

AS-84.3128 Estimointi- ja sensorifuusiomenetelmät (4 op)

Tentti/Exam 22.10.2013

Tentissä saa käyttää opintojaksolla jaettua kaavakokoelmaa.

It is allowed to use the delivered Collection of important formulas for this course

1. Esitä kaavoja käyttäen ML, MAP, LS ja MMSE estimaattorit sekä selitä estimaattoreiden eroavaisuudet. Missä tilanteissa käyttäisit kutakin estimaattoria?

Present ML, MAP, LS and MMSE estimators using equations and explain the differences between estimators. In which cases you would use each estimator?

(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) Jos Kalman suodin toimii oikein, millaista jakaumaa mittausresiduaali noudattaa?

c) If the Kalman filter is working properly, what kind of distribution the measurement residual follows?

(2 p)

d) Milloin tarvitaan laajennettua Kalman-suodinta?

d) When do you need an extended Kalman filter?

(1 p)

3. Selosta lyhyesti monimallilähetyksellisen (Multiple Model approach, MM) keskeisiä ideoita tilaestimoinnissa. Missä tilanteissa käyttäisit lähestymistapaa? Mitä vaihtoehtoisia tapoja estimoinnille on ko. tilanteissa? *Describe shortly the central ideas of Multiple Model Approach (MM) in the state estimation. In which situations you would use MM? What alternative solutions you could use in those situations?*

(6 p)

4. Olkoon saatavissa kolme mittausnäytettä.
Let there be three measurements

	#1	#2	#3
input x	1	2	3
output y	3	5	6

Tunnetaan mallirakenne
The model structure is known

$$y = ax + b$$

Estimoi tuntemattomat parametrit pienimmän neliösumman ei-rekursiivisella menetelmällä. Kaikilla mittauksilla on sama painoarvo.
Estimate the unknown parameters using least squares non-recursive algorithm. All measurements have the same weight.

5. 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 mittamaan tarkalla GPS-laitteella ja suunta sähkökompassilla, joiden mittausvirhe oletetaan nolakeskiarvoiseksi 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)