

Projekts Nr. 1

«Kiberfizikālo sistēmu tehnoloģiju attīstība un to pielietojumi medicīnā un viedā transporta jomā (KiFiS)»

Vadītājs – Leo Selāvo

7.decembrī, 2016.g.

Mērķi

- 1. Atvieglot KFS izgatavošanu, programmēšanu un lietošanu, tādējādi veicinot tautsaimniecībā konkurētspējīgu inovatīvu KFS balstītu produktu izgatavošanu, gan arī atvieglojot to ikdienas lietošanu, tādējādi mazinot digitālo plaisu;**
- 2. Uzlabot medicīnas pakalpojumu kvalitāti un sniegšanas ērtību, atļaujot efektīvāku profilaksi, laicīgāku diagnostiku un veiksmīgāku ārstēšanu un rehabilitāciju balstoties uz inovatīviem risinājumiem gan klātienē, gan attālināti telemedicīnā;**
- 3. Uzlabot ceļu satiksmes drošību un transporta līdzekļu izmantošanas ērtumu pielietojot viedo transporta sistēmu tehnoloģijas.**

Projekta rezultātu apkopojums

Rādītājs	Plānots kopā:	Ir līdz šim:	1. Posmā	2. Posmā	3. Posmā
Žurnālu raksti (SNIP>1)	3	1 + 1 iesn.	0	1	1 iesn.
Citi raksti (SCOPUS, IEEE, WoS)	19	10	4	4	2
Uzlaboti studiju kursi	4	3	1	1	1
Programmatūras prototipi	3	4	2	1	1
Metodoloģijas/apraksti	-	1	1	0	0
Maketi, Prototipi, tehnoloģijas	-	8	3	3	2
Prezentācijas starptautiskās konferencēs	17	11	6	4	1
Populārzinātniskas publikācijas, pasākumi, informācija mēdijos	4	27	1	20	6+
Izstādes	2	4	2	0	2 3

3 mērķi => 3 grupas

- **TestBed** – attīsta viedo sensoru un to tīklu inovatīvas aparatūras un programmatūras platformas kiberfizikālās sistēmas
- **MedWear** – izstrādā KFS medicīnas un telemedicīnas pielietojumiem un attīsta valkājamo sensoru tīklu tehnoloģijas;
- **SmartCar** – attīsta viedo sensoru pielietojumus viedajās transporta sistēmās, kā arī veido un testē progresīvas autovadītāja atbalsta sistēmas (ADAS);





TestBed grupa

- **Vīzija** – izveidot programmatūras un iekārtu infrastruktūru, kas atvieglotu jaunu iegulto sensoru iekārtu izstrādi, testēšanu, centralizētu programmēšanu, atklūdošanu u.t.t.
- **Rezultāti īsumā:** Modulāras iegulto sistēmu prototipēšanas, profilešanas, atklūdošanas un novērtēšanas sistēmas prototips un koncepcijas validācija, integrējot to institūta testgultnē. Viena publikācija.

MedWear grupa

- **Vīzija** – Izveidot viedā apģērba infrastruktūru, sensorus un datu apstrādes metodes, lai veicinātu ērtu un zemu izmaksu valkājamu iekārtu pielietojumu medicīnā un telemedicīnā.
- **Rezultāti ūsumā:** Turpinās darbs pie viedā apģērba arhitektūras un sensoriem. Izstrādāts jauns “galvas peles” risinājums. Viena žurnāla publikācija.





SmartCar grupa

- **Vīzija** – Uzlabot CS drošību un auto izmantošanas ērtumu attīstot viedos sensorus un progresīvas vadītāja atbalsta sistēmas (ADAS), kā arī validēt tās pašbraucoša auto testa vidē. Validācija piedaloties GCDC.
- **Rezultāti īsumā:** Dalība GCDC, pavasarī. Turpinās darbs pie viedo sensoru sistēmām. Attistīta aparatūra un programmatūra vides uztverei, lēmumu pieņemšanai un saskarnei ar transporta līdzekli. Iniciēta mCDC aktivitāte algoritmu testēšanai mērogotā vidē uz auto modeļiem. Iesniegta publikācija žurnālā.



Testgultne sensoru tīklu (un IoT) tehnoloģijām

TESTBED

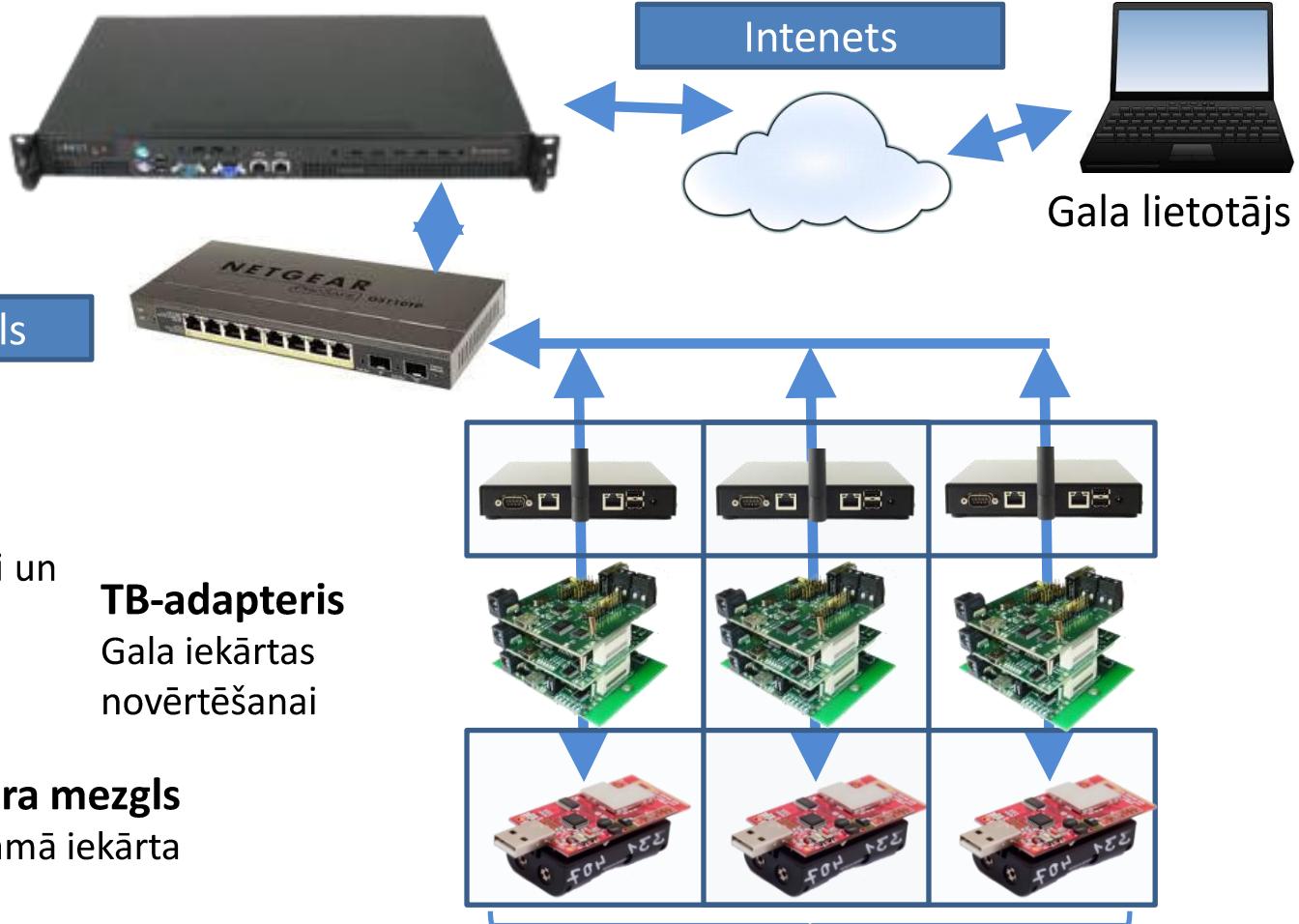
Bezvadu sensoru tīkls (arī IoT)



EDI Testbed infrastruktūra

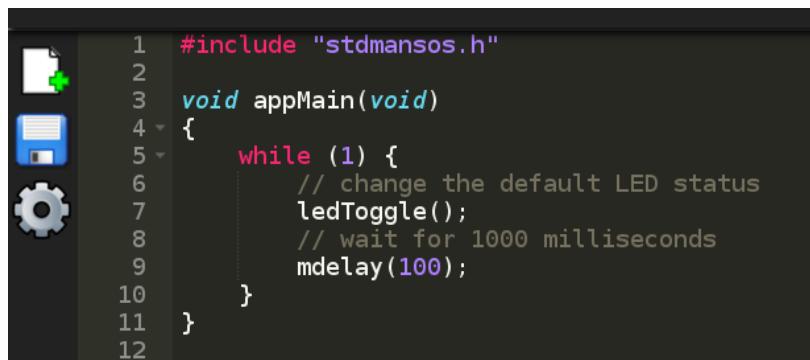
Serveris

Komunikācija starp lietotāju un gala iekārtu

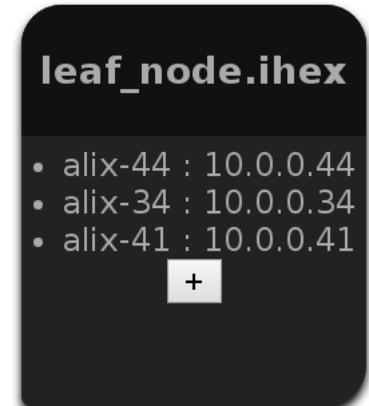
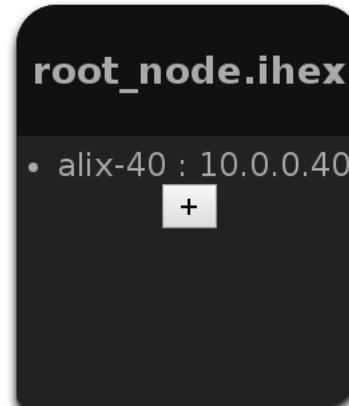


Serveris

- Aparatūra, galvenie uzdevumi
- **Programmatūras daļa**
 - Web serveris
 - Ērta tīkla pārvaldība pārlūkā
 - Pārprogrammēšana



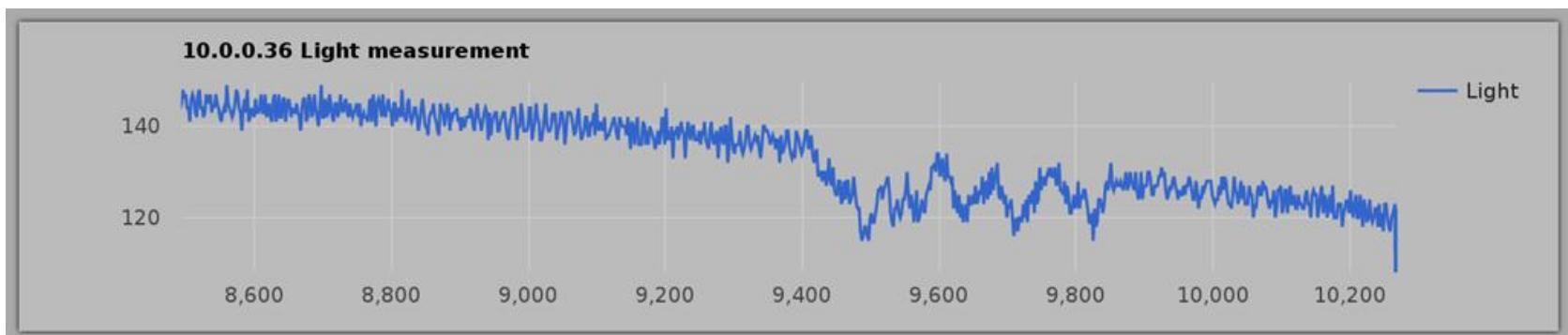
```
1 #include "stdmansos.h"
2
3 void appMain(void)
4 {
5     while (1) {
6         // change the default LED status
7         ledToggle();
8         // wait for 1000 milliseconds
9         mdelay(100);
10    }
11 }
```



Start upload to nodes

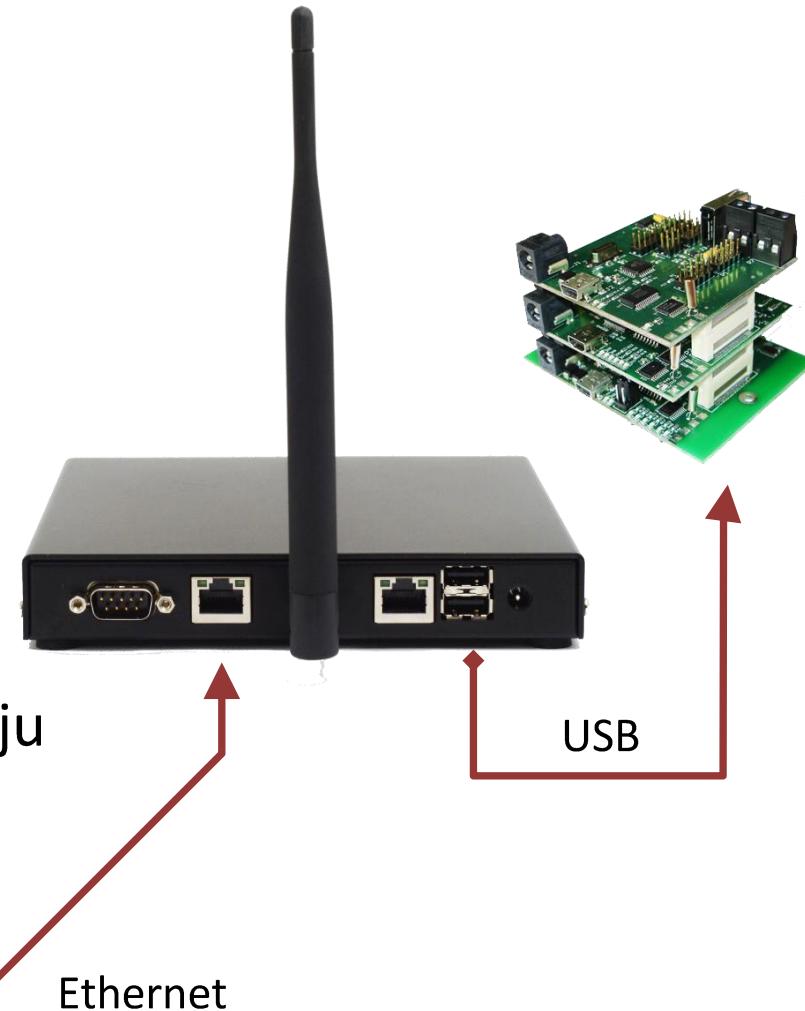
Serveris

- Aparatūra, galvenie uzdevumi
- **Programmatūras daļa**
 - Web serveris
 - Ērta tīkla pārvaldība pārlūkā
 - Datu vizualizācija



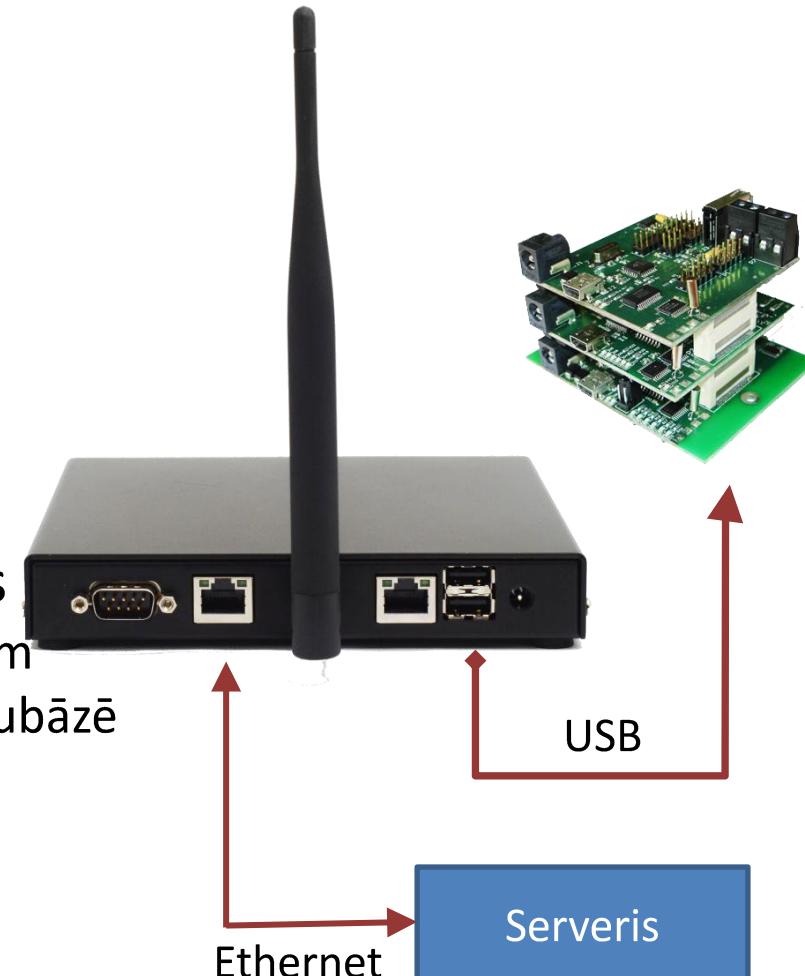
Alix maršrutētājs

- Operētājsistēma
- Programātiskie risinājumi
 - Regulē apakšierīču darbību
 - Veic pārprogrammēšanu
 - Adapteris
 - Testējamā ierīce
 - Uzstāda adaptera konfigurāciju
 - Veic seriālo saziņu

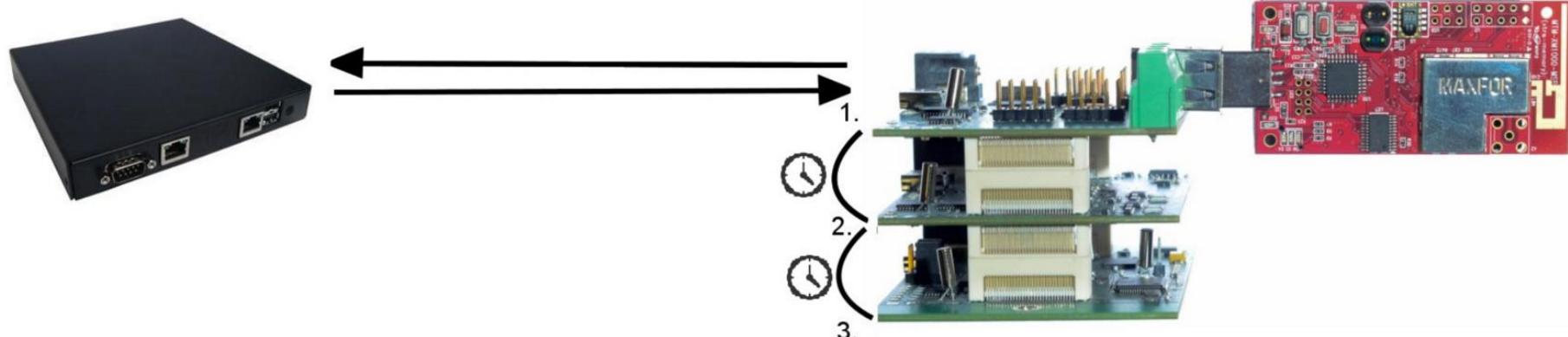
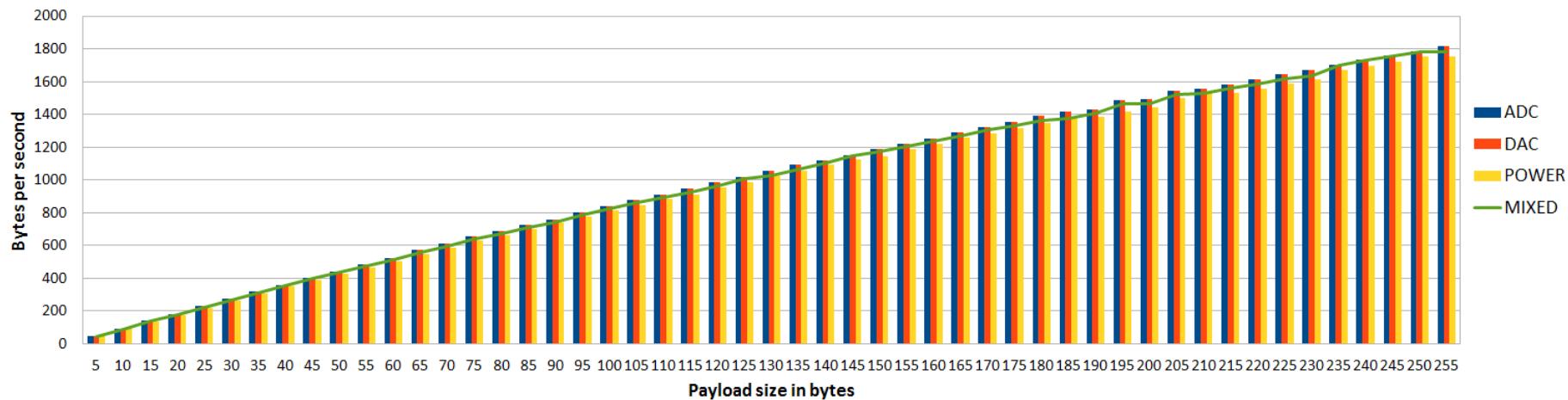


Alix maršrutētājs

- Operētājsistēma
- Programātiskie risinājumi
 - Noslodzes sadalīšana
 - Iepriekšējā versija - HTTP
 - Serverim jāpiepras dati
 - Jaunā versija - socket serveris
 - Rūteris pats pieslēdzas serverim
 - Rūteris pats saglabā datus datubāzē
 - Datu priekšapstrāde



Alix maršrutētājs



TestBed adapteris



Osciloskops



Signālu ģeneratorrs



Barošanas avots



Multimetrs

TestBed adapteris spēj emulēt
attiecīgās labaratorijas iekārtas.

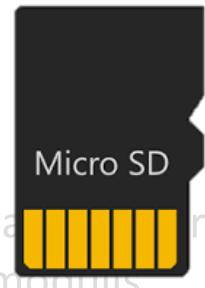


TestBed adapteris



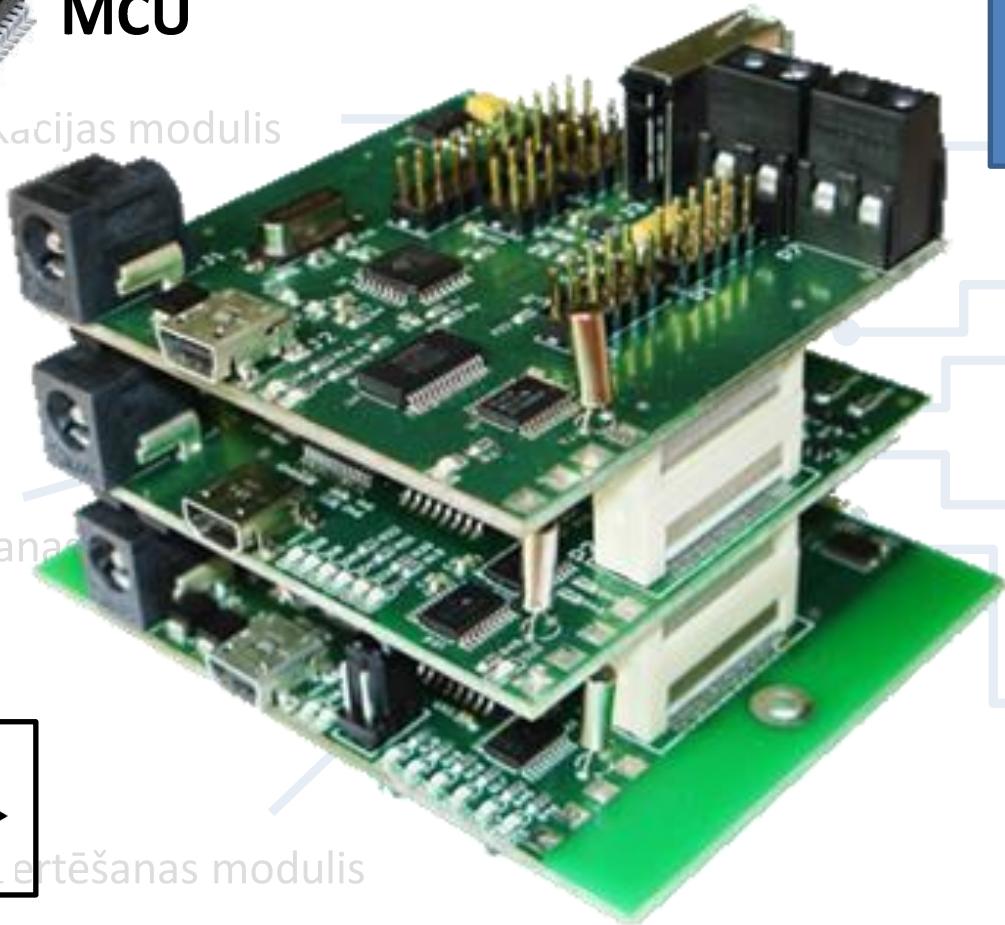
MCU

Komutācijas modulis

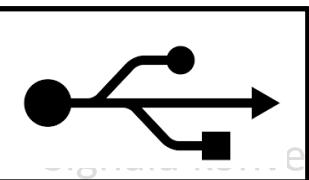


Micro SD

Jautājumu rīšanas
modulis



Ertešanas modulis



Modulāra arhitektūra
Lego pieeja

a

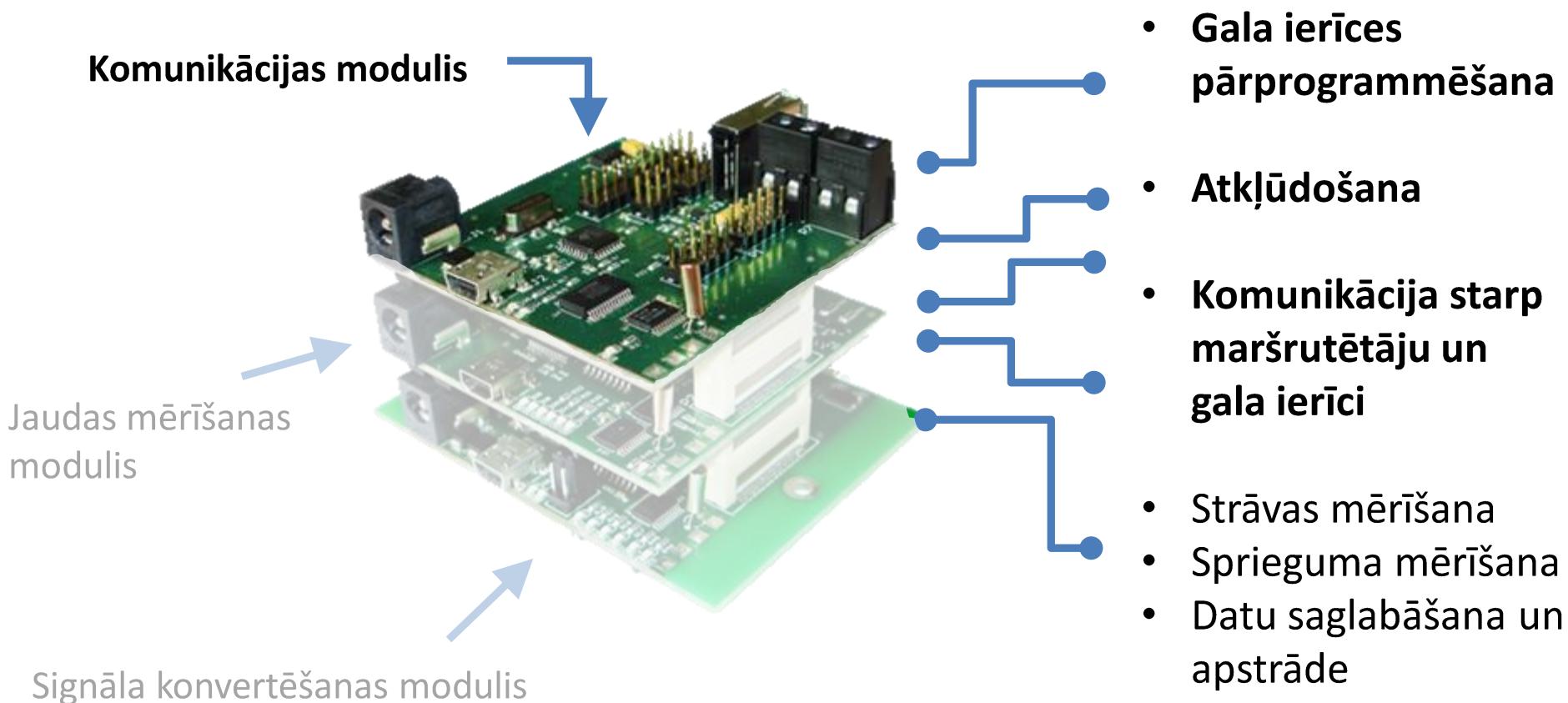
- Atklūdošana

Aparatūras un
programmatūras
veikspējas novērtēšana

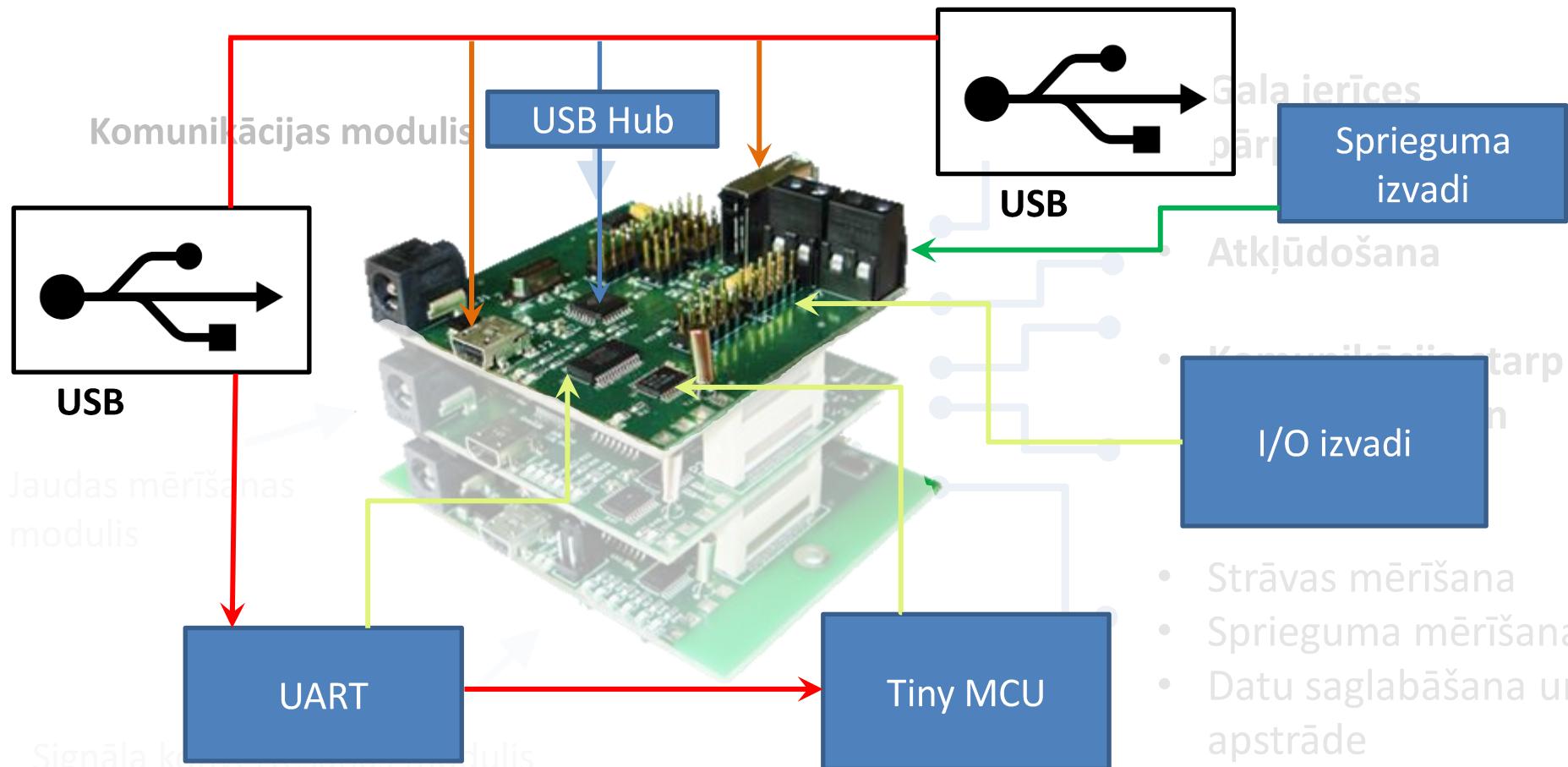
starp maršrutētāju
un gala ierīci

Aparatūras un
programmatūras
atkļūdošana

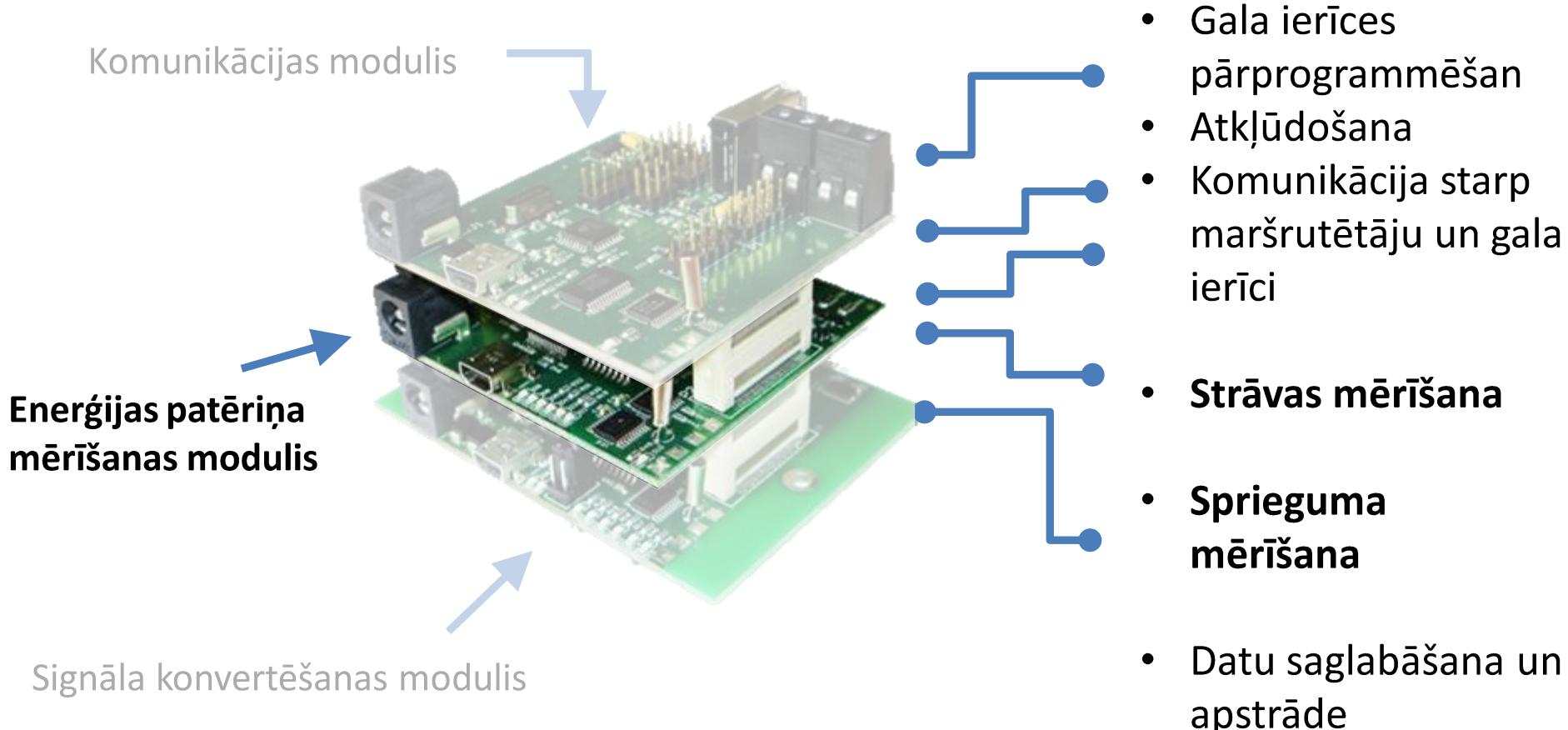
Komunikācijas modulis



Komunikācijas moduļa arhitektūra

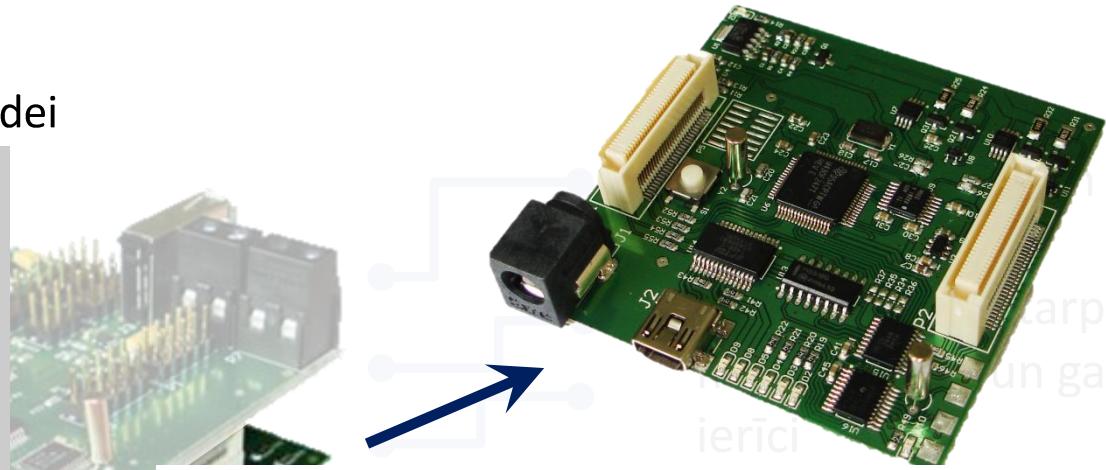
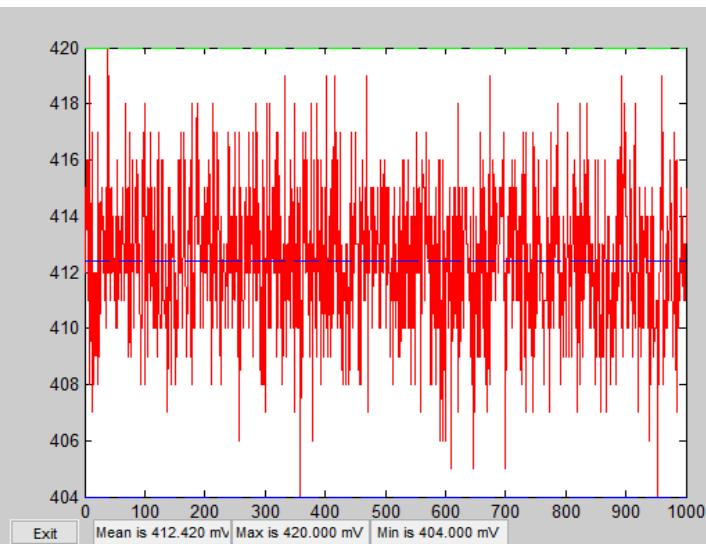


Enerģijas patēriņa mērīšanas modulis



Enerģijas patēriņa mērīšanas modulis

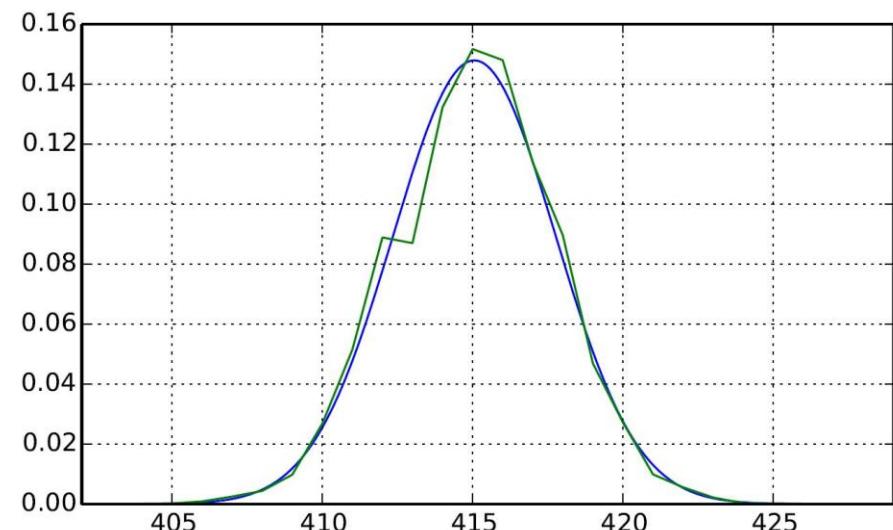
Grafiska datu izvade, tālākai apstrādei



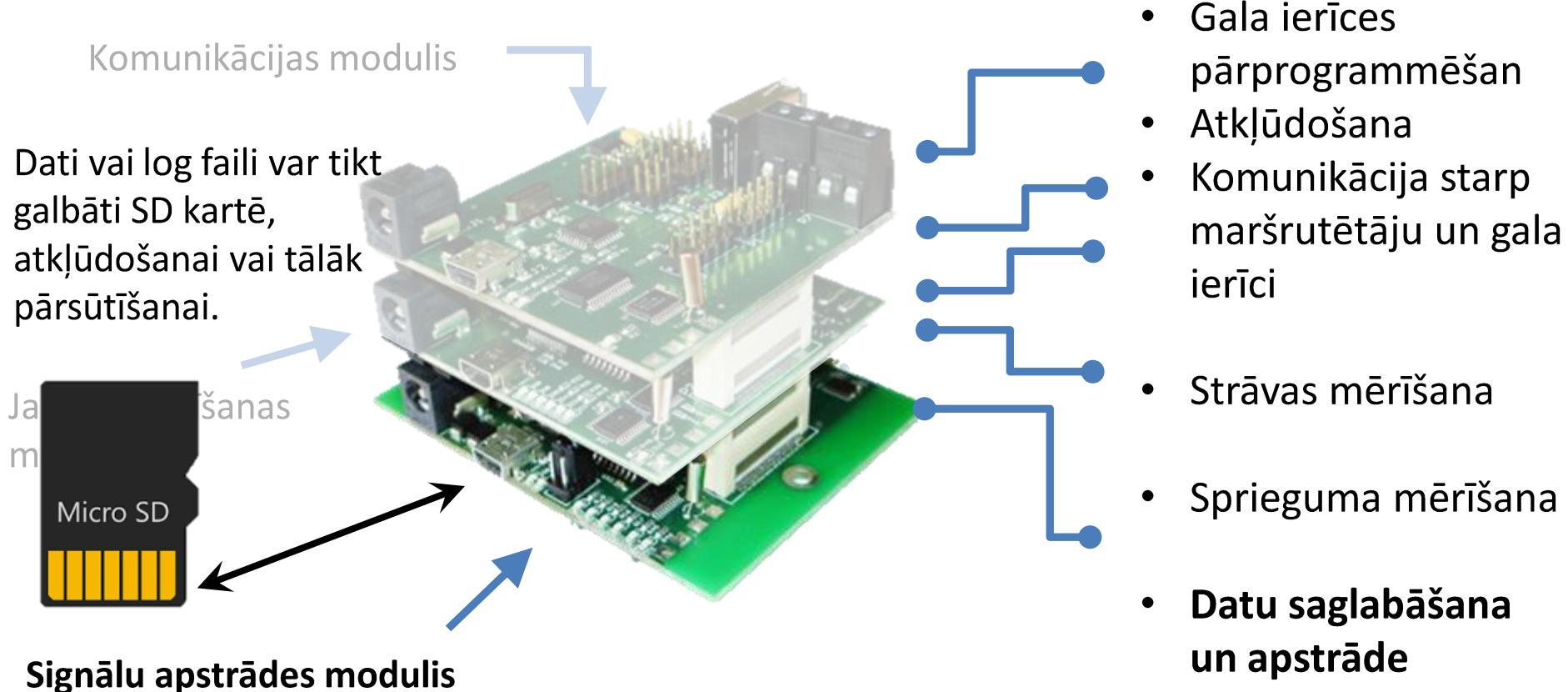
$$X \pm \Delta X = 415,056 \pm 0,054 \text{ (10000 nolasēm)}$$

$$X \pm \Delta X = 415,87 \pm 0,17 \text{ (1000 nolasēm)}$$

Signāla konvertēšanas modulis



Signālu apstrādes modulis



Secinājumi

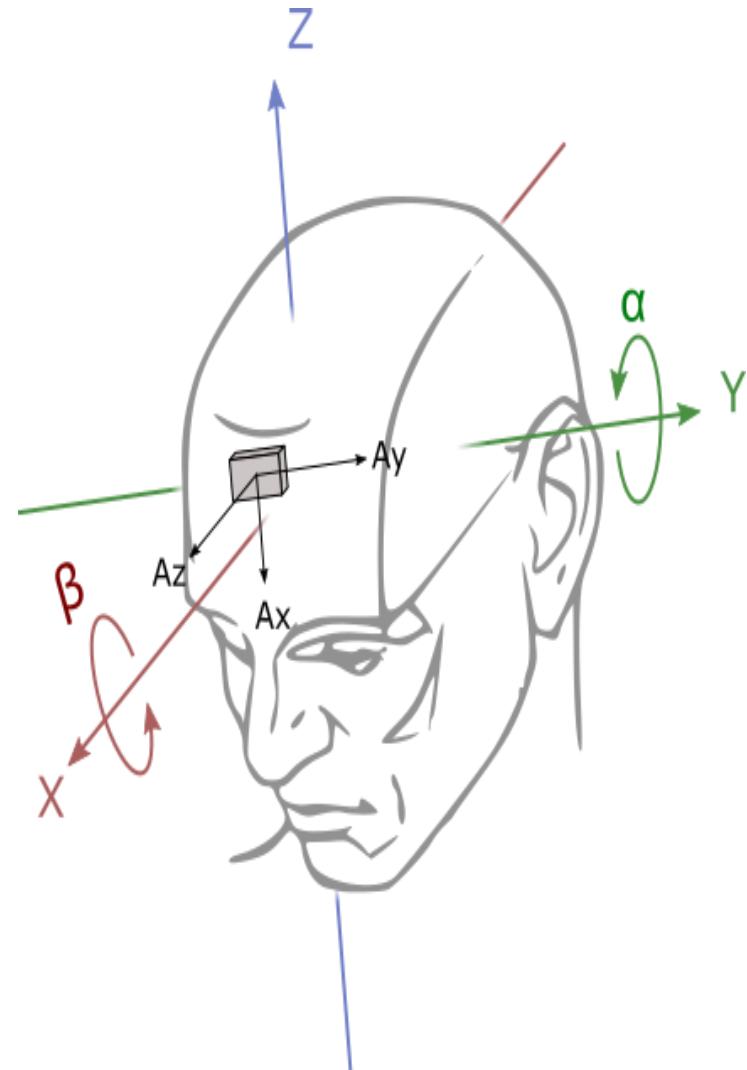
Tika izstrādāti un pilnveidoti

- Inovatīva arhitektūra sensormezglu testēšanai
- Bāzes programmas, dažādu aparatūru testēšanai
- Datu apstrādes un datu izvades algoritmi.
- Kā arī tehniskie risinājumi, energijas taupīšanai



Viedās sistēmas veselības aprūpei

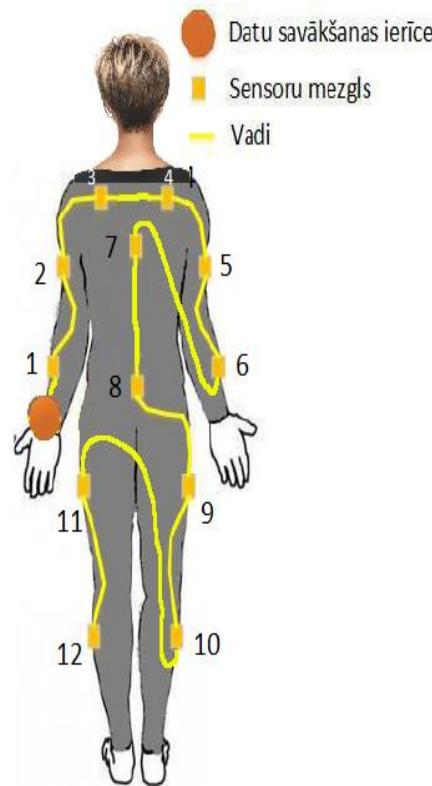
MEDWEAR



Kustību sekošanas prototipa datu saņemšana un vizualizācija ar UNITY 3D dzinēju

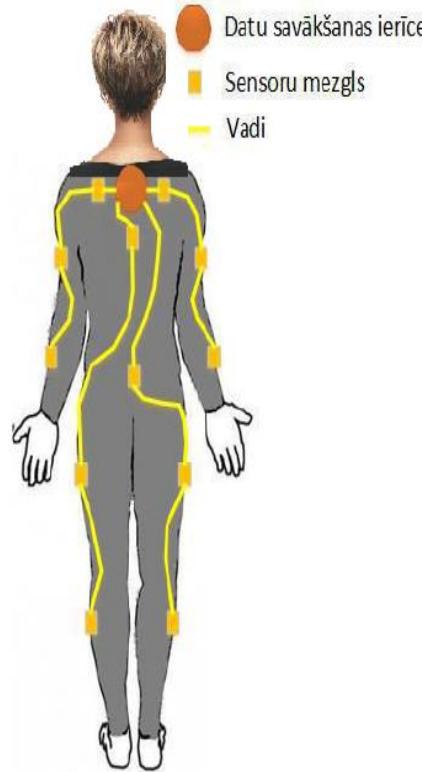


Kustību sekošanas prototips



Vienas kēdes sensoru tīkls

Arhitektūras
modifikācija
uz daudz-
zaru
arhitektūru

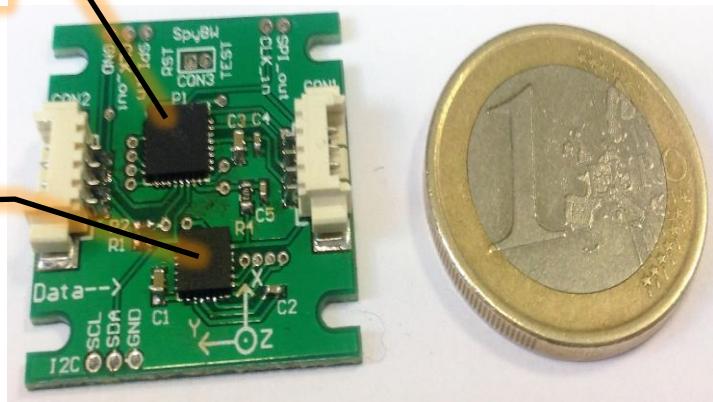


Daudz-zaru sensoru tīkls

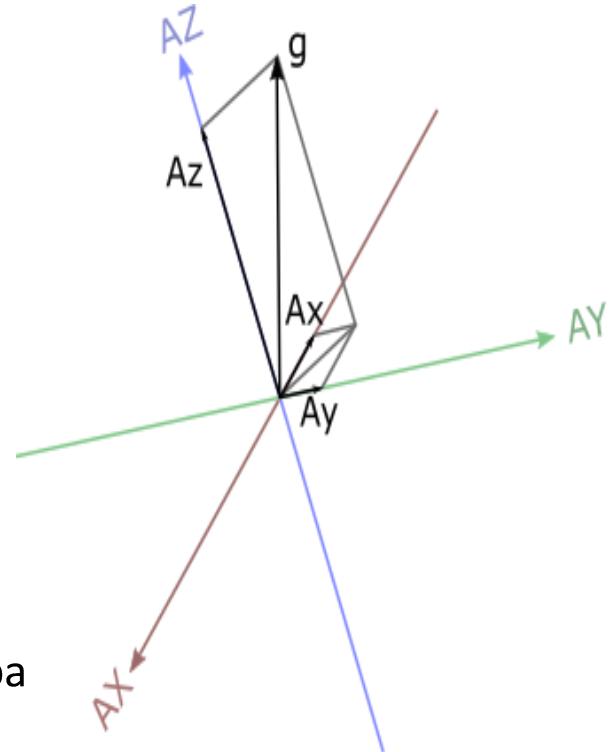
MEMS sensoru 9DOF modulis

MSP430g2553

LSM303DLHC

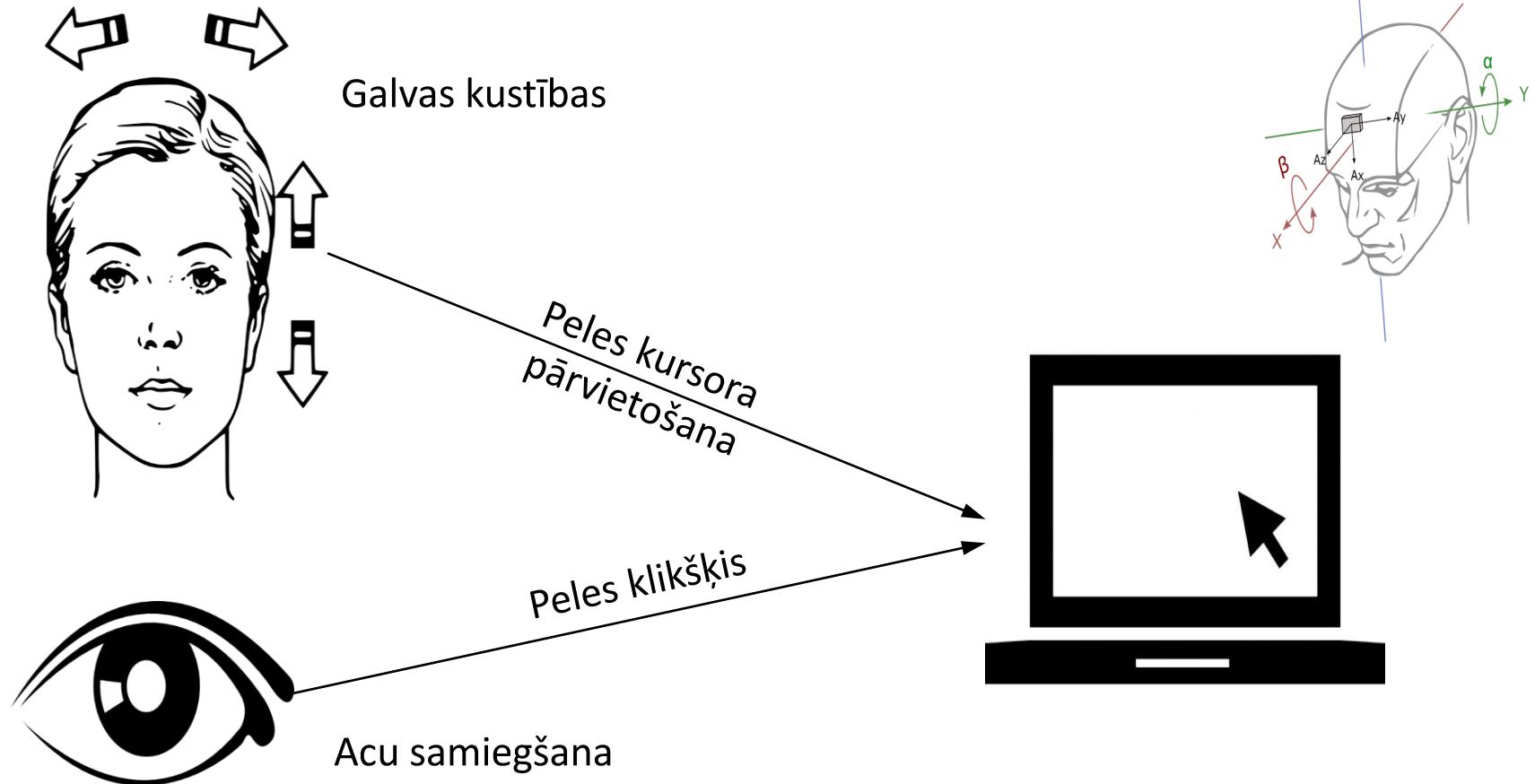


3D MEMS akselerometra/magnetometra/žiroskopa
sensora mezgls

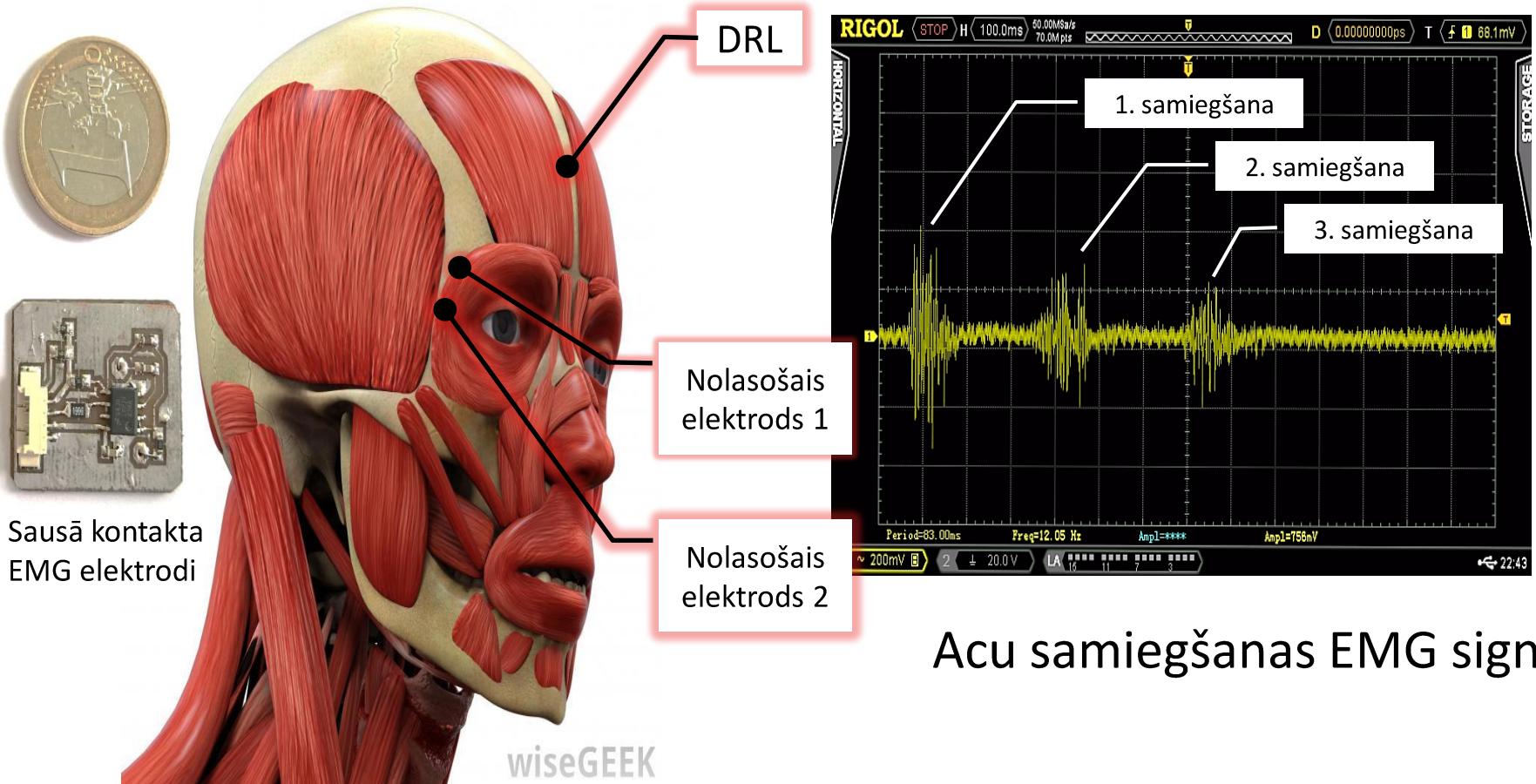


Statiskais
paātrinājums

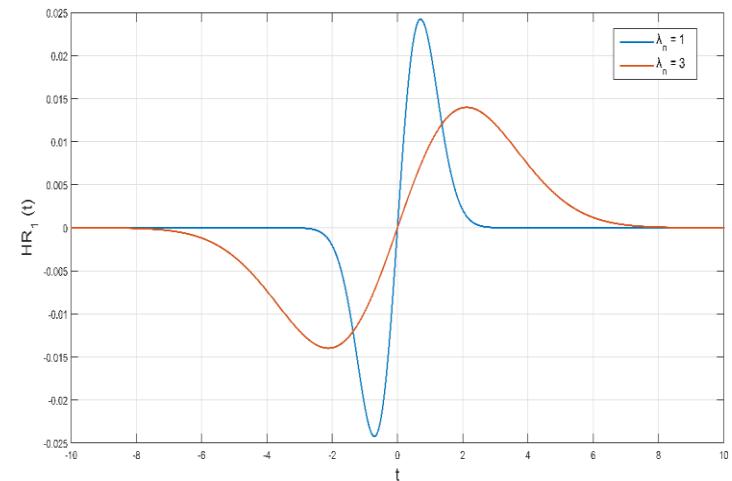
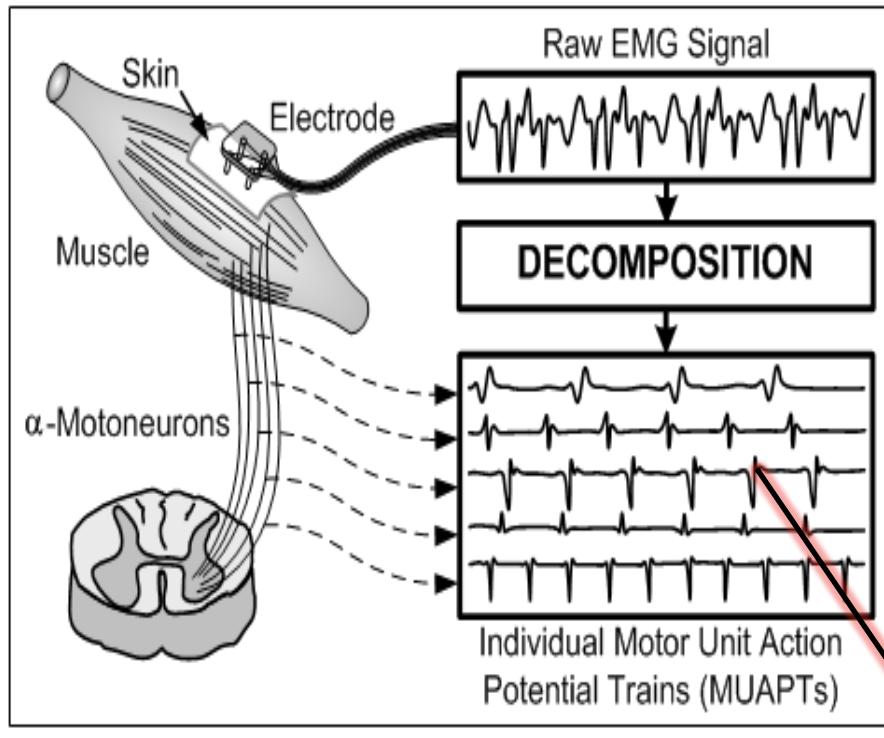
Ar galvas kustībām vadāms kursotrs



Peles klikšķis. Acu samiegšanas elektromiogrammas



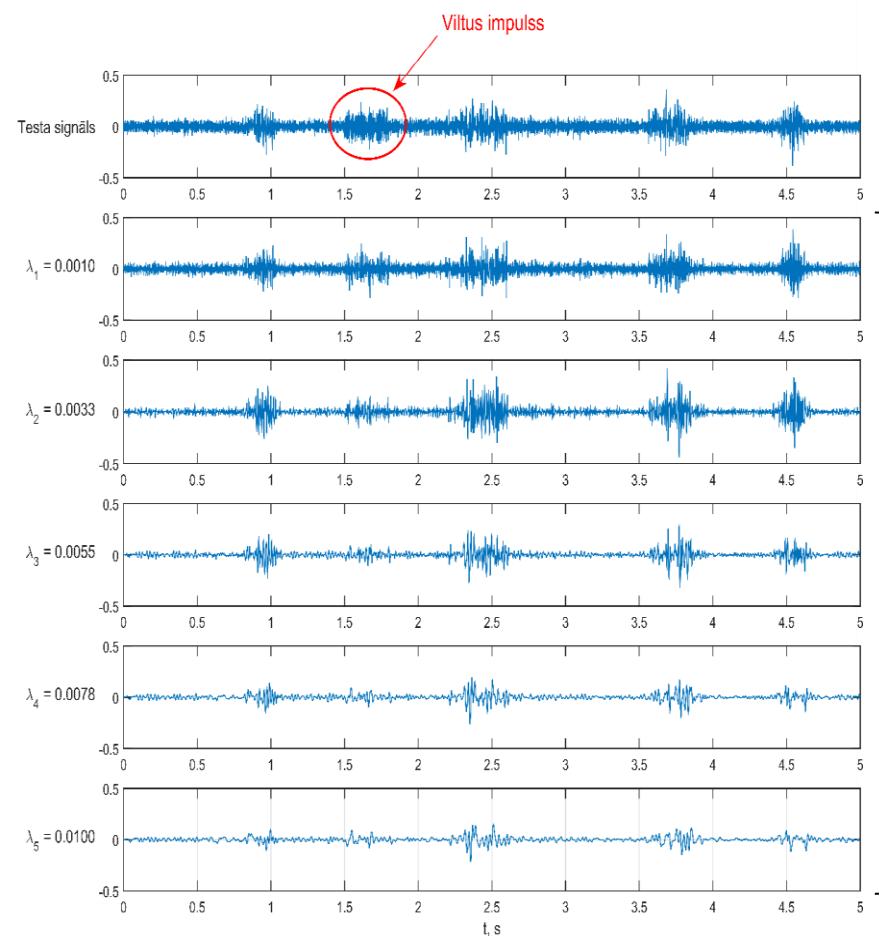
EMG signāla detektēšana



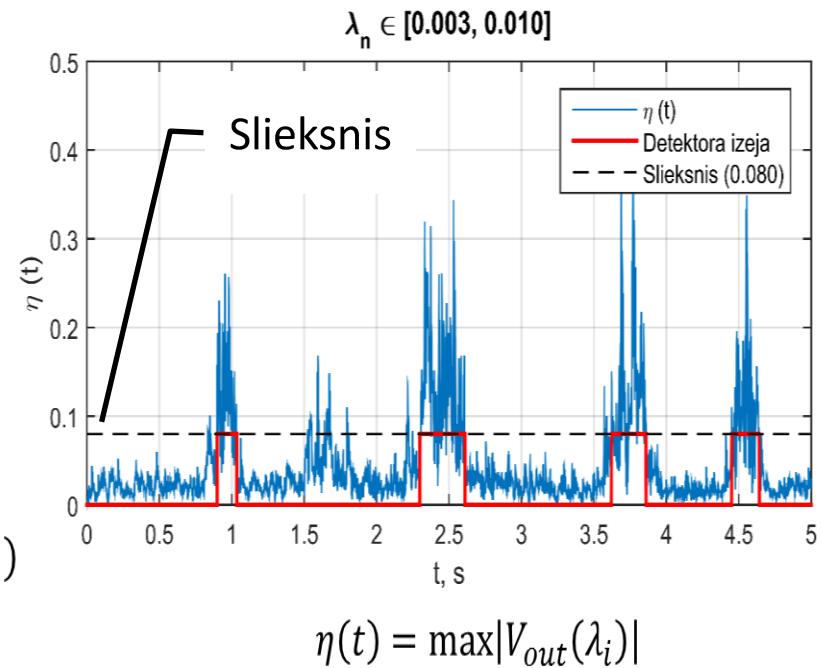
$$HR_1(t) = \frac{k_{n,1}t}{\lambda_n} e^{-\frac{t}{\lambda_n}}$$

Boston University, Decomposition of Highly Unpredictable Real-Life EMG Signals
<http://www.bu.edu/iss/research-projects/muscles-alive/>

EMG signāla detektēšana. Ar EMG signālu salāgots detektors



$V_{out}(\lambda_i)$

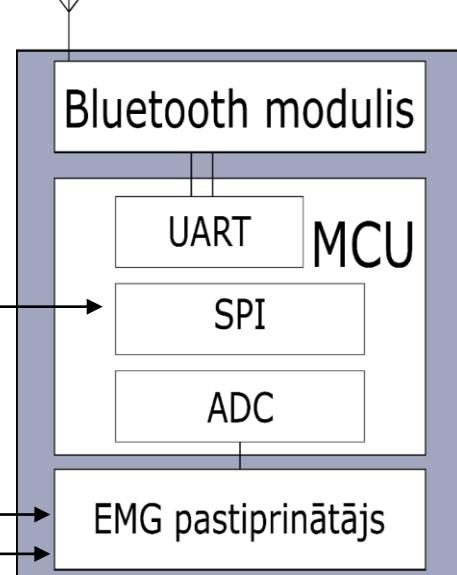
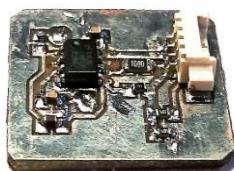
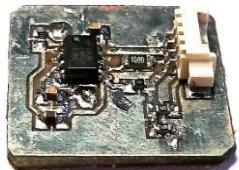


Inerciālā sensora datu un EMG nolašu savākšana

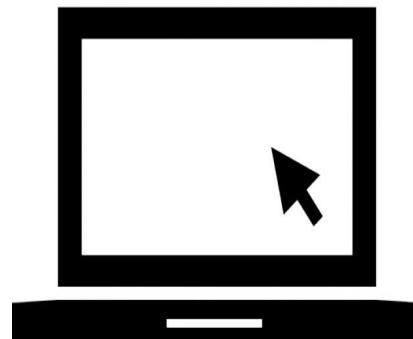
Akselerometra sensors



EMG elektrodi

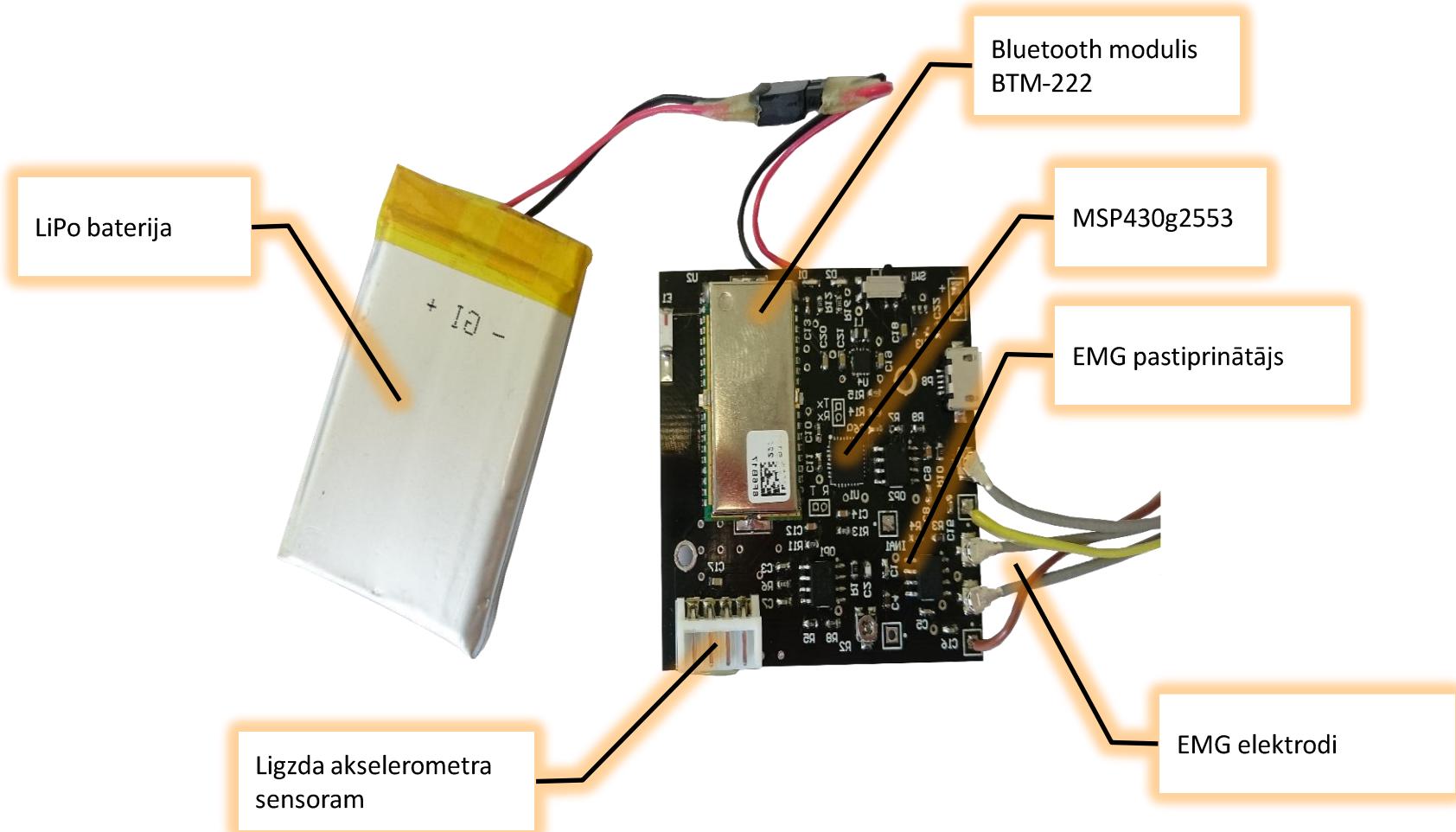


Datu savākšanas mezgls



Datu apstrādes mezgls

Datu savākšanas mezglis



Sistēmas darbība.

Datu apstrāde ar Matlab

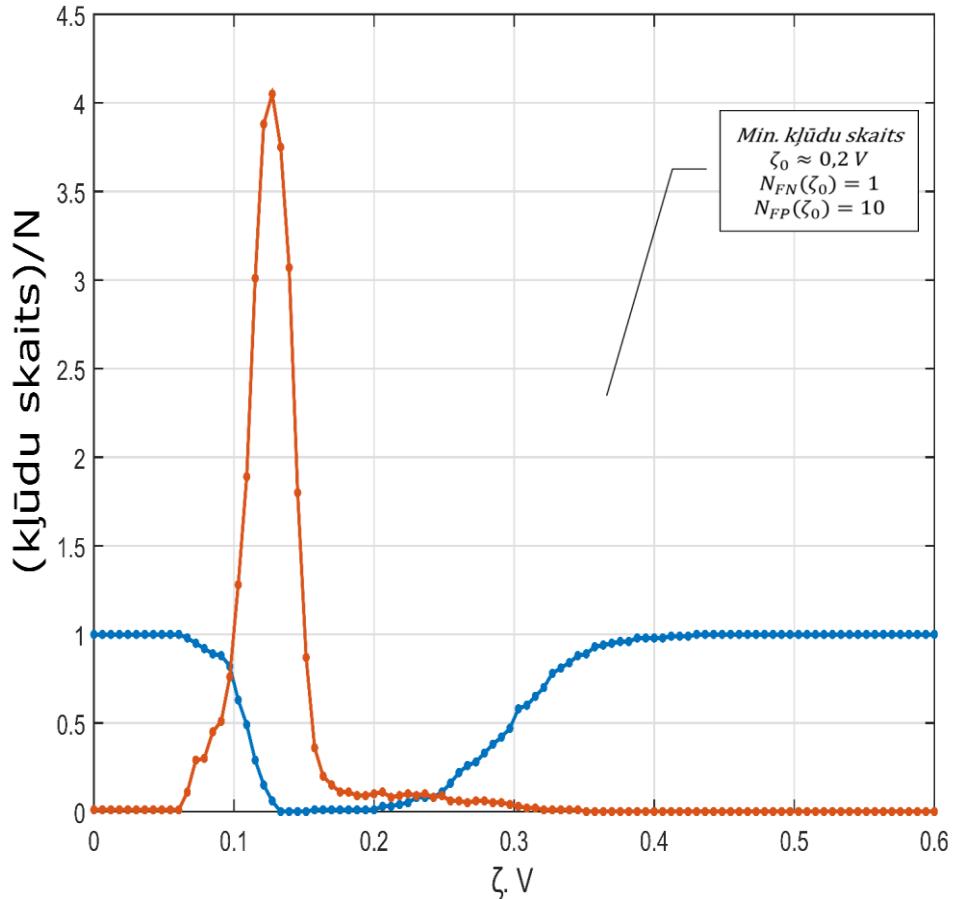


Mikrokontrolieris datu apstrādei

- Lai izmantoto HID, EMG un inerciālo sensoru datu apstrāde jāveic uz pašas ierīces, kas uzliek prasības mikrokontrolierim
- 1. protoipa izstrādei izmantots ST32F401 mikrokontrolieris
 - Cortex-M4 ARM floating point procesors (84 MHz)
 - Strāvas patēriņš aktīvā režīmā (128uA/MHz)
 - 64 kB RAM



Testēšana



Eksperimenta laikā veikto acu samiegšanu skaits $N = 100$

- Nedetektētas samiegšanas
- Viltus trauksmes

Testēšana un rezultāti

- Zinātnieku nakts
- Riga COMM
- Ierīce testēta ar > 60 cilvēkiem
- Klikšķis nestrādāja 2 cilvēkiem ($\approx 3\%$)
 - Slikts elektrodu kontakts ar ādu, gari mati
 - Neprecīzi uzlikti EMG elektrodi

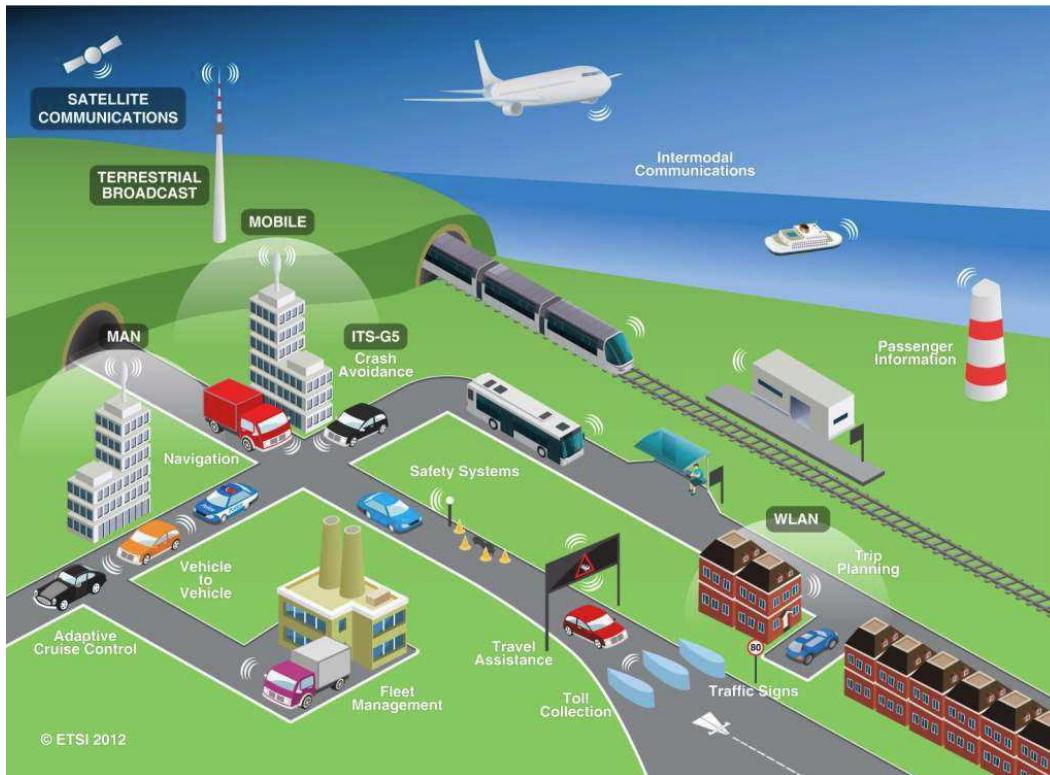




Viedās transporta sistēmas drošai un ekonomiskai braukšanai

SMARTCAR

Viedās transporta sistēmas (Intelligent transport Systems, ITS)



GCDC - fokuss uz sadarbību:
kooperatīvajām ITS (C-ITS).

GCDC tiek izmantots ITS-G5
GeoNetworking tīkls

- Vehicle-to-Vehicle, V2V (TL-TL);
- Vehicle-to-Infrastructure. V2I, (TL-Infrastruktūra).

GCDC 2016

2016.gada 23-31.maijs, Helmonda (Nīderlande)



Komanda:

- Elektronikas un Datorzinātņu institūts
- Latvijas Universitāte
- Rīgas Tehniskā Universitāte

gcdc
Grand
Cooperativ
Driving
Challenge



GCDC 2016. Scenāriji

- Scenārijs 1: Ceļa remonts.
-
- Scenārijs 2: Krustojuma šķērsošana
- Scenārijs 3: Ceļa došana operatīvajam transportlīdzeklim



Scenārijs 1: Ceļa remonts.

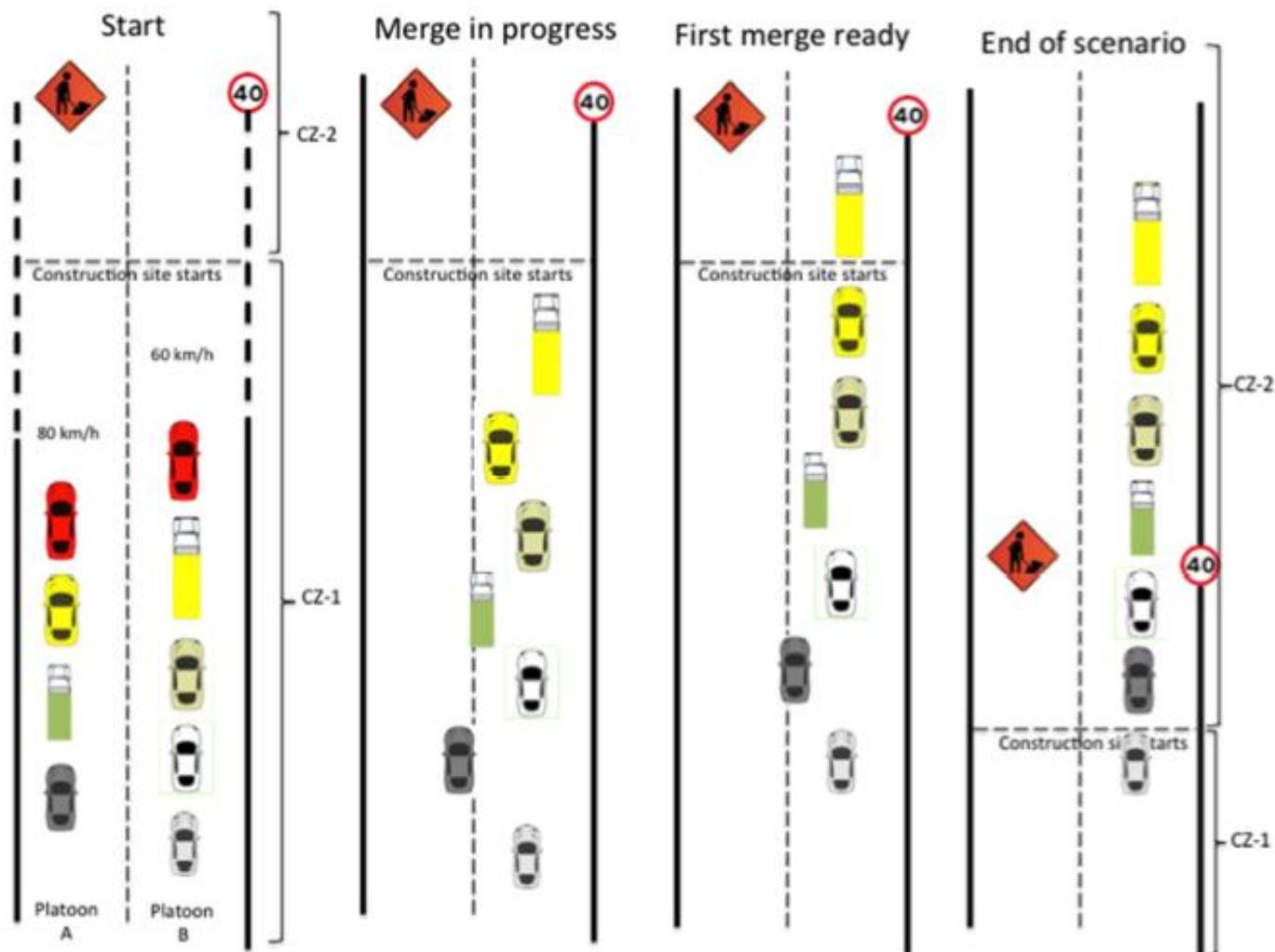


Figure 1: Scenario 1 description

Scenārijs 2: Krustojuma šķērsošana

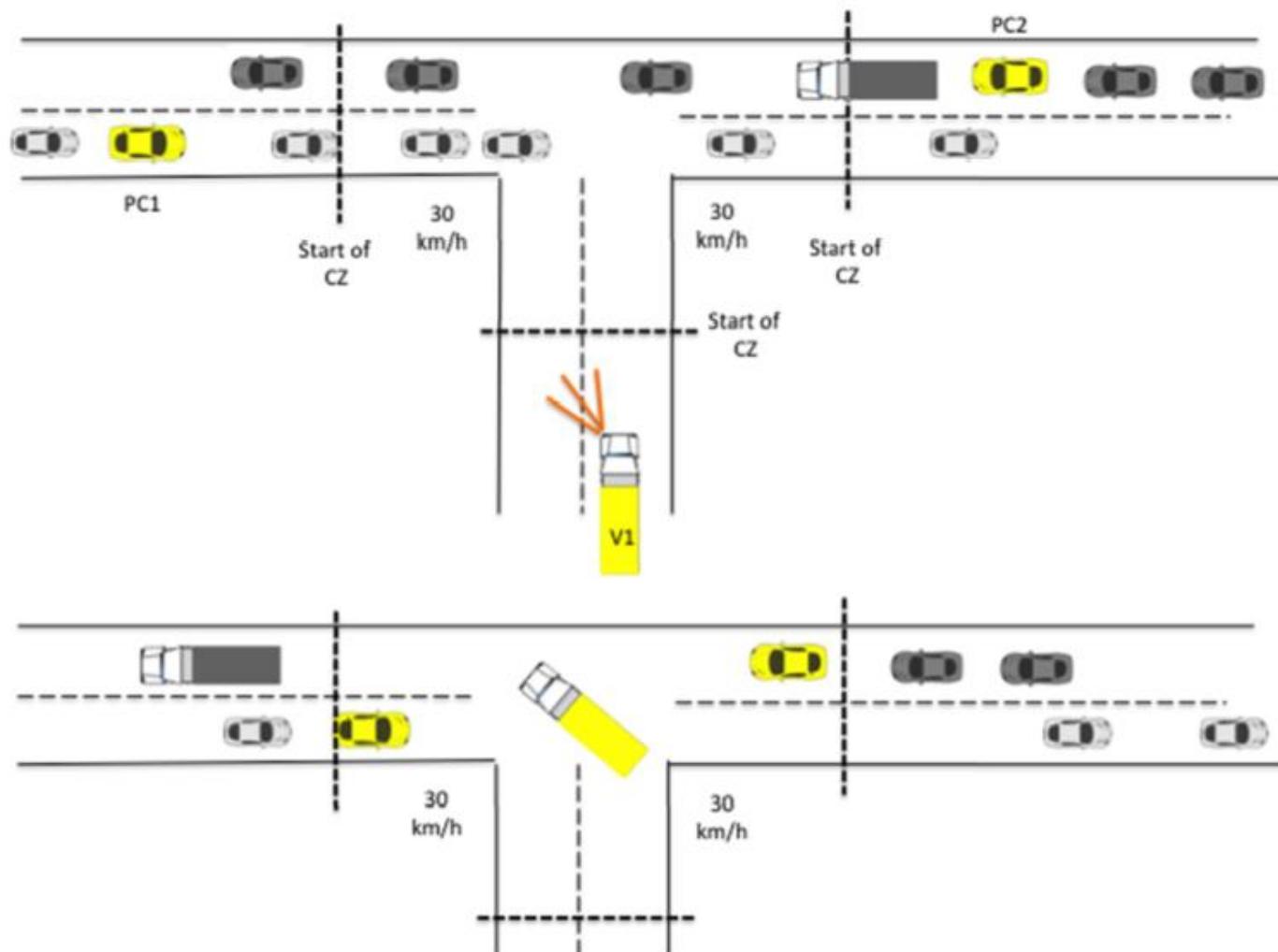


Figure 2: Scenario 2 description

Scenārijs 3: Ceļa došana operatīvajam transportlīdzeklim

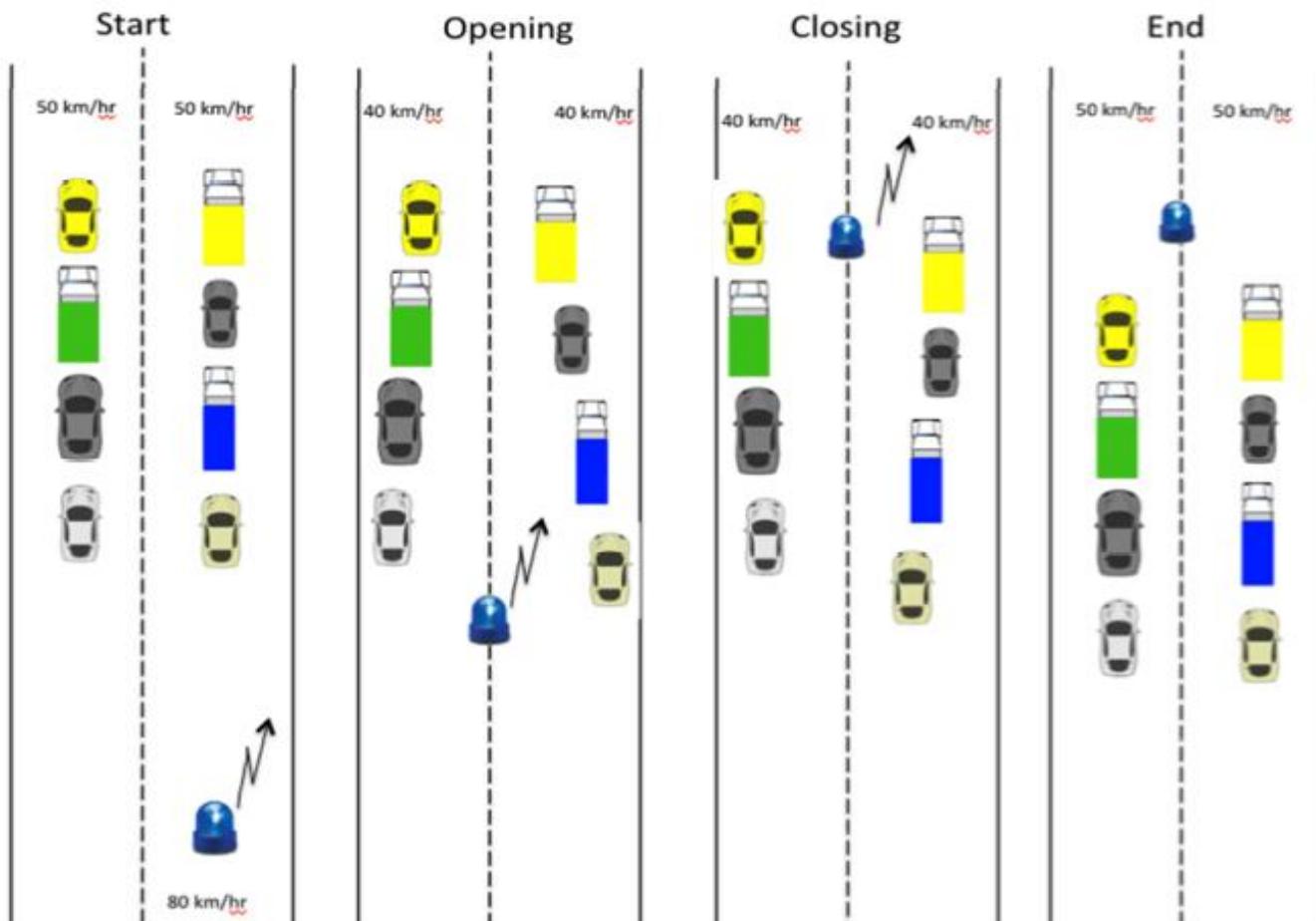


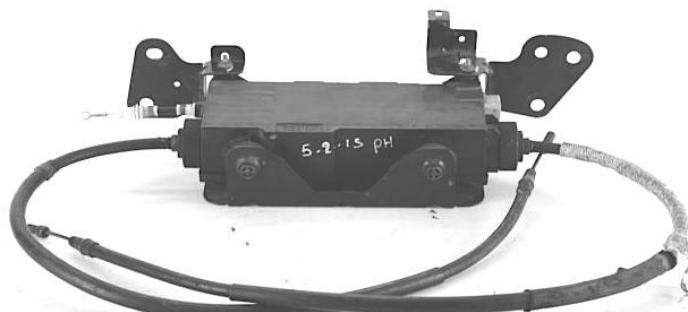
Figure 4: Scenario 3 description

Mazda 6 auto “x-by-wire” papildinājumi

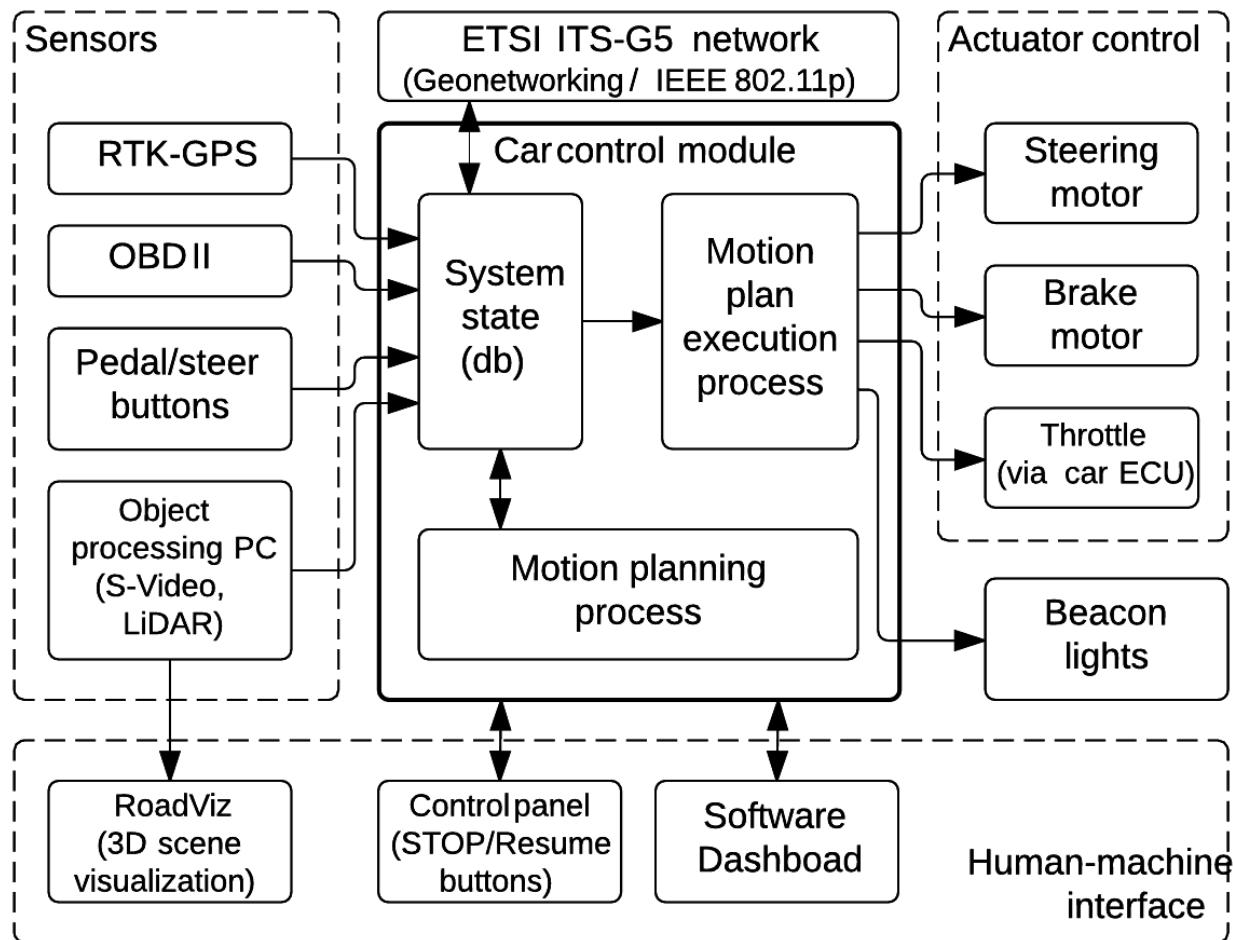
- Stūres motors



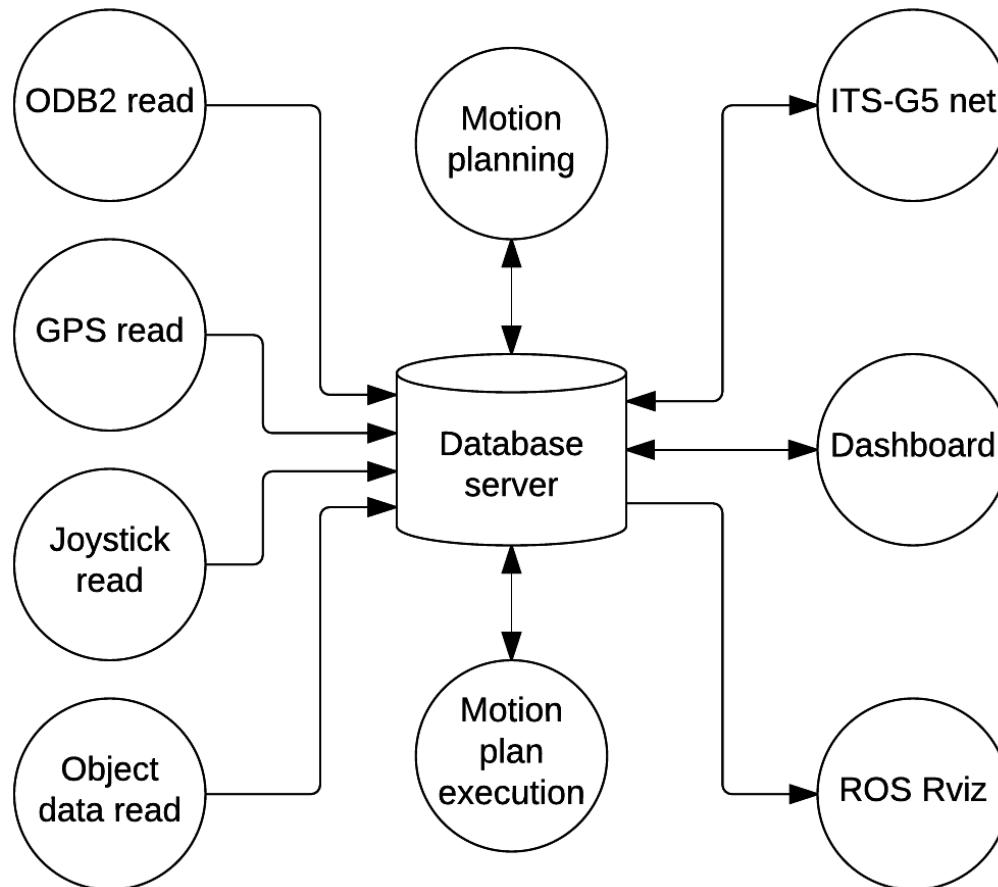
- Bremzes motors



Sistēmas arhitektūra

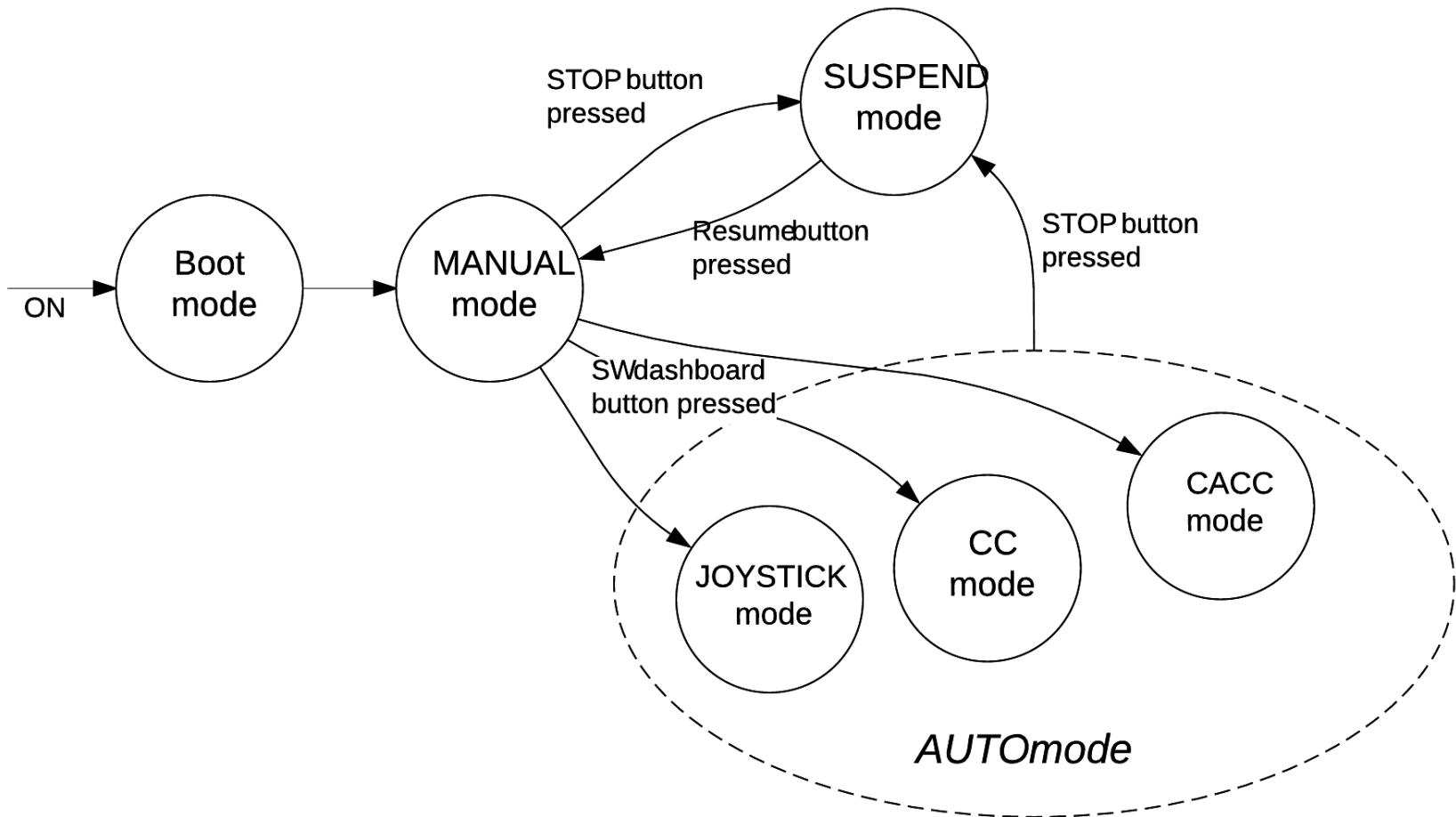


Vadības sistēmas programmatūra

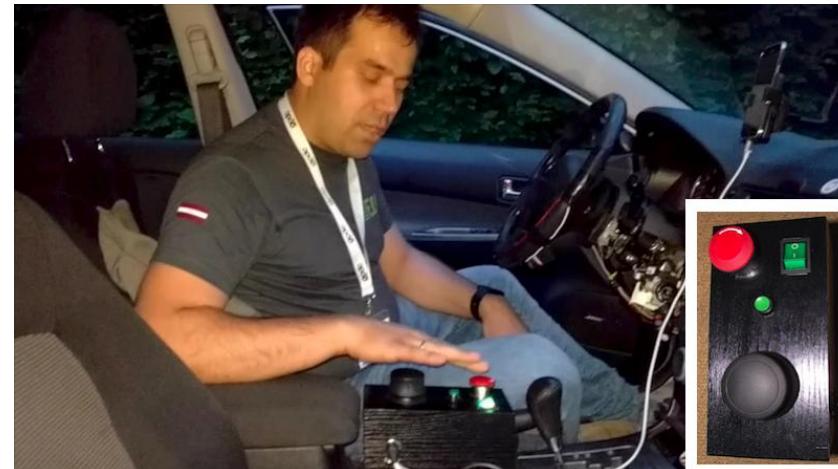


*Erlang/OTP
ar C apakšprogrammām*

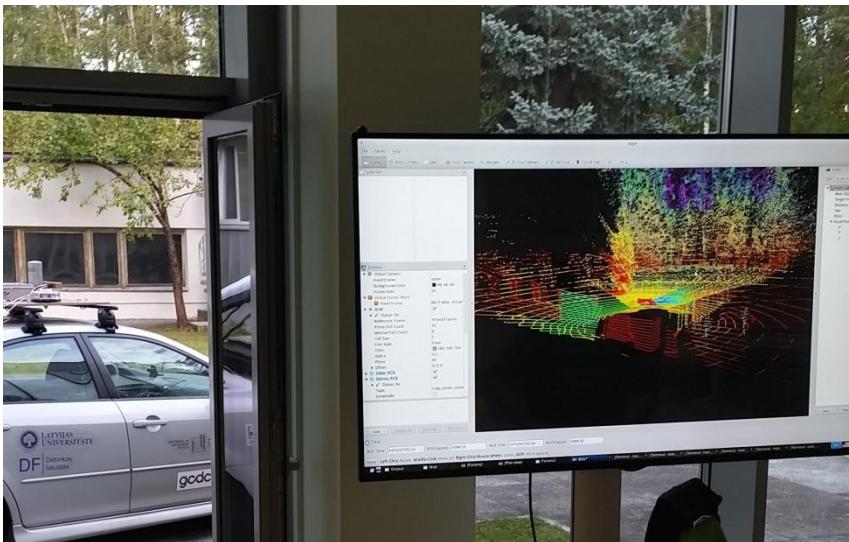
Sistēmas stāvokļi



Lietotāja-mašīnas saskarne (HMI)

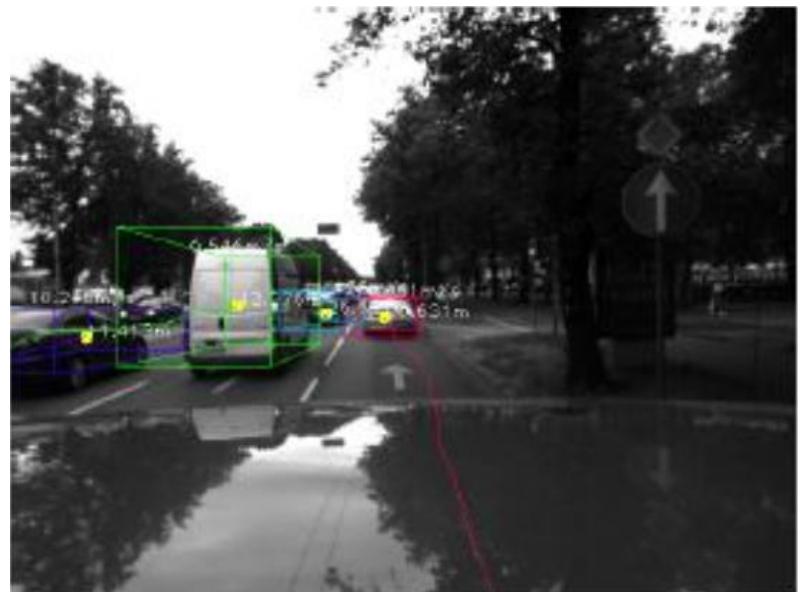


Objekti auto apkārtnē



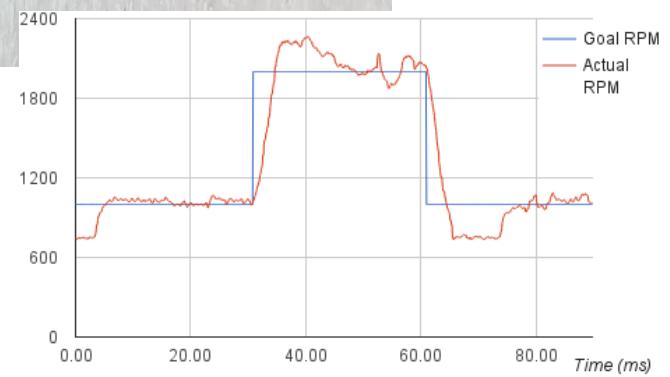
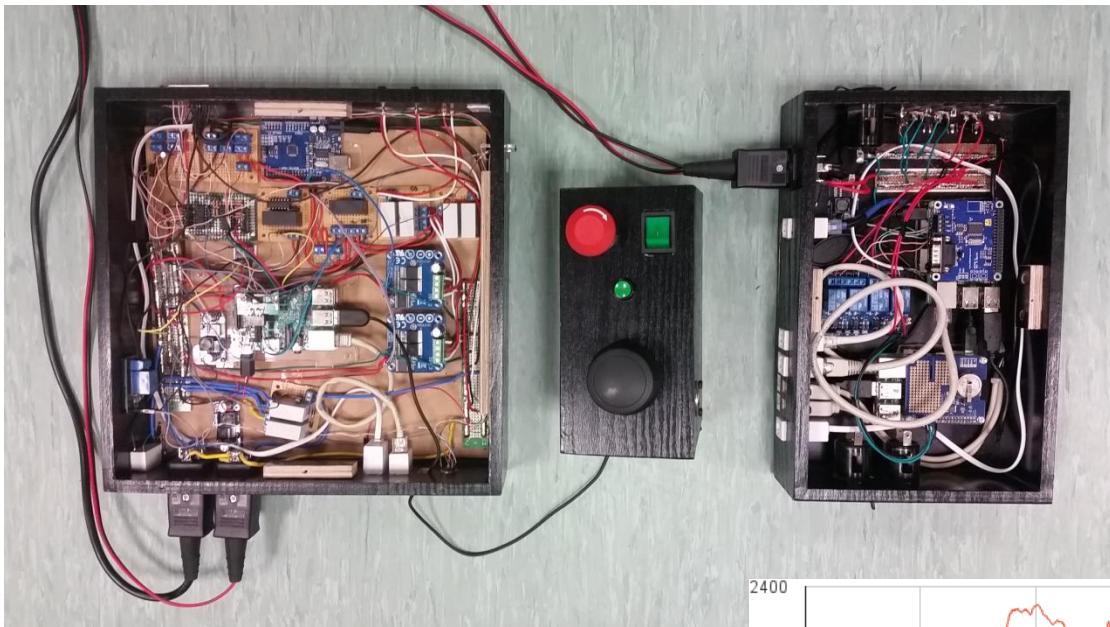
3D PC avoti:

1. LiDAR (Velodyne HDL-32E)
2. S-Video (PointGrey Bumblebee)

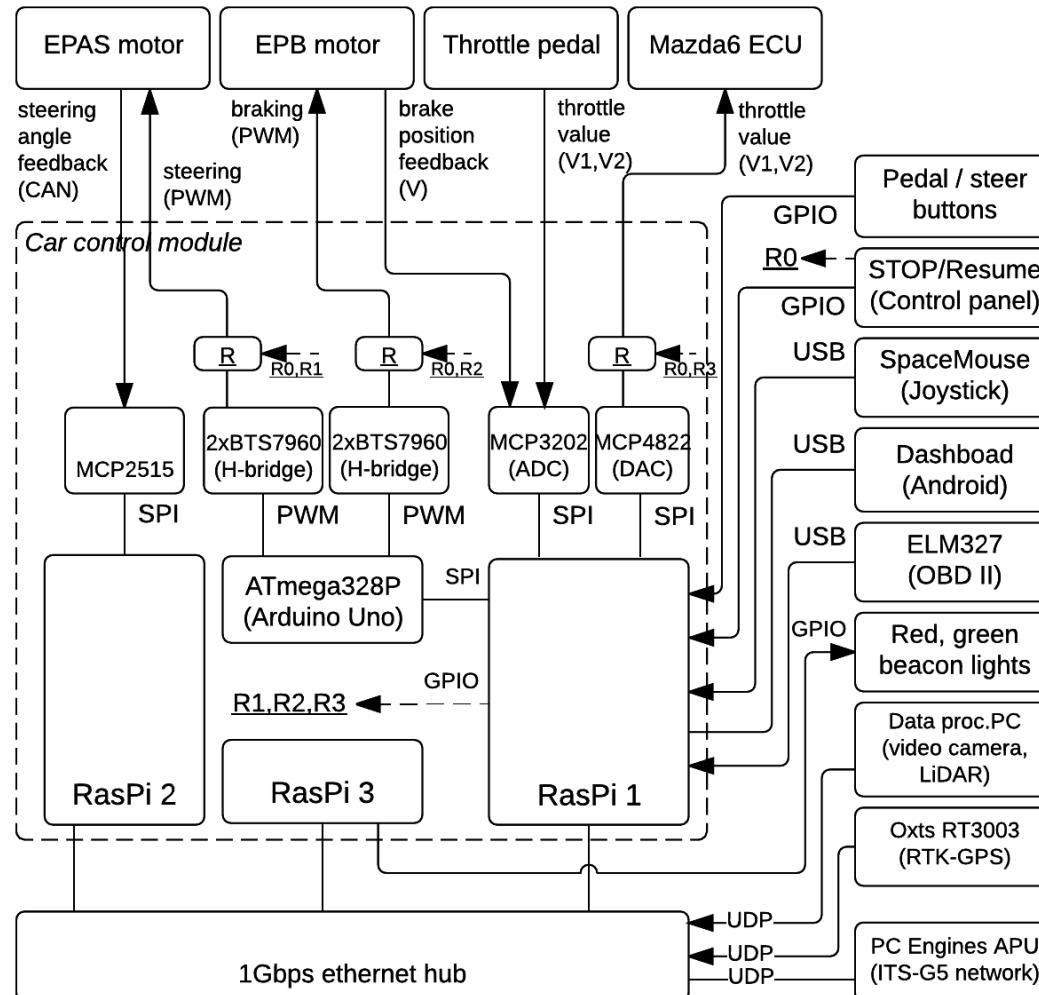


3D punktu mākonī detektētie objekti

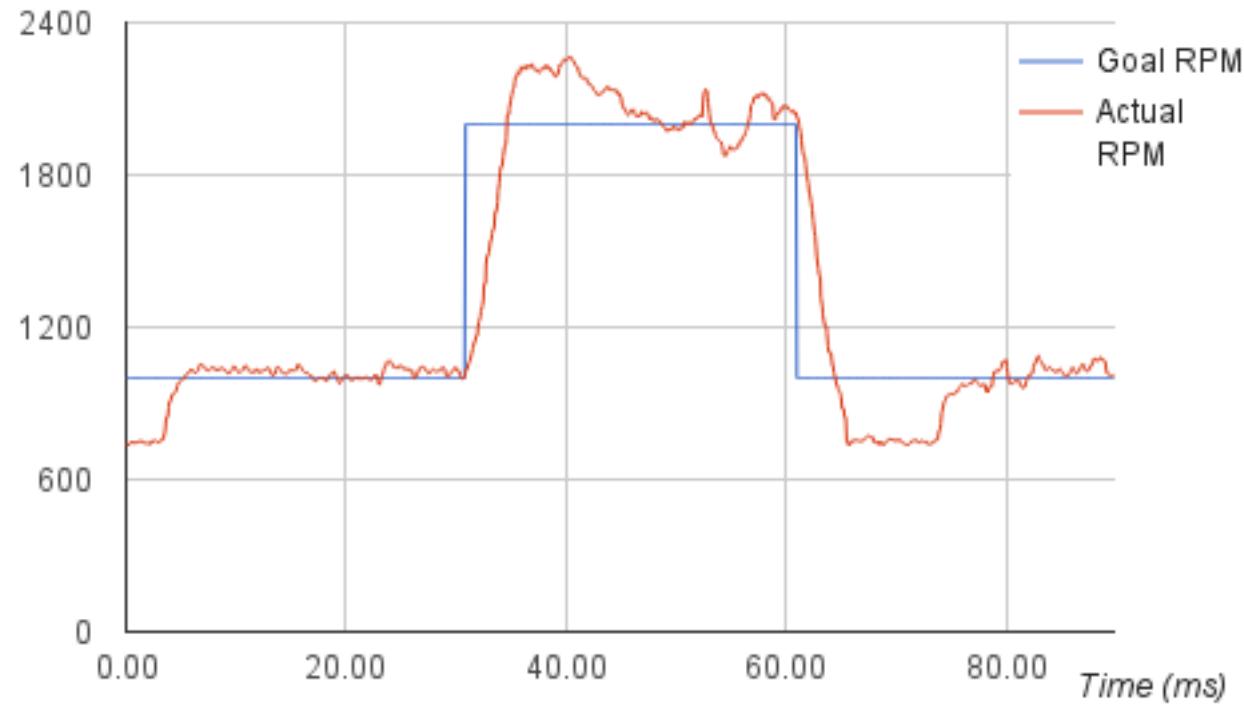
Prototips



Prototipa blokshēma



Tests (RPM)



mCDC

Kooperatīvās braukšanas mini- infrastruktūra

Mērķi

1. Nodrošināt standarta infrastruktūru pētījumiem:

- Kooperatīvo braukšanas algoritmu izstrādei un testēšanai;
- Autonomo un “jaukto” braukšanas algoritmu izstrādei un testēšanai, izmantojot *supervised* un *reinforcement learning* pieeju.

Kooperatīvās braukšanas mini-infrastruktūra (*Jiao Tang Univ. Šanhajā*)



(c) Photo by Shanghai Jiao Tong University

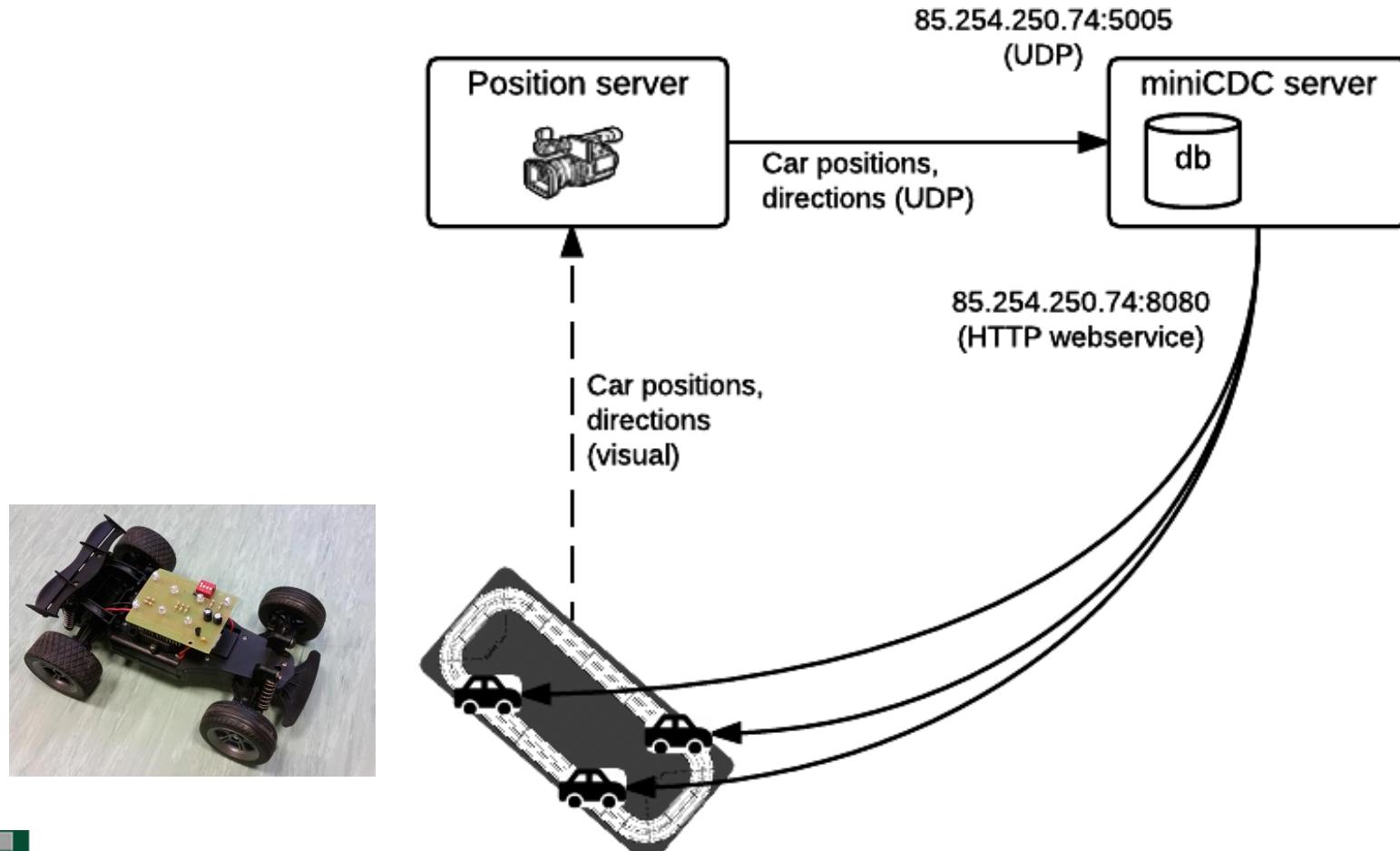
Infrastruktūra:

- Trase;
- Auto pozīcijas noteikšanas sistēma;
- Notikumu vēstures saglabāšana;
- Web servisu saskarne.

Prototips



Auto pozīcijas noteikšanas sistēma



Iespēja un iniciatīva: Jauna disciplīna robotu sacensībās “MCDC”



Paldies par uzmanību!

Jautājumi?

...





INSTITUTE OF
ELECTRONICS AND
COMPUTER SCIENCE