Digitaaliset suodattimet: viikkotentti 6, 2018

1. Erääseen sovellukseen on suunniteltu seuraava digitaalinen FIR-alipäästösuodatin, jonka päästökaistan rajataajuudeksi ilmoitetaan $\pi/2$

   h(n)=[-0.0801 0.3398 0.6602 0.3398 -0.0801].

   Suodatin on alunperin ajateltu toteutettavaksi 18-bitin tarkkuudella, mutta sellaisena se ei mahdu FPGA-piirillä jäljellä oleviin portteihin. Saatkin tehtäväksesi kvantisoida kertoimet 6-bitin tarkkuuteen! Kuinka paljon näin saadun suodattimen amplitudivaste poikkeaa suunnitellusta? (määritä todellinen amplitudivasteen virhe taajuuksilla 0, $\pi/2$, π, ja $3\pi/2$.) Paljonko poikkeamat ovat desibeleinä?

   The below FIR low pass filter with the claimed pass band limit at $\pi/2$ has been designed for an application.

   h(n)=[-0.0801 0.3398 0.6602 0.3398 -0.0801].

   The filter was originally planned to be implemented using 18-bits of precision, but this turns out to be too much for the gates available on an FPGA. You are therefore asked to quantize the coefficients to 6-bit precision! How much does the magnitude response of this design differ from the planned one? (determine the actual error in amplitude response at frequencies 0, $\pi/2$, π, and $3\pi/2$) How much are the deviations in decibels?

2. Eräässä sovelluksessa oivalletaan mahdollisuus kääntää impulssi-invarianttiin aikadiskreettien IIR-suodattimien suunnittelumenetelmään liittyvä laskostumisongelma hyödynnettäväksi eduksi.

   Sovelluksen tarvitsemaa aikadiskreettiä suodatinta vastaavan aikajatkuvan ratkaisun siirtofunktio H(s) on alla. Saat parhaana saatavilla olevana asiantuntijana tehtäväksesi tuottaa sen aikadiskreetin siirtofunktion H(z) nimenomaan impulssi-invariantilla menetelmällä. Näytteistystaajuus on tällä ensimmäisellä yrittämällä kivasti normalisoitu arvoon 1.

   It is found that in an application the aliasing problem associated with the impulse-invariant method of designing discrete-time IIR filters could be turned into an asset.

   Specificially, the application needs a a discrete-time filter that is equivalent to a continuous-time filter with transfer function H(s) shown below. As the best available expert you are assigned to use the impulse-invariant method obtain of the transfer function H(z). The sampling frequency is nicely normalised to 1 for this first attempt.

   $$H(s) = \frac{s+c}{(s+a)(s+b)}$$

   , missä/where a=0.4,b=0.6, ja/and c=0.5.

   $$L^{-1}(H(s)) = \frac{1}{b-a}((c-a)e^{-at} - (c-b)e^{-bt})$$