

13E054MAS-2019

Metode analize elektrofizioloških signala

CIKLUS II: 2. Primer

Metode analize signala u vremenskom domenu - filtriranje

“NUMERICAL METHODS IN BIOMEDICAL ENGINEERING” SM DUNN, A CONSTANTINIDES, PV MOGHE, ELSEVIER, 2006

Poslati izveštaj i kodove na e-mail nadica.miljkovic@etf.bg.ac.rs. Fajlovima dodati u nazivu svoje ime (npr. *Ime_Izvestaj_Primer1_Ciklus_1.docx*). Sve rezultate i zaključke sačuvati u Word izveštaju, a kod sačuvati u Matlab fajlu.

NAPOMENA: potrebno je svim graphicima dodati nazive i označiti ose.

Ciljevi ovog primera su: (1) filtriranje vremenske serije (diskretni signal), (2) primena filtra u cilju odstranjivanja promenljive bazne linije, (3) primena MA (eng. *Moving Average*) filtra za odstranjivanje šuma i (4) prikaz frekvencijskog odziva diskretnog filtra u vremenskom domenu.

ZADACI ZA RAD NA ČASU:

1. Pokrenuti program *Primer2_Ilciklus.m*. Uočiti da je nakon odabira opcije "izaberite signal" iz menija potrebno odabrati fajl sa podacima, početnu tačku (indeks) u fajlu, broj dobiraka koji se učitava i unos frekvencije odabiranja (signal *6.txt* je odabiran sa 1000 Hz, a signal *7.txt* sa 200 Hz). Odabirom opcije "slika signala" iz menija prikazuje se grafik originalnog signala. Dopuniti kod tako da se na donjem panelu na slici (subplot grafika) prikazuje frekvencijski spektar signala. Prikazati tako dopunjen grafik u izveštaju.
2. Primeniti jednostavan filter za odstranjivanje promenljive bazne linije sa najmanjom mogućom modifikacijom signala kroz opciju u meniju "1. filter bazne linije". Jedan takav filter ima funkciju prenosa:

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

Ovde je α lokacija pola filtra koji će se koristiti za odstranjivanje niskofrekventne komponente signala. Generalna forma filtra je:

$$H(z) = \frac{b_1 + b_2 z^{-1} + b_3 z^{-2} + \dots + b_{N+1} z^{-N}}{1 + a_2 z^{-1} + a_3 z^{-2} + \dots + a_{N+1} z^{-N}}$$

Za primenu filtra u Matlabu unose se b i a koeficijenti kao vektori:

$$b = [b_1 \ b_2 \ b_3 \ \dots \ b_N];$$

$$a = [1 \ a_2 \ a_3 \ \dots \ a_N];$$

Dužine vektora b i a treba da budu jednake, što znači da je u nekim slučajevima potrebno jedan od vektora dopuniti nulama. Odrediti vektore b i a za filter koji treba da otkloni promenljivu baznu liniju i upisati ih u program. Koeficijenti treba da budu funkcija promenljive α .

U cilju filtriranja ulaznog signala korišćenjem koeficijenata filtra, upotrebiti Matlab funkciju *filter*. Za to je potrebno uneti koeficijente b i a kao i signal koji se filtrira. Ako je signal koji se filtrira x a filtrirani p , koristiti sledeću funkciju:

```
p = filter(b, a, x);
```

U okviru iste opcije potrebno je nacrtati frekvencijski odgovor filtra. Postoji nekoliko načina. Primeniti funkciju *freqz()*. Za ovu funkciju treba uneti a i b vektore, a izlaz je frekvencijski odgovor (amplituda i faza) $H(e^{j\Omega})$ na opsegu Ω . Uočiti da je $0 \leq \Omega \leq \pi$. Koristiti sledeći izraz za filter u Matlabu:

```
[H1, Omega1] = freqz(b, a);
```

U cilju konverzije frekvencije u realnu vrednost potrebno je primeniti skaliranje: $f_{real} = (\Omega_1 \times f_s) / (2\pi)$ gde je f_s učestanost odabiranja, a f_{real} je realna učestanost.

3. Primeniti MA filter koristeći opciju "2. MA filter signala" u meniju. Ako je ulazni signal sa filtriranom promenljivom baznom linijom označen nizom p (izlaz prvog filtra), onda će rezultujući signal (niz odbiraka) MA filtra biti označen sa y . Najjednostavniji kod za primenu MA filtra je sledeći:

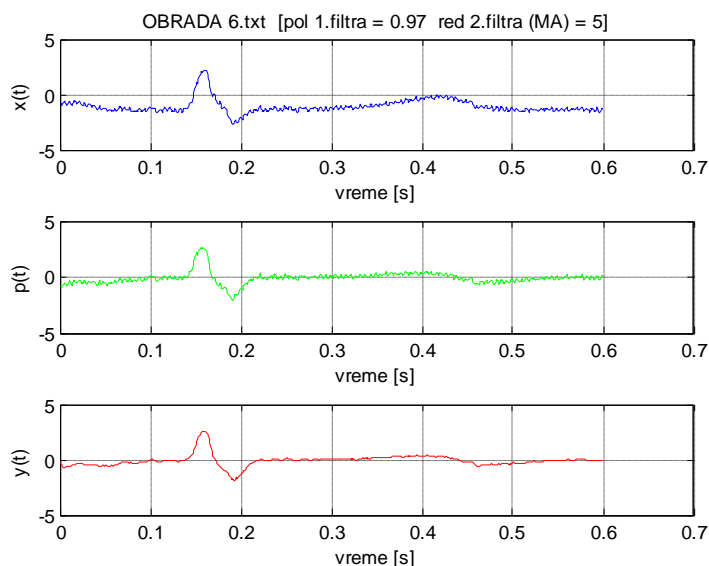
```
a = zeros(1, order);  
a(1) = 1;  
b = ones(1, order) / order;
```

Realizovati MA filter i odrediti frekvencijski odziv ovog filtra.

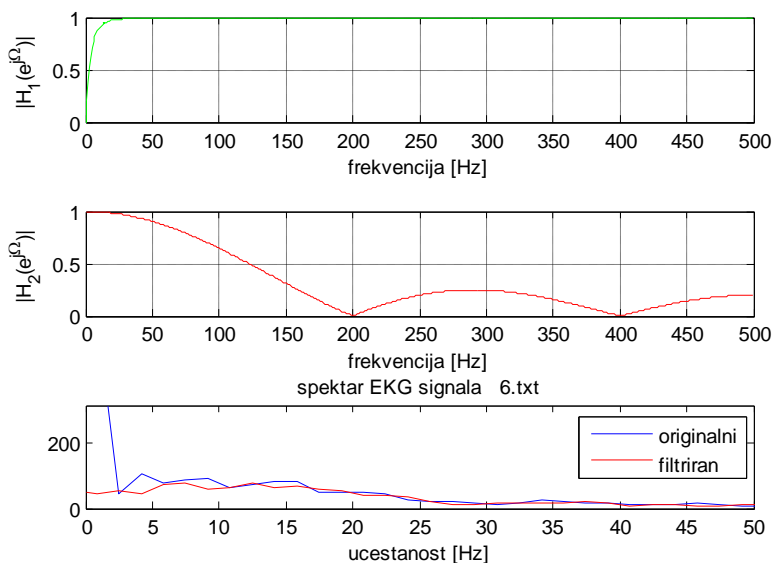
4. Prikazati sve rezultate kroz opciju "slika OBRADA" u meniju. (Rezultati procesiranja podataka iz fajla 6.txt sa sledećim parametrima: start = 3000, broj odbiraka = 600, pol filtra = 0.97 i red MA filtra = 5 su prikazani na Sl. 1 i Sl. 2.)
5. Omogućiti sledeću funkcionalnost Matlab menija: 1) Opcija "sacuvati sliku OBRADA" memoriše .jpg fajlove sa prikazom signala kao na Sl. 1 i Sl. 2.; 2) Ove dve slike se mogu odštampati sledećom opcijom "odštampati sliku OBRADA"; 3) Memorisanje filtriranog signala u različitim formatima (realizovati po želji) je sadržano u opciji "sacuvati filtriran signal".

CIKLUS II: 2. Zadatak

- Modifikovati predložene parametre u 4. zadatku za oba filtra tako da izlazni signal liči najviše moguće na originalni signal (bez ofseta bazne linije i šuma) za izdvojene pojedinačne EKG talase kao i za segmente sa više EKG talasa. Primeniti filtre na oba EKG signala 6.txt i 7.txt. **Komentarirati rezultat (u odnosu na primenjene filtre i odabrane parametre filtara).**
- Unaprediti program *Ime_Prezime_Primer2_Ilciklus.m* po izboru i sačuvati u .m fajlu kao *Ime_Prezime_Zadatak2_Ilciklus.m*. Uneti prikazivanje bazne linije. **Šta će promeniti *filtfilt()* funkcija umesto *filter*?**



Slika 1. Rezultat filtriranja signala: prikaz signala u vremenskom domenu



Slika 2. Rezultat filtriranja signala: prikaz karakteristike filtara i magnituda signala