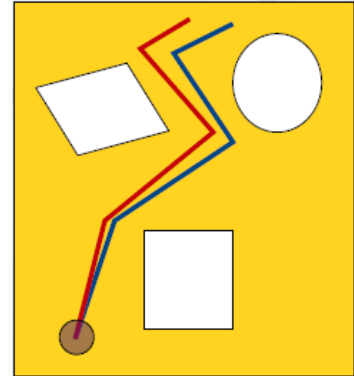


**1. Ismertesse a relatív és abszolút pozíciómeghatározás tulajdonságait, és lehetőségeit. Mit jelent a dead reckoning, és mi az odometria? Milyen hibalehetőségekre kell számítanunk odometria alkalmazásakor?**

### Relatív pozíciómeghatározás

- Odometria
  - Jeladók: kerék forgása, kormány iránya
  - Kumulatív mérés
  - Előnyök
    - csak belső egység
    - mindig tud eredményt szolgáltatni
    - gyors
  - Hátrányok
    - korlátlanul növekvő pozícióhiba (rendszeresen korrigálható abszolút pozíciómeghatározással)
- Inerciális helymeghatározás
  - Giroszkópok, gyorsulásmérők: forgás, gyorsulás → mérések integrálva

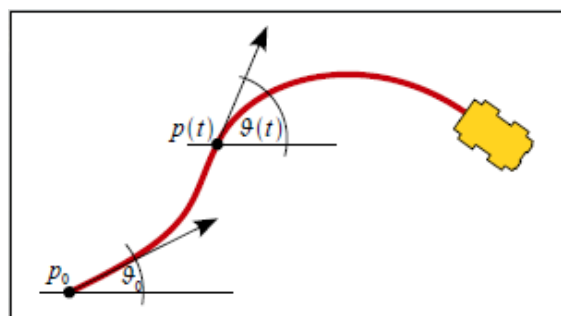


### Abszolút hely- és helyzetmeghatározás

- Aktív jeladás eljárások
  - Három, vagy több aktív adó (ismert hely) jeleiből
  - Fény/rádióhullámok
- Markeres eljárások
  - *Mesterséges* (környezetbe helyezett „pontok”)
  - *Természetes* (környezetben található „pontok”)
  - Három, vagy több marker elhelyezkedéséből
  - Előnyök
    - Markerek jól felismerhetők, elkülöníthetők a környezettől
    - Korlátos hiba
  - Hátrányok
    - Lassú (valósídejűségi problémák!)
    - Néha nehéz azonosítani a markereket
    - Természetes markeres eljárások megbízhatatlanabbak

**„Deduced Reckoning”:** Egyszerű matematikai eljárások az aktuális hely és helyzet meghatározására egy korábban ismert pozíció és orientáció, illetve az azóta eltelt idő alatt mért irány- és sebességértékek alapján.

**Odometria:** Az útvonal mentén történő elmozdulás mértékének meghatározása a fedélzeten elhelyezett „odométerek” jelei alapján.



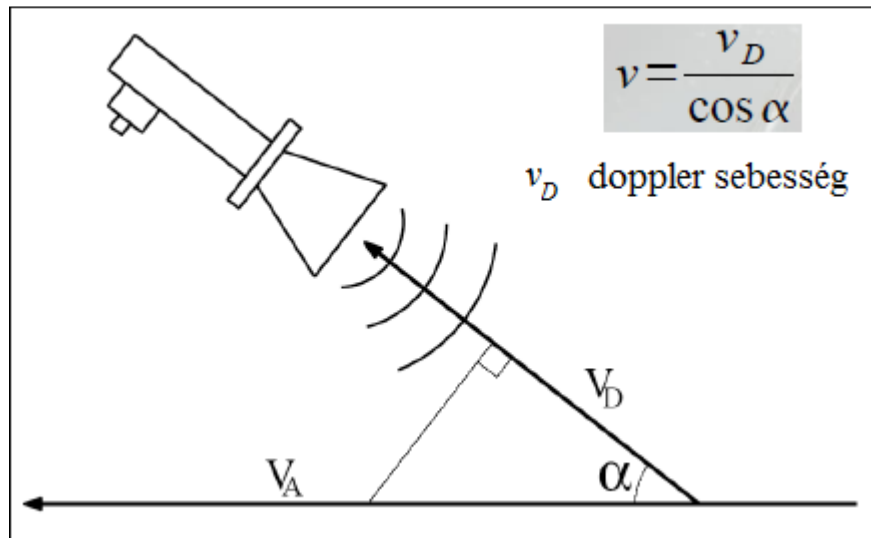
### Az odometria hibái:

- Rendszerhibák
  - o Egyenlőtlen kerékátmérők
  - o Kerekek átmérőjének átlaga eltér a névleges értéktől
  - o Keréktávolság eltér a névleges értéktől
  - o Kerekek beállítása pontatlan
  - o Jeladó véges felbontása
  - o Jeladó véges mintavételi sebessége
- Nem rendszerhibák
  - o Egyenetlen talaj
  - o Kisebb tárgyak a talajon (amelyen átmegy a jármű)
  - o Kerék megcsúszása:
    - Csúszós talaj
    - Túl nagy gyorsulás, fordulási sebesség
    - Külső (tárgyak), belső (gördülő kerék) erők
    - Nem pontszerű kerék-talaj kapcsolat

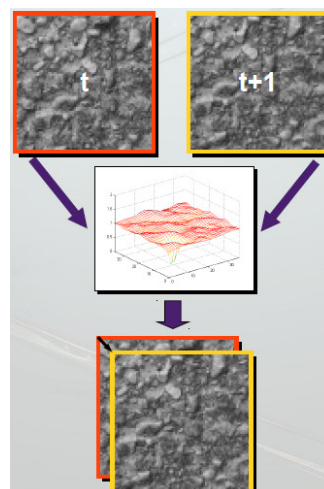
**2. Milyen sebességmérésre alkalmas eszközök állnak rendelkezésünkre, hogyan működnek? Milyen jeladókat ismerünk? Mi a különbség az inkrementális és az abszolút optikai jeladók között? Hogyan épülnek fel?**

### Sebességmérés

- Doppler - érzékelők



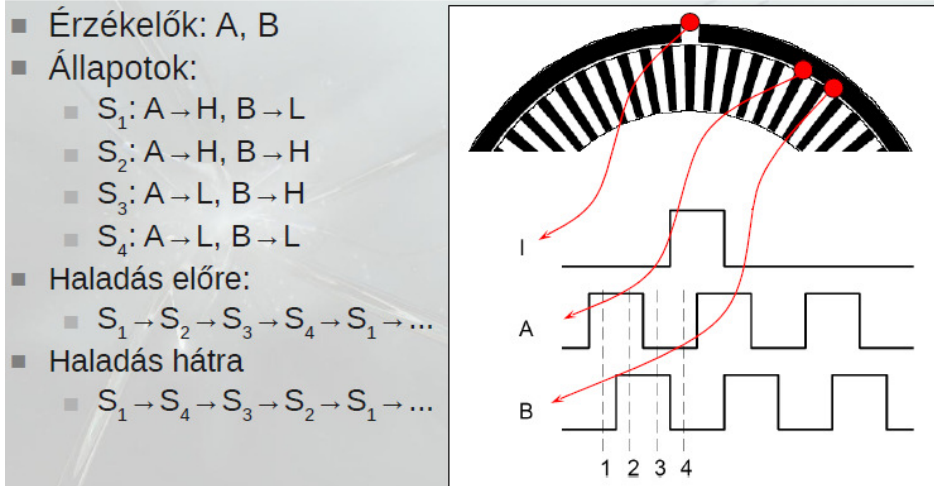
- Optikai sebességmérők
  - o Elve
    - Talaj változásának vizsgálata
    - Optical flow
    - Korreláció – számítás
  - o Kamera (nagy sebesség - APS!)



## Jeladók

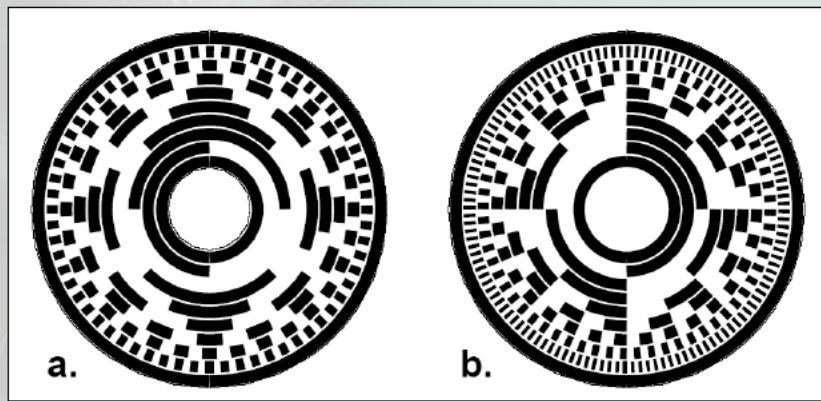
- Mechanikus jeladó
- Csuszóérintkezős ellenállás (potenciométer)
- Optikai jeladó
- Mágneses jeladó
- Induktív jeladó
- Kapacitív jeladó

## Inkrementális jeladók



## Abszolút optikai jeladók

- Referenciapont veszítése ellen hasznos
- Az abszolút pozíció párhuzamos bináris reprezentációja
- Tipikus megvalósítás: gray-kód (a)
- Lassabb alkalmazásokhoz



**3. Milyen fizikai jellemzőket mérünk inerciális mérés technikai eszközökkel? Milyen inerciális mérőeszközöket alkalmazunk? Hogyan működnek az optikai giroszkópok? Milyen módszerekkel tudunk abszolút irányt meghatározni?**

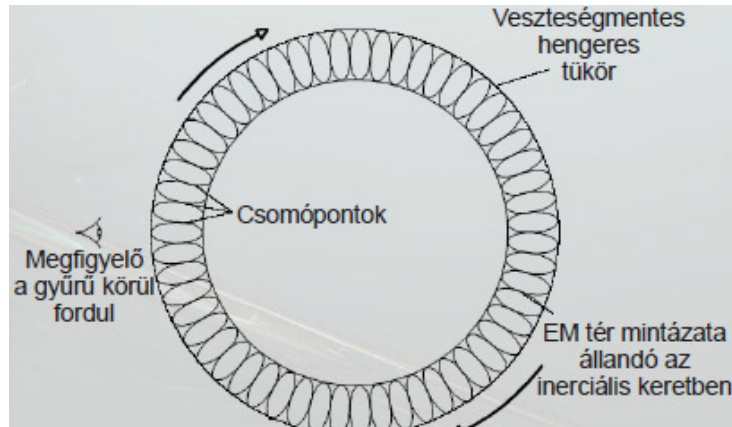
**Szögsebességmérés – giroszkópok** (mechanikus, piezoelektromos, optikai)

**Gyorsulás mérés – gyorsulásmérők**

- elv: szabadeséshez képesti vektoriális gyorsulásérték
- típusok: rugóerő mérés, elhajlás mérés (pl. nyúlásmérő bélyegek), optikai ... stb.

## Optikai giroszkópok

- Működés alapelve
  - o Minden eszköz két lézersugarat tartalmaz, amelyek ellentétes irányba haladnak egy zárthurkú útvonalon
  - o Erősítő és kioltó interferenciahullámok alakulnak ki, amelyek segítségével meghatározható az eszköz forgásának sebessége



### Abszolút irány meghatározás: geomágneses érzékelőkkel

- Mechanikus mágneses iránytűk
- Fluxuszsilipes (fluxgate) iránytűk
- Hall-hatás alapú iránytűk
- Magnetorezisztív iránytűk
- Magnetoelasztikus iránytűk
- Giroiránytűk
- MEMS érzékelők

## 4. Mit jelent a navigáció? Mi a különbség a globális és lokális navigáció között? Mik a navigációs algoritmusok követelményei?

**Globális navigáció:** Útvonaltervezés

**Lokális navigáció:** Akadálykerülés

### Navigációs algoritmusok követelményei

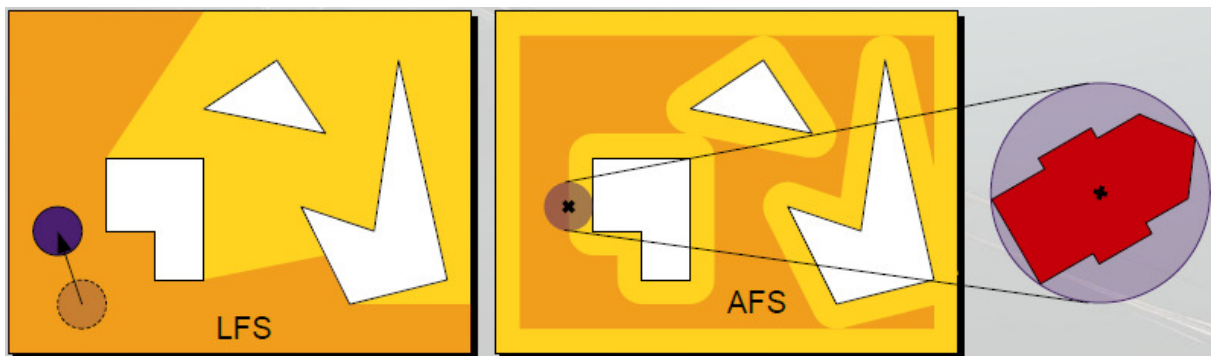
- Konvergencia
  - o a robot véges számú lépéssel érje el a célt, ha nem, véges számú lépés után ismerje fel a tényt
- Tanulás
  - o környezet megismerése a navigációs feladat megoldásakor
  - o térkép – akadályok és mozgástér
- Monoton viselkedés
- Környezeti komplexitás
  - o az algoritmus ne korlátozza a környezet bonyolultságát
- Futási idő
  - o az algoritmus futási ideje minél kisebb mértékben függjön a környezet bonyolultságától

**5. Mi a szabad tér? Mit jelent az FS, LFS, és AFS? Mi a poligonos akadálymodell? Mit jelent a konfigurációs akadály?**

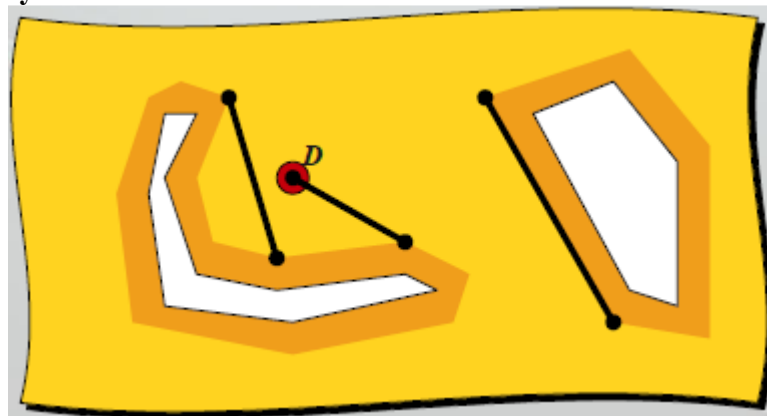
**FS** (Feasible Free Space) = **Szabad tér** : Pontok halmaza, amelyben tetszőleges referenciapont elhelyezkedhet úgy, hogy a robot nem ütközik akadályba

**LFS** (Learned free space) = **Megismert szabad tér**: a szabad térben történő mozgás során feltérképezett terület

**AFS** (Alleged Feasible Free Space) = **Ténylegesen rendelkezésre álló szabad tér**: FS-ben az akadályokat megnöveljük (**konfigurációs akadály**), a robotot pontszerűnek tekintve



**Poligonos akadálymodell**



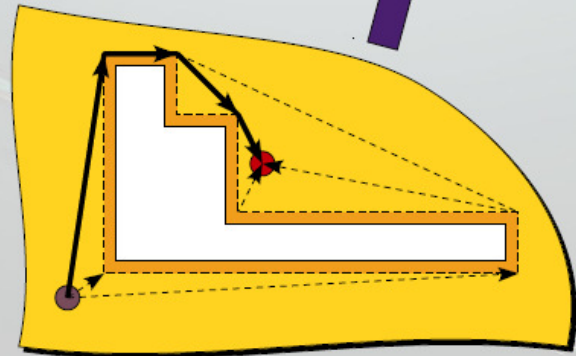
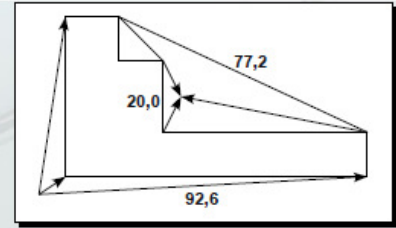
**6. Ismertesse a navigációs gráfok segítségével történő navigáció módszerét. Milyen súlyokra lehet szükség a gráf felépítésekor?**

Navigációs gráf

- Súlyozott irányított gráf
  - o Úthossz
  - o Útvonal szélessége
  - o Út nehézsége
  - o Kanyarodás
  - o Forgalmossűrűség (multiágensű r.)
  - o stb.

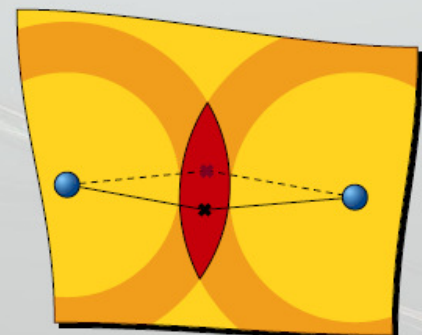
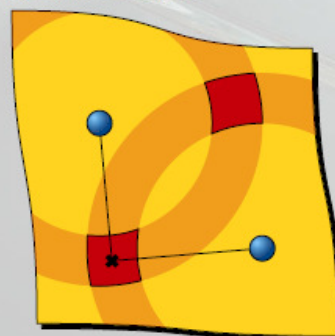
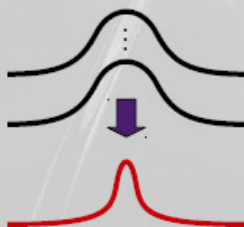
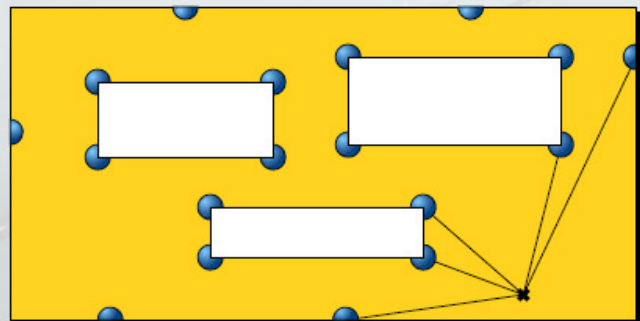


- Csomópontok
  - $S_k$  – robot aktuális pontja ( $k$  időpontban)
  - $D$  – célpont
  - Konfigurációs akadályok vertexei
- Minden láthatósági vonalhoz két ellenkező irányú irányított élel rendelünk:  $(\vec{V}, \vec{U})$ , ill.  $(\vec{U}, \vec{V})$
- A forrásponot és a célpontot tartalmazó láthatósági vonalak csak egy élel tartalmaznak:  $(\vec{S}_k, \vec{U})$ , ill.  $(\vec{U}, \vec{D})$
- Minden élhez súlyokat rendelünk
  - Euklidészi távolság
  - A valószínű élelhez további (CCF – Conservation/curiosity factor; kockázati faktor)
- Legrövidebb út keresése
  - Pl. Dijkstra algoritmus



7. Ismertesse a markerbázisú navigáció elvét, és problémáit. Milyen módon lehet térképet készíteni egy területről (térkép alapú navigációhoz)?

- Mérési elv
  - Trilateráció
    - Távolságok mérése
  - Trianguláció
    - Szögek mérése
- Problémák
  - Kétértelműség
  - Markerek azonosítása
  - Mérések pontatlansága
  - Sok ágens
- Redundancia → növeli a pontosságot
  - Gauss zaj



## Térképkészítés

- Raszteres / vektoros
- 2D / 3D információk
- Távolságmérés / ütközésetektálás
- Menete
  - o Raszteres térkép távolságképből (polár koordináták)
  - o Vektorizálás
  - o Lényegkiemelés (természetes markerek)
  - o Konfigurációs tér (AFS)
  - o Navigációs gráf

## 8. Mit jelent a lokális navigáció? Milyen akadálykerülési módszereket ismerünk? Ismertesse ezek közül az APF és a VFH eljárásokat.

### Lokális navigáció

- Azt vizsgálja, hogy az adott közvetlen környezetben milyen mozgást érdemes végezni.
- Információ: aktuális es korábbi szenzoradatok
- Cél: az akadály kikerülése
- Hibalehetőség: Deadlock-veszély

### APF (Artificial Potential Field) - eljárás

#### ■ Mesterséges „távolságpotenciál”

#### ■ Elv:

- Minden akadály taszít
- A cél vonz („térerősség” beállítás!)

$$\mathbf{F}_{\text{eredő}} = \sum_{i=1}^N \mathbf{F}_{\text{szenzor},i} + \mathbf{F}_{\text{cél}}$$

ahol

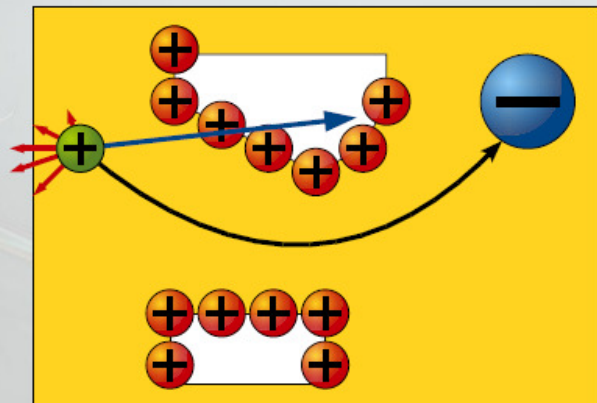
$$F_{\text{szenzor},i} = \frac{K}{(d_i - d_0)^n}$$

$d_i$  mérési eredmény

$d_0$  biztonsági távolság

$K, n$  skálázó faktorok

- Sebességgel súlyozható



### VFH (Vector Field Histogram)

- Nem az eredő erőt számolja
- Körben az erőket méri
- Küszöbözés (kis erőknél nincs veszély)
- A kívánt irányhoz legközelebbi minimum értékhez tartozó irány

### Egyéb módszerek:

- paraméteres akadályleírás
- fuzzy logika

