

SIGNAL SPEKTRINI ANIQLASH

Madaminov Javohirbek
L.Dalibekov

Farg'ona davlat texnika universiteti

Email: madaminovjavohir024@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19730410>

Annotatsiya: Ushbu maqolada signallarning chastotaviy spektrini aniqlash masalasi keng yoritilgan. Signallarni vaqt sohasidan chastota sohasiga o'tkazishda Furiye transformatsiyasining o'rni, diskret Furiye o'zgartirishi va uning tez algoritmi (FFT) tahlil qilinadi. Spekrtni baholashning klassik va zamonaviy usullari, jumladan periodogramma, Welch, Burg kabi yondashuvlar solishtiriladi. Shuningdek, spektrni aniqlashda qo'llaniladigan asboblar va dasturiy vositalar, hamda bu usullarning telekommunikatsiya, tibbiyot va texnik diagnostika sohalaridagi amaliy ahamiyati ochib beriladi.

Kalit so'zlar

signal spektri, Furiye transformatsiyasi, diskret Furiye o'zgartirishi, tez Furiye algoritmi (FFT), quvvat spektral zichligi, periodogramma, Welch usuli, Burg usuli, spektral tahlil, chastota sohasi.

Kirish

Zamonaviy fan va texnikaning rivojlanib borayotgan sohalarida signallarni qayta ishlash alohida ahamiyat kasb etadi. Signallar haqida to'liq va aniq ma'lumotga ega bo'lish, ularni samarali qabul qilish, uzatish, saqlash va tahlil qilish imkoniyatini yaratadi. Signalning vaqt bo'yicha o'zgarishini ifodalovchi vaqt sohasidagi tasvir ko'p hollarda uning muhim xususiyatlarini bevosita ochib bera olmaydi. Aynan shuning uchun signalni chastota sohasida tahlil qilish, ya'ni uning spektrini aniqlash dolzarb vazifa hisoblanadi.

Spekr deganda, signalni tashkil etuvchi turli chastotali garmonik tebranishlarning amplitudasi (yoki quvvati) bo'yicha taqsimoti tushuniladi. Ushbu taqsimotni aniqlash signalning tarkibiy qismlarini ajratib olishga, shovqin fonida foydali komponentlarni aniqlashga va signalning boshqa muhim parametrlarini baholashga imkon beradi.

Spektral tahlil usullari ikki katta guruhga bo'linadi: parametrik va parametrik bo'lmagan usullar. Ularning har biri o'zining afzalliklari va cheklovlariga ega. Ushbu maqolada signal spektrini aniqlashning nazariy asoslari, asosiy usullari va amaliy qo'llanilishi haqida so'z yuritiladi.

Asosiy qism

1. Furiye transformatsiyasi va chastota sohasi

Signal spektrini aniqlashning markazida Furiye transformatsiyasi (FT) yotadi. Furiye transformatsiyasi vaqt sohasidagi signalni chastota sohasiga o'tkazuvchi asosiy matematik vosita bo'lib, u signalning turli chastotali komponentlarini ochib beradi. Uzluksiz signallar uchun klassik Furiye integrali qo'llanilsa, raqamli signallarni qayta ishlashda diskret Furiye o'zgartirishi (DFT) ishlatiladi. DFT chekli uzunlikdagi diskret vaqt qatorlarining spektrini baholash imkonini beradi.

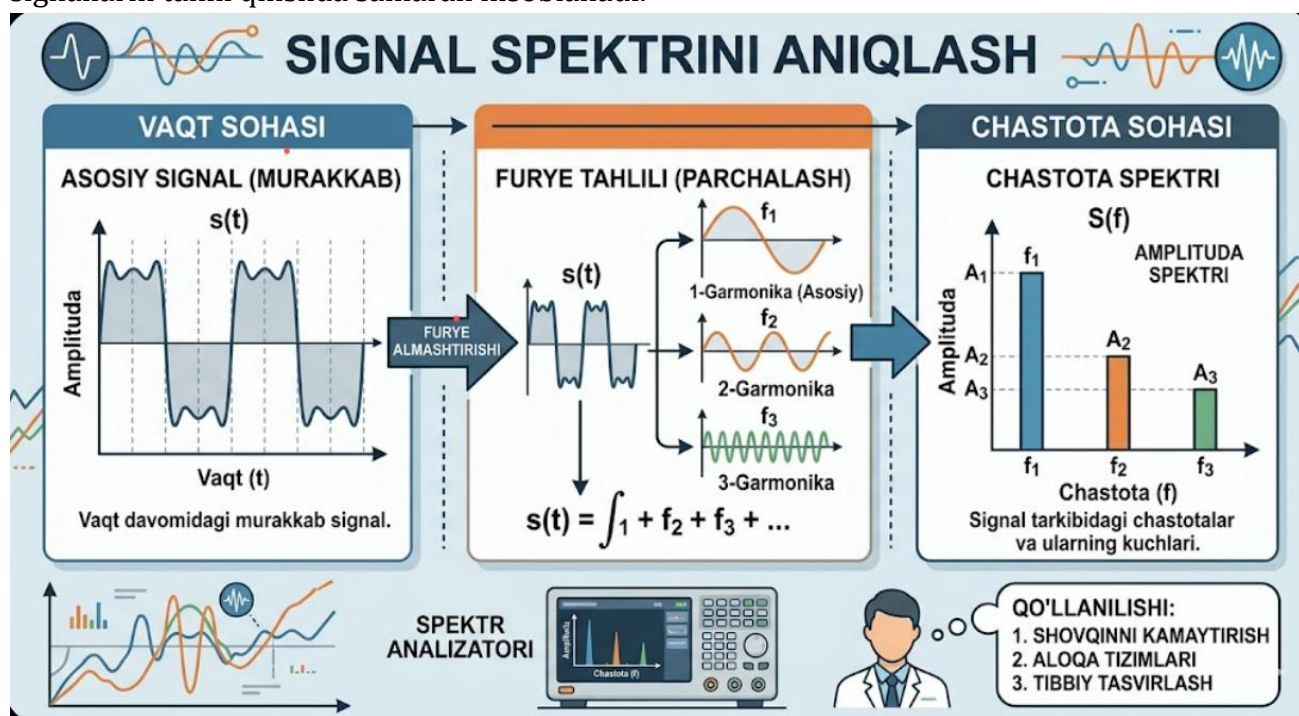
Amaliyotda keng qo'llaniladigan usul bu tez Furiye algoritmi (FFT) hisoblanadi. FFT DFTni hisoblashni an'anaviy usullarga nisbatan sezilarli darajada tezlashtiradi – hisoblash murakkabligini N^2 dan $N \log N$ gacha kamaytiradi, bu esa real vaqt rejimida ishlovchi tizimlar uchun juda muhim.

2. Spektrni baholash usullari

Spektrni baholash usullari odatda ikki turga bo‘linadi:

Klassik (parametrik bo‘lmagan) usullar: Bu usullar signalning avtokorrelyatsiya funksiyasini hisoblamay, to‘g‘ridan-to‘g‘ri DFT asosida ishlaydi. Eng soddasi – periodogramma usuli bo‘lib, u signalning DFT modul kvadrati sifatida aniqlanadi. Biroq bu usul dispersiyasi katta va spektral ajrata olish qobiliyati pastligi bilan ajralib turadi. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish uchun Welch usuli taklif qilingan. Welch usuli signalni bir-biriga ustma-ust tushuvchi segmentlarga ajratadi, har bir segmentga oyna funksiyasini qo‘llaydi va keyin ularning periodogrammalarini o‘rtachalashtirib, silliqroq va ishonchli spektr bahosini beradi.

Zamonaviy (parametrik) usullar: Bu usullar signalni ma‘lum bir matematik model (masalan, avtoregressiya (AR) modeli) bilan ifodalaydi va model parametrlarini baholash orqali spektrni hisoblaydi. Burg usuli AR modelining parametrlarini baholashda eng keng tarqalgan va samarali usullardan biridir. Parametrik usullarning asosiy afzalligi – yuqori spektral ajrata olish qobiliyati va oyna funksiyasi ta‘sirining yo‘qligidir, ayniqsa qisqa signallarni tahlil qilishda samarali hisoblanadi.



3. Spektrni aniqlashning amaliy jihatlarini

Signal spektrini aniqlash turli xil vositalar yordamida amalga oshirilishi mumkin:

Dasturiy vositalar: MATLAB, Python (NumPy, SciPy kutubxonalarini) va LabVIEW kabi dasturlar spektral tahlilning keng imkoniyatlarini taqdim etadi. LabVIEW muhitida har xil shakldagi (sinusoidal, to‘rtburchak, uchburchak) signallarni generatsiya qilish va ularning chastotaviy spektrlarini tahlil qilish oson amalga oshiriladi.

Spektr analizatorlari: Bu apparat vositalari real vaqtda signal quvvatini chastota bo‘yicha o‘lchash imkonini beradi. Ular telekommunikatsiya tarmoqlarida, mudofaa sanoatida va ilmiy tadqiqotlarda keng qo‘llaniladi.

Amaliy tatbiqlar: Spektrni aniqlash usullari turli sohalarda qo‘llaniladi:

Texnik diagnostikada: Mashina va mexanizmlarning nosozliklarini erta aniqlash, chunki nosozlik signal spektrida xarakterli chastota komponentlari sifatida namoyon bo'ladi.

Tibbiyotda: Elektroensefalogramma (EEG) signallarini tahlil qilish orqali epilepsiya kabi kasalliklarni tashxislash.

Alloqa tizimlarida: Modulyatsiya turlarini klassifikatsiya qilish va signal parametrlarini (tashuvchi chastotasi, tarmoqli kengligi) baholash.

Xulosa

Signal spektrini aniqlash zamonaviy signalni qayta ishlashning ajralmas va muhim qismidir. Furiye transformatsiyasi va uning tez algoritmi (FFT) bu jarayonning nazariy asosini tashkil qiladi. Spektrni baholash usullari (periodogramma, Welch, Burg va boshqalar) turli shart-sharoitlar va signallar uchun mos variantlarni tanlash imkonini beradi.

Klassik usullar soddaligi bilan ajralib tursa, zamonaviy parametrik usullar yuqori spektral ajrata olish qobiliyati bilan murakkab masalalarni hal qilishda afzalliklarga ega. Spektr analizatorlari va ixtisoslashtirilgan dasturiy ta'minot signallarni real vaqt rejimida kuzatish va tahlil qilish imkonini yaratadi. Spektrni aniqlash usullari telekommunikatsiyadan tortib tibbiyot va texnik diagnostikagacha bo'lgan keng doiradagi amaliy masalalarni hal etishda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. MathWorks. Basic Spectral Analysis. <https://uk.mathworks.com/help/matlab/math/basic-spectral-analysis.html>[reference:15]
2. TU Delft. Basics of the Discrete Fourier Transform. [https://oit.tudelft.nl/Computational-Science-Interactive-Textbook/main/content/Fourier transforms 1/Fourier transforms 1.html](https://oit.tudelft.nl/Computational-Science-Interactive-Textbook/main/content/Fourier%20transforms%201/Fourier%20transforms%201.html)[reference:16]
3. Power Spectrum Estimation Method Based on Matlab. Proceedings of the 3rd International Conference on Vision, Image and Signal Processing, 2020.
4. Wikipedia. Spectral density estimation. https://en.wikipedia.org/wiki/Spectrum_estimation[reference:18]
5. ScienceAlgorithm.uz. SIGNAL GENERATSIYASI VA UNING CHASTOTA SPEKTRINI TAHLIL QILISH. <http://sciencealgorithm.uz>[reference:19]
6. Keysight Technologies. How Does a Spectrum Analyzer Work. <https://www.keysight.com>[reference:20]
7. ScienceDirect. Signal Processing – an overview. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/signal-processing>[reference:21]
8. Spectral analysis of clock noise: a primer. Metrologia, 2006.