

# Úvod do mobilní robotiky — AIL028

## Lokalizace

Zbyněk Winkler

`zbynek.winkler at mff.cuni.cz`

<http://robotika.cz/guide/umor05/cs>

21. listopadu 2005

- 1 Dead Reckoning (odometrie)
  - Tank
  - Auto
  - První pokus o lokalizaci
- 2 Pravděpodobnostní lokalizace
  - Relativní versus absolutní
  - Pravděpodobnostní přístup
  - Kalmanův filtr
  - Monte Carlo Lokalizace

# Lokalizace

„Kde to jsem?“

- sledování pozice (*position tracking*)
- zjištění pozice po zapnutí (*global localization*)
- relokalizace (*kidnapped robot problem*)

# Dead Reckoning

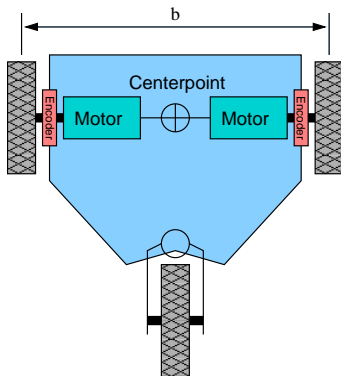
## Dead Reckoning

akumulace/extrapolace relativních informací o pohybu (rychlost, změna orientace atp.)

## Odometrie

akumulace informací z enkodérů pomocí geometrického modelu podvozku robota

# Diferenční řízení – tank



# Diferenční řízení – výpočet

- ujetá vzdálenost pravým/levým kolem za daný interval

$$\Delta U_R, \Delta U_L$$

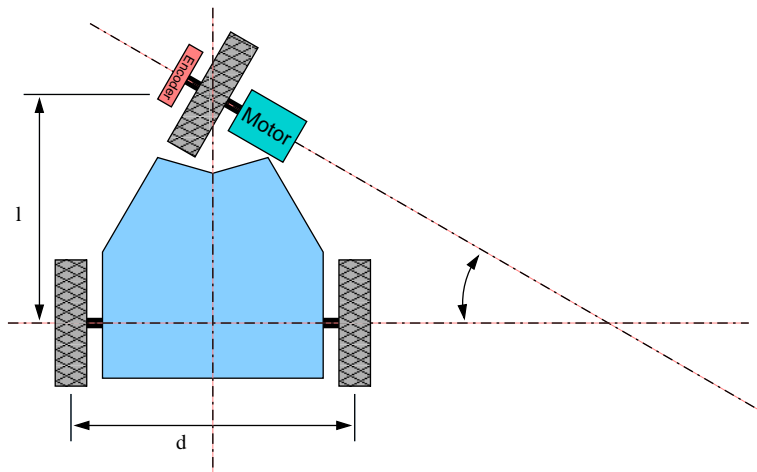
- změna pozice robota v robocentrických souřadnicích

$$\begin{aligned}\Delta U_F &= (\Delta U_R + \Delta U_L)/2 \\ \Delta \theta &= (\Delta U_R - \Delta U_L)/S_{wheel\ base}\end{aligned}$$

- změna pozice robota v globálních souřadnicích

$$\begin{aligned}\theta_i &= \theta_{i-1} + \Delta \theta \\ x_i &= x_{i-1} + \Delta U_F \cos(\theta_i) \\ y_i &= y_{i-1} + \Delta U_F \sin(\theta_i)\end{aligned}$$

# Tříkolka (zatačení vpředu/vzadu)



# Tříkolka — výpočet

- Pohyb po kružnici, střed definován
  - natočení řídicího kola  $\theta$
  - vzdáleností náprav  $l$
- Ackermanovo řízení pro 4 kola splňuje  $\cot \theta_i - \cot \theta_o = \frac{d}{l}$ 
  - $\theta_i$  – natočení vnitřního kola
  - $\theta_o$  – natočení vnějšího kola
  - $l$  – vzdálenost náprav (délka)
  - $d$  – vzdálenost kol (šířka)



# První pokus o lokalizaci

- Enkodéry i akcelerometry jsou zdrojem pouze relativní informace.
- Co se stane, když budeme delší dobu uplatňovat následující rovnice?

$$\theta_i = \theta_{i-1} + \Delta\theta$$

$$x_i = x_{i-1} + \Delta U_F \cos(\theta_i)$$

$$y_i = y_{i-1} + \Delta U_F \sin(\theta_i)$$

- Divergence :-(.  
• Proč?

# Lokalizace, pokus č.2

- chceme použít co nejvíce různých zdrojů informací
  - odometrie
  - inerciální senzory
  - mapy
  - sonary
  - lasery
  - majáky. . .
- informace jsou na různé kvalitativní i kvantitativní úrovni
  - různé frekvence měření
  - různé přesnosti

# Relativní versus absolutní měření

- relativní měření – *dead reckoning*
  - odometrie
  - inerciální senzory
- absolutní měření
  - vzdálenosti
  - směru
  - k majákům
    - aktivní, pasivní
    - triangulace, trilaterace
    - přirozené, umělé
  - k překážkám v mapě
    - mapy geometrické, topologické
    - měření laserem, sonarem

Jak tato měření tedy co nejlépe kombinovat?

# Pravděpodobnostní přístup

- pozice robota jako hustota pravděpodobnosti
- modelovat nepřesnosti relativních měření
  - kolečka prokluzují
  - akcelerometry šumí
- modelovat nepřesnosti absolutních měření
  - laser přesnější než sonar
  - „nedokonalé“ mapy

# Kalmanův filtr

- pozice reprezentovaná stavovým vektorem a rozptylem
- dvě aktualizací fáze
  - predikce
    - využití relativních informací
  - korekce
    - využití absolutních informací
- omezení
  - vždy pouze jedna nejpravděpodobnější pozice
  - všechna měření mohou být zatížena pouze gaussovským šumem
  - „magické parametry“

# Monte Carlo Lokalizace

- pozice reprezentovaná množinou vážených vzorků
- 3 fáze
  - pohyb (predikce)
  - měření (korekce)
  - převzorkování
- jednoduché ohodnocovací funkce:  
`double eval(pozice p);`
- zásadní výhoda – jednoduchá implementace

# Slabiny MCL

- není jedna pozice, tak podle čeho má robot jet?
- možnost skokových změn
- problém nastavení parametrů a ladění
- manévry nezachycené v distribuční funkci (čelní náraz)