

*Robotica – Robot Industriali e di Servizio*

*Lezione 26:  
Ancora strutture per i robot mobili*

Riprendiamo cose già viste per ampliare le  
nostre conoscenze

12 maggio 2014

*Strutture con ruote*

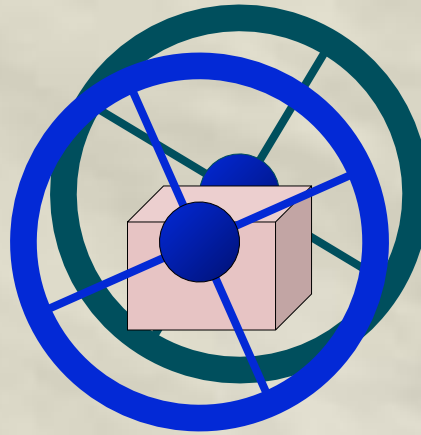
⇒ Anche se le ruote hanno molti difetti, sono il modo più  
semplice per spostare qualcosa

Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 2

## *Quante ruote?*

- ⇒ Due ruote
  - Bicicletta (non usata)
  - “Dondolino (?)”
  - Self balancing robot
- ⇒ Tre ruote
- ⇒ Quattro ruote



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 3

## *Di gran moda oggi:*

- ⇒ Molte realizzazioni basate sull'idea del monopattino Segway



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 4

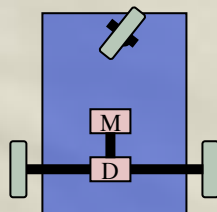
## *Veicoli con tre ruote*

⇒ Differential drive: lo abbiamo già visto

## *Il sistema “furgoncino Ape”*

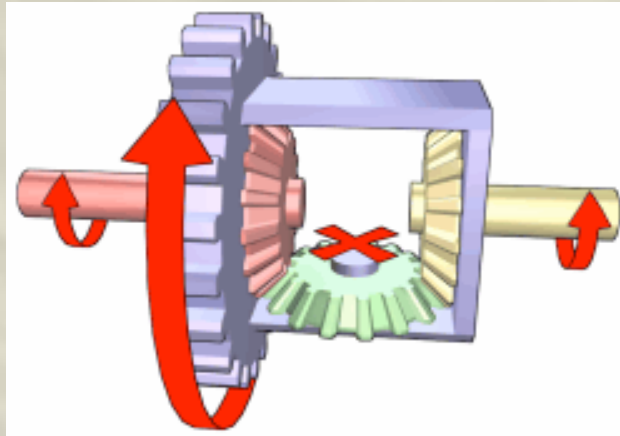
⇒ Due ruote motrici (collegate) e fisse

⇒ Una ruota folle e sterzante



⇒ Occorre il differenziale!

## Il differenziale



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

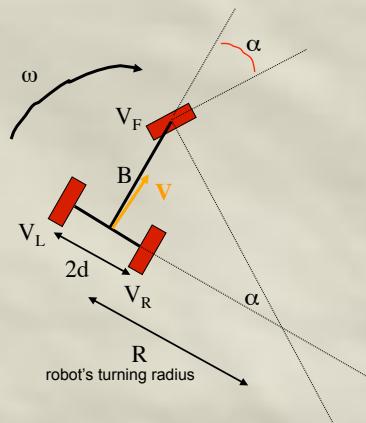
12 maggio 2014 7

## Veicoli a triciclo

- ⇒ Una ruota motrice e sterzante
- ⇒ Due ruote folli e fisse



Mecos tricycle-drive robot



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 8

## *Veicoli con quattro ruote*

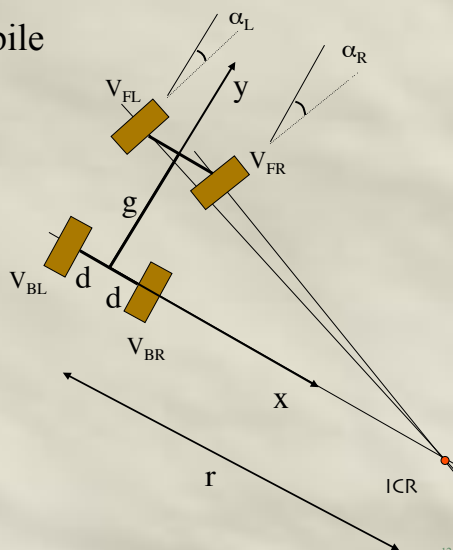
- ⇒ Ackermann steering
- ⇒ Skid steering

Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 9

## *Ackermann steering*

- ⇒ Quello dell'automobile



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 10

## *Attenzione!*

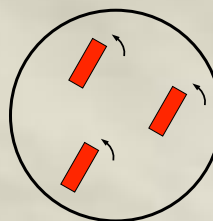
- ⇒ Tutti i sistemi che abbiamo visto finora permettono di costruire veicoli anolonomi (non-holonomous o non-holonomic)
- ⇒ Come si fa a costruire veicoli olonomi?

Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 11

## *Il “Synchro Drive”: una soluzione parziale*

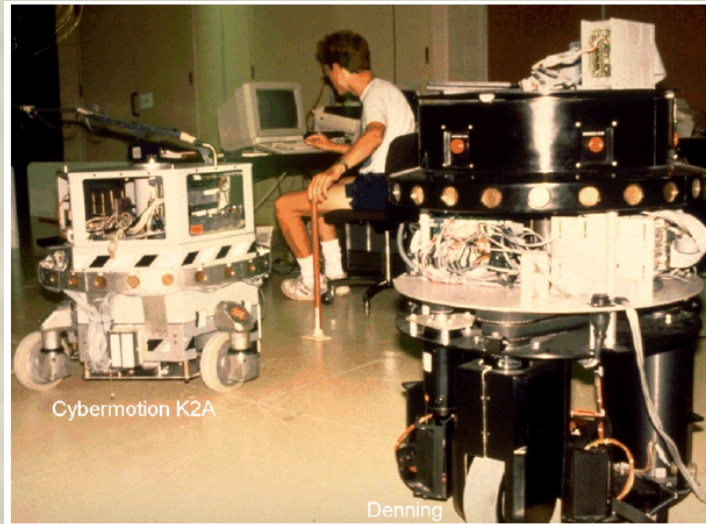
- ⇒ Tre ruote, motrici (collegate) e sterzanti (collegate)
  - Assi sempre paralleli, e velocità sempre uguali
- ⇒ Permette movimenti in qualunque direzione...
- ⇒ ...ma nessuna rotazione (perché ha 2 GDL)!



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 12

## Due esempi di synchro drive

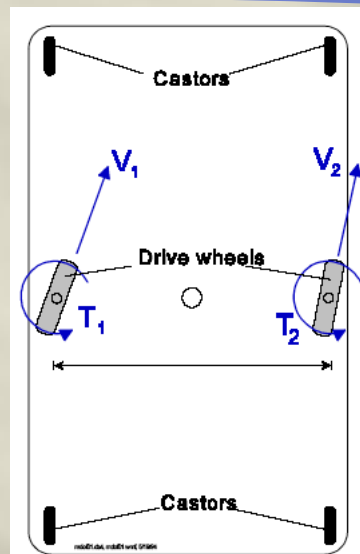


Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 13

## Robot ridondanti

⇒ A 4 gradi di libertà



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

14

## *Robot ridondanti*

⇒ A 8 gradi di libertà



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 15

## *Le ruote omnidirezionali*

⇒ Tre ruote, motrici



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 16



*Un bell'esempio:*



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 17

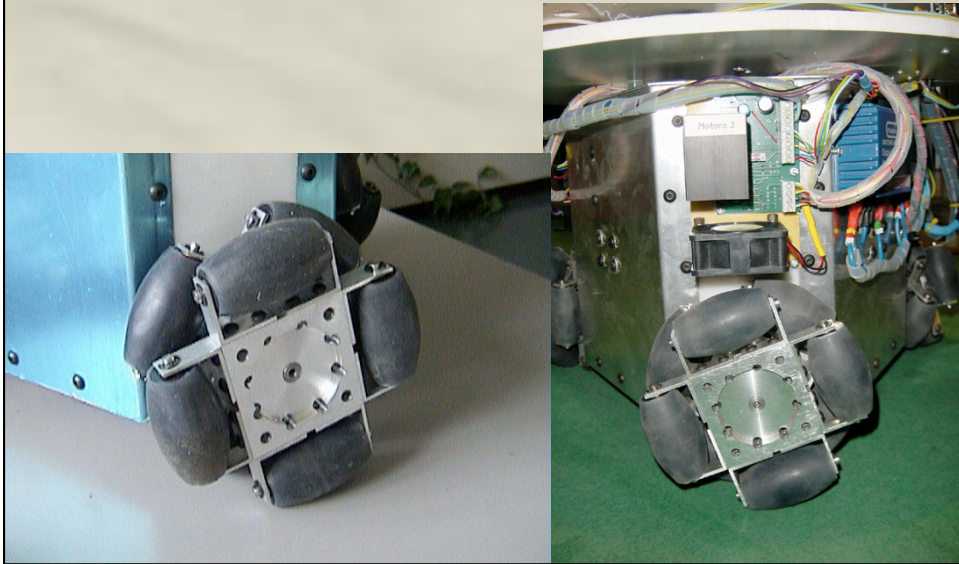
*E anche...*



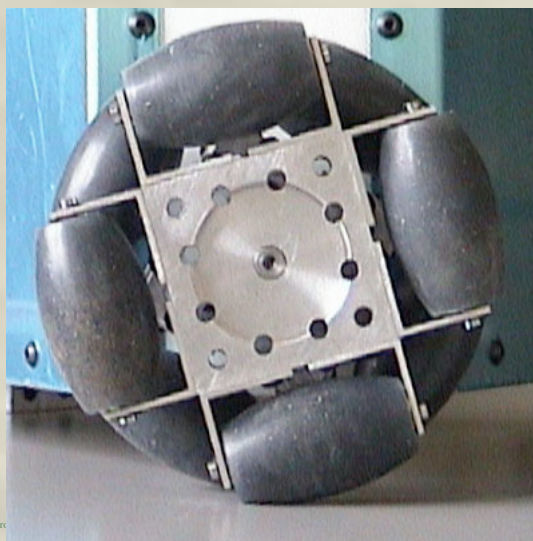
Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 18

*Le ruote di Marmot*



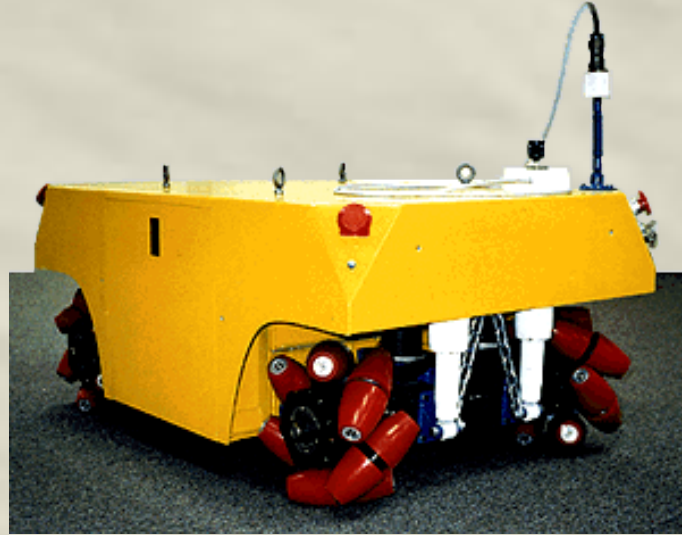
*Vista lungo l'asse...*



Lezione 26 Ancora strutture per i r

12 maggio 2014 20

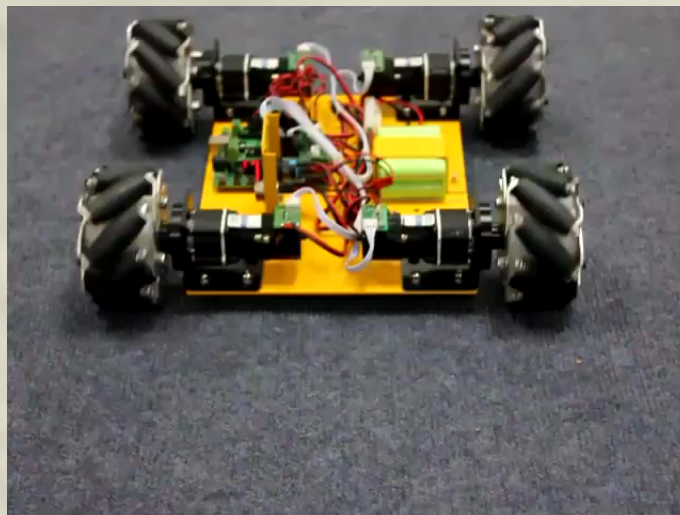
## *Le “Mecanum wheels”*



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 21

## *In movimento:*



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 22

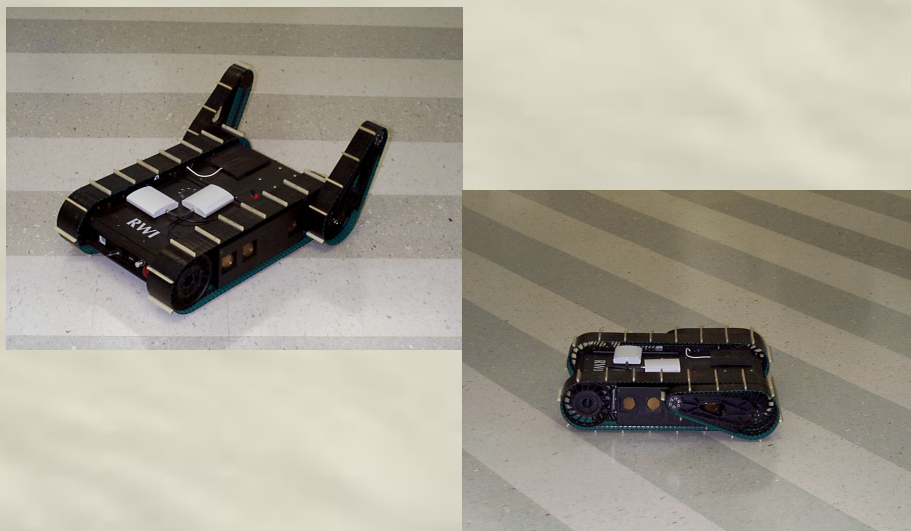
## *Ma ci sono tanti altri sistemi!*

- ⇒ Ma ci sono moltissimi altri sistemi, sia su ruote, che su cingoli e zampe.
- ⇒ Esempi nel capitolo 1.7 del Gini - Caglioti
- ⇒ C'è un capitolo sul [Borenstein](#), pagine 19-29
- ⇒ Alcuni esempi possono essere trovati su [http://bsing.ing.unibs.it/~arl/projects/minerobots\\_archive/index.htm](http://bsing.ing.unibs.it/~arl/projects/minerobots_archive/index.htm)

Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 23

## *Esempio: struttura a cingoli a geometria variabile*



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 24

### *In movimento:*



### *Per finire...*

- ⇒ Non tutti i robot poggiano per terra:
- Alcuni navigano
  - Alcuni volano
  - Alcuni stanno nello spazio

## *Applicazioni robot mobili (esempi)*

### ⇒ Militari

- Pattuglia
- Sminamento
- Azione bellica

### ⇒ Civili

- Sminamento umanitario
- Difesa civile
- Assistenza disabili
- Servizi sanitari
- Pulizie industriali
- Sorveglianza industriale
- Agricoltura ecc.

### ⇒ Domestiche

- Pulizie domestiche
- Sorveglianza
- Assistenza anziani

### ⇒ Ludiche

- Da guardare (robocup)
- Con interazione

### ⇒ Educative

- Insegnamento della robotica
- Insegnamento della programmazione

Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 27

## *Caratteristica fondamentale dei robot mobili...*

### ⇒ È quella di spostarsi. Ciò avviene:

- Stando appoggiati su una superficie, trattenuti dalla forza di gravità
- In equilibrio fluidostatico (Archimede!), stando immersi in un fluido
- In equilibrio fluidodinamico
- In fluttuazione libera, in assenza di gravità
- In situazioni particolari (arrampicata)

### ⇒ Per ora consideriamo solo la prima categoria

Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 28

## Categorizzazione delle macchine

- ⇒ Luogo di funzionamento
  - Interni
  - Esterni
  - Altri
- ⇒ Tipo di terreno
  - Civile su un solo piano
  - Civile su più piani
  - Sconnesso
  - “Open”
- ⇒ Tipo di ambiente
  - Sgombro
  - Ingombro
- ⇒ Tipo di operazioni
  - Puro movimento
  - Trasporto di materiali
  - **Trasporto di sensori**
  - Interazione con l’ambiente
- ⇒ Mezzo di spostamento
  - Ruote
  - Cingoli
  - Zampe
  - Altro
- ⇒ Numero di punti di appoggio
  - Tre
  - Quattro
  - Sei
  - Tanti (lombrichi)
  - Altro

Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 29

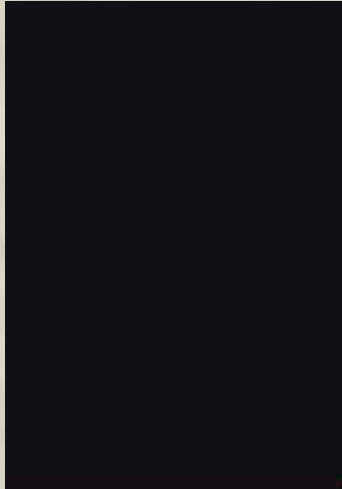
## Robot strani...



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 30

*E ancora...*



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 31

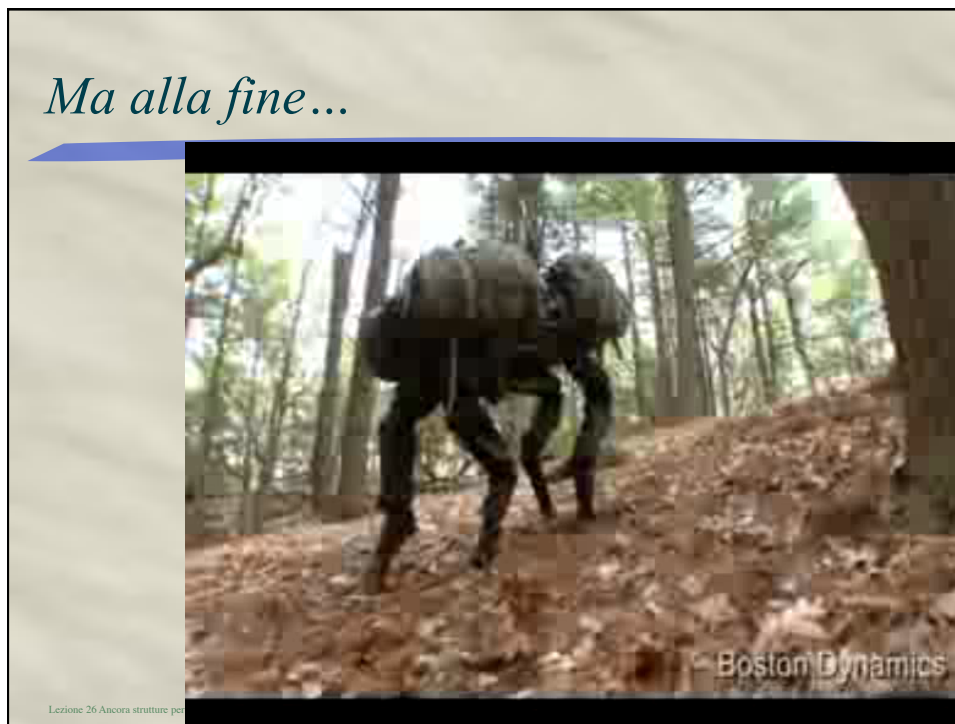
*Da cui (utilissimo!)*



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 32





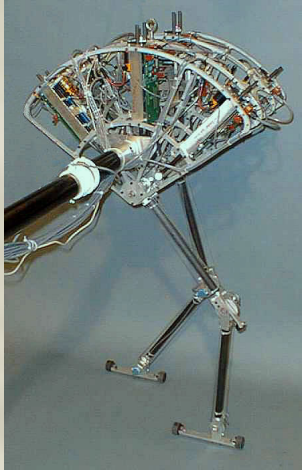
*La nostra attenzione:*

- ⇒ Luogo di funzionamento
  - Interni
  - Esterni
  - Altri
- ⇒ Tipo di terreno
  - Civile su un solo piano
  - Civile su più piani
  - Sconnesso
  - "Open"
- ⇒ Tipo di ambiente
  - Sgombro
  - Ingombro
- ⇒ Tipo di operazioni
  - Puro movimento
  - Trasporto di materiali
  - Interazione con l'ambiente
- ⇒ Mezzo di spostamento
  - Ruote
  - Cingoli
  - Zampe
  - Altro
- ⇒ Numero di punti di appoggio
  - Tre
  - Quattro
  - Sei
  - Altro

Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

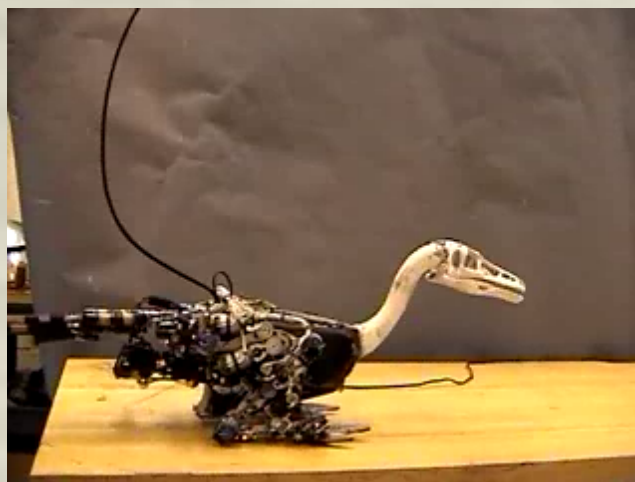
12 maggio 2014 34

*Fino a modelli molto sofisticati...*



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

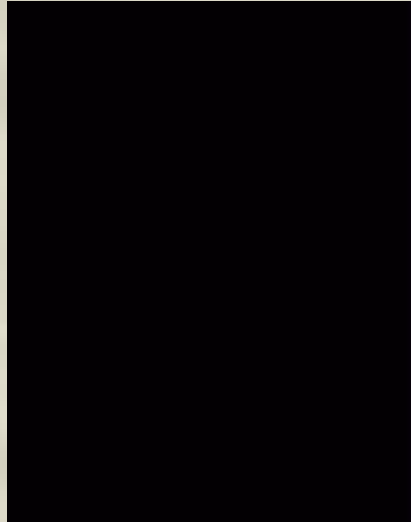
12 maggio 2014 35



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 36

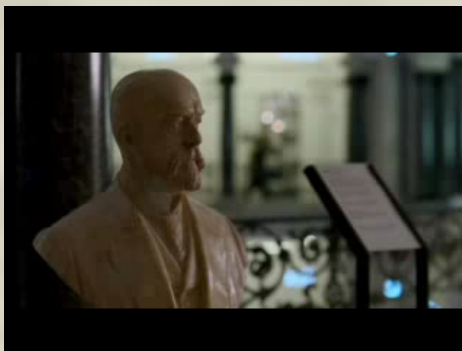
*Anche se qualche volta la meccanica ci  
aiuta*



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 37

*Fino ad arrivare al più impressionante:*



6km/hの走行  
Running at 6km/h

Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 38

*Anche se...*



Lezione 26 Ancora strutture per i robot

*Ma anche Asimo forse è superato:*



Lezione 26 Ancora strutture per i robot mobili

12 maggio 2014 40

*Nel nostro piccolo...*



Lezione 26 Ancora strutture per i r