

---

## 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

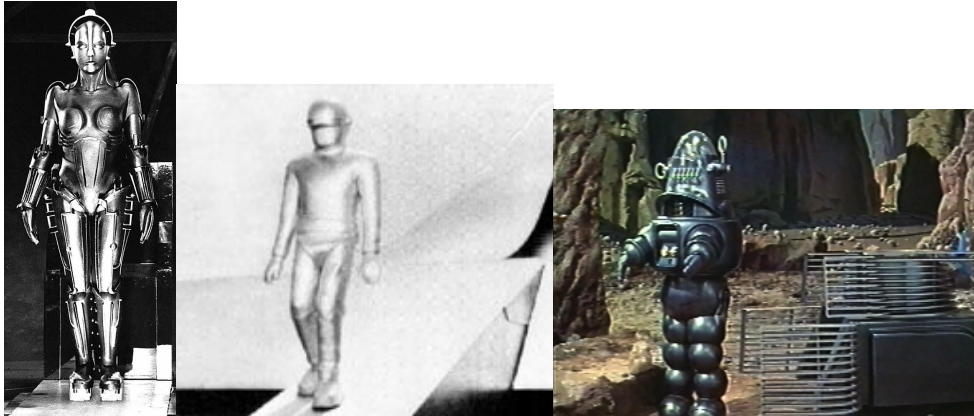
- ▶ Mitologia greca: **Talo**  
Gigante di bronzo creato da Efesto per conto di Zeus, messo a guardia di Creta.
- ▶ Mitologia ebraica: **Golem**  
Gigante di argilla forte e ubbidiente, protettore degli ebrei, ma anche distruttore implacabile.
- ▶ Mitologia inuit: **Tupilak**  
Creato con pelli e ossa 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)

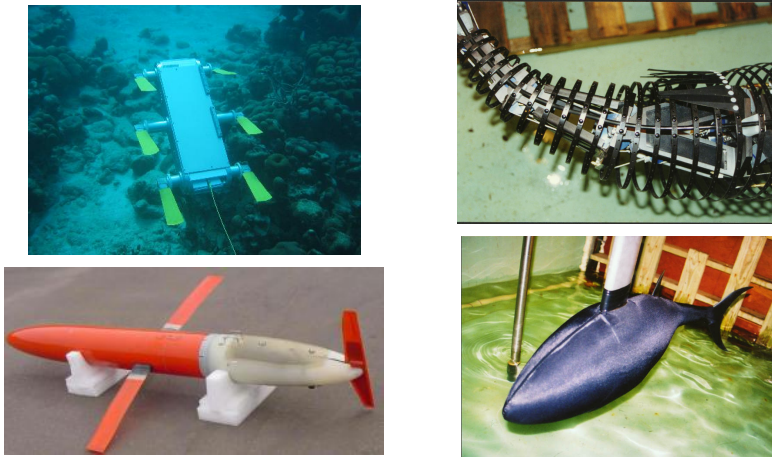
## Esplorazione

- ▶ 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](http://www.intuitivesurgical.com/products/davinci_surgicalsystm/index.aspx)



## Medicina (2)

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



## Robot sociali

- ▶ Leonardo, MIT

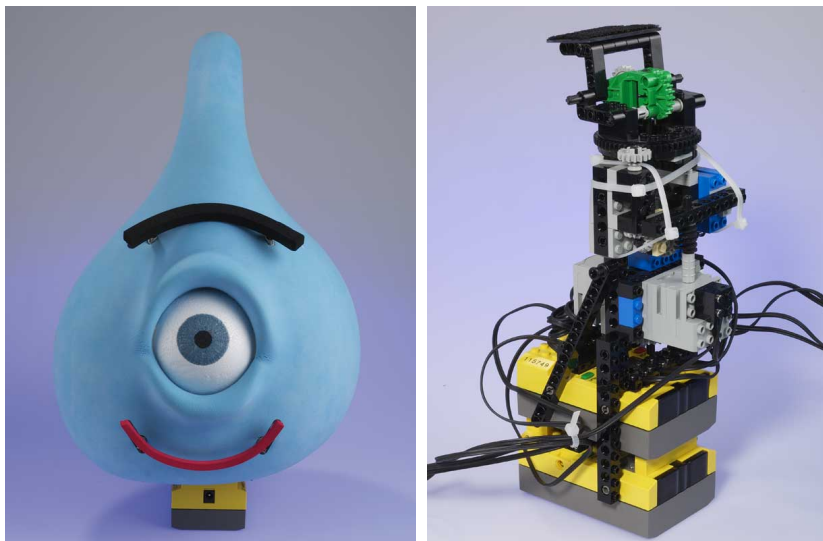
<http://robotic.media.mit.edu/projects/Leonardo/Leo-intro.html>



## Robot sociali (2)

- ▶ Emuu

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



## Sviluppi

Robot antropomorfi

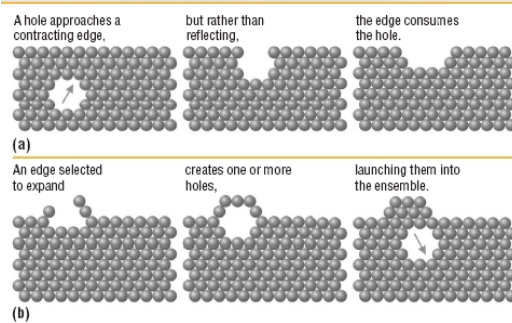
- ▶ Asimo, Honda
- ▶ Toyota Personal Robot, Toyota
- ▶ Wakamaru, Mitsubishi



## 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>

