Mat-2.4129 Systeemien identifiointi
Tentti 15.12.2008
Kai Virtanen / Jouni Pousi

Kirjoita jokaiseen vastauspaperiin
- nimi ja opiskelijanumero
- koulutusohjelma tai tutkinto-ohjelma ja vuosikurssi
- mahdollinen entinen nimi
- paperin nro / paperien lkm
- nimikirjoitus

Tentissä saa vastata kaikkiin tehtäviin.

Kaksi huonoiten mennyttä tenttitehtävää korvataan tentin arvostelussa automaattisesti harjoitustöistä saaduilla pisteillä, jos harjoitustöistä on saanut enemmän pisteitä kuin kahdesta huonoiten menneestä tenttitehtävästä.

Kukin harjoitystyö on arvosteltu asteikolla 0-6. Tenttihyvityspisteet on laskettu kaavalla max(0,min(12,sum(pisteet)-4)). Pisteytys tarkoittaa, että vähintään 5 pistettä tulee saada harjoitustöistä, jotta pääsee skaalalle ja toisaalta 16 pistettä riittää täysiin 12 tenttipisteeseen.

Tentissä saa käyttää kynää, kumia, paperia ja aivoja.

1.

Tarkastellaan lineaarista dynaamista SISO-systeemiä

$$dx(t)/dt = Ax(t)+Bu(t)$$

$$y(t) = Cx(t)+Du(t).$$

a) Ilmoita systeemiä vastaavan input-output-kuvauksen siirtofunktio. (1p)

b) Ratkaise järjestelmän tasapainotila vakio-ohjauksella u_0. (1p)

c) Montako tasapainotilaa järjestelmällä on? Perustele vastauksesi. (1p)

d) Miten ohjaus u_0 vaikuttaa systeemin stabiilisuusominaisuuksiin? (1p)

Siirrytään tarkastelemaan dynaamista systeemiä, jonka siirtofunktio on $G(s)=1/s$.

e) Onko järjestelmä stabiili klassisessa mielessä? Perustele vastauksesi. (1p)

f) Onko järjestelmä sisäänmeno-ulostulo –stabiili? Perustele vastauksesi. (1p)

2.

Tarkastellaan dynaamisen järjestelmän diskreettiaikaista input-ouput –mallia

$$y(t)+ay(t-1) = bu(t-1)+e(t).$$

a) Mihin parametristen black-box –mallien malliluokkaan malli kuuluu? (1p)

b) Esitä mallin antama systeemin ulostulon ennuste. (1p)

Otetaan käyttöön P-säädin, jonka vahvistusparametri oletetaan tunnetuksi.

c) Mitä voit sanoa takaisinkytketyn mallin identifioituvuudesta, jos ulkoinen referenssisignaali puuttu eli se on nolla? Perustele vastauksesi. (2p)

d) Mitä voit sanoa takaisinkytketyn mallin identifioituvuudesta, jos ulkoinen referenssisignaali voidaan valita mielivaltaisesti? Perustele vastauksesi. (2p)

3.

Marssit työhaastatteluun OksennusTours-konsulenttifirmaan. Haastattelija pyytää sinua pitämään puolen tunnin esityksen aiheesta "Epäparametristen identifiointimenetelmien hyödyntäminen parametrisen systeemimallin konstruoinnissa". Suunnittele esitykseesi liittyvän kalvosarjan sisältö (tässä ei kysytä esseevastausta). (6p)

4.

Olet identifioimassa lineaarista parametrista systeemimallia, jonka ohjauksena on tunneittainen ulkoilman lämpötila ja ulostulona tunneittainen Suomen sähkönkulutus. Käytössäsi on tunneittaiset aikasarjat lämpötilasta ja sähkönkulutuksesta.

a) Millä menetelmällä arvioisit lämpötilasignaalin jatkuvasti herättävyyttä? (1p)

b) Miten hyödyntäisit aikasarjoja mallin rakenteen valinnassa? (1p)

c) Oletetaan, että olet onnistunut valitsemaan mallin rakenteen ja estimoimaan mallin parametrit ennustevirhemenetelmällä. Miten käytät taajuusvastetta mallin validoinnissa? Sanallinen kuvaus riittää. (1p)

Olet paininut em. identifiointiongelman kanssa n. vuoden, kun yht'äkkiä päätätkin tulkita lämpötilan systeemiin vaikuttavaksi häiriöksi. Tavoitteenasi on muodostaa häiriömalli $y(t)=G(q)u(t)$, jossa y on lämpötila, u valkoista kohinaa ja G jatkuva-aikainen siirtofunktio.

d) Esitä perustellen y:n spektri G:n ja u:n spektrin avulla. (1p)

e) Miten estimoisit lämpötilasignaalin spektrin? Sanallinen kuvaus riittää. (1p)

f) Miten määräisit G:n hyödyntäen d)- ja e)-kohtien tuloksia? (1p)

5.

Oletetaan, että tiedossasi on lineaarisen systeemin impulssivaste.

a) Miten määräisit impulssivasteen perusteella systeemin askelvasteen? (1p)

b) Miten määräisit impulssivasteen perusteella systeemin vasteen mielivaltaiselle ohjaukselle? (1p)

c) Miten määräisit impulssivasteen perusteella systeemin siirtofunktion? (1p)

d) Miten määräisit c)-kohdassa konstruoidun siirtofunktion perusteella systeemin taajuusvasteen? (1p)

e) Esittele lyhyesti kaksi keinoa impulssivasteen identifioimiseksi (2p)

6.

Tarkastellaan harmonisen oskillaattorin diskreettiaikaista tilaesitystä

$$\begin{aligned} x((k+1)h) &= \begin{pmatrix} \cos(\omega h) & \sin(\omega h) \\ -\sin(\omega h) & \cos(\omega h) \end{pmatrix} x(kh) + \begin{pmatrix} 1-\cos(\omega h) \\ \sin(\omega h) \end{pmatrix} u(kh) \\ y(kh) &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix} x(kh). \end{aligned}$$

a) Miten tutkisit, että onko oskillaattori saavutettava (täydellisesti ohjattava)? (1p)

b) Onko oskillaattori saavutettava? Perustele vastauksesi. Mitä tapahtuu, kun $\omega h = n\pi$? (2p)

c) Miten tutkisit, että onko oskillaattori tarkkailtava? (1p)

d) Onko oskillaattori tarkkailtava? Perustele vastauksesi. Mitä tapahtuu, kun $\omega h = n\pi$? (2p)

ANNA KURSSIPALAUTETTA OSOITTEESSA

http://www.sal.tkk.fi/Opinnot/kurssiarviointi.html

PALAUTTEEN ANTAMISESTA HYVITETÄÄN YKSI TENTTIPISTE