza il percorso e lo può ripetere autonomamente



# Monitoraggio della velocità

- Ambienti monitorati per mezzo di laser o sistemi di visione al fine di tracciare la posizione dei lavoratori
- Zone di sicurezza graduate in modo che il robot possa reagire in modo diverso in base alla posizione dell'operatore
- Se un umano entra in una pre-determinata zona di sicurezza il robot risponde diminuendo la velocità (zona gialla) o fermandosi (zona rossa)
- Resta in attesa finchè non riceve un feedback per poter riprendere il suo compito



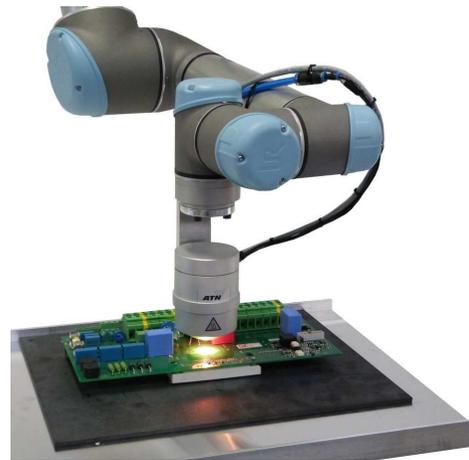
## Limitazione di forza e potenza

- I robot collaborativi sono i robot più attenti agli operatori in quanto possono lavorare fianco a fianco con gli operatori senza dispositivi addizionali
- Sono in grado di percepire forze applicate alla loro struttura
- Sono programmati per fermarsi non appena registrano un valore eccessivo di forza ai giunti
- Sono progettati per dissipare forze in caso di impatto



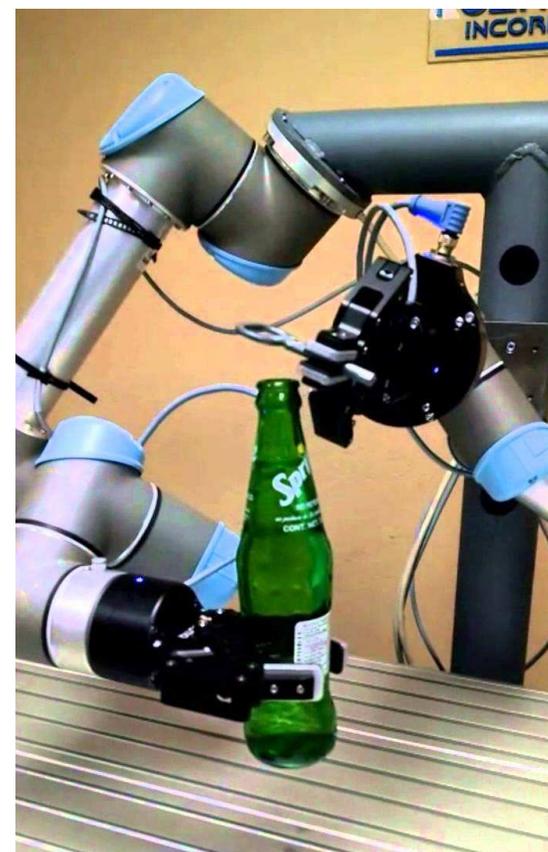
## Limitazione di forza e potenza

- Percezione del contatto con l'operatore
- Percezione del contatto con oggetti
- Verifica dello stato dell'assemblaggio (es. assemblaggio con feedback di forza di componenti fragili in cui si hanno piccole variazioni di allineamento quali schede elettroniche)
- Afferraggio in sicurezza di oggetti delicati



## Limitazione di forza e potenza

- Robot industriali tradizionali + sensori di forza e coppia integrati o esterni



## Inoltre i CoBot:

- Hanno giunti arrotondati, plastificati o ricoperti di materiale apposito
- Assicurano la protezione degli operatori in caso di urti o contatti
- Sono il più possibile ergonomici, a misura d'uomo
- Non ci sono motori, cavi, componenti meccanici o elettronici esposti



# Robot Industriali vs Robot Collaborativi

Robot Industriali	Robot Collaborativi
Ciechi e non consapevoli dell'ambiente circostante	Vedono, percepiscono l'ambiente e le persone
Pericolosi	Sicuri
Competenti in precisione e ripetibilità	Focalizzati sulla flessibilità e sulla facilità di utilizzo
Programmati per un compito specifico	Compiti eseguiti proprio come un operatore umano
Richiedono componenti e integrazione	Perfettamente integrati
Richiedono esperti programmatori	Possono essere addestrati da qualsiasi operatore
Costosi	Incredibilmente a basso costo

## Che tipo di compiti possono eseguire?

- Compiti strutturati
- Compiti non strutturati dove è difficile o troppo costoso utilizzare tradizionali robot industriali
- Compiti ripetitivi
- Compiti che richiedono un alto livello di destrezza (dexterity)
- Test, controllo di qualità



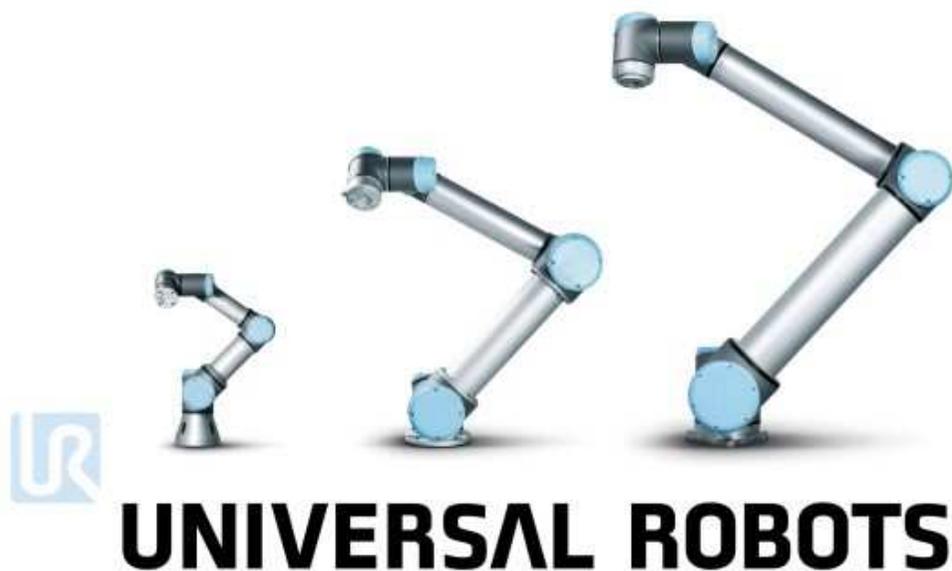
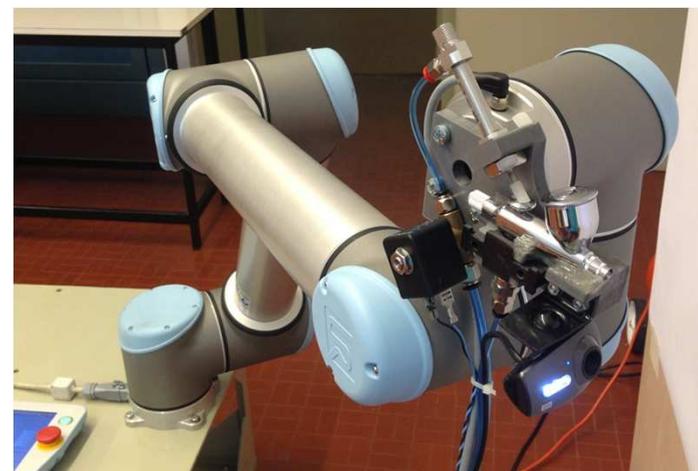
Ad esempio:

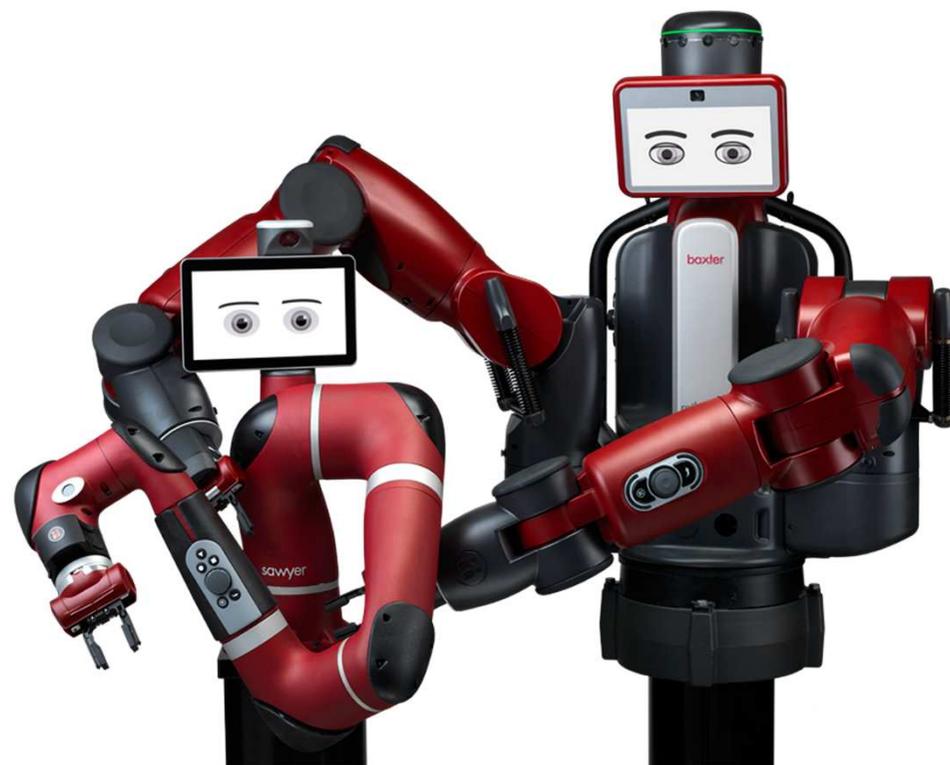
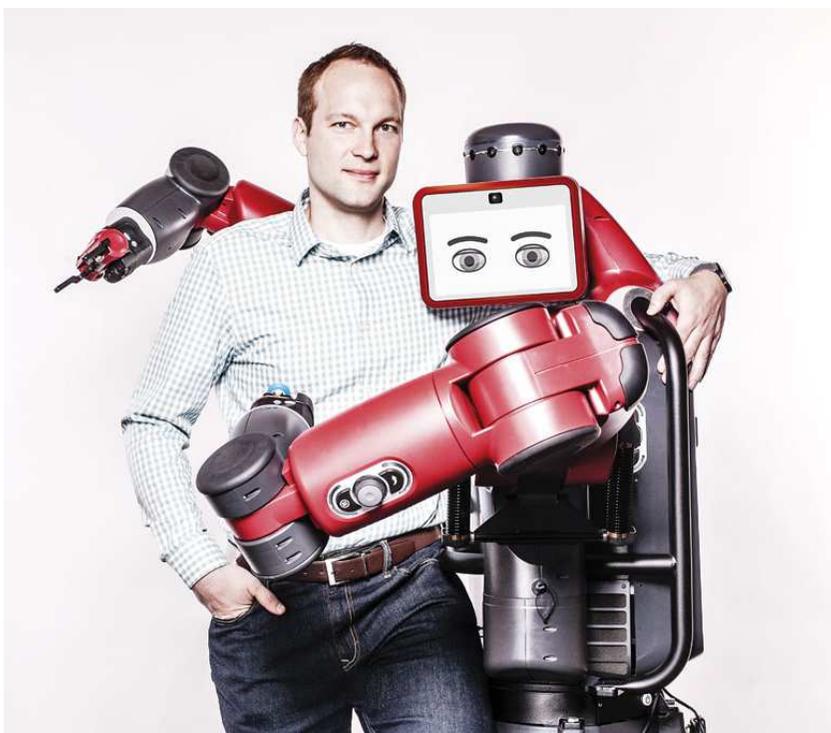
- Pick and Place / Packaging
- Industria manifatturiera
- Assemblaggi



# Modelli di Robot Collaborativi

- Universal Robots UR3, UR5, UR10





- Rethink Robotics Baxter, Sawyer

- KUKA LBR iiwa



- ABB Yumi



- F&P Robotics



- Fanuc CR-35iA

# Robot Collaborativi Umanoidi

- Robonaut 2 (NASA)



- NextAge by Kawada Industries

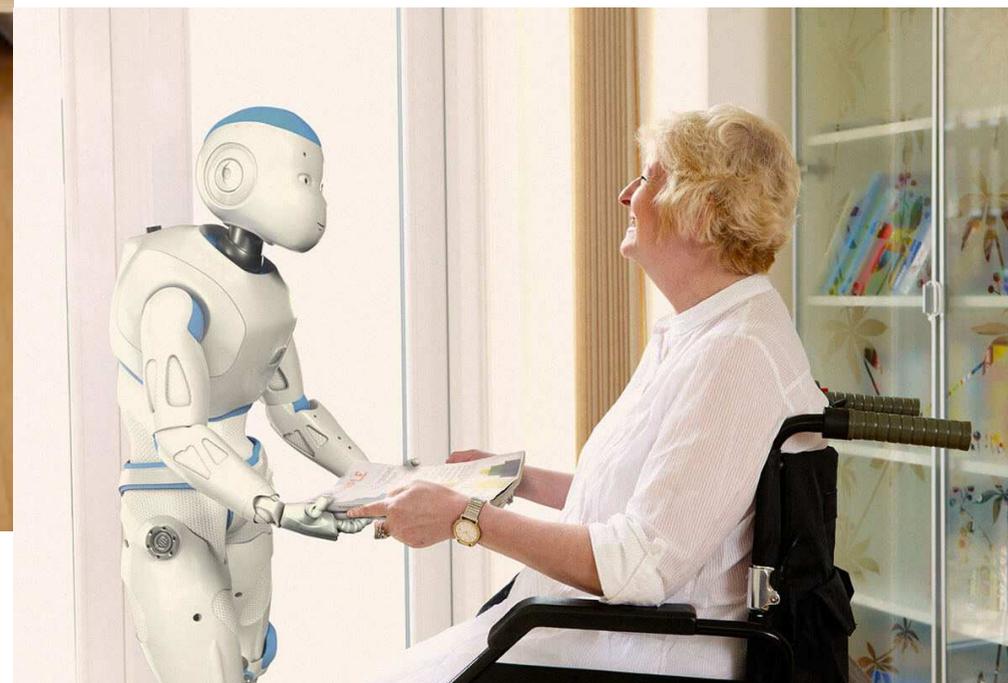
- Justin by DLR (Germany Aerospace Center)



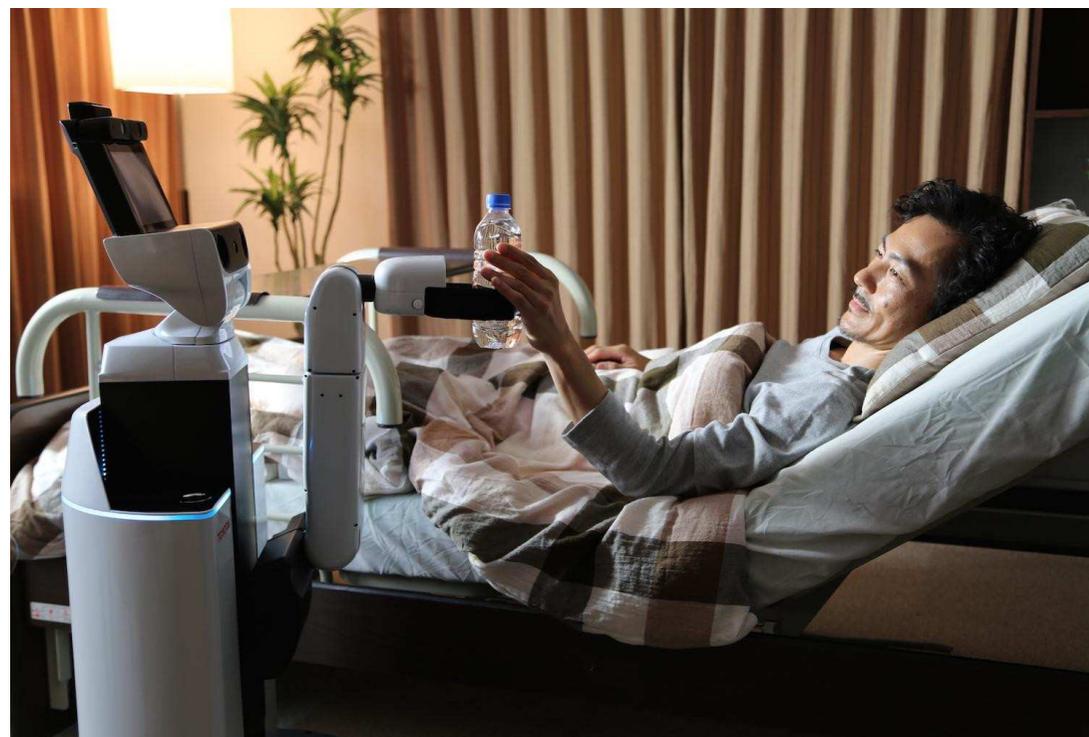
- Toro by DLR



# Robot collaborativi per riabilitazione e assistenza



# Robot collaborativi per assistenza agli anziani o agli ammalati



# Altri esempi di integrazione della robotica collaborativa nella vita quotidiana



# Robot collaborativi come aiuto nella vita domestica



# Conclusioni:

- La collaborazione uomo-robot è la prossima frontiera della robotica
- La percezione dello spazio circostante è fondamentale per la sicurezza di chi opera con il robot e per le prestazioni della macchina stessa
- La sinergia uomo-robot è la chiave di una futura visione industriale caratterizzata da flessibilità e facilità di utilizzo, sicurezza e alte prestazioni
- Esisteranno sempre meno barriere tra operatori e robot, consentendo un'interazione reciproca nelle *smart factories* del futuro
- La collaborazione fra uomo e robot non sarà limitata all'ambiente industriale, ma anzi diventerà comune nella vita quotidiana

# Grazie per l'attenzione

[alessandro.gasparetto@uniud.it](mailto:alessandro.gasparetto@uniud.it)

