

Mat-2.4129 Systemien identifiointi

Tentti 15.12.2009

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**, joista kukin arvostellaan asteikolla 0-6.

- Tehtävät 1 ja 2 eivät ole korvattavissa hyvityspisteillä.
- Tehtävät 3 ja 4 ovat korvattavissa kotitehtävistä ja laskareissa esitellyistä tehtävistä saaduilla hyvityspisteillä.
- Tehtävät 5 ja 6 ovat korvattavissa harjoitustöistä saaduilla hyvityspisteillä

Hyvityspisteet on esitetty tenttipaperin liitteessä.

Tentin arvostelussa huomioitavat pisteet lasketaan seuraavasti:

- $\max\{\text{tehtävien 3 ja 4 pisteet yhteen, koti- ja esittelytehtävähyvitykset}\}$
- $\max\{\text{tehtävien 5 ja 6 pisteet yhteen, harjoitustyöhyvitykset}\}$

Tentissä saa käyttää kynää, kumia, paperia ja aivoja.

#### A. Pakolliset tehtävät

1.

- a) Lineaariseen dynaamiseen systeemiin syötetään valkoista kohinaa. Miten saadaan systeemin impulssivaste? (2p)
- b) Miten määräisit a)-kohdassa identifioidun impulssivasteen perusteella systeemin askelvasteen? (1p)
- b) Miten määräisit a)-kohdassa identifioidun impulssivasteen perusteella systeemin vasteen mielivaltaiselle ohjaukselle? (1p)
- c) Miten määräisit a)-kohdassa identifioidun impulssivasteen perusteella systeemin siirtofunktion? (1p)
- d) Miten määräisit c)-kohdassa konstruoidun siirtofunktion perusteella systeemin taajuusvasteen? (1p)

2.

a) Esittele sanallisesti spektraalianalyysin peruseriaatteen (2p)

Miten hyödyntäisit spektraalianalyysin lopputulosta seuraavissa parametrin systeemimallin identifiointiprosessin vaiheissa:

b) Koesuunnittelu (1p)

c) Datan esikäsittely (1p)

d) Mallirakenteen valinta (1p)

e) Mallin validointi (1p)

**B. Kotitehtävillä ja laskareissa esitellyillä tehtävillä korvattavissa olevat tehtävät**

3. Kustakin kohdasta saa 0.5p.

a) Tarkastellaan dynaamista järjestelmää, jonka siirtofunktio on  $G(s)=1/(s+3)$ . Onko järjestelmä stabiili? Perustelee vastauksesi.

b) Mitä a-kohdan stabiilisuustulos tarkoittaa käytännössä?

c) Mikä on a-kohdan järjestelmän taajuusvaste?

d) Muodosta a-kohdan siirtofunktiota vastaava aikatason input-output -kuvaus.

e) Muodosta d-kohdan input-output -kuvauksesta tilaesitys (tila- ja ulostuloyhtälöt).

f) Onko e-kohdan järjestelmä saavutettava?

g) Monta tasapainopistettä e-kohdan järjestelmällä on?

h) Diskretoi e-kohdan tilaesitys Eulerin menetelmällä. Valitse diskretointiväliksi yksi.

i) Muodosta h-kohdan tilaesitystä vastaava aikatason input-output -kuvaus.

j) Muodosta i-kohdan input-output -kuvausta vastaava siirtofunktio.

k) Onko j-kohdan järjestelmä stabiili? Perustelee vastauksesi.

l) Mikä on j-kohdan järjestelmän taajuusvaste?

4.

a) Suunnittele dynaamiselle systeemille

$$x(k+1) = \begin{bmatrix} -1 & -2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} x(k) + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u(k)$$

tilatakaisinkytkentä niin, että suljetun silmukan systeemi on asympotoottisesti stabiili. (3p)

b) Tarkastellaan dynaamista systeemiä

$$\dot{x}(t)/dt = Ax(t) + Bu(t)$$

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

Suunnittele P-säädin, joka stabiloi systeemin origoon eli ulostulon  $y(t)$  on seurattava ulkoista referenssisignaalia  $r = 0$ . (1p)

c) Oletetaan, että b)-kohdan systeemin ulostuloon kohdistuu askelmainen häiriö  $v$ , joka muuttaa ulostulon muotoon  $y(t) = Cx(t) + v$ . Osoita, että häiriö  $v$  aiheuttaa systeemin ulostuloon pysyvän poikkeaman, kun käytetään pelkkää P-säädintä. (2p)

### C. Harjoitustöillä korvattavissa olevat tehtävät

5.

a) Esittele ennustevirhemenetelmän käyttö dynaamisten systeemien identifiointissa. (3p)

b) Osoita, että pienimmän neliösumman keino on ennustevirhemenetelmän erikoistapaus. (3p)

6.

a) Listaa kolme erilaista lähestymistapaa dynaamisten systeemien tilaestimointiin. (2p)

b) Olet konstruoimassa **tarkkailtavalle** lineaariselle systeemille lineaarista tilatarkkailijaa. Osoita, että tilatarkkailijalle saadaan mielivaltainen dynamiikka (esim. asympotoottisesti stabiili) valitsemalla tarkkailijan suunnitteluparametrit sopivasti. (4p)