

Lokalizācija

Uldis Bojārs

Kurss “Bezvadu sensoru tīkli” [B]

Datorikas fakultāte

Latvijas Universitāte

30.okt.2013.

Lokalizācija ir

- Viena no BST pamatproblēmām
- Viena no sarežģītākajām
- Viena no visvairāk pētītajām

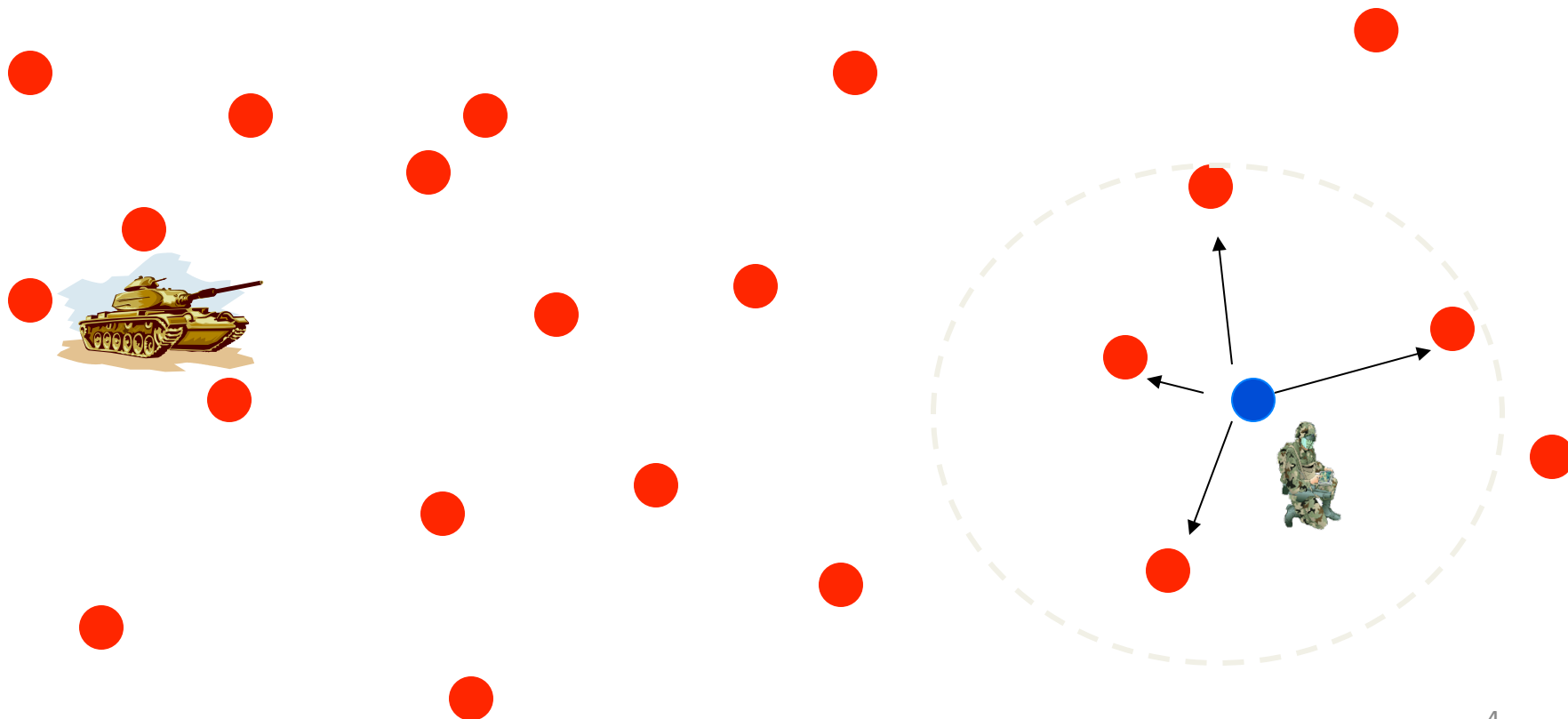
Lokalizācijas uzdevums

- Noteikt objekta atrašanās vietu
- Vispārīgā gadījumā 6 brīvības pakāpes:
 - 3D pozīcija: x, y, z
 - Rotācija pa x, y un z asīm



Šīs lekcijas kontekstā

- Apskatām sensoru mezglu lokalizāciju (nevis kustīgu objektu ieraudzīšanu)





Kur es esmu?

~

Ko es redzu?

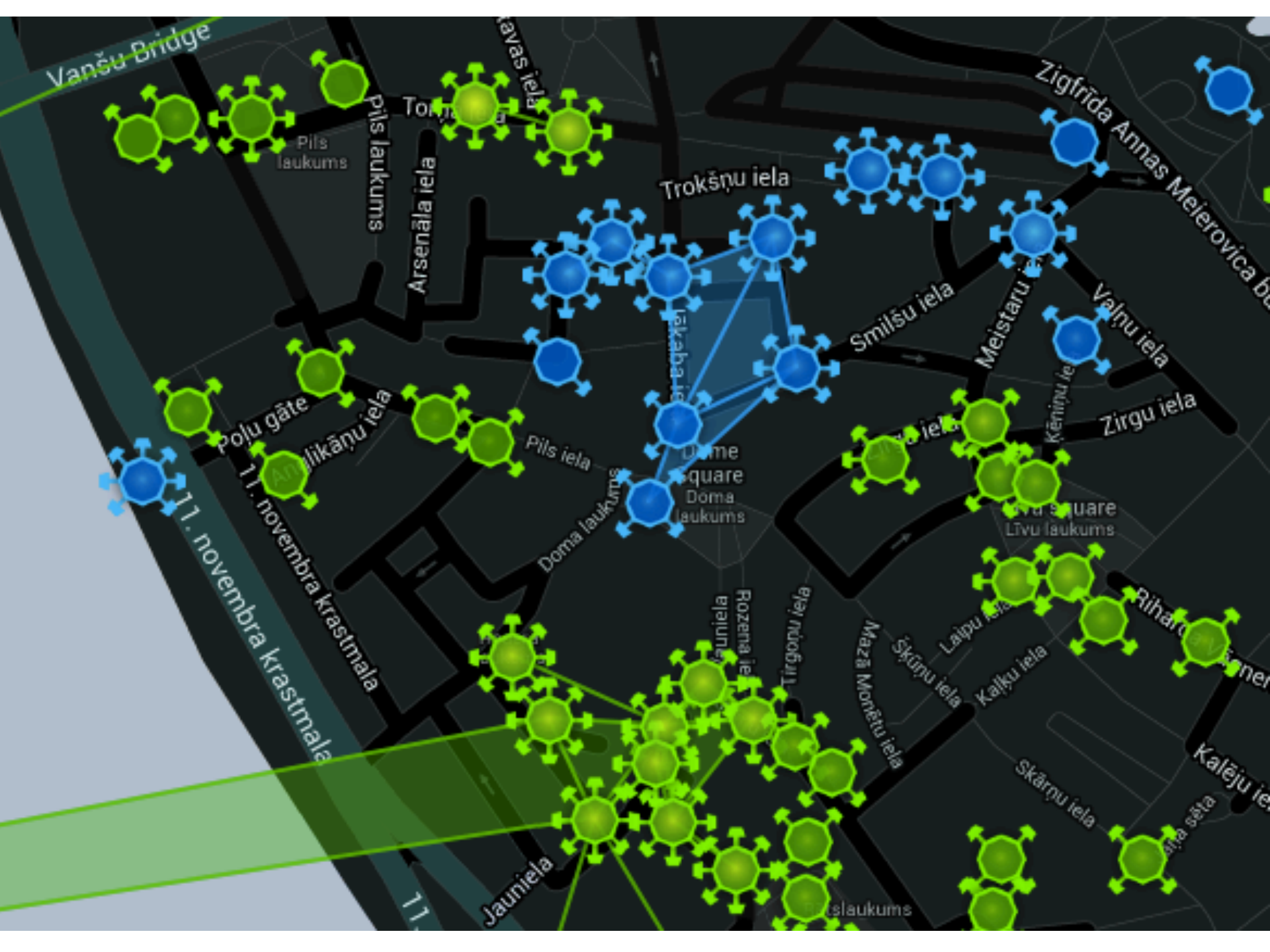
Teorētiski problēma ir atrisināta

- Mobile Augmented Reality System (MARS), 2004



Praksē daudzargumentu funkcija

- Aparatūras izmaksas
- Precizitātes prasības
- Iekšējās vai ārās
- Vai pieejama tiešā redzamība
- 2D vai 3D
- Enerģijas budžets
- Algoritma stabilizācijas ilgums
- Pulksteņu sinhronizācijas precizitāte
- Teritorijas drošība, uzbrukumu iespējamība



Praktiskie pielietojumi

- Notikumu lokalizācijai
- Ģeogrāfiskie maršrutizācijas protokoli
- Sensoru pārklājuma noteikšanai
- Motes lēmumu pieņemšanai – kad lasīt sensorus, kad sūtīt rezultātus

Ideālas lokalizācijas prasības

- Skatīt daudzargumentu funkcijas slaidu

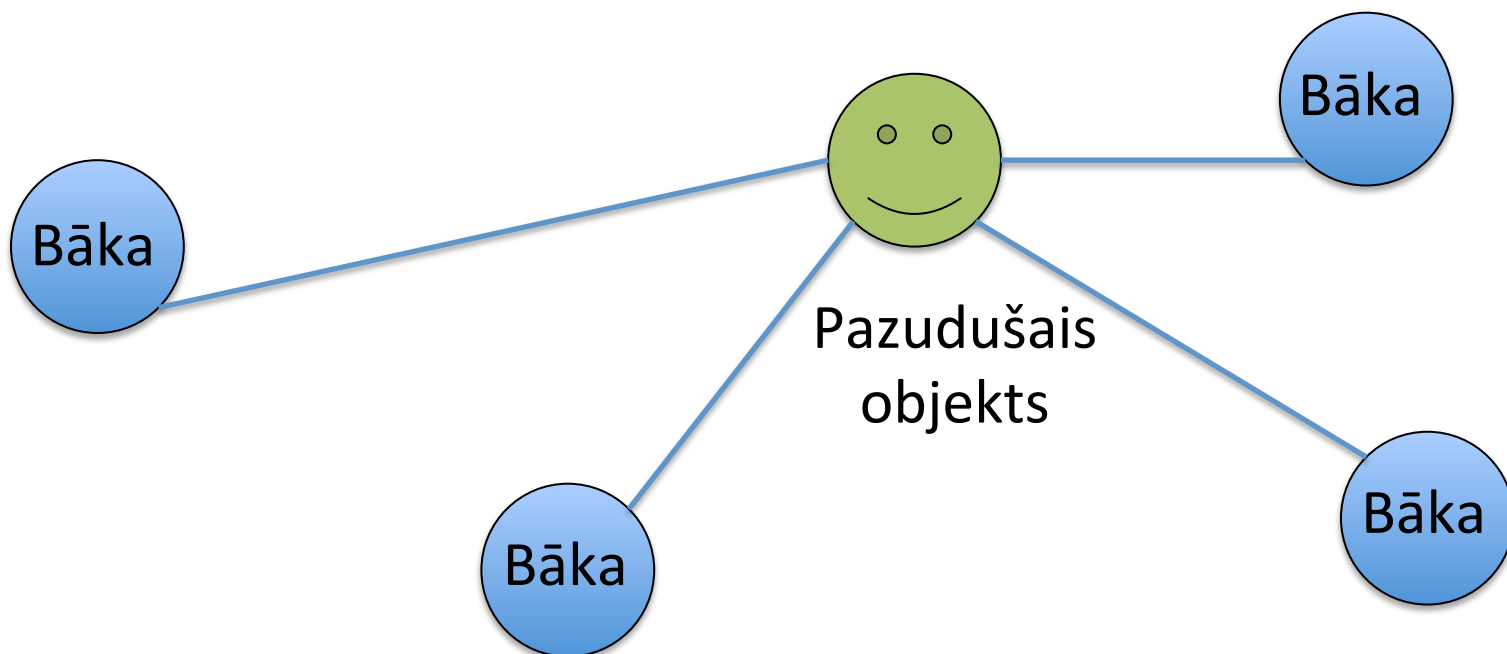
Motes un mob.tel. lokalizācija

- Mobilajos telefonos ir aparatūra, kas motēm parasti nav: GPS, GPRS, WiFi, Bluetooth
- Motēm parasti neinteresē orientācija



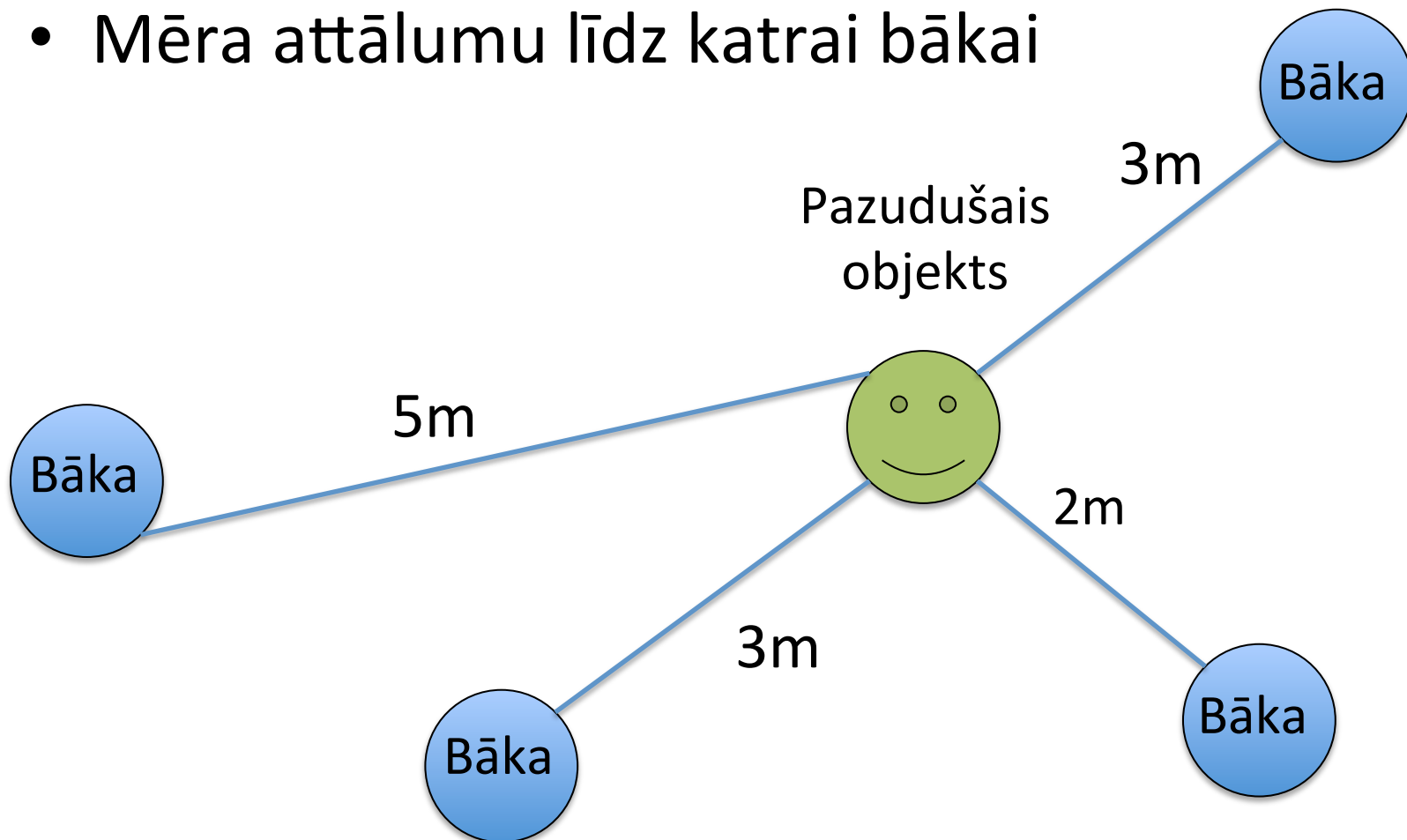
Lokalizācijas pamatprincips

- Ir *bākas* ar zināmu pozīciju
- Pārējie izrēķina relatīvo starpību pret bāku



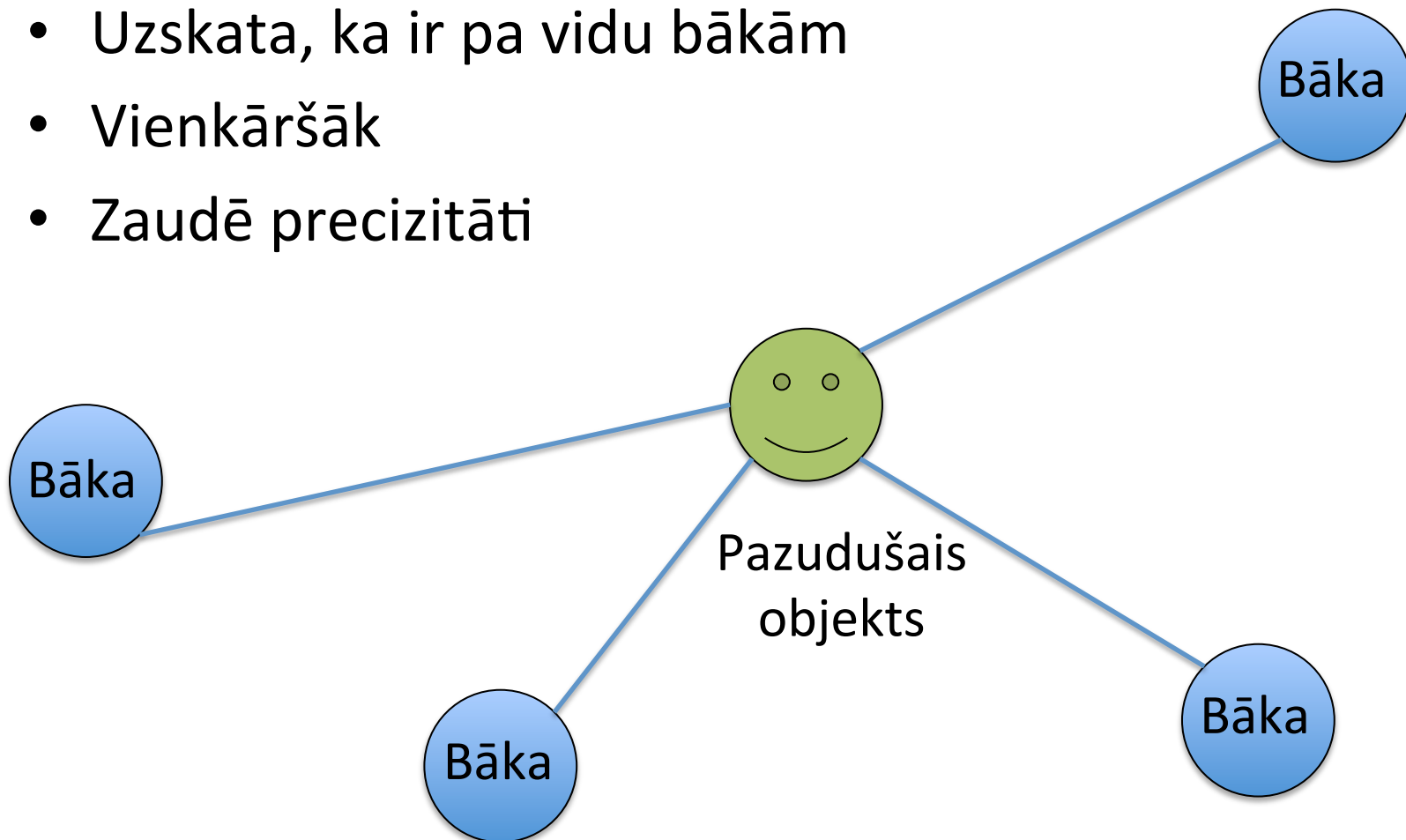
Svērtā bāku lokalizācija (range based)

- Mēra attālumu līdz katrai bākai



Nesvērtā bāku lokalizācija (range-free)

- Uzskata, ka ir pa vidu bākām
- Vienkāršāk
- Zaudē precizitāti

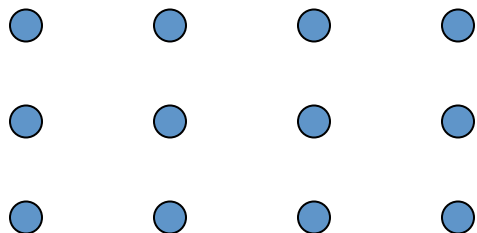


(Dažas) Lokalizācijas pieejas

- GPS
- Centroīdi
- Audio + radio
- APIT
- SpotLight
- RFID

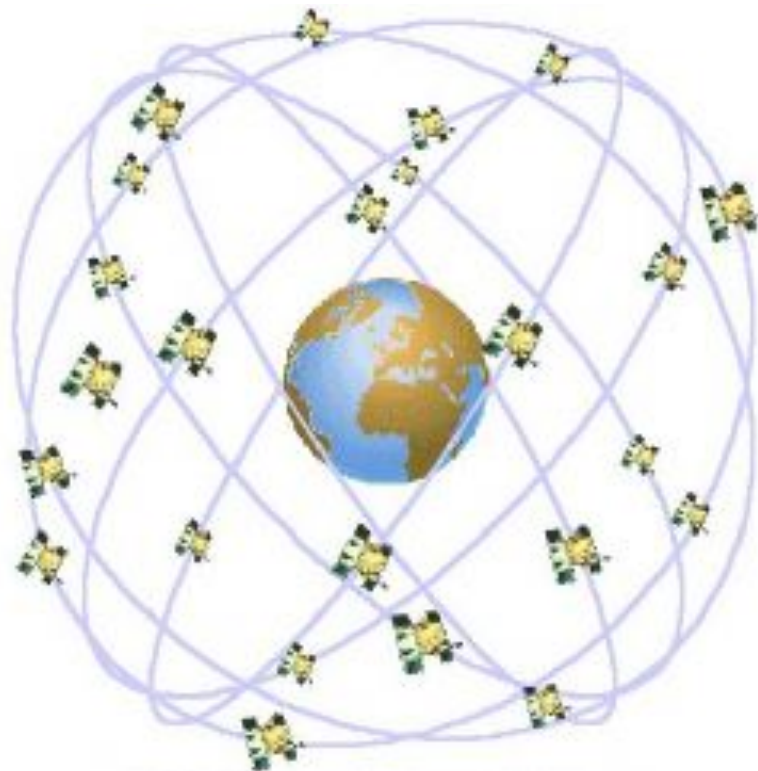
Visvienkāršākā lokalizācija

- Manuāli fiksēt mezglu pozīciju



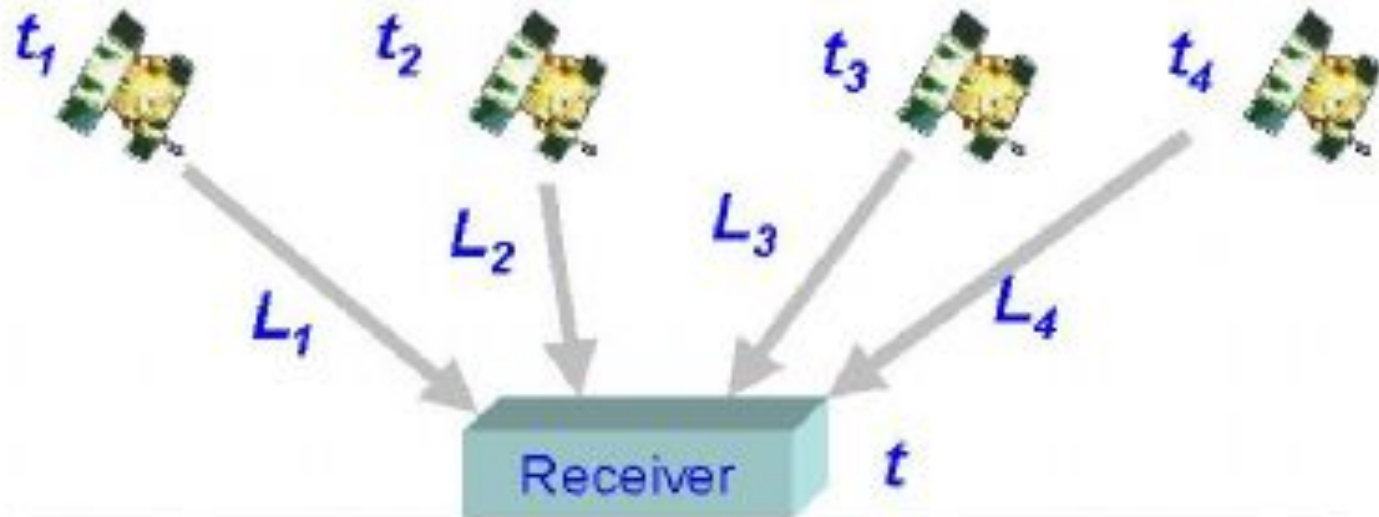
Globālā Pozicionēšanas Sistēma (GPS), 1993.g.

- Satelīti ar precīzu pulksteni un zināmu pozīciju riņķo ap zemi, sūta savu laiku
- GPS iekārta tikai uztver, nesūta



GPS Nominal Constellation:
24 satellites in 6 orbital planes,
4 satellites in each plane,
20,200 km altitude, 55 degree inclinations

GPS darbības princips



$$L_1 = c (t - t_1) = \sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2 + (z-z_1)^2}$$

$$L_2 = c (t - t_2) = \sqrt{(x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + (z-z_2)^2}$$

$$L_3 = c (t - t_3) = \sqrt{(x-x_3)^2 + (y-y_3)^2 + (z-z_3)^2}$$

$$L_4 = c (t - t_4) = \sqrt{(x-x_4)^2 + (y-y_4)^2 + (z-z_4)^2}$$

4 equations, 4 variables

Solution $\Rightarrow x, y, z, t$ of the receiver.

GPS parametri

Precizitāte	10-15m
Latence	>30s starts, 1s solis
Izmaksas	<50\$
Enerģijas patēriņš	>100mW
Vide	Pie atklātas debess

GPS uzlabojumi

- A-GPS – izmanto mob.tel. tīklu, ātrs starta laiks (<10s)
- DGPS – izmanto lokalizācijas bāzes stacijas, uzlabo precizitāti (1-3m)
- RTK GPS – DGPS ar “niknāku” uztvērēja aparatūru, augsta precizitāte (<1m)

GPS uzlabojumu parametri

Precizitāte

<1m

Latence

<10s starts, 0.05s solis

Izmaksas

>1000\$

Enerģijas patēriņš

>1W

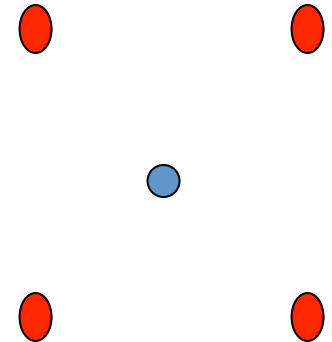
Vide

Aprīkotā vidē

Centroīdu algoritms

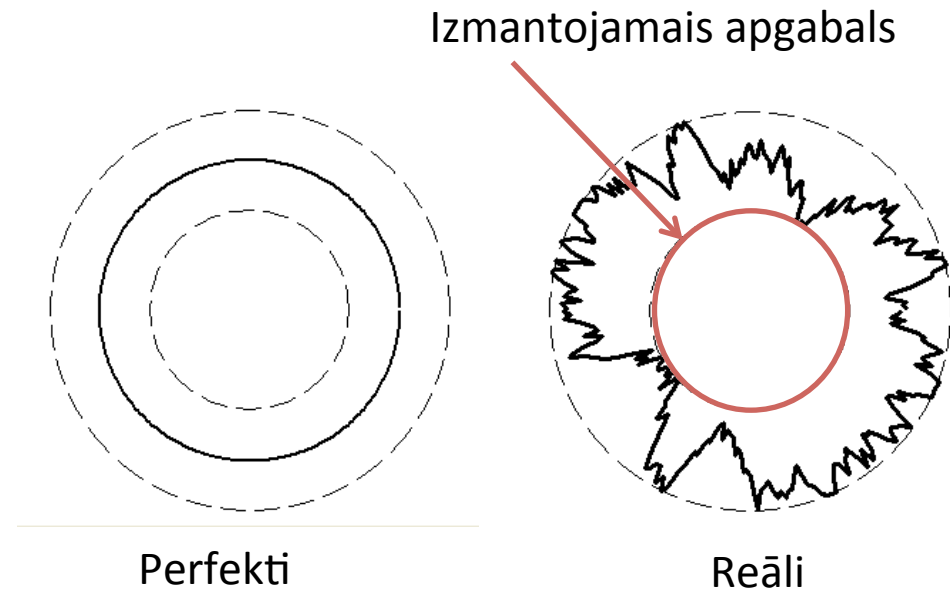
- Identificē tuvos mezglus (uztverami)
- Uzskata, ka atrodas tiem vidū
- Vienkārši
- Zema precizitāte

$$(X, Y) = \left(\frac{(X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{ik})}{K}, \frac{(Y_{i1} + Y_{i2} + \dots + Y_{ik})}{K} \right)$$



Radio neregularitātes

- Lai mazinātu radio neregularitāšu ietekmi, izmanto tikai labi dzirdamus mezglus ($RSSI > RssiThreshold$)



Svērtā lokalizācija

- Novērtē pozīciju attiecībā pret bākām
 - RSSI (uztvertā signāla stiprums)
 - TOA (time-of-arrival), AOA (angle-of-arrival)
 - TDOA (time difference of arrival)
- Nosaka atrašanās vietu:
 - pēc attāluma līdz bākām
 - [pēc citām metrikām]

Bāku difūzija

Kooperatīvā lokalizācija

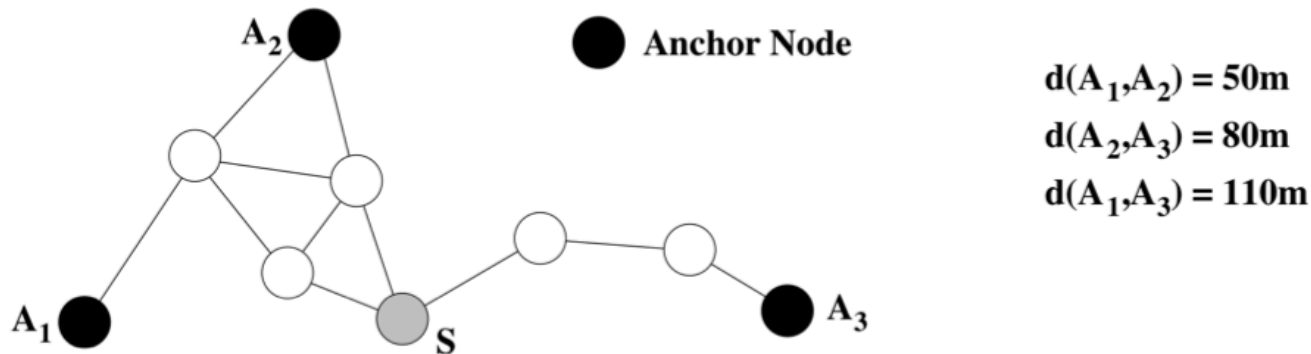
– lokalizācijas informācijas izplatīšana tīklā

- Kad mezgls zin attālumus līdz 3 bākām var noteikt savu pozīciju
- Mezgls ar zināmu pozīciju kļūst par bāku
 - līdz visiem mezgliem ir redzamas vizmaz 3 bākas
- Trūkums: kļūdas uzkrājas

Ad Hoc Positioning System (APS)

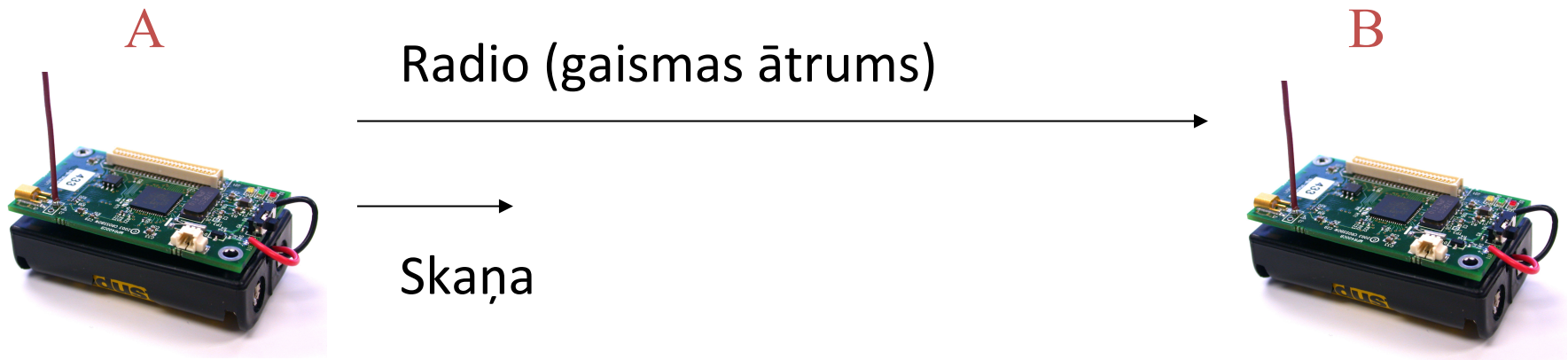
■ Example with three anchors

- A_1 knows its distance to A_2 (50m) and A_3 (110m)
- A_1 knows its hop distance to A_2 (2) and A_3 (6)
- correction factor: $(50+110)/(2+6) = 20$ (estimated distance of a hop)
- corrections are propagated using controlled flooding, i.e., a node only uses one correction factor and ignores subsequently received ones



MIT Cricket

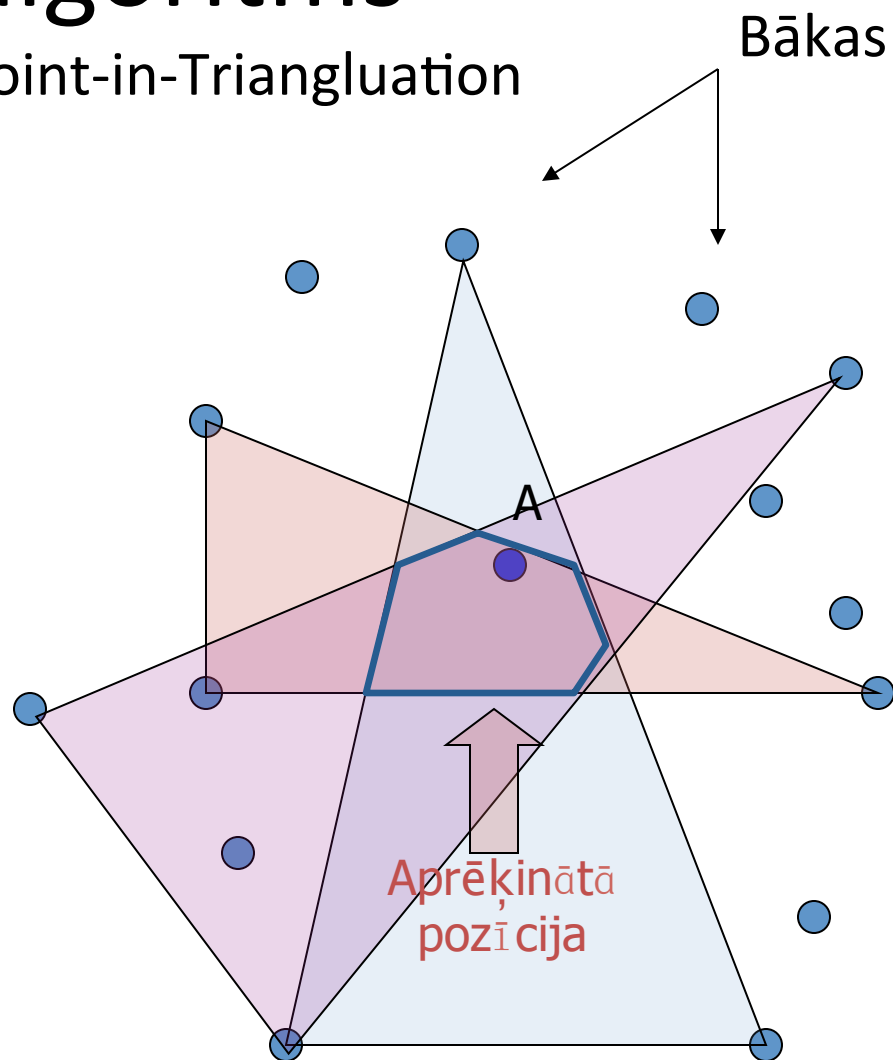
- Mezgls A izsūta radio un skaņu vienlaikus
- Mezgls B izmēra signālu ierašanās laika starpību



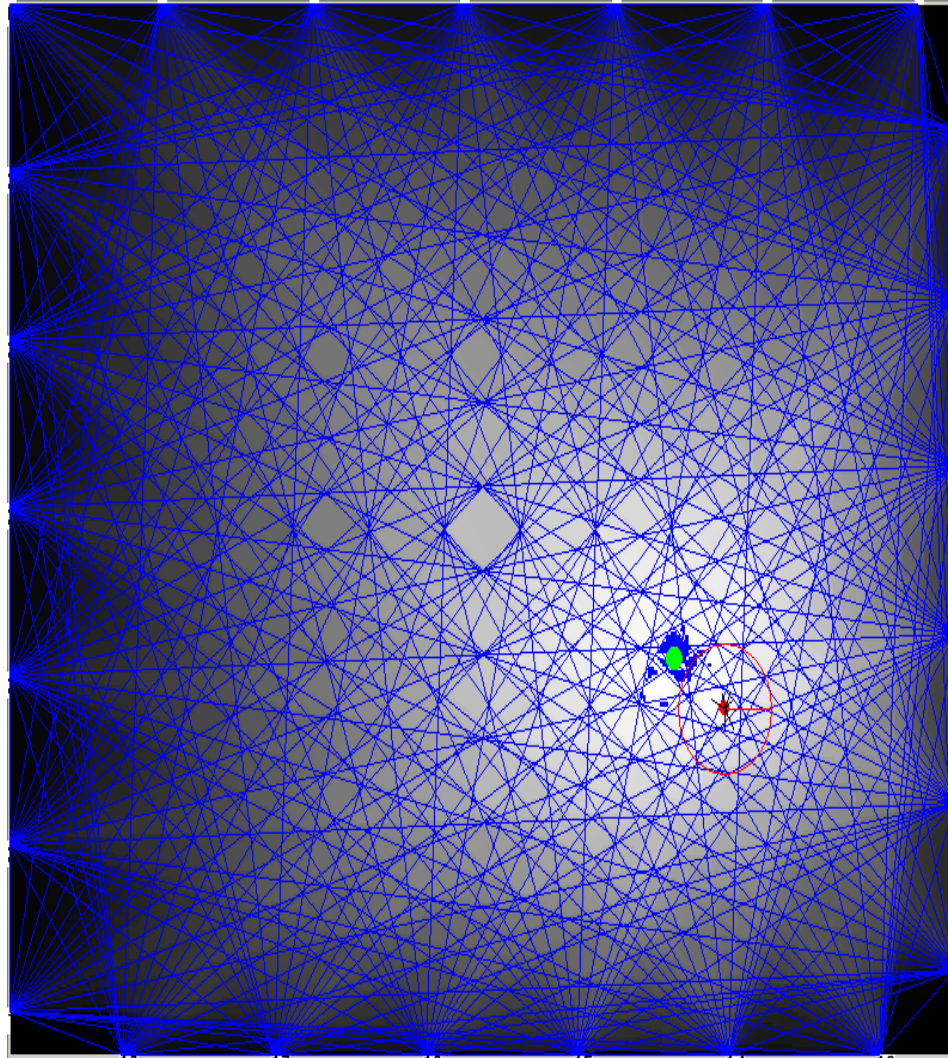
APIT algoritms

Approximate Point-in-Triangulation

- Bākas ar spēcīgu raidītāju
- Dzirdot bākas signālu, sašaurina atrašanās apgabalu



APIT piemērs: 25 bākas



APIT agregācija

0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
0	1	2	2	1	1	0	-1	0	0
1	1	2	2	1	1	0	-1	-1	0
0	0	2	2	2	1	0	-1	-1	-1
0	0	1	1	1	0	0	-1	-1	-1

Atrast laukumu ar
lielāko vērtību

```
For (each triangle Ti) {  
    if (APIT(Ti) == Out) AddNegativeTriangle(Ti);  
    if (APIT(Ti) == In)  AddPositiveTriangle(Ti);  
}
```

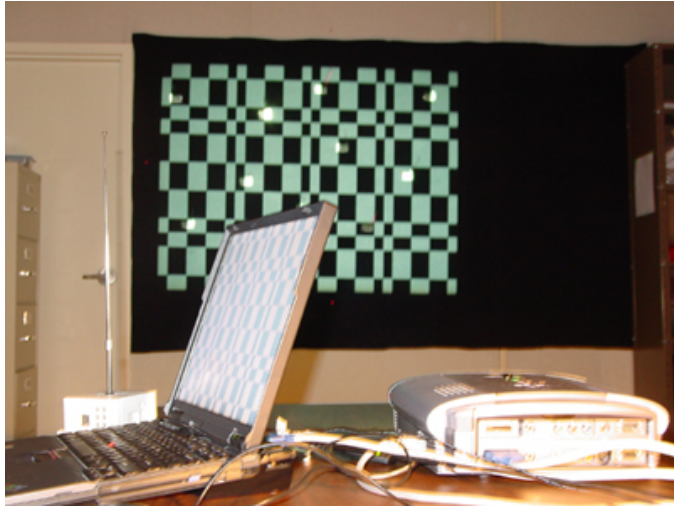
SpotLight lokalizācija



SpotLight pieeja

- Mezglus izsēdina helikopters
- Mezgli izveido tīklu, sainhronizē laiku
- Helikopters ģenerē gaismas impulsus
- Mezgli mēra gaismu, ziņo laiku, kad uztver signālu
- Helikopters izrēķina un nosūta pozīciju

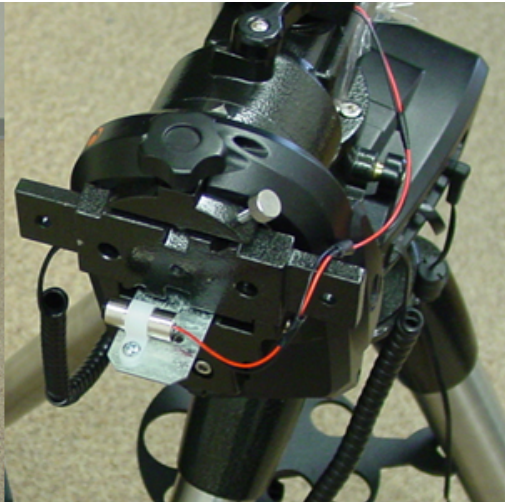
Eksperimentālā implementācija



μ Spotlight (projektors, Mica2 motes, laptops)

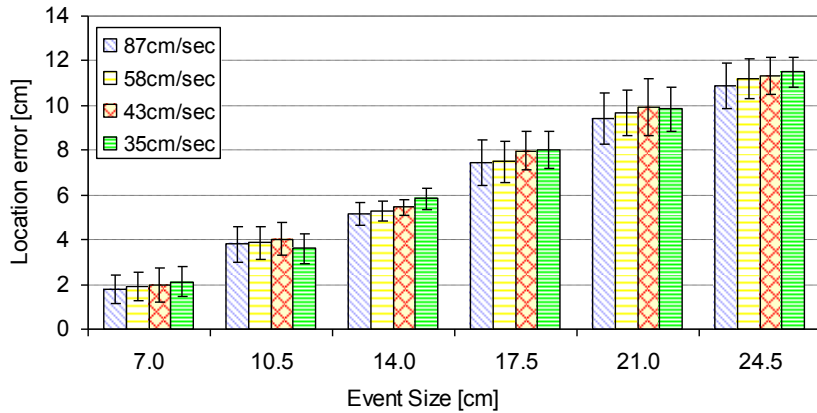


Spotlight (telescopa statīvs, lāzerdiode, XSM motes, laptops)

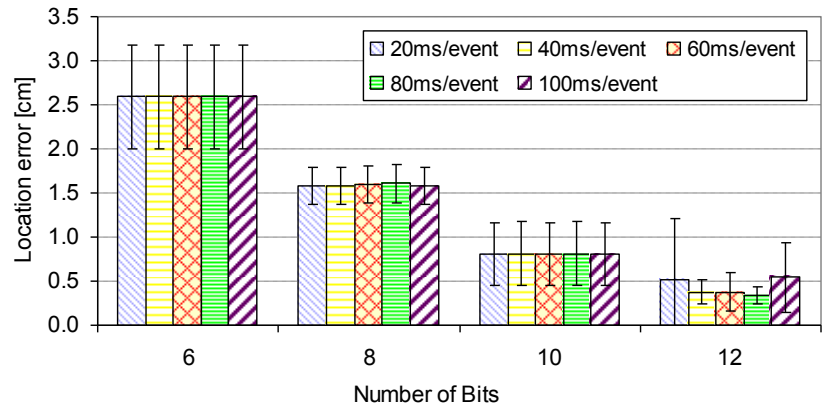


SpotLight precizitāte

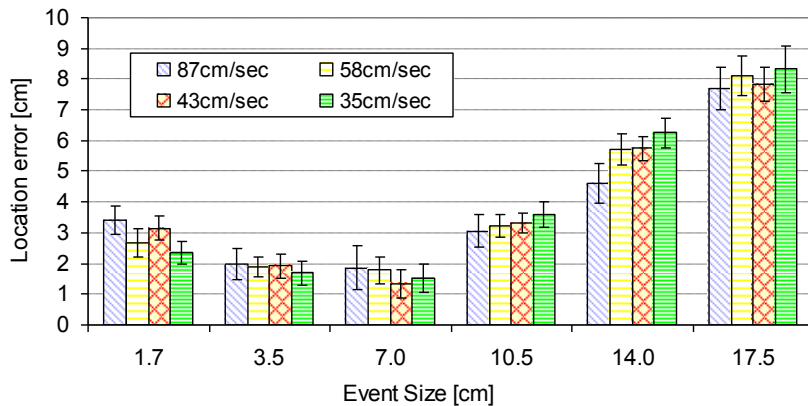
Point Scan EDF μ Spotlight



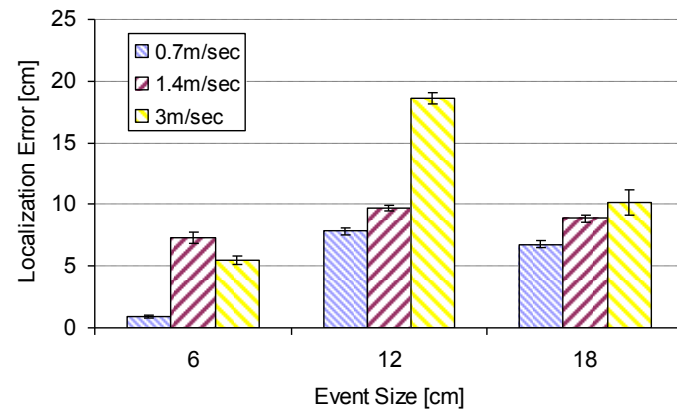
Area Cover EDF μ Spotlight



Line Scan EDF μ Spotlight



Point Scan EDF Spotlight

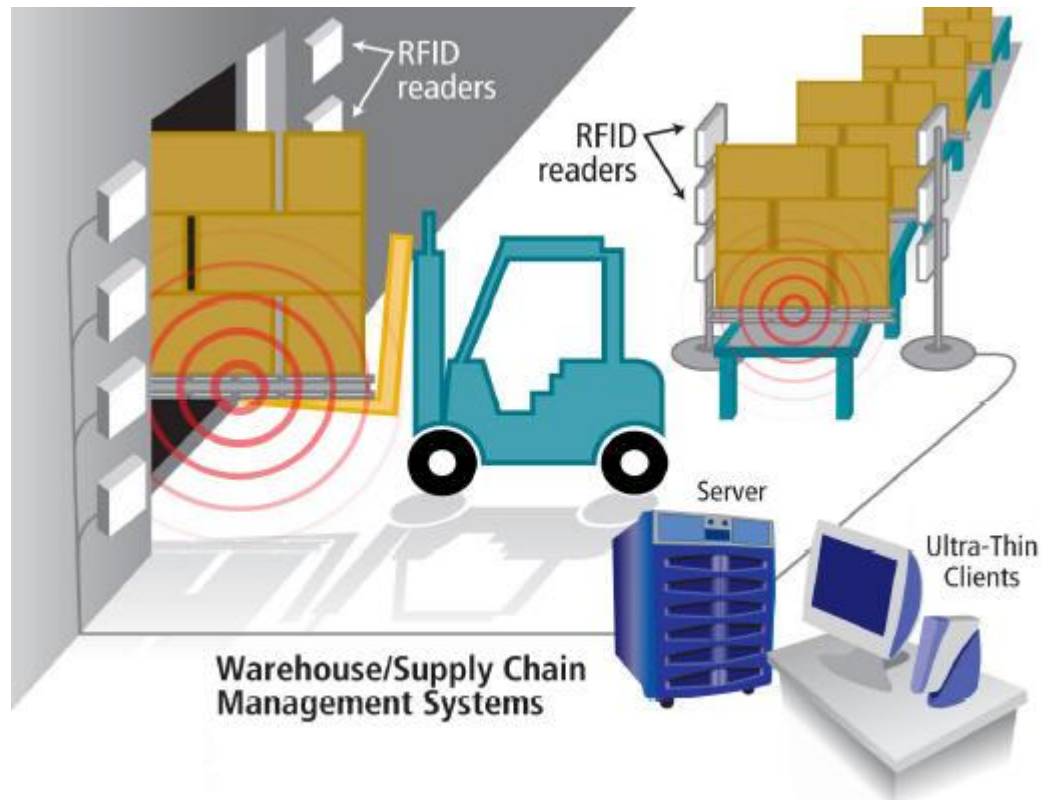


RFID



Identifikācija un lokalizācija

- Identifikācija vienlaikus ir lokalizācija RFID lasītāja tuvumā



RFID parametri

Precizitāte	<1m
Latence	<1s
Izmaksas	<10\$
Enerģijas patēriņš	Nav
Vide	Tikai lasītāju tuvumā

Lokalizācijas kopsavilkums

- Vispārīgā gadījumā sarežģīta problēma
- Vieglāk, ja pieejama infrastruktūra
- Svērtā un nesvērtā pieejas
- Eksistē dažādi risinājumi
- Reālā vidē rezultāti atšķiras no teorijas

8. Eseja: lokalizācija

Tēma:

Izvēlēties kādu praktisku bezvadu sensoru tīkla lietojumu, kur ir nepieciešama lokalizācija.

- aprakstiet izvēlēto lietojumu
- uzrakstiet kādu lokalizācijas veidu Jūs izvēlētos un pamatot kāpēc tieši to
 - var izmantot gan kādu no lekcijā minētajiem lokalizācijas algoritmiem, gan arī izdomāt savu

Termiņš: 06.11.2013. 10:00