

Robotica Mobile

Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

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 (Map-based positioning)
 - Stimare la propria posizione in base al cammino fatto (dead reckoning)

Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

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 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

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 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

Ovvie limitazioni dell'odometria

- ⇒ Applicabile solo se ci sono le ruote
- ⇒ Molto, molto imprecisa

Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

Un odometro di precisione:

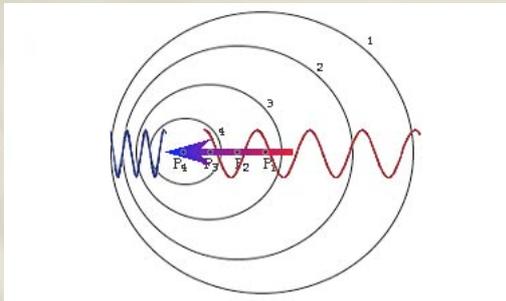


Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

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 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

Misuratori a effetto Doppler:

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

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.

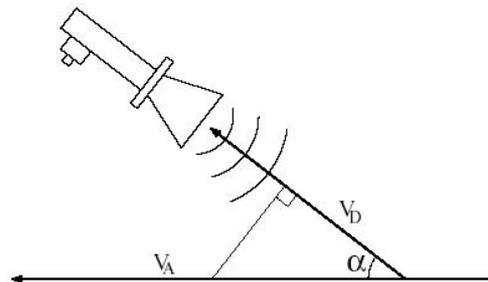


Figure 1.4: A Doppler ground-speed sensor inclined at an angle α as shown measures the velocity component V_D of true ground speed V_A . (Adapted from [Schultz, 1993].)

Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

Un misuratore commerciale

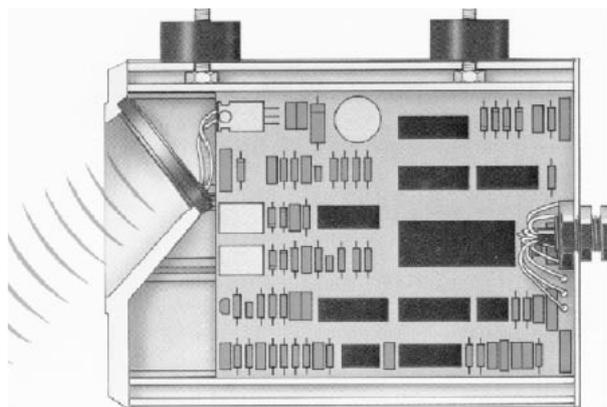


Figure 1.5: The *Trak-Star* Ultrasonic Speed Sensor is based on the Doppler effect. This device is primarily targeted at the agricultural market. (Courtesy of Micro-Trak.)

Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

Sensori di campo magnetico (bussole)

⇒ Il campo magnetico terrestre permette misure estremamente precise, ma:

- C'è solo sulla Terra;
- Si sposta nel tempo (declinazione "temporale");
- Non è diretto verso il nord geografico (declinazione "zonale");
- È deviato da materiali magnetici fissi (declinazione "locale");
- È deviato da materiali magnetici mobili (declinazione "accidentale");
- È deviato dallo stesso robot (deviazione di bussola)

Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

Bussole "fluxgate"

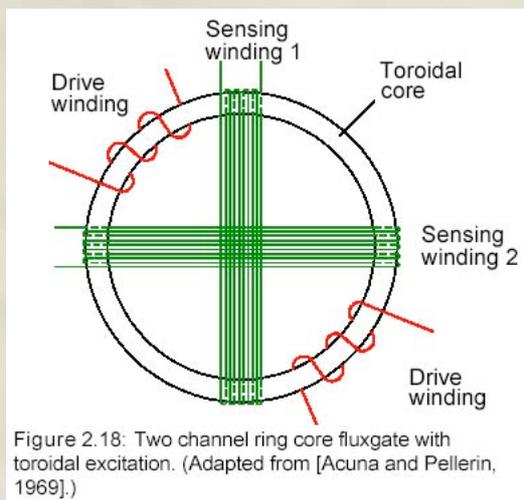


Figure 2.18: Two channel ring core fluxgate with toroidal excitation. (Adapted from [Acuna and Pellerin, 1969].)

Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

Un giroscopio...

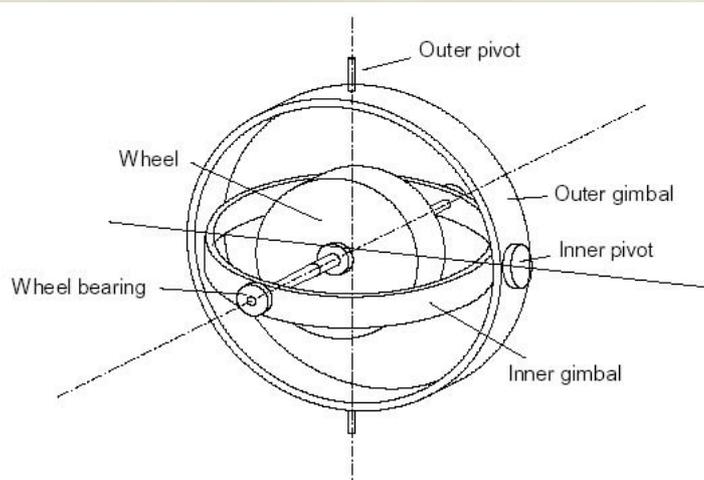


Figure 2.1: Typical two-axis mechanical gyroscope configuration [Everett, 1995].

Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

Giroscopi meccanici



Figure 2.2: The Futaba FP-G154 miniature mechanical gyroscope for radio-controlled helicopters. The unit costs less than \$150 and weighs only 102 g (3.6 oz).



Figure 2.3: The Gyration GyroEngine compares in size favorably with a roll of 35 mm film (courtesy Gyration, Inc.).

Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

Giroscopi piezoelettrici



Figure 2.4: The Murata Gyrostar ENV-05H is a piezoelectric vibrating gyroscope. (Courtesy of [Murata]).

Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

Giroscopi ottici



Figure 2.11: The Andrew Autogyro Model 3ARG.
(Courtesy of [Andrew Corp].)

Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

Metodi per il map-based positioning

- ⇒ Innumerevoli combinazioni e possibilità
- ⇒ Le mappe possono essere pre-esistenti, o costruite dallo stesso robot
- ⇒ Dobbiamo distinguere fra “riconoscimento topologico” e “riconoscimento geometrico”

Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

I punti cospicui (Landmark)

⇒ Oggetti

- Fissi
- Facilmente individuabili e riconoscibili senza incertezze
- Individuati sulle mappe

⇒ Ad esempio:

- *Fari, campanili, antenne TV, vette di montagne*
- Landmark riconoscibili otticamente
- Beacon attivi
- Beacon passivi (riflettori)
- Transponder

Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

Il luogo di posizione

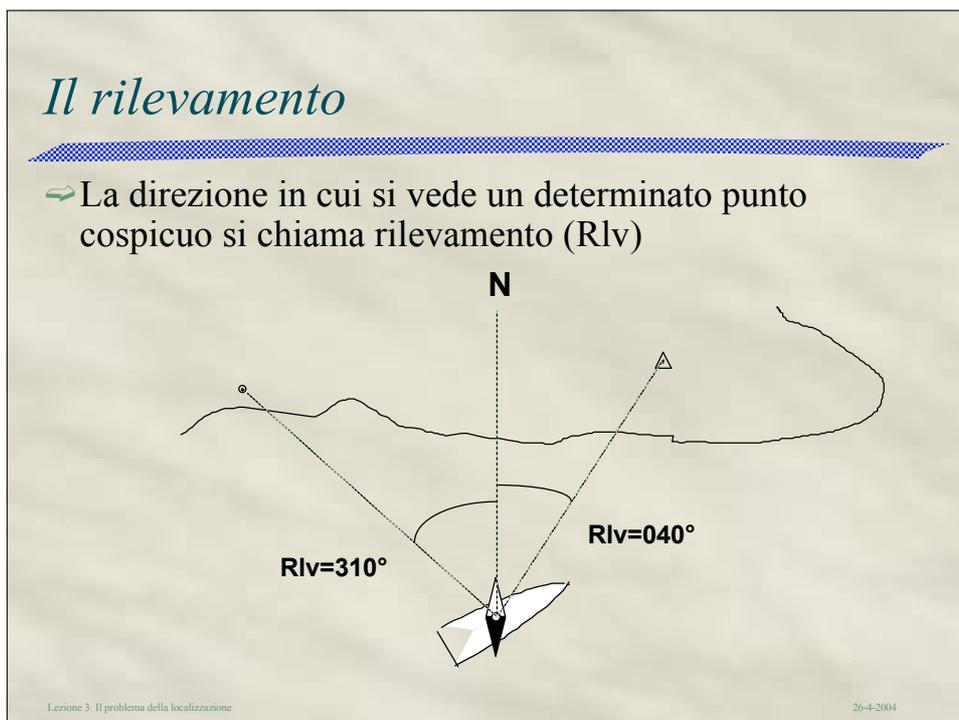
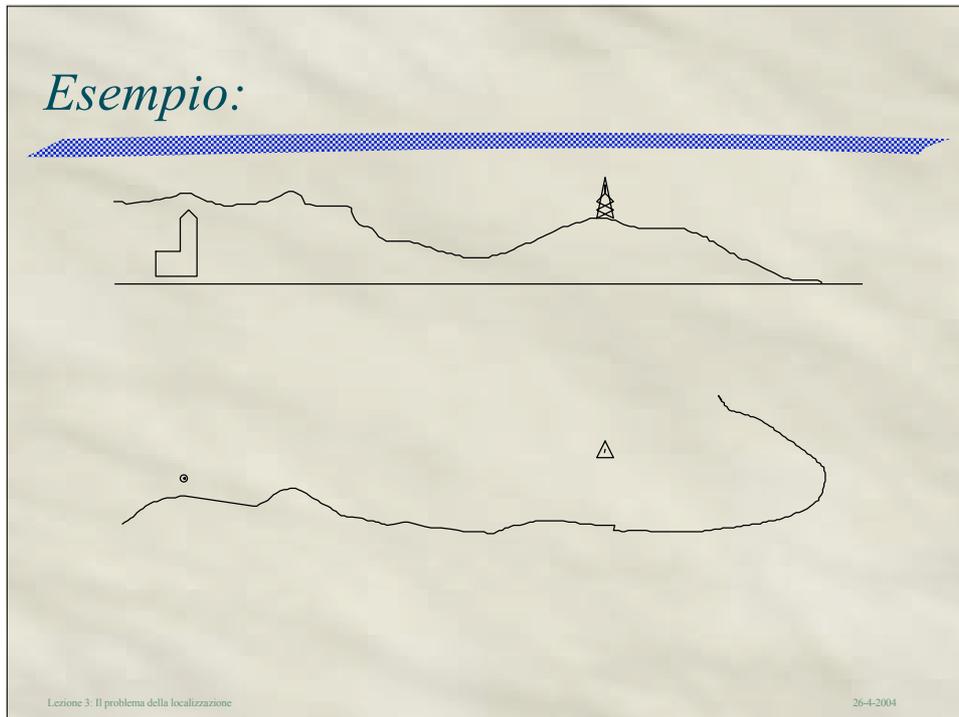
⇒ Insieme dei punti che godono della stessa proprietà rispetto a uno o più punti cospicui

- Retta di rilevamento
- Cerchio di uguale distanza
- Cerchio capace

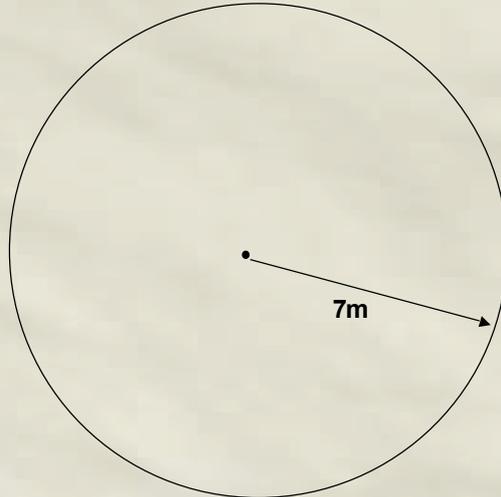
⇒ Possono essere rette, iperboli, cerchi o superfici sferiche

Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004



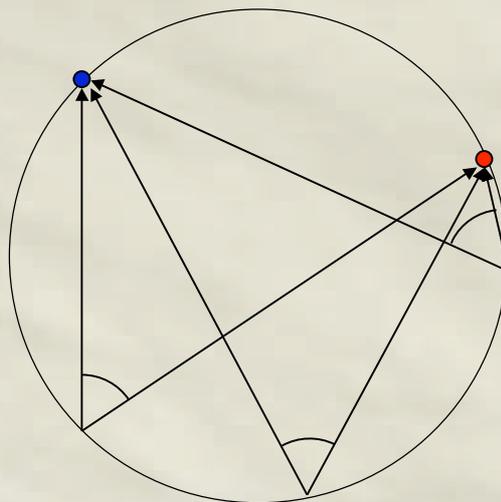
Luoghi di posizione: cerchio di uguale distanza



Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

Luoghi di posizione: cerchio capace

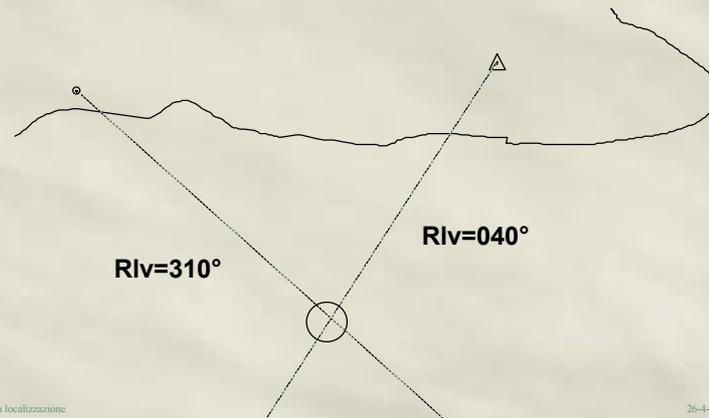


Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004

Il punto rilevato

- ⇒ Il punto rilevato (PR) è dato dall'intersezione di due luoghi di posizione, anche di tipo diverso, scelti opportunamente



Lezione 3: Il problema della localizzazione

26-4-2004