

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ УМОВНОЇ ДЕКОНВОЛЮЦІЇ В БАЗИСАХ ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є ТА АДАМАРА ДЛЯ РЕСТАВРАЦІЇ ОБРАЗІВ

Іванюк Н. О.; Рибін О. І., д.т.н., проф.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут», м. Київ, Україна*

Реставрація одновимірних та двовимірних образів, спотворених внаслідок не ідеальності систем відображення, знайшла широке застосування в сучасних радіотехнічних системах, спеціальному телебаченні, медицині. В наш час існують чисельні методи реставрації образів. В даній роботі було обрано метод, що потребує мінімальної апріорної інформації (відомості про причину неточковості імпульсної характеристики, енергію адитивного шуму в деградованому образі), метод умовної деконволюції, який вже сьогодні реалізовано в натуральних координатах та в базисі перетворення Фур'є. Та на жаль, реставрація в натуральних координатах є занадто громіздкою (велика кількість математичних операцій з матрицями високих порядків), а використання перетворення Фур'є спряжене з проявами ефекту Гібса, який призводить до «розмивання» границь графо елементів реставрованого образу. Усунути дані недоліки дозволило використання обчислень в базисі перетворення Адамара. Таким чином, використовуючи для реставрації образів метод умовної деконволюції в базисі перетворення Адамара, було розроблено економічні та швидкодіючі алгоритми (з використанням символічних методів формування моделі деградації [1]).

В натуральних координатах оцінка шуканого (реставрованого) образу може бути отримана за виразом

$$\hat{f} = \left[\bar{G}^T \cdot \bar{G} + \frac{1}{\lambda} \cdot \bar{c}^T \cdot \bar{c} \right]^{-1} \cdot \bar{G}^T \cdot \bar{L}, \quad (1)$$

де \hat{f} — шукана оцінка розміру $N \times 1$; \bar{G} — матричний оператор дискретної згортки порядку N ; \bar{c} — матричний дискретний оператор умови «гладкості» оцінки порядку N ; \bar{L} — стовпець відліків деградованого образу; λ — коефіцієнт варіації Лагранжа; T — знак транспонування.

Щоб перейти від виразу (1) до виразу для оцінки спектру в області перетворення Адамара слід помножити певним чином матричні оператори виразу (1) на нормовані матричні оператори перетворення Адамара.

$$\hat{f}_{Had} = \left[\bar{G}_{2Had} + \frac{1}{\lambda} \cdot \bar{c}_{2Had} \right]^{-1} \cdot \bar{G}_{1Had}^T \cdot \bar{L}_{Had}, \quad (2)$$

де \hat{f}_{Had} , \bar{L}_{Had} — стовпці відліків спектрів Адамара реставрованого та деградованого образів відповідно розміру $N \times 1$; \bar{G}_{1Had}^T — блочно-діагональна матриця $\overline{Had}_H \cdot \bar{G}^T \cdot \overline{Had}_H^T$; $\bar{G}_{2Had} = \overline{Had}_H \cdot \bar{G}_2 \cdot \overline{Had}_H^T$ та $\bar{c}_{2Had} = \overline{Had}_H \cdot \bar{c}_2 \cdot \overline{Had}_H^T$; $\bar{G}_{1Had} = \overline{Had}_H \cdot \bar{G}_1 \cdot \overline{Had}_H^T$ — блочно-діагональні

матриці порядку N .

Для формування даних блочно-діагональних матриць використовується символічний метод, що дає можливість оперувати з матрицями високих порядків без затрати великої кількості математичних операцій та часових ресурсів.

Основою методу умовної деконволюції в області перетворення Адамара є обернення матриці деградації образу $\left[\bar{G}_{2Had} + \frac{1}{\lambda} \cdot \bar{c}_{2Had} \right]^{-1}$. Для цього матриця деградації зводиться до діагонального виду тому для її обернення достатньо обчислити зворотні значення для елементів діагоналі [2].

В результаті було отримано більш якісні результати реставрації за одних і тих же початкових умов.

Порівняння результатів реставрації зображень методом умовної деконволюції в базисі перетворення Фур'є та Адамара показано на рис. 1 (еталонний образ рис. 1а, деградований образ з дисперсією шуму $\nu=0,5$ — рис. 1б, реставроване зображення в базисі Фур'є — рис. 1в, реставрація в базисі Адамара — рис. 1г).

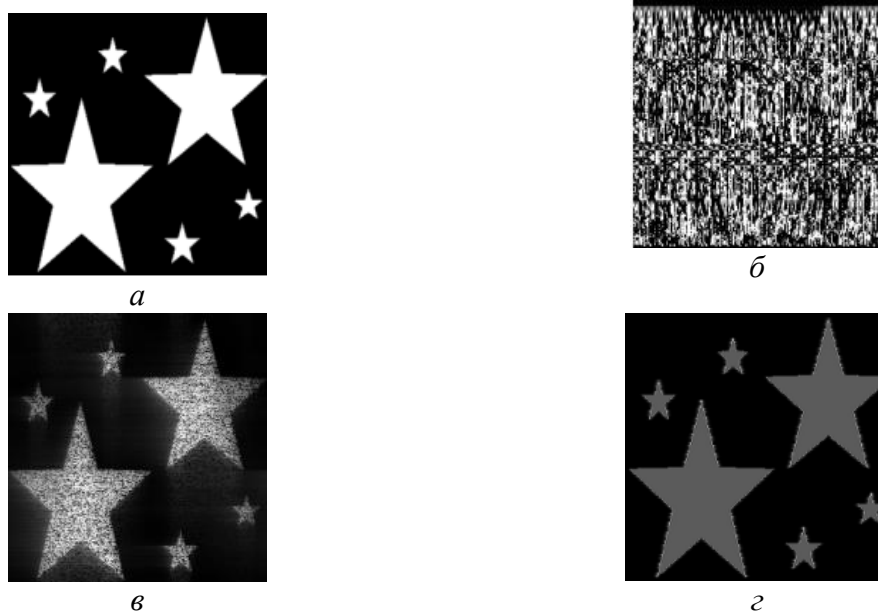


Рисунок 1. Результати реставрації зображень методом умовної деконволюції

Під час процесу реставрації двовимірних образів було проведено аналіз співвідношень сигналу/шуму для відновлених зображень в області трансформант перетворення Фур'є та Адамара (рис. 2).

На рис.2а показано результат реставрації в області перетворення Фур'є (с/ш=28,7 при дисперсії шуму $\nu=1$ та коеф.варіації Лагранжа = 0,05), на рис. 2б — в області перетворення Адамара (с/ш=31,8 при дисперсії шуму $\nu=1$ та коеф.варіації Лагранжа = 0,05), еталонне зображення — рис.2в



Рисунок 2. Визначення співвідношення сигнал/шум в реставрованих зображеннях

Як видно з результатів, наведених на рис. 2, при однакових висхідних умовах, реставрація методом умовної деконволюції в базисі перетворення Адамара дає кращі показники (як якісні так і кількісні), ніж деконволюція в базисі перетворення Фур'є.

Перелік посилань

1. Іванюк Н. О. Алгоритми реставрації образів за методом умовної деконволюції в області трансформант перетворення Адамара / Н. О. Іванюк, О. І. Рибін // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2013. — № 6. — С. 28—36
2. Іванюк Н. О. Алгоритми реставрації образів за методом умовної деконволюції / Н. О. Іванюк // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2014. — № 6. — С. 7—15

Анотація

Представлені результати реставрації образів методом умовної деконволюції в базисі перетворення Адамара. Проведено порівняння обробки зображень за допомогою методу умовної деконволюції в базисах трансформант перетворення Фур'є та Адамара.

Ключові слова: умовна деконволюція, трансформант перетворення, матриця деградації образу.

Анотация

Представлено результаты реставрации образов методом условной деконволюции в базисе преобразования Адамара. Проведено сравнение обработки изображений с помощью метода условной деконволюции в базисах трансформант преобразования Фурье и Адамара

Ключевые слова: условная деконволюция, трансформант преобразования, матрица деградации образа.

Abstract

The results of image restoration by conventional deconvolution method in Hadamard transformation basis are presented. The comparison of image processing using conventional deconvolution method in Fourier and Hadamard transformation bases is conducted.

Keywords: conventional deconvolution, transformant, image degradation matrix.