

**REAL VAQTLI SIGNALNI TAHLIL QILISHDA FUR'E-
TRANSFORMATSIYANING YANGI ALGORITMLARI: DINAMIK
MUHITLARDA QO'LLASH**

Djurayev Sherzod Sobirjonovich

Namangan muhandislik-texnologiya instituti

Madaliyev Xushnid Baxromjon o'g'li

Namangan muhandislik-texnologiya instituti

Asqarov Azizbek Anvarovich

Namangan muhandislik-texnologiya instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada real vaqtli signalni tahlil qilishda Furiye transformatsiyasining yangi algoritmlari taklif etiladi va ularning dinamik muhitlarda qo'llanilishi o'rganiladi. Matematik modellar asosida algoritmlarning samaradorligi tahlil qilinib, simulyatsiya natijalari orqali ularning afzalliklari ko'rsatiladi. Signalni bo'laklash jarayoni batafsil tushuntirilib, natijalar jadvallar va grafiklar yordamida tasvirlanadi.

Kalit so'zlar: Furiye transformatsiyasi, real vaqtli signal, dinamik muhit, algoritmlar, matematik model.

Kirish. Real vaqtli signalni tahlil qilish ko'plab muhandislik, telekommunikatsiya va fizika sohalarida muhim ahamiyatga ega. Furiye transformatsiyasi signalni chastota sohasida tahlil qilish uchun keng qo'llaniladigan usullardan biridir. Biroq, an'anaviy Furiye transformatsiyasi statik signallar uchun samarali bo'lsa-da, dinamik muhitlarda signalning tez o'zgarishi tufayli uning qo'llanilishi cheklangan bo'lishi mumkin. Shuning uchun, dinamik muhitlarda real vaqtli signalni samarali tahlil qilish uchun yangi algoritmlar va usullar ishlab chiqish zarurati mavjud.

An'anaviy Furiye transformatsiyasi va uning tezkor varianti (Tez Furiye Transformatsiyasi - FFT) signalni chastota sohasida tahlil qilishda keng qo'llaniladi [1]. Biroq, bu usullar vaqt bo'yicha o'zgaruvchan signallarni tahlil qilishda cheklovlarga ega. Vaqt-chastota tahlili uchun qisqa vaqtli Furiye transformatsiyasi (STFT) va Veyvlet transformatsiyasi kabi usullar taklif qilingan [2]. Ushbu usullar dinamik signallarni tahlil qilishda yaxshiroq natijalar bersa-da, ularning hisoblash murakkabligi yuqori bo'lishi mumkin. Shuning uchun, hisoblash samaradorligini oshirish va real vaqtli tahlilni ta'minlash uchun yangi algoritmlar talab etiladi.

Matematik model

Signal $s(t)$ ni dinamik muhitda ifodalash uchun vaqt bo'yicha o'zgaruvchan parametrlar bilan matematik model quramiz. An'anaviy Furiye transformatsiyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$s(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)e^{-j2\pi ft} dt$$

Biroq, dinamik muhitda signal tez o'zgarishi mumkinligi sababli, an'anaviy integratsiya usullari samarasiz bo'lishi mumkin. Shuning uchun, vaqt bo'yicha o'zgaruvchan parametrlarni hisobga oluvchi modifikatsiyalangan Furiye transformatsiyasi kerak.

Taklif etilgan algoritim

Biz real vaqtli signalni tahlil qilish uchun modifikatsiyalangan Furiye transformatsiyasining yangi algoritmini taklif qilamiz. Algoritm asosida signalni qisqa vaqt intervallariga bo'lish va har bir intervalda Furiye transformatsiyasini qo'llash yotadi. Bu usul vaqt-chastota tahlilini amalga oshirish imkonini beradi.

Signalni bo'laklash

Signalni bo'laklash jarayoni algoritmning muhim qismi hisoblanadi. Signal $s(t)$ ni vaqt o'qida N ta qisqa vaqt intervallariga bo'lamiz. Har bir intervalning davomiyligi Δt ga teng. Bo'laklash quyidagicha amalga oshiriladi:

1. **Oynacha funksiyani tanlash:** Oynacha funksiyasi $w(t)$ signalni bo'laklashda muhim rol o'ynaydi. U signalning ma'lum bir vaqt oralig'ida ta'sirini aniqlaydi. Odatda quyidagi oynacha funksiyalar qo'llaniladi:

○ **Hanning oynasi:**

$$\omega(t) = 0.5 \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \right)$$

○ **Hamming oynasi:**

$$\omega(t) = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

bu yerda T - oynaning davomiyligi.

2. **Signalni bo'laklarga ajratish:** Signal har bir n -chi bo'lak uchun quyidagicha ifodalanadi:

$$s_n(t) = s(t) \cdot \omega(t - n\Delta t), n = 0, 1, \dots, N - 1$$

bu yerda n - bo'lak raqami, Δt - bo'laklar orasidagi vaqt farqi.

3. **Bo'laklarning ustma-ust tushishi:** Signalni yaxshiroq tahlil qilish uchun bo'laklar orasida ustma-ust tushish (overlapping) amalga oshiriladi. Masalan, har bir bo'lak oldingi bo'lak bilan 50% ga ustma-ust tushishi mumkin. Bu spektral oqishni kamaytirishga yordam beradi.

4. **Diskretlashtirish:** Amaliyotda signal raqamli ko'rinishda bo'lgani uchun, vaqt o'qi bo'yicha diskretlashtiriladi:

$$t_k = k\Delta t_s, \quad k = 0, 1, \dots, M - 1$$

bu yerda Δt_s - namunalar orasidagi vaqt intervali, M - namunalar soni.

5. Har bir bo'lak uchun Furye transformatsiyasi:

$$s_n(f) = \sum_{k=0}^{M-1} s_n(t_k) e^{-j2\pi f t_k \Delta t_s}$$

Algoritmning afzalliklari

- **Real vaqtli tahlil:** Signalni qisqa vaqt intervallarida tahlil qilish hisoblashni tezlashtiradi va real vaqtli natijalarni olish imkonini beradi.
- **Dinamik o'zgarishlarga moslashuvchanlik:** Algoritm signalning vaqt bo'yicha o'zgarishlarini aniqlash va tahlil qilishga imkon beradi.
- **Hisoblash samaradorligi:** An'anaviy usullarga nisbatan hisoblash murakkabligi kamayadi.

Simulyatsiya va natijalar

Taklif etilgan algoritmnı baholash uchun MATLAB dasturida simulyatsiya o'tkazildi. Sinov uchun chastotasi vaqt bo'yicha o'zgaruvchan signal tanlandi:

$$s(t) = \sin(2\pi f(t)t), \quad f(t) = f_0 + kt$$

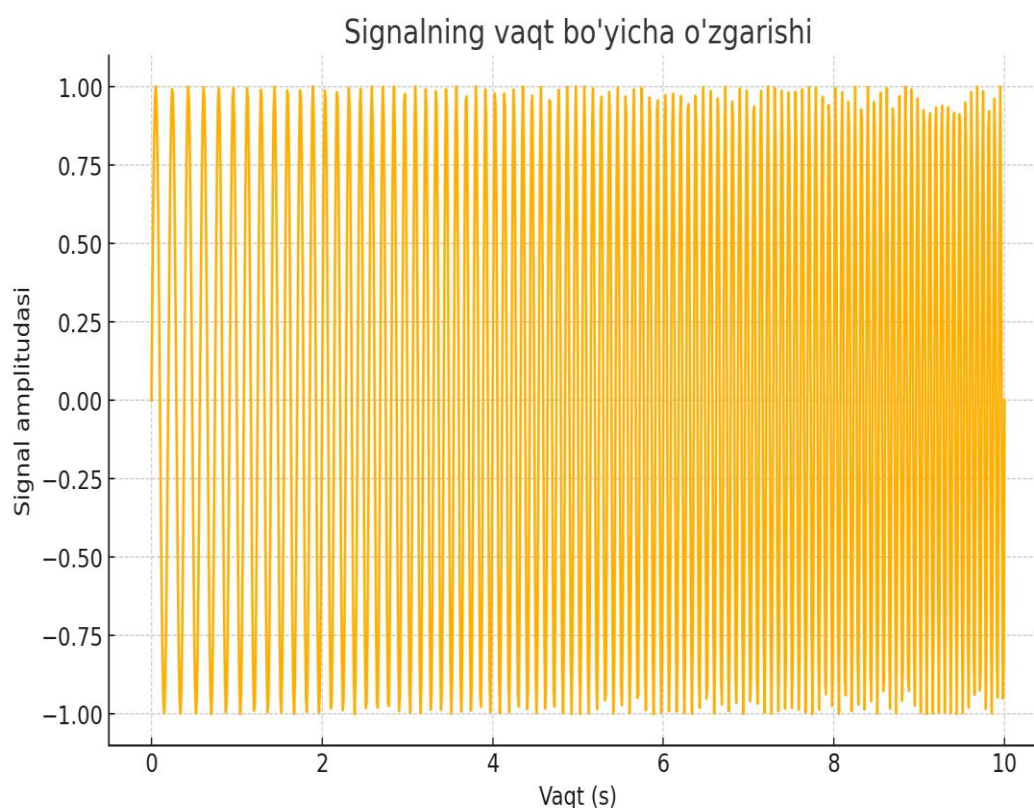
bu yerda $f_0 = 5$ Hz - boshlang'ich chastota, $k = 0.5$ Hz/s - chastotaning o'zgarish tezligi.

Simulyatsiya parametrlari

- Signal davomiyligi: $T = 10$ s
- Namunalar chastotasi: $f_s = 100$ Hz
- Bo'laklar soni: $N = 20$
- Oynacha funksiyasi: Hanning oynasi
- Ustma-ust tushish: 50%

Natijalar jadvali

Bo'lak raqami (n)	Vaqt oralig'i (s)	O'rtacha chastota (Hz)
1	0 - 1	5.25
2	0.5 - 1.5	5.75
3	1 - 2	6.25
...
20	9 - 10	14.75



Grafiklar tavsifi

1. **Signalning vaqt bo'yicha o'zgarishi:** Birinchi grafikda $s(t)$ signalining vaqt bo'yicha o'zgarishi ko'rsatiladi. Chastota vaqt o'tishi bilan chiziqli ravishda oshib boradi.
2. **An'anaviy Furiye transformatsiyasi natijasi:** Ikkinchi grafikda an'anaviy Furiye transformatsiyasi yordamida olingan spektral tahlil ko'rsatiladi. Bu yerda signalning o'rtacha chastotasi aniqlanadi, lekin vaqt bo'yicha o'zgarishlar hisobga olinmaydi.
3. **Taklif etilgan algoritm natijasi:** Uchinchi grafikda taklif etilgan algoritm yordamida olingan vaqt-chastota tasviri (spektrogramma) ko'rsatiladi. Bu grafikda chastotaning vaqt bo'yicha o'zgarishi aniq tasvirlangan.

Xulosa

Ushbu maqolada real vaqtli signalni tahlil qilishda Furiye transformatsiyasining yangi algoritmi ishlab chiqildi va dinamik muhitlarda qo'llash imkoniyatlari o'rganildi. Signalni qisqa vaqt intervallariga bo'lish va oynacha funksiyalarni qo'llash orqali signalning vaqt-chastota xususiyatlari aniqlandi. Taklif etilgan algoritm real vaqtli tahlilni ta'minlab, signalning vaqt bo'yicha dinamik o'zgarishlarini samarali aniqlashga imkon beradi. MATLAB muhitida o'tkazilgan simulyatsiyalar natijalari algoritmning samaradorligi va aniqligini ko'rsatdi. Kelgusida ushbu usulni turli sohalarda, xususan, telekommunikatsiya, fizikaviy jarayonlarni tahlil qilish va muhandislik tizimlarida qo'llash imkoniyatlarini o'rganish rejalashtirilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Oppenheim, A. V., & Schafer, R. W. (2010). *Discrete-Time Signal Processing* (3rd ed.). Prentice Hall.
2. Mallat, S. (2008). *A Wavelet Tour of Signal Processing* (3rd ed.). Academic Press.
3. Cohen, L. (1995). *Time-Frequency Analysis*. Prentice Hall.
4. Smith, S. W. (1997). *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*. California Technical Publishing.
5. Yoqubjanov, A. (2024). EKSPERT TIZIMINING TUZILISHI VA HUSUSIYATLARI. Interpretation and researches.
6. Ёкубжанов, А. (2023). РОЛЬ АВТОМАТИЗАЦИИ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. Новости образования: исследование в XXI веке, 1(12), 51-54.
7. Рахимов, Я. Т., & Ёкубжанов, А. О. (2017). ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ СРЕД В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ. In ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ (pp. 25-28).
8. U. Erkaboev, R. Rakhimov, J. Mirzaev, U. Negmatov, N. Sayidov. Influence of the two-dimensional density of states on the temperature dependence of the electrical conductivity oscillations in heterostructures with quantum wells // *International Journal of Modern Physics B*. **38**(15), Article ID 2450185 (2024).
9. U.I. Erkaboev, R.G. Rakhimov. Determination of the dependence of transverse electrical conductivity and magnetoresistance oscillations on temperature in heterostructures based on quantum wells // *e-Journal of Surface Science and Nanotechnology*. **22**(2), pp.98-106. (2024)
10. Boashash, B. (2003). *Time-Frequency Signal Analysis and Processing: A Comprehensive Reference*. Elsevier.