

RAQAMLI SIGNALLAR VA ULARNING TASNIFI. DISKRET VA UZLUKSIZ SIGNALLAR

*Tillaboyev Muxiddin G'anijonovich

Farg'ona Davlat Texnika Universiteti

“Telekommunikatsiya muhandisligi” o'qituvchisi

G'ulomov Faruhbek Olimjon O'g'li

E-mail: gulomovfarruxbek9@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20025655>

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada raqamli signallarning nazariy asoslari, ularning tasnifi hamda diskret va uzluksiz signallarning o'ziga xos xususiyatlari tahlil qilinadi. Signallarning fizik tabiati, matematik modellari va amaliy qo'llanilish sohalari yoritilgan. Maqolada uzluksiz signallarning vaqt va amplituda bo'yicha cheksiz ko'p qiymat qabul qilishi, diskret signallarning esa faqat ma'lum vaqt nuqtalarida aniqlanganligi, raqamli signallarning esa chekli sondagi kvantlangan darajalarga ega ekanligi ko'rsatib berilgan. Shuningdek, signallarni energiya va quvvat bo'yicha, davriylik va deterministik/stoxastik xususiyatlariga ko'ra tasniflash masalalari ham yoritilgan. Zamonaviy raqamli aloqa tizimlarida signallarni qayta ishlashning asosiy tamoyillari va ularning afzalliklari bayon qilingan.

Kalit so'zlar: raqamli signal, analog signal, diskret signal, uzluksiz signal, kvantlash, kodlash, signal tasnifi, Nyquist teoremasi, modulyatsiya, raqamli signalni qayta ishlash (DSP).

KIRISH

Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal rivojlanishi signallarni uzatish, qabul qilish va qayta ishlash usullarini tubdan o'zgartirdi. Telefoniyaning tortib Internetgacha, televideniyaning tortib kosmik aloqagacha bo'lgan barcha sohalarda raqamli signallar asosiy axborot tashuvchilarga aylandi. Shu sababli, raqamli signallar, ularning turlari, xususiyatlari va tasnifini chuqur o'rganish zamonaviy muhandislik va ilmiy tadqiqotlarning muhim vazifalaridan biridir.

Signal deganda – vaqt, fazo yoki boshqa biror mustaqil o'zgaruvchiga bog'liq holda o'zgaruvchi va axborot tashuvchi fizik jarayon tushuniladi. Signallar tabiatiga ko'ra elektr kuchlanishi, tok, elektromagnit to'lqinlar, yorug'lik intensivligi, tovush bosimi va hokazo ko'rinishda bo'lishi mumkin. Axborotni uzatish, saqlash va qayta ishlash samaradorligi signal turiga bevosita bog'liq.

KALIT SO'ZLAR

Raqamli signal, analog signal, diskret signal, uzluksiz signal, signal tasnifi, kvantlash, kodlash, namunlash teoremasi (Nyquist teoremasi), raqamli signalni qayta ishlash (DSP), deterministik va stoxastik signallar, davriy va nodavriy signallar, energiya va quvvat signallari.

ASOSIY QISM

1. Signal haqida umumiy tushuncha

Signal – bu axborotni tashuvchi va biror fizik parametrning vaqt yoki fazoga bog'liq o'zgarishi sifatida namoyon bo'ladigan jarayondir. Masalan, mikrofondagi aytilgan so'z tovush to'lqinlari (akustik signal) sifatida tarqaladi; mikrofon esa bu to'lqinlarni o'zgaruvchan elektr kuchlanishiga (analog elektr signaliga) aylantiradi.

Matematik nuqtai nazardan signal bir yoki bir necha mustaqil o'zgaruvchining funksiyasi sifatida ifodalanadi. Eng keng tarqalgan hol – signal vaqt funksiyasi sifatida qaraladi: $s(t)s(t)$. Bunda t – vaqt.

Signallarning asosiy parametrlariga quyidagilar kiradi:

Amplituda (signalning eng katta va eng kichik qiymati orasidagi farq);

Chastota (bir sekunddagi tebranishlar soni, Gerslarda o'lchanadi);

Faza (signalning vaqt bo'yicha siljishi);

Davr (signal takrorlanadigan eng kichik vaqt oralig'i).

Signallarni turli xil belgilariga ko'ra tasniflash mumkin.

2. Uzlüksiz signallar (Analog signallar)

Uzlüksiz signal (analog signal) – vaqt bo'yicha ham, amplituda bo'yicha ham uzluksiz bo'lgan signaldir. Bu shuni anglatadiki, signal vaqtning istalgan momentida (uzluksiz intervalda) aniqlangan va uning amplitudasi ma'lum oralikda istalgan qiymatni qabul qila oladi.

Analog signalning klassik misoli – inson ovozi, mikrofon chiqishidagi elektr kuchlanishi, klassik termometrda simob ustuni balandligi. Agar siz sinus to'lqin generatoriga ulangan osiloskopga qarasangiz, silliq va uzluksiz egri chiziqni ko'rasiz – bu analog signaldir.

Matematik jihatdan analog signal $x_a(t)$ deb belgilanadi, bu yerda t haqiqiy son (vaqt) va $x_a(t)$ haqiqiy sonlar to'plamidan istalgan qiymatni qabul qila oladi.

Analog signallarning asosiy xususiyatlari

Vaqt bo'yicha uzluksizlik: Signal har qanday, hatto cheksiz kichik vaqt oralig'ida ham o'zgaradi.

Amplituda bo'yicha uzluksizlik: Signal qiymati qat'iy diskret darajalarga ega emas, balki muayyan oraliqda barcha qiymatlarni olishi mumkin.

Cheksiz aniqlik: Nazariy jihatdan analog signal cheksiz aniqlikda tavsiflanadi.

Analog signallarning kamchiliklari:

Uzatish jarayonida shovqin va buzilishlardan kuchli ta'sirlanadi.

Ma'lumotni saqlash (masalan, magnit lenta) va nusxalash sifati pasayadi.

Qayta ishlash uchun maxsus analog sxemalar talab qilinadi.

3. Diskret signallar

Diskret signal – bu vaqt bo'yicha diskret (uzluksiz emas) bo'lgan, ya'ni faqat ma'lum vaqt nuqtalarida ($t_0, t_1, t_2, \dots, t_{n-1}, t_n$) aniqlangan signallardir. Amplituda jihatidan diskret signal har qanday qiymatni qabul qilishi mumkin (uzluksiz amplituda).

Diskret signal analog signalni ma'lum vaqt oralig'ida namunlash (sampling) natijasida hosil qilinadi. Namunlash tezligi (sekunddagi namunalar soni) muhim ahamiyatga ega.

Masalan, har 0,001 sekundda (ya'ni 1 kilogerts chastotada) analog signalning qiymatini o'lchab, uni qayd etsak – bu diskret signal bo'ladi. Olingan qiymatlar ketma-ketligi $x[n]$ ko'rinishida yoziladi, bu yerda $n=0,1,2, \dots$ – namunaning tartib raqami.

Raqamli signallar

Raqamli signal – diskret signalning maxsus holatidir. Raqamli signal vaqt bo'yicha diskret, amplituda bo'yicha ham diskret (kvantlangan) bo'ladi. Ya'ni signal qiymatlari chekli sondagi darajalardan biriga teng bo'ladi. Har bir daraja ma'lum bir raqam (odatda ikkilik – binary) bilan kodlanadi.

Raqamli signalni olish bosqichlari:

Namunlash (sampling) – analog signaldan vaqt bo'yicha diskret qiymatlar olish.

Kvantlash (quantization) – har bir namunani ma’lum bir darajaga yaqinlashtirish va chekli sondagi darajalar bilan ifodalash.

Kodlash (coding) – kvantlangan darajalarni ikkilik (binary) kodga o’tkazish.

Misol: telefon tarmog’ida inson ovozi 8000 Gs chastotada namunalanadi (0 dan 4 kGs gacha bo’lgan spektr uchun Nyquist sharti). Har bir namuna 256 darajaga (8 bit) kvantlanadi. Natijada sekundiga 64 000 bit axborot oqimi (64 kbps) hosil bo’ladi.

Raqamli signallarning afzalliklari:

Shovqin va interferensiyalarga nisbatan yuqori immunitet. Raqamli signalni 0 va 1 sifatida qabul qilish mumkin, kichik buzilishlar xatolikka olib kelmaydi.

Qayta ishlash va saqlashning qulayligi (kompyuter xotirasi, flesh-disklar).

Nusxalash va uzatishda sifat yo’qolmaydi.

Kriptografik himoyalash imkoniyatlari (shifrlash).

Signallarni siqish (MP3, JPEG, MPEG standartlari) orqali samarali uzatish va saqlash.

Qayta ishlashning moslashuvchanligi (filtrlar, modulyatsiya va boshqalar dasturiy yo’l bilan amalga oshiriladi).

Raqamli signallarning kamchiliklari:

Analog signallarga nisbatan kengroq chastota polosasi talab qilinishi mumkin (yaxshi sifat uchun yuqori namunlash va kvantlash zarur).

Kvantlash shovqini (namunalarni chekli darajalarga yaqinlashtirish tufayli yuzaga keladigan xatolik).

Analog-raqamli va raqamli-analog o’zgartirgichlar (ADC/DAC) bo’lmagan tizim to’g’ridan-to’g’ri raqamli signal bilan ishlay olmaydi.

8. Raqamli va analog signallarning qiyosiy jadvali

Xususiyat	Analog signal	Raqamli signal
Vaqt o’zgarishi	Uzluksiz	Diskret (namunalangan)
Amplituda qiymatlari	Cheksiz ko’p (uzluksiz)	Chekli (kvantlangan darajalar)
Shovqinga chidamlilik	Past (har bir buzilish signalga ta’sir qiladi)	Yuqori (faqat 0/1 ni ajrata olish kifoya)
Qayta ishlash	Analog sxemalar (op-amp, tranzistorlar)	Protsessor, DSP, kompyuter dasturlari
Saqlash	Magnit lenta, plyonka (vaqt bilan sifati pasayadi)	Xotira chipi, disk (cheksiz nusxalash)
Tarmoqli kenglik	Nisbatan tor (telefoniya 3,4 kGs)	Kengroq bo’lishi mumkin (yuqori sifat talab qilganda)

XULOSA

Ushbu maqolada raqamli signallar va ularning tasnifi, diskret hamda uzluksiz signallarning asosiy xususiyatlari, bir-biridan farqlari va o‘zaro bog‘liqligi tahlil qilindi. Asosiy xulosalar quyidagilardan iborat:

Signallarning uch asosiy turi mavjud: uzluksiz (analog), diskret va raqamli. Uzluksiz signallar vaqt va amplituda bo‘yicha cheksiz ko‘p qiymatga ega. Diskret signallar faqat ma‘lum vaqt nuqtalarida aniqlangan, ammo amplitudasi uzluksiz. Raqamli signallar esa vaqt bo‘yicha diskret va amplituda bo‘yicha kvantlangan (chekli darajali) signaldir.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Proakis, J. G., & Manolakis, D. K. (2007). *Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications* (4th ed.). Pearson Prentice Hall. – Raqamli signallarni qayta ishlash bo‘yicha klassik darslik.
2. Oppenheim, A. V., & Schafer, R. W. (2010). *Discrete-Time Signal Processing* (3rd ed.). Pearson. – Diskret signallar va ularni qayta ishlashning fundamental asarlaridan.
3. Haykin, S. (2014). *Communication Systems* (5th ed.). John Wiley & Sons. – Aloqa tizimlarida signallarni uzatish va qabul qilish masalalari yoritilgan.
4. Rajabov, S., & To‘rayev, B. (2015). *Raqamli aloqa asoslari*. Toshkent: “Fan va texnologiya” nashriyoti. – O‘zbek tilidagi asosiy darsliklardan biri.
5. Smith, S. W. (2013). *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing* (2nd ed.). California Technical Publishing. – DSP bo‘yicha amaliy misollar va muhandislik yechimlari.
6. Mitra, S. K. (2011). *Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach* (4th ed.). McGraw-Hill. – Kompyuter modellashtirishga asoslangan zamonaviy yondashuv.
7. Nyquist, H. (1928). Certain topics in telegraph transmission theory. *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, 47(2), 617-644. – Namunlash teoremasiga oid tarixiy maqola.
8. Shannon, C. E. (1949). Communication in the presence of noise. *Proceedings of the IRE*, 37(1), 10-21. – Axborot nazariyasi va signal uzatishning asoslarini belgilagan maqola.