



Corso di Robotica 1

Robotica di servizio

Prof. Alessandro De Luca

DIPARTIMENTO DI INFORMATICA
E SISTEMISTICA ANTONIO RUBERTI



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Alcuni domini di applicazione

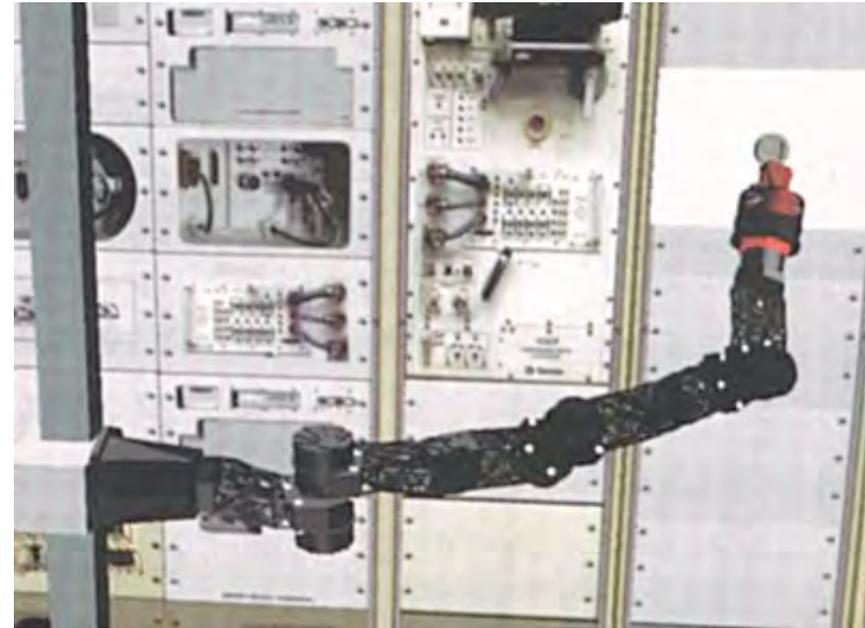
- ambienti estremi
 - spaziali
 - sottomarini
- robotica medica
 - assistenza
 - riabilitativa
 - chirurgica
- pulizia domestica e civile
- agricoltura
- tosaerba
- industria alimentare
- esplorazione mineraria
- sminamento
- costruzioni edili e navali
- rifornimento automatico
- guida museale
- antincendio
- ispezione e sorveglianza
- emergenza
- tempo libero ed entertainment
- umanoidi



Robotica spaziale



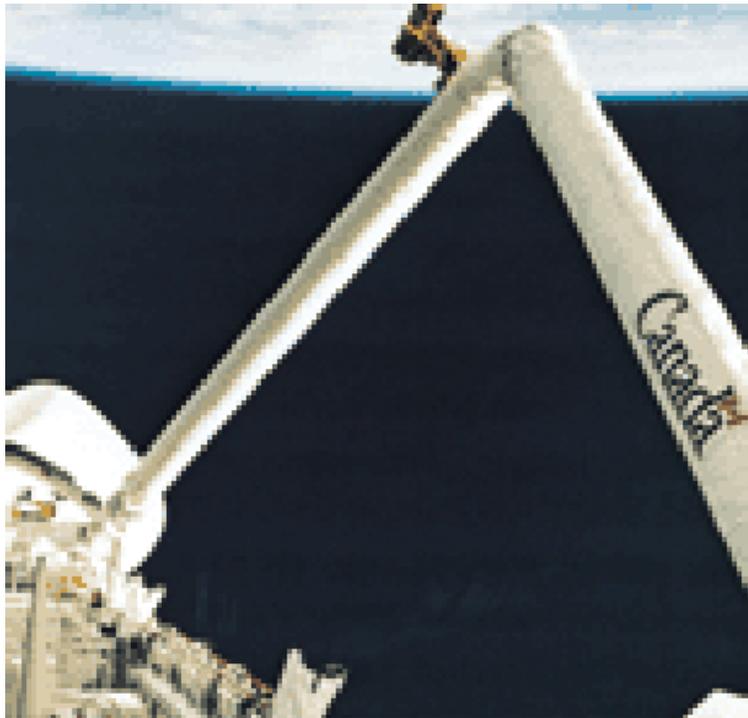
- il robot *Sojourner* della NASA ha per primo esplorato Marte nel 1997



- il robot *Rotex* del DLR in una serie di esperimenti nello Space Lab della navetta Columbia

Robotica spaziale

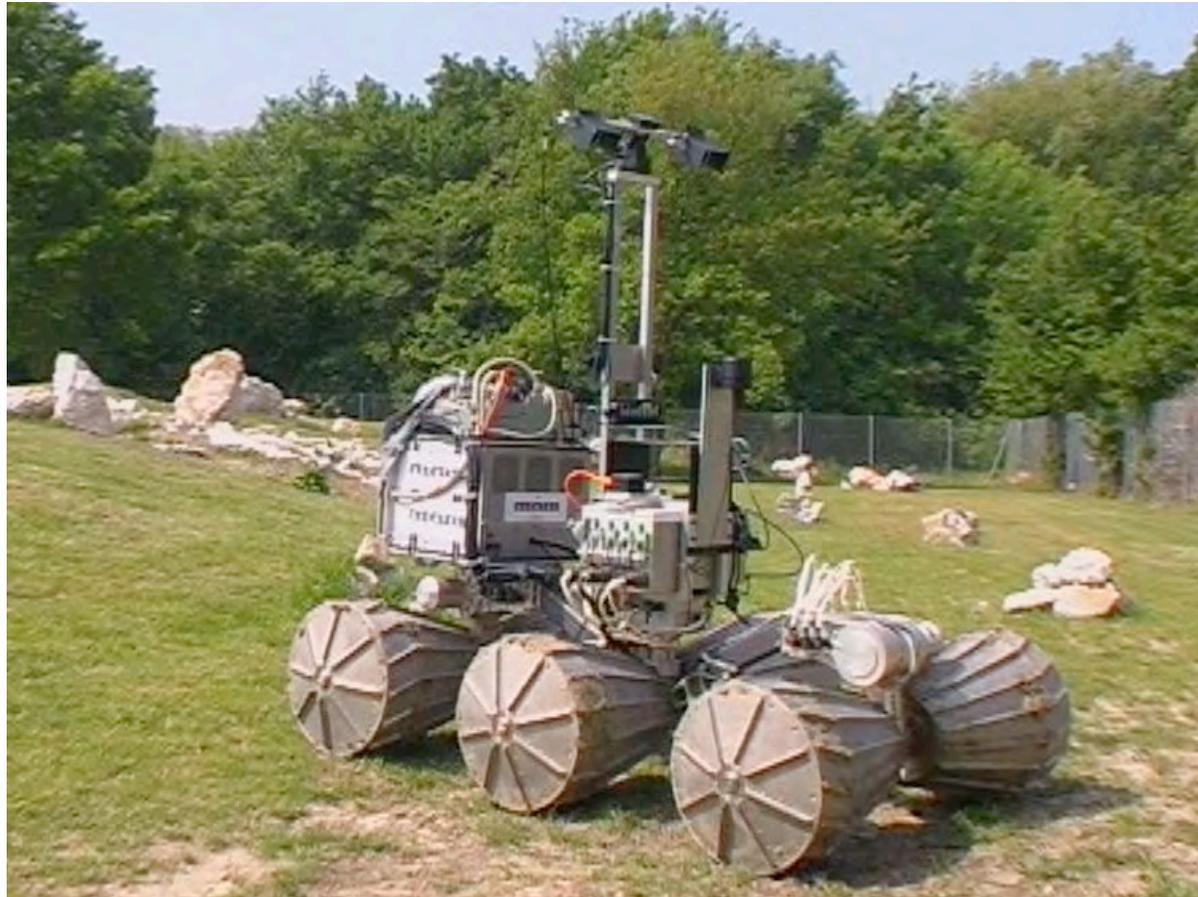
- il braccio robotico *SSRMS (Canadarm)* operativo sullo Space Shuttle è lungo circa 30 metri



- il manipolatore di servizio nella ISS è montato su un binario di supporto



Esplorazione terrestre



- il robot *LAMA* del CNRS-LAAS (Toulouse) è una collaborazione franco-russa



Vulcanologia



- il *RoboVolc* sulla superficie dell'Etna (2002)



Robotica medica



- sistema di supporto per la deambulazione *PAM-AID* (Trinity College, Irlanda)
- progetto *MOVAID* per l'ausilio ai diversamente abili in attività domestiche (Scuola Sup Sant'Anna, Pisa)

Robotica medica



- braccio robotico dotato di spalla e gomito con mobilità completa e un gripper che funge da mano (Pittsburgh University)
- nei test effettuati su scimmie (con arti immobilizzati), un serie di elettrodi rilevano segnali del sistema cerebrale diretti all'arto, usati per comandare il braccio robotico



Robotica medica



- commercializzata da Ossur (Islanda)
- protesi sensorizzata al ginocchio (angolo e forza), capace di elaborare i dati sensoriali per costruire un modello del "passo" dell'utente, al fine di adattare il comportamento della protesi (movimento e resistenza del ginocchio)



Robotica medica



- "RUPERT" Robotic Upper Extremity Repetitive Therapy, (Arizona State University + Kinetic Muscles, Inc.)
- sostiene il braccio con muscoli pneumatici (McKibben)
- può essere programmato per eseguire esercizi ciclici di riabilitazione



Robotica medica



- robot mobile *HELPmate* (USA) come "portantino" ospedaliero

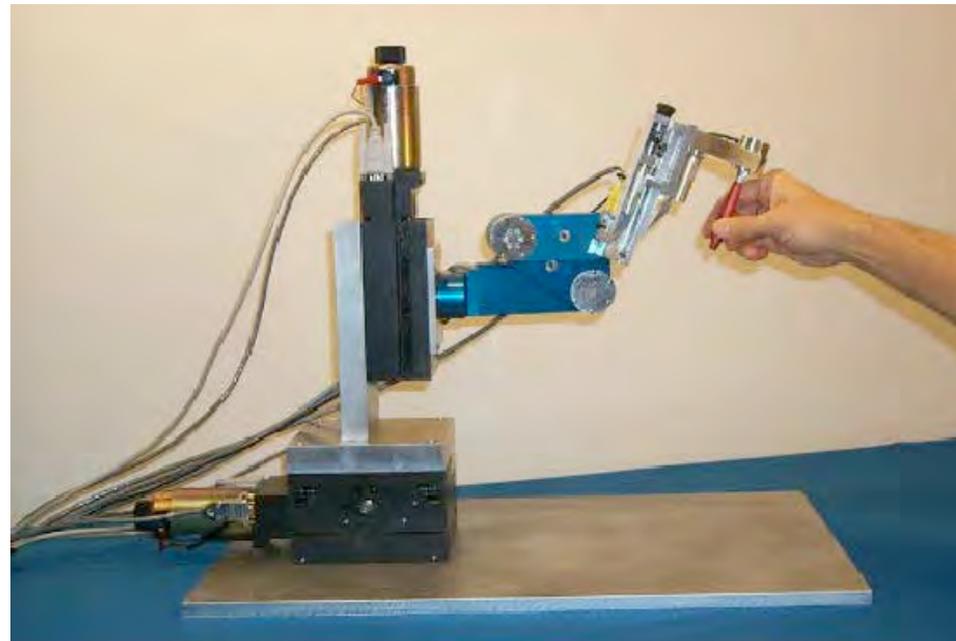


- interfaccia d'utente del robot nurse *Care-O-Bot* (IPA Fraunhofer, Germania)



Robotica chirurgica

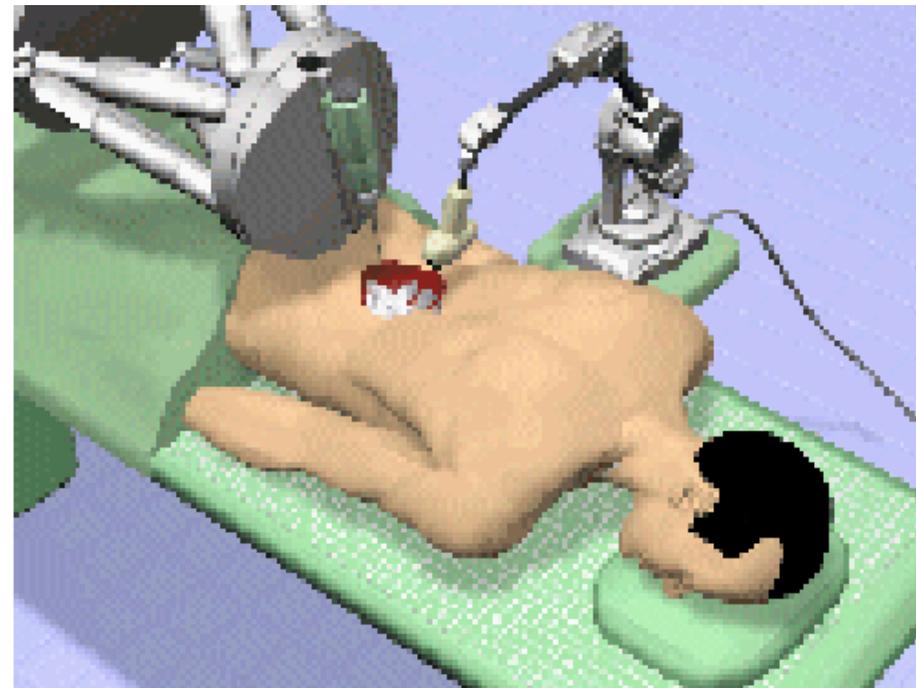
- *Robodoc* della Integrated Surgical Systems (USA) utilizzato in ortopedia per la sostituzione dell'anca



- sistema di ausilio *Steady-Hand* (Johns Hopkins Univ) per migliorare precisione e ripetibilità di un chirurgo



Robotica chirurgica



- emulazione di una operazione laser sul cervello e simulazione grafica di un intervento di chirurgia della colonna vertebrale
il paziente viene "digitalizzato" tramite TAC
con successiva localizzazione nel campo operatorio
(IPA Fraunhofer)



Pulizia domestica



- robot aspirapolvere
Electrolux *Trilobite* (Svezia)

Robotica 1



- iRobot *Roomba* (USA)
costa 250\$!

A.A. 2007-2008

Cleaning robot contest



- competizione tra robot "vacuum cleaner" in ambienti domestici (IROS'02, Lausanne)

Pulizia di superfici esterne



- lo *Skywash* per la pulizia di aeromobili è "il più grande robot del mondo" (AEG/Dornier/FhG-IPA/Putzmeister)
- prototipo per la pulizia robotizzata di grandi superfici vetrate di edifici



Tosaerba



- robot tosaerba *AutoMower* della Husqvarna (Svezia) a bassa potenza (biocut) e ricarica solare

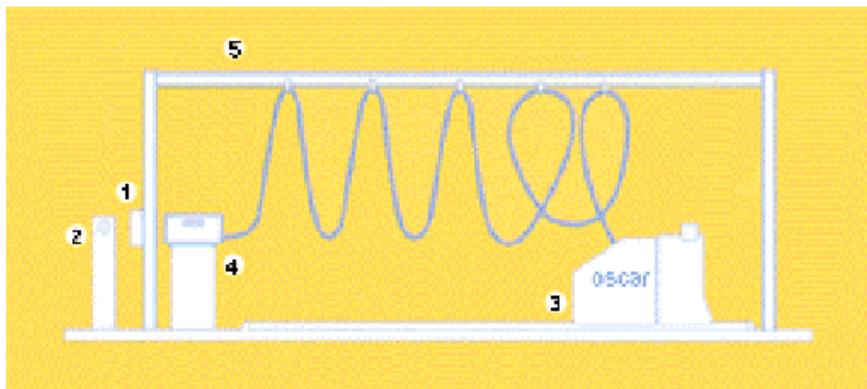


Industria alimentare



- il robot *Ulixes* della IMT (Germania) allinea 10000 würstel in un'ora

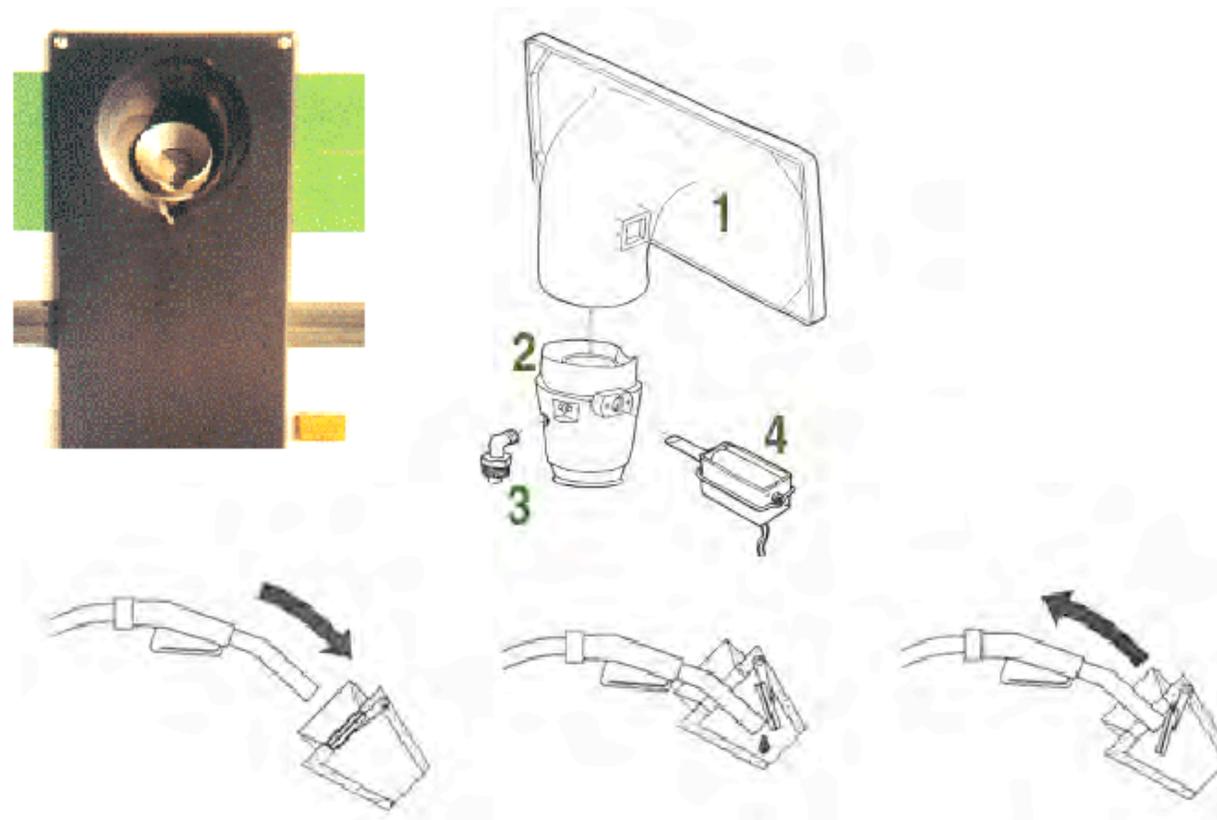
Rifornimento automatico



- robot OSCAR (Francia) per il rifornimento di carburante su flotte di autobus



Rifornimento automatico



componenti interni del bocchettone di rifornimento
e le tre fasi della sequenza operativa



Rifornimento automatico



“kit” disponibile per tutti i modelli di auto:
tappo, transponder, bocchettone

sistema *Autofill* in due stazioni di servizio
OK (Mörgby, Svezia) e BP (USA)

Rifornimento automatico



- collaborazione tra Reis Robotics, Mercedes, Bmw, e IPA Fraunhofer



- sistema *Smart Pump* (USA)



Ispezione e sorveglianza



- *Puma* a 6 gdl montato su *Nomad XR400* (tre ruote sincro-drive)

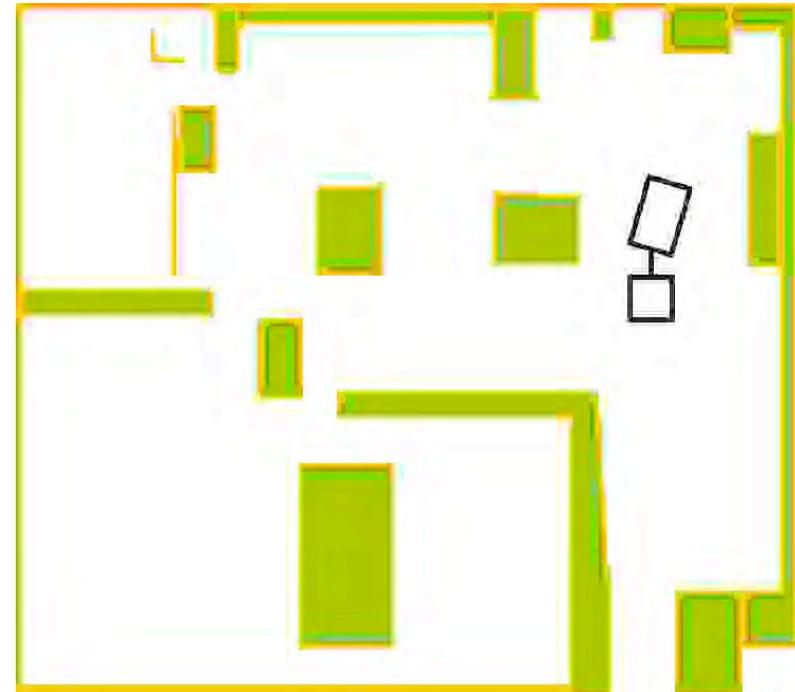
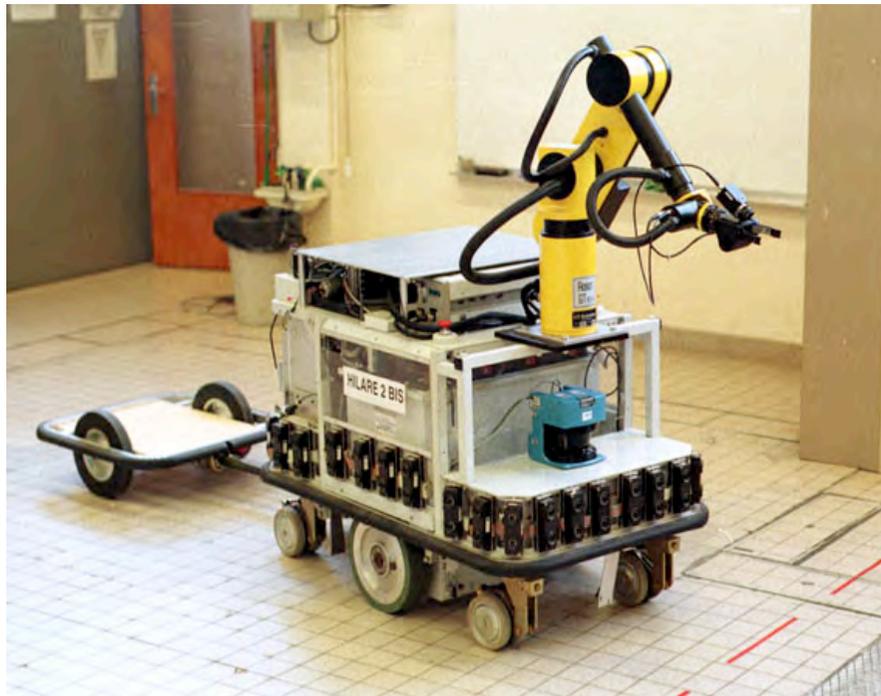


- *Scorbot* a 5 gdl montato su *ATR-V-JR* (ruote fisse skid-steering)

due esempi di *manipolatori mobili*



Ispezione e sorveglianza

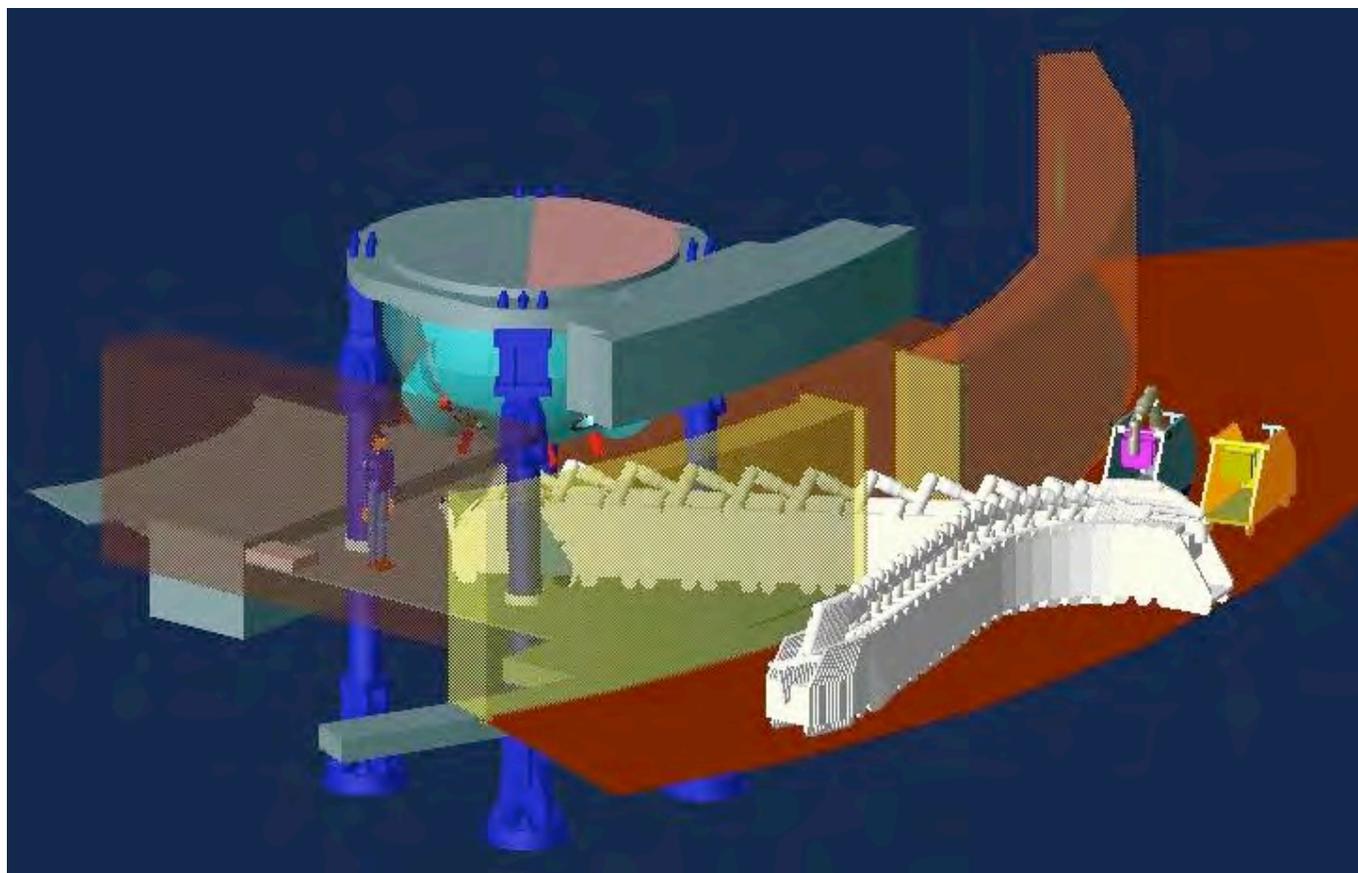


- robot mobile *Hilare 2bis* (LAAS), con rimorchio e braccio manipolatore, e sua localizzazione in una mappa interna

sensori: encoder (su ruote e giunti braccio), ultrasuoni, laser SICK, telecamera sul gripper



Ispezione e sorveglianza



- pianificazione automatica di una operazione di ispezione robotizzata in una centrale elettrica (simulazione *Move3D*)

RoboCup e RoboRescue



- RoboCup middle-size league (robot mobili su ruote, qui con visione omnidirezionale)
- *Orpheus* vincitore della RoboRescue (esplorazione e ricerca di vittime in ambienti disastri)

edizione 2003, Fiera di Padova



DARPA Grand Challenge



5 laser SICK per mapping e localizzazione
sul tetto della VW Touareg vincitrice nel 2005



la moto del Blue Team

- gara per veicoli **autonomi** (auto e moto) su un percorso misto

Tempo libero



- robot barista Erhardt+Abt (Germania)
- il raccattapalle robotico (RWI e Carnegie Mellon Univ, USA) che ha vinto nel 1996 la gara "Clean up the tennis court!" della AAAI

Robot museali



- tre robot mobili per la guida museale (Museo della Scienza della Comunicazione di Berlino)



Entertainment



- il robot *Anaconda* (Edge Innovations, USA) pesa varie tonnellate, ha 60 vertebre artificiali lungo dodici metri di lunghezza, ed è movimentato da motori idraulici fino alla velocità di 60 km/h



Human motion replication



- il robot antropomorfo della Sarcos Entertainment Systems (USA) replica i movimenti di una persona che indossa una speciale divisa sensorizzata (esoscheletro)



Human-robot interaction



- interazione **fisica** e **cognitiva** tra un robot Sarcos ed una persona
la cedevolezza meccanica intrinseca nella struttura robotica
è qui più importante della sua precisione

Human-robot cooperation



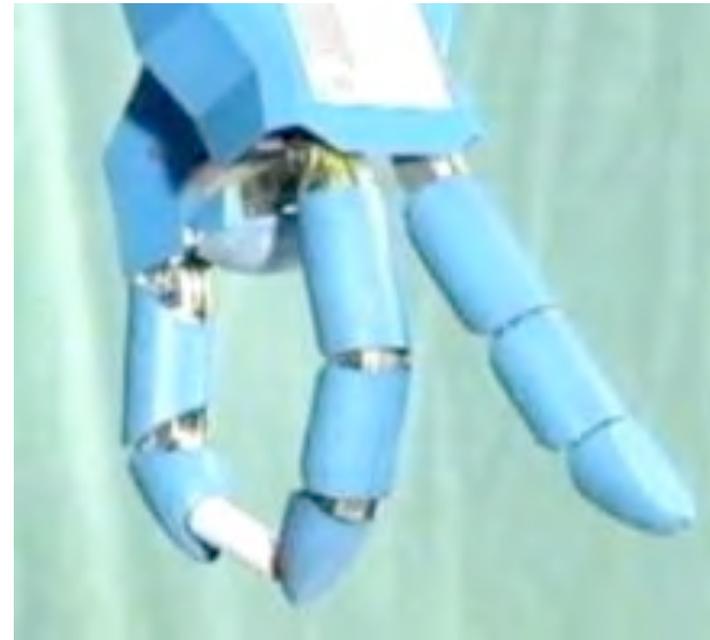
- *Mr. Helper* (Tohoku Univ) collabora nel trasporto di carichi pesanti o ingombranti



- *CoBot* scooter-like per il montaggio di portiere (General Motors)



Mani antropomorfe



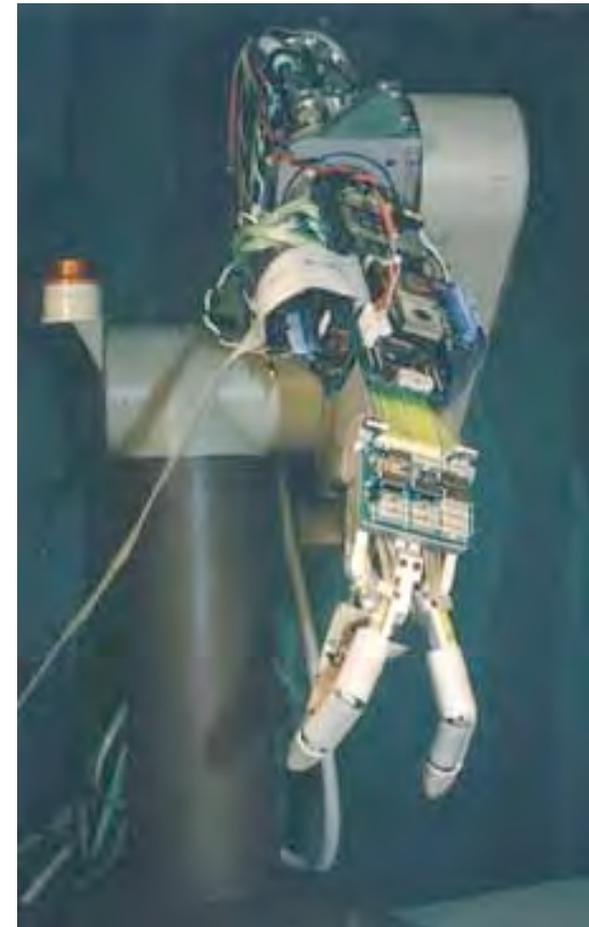
- il progetto *UBHand* di mani robotiche ad elevata destrezza (Univ Bologna)
3 dita con 9 gradi di libertà, attuazione con tendini, sensorizzazione sulle falangi



Mani antropomorfe



- la *UBHand II* completa di attuatori elettrici ed elettronica presentata all'EXPO92 di Siviglia
- integrazione come avambraccio del robot *Unimation PUMA 560*



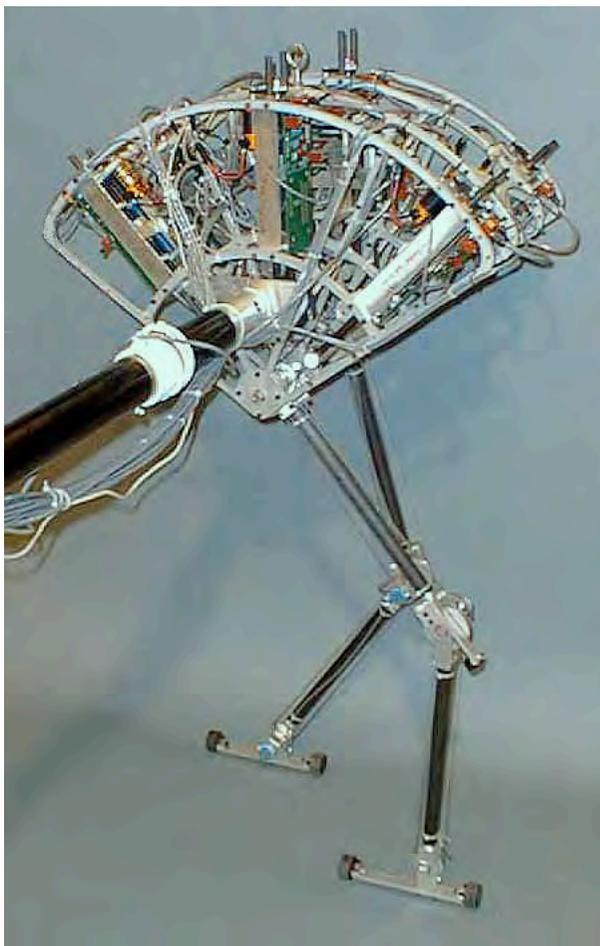


... una soluzione "minimalista"



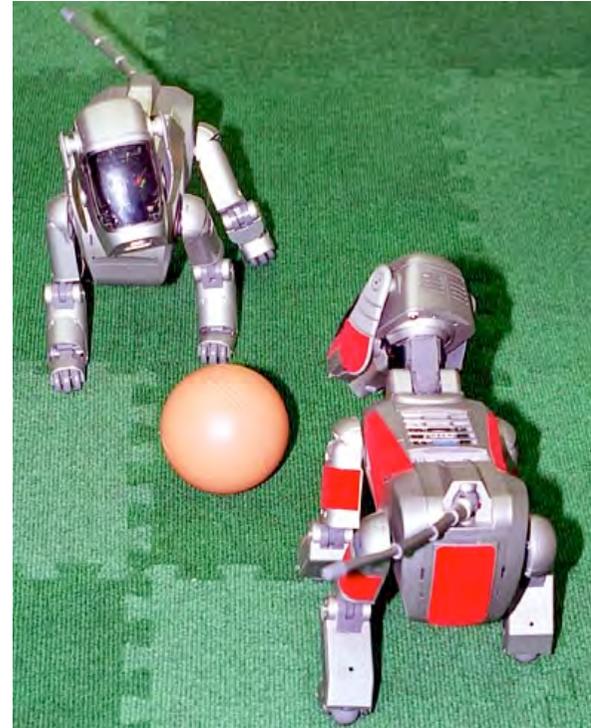
- manipolazione a 5D di oggetti arbitrari
con due soli attuatori lineari e superfici di contatto sensorizzate
(Univ Pisa)

Robot biomorfi



- robot biomorfi del MIT Leg Lab, USA: dinosauro *Troody* (operativo dal 2000) e *Flamingo* con struttura di fenicottero

Locomozione quadrupede



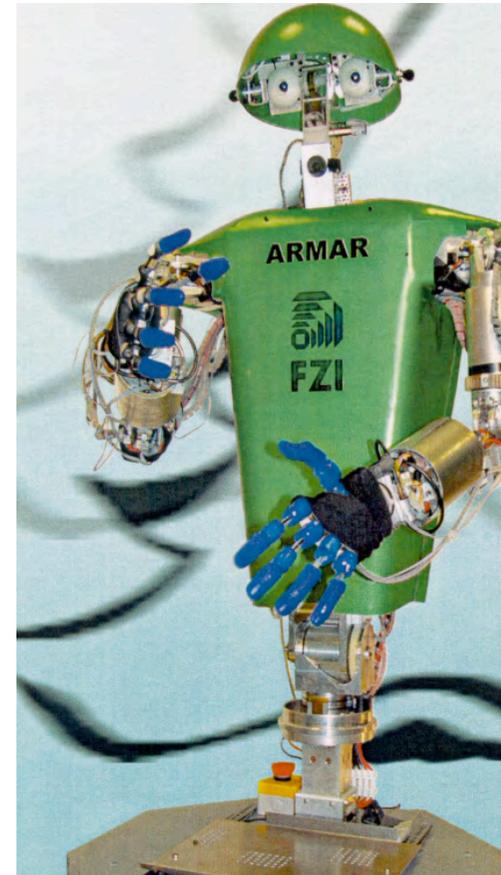
- *AIBO ERS-210* della Sony in azione sul campo di gioco della RoboCup

16 gdl attuati e con encoder, telecamera a colori, tre accelerometri, sensori a ultrasuoni, di tatto e microswitch (ai piedi), batterie: tutto in 1,6 kg!

Torso antropomorfo



- il robot *Justin* con 7+7+3 gradi di libertà (DLR, Germania)



- il robot del progetto tedesco sugli umanoidi

Robot umanoidi

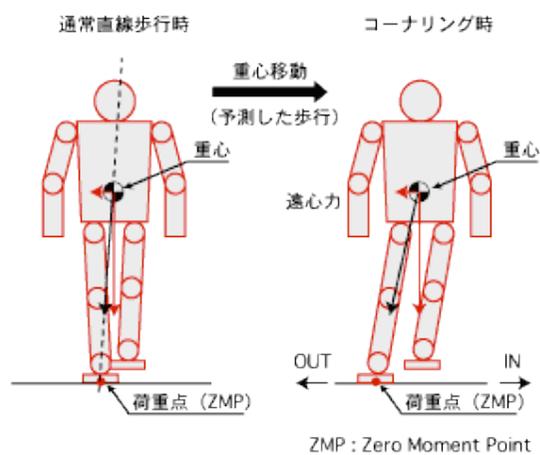


- Metropolis (Fritz Lang, 1927)



- Pino della ZMP (2003)

Robot umanoidi



- il progetto *ASIMO* della Honda è partito nel 1986

Robot umanoidi



- *ASIMO* sale e scende le scale (Robodex 2003)

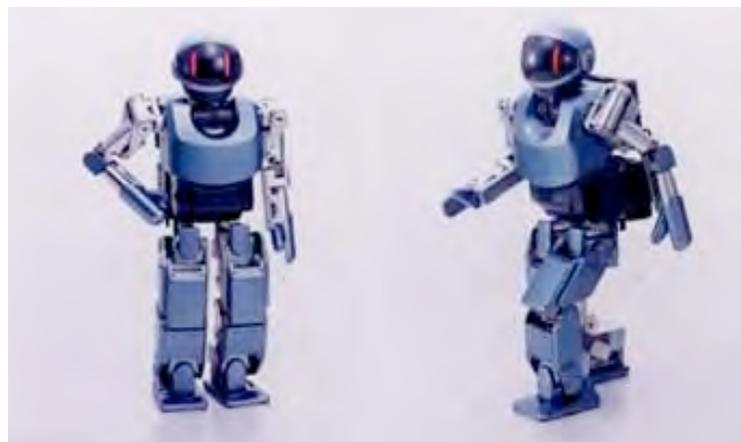


- prima e seconda serie (più piccolo)

Robot umanoidi



- *HRP-2*
(58 kg, 150 cm, 30 gdl)
2002 Tokyo Univ



- Sony *SDR-3X*
(circa 60 cm)



- humanoid robot
(Q. Huang, PR China)



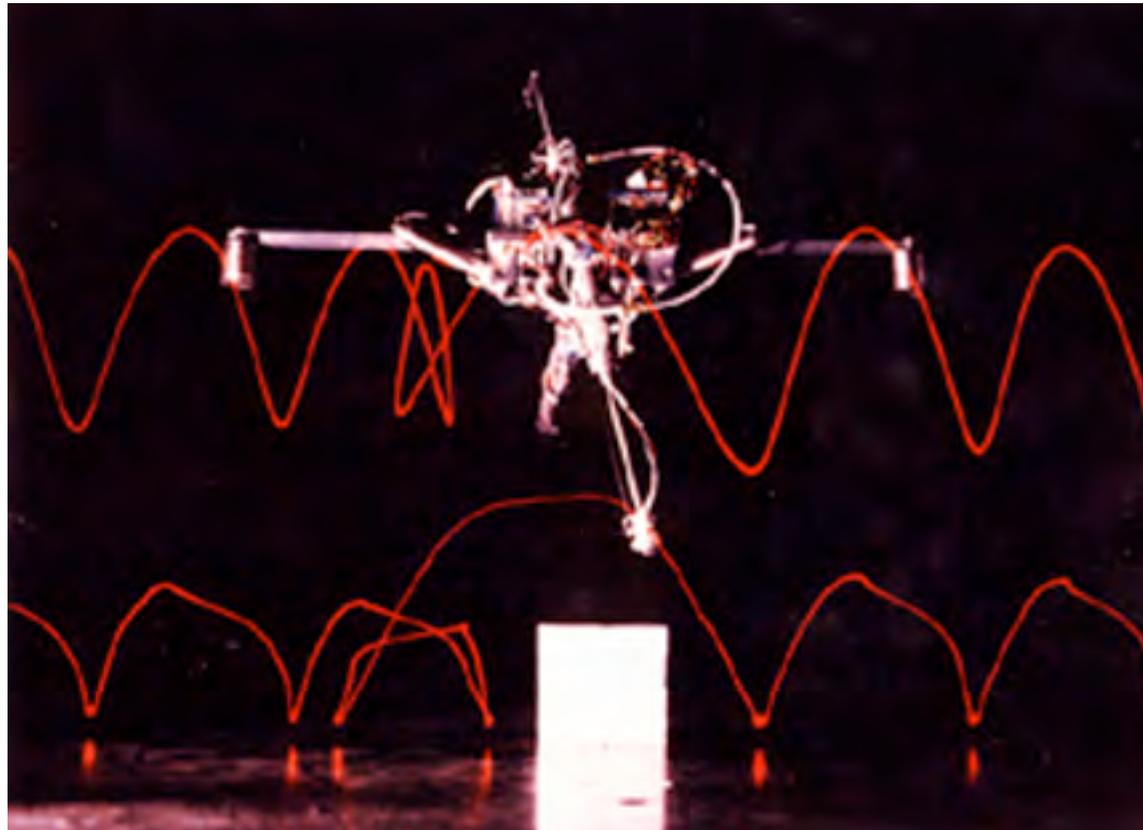
Robot umanoidi



- Sony *Q-RIO*
il primo robot in grado di bilanciarsi su un surf e rialzarsi da terra
(defunto nel 2006...)



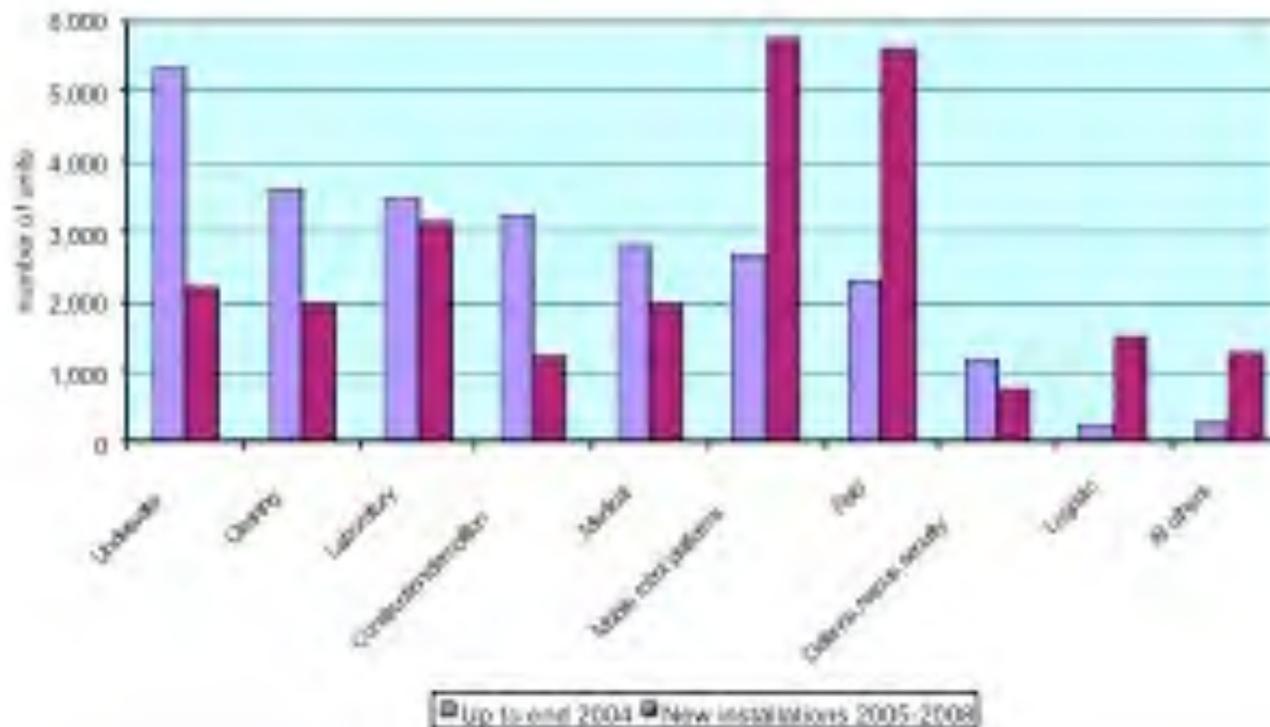
... e stabilità dinamica



- il robot *One-Leg Hopper* (MIT, USA) ha dimostrato nel 1982 la possibilità di mantenere un equilibrio di tipo **solo** dinamico



Diffusione dei robot di servizio



- stock di robot di servizio al 2004 (25000 unità) e proiezioni 2005-08:
underwater, cleaning, laboratory, construction, medical,
general mobile, field, defense & security, logistic, others