# 17. Tétel

Mobil robotok helymeghatározása: odometria. Inkrementális adók, kódadók és optikai szenzorok használata. Kalibráció.

## Navigáció alapjai

### Tájékozódás szentháromsága

* Hol vagyok? (Where am I?)
* Hova megyek? (Where am I going?)
* Hogyan juthatok el oda? (How should I get there?)

### Relatív pozíció mérés

Dead-reconing (deduced-reckoning = leszármaztatott helyzet-megállapítás)

☺: bármikor kiszámolható

☹: halmozott hibát gyűjt 🡪 a pontatlanság az idővel arányos módon nő

Ma már egyre kevésbé használják kizárólagos pozíció meghatározásra

#### Odometria

* + Az elmozdulást a fedélzeten elhelyezett odométerek által gyűjtött jelekből számolja.
  + Ezek lehetnek:
    - Enkóderek a tengelyeken
    - Kormányszög mérése (pl. szintén enkóder)
  + ☺: az adatok rendelkezésre állása esetén bármikor képes pozíció becslésre
  + *☹*: a mérés inkrementális jellegű 🡪 a hiba is

#### Inerciális helymeghatározás

* + Gyorsulás és szögsebesség mérése 🡪 kettős integrálás 🡪 pozíció
  + *☺*: zárt alakban megadható számítási eljárás, ami minden időpillanatban rendelkezésre áll
  + *☹*: a mérési zaj kétszeresen integrálódik.
  + Korlátozottan alkalmazott
  + Nagypontosságú szenzorok:
    - Nehezek és drágák. Általánosan repülőgépek használják
    - Optikai giroszkópok: egyre olcsóbbak, és könnyebbek --> jövő robotaiban ?

### Abszolút pozíciómérés

* + Beacon – Min. 2,3 jelzőegység 🡪 Jelek beérkezési irányából, és az adók távolságából meghatározza a pozíciót
  + Mesterséges tereptárgyak – Jól elkülöníthető, ismert tereptárgyakat kell elhegyezni a mozgástérben.
  + Természetes tereptárgyak felismerése (kisebb megbízhatóság)
  + Modell felismerés

## Odometria

 Általános jármű felépítése, amire alkalmazva van az odometria:

Hajtó 
motor 
Bolygó- 
kerekek 
Középpont 
Hajtó 
kerekek 
Inkrementális 
adók 
Ütközö 
Hajtó 
motor 
Ütközö 

Legyenek a következő jelölések:

• 
k 
D 
Cenc 
n áttétel 
az inkrementális adó és a hajtókerék által megtett út közötti átszámítási faktor 
a hajtókerék átmérője 
az enkóder által egy körülfordulás alatt szolgáltatott inkrementek száma 
az enkóder és a hajtókerék közötti mechanikus áttétel arány 

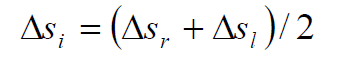
* A hajtókerék által megtett út számítása az inkrementekből, az átmérőből, és az áttétből:

k DİT 
âttâtel enc 

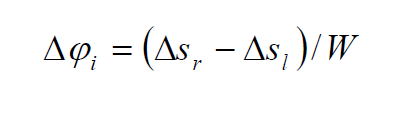
* Így számolható a bal- és a jobb oldali kerék által megtett út:

ASI 
-k.Nlrl 

* A hajtásközéppont által megtett út, ezek átlaga:



* A megtett út alatt az orientációnak a megváltozása is ebből számolható:



* Amivel növelhető az eredeti orientációhoz képesti elfordulás:

C:\Users\asarpi\AppData\Local\Temp\msohtmlclip1\02\clip_image007.png

* Majd ebből számolható a becsült abszolút pozíció a nulla ponthoz képest az előző pontból:

= x I + Asi •cos01 
x. 
Yl —Yl + Asi • sin 

* A gyakorlat szempontjából jobb eljárás adott elfordulás és táv megtétele:
  + Fél elfordulás --> táv megtéte -->másik fél elfordulás

Δφ1 
2 
Yi • ςιηφ1 
Δφ1 
2 

### A módszer tök egyszerű, DE:

#### Szisztematikus hibák:

* Kerekek egymástól eltérő átmérője
* Mindkettő tényleges átmérő eltérése a névlegestől
* Kerekek tényleges távolságának eltérése a névlegestől
* Kerekek ideálistől eltérő elhelyezkedése
* Enkóderek véges felbontása
* Enkóderek mintavételezése

#### Nem szisztematikus hibák:

* Talaj egyenletlensége
* Kerekek csúszása
  + Síkos talaj
  + Túl nagy gyorsulás
  + Külső behatás (pl. ütközés)
* Kerekek érintkezési pontjának bizonytalansága

### Megoldás: Michigan egyetemen fejlesztett UMBmark (University of Michigan Benchmark)

Képes meghatározni a kerekek eltérő átmérőjét, és távolságát egymástól a hibák alapján, és ebből adni egy átszámítási faktort:

act 
nom 

#### Kalibráció:

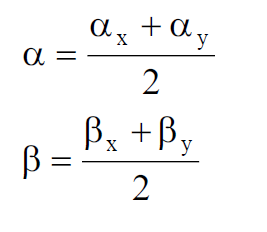
* Előre meghatározott (minél hosszabb) négyzet alapú pályán kell végig haladni óramutató járásával megegyező, és azzal ellentétes irányban
* Saját algoritmusát használhatja csak fel a tájékozódás során.
* Az eltérés két hiba szuperpozíciójának tekinthető:
  + A típusú hiba: névlegestől eltérő keréktáv --> csak kanyarodáskor jelentkező szöghiba
  + B típusú hiba: Kerekek eltérő mérete --> az elméleti egyenes vonal mentén elgörbül a pálya

Óramutatóval 
szemben (CCW) 
Névleges út 
obd 
tart 
tart 
Névleges út 
Óramutató 
szerint 
Óramutatóval 
szemben (CCW) n 
13 
Névleges út 
QEnd 
EnA 
Névleges út 
Óramutató 
szerint 
L=4m 

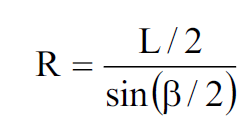
* + A számolható hibák:

لاا ل بم ن 
م 

* + A tényleges hibák a két koordinátában számolt hibák átlaga:



* + A B típusú hibából lehet számolni az íves pálya görbületét:



* + Ebből pedig visszaszámolhatóak a hibafaktorok

act 
nom 
nom 
nom 

* + Amiből visszaszámolhatóak az eltérések:

nom 
nom 
= wnom 

## Odometria optikai szenzorokkal

A fenti odometriai algoritmusban nincs figyelembe véve a kerekek egyenetlenségéből, hibáiból, csúszásából adódó hiba (különösen: vastag kerekek, lánctalpak, egyenletlen terep)

Megoldás: optikai szenzorokkal figyelik a talajt, és a jellegzetes pontokból meghatározható a talaj elmozdulása

a szenzor 
mérési pontj a 
optikai 
szenzorok 
merev 
öss zeköttetés 
2 

Megfelelően felrakott szenzorok esetén az algoritmus ugyanúgy alkalmazható, mintha enkóderek lennének.