

Tentti "Navigoinnin menetelmät" 26.01.2004

(Funktioalaskin)

1. Selosta

- (a) Gauß-Markov -prosessi
- (b) Ilmagravimetria

2. Kalman-suodatin

Ilmakuvausta suorittava lentokone yrittää lentää suoraan eteenpäin etelästä pohjoiseen, vakionopeudella v_0 , vakiokorkeudella z_0 . Autopilotti yrittää pitää kone suunnitellulla reitillään, $\mathbf{x}_0(t)$. Jos lentokoneen todellinen reitti $\mathbf{x}(t)$ poikkeaa tästä tavoitteesta – joko länsi-itä-, etelä-pohjois- ja/tai korkeussuunnassa – generoidaan *ohjaussignaali* \mathbf{s} , joka on verrannollinen tähän poikkeamaan $\Delta\mathbf{x} = \mathbf{x} - \mathbf{x}_0$ (vektori). Ohjaussignaali aiheuttaa nopeusvektorin $\mathbf{v}(t)$ muuttumisen ajassa

$$\frac{d}{dt}\mathbf{v} = -k \cdot \mathbf{s}.$$

- (a) Kirjoita tämän järjestelmän *tilavektori*. Montako alkiota tarvitaan?
- (b) Rakenna järjestelmän *dynaaminen malli*. Lisää dynaaminen kohina: ohjaus on aina jonkin verran epätarkka. Linearisoi.
- (c) Lentokoneen paikkaa mitataan Δt sekunnin välein GPS-vastaanottimella. Mittaustarkkuus on $\pm\sigma_x$, $\pm\sigma_y$, $\pm\sigma_z$ kolmessa koordinaattisuunnassa, eri koordinaattien mittaukset eivät korreloidu keskenään. Kirjoita *havaintomalli*. Onko linearisointi tarpeen?
- (d) [Haastava.] Kirjoita dynaamisen mallin yhtälö $\Delta\mathbf{x}$:n toisen kertaluvun differentiaaliyhtälönä ja anna sen (yksinkertainen suljettu) ratkaisu. Kommentoi tämän ratkaisun perusteella yo. ohjausratkaisun tarkoituksenmukaisuutta.

3. Selosta

- (a) Kalman-suodattimen *tilansiirtomatriisi* $\Phi_{t_0}^{t_1}$.
- (b) Strapdown-ratkaisu inertianavigoinnissa

4. Explain briefly

- (a) A-GPS (Assisted-GPS)
- (b) SBAS (Satellite-Based Augmentation System)
- (c) GALILEO

Pisteytys:

Kysymys	1	2	3	4	Yht.
	a b	a b c d	a b	a b c	
Pisteet	6	7	5	7	25
	3 3	2 2 2 1	2 3	2 2 3	

Pistemäärä	10	13	16	19	23
Arvosana	1	2	3	4	5