

SIGNALLARNING TASNIFI VA XARAKTERISTIKALARI (UZLUKSIZ VA DISKRET, DAVRIY VA NODAVRIY, ENERGIYA VA QUVVAT SIGNALLARI, DETERMINISTIK VA TASODIFIY SIGNALLAR)

G'ulomov Farruxbek
L.Dalibekov

Farg'ona davlat texnika universiteti

E-mail: shahzodbekshukurjonov2004@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19730504>

Kirish

Signal – bu axborotni tashuvchi fizik jarayon yoki kattalikning vaqt (yoki fazo) bo'yicha o'zgarishidir. Radio to'lqinlari, tovush tebranishlari, elektr kuchlanishi, yorug'lik intensivligi – bularning barchasi signallarga misol bo'la oladi. Signallarni tahlil qilish va qayta ishlashda ularni ma'lum belgilari bo'yicha guruhlash (tasniflash) muhim ahamiyatga ega, chunki har bir turdagi signal bilan ishlashda turli matematik apparatlar va texnik vositalar qo'llaniladi.

Signallarning asosiy tasnifi quyidagi to'rt juft tushunchaga asoslangan:

1. **Uzluksiz va diskret signallar** – vaqt va qiymat o'zgarishi tabiatiga ko'ra.
2. **Davriy va nodavriy signallar** – takrorlanish xususiyatiga ko'ra.
3. **Energiya va quvvat signallari** – cheklangan vaqt oralig'idagi kuch va energiya miqdoriga ko'ra.
4. **Deterministik va tasodifiy signallar** – oldindan bashorat qilish imkoniyatiga ko'ra.

Quyida har bir tasnif turi batafsil yoritilgan.

Vaqt va amplituda bo'yicha tasnif: uzluksiz va diskret signallar

2.1. Uzluksiz signallar (analog signallar)

Uzluksiz (analog) signal – vaqtning **har qanday** qiymatida aniqlangan va amplitudasi (qiymati) ham ma'lum bir oraliqda **uzluksiz** bo'lgan signaldir. Matematik jihatdan bunday signal $x(t)$ funksiya bilan ifodalanadi, bunda t haqiqiy sonlar to'plamidan (masalan, vaqt o'qi) qiymatlar qabul qiladi.

Misol: mikrofon chiqishidagi kuchlanish, temperatura sensori ko'rsatkichi, odam nutqining tovush bosimi.

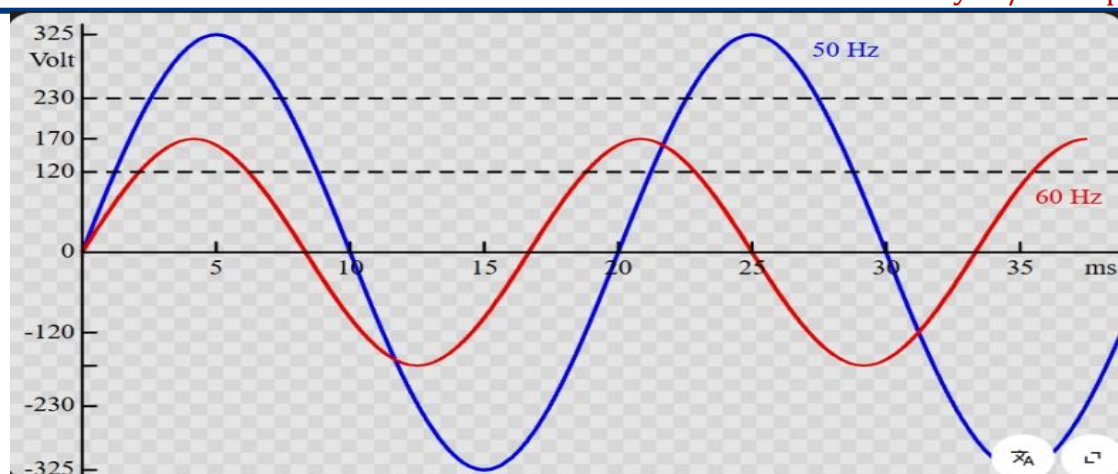
Xususiyatlari:

- Cheksiz ko'p vaqt nuqtalarida qiymatga ega.
- Analizda Furye, Laplas o'zgartirishlari kabi integral o'zgartirishlar qo'llaniladi.
- Saqlash va uzatishda shovqinga nisbatan sezgir.

Diskret signal – faqat **vaqtning ayrim diskret nuqtalarida** (masalan, $t=nT$, bu yerda T – namuna olish davri) aniqlangan signaldir. Ko'pincha u $x[n]$ yoki x_n kabi belgilanadi. Agar amplituda ham faqat chekli miqdordagi darajalarni qabul qilsa, bunday signal **raqamli signal** deb ataladi.

Misol: har 0,1 sekundda o'lchangan havo harorati, kompyuterga kiritilgan audiofaylning namunalari (samples), raqamli fotosuratning piksel qiymatlari.

Takrorlanish xususiyatiga ko'ra tasnif: davriy va nodavriy signallar



3.1. Davriy signallar

Agar signalning qiymatlari ma'lum bir $T > 0$ vaqtdan keyin aynan takrorlansa, u davriy signal deyiladi. Eng kichik shunday T ga davr deyiladi. Matematik ifoda:

$$x(t) = x(t+T) \text{ barcha } t \text{ uchun}$$

Diskret davriy signal uchun: $x[n] = x[n+N]$, bunda N – butun son, davr namunalari sonida ifodalanadi.

Misol: sinusoidal toklar ($x(t) = A \sin(\omega t + \phi)$), kvadrat to'liqin, arra tish signali, soat generatori impulslari.

. Energiya va quvvat jihatidan tasnif

Signalni tahlil qilishda uning “kuchliligi”ni ifodalash uchun **energiya** va **o'rtacha quvvat** tushunchalari kiritiladi. Haqiqiy qiymatli $x(t)$ signali uchun (1 Ohm qarshilikdagi kuchlanish deb hisoblasak):

- **Umumiy energiya:**

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt$$

- **O'rtacha quvvat:**

$$P = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} |x(t)|^2 dt$$

Diskret signallar uchun yig'indilar bilan:

$$E = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |x[n]|^2, P = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2N+1} \sum_{n=-N}^N |x[n]|^2$$

Energiya signallari

Energiya signali – cheklangan energiyaga ega bo'lgan signal ($0 < E < \infty$). Bunday signalning o'rtacha quvvati nolga teng ($P = 0$).

Misol: chekli davomiylikdagi impuls (to'rtburchak, uchburchak, Gauss impulsi), eksponensial so'nuvchi signal ($e^{-at}, a > 0$), bitta zarb (bell).

. Quvvat signallari

Quvvat signali – cheksiz energiyaga ega, lekin chekli o'rtacha quvvatga ega ($0 < P < \infty$). Bunday signallar vaqt bo'yicha cheksiz davom etadi.

Misol: barcha davriy signallar (sinusoid, meandr), cheksiz tasodifiy shovqin (masalan, oq shovqin), cheksiz uzunlikdagi doimiy signal ($x(t) = C$).

Deterministik signal – vaqtning istalgan nuqtasidagi qiymatini oldindan aniq matematik ifoda bilan hisoblash mumkin bo'lgan signaldir. Unda noaniqlik yo'q.

Tasodifiy signal (stoxastik signal) – uning qiymatlarini oldindan aniq aytib bo‘lmaydi; har bir realizatsiya (tajriba) boshqa natija berishi mumkin. Tasodifiy signal ehtimollik qonunlari bilan tavsiflanadi.

Signallarning qo‘shimcha xarakteristikallari

Tasnifdan tashqari, signallarni tavsiflovchi bir qator muhim xususiyatlar mavjud:

- **O‘rtacha qiymat (doimiy tashkil etuvchi):** $\bar{x} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt$
- **Effektiv qiymat (RMS):** $x_{rms} = P_{x_{rms}} = P$ (quvvat signali uchun).
- **Autokorrelyatsiya funksiyasi:** signalning turli vaqtlardagi o‘zaro bog‘liqligini ifodalaydi. Davriy signallar uchun bu funksiya davriy, tasodifiy signallar uchun esa ko‘pincha so‘nadi.
- **Spektr (chastota tarkibi):** Furiye o‘zgartirishi yordamida signalning qaysi chastotalardan tashkil topganligi aniqlanadi. Davriy signallar – diskret spektr, nodavriy signallar – uzluksiz spektr.

Xulosa

Signallarning tasnifi va xarakteristikallari “Signallar va tizimlar” fanining asosiy poydevori hisoblanadi. Ushbu maqolada ko‘rib chiqilgan to‘rtta tasnif – uzluksiz/diskret, davriy/nodavriy, energiya/quvvat, deterministik/tasodifiy – signallarni to‘g‘ri tahlil qilish va qayta ishlash uchun muhim ahamiyatga ega.

Har bir tasnif muhandisga quyidagi imkoniyatlarni beradi:

- Signalga mos **qayta ishlash usulini** tanlash (analog yoki raqamli);
- Tizimni loyihalashda **tarmoqli kengligi, dinamik diapazon, shovqinga chidamlilik** kabi parametrlarni aniqlash;
- Real signallarni **matematik modellashtirishda** kerakli soddalashtirishlarni amalga oshirish.

Zamonaviy axborot-kommunikatsiya tizimlari, robototexnika, biomeditsina injiniringi va boshqa sohalarda signallarning bu fundamental xususiyatlarini bilish muvaffaqiyatli loyihalarning kalitidir. Kelgusida signallarni veyvlet tahlili, adaptiv filtrlash va neyron tarmoqlar yordamida o‘rganish aynan ushbu tasnifga tayanadi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Oppenheim A.V., Willsky A.S., Nawab S.H. Signals and Systems. – 2nd ed. – Pearson Education, 1997. – 957 b. (Asosiy darslik, signallarning tasnifi, uzluksiz/diskret, davriylik, energiya/quvvat tushunchalari batafsil yoritilgan.)
2. Proakis J.G., Manolakis D.G. Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications. – 4th ed. – Pearson, 2007. – 1136 b. (Diskret signallar, namuna olish, energiya va quvvat signallari, deterministik va tasodifiy signallarga oid boblar.)
3. Haykin S., Van Veen B. Signals and Systems. – 2nd ed. – John Wiley & Sons, 2003. – 880 b. (Signallarning asosiy xarakteristikallari, tasnifi va amaliy misollar.)
4. Mitra S.K. Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach. – 4th ed. – McGraw-Hill, 2010. – 940 b. (Diskret signallar, ularning energiyasi va quvvati, MATLAB misollari.)
5. Zoriy M. Signallar va tizimlar (ma’ruza matni). – Toshkent: TATU, 2018. – 120 b. (O‘zbek tilidagi asosiy qo‘llanma, signallarning tasnifi, davriy va nodavriy signallar, deterministik va tasodifiy signallar haqida.)

6. Smith J.O. Mathematics of the Discrete Fourier Transform (DFT). – W3K Publishing, 2007. – 318 b. (Erkin foydalanish mumkin bo'lgan elektron kitob, energiya va quvvat signallarining matematik asoslari.)