
Introduzione alla robotica

Stefano Ferrari

Università degli Studi di Milano
ferrari@dti.unimi.it

Corso di Robotica Industriale
IFTS “Industrializzazione del Prodotto e del Processo”

Da dove deriva la parola “robot”?

- ▶ Termine coniato dal drammaturgo ceco Karel Čapek per indicare il lavoro non volontario (**robot**, in ceco, significa “lavoratore forzato”, “schiavo”).
- ▶ Introdotta nella sua opera teatrale “R.U.R. (Rossum’s Universal Robots)”, gennaio 1921.
- ▶ I robot di Čapek erano creati mediante procedimenti chimico/biologici, non erano meccanici.
- ▶ Questi esseri venivano costruiti con lo scopo di evitare agli esseri umani i lavori faticosi e pericolosi.
- ▶ Strumento narrativo per criticare l’uso arrogante della scienza da parte dell’uomo.

Il termine “robotica”

- ▶ Il termine **robotica** si riferisce allo studio ed all'uso dei robot.
- ▶ Coniato ed usato per la prima volta dallo scienziato e scrittore Isaac Asimov.
- ▶ Utilizzato in “Runaround”, una storia pubblicata nel 1942.

Le leggi della robotica

Legge zero Un robot non può causare danno all'umanità, o, a causa della sua inazione, permettere che l'umanità venga danneggiata.

Prima legge Un robot non può causare danno ad un essere umano, o permettere che un essere umano venga danneggiato.

Seconda Legge Un robot deve obbedire ad un ordine impartito da un essere umano.

Terza legge Un robot deve proteggere se stesso.

Robot nella mitologia

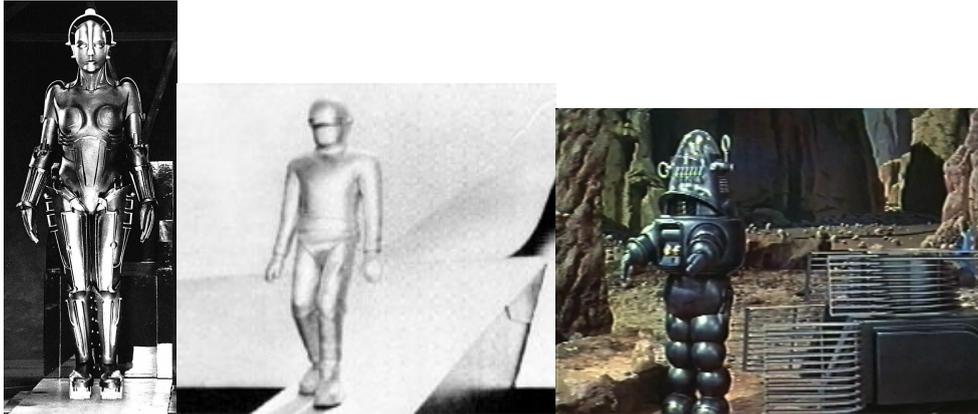
- ▶ Mitologia greca: **Talo**
Gigante di bronzo creato da Efesto per conto di Zeus, messo a guardia di Creta.
- ▶ Mitologia ebraica: **Golem**
Gigante di argilla forte e ubbidiente, protettore degli ebrei, ma anche distruttore implacabile.
- ▶ Mitologia inuit: **Tupilak**
Creato con pelli e ossa di animali (ma anche umane), pezzi di legno e altro, assume varie forme animali. Viene creato per uccidere un nemico, ma può rivoltarsi contro il creatore, se il nemico è più potente.

Robot nella letteratura

- ▶ **Frankenstein**, Mary Shelley, 1818
- ▶ **Pinocchio**, Carlo Collodi, 1881
- ▶ **Boscaiolo di Iatta** de *Il meraviglioso mago di Oz*, L. Frank Baum, 1900

Robot nella cinematografia

- ▶ androide *Maria* in *Metropolis*, 1926
- ▶ *Gort* in *Ultimatum alla Terra*, 1951
- ▶ *Robby* in *Il pianeta proibito*, 1956



Robot nella cinematografia (2)

- ▶ *Il mondo dei robot*, 1973
- ▶ *C3-P0* e *R2-D2* in *Star Wars*, 1979
- ▶ *Blade runner*, 1982
- ▶ *Terminator*, 1984
- ▶ *Cinque* in *Corto circuito*, 1986
- ▶ *Terminator 2: il giorno del giudizio*, 1992

Robot nella cinematografia (3)

- ▶ **Robocop**, 1987
- ▶ **Data** in *Star Trek: The Next Generation*, 1987
- ▶ **Andrew** in *L'uomo bicentenario*, 1999
- ▶ **Sonny** in *I robot*, 2004

Esseri artificiali

La letteratura ed il cinema hanno contribuito alla diffusione di alcuni termini:

- ▶ **robot**: essere meccanico autonomo;
- ▶ **androide**: essere artificiale che per costituzione e comportamento assomiglia ad un essere umano;
- ▶ **cyborg**: essere umano parzialmente ricostruito (cyborg è la contrazione di *cybernetic organism*).

A volte, l'arte anticipa le tematiche relative alle nuove tecnologie.

Definizioni del termine “robot”

- ▶ “Un manipolatore riprogrammabile e multifunzionale progettato per spostare materiali, componenti, attrezzi o dispositivi specializzati attraverso vari movimenti programmati per la realizzazione di vari compiti” *Robot Institute of America, 1979*
- ▶ “Force through intelligence”
- ▶ “Where AI meet the real world”
- ▶ “macchina automatica capace di svolgere, con opportuni comandi, alcune funzioni o attività proprie dell’uomo; automa meccanico” *Dizionario Garzanti*

Caratteristiche di un robot

Si può cercare di definire un robot attraverso le caratteristiche che dovrebbe possedere:

programmabilità capacità di elaborazione che il progettista può combinare come desidera

mobilità possibilità di interagire fisicamente con l’ambiente

flessibilità capacità di esibire un comportamento adatto alla situazione

Queste caratteristiche possono essere riassunte in un termine:

Autonomia

Struttura di un robot

Generalmente un robot si può scomporre nei seguenti sottosistemi:
struttura meccanica insieme di corpi rigidi, tra loro articolati

- ▶ struttura portante
- ▶ braccio
- ▶ giunto (rotativo, lineare, sferico)
- ▶ *end effector*
- ▶ trasmissione (a cinghia, a cavi, ruote dentate)

Struttura di un robot (2)

attuatori permettono al robot di agire

- ▶ lineari
- ▶ rotativi
- ▶ principio fisico: elettrici, pneumatici, idraulici, piezoelettrici, induzione

sensori misurano lo stato del robot e dell'ambiente

- ▶ propriocettivi (angolo dei motori e dei giunti, funzionalità dei componenti, livello delle batterie)
- ▶ esteroceettivi (caratteristiche fisico-chimiche e geometriche dell'ambiente)
- ▶ forza, prossimità (IR, US), luce, suono, videocamera, accelerazione, campo magnetico, ...

Struttura di un robot (3)

unità di controllo calcolatore che supervisiona e coordina i vari componenti

- ▶ elettronica di controllo degli attuatori e dei sensori
- ▶ controllo del robot
- ▶ software comportamentale (campo di applicazione)

Meccatronica

La differenza tra computer, sistemi di controllo e robot, può essere sfumata.

La caratteristica principale che contraddistingue un robot è la presenza di sensori e attuatori.

La robotica copre concetti e conoscenze derivanti da almeno tre campi:

- ▶ meccanica
- ▶ elettronica
- ▶ informatica

Anche conoscenze in altri campi (e.g., psicologia, bioingegneria) sono utili.

Applicazioni

- ▶ Esplorazione (Marte, Oceani)
- ▶ Lavori pesanti o pericolosi (verniciatura, saldatura)
- ▶ Entrambi! (riparazione tubature gas)
- ▶ Divertimento (intrattenimento)
- ▶ Medicina (teleoperazioni, supporto, riabilitazione, formazione)
- ▶ Socialità (banco informazioni, servizio ai tavoli)

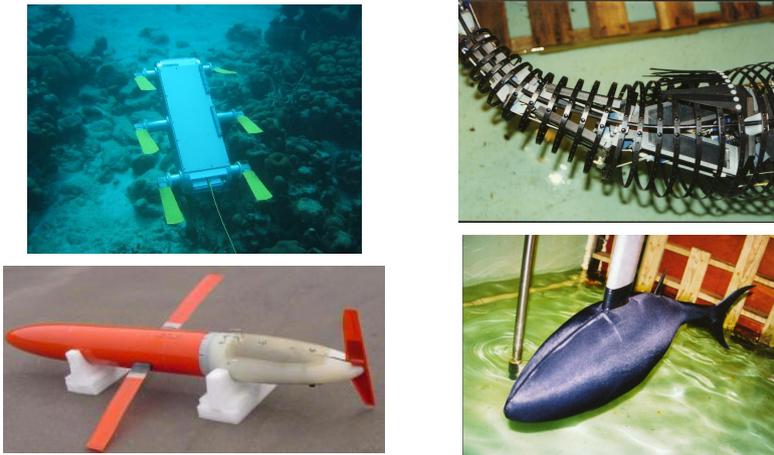
Esplorazione

- ▶ Mars Rover, Spirit, Opportunity (NASA)



Esplorazione (2)

- ▶ AQUA, robot anfibio (McGill University, York University and Dalhousie University)
- ▶ Spray, lunghe distanze sott'acqua (University Of California)
- ▶ RoboTuna, MIT



Esplorazione (3)

- ▶ Dante II, Carnegie Mellon University



Lavoro

- ▶ Robotica industriale
- ▶ RL800 Robomower (tagliaerba)
- ▶ Roomba (aspirapolvere)



Intrattenimento

- ▶ Aibo e Qrio, Sony
- ▶ Robosapiens



Medicina

- ▶ Da Vinci, Intuitive Surgical, Inc

http://www.intuitivesurgical.com/products/davinci_surgicalsystm/index.aspx



Medicina (2)

- ▶ Body extender
 - ▶ riabilitazione
 - ▶ supporto a handicap



Robot sociali

- ▶ Leonardo, MIT

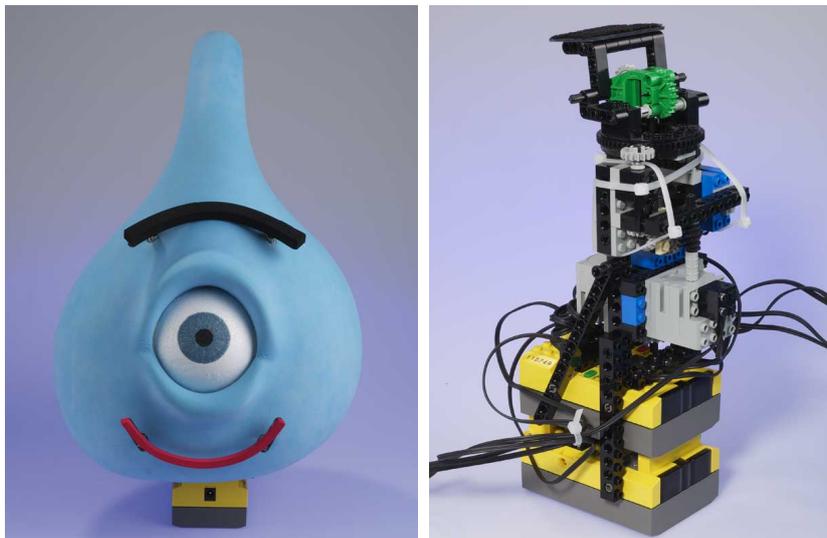
<http://robotic.media.mit.edu/projects/Leonardo/Leo-intro.html>



Robot sociali (2)

- ▶ Emuu

<http://www.bartneck.de/work/researchProjects/socialRobotics/>



Sviluppi

Robot antropomorfi

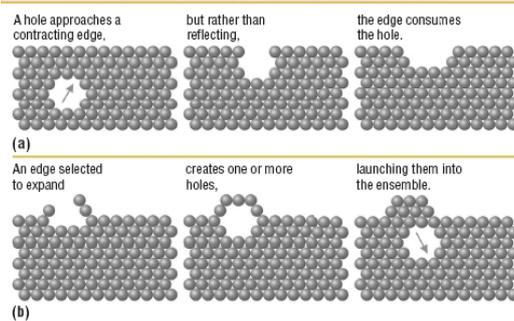
- ▶ Asimo, Honda
- ▶ Toyota Personal Robot, Toyota
- ▶ Wakamaru, Mitsubishi



Sviluppi (2)

Programmable matter

<http://www.cs.cmu.edu/claytronics/>



Sviluppi (3)

Gastrobot

- ▶ Chew-Chew, University of South Florida
<http://www.eng.usf.edu/wilkinso/gastrobotics/>



Sviluppi (4)

Droni

- ▶ MQ-1 Predator (US Air Force)
<http://www.af.mil/factsheets/factsheet.asp?fsID=122>
- ▶ Big Dog, Boston Dynamics
<http://www.bostondynamics.com/content/sec.php?section=BigDog>

