

SGN-11000 Signaalinkäsittelyn perusteet
Tentti 25.9.2019
Heikki Huttunen

- ▷ Oma laskin sallittu.
- ▷ Tenttikysymyksiä ei tarvitse palauttaa.
- ▷ Merkitse vastauspaperiin koska olet suorittanut pakolliset harjoitukset (jos ei kevät 2019).
- ▷ Vastaa konseptille. Kirjoita myös nimesi ja opiskelijanumerosi.

1. Ovatko seuraavat väittämät tosia vai epätosia? (Perusteluja ei tarvita. Oikea vastaus: 1 p, väärä: $-\frac{1}{2}$ p, ei vastausta 0 p.) Pistemäärä pyöristetään ylöspäin lähimpään kokonaislukuun.

- (a) Sinisignaalin värähtelytaajuus on 8500 Hz, ja siitä otetaan näytteitä $T = \frac{1}{5000}$ sekunnin välein. Tällöin tulossignaali näyttää värähtelevän 2500 Hertsin taajuudella.
- (b) Signaalin $x(n) * y(n)$ DFT on $X(n)Y(n)$.
- (c) IIR-suotimet ovat aina stabiileja.
- (d) Järjestelmän impulssivaste määrää vasteen mille tahansa signaalille.
- (e) FIR-suotimen siirtymäkaistan leveys on kääntäen verrannollinen kertoimien määrään.
- (f) Lohkokaavion operaatio $\uparrow 5$ lisää 4 nollaa jokaisen kahden peräkkäisen näytteen väliin.

2. (a) Erään suotimen napanollakuvio on kuvassa 1 (vasen), ja tiedetään että sen amplitudivaste $|H(e^{j\omega})| \in [0, 1]$. Hahmottele suotimen amplitudivasteen kuvaaja niin tarkasti kuin se näillä tiedoilla onnistuu. (2p)

(b) Onko kuvan 1 suodin stabiili? Millä perusteella? (1p) Entä onko kuvan 1 suodin FIR vai IIR? Millä perusteella? (1p)

(c) Laske vektorin

$$\mathbf{x} = [-5, -1, 1, 0]^T$$

diskreetti Fourier-muunnos. (2p)

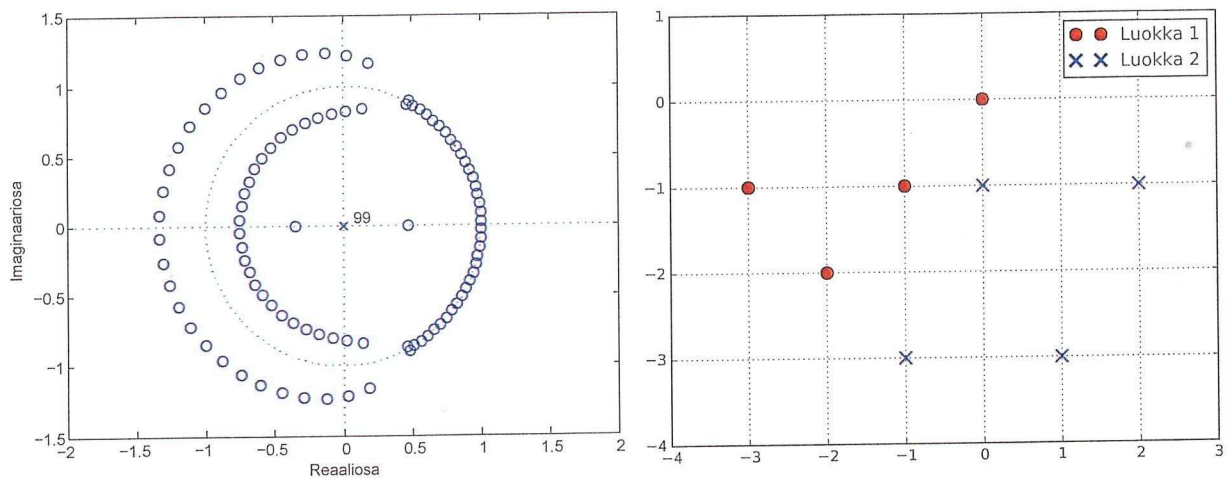
3. Oletetaan, että kausaalisen LTI-järjestelmän heräte $x(n)$ ja vaste $y(n)$ toteuttavat seuraavan differenssiyhtälön:

$$y(n) = y(n-1) - \frac{1}{2}y(n-2) + x(n) - 2x(n-1) + x(n-2).$$

(a) Määritä järjestelmän siirtofunktio $H(z)$.

(b) Piirrä napa-nollakuvio.

(c) Onko järjestelmä stabiili? Miksi / miksi ei?



Kuva 1: Vasen: Tehtävän 2 napanollakuvio. Oikea: Tehtävän 5 aineisto.

4. Signaalin näytteenottotaajuus halutaan nostaa 32 kHz \rightarrow 48 kHz.

- (a) Piirrä lohkokaaavio järjestelmästä, joka suorittaa muunnoksen. (3p)
- (b) Mitkä ovat tarvittavien suodinten estokaistat (alku-loppu)? (3p)

5. (a) Suunnittele Fisherin lineaarinen erottelija (LDA) kuvan 1 (oikea) datalle. Ilmoita ratkaisu muodossa

$$\text{Näytteen } \mathbf{x} \in \mathbb{R}^2 \text{ luokka} = \begin{cases} 1, & \text{jos } \boxed{\text{jotain}} \\ 2, & \text{muutoin} \end{cases}$$

Luokkien kovarianssimatriisit ovat:

$$\mathbf{C}_1 = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 2 & 2 \end{pmatrix} \quad \mathbf{C}_2 = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

(b) Kuinka näyte $\mathbf{x} = (-2, -3)$ luokittuu?