

*Robotica – Robot Industriali e di Servizio*

*Lezione 16:  
Map-based positioning*



22 aprile 2013

*Metodi per il map-based positioning*

- ⇒ Innumerevoli combinazioni e possibilità
- ⇒ Le mappe possono essere pre-esistenti, o costruite dallo stesso robot (SLAM – Self Localization And Mapping)
- ⇒ Dobbiamo distinguere fra “riconoscimento topologico” e “riconoscimento geometrico”

Lezione 16 Map based positioning

22 aprile 2013 2

## *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

## *Il luogo di posizione*

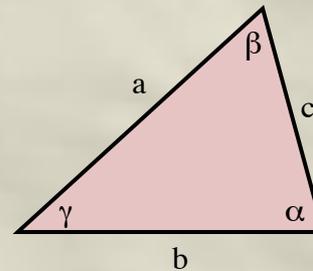
### ⇒ Insieme dei punti che godono della stessa proprietà rispetto a uno o più punti cospicui

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

### ⇒ Possono essere rette o semirette, iperboli, cerchi o superfici sferiche

## Un triangolo...

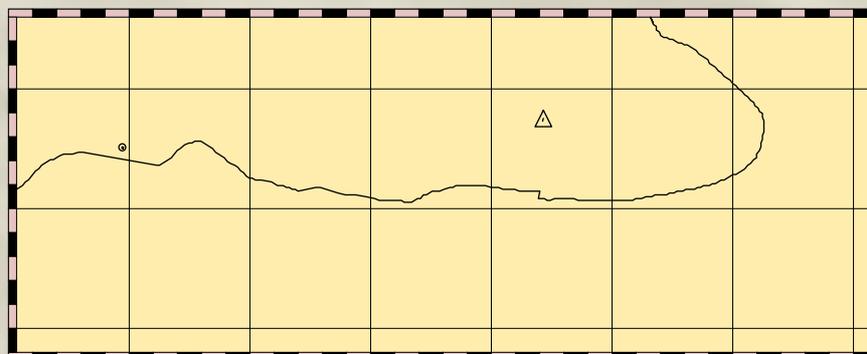
- ⇒ Può essere risolto se si conoscono tre dei suoi sei elementi costitutivi (lati e angoli) fra cui almeno un lato;
- ⇒ Se si conosce la posizione di due vertici può anche essere **situato**;
- ⇒ (Se si conosce la posizione di due vertici si conosce anche un lato;)
- ⇒ Se si misurano gli angoli si parla di **triangolazione**
- ⇒ Se si misurano le lunghezze dei lati si parla di **trilaterazione**
- ⇒ Ci sono soluzioni miste (un lato e due angoli, ecc.)



Lezione 16 Map based positioning

22 aprile 2013 5

## Esempio:

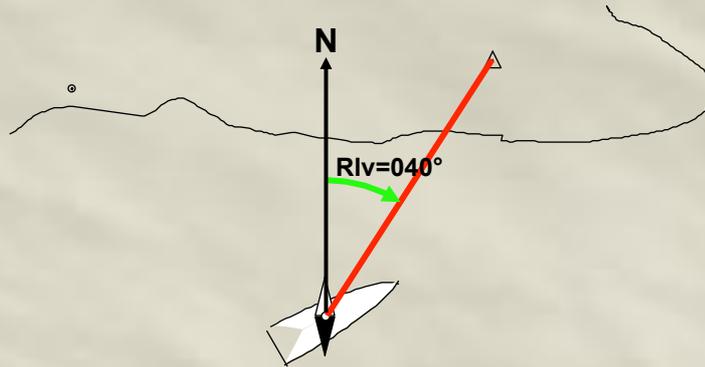


Lezione 16 Map based positioning

22 aprile 2013 6

## *Il rilevamento*

⇒ La direzione in cui si vede un determinato punto cospicuo si chiama rilevamento (Rlv)

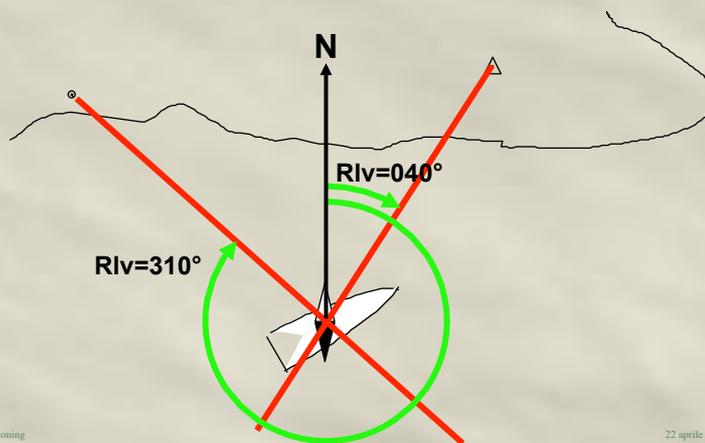


Lezione 16 Map based positioning

22 aprile 2013 7

## *Uso dei rilevamenti*

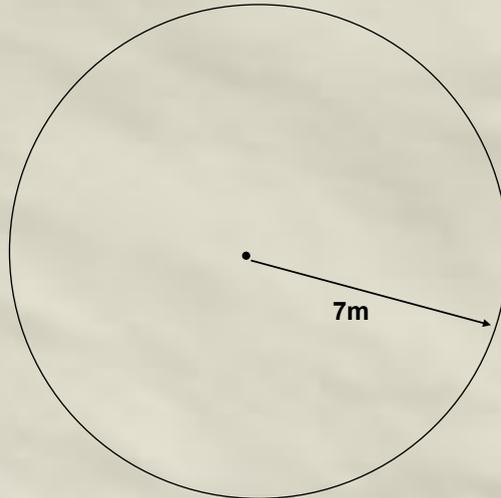
⇒ Conosciamo i rilevamenti di 2 punti cospicui



Lezione 16 Map based positioning

22 aprile 2013 8

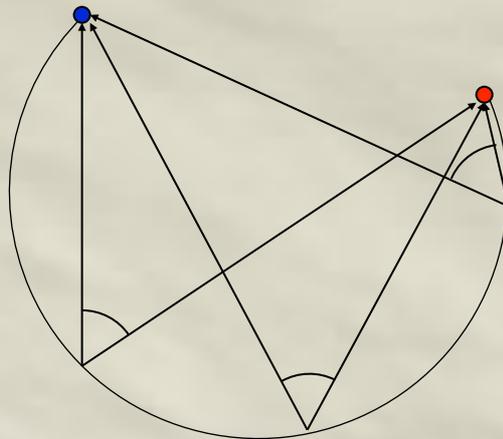
### *Luoghi di posizione: cerchio di uguale distanza*



Lezione 16 Map based positioning

22 aprile 2013 9

### *Luoghi di posizione: ~~cerchio~~ arco capace*



Lezione 16 Map based positioning

22 aprile 2013 10

## Teorema:

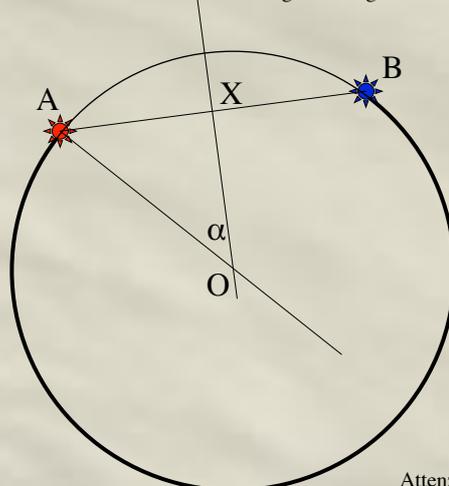
⇒ Su un piano, il luogo dei punti da cui due punti dati, A e B, sono visti sotto un determinato angolo orientato  $\alpha$  è un arco di circonferenza avente come estremi i punti A e B.

Lezione 16 Map based positioning

22 aprile 2013 11

## Costruzione di un arco capace

Vedo i landmark A e B sotto un angolo di  $\alpha$  gradi



Per due punti A e B passano infinite circonferenze, aventi tutte il centro sull'asse del segmento AB: Il centro dell'arco capace deve stare sull'asse del segmento che li congiunge

L'angolo al centro è il doppio del corrispondente angolo alla circonferenza: l'angolo BOA deve essere  $2\alpha$

Il triangolo AXO è rettangolo in X: traccio l'angolo  $\text{BAO} = 180^\circ - 90^\circ - \alpha$

Traccio la circonferenza con centro in O e raggio OA

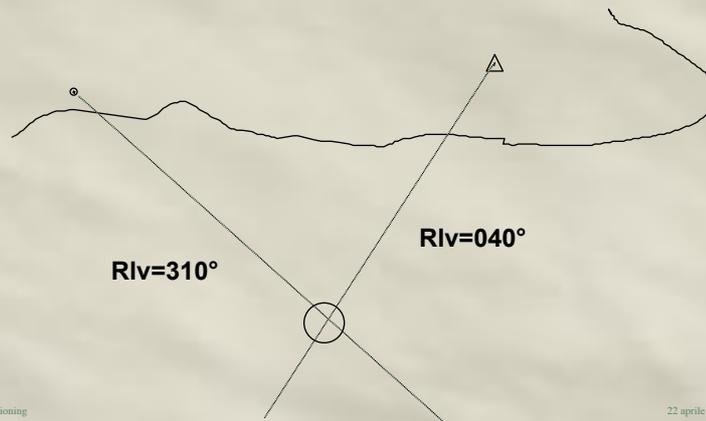
Attenzione: l'angolo AOB è un angolo orientato!

Lezione 16 Map based positioning

22 aprile 2013 12

## Il punto rilevato

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



Lezione 16 Map based positioning

22 aprile 2013 13

## Il principio del VOR

- ⇒ Stazione fissa:

- Un emettitore di energia direzionale (continuo), che ruota intorno ad un asse verticale a vel. Costante e nota
- Un emettitore omnidirezionale (pulsante), emette un impulso ogni volta che quello direzionale è diretto verso nord
- Per eliminare l'ambiguità, occorre che i due segnali siano distinguibili

- ⇒ Stazione mobile:

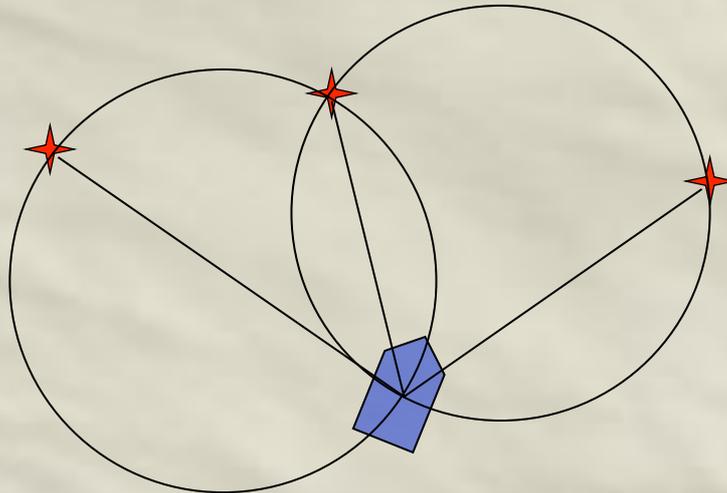
- Misura il tempo intercorso fra l'arrivo dei due segnali, proporzionale al rilevamento del ricevitore rispetto alla stazione fissa



Lezione 16 Map based positioning

22 aprile 2013 14

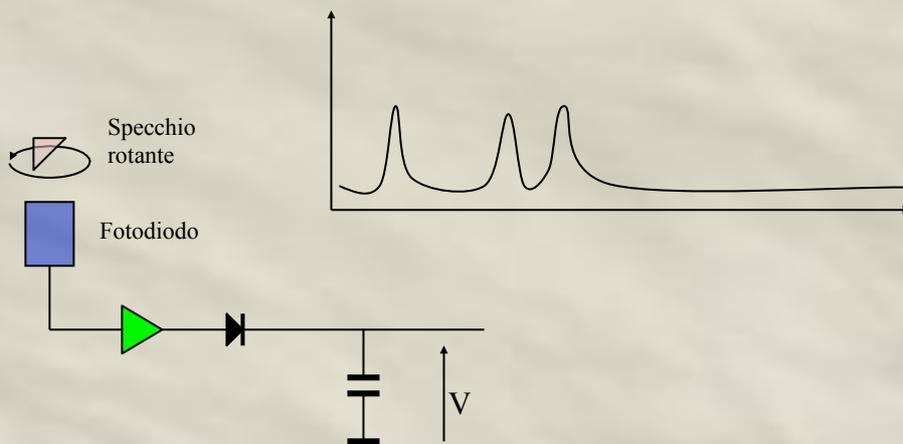
### *Beacon attivi: principio generale*



Lezione 16 Map based positioning

22 aprile 2013 15

### *Beacon attivi: riconoscimento*



Lezione 16 Map based positioning

22 aprile 2013 16

### *Beacon attivi: riconoscibilità*

Univocità

Posizionamento

Lezione 16 Map based positioning

22 aprile 2013 17

### *Combinazioni usate*

- ⇒ Beacon attivi (IR, eventualmente modulato)
- ⇒ Beacon passivi (catarifrangenti), eccitati da lama (verticale) di luce laser rotante a velocità costante
- ⇒ Transponder: ricevono luce laser (lama verticale) rotante a velocità costante; rispondono con impulsi radio (identificabili)

Lezione 16 Map based positioning

22 aprile 2013 18

