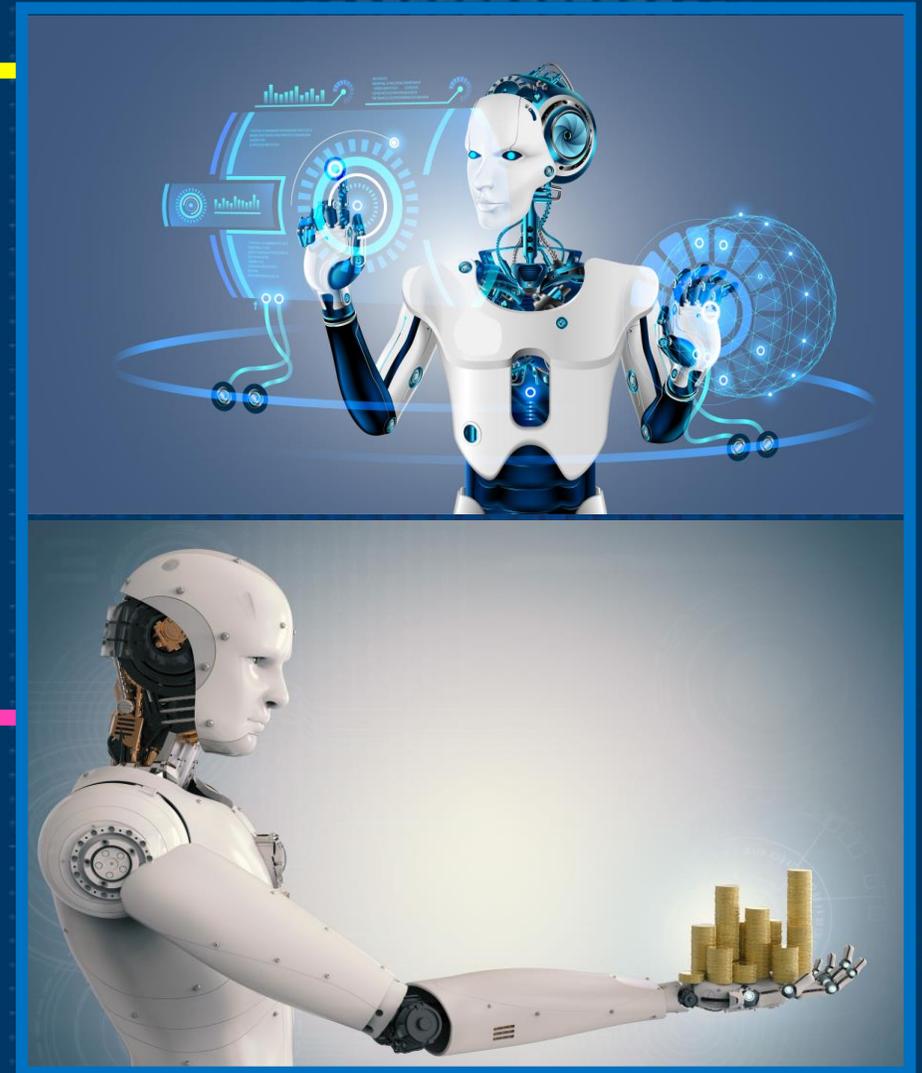




GRUPPO TIM

Robotics

Roma, Luglio 2021



CENTRO STUDI



ROBOTICA



Che cosa sono i Robot?

I Robot sono macchine programmabili in grado di operare autonomamente oppure controllate remotamente.

Robot Industriali



Utilizzati nella produzione per la saldatura, l'assemblaggio.

Robot Professionali

Utilizzo in contesti medici, logistica, pattugliatori di sicurezza, agricoltura e difesa.



Robot Domestici

Utilizzati in ambienti domestici, hotel e contesti simili.



Robotica e Lavoro

Non elimina il lavoro, sostituisce alcune professioni e ne crea di nuove. La Robotica è un aiuto alla mancanza di forza lavoro dovuta all'invecchiamento della popolazione

il 40% dei suoi agricoltori abbandonerà l'agricoltura nei prossimi 10 anni.



Carenza del 30% di lavoratori agricoli

\$286 Mrd nel 2026



OMDIA prevede che il mercato della robotica industriale e non raggiungerà 286 Milardi di dollari nel 2026. Il segmento consumer guiderà la crescita.

Italia Sesta nel Mondo



74 mila robot installati nel 2019 al VI posto nel mondo. La filiera della robotica italiana conta 104 mila imprese, cresciute del 10% in 5 anni, con un totale di 429 mila addetti.



Cloud Robotics



La pandemia fa crescere gli investimenti e gli utilizzi dei robot.



L'industria robotica come fattore di sviluppo POST COVID-19.

In molti settori quali la sanità e l'accoglienza l'industria robotica si è rivelata promettente per gli alti livelli di automazione.

La robotica ha l'obiettivo principale di colmare la mancanza di manodopera in settori cruciali quali l'agricoltura e l'edilizia.



L'impiego dei robot aumenta e l'industria robotica è un motore allo sviluppo dell'economia italiana e mondiale.



Le direzioni di sviluppo sono sia in ambito aziendale che privato.



IL 5G, le reti private 4G/5G e le piattaforme Cloud/Edge sono essenziali nella robotica.



Il numero degli addetti del settore aumenta.

Indice

#1

Lo Scenario

#2

Il mercato

#3

Gli effetti sull'economia e l'ambiente

#4

Use Case Book

#5

Le tecnologie

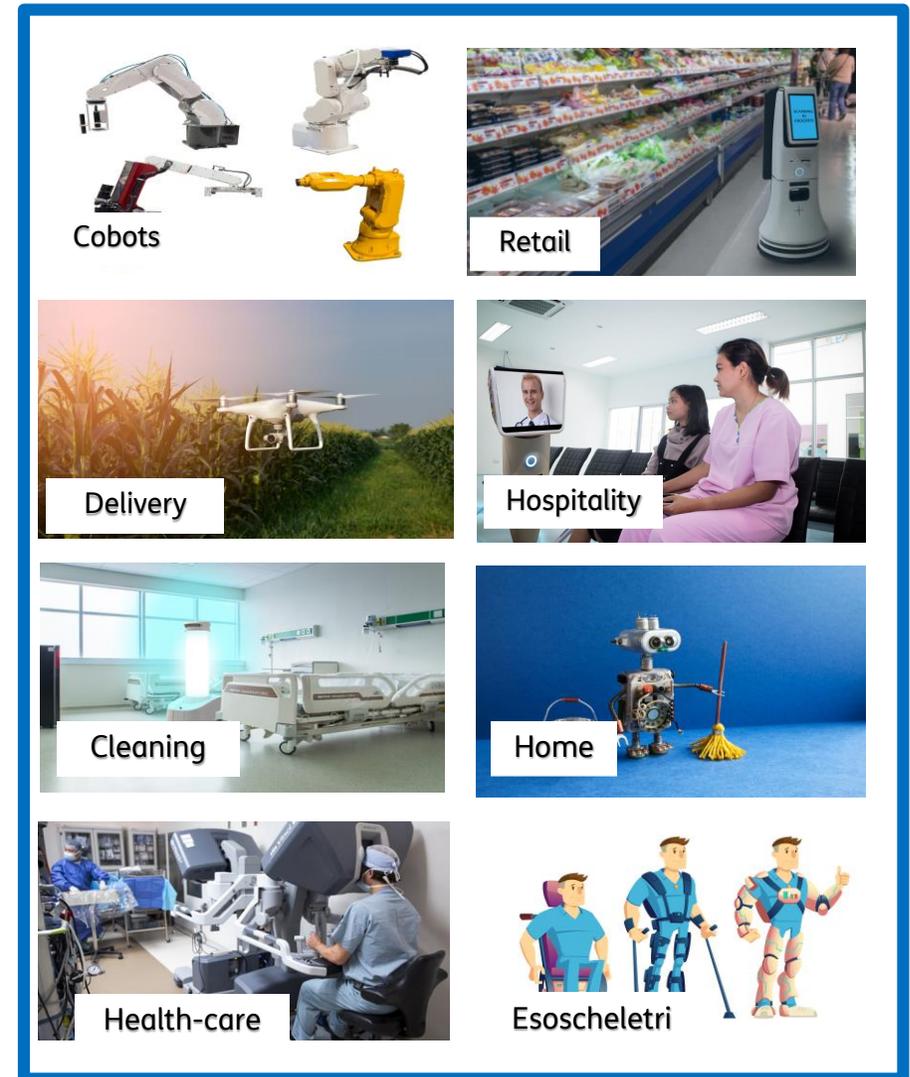
I Robot nell'era Post-COVID 2019

L'automazione e la riduzione dei costi

- In un'economia in **recessione mondiale**, in tutte le aziende diventa prioritaria la **spesa tecnologica** in grado di **generare ottimizzazione dei costi** quali i **robot**.
- Secondo un sondaggio di luglio condotto dai ricercatori dell'Università Pompeu Fabra, dall'inizio della **pandemia sono stati sperimentati oltre 195 diversi tipi di robot in ospedali, centri sanitari, aeroporti, edifici per uffici e altri spazi pubblici**.
- Nel 2019 l'installazione mondiale di robot industriali è cresciuta del 12% per un valore globale di 13,8 Mld\$ (senza software e periferiche). Il settore automobilistico è quello principale con il 28% delle installazioni, seguito dall'elettrico/elettronico con il 24% metallurgico e macchinari con il 12%, la plastica e i prodotti chimici con il 5% e il settore alimentare con il 3%.
- Markets and Markets prevede che la crisi del Covid-19 porterà probabilmente all'aumento degli investimenti nei robot industriali e che il mercato globale raddoppierà nei prossimi cinque anni da **48,7 Mld US\$ nel 2019 a 75,6 Mld US\$ nel 2024** (include il software, le periferiche e il system engineering),



Mercato Robot Industriali 75,6 Mld US\$ al 2024



Definizione di Robot

La parola "robot" fu coniata dal romanziere ceco Karel Capek nell'opera teatrale del 1920 intitolata *Rassum's Universal Robots (R.U.R.)*. "Robot" in ceco è una parola per lavoratore o servo.



<https://www.amazon.it/R-U-R-Karel-Capek/dp/B007S6GVT8>



Un robot è un manipolatore multifunzionale riprogrammabile progettato per spostare materiale, parti, strumenti o dispositivi specializzati attraverso movimenti programmati variabili per l'esecuzione di una varietà di compiti. [Robot Institute of America, 1979]

"Manipolatore multiuso a controllo automatico, riprogrammabile, programmabile su tre o più assi, che può essere fisso o mobile per l'utilizzo in applicazioni di automazione industriale"
[ISO 8373: definizione 2012 di robot industriali]

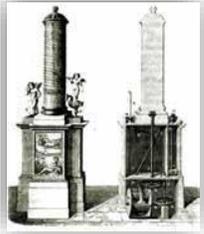


Settore scientifico e ingegneristico della progettazione, costruzione e applicazione di robot, che sotto controllo automatico eseguono operazioni come la movimentazione e la locomozione.
[IFTToMM - International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science]

Storia della Robotica

250 A.C.

Ctesibius di Alessandria



Organi e Orologi ad Acqua con figure in movimento

1495

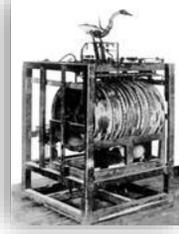
Leonardo da Vinci



Primo Robot Umanoide

1738

Jacques de Vaucanson



Anatra che muove le ali, mangia e fa il verso

1865/1885

J. Brainerd / F. Reade



Steam Man per trascinare oggetti/ L'uomo Elettrico

1938

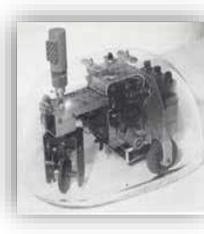
Westinghouse



Elektro, robot umanoide che camminava, parlava e fumava

1948

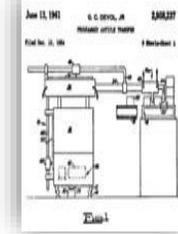
Grey Walter



Elmer&Elise - robot tartaruga

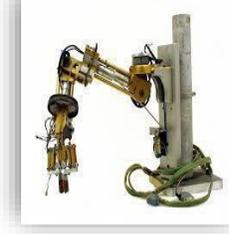
1954

Georg Decol



Progetto robot programmabile - Universal Automation

1963



Rancho Arm è il primo braccio robotizzato

1966

Joseph Weizenbaum



Il programma ELIZA simula uno psicanalista

1969

Victor Scheinman



Stanford Arm braccio controllato da un computer

1970

SRI International



Shaky (SRI International) robot controllato da A.I.

1975

Victor Scheinman



PUMA il prototipo dei bracci robotizzati moderni

1989

MIT (Mobile Robot Group)



Gengis - il robot che cammina

1996

Honda



P2-robot umanoide su due piedi che decide da solo

1997

NASA



Pathfinder atterra su Marte

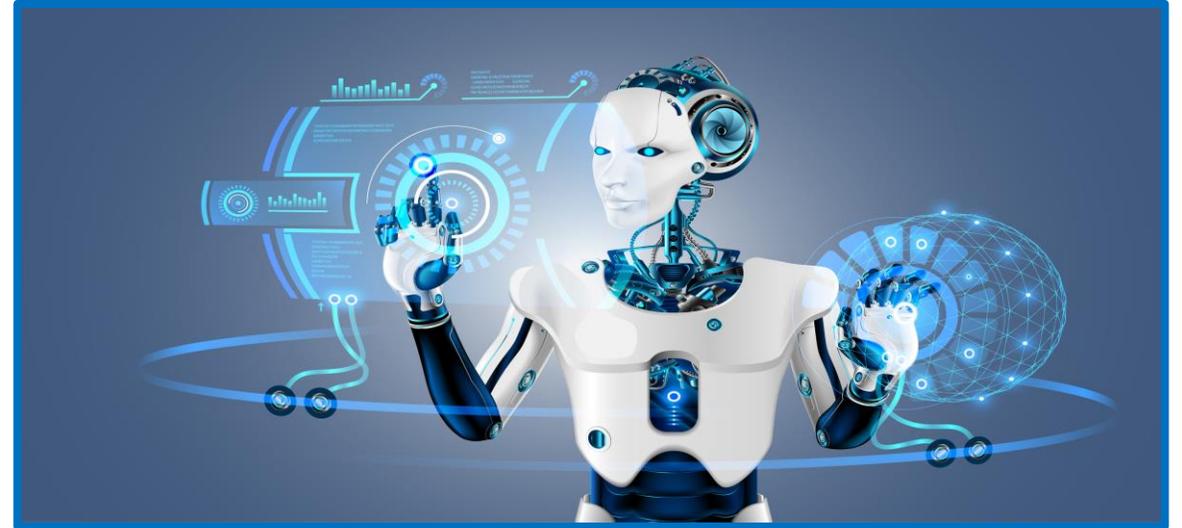
2010



Robonaut 2 è il primo robot umanoide nello spazio

Augmented Humanity

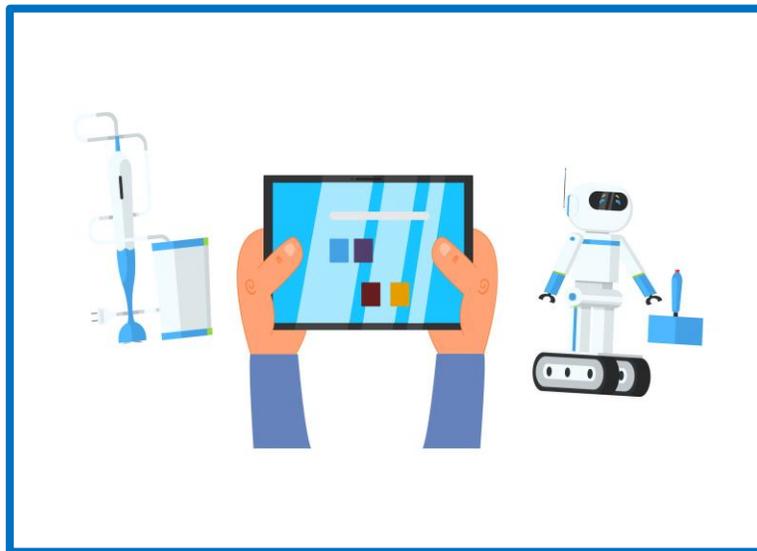
- **Augmented Humanity** si riferisce al ruolo delle tecnologie nel plasmare i sensi umani, capacità e intuizioni, consentendo una nuova generazione di interazione e intersezione tra il mondo fisico e quello digitale.
- L' 8% delle aziende Manifatturiere in Europa usa la Realtà Virtuale per lo sviluppo dei loro prodotti. Il 24% delle aziende europee usa robot indossabili (esoscheletri) per incrementare le capacità dei propri dipendenti Il 14% dei retail europei usa AI per i servizi al cliente



Tele Operation - Il controllo da Remoto: non solo nell'industria



Phantom Auto, ha creato un software di comunicazione remota che si integra con tutti i tipi di veicoli senza pilota, dai robot-taxi e robot per le consegne a carrelli elevatori e camion da cantiere. PostMates (San Francisco) lo usa per monitorare le flotte o tracciare un percorso su rete LTE.

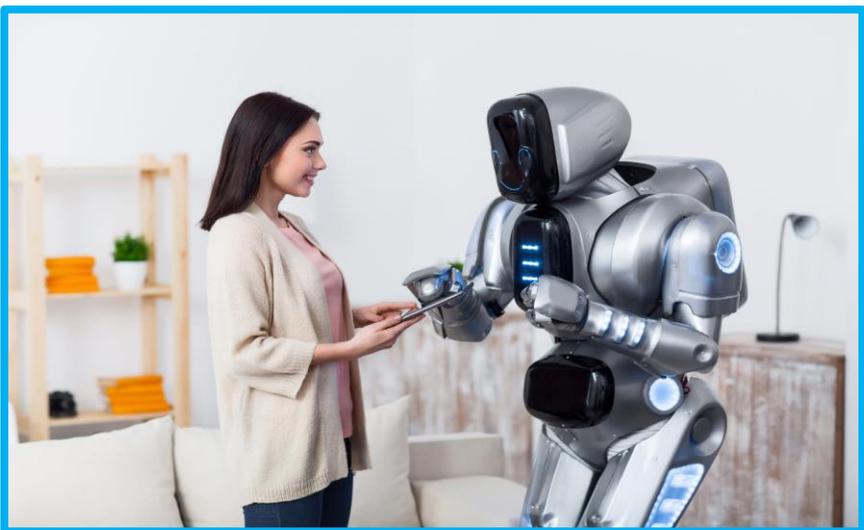


I robot che navigano negli spazi umani hanno ampliato le opportunità per le persone disabili. Sebbene la sua mobilità sia limitata da un disturbo neuromuscolare, Nozomi Murata, 34 anni, lavora come segretaria in un ufficio di Tokyo tramite un robot OriHime creato da OryLab. Comanda il robot da casa sua altrove in città.



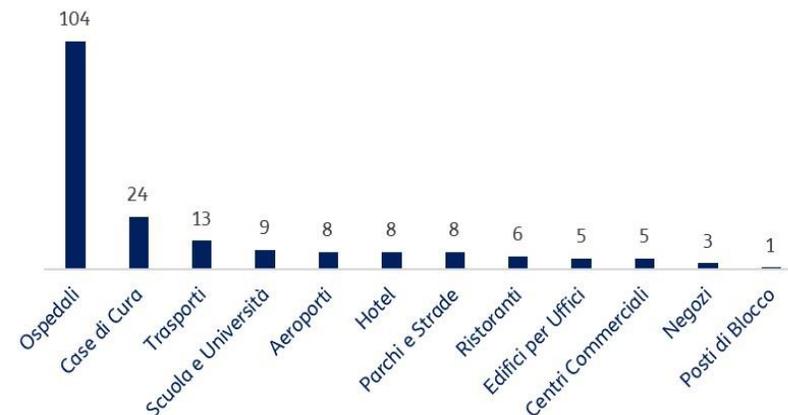
La teleoperazione è attualmente utilizzata nell'esplorazione degli oceani e nelle situazioni di emergenza (disinnescamento delle bombe ma anche spegnimento degli incendi).

I Social Robot della pandemia COVID-19



I Social Robot sono robot che interagiscono con gli esseri umani. Durante la pandemia hanno svolto l'Intermediazione nell'interazione uomo-uomo, Riduzione del rischio di infezione e Supporto del periodo di quarantena.

Use Case Durante Pandemia Covid-19



- Quarantadue dei 195 use case in tutto il mondo utilizzavano robot per attività "correlate all'accoglienza" come la registrazione di pazienti o clienti, check-in e check-out senza contatto e prenotazione di appuntamenti.
- Tra 18 e 49 use case mirati alle funzioni prediagnostiche e di monitoraggio del paziente COVID-19. Una delle applicazioni più comuni era la telepresenza con 83 implementazioni per consentire ai pazienti e ai residenti nelle case di tenersi in contatto con i membri della famiglia.

I Robot Mobili

- Il mercato della robotica mobile e dei droni per la consegna e lo stoccaggio raggiungerà **40 miliardi di dollari nel 2026 secondo Allied Markets**. I modelli di business sono vari dal RaaS (robot as a service) al modello tradizionale di vendita di attrezzature.
- La tecnologia di navigazione sta passando da automatizzata ad autonoma. Il vantaggio principale è che la navigazione diventa indipendente dall'infrastruttura, consentendo di modificare facilmente il flusso di lavoro e abilitando varie modalità di flussi di lavoro collaborativi tra robot e umani. Non sono necessari cavi, nastri, GPS o altri marcatori di navigazione. Il sistema di guida laser garantisce una navigazione precisa, evita gli ostacoli e la sicurezza delle persone. Il robot è in grado di pianificare un percorso senza collisioni per raggiungere un determinato obiettivo e per eseguire le attività di gestione più difficili.
- Alibaba dichiara che dal 2021 consegnerà con robot autonomi.



Le Tipologie di Robot



Robot industriali, utilizzati nella produzione per la movimentazione dei materiali, la saldatura, l'assemblaggio e così via. Sono per lo più grandi, costosi e integrati in piattaforme di automazione complesse e possono essere fissati in luoghi specifici. I settori automobilistico ed elettronico rappresentano quasi la metà dei robot industriali installati.



- **Robot di servizio professionale**. Si tratta di un segmento di fascia alta per l'utilizzo principalmente in contesti medici, logistica (es. AGV - veicoli a guida automatica - in magazzini o ospedali), pattugliatori di sicurezza, agricoltura e difesa.
- Ci sono anche alcune nicchie interessanti come i «robot per le pubbliche relazioni» (es. negli stand delle fiere), per la pulizia professionale o gli esoscheletri.



Robot di servizio domestico da utilizzare in ambienti domestici, hotel e contesti simili. Questi sono venduti in volumi molto maggiori, ma per compiti più semplici come l'aspirapolvere o l'intrattenimento.

Programmi di ricerca e sviluppo sulla Robotica



 La National Robotics Initiative (NRI) ha come obiettivi principali: la scienza di base, le tecnologie e i sistemi integrati necessari per ottenere una visione di robot collaborativi che assistono gli esseri umani in ogni aspetto della vita. Inoltre, in NRI-2.0, viene incoraggiata la collaborazione tra università, industria, organizzazioni no profit e altre organizzazioni. Il budget di NRI per il 2019 è di 35 milioni di dollari.



I progetti di robotica finanziati da Horizon 2020, l'8° programma quadro dell'Unione europea, rappresentano un'ampia varietà di temi di ricerca e innovazione, che vanno dalla produzione, all'uso commerciale e sanitario, alla robotica per i consumatori, i trasporti e l'agroalimentare. Un finanziamento stimato di 780 milioni di dollari per la ricerca e l'innovazione nel campo della robotica durante i suoi sette anni di durata.



La Germania sostiene l'uso delle nuove tecnologie digitali nell'industria e nell'amministrazione. Il programma "PAiCE" con un budget di finanziamento di 55 milioni di dollari (50 milioni di euro) in cinque anni sottolinea lo sviluppo di piattaforme di industria digitale e la collaborazione tra le aziende che utilizzano queste piattaforme.



Il piano strategico Made in China 2025 si presenta come un modello per migliorare le capacità di produzione delle industrie cinesi. Include robot avanzati tra le prime 10 industrie principali. Il piano di sviluppo dell'industria dei robot definisce gli obiettivi per la Cina nel 2020, tra cui: (1) sviluppare da tre a cinque produttori di robot competitivi a livello globale, (2) creare da otto a dieci cluster industriali, (3) raggiungere il 45% della quota di mercato interno per la Cina robot di fascia alta e (4) aumentare la densità dei robot in Cina a 100 robot ogni 10.000 lavoratori.



L'Intelligent Robot Development and Supply Promotion Act of Korea sta spingendo a sviluppare l'industria dei robot in Corea come settore centrale nella quarta rivoluzione industriale. Le aree di interesse sono: attività manifatturiere, aree di robot di servizio selezionate (inclusi sanità e logistica), componenti chiave di nuova generazione e software robot chiave. Il budget relativo ai robot per il 2020 è di 126 milioni di dollari (151 miliardi di won).



La New Robot Strategy in Giappone è una politica chiave della Abenomics Growth Strategy. Il budget relativo ai robot per il 2019 è stato aumentato a 351 milioni di dollari, con l'obiettivo di rendere il Giappone l'hub di innovazione robotica nel mondo. Il piano d'azione include la produzione e importanti settori dei servizi come la sanità, l'agricoltura e le infrastrutture.

 Guidati Ufficialmente dai governi

Indice

#1

Lo Scenario

#2

Il mercato

#3

Gli effetti sull'economia e l'ambiente

#4

Use Case Book

#5

Le tecnologie

Il mercato mondiale dei ricavi

Il Trend

Nel Mondo

Omdia valuta una crescita dell'industria robotica legata soprattutto ai settori non-industriali quali la logistica, robot a guida autonoma (droni e autoveicoli), robot nelle consegne e robot per l'uso domestico. Si prevede quindi una crescita da **60 Miliardi di dollari nel 2019 a 286 Miliardi nel 2026**.

La pandemia Covid-19 ha, però, causato un rallentamento nella crescita della robotica mondiale e si valuta che gli effetti negativi (contrazione dei ricavi al 18,4% a metà 2020) si estenderanno anche nel 2021.

Nei diversi Settori

Per il 2026 i **robot agricoli saranno il settore principale** impiegati soprattutto per mancanza di manodopera. Il secondo settore sarà quello dei veicoli a guida autonoma nel mondo consumer. Il terzo sarà la logistica. Il quarto saranno i robot utilizzati nel settore domestico.

In alcuni settori la pandemia è stato un acceleratore del mercato in particolare in quello della Sanità ma anche in quello industriale ad eccezione dell'industria automobilistica.

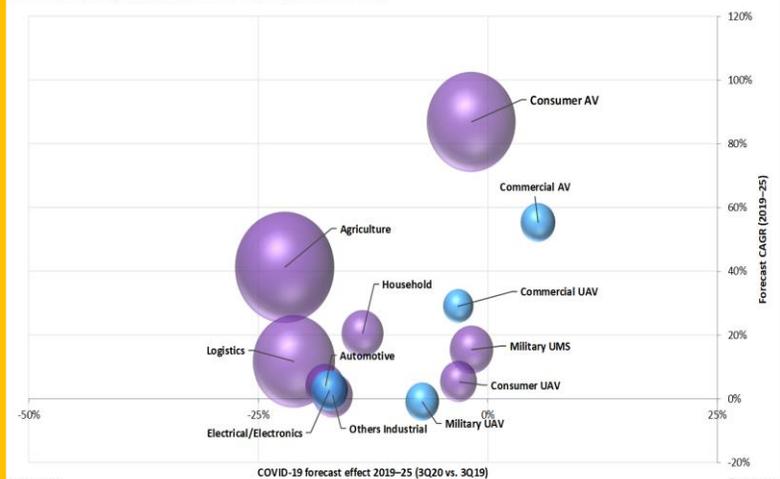
Total industrial and non-industrial robotics revenue, world markets: 2019–26



Source: Omdia

© 2020 Omdia

Robotics revenue by application: COVID-19 impact vs. 2019–25 CAGR



Source: Omdia

© 2020 Omdia



Mercato Robotics
\$286 Mrd entro il 2026



COVID-19 come acceleratore robot per la salute pubblica (disinfestazione, decontaminazione) e consegna dell'ultimo miglio (veicoli autonomi per il distanziamento sociale e maggiore efficienza per incremento e-commerce).

La Robotica e il mercato 4.0 – Il Valore

Le componenti

Secondo l'ultimo osservatorio del Politecnico di Milano, nel 2019 il mercato dei progetti 4.0 in Italia ha sfiorato i 4 miliardi di euro, con una crescita del 22% rispetto all'anno precedente.

Le componenti che contribuiscono al mercato elaborato dall'Osservatorio sono:

- **Industrial IoT:** abilita la raccolta dati dai macchinari attraverso sensori e facilita i vari processi di pianificazione, programmazione e controllo della produzione;
- **Industrial Analytics:** rappresenta la componente “software” che mediante l’uso di algoritmi e di apprendimento “machine learning” analizzano i dati provenienti dai sensori e provvedono all’ottimizzazione dei processi di produzione industriale;
- **Cloud Manufacturing:** è il complesso di server esterni “virtuali” che da remoto accedono agli impianti e ai sistemi aziendali, migliorando l’efficienza e la sicurezza;
- **Additive Manufacturing:** processi industriali di precisione che permettono di fabbricare oggetti o componenti mediante l’uso di stampanti 3D;
- **Advanced Human-Machine Interface:** sono le applicazioni di realtà aumentata e realtà virtuale che facilitano lo sviluppo di nuovi prodotti e la formazione del personale;
- **Advanced Automation:** è la componente che riguarda la robotica industriale, con soluzioni che si prestano a molti processi produttivi: l’“advanced automation” è la componente oggetto del nostro approfondimento.

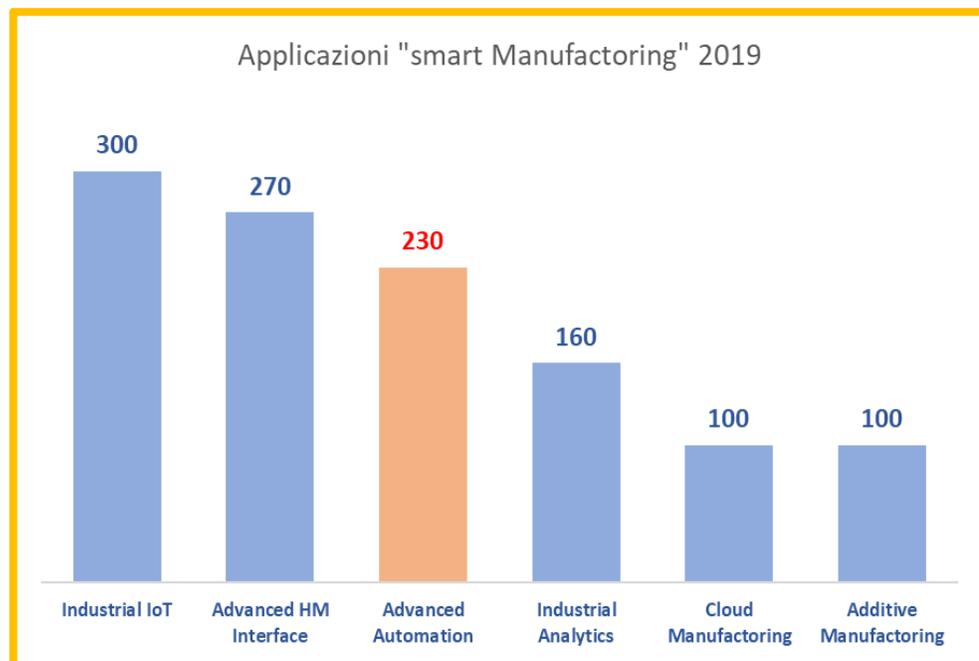
Valore del mercato 4.0 in Italia (€ mld)

Fonte: Osservatorio Mercato 4.0 Polimi



La Robotica e il mercato 4.0 – Le Applicazioni

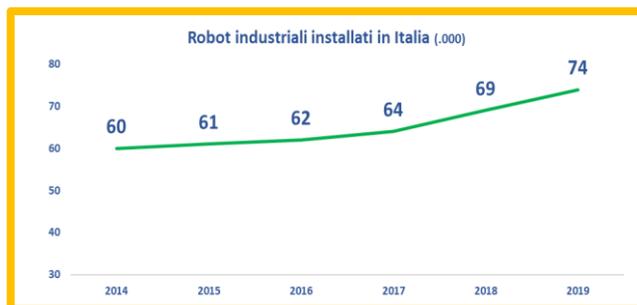
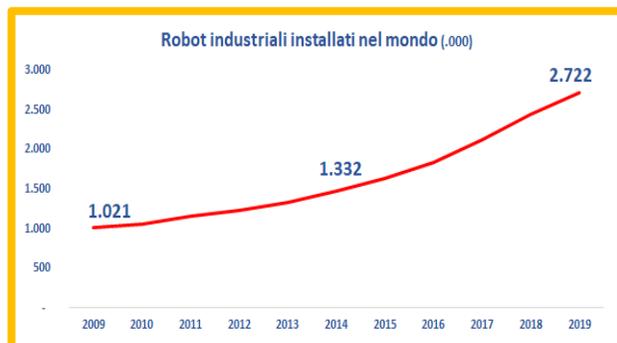
Advanced Automation



- Le imprese intervistate nel 2019 hanno **adottato 230 applicazioni (il 20% del totale)** per la componente **“Advanced Automation”** (ad esempio, tagli di precisione nella produzione di parti metalliche, verniciatura dei componenti nell’automotive, ecc). Fra le percentuali di crescita rispetto all’anno precedente (2018) delle applicazioni adottate dalle aziende coinvolte nell’analisi, **quella relativa all’“advanced automation” è stata del 17%**, minore rispetto alle altre componenti (es. +22% per l’Industrial IoT, +32% per il Cloud Manufacturing, +19% per l’Industriale analytics), ma si tratta comunque di una crescita importante, considerando che l’automazione con robot industriali e collaborativi necessita di un notevole impegno finanziario ed è adottata solitamente da grandi imprese in settori come quello della manifattura, della chimica o della sanità.
- Considerando che un robot per essere operativo va integrato in un “Industrial Robot Ecosystem», che comprende anche l’Industrial Internet of Things (sensori), Industrial analytics (software) e Cloud Manufacturing (server), la crescita delle altre componenti (tecnologie abilitanti per lo sviluppo della robotica), contribuiscono allo sviluppo della robotica nei prossimi anni

Il mercato della robotica in Italia 1 di 2

Il mercato della robotica in Italia, con **74 mila robot installati** si pone nel 2019 al **6° posto nella classifica mondiale** dopo Cina (140 mila), Giappone (50 mila), Stati Uniti (33 mila), Corea (28 mila) e Germania (20 mila). A livello di produzione, **la filiera della robotica italiana** (compreso l'indotto) conta ben **104 mila imprese, cresciute del 10% in cinque anni, con un totale di 429 mila addetti (+17% in cinque anni).**



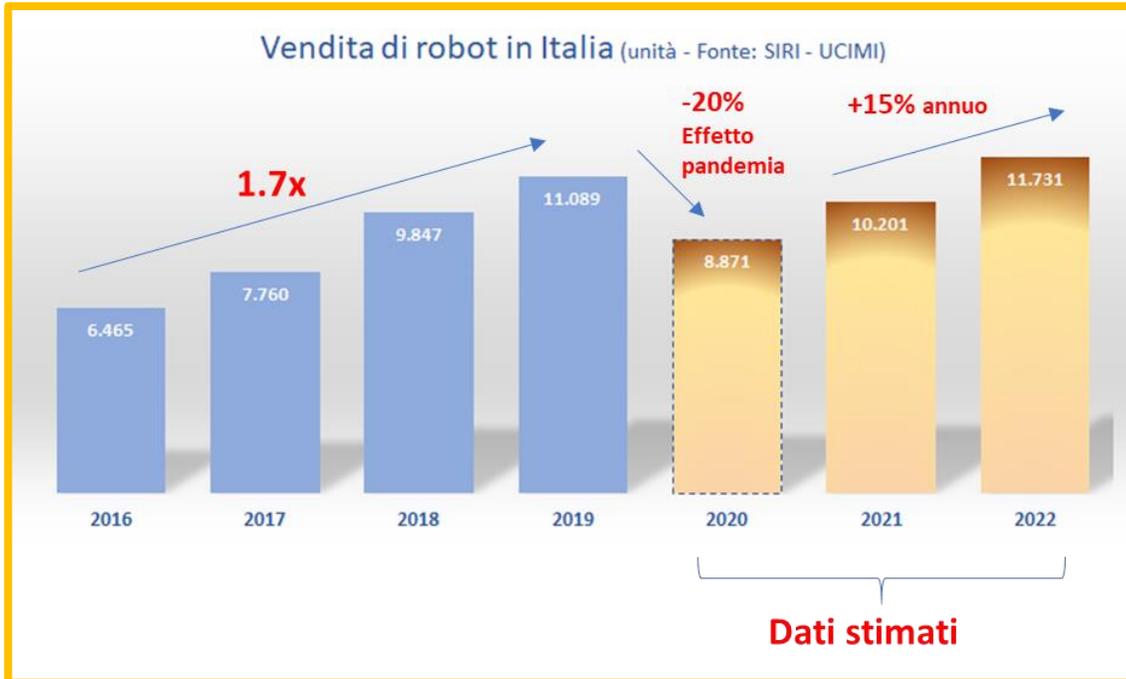
Il mercato mondiale della robotica industriale ha evidenziato una crescita costante negli anni che vanno dal 2009 al 2019, con il numero di robot installati (funzionanti) che è quasi triplicato, con un CAGR di crescita dal 2014 al 2019 pari al 13%.

L'Italia ha avuto un andamento in linea con il trend globale crescendo del 13% nell'ultimo anno e arrivando al 6° posto fra i paesi con il maggior numero di robot installati (74 mila unità installate, pari al 3% del totale a livello globale), seconda in Europa dopo la Germania.



Il mercato della robotica in Italia 2 di 2

La pandemia 2020



- **Per il 2020 si stima una contrazione fra il 5% e il 10%** della crescita del mercato della robotica a livello mondiale per effetto della pandemia, per poi tornare a crescere negli anni successivi. Per Interact Analysis il 2020 ha visto una battuta di arresto con una diminuzione pari al 5,9% della vendita a livello mondiale, ma negli anni successivi a partire dal 2021 le stime prevedono una crescita determinata da un'accelerazione del percorso di trasformazione digitale delle imprese a seguito della pandemia.
- **Cosa succede in Italia?** Anche nel nostro paese il mercato della robotica ha risentito degli effetti negativi della pandemia: **le stime rilevano una contrazione nel 2020 pari al 20% rispetto all'anno precedente** in termini di vendita di robot industriali (settore chimico, manifatturiero, lavorazione metalli ecc.) a causa del Covid. Il mercato tornerà comunque a crescere dal 2021 con un tasso stimato del 15% annuo, in linea con le crescite degli anni precedenti.

Indice

#1

Lo Scenario

#2

Il mercato

#3

Gli effetti sull'economia e l'ambiente

#4

Use Case Book

#5

Le tecnologie

Economia circolare e Robotica

La diffusione di Intelligenza Artificiale, Machine learning, IOT e robotica possono dare un impulso all'economia circolare globale attraverso l'accelerazione nella raccolta, selezione e smaltimento dei rifiuti, e garantire benefici economici fino a \$90 miliardi all'anno per il settore dell'elettronica di consumo e \$127 miliardi per il settore alimentare entro il 2030 (derivante da compostaggio dei rifiuti, da produzione di biogas, dal riutilizzo delle fibre vegetali per la realizzazione di prodotti e materiali)

- L'Italia è il Paese con la più alta percentuale di riciclo (79%) dei rifiuti, verso una media UE pari al 36%, maggiore della Francia (56%) e della Germania (43%), crescendo complessivamente dell'8.7% dal 2010 al 2018. In questi ultimi anni molte aziende del settore hanno iniziato ad adottare piattaforme di robotica per migliorare le performance di recupero e smaltimento dei rifiuti, e alcune di esse hanno portato all'estero la tecnologia prodotta in Italia, come nel caso del robot MT-REX
- **MT-REX** (v. immagine) è una piattaforma robotizzata prodotta in Italia (a Trento) che permette di smaltire e riciclare velocemente le migliaia di pneumatici usati dai camion nelle grandi miniere sparse nel mondo (con 4 metri di diametro e 6 tonnellate di peso) che vengono abbandonati in discariche a cielo aperto una volta esaurito il battistrada. MT-REX permette di smantellare tali discariche, separando l'acciaio, la parte tessile e la gomma degli pneumatici e permettendo così il loro riuso.



Immagine A

salvadori.com/recycling/it/blog/

«Best practice» in Italia



<https://www.ecologia.re.it/2as/>

Piattaforma 2AS, “Two Automatic System” dell’azienda ESA di Reggio Emilia: è un sistema automatizzato (piattaforma 2AS, Two Automatic System) per la raccolta differenziata, utilizzando automezzi con un solo operatore, dotati di braccio robotizzato con sistema di puntamento a guida laser, che possono riconoscere i contenitori e lo stato di funzionamento del supporto mediante etichette RFID, mentre il GPS ne identifica la posizione. Grazie a questo sistema i tassi di raccolta rispetto ai sistemi tradizionali aumentano dell’80%, e il tempo del ciclo operativo per il singolo intervento si è ridotto a poco più di un minuto.



<https://www.benfante.it/recycling-factory.html>

“Recycling Factory” è un impianto per smaltimento rifiuti, in provincia di Alessandria, con una superficie di 40.000 mq, che consente il riciclo automatizzato delle raccolte differenziate urbane e dei rifiuti speciali recuperabili per Comuni, Consorzi e Imprese attraverso l’uso di sensori che permettono di riconoscere e separare con esattezza e alla massima velocità una gran quantità di materiale, in base al tipo e alla composizione del materiale: ha una capacità operativa media a 20.000 kg/ora (un impianto di smaltimento tradizionale arriva a 5.000 kg/h di media)



<https://www.montello-spa.it/>

Montello S.p.A. è una società italiana che opera nel settore del recupero e riciclo di rifiuti organici (FORSU) e di imballaggi in plastica con impianti automatizzati dotati di sistemi di selezione mediante detettori ottici automatizzati. Attualmente nello stabilimento di Montello (BG) vengono riciclati gli imballaggi plastici di Milano e Bergamo e circa il 60% della plastica della Lombardia, 200.000 tonnellate all’anno di imballaggi in plastica per la produzione di nuovi manufatti, e 600.000 tonnellate l’anno di materiale umido derivante dalla raccolta differenziata dell’organico proveniente dalla raccolta differenziata, da cui si ricava biogas utilizzato per produrre sia energia elettrica e termica che biometano, recuperando contestualmente anche l’anidride carbonica CO2 per uso tecnico industriale e per la produzione di fertilizzante organico.



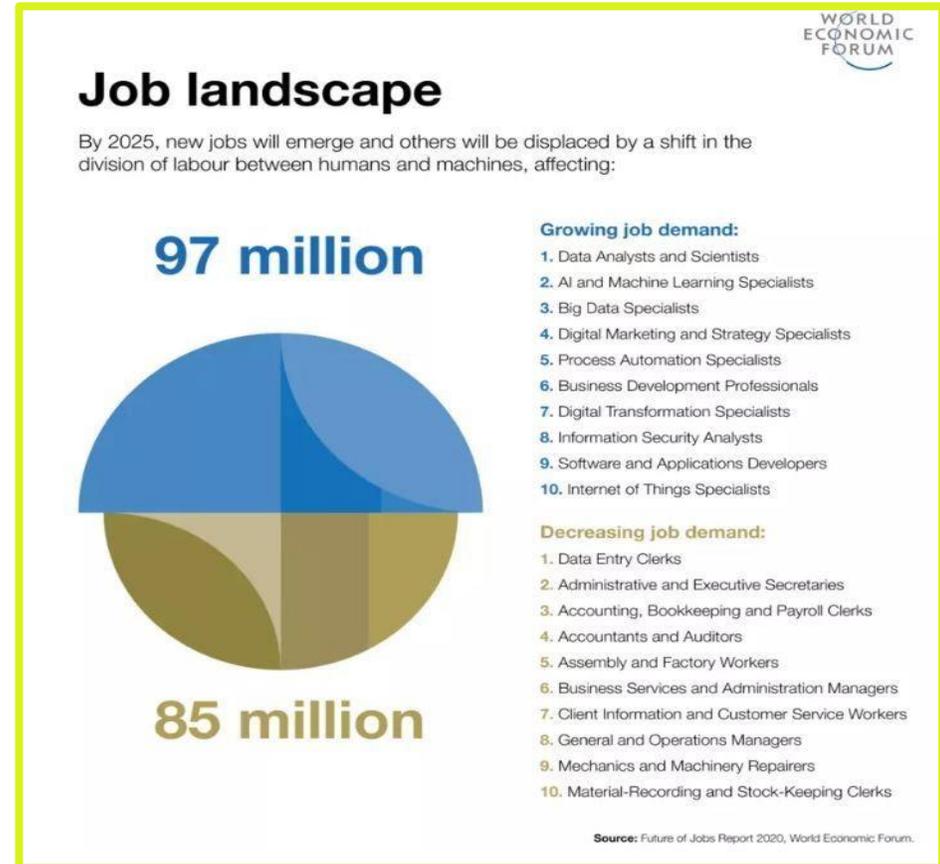
<https://www.ferrarelle.it/rpet>

Ferrarelle ha investito 27 milioni di euro per automatizzare i propri impianti in Campania, con l’obiettivo di riciclare e riutilizzare il materiale plastico (PET), allo scopo di rimettere in commercio bottiglie nuove costituite al 50% da R-PET (PET riciclato). Nei primi sei mesi del 2019 ha potuto riciclare circa 4,5 mila tonnellate di Pet e a pieno regime lo stabilimento sarà in grado di recuperare l’equivalente di 1 miliardo di bottiglie, ovvero 23.000 tonnellate di Pet l’anno, il doppio di quanto ne utilizza Ferrarelle per produrre le sue bottiglie.

Robotica e lavoro

Il progresso tecnologico non elimina il lavoro, sostituisce alcune professioni e ne crea di nuove.

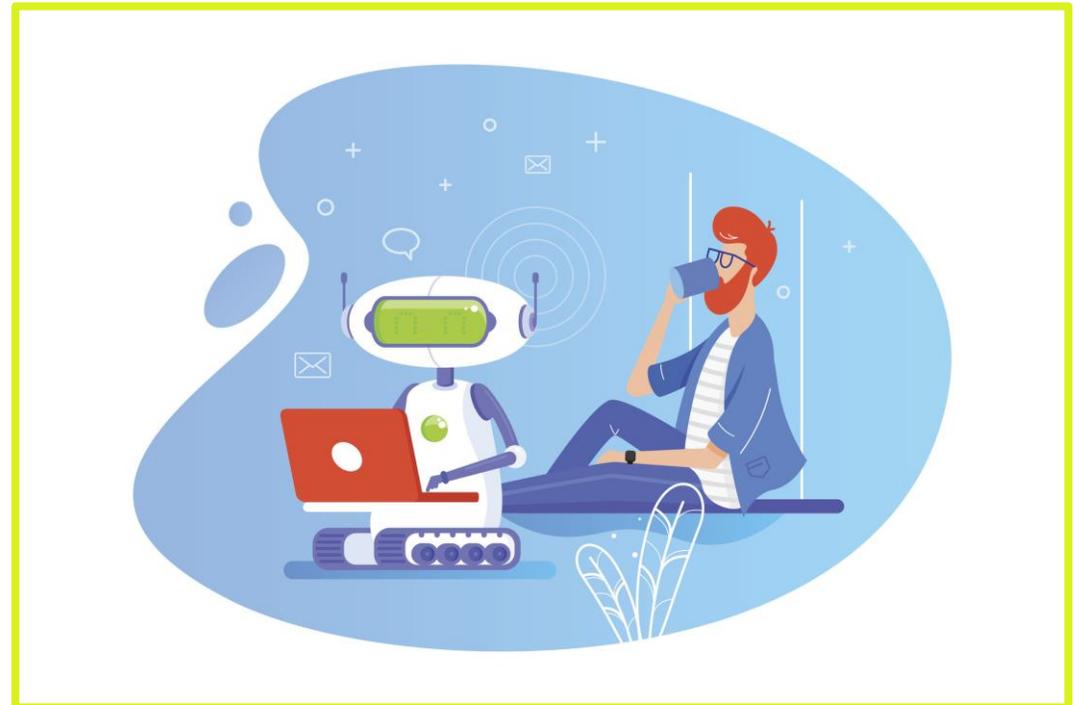
- Non ci sono evidenze di una diminuzione dei posti di lavoro a seguito dell'introduzione di processi di lavoro meccanicizzati o automatizzati. Nel corso degli anni i robot lasceranno sempre di più agli umani le attività che richiedono competenze specialistiche qualificate e sostituiranno l'uomo nei lavori ripetitivi, sia di precisione che pesanti o rischiosi per l'uomo perché svolti in ambienti ostili e poco sicuri quali ad esempio siti radioattivi, depositi con rifiuti contaminati, calamità naturali.
- Nel 2012 l'età media degli agricoltori negli U.S.A. era di 58 anni di 67 in Giappone e 65 anni in Europa. In Giappone il 40% dei suoi agricoltori abbandonerà l'agricoltura nei prossimi 10 anni. Negli U.S.A. hanno una carenza del 30% di lavoratori agricoli. Secondo Cast Consultancy, il settore delle costruzioni in U.K. sta affrontando un calo dal 20% al 25% della sua forza lavoro entro un decennio. Il settore dei magazzini e della logistica ha numeri peggiori e il migrante non colmerà il divario di lavoro.
- Il **World Economic Forum** prevede che entro il 2025, **85 milioni di posti lavoro saranno sostituiti dall'automazione ma emergeranno 97 milioni di nuovi posti di lavoro in ruoli professionali più adeguati ai nuovi modi di produzione caratterizzati dalla divisione del lavoro tra esseri umani e robot.**
- Più in generale, i lavori saranno più stimolanti e includeranno un **aumento dei processi di "decision making"**. I lavoratori potranno beneficiare della riduzione dello sforzo fisico nel compimento della propria mansione nonché di un maggior livello di sicurezza durante lo svolgimento delle proprie attività lavorative a vantaggio della produttività nelle attività che non potranno essere automatizzate



Robotica e lavoro: prospettive in Italia

In Italia la transizione green e digitale accelerata dal Recovery plan potrebbe generare nel periodo 2021-25 un incremento di ca 1,3 milioni di nuovi posti di lavoro da aggiungere ai 2,6 milioni di posti liberati dai lavoratori che saranno sostituiti per turnover.

- Una parte importante delle nuove occupazioni riguarderà proprio la filiera della robotica. Le stime di Unioncamere prevedono, infatti, che la filiera “meccatronica e robotica” esprimerà nel 2021-2025 un fabbisogno compreso tra ca. 200.000 nuovi occupati (5% del totale fabbisogno del mercato del lavoro), quasi interamente costituito da lavori stabili.
- **Uno studio di Banca Italia** sulla relazione tra diffusione della robotica e occupazione in Italia negli anni 2010-2016 **conferma a livello globale l'assenza di impatti occupazionali negativi per il nostro paese.** Ad esempio, nel settore della manifattura (tradizionalmente a “trazione umana”), la diffusione dell'automazione avanzata ha consolidato il rapporto di lavoro dei dipendenti in servizio con le proprie aziende, le quali hanno provveduto a una veloce attività di “reskilling” del personale, evitando riduzioni degli organici ed anzi aumentando i salari.
- Inoltre **la robotizzazione si caratterizza come un'innovazione trasversale** a vari settori economici con impatti attesi particolarmente importanti in molte filiere. Tutte le filiere produttive che avranno l'esigenza di modernizzare i propri impianti e aumentare la produttività sperimenteranno soluzioni digitali e robotizzate.



Indice

#1

Lo Scenario

#2

Il mercato

#3

Gli effetti sull'economia e l'ambiente

#4

Use Case Book

#5

Le tecnologie

Robot Collaborativi (Cobot)

- I Cobot hanno uno o più braccia articolati sono flessibili e riprogrammabili; imparano guardando gli umani; lavorano al fianco dell'uomo, possono apprendere compiti complessi e quindi agire come un secondo paio di mani abili per aumentare le capacità dei lavoratori qualificati - da qui la designazione "collaborativa". Poiché i prezzi per le piattaforme diminuiscono, i produttori di piccole e medie dimensioni stanno iniziando a utilizzare i cobot.
- La caratteristica principale che rende i robot collaborativi di aziende come **Universal Robots (leader con il 50% del mercato mondiale), Rethink Robotics, e ABB** è la capacità di evitare collisioni indesiderate e, utilizzando sensori di coppia ad alta precisione, di riconoscere quando si sono imbattuti in qualcosa o qualcuno che non avrebbero dovuto.
- **Il mercato dei Collaborative Robot (Cobot) vale circa 8 mld di dollari al 2026 secondo Markets&Markets.**



Mercato Cobot
8 Mld\$ al 2026

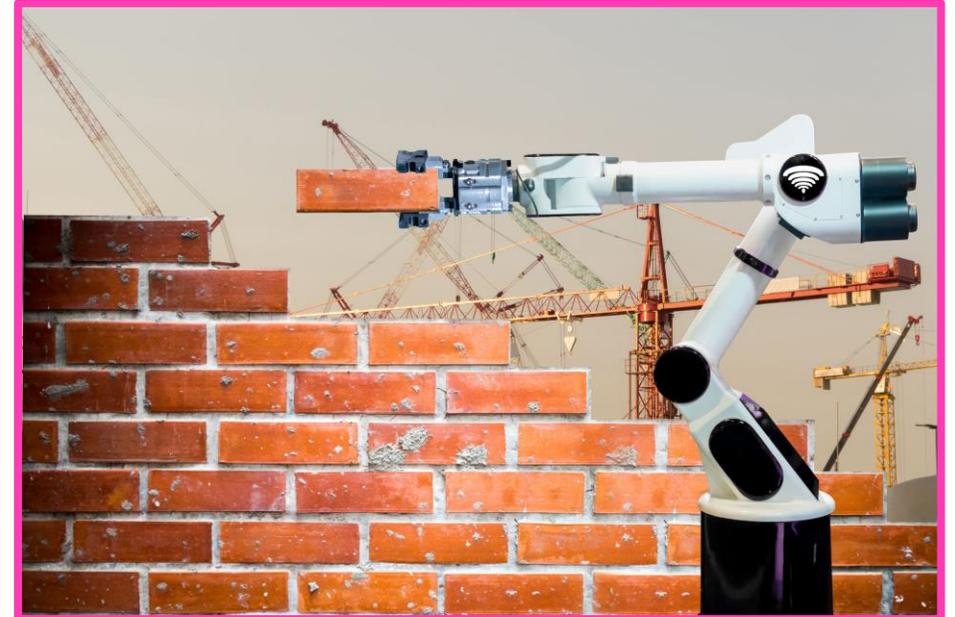
I Cobot nella vita reale: il robot barman e Vincenzo, il robot pizzaiolo

- Al bar Makr Shkr di Milano con vista sul Duomo di Milano, si può ordinare il cocktail tramite un'app, e verrà inviato direttamente al robot a doppio braccio che lavora dietro il bancone. Emanuele Rossetti, CEO di Makr Shkr, spiega che il robot può essere fino a quattro volte più veloce di un barista nella preparazione delle bevande dei clienti. "Ma non è molto divertente da guardare", sostiene, e così i bracci robotici sono stati rallentati per adattarsi al ritmo di un essere umano. Il Makr Shkr può preparare due tipi di bevande: quelle facili, come un rum e una coca cola, ma anche le più complesse quelli, che richiedono l'agitazione e il mescolamento che sono le mosse tipiche dei baristi.
- Vincenzo è un braccio robotico di ABB specializzato per la pizza. Il robot controlla le pizze nei forni a 800 gradi di Zume e determina quando la crosta "raggiunge il picco della perfezione della cottura". Utilizzando la sua mobilità a sei assi, il robot rimuove quindi le pizze e le indicizza in un contenitore per torta a 27 ripiani, che viene caricato su un veicolo di consegna. L'analisi predittiva di Zume dice al robot come disporre in modo ottimale ogni pizza in base alla domanda prevista in ogni quartiere in cui passerà l'autista.
- Un recente studio di Oxford University ha dimostrato che entro il 2035 fino a tre quarti dei posti di lavoro al dettaglio potrebbero essere automatizzati, così come l'86% dei lavori al ristorante.



I Robot nell'Edilizia

- La robotica potrebbe avere un impatto rilevante nell'Edilizia. Elementi di costruzione altamente ripetibili, come la muratura e la pavimentazione in calcestruzzo, hanno iniziato a usare robot. La muratura robotica è stata concepita ed esplorata negli anni '50 e lo sviluppo della tecnologia correlata intorno all'Edilizia automatizzata è iniziata negli anni '60. Solo di recente si sono verificati impieghi significativi di robot da costruzione. Diverse aziende negli Stati Uniti e in Australia hanno già ottenuto un aumento della produttività della muratura di oltre il 100% utilizzando robot per muratori.
- I tipi principali dei robot:
 - Robot per la posa di mattoni:** raccoglie i mattoni, applica la malta e la posa, incorporando i robot industriali nei sistemi dei robot.
 - Robot di demolizione:** macchine controllate a distanza con bracci azionati idraulicamente a cui possono essere fissati martelli demolitori, frantoi, trapani o benne da carico.
 - Robot di perforazione :** utilizzati per eseguire fori in superfici difficili da lavorare, come soffitti in cemento, in cantieri di grandi dimensioni come centri commerciali.



Telepresence Robot

- I robot di telepresenza stanno iniziando a farsi strada in un uso più ampio. Ci sono diversi tipi, dai modelli Double bare bone, che sono fondamentalmente iPad su ruote, a iRobot Ava 500 di 30.000\$.
- Nella maggior parte dei settori c'è un segmento in crescita di lavoratori a contratto e liberi professionisti che non possono essere in ufficio a tempo. I robot di telepresenza offrono un'alternativa sorprendentemente adeguata all'essere fisicamente presenti. Alcuni modelli hanno la capacità di navigare in ufficio.
- **Il mercato dei robot di telepresenza potrebbe raggiungere gli 312,6 milioni di dollari entro il 2023 secondo Markets and Markets.**



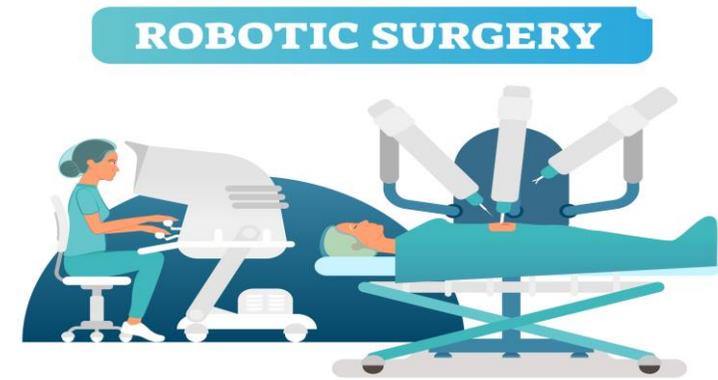
**Mercato Robot Telepresenza
312,6 Mln\$ al 2023**

Healthcare

- La chirurgia robotica è dominata da **Intuitive Surgical**, con il "**da Vinci Surgical System**".
- Robot assistenti personali come i modelli sviluppati da **Aldebaran** presto nei centri per anziani, in particolare nei paesi con popolazioni in rapido invecchiamento, come il Giappone.
- **Toyota** ha in via di sviluppo robot che possono operare in ambienti non strutturati e ambienti semi-strutturati, come ospedali e altre strutture di assistenza.
- Robot come **TUG di Aethon** stanno già spostando materiali lungo i corridoi di linoleum e i **Telepresence Robot** aiutano nell'insegnamento e a connettere i pazienti in aree remote con specialisti in tutto il mondo.
- La chirurgia assistita da robot è meno invasiva, più precisa e può aprire nuovi orizzonti per i trattamenti chirurgici. **Auris**, ad esempio, sta esplorando strumenti chirurgici non invasivi per i tumori del polmone e della gola. Più in generale, i robot può ridurre i costi sanitari automatizzando le attività operative riducendo potenzialmente gli errori.
- **Il mercato della robotica medica potrebbe valere 12,7 miliardi di dollari entro il 2025 secondo MarketsandMarkets.**



**Mercato Robot Telemedicina
12,7 Mld\$ al 2027**



Warehouse & Logistics

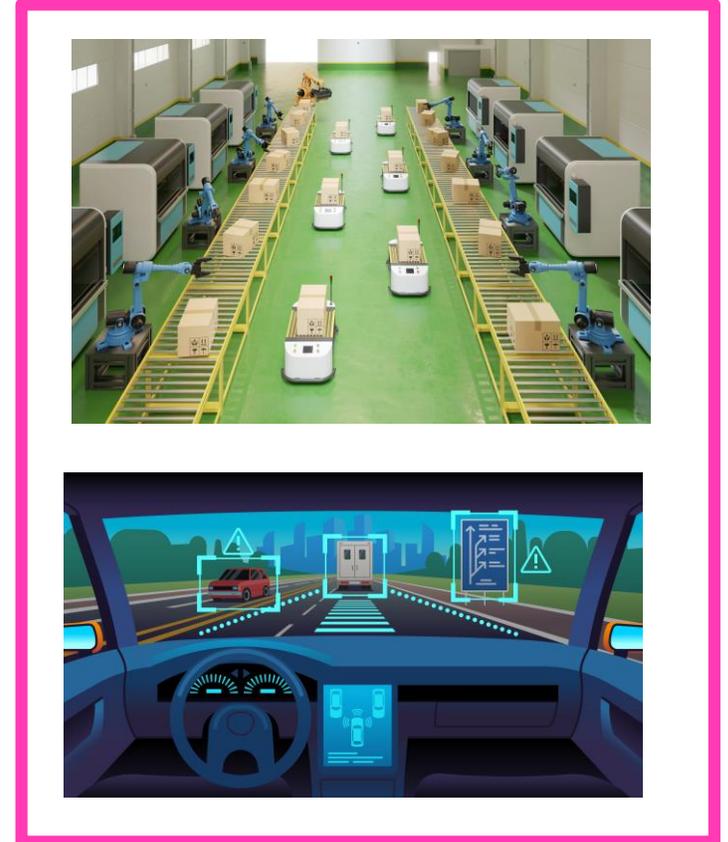
- L'automazione del magazzino e della logistica è quella a più alto impatto sul commercio globale in questo momento. Nel 2012, Amazon ha acquistato **Kiva Systems**, che produce sistemi di automazione per i magazzini, per 775 milioni di dollari. Amazon può offrire la consegna in giornata dei sistemi di automazione ai centri logistici.
- Kiva era il principale fornitore di soluzioni logistiche di magazzino e grandi aziende come Staples, Walgreens e Gap e L'acquisto di Kiva del 2012 ha lasciato un enorme buco da colmare. Ora diverse società di robotica stanno portando sul mercato prodotti logistici, confrontabili con quelli di Kiva.
- Le vendite mondiali di robot di magazzino e logistica hanno raggiunto il valore \$ 1,9 miliardi nel 2016. Entro il 2021, secondo una previsione della società di ricerca Tractica (ora OMDIA), **il mercato raggiungerà la cifra di 22,4 miliardi di dollari.**



Mercato Robot Magazzino e Logistica
22,4 Mld\$ al 2021

Veicoli a Guida Autonoma

- I veicoli a guida autonoma sono la tecnologia più di punta nella robotica in questo momento. Le Google Car sulle strade della California sono solo una delle applicazioni per la tecnologia di guida autonoma. **Il mercato globale di questi veicoli raggiungerà \$ 3,6 miliardi entro il 2025 secondo MarketsandMarkets.**
- Finora, i piccoli veicoli autoguidati hanno un impatto maggiore sul commercio poiché navigano abilmente nel mondo strutturato e ambienti semi-strutturati di fabbriche e magazzini, spazi che offrono meno casualità rispetto alla strada aperta per la movimentazione dei materiali.
- Swisslog (KUKA), Omron Adept, Clearpath Robotics, Vecna, Mobile Industrial Robots, SMP Robotics, Cimcorp Automation, Aethon, Locus Robotics, Fetch Robotics, Hi-Tech Robotic Systemz, Aviation Industry Corporation e Savioke sono alcuni attori
- Il più grande impatto iniziale sarà provengono da camion semi-autonomi. L'idea è che i camionisti a lungo raggio saranno in grado di indossare le loro attrezzature autopilota durante le autostrade, dove trascorrono la maggior parte del tempo, quindi riattiva la modalità operatore strade trafficate della città. La sicurezza è il più grande vantaggio. Insieme ad alcuni grandi attori tecnologici, quasi tutte le principali case automobilistiche sta perseguendo la tecnologia a guida autonoma.
- **Il mercato dei veicoli a guida autonoma e semi-autonoma potrebbe raggiungere i 77 miliardi di dollari entro il 2035 secondo Boston Consulting Group.**



Mercato AMR
3,6 Mld\$ al 2025



Mercato AMR e semi-
autonoma 77 Mld\$ al 2035

Veicoli a Guida Autonoma - Il Robot Netturbino e il Robot Poliziotto



<http://www.idriverplus.com/>

- **Idriverplus (v. immagine)**, un fornitore con sede a Pechino di veicoli senza conducente e sistemi robotici, fondata nel 2015 da ingegneri provenienti dalla Tsinghua University, hanno sviluppato un sistema operativo che sfrutta lidar, telecamere, radar e algoritmi per modellare ambienti, rilevare superfici stradali ed evitare ostacoli.
- Il team ha anche progettato un'unità di controllo del veicolo con sensori a ultrasuoni, unità di misura inerziale, GPS e sensori anticollisione che aiutano a posizionare e orientare i veicoli a guida autonoma di Idriverplus nello spazio.



- **Un robot della polizia sviluppato da Enova è stato schierato per pattugliare le aree di Tunisi**, per garantire che le persone stiano osservando il blocco del coronavirus.
- Se incontra qualcuno che cammina per le strade in gran parte deserte, si avvicina e chiede perché sono fuori.
- Devono quindi mostrare il loro documento d'identità e altri documenti alla telecamera del robot, in modo che gli agenti che lo controllano possano controllarli.

Droni

- I droni autonomi potrebbero presto seguire le truppe, combattere e servire come occhi nel cielo e infine condurre dettagliati missioni di sorveglianza e ricognizione. Ad oggi, drone l'utilizzo da parte del personale militare è in gran parte ricaduto nella categoria di schieramenti UAV "pilotati". L'uso di droni autonomi estende la flessibilità di schieramento di droni per operatori a terra.
- Siamo ormai alla quarta generazione della tecnologia dei droni secondo ABI Research che permette di avere flotte completamente autonome e gestite da sistemi centralizzati di comando e controllo. I dati del sensore e della telemetria vengono scambiati liberamente e in modo sicuro dai sistemi partecipanti.
- Gli usi civili dei droni sono molteplici dall' agricoltura di precisione alle Smart City per applicazioni di Public Safety, per riprese televisive e cinematografiche, per il controllo di asset remoti, per i recapiti di oggetti e materiali, per l'impiego nelle miniere e nella costruzione di edifici.



Mercato Droni WW
58,4 Mld\$ al 2026 (Markets&Markets)

I droni militari

- I droni militari sono velivoli teleguidati utilizzati per operazioni di ricognizione, sorveglianza e intelligence e, se armati, anche per missioni di attacco. Sono comandati via satellite da militari, seduti in cabine di pilotaggio distanti anche migliaia di chilometri.
- **Black Hornet** ed è un mini-elicottero “spia” di 18 grammi, con un’autonomia di volo di 25 minuti, dotato di telecamere in grado di riprendere a un chilometro di distanza per funzioni di pattugliamento.
- **Piaggio P1HH Hammerhead** è il primo drone militare realizzato interamente in Italia. Un velivolo senza pilota a bordo, equipaggiato per svolgere missioni di intelligence, sorveglianza e ricognizione.



Agrirobot

- Robot e droni possono essere efficacemente usati nell'agricoltura. Dai droni che monitorano e analizzano i raccolti, ai trattori automatizzati in grado di seminare, concimare e raccogliere.
- Le telecamere per droni agricoli e altri sistemi di monitoraggio agricolo sono un'estensione naturale all'utilizzo dei droni: riescono a coprire e osservare in modo autonomo vaste aree di terra in piccole quantità di tempo, consumando meno carburante riducendo i costi operativi.
- Alcune fattorie rurali in Cina stanno iniziando a utilizzare droni industriali per irrigare i raccolti in aree difficili da raggiungere. Il metodo si sta dimostrando più efficiente in termini di consumo di carburante rispetto al trasporto di lavoratori.
- ST Robotics è un'azienda attiva nel settore con robot che permettono la raccolta di fragole e asparagi anche di notte.



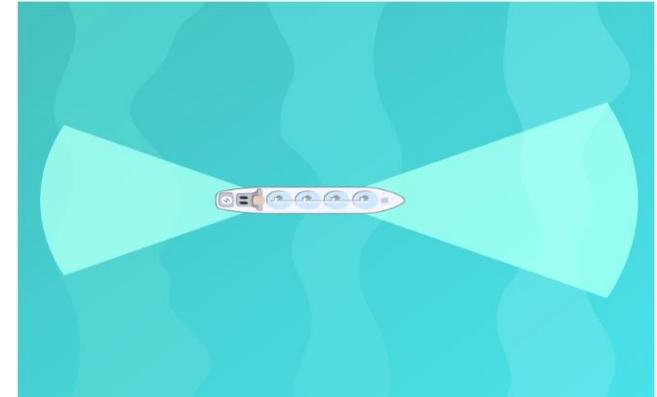
Il Cane Robot e il Robot Cowboy australiano

- Il **Cane Robot**, sviluppato da **Boston Dynamics (v. immagine)**, è dotato di “zampe” molto agili, adatte ad ogni tipo di terreno, di ottima vista (anche in notturna grazie ad infrarossi e sistemi di illuminazione smart) e rimane sempre in contatto da remoto con la centrale operativa, o anche con il singolo operatore in mobilità, tramite uno smartphone (la telecamera frontale restituisce sempre le immagini in real time). Si tratta di macchine da difesa e protezione di ambienti specifici ideali anche per terreni agricoli, impianti minerari, grandi impianti industriali, fabbriche e infrastrutture sensibili in generale.
- **SwagBot** è in grado di tenere sotto controllo i bovini (e potenzialmente le pecore) da solo e navigare con facilità su terreni accidentati, aiutando a guidare le mucche verso i pascoli e lontano da potenziali pericoli.



Le Navi telecomandate

- La compagnia chimica norvegese Yara International e il **gruppo tecnologico Kongsberg** lavorano al Yara Birkeland Autonomous Ship Project dal 2017, con l'intenzione di mettere in servizio una nave porta container elettrica e autonoma. Coprirebbe tre porti e 12 miglia nautiche nella Norvegia meridionale. La nave, dotata di vari sensori, tra cui radar, lidar e telecamere a infrarossi, ha un sistema di ormeggio automatico: l'attracco e il disarmo saranno effettuati senza alcun intervento umano. Lungo il percorso, i centri operativi saranno attrezzati per gestire le situazioni di emergenza da remoto e supportare il processo decisionale dell'IA di bordo.
- Nel 2021, **Promare**, un'organizzazione di ricerca ed esplorazione marina con sede negli Stati Uniti, invierà una nave senza equipaggio attraverso l'Oceano Atlantico sulla rotta che la Mayflower percorse 400 anni fa. La Mayflower Autonomous Ship (MAS) è alimentata principalmente da energia solare, con un generatore diesel a bordo come riserva. IBM alimenterà un "AI Captain" a bordo, con la nave che sfrutta l'edge computing, l'intelligenza artificiale e intelligenza di navigazione. Tutta l'elaborazione dei dati deve essere disponibile sulla nave perché una nave in mezzo all'oceano non può fare affidamento sui satelliti o sulla connettività cloud.



Gli Eso-scheletri

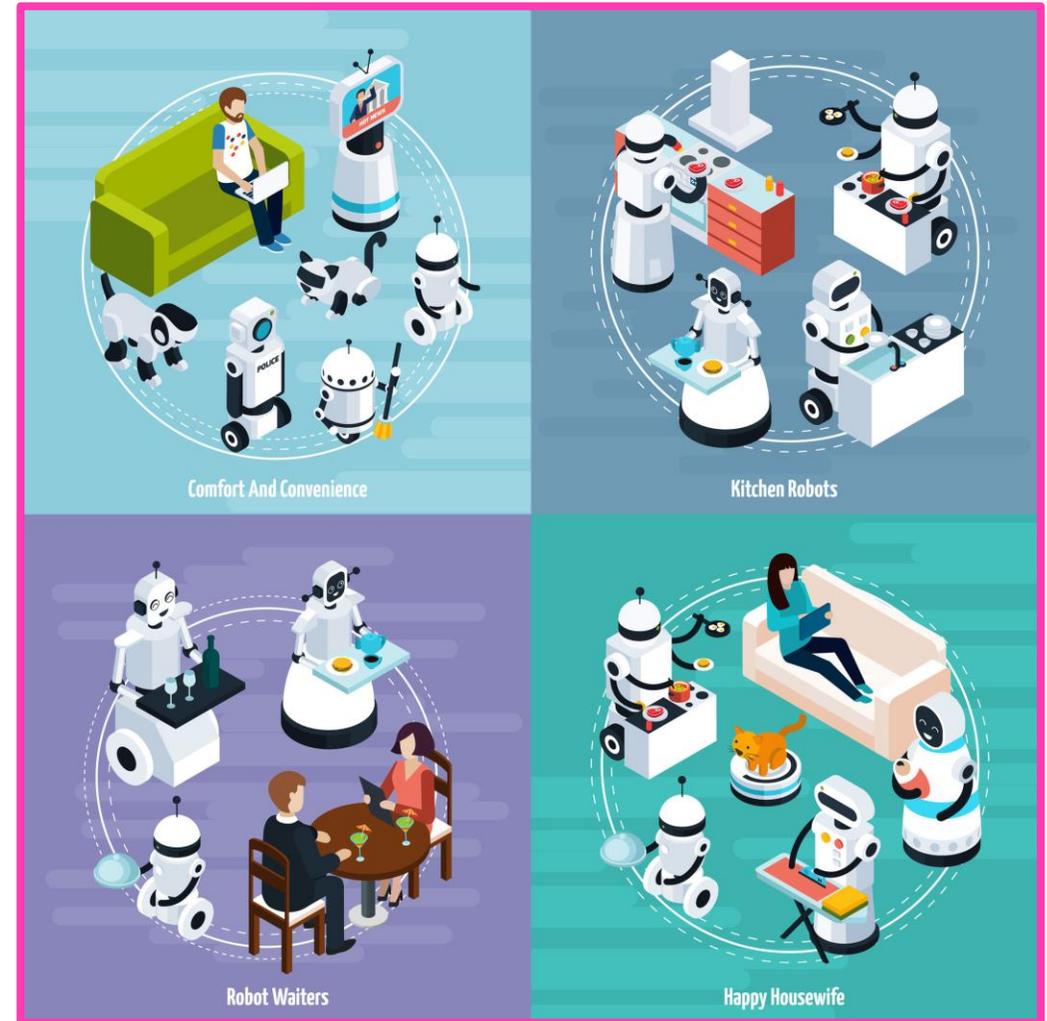
- Secondo un rapporto di **Grand View Research del 2020**, il mercato degli esoscheletri potrebbe valere **4,2 miliardi di dollari entro il 2027**. Forte crescita nell'assistenza sanitaria, dove gli esoscheletri potrebbero prevenire le lesioni del midollo spinale in settori come la manutenzione e l'ispezione di infrastrutture, la sicurezza e la gestione delle emergenze.
- **Comau** sviluppa **Comau Mate**, un esoscheletro meccanico che riduce l'affaticamento degli operatori. Il dispositivo è stato sviluppato in collaborazione con la start up **Iuvo**, spin-off di **bio robotica della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa**.



Mercato Esoscheletri
4,2 Mrd \$ al 2027

Home Robotics: Vesta di Amazon e il progetto «Everyday Robot» di Google

- **Amazon** ha già annunciato il suo **robot Vesta** che dovrebbe dare un «corpo» ad Alexa. Alexa fornirà la voce e il centro di controllo, Amazon Lex è un servizio per costruire interfacce interattive attraverso il riconoscimento del linguaggio naturale, Amazon Rekognition è un servizio di computer vision per analizzare immagini e video. AWS DeepLens è una video camera potenziata con il machine learning e infine Amazon SageMaker per costruire modelli di apprendimento.
- **Google** ha avuto una vita travagliata sul tema della Robotica. Acquisisce due Start-up nel 2013, Schaft e Boston Dynamics che rivende nel 2017 a SoftBank. L'iniziativa lanciata nel 2019 si chiama "**Everyday Robot Project**" perché, come suggerisce il nome, vuole costruire robot che possano assistere gli esseri umani in semplici compiti della vita quotidiana.



Home Robotics - iRobot e Xiaomi Roborock

- **iRobot ha annunciato Genius 1.0, una piattaforma che offre una serie di nuovi controlli alla gamma esistente di aspirapolvere dell'azienda.**
- Genius supporta la pulizia in base alle abitudini fornendo allo stesso tempo informazioni sulle prestazioni di pulizia dei robot. Sfrutta l'intelligenza artificiale per rilevare aree intorno a divani, tavoli, banconi della cucina che si sporcano più facilmente.
- Genius introduce anche una funzionalità di automazione basata sugli eventi e consente ai robot di individuare i tempi convenienti per iniziare o interrompere la pulizia. Tramite IFTTT e l'app Home, i proprietari possono configurare integrazioni con servizi e dispositivi basati sulla posizione come Life360 e le serrature August per consentire ai robot di dedurre quando la casa potrebbe essere vuota (o occupata).
- **Xiaomi Roborock è in grado di effettuare le pulizie e si integra con Amazon Alexa e Google Assistant.**



Home Robotics - Human Support Robot (HSR) e i Pet Robot

- **Stretch** è un robot mobile compatto, leggero ed economico dotato di un braccio telescopico. Aiuta le persone nelle case e nei luoghi di lavoro. Appartiene alla famiglia degli **HSR (Toyota)**; possono muoversi in casa, sorvegliare i membri della famiglia e recuperare oggetti.
- **Pepper (Softbank Robotics)** è un umanoide progettato per essere un compagno di casa e aiutare i clienti nei negozi al dettaglio. Parla, gesticola e sembra determinato a far sorridere tutti. Sin dal lancio del 2014 ha venduto 24.000 unità e SBR ha sospeso il progetto nel primo semestre del 2021. **Asimo di Honda** ha obiettivi simili.
- **Aibo (Sony)** è un **cane robotico** la cui personalità e comportamento evolvono nel tempo. È in grado di riconoscere il viso del proprietario, sorrisi e parole di lode. **Emiew 3 (Hitachi)** si muove a velocità umana e aiuta le persone. Può assistere i turisti smarriti negli aeroporti, dare una mano ai lavoratori in ufficio o salutare i clienti nei negozi al dettaglio.



Alcune iniziative delle Telco



📍 Annunci di collaborazione delle Telco

L'Ecosistema della Robotica Mondiale



Indice

#1

Lo Scenario

#2

Il mercato

#3

Gli effetti sull'economia e l'ambiente

#4

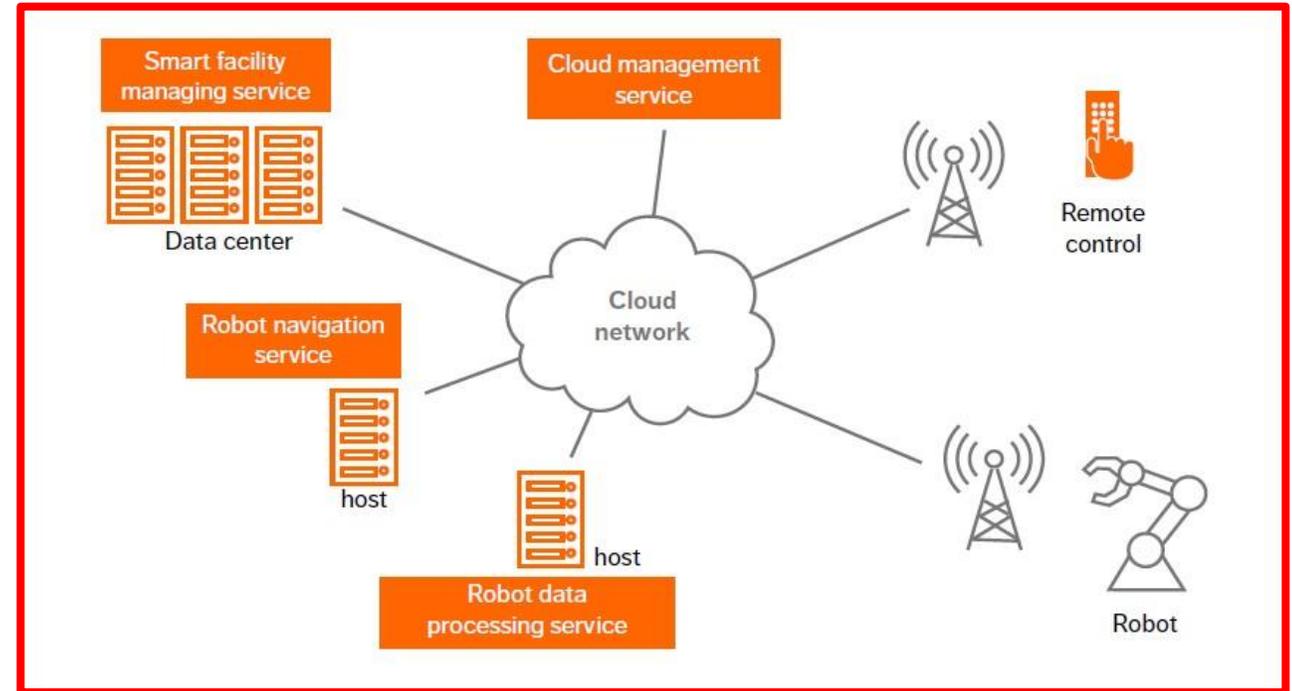
Use Case Book

#5

Le tecnologie

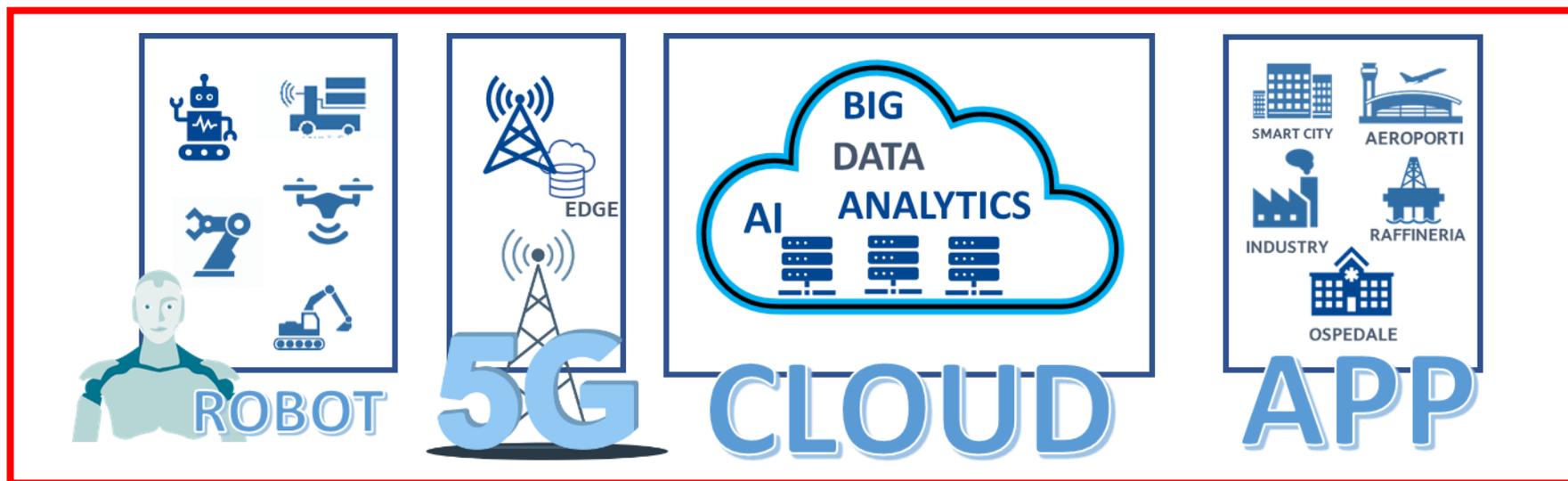
Cloud Robotics

- Cloud Robotics abilita il paradigma della "produzione intelligente", mettendo l'intelligenza dei sistemi nel cloud e la robotica semplificata sul campo. **I robot diventano "più leggeri, più economici e più intelligenti"**.
- La robotica del cloud potrebbe scaricare le attività pesanti della CPU su server remoti, basandosi su computer di bordo più piccoli che consumano minor energia. I robot potrebbero anche rivolgersi a servizi basati su cloud per espandere le proprie capacità.
- Cloud Robotics implementa la Separazione fisica dei sensori e i motori dal software di funzionamento (Masayuki Inaba - Università di Tokyo)



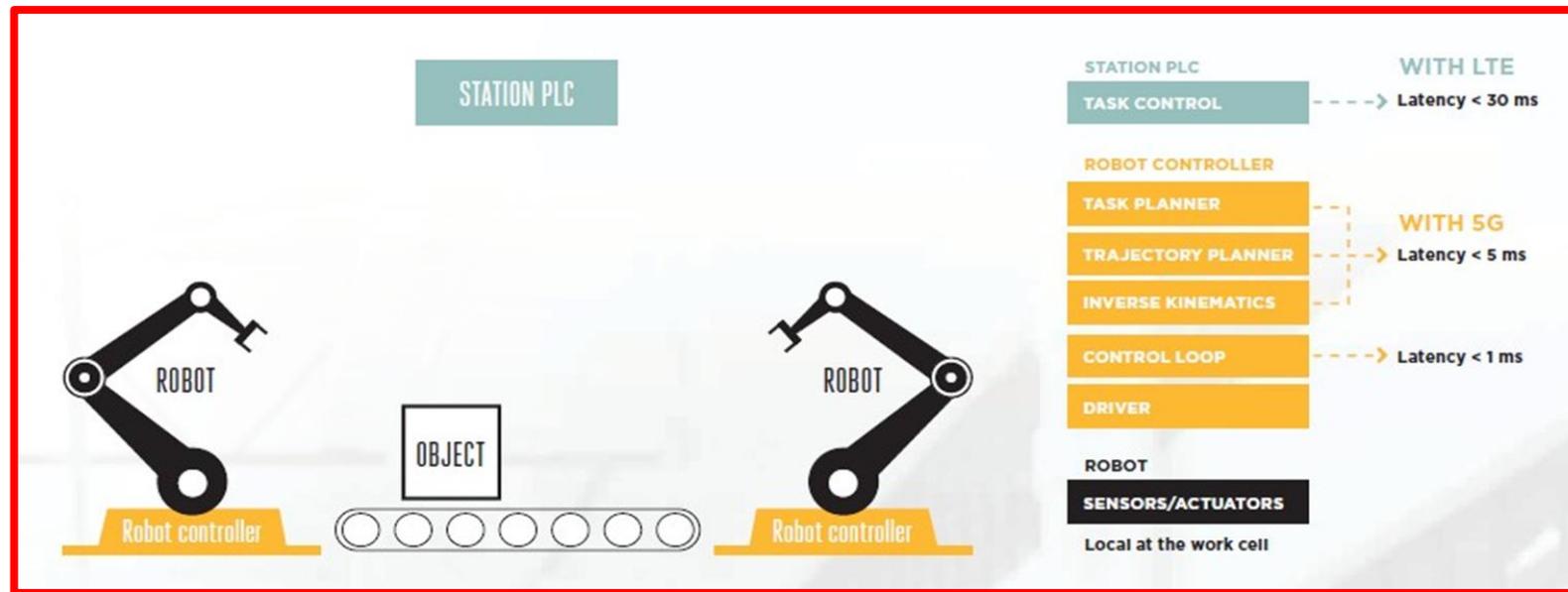
Cloud Robotics Platform degli OTT

- **Amazon Web Services (AWS)** ha rilasciato la piattaforma RoboMaker per fornire agli sviluppatori un ambiente centralizzato per creare, testare e distribuire robot con il cloud. RoboMaker funziona su Robot Operating System (ROS).
- **Microsoft** ha annunciato al ROSCon 2018 che sta lavorando con Open Robotics e il ROS Industrial Consortium (ROS-I) per portare il Robot Operating System (ROS) su Windows 10.
- **Google Cloud Robotic Platform** introdurrà una connettività sicura e robusta tra i robot e il cloud. Kubernetes è utilizzato per la gestione e la distribuzione delle risorse digitali. Stackdriver assisterà con i processi di registrazione, monitoraggio, avviso e dashboard. Gli sviluppatori avranno accesso alla gestione dei dati e alle funzionalità di intelligenza artificiale di Google, da Cloud Bigtable a Cloud AutoML.



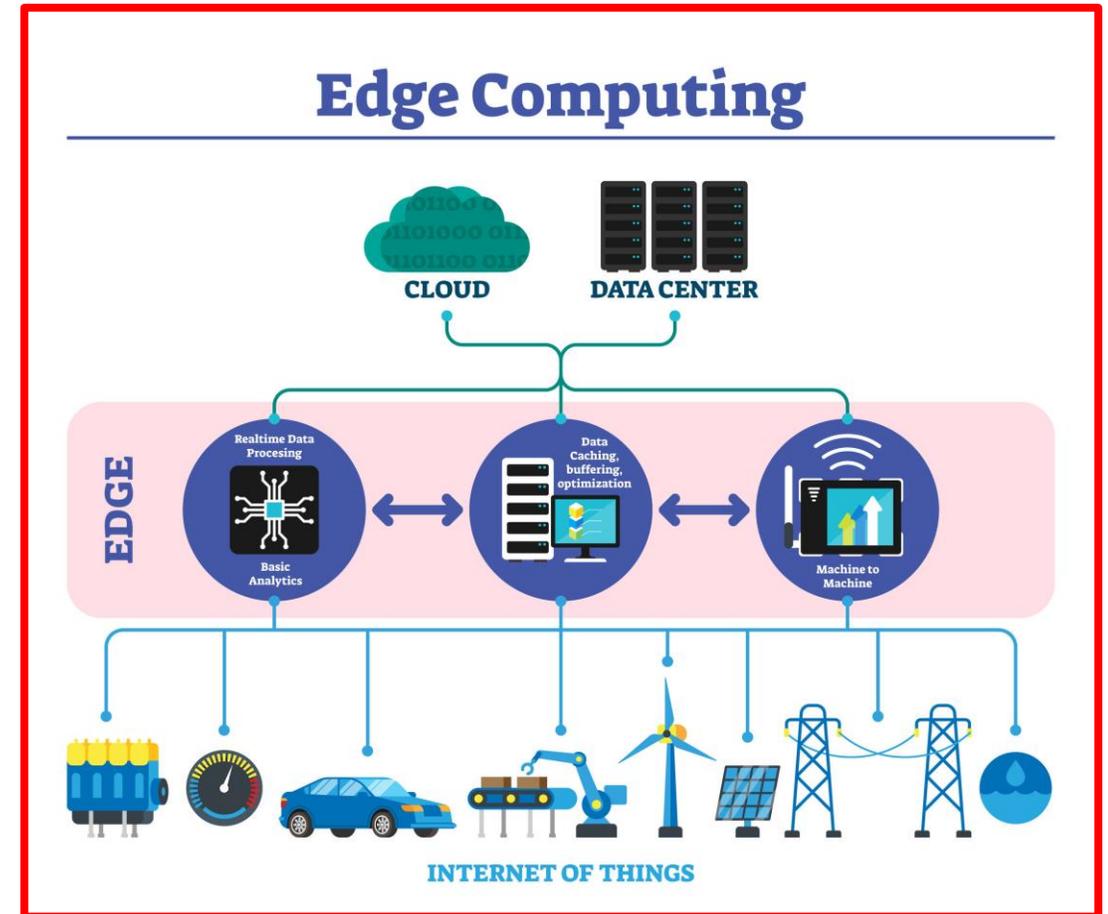
Il 5G e la Robotica Industriale

- Il 5G soddisfa i requisiti di connettività coniugando elevata banda di trasmissione, bassa latenza, elevata densità e ridotti consumi energetici. Può supportare **velocità fino a 20 Gbps**, migliaia di dispositivi e latenza a partire da 1 ms; può quindi competere con le opzioni di connettività cablata in termini di affidabilità, latenza, larghezza di banda e prevedibilità. Infine il 5G porta la mobilità e costi potenzialmente ridotti rispetto a un lungo lavoro di cablaggio.
- La **versione 16** standardizza il **5G-URLLC- bassa latenza ultra affidabile** per servizi con esigenze di latenza molto bassa come l'automazione robotica. La **versione 17 con il supporto del TSN e delle reti sensibili al tempo (lo standard ethernet che definisce i meccanismi per la trasmissione deterministica e prevedibile di dati limitati dal tempo e da perdite di dati accettabili)** sarà completata entro il 2021.
- Il 5G può fornire eMBB, mMTC e URLLC, ma non allo stesso tempo. Per esempio, non tutto lo spettro 5G è ugualmente adatto per fornire URLLC con latenza di 1 ms e per raggiungere questo obiettivo sarà necessario **l'edge computing**. L'abilitazione di 5G-URLLC influirà sull'efficienza dello spettro del 5G e in cascata su altre funzionalità; ad esempio, il numero di connessioni 5G-URLLC supportato da una cella 5G sarà inferiore a 100 anziché migliaia.



Edge Computing

- La crescita esponenziale del volume dei dati scambiati tra robot e cloud richiede una banda e capacità di rete non adeguati.
- **Edge Computing si riferisce ai calcoli che avvengono all "'Edge esterno" di Internet**, al contrario del Cloud Computing, dove il calcolo avviene in una posizione centrale. Edge Computing in genere viene eseguito vicino all'origine dati, ad esempio a bordo o adiacente a una telecamera collegata.
- Un'auto a guida autonoma è un esempio di applicazione dell' Edge Computing. Affinché le auto percorrano qualsiasi strada in sicurezza, devono osservare la strada in tempo reale e fermarsi se una persona cammina davanti all'auto. In tal caso, l'elaborazione delle informazioni visive e il processo decisionale avvengono all'Edge, utilizzando l'Edge Computing.



Overview delle Tecnologie On-Board

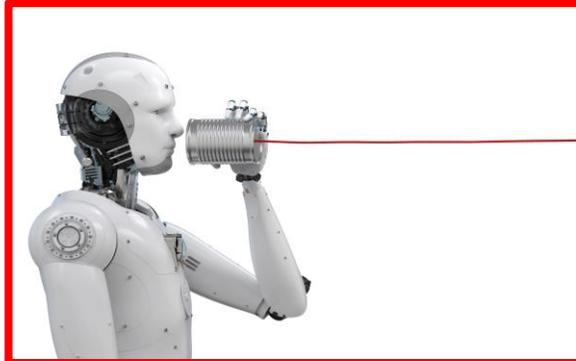
- **Robot Umanoidi, Braccia Robotizzate e Robot Mobili** sono le principali tipologie di robot attualmente utilizzate.
- Il **Robot Operating System (ROS)** è sistema operativo a bordo dei robot composto dall'insieme di librerie software e strumenti open source che aiutano a creare applicazioni robotiche.

Visione Artificiale



- Telecamere con o senza tecnologia aggiuntiva e sensori quali lidar, infrarossi o sonar.
- Applicazioni di robotica basate su immagini, come ispezione, sicurezza, controllo di processo, navigazione robotica, prevenzione degli ostacoli o applicazioni di guida.

Riconoscimento Vocale



- Il riconoscimento vocale si riferisce alla tecnologia in grado di elaborare e interpretare input o comandi vocali ed eseguire un'azione fisica o rispondere utilizzando la voce o il parlato.

Controllo Gestuale



- Si riferisce all'uso specifico dei movimenti fisici della mano o del corpo come input di controllo o comando per un robot. Il controllo dei gesti potrebbe utilizzare input basati sulla visione artificiale o basati sui muscoli per eseguire il gesto.

Sensori Tattili



- Si riferisce a un sensore in grado di misurare le informazioni derivanti dall'interazione fisica con l'ambiente. I sensori tattili vengono utilizzati per scopi di sicurezza e sicurezza fisica, per controllare i movimenti robotici o per ricreare il tocco e la destrezza umani in un braccio robotico.