

AS-84.3125 Estimointi- ja sensorifuusiomenetelmät (3 p) *Estimation and sensor fusion methods*

Tentti/Exam 31.10.2007

Tentissä saa käyttää opintojaksolla jaettua kaavakokoelmaa. *It is allowed to use the delivered Collection of important formulas for this course.*

1. Tarkastellaan yhtä mittausta z tuntemattomasta vakioparametrasta x . *Consider one measurement z of an unknown constant parameter x .*

$$z = 2x + w$$

Oletetaan että w on normaalisesti (Gaussisesti) jakautunut, odotusarvo on nolla, varianssi P_{zz} . Johda parametrille x ML-estimaattori sekä LS-estimaattori. Vertaile estimaattoreita.

Let's assume that w has Gaussian pdf with mean zero and covariance P_{zz} . Find ML estimator and LS estimator for the parameter x . Compare estimators.

(6 p)

2. Suunnittele diskreetti laajennettu Kalmansuodin ajoneuville, jonka jatkuva-aikaisessa mallissa tiloina ovat 2D-paikka, suunta
Find a discrete extended Kalman filter for a vehicle having the following continuous time mode, in which 2D-position and heading angle are state variables

$$\dot{x}_1 = v \cos(x_3 + k_1 u)$$

$$\dot{x}_2 = v \sin(x_3 + k_1 u)$$

$$\dot{x}_3 = v k_2 u$$

jossa u ohjauskulma ja v nopeus. Paikka pystytään mittaamaan huonohkolla GPS-laitteella ja suunta sähkökompassilla, joiden mittausvirhe oletetaan nollakeskiarvoiseksi ja gaussiseksi.

Input u is steering angle and v velocity. The position can be measured with a standard poor GPS and the heading angle with a magnetometer, both disturbed with white zero mean Gaussian noise.

Diskretoinnin voi tehdä Eulerin menetelmällä, jonka voi johtaa suoraan derivaatan määritelmästä. *The system can be discretized with Euler method, which can be reasoned on the basis of definition for derivative.*

$$\dot{x} = f(x, u, t) \approx \frac{x(k+1) - x(k)}{T}$$

Mitä seikkoja pitää huomioida tällaista suodatinta käytettäessä. *What things should be taken into account when using this kind of filter.*

(6 p)

3. Vertaile rekursiivisella LS-estimaattoria ja Kalmansuodattinta ? Mitä yhteistä, mitä eroa?
Compare recursive LS estimator with Kalman filter?
What is common and in what way they differ? (6 p)
4. a) Milloin kannattaa käyttää informaatiomuotoista Kalmansuodatinta, milloin 'tavallista' formulointia ?
a) In what cases it is beneficial to use Information filter? in what cases 'normal' Kalman filter? (2 p)
- b) Miksi Kalman suodattimessa a posteriori kovarianssi on aina 'pienempi' kuin a priori kovarianssi?
b) Why a posteriori covariance is always 'smaller' than a priori covariance in Kalman filter? (2 p)
- c) Mita tarkoittaa residuaalin (mittauksen ennakointivirheen) kovarianssi?
What is the meaning of covariance of the residual (predicted error of the measurement)? (2 p)
5. Miksi epälineaarisissa järjestelmissä implementoidut tilaestimaattorit ovat lähes aina vain approksimaatioita optimaalisesta tilaestimaattoreista?
Why, in cases of nonlinear systems, the implemented state estimators are almost always only approximations of the optimal state estimators? (6 p)