

Robotica

Robotica I: Marco Gabiccini*

Robotica II: Antonio Bicchi**

* Dipartimento Ing. Meccanica, Nucleare e Produzione, Università di Pisa
Ufficio 4° piano, Tel.:050-221.8076, Fax: 050-221.8065

Email: m.gabiccini@ing.unipi.it

Ricevimento: iscriversi nel modulo in bacheca fuori dal mio ufficio

** Centro Interdipartimentale di Ricerca “E. Piaggio”, Università di Pisa
Tel.: 050-2217-060 (Segreteria: 050-052) Fax: 050-2217-051

Email: bicchi@ing.unipi.it

Ricevimento: Martedì 15.00–17.30

Dispense del Corso di Robotica I

(slide in .pdf) scaricabili da:

<http://www2.ing.unipi.it/~a011181/robotica.html>

Robotica I – informazioni

Primo periodo

- 12 settimane [29.09.08 – 20.12.08]

Corsi di Studio

- Laurea Spec. Ing. Automazione, 5 ore settimanali, 5 crediti assegnati
- Laurea Spec. Ing. Meccanica, 5 ore settimanali, 6 crediti assegnati
in questa versione in corso è denominato “Controlli Automatici”

Orario e Aule

- Robotica I – Mar 14.30-17.30 SI5 e Mer 11.30-13.30 A32

Collaboratori al Corso

- Ing. Andrea Bracci (PhD), ufficio 2° piano DIMNP (Sala Dottorandi)
- orario di ricevimento da concordare
- Contatti: Tel. 050-221.8020, Email: andrea.bracci@ing.unipi.it

Testi consigliati – Robotica I

Aspetti tipici della robotica

- B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo [Univ. Napoli & Roma]
“**Robotica Industriale**”, Mc-Graw Hill, Terza edizione 2007
- R. Murray, Z. Li, S. Sastry [Caltech & Berkeley, CA]
“**A mathematical introduction to robotic manipulation**”, CRC Press, 1994
- M. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar [Univ. of Illinois, IL]
“**Robot Modeling and Control**”, Wiley, 2006
- M. Spong, M. Vidyasagar [Univ. of Illinois, IL]
“**Robot Dynamics and Control**”, Wiley, 1989
- Choset, Lynch, Hutchinson, ... [Carnegie Mellon Univ., Pittsburgh, PA]
“**Principles of Robot Motion**”, The MIT Press, 2004
- Lung-Wen Tsai [Univ. of Maryland, MD]
“**Robot Analysis**”, Wiley-Interscience, 1999

Complementi per dinamica vincolata

- A. Shabana – “**Computational Dynamics**”, 2nd ed. Wiley, 2001
- A. Shabana – “**Dynamics of Multibody Systems**”, 3rd ed., Cambridge, 2005

Automazione

Per **automazione** si intende l'insieme di tecnologie volte a implementare sistemi che operino in modo autonomo, e che siano in grado di:

- sostituire l'uomo nelle molteplici attività da lui svolte (specie quelle ripetitive, nocive o ad alto rischio);
- realizzare attività che l'uomo è impossibilitato a svolgere (esplorazione sottomarina o spaziale, ambienti contaminati, etc.).

Il termine attività è da intendersi in senso lato, come attività fisica ma anche intellettuale svolta nei più variegati settori: si pensi ad esempio alla cosiddetta "office automation".

Robotica

La **robotica** è quella parte della automazione che si occupa del **controllo intelligente di sistemi meccanici complessi**.

Le applicazioni della robotica sono molteplici, ma possono essere divise in due grandi categorie:

- robotica industriale
- robotica di servizio

La robotica industriale, volta prevalentemente a rendere più economici i processi di produzione di manufatti, rappresenta il settore di tradizionale sviluppo della robotica a partire dagli anni 60 circa, ed è tuttora di grande importanza, soprattutto per la crescente penetrazione in settori industriali che sinora non hanno raggiunto un livello di automazione elevato.

Automazione Industriale

L'insieme di tecnologie rivolte ad utilizzare sistemi *Meccanici*, *Elettronici* ed *Informatici* per il controllo e per la produzione nelle industrie formano l'**automazione industriale** (detta anche automazione del processo di produzione industriale).

Si può effettuare una **classificazione dell'automazione industriale** prendendo come base di ripartizione le metodologie produttive:

Automazione Rigida:

Caratteristiche dei processi:

- Produzione in serie di *grossi lotti* di prodotti aventi caratteristiche costanti;
- Sequenze fisse di operazioni da eseguire molte volte.

Caratteristiche delle macchine (atte ad implementare il processo di automazione rigida) sono:

- architettura meccanica monoscopo ed altamente specializzata, progettata per operare una sola tipologia lavorativa con ottimizzazione dei tempi della produzione;
- sistema di controllo dedicato, realizzato mediante PLC o tecniche cablate, solitamente con modesta o nulla capacità di riprogrammazione per altre attività.

Automazione Industriale

Automazione Programmabile

Caratteristiche dei processi:

- Produzione di *piccoli e medi* lotti di prodotti con caratteristiche variabili;
- Molteplici sequenze di operazioni di diverso tipo;

Caratteristiche delle macchine:

- architettura meccanica versatile, progettata per operare su oggetti diversi appartenenti alla stessa tecnologia di gruppo;
- sistema di controllo riprogrammabile e/o adattivo.

Automazione Industriale

Automazione Flessibile

Caratteristiche dei processi:

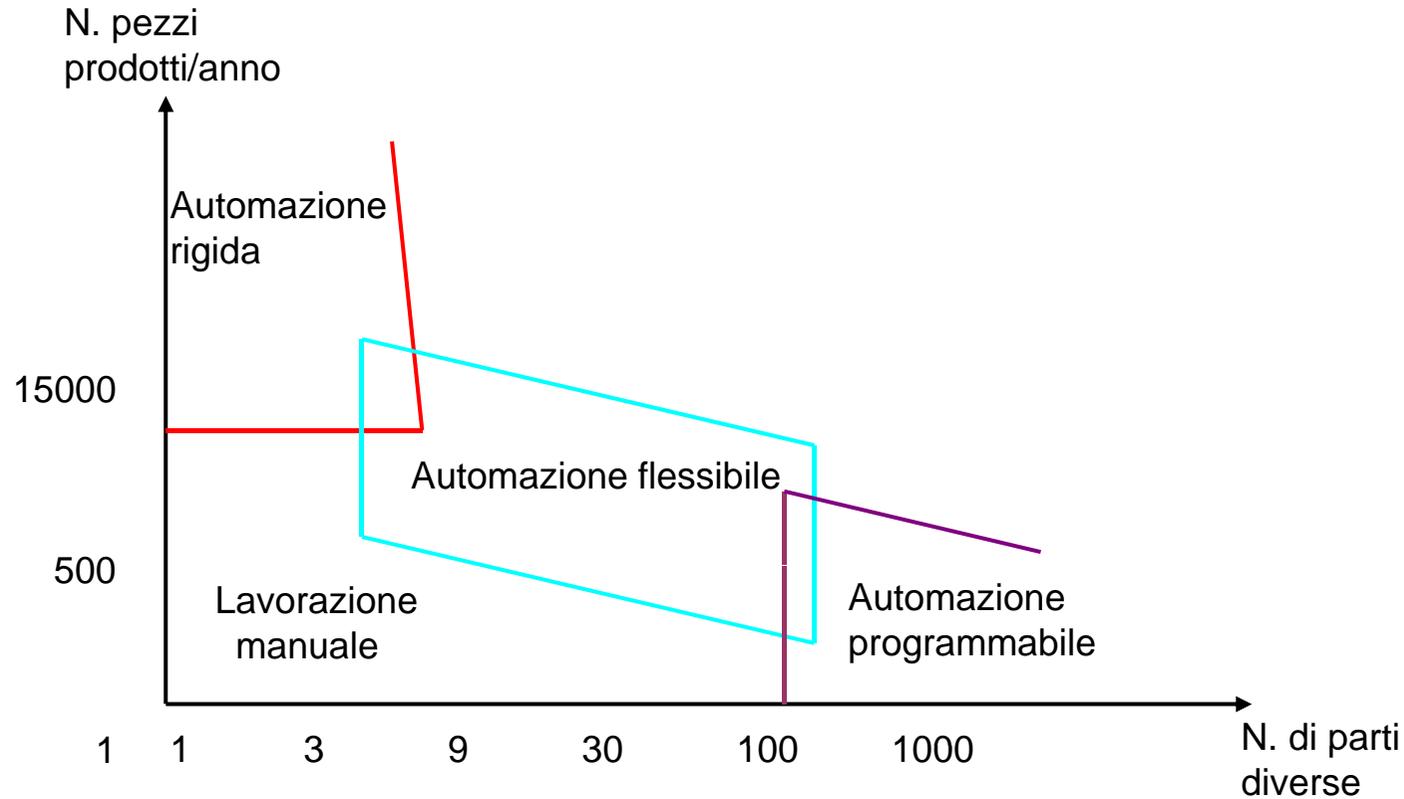
- Produzione su *richiesta di lotti di dimensione variabile* caratterizzati da prodotti diversi;
- Richieste di elevati ritmi di produzione;
- Lavorazioni che richiedono tecnologie sofisticate;
- Logistica interna e di magazzino.

Caratteristiche delle macchine:

- architettura meccanica altamente versatile, progettata per operare su oggetti diversi caratterizzati da diverse tecnologie;
- sistema di controllo riprogrammabile;
- alta integrazione con il sistema informativo aziendale.

Automazione Industriale

- Diverse tipologie di automazione (valori indicativi)



Tipologie di automazione industriale

I Robot Industriali

Per quanto detto, il robot industriale assumerà delle caratteristiche peculiari nello svolgimento dei vari compiti, in dipendenza della tipologia di automazione che viene implementata.

Ad esempio, una macchina per l'automazione rigida dovrà essere predisposta per effettuare solo determinati tipi di compiti, che rimarranno sempre fissi nel corso della sua esistenza, ottimizzando però la velocità di esecuzione.

Di contro, un robot adatto per l'automazione flessibile è chiamato a svolgere compiti sempre diversi e quindi la sua struttura (meccanica e/o di programmazione) deve essere estremamente flessibile.

Compiti dei Robot

Movimentazione (o trasporto):

In questa categoria rientrano tutte le applicazioni nelle quali il robot non esegue direttamente una operazione sui pezzi prodotti, ma piuttosto provvede a movimentarli tra le macchine operatrici nell'ambito di una cella di lavorazione. Tipici compiti di trasporto sono elencati di seguito:

- pallettizzazione (disposizione di oggetti in maniera preordinata su un opportuno supporto raccoglitore);
- movimentazione di pallets e logistica;
- carico e scarico di magazzini;
- carico e scarico di macchine operatrici e macchine utensili.



Compiti dei Robot

Manipolazione:

Si divide in due sottocategorie:

Lavorazione

Questa categoria comprende tutte le operazioni che il robot esegue con un attrezzo sui prodotti. Alcune operazioni:

- la saldatura ad arco e a punti;
- il taglio;
- la verniciatura;
- la fresatura e la foratura, etc.

Assemblaggio

Le operazioni di assemblaggio costituiscono un'area di impiego che ha avuto una grossa espansione nel corso dell'ultima decina di anni e che è tuttora in forte crescita. Si possono elencare operazioni quali:

- assemblaggio di gruppi meccanici ed elettrici;
- montaggio di schede elettroniche;
- avvitatura;
- cablaggio.

Compiti dei Robot

Misura:

Alcuni tipici compiti di misura sono elencati di seguito

- rilevamento di profili;
- collaudo dimensionale;
- ispezione per le valutazioni di qualità dei prodotti e per l'individuazione di difetti di fabbricazione;

Per implementare i diversi compiti, il robot viene solitamente coadiuvato da appositi macchinari (automatici o semiautomatici), quali ad esempio macchine per il taglio (a controllo numerico, CNC) o per l'approvvigionamento dei materiali, o per il cambio degli tensili.

L'insieme delle macchine utilizzate in un processo o gruppo di sottoprocessi costituisce la cosiddetta cella di lavoro.

I Robot Industriali

E' di fondamentale importanza garantire una efficiente organizzazione della cella stessa. Le configurazioni più usate sono:

- **CELLA CON ROBOT CENTRALE:** le macchine per la lavorazione circondano il robot, il quale provvede tipicamente a caricarle e scaricarle.
- **LINEA DI LAVORAZIONE:** uno o più robot sono collocati lungo una linea di trasporto. La linea trasporta i pezzi su cui effettuare la lavorazione, e ciascun robot esegue una lavorazione o un assemblaggio sui pezzi.
- **CELLA CON ROBOT MOBILE:** il braccio del robot è posto su una piattaforma che lo trasporta in diverse posizioni della cella per compiere diverse operazioni. Adatto per situazioni in cui un solo robot deve servire molte macchine.
- **VEICOLI AUTONOMI (AGV):** il robot è costituito da un veicolo mobile che movimentata i pezzi e/o le attrezzature di lavoro all'interno di una larga cella flessibile di lavoro, dotata di molte macchine CNC e di magazzini. Il robot non è in generale dotato di capacità di manipolazione, ma solo di trasporto (e localizzazione accurata). Alcune realizzazioni avanzate di questo tipo vengono dette "fabbriche automatiche".

Esempio di linea di lavorazione



COMAU Hannover.avi

Automazione dei Servizi

- Esplorazione

Esempi:

Sottomarina



Spaziale



- Mars rovers
(Spirit & Opportunity
realizzati dalla NASA come
discendenti del Pathfinder)

Vulcanica

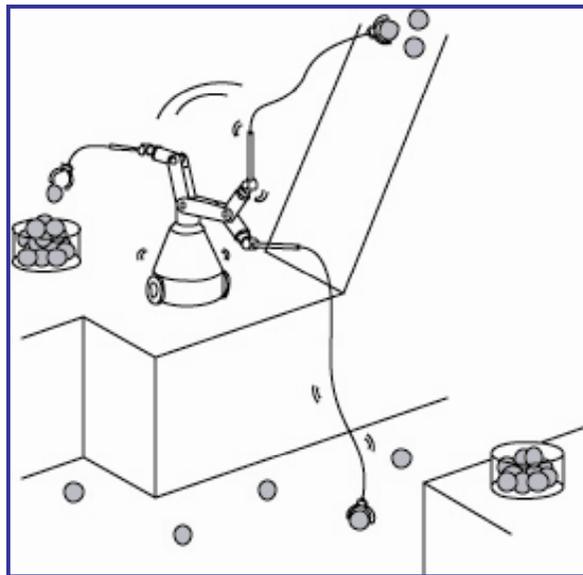


- Robovolk
(ideato per effettuare rilievi
geologici, foto e video sull'Etna)

Casting Manipulation



La *Casting Manipulation* è stata ideata e sviluppata in collaborazione con l'AIST di Tokyo (*Hitoshi Arisumi*).



[Video 1 \(Casting\)](#)

[Video 2 \(Feedback Casting\)](#)

Peculiarità: l'ultimo elemento della catena cinematica è un cavo a cui è collegato l'end-effector.

L'end-effector viene lanciato proprio come nella fly-fishing.

Obiettivo: manipolazione in ambiente ostile.

Automazione dei Servizi

- Domotica

Alcuni esempi: tosaerba, aspirapolvere, etc.



•Greylands (Siemens)



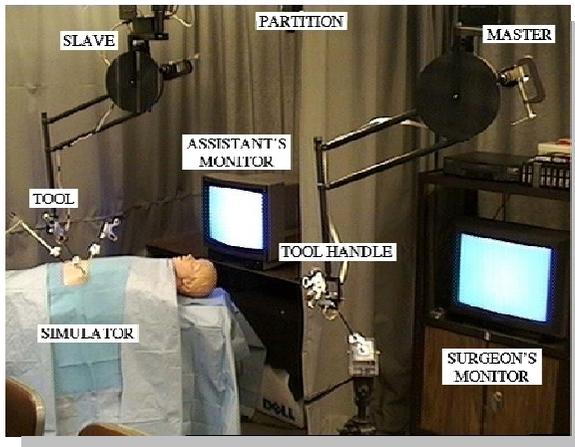
•Sinus (Siemens)



Electrolux

Automazione dei Servizi

- **Biomedica**
Riabilitazione,
Applicazioni chirurgiche,
Teleoperazioni,



- Teleoperazioni



- Riabilitazione (Video)



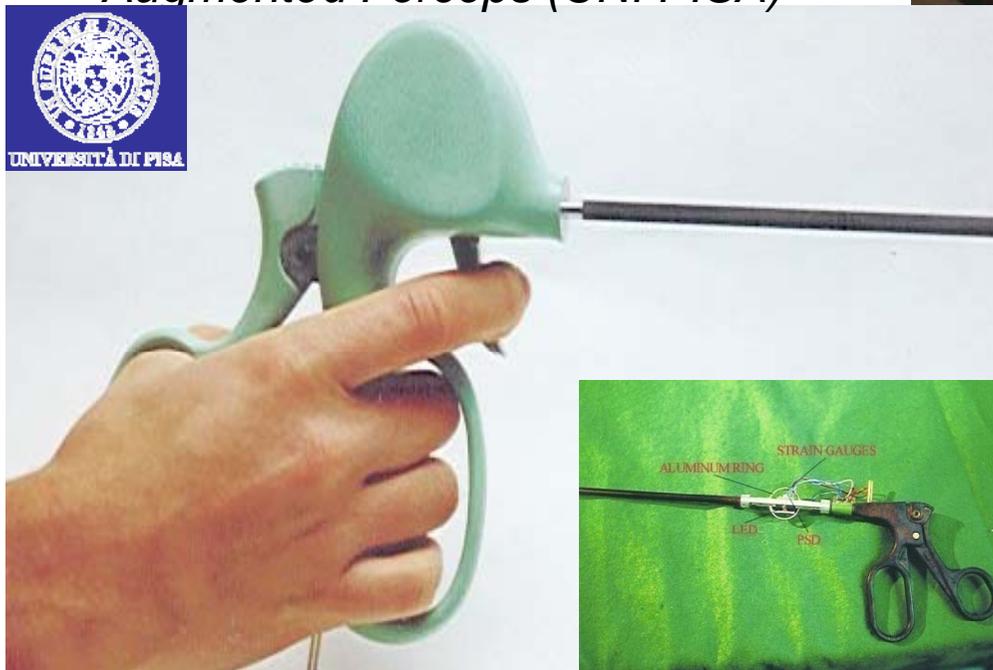
- Telepresenza

Automazione dei Servizi

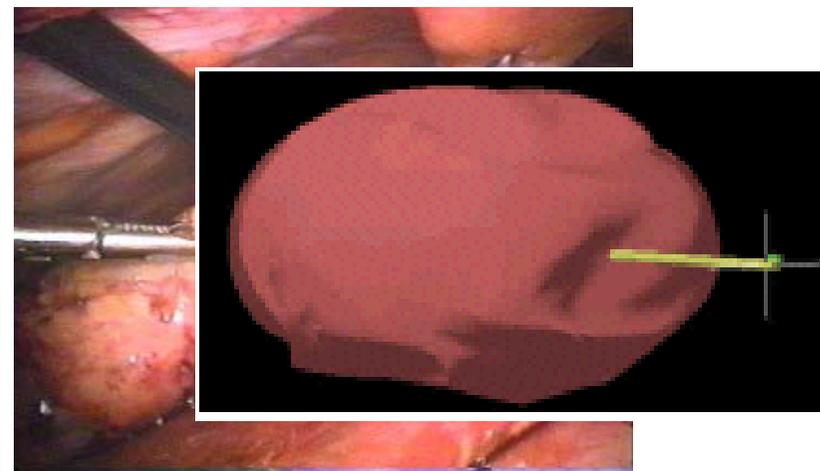
- Robotica Biomedica
Chirurgia Minimamente Invasiva



Augmented Forceps (UNI PISA)



Il sistema "DaVinci" di
INTUITIVE Surgical



Automazione dei Servizi

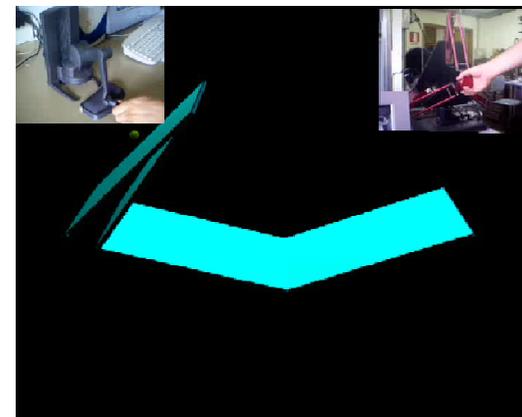
- **Addestramento, Intrattenimento e Giochi**
Interfacce Aptiche, Realtà Virtuale, Telepresenza



• Phantom (Sensable Co.)



• Delta (Force Dimension)



• Interazione di forza tra utenti
(UNI PISA)



Automazione dei Servizi



Haptic Workstation
Immersion
(VIDEO)

Automazione dei Servizi

- Robot che cooperano intimamente con l'uomo
Manipolazione fine, spostamento carichi, human extenders



Robonaut (Video)
JPL, NASA Jet Propulsion Laboratory



Justin (Video)
DLR, Germany's Aerospace Research Center and Space Agency



BLEEX (Video)
University of California at Berkeley



Automazione dei Servizi

La necessità di garantire allo stesso tempo *sicurezza e prestazioni* per i manipolatori che cooperano con l'uomo sta portando alla nascita di una nuova generazione di meccanismi che presentano *impedenza meccanica variabile* ai giunti e/o distribuita nella struttura.

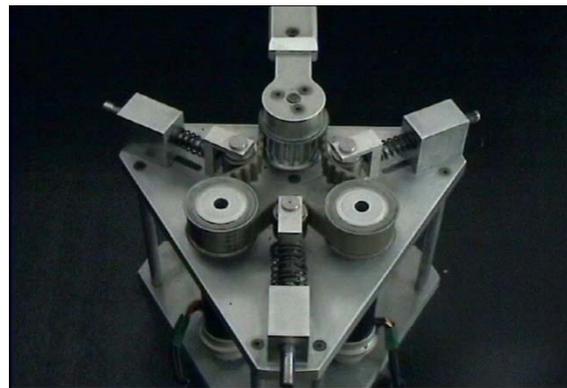


UNUPI Soft Arm
[\(Video\)](#)



Paradigma ottimo (Variable Impedance Actuation, VIA):

- Moto lento → meccanismo rigido
- Moto veloce → meccanismo cedevole



Variable Stiffness Actuator
Trajectory tracking
[\(Video\)](#)

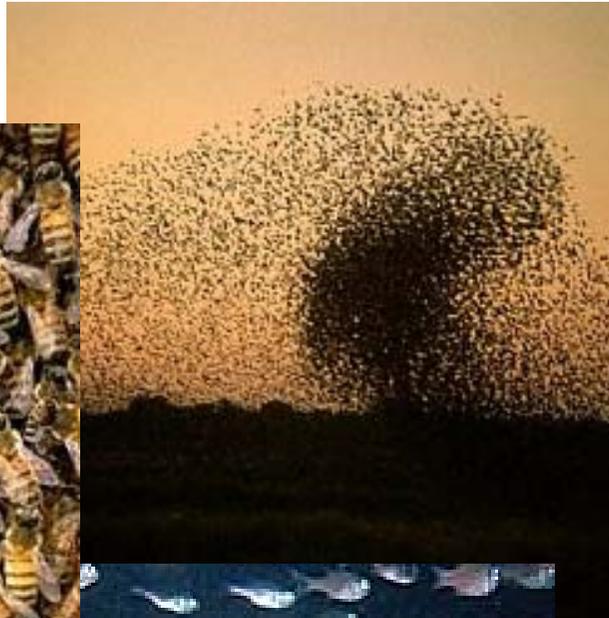
Variable Stiffness Actuator
Safe impacts
[\(Video\)](#)



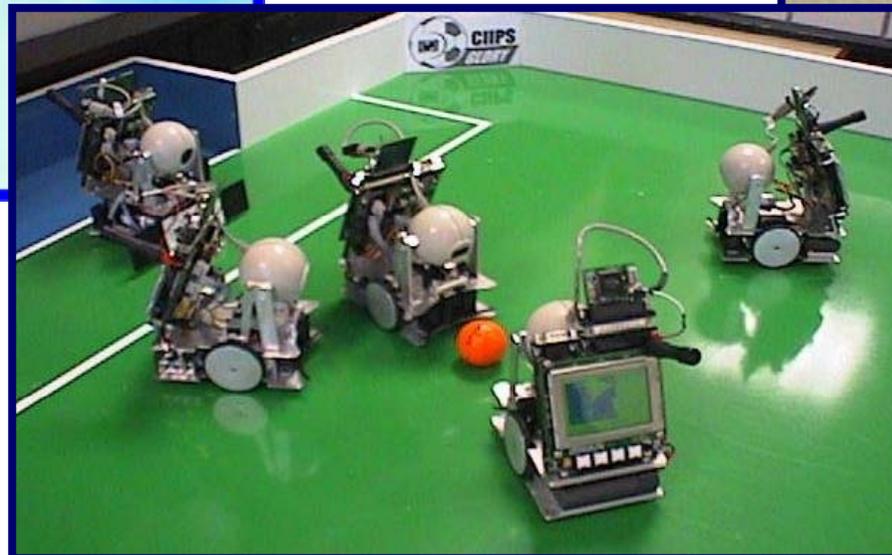
Robot Multipli

- Più robot possono fare meglio di uno solo, ad es., per operazioni di ricerca e recupero, esplorazione, sorveglianza
- Si riducono gli effetti dei guasti
- Approcci collaborativi e competitivi
- Come far emergere funzioni globali da (semplici) leggi autonome?
- Ispirazione dal mondo animale

Sciami, stormi, mandrie...

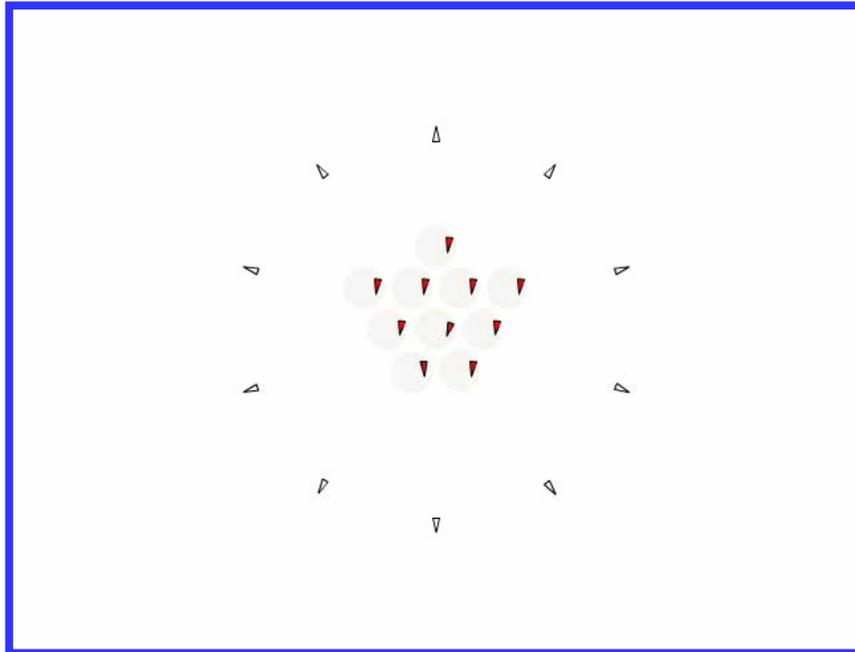


Formazioni

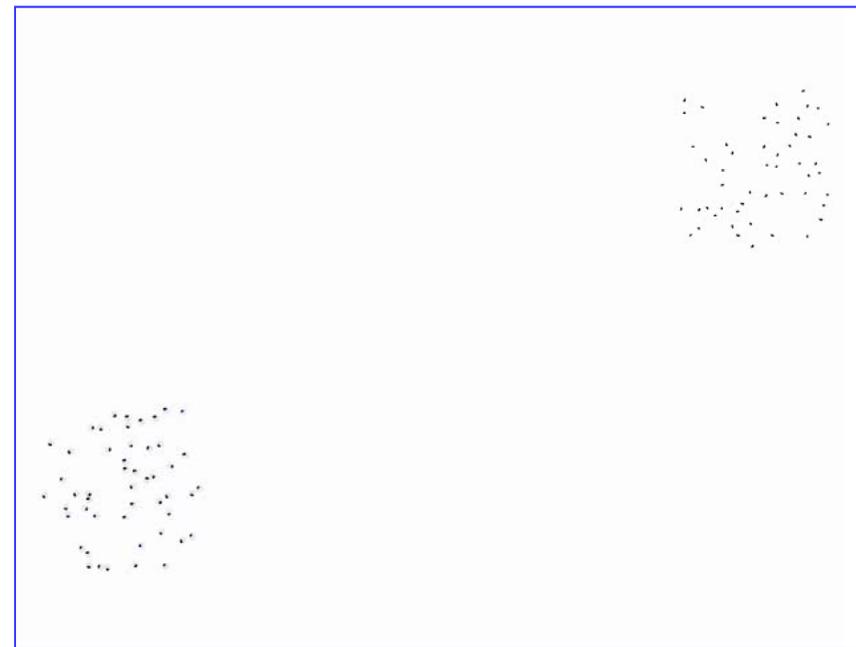


Sistemi multiagente

Problema esemplare: Esplorazione/Navigazione multi-agente →
evitare collisioni con leggi di guida autonome!



Simulazione (Video)

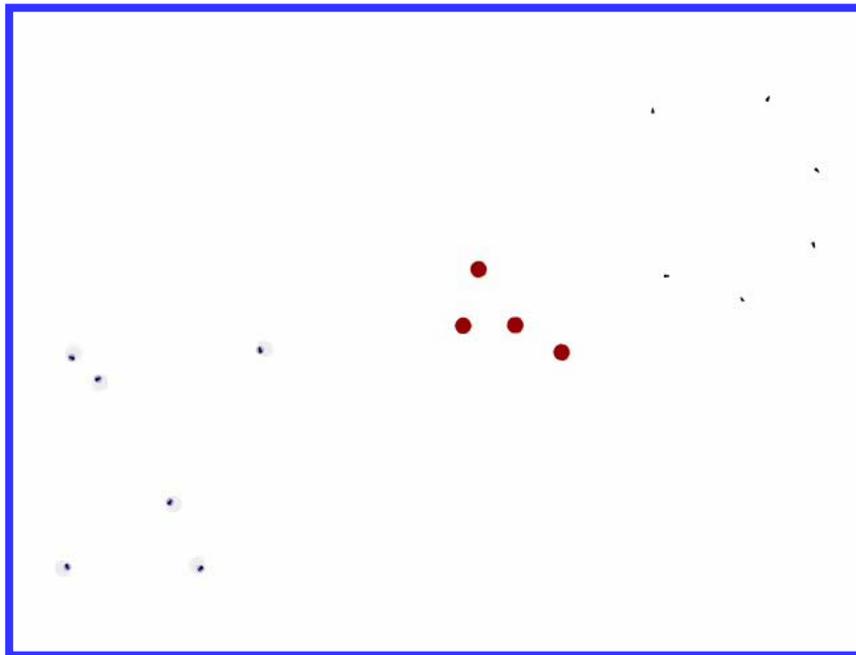


Swarm (Video)

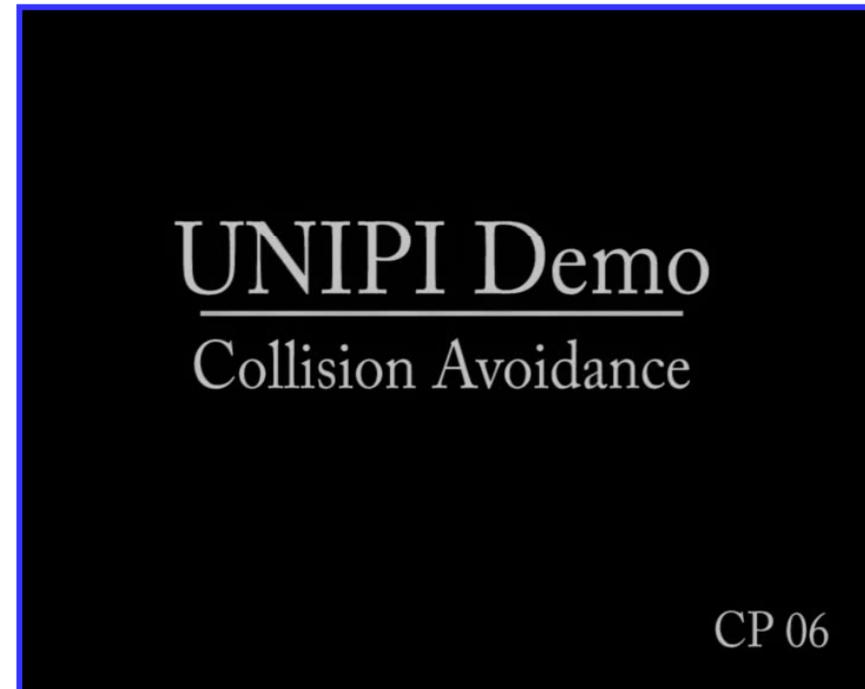
Sistemi multiagente

Problema esemplare: Esplorazione/Navigazione multi-agente → evitare collisioni!

Obstacles avoidance (Video)



Risultati sperimentali (Video)



Elementi dei Robot

Caratterizzazione generale dei robot

Un robot è costituito in generale da:

- una struttura meccanica
- attuatori
- sensori
- sistema di controllo

Elementi dei Robot

Attuatori

Gli attuatori si possono dividere in tre grandi categorie:

- *Attuatori Elettrici*
- *Attuatori Idraulici*
- *Attuatori Pneumatici*

I Robot Industriali: Attuatori

Attuatori Elettrici

Utilizzati nel 50% circa dei casi.

Vantaggi:

- velocità e precisione;
- possibilità di utilizzare sofisticati algoritmi di controllo;
- di facile reperibilità e relativamente basso costo;
- semplicità di impiego;
- ridotte dimensioni e peso.

Svantaggi:

- la necessità di impiegare di un riduttore con conseguente imprecisione, ingombro e aggravio dei costi;
- la potenza disponibile è limitata.



•Motori cc.



•Motori passo-passo



•Motori brushless

I Robot Industriali: Attuatori

Attuatori Idraulici

Utilizzati nel 35% circa dei casi.

Vantaggi:

- grande capacità di carico;
- grande velocità;
- una volta in posizione, la configurazione è mantenuta a causa della incomprimibilità dell'olio;
- possibilità di avere un controllo accurato;

Svantaggi:

- costi relativamente elevati per piccole dimensioni;
- rumorosità e problemi per perdite di olio;
- maggiore ingombro



I Robot Industriali: Attuatori

Attuatori Pneumatici

utilizzati nel 15% circa dei casi.

Vantaggi:

- relativamente basso costo;
- alta velocità.

Svantaggi:

- limitata accuratezza(per la comprimibilità dell'aria)
- rumorosità e perdite;
- necessità di filtri per l'aria ed esigenze di manutenzione.



I Robot Industriali: Sensori

Sensori

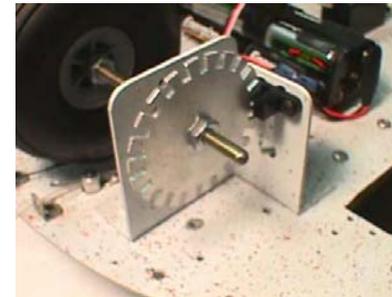
Si possono suddividere i sensori in due classi principali: sensori propriocettivi ed eteroce

ttivi in grado di misurare grandezze proprie del robot, come la posizione o la velocità dei giunti o delle ruote.

Principali tipi:



Potenziometri



Encoder



Resolver

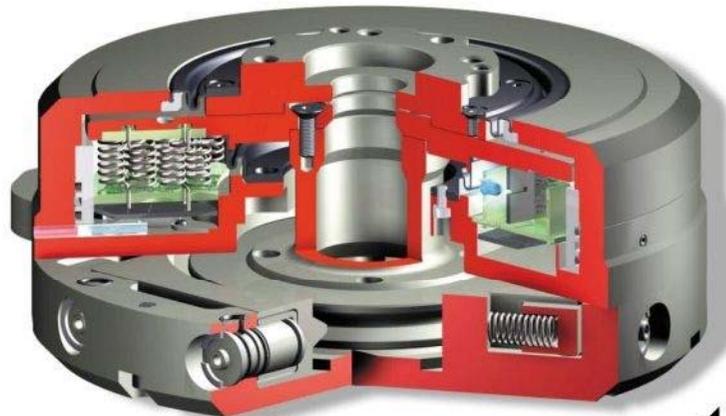


Dinamo tachimetriche

I Robot Industriali: Sensori

Sensori **eterocettivi** in grado di misurare grandezze dell'ambiente in cui il robot opera, come la temperatura, la distanza da ostacoli, la posizione/orientamento degli oggetti da manipolare, ecc., ovvero le forze che sono scambiate tra il robot e l'ambiente:

- Sensori di forza/coppia;



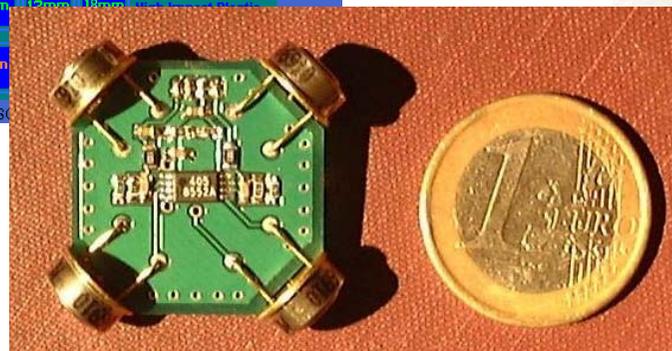
Sensori di Prossimità e Distanza



- Magnetici
- Infrarossi
- Capacitivi
- Ultrasuoni

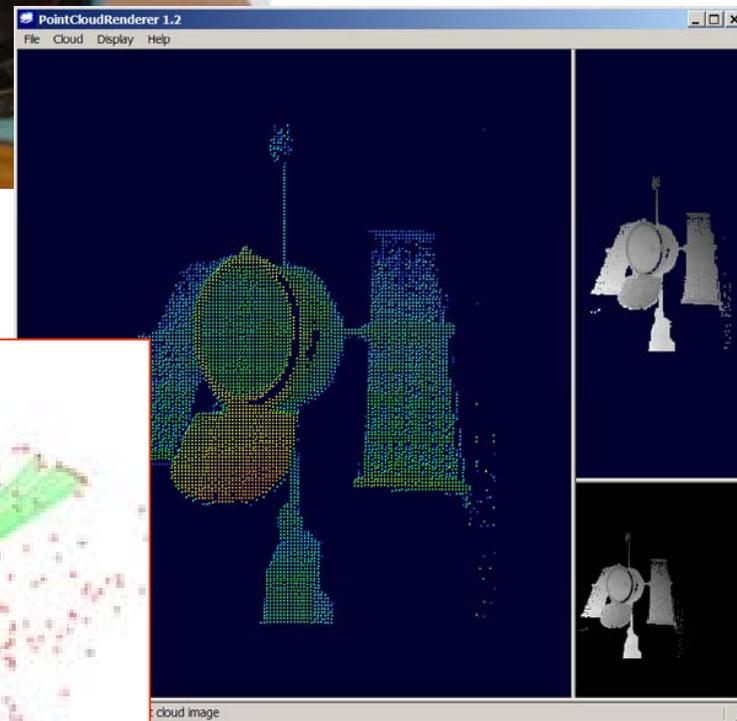
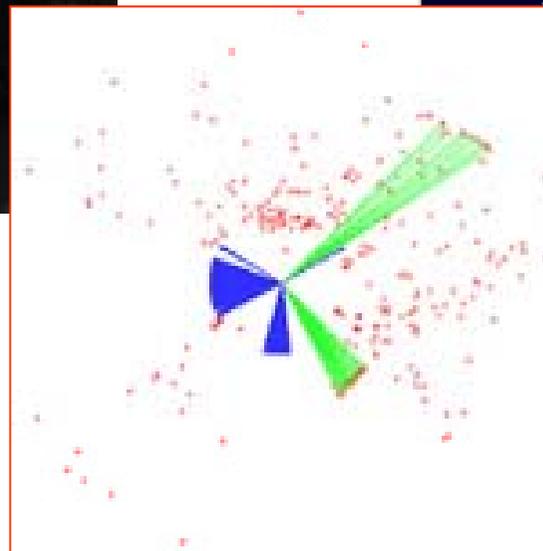


	Form = Sealed wire	Maximum Range Unshielded.
D. C. Models unshielded	8mm 12mm 18mm	High impact plastic tip.
A. C. Models unshielded	8mm 12mm 18mm	Epoxied-in Wire liquid tight operation
Unshielded Proximity Sensors with Epoxied-In (Liquid-tight) Wire.		
	Form = Sealed wire	Precision Trigger Distance.
D. C. Models Shielded	8mm 12mm 18mm	All metal barrel.
A. C. Models Shielded	8mm 12mm 18mm	Epoxied-in wire for liquid-tight operation.
Shielded Proximity Sensors with Epoxied-In (Liquid-tight) Wire.		
	Form = Quick Disconnect type.	Maximum Range Unshielded.
D. C. Models unshielded	8mm 12mm 18mm	
A. C. Models unshielded	8mm	
Unshielded Proximity Sensors With Quick-Disconnect Type.		



Sensori di Distanza

LADAR (Laser Radar)



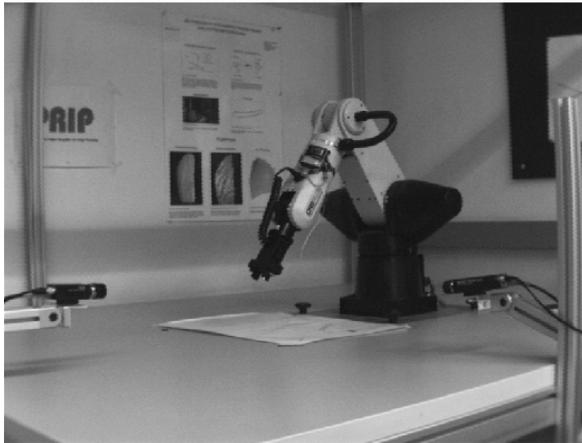
Grand Challenge



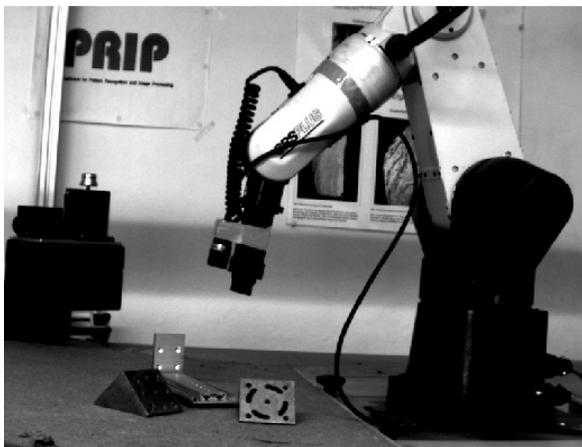
- 8 Ottobre 2005
- Percorso di 131.2-mile nel Mojave Desert incompleta autonomia
- Premio di 2M\$

I Robot Industriali: Sensori

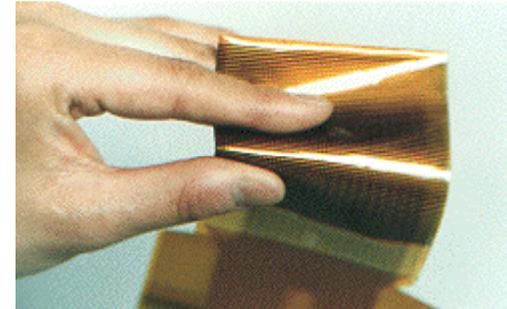
- Sistemi di visione
- Sensori tattili



Camere fisse



Eye-in-hand



Sensore tattile a matrice



Sensore F/T a 6 assi miniaturizzato, usato come sensore tattile intrinseco (UNI PISA)

Usò di camere eye-in-hand



Visual Servoing (video)

I Robot Industriali: End-Effector

La parte del braccio destinata a interagire con l'ambiente (tipicamente, posta nella sezione terminale della catena)

- Utensili
- Pinze
- Mani



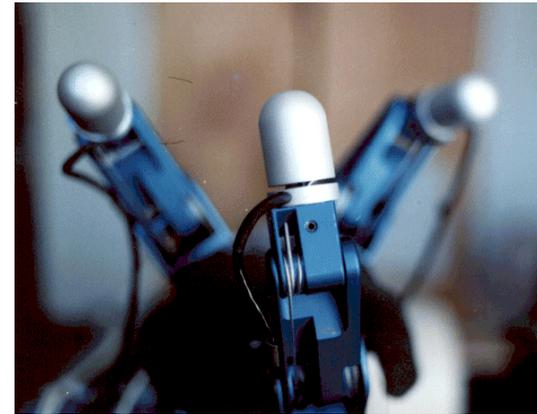
Diversi tipi di pinze



E-E Sbavatori



Tool changers



Mani Articolate: Salisbury Hand

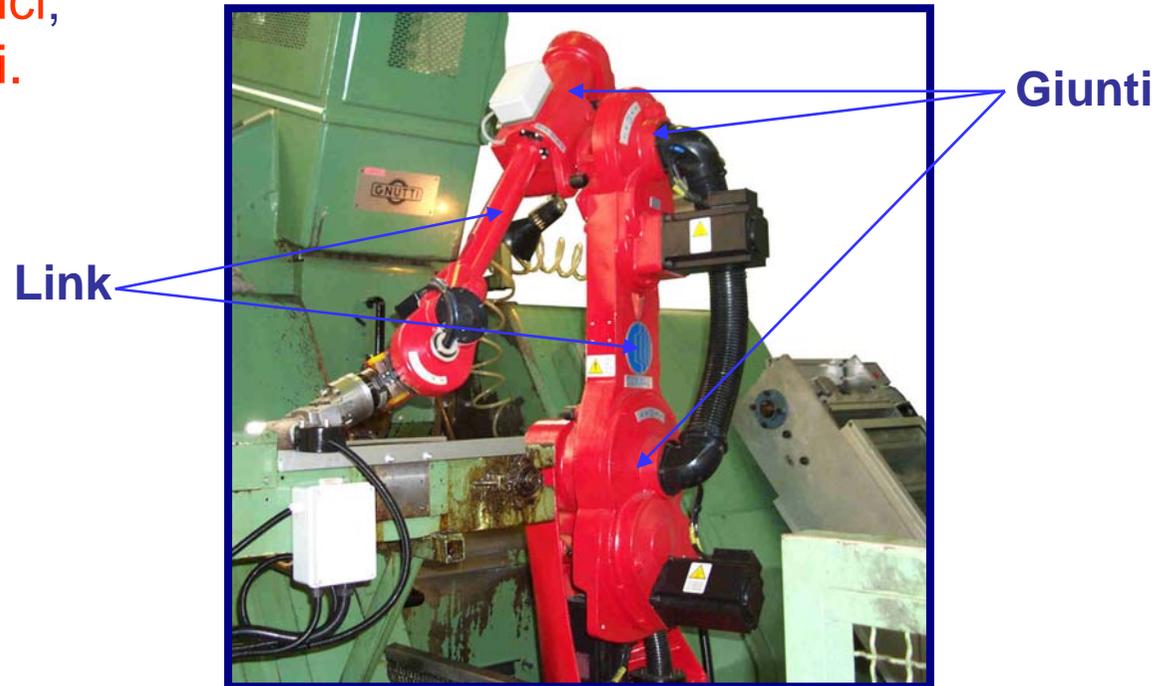


UB Hand (UNI Bologna)

Tipologie di Robot : Bracci meccanici

La struttura cinematica dei bracci meccanici è composta da:

- Link (o membri): corpi rigidi interconnessi
- Giunti: si suddividono a loro volta in
 - Giunti **prismatici**;
 - Giunti **rotoidali**.

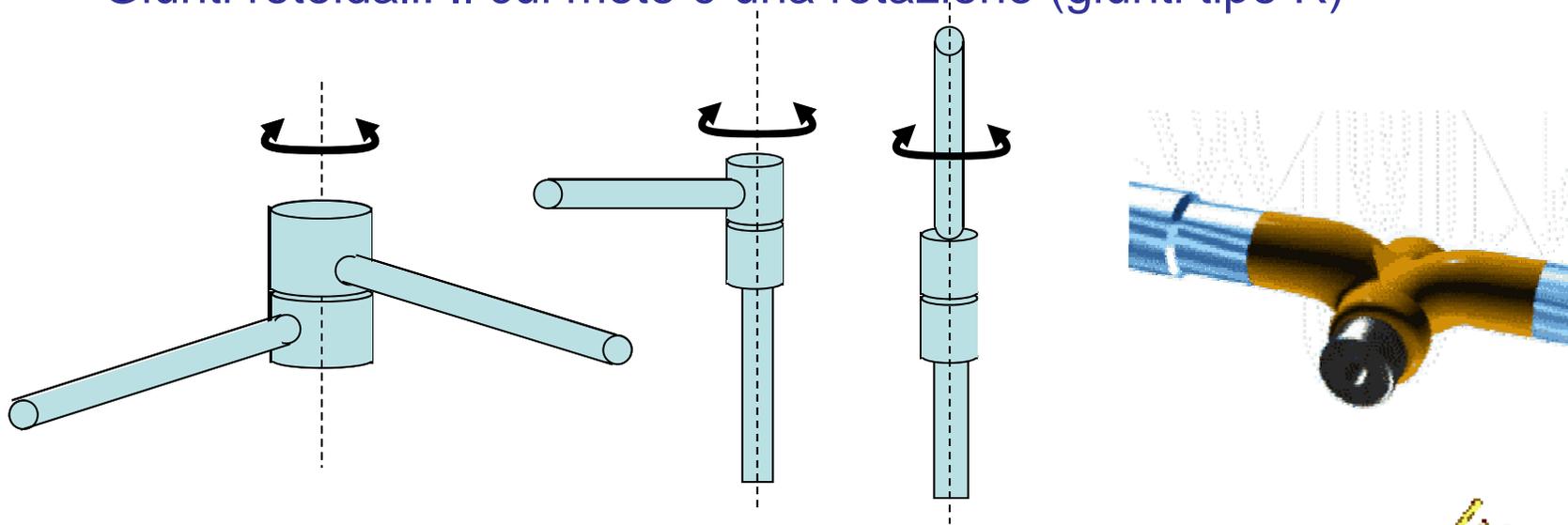


Red S2 - COMAU

Tipologie di Robot : Bracci meccanici

(2)

- Giunti rotoidali: Il cui moto è una rotazione (giunti tipo R)



- Giunti prismatici: Il cui moto è una traslazione (giunti tipo T)



- Altri tipi di giunti (ad es. sferici, elicoidali) possono essere descritti come combinazioni di giunti di tipo R e T

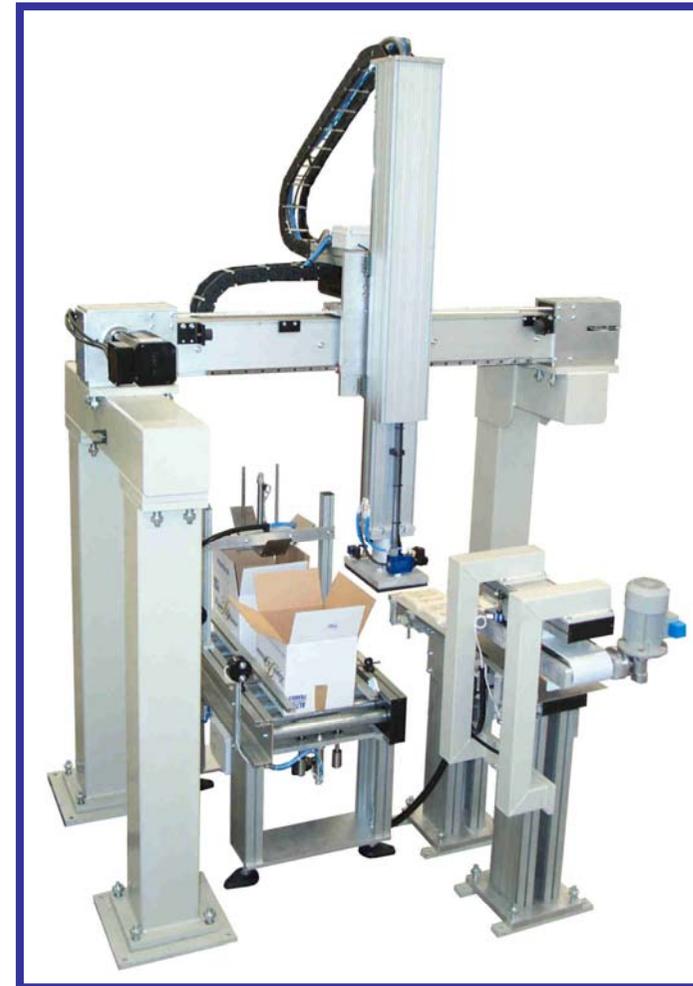
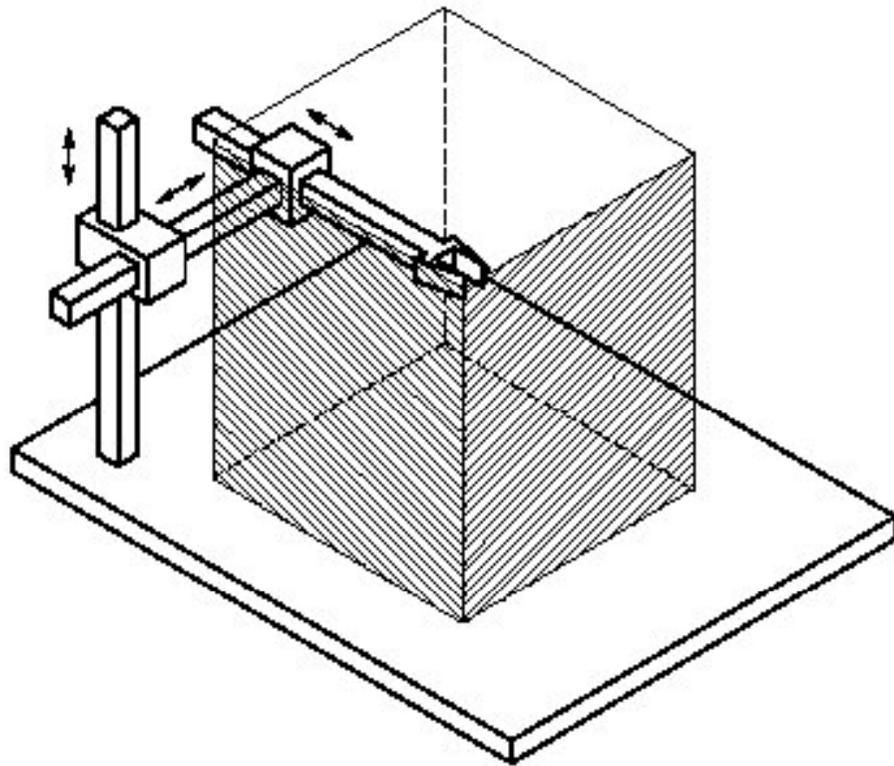
Tipologie di Robot : Bracci meccanici

I bracci meccanici si suddividono in tre grandi famiglie:

- **Seriale**
- **Parallela**
- **Ibrida**

Robot Seriali: Cartesiano - PPP

Utilizzati in genere per la pallettizzazione di grossi carichi

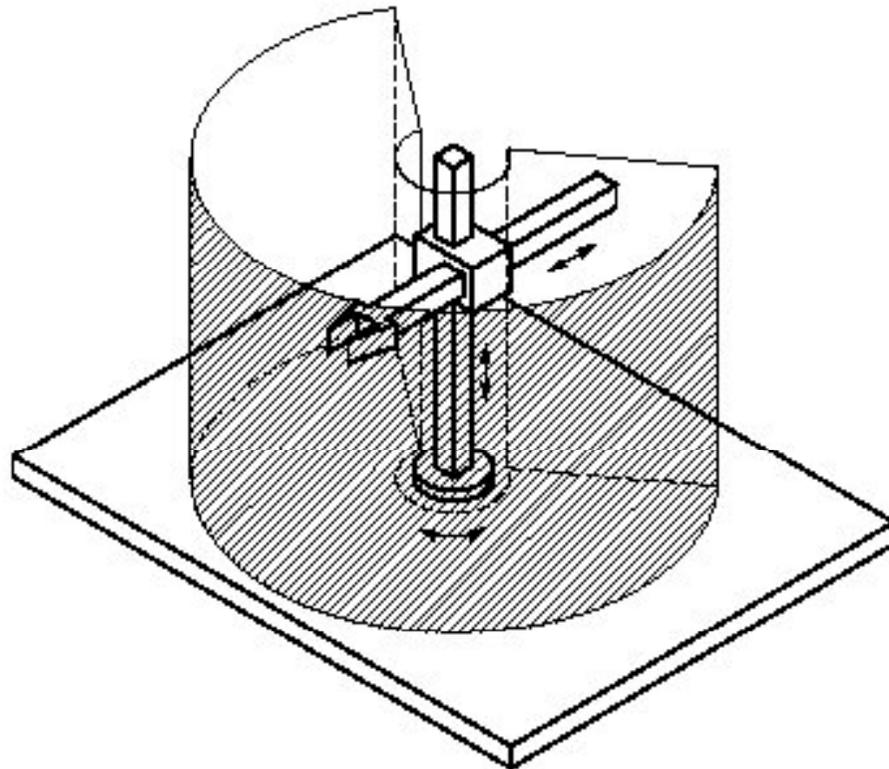


Alfa – Italiana Robot

Robot Seriali: Cilindrico - RPP

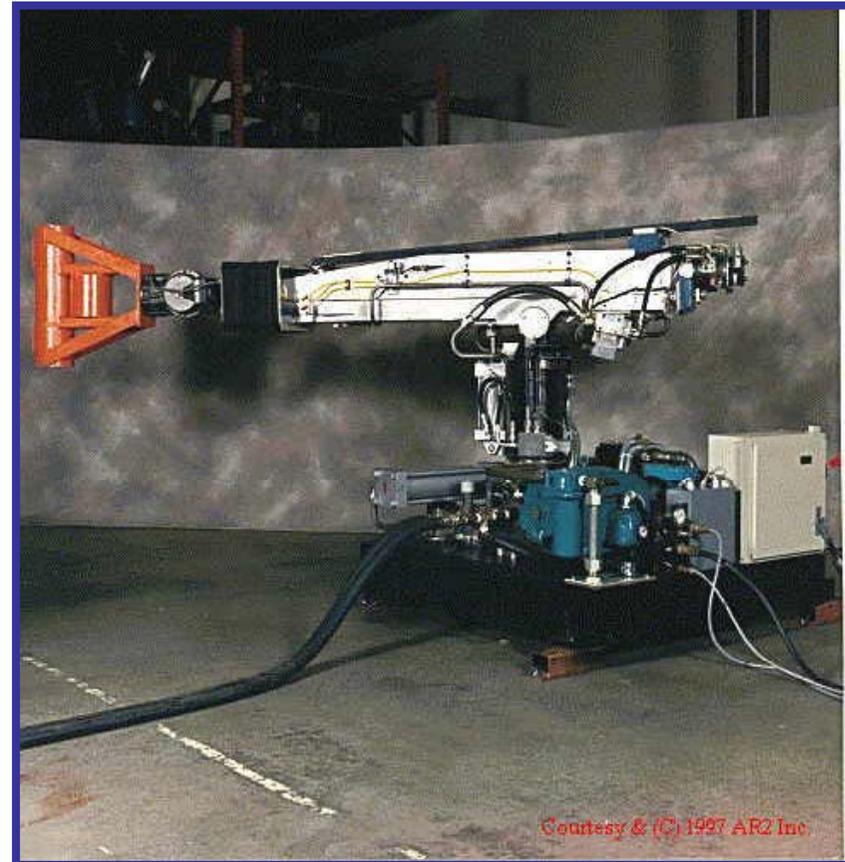
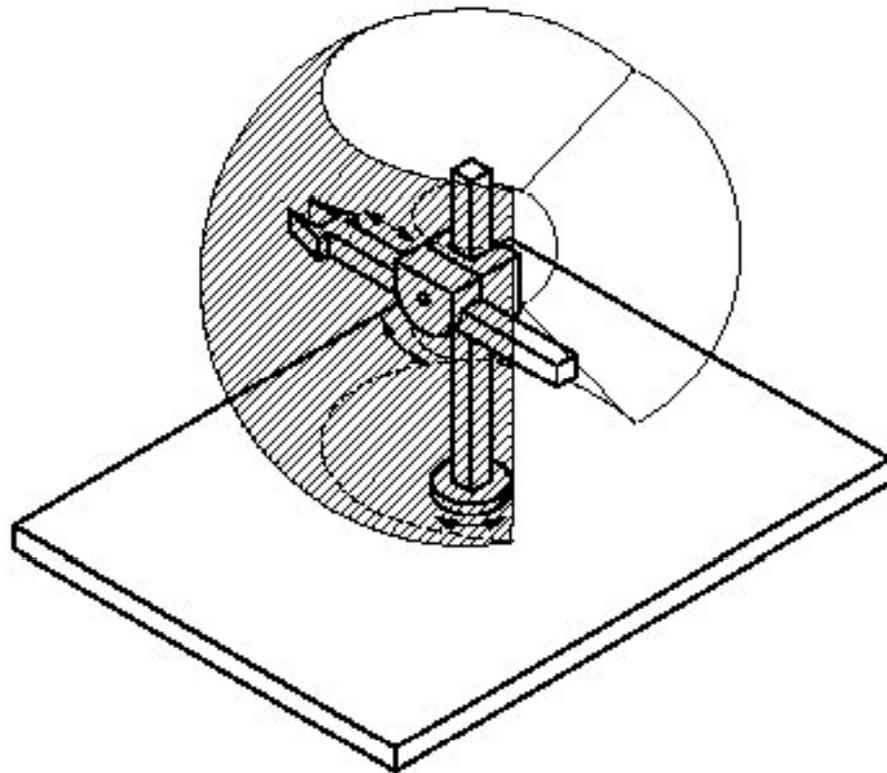
Area di impiego:

- Fissaggio di componenti elettronici
- Montaggio



D-TRAN - SEIKO

Robot Seriali: Sferico – RRP



Model 5000 - UNIMATE

Robot Seriali: SCARA - RRP

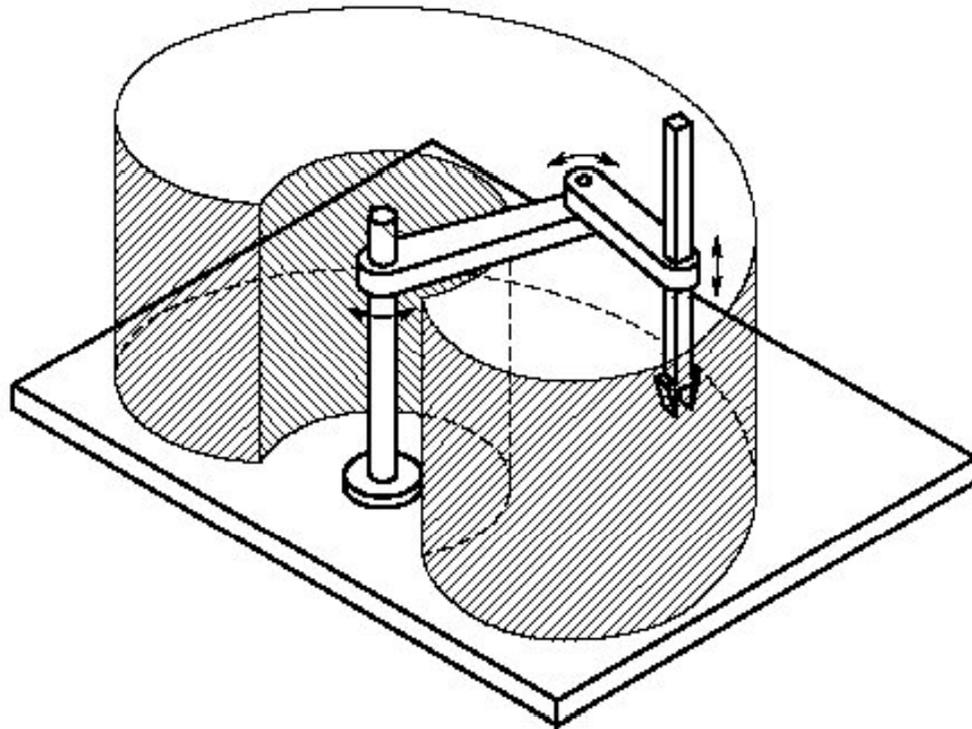
SCARA è acronimo di:

Selective Compliance Assembly Robot Arm

Area di impiego principale:

Assemblaggio di schede elettroniche

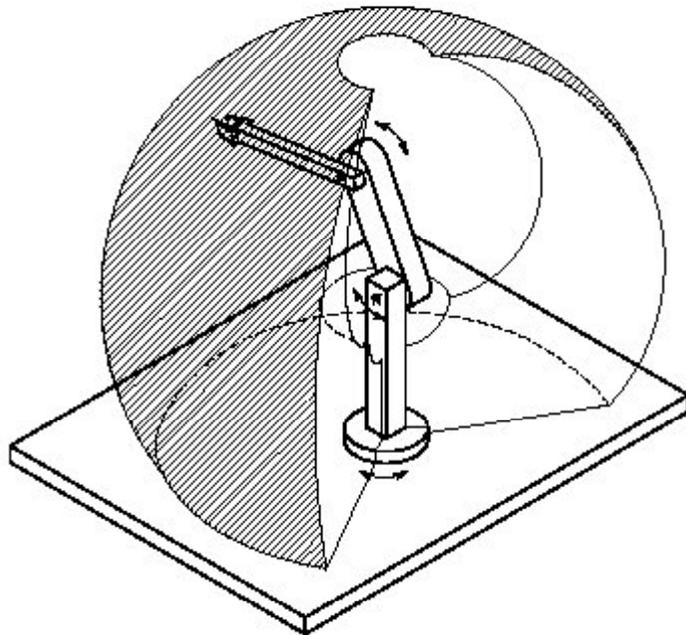
Pallettizzazione



EC 251S - EPSON

Robot Seriali: Antropomorfo - RRR

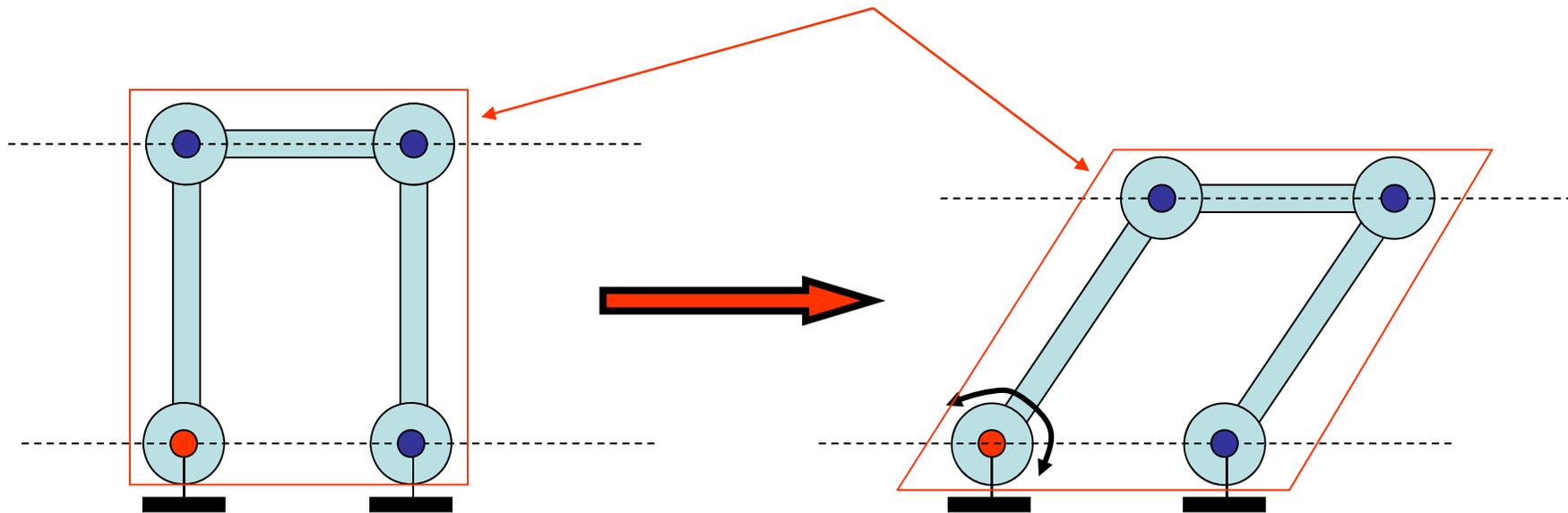
Utilizzato per vari compiti...



FSeries 06N - KAWASAKI

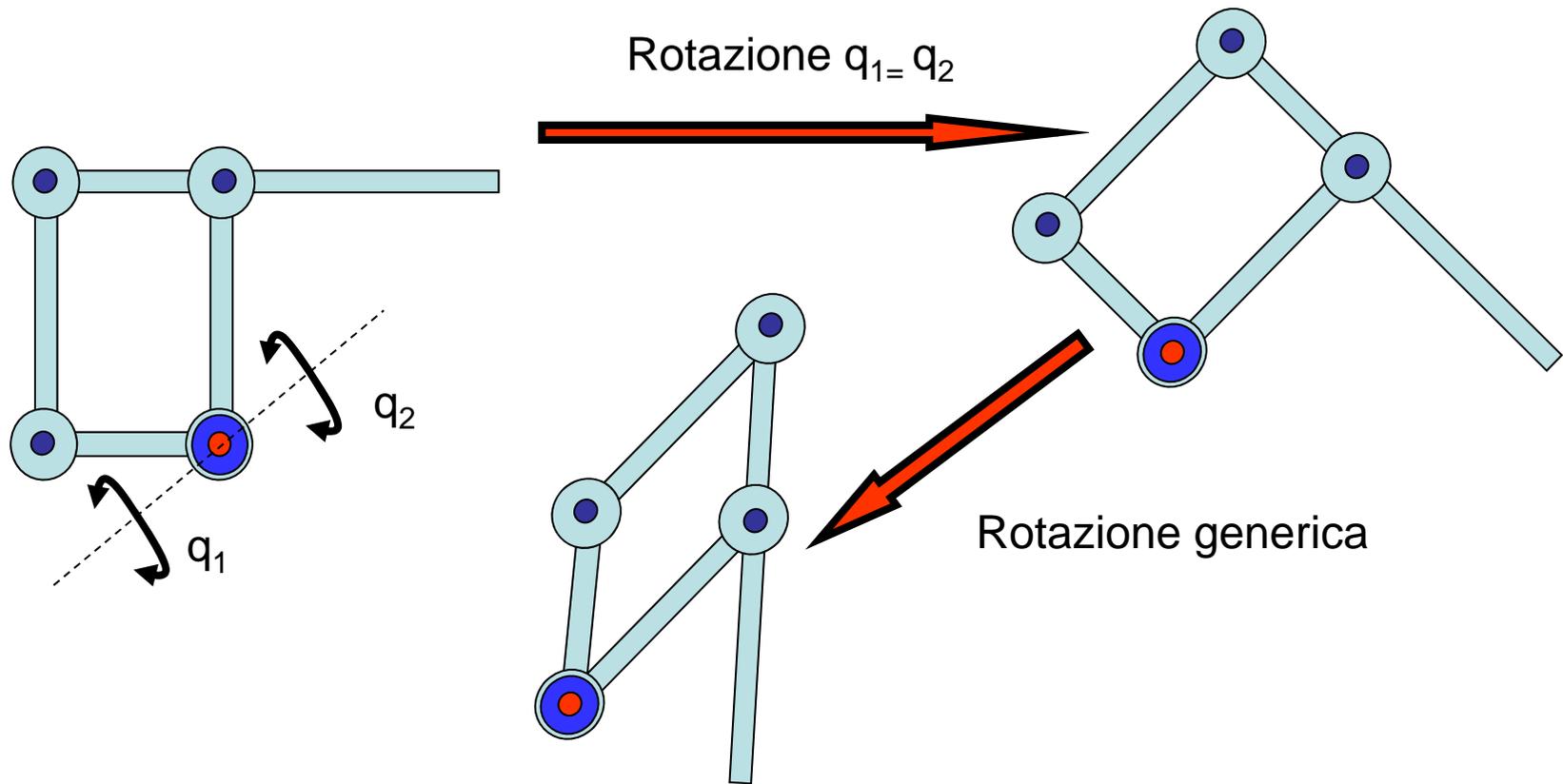
Robot Paralleli: 4 bar

I Robot paralleli sono anche detti a **catena cinematica chiusa**



- La struttura a parallelogramma articolato (4 bar mechanism) è in genere attuata da un solo motore
- Caratteristiche principali:
 - il link superiore si mantiene parallelo alla base durante il moto
 - elevata robustezza (più delle catene seriali)

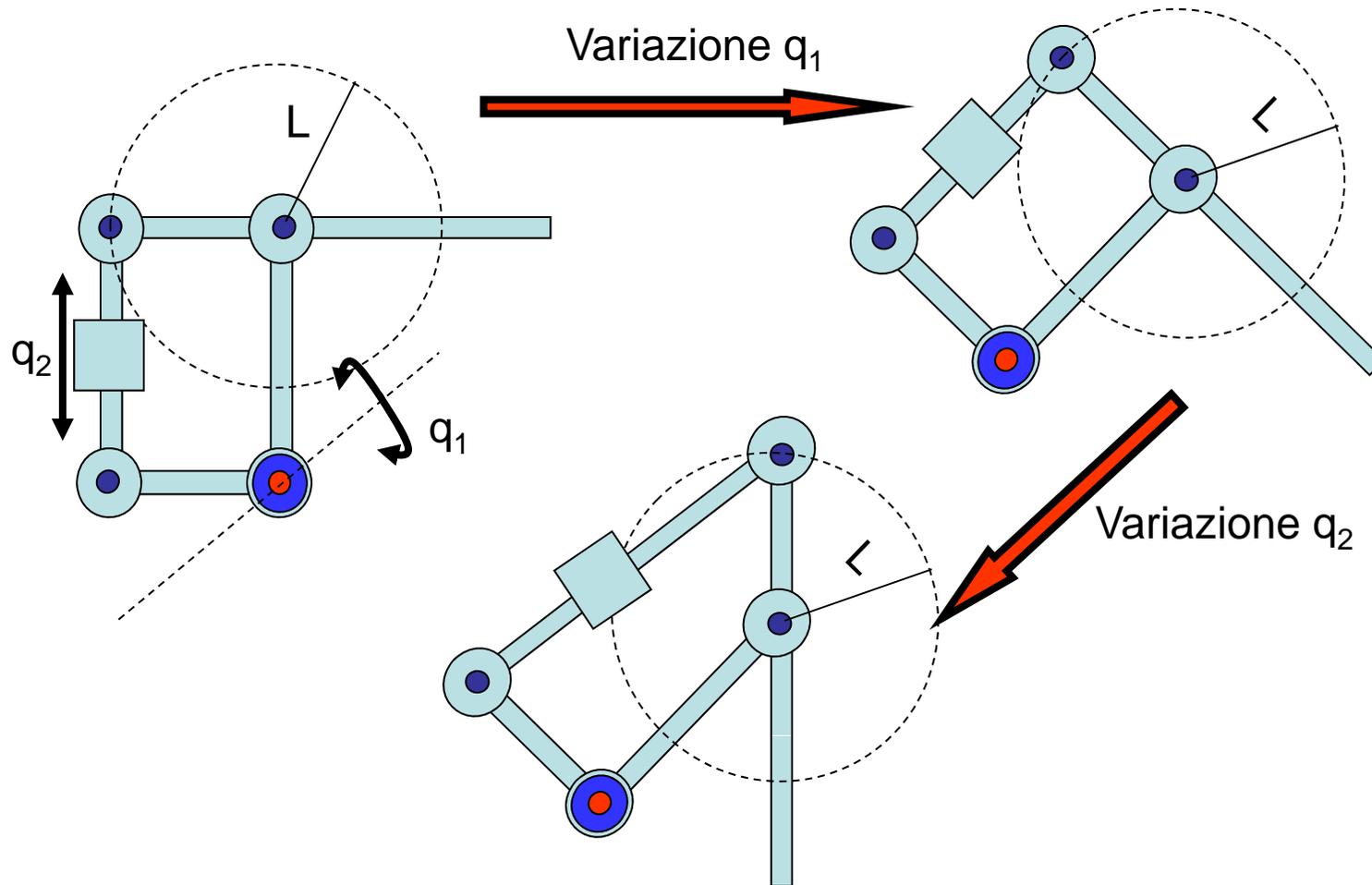
Robot Paralleli: 5 bar (R)



- La struttura detta “5 bar” è in genere attuata da **due** motori

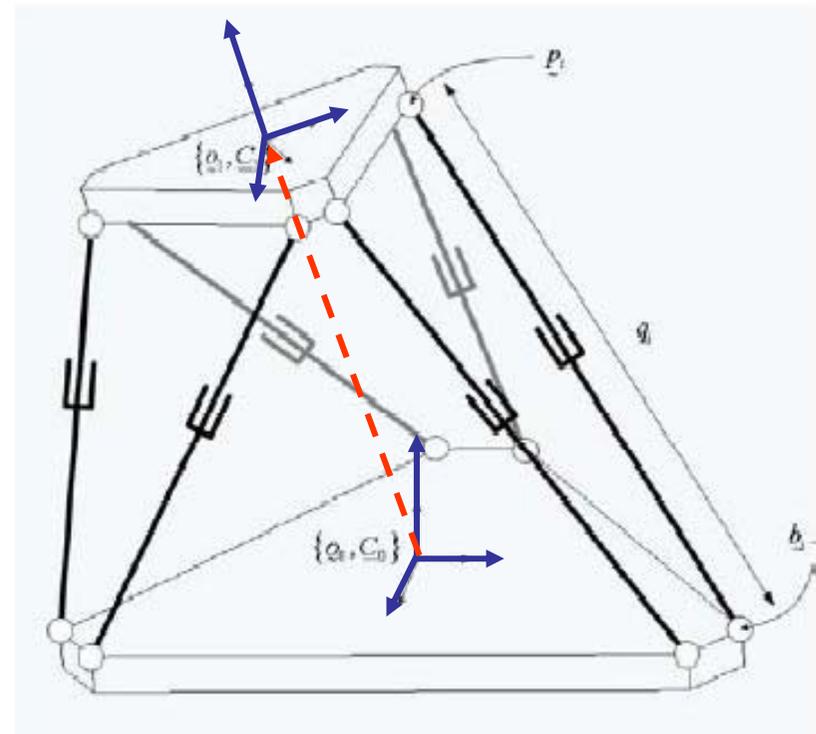
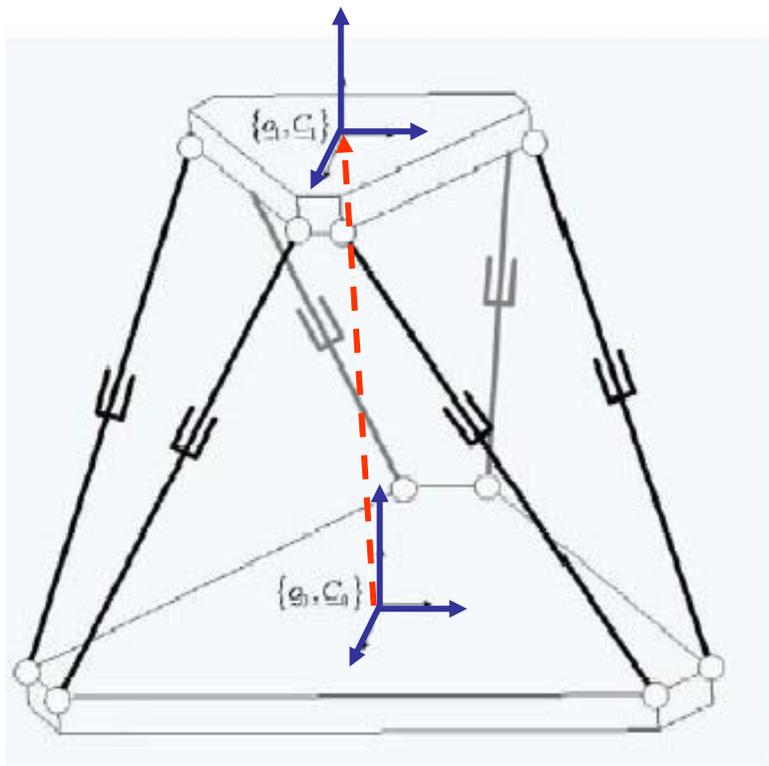
Robot Paralleli: 5 bar Misto (RT)

Si possono ottenere le stesse caratteristiche utilizzando giunti tipo R e T

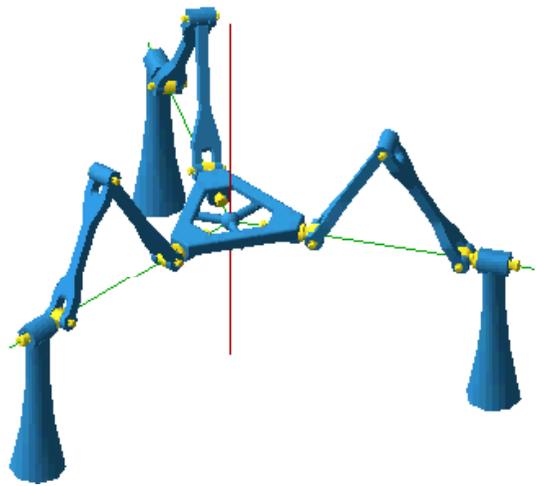


Robot Paralleli: 6D

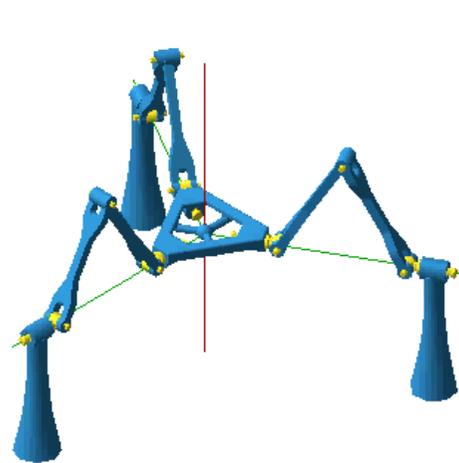
Il moto dell'end-effector non è più planare, ma 3D. La posizione dell'end-effector è quindi identificata da sei coordinate (3 di posizione e 3 di orientamento).



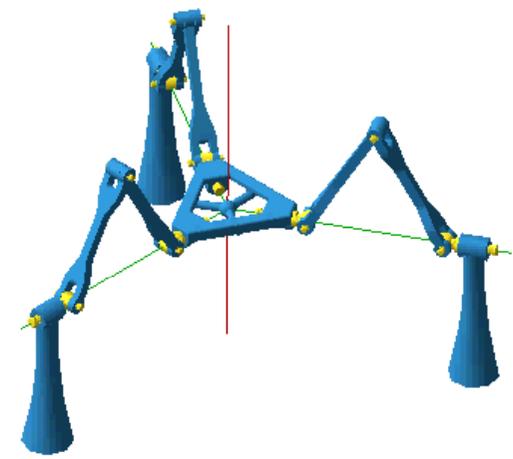
Robot Paralleli: 6D



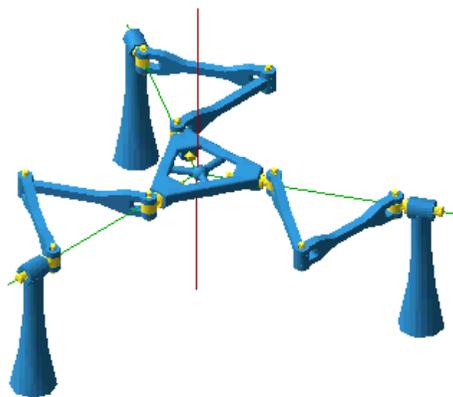
Planare



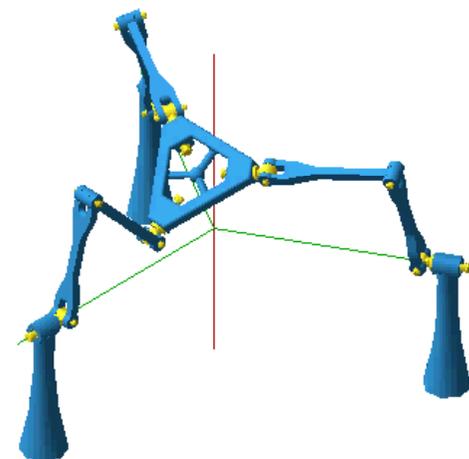
Traslazione



Orientazione



Transizione



Misto

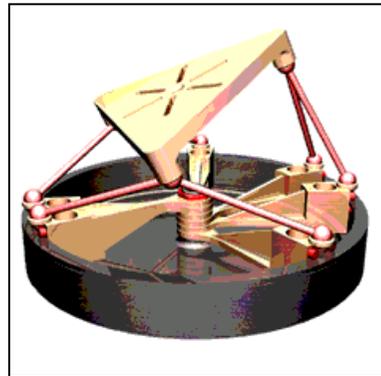
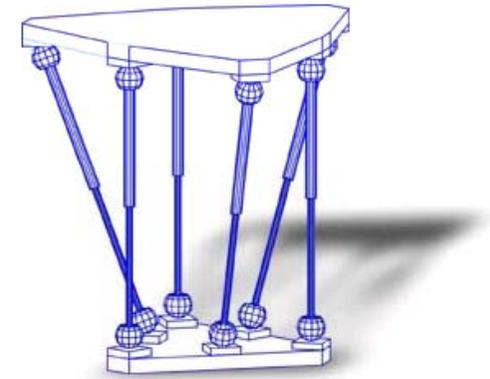
Cinematica parallela



Physik Instrumente - Hexapod



Hexel - Tornado



Hexel - Rotobot

Assembly



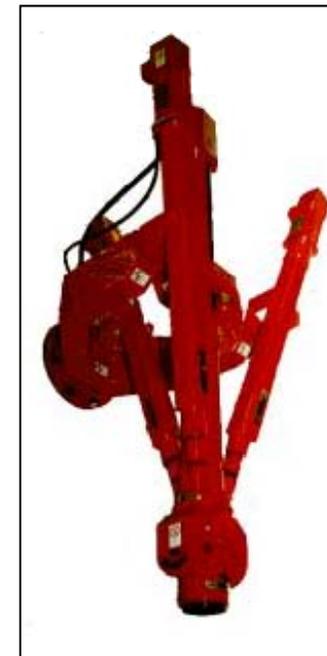
Part handling



Spot welding



FANUC - F100



NEOS - Tricept

Robot Paralleli 6D: Video



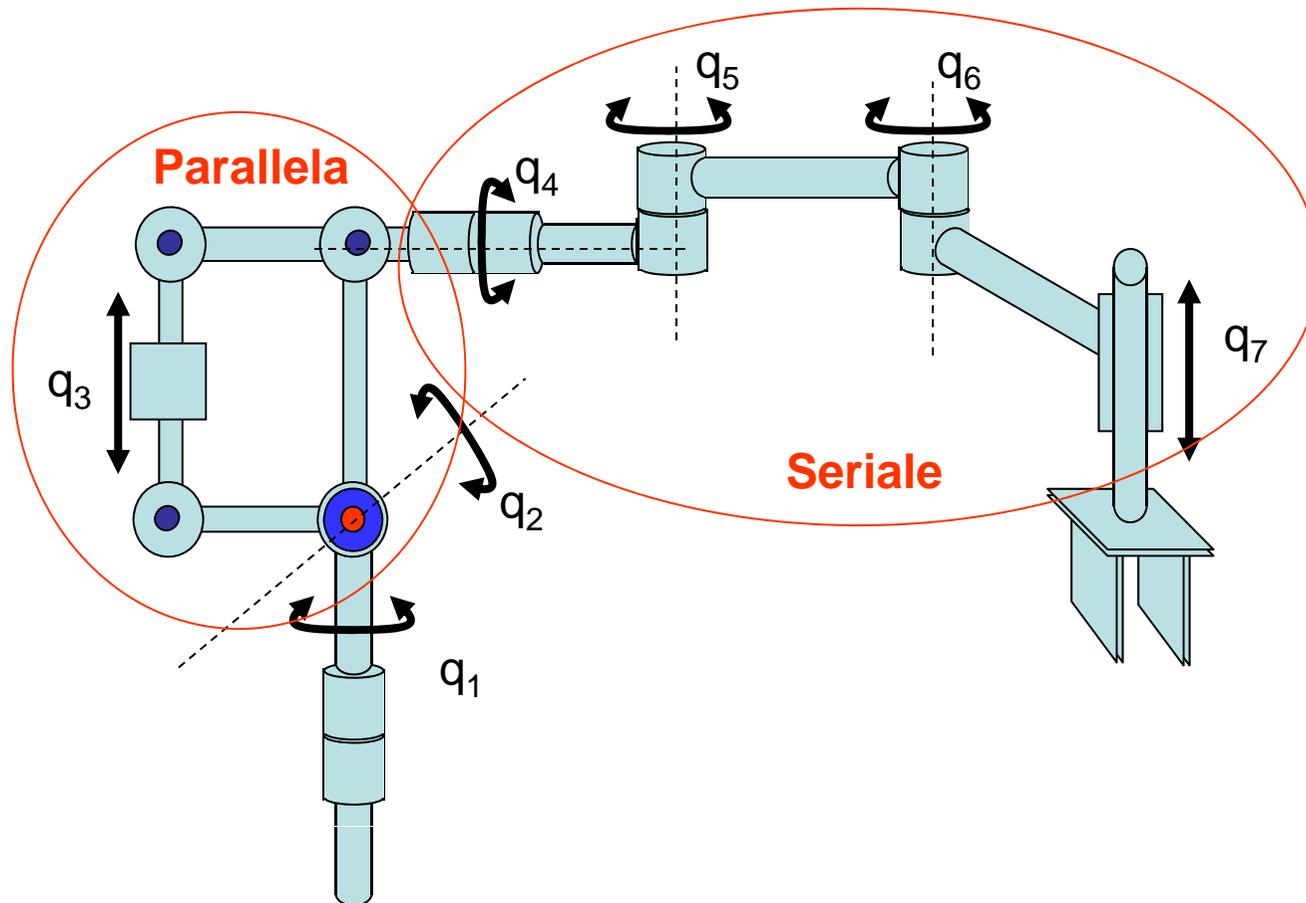
P1000 – Parallel Robotic Systems



P2000 – Parallel Robotic Systems

Robot Ibridi

Nascono dalla fusione dei robot seriali e paralleli.



Esempio di robot unione di un **5 bar** e di uno **SCARA**, con inserimento di due ulteriori dof (q_1 , q_4).

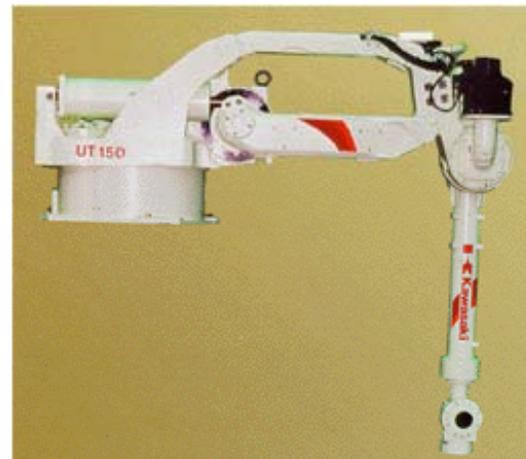
Robot Ibridi: Esempio



Red 5 – Italiana Robot

**Linea d'inscatolamento e pallettizzazione
di bobine di film estensibile (Alfio e RED 5)
[\(Video\)](#)**

Cinematica Mista Serie/Parallelo. Modelli Kawasaki



Tipologie di Robot : Veicoli

I veicoli possono essere movimentati mediante:

- Ruote
- Cingoli
- Gambe



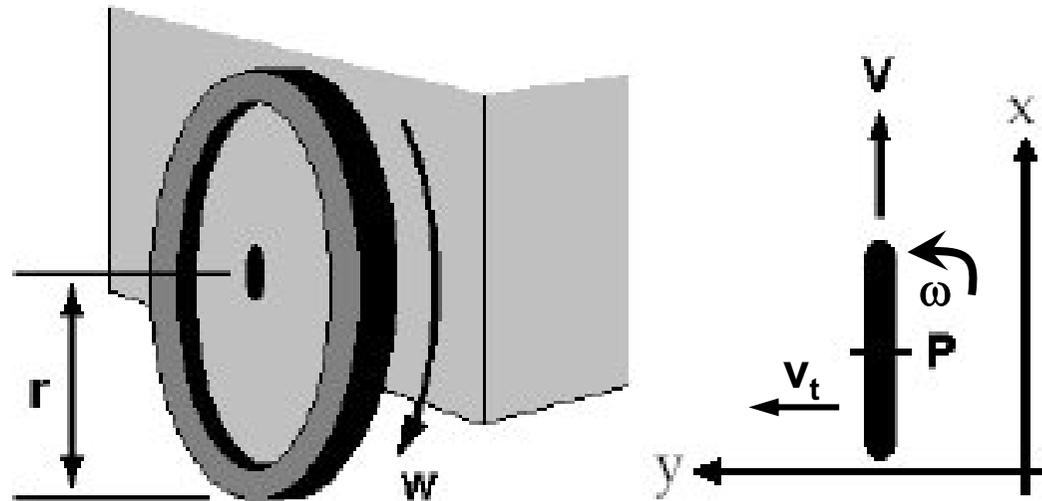
Esistono diverse famiglie di veicoli:

- Uniciclo
- Bi-ciclo
- Skid steering
- Omnidirezionali



Veicoli: Ruote

Ruota Fissa:



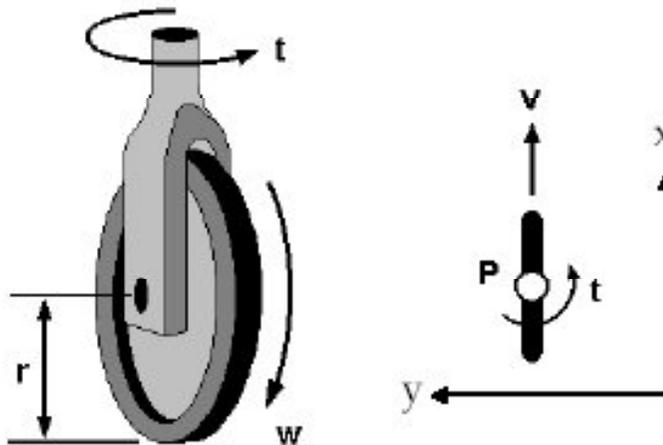
$$V = w r; \quad V_t = 0$$

ω libera

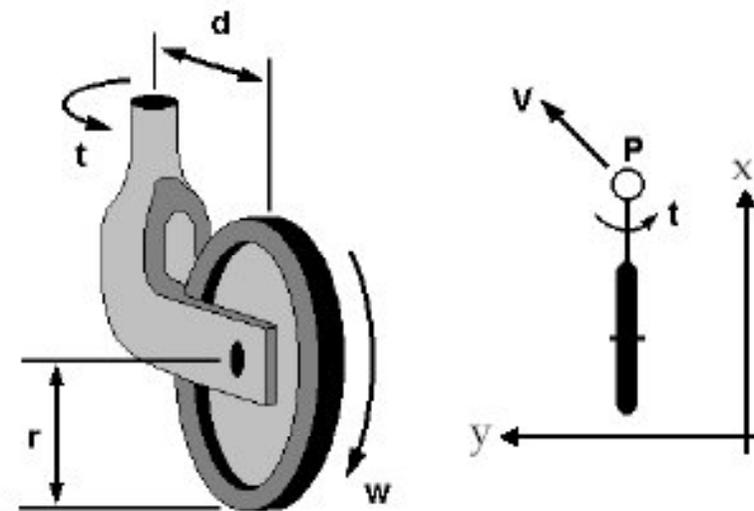
In robotica, dove le velocità sono tipicamente piccole, il modello cinematico adottato per le ruote è quello di un vincolo ideale senza slittamento che impedisce il moto nella direzione dell'asse della ruota stessa (non si considerano gli angoli di deriva dei pneumatici).

Veicoli: Ruote orientabili

Ruota Orientabile Centrata:

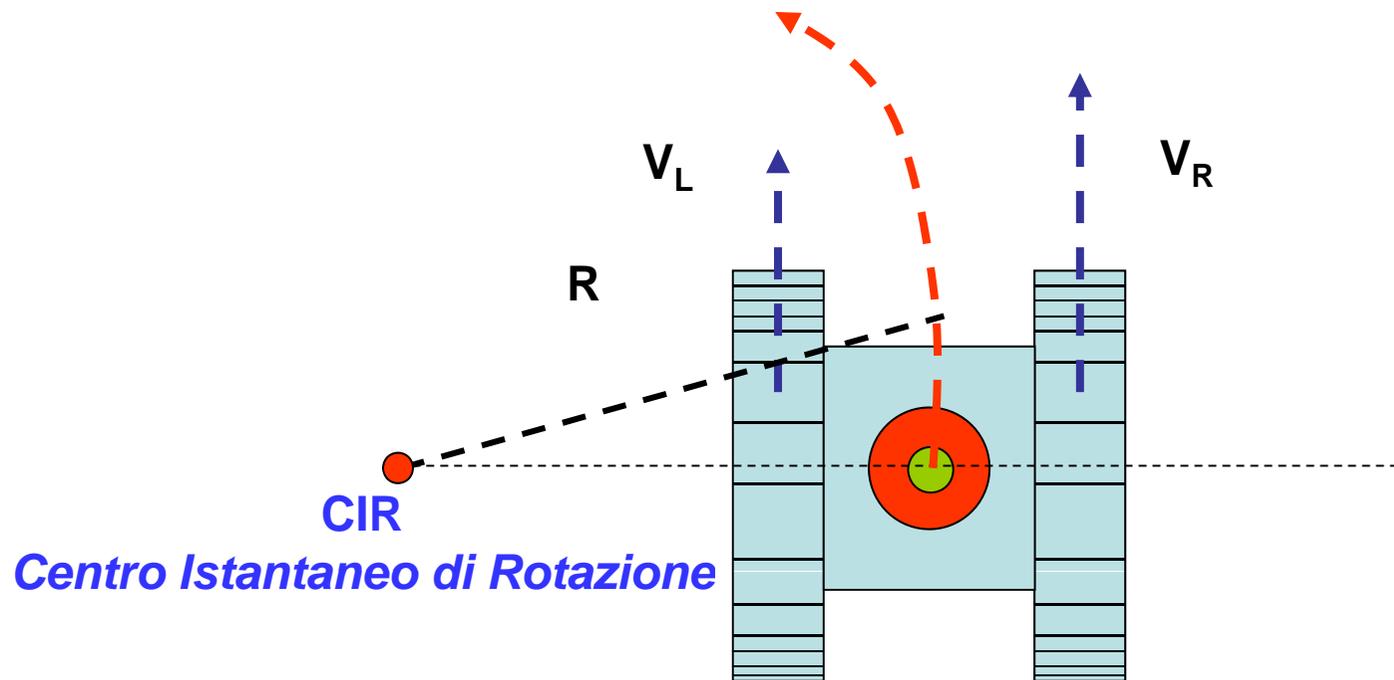


Ruota Orientabile Eccentrica (Castor Wheel):



Veicoli: Cingoli

- Movimento rettilineo: i cingoli vanno alla stessa velocità e direzione;
- Movimento rototraslazionale: con CIR esterno, con CIR sull'asse di un cingolo;
- Movimento rotazionale: con CIR interno.

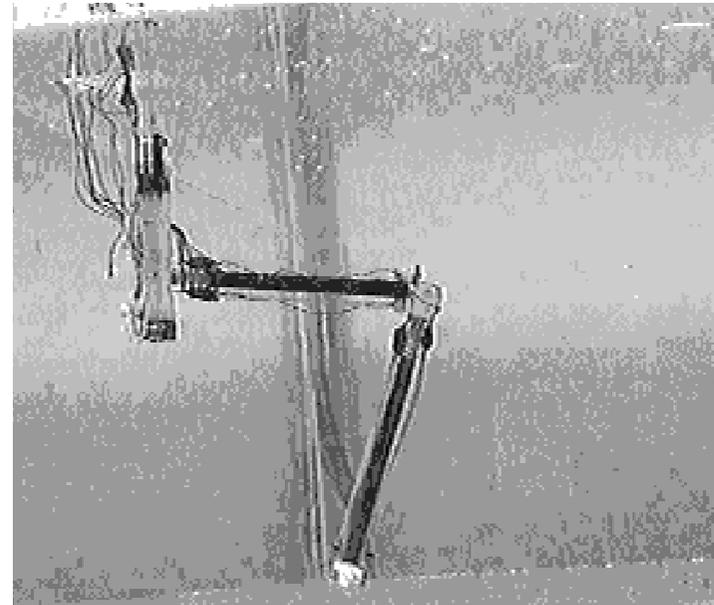


Veicoli: Gambe

Utilizzate in genere per movimentare robot immersi in ambienti sconosciuti, data la facilità con la quale permettono al robot di superare gli ostacoli



*MHEX Hexapod Robot Project
(Video)*



Veicoli: Gambe

Possono far parte di strutture molto complesse...



HRP-2 "Promet"
[\(Video\)](#)



ASIMO

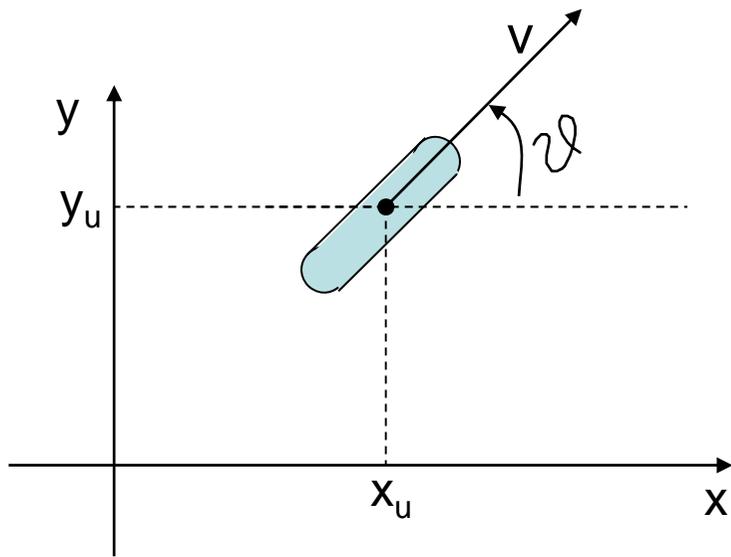
AIBO



Veicoli: Unicicli

Sono i veicoli più semplici.

- Il modello “classico” ha una sola ruota
- Permettono la rotazione sul posto

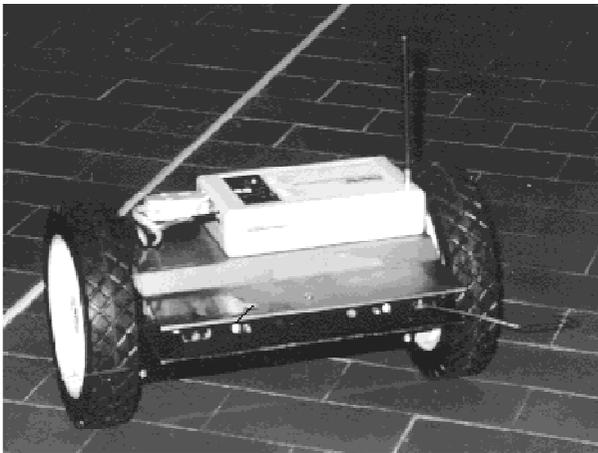


Veicoli: Esempi Uniciclo



Kephera

veicolo autonomo di piccole dimensioni (5-10 cm) da utilizzarsi anche in gruppo per esperimenti di robotica collettiva.



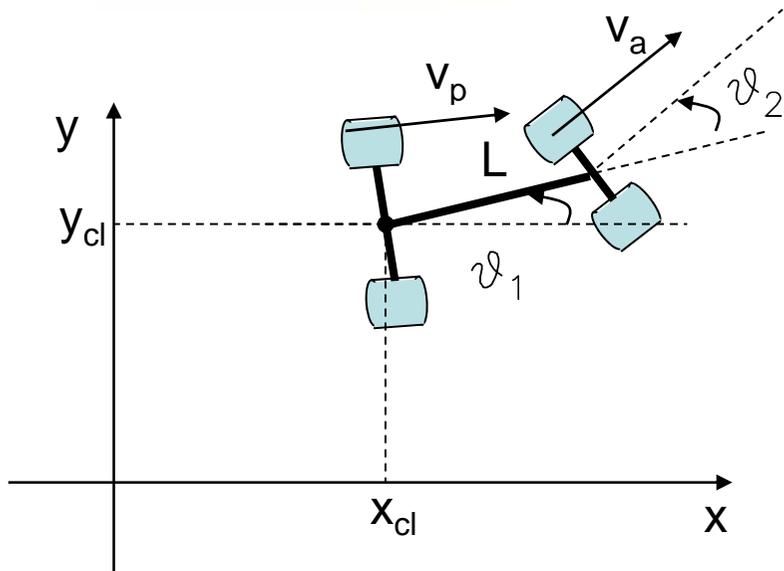
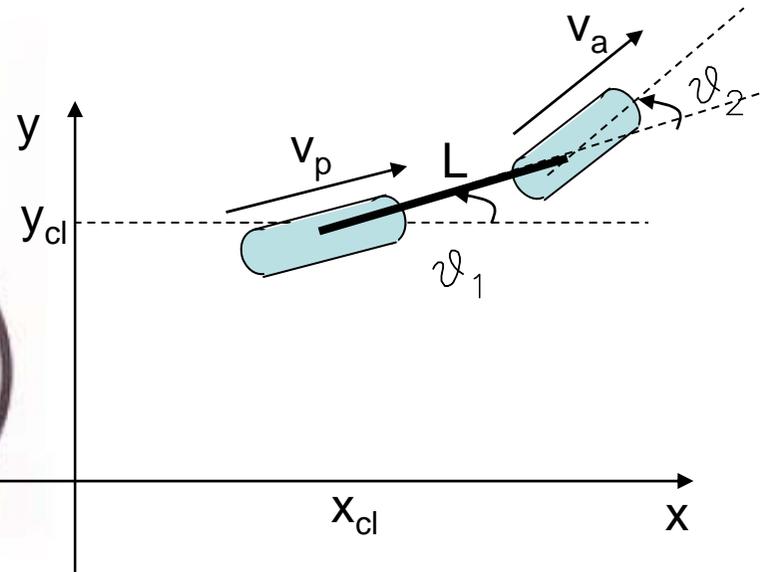
Whiskers: ulteriore veicolo a uniciclo



Pioneer

Veicolo di medie dimensioni equipaggiabile con sensori e attuatori di vario tipo

Veicoli: Bi-ciclo



Simile al modello monotraccia di un'auto

Robot Mobili / AGV



LGV Carrelli automatici a guida laser

LGV (Laser guided vehicle) è un sistema a guida laser che consente la **massima semplificazione delle operazioni di programmazione dei tracciati di percorso e delle stazioni di carico/scarico del materiale** in un sistema di movimentazione automatizzato. Il lettore laser è posto, in posizione ben protetta sul tetto del carrello mentre le targhette riflettenti vengono applicate nell'area in cui il carrello dovrà muoversi affinché verifichi costantemente la traiettoria e la posizione programmata.

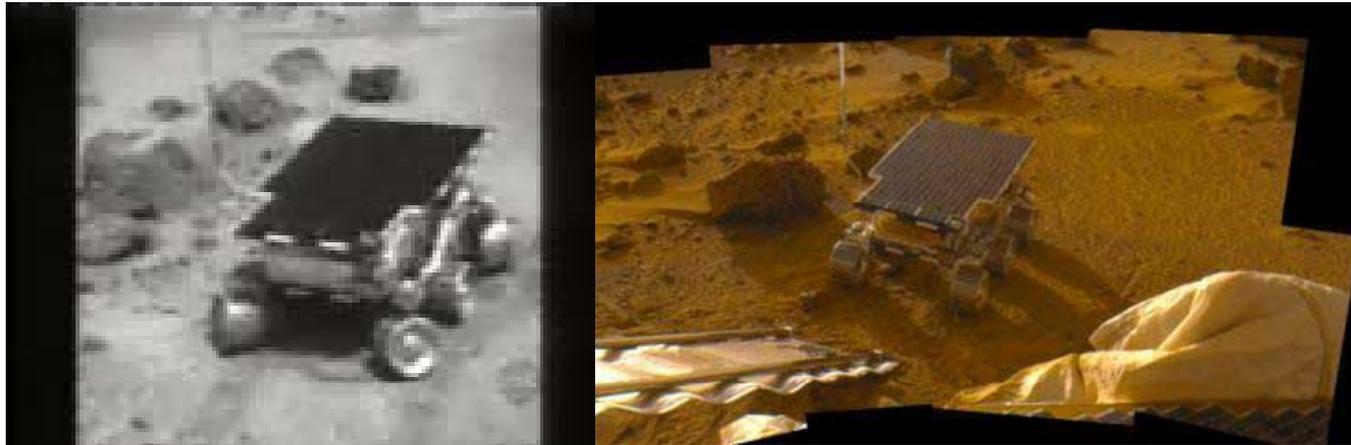


AGV Carrelli automatici

Gli **AGV** (Automated guided vehicle) sono il frutto della tecnologia che offre una **completa integrazione nel sistema di controllo del flusso dei materiali** attraverso un microprocessore a bordo di ogni carrello collegato con la stazione a terra che ne regola il flusso e le funzioni. La stazione a terra è interfacciabile con il sistema di controllo per la gestione dell'intero handling.



Veicoli: Esempi Car-Like e Skid Steering



Mars Sojourner



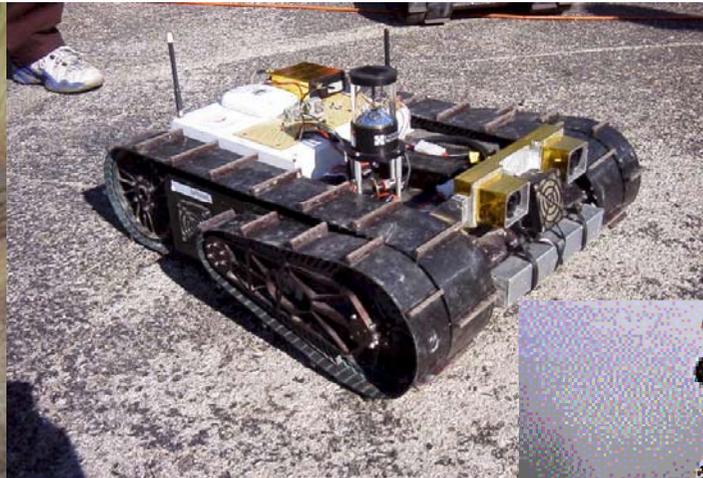
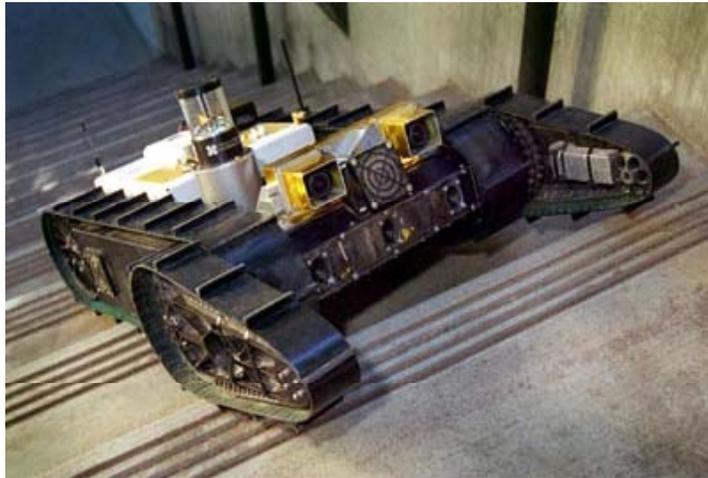
(Video)

Centro Interdipartimentale di Ricerca "E. Piaggio"



Koala: K-Team

Veicoli: Esempio Cingolati, Omnidirezionali, Gambe



Urban Robot: Nasa JPL



PalmPilot Robot Kit: CMU's Robotics Institute

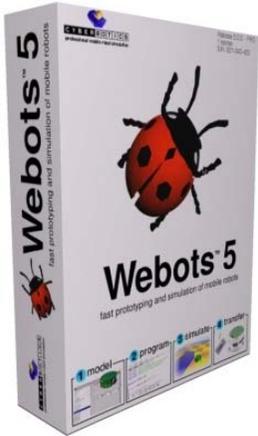
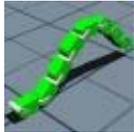
Dante II: NASA



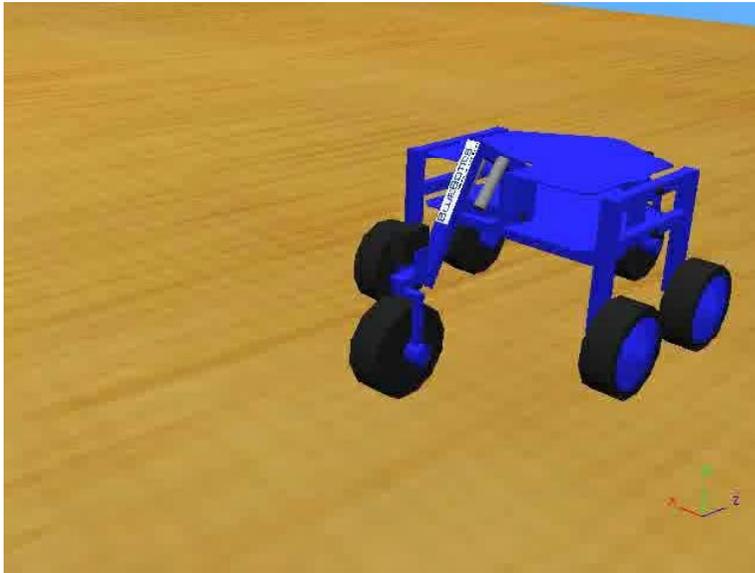
Piattaforme mobili per terreni impervi e strumenti di simulazione



Shrimp III - Mobile Platform for Rough Terrain: BlueBotics, SA



computer simulation



Webots 5: Cyberbotics

Press release IFR International Fed. of Robotics

Munich, 11 June 2008

“Industrial robots are meeting the changing demands of their customers”

At the end of 2007 about **1 million industrial robots** were working in factories worldwide. About 118,000 new robots in 2007, 5% more than in 2006.

The Americas: strong demand of the automotive industries

+21,000 robots in 2007, 17% more than in 2006. (USA +12%, Canada +67%, Brazil +62%, Mexico -33%)

Asia: demand at a plateau

Robot investment in Asia stagnated at about 60,900 units in 2007. (Japan +2%, -4% Republic of Korea, +14% China booming in all industries). India reached 830 units new installations, Taiwan down by 34%, Indonesia, Malaysia, Philippines, Thailand surged by 21%.

Robots for cleanroom apps, dispensing, welding increased, other applications fell by 5%. Robot vision gaining importance as well as metal working.

Operational stock of industrial robots increased by 3%, to about 490,000 units, half of the total world stock.



Press release IFR International Fed. of Robotics

Munich, 11 June 2008



Europe: continued growth

Sales of industrial robots up by 10% to about 34,000 units, the highest number of robots ever recorded in one year.

Germany + 29% to 14,800 units, increase in all industries (motor vehicle, metal, glass, ceramics, medical devices, electrical and electronics, food & beverages)

Italy -10% to 5,600 units. Rubber and plastics industries cut their investments sharply in 2007, while the automotive, metal and food & beverage industries invested heavily in industrial robots.

France -10% to 2,800 units, **Central/Eastern European Countries** +56%, **UK** and **Spain** down

Press release IFR International Fed. of Robotics

Munich, 11 June 2008

Forecast 2008

Market is continuing to grow in the current year.

Investments from industry for improving sensor technology like robot vision, force sensing, enhance quality control and inspection. Improvements in remote operation and better human-machine interface open new customer groups such small and medium sized companies.

Service Robotics

Not possible to provide 2007 figures. In 2006 we estimated about 35,000 service robots for professional use and 3.6 millions for personal/domestic use.

Example categories: **Military robots** (unmanned aerial and ground based vehicles as a response in successful deployment in Afganistan and Iraq), **Surveillance and security systems, Automated milking systems, Underwater systems, Robot assisted surgery or therapy.**

Personal/domestic: high level of distrib. Entertainment, vacuum cleaners, lawn mowers. In 10 years (demographic shift and advances in tech) assistive robots for disables and handicapped persons are a key application for service robots.

