

DIGITALNA OBRADA SIGNALA, LABORATORIJSKA VJEŽBA BROJ 2

Priprema:

Naredba **conv** služi za računanje konvolucije dva signala odnosno za množenje dva polinoma. U sledećem primjeru ćemo vidjeti njenu primjenu. Primjer treba kucati u komandnoj liniji Matlab-a. Prve tri naredbe određuju proizvod polinoma x^2+1 i $2x+1$, naredna grupa naredbi računa konvoluciju dva diskretna signala (x možemo interpretirati kao ulaz u diskretni sistem, h – impulsni odziv sistema, a y izlazni signal). Poslednja grupa naredbi za signal $x(t) = e^{-t} \sin(4t)$, odabiran sa korakom odabiranja $T=\pi/32$, i sistem sa impulsnim odzivom $h(t) = \frac{1}{4}[u(t - \pi/4) - u(t - 3\pi/4)]$, računa izlazni signal. Ulazni signal se posmatra u intervalu $0 \leq t < 2\pi$.

```
p1=[1 0 1];
p2=[2 1];
p12=conv(p1,p2)

h=[0,1,2,1,0,0];
x=[1,0,0,-1,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0];
y=conv(x,h)
stem(y)

T=pi/32;Tmax=2*pi-T;t=0:T:Tmax
x=exp(-t).*sin(4*t);
h=[zeros(1,8),ones(1,17)]/4;
y=conv(x,h)
t1=0:T:Tmax+3*pi/4;
plot(t,x,t1,y)
```

Zadaci:

1. Impulsni odziv sistema je $h(n)=[1,2,1,1,-1]$ za $n=0,1,2,3,4$.

a) naći odziv $y(n)$ na signal $x_1(n)=[1,1,2,2]$ za $n=0,1,2,3$ i popuniti tabelu:

n								
$y(n)$								

b) naći odziv $y(n)$ na signal $x_2(n)=[-1,1,3]$ za $n=0,1,2$ i popuniti tabelu:

n							
$y(n)$							

c) naći odziv $y(n)$ na signal $x_1(n)+x_2(n)$ i popuniti tabelu:

n							
$y(n)$							

d) naći odziv $y(n)$ na signal $4*x_1(n)$ i popuniti tabelu:

n							
$y(n)$							

e) provjeriti da li je odziv pod c) jednak zbiru odziva pod a) i pod b)

Odgovor:	Obrazloženje:
----------	---------------

f) provjeriti da li je odziv pod d) jednak četvorstrukom odzivu pod a)

Odgovor:	Obrazloženje:
----------	---------------

LABORATORIJSKE VJEŽBE IZ DIGITALNE OBRADNE SIGNALA

2. Dat je analogni sistem sa impulsnim odzivom $h(t) = 4\pi e^{-t}u(t)$. Na ulaz sistema doveden je signal $x(t) = e^{-t} \sin(4\pi t)$. Poznato je da je izlazni signal u ovom slučaju $y(t) = e^{-t}(1 - \cos 4\pi t)$.

a) Grafički prikazati diskretni signal $y(nT)$ za različite vrijednosti $T = 0.7, 0.5, 0.25, 0.1, 0.05, 0.01$. Signal posmatrati na intervalu $0 \leq t \leq 5$. Prokomentarisati dobijene rezultate. Za odgovarajuće T popuniti tabelu:

T	0.7	0.5	0.25	0.1	0.05	0.01
Broj odbiraka izlaznog signala						
Vrijednost 2. odbirka u $y(nT)$						

Komentar: _____

b) Diskretizovati impulsni odziv i ulazni signal i odrediti izlaz odgovarajućeg diskretnog sistema za date korake odabiranja. Grafički prikazati dobijeni rezultat i uporediti ga sa diskretizovanim izlaznim signalom (dobijenim pod a) uz $T=0.01$).

3. Odrediti impulsni odziv $h(n)$ i njegovu energiju za kauzalni sistem opisan diferencnom jednačinom. $y(n) - 0.7y(n-1) + 0.5y(n-2) = x(n) - 0.5x(n-1)$. Popuniti tabelu za prvih 8 odbiraka impulsnog odziva.

n								
$h(n)$								

$E_h =$ _____

4. Zadatke sa računskih vježbi vezane za konvoluciju i odzive sistema provjeriti u MATLAB-u za vježbu.

5. Periodična funkcija $f(t)$, koja se u osnovnom periodu može zapisati kao:

$$f(t) = \begin{cases} -1, & \text{za } -\pi \leq t < 0 \\ 1, & \text{za } 0 \leq t < \pi \end{cases}$$

ima razvoj u trigonometrijski Fourier-ov red oblika:

$$f(t) = \frac{4}{\pi} \left[\sin(t) + \frac{1}{3} \sin(3t) + \frac{1}{5} \sin(5t) + \dots \right] = \frac{4}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)} \sin((2n-1)t) = f_d(t)$$

Napisati Matlab program koji formira funkciju $f(t)$ na intervalu $[-3\pi, 3\pi]$, sa periodom odabiranja $T=1/100$, i koji od korisnika traži unos greške E , koja predstavlja tačnost razvoja te funkcije u trigonometrijski Fourier-ov red za konačan broj uzetih harmonika. Nakon toga, program treba da u istom grafičkom prozoru prikaže način na koji suma jednosmerne komponente i harmonika konvergira originalnoj funkciji, pri čemu broj harmonika raste sve dok je vrijednost kvadratne greške aproksimacija veća od E ili broj harmonika manji od 50.

Napomena: I originalna funkcija i harmonici koji služe za razvoj u Fourier-ov red su signali diskretizovani sa periodom odabiranja $T=1/100$. Teorema o odabiranju je zadovoljena. Obratiti pažnju da se u zadatku radi o razvoju periodičnog diskretnog signala u diskretni Fourier-ov red.

Tačnost aproksimacije se može sagledati preko srednje kvadratne greške:

$$E = \sum_t (f_d(t) - f(t))^2$$