

ТЕСТУВАННЯ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ СУМ ФУР'Є ТА ФЕЙЄРА З ВИКОРИСТАННЯМ ФАНТОМА ШЕППА-ЛОГАНА

Білобородов А.А., Бобков М.І., Стародубець А.О.

Науковий керівник — проф. Литвин О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, пр.Науки, 14, каф. Прикладної математики,

тел. (057) 702-14-36, e-mail: d_am@nure.ua

Testing of the method finite Fourier and Feuer sum using the Sheppa-Logan phantom is considered. The research results are presented. Effectiveness of the method is shown.

Задача томографічної реконструкції полягає у відновленні функції $f(x, y)$ за відомими проєкційними даними γ_k вздовж прямих L_k :

$$\int_{L_k} f(x, y) dl = \gamma_k, \quad k = 1, \dots, M. \quad (1)$$

В даній роботі досліджувався та тестувався новий метод реконструкції зображень, метод скінченних сум Фур'є та Фейєра, запропонований О. М. Литвином у роботі [1]. Згідно з цим методом розв'язок задачі відшукується у вигляді скінченної суми Фур'є.

$$f(x, y) \approx S_{N,N}(x, y) = \sum_{k=-N}^N \sum_{l=-N}^N F_{k,l} e^{i2\pi(kx+ly)}. \quad (2)$$

де коефіцієнти Фур'є обчислюються за формулою:

$$F_{k,l} = \iint_D f(x, y) e^{-i2\pi(kx+ly)} dx dy. \quad (3)$$

Коефіцієнти Фур'є обчислювались за допомогою даних Радона, тобто проєкційних даних (1) та з використанням кусково-сталих функцій. Використовувались також скінченні суми Фейєра.

$$SFE(x, y, N) = \sum_{k=-N}^N \sum_{l=-N}^N \left(1 - \frac{|k|}{N+1}\right) \left(1 - \frac{|l|}{N+1}\right) F_{k,l} e^{i2\pi(kx+ly)}. \quad (4)$$

Використання сум Фейєра (4) дозволяє нівелювати вплив ефекту Гіббса, що в свою чергу дозволить отримати більш адекватні результати при реконструкції зображень. Найяскравіші демонстрація цього факту очікуються при відновленні розривних функцій.

Для тестування методу використано фантом Шеппа-Логана.

Фантом Шеппа-Логана був створений як стандарт для моделювання реконструкції зображення комп'ютерної томографії людської голови. Зокрема двовимірний (2D) фантом був запроваджений Ларрі Шепом та Бенджаміном Ф. Логаном в науковій праці написаній у червні 1974 року. В цій праці йшлося про відтворення «головної секції» за допомогою дослідів Жана Батиста Фур'є. А це зображення використовувалося як модель голови людини в тестуванні та розробці алгоритмів відтворення людської голови.

Саме зображення є суперпозицією десяти еліпсів, що частково перекривають один одного. Значення щільності всередині кожного з еліпсів є сталим та може бути від'ємним. Найбільший з еліпсів відображає голову, в той час як інші відіграють роль мозку та внутрішніх його зон.

Його особливістю являється великий динамічний діапазон змін щільностей.



Рисунок 1 – Зображення фантома зі збільшеною контрастністю

Проводився чисельний експеримент, підраховувались похибки, наводились зображення, що свідчило про дієвість методу. Для збільшення точності відображення потрібно збільшувати число N у відповідних сумах, що веде до збільшення часу для розрахунків.

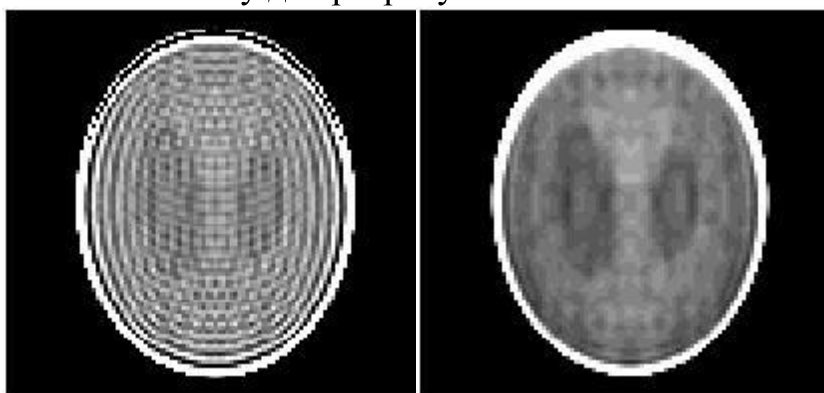


Рисунок 2 – Напівтонові зображення, отримані при відновленні фантома з використанням сум Фур'є та сум Фейєра відповідно при $N = 32$

Список використаних джерел:

1. Литвин О. М. Періодичні сплайни і новий метод розв'язання плоскої задачі рентгенівської комп'ютерної томографії / Системний аналіз, управління і інформаційні технології: Вісник Харківського держ. політех. ун-ту. Збірка наукових праць. Випуск 125. – Харків: ХДПУ, 2000. – С. 27 – 35.
2. Shepp, L.A., Logan, B.F.: The Fourier reconstruction of a head section. IEEE Trans. Nucl. Sci. 21, 21–43 (1974)