

# 13E053DOS - Digitalna obrada signala

## Domaći zadatak

Datum objave: 02.12.2020.

Rok za slanje rešenja: 27.12.2020. do 23:59

### Uputstvo

Pre početka izrade zadatka potrebno je izračunati parametre  $P$ ,  $Q$ ,  $R$  i  $S$  koji zavise od godine upisa fakulteta( $gggg$ ) i broja indeksa( $bbbb$ ) na sledeći način:

$$P = \text{mod}(bbbb, 4)$$

$$Q = \text{mod}(b + b + b + b, 4)$$

$$R = \text{mod}(bbbb + gggg, 4)$$

$$S = \text{mod}(bbbb, 5)$$

Zadatak koji je urađen za nekorektan parametar ili poslat nakon isteka roka se boduje sa maksimalno 50% poena navedenih u zagradi pored zadatka. Na svim graficima korektno označiti ose, dodati naslov i po potrebi legendu. Grafike možete kopirati u izveštaj izborom opcije *Edit* → *Copy Figure*. Tražene grafike i prateće komentare, kao i Matlab/Octave/Python kôdove je potrebno dodati u izabrani model izveštaja i samo izveštaj postaviti na platformu MS Teams (Assignments → Domaći zadatak → Add work) najkasnije **27.12.2020. godine u 23:59**. Dokument imenovati na sledeći način: Ime\_Prezime\_gggg-bbbb. Jednom kada dodate finalno rešenja potrebno je da kliknete na opciju **Turn in**. Domaći zadatak je predviđen da se radi **samostalno**. Odbrane će biti organizovane preko MS Teams platforme. Termin odbrane biće naknadno objavljeni. **Srećan rad!**

### Zadatak 1 [4]

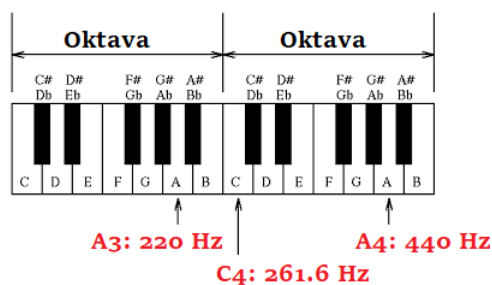
Napisati program koji izračunava linearnu konvoluciju i cikličnu konvoluciju u  $N = 10(P + 1)$  tačaka signala  $x[n]$  i  $y[n]$ . Skicirati signale  $x[n]$  i  $y[n]$  na jednom grafiku, a vrednosti konvolucija na posebnim graficima. Odrediti u kojim odbircima se poklapaju vrednosti linearne i ciklične konvolucije. Rezultate **proveriti** primenom ugrađenih funkcija *conv* i *cconv*.

$$x[n] = \begin{cases} n, & 0 \leq n \leq N/2 - 1 \\ 1 - n - N/2, & N/2 \leq n \leq N - 1 \end{cases}$$
$$y[n] = \begin{cases} 2\cos((P + 1)n + \frac{\pi}{4}), & 0 \leq n \leq N/2 - 1 \\ 0, & \text{inače} \end{cases}$$

### Zadatak 2 [6]

Učitati i prikazati audio signal i signal dobijen odabiranjem originalnog audio signala odgovarajućom frekvencijom odabiranja iz tabele ispod. Odrediti i prikazati amplitudski spektar originalnog audio signala i analizom spektra koristeći šemu datu na slici 1. utvrditi od kojih tonova se signal sastoji. Visina tona određena je frekvencijom, dok je boja tona različitih instrumenata određena snagom na višim harmonicima odnosno celobrojnim umnošcima osnovne frekvencije. Jedna oktava sastoji se od 12 polutona i odnos frekvencija između dva uzastopna tona jednak je  $\sqrt[12]{2}$ . (Napomena: Potrebno je navesti samo tonove koji odgovaraju dominantnim komponentama u spektru signala).

$Q = 0$	<i>audio0.wav</i>	$f_s = 4.4 \text{ Hz}$
$Q = 1$	<i>audio1.wav</i>	$f_s = 44 \text{ Hz}$
$Q = 2$	<i>audio2.wav</i>	$f_s = 440 \text{ Hz}$
$Q = 3$	<i>audio3.wav</i>	$f_s = 4400 \text{ Hz}$



Slika 1. Prikaz dve oktave na klaviru i frekvencije tonova

## Zadatak 3 [5]

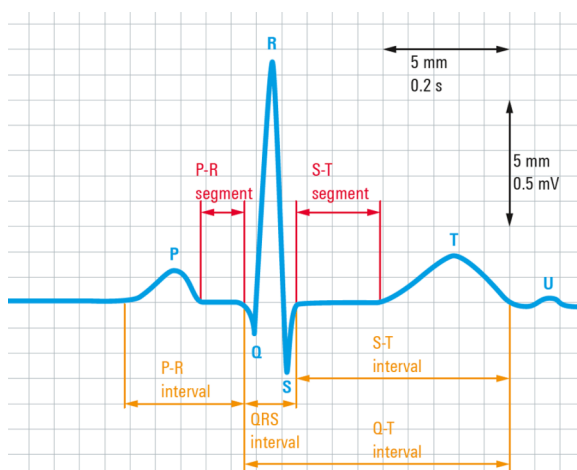
U svakom .mat fajlu iz naredne tabele nalazi se elektrokardiografski snimak čoveka, odnosno signal električne aktivnosti srca u toku vremena. Primenom IIR filtera u zavisnosti od parametra  $R$  iz ekg signala je potrebno otkloniti komponentu napajanja gradske mreže na 50 Hz. Kreirati analogne filtre iz tabele tako da je maksimalno slabljenje u propusnom opsegu 2 dB, a minimalno slabljenje u nepropusnom opsegu 40 dB, pa zatim izvršiti diskretizaciju metodom bilinearne transformacije. Filtrirati ekg signal projektovanim digitalnim filtrom. Pogodno izabrati tip filtra (lowpass, highpass, bandpass ili bandstop) i na graficima prikazati ekg signal i njegovu amplitudsku frekvencijsku karakteristiku, amplitudsku frekvencijsku karakteristiku analognih i digitalnih filtera kao i rezultat filtriranja u vremenskom i frekvencijskom domenu. Metodom po izboru odrediti broj otkucaja srca u minuti (Pomoć: Vreme između 2 otkucaja jednako je intervalu između R pikova). Signale možete učitati primenom sledećih naredbi:

Matlab

```
data = load(['ekg' num2str(P) '.mat']);
x = data.x;
fs = data.fs;
```

Python

```
data = scipy.io.loadmat('ekg' + str(P) + '.mat')
x = data['x'];
fs = data['fs'];
```



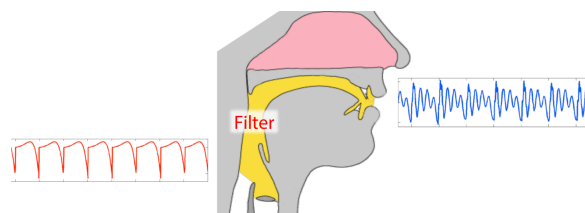
Slika 2. Elektrokardiogram čoveka

$R = 0$	<i>ekg0.mat</i>	Butterworth, Chebyshev I
$R = 1$	<i>ekg1.mat</i>	Elliptic, Chebyshev I
$R = 2$	<i>ekg2.mat</i>	Butterworth, Chebyshev II
$R = 3$	<i>ekg3.mat</i>	Elliptic, Chebyshev II

## Zadatak 4 [5]

Govorni signal se može modelovati kao izlaz iz linearnog nestacionarnog sistema koji je pobuđen kvazi-periodičnim signalom ili šumom. Samoglasnici nastaju tako što vazduh prelazi preko zategnutih glasniha žica koje počinju da vibriraju i proizvode kvazi-periodične četvrtke koje pobuđuju vokalni trakt.

Vaš zadatak je da snimate audio sekvencu koja se sastoji od jednog samoglasnika (A ( $S = 0$ ), E ( $S = 1$ ), I ( $S = 2$ ), O ( $S = 3$ ), U ( $S = 4$ )) u trajanju do 1 sekunde. Govornu sekvencu zatim izdelite na segmente trajanja 20ms unutar kojih možemo smatrati da je govorni signal stacionaran. Napisati funkciju koja prima odbirke govornog segmenta  $x[n]$  dužine 20ms, a kao povratnu vrednost vraća amplitudsku frekvencijsku karakteristiku govornog segmenta. Na osnovu amplitudske frekvencijske karakteristike dobijene usrednjavanjem po svim govornim segmentima projektujte Butterworth-ov i Elliptic filter koji će eliminisati dominantnu komponentu u spektru. Propustite originalni signal kroz projektovane filtre i komentarišite izbor reda filtra i njegov uticaj na degradaciju filtriranog signala.



Slika 3. Formiranje glasova i prostiranje kroz vokalni trakt

Za snimanje, reprodukciju, učitavanje i čuvanje audio signala možete koristiti sledeće funkcije u Matlab-u:

snimanje audio signala	<code>recObj = audiorecorder;</code> <code>disp('Start speaking.');</code> <code>t = 1; % 1 sekund</code> <code>recordblocking(recObj, t);</code> <code>disp('End of Recording.');</code>
dohvatanje snimljenog signala	<code>x = getaudiodata(recObj);</code>
puštanje audio signala	<code>play(recObj);</code> ili <code>sound(x);</code>
čuvanje audio signala	<code>audiowrite(filename, x, Fs);</code>
učitavanje audio signala	<code>[x, Fs] = audioread(filename);</code>

**Za radoznale** - Pitch frekvencija predstavlja osnovnu frekvenciju oscilovanja glasniha žica i ona se kreće u intervalu od 85-155Hz kod muškaraca, u intervalu 165-255Hz kod žena dok kod dece iznosi oko 300Hz. Određivanje pitch frekvencije predstavlja važan zadatak prilikom identifikacije govornika i grubo se može proceniti kao frekvencija signala izgovorenog samoglasnika. Napisati funkciju koja prima odbirke govornog segmenta  $x[n]$  dužine 20ms, a kao povratnu vrednost vraća estimaciju pitch frekvencije.