

Bezvadu **S**ensoru **T**īkli

ievadlekcija

Uldis Bojārs

Datorikas fakultāte
Latvijas Universitāte

04.sep.2013.

Pasniedzējs

- Uldis Bojārs
 - uldis.bojars@gmail.com
 - twitter: @CaptSolo
- Tēmas:
 - sensoru tīkli
 - virtuālās vides
 - semantiskais un sociālais tīmeklis

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?



Bezvadu
sensoru tīkli

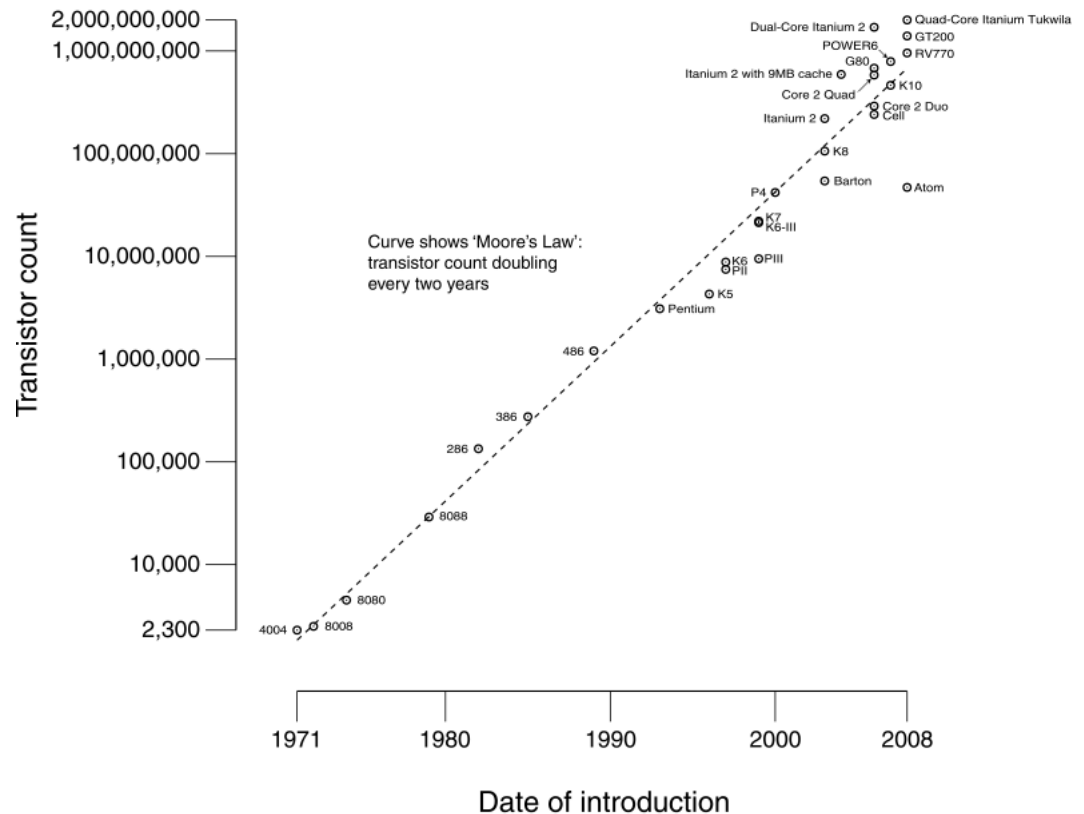
Paregójumi

- Heavier-than-air flying machines are impossible
 - *Lord Kelvin, president, Royal Society, 1895.*
- 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

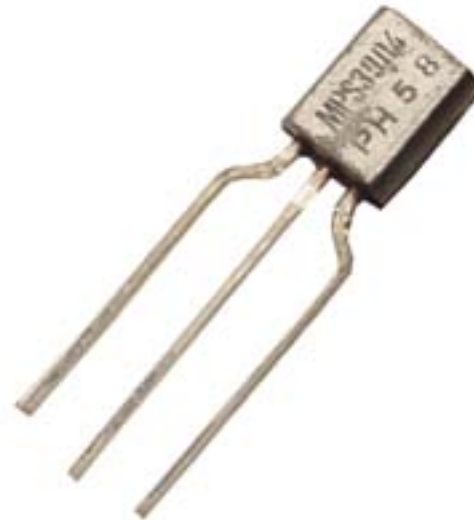
- Tranzistoru skaits procesorā dubultojas ik 18 mēnešus

CPU Transistor Counts 1971-2008 & Moore's Law



Kā izprast Mūra likumu?

- Ko dod arvien mazākie tranzistoru izmēri?



Kā izprast Mūra likumu?

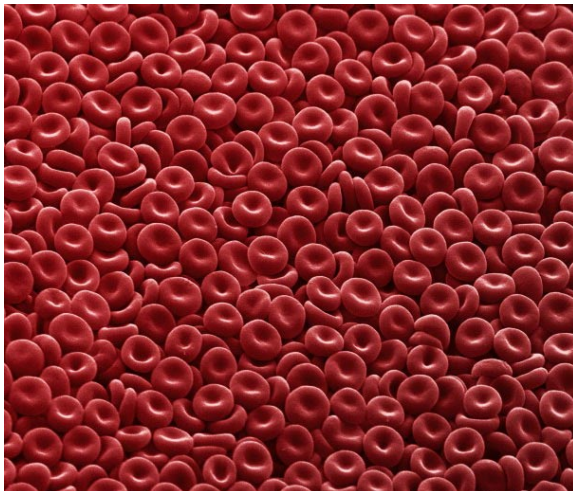
- Ko dod arvien mazākie tranzistoru izmēri?
 - Lielāka veikspēja
 - Mazāki izmēri
 - Mazāks enerģijas patēriņš
- Tranzistoru izmēram ir robežas
- Cilvēce strādā pie “bez-tranzistoru” tehnoloģijām

No citas perspektīvas

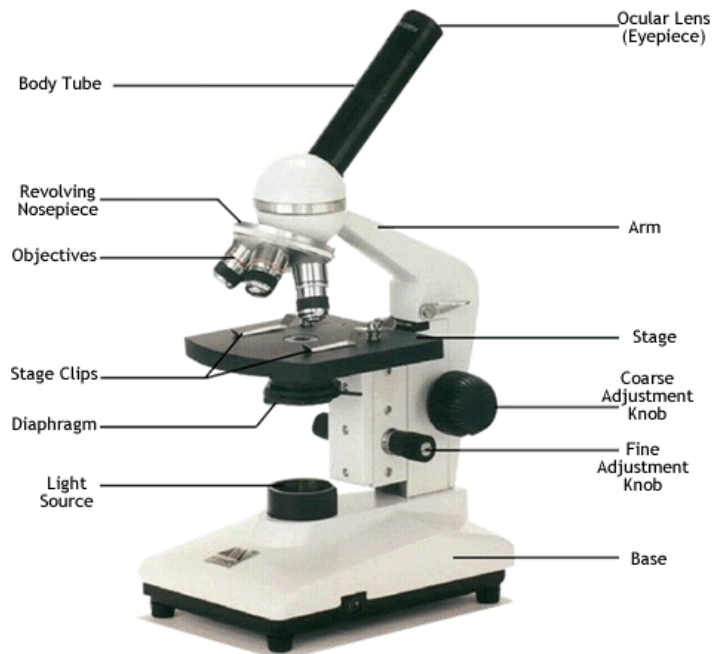
- Kā cilvēki mēra un pēta pasauli?

Mikroskops: 1590.g.

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



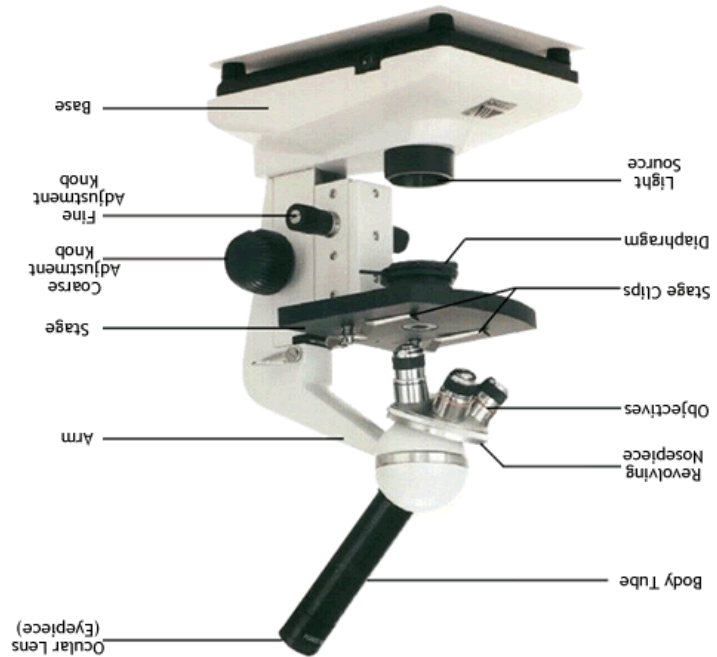
Asins šūnas



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

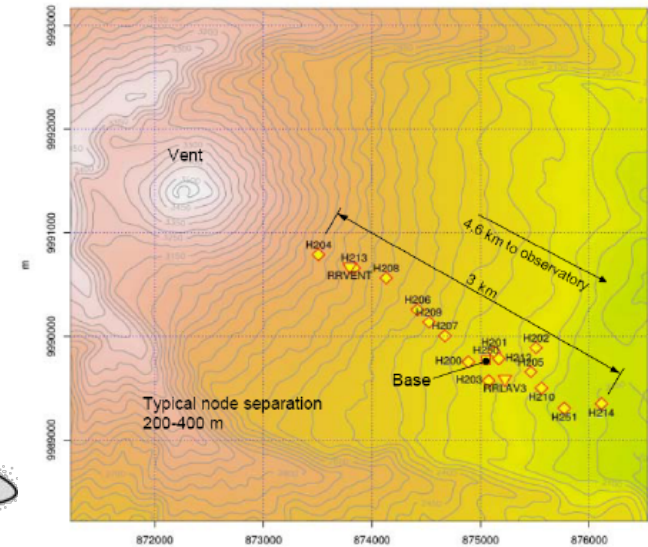
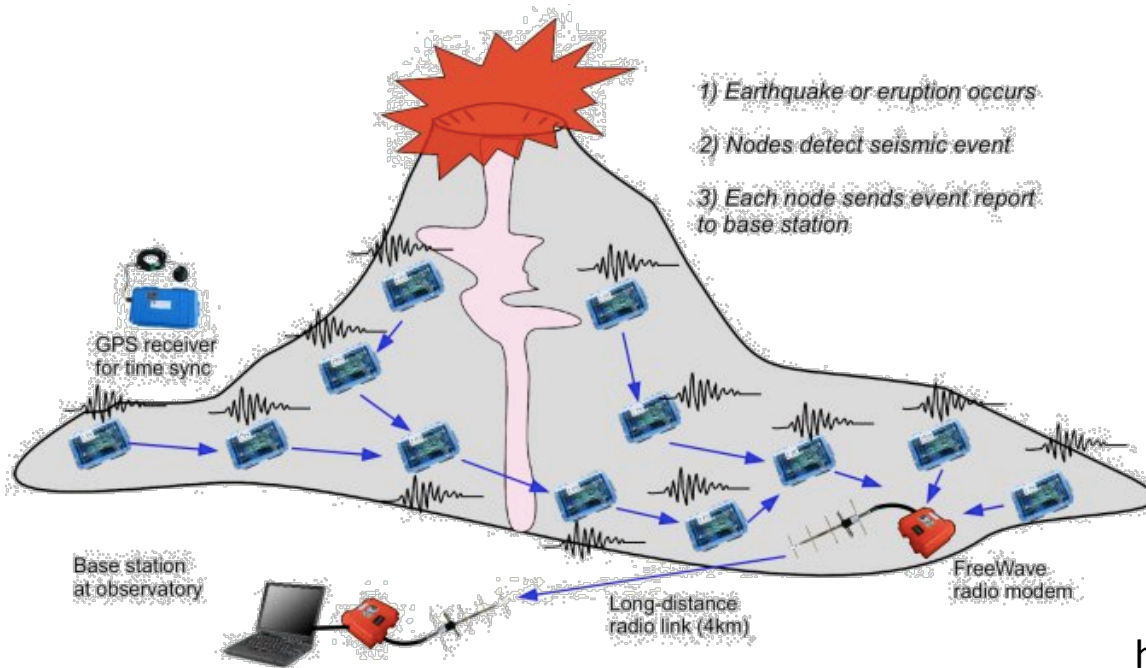
Makroskopi: tā pat, tikai otrādi

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



VolcanoNet

- Harvardas Universitātes bezvadu sensoru tīkls uz vulkāna, Ekvadorā



Cits BST pielietojums: tiltu un ēku novērošana

Weaknesses sought in inspections

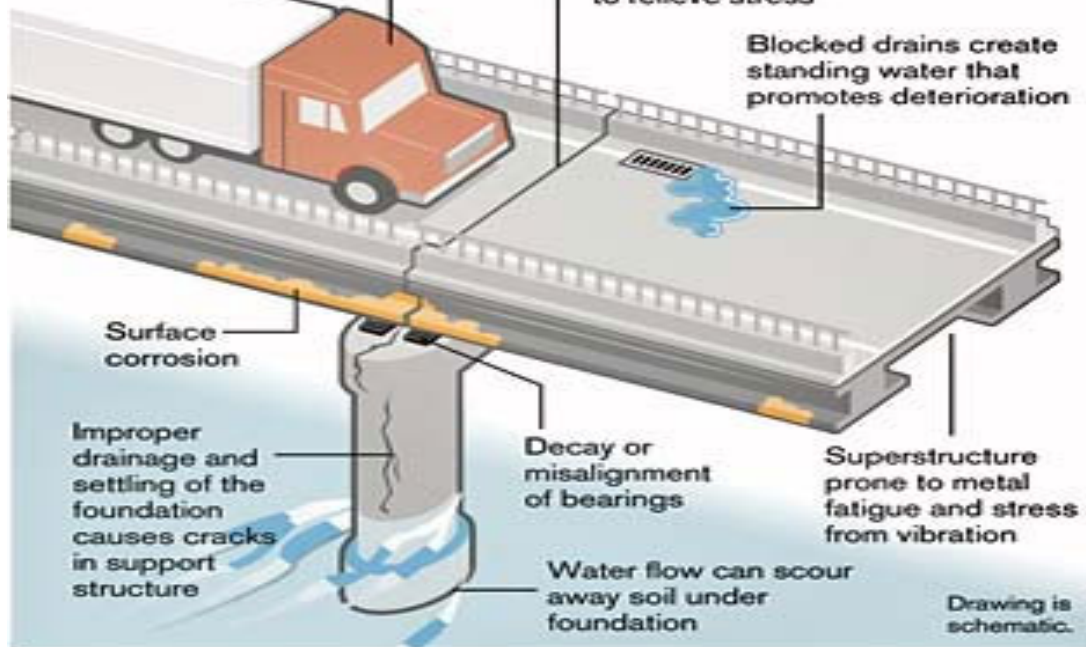
State transportation departments regularly inspect bridges and rate their structural deficiencies, such as cracks, corrosion or other flaws that might reduce their ability to carry vehicles.

Conditions leading to structural weakness

Truck speed, suspension and surface roughness interact to amplify stress on roadway

Debris-clogged joints prevent movement needed to relieve stress

Blocked drains create standing water that promotes deterioration



Source: Federal Highway Administration

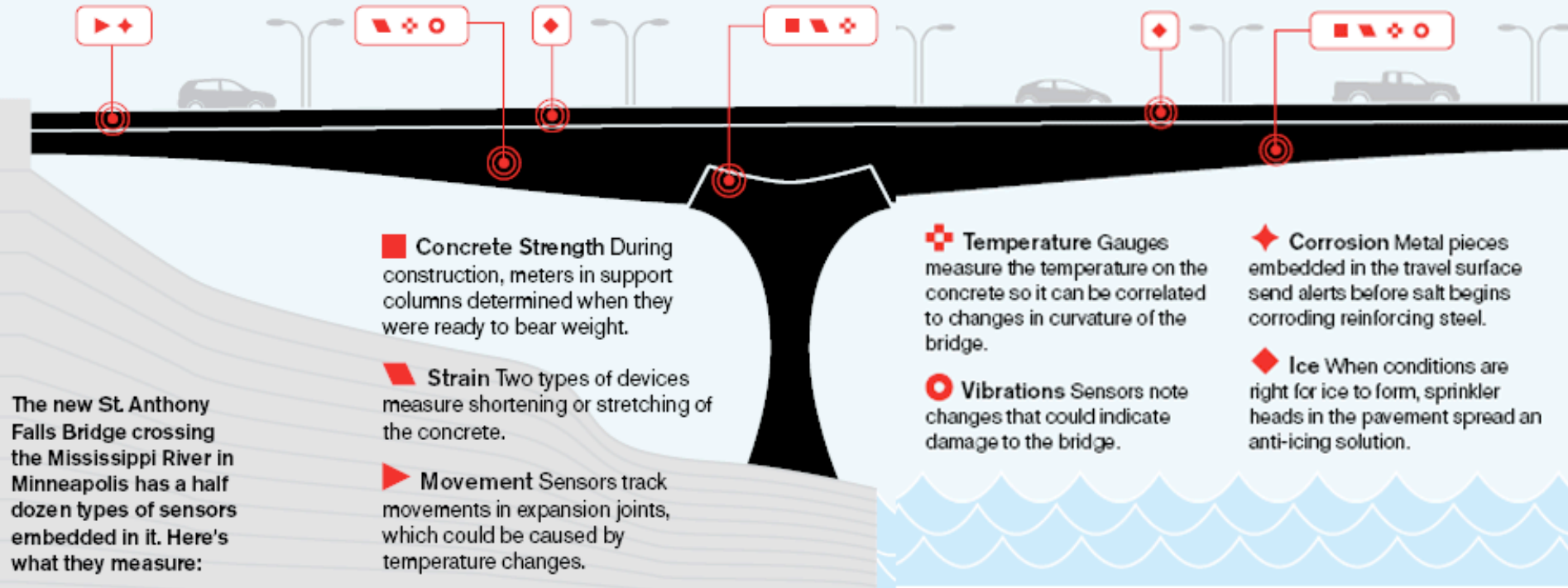
Associated Press



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

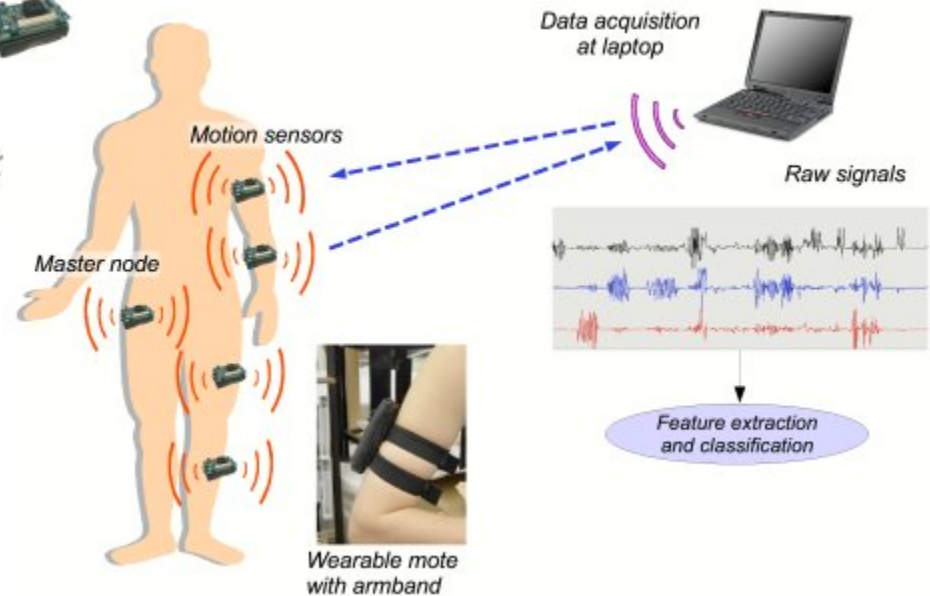
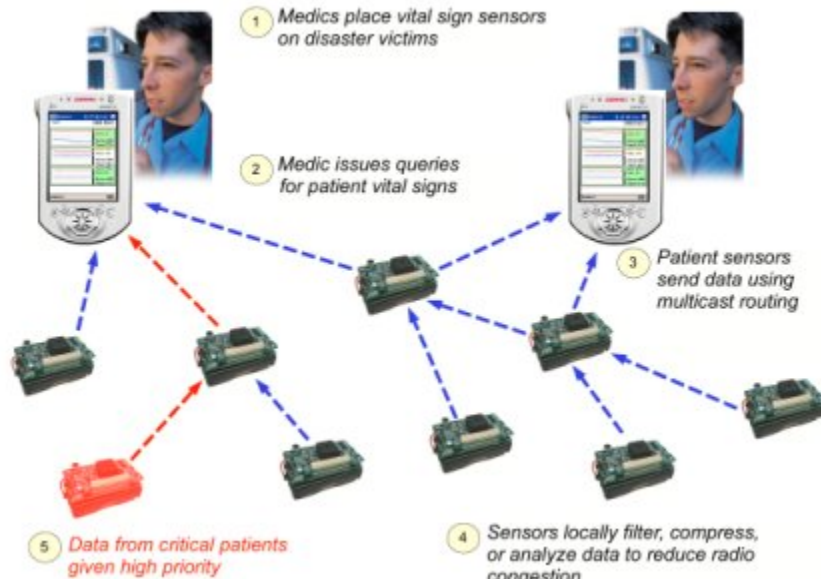


15m

8m

Bāzes stacija

BST pielietojumi medicīnā

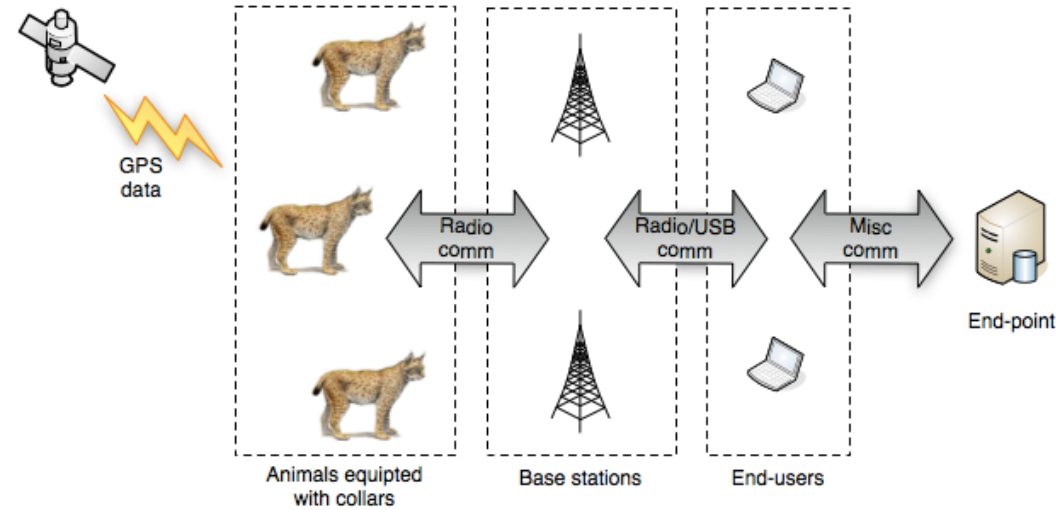


ZebraNet

- 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 zeburu vietā lūši: LynxNet



LynxNet arhitektūra: zvēri, bāzes stacijas un savācēji

Viltus lūsis vārdā Spaiks

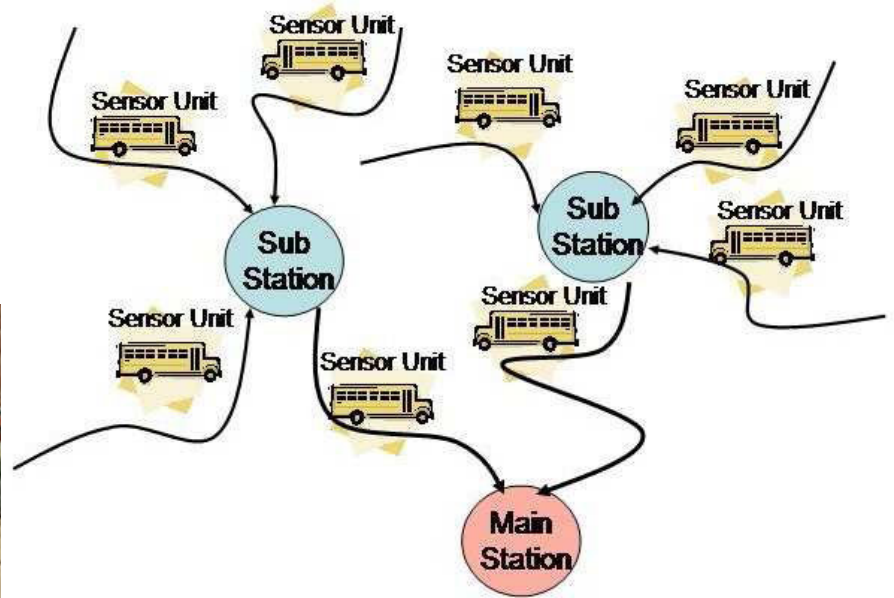


Antenas testi mežā

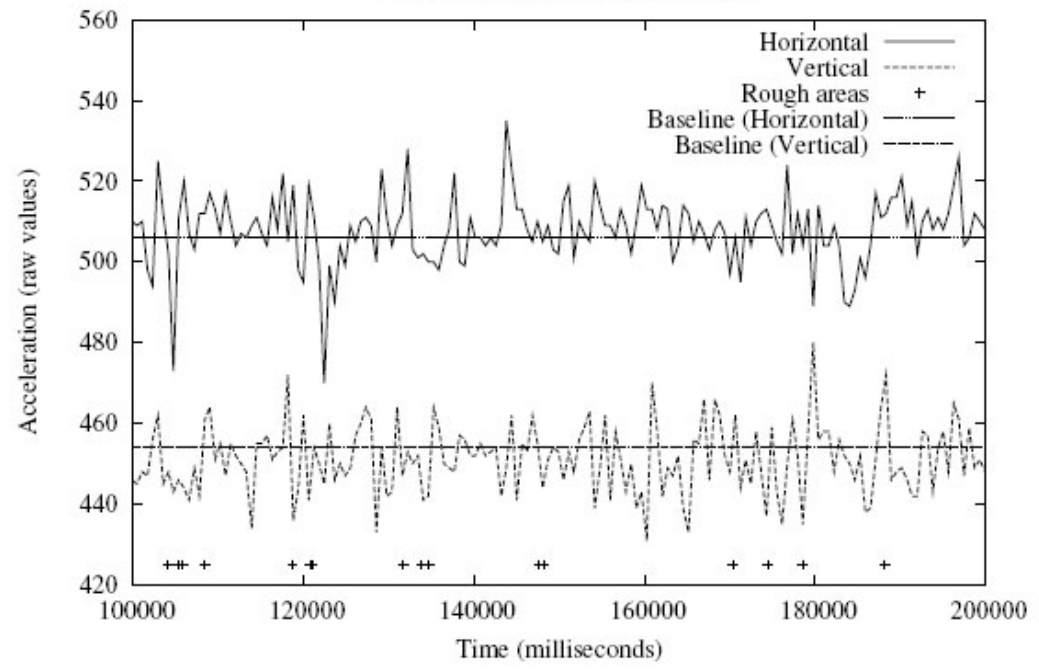


Lūša digitalizācijas aprīkojums

BusNet Šrilankā



Vertical and Horizontal Acceleration



BikeNet, Dartmouth College, USA



Secret Squirrel

Total Rides: 7 Total Minutes: 480.0 mins Total Distance: 69.4 km

[\[help\]](#)

bikeView

Rides

Aug 14th 2007 12:36:22 (22.7 Km)

Aug 12th 2007 08:26:13 (18.1 Km)

Dec 20th 2006 14:03:39 (9.1 Km)

Dec 18th 2006 11:09:48 (4.8 Km)

Dec 16th 2006 15:02:39 (4.8 Km)

Dec 2nd 2006 13:47:04 (5.1 Km)

Nov 25th 2006 22:24:06 (4.8 Km)

Data Sharing / Live Query Submission

[Control Panel](#)

Click on Bike Sensor



joy

performance

None



POWERED BY
Google

Imagery ©2008 DigitalGlobe - Terms of Use

Legend (decibels)	68.2 to 69.9	69.9 to 71.7	71.7 to 73.4	73.4 to 75.1	75.1 to 76.9	76.9 to 78.6	78.6 to 80.4	80.4 to 82.1	82.1 to 83.9
-------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Sensor Selected

sound reading

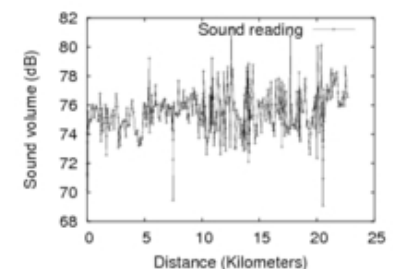
Selected Ride Statistics

Aug 14th 2007 12:36:22

Distance	22.7 km
Duration	280.0 mins
Joy	N/A
Performance	N/A

Sensor Data

[\[zoom\]](#)



Participatory sensing



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

EDI

Elektronikas un datorzinātņu institūts (EDI)

- dibināts 1960. gadā
- neatkarīga institūcija
- aktuālās pētījumu tēmas:
 - signālu apstrāde
 - attēlu analīze un apstrāde
 - biometrija
 - kiberfizikālās sistēmas, sensoru tīkli



Kiberfizikālo sistēmu laboratorija:

- dibināta 2012. gada februārī
- 10 darbinieku (divi zinātņu doktori, četri doktoranti)

Kontakti un saites:

E-pasts: info@edi.lv

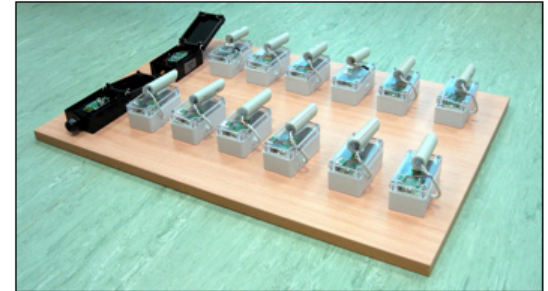
Web: <http://www.edi.lv>



Kiber-fizikālo sistēmu grupa

Ar ko nodarbojas pētniecības grupa?

- **programmatūras** izstrāde bezvadu sensoru tīkliem
- sensoru tīklu **aparātūras** izstrāde & pielāgošana
- sensoru tīklu **pielietojumi** vides novērošanai u.c.
- sensoru tīklu **programmēšanas valodas & vides** izstrāde



Rezultāti

- *SADmote* – sensoru ierīce vides novērošanai
- *CarMote* – sensoru ierīce automašīnām
- *MansOS* – sensoru tīklu operētājsistēma
- *SEAL* – programmēšanas valoda sensoru tīkliem
- *SAD* – sensoru tīklu pielietojums lauksaimniecībā



Starpbrīdis

Kas ir BST?

Bezvadu

Sensoru

Tīkls

Vieglāk paskaidrot šādā secībā

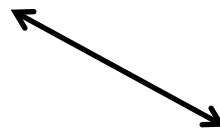
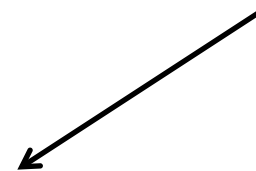
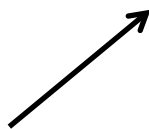
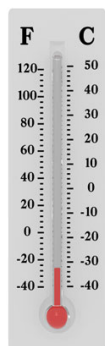
Sensoru

Tīkls

Bezvadu

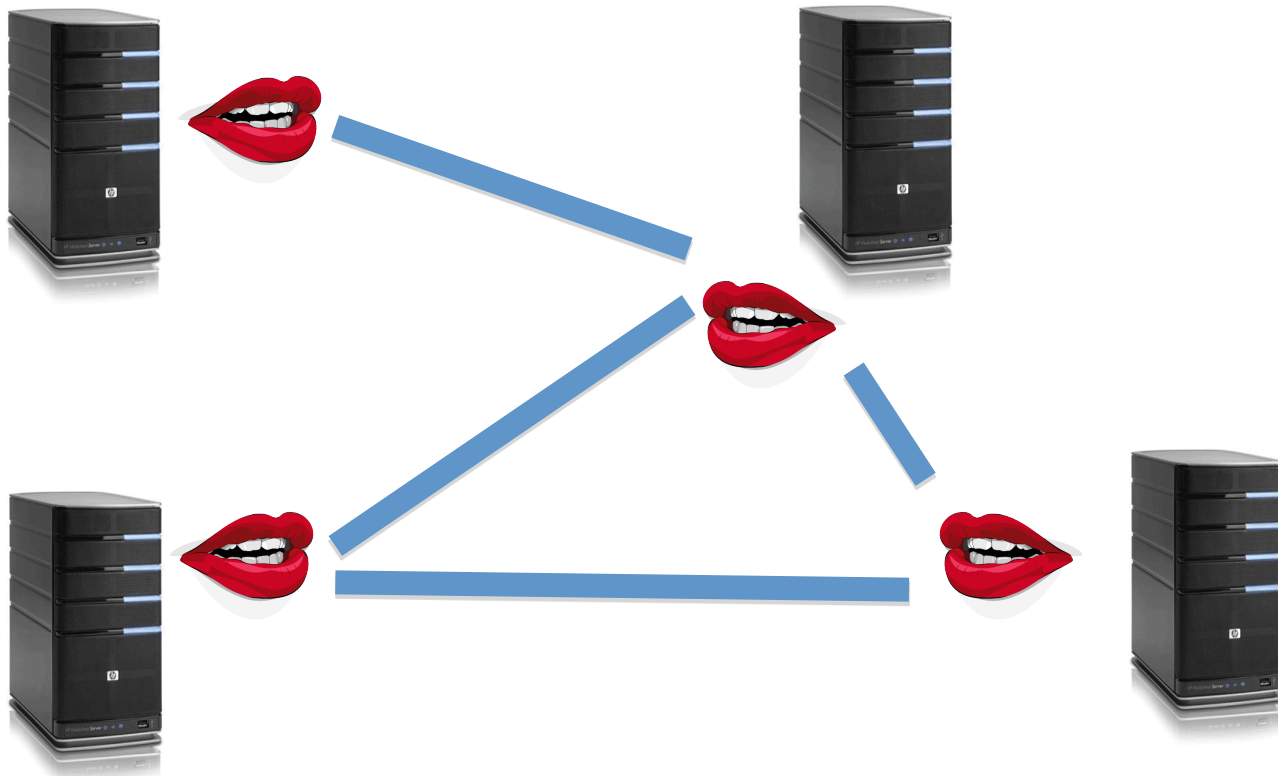
Sensoru

- Patiesībā jāsaprot kā datoru ar sensoriem: sensoru mezgls
- Papildus arī aktuatori



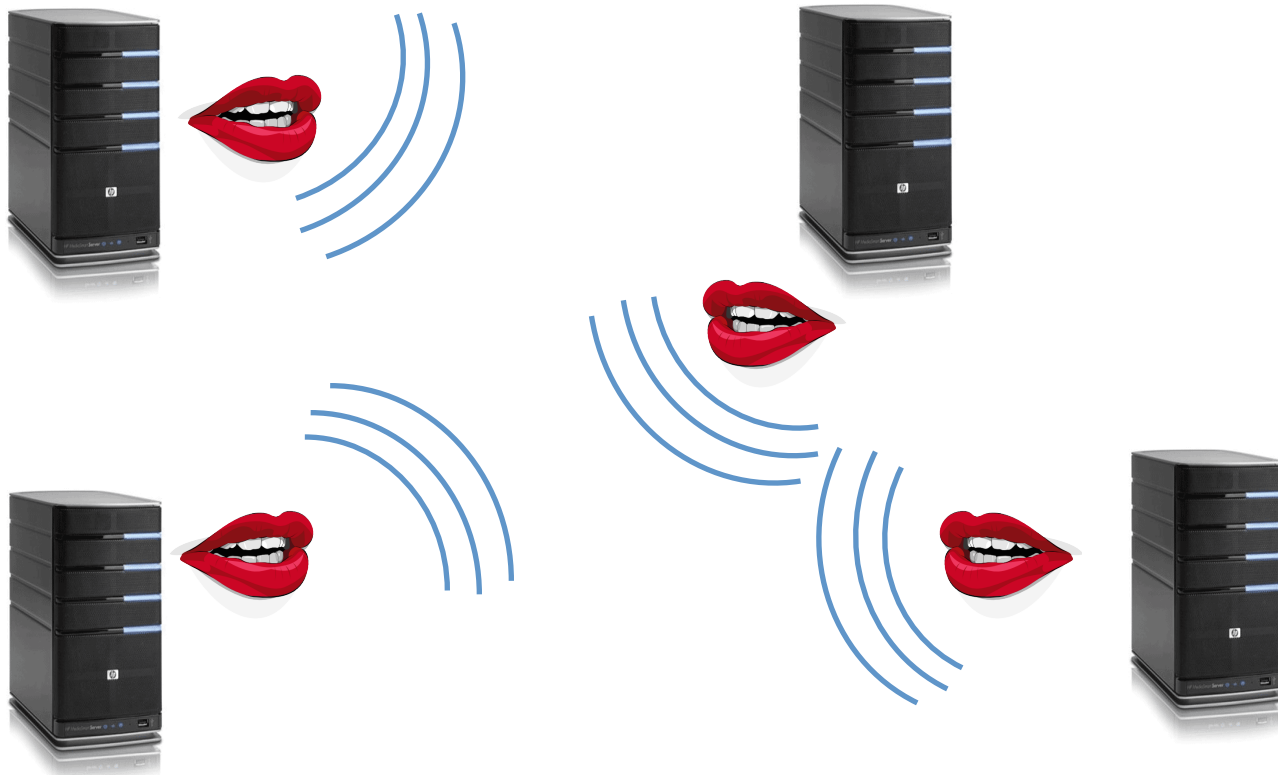
Tīkls

- Vairāki sensoru mezgli savienoti ar komunikācijas kanāliem



Bezvadu

- Tīkls ar bezvadu komunikācijas kanāliem



Tātad

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

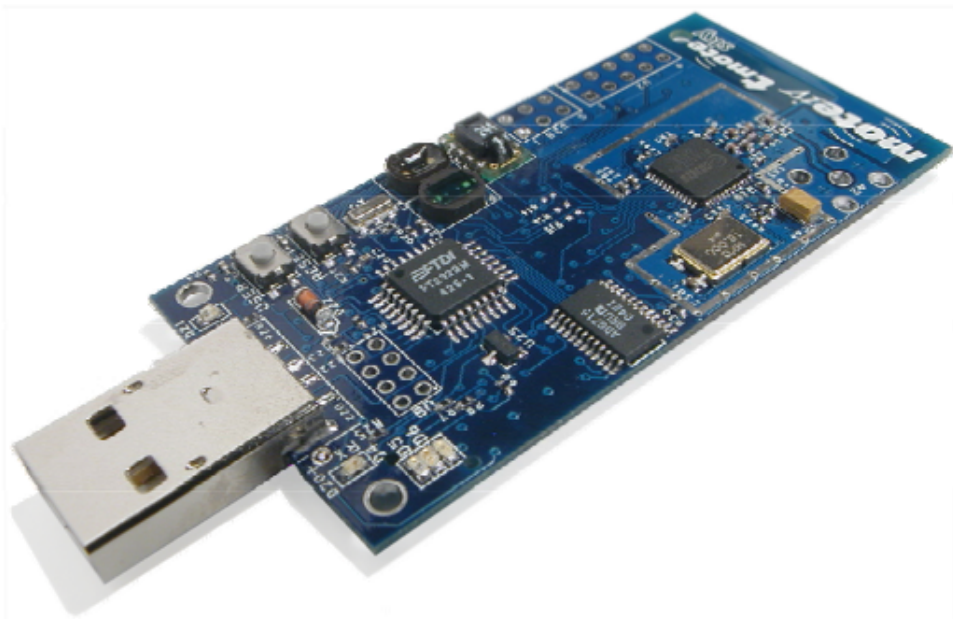
BST definīcijas

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

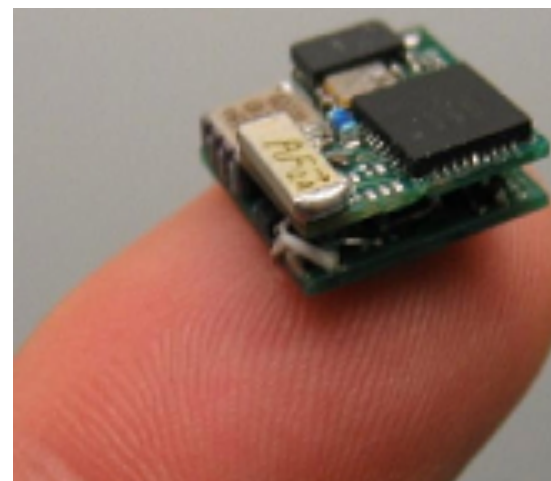
BST tipiskās īpašības

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

Sensoru mezglu piemēri



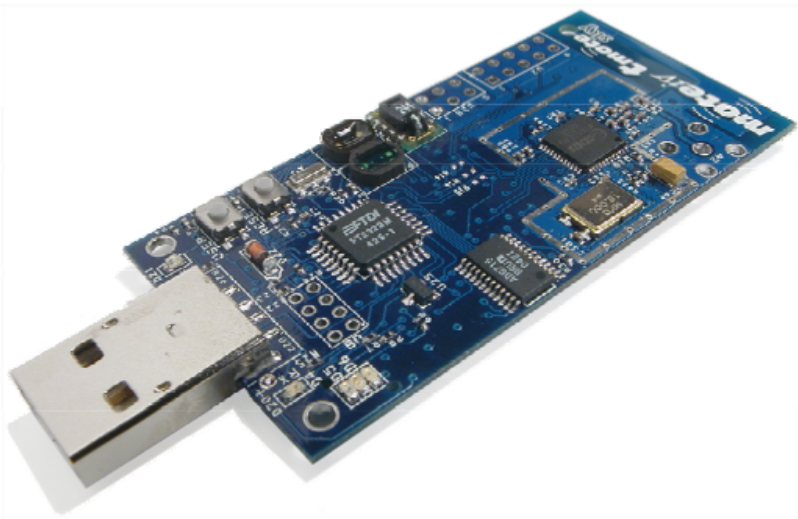
TMote Sky



EcoMote

Kas ir Mote?

- BST kontekstā Mote = sensoru mezgls iegultas sistēmas izpildījumā



BST Mote

≠



Dr Motte, Trance DJ

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: 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

Diskusija

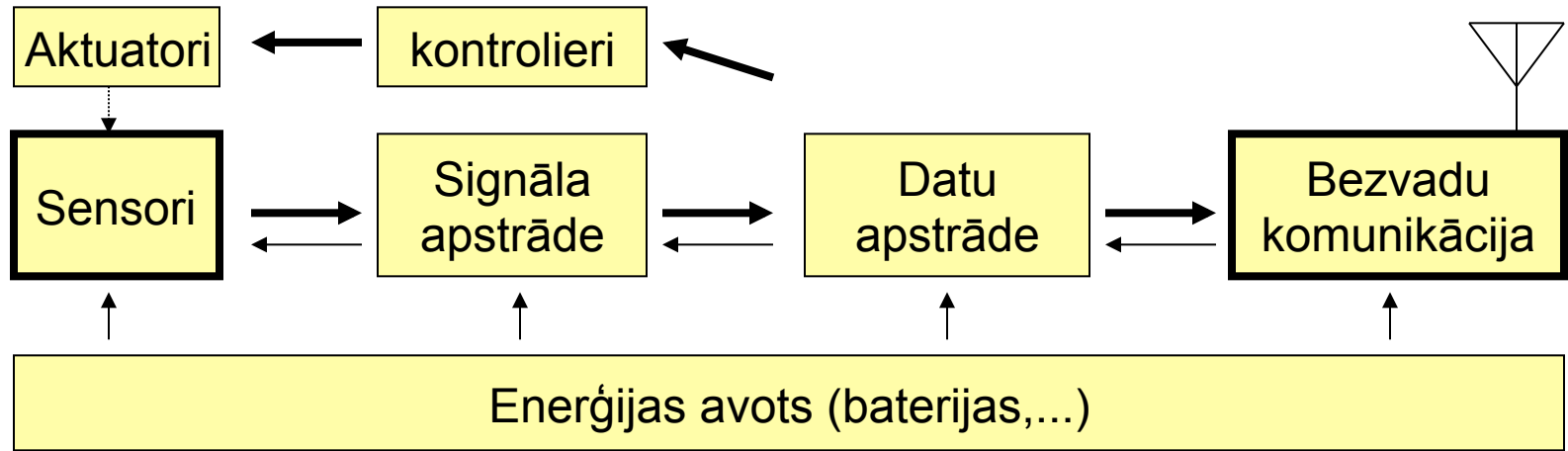
- kādas ir sensoru tīklu “ēnas puses” ?
- vai “Lielais brālis” visu vēro?

BIG BROTHER



**IS WATCHING
YOU**

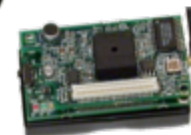
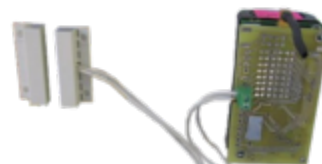
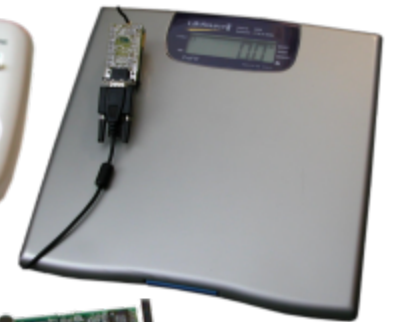
Iegultās sensoru iekārtas



Pulss, SpO2



Tripwire Kustība, gaisma Asins spiediens Svari



Putekļi

ECG

Slēdzis, durvis

Vides sensori

Programmatūras risinājumi

- BST operētājsistēmas:
 - TinyOS
 - LiteOS
 - MansOS
 - Contiki
 - ...
- Programmēšana valodās 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 vienāds pulkstenis?
- Lokalizācija
 - Kur es esmu?

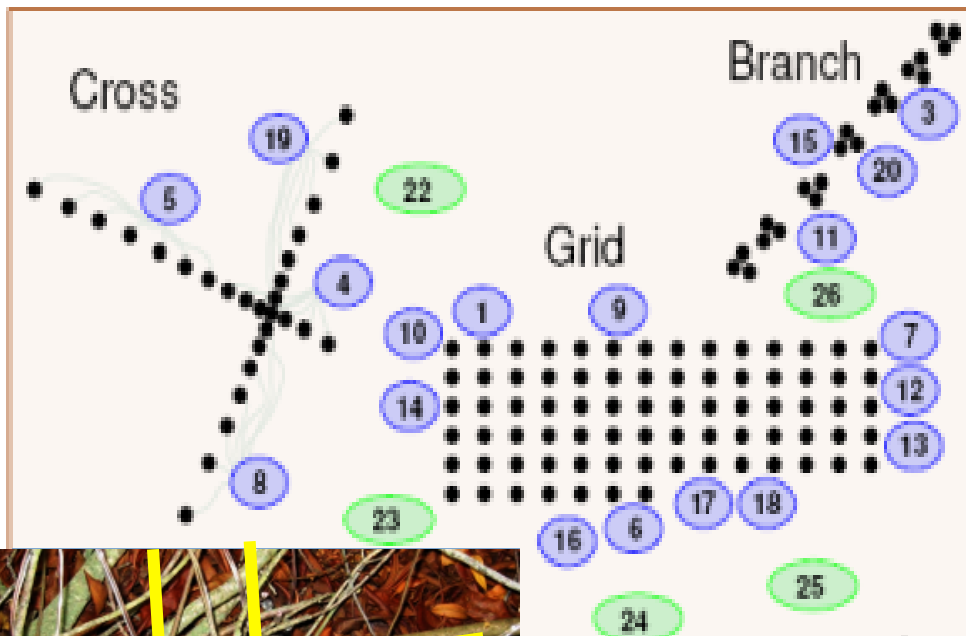
BST problēmas II

- Enerģijas taupība
 - Kā ilgāk strādāt ar tām pašām baterijām?
- Izturība
 - Kā sistēmai nodrošināties pret negadījumiem un paš-ārstēties?
- Drošība un privātums
 - Kā nenodot datus nepiederošiem un ignorēt svešas komandas?

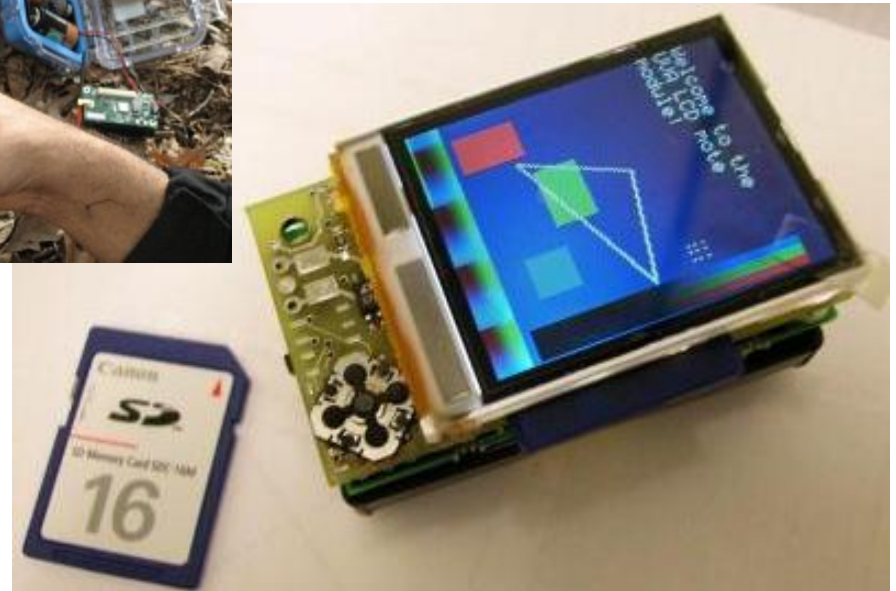
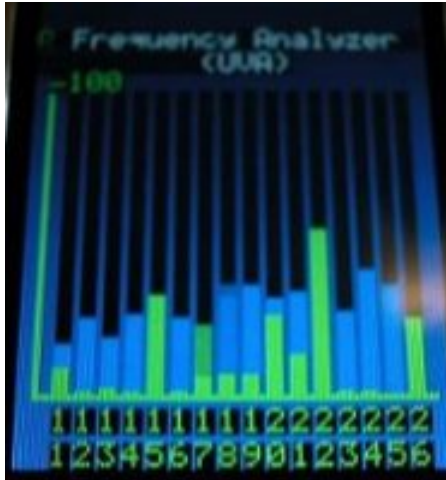
BST problēmas III

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

Makroskops Hog salā



Saskarnes



Mobile telefoni kā motes

- Daļa problēmu atrisinātas, bet rodas citas

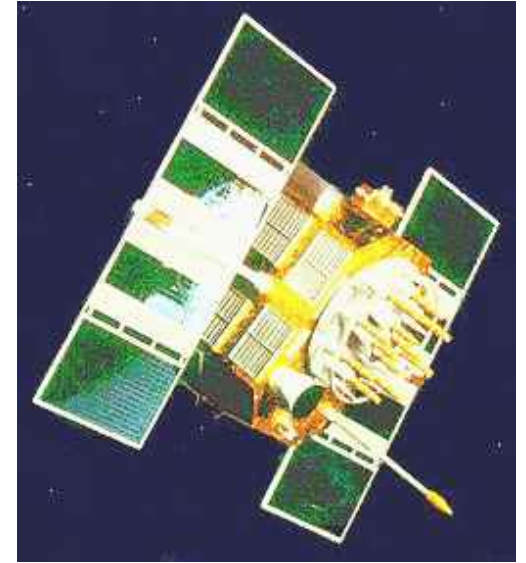


Kur ņemt enerģiju?

- Ja arī taupot nepietiek, jāmek savākt no:
 - Saules
 - Vēja
 - Temperatūras starpības
 - Spiediena

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

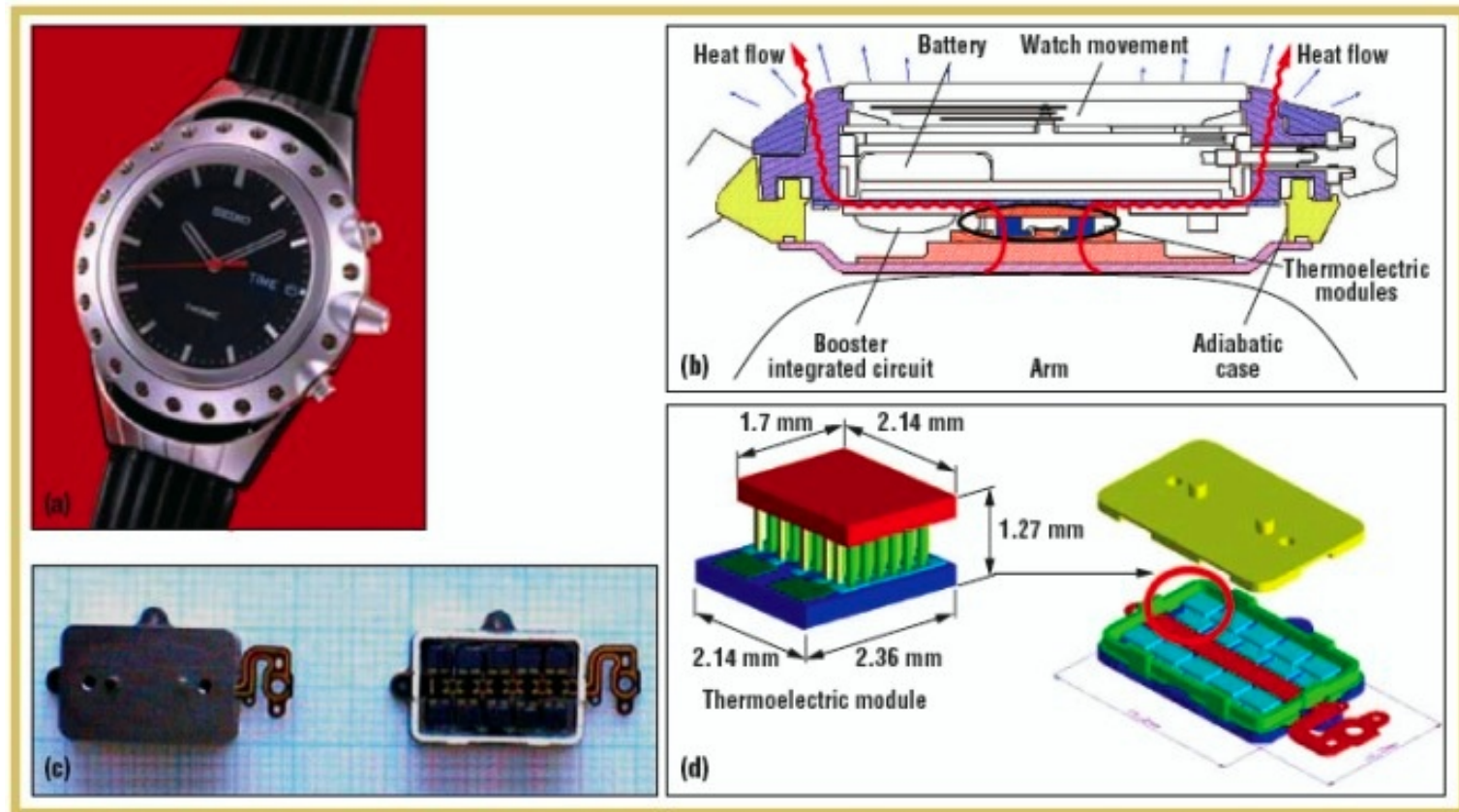


Figure 2. The Seiko Thermic wristwatch: (a) the product; (b) a cross-sectional diagram; (c) thermoelectric modules; (d) a thermopile array. Copyright by Seiko Instruments.

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)



Kopsavilkums

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

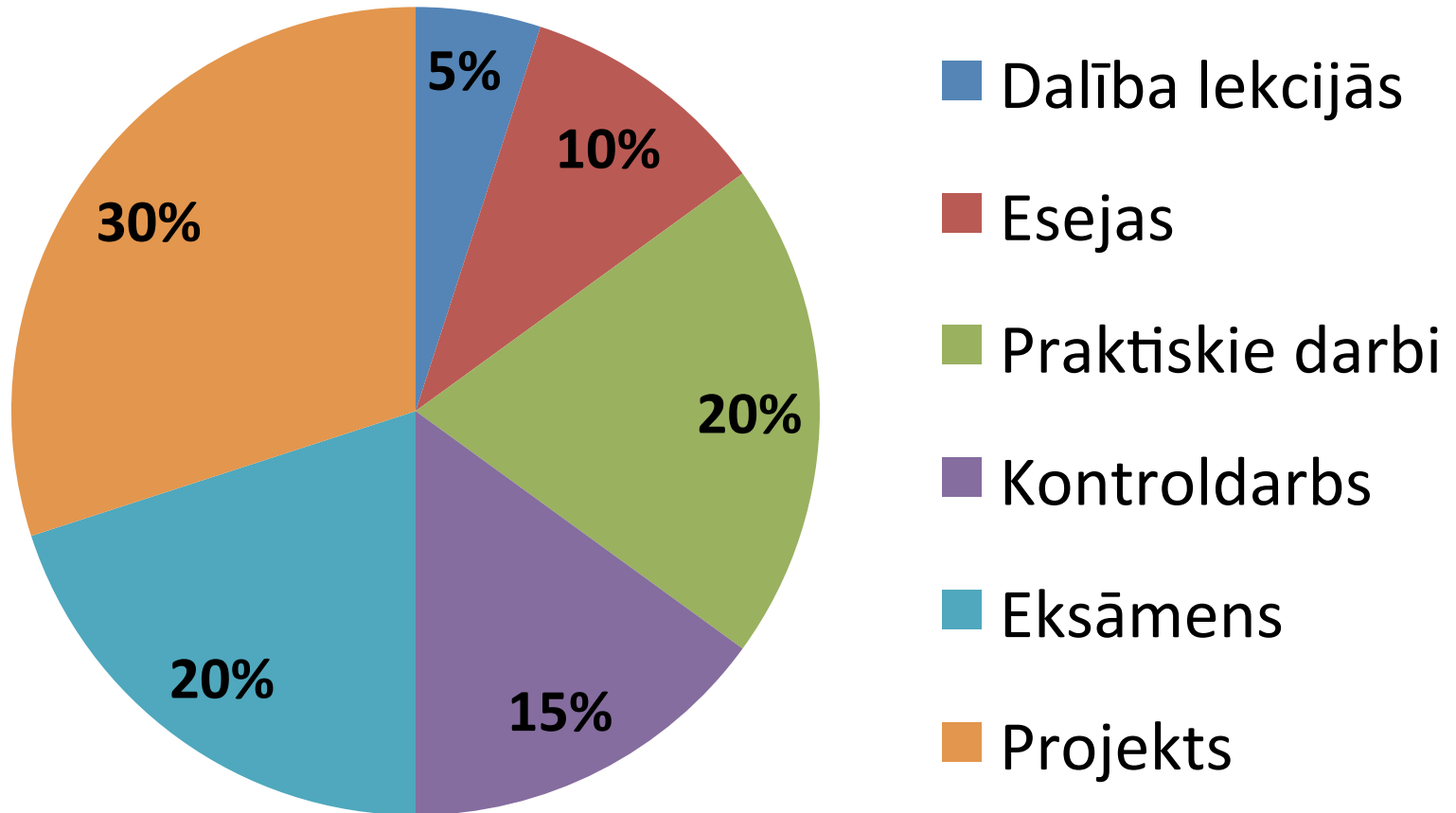
Formāli par kursu

- Bezvadu sensoru tīkli, DatZ3253
- Bakalauri, 5. semestris, 4KP
- 312. telpa, trešdienās:
 - Lekcijas: 12:30–14:00
 - Praktiskie darbi: 14:30–16:00

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 balles (+ skat. i-iespēju)

Papildus i-iespēja

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

- jānokārto visi pārējie prasību punkti, iegūstot vērtējumu ne zemāku par 95%
- kursa projekts jārealizē līdz praktiskai sensoru tīkla demonstrācijai
- visi pārbaudes darbi (esejas, praktiskie darbi, kontroldarbi, kursa projekts) nokārtoti ne vēlāk kā 5 darba dienas pēc termiņa beigām
- sekmīgi uzrakstītas visas (100%) kursā uzdotās esejas

Dalība lekcijās, diskusijās: 5%

- Lekcijās, iespējams, būs lietas, ko grūti atrast mācību materiālos
- Lai nokārtotu kursu, **jāapmeklē vismaz 50% lekciju**
- Jautājums: kā fiksēsime apmeklējumu?

Esejas: 10%

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

Praktiskie darbi: 20%

- Programmēšanas uzdevumi
- TinyOS, MansOS, Contiki vai Mantis vidē
- Būs 3-5 darbi, **sekmīgi jānokārto visi**
- Drīkst izmantot tīmeklī atrodamos koda piemērus, lietojot atsauces
- Nedrīkst izmantot BST studentu darbus, tai skaitā, iepriekšējo gadu

Kontroldarbs: 15%

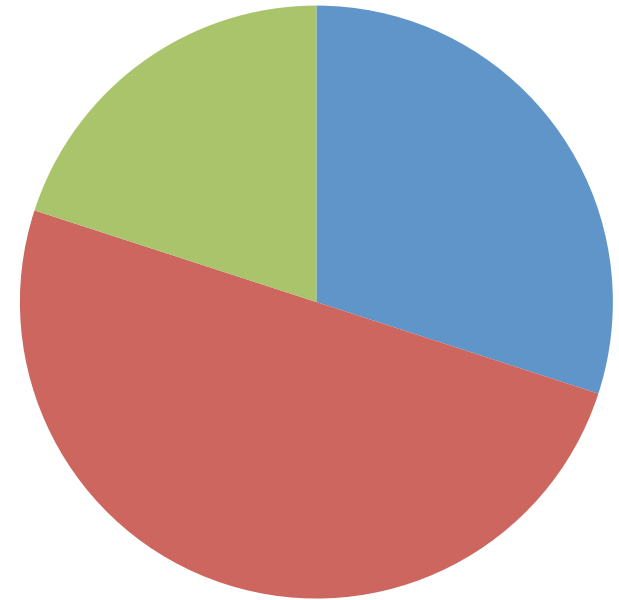
- ~6. novembris, 90min laika, **jānokārto sekmīgi (>39%)**
- Materiālu izmantošama maksā -20%
- Visas līdz tam laikam apskatītās tēmas
- Saturs:
 - *multiple-choice* jautājumi
 - īsi, tekstā atbildāmi jautājumi
 - radošais uzdevums: sensoru tīkla piemērs

Eksāmens: 20%

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

Kursa projekts: 30%

- Lielākā atzīmes daļa!
- 1-3 cilvēku komanda
- Sensoru tīkla pielietojuma izstrāde
- Semestra vidū būs *checkpoint*
- Sesijas laikā prezentācija
- **Prezentācija ir obligāta**
- **50% par realizāciju!**
- Realizācijas novērtējums:
 - Ir demonstrējams tīkls: 50-100%
 - Ir “kaut kas” praktiski rādāms: 30-50%
 - Ir tikai “ja būtu, tad būtu”: 0%



■ Plakāts

■ Realizācija

■ Uzstāšanās

Praktisko darbu kavēšana

- Darbu iesniegšanas termiņš tiek paziņots ne vēlāk kā nedēļu iepriekš
- Darbs jāiesniedz noteiktajā datumā līdz 10:00!
- Iesniedzot darbu laikā: 100%
 - Kavējot līdz 1 nedēļai: -25%
 - Kavējot vairāk par 1, bet mazāk par 2 ned.: -50%
 - Kavējot vairāk kā 2 nedēļas: -70%

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: **10.01.2014.**
- Ja pēc šī datuma ir kāds parāds, pasniedzējam ir tiesības neizlikt atzīmi

Prasību kopsavilkums

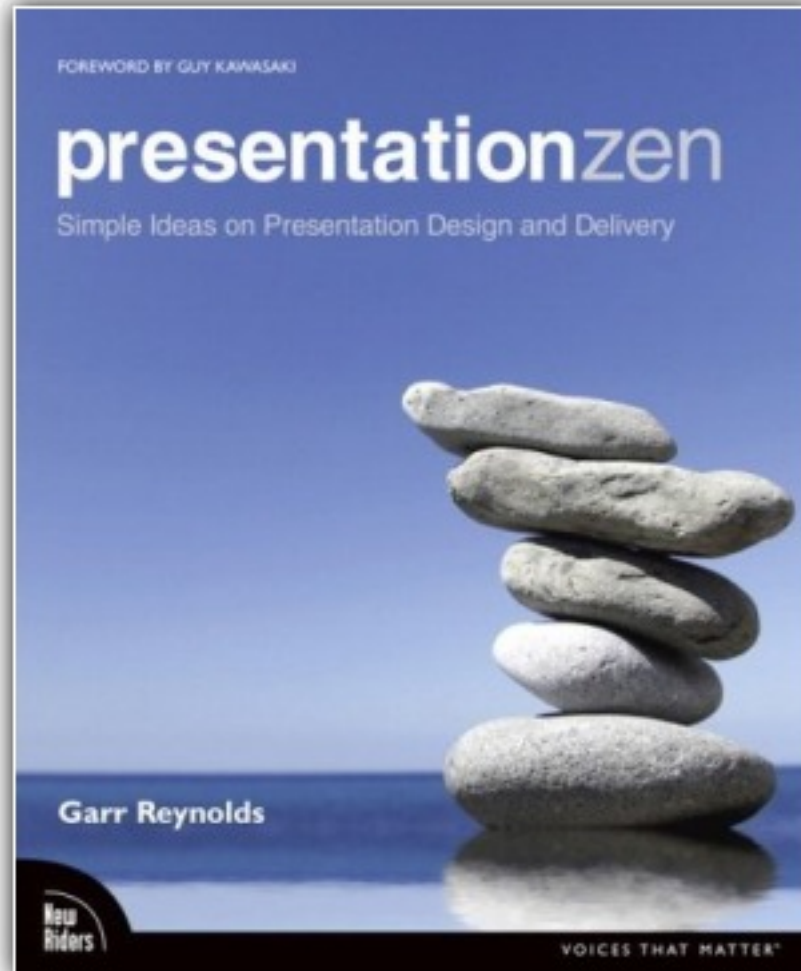
- Būs jādarbojas, darbs būs interesants
- Atzīmi veido regulārs darbs semestra laikā
- Šis nav kurss, kur ierasties tikai sesijā ar tekstu “man vajag 4”
- Prasības ir stingras, bet taisnīgas
- No studentiem prasam tikai to, ko paši varam izpildīt

Kursa materiāli

- **Wiki:** <http://selavo.lv/wiki/index.php/LU-BST-b13>
(<http://tinyurl.com/lu-bst-b13>)
 - kursa informācija un kalendārs, mājas darbi, esejas, ...
- Iepriekšējā gada materiāli:
<http://selavo.lv/wiki/index.php/LU-BST-b12>
Grāmatas ir LU bibliotēkā
- Publikācijas: internetā



Grāmata, ko der izlasīt



Komunikācija

- Kurasa liste: lu-bst-b@googlegroups.com
 - pieteikties: <http://groups.google.lv/group/lu-bst-b>
- Jautājumi, komentāri, paziņojumi
- Visiem pienākums:
 - **būt reģistrētiem kursa listē**
 - vismaz 1x darba dienā pārbaudīt epastu
- Ieteicams pārbaudīt arī 1h pirms lekcijas

Pirmais mājas darbs

- Epasts ar tekstu “Mani sauc <vārds> <uzvārds>, mans apliecības nr ir <aplNr>, mans mob tel ir <mobnr>, vēlos reģistrēties BST grupā”
- Atsūtīt uz uldis.bojars@gmail.com
- Termins: 11.09.2012. 10:00

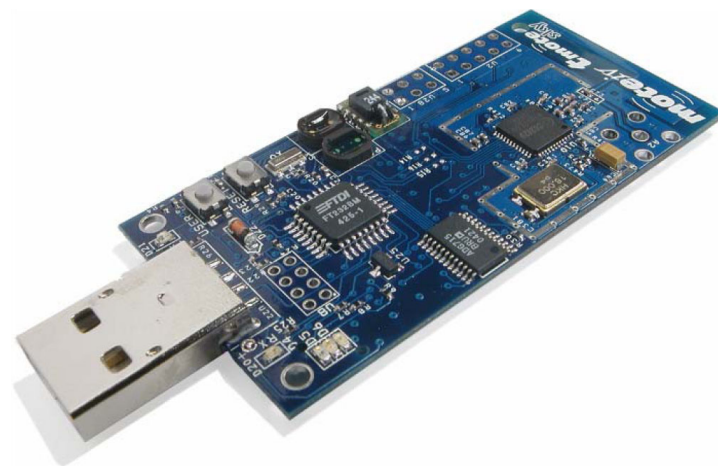
Jūsu komentāri par kursa saturu, formu?

Pirmā eseja

- Tēma: Trīs lietas, ko no šīs lekcijas “paņemšu līdzī”
- Terminš: 11.09.2012. 10:00
- Sūtīt e-pastā: uldis.bojars@gmail.com

Praktiskā nodarbība

- Tmote Sky sensoru mezgls



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