



**LATVIJAS**  
**UNIVERSITĀTE**  
ANNO 1919

Specseminārs

# Kiberfizikālās sistēmas, tai skaitā sensori, iegultas iekārtas, to programmēšana un robotika

**04.12.2014**

**Artis Mednis**  
**Leo Seļāvo**

# Ārtelpu navigācija

- Atrašanās vietas ģeogrāfiskā platuma un garuma noteikšana (papildus – augstums v.j.l.)
- Metodes
  - Koordinātu aprēķināšana (laiks, ātrums, virziens...)
  - Locija (ūdens transportam – pēc vizuāliem orientieriem)
  - Astronomiskā navigācija (pēc Saules, zvaigznēm utt.)
  - Radio navigācija (pēc radio signāliem no stacionāriem raidītājiem)
  - Radara navigācija (pēc attālumiem no zināmiem objektiem)
  - **Pavadoņu navigācija** (pēc radio signāliem no Zemes mākslīgajiem pavadoņiem)

# GPS (NavStar)

- Operators – ASV Aizsardzības ministrija
- Darbojas kopš 1995. gada (24 pavadoņi)
- Kopš 2000.gada modernizēts (GPS III, 32 pavadoņi)
- Kopš 2000.g 1.maija civiliem lietotājiem pieejama 20m precizitāte (pirms tam 100m)
- Aprēķina pamatā
  - laiks, kad nosūtīts radio signāls
  - pozīcija, kur tajā brīdī bijis attiecīgais pavadonis
- Nepieciešami vismaz 4 pavadoņu signāli

[http://www.youtube.com/watch?v=yW6zoyPs\\_ZM](http://www.youtube.com/watch?v=yW6zoyPs_ZM)

# Glonass

- Operators – Krievijas gaisa un kosmiskās aizsardzības spēki
- Pilnībā darbojas kopš 2011.gada (24 pavadoņi)
- Komerčiāla izmantošana ārpus Krievijas joprojām ir ierobežota
- Lai veicinātu izmantošanu civilām vajadzībām, Krievijā tiek piemērota ievedmuita iekārtām, kas atbalsta GPS, bet neatbalsta Glonass
- nopietnas iekārtas parasti izmanto datus no abu sistēmu pavadoņiem

# Citi / pārējie 😊

- **Galileo**

- operators – Eiropas kosmosa aģentūra
- plānots pabeigt 2019.gadā (30 pavadoņi)

- **BeiDou (Compass)**

- operators – Ķīna
- BeiDou1 – 3 pavadoņi, tikai Ķīnas teritorija
- BeiDou2 – 35 pavadoņi, plānots pabeigt līdz 2020.gadam

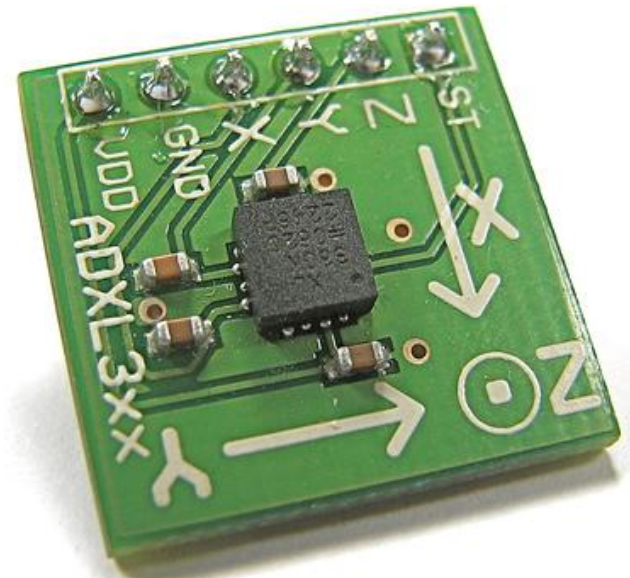
<http://www.youtube.com/watch?v=iOhKQ8-fH48>

# Inerciālā navigācija

- Izmantotais aprīkojums
  - kustības sensori (akselerometri)
  - rotācijas sensori (žiroskopi)
  - skaitļošanas iekārta vietas, virziena un ātruma aprēķinu veikšanai
- Priekšrocība
  - nav vajadzīgi ārēji signālu avoti
- Trūkums
  - ar laiku uzkrājas kļūda

# Akselerometrs

- Iekārta paātrinājuma mērīšanai
- Atkarībā no konstrukcijas var mērīt arī 2 vai 3 dimensijās
- Statiski novietotam sensoram –  $1g$  (jeb  $9.8m/s^2$ ) uz vertikālās Z ass
- Brīvi krītošam sensoram -  $0g$  uz visām asīm
- Ko vēl bez paātrinājuma var noteikt ar 3-asu akselerometru? (diskusija)



# Žiroskops

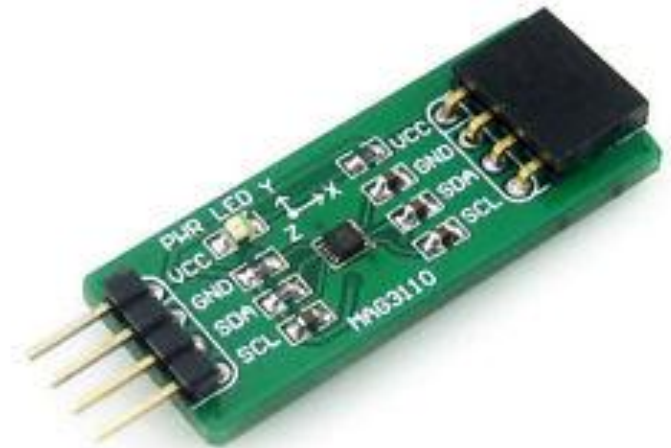
- Iekārta leņķiskā paātrinājuma mērīšanai
- Atkarībā no konstrukcijas arī var mērīt 2 vai 3 dimensijās (*pitch, roll, yaw*)
- Mērvienība – grādi laika vienībā (+ vai -)
- Statiski novietotam vai vienmērīgā taisnvirziena kustībā esošam sensoram – 0 grādi/sekundē





# Magnetometrs

- Iekārta magnētiskā lauka stipruma (skalārie m.) un virziena (vektora m.) mērīšanai
- Navigācijā tiek izmantoti kā papildus orientācijas un kustības virziena avots
- No praktiskās pieredzes - industriālā vidē datu ticamība var būt diezgan zema



# Iekštelpu navigācija

- Atšķirīga situācija un prasības
  - nav ārēju (pavadoņu) signālu
  - ir pieejama vizuāla informācija
  - iespējams, ka nevajag cm/m, bet gan telpaA/telpaB precizitāti (ko darīt, ja tomēr arī te vajag cm/m precizitāti?)
- Problēma var tikt pārvērsta par sporta veidu 😊  
<http://www.youtube.com/watch?v=mueVJzU7sa8#t=12>
- Risinājumi parasti saistīti ar jau esošu vai jaunu noteiktās vietās izliktu “marķieru” atpazīšanu.
- Iespēja pamēģināt savus spēkus starptautiskā līmenī  
<http://research.microsoft.com/en-us/events/indoorloccompetition2015/default.aspx>

# Ultraskaņa, WiFi, citi signāli...

- Jau esoši un jauni marķieri:
  - WiFi maršrutizatori
  - speciālas WSN vai ultraskaņas bākas
  - video novērošana (kā izšķirt objektus?)
  - QR kodi zīmīgās vietās
- Problēmas
  - ultraskaņa atstarojas...
  - radio signālus slāpē ēku sienas...

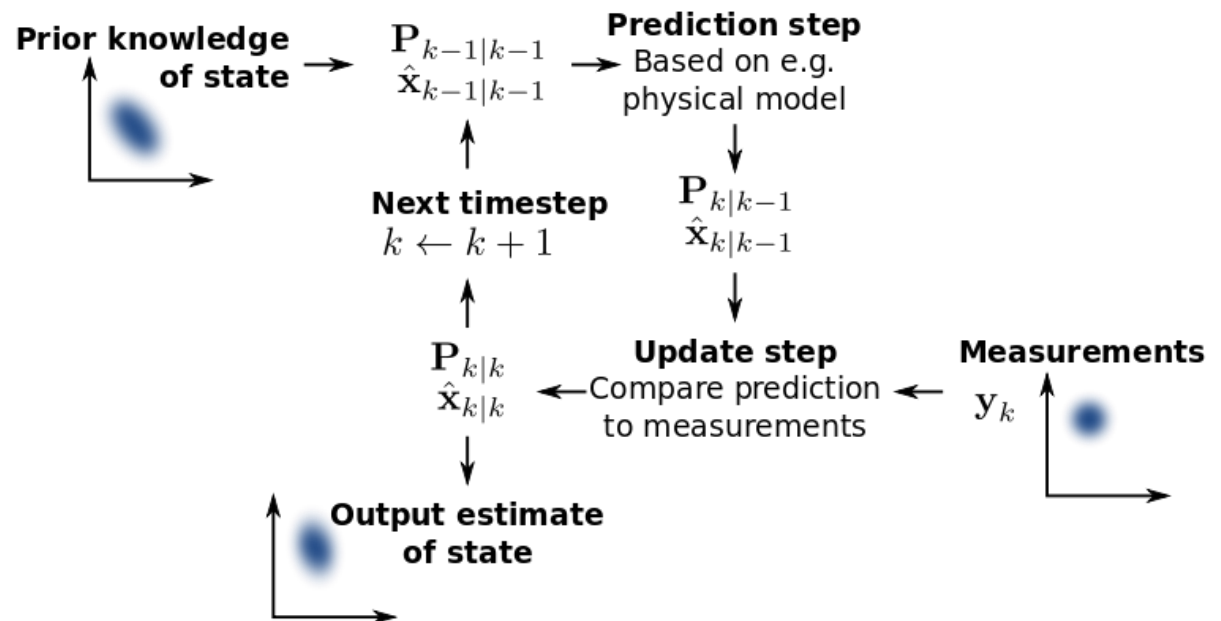


Kāds būtu Tavs piedāvātais risinājums? (diskusija)

# Kalmana filtri

- Mums ir dati no
  - GPS
  - akselerometra
  - žiroskopa
  - (*magnetometra*)
  - (*riteņa apgriezienu skaitītāja*)

- Problēma
  - Katrs saka kaut ko savu
  - Kuram un cik lielā mērā lai tic?



# Risinājuma izvēle atkarībā no projekta specifikas

- Potenciālie kritēriji
  - pieejamie datu avoti
  - nepieciešamā precizitāte
  - tehniskās iespējas
  - finansiālās iespējas
  - pieejamie enerģijas avoti  
(piemērs - [http://www.tik.ee.ethz.ch/~bbuchli/pubs/BSB2012\\_published.pdf](http://www.tik.ee.ethz.ch/~bbuchli/pubs/BSB2012_published.pdf))
  - ...

# Praktiskais darbs

- Dots:
  - GPS uztvērējs Magellan eXplorist XL (ātrums 9600)
  - GPS uztvērējs uz Fastrax IT300 bāzes (ātrums 115200)
  - 1PPS formētājs uz 7555 bāzes
- Uzdevums:
  - dabūt seriālajā konsolē tukšus NMEA datus no Magellan
  - dabūt seriālajā konsolē pilnus NMEA datus no Fastrax
  - dabūt 1PPS signālu no Fastrax
- Dots:
  - GPX fails: <http://bit.ly/1BggEZx>
- Uzdevums:
  - dabūt laukā kopējā maršruta garumu
  - dabūt laukā kopējā maršruta  $\text{MAX}\{D,Z,A,R\}$  koordinātes