



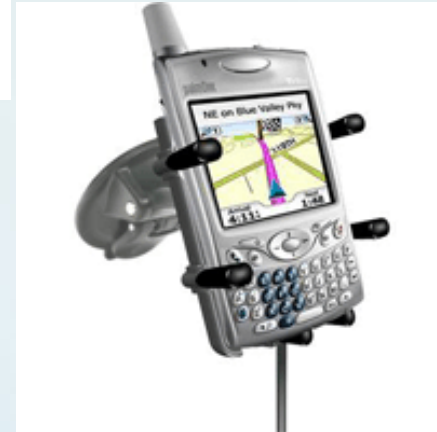
GPS



Edgar Sepp
TÜ, Geograafia osakond
edgar.sepp@ut.ee

19.04.2008

Mis (Kus) on GPS?

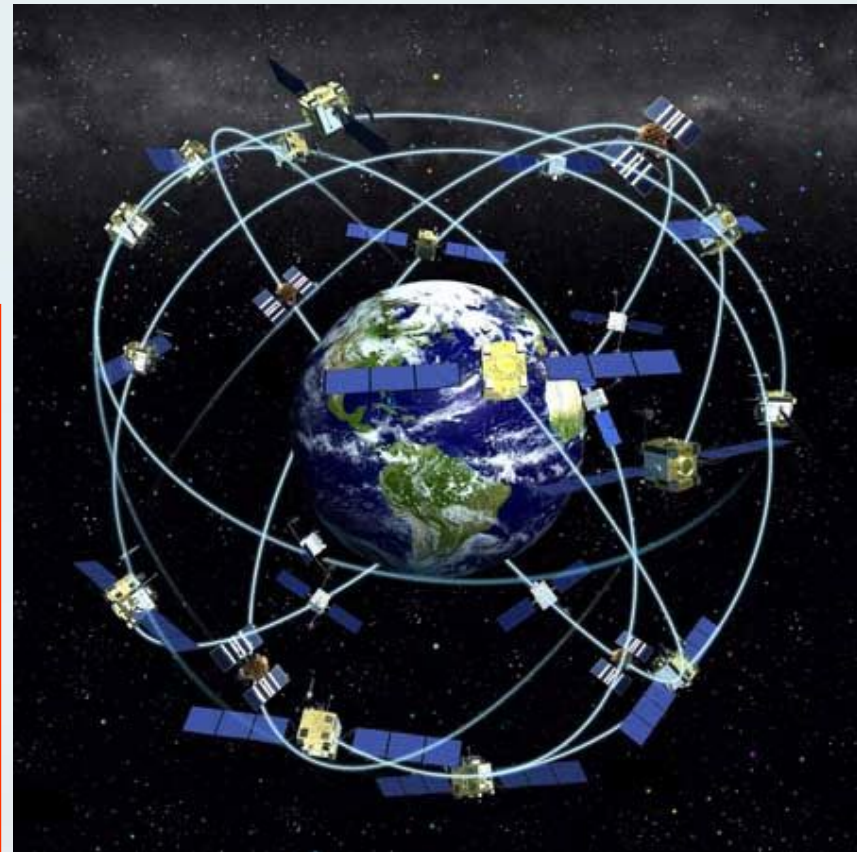


Mis on GPS?

- Global Positioning System
 - Globaalne (ülemaailmne) asukoha määramise süsteem

- 24+3 Ümber maakera tiirlevat satelliiti (19 300 km kõrgusel)
- Maapealsed kontrollkeskused – jälgida ja korrigeerida satelliitide orbiite
- Kasutajad – GPS vastuvõtjad

SÜSTEEM





Kaugus satelliidi ja
GPS vastuvõtja vahel

Satelliit

GPS vastuvõtja

GPS'iga asukohta määramine:
Toimub satelliitide abil, kasutades GPS
vastuvõtja ja satelliidi vahelisi kaugusi
- Trilateratsiooni meetod

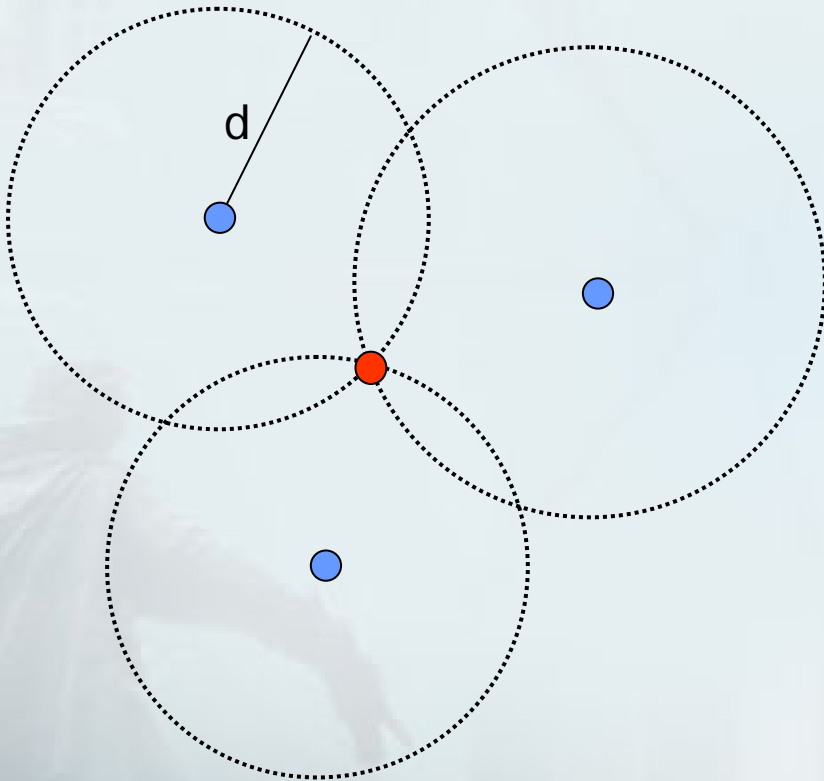
© 2008 Tele Atlas
© 2008 Europa Technologies
Image © 2008 TerraMetrics
Image NASA

Streaming | 100%

Google

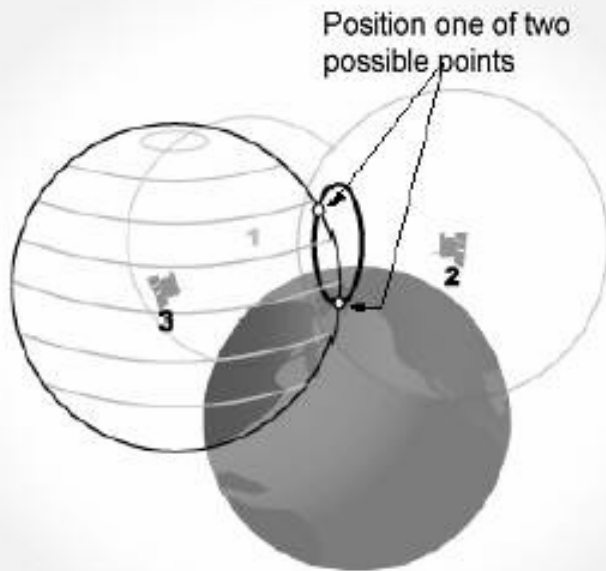
Eye alt 4314.23 km

Trilateratsioon tasapinnal



- Asukohta määramine tuntud punktide (asukoht teada) abil, kasutades **kaugusi**
- Tasapinnal on asukohta määramiseks vaja vähemalt 3 kaugust

Trilateratsioon ruumis



- Tuleb juurde kõrgus
- Kõrguse määramiseks vaja juurde ka neljandat kaugust (vähemalt 4 satelliiti)
- Kaugus:
 - 2 sat. – võimalik asukoht paikneb ringjoonel,
 - 3 sat. – 2 võimalikku punkti
 - 4 sat. – jõuame 1 punktini ruumis



Kauguste määramine

- Kauguse määramine toimub kasutades aega
- **Mõõdetakse** kui palju kulub aega satelliidilt saadetud signaali jõudmiseks GPS vastuvõtjani
- Teades signaali leviku kiirust saab arvutada läbitud teepikkuse ehk kauguse

$$s = t \times v$$

s – läbitud teepikkus ehk kaugus

t – läbimiseks kulunud aeg

v – vahemaa läbimise kiirus

valguse kiirus 300 000 km/s

GPS tehnoloogia



- Satelliidid, mille asukoht on teada
- Mõõdetud aeg, millest arvutatakse kaugused vastuvõtja ja satelliitide vahel
- Matemaatiliselt arvutatud vastuvõtja asukoht



GPS tehnoloogia täpsus

- GPS'i täpsus – kui suur on viga asukoha määramisel
- GPS annab meile asukoha ja sinna juurde veahinnangu
- Järgnevalt: Millest tuleneb ebatäpsus asukoha määramisel ja mida me saame teha tulemuse parandamiseks?



Vigade allikad

- GPS'i vead on sõltuvad ja väga iseloomulikud kasutatavale tehnoloogiale
- Asukoha määramine toimub erinevaid mõõtmisi teostades ja mõõtmistega kaasnevad alati vead – mõõtmisvead!

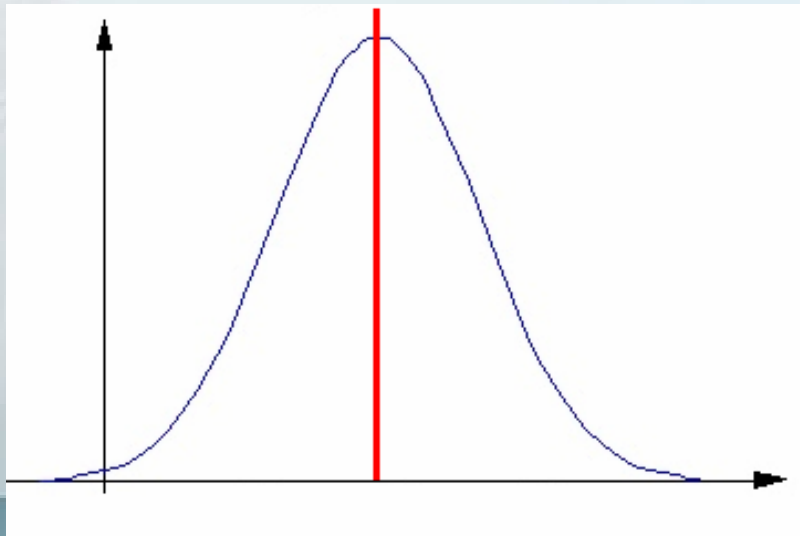


Mõõtmisvead

- Mõõtmisviga on kõrvalekalle mõõdetava suuruse tegelikust väärtusest
- Filosoofiline ja praktiline külg
 - Filosoofiline külg: maailma diskreetsuse ja kontinuaalsuse dilemma
 - Praktiline külg: mõõtmistingimuste ebastabiilsus

Mõõtmistäpsuse suurendamine

- Tuleb mõõta mitu korda!
- Mida rohkem mõõtmisi me sama asja kohta teostame, seda lähemale “õigele” tulemusele läheb meie mõõtmiste keskmine.



Mõõtmistulemused on normaaljaotusega ümber “õige” tulemuse – mõõtmistulemuste keskmistamine lähendab meid õigele tulemusele.



Vigade allikad asukohatäpsuse määramisel – 1

1. Satteliitide asukohta ebatäpsus (kõrvalekalded orbiidist)
 2. Kellade erinevus satelliitidel ja vastuvõtjal ning nende sünkroniseerimine
- Mõlemad tingivad ebatäpsuse arvutatud kauguses – viga asukohta määramisel
 - Mõlema puhul ei saa me ise midagi ette võtta

Vigade allikad asukohatäpsuse määramisel – 2

3. Atmosfääri segav mõju
4. Peegeldused pindadelt ja objektidelt

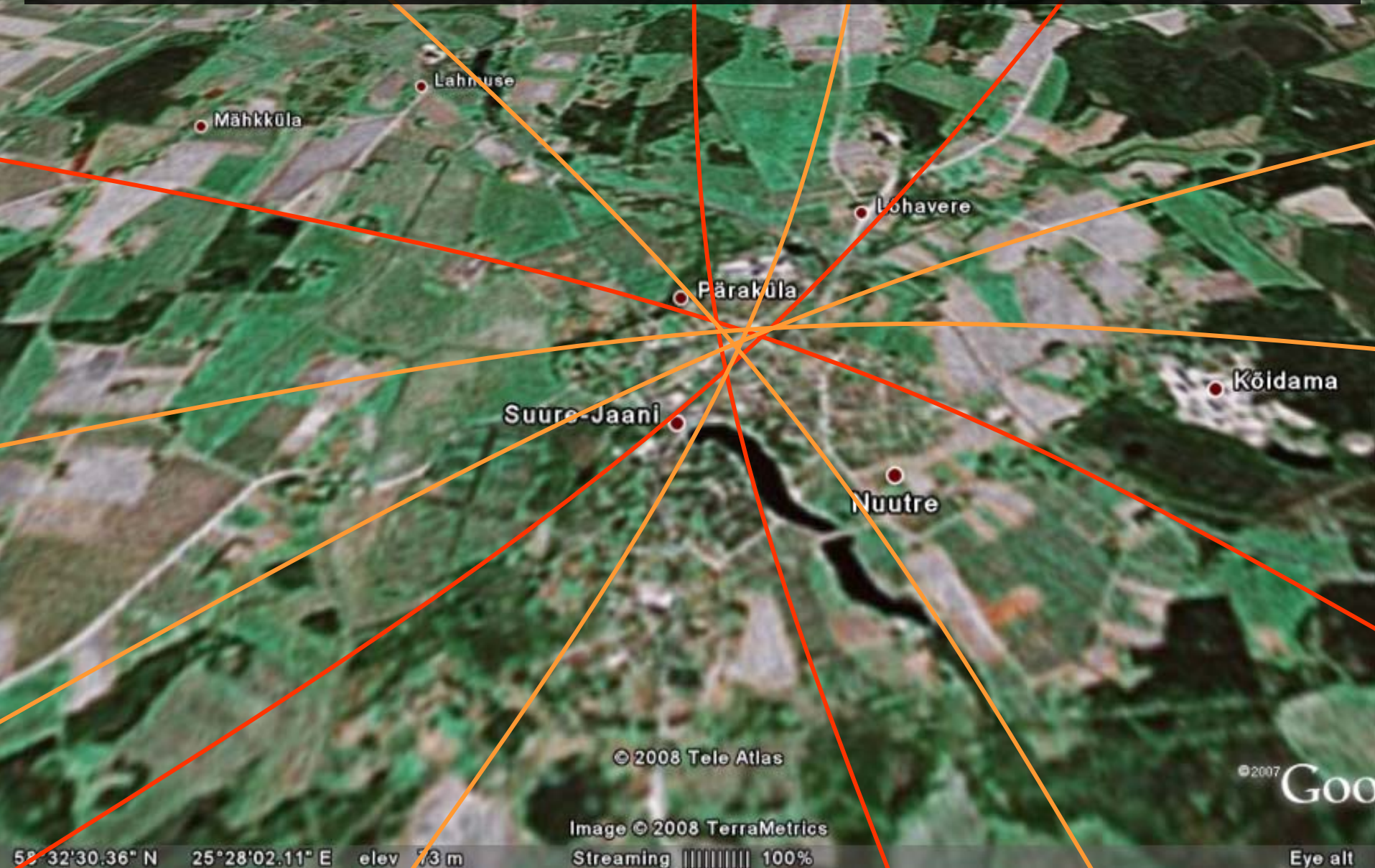


Vigade allikad asukohatäpsuse määramisel



1. Satelliidi asukoht
2. Erinevused kellades
3. Atmosfääri segav mõju
4. Peegeldused pindadelt ja objektidelt

Reaalselt ilma erinevaid matemaatilisi võtteid ja muid vigasid vähendavaid tehnoloogiaid kasutamata ei oleks GPS võimeline ainult kauguste põhjal ühest täpset asukohta määrama.



© 2008 Tele Atlas

Image © 2008 TerraMetrics

Streaming ||||| 100%

©2007 Goo

58° 32' 30.36" N 25° 28' 02.11" E elev 73 m

Eye alt



Täpsuse parandamiseks

- GPS vastuvõtja
 - Kellade sünkroniseerimine kasutades erinevaid satelliite
 - Peegelduvate signaalide eristamine, atmosfääri mõju hindamine
 - Võimalikult rohkem satelliite – rohkem mõõtmisi
- Meie võimalused:
 - Anna aega – rohkem mõõtmisi ja parem tulemus
 - Vali avatud taevalaotusega koht – rohkem satelliite
 - Vali sobiv aeg – satelliitide paigutus (almanahh)



GPS'i täpsusest

- Matkaja GPS (käsiseadmed) – heades tingimustes +/- 5 m
- Olenevalt seadmetest ja tehnoloogiast on võimalik minna alla 10 mm
 - Diferentsiaal GPS'id – püsijaama kasutamine
 - Järeltöötlus
 - Reaalaja parandid



GPS mängudest

- Üldine iva on asukoht!!! (GPS abivahendiks)
- Ülejäänu on variatsioonid:
 - Individuaalne, meeskondlik, üksteise vastu
 - Asukoht etteantud või tuleb leida juhiste järgi
 - Üks või mitu asukohta, esimeses on juhised järgmise asukoha kohta või on kõik sihtkohad alguses teada
 - ...



Geopeitus / Geocaching

- www.geopeitus.ee - Geopeitus
- www.geocaching.com - Geocaching
- www.gpsgames.org
- Geopeitus on esimesi ja üks kõige laiemalt levinud mängu (samas ka kõige lihtsam ja vähem nõudvam – vaja on ainult GPS vastuvõtjat)



Geopeitus / Geocaching

- Peidetud aarde “koordinaadid”
 - Näiteks: **N 58° 22' 46,5“ E 26° 43' 3,6”**
- GPS vastuvõtja
- Sisestad koordinaadid ja asud otsima
- GPS pakub suunavaid juhiseid
- “Aarde” leidmisel:
 - Võta ja pane midagi asemele
 - Täida logi – tee sissekanne



Praktilisi nõuandeid GPS'iga navigeerides

- Mõtle kaasa!
- Kontrolli kompassi! Keerulistes oludes soovitav kasutada ka tavakompassi! (kompassi kalibreerimine)
- Navigeerimine aeglasel ja kiirel liikumisel – kompassi erinevad töörežiimid
- Asukohatäpsus ja liikumissuund – kui viga asukoha määramisel on suhteliselt suur võrreldes liikumiskiirusega → siis liikumissuund pole eriti usaldusväärne

Kaardivõrgu
põhjasuund

Magnetiline
põhjasuund

Objekt

2

3

N 1

W

E

Meie asukoht

Nurgad

1. **Asimuut** – nurk magnetilise põhjasuuna ja antud suuna vahel
2. **Direktsiooninurk** – nurk kaardivõrgu põhjasuuna ja meie ning objekti vahelise suuna vahel
3. **Magnetiline deklinatsioon** – nurk kaardivõrgu põhjasuuna ja magnetilise põhjasuuna vahel



Täna n kuulamast!

Edgar Sepp, edgar@ut.ee

19.04.2008