

Robotica – Robot Industriali e di Servizio

*Lezione 18:
Sonar, e laser range scanner*



27 aprile 2012

Sensori a tempo di volo



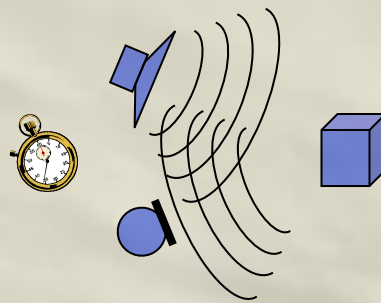
- ⇒ Misurano il tempo necessario a un determinato gruppo di onde per raggiungere un bersaglio e tornare indietro
- ⇒ Onde usate:
 - Acustiche
 - Luminose
- ⇒ Come:
 - A impulsi (pacchetti)
 - Modulate

Lezione 18 Sonar e laser range scanner

27 aprile 2012 2

Sensori acustici (sonar)

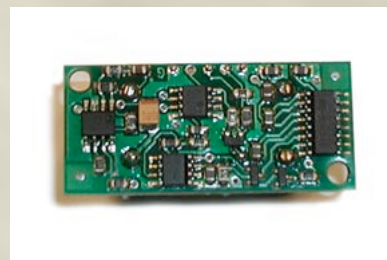
- ⇒ Nati per uso subacqueo
- ⇒ Funzionano anche nell'aria
- ⇒ Velocità del suono nell'aria: $\sim 340 \text{ m/s} = 340 \text{ mm/ms}$
- ⇒ Distanza di 1m: quasi 6 ms perché il suono deve andare e tornare



Lezione 18 Sonar e laser range scanner

27 aprile 2012 3

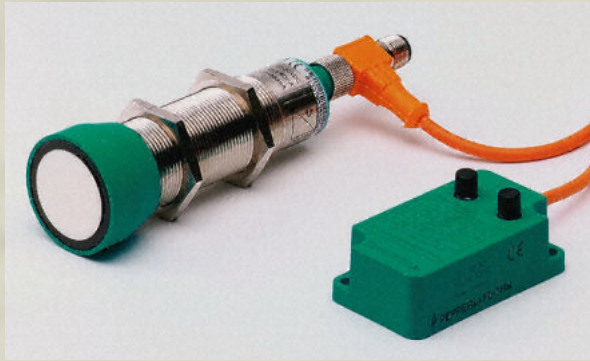
Un esempio "amatoriale"



Lezione 18 Sonar e laser range scanner

27 aprile 2012 4

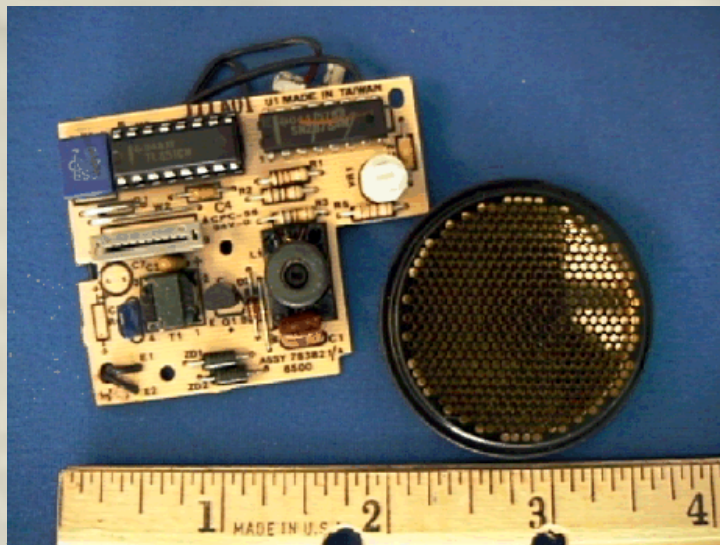
Un esempio industriale



Lezione 18 Sonar e laser range scanner

27 aprile 2012 5

Il sonar della Polaroid

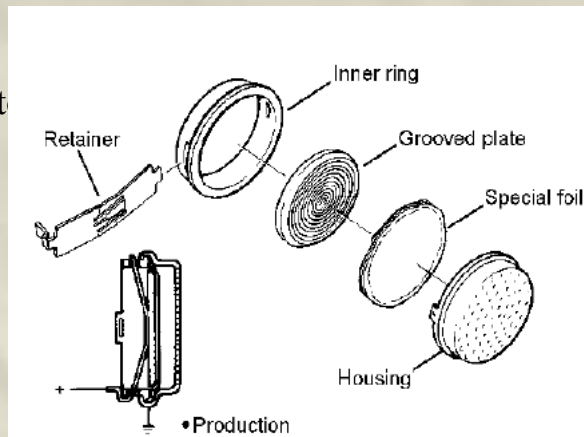


Lezione 18 Sonar e laser range scanner

27 aprile 2012 6

Il trasduttore del sonar (in trasmissione)

- ⇒ Si tratta di un trasduttore *capacitivo*
- ⇒ Sfrutta la forza che si esercita fra le armature di un condensatore
- ⇒ $F = K \frac{Q_1 Q_2}{d^2}$
- ⇒ Deve essere caricato a $\sim 140V$



Il trasduttore del sonar (in ricezione)

- ⇒ Si tratta di un trasduttore *capacitivo*
- ⇒ Sfrutta la variazione di f.e.m. che si verifica fra le armature di un condensatore variando la distanza fra le armature:

$$C = \frac{Q}{V} \quad C = \epsilon \frac{A}{d} \quad V = \frac{Qd}{\epsilon A}$$

- ⇒ Deve essere caricato a $\sim 140V$

Uso del meccanismo

- ⇒ Emettere un “chirp”
- ⇒ Frequenza: intorno a 50 KHz
- ⇒ Intensità: molto forte
- ⇒ Ascoltare
- ⇒ Amplificare e filtrare
- ⇒ Integrare e confrontare con una soglia

Lezione 18 Sonar e laser range scanner

27 aprile 2012 9

Sorgenti di errore

- ⇒ Temperatura
 - $v = 331 \text{ m/s} + (0.6 \text{ m/s/C}) \cdot T$
 - *La velocità del suono nell'aria secca, alla temperatura di 0°C, è di 331,6 m/s, ma aumenta al crescere della temperatura; a 20 °C, ad esempio, raggiunge il valore di 344 m/s. Essa, infatti, risulta proporzionale alla radice quadrata del rapporto tra pressione e densità: poiché al crescere della temperatura la densità diminuisce, la velocità, che è inversamente proporzionale alla radice di quest'ultima grandezza, aumenta.*
- ⇒ Pressione
- ⇒ Umidità
- ⇒ Percentuale di CO₂

Lezione 18 Sonar e laser range scanner

27 aprile 2012 10

Altri errori:

⇒ Le onde che incidono su una superficie vengono:

- Assorbite
- Diffuse
- Riflesse

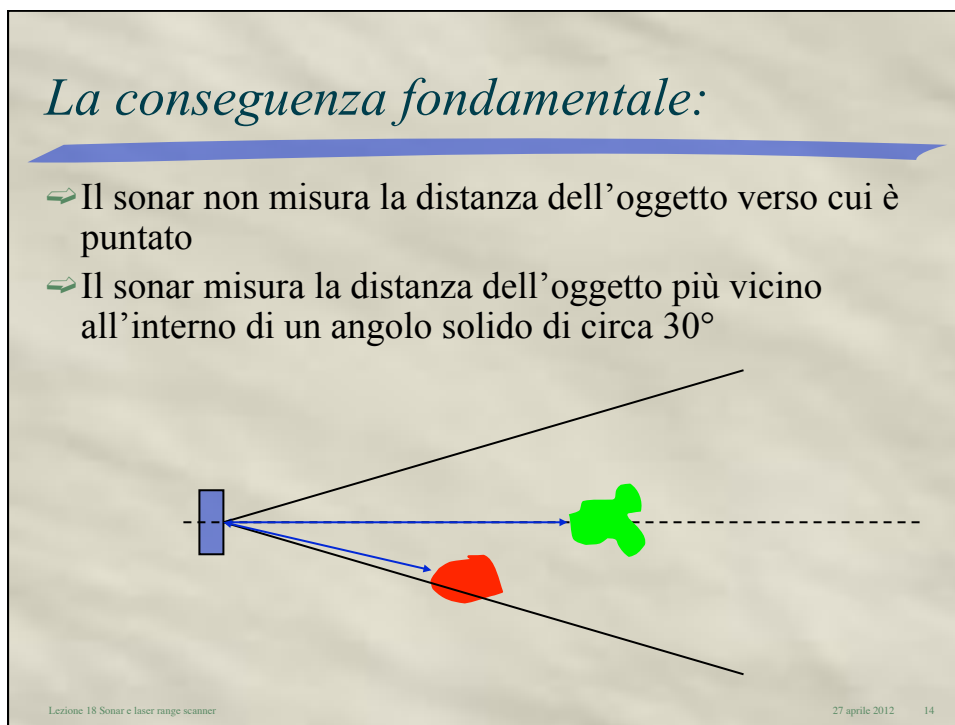
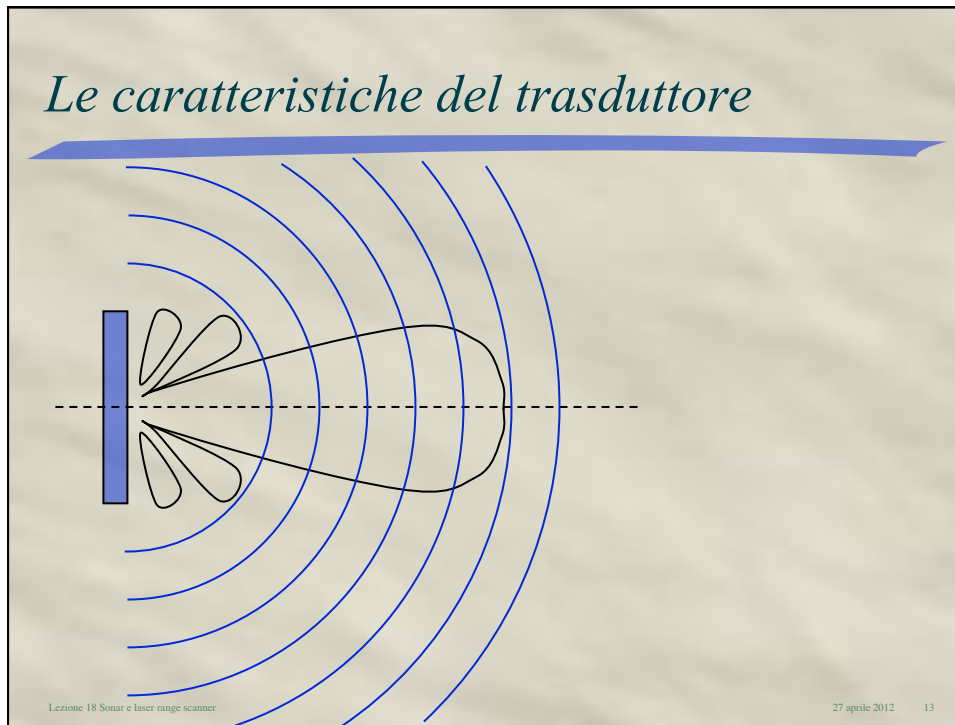
⇒ Il rapporto tra le tre frazioni dipende da:

- Natura del materiale - frequenza del segnale
- Scabrosità del materiale
- Angolo di incidenza

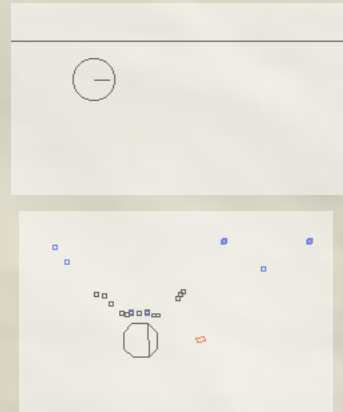
Altri errori:

⇒ Eco non rilevata:

- Oggetto troppo piccolo
- Oggetto troppo assorbente
- Angolo di incidenza troppo piccolo



Risultati pratici:



Lezione 18 Sonar e laser range scanner

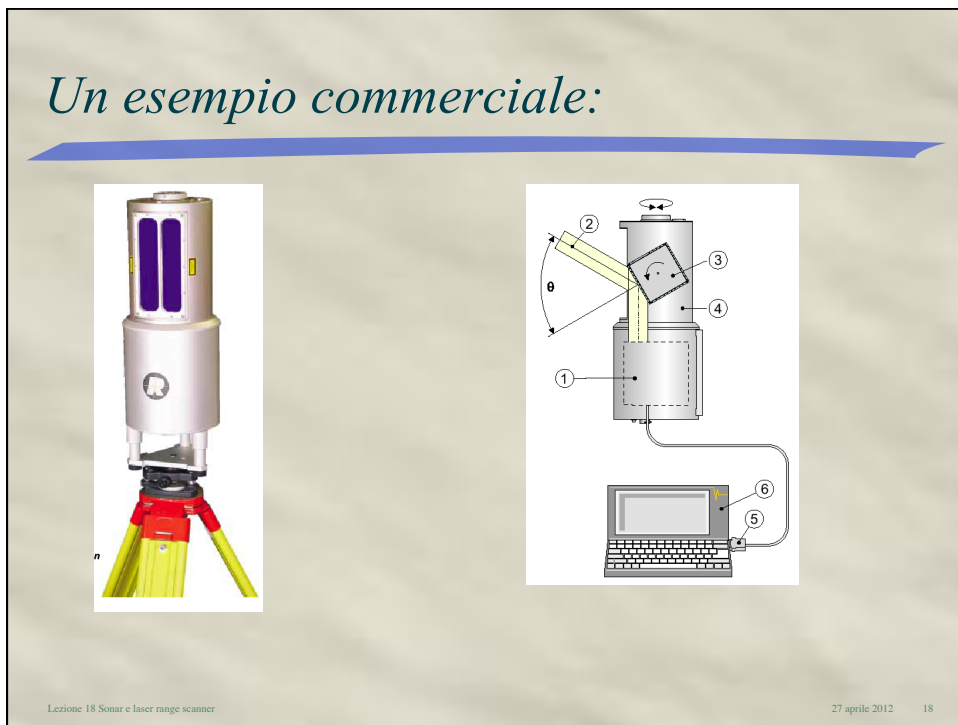
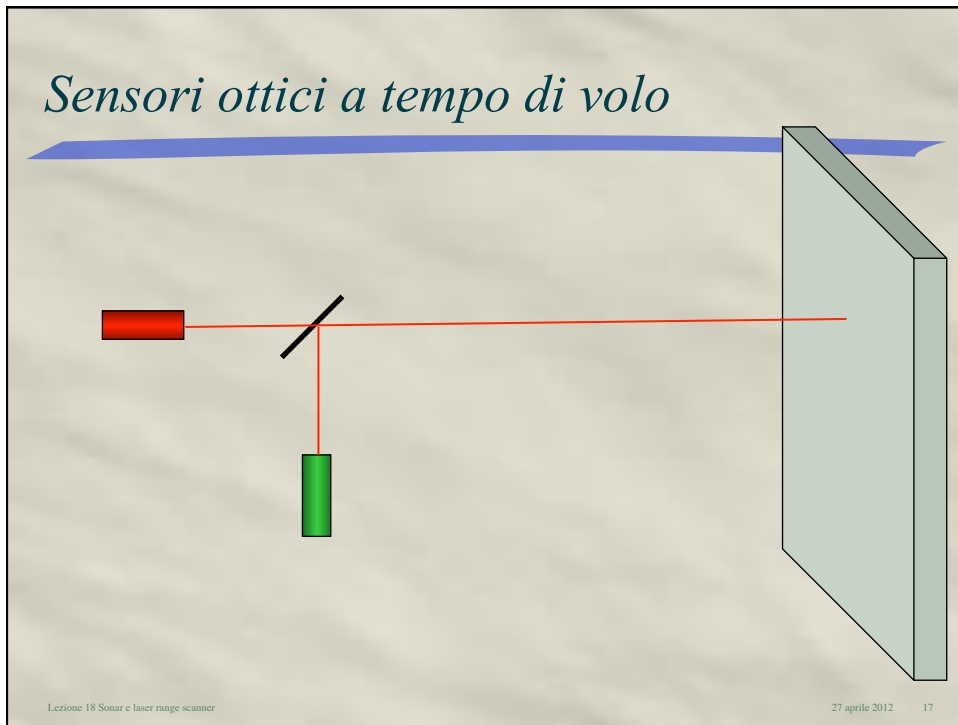
27 aprile 2012 15

Un'altra conseguenza della scarsa direzionalità

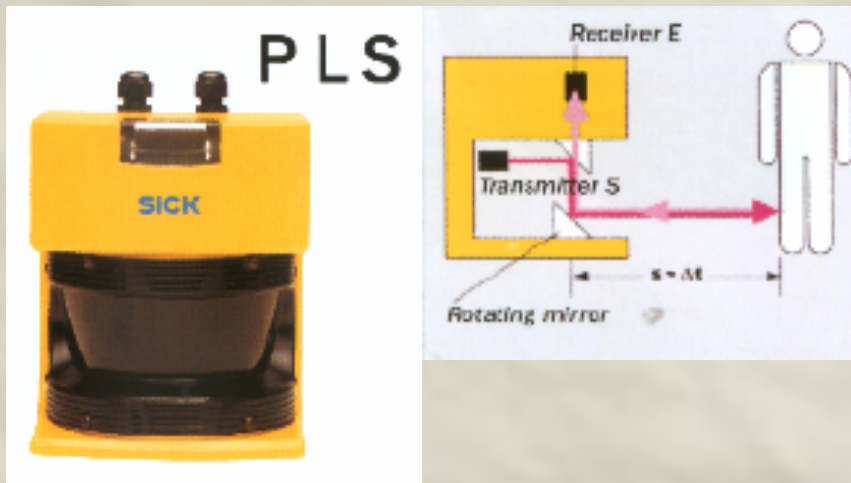
⇒ Possibilità di scambiare un'eco altrui per il proprio (eco)

Lezione 18 Sonar e laser range scanner

27 aprile 2012 16



Il sensore SICK PLS (Proximity Laser Scanner)



Lezione 18 Sonar e laser range scanner

27 aprile 2012 19

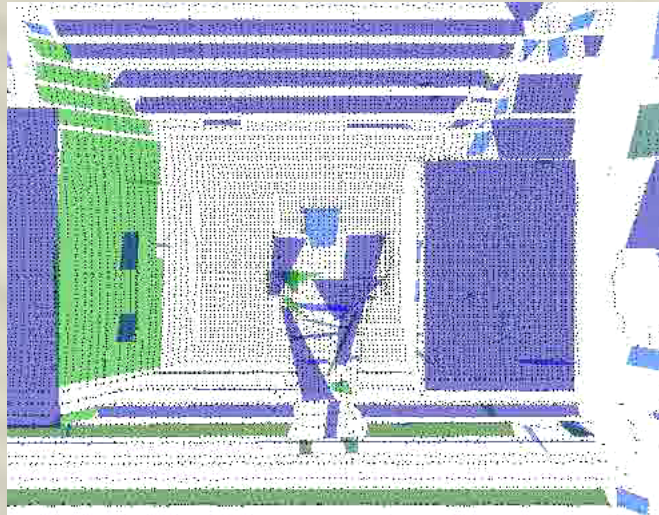
Sensore TOF usato come scanner:



Lezione 18 Sonar e laser range scanner

27 aprile 2012 20

I risultati:



Lezione 18 Sonar e laser range scanner

27 aprile 2012 21

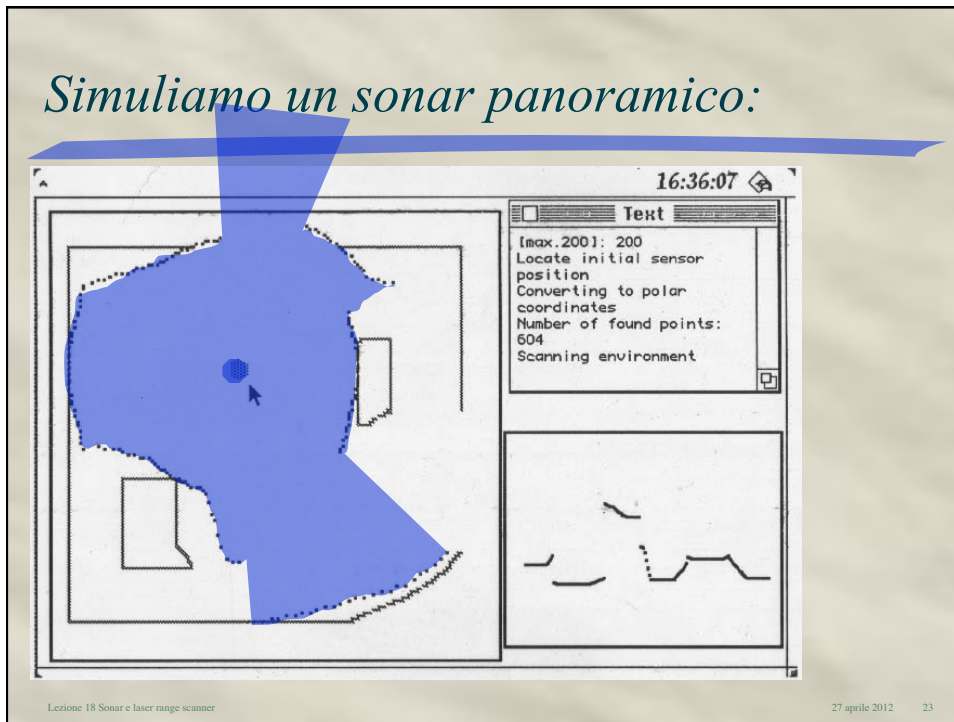
Le mappe di orizzonte

- ⇒ Ottenute effettuando letture successive in direzioni diverse
- ⇒ Mostrano SOLO ciò che può essere visto dal punto di osservazione!
- ⇒ Sono basate sui dati (erronei) del sensore.

Lezione 18 Sonar e laser range scanner

27 aprile 2012 22

Simuliamo un sonar panoramico:



Le mappe di occupazione (occupancy maps)

⇒ Proviamo a costruirne una