



Digitalna obradba signala – Zadaci za 2. domaću zadaću

Akadska školska godina 2014./2015.

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva,
Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija

1. Metodom vremenskih otvora projektirate visokopropusni FIR filtar 6. reda granične frekvencije ω_g .
 - a) Skicirajte prijenosnu karakteristiku $H_{id}(\omega)$ idealnog visokopropusnog filtra. Je li takav filtar ostvariv i zašto?
 - b) Iz idealne prijenosne karakteristike $H_{id}(\omega)$ izračunajte impulsni odziv $h_{id}[n]$ idealnog visokopropusnog filtra granične frekvencije ω_g .
 - c) Uz $\omega_g = \frac{\pi}{3}$ i korištenjem pravokutnog vremenskog otvora izračunajte impulsni odziv kauzalnog visokopropusnog filtra $h_k[n]$.
 - d) Kako povećanje reda filtra N utječe na izgled amplitudno-frekvencijske karakteristike projektiranog filtra?
 - e) Skicirajte blokovsku shemu filtra i upišite vrijednosti koeficijenata.
2. Metodom jednakog impulsnog odziva projektirate digitalni filtar iz analognog prototipa čiji je impulsni odziv zadan kao $h(t) = t^2 e^{-\tau t} \mu(t)$.
 - a) Izračunajte prijenosnu funkciju analognog prototipa i skicirajte njegovu amplitudno-frekvencijsku karakteristiku.
 - b) Odredite impulsni odziv, prijenosnu funkciju i skicirajte amplitudno-frekvencijsku karakteristiku odgovarajućeg digitalnog filtra dobivenog uz period očitavanja $T_s = \ln(\pi)$.
 - c) Kako povećanje perioda očitavanja T_s utječe na razliku između amplitudne karakteristike analognog prototipa i projektiranog filtra?
 - d) Usporedite metodu jednakog impulsnog odziva i bilinearnu transformaciju s aspekta očuvanja stabilnosti i tipa filtra.
3. Bilinearnom transformacijom uz $T = 2$ projektiramo VISOKOPROPUSNI vremenski diskretni IIR filtar četvrtog reda iz analognog Butterworthovog prototipa.
 - a) Navedite izraz koji veže kontinuiranu i diskretnu kružnu frekvenciju. Ako je poznato da mora biti $\omega_g = \frac{\pi}{6}$ kolika je granična frekvencija Ω_g analognog prototipa?
 - b) Odredite prijenosnu funkciju analognog Butterworthovog prototipa.
 - c) Odredite prijenosnu funkciju projektiranog IIR filtra.
 - d) Skicirajte amplitudnu karakteristiku dobivenog VP filtra i izračunajte pojačanje na frekvencijama $\omega = 0$, $\omega = \frac{\pi}{3}$, $\omega = \frac{2\pi}{3}$ i $\omega = \pi$.

Uputa: na prugu koja obuhvaća $j\Omega$ os za Butterworthovu aproksimaciju visokopropusnog filtra vrijedi $H_B(s)H_B(-s) = \frac{(-s^2)^n}{(-s^2)^n + \Omega_g^{2n}}$, odnosno $|H_B(j\Omega)|^2 = \frac{\Omega^{2n}}{\Omega^{2n} + \Omega_g^{2n}}$.

4. Diskretni vremenski nepromjenjiv sustav koji želimo realizirati na DSP procesoru korištenjem frakcione aritmetike opisan je diferencijskom jednačbom: $25y[n] - 30y[n-1] + 8y[n-2] = 6u[n] - 4u[n-1]$.
- Izračunajte prijenosnu funkciju zadanog sustava i po potrebi skalirajte koeficijente filtra.
 - Skicirajte blokovski dijagram direktne-II realizacije sustava i na njoj označite sve kritične čvorove.
 - Odredite prijenosne funkcije koje vežu ulazni signal i signal u svakom od kritičnih čvorova.
 - Poznato vam je da odziv linearnog vremenski nepromjenjivog diskretnog sustava na pobudu možemo izračunati konvolucijskom sumacijom. Također vam je poznato da su uzorci pobudnog signala kod implementacije takvog sustava na DSP procesoru vrijednosti iz raspona od -1 do 1. Izvedite formulu za izračun koeficijenta skaliranja za apsolutnu ogradu (najgori slučaj), koja garantira da ni u kojem slučaju neće doći do prekoračenja dozvoljenog opsega dinamike.
 - Izračunajte potrebni koeficijent skaliranja za kritični čvor koji se kod direktne-II realizacije nalazi najbliže izlazu sustava ($\beta\Sigma 1$). Kao kriterij koristite apsolutnu ogradu.
5. Razmatramo realizacije s realnim koeficijentima diskretnog vremenski nepromjenjivog sustava čija je prijenosna funkcija zadana izrazom:

$$H(z) = \frac{(1 - \frac{3}{4}z^{-1} + \frac{1}{8}z^{-2})(1 - \frac{3}{8}z^{-1} + \frac{1}{32}z^{-2})}{(1 - \frac{1}{3}z^{-1})^2(1 - \frac{1}{9}z^{-1})^2}$$

- Skicirajte blokovski dijagram direktne-I realizacije danog filtra i upišite vrijednosti koeficijenata.
- Ukoliko filter realiziramo kao kaskadu sekcija prvog reda koje sadrže po jednu nulu i jedan pol, na koliko različitih načina možemo definirati i rasporediti sekcije u kaskadu?
- Skicirajte blokovski dijagram realizacije danog filtra pomoću sekcija prvog reda, tako da brojničke sekcije rasporedite po padajućoj vrijednosti Q faktora, a nazivničke proizvoljno. Na skicu upišite vrijednosti koeficijenata.
- Navedite barem dvije prednosti kaskadne u odnosu na direktnu-II realizaciju i barem jednu prednost direktne-II u odnosu na direktnu-I realizaciju.
- Skicirajte dijagram tijeka signala proizvoljne paralelne realizacije zadanog sustava i upišite vrijednosti koeficijenata.