

Signalų diskretizavimas

Duomenų kodavimas ir suspaudimas

Laboratorinis darbas Nr. 2

Darbo tikslai: 1) Ištirti diskretizavimo poveikį tolydžiam signalui; 2) Patyrinėti tolydaus signalo atstatymo iš diskretizuotojo galimybes.

Teorija. Tolydaus signalo $y(t)$ diskretizavimu vadinamas jo atskirų taškų sekos išrinkimas:

$$y[k]=y(k\Delta), \quad (1)$$

kur $k=\dots,-2,-1,0,1,2,3,\dots$; Δ – diskretizavimo žingsnelis.

Šenono diskretizavimo teorema teigia, kad tolydų signalą $y(t)$, kurio dažnis ne didesnis, kaip w_{max} galima tiksliai atstatyti iš jo diskrečių taškų $y[k]=y(k\Delta)$, jei taškai fiksuojami dažniu $w_s=2\pi/\Delta$, kuris yra didesnis už $2w_{max}$. Priimtino diskretizavimo dažnio apatinioji riba $2w_{max}$ vadinama Naikvisto (Nyquist) dažniu.

Diskretizuotas signalas atstatomas panaudojant kokią nors interpoliacinę funkciją $p(t)$:

$$y_a(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} y[k]p(t-k\Delta), \quad (2)$$

kur $y_a(t)$ – signalas gautas po atstatymo.

Nuo interpoliacinės funkcijos $p(t)$ parinkimo priklausys atstatytojo signalo kokybė. Pvz., interpoliacijai galima naudoti pastovias funkcijas:

$$p(t-k\Delta) = \begin{cases} 1 & -\frac{1}{2}\Delta < t-k\Delta < \frac{1}{2}\Delta \\ 0 & \text{kitais atvejais} \end{cases} \quad (3)$$

Galima naudoti tiesines interpoliacines funkcijas, t.y. turimus taškus sujungti tiesėmis (šią interpoliaciją standartiškai įvykdys *Matlab*-o *plot* funkcija, jei braižysite kreivę jungdami taškus). Tačiau, kaip teigia teorija, tiksliai signalą galima atstatyti tik panaudojus specifinę interpoliacinę funkciją

$$p(t-k\Delta) = \frac{\sin\left[\left(\frac{w_s}{2}\right)(t-k\Delta)\right]}{\left(\frac{w_s}{2}\right)(t-k\Delta)}, \quad -\infty < t < \infty. \quad (4)$$

Užduotys

1. Panaudodami *Matlab*-o funkciją *plot*, nusibraižykite signalus $\sin(0.5t)$, $\sin(t)$, $\sin(2t)$, $\sin(3t)$, $\sin(4t)$, $\sin(5t)$, $t=1,2,3,\dots,t_{max}$. Pakomentuokite gautus grafikus.
2. Pasirinkto dažnio sinusinį signalą sudiskretizuokite mažesniu už Naikvisto dažniu, tiksliai Naikvisto dažniu ir didesniu, negu Naikvisto dažniu. Interpoliuokite gautus taškus tiesinėmis funkcijomis (t.y. panaudokite *Matlab*-o *plot*) ir apibūdinkite gautą vaizdą.
3. Diskretizuokite signalą dažniu šiek tiek didesnis už Naikvisto dažnį (pvz. signalą $\sin(3t)$ dažniu $w_s=2\pi$, t.y. diskretizavimo žingsnelį imkite $\Delta=1$). Diskretizuotąjį signalą interpoliuokite trimis būdais, panaudodami (3) arba (4) interpoliacines funkcijas, bei panaudodami pirmos ir nulinės eilės interpoliacijas, kurias “moka” įvykdyti pats *Matlab*. Interpoliuoti reiškia “įterpti tarpinių taškų”. T.y. Jums reikės nusibraižyti signalą, gautą po interpoliacijos, standartiniu *Matlab*-o *plot*, taškus dedant didesniu dažniau (pvz. 10 kartų), negu pradinis diskretizavimo dažnis. Ar praktiškai gauti rezultatai atitinka teorijos teiginius?

Ataskaitas pateikite raštu. Pristatykite ir pakomentuokite gautus rezultatus (grafikus). Išsakykite pastebėjimus, iškilusius darbo metu. Originalumas, kaip visada, vertintinas.

Matlab pavyzdukas

clear all

% "tolydus laikas"

t1=0:1:800;

% "tikrasis signalas"

y1=cos(0.1*t1); % +0.93*cos(0.17*t1);

% t=0:(2*pi/0.2):800; % naikvisto daznis

t=0:(2*pi/0.17):800; % mazesnis uz naikvisto

% t=0:(2*pi/0.33):800; % didesnis uz naikvisto

y=cos(0.1*t); % +0.93*cos(0.17*t);

hold off

plot(t,y,'*b')

hold on

plot(t1,y1,'r')

% Rodo kiek yra y[k] (zvaigzduciu)

n=length(y) % susizinom kiek yra reiksmiu po diskretizavimo

% Atstatymui, laikas tankesnis nei diskretizavimo

t2=0:2:800;

n2=length(t2);

y_atst=zeros(1,n2); % pradine funkcija nuline

ws=0.17; % tvarkyti reikia

delta=2*pi/0.17 % tvarkyti

for k=1:n

sumos_narys=y(k)*sin((ws/2)*(t2-(k-1)*delta))./((ws/2)*(t2-(k-1)*delta));

y_atst=y_atst+sumos_narys;

end

plot(t2,y_atst,'g.')