

Robotica – Robot Industriali e di Servizio

*Lezione 17:
Ancora autocalizzazione*



24 aprile 2013

*Prima di proseguire, parliamo di
precisione*



⇒ Nei robot autonomi la precisione della localizzazione non deve essere molto alta:

- Nei robot per interni si tollerano errori di qualche decina di mm
- Nei robot per esterni si tollerano errori di qualche metro
- In genere è sufficiente portare il robot “nei dintorni” del goal
- Poi si usano altri sistemi per l’avvicinamento finale (ammesso che serva)
 - Ottici
 - Meccanici

Lezione 17 Ancora autocalizzazione

24 aprile 2013 2

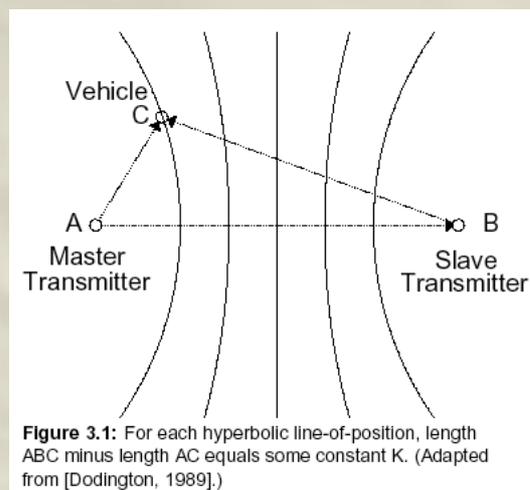
Se invece vogliamo usare la trilaterazione...

- ⇒ Occorrono dei misuratori di distanza
 - Transponder radio-acustici
 - Transponder ottici-acustici (forniscono anche il rilevamento)
 - Emittitori radio “a orari fissi” (GPS)
- ⇒ O dei misuratori di “differenza di distanza”

Lezione 17 Ancora autolocalizzazione

24 aprile 2013 3

Sistemi iperbolici (DECCA, Loran C, ecc.)



Lezione 17 Ancora autolocalizzazione

24 aprile 2013 4

Un esempio per uso militare

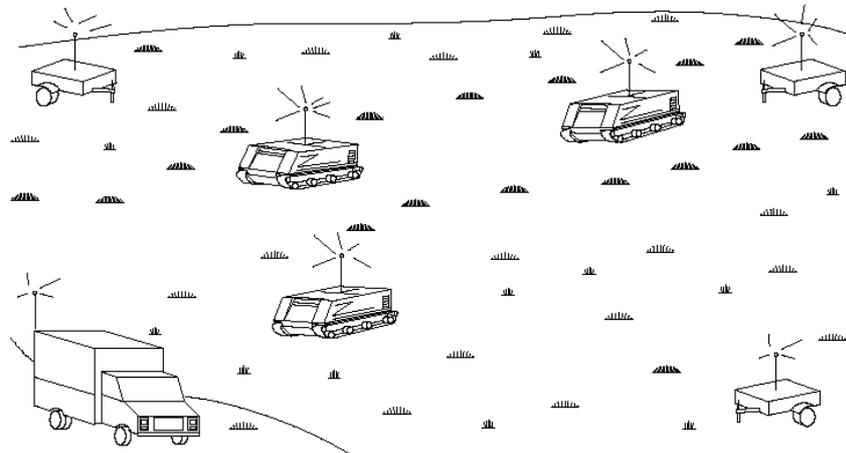


Figure 3.2: Kaman Sciences 1500 W navigation grid is a scaled-down version of the LORAN concept, covering an area 8 to 15 km on a side with a position-location repeatability of 1 m. (Courtesy of Kaman Sciences Corporation.)

Lezione 17 Ancora autolocalizzazione

24 aprile 2013 5

Il Navstar GPS

⇒ Global Positioning System

- Fornisce dati sulla posizione in qualunque punto della Terra:
 - Latitudine
 - Longitudine
 - (Altezza)
- Fornisce l'ora con estrema precisione;
- Assolve non ben chiari scopi militari.

All'aperto!!!

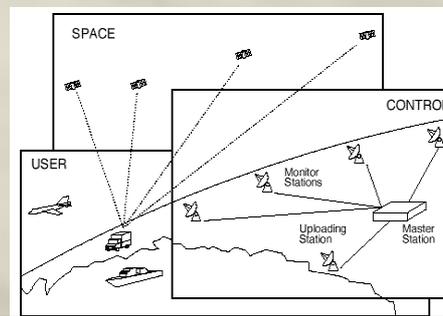


Lezione 17 Ancora au

24 aprile 2013 6

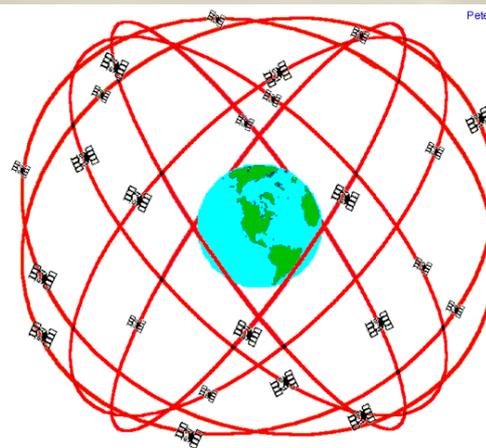
Su cosa è basato

- ⇒ Costituito da tre “segmenti”;
- ⇒ Il segmento “user” è totalmente passivo (riceve solamente);
- ⇒ Usa 24 satelliti su 6 piani inclinati di 55°;
- ⇒ Ogni satellite percorre un’orbita controllata e ha un orologio atomico di estrema precisione;
- ⇒ Altezza satelliti: ~20200Km;
- ⇒ Un’orbita in ~12 ore;
- ⇒ Onde cortissime (~ 1,5 GHz);
- ⇒ Misura il tempo di viaggio delle onde;
- ⇒ Per fare il punto occorrono almeno tre satelliti (non allineati) e un orologio preciso, oppure quattro satelliti.



Lezione 17 Ancora autolocalizzazione

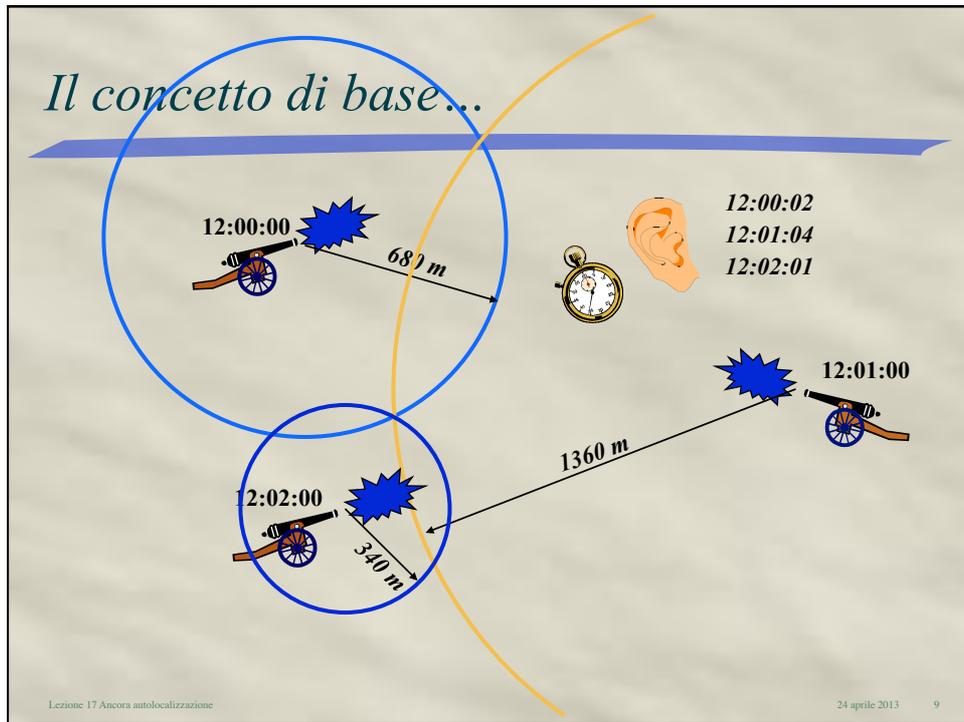
Le orbite:



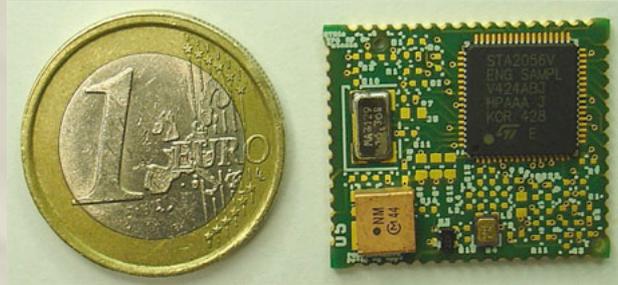
Peter H. Dana 9/22/98

GPS Nominal Constellation
24 Satellites in 6 Orbital Planes
4 Satellites in each Plane
20,200 km Altitudes, 55 Degree Inclination

Lezione 17 Ancora autolocalizzazione



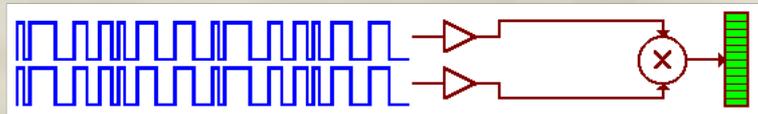
Un ricevitore:



Lezione 17 Ancora autolocalizzazione

24 aprile 2013 11

Il concetto di correlazione



[http://www.colorado.edu/
geography/gcraft/notes/gps/gif/
bitsanim.gif](http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gif/bitsanim.gif)

Lezione 17 Ancora autolocalizzazione

24 aprile 2013 12

L'avvio del GPS

- ⇒ Cold start
 - Il ricevitore non sa nulla (1÷5 min);
- ⇒ Cold start modificato
 - Il ricevitore ha un'idea approssimativa della posizione e dell'ora (≈ 1 min);
- ⇒ Warm start
 - Il ricevitore sa più o meno dove si trova e che ora è (≈ 30 s).
- ⇒ Assisted GPS
 - Utilizza le informazioni di posizione fornite dalle celle del servizio di telefonia cellulare per stabilire inizialmente la zona in cui si trova (trasforma un cold start in uno warm start)

Lezione 17 Ancora autolocalizzazione

24 aprile 2013 13

La precisione del GPS

- ⇒ La precisione del GPS è impressionante
- ⇒ Due livelli di precisione:
 - Course Acquisition (C/A): in chiaro
 - P-code (Y-code): criptato
- ⇒ Le carte possono essere molto meno precise!
- ⇒ Non esiste più la selective availability.

*C/A-code stand alone **100 m** (in realtà è assai migliore)*

P-code stand alone 16 m

Differential (C/A-code) 3 m

Differential (P-code) unknown

Phase differential (codeless) 1 cm

Lezione 17 Ancora autolocalizzazione

24 aprile 2013 14

Gli errori del GPS

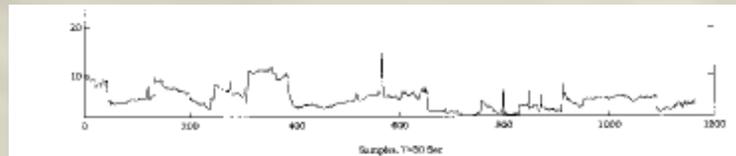
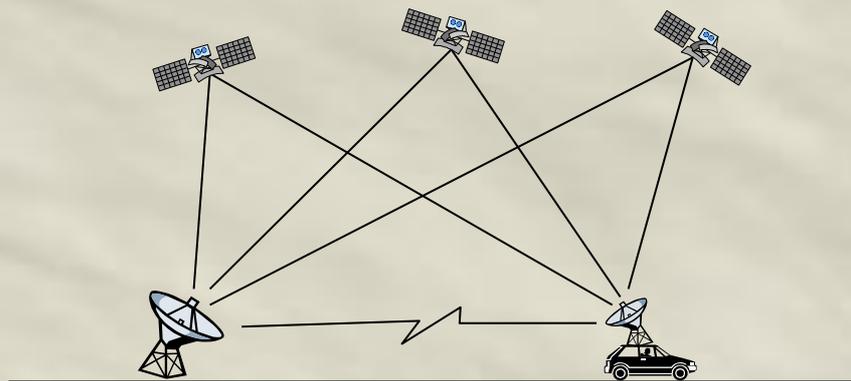


Figure 3.7: Typical GPS static position error with SA "Off". (Courtesy of Byrne [1993]).

Table 3.3: Summary of potential error sources for measured pseudoranges [Brown and Hwang, 1992].

Error Source	Standard Deviation	
	[m]	[ft]
Satellite position	3	29
Ionospheric refraction	5	16.4
Tropospheric refraction	2	6.6
Multipath reflection	5	16.4
Selective availability	30	98.4

Il concetto di GPS differenziale



Altre funzioni del GPS

- ⇒ Fornisce data e ora;
- ⇒ Dal confronto di più posizioni successive può calcolare
 - Rotta vera;
 - Velocità vera;
- ⇒ Può memorizzare la rotta seguita come una serie di punti;
- ⇒ Può mettere la posizione su una carta;
- ⇒ Può calcolare lo scostamento da una data rotta e la direzione in cui andare per tornare sulla rotta giusta.

Lezione 17 Ancora autolocalizzazione

24 aprile 2013 17

NMEA: quel che dice il GPS

```
SGPGSV,3,3,09,30,07,138,31,,,,,,,,,4C
SPGRME,15.0,M,22.5,M,15.0,M*1B
SGPGLL,4409.713,N,00939.175,E,144028,A*2D
SPGRMZ,136,f,3*1F
SPGRMM,European 1950*73
SGPBOD,T,M,,*47
SGPRTE,1,1,c,0*07
SGPRMC,144029,A,4409.714,N,00939.173,E,004.0,309.7,250200,000.6,E*7B
SGPRMB,A,,,,,,,,,V*71
SGPGGA,144029,4409.714,N,00939.173,E,1.08,2.0,41.5,M,48.1,M,,*72
SGPGSA,A,3,03,06,10,17,,22,23,25,30,,,,,2.9,2.0,3.0*3F
SGPGSV,3,1,09,03,26,279,41,06,29,080,42,10,06,029,30,17,71,073,48*78
SGPGSV,3,2,09,21,03,171,00,22,62,292,48,23,23,139,40,25,19,212,38*7D
SGPGSV,3,3,09,30,07,138,31,,,,,,,,,4C
SPGRME,15.0,M,22.5,M,15.0,M*1B
SGPGLL,4409.714,N,00939.173,E,144030,A*25
SPGRMZ,136,f,3*1F
SPGRMM,European 1950*73
SGPBOD,T,M,,*47
SGPRTE,1,1,c,0*07
SGPRMC,144031,A,4409.715,N,00939.171,E,004.0,309.7,250200,000.6,E*71
SGPRMB,A,,,,,,,,,V*71
```

Lezione 17 Ancora autolocalizzazione

24 aprile 2013 20

Un esempio di uso del DGPS

- ⇒ Navigazione in esterni
- ⇒ Seguendo percorsi prefissati
- ⇒ Evitando ostacoli
- ⇒ Trasmettendo dati



Lezione 17 Ancora autolocalizzazione

24 aprile 2013 21

Anche su terreni sconnessi...



Lezione 17 Ancora autolocalizzazione

24 aprile 2013 22

Roby in azione...



www.infosol.it

Lezione 17 Ancora autocalizzazione

24 aprile 2013 23



www.infosol.it

Lezione 17 Ancora autocalizzazione

24 aprile 2013 24

L'interfaccia utente



Lezione 17 Ancora autolocalizzazione

24 aprile 2013 25

Esempi di (auto)localizzazione topologica

- ⇒ Codici a barre, QR-code, ecc.
- ⇒ Transponder a brevissima distanza (pochi cm): RFID
- ⇒ Alimentati per induzione (senza batterie)
- ⇒ Di costo irrisorio
- ⇒ Possono essere “disseminati” negli ambienti di lavoro dei robot (sotto il pavimento)
- ⇒ Possono fornire alcune centinaia di byte di informazione (e anche funzioni più complesse)

Lezione 17 Ancora autolocalizzazione

24 aprile 2013 26