

Tentti: Geodesian yleiskurssi 26.04.2003

Funktiolaskin

1. Sekalaiset

- (a) Selosta vapaan asemapisteen menetelmä.
- (b) Selosta koordinaattijärjestelmän geosentrisyys-käsite. Onko EUREF-89 geosentrinen? Jos on, millä tarkkuudella? Jos ei ole, mainitse koordinaattijärjestelmä, joka on geosentrinen.
- (c) Gauß-Krüger -projektion ominaisuudet. Millä tavalla eroaa UTM-projektiosta?
- (d) Mikä on yhteys pisteen virhe-ellipsin ja pistekoordinaattien varianssimatriisin välillä, siinä tapauksessa, että viimeksi mainittu on *diagonaalimatriisi*?

2. Datummuunnos ellipsoidilla

Annettuna suorakulmaisten koordinaattien kaava pallo-approksimaatiossa:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = (R + h) \begin{bmatrix} \cos \varphi \cos \lambda \\ \cos \varphi \sin \lambda \\ \sin \varphi \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix}.$$

- (a) Johda differentiaali-kaava, joka ilmaistaa suureet (vektori) $[dX \ dY \ dZ]^T$ suureisiin (vektoripariin) $[dh \ d\varphi \ d\lambda]^T$ ja $[dX_0 \ dY_0 \ dZ_0]^T$ (*linearisointi*). Kirjoita tämä kaava matriisi/vektori-kaavana.
- (b) Jos

$$\begin{aligned} N &= h - H \\ \xi &= \Phi - \varphi \\ \eta &= (\Lambda - \lambda) \cos \varphi, \end{aligned}$$

johda kaava

$$\begin{bmatrix} dN \\ d\xi \\ d\eta \end{bmatrix} \quad \text{ja} \quad \begin{bmatrix} dh \\ d\varphi \\ d\lambda \end{bmatrix}$$

välillä.

- (c) Jos

$$\begin{bmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{bmatrix} = 0,$$

johda kaava, joka kuvaa yhteys vektorin $[dN \ d\xi \ d\eta]^T$ ja vektorin $[dX_0 \ dY_0 \ dZ_0]^T$ välillä.

3. GPS

GPS:n pseudoetäisyshavaintoa kuvaa seuraava kaava:

$$p = \sqrt{(x - X)^2 + (y - Y)^2 + (z - Z)^2} + c(\Delta t - \Delta T),$$

missä $(x, y, z)^T$ ovat satelliitin (tunnetuiksi oletetut) koordinaatit avaruudessa, $(X, Y, Z)^T$ ovat GPS-vastaanottimen koordinaatit, Δt on (tunnettu) satelliitin kellovirhe ja ΔT on vastaanottimen kellovirhe.

- (a) *Linearisoi* ylläoleva havaintoyhtälö; tuntemattomat ovat X, Y, Z ja ΔT .
- (b) Montako havaintoa tarvitaan vähintään ratkaisun saamiseksi? Mitkä ovat hyvän havaintogeometrian tuntomerkit?
- (c) Mikä geometria estää ratkaisun saamisen, vaikka satelliittien määrä olisi muuten riittävä?

4. Tasoituslaskun variantit

- (a) Selosta normaaliyhtälöiden *pinotusta* kun on annettu samojen tuntemattomien \mathbf{x} kaksi eri havaintoyhtälöryhmää:

$$\begin{aligned}\ell_1 + \mathbf{v}_1 &= \mathbf{A}_1 \mathbf{x} \\ \ell_2 + \mathbf{v}_2 &= \mathbf{A}_2 \mathbf{x}\end{aligned}$$

ja havaintovektorit ℓ_1 ja ℓ_2 ovat toisistaan riippumattomia, varianssimatriisit \mathbf{Q}_1 ja \mathbf{Q}_2 .

- (b) Selosta *sanoin* miten suoritetaan "vaiheittainen tasoitus", jos paikallinen verkko kiinnitetään annettuihin pisteisiin, joiden koordinaatit eivät saisi enää muuttua.
- (c) Selosta *sanoin* mitä on HELMERT-WOLF-blockingin idea. Mainitse käytännön sovelluksia.

5. Koordinaattijärjestelmät ja -muunnokset

Oulun koordinaatit ovat $\varphi = 65^\circ$, $\lambda = 26^\circ$. Helsingin *kkj*-koordinaatit ovat $x = 6\,650\,000$ m, $y = 3\,400\,000$ m.

- (a) Missä *kkj*-vyöhykkeessä (keskimeridiaani) Helsinki sijaitsee?
- (b) Kumpi on itäisempänä, Helsinki vai Oulu?

Pisteytys:

Kysymys	1	2	3	4	5	Yht.
	a b c d	a b c	a b c	a b c	a b	
Pisteet	5	5	5	5	5	25
	1 1 1 2	2 1 2	2 2 1	2 1 2	2 3	

Pisteet	10	12	16	19	23
Arvosana	1	2	3	4	5