



## *Strutture con ruote*

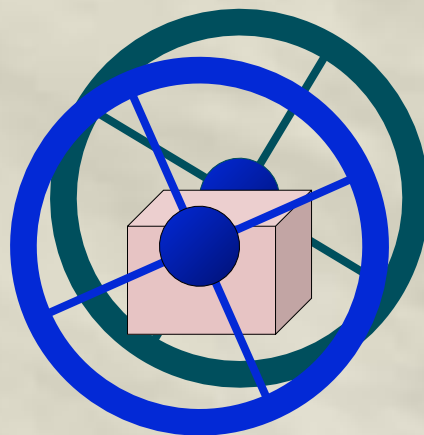
- ⇒ Anche se le ruote hanno molti difetti, sono il modo più semplice per spostare qualcosa

Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 3

## *Quante ruote?*

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



Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 4

## *Di gran moda oggi:*

- ⇒ Molte realizzazioni basate sull'idea del monopattino Segway



Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 5

## *Veicoli con tre ruote*

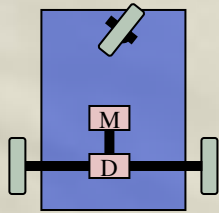
- ⇒ Differential drive: lo abbiamo già visto

Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 6

## *Il sistema “furgoncino Ape”*

- ⇒ Due ruote motrici (collegate) e fisse
- ⇒ Una ruota folle e sterzante

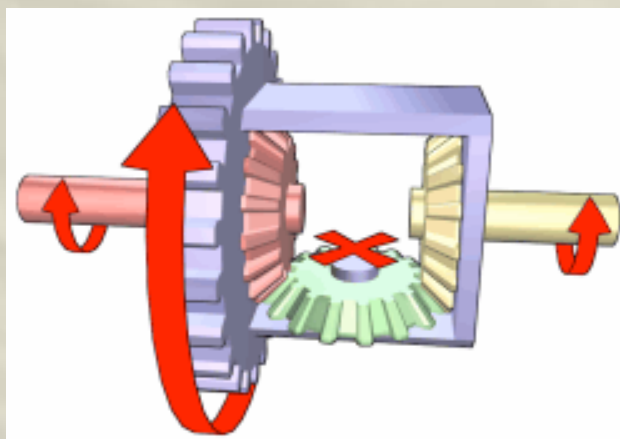


- ⇒ Occorre il differenziale!

Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 7

## *Il differenziale*



Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

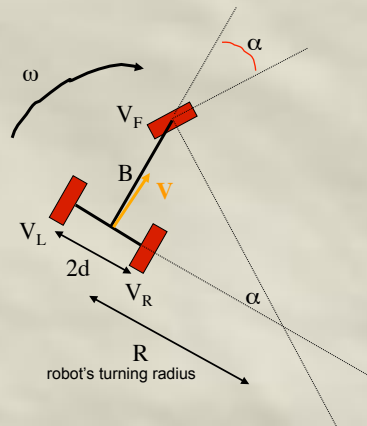
15 maggio 2012 8

## *Veicoli a triciclo*

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



Mecos tricycle-drive robot



Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 9

## *Veicoli con quattro ruote*

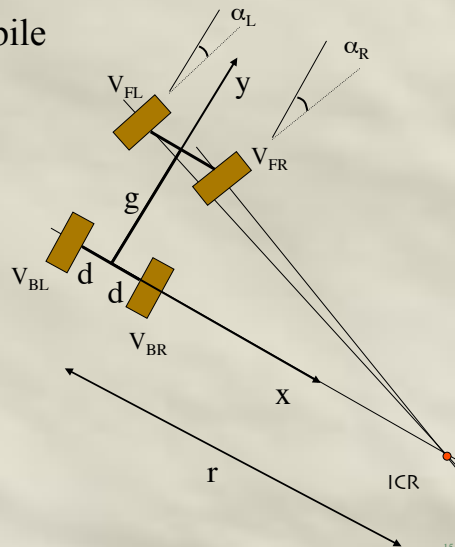
- ⇒ Ackermann steering
- ⇒ Skid steering

Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 10

## Ackermann steering

⇒ Quello dell'automobile



Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 11

## Attenzione!

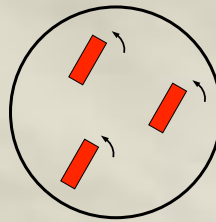
- ⇒ Tutti i sistemi che abbiamo visto finora permettono di costruire veicoli anolonomi (non-holonomous o non-holonomic)
- ⇒ Come si fa a costruire veicoli olonomi?

Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 12

## *Il "Synchro Drive": una soluzione parziale*

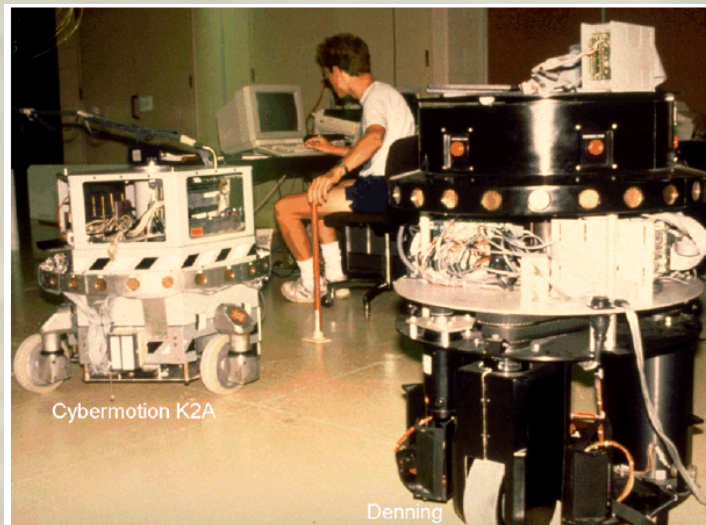
- ⇒ Tre ruote, motrici (collegate) e sterzanti (collegate)
  - Assi sempre paralleli, e velocità sempre uguali
- ⇒ Permette movimenti in qualunque direzione...
- ⇒ ...ma nessuna rotazione (perché ha 2 GDL)!



Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 13

## *Due esempi di synchro drive*

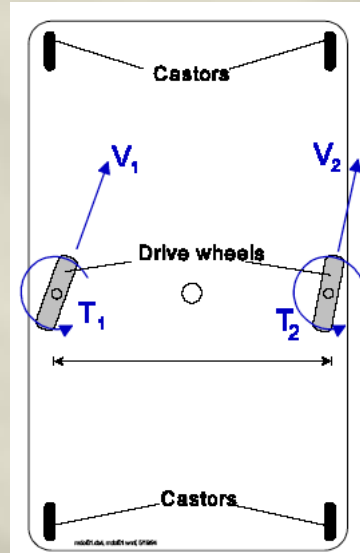


Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 14

## *Robot ridondanti*

⇒ A 4 gradi di libertà



Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

2 15

## *Robot ridondanti*

⇒ A 8 gradi di libertà



Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 16



## *Le ruote omnidirezionali*

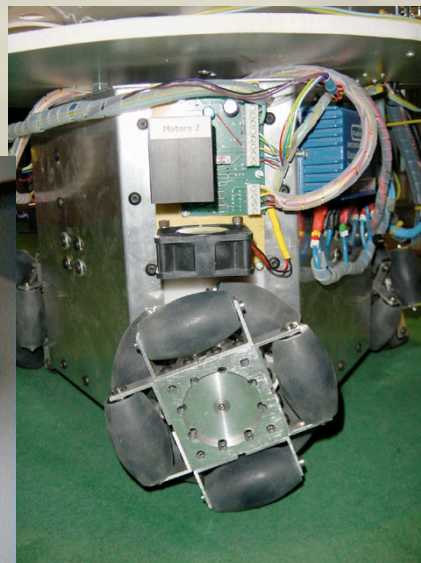
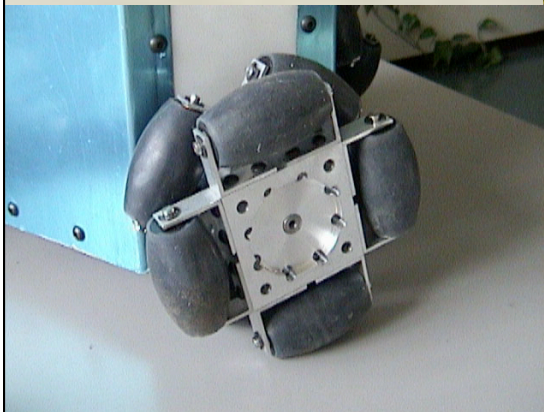
⇒ Tre ruote, motrici



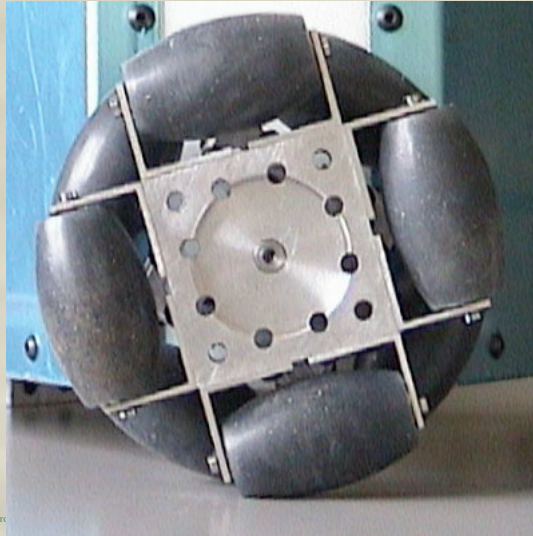
Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 17

## *Le ruote di Marmot*



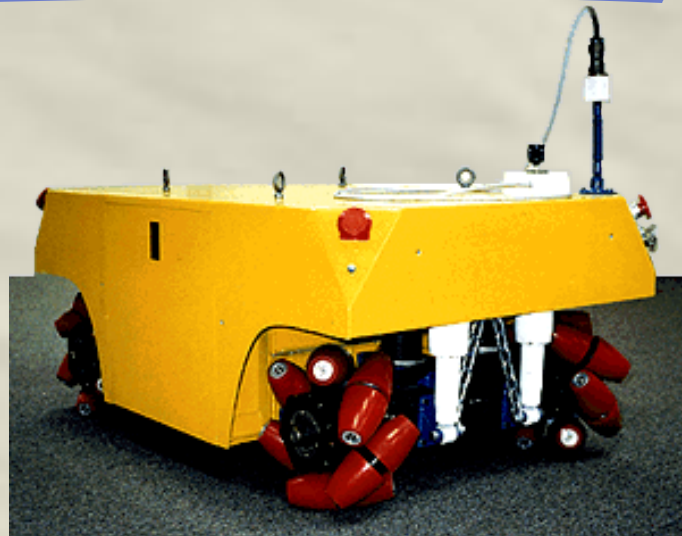
*Vista lungo l'asse...*



Lezione 24 Ancora strutture per i r

15 maggio 2012 19

*Le "Mecanum wheels"*



Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 20

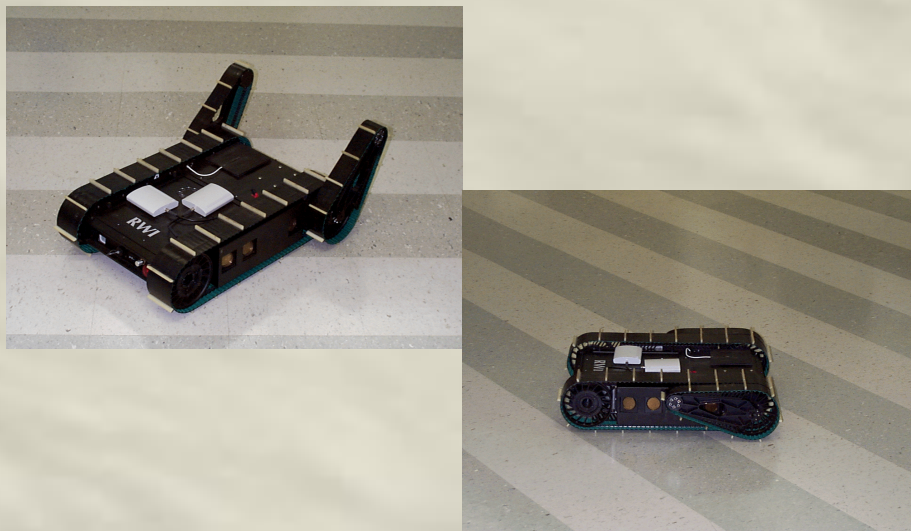
## *Ma ci sono tanti altri sistemi!*

- ⇒ 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 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 21

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



Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 22

### *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 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 25

## *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 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 26

## 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 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 27

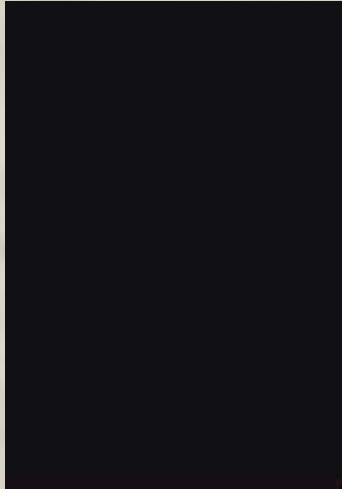
## Robot strani...



Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 28

*E ancora...*



Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 29

*Da cui (utilissimo!)*



Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 30

## *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 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 31

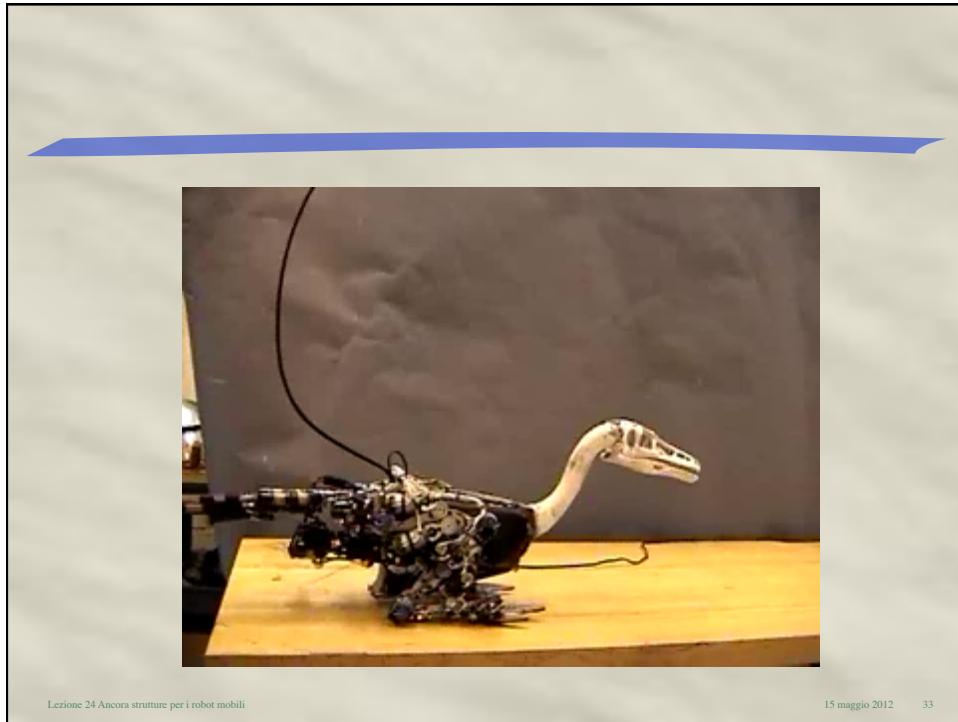
## *Fino a modelli molto sofisticati...*



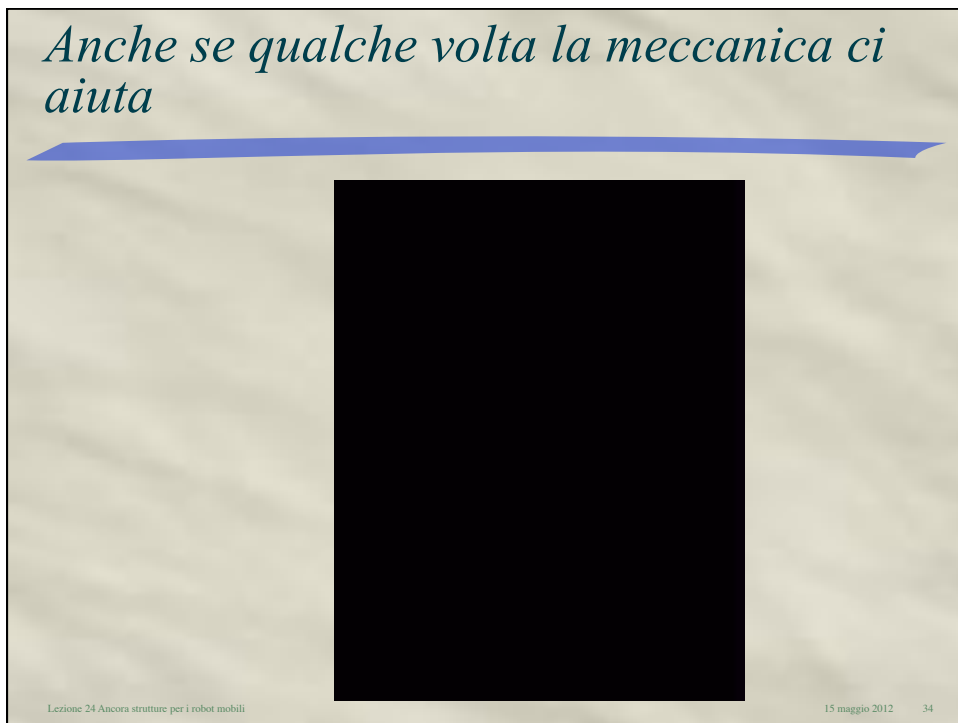
Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 32





*Anche se qualche volta la meccanica ci  
aiuta*



*Fino ad arrivare al più impressionante:*

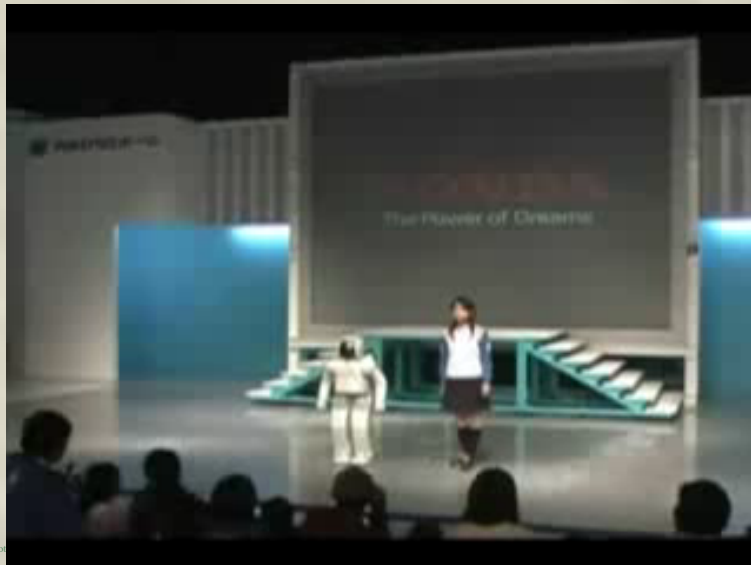


6km/hの走行  
Running at 6km/h

Lezione 24 Ancora strutture per i robot mobili

15 maggio 2012 35

*Anche se...*



Lezione 24 Ancora strutture per i robot

*Ancora più impressionante:*



*Nel nostro piccolo...*

