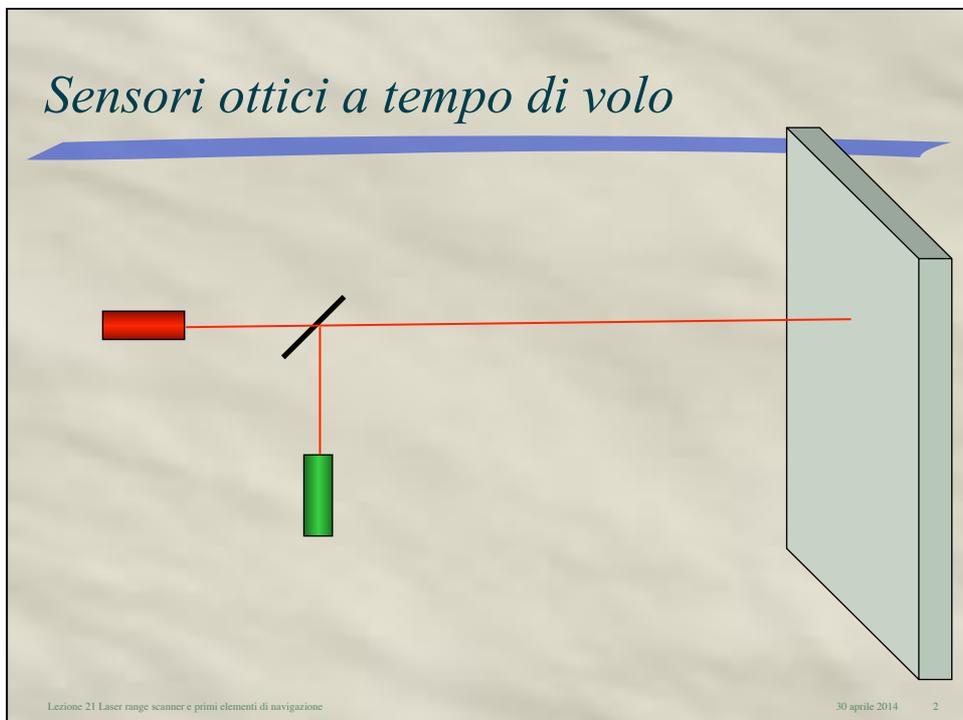


Robotica – Robot Industriali e di Servizio

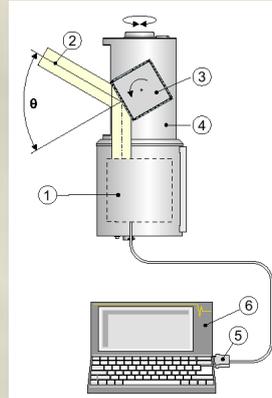
*Lezione 21:
Laser range scanner e primi
elementi di navigazione*



30 aprile 2014



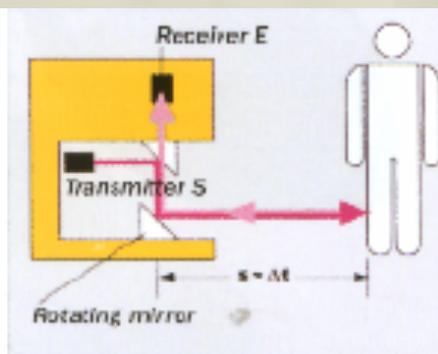
Un esempio commerciale:



Lezione 21 Laser range scanner e primi elementi di navigazione

30 aprile 2014 3

Il sensore SICK PLS (Proximity Laser Scanner)



Lezione 21 Laser range scanner e primi elementi di navigazione

30 aprile 2014 4

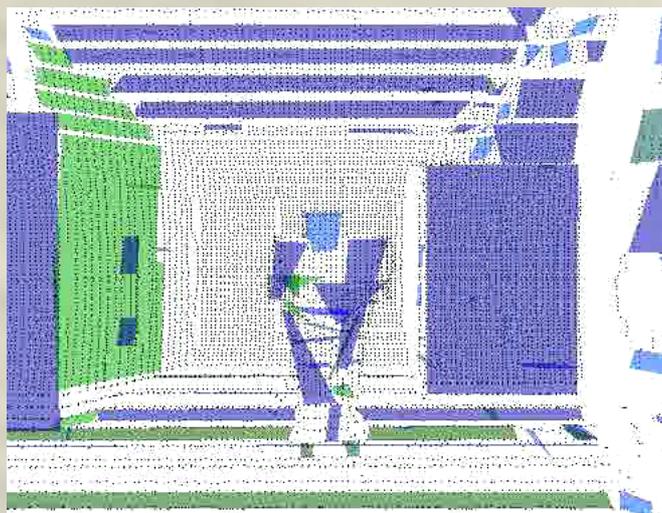
Sensore TOF usato come scanner:



Lezione 21 Laser range scanner e primi elementi di navigazione

30 aprile 2014 5

I risultati:



Lezione 21 Laser range scanner e primi elementi di navigazione

30 aprile 2014 6

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 21 Laser range scanner e primi elementi di navigazione

30 aprile 2014 7

Simuliamo un sonar panoramico:



Lezione 21 Laser range scanner e primi elementi di navigazione

30 aprile 2014 8

Le mappe di occupazione (occupancy maps)

⇒ Proviamo a costruirne una

Ma la domanda fondamentale è:

- ⇒ Come si fa a sapere dove si deve andare?
- ⇒ E ancora prima:
- ⇒ Come si fa a sapere dove si è?
- ⇒ Problemi della localizzazione e dell'autolocalizzazione

Concetti fondamentali

- ⇒ Un robot industriale conosce la propria posizione (a meno di piccoli errori) leggendo gli encoder (ed applicando la DKT)
- ⇒ Un robot mobile non può farlo, e deve:
 - Misurare la propria posizione rispetto a punti di riferimento noti, cioè segnati su una mappa (Map-based positioning)
 - Stimare la propria posizione in base al cammino fatto (dead reckoning)

Lezione 21 Laser range scanner e primi elementi di navigazione

30 aprile 2014 11

Il dead reckoning

- ⇒ Termine derivante dal gergo dei piloti RAF
 - Deduced reckoning → Dead reckoning = Navigazione stimata
- ⇒ Data una posizione di partenza nota, la posizione attuale è l'integrale del cammino fatto da quella posizione
- ⇒ Occorre conoscere:
 - Direzione e spazio percorso
 - Direzione, velocità e tempo trascorso
 - Accelerazione e tempo trascorso
 - Altre combinazioni di grandezze
- ⇒ Queste grandezze non sono misurabili con precisione assoluta, e gli errori sono cumulativi

Lezione 21 Laser range scanner e primi elementi di navigazione

30 aprile 2014 12

Sensori per il dead reckoning

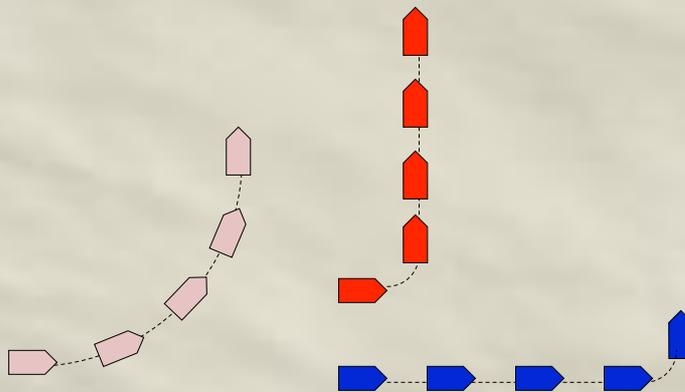
- ⇒ Odometria: misurare gli spostamenti del robot utilizzando i movimenti delle ruote
 - Motrici
 - Ausiliarie
- ⇒ Misuratori di velocità a effetto Doppler
- ⇒ Sensori di orientamento
 - Bussole magnetiche
 - Bussole giroscopiche
- ⇒ Accelerometri
 - Unidirezionali
 - Piattaforme inerziali

Lezione 21 Laser range scanner e primi elementi di navigazione

30 aprile 2014 13

L'odometria: il sistema più semplice

- ⇒ Borenstein pag. 20
 - Ma attenzione! L'intervallo di campionamento deve essere piccolo!

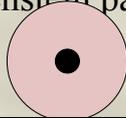


Lezione 21 Laser range scanner e primi elementi di navigazione

30 aprile 2014 14

Ovvie limitazioni dell'odometria

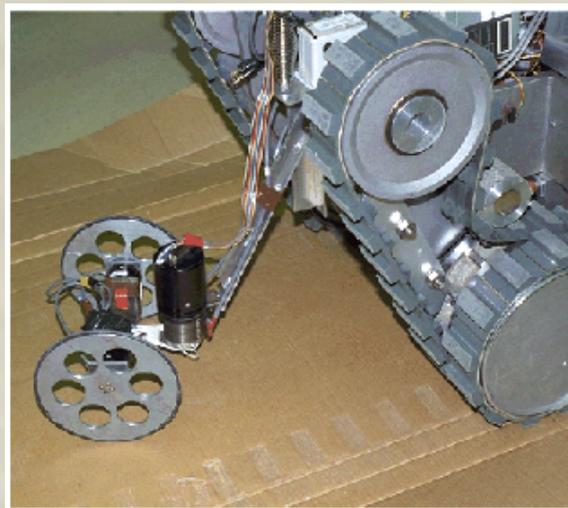
- ⇒ Applicabile solo se ci sono le ruote
- ⇒ Molto, molto imprecisa
- ⇒ Borenstein pagg. 130 - 146



Lezione 21 Laser range scanner e primi elementi di navigazione

30 aprile 2014 15

Un odometro di precisione:

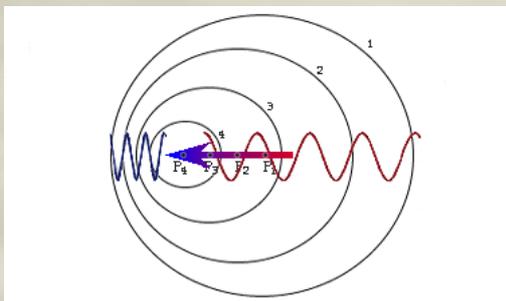


Lezione 21 Laser range scanner e primi elementi di navigazione

30 aprile 2014 16

Un sonar modificato: il sonar a effetto Doppler

- ⇒ Effetto Doppler: apparente cambio della frequenza di un segnale dovuto alla velocità della sorgente
- ⇒ Usato sia con onde elettromagnetiche (radar a microonde), sia con ultrasuoni



$$f' = f \frac{V}{V - V_s}$$

Lezione 21 Laser range scanner e primi elementi di navigazione

30 aprile 2014 17

Misuratori a effetto Doppler:

$$V_A = \frac{V_D}{\cos\alpha} = \frac{cF_D}{2F_0 \cos\alpha} \quad (1.1)$$

where

- V_A = actual ground velocity along path
- V_D = measured Doppler velocity
- α = angle of declination
- c = speed of light
- F_D = observed Doppler shift frequency
- F_0 = transmitted frequency.

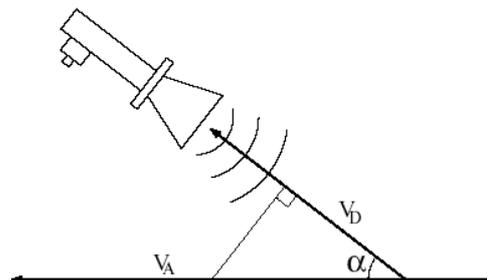


Figure 1.4: A Doppler ground-speed sensor inclined at an angle α as shown measures the velocity component V_D of true ground speed V_A . (Adapted from [Schultz, 1993].)

Lezione 21 Laser range scanner e primi elementi di navigazione

30 aprile 2014 18

Un misuratore commerciale

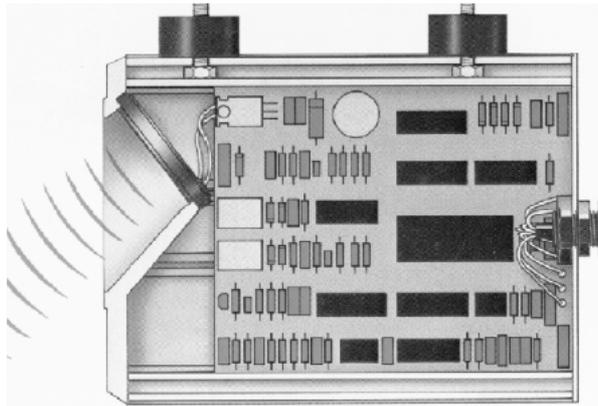


Figure 1.5: The *Trak-Star* Ultrasonic Speed Sensor is based on the Doppler effect. This device is primarily targeted at the agricultural market. (Courtesy of Micro-Trak.)

Lezione 21 Laser range scanner e primi elementi di navigazione

30 aprile 2014 19