

SGN-1200 Signaalinkäsittelyn menetelmät
Tentti 17.5.2010
Heikki Huttunen

Vastaa konseptille. Tentissä saa käyttää vain tiedekunnan laskinta. Jos et suorittanut harjoituksia keväällä 2010, merkitse tentin 1. sivulle mistä löytyy merkintä pakollisista harjoituksista.

1. Ovatko seuraavat väittämät tosia vai epätosia? (Perusteluja ei tarvita. Oikea vastaus: 1 p, väärä: $-\frac{1}{2}$ p, ei vastausta 0 p.)
 - (a) Signaalin $x(n)y(n)$ DFT on $X(n)Y(n)$.
 - (b) Kaksiulotteinen diskreetti Fourier-muunnos voidaan laskea yksiulotteisten diskreettien Fourier-muunnosten avulla.
 - (c) Vaihevasteen lineaarisuus takaa, että signaalin kaikki taajuudet viivästyvät yhtä monta sekuntia.
 - (d) Skalaarilla kertominen ja signaalien yhteenlasku voidaan lineaarisen suotimen tapauksessa tehdä yhtä hyvin ennen suodatusta kuin sen jälkeenkin.
 - (e) Suotimen stabiilius tarkistetaan selvittämällä ovatko sen siirtofunktion nollien itseisarvot pienempiä kuin yksi.
 - (f) FIR-suotimen siirtofunktio voidaan päätellä sen impulssivasteesta.
2.
 - (a) Erään suotimen napanollakuvio on kuvassa 1. Onko kyseessä FIR vai IIR-suodin? Millä perusteella? (1p) Entä onko suodin stabiili? Millä perusteella? (1p)
 - (b) Tarkastellaan reaalista vektoria $\mathbf{x} = (x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7)^T$. Laske sen diskreetti Fourier-muunnos, kun vektorin $(x_0, x_2, x_4, x_6)^T$ DFT on $(-5, 3, -9, 3)^T$ ja vektorin $(x_1, x_3, x_5, x_7)^T$ DFT on $(0, -12, -4, -12)^T$. (2p)
 - (c) Suodin suunnitellaan ikkunamenetelmällä seuraavien määrittelyjen mukaiseksi.

Estokaista	[12 kHz, 16 kHz]
Päästökaista	[0 kHz, 10 kHz]
Päästökaistan maksimivärähtely	0.06 dB
Estokaistan minimivaimennus	48 dB
Näytteenottotaajuus	32 kHz

Kertoimia saat käyttää enintään 101 kappaletta. Millä ikkunalla tämä onnistuu (vai onnistuuko millään)?

3. Suunnittele ikkunamenetelmällä alipäästösuodin (selvitä käsin impulssivasteen lauseke), jonka vaatimukset ovat seuraavat:

Päästökaista	[0 kHz, 2 kHz]
Estokaista	[5 kHz, 12 kHz]
Päästökaistan maksimivärähtely	0.1 dB
Estokaistan minimivaimennus	43 dB
Näytteenottotaajuus	24 kHz

Käytä oheisia taulukoita hyväksesi.

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

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

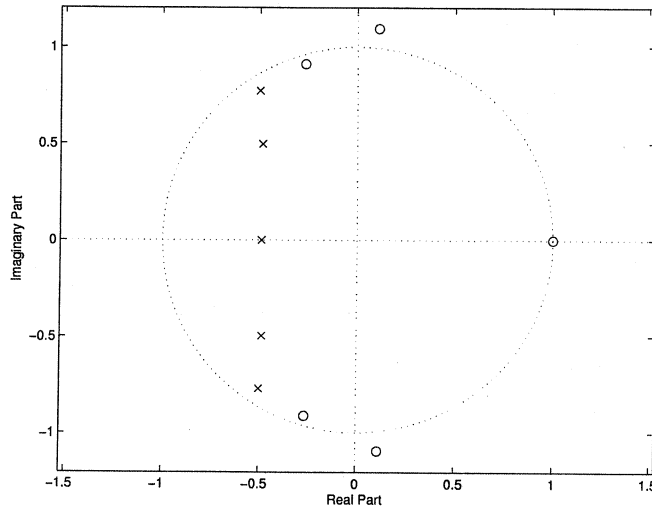
- (a) Määritä järjestelmän siirtofunktio $H(z)$.
 (b) Piirrä napa-nollakuvio.
 (c) Onko järjestelmä stabiili? Miksi / miksi ei?

5. Kausaalisen aikainvariantin järjestelmän siirtofunktio on

$$H(z) = \frac{1 - 2z^{-1} + z^{-2}}{1 - az^{-1}},$$

missä $a \in \mathbf{R}$.

- (a) Määritä herätteen $x(n)$ ja vasteen $y(n)$ välinen yhtälö ja piirrä lohkokaaavio.
 (b) Millä vakion a arvoilla järjestelmä on stabiili?
 (c) Piirrä napa-nollakuvio tapauksessa $a = \frac{1}{2}$.



Kuva 1: suotimen napanollakuvio.

Suodintyyppi	Impulssivaste kun	
	$n \neq 0$	$n = 0$
Alipäästö	$2f_c \text{sinc}(n \cdot 2\pi f_c)$	$2f_c$
Ylipäästö	$-2f_c \text{sinc}(n \cdot 2\pi f_c)$	$1 - 2f_c$
Kaistanpäästö	$2f_2 \text{sinc}(n \cdot 2\pi f_2) - 2f_1 \text{sinc}(n \cdot 2\pi f_1)$	$2(f_2 - f_1)$
Kaistanesto	$2f_1 \text{sinc}(n \cdot 2\pi f_1) - 2f_2 \text{sinc}(n \cdot 2\pi f_2)$	$1 - 2(f_2 - f_1)$

Ikkuna-funktion nimi	Siirtymäkaistan leveys (normalisoitu)	Päästökaistan värähtely (dB)	Estokaistan minimivaimennus (dB)	Ikkunan lauseke $w(n)$, kun $ n \leq (N-1)/2$
Suorakulmainen	$0.9/N$	0.7416	21	1
Bartlett	$3.05/N$	0.4752	25	$1 - \frac{2 n }{N-1}$
Hanning	$3.1/N$	0.0546	44	$0.5 + 0.5 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right)$
Hamming	$3.3/N$	0.0194	53	$0.54 + 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right)$
Blackman	$5.5/N$	0.0017	74	$0.42 + 0.5 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right) + 0.08 \cos\left(\frac{4\pi n}{N}\right)$