

AS-84.3128 Estimointi- ja sensorifuusiomenetelmät (4 op)

Tentti/Exam 3.1.2013

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 parametrasta x .
Consider one measurement z of an unknown parameter x .

$$z = x + w$$

Oletetaan että x ja w ovat toisistaan riippumattomia, normaalisesti (Gaussisesti) jakautuneita, molempien odotusarvo on nolla ja varianssit P_{xx} ja P_{zz} . Johda parametrille x ML-estimaattori sekä MAP-estimaattori. Vertaile estimaattoreita. Ovatko estimaattorit harhattomia?

Let's assume that x and w are mutually independent and they have Gaussian pdf with mean zero and covariance P_{xx} and P_{zz} respectively. Find ML and MAP estimators for the parameter x . Compare these estimators. Are the estimators unbiased?

(6 p)

2. a) Milloin kannattaa käyttää informaatiomuotoista Kalman suodatinta, milloin 'tavallista' formulointia? Kumpi on parempi hajautetussa estimoinnissa?
a) In what cases it is beneficial to use Information filter, in what cases 'normal' Kalman filter? Which one is better in decentralized estimation?

(2 p)

b) Mikä Kalman suodattimen kaavoissa kuvaa tilaestimaatin tarkkuutta?
b) In the Kalman filter equations, what describes the accuracy of state estimate?

(1 p)

c) Mikä Kalman suodattimen kaavoissa kuvaa mittaus residuaalin kovarianssia?
c) In the Kalman filter equations, what describes the covariance of measurement residual?

(1 p)

d) Milloin tarvitaan laajennettua Kalman-suodatinta?
d) When you need an extended Kalman filter?

(1 p)

e) Miten toisen asteen EKF suodatin eroaa normaalista EKF suodattimesta?
e) How the second-order EKF differs from a standard EKF?

(1 p)

3. Miten saat rekursiivisen LS-estimaattorin yhtälöt Kalmansuodattimen yhtälöistä ?
How can you derive the equations of the recursive LS-estimator from the equations of Kalman filter?

(6 p)

4. Suunnittele diskreetti laajennettu Kalmansuodin traktorille, jonka jatkuva-aikaisessa mallissa tiloina ovat 2D-paikka, ajosuunta ja nopeus.
Find a discrete extended Kalman filter for a tractor having the following continuous time model, in which 2D-position, heading angle and speed are the state variables

$$\dot{x}_1 = x_4 \cos(x_3) + w_1$$

$$\dot{x}_2 = x_4 \sin(x_3) + w_2$$

$$\dot{x}_3 = x_4 \frac{\tan \alpha}{a} + w_3$$

$$\dot{x}_4 = w_4$$

jossa α ohjauskulma. Paikka pystytään mittaamaan tarkalla GPS-laitteella ja suunta sähkökompassilla, joiden mittausvirhe oletetaan nollakeskiarvoiseksi ja gaussiseksi. Kaikki mittaukset saadaan CAN-väylältä 100 ms välein. Sähkökompassin mittaus on kuitenkin viivästynyt yhden syklin verran.

As inputs, α is the steering angle. The position is measured with an accurate GPS and the heading with electric compass. The measurements are disturbed with Gaussian distributed noise. All measurements are read from a CAN-bus with 100 ms intervals. However, the compass measurement is one cycle delayed.

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 of derivative.*

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

(6 p)

5. Selosta lyhyesti monimallilähetymistavan (Multiple Model approach, MM) keskeisiä ideoita tilaestimoinnissa.
Describe shortly the central ideas of Multiple Model Approach in the state estimation.

(6 p)