

*Robotica – Robot Industriali e di Servizio*

*Lezione 23:  
Manipolazione avanzata*

Le “Dexterous hands” e i sensori tattili

17 maggio 2013

*Avevo detto:  
Ma non dimentichiamo che...*

⇒ Per il robot, manipolare pezzi è più o meno come usare una pinza per costruire una casa di Lego avendo addosso un paio di guantoni da boxe!

Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 2

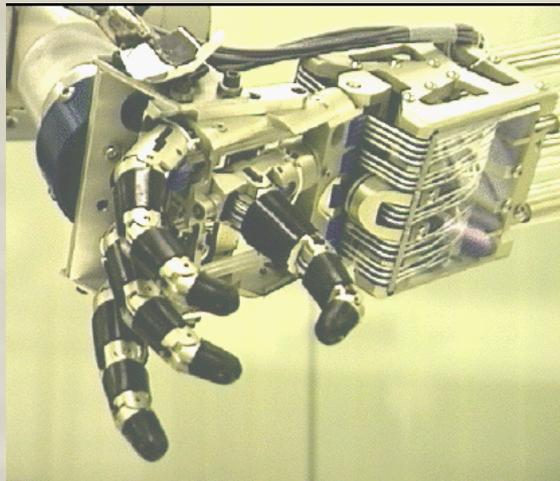
## *La mano originale di Salisbury*



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 3

## *La famosa mano "Utah - MIT"*



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 4

## *La mano di Salisbury*



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 5

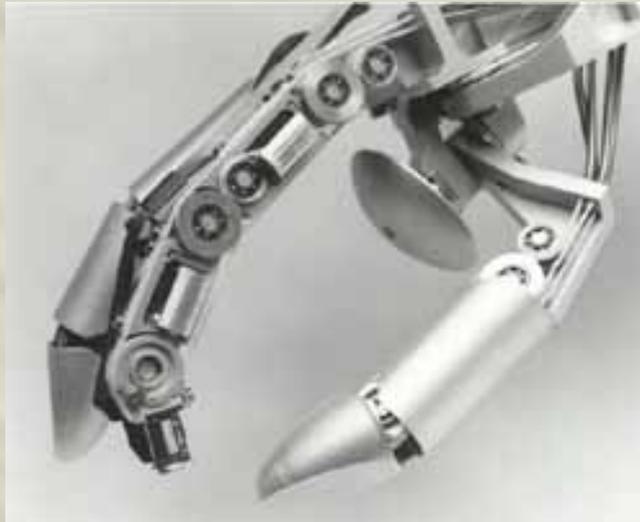
## *Una evoluzione moderna*



Lezione 23 Manipolazione avanzata

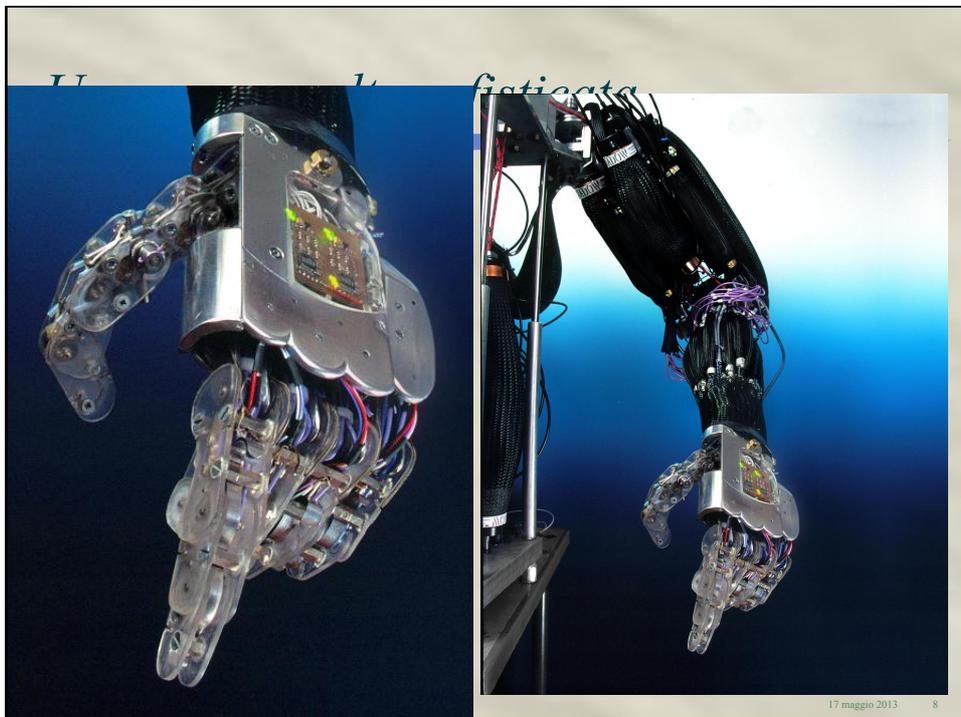
17 maggio 2013 6

## *Una mano italiana*



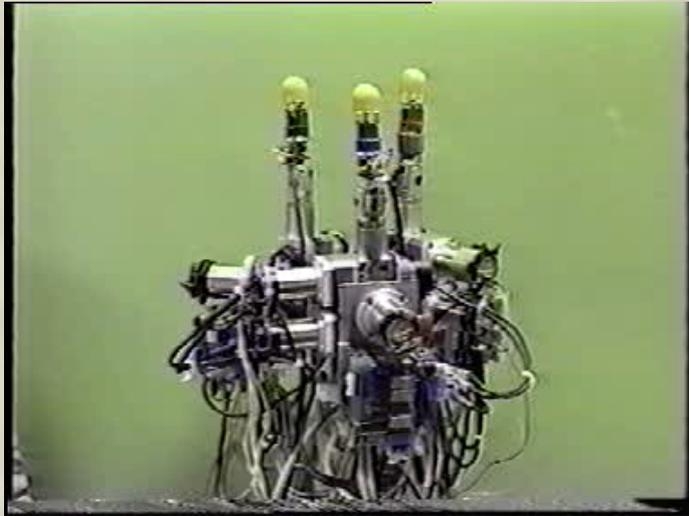
Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 7



17 maggio 2013 8

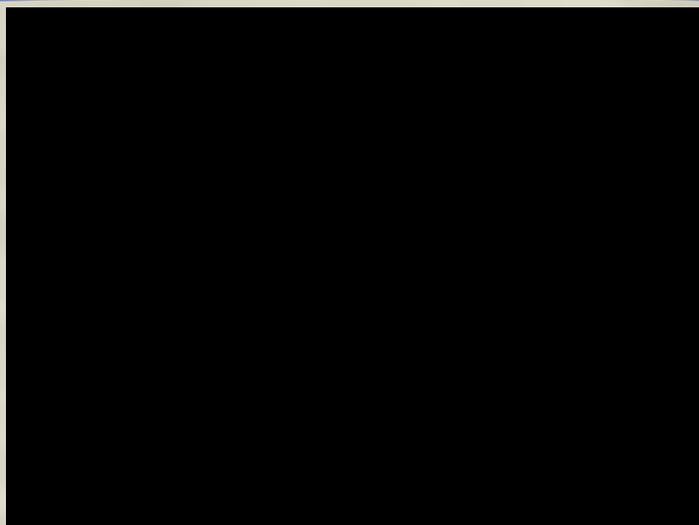
*Mani più moderne:*



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 9

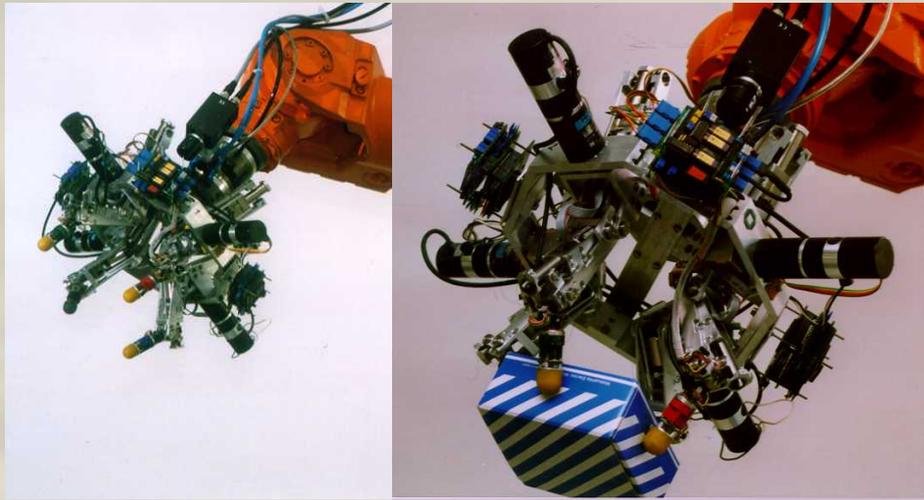
*Una mano molto agile...*



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 10

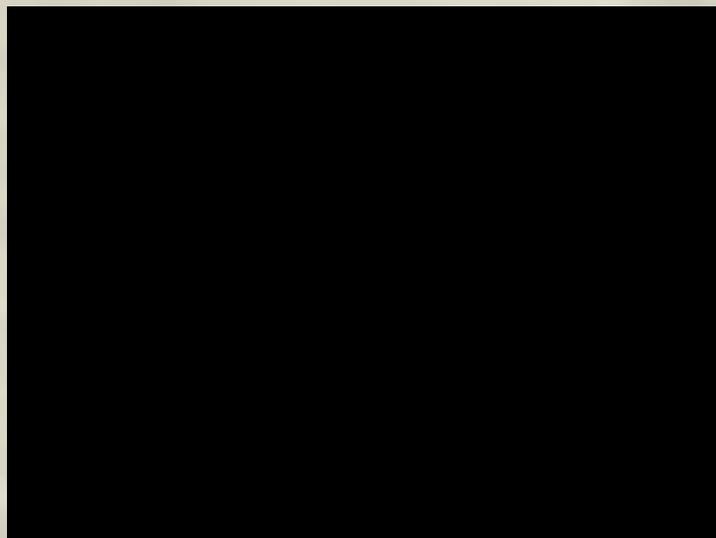
*... ma un po' ingombrante!*



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 11

*Una via di mezzo, più "robotica"*



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 12

## *I problemi delle “dexterous hands”*

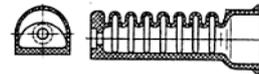
- ⇒ Complessità meccanica
- ⇒ Scarsità di spazio: necessità di “remotare” i motori
  - Motori con leghe a memoria di forma
  - Motori biologici
- ⇒ Complessità della parte sensoriale

Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 13

## *A proposito di motori strani:*

- ⇒ Attuatori flessibili pneumatici



 **TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

**HybridGripper**  
Flexible gripping



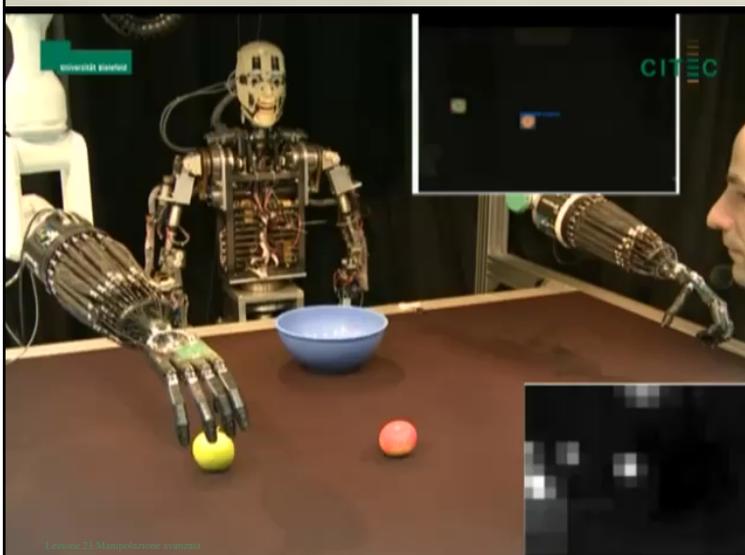
## *A proposito di motori strani:*

⇒ Muscoli pneumatici



Lezione 23 Manipolazione avanzata

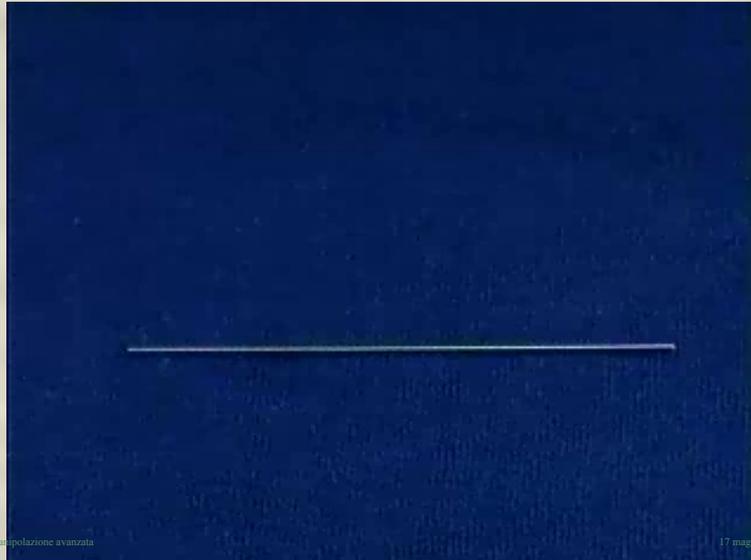
## *Da cui:*



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 16

*Leghe a memoria di forma:*



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 17

*Leghe a memoria di forma:*



17 maggio 2013 18

*Leghe a memoria di forma:*



17 maggio 2013 19

*Leghe a memoria di forma:*



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 20

## *La sensorialità delle nostre mani*

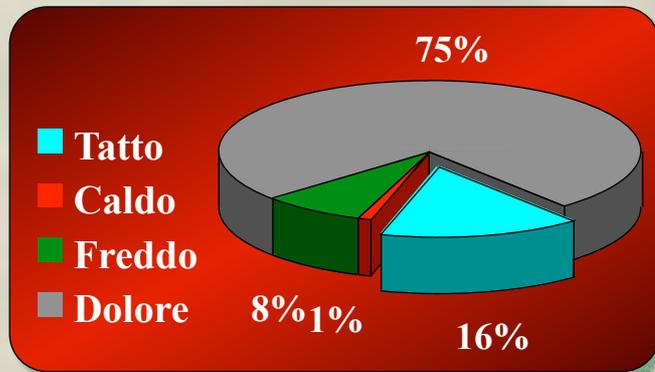
- ⇒ Noi abbiamo cinque tipi di sensorialità cutanea:
  - Tatto
  - Pressione
  - Caldo
  - Freddo
  - Dolore
- ⇒ Questi sensi sono variamente distribuiti sulla pelle, con densità massima sulla punta della lingua, sulle labbra e sui polpastrelli

Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 21

## *La distribuzione dei recettori tattili*

- ⇒ Circa 3.400.000 recettori tattili
- ⇒ Più le altre terminazioni nervose!



Lezione 23 Manipolazione avanzata

## *Ma il tatto serve veramente?*

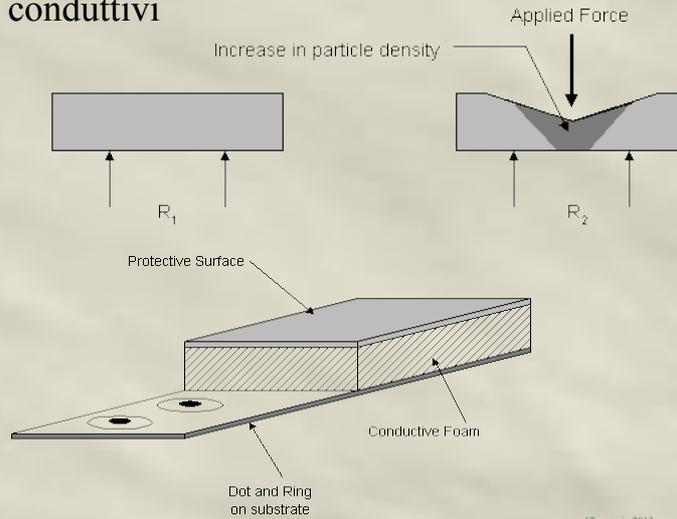
- ⇒ Fortunatamente, per la pura manipolazione è sufficiente la sensibilità di forza sui polpastrelli o qualcosa di equivalente
- ⇒ Il tatto occorre per riconoscere gli oggetti e per percepire il loro scivolamento

## *Cosa è possibile misurare*

- ⇒ Temperatura: non presenta grossi problemi
  - Noi possediamo anche una sensazione soggettiva di “caldo” e di “freddo” dovuta alla conduttività termica di ciò che tocchiamo e al calore della nostra pelle
- ⇒ Pressione: possiamo misurare forze, ma solo in alcuni punti (sui polpastrelli)
  - Possiamo misurarle anche in maniera indiretta (sugli attuatori)
- ⇒ Dolore: non sappiamo neanche bene cosa sia
- ⇒ Tatto: esistono diversi tipi di sensori

## Sensori basati sulla resistività

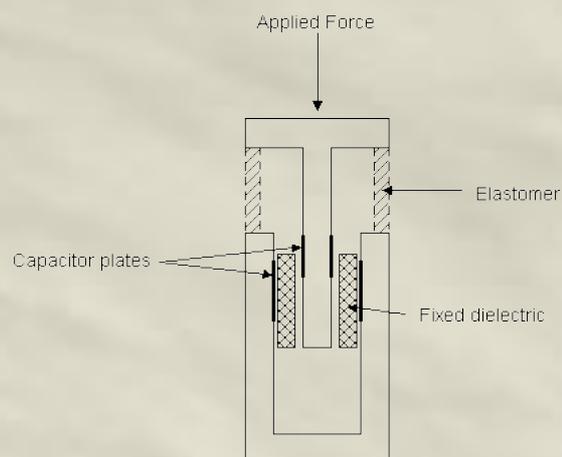
### ⇒ Elastomeri conduttivi



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 25

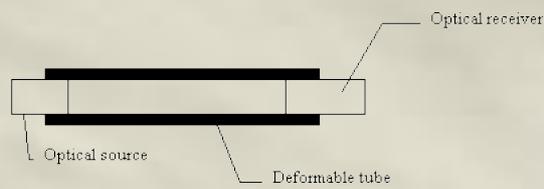
## Sensori capacitivi



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 26

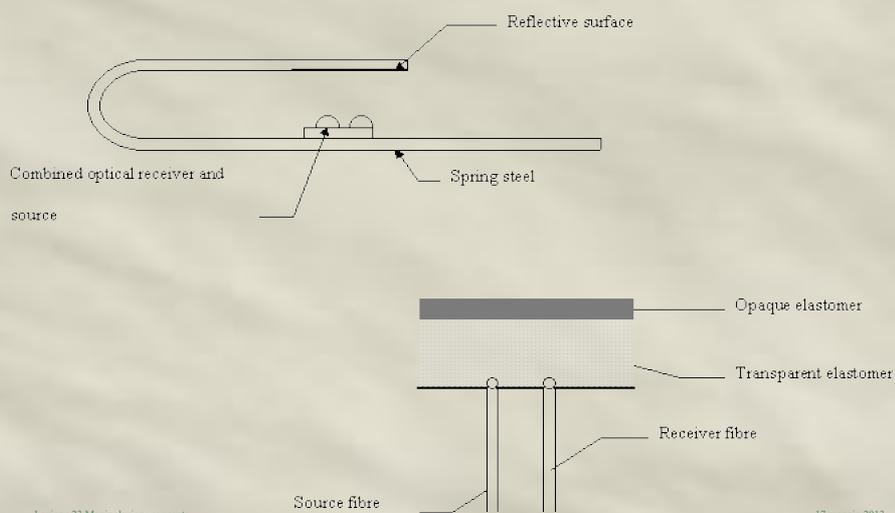
## Sensori ottici (trasmissivi)



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 27

## Sensori ottici (riflessivi)



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 28

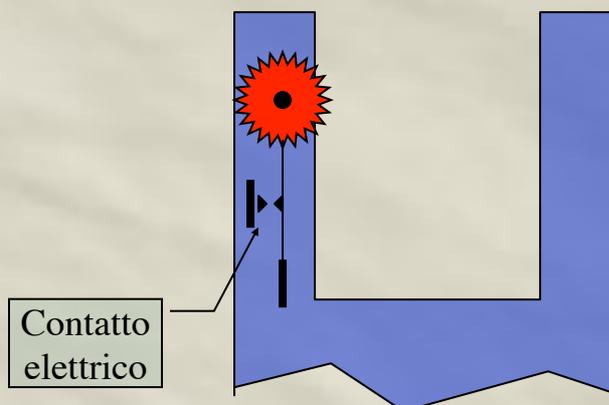
## *Altri sensori tattili*

- ⇒ Basati sulla tecnologia dei semiconduttori
  - Alta risoluzione
  - Molto fragili
- ⇒ Basati sul tempo di volo
- ⇒ ...
- ⇒ **Attenzione:** questi sensori misurano **solo** la componente di forza **normale** alla superficie del polpastrello!

Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 29

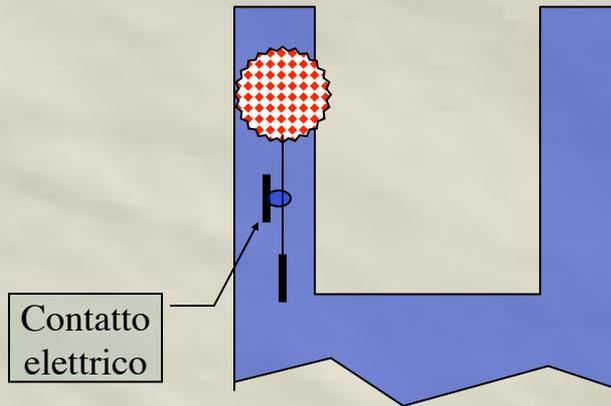
## *Un sensore di scivolamento:*



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 30

*Lo stesso, ma omnidirezionale:*

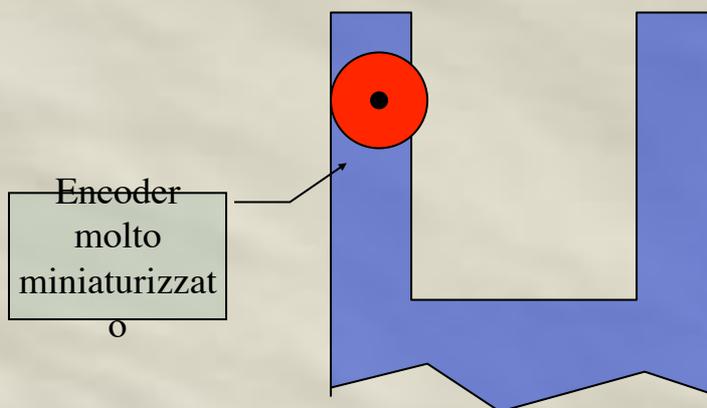


Contatto elettrico

Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 31

*Un altro sensore di scivolamento:*

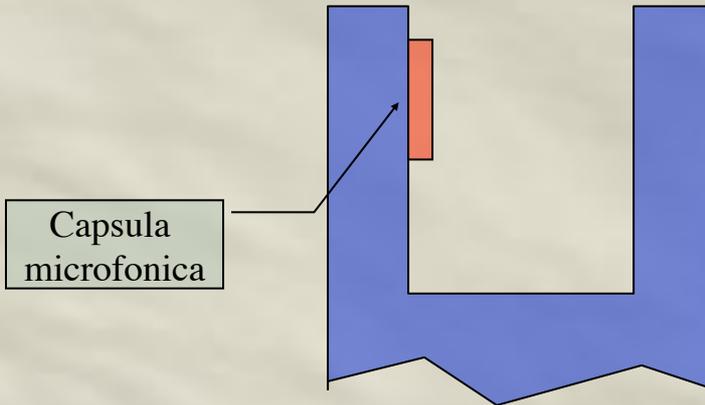


Encoder molto miniaturizzato

Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 32

### *E un altro ancora:*



Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 33

### *A proposito:*

- ⇒ Negli animali la retroazione acustica è molto più importante di quanto non si pensi, per varie ragioni
  - L'udito sopperisce molto alla limitata ampiezza del nostro settore visivo;
  - Rumori forti implicano situazioni di pericolo;
  - Operazioni anche delicate sono difficili da compiere in ambiente rumoroso
- ⇒ In robotica, l'*udito* ha possibilità di applicazione insospettate.

Lezione 23 Manipolazione avanzata

17 maggio 2013 34