DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.11395596

FUNKSIYA VA ANALITIK FUNKSIYA KO‘RINISHIDA BERILGAN SIGNALLARNI VEYVLET USULLARIDA MODELLASHTIRISH ALGORITMLARI

Xafizova Shahnoza G‘ulomovna
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti assistent
E-mail: xafizovashahnoza@gmail.com

Sharopova Nafisa Abrorovna
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti assistent
E-mail: Sharapova.nafisa@mail.ru

Abstrakt:

Maqsadi. *Ushbu maqola funksiyani qayta ishlashda muhim hisoblangan veyvlet modellarini qurish va Teylor qatoridan analitik funktsiyalarni yaqinlashtirish usuli sifatida foydalanishga bag‘ishlangan. Bu modellar Xaar veyvletlari yordamida qurilgan. Ma’lumki funksiya va analitik funksiya ko‘rinishda berilgan signallarni Xaar veyvletlar yordamida o‘zgartirish natijasida Ikkilik segmentlarning umumiy soniga nisbatan (berilgan aniqlik bilan) yaqinlashish uchun zarur bo‘lgan koeffitsientlar sonini kamaytirish muhim hisoblanadi. Xarra veyvleti yordamida Koeffitsientlarni hisoblash jarayoni uzun operatsiyalarsiz Faqat qo‘shish, masshtablash va o‘zgartirish operatsiyalaridan foydalanilgan holda topiladi bu esa funksiyaga raqamli ishlov berish xatoliklarni kamaytirishga olib keladi.*

Usullari. *Haar to‘lqinlari, Teylor qatori, konversiya to‘lqinlari, raqamli ishlov berish xatosi, nisbiy xato.*

Natijalari*.Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki analitik ko‘rinishda berilgan signallarni raqamli ishlashda Teylor qatoriga nisbatan Haar veyvleti yuqori aniqlik berishini ko‘rish mumkin*

Xulosa. *To‘lqinlardan tasvirni aniqlash masalalarida, nutq kabi turli signallarni qayta ishlash va sintez qilishda, tabiatdagi turli xil tasvirlarni tahlil qilishda (to‘r pardaning rangi, buyrakning rentgenografiyasi, kristallar va nanoob'ektlarning sirt xususiyatlarini o‘rganish, sun'iy yo‘ldosh. bulutlar yoki sayyora sirtlarining tasvirlari va boshqalar girdob maydonlarining xususiyatlarini o‘rganishda va boshqa hollarda foydalanish mumkin.*

Kalit so‘zlar: *Xaar veyvleti, teylor qatori absolyut xatolik, nisbiy xatolik, masshtablash funksiyasi.*

Kirish

Hozirgi vaqtda bir qancha veyvlet turlari mavjud. Funksiya koefitsintlarning aniqlashda murrakab boʻlmagan usullardan foydalanish qulay hisoblanadi, murakkab boʻlmagan usullardan biri bu Xaara veyvleti hisoblanb bu usulda funksiyaning koifitsentlari koʻp operatsiyalarsiz faqatgina qoʻshish, ayirish va mashtablash orqali aniqlanadi. Shuni ham ta’kidlash mumkinki veyvletlar turining afzalligi kiritiladigan qaralaydigan funksiya yoki signalning tahliliga ham bogʻliq, chunki masshtablash funksiyasi veyvlet turlariga qarab turlicha koʻrinishda talqin qilnadi.

Tibiyotda turli xil signallarni, buyrakning rentgenografiyasi, kristallar va nanoob’ektlar sirtining xususiyatlarini oʻrganayotganda, gastroentrologig signalarning xususiyatlarini oʻrganishda va boshqa hollarda interpolyatsiyalashda veyvletlardan keng foydalanilmoqda.

Xaar-veyvletining toʻlqin chiziqlari signal grafigi bilan birga vaqt oʻqi boʻylab choʻziladi. Xaar-veyvletining grafigi koʻp hollarda signal boʻylab bir tomonlama toʻlqin chiziqlar shaklida signalga yaqinlashadi, bu esa ba’zi bir signallarni siqishda yaxshi natija beradi. Uning matematik talqini-toʻlqin holatlarini turli xil chastotada tahlil qilishga imkon beradi. Xaar-veyvlet funksiyasi grafigining amplitudasi nolgacha pasayib tebranuvchi toʻlqinlarni hosil qiladi.

Usullari.

Xaar-veyvletini qurish. Xaar veyvletining tez oʻzgartirish algoritmlari mavjud boʻlib, uning ortogonal veyvletlari amaliy masalalarni yechishda keng qoʻllaniladi.

Ortogonal Xaar veyvleti quyidagicha ifodalanadi:

$$har_k(x) = har_{pj}(x) = \begin{cases} +1 & x \in \overset{-}{h}_{pj} \\ -1 & x \in \overset{+}{h}_{pj} \\ 0 & x \in h_{pj} \end{cases}$$

Xaar bazislarida veyvlet sifatida qaralgan. Xaar veyvletlari ikki sababga koʻra mutaxassislar e’tiborini jalb qiladi:

Ikkilik segmentlarning umumiy soniga nisbatan (berilgan aniqlik bilan) yaqinlashish uchun zarur boʻlgan koeffitsientlar sonini kamaytirish.

Koeffitsientlarni hisoblash jarayonida "uzun" operatsiyalar yoʻqligi. Faqat qoʻshish, masshtablash va oʻzgartirish operatsiyalaridan foydalaniladi.

Signallarga raqamli ishlov berishda signallarning detallarini va lokallik xususiyatlarini ajratish uchun veyvlet funksiyalardan, signallarni approksimatsiyalash uchun esa masshtablash funksiyasidan foydalaniladi. Veyvlet funksiyalarini tanlashda ularning silliqlik, tashuvchi o‘lchami va qiymatlarining nolga teng holatlari soni kabi tavsiflariga alohida e’tibor qaratilgan.

Signallarni veyvlet o‘zgartirish jarayoni ikki ko‘rinishdagi funksiyalardan foydalanishga tayanadi: veyvlet funksiya va masshtablash funksiyasi, ya’ni ular bitta onalik veyvleti $\psi(t)$ - ni signal bo‘ylab vaqt bo‘yicha siljitish b va vaqt masshtabini a o‘zgartirish yo‘li bilan quriladi:

$$\psi_{ab}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right), (a,b) \in R, \psi(t) \in L^2(R)$$

V^0-deb, barcha [0,1] oraliqda o‘zgarmas funksiyalar to‘plamini, ya’ni chiziqli vektorlar to‘plamini belgilaymiz.

U holda quyidagi masshtablash funksiyasi V^0-to‘plamga tegishli:

$$\varphi(t) = \varphi_{0,0}(t) = \begin{cases} 1, 0 \le t < 1 \\ 0, \text{аксхолда} \end{cases} \tag{1}$$

(1)$i = 0$ bo‘lgandagi masshtablash funksiyasi.

$$\varphi_{n,j}(t) = \begin{cases} 1, \frac{j}{2^n} \le t < \frac{j+1}{2^n}, j = 0,1,\ldots,2^n - 1 \\ 0, \text{аксхолда} \end{cases} \tag{2}$$

$$V^0 \subset V^1 \subset \ldots \subset V^n \subset \ldots$$

(2) $i = n$ bo‘lgandagi masshtablash funksiyasi, bu yerda,

$$0 \le 2^n t - j < 1, \frac{j}{2^n} \le t < \frac{j+1}{2^n}$$

masshtablash funksiyalarining o‘zgarish intervalidir, $\varphi_{n,j}(t)$ -lar V^n ga qarashli masshtablash funksiyalaridir, unda skalyar ko‘paytma kiritilgan vektorlar to‘plami mavjud, demak bu to‘plamlar Evklid fazosini tashkil qiladi. Bizning holatda skalyar ko‘paytma sifatida

$$(f, g) = \int_0^1 f(t)g(t)dt \tag{3}$$

(3) ko‘rinishni olamiz, bu formula yordamida C_n-masshtablash funksiyalari koeffitsientlari aniqlanadi.

U holda

$$\varphi_{n,j}(t) = \sqrt{2^n}\varphi(2^n t - j), j = 0,1,\ldots,2^n - 1$$

(4)

(3) va (4) ko'rinishlardan foydalanib Xaar veyvletining koeffitsientlari topiladi:

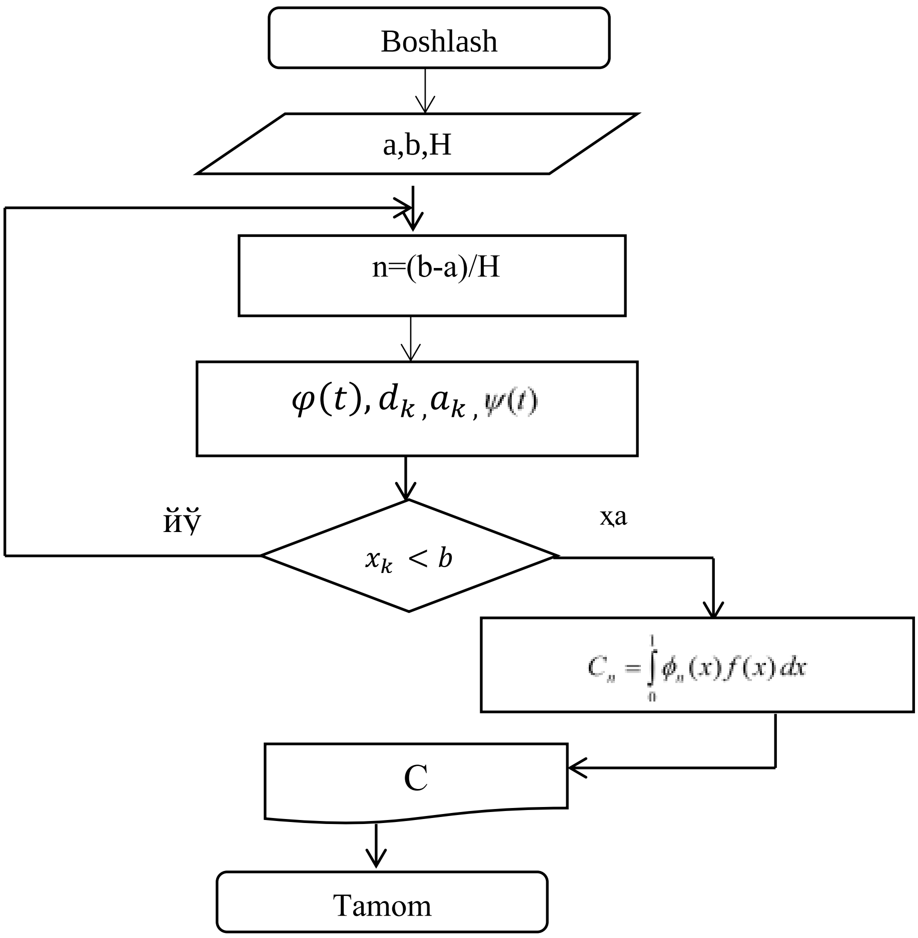
$$C_n = \int_0^1 \varphi_n(x) f(x) dx$$

(5)

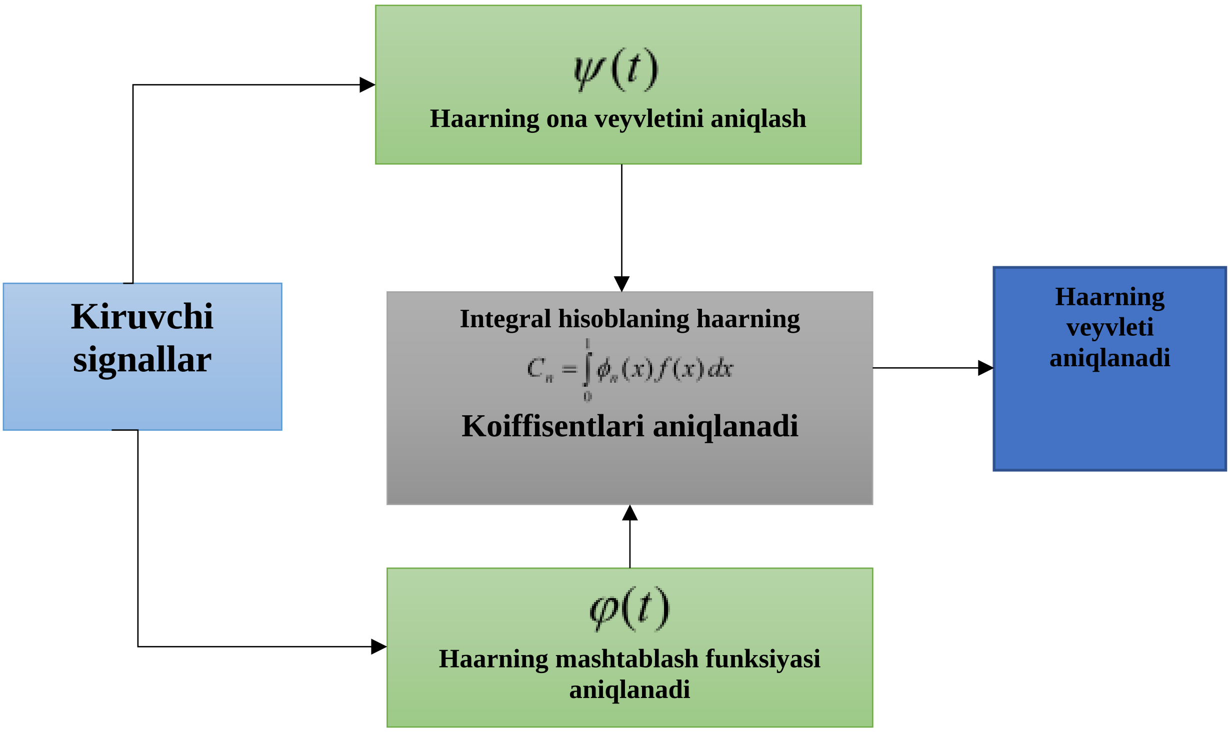
(5) Xaar veyvletining koeffitsientlarini topish formulasi.

$$f(x) \cong \sum_{n=0}^{\infty} C_n \varphi_n(x)$$

1-rasm. Funksiyani Xaara veyvletida interpolyatsiyalashning blok sxemasi.



Keltirilgan model asosida Xaara veyvletini qurish sxemasini (2-rasm)



2-rasm. Xaarning veyvletini qurishning sxemasi.

Masalaning qo‘yilishi: Faraz qilaylik$f(x) = t$ funksiyani t=0,25 qadam bilan [0,1) oraliqda qiymatlari berilgan bo‘lsin, ushbu funksiyani Xaar veyvletida interpolyatsiyalash talab qilinsin.

Masalaning yechish usulli:

$$[u, w] = \{t | u \leq t < w\}$$

$$\phi_{[0,1]} t = \begin{cases} 1, \text{агар} 0 \leq t < 1 \\ 0, \text{аксхолда} \end{cases}; \qquad \phi_{[0,w]} t = \begin{cases} 1, \text{агар} 0 \leq t < w \\ 0, \text{аксхолда} \end{cases};$$

$$\phi_{[u,w]} t = \begin{cases} 1, \text{агар} u \leq t < w \\ 0, \text{аксхолда} \end{cases}; \qquad \phi_{[u,w]} t = \begin{cases} s, \text{агар} u \leq t < w \\ 0, \text{аксхолда} \end{cases};$$

Xaar veyvleti fuksiyasini hosil qilish (6)

$$f = s_j \phi_{[t_j, t_{j+1}[} \tag{6}$$

$$\tilde{\tilde{f}} = s_0 \cdot \phi_{[0,t[} + s_1 \cdot \phi_{[t_1,t_2[} + \cdots + s_{n-1} \cdot \phi_{[t_{n-1},t_n[} = \sum_0^{n-1} s_j \cdot \phi_{[0,t[}$$

Xaar veyvleti to‘lqin fuksiyasini hosil qilish (7)

$$\psi_{[u,w[} = \phi_{[u,m[} - \phi_{[m,w[} \qquad (7)$$

Natijalar.

$f(x) = t$ funksiya [0,1) oraliqda t=0,25 qadam bilan berilgan bo‘lsin, ushbu funksiyani Xaara veyvletida interpolyatsiyalashda siqishlar soni n=4 ga teng bo‘ladi.

$$\psi(t) = \sqrt{2^4}\begin{cases}1, 0 \le t < \frac{1}{4}\\ 0, \text{аксхолда}\end{cases};$$

$$\psi(t) = 4\begin{cases}1, \frac{1}{4} \le t < \frac{1}{2}\\ 0, \text{аксхолда}\end{cases};$$

$$\psi(t) = 4\begin{cases}1, \frac{1}{2} \le t < \frac{3}{4}\\ 0, \text{аксхолда}\end{cases};$$

$$\psi(t) = 4\begin{cases}1, \frac{3}{4} \le t < 1\\ 0, \text{аксхолда}\end{cases};$$

Xaar veyvleti koifitsientini hisoblash uchun quyidagi integralni hisoblaymiz

$$C_0 = \int_0^{1/4} f(t)\psi(t)dt = \int_0^{1/4} 4tdt = 2t^2|_0^{1/4} = 2[\frac{1}{16} - 0] = \frac{1}{8}$$

$$C_1 = \int_{1/4}^{1/2} f(t)\psi(t)dt = \int_{1/4}^{1/2} 4tdt = 2t^2|_{1/4}^{1/2} = 2[\frac{1}{4} - \frac{1}{16}] = \frac{3}{8}$$

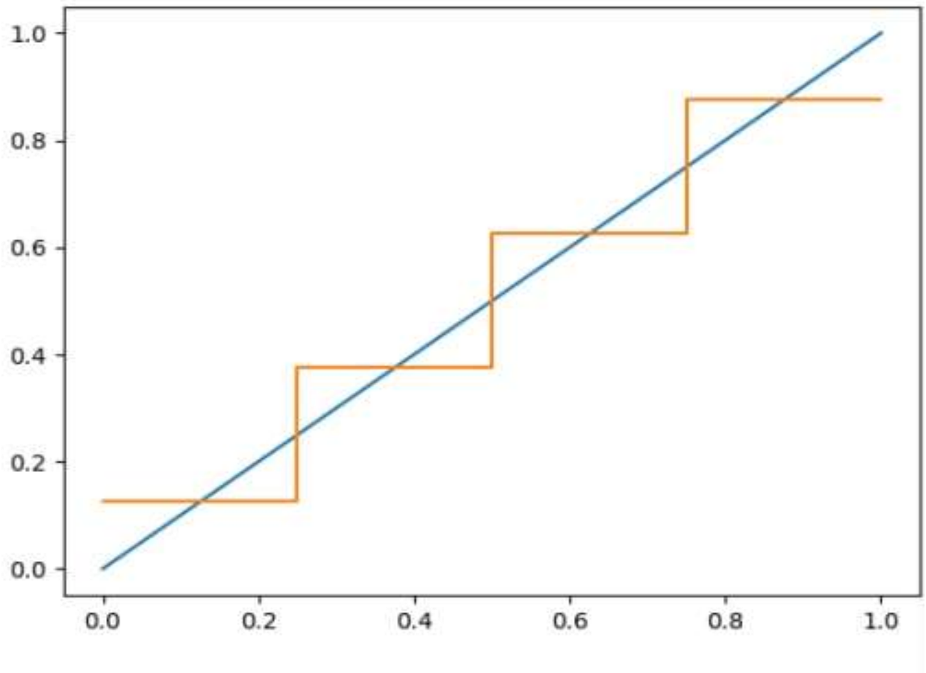
$$C_2 = \int_{1/2}^{3/4} f(t)\psi(t)dt = \int_{1/2}^{3/4} 4tdt = 2t^2|_{1/2}^{3/4} = 2[\frac{9}{16} - \frac{1}{4}] = \frac{5}{8}$$

$$C_3 = \int_{3/4}^{1} f(t)\psi(t)dt = \int_{3/4}^{1} 4tdt = 2t^2|_{3/4}^{1} = 2[1 - \frac{9}{16}] = \frac{7}{8}$$

$$f(t) \cong \sum_{i=0}^{n} C_i\psi(t)$$

$f_0(t) \cong C_0\phi_0(t) = \frac{1}{8}$; $f_1(t) \cong C_1\phi_1(t) = \frac{3}{8}$; $f_2(t) \cong C_2\phi_2(t) = \frac{7}{8}$; $f_3(t) \cong C_3\phi_3(t) = \frac{7}{8}$;

Keltirilgan model asosida funksiyani dastlabki eksperemental malumotlari



olinib Xaar veyvletlarida raqamli ishlash amalga oshirildi (3-rasm).

3-rasm. f(x)=t Xaar veyvletlarida interpolyatsiyalash natijasi.

Xaarning bo‘lak o‘zgarmas veyvlet koeffitsientlarini quyidagi usul bilan ham aniqlash mumkin. an -Xaarning yaqinlashish va dn -ayirma koeffitsientlarini signal qiymatlari orqali quyidagi ko‘rinishda ifodalab olamiz

$$a_n = \frac{f_{2n-1}+f_{2n}}{2}, n = 1,2,3,\ldots\ldots, N/2 \qquad (8)$$

bu yerda $a_i = (a_1, a_2, \ldots. a_{N/2})$ - o‘rtacha qiymatlarni aniqlash formulasi.

Signalning farqli qiymatli ko‘rinishi esa,

$$d_n = \frac{f_{2n-1}-f_{2n}}{2}, n = 1,2,3,\ldots\ldots, N/2 \qquad (9)$$

bu yerda $d_i = (d_1, d_2, \ldots. d_{N/2})$ -farqli qiymatlarni aniqlash formulasi.

Ushbu qiymatlar ikkita yangi signallarni hosil qiladi: ulardan biri asl signal $a = \{a_n\}, n \in Z$ va ikkinchisi dastlabki signalni tiklash .

$d = \{d_n\}, n \in Z$Haqiqatan ham

$$f_{2n-1} = a_n + d_n;$$
$$f_{2n} = a_n - d_n$$

veyvletlarning asosiy xususiyatlaridan biri, bu hisoblab topilgan koeffitsientlarni raqamli ishlashning tez hisoblash algoritmlari hisoblanadi.

Xaara veyvletida koefsientlarni raqamli ishlashning tez hisoblash algoritmidan foydalanib$f(t) = t^2$ funksiyani [0,1) oraliqda 0,1 qadam bilan interpolsiyalashni qarab chikamiz. Ma'lumki siqishlar soni n=10 ga teng bo'ladi.

$$t = (0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1)$$
$$f(t) = (0, 0.01, 0.04, 0.09, 0.16, 0.25, 0.36, 0.49, 0.64, 0.81, 1)$$

$$a_0 = \frac{f_{2n-1}+f_{2n}}{2} = \frac{0+0.01}{2} = 0.005;$$

$$a_1 = \frac{f_{2n-1}+f_{2n}}{2} = \frac{0.01+0.04}{2} = 0.025\ ;$$

$$a_2 = \frac{f_{2n-1}+f_{2n}}{2} = \frac{0.04+0.09}{2} = 0.065;$$

$$a_3 = \frac{f_{2n-1}+f_{2n}}{2} = \frac{0.09+0.16}{2} = 0.125;$$

$$a_4 = \frac{f_{2n-1}+f_{2n}}{2} = \frac{0.16+0.25}{2} = 0.205;$$

$$a_5 = \frac{f_{2n-1}+f_{2n}}{2} = \frac{0.25+0.36}{2} = 0.305;$$

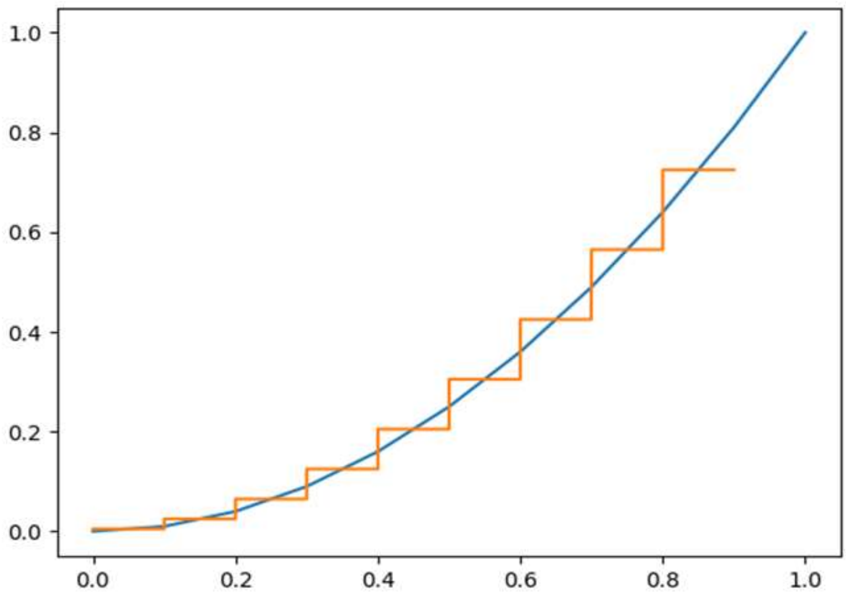
$$a_6 = \frac{f_{2n-1}+f_{2n}}{2} = \frac{0.36+0.49}{2} = 0.425;$$

$$a_7 = \frac{f_{2n-1}+f_{2n}}{2} = \frac{0.49+0.64}{2} = 0.565;$$

$$a_8 = \frac{f_{2n-1}+f_{2n}}{2} = \frac{0.64+0.81}{2} = 0.725\ ;$$

$$a_9 = \frac{f_{2n-1}+f_{2n}}{2} = \frac{0.81+1.00}{2} = 0.905;$$

Keltirilgan model asosida funksiya dastlabki eksperemental malumotlari olinib Xaar veyvletida raqamli ishlash amalga oshirildi (4-rasm).



4-rasm. Xaar veyvletida koeffitsientlarni raqamli ishlashning tez hisoblash algoritmidan foydalanib$f(t) = t^2$ funksiyani [0,1) oraliqda 0,1 qadam bilan interpolsiyalash natijasi.

Xaara veyvleti yordamida teylor qatori

Xaara veyvleti juda ko‘p qirrali matematik vosita xisoblanadi, ular funksiya yoki analitik funksiya bilan ifodalangan signallarni tahlil qilish, yaratish va bo‘laklarga ajratish uchun ishlatilishi mumkin. Teylor qatoridan analitik funksiyalarni yaqinlashtirish usuli sifatida foydalanish amaliy matematikada keng tarqalgan usullardan biri xisoblanadi. Veyvletlar bilan Teylor qatorida foydalanish analitik funksiyalarni yaqinlashtirishning yana bir usuli.

Aytaylik, $f(x)$ funksiya $x_0 \in R$ nuqtaning biror

$$U_\delta(x_0) = \{x \in R: x_0 - \delta < x < x_0 + \delta; \delta > 0\}$$

(10)

(10) Atrofida istalgan tartibdagi hosilaga ega bo‘lsin. Bu hol $f(x)$ funksiyaning Teylor formulasini yozish imkonini beradi:

$$f(x) = f(x_0) + \frac{f^{'}(x_0)}{1!}(x - x_0) + \frac{f^{''}(x_0)}{2!}(x - x_0)^2 + \ldots + \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!}(x - x)^n + r_n(x) \qquad (11)$$

(11) Bunda $r_n(x)$ qoldiq had.

Modomiki, $f(x)$ funksiya $U_\delta(x_0)$ da istalgan tartibdagi hosilaga ega ekan, unda$f(x_0)+\frac{f'(x_0)}{1!}+(x-x_0)+\frac{f''(x_0)}{2!}(x-x_0)^2+\ldots+\frac{f^{(n)}(x_0)}{n!}(x-x_n)^n+\ldots$

(12)

(12)Darajali qatorni qarash mumkin bo'ladi, (10) darajali qatorning koeffitsientlari sonlar bo'lib, ular$f(x)$ funksiya va uning hosilalariningx_0 nuqtadagi qiymatlari orqali ifodalangan, (11) darajali qator$f(x)$ funksiyaning Teylor qatori deyiladi.

Xususan, $x_0=0$ bo'lganda (8) darajali qator ushbu

$$f(0)+\frac{f\ \ (0)}{1!}x+\frac{f''(0)}{2!}x^2+\ldots+\frac{f^{(n)}(0)}{n!}+\ldots=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{f^{(n)}(0)}{n!}x^n$$

(13)

(13) ko'rinishga keladi. Faraz qilaylik, $f(x)$ funksiya biror $(-r,r)$ da $(r>0)$ istalgan tartibdagi hosilaga ega bo'lib, uning$x_0=0$ nuqtadagi Teylor qatori

$$f(0)+\frac{f'(0)}{1!}x+\frac{f''(0)}{2!}x^2+\ldots+\frac{f''(0)}{2!}x^2+\ldots+\frac{f''^{(n)}(0)}{n!}x^n+\ldots$$

(14)

bo'lsin. Bu (14) qatorning qoldiq hadini $r_n(x)$ deylik:

$$f(0)+\frac{f'(0)}{1!}x+\frac{f''(0)}{2!}x^2+\ldots+\frac{f^{(n)}(0)}{n!}x^n+r_n(x)$$

Trigonometrik funksiyalarning Teylor qatorlarini topamiz.

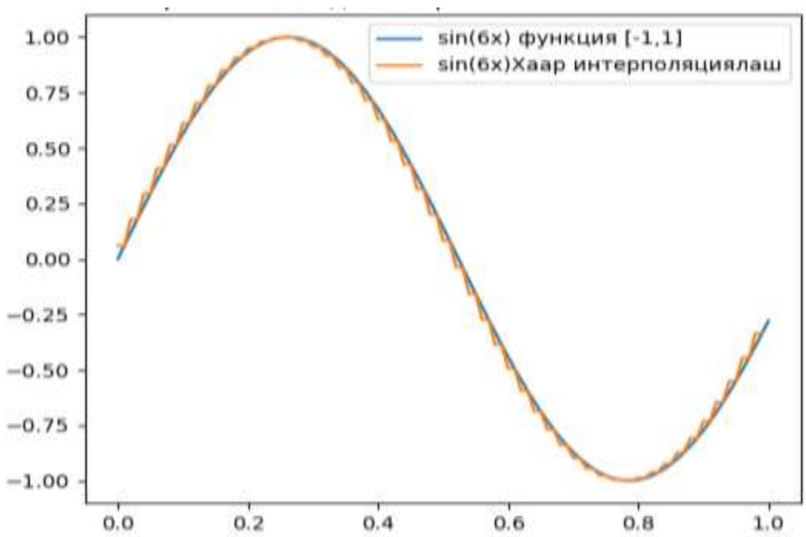
Aytaylik, $f(x)=\sin x$ bo'lsin. Ravshanki $\forall x\in R,\forall n\in N$ da

$|f(x)|\le 1,\left|f^{(n)}(x)\right|\le 1$ Bo'lib, $f(0)$, $f'(0)=1$, $f^{(2n)}(0)=0$, $f^{(2n+1)}(0)=(-1)^n$ $(n\in N)$ bo'ladi.

Demak $f(x)=\sin x$ funksiya Teylor qatoriga yoyiladi va (10) formulaga binoan

$$\sin x=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^n}{(2n+1)!}x^{2n+1}=x-\frac{1}{3!}x^3+\frac{1}{5!}x^5-\ldots \text{ bo'ladi.}$$

$$\sin(x)=1+0.059964\phi(x)+0.119712\phi(x+1)+0.179030\phi(x+2)$$



2-rasm. $f(t) = sin(6x)$ funksiyaning teylor qatori va Xaara veyvletlarida interpolyatsiyalash natijasi.

Muhokamalar.

Xaarning raqamli ishlash xatoliklarini keltiramiz.

$[a, b]$ da aniqlangan $f(x)$ uzluksiz funksiya berilgan bo‘lsin. $[a, b]$ segmentni

$$a \leq x_0 < x_1 <\ldots< x_i <\ldots< x_n \leq b$$

tugun nuqtalarga ajratib olamiz.

$$h = x_{i+1} - x_i = const \tag{15}$$

h - tugun nuqtalar orasidagi masofa.

Xar xil darajali polinomlar uchun interpolyatsiyaning metodik xatoliklarini aniqlash formulalari mavjud. Masalan, nolinchi darajadagi polinomlar uchun (bo‘lak-o‘zgarmas veyvletlar uchun) xatolikni baholash formulasi quyidagicha ifodalanadi:

$$|P(x) - f(x)| \leq \frac{1}{2} max\left|f^{'}(x)\right| h$$

Geofizik signalini Xaarning bo‘lak- o‘zgarmas veyvletlarida raqamli ishlashning absolyut va nisbiy xatoliklarini baholashni keltiramiz:

$\Delta_1 = \max_{a\leq x\leq b} |f(x_i) - har(x_i)|$ =0.02%

Δ_1- Xaarning bo‘lak- o‘zgarmas veyvletlarining absolyut xatoligi

Funksiyaning teylor qatorida va Xaar veyvletida qiymatini hisoblash va absolyut xatoligini baholash (1-jadval)

1-jadval

№	X[i]	$f(t) = sin(6x)$ teylor qatori	Xaar	Absolyut xato
1	0.00000	0.000000	0.00082	0.04999
2	0.01000	0.059964	0.089838	
3	0.02000	0.119712	0.149371	
4	0.03000	0.179030	0.208366	
5	0.04000	0.237703	0.266611	
6	0.05000	0.295520	0.323897	
7	0.0600	0.352274	0.380017	
8	0.0700	0.407760	0.434770	
9	0.08000	0.461779	0.487958	
	0.09000	0.514136	0.539389	
10	0.1000	0.564642	0.588880	
	0.1100	0.613117	0.636251	
11	0.12000	0.659385	0.681332	
	0.13000	0.703279	0.723961	
12	0.14000	0.744643	0.763985	
	0.1500	0.783327	0.801259	
13	0.16000	0.819192	0.835650	
	...	...	...	
14				
	0.97000	-0.446800	0.419575	
15	0.98000	-0.392350	0.364419	
16	0.99000	-0.336488	0.307952	

Ushbu (1- jadval)ni birinyai ustunida funksiyaning dastlabki qiymatlari ikkinchi ustunida teylor katori yoyilmasinig qiymati uchinchi ustunda xaara veyovleti koifitsintlar qiymati va to'rtinchi ustunda absalyat xatolik qiymati aks etirilgan

Xulosa

Ushbu tadqiqot ishida Funksiya va analitik funksiya ko'rinishida berilgan signalini Xaarning veyvletlarida raqamli ishlash modelini qurib uning xatoliklarini baholash amalga oshirildi. 1-jadvaldan ko'rish mumkinki baholash jarayonida signalining tugun nuqtalar soni 99 ta uchun absolyut xatolik mos ravishda 0.0299944; qiymatlarga teng bo'ldi. Xaara veyvletlarida raqamli ishlashning xatoligi kichik ekanligi ma'lum bo'ldi, xulosa qilish mumkinki signallarni raqamli ishlash jarayonida Xaara veyvletidan foydalanish yaxshi natija berar ekan. Ushbu usuldan keyinchalik signallarni siqish, tibbiyot signallarini filtrlash, va signallardan shovqinlarni ajratish masalalarini yechishda ham ijobiy natijalar olish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Зайнидинов Х.Н. Методы и средства обработки сигналов в кусочно полиномиальных вейвлетах. // «Ташкент», 2015. 70 стр.

2. Зайнидинов Х.Н., Сплайны в задачах цифровой обработки сигналов //Ташкентский университет информационных технологий-Т.: «Фан ва технология», 2015, 208 с.

3. Фрик П.Г., Вейвлет-анализ и иерархические модели турбулен тности: Препринт/ИМСС УоР РАН. Пермь, 19925.

4.Зайниддинов Ҳакимжон, Мадҳусудан Сингҳ, Дҳананжай Сингҳ Полй-номиал Сплинес фор Дигитал Сигнал анд Сйстемс. ЛАМБЕРТ Асадемис публишинг, Германй, 2016, 208.п.

5.Strang G., Nguyen T. Wavelets and Filters Banks. - Wellesley-Cambridge-Press 1996. - 490 p.

6.Добеши И., Десять лекций по вейвелетам.-Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2001, 464 с.

7.Петухов А.П. Введение в теорию базисов всплесков. - СПб.: Изд-во СПбГТУ. - 1999. - 132 с.

8.Воробьев В.И., Грибунин В.Г.Теория и практика вейвлет-преобразования.\-СПб.Изд-во ВУС, 1999, 208 с.

9.Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: Основы теории и примеры применения // Успехи физических наук, 1996, т.166, № 11. С. 1145– 1170.

10.Фильтрации сигналов и изображений: фурье и вейвлет алгоритмы(с примерами в Матҳсад) : монография/ Ю. Е. Воскобойников, А. В. Го-чаков, А. Б. Колкер; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т(Сибстрин). – Новосибирск: НГАСУ(Сибстрин), 2010. – 188 с.

11. Astafeva N.M. Veyvlet-analiz: Osnovы teorii i primerы primeneniya // Uspexi fizicheskix nauk, 1996, t.166, № 11. S. 1145– 1170.

12. Filtratsii signalov i izobrajeniy: fure i veyvlet algoritmы(s primerami v Mathcad) : monografiya/ Yu. Ye. Voskoboynikov, A. V. Go-chakov, A. B. Kolker; Novosib. gos. arxitektur.-stroit. un-t(Sibstrin). – Novosibirsk: NGASU(Sibstrin), 2010. – 188 s.

13. Zaynidinov X.N. Metodы i sredstva obrabotki signalov v kusochno polinomialnыx veyvletax. // «Tashkent», 2015. 70 str.

14. Zaynidinov X.N., Splaynы v zadachax sifrovoy obrabotki signalov //Tashkentskiy universitet informatsionnыx texnologiy-T.: «Fan va texnologiya», 2015, 208 s.

15. Frik P.G., Veyvlet-analiz i ierarxicheskie modeli turbulen tnosti: Preprint/IMSS UoR RAN. Perm, 19925.

16. Zayniddinov Hakimjon, Madhusudan Singh, Dhananjay Singh Poly- nomial Splines for Digital Signal and Systems. LAMBERT Academic publishing, Germany, 2016, 208.p.