

Corso di Laurea Magistrale in Informatica

Corso di Robotica



Sensori per la robotica

Cecilia Laschi

cecilia.laschi@sssup.it

Misurazione della distanza: triangolazione



Se due dispositivi a distanza nota possono 'puntare' lo stesso punto di un oggetto, allora la distanza dell'oggetto può essere calcolata conoscendo gli angoli di puntamento.

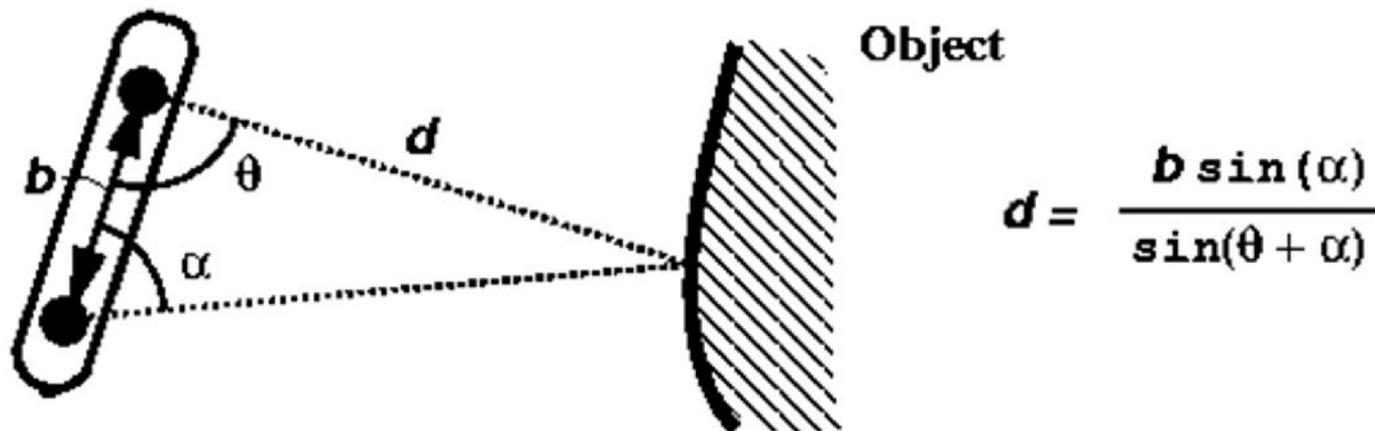
TRIANGOLAZIONE PASSIVA: utilizza due dispositivi di acquisizione di immagini

TRIANGOLAZIONE ATTIVA: utilizza un dispositivo di acquisizione di immagini ed una sorgente di luce controllata

Sensori di DISTANZA o RANGE o PROFONDITA'

Il range (o profondità) è la distanza tra il sensore e l'oggetto rilevato. La percezione del range è importante per il riconoscimento degli oggetti e dell'ambiente e nel controllo della navigazione di un robot; spesso è usato, anche insieme ad un sistema di visione, per ricostruire il modello 3D di una scena

Il principio fisico alla base della percezione del range è la **triangolazione**, ovvero la rilevazione di un oggetto da due punti di vista differenti ad una distanza nota l'uno dall'altro



Misurazione della distanza: tempo di volo

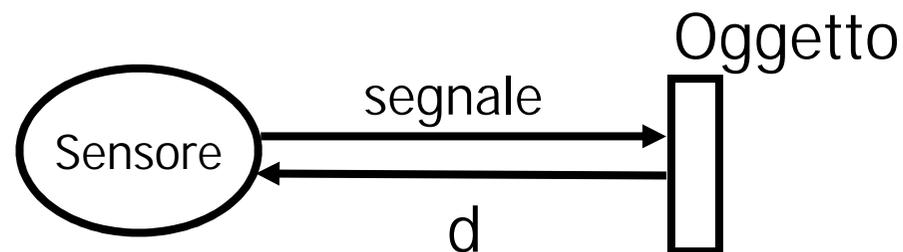
La misura della distanza di un oggetto è data dalla misura del tempo che un dato segnale (ad es. un impulso sonoro) impiega a raggiungere l'oggetto e a tornare indietro

$$d = (v \times t) / 2$$

d = distanza dell'oggetto

v = velocità del segnale

t = tempo impiegato dal segnale per raggiungere l'oggetto e tornare indietro



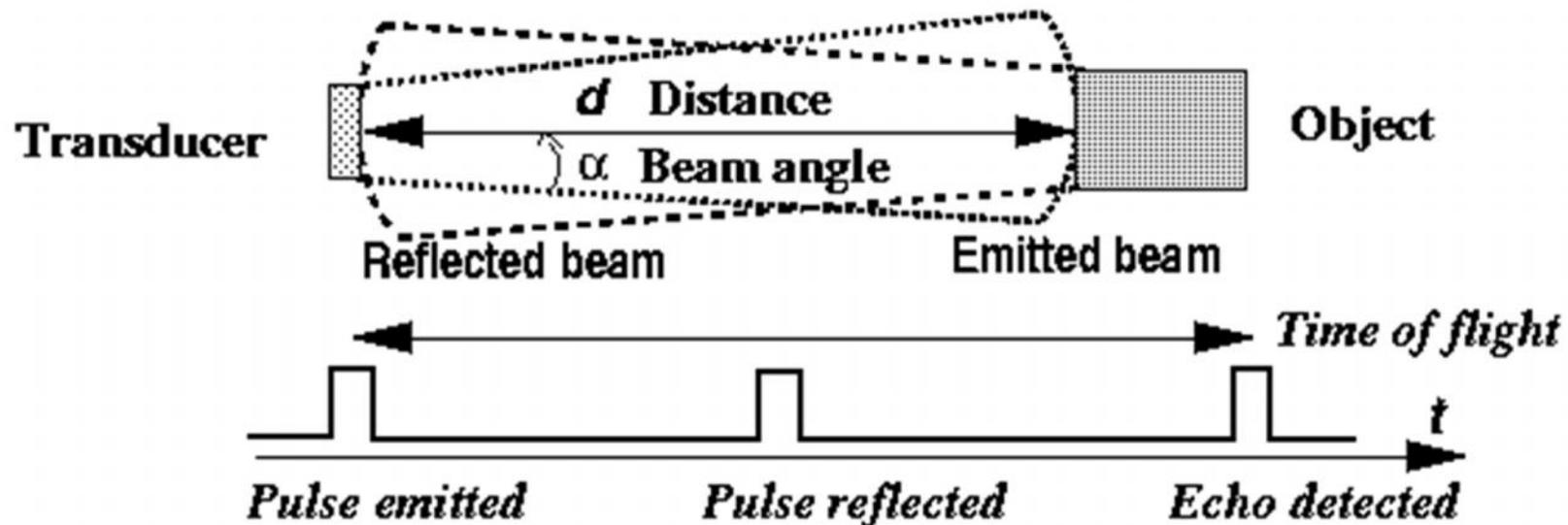
Misurazione della distanza: tempo di volo

(esempio: ultrasuoni)

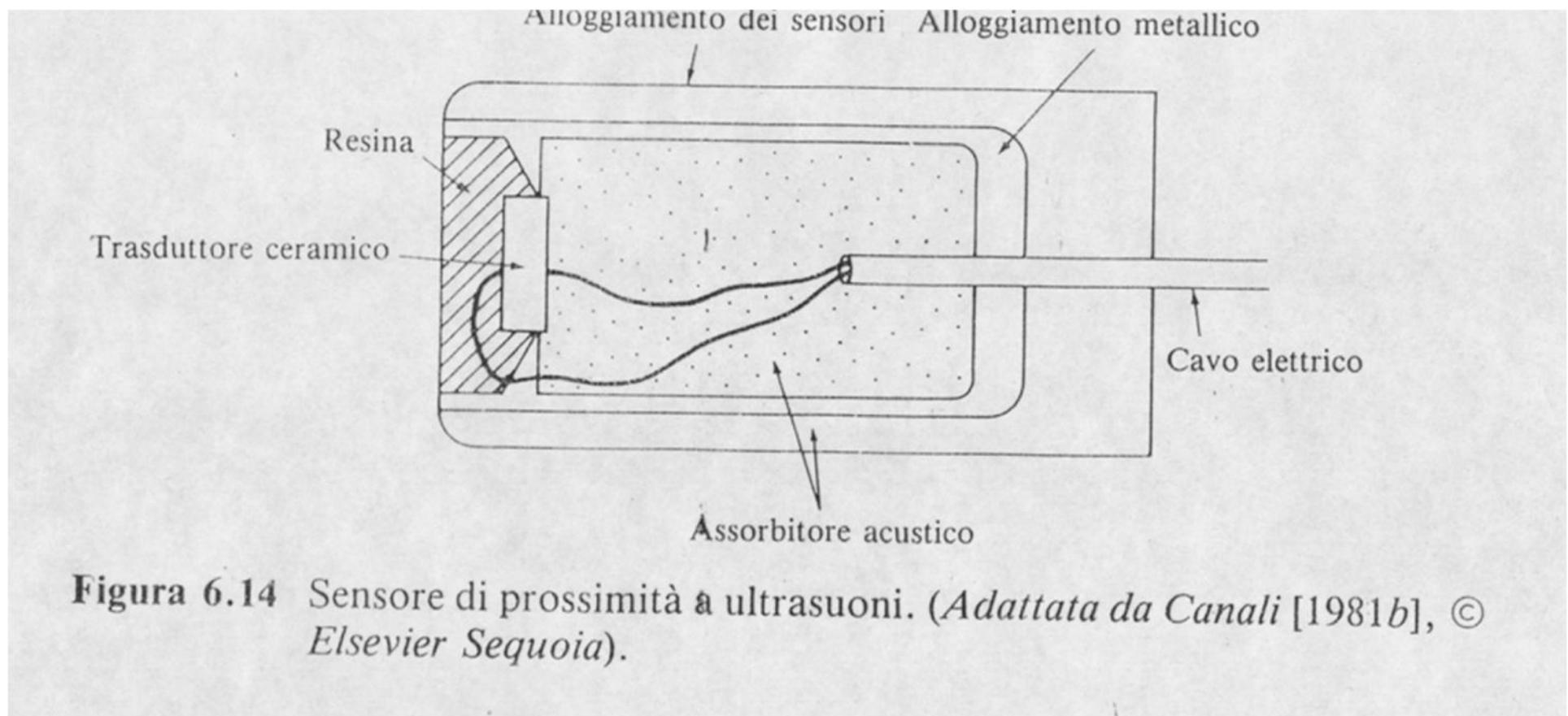
$$d = 0.5 t_e v$$

v è la velocità media degli impulsi emessi

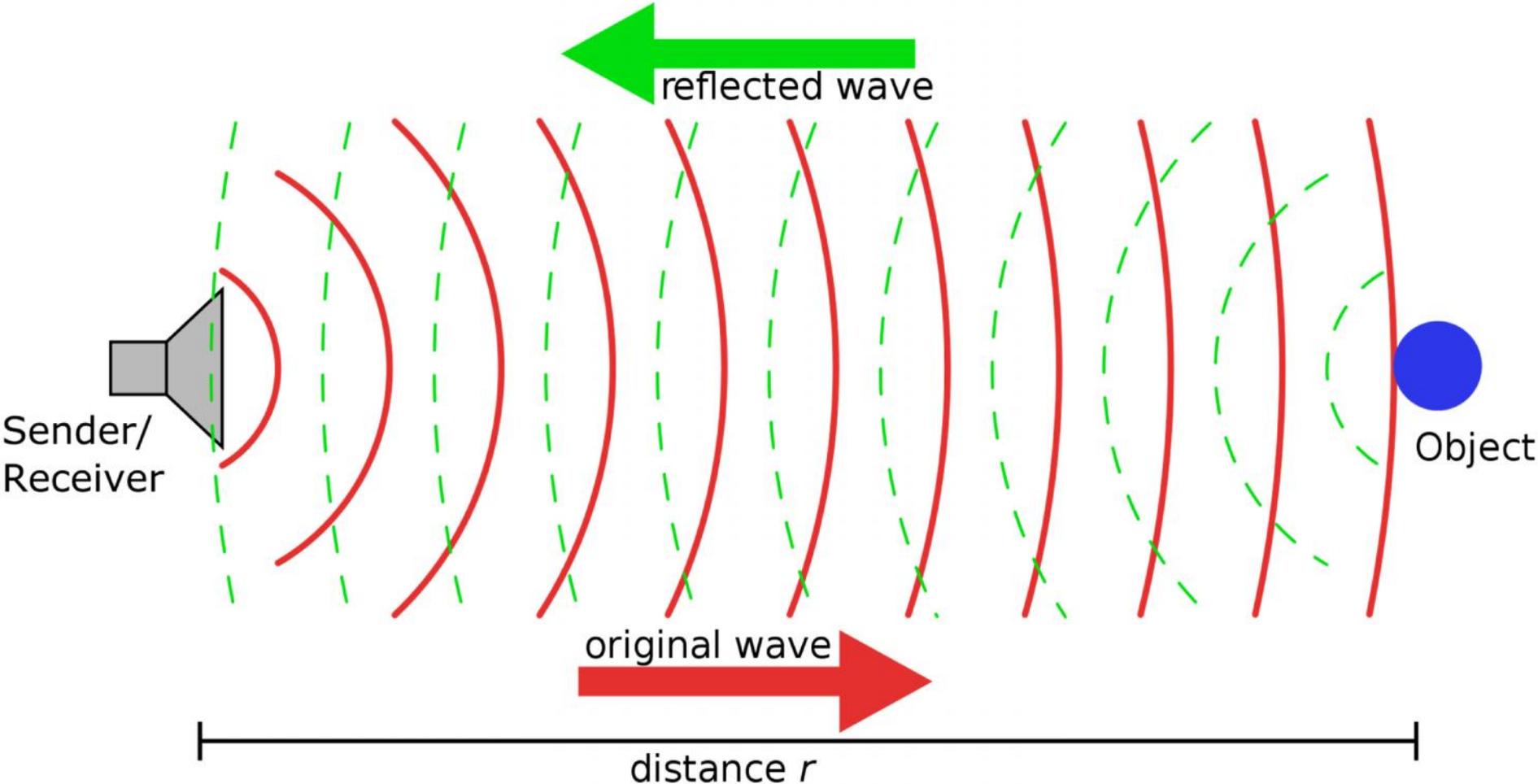
t_e è il tempo che intercorre da quando l'impulso è stato emesso alla ricezione della sua eco.



Sensori ad ultrasuoni

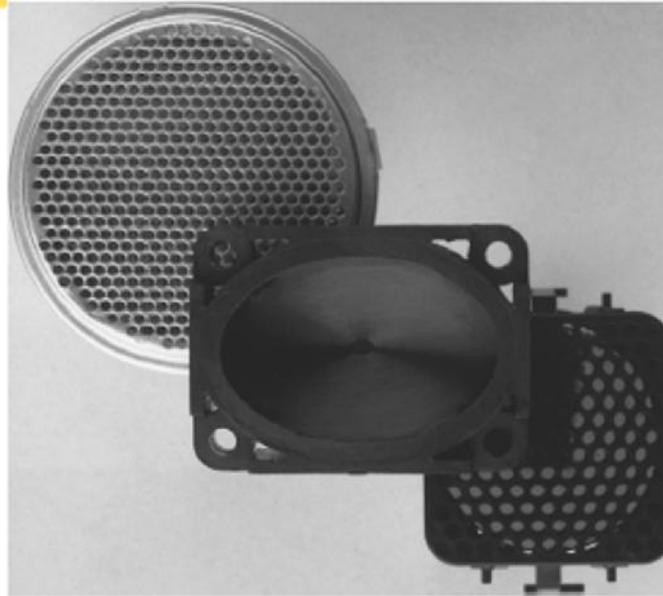


Sensori ad ultrasuoni



Sensori ad ultrasuoni

- 2 componenti principali:
- trasduttore di ultrasuoni (che funziona sia da emettitore che da ricevitore)
 - elettronica per il calcolo della distanza

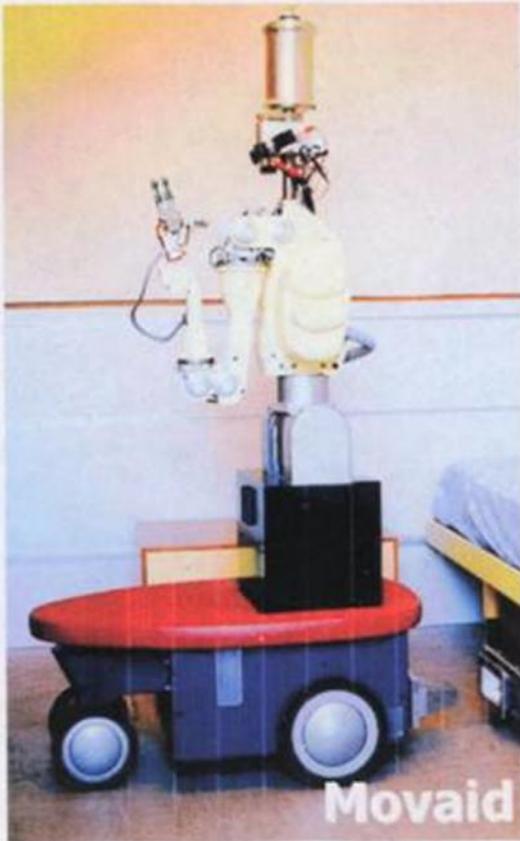


Range:
da 0.3m a 10.5m
Ampiezza del fascio:
30°
Accuratezza:
ca. 25mm

Ciclo operativo tipico:

- l'elettronica di controllo fa inviare ultrasuoni al trasduttore
- il ricevitore viene disabilitato per un intervallo di tempo, per evitare false risposte dovute a segnale residuo nel trasduttore
- il segnale ricevuto viene amplificato con un guadagno crescente, per compensare la diminuzione di intensità con la distanza
- eco di ritorno che superano una certa soglia vengono presi in considerazione e associati a delle distanze calcolate in base al tempo trascorso dalla trasmissione

Esempi di applicazione di sensori ad ultrasuoni su robot mobili



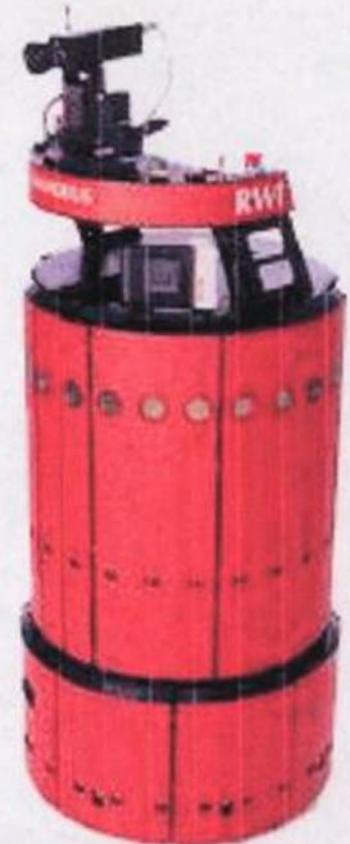
Movable



Pioneer I – Real Word Interface, USA

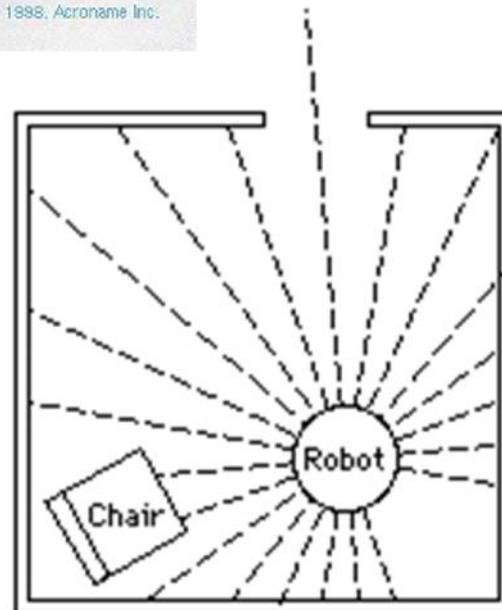
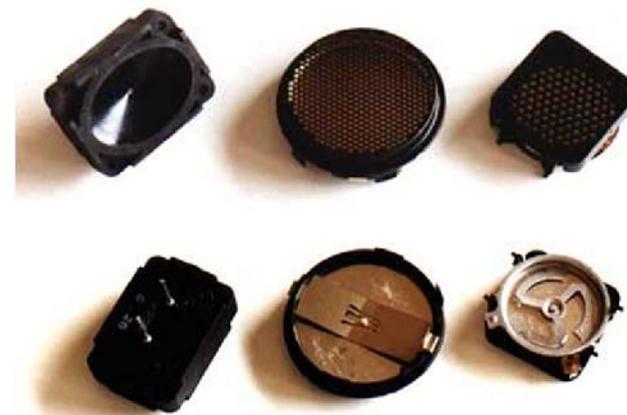
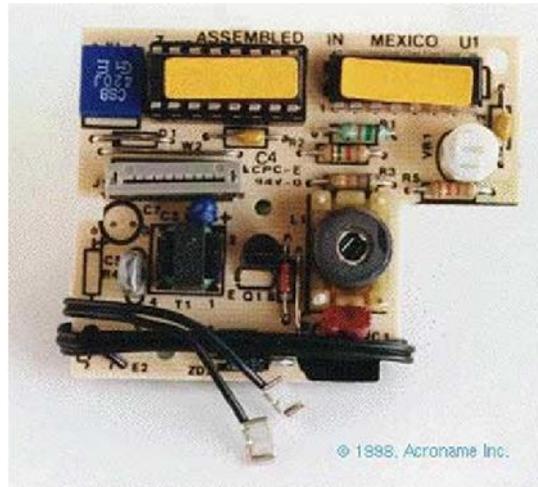


URMAD



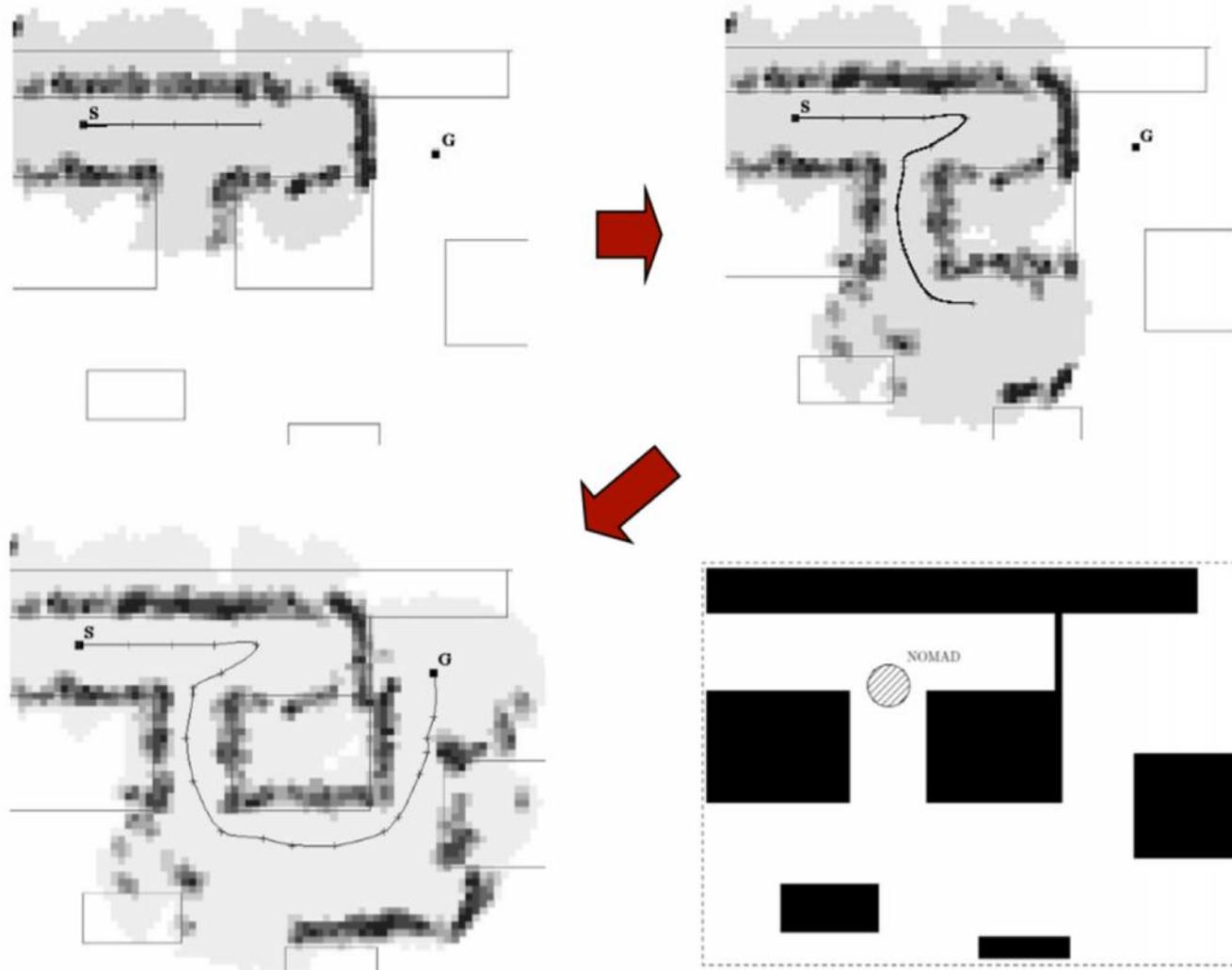
B21r – Real Word Interface, USA

Sensori US sul B21 e sul Pioneer



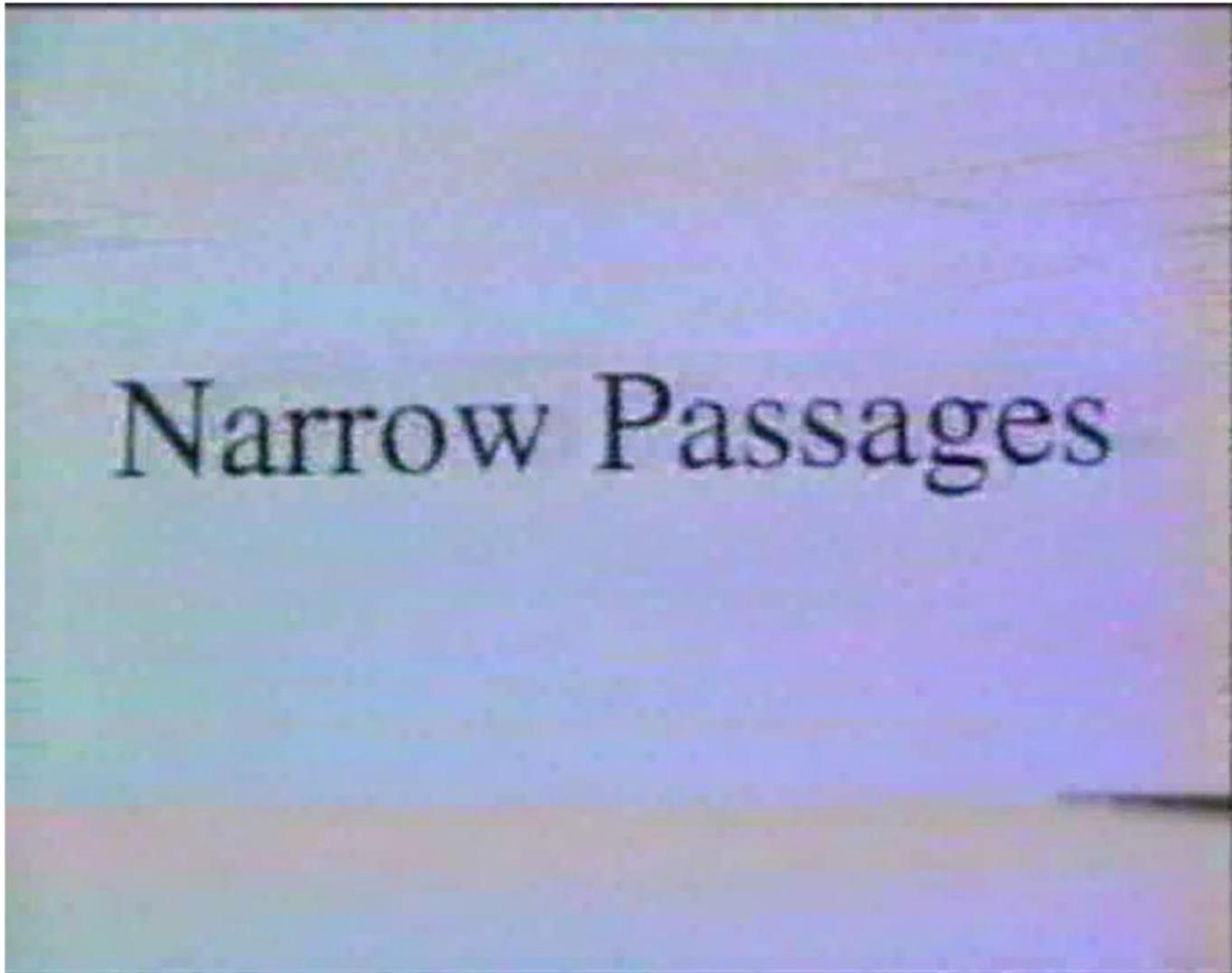
Scan moving from left to right extr

Navigazione con sensori a ultrasuoni

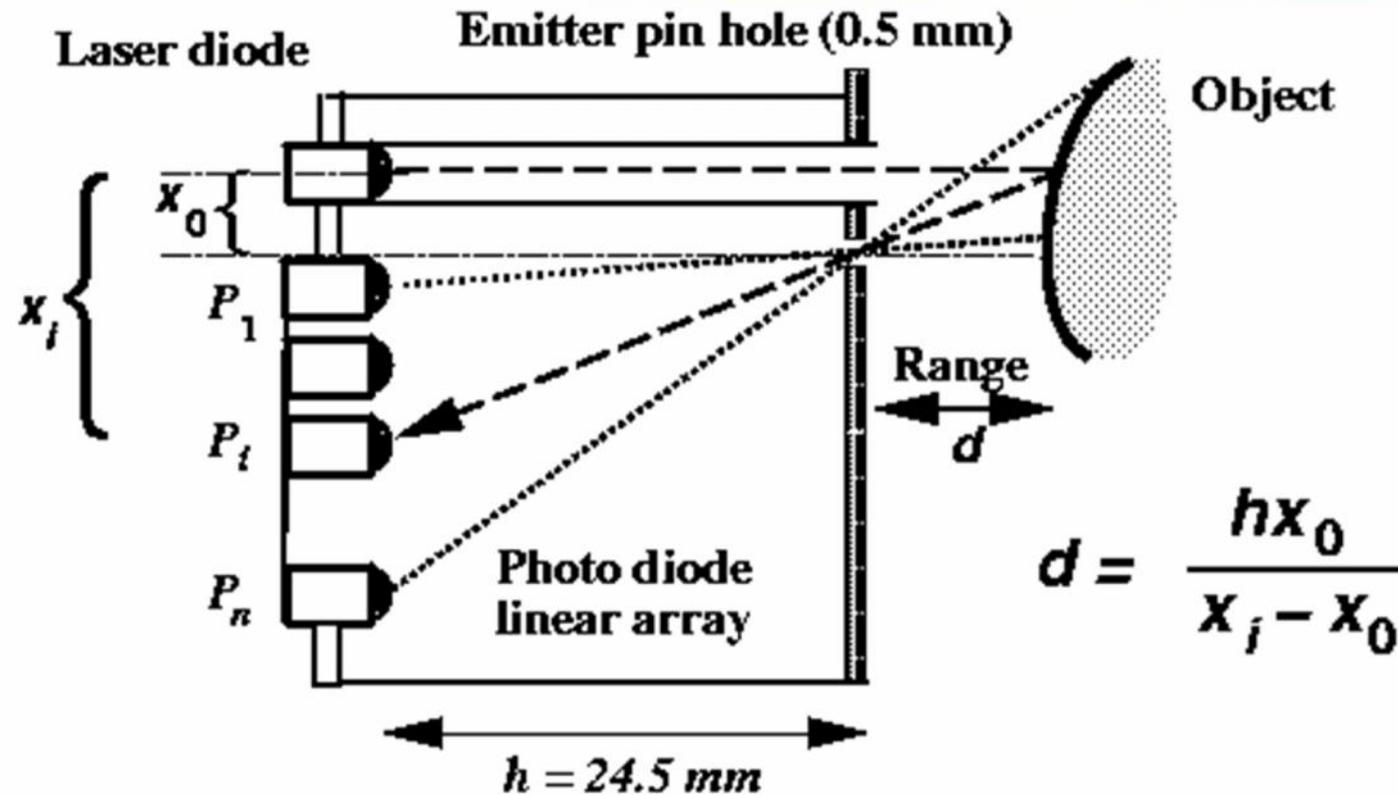


comparison
with the
true map

Navigazione con sensori a ultrasuoni

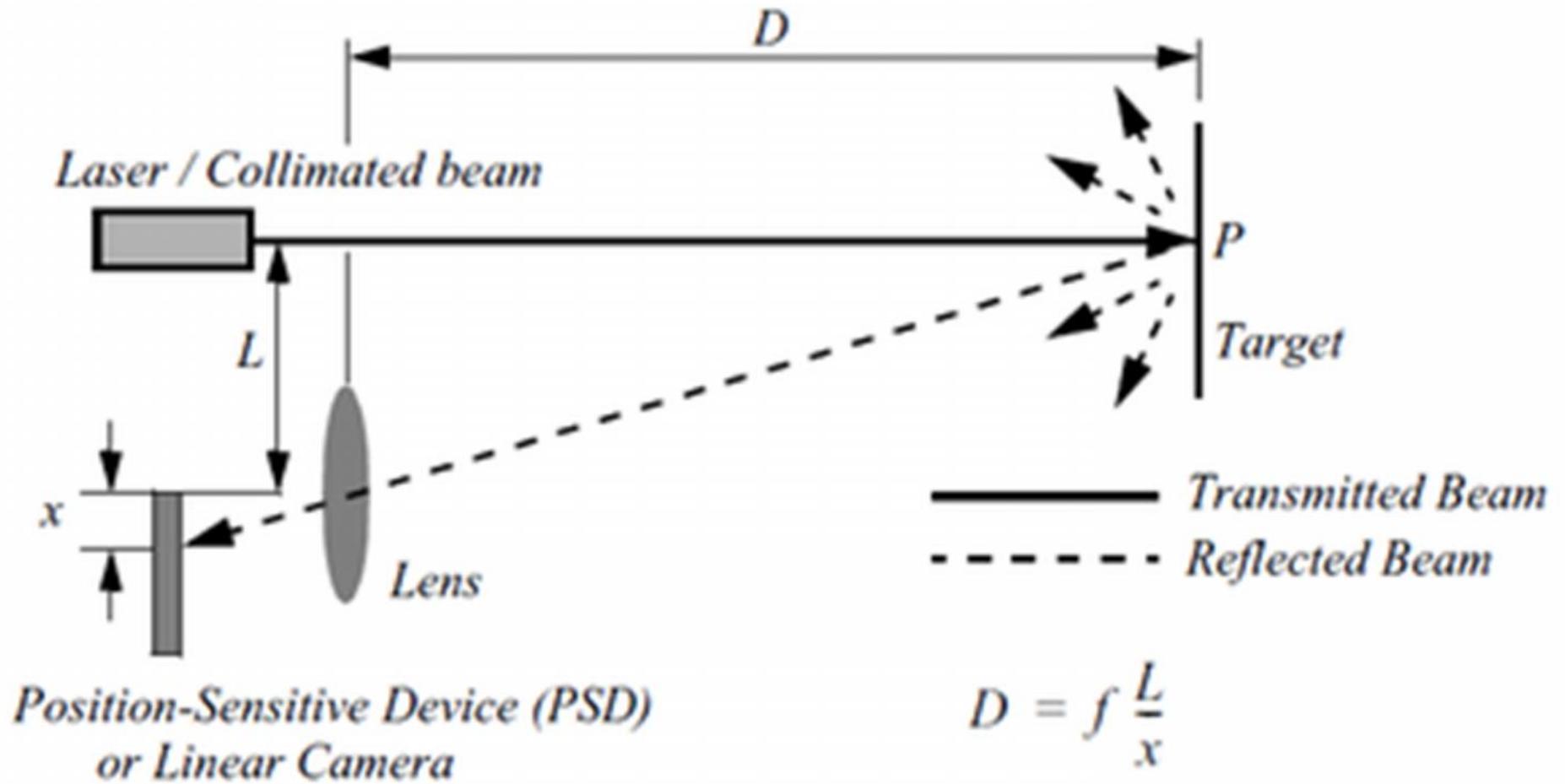


LASER RANGE FINDERS

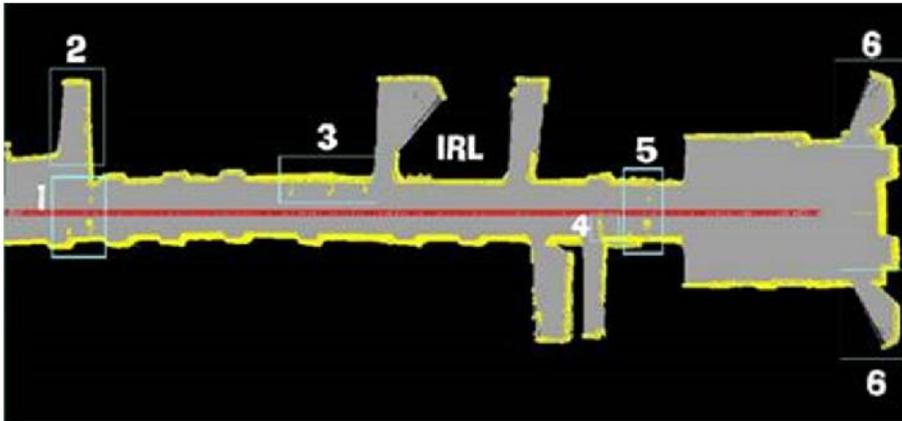


A simple pin-hole short-range-finding sensor uses a laser diode as a light source, and a linear photo-diode array as a detector. The range from a sensor to the object is a function of the position of the maximum detected light along the array.

LASER RANGE FINDERS



LaserFinder LMS 200



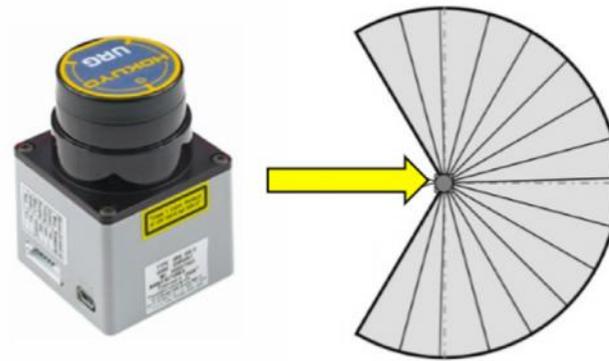
Map building using the LMS 200 laser scanner

Technical specification			
	Angular Resolution		1° / 0,5 ° / 0,25°
	Response Time (ms)		13 / 26 / 53
	Resolution (mm)		10
	Systematic Error (mm mode)		+/- 15 mm
	Statistic Error (1 Sigma)		5 mm
	Laser Class		1
	Max. Distance (m)		80
	Data Interface		RS422 / RS232

Hokuyo laser scanner

- **Hokuyo URG-04X**

- size: 50×50×70 mm
- weight: 160 g
- angular range: max 240°
- angular resolution: 0.36°
- response: 100 msec/scan
- range: 0.02÷4 m
- depth resolution:
 - ±1 cm (up to 1 m)
 - ±1% (beyond 1 m)
- interface: RS-232, USB 2.0
- supply: 5V DC
- cost: 900 € (1140 US\$)
 - 2 years ago was 1750 € ...



4 small Khepera with Hokuyo sensors
@ DIAG Robotics Lab

Esempio di mappa costruita con un laser scanner



Sensori di prossimità



Percezione della presenza di un oggetto in un certo intorno spaziale

- Sensori a effetto Hall
- Sensori ottici, a infrarossi

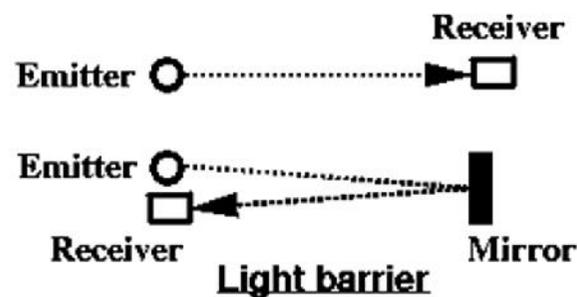
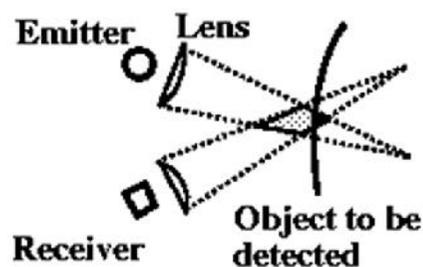
SENSORI DI PROSSIMITA'

Sensori di prossimità passivi: rilevano perturbazioni nell'ambiente, come ad esempio modifiche del campo magnetico o elettrico

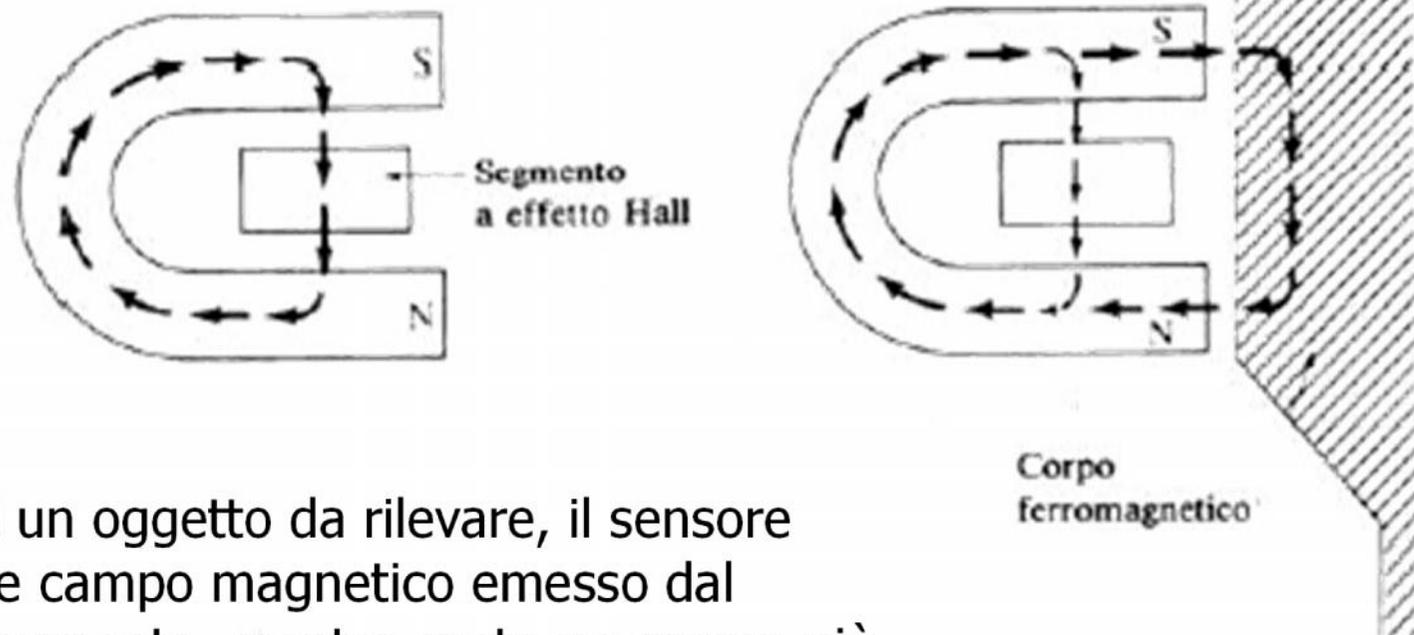
ES: sensori passivi a campo magnetico: sensori ad effetto hall

Sensori di prossimità attivi: sfruttano i cambiamenti che avvengono ad un segnale emesso, che possono avvenire in seguito all'interruzione o alla riflessione del cammino del segnale verso il ricevitore

ES: sensori ottici attivi: emettitore e ricevitore di segnale luminoso



Sensore di prossimità a effetto Hall



In assenza di un oggetto da rilevare, il sensore capta un forte campo magnetico emesso dal magnete permanente, mentre capta un campo più debole quando un oggetto ferromagnetico si trova nelle immediate vicinanze e varia la conformazione delle linee di forza

Sensori di prossimità ottici

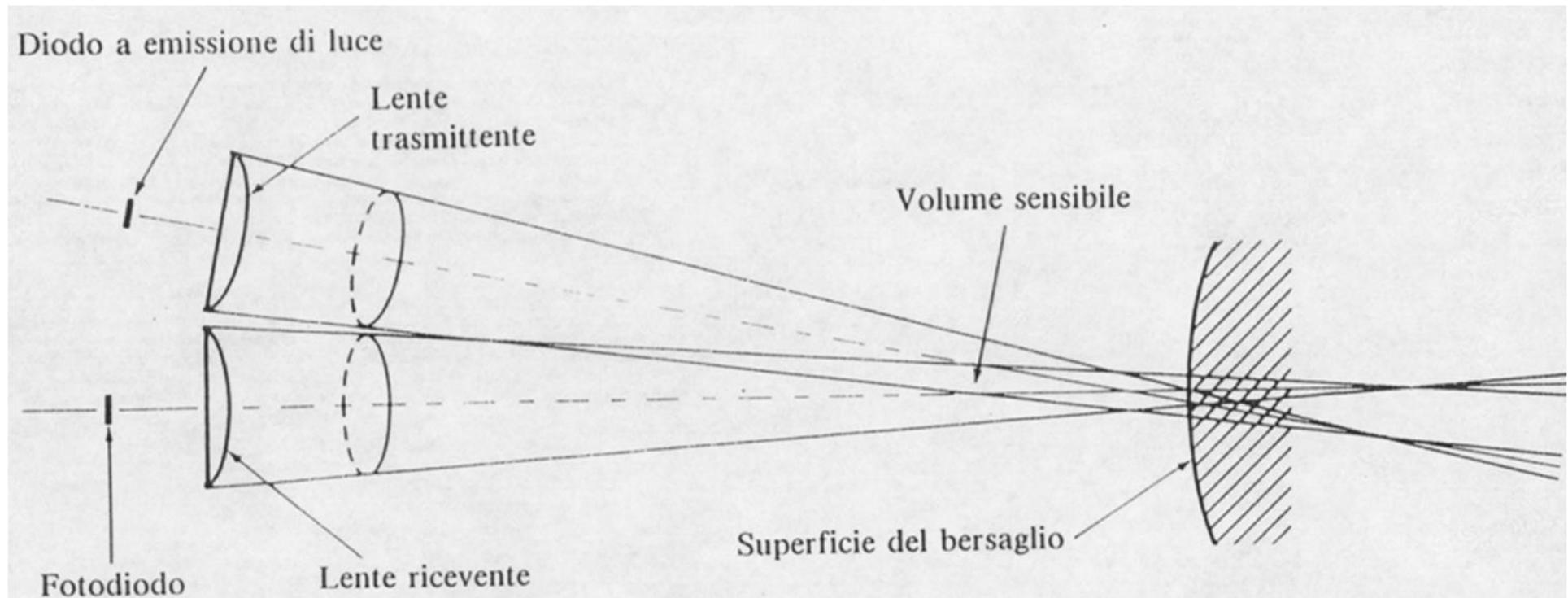
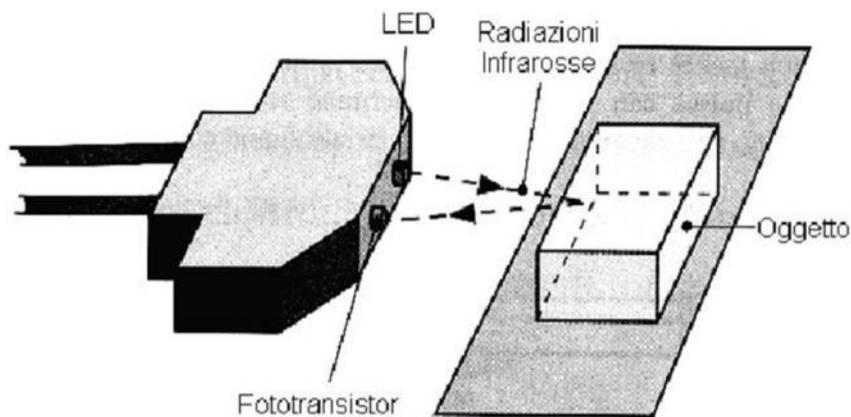


Figura 6.16 Sensore ottico di prossimità. (Da Rosen e Nitzan [1977], © IEEE).

Sensori a infrarossi

- **infrared:** a light source (LED) emitting a ray beam (at 850 ± 70 nm) which is then captured by a receiver (photo-transistor), after reflection by an object
- received intensity is related to distance
 - narrow emitting/receiving angle; use only indoor; reflectance varies with object color
- typical sensitive range: $4\div 30$ cm or $20\div 150$ cm
- cost: 15 €



IR sensor
SHARP GP2

B21 IR sensors

Sharp GP2D02 IR Distance Measuring Sensor

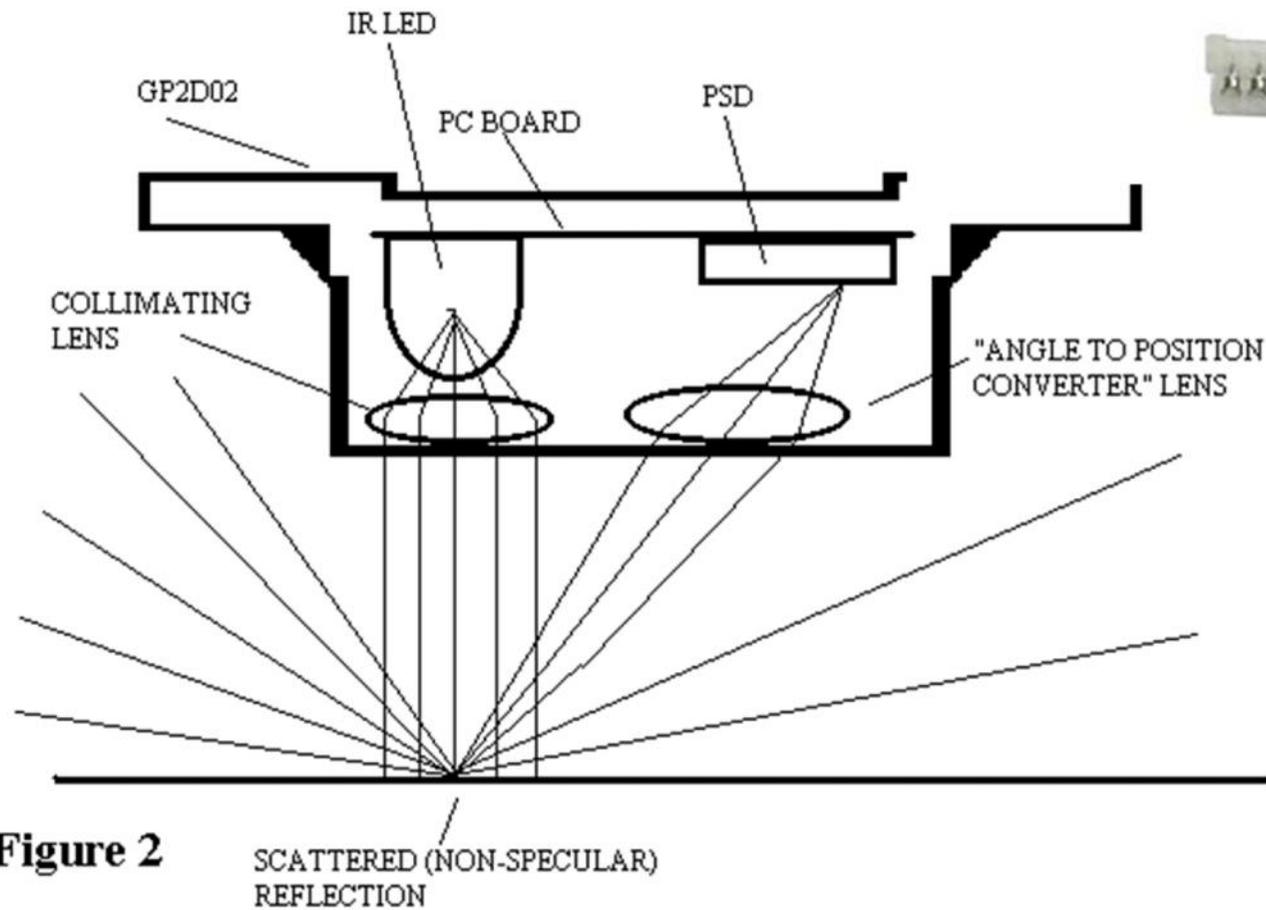


Figure 2

SCATTERED (NON-SPECULAR)
REFLECTION