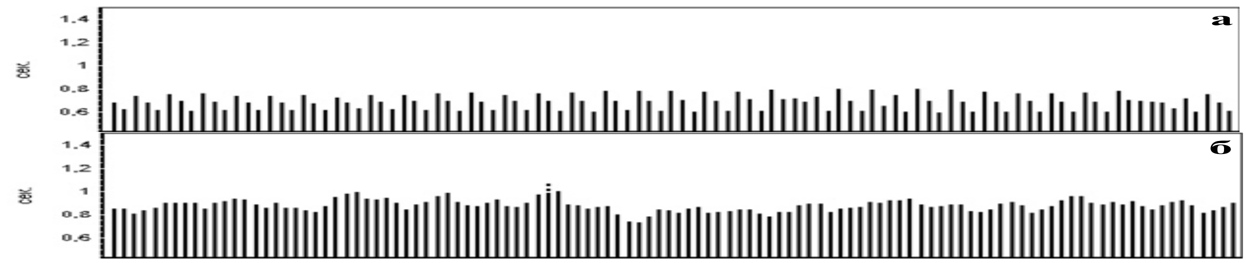

Рис. 1. Приклади ритмограм хворої людини (а) та здорового волонтера (б)

Таблиця 1

Показники хаотичності ритму серця пацієнтів

Методи	Пацієнт В.	Пацієнт А.	Відмінність, %
Умовна ентропія $E(m\,|\,m-1)$	0,713	0,530	-25,7
Апроксимаційна ентропія $ApEn$	0,533	0,301	-43,5
Ентропія шаблонів $SampEn$	1,142	0,348	-69,5

Як видно, показники ентропії у пацієнта А. істотно нижче, ніж у пацієнта В. Це свідчить про те, що, на відміну від ритмограми здорового пацієнта, ритмограма з альтернацією має чітко виражену регулярну складову.

Висновок

Результати експериментальних досліджень ще раз підтверджують, що різні ентропійні оцінки несуть додаткову діагностичну інформацію про стан серцево-судинної системи людини.

Список використаних джерел

1. Файнзильберг Л.С., Беклер Т.Ю. Моделирование альтернации зубца T на искусственной электрокардиограмме в условиях внутренних и внешних возмущений // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики». – 2012. – № 4. – С. 116-128.

УДК 004.932.2

ФРАКТАЛЬНІ СПЛАЙНИ АНАЛІЗУ І СИНТЕЗУ БАГАТОМАСШТАБНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Вербовий С.О.[1)], Скрипець В.І.[2)]
Тернопільський національний економічний університет
[1)] аспірант; [2)] магістрант

I. Постановка проблеми

Метод сплайнів часто використовується в науці і техніці. Для відновлення зображення, яке було стиснуте за допомогою алгоритму архівації із значними втратами або отримане у результаті наукових або інших досліджень, виникає задача для покращення якості за рахунок збільшення різкості зображення.

Запропонований спосіб інтерполяції знешкоджує усі, які виникають при умові кодування зображення за допомогою сучасних методів, але й збільшує різкість зображень. Застосування сплайнів дозволяє зберігати високу швидкість обробки зображення.

II. Мета роботи

Метою роботи є підвищення швидкодії алгоритму обробки зображення шляхом застосування інтерполяції, проведення синтезу багато масштабних часових рядів.

III. Поняття сплайна

Процес побудови послідовності інтерполяційних поліномів по послідовності сіток, що згущається, називається інтерполяційним процесом [1].

Теорема 1 (Фабера). Для будь-якої послідовності сіток, яка згущається, існує безперервна функція, для якої інтерполяційний процес не сходиться рівномірно.

Теорема 2. Для будь-якої безперервної на відрізку *[a,b]* функції *f* можна вибрати послідовність сіток, що згущається на відрізок *[a,b]* так, щоб інтерполяційний процес, побудований по цій сітці, рівномірно сходився до функції.

Сплайном степені *m* гладкості *l* називається функція $S_{m,l}(x)$, яка виконує 2 умови:

- на кожному з інтервалів $[x_i, x_{i+1}]$ функція є алгебраїчним поліномом степеня не вище *m:*

$$S_{m,l}(f,x) = P_{im}(x) = a_{i0} + a_{il}x + \cdots + a_{im}x^m; i = 1, \dots n$$

де *n* – кількість розбивок;

- на всьому інтервалі *[a,b]* функція належить класові гладкості $C^l[a,b]$, тобто її похідні безперервні в точках x_i до порядку *l-1*:

$$P_{i,m}^{(k)}(x_i) = P_{i+l,m}^{(k)}(x_i)$$

де x_i – заданий вузол, $i = 1, \dots n-1; k = 0, \dots m-1$.

IV. Інтерполяція сплайнів

Інтерполяція функції багаточлена на відрізку *[a,b]* за допомогою великого значення вузлів інтерполяції часто може призвести до негативного масштабування, що розуміється великою кількістю похибок у процесі обчислень. Через розбіжності процес інтерполяції, а саме збільшення числа вузлів не обов’язково повинен приводити до підвищення точності. Для того, щоб уникнути значних похибок, весь відрізок потрібно розбити на часткові відрізки і на кожному з часткових відрізків замінити функцію багаточленом невисокого ступеня (так звана кусочно-поліноміальна інтерполяція) [3].

Один із способів інтерполяції для всього відрізку є інтерполяція за допомогою сплайнів.

Перевага сплайнів перед звичайною інтерполяцією є їхня збіжність і відносна стійкість процесу обчислень [5].

Інтерполяційним кубічним сплайном є функція $S(x)$, що задовольняє наступні умови:

а) на кожному етапі $[x_{i-1}, x_i]$, $i = \overline{1,n}$ функція $S(x)$ є функція багаточлена в третьому ступені;

б) перша і друга похідні функції $S(x)$ є безперервними на відрізку $[a,b]$;

в) $s(x_i) = f(x_i), i = \overline{0,n}$ – це є безумовна умова інтерполяції.

V. Похибка наближення кубічними сплайнами

Функція *f* на відрізку *[a,b]* має безперервну похідну в четвертому степені:

$$M_4 = \max_{[a,b]} |f^{(4)}(x)|$$

Для інтерполяційного кубічного сплайну буде наступна похибка і її оцінка [4]:

$$\max_{[a,b]} |f(x) - S_3(x)| \le CM_4 h_{max}^4$$

VI. Експериментальне дослідження

Побудова кубічних сплайнів за допомогою функції заданої в таблиці 1.

Таблиця 1

Значення функції

x	-0.8	0	0.8
y	1.2	0.6	2.2

Функція $S_2(x)$, яка представлена за допомогою двох поліномів 2-го ступеня:

$$S_2(x) = \begin{cases} P_{1,1}(x) = a_1 + b_1x + c_1x^2, & x \in [x_0, x_1] \\ P_{1,2}(x) = a_2 + b_2x + c_2x^2, & x \in [x_1, x_2] \end{cases}$$

Функція $S_2(x)$ повинна виконувати наступні умови:

$S_2(x) = y_1, i = 0,1,2$ – це є умовою інтерполяції;

$P_{1,1}^t(x_1) = P_{1,2}^t(x_1)$ – це є умовою безперервності першої похідної.

Виконання інтерполяції зображено на рисунку 1.

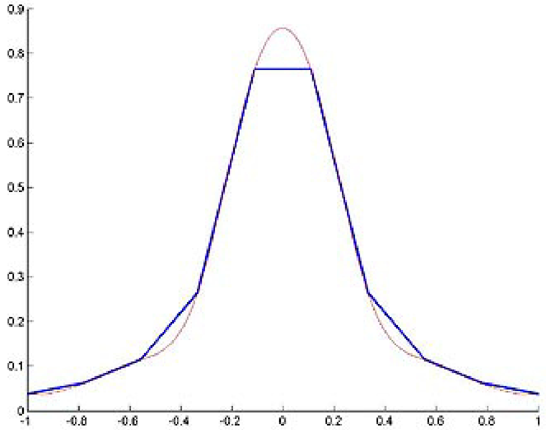

Рисунок 1 – Інтерполяція сплайнами

Висновок

У роботі досліджено швидкодію алгоритму обробки зображення, шляхом застосування інтерполяції, проведено синтез багато масштабних часових рядів.

Список використаних джерел

1. Шелевицький І.В. Адаптивні сплайн фільтри в обробці сигналів складної форми. - Дніпродзержинськ: ДДТУ. - 2004. – с.26-27.
2. Новікова О.Б. Фрактальний сплайн – модель широкосмугового сигналу. – Львів. ЛПНУ. – 2012. – с.28-33.
3. Загорулько А.В. Чисельні методи у механіці: Навчальний посібник. - Суми: Видавництво СумДУ, 2008. - 186 с.
4. Новікова О.Б. Lazy Computations як механізм підвищення ефективності фрактальної інтерполяції. – Київ. Наукові праці ДонНТУ. Серія «Інорматика, кібернетика та обчислювальна техніка», випуск 15 (203). – 2012. с.170 – 174.
5. Завьялов Ю. С., Квасов Б. И., Мирошниченко В. Л. Методы сплайн-функций. Наука. Новосибирск. – 2011. с.353.

УДК 621.391:519.22

МЕТОД НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВІБРАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

Дзерин О.Ю.[1], Юзефович Р.М.[2], Яворський І.М.[3], Мацько І.Й.[4]

Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України

[1] аспірант; [2] к.т.н., доцент; [3] д.ф.-м.н., професор; [4] к.т.н., н.с.

[3] Технологічний-природничий університет, Бидгощ, Польща

Періодично корельовані випадкові процеси (ПКВП), що описують як повторюваність так і стохастичність часової змінності, є математичною моделлю широкого кола фізичних явищ [1, 2]. Врахування властивостей періодичної корельованості сигналів, що використовуються в телекомунікації, телеметрії дозволяє більш ефективно вирішити задачі їх аналізу, перетворення, обробки. Аналіз на основі моделі в вигляді ПКВП сигналів вібрації дозволяє покращити ефективність діагностики, в тому числі виявляти дефекти механізмів на ранніх стадіях їх розвитку. Математичне сподівання ПКВП $m(t)=E\xi(t)$, E – оператор усереднення по розподілу, а також кореляційна функція, $b(t,u)=E\overset{\circ}{\xi}(t)\overset{\circ}{\xi}(t+u)$, $\overset{\circ}{\xi}(t)=\xi(t)-m(t)$, є періодичними функціями часу і тому можуть бути представлені рядами Фур'є:

$$m(t)=\sum_{k\in\mathbb{Z}} m_k e^{ik\omega_0 t} ,$$

$$b(t,u)=\sum_{k\in\mathbb{Z}} B_k(u) e^{ik\omega_0 t} ,$$