# 18. Tétel

Mobil robotok helymeghatározása: inerciális szenzorok, működési elvük, korlátaik.

## 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

## Gyorsulásmérők:

### MEMS kapacitív szenzorok

* + **Működése:** felületi mikromechanikai megmunkálással kialakított lengő rendszer. A lengő tömeg két kondenzátor fegyverzetének egy közös tagja 🡪 lengő tömeg elmozdulása 🡪 kapacitás változás
  + Jelkondícionálás, kiértékelés szintén ugyanazon a lapkán van

Pyrex glass + electrode 
Spacer 
a 
Anisotropically etched Si 
Cantilever 
Seismic mass 
Cl+C2 
SensEdu 
d0+Ad 
do-Ad 
Ad 
do 

### Piezorezisztív szenzorok

* Hooke törvény: közelítés: a rugalmas test alakváltozata arányos azzal az erővel, ami az alakváltozást okozza
  + Csak a rugalmassági határig
  + Nem mindig érvényes. Azok az anyagok, amik követik ezt a szabályt, Hooke-anyagoknak nevezzük
  + F = - kx
* Piezorezisztív hatás: egy félvezető, vagy fém elektromos ellenállása megváltozik mechanikai feszültség hatására
  + Az ellenállás arányos a vezető hosszával, és fordítottan arányos annak keresztmetszetével --> megnyúlás esetén mindkettő változik
  + Megnyúlás esetén változhat a fajlagos ellenállás is
* Hídkapcsolás
  + Differenciális mérés (egyik oldalon nyújtott, másik oldalon nyomott helyzet
  + Hőfokfügés kompenzálható a hídkapcsolásban szereplő dummy ellenállással

Keret 
Hidak 
Mozgó tömeg 
Keret 
Híd 
Mozgó 
tömeg 
Piezorezisztív elem 

## Giroszkópok:

### Pörgettyű:

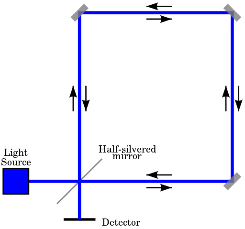
* Megindítás után a forgástengelyének térbeli irányát igyekszik megtartani (Perdület megmaradás törvénye)
* 3 szabadságfokú erőmentes pörgettyűket használnak

### Giroszkóp:

* Fordulatszám tartása: elektromos forgórésze
* Nagyon stabilan tartja a pozícióját
* A járműnek az eredeti pozícióhoz tartozó hibajelet szolgáltat iránykomponensekre bontva
* Annál pontosabban őrzi meg a kívánt térirányt, minél nagyobb a pörgettyű tömege, és fordulatszáma.
  + Nem lehet ezeket a végtelenségig növelni.
    - Felfüggesztés
    - Gravitációs erőtér változásai
    - Súrlódás
      * Ballisztikus rakéták: rövid élettartam --> nagy fordulatszám + tömeg. Nem kell foglalkozni a hosszútávú használat hátrányaival
  + Hosszú üzemidő estén:
    - Nagyobb tömeg, és lassabban pörgetett giroszkóp
* Interkontinentális repülőgépek giroszkópja kb. 50 - 100 000 $

## Optikai giroszkópok

* Frekvenciamérésre visszavezethető eljárások, egyre olcsóbb megvalósítások, egyre inkább terjeszkedő módszerek
* *Sagnac kísérlet (1913)*
  + Sagnac interferométer
  + Lézernyalábot küldünk az alábbi tükrös rendszerbe. A nyalábot kettéválasztjuk, és azok két különböző irányba indulnak el. A beérkezési pontban álló helyzetben ugyanabban a fázisban kell lenniük. Azonban, ha a keretet elforgattuk, akkor fáziskülönbség jelentkezik, ami arányos az elforgatás sebességével.



### FOG (Fiber Optic Gyroscope)

* + Feltekercselt hosszú (akár 5 km) üvegszál két végére lézernyaláb 🡪 kimeneteken mérjük a fáziskülönbséget

Forrás 
Lencse 
Detektor 
Optikai osztó 
Feltekert 
optikai szál 

### RLG (Ring Laser Gyroscope)

* + Három vagy többszögű tükrös szerkezet, melynek kerülete a lézer hullámhosszának egész számú többszöröse.
  + Működési elve hasonló az előzőhöz
  + A beérkező fénysugarak frekvenciakülönbsége egyenesen arányos a szögsebességgel, és fordítottan arányos a hullámhosszával.

## Vibrációs giroszkópok

* *Coriolis erő:*
  + Az inerciarendszerhez képest forgó vonatkoztatási rendszerben mozgó testre ható tehetetlenségi erő.
  + Az erő nagysága arányos:
    - A forgó rendszer szögsebességével
    - A mozgó test sebességével
    - A mozgó test sebességvektora és a forgástengely által bezárt szög szinuszával
    - A mozgó test tömegével
  + Iránya a test sebességvektorára merőleges
* Giroszkópban való alkalmazás
  + Felpörgetett tárcsán levő rugós szerkezet elmozdulása
  + Mindaddig nyugalomban van, amíg a környezete el nem fordul --> elfordulás hatására periodikusan változó erő hat a lengő tömegre --> a rezgés frekvenciája arányos az elfordulás tömegével
  + A felhelyezett lengő tömeg MEMS gyorsulásmérő --> a tömeg elmozdulása kapacitásváltozást okot

## IMU - Inertial Measurement Unit

* Professzionális komplex mérőegység
* Folyamatos 6 szabadságfokú helyzet meghatározás végezhető



