

Bezvadu Sensoru Tīkli

Ievadlekcija

Reinholds Zviedris
Datorikas fakultāte
Latvijas Universitāte
07.09.2016.

Pasniedzējs

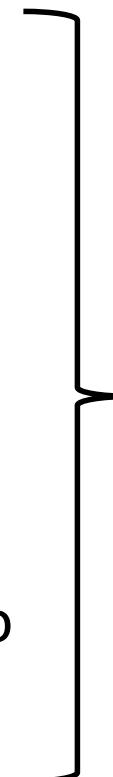
- Reinholds Zviedris, *Dr.sc.comp.*
 - epasts: reinholds @ zviedris.lv
 - Twitter: @zxpower
 - Facebook, LinkedIn, ResearchGate
- Zinātniskās intereses:
 - sensoru tīkli
 - zema enerģijas patēriņa iegultās iekārtas
 - kiberfizikālās sistēmas
 - enerģijas ieguve no apkārtējās vides

Par ko būs šis kurss?

Jūsu idejas?

Revolūcija!

- 1980-tie: personālie datori
- 1990-tie: internets
- 2000-ie:
 - sensori, aktuatori, roboti
 - informācijas revolūcija
 - internet of things
- 2010-tie:
 - droni, viedtelefoni
 - pašbraucošie un/vai elektroauto
 - kas vēl?



Bezvadu
sensoru tīkli

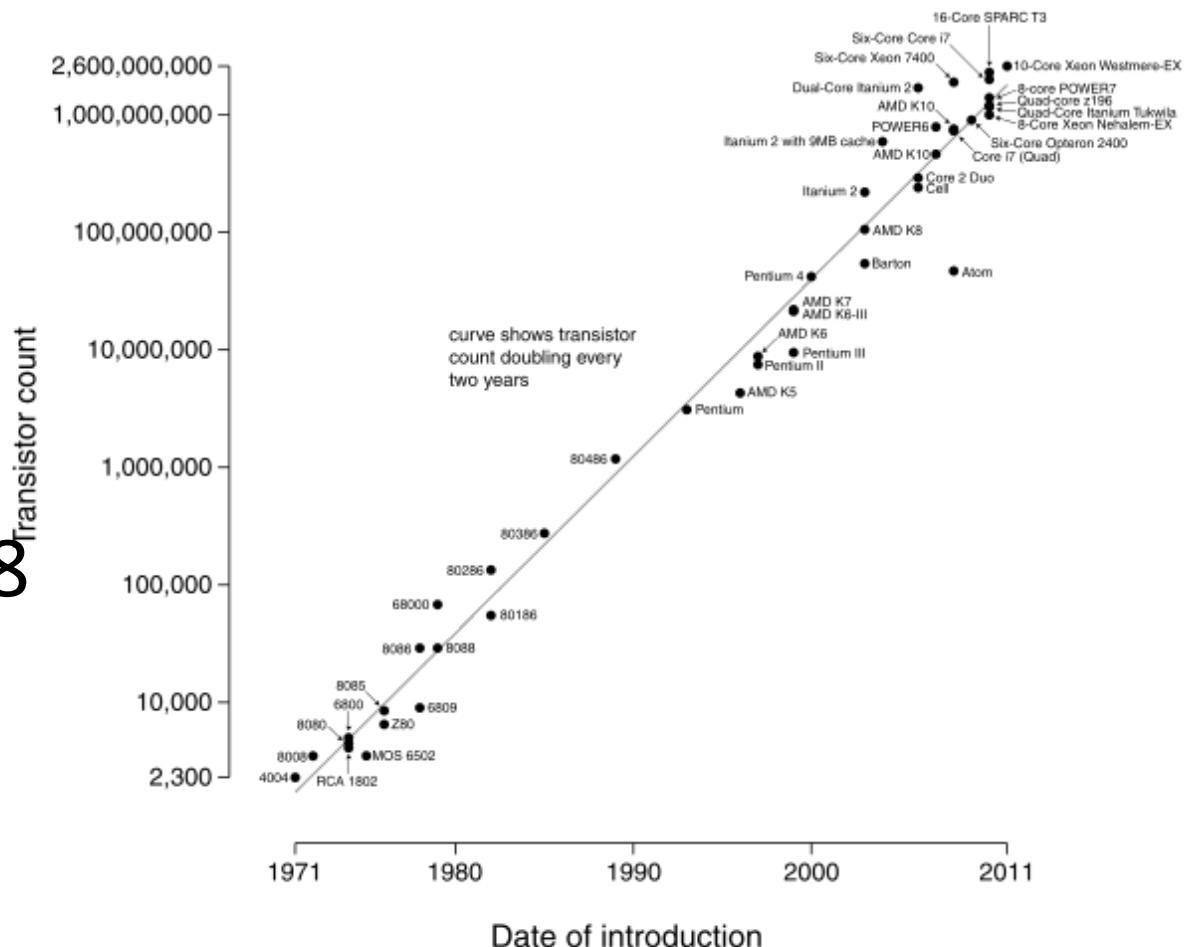
Paregojumi

- Heavier-than-air flying machines are impossible
 - *Lord Kelvin, president, Royal Society, 1895.*
- Everything that can be invented has been invented.
 - *Charles H. Duell, Commissioner, U.S. Office of Patents, 1899.*
- Who the hell wants to hear actors talk ?
 - *H.M. Warner, Warner Brothers, 1927.*
- I think there is a world market for maybe five computers
 - *Thomas Watson, chairman of IBM, 1943.*
- There's no reason anyone would want a computer in their home
 - *Ken Olson, president of DEC, maker of big mainframe computers, arguing against the PC in 1977.*

Mūra likums

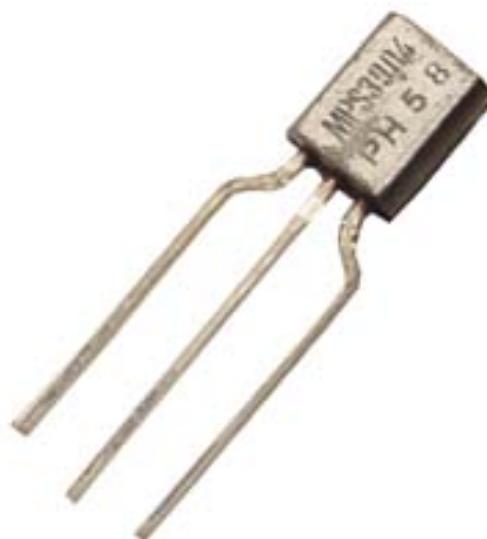
- Tranzistoru skaits procesorā dubultojas reizi divos gados (jeb ik 18 mēnešus)

Microprocessor Transistor Counts 1971-2011 & Moore's Law



Kā izprast Mūra likumu?

- Ko dod arvien mazākie tranzistoru izmēri?



Kā izprast Mūra likumu?

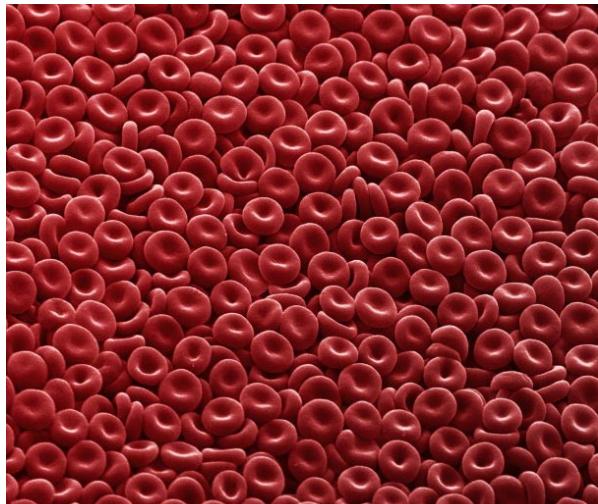
- Ko dod arvien mazākie tranzistoru izmēri?
 - Lielāka veikspēja
 - Mazāki izmēri
 - Mazāks enerģijas patēriņš
- Tranzistoru izmēram ir robežas
- Cilvēce strādā pie “bez-tranzistoru” tehnoloģijām – oglekļa nano caurules, magnētisms

No citas perspektīvas

- Kā cilvēki mēra un pēta pasauli?

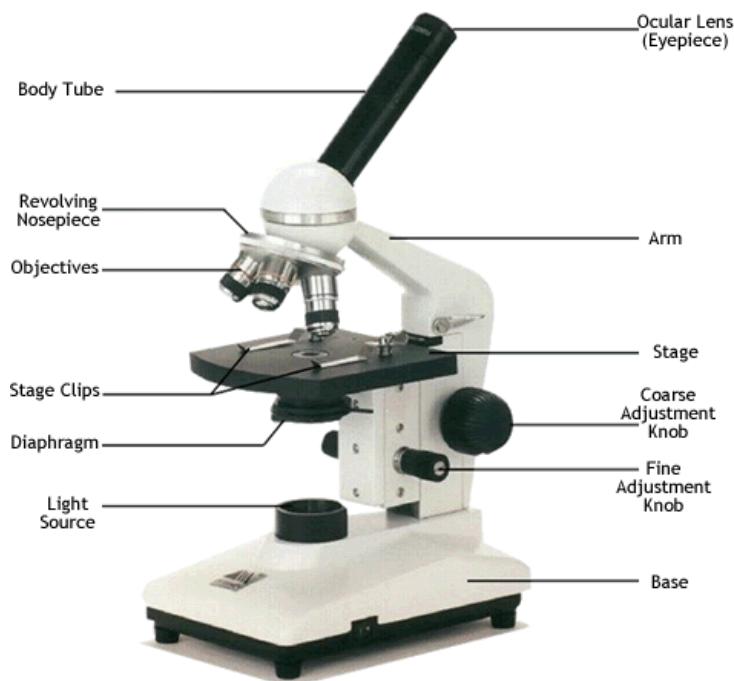
Mikroskops: 1590. g.

- Palielinā sīkus objektus
- Ļauj saskatīt detaļas
- Pavēra jaunas iespējas



Asins šūnas

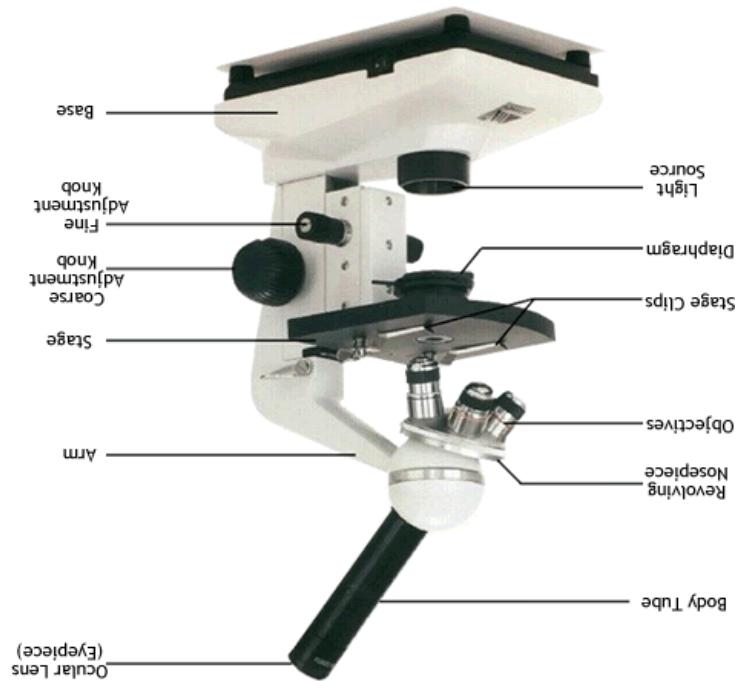
<http://www.boredpanda.com/looking-at-the-world-through-a-microscope-part-i/>



<http://www.microscopehelp.com/partsofthemicroscope.html>

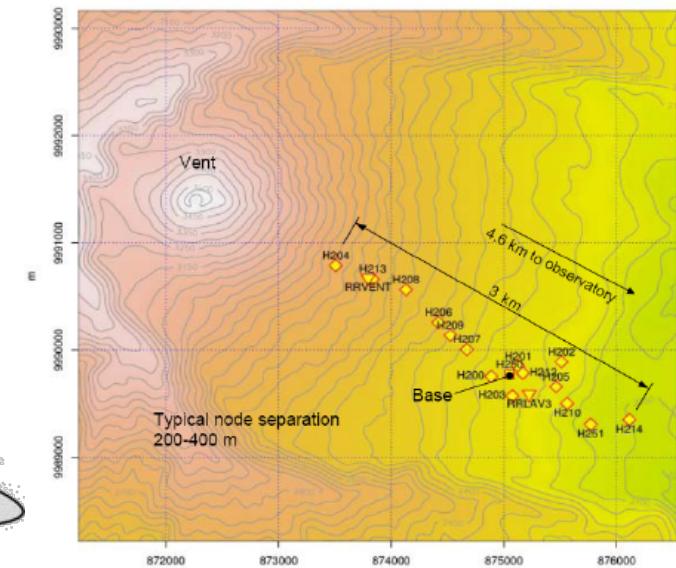
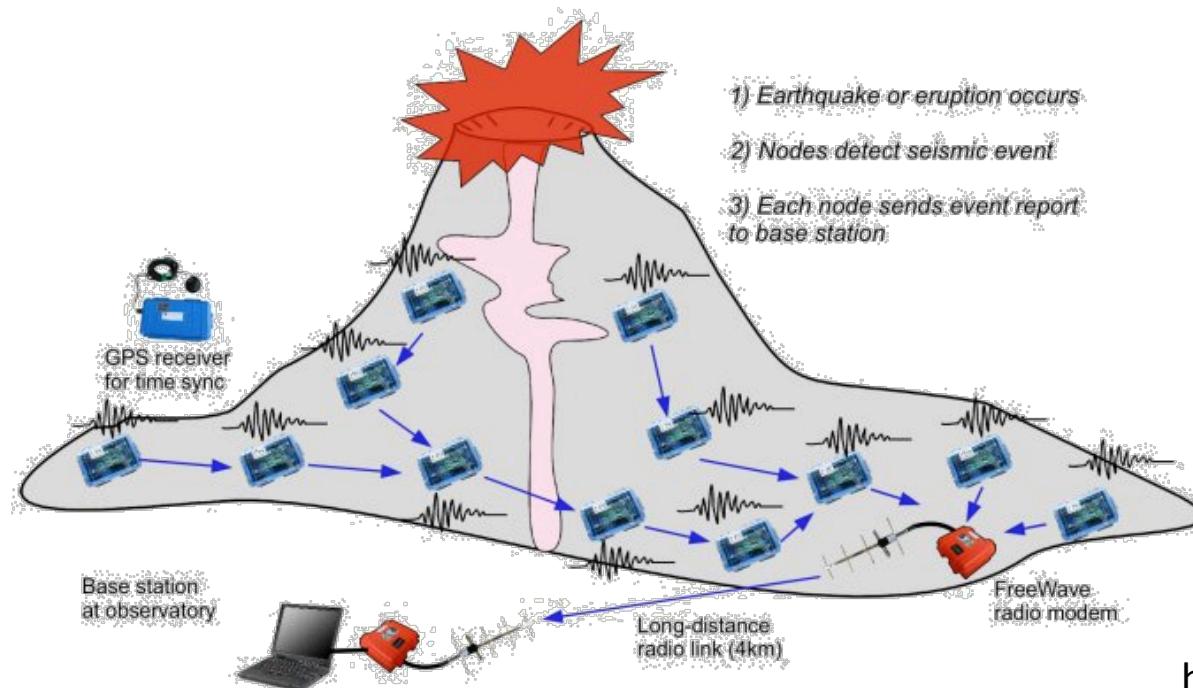
Makroskopi: tā pat, tikai otrādi

- Koncentrē globālas parādības
- Ľauj ieraudzīt “lielo bildi”
- Atkal jaunas iespējas



VolcanoNet

- Harvardas Universitātes
bezvadu sensoru tīkls
uz vulkāna, Ekvadorā



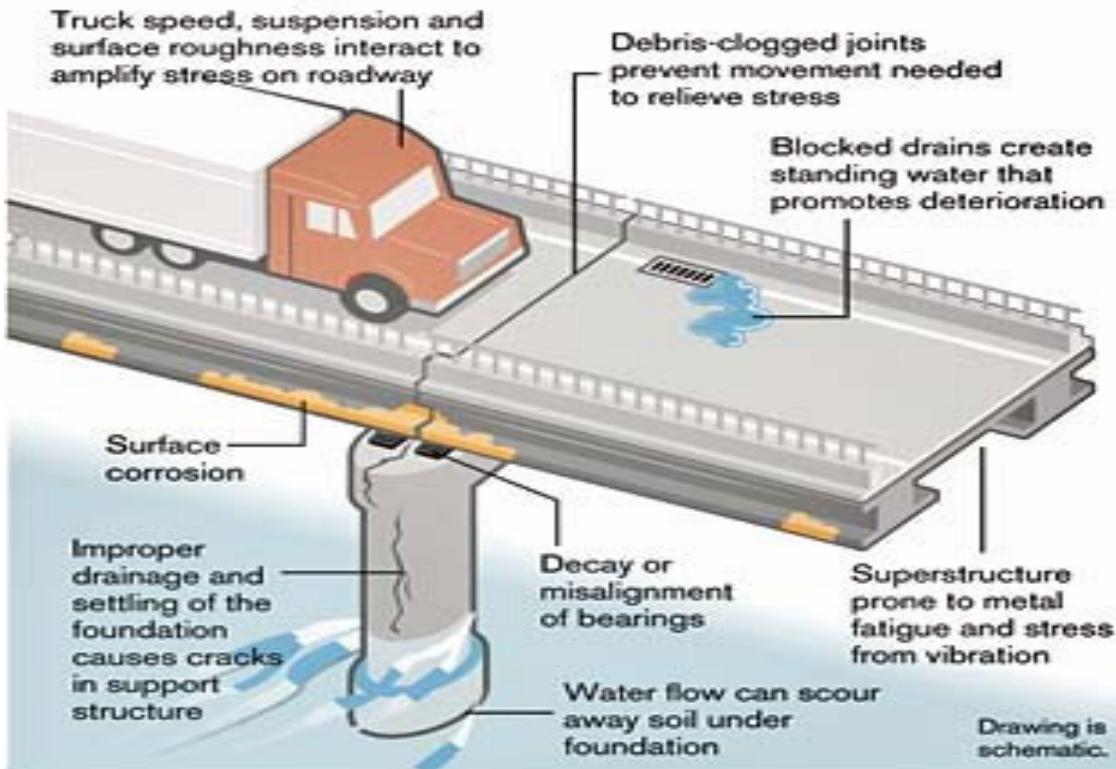
<http://fiji.eecs.harvard.edu/Volcano>

Cits BST pielietojums: tiltu un ēku novērošana

Weaknesses sought in inspections

State transportation departments regularly inspect bridges and rate their structural deficiencies, such as cracks, corrosion or other flaws that might reduce their ability to carry vehicles.

Conditions leading to structural weakness



Source: Federal Highway Administration

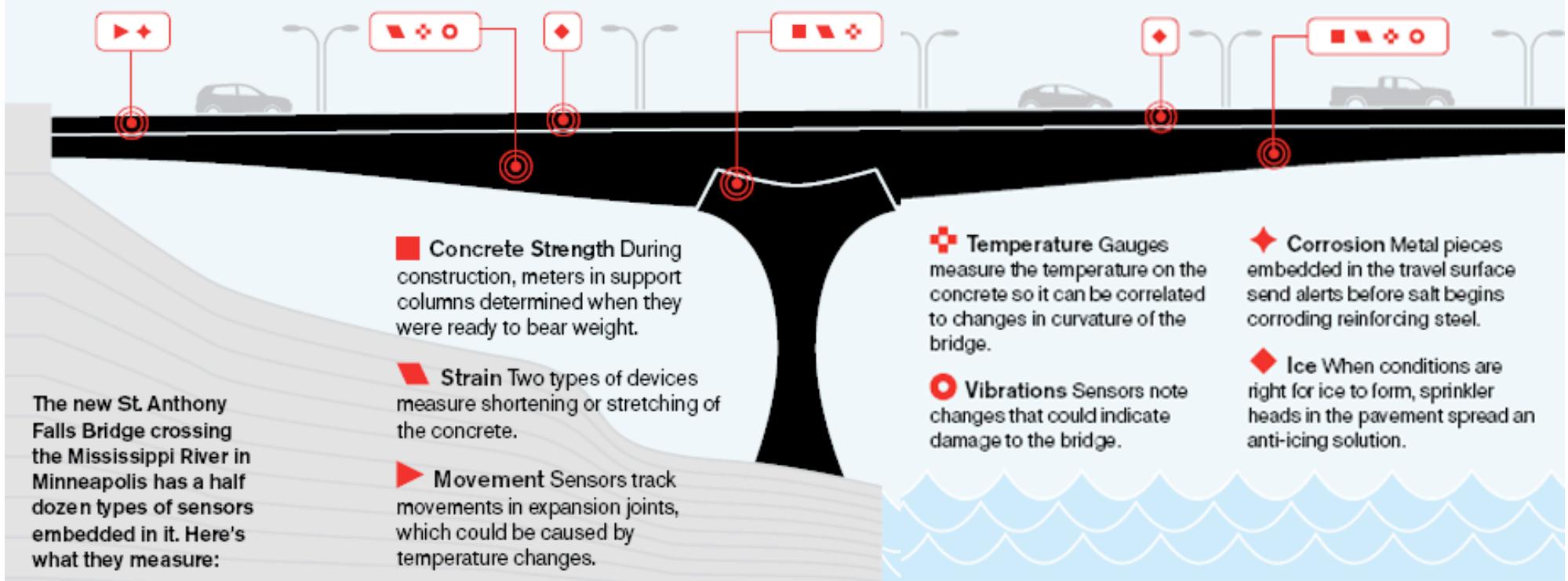
Associated Press



Tilts 135W Mineapolē
Pirmais no 800 ?...

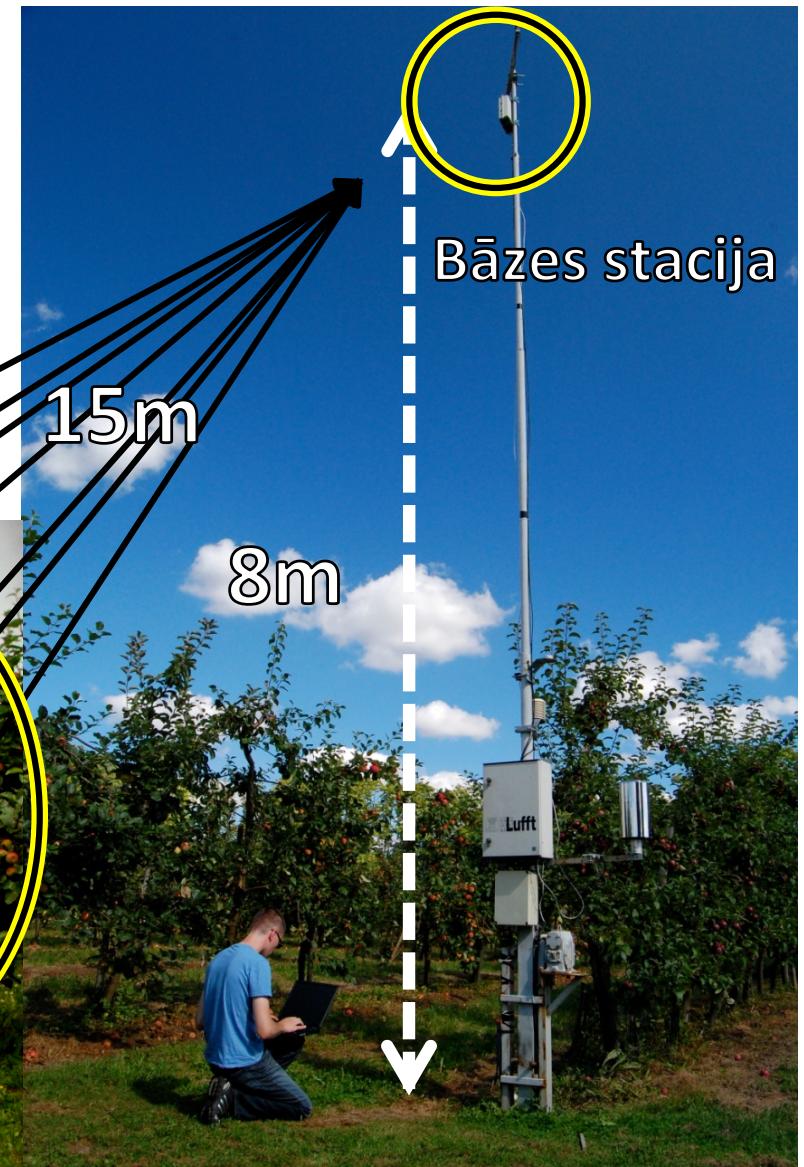
Jaunais tilts: St. Anthony Falls Bridge in Minneapolis

What Makes America's Smartest Bridge So Smart

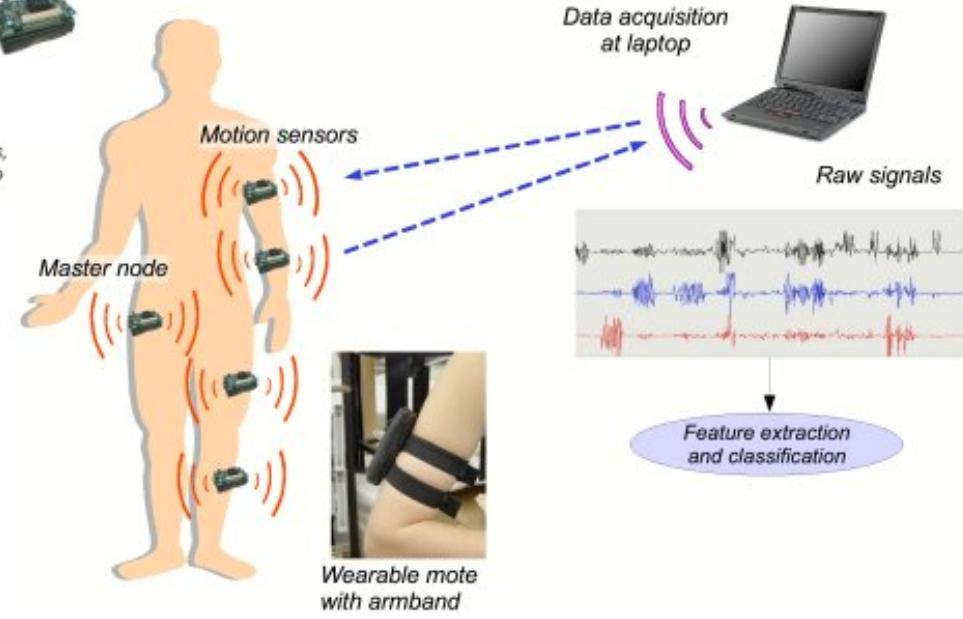
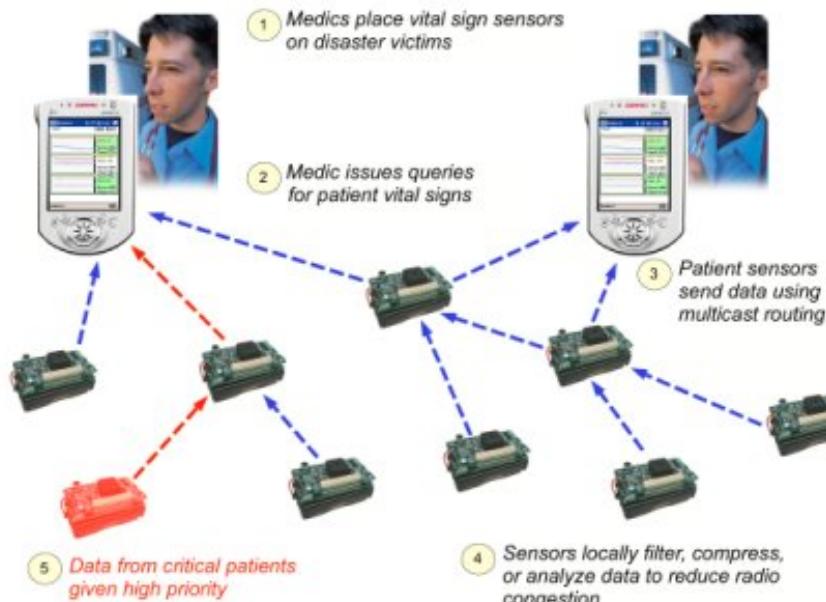


Tepat Latvijā: sensori augļu dārzā

Latvijas Universitāte un Latvijas Valsts
Augļkopības institūts, Dobele



BST pielietojumi medicīnā

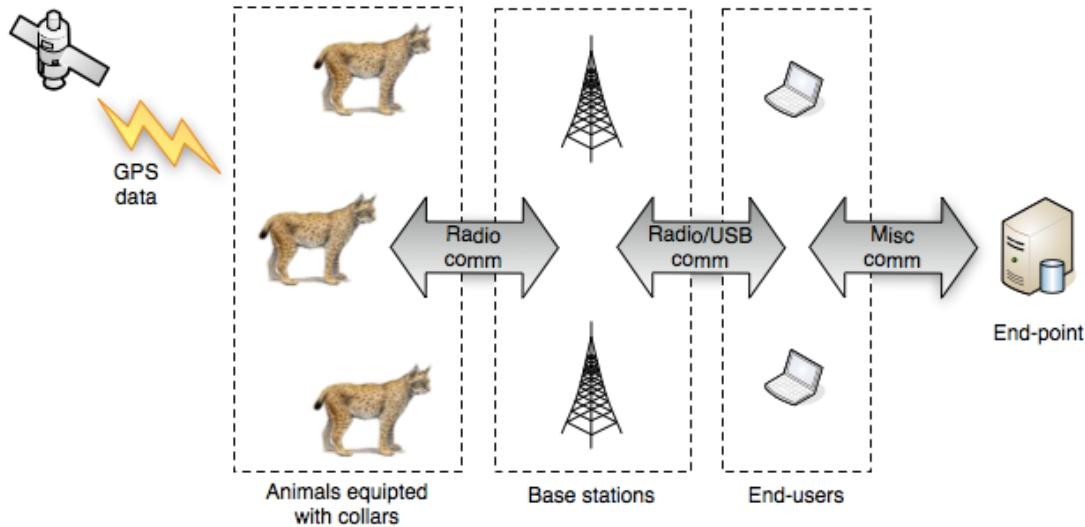


ZebraNet

- Limited weight
- Recharging battery
 - recharged after 5 days
- Two radios:
 - long-range (base station)
 - short-range (neighbors)
- Integrated into collar
- Sensors:
 - heart rate, body temperature
 - frequency of feeding
 - GPS



Latvijā zebru vietā lūši: LynxNet



LynxNet arhitektūra: zvēri, bāzes stacijas un savācēji



Antenas testi mežā

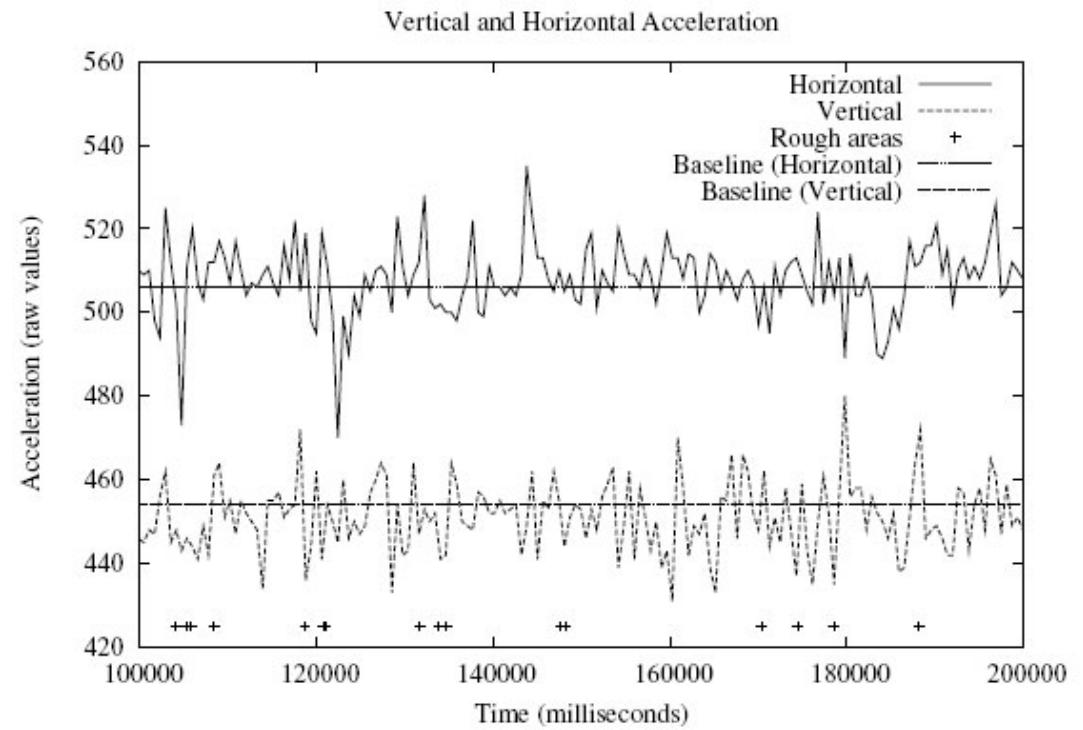
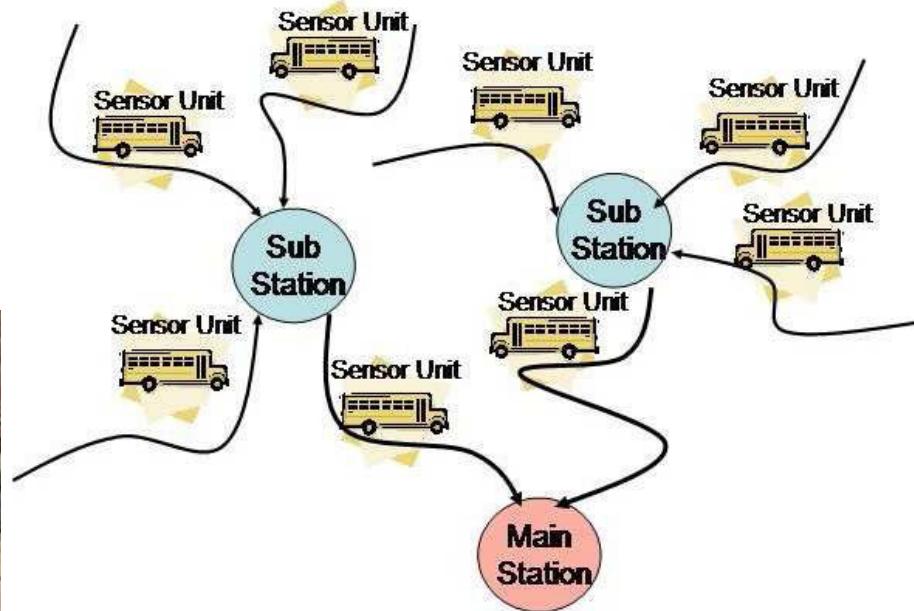


Viltus lūsis vārdā Spaiks



Lūša digitalizācijas aprīkojums

BusNet Šrilankā



Participatory sensing



<http://research.cens.ucla.edu/>

Participatory sensing pielietojumi

- Transports – Waze
- Trokšņu kartes
- Ūdensapgādes problēmas
- U.c.

Tēma referātam – Participatory sensing. Avoti:

- https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/participatory_sensing.pdf
- <http://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/583165/>

Starpbrīdis

Kas ir BST?

Bezvadu

Sensoru

Tīkls

Vieglāk paskaidrot šādā secībā

Sensoru

Tīkls

Bezvadu

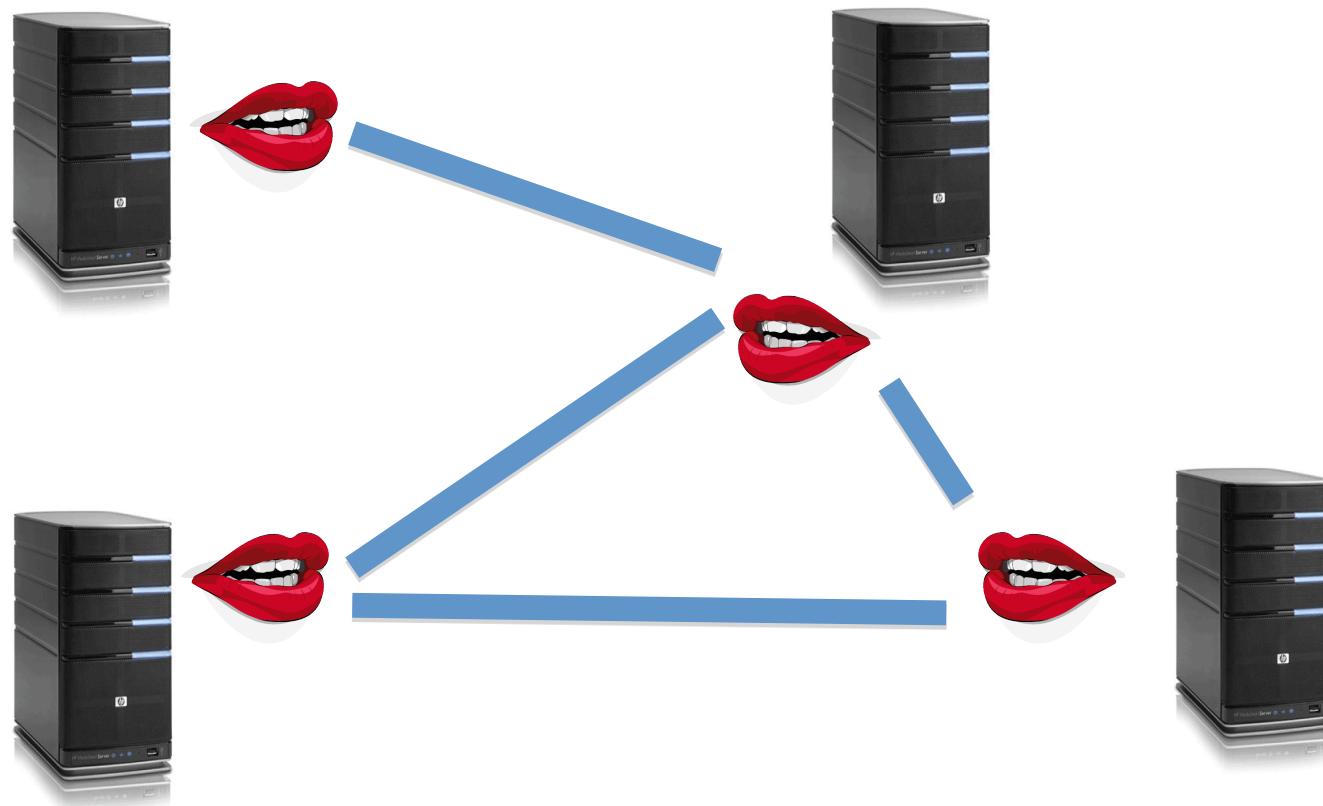
Sensoru

- Patiesībā jāsaprot kā datoru vai iegulto iekārtu ar sensoriem: sensoru mezglis
- Papildus arī aktuatori



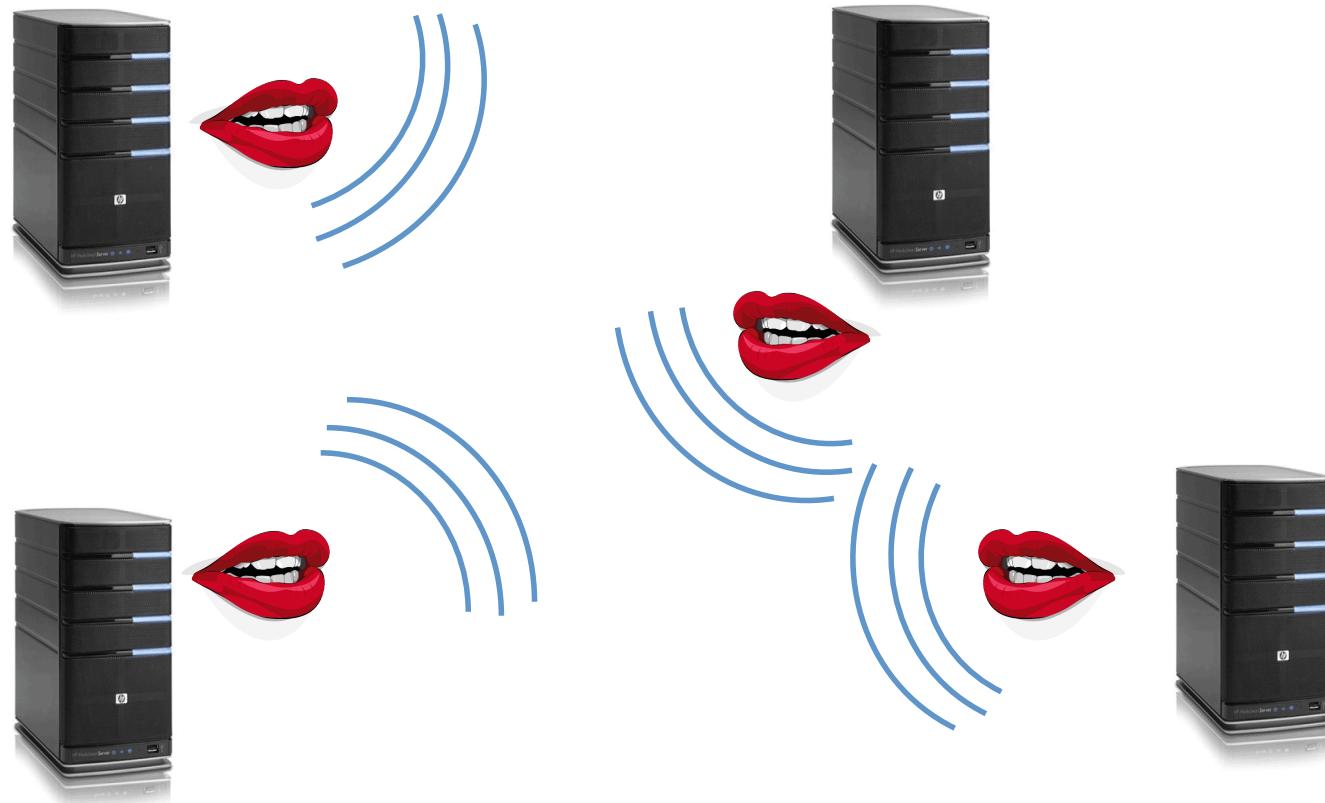
Tīkls

- Vairāki sensoru mezgli savienoti ar komunikācijas kanāliem



Bezvadu

- Tīkls ar bezvadu komunikācijas kanāliem



Tātad

- BST =
 - (miniatūri) datori
 - aprīkoti ar sensoriem
 - apvienoti bezvadu tīklā

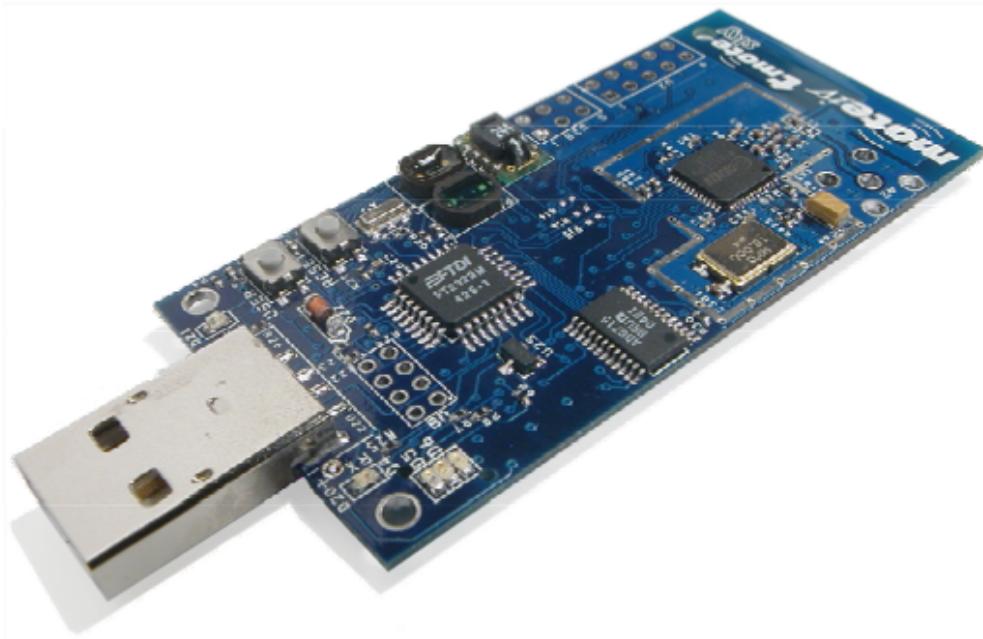
BST definīcijas

- Sensoru mezglis: dators ar sensoriem
- Savienojums: komunikācija starp mezgliem
- Bāzes stacija: sensoru mezglis, kas savāc datus, parasti jaudīgāks un pievienots serverim

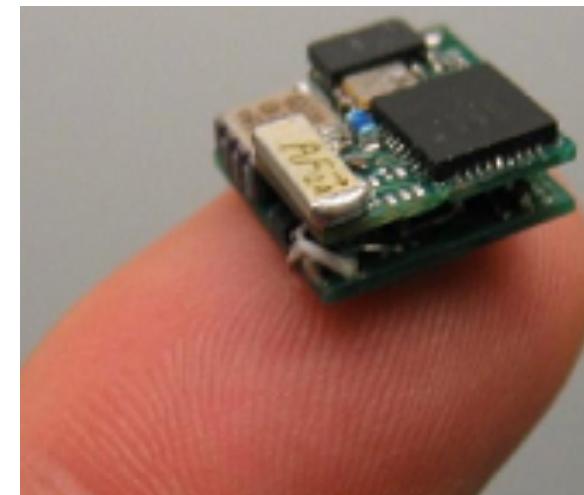
BST tipiskās īpašības

- Sensoru mezgla ierobežotie resursi:
 - Izmērs: ~ sērkociņu kastīte
 - Procesors: daži līdz daži desmiti MHz
 - Atmiņa: daži desmiti B līdz daži desmiti KB
 - Komunikācija: 40-250 kbps
- Tīklā 3 līdz >10K sensoru mezglu
- Tīkla dzīves laiks: N stundas līdz N gadi

Sensoru mezglu piemēri



TMote Sky



EcoMote

Kas ir mote?

- Termins nācis no ASV
- Mote = remote
- BST kontekstā mote = sensoru mezglis iegultas sistēmas izpildījumā
- Bet jāņem vērā, ka sensoru mezglis nevienmēr ir mote

Bezvadu tīklu veidi

Kādus bezvadu tīklus zināt?

Katram tīklam savs pielietojums

- WiFi (802.11b/g/n): lieliem datu apjomiem
- BlueTooth (802.15.1): pārsvarā perifērijai
 - jaunums: **Bluetooth LE (Low Energy)**
- **ZigBee** (802.15.4): zema enerģijas patēriņa savienojumiem, populārākais sensoru tīklos
- GPRS, EDGE, HSDPA, LTE: savienojumam ar mobilo telefonu tīkliem (cellular networks)

BST motivācija: cēlie mērķi

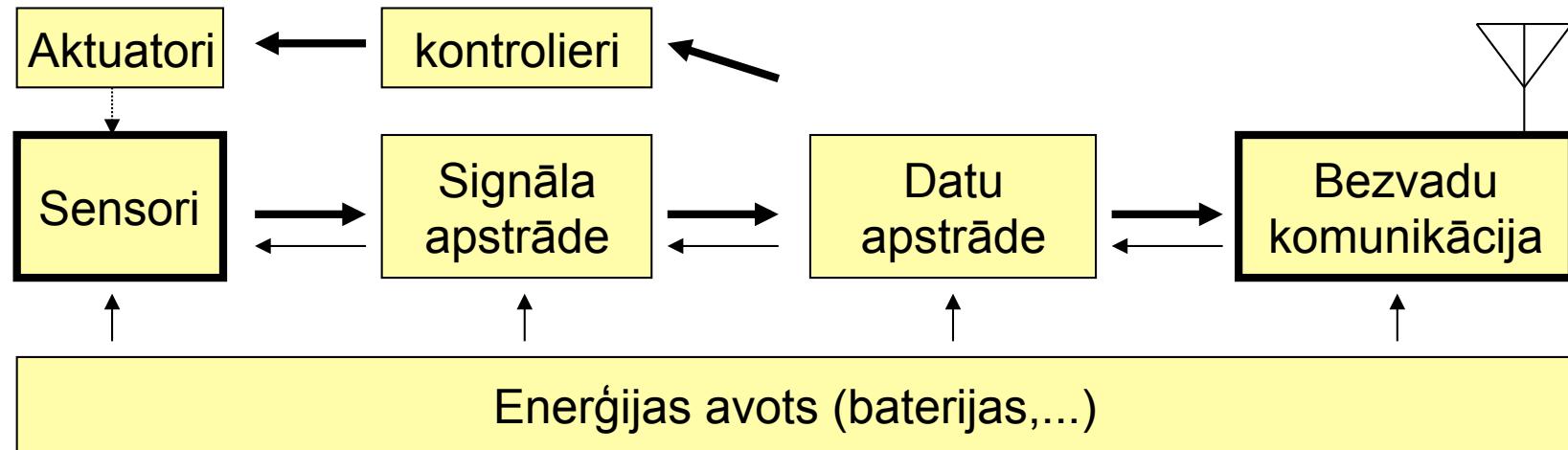
- Globāla vides novērošana, lielā platībā, augstā izšķirtspējā
- Dzīve bez gaidīšanas rindās, sastrēgumos
- Nepārtraukta veselības aizsardzība
- Auto ceļi bez negadījumiem
- Sensoru mezgli 1x1mm izmērā, t.s. “gudrie putekļi”

Diskusija

- Kādas, jūsuprāt, ir sensoru tīklu “ēnas puses”?
- Vai nerodas sajūta, ka “Lielais brālis” visu vēro?



iegultās sensoru iekārtas



Programmatūras risinājumi

- BST operētājsistēmas:
 - TinyOS
 - LiteOS
 - MansOS
 - Contiki
 - Arduino
 - ...
- Programmēšana valodās C, C++, Assembler
- Eksistē arī Java u.c. virtuālās mašīnas uz motēm

BST problēmas I

- Maršrutizācija
 - Kā nosūtīt datus no A uz B?
- Laika sinhronizācija
 - Kā lai zin, ka visiem ir vienāds pulkstenis?
- Lokalizācija
 - Kur es esmu?

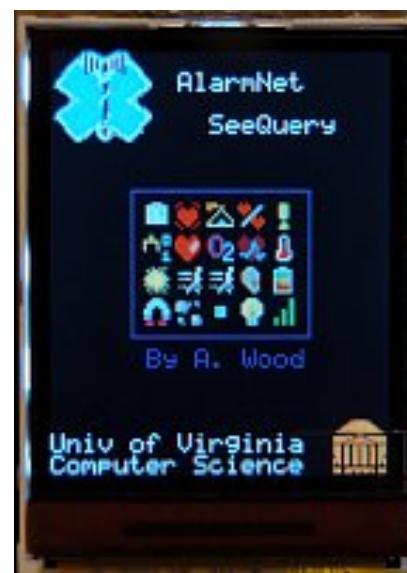
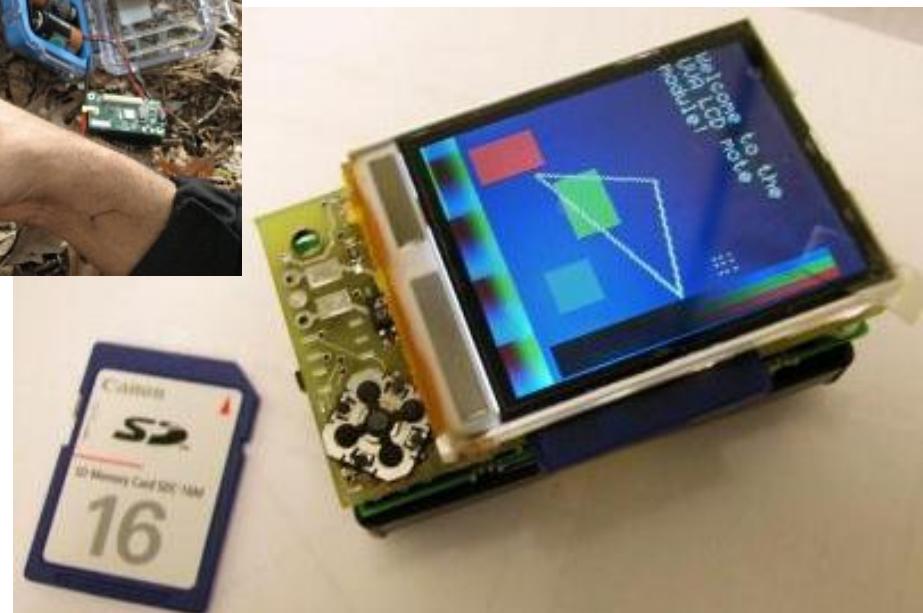
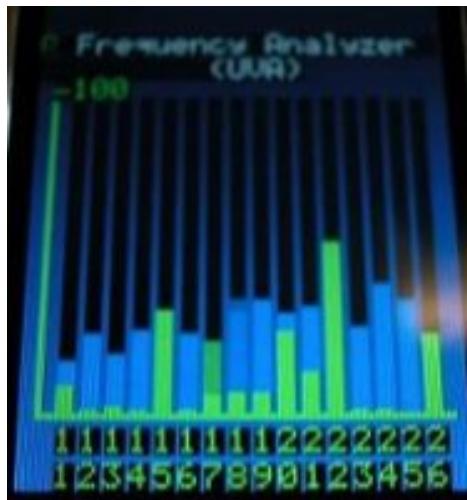
BST problēmas II

- Enerģijas taupība
 - Kā ilgāk strādāt ar to pašu enerģijas avotu?
- Izturība
 - Kā sistēmai nodrošināties pret negadījumiem un paš-ārstēties?
- Drošība un privātums
 - Kā nenodot datus nepiederošiem un ignorēt svešas komandas?

BST problēmas III

- Speciālas operāciju sistēmas
 - Kā atvieglot un paātrināt lietojumu izstrādi?
- Atklūdošanas saskarnes
 - Kā izstrādes un ekspluatācijas laikā atrast nepilnības?

Saskarnes



Mobilie telefoni kā sensoru mezgli

- Daļa problēmu atrisinātas, bet rodas citas



Kur ņemt enerģiju?

- Ja arī taupot nepietiek, jāmāk savākt no:
 - saules
 - vēja
 - temperatūras starpības
 - spiediena
 - apkārtējās vides

Saules enerģija

- Sensoru mezglam vajag aptuveni 100mW (3V, 30mA)
- Reāli uz 1 cm² var savākt:
 - 100mW spilgtā saulē
 - 100uW dienas birojā (0.1% no 100mW)



Termoelektriskā konversija

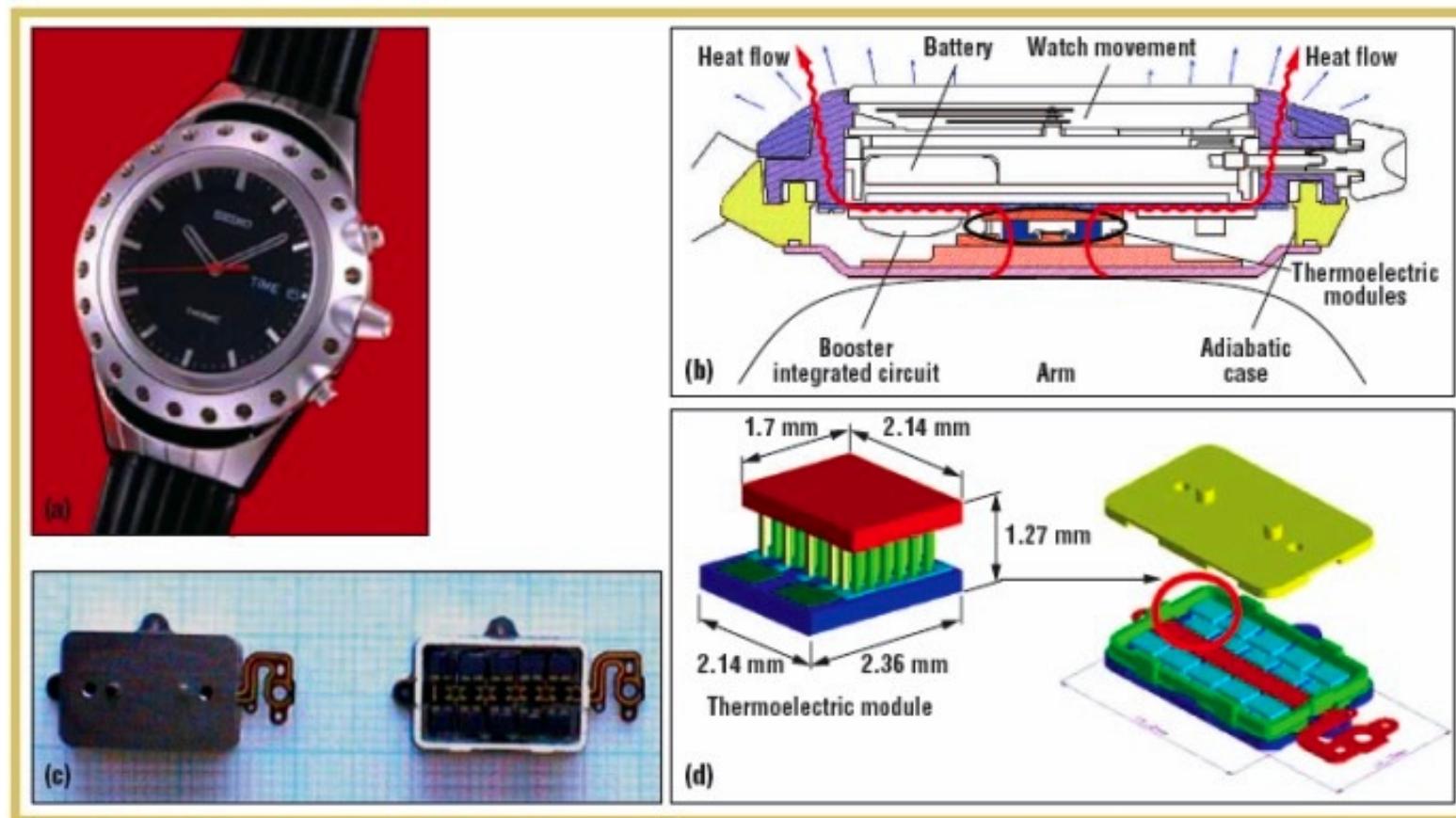
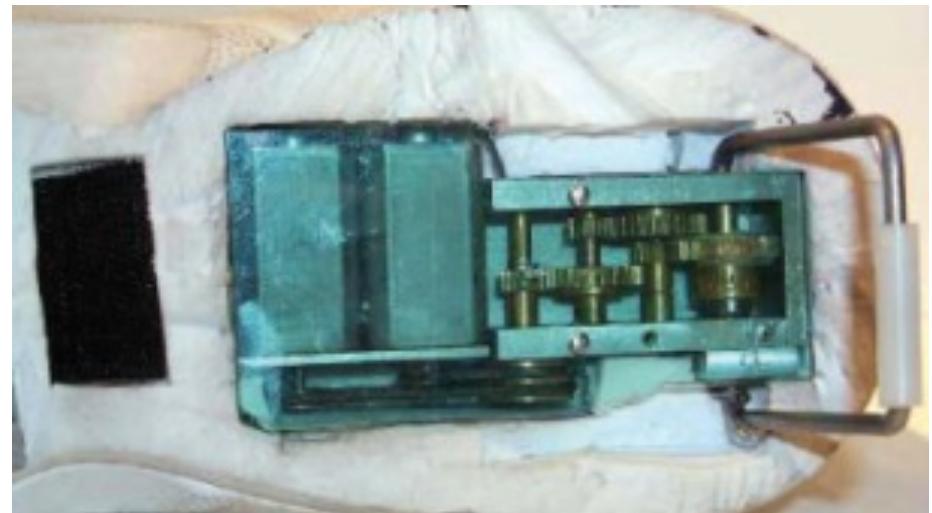


Figure 2. The Seiko Thermic wristwatch: (a) the product; (b) a cross-sectional diagram; (c) thermoelectric modules; (d) a thermopile array. Copyright by Seiko Instruments.

Seiko pulkstenim ir 10 termoelektriski moduļi: 0.5cm^2 , $10\mu\text{A}$ pie 3V uz $\Delta T=5^\circ\text{C}$

Cilvēka ģenerēta enerģija

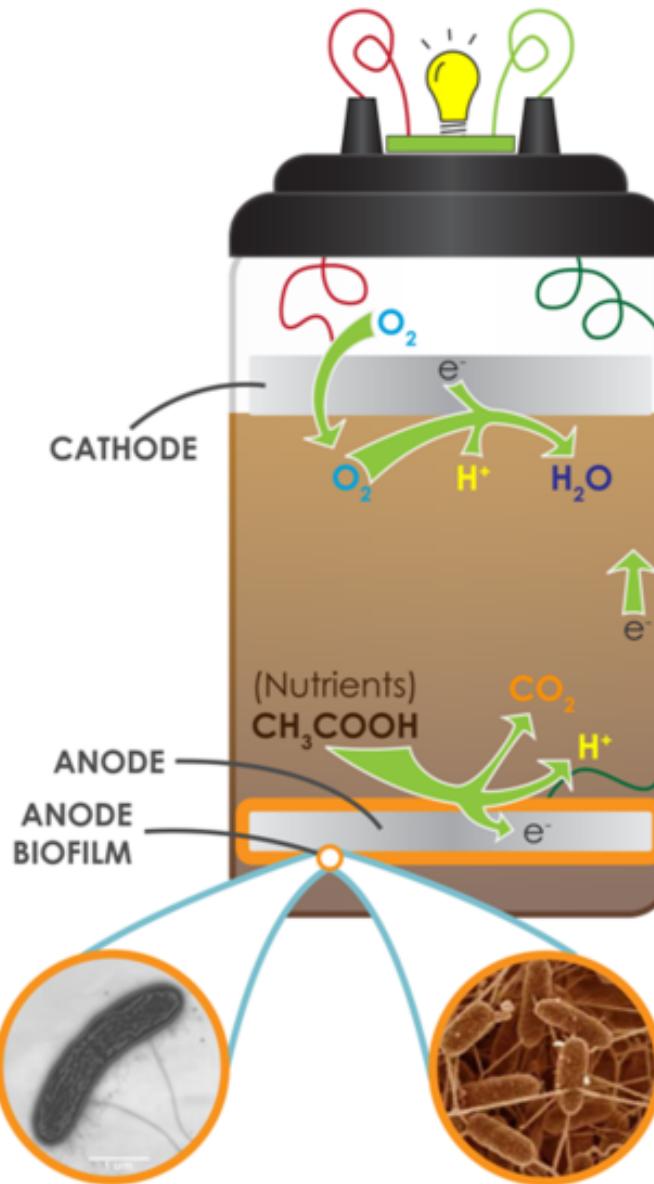
- Cilvēks ģenerē 0.1-1.5kW!
- Soļi: 75kg cilvēks, 1Hz solis, kas rada 1cm spiedienu, ģenerē 7W ar katru kāju

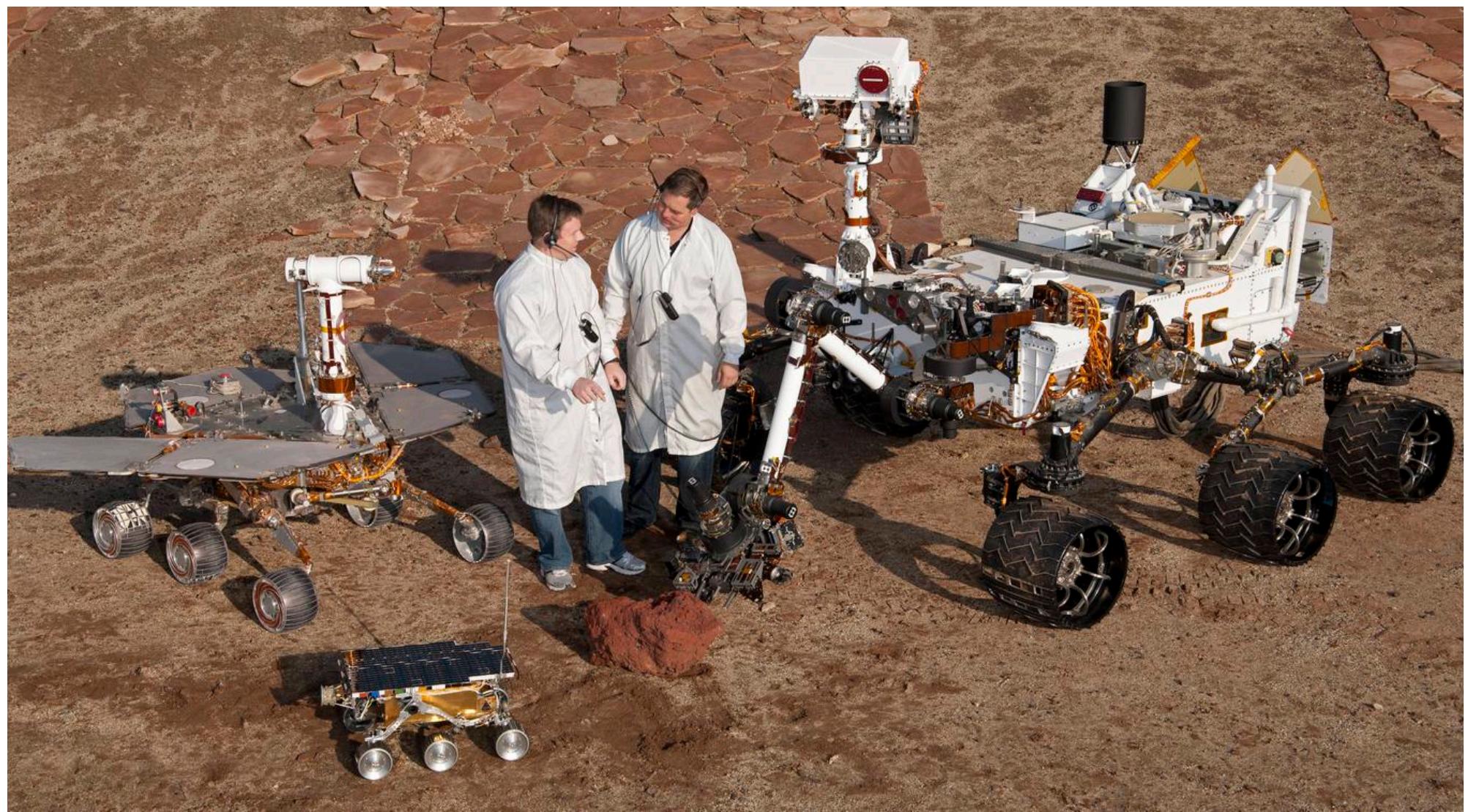


Magnētiskais ģenerators, 250mW (MIT Media Lab)

MFC baterija

- Iespēja iegūt enerģiju no augsnes vai ūdens ar mikroorganismu palīdzību
- Vidēji no vienas šūnas var iegūt 0,014-0,2V 5-10mA





Kopsavilkums

- Bezvadu sensoru tīkli un makroskopi ir interesantas paradigmas
- Jaunas iespējas
- Jauni izaicinājumi

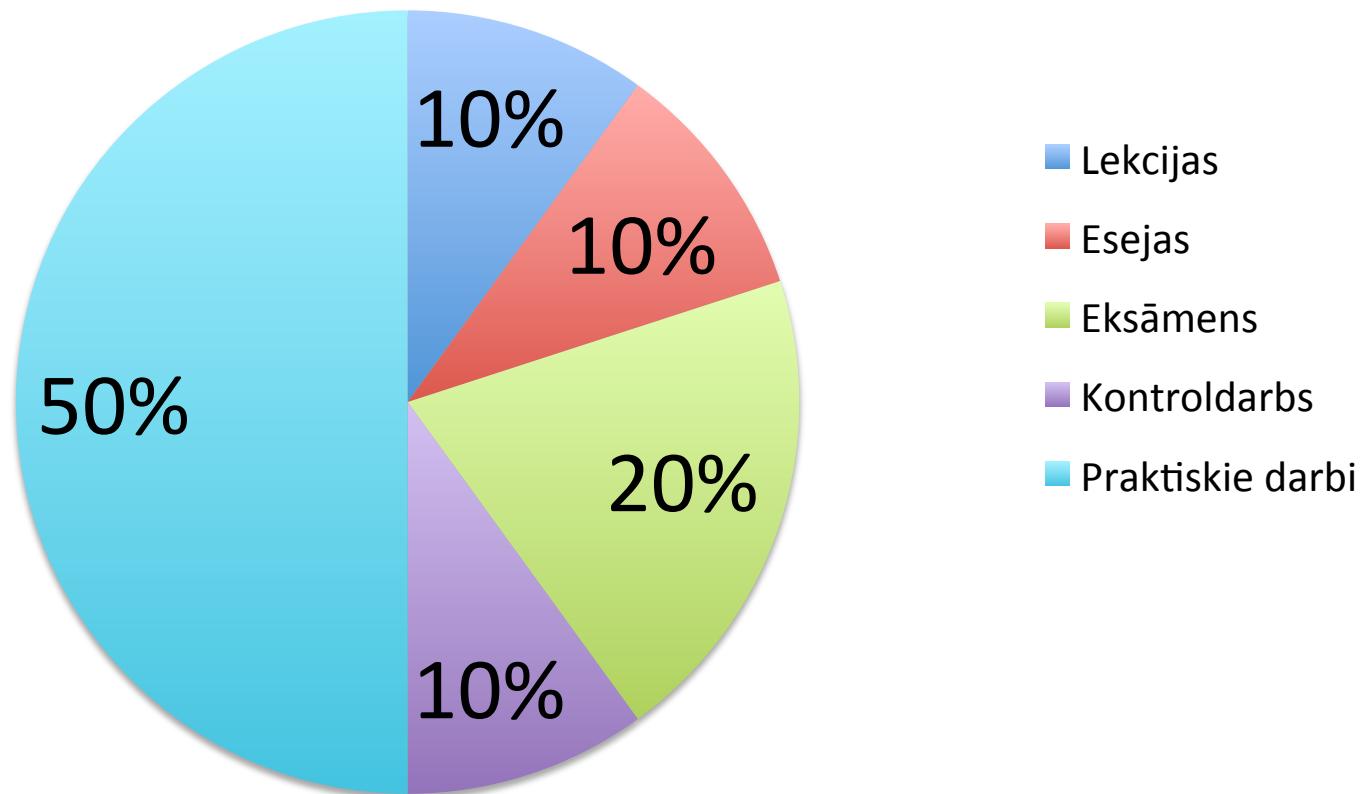
Formāli par kursu

- Bezvadu sensoru tīkli, DatZ3070
- Bakalauri, 5. semestrīs, 4KP
- 312. telpa, trešdienās:
 - Lekcijas: 14:30–16:10
 - Praktiskie darbi: 16:30–18:00

Kāpēc ir vērts kursu apmeklēt?

- Interesantas tēmas
- Praktiskas lietas
- Iespēja daudz iemācīties
- Iespējas atrast tēmas kursa/bakalaura darbiem
- Iespēja profesionāli iesaistīties bezvadu sensoru tīklu pētniecības projektos

Kā tikt pie atzīmes?



$100\% = 9 \text{ (teicami)} + \text{iespēja}$

Papildus iespēja

Lai saņemtu atzīmi 10 (izcili) jāizpilda šādas papildus prasības:

- jānokārto visi pārējie prasību punkti, iegūstot vērtējumu ne zemāku par 95%;
- visi pārbaudes darbi (esejas, kontroldarbs) nokārtoti ne vēlāk kā 5 darba dienas pēc termiņa beigām;
- sekmīgi uzrakstītas visas (100%) kursā uzdotās esejas;
- praktiskā darba projektam ir jābūt strādājošam.

Dalība lekcijās, diskusijās: 10%

- Lekcijās, iespējams, būs lietas, ko grūti atrast mācību materiālos
- Lai nokārtotu kursu, **jāapmeklē vismaz 50% lekciju**
- Apmeklējuma uzskaites forma:
<http://goo.gl/forms/4eCiQ43L1d>
- Katru reizi uz tāfeles stūra būs vārds, kurš jāieraksta formā kopā ar pārējiem datiem

Esejas: 10%

- Pēc katras lekcijas
- Šis, rakstisks, individuāls darbs mājās
- Lai nokārtotu kursu, **vismaz 50% eseju jābūt ieskaitītām**
- Vērtējums:
 - 100%: ir uzrakstīts un par tēmu
 - 0%: nav iesniegts vai pilnīgi ne par tēmu

Praktiskie darbi: 50%

- Pasniedzēja uzdoti projekti – grupu darbs
- Grupā 2-4 cilvēki
- Darbs tiek ieskaitīts atkarībā no sasniegtā rezultāta, kuru subjektīvi novērtē pasniedzējs,
atkarībā no visas grupas ieguldītā

Kontroldarbs: 10%

- Oktobra beigas – novembra sākums, 90min
laika, jānokārto sekmīgi (>39%)
- Materiālu izmantošama maksā -20%
- Visas līdz tam laikam apskatītās tēmas
- Saturs:
 - *multiple-choice* jautājumi
 - īsi, tekstā atbildāmi jautājumi
 - radošais uzdevums: sensoru tīkla piemērs

Eksāmens: 20%

- Analogisks KD
- **Jānokārto sekmīgi**
- Janvārī
- Visa gada viela

Kontroldarbu pārrakstīšana

- Ziņot laicīgi, ja netiekat uz KD!
- Atkārtots KD, iespējams, būs mutiski
- Soda procents par pārrakstīšanu tiek noteikts “pēc apstākļiem”, ievērojot godīgumu
- Novēlota rakstīšana = pārrakstīšana

Melnā piektdiena

- Visiem parādiem ir pēdējais datums, kad
iesniegt darbus: **06.01.2017.**
- Ja pēc šī datuma ir kāds parāds, pasniedzējam
ir tiesības neizlikt atzīmi

Prasību kopsavilkums

- Būs jādarbojas, darbs būs interesants
- Atzīmi veido regulārs darbs semestra laikā
- Šis nav kurss, kur ierasties tikai sesijā ar tekstu “man vajag 4”
- Prasības ir stingras, bet taisnīgas
- No studentiem tiek prasīts tikai tas, ko paši varam izpildīt

Kursa materiāli

- Kursa lapa
 - <http://reinholds.zviedris.lv/wiki/bst2016/sakums>
- Moodle
 - kursa informācija un kalendārs, esejas, ...
- Grāmatas ir LU bibliotēkā
- Publikācijas internetā

Komunikācija

- Moodle un kurga lapa: paziņojumiem
- Moodle forums: jautājumiem un komentāriem
- Twitter: tēmturis #lubst16

Jūsu komentāri par kursa
saturu, formu?

Pirmā eseja

- Tēma: Trīs būtiskās lietas, ar ko jūs asociējat “bezvadu sensoru tīklus”
- Termiņš: 14.09.2016. 10:00
- Iesūtīšana - Moodle

Praktiskā nodarbība

- Tmote Sky
sensoru mezglis
- Uzdevums:
 - pieslēgt *moti*
 - atrast TinyOS direktoriju :)
 - izmēģināt piemēra aplikāciju (Blink)
 - likt *motei* darīt ko jaunu (pamainot piemēra apps)

