

ДВУХЭТАПНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ВНУТРИКАДРОВОЙ ПОЛУКАУЗАЛЬНОЙ ОБРАБОТКОЙ ПРИ НАЛИЧИИ НЕКОРРЕЛИРОВАННОЙ ПОМЕХИ

*Ляшук А. Н.; Вишневыи С. В., к.т.н.; Жук С. Я., д.т.н., профессор
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

При решении ряда практических задач характерно использование многоканальных изображений [1]. Одним из основных типов помех, встречающихся в многоканальных изображениях, является некоррелированная помеха. Поэтому для улучшения визуализации, а также эффективности решения конечных задач используют фильтрацию изображений. Оптимальные алгоритмы фильтрации изображений требуют огромных вычислительных затрат [2]. В работе [3], с использованием свойства условной независимости, получен алгоритм двухэтапной фильтрации некоррелированной помехи в многоканальных изображениях с внутрикадровой каузальной обработкой. В данной работе получен алгоритм двухэтапной фильтрации некоррелированной помехи в многоканальных изображениях с внутрикадровой полукаузальной обработкой.

Неискаженное и зашумленное некоррелированной помехой многоканальное изображение представляются в виде трехмерных матриц, $x(n, m, k)$, $y(n, m, k)$ $n = \overline{1, N}$, $m = \overline{1, M}$, $k = \overline{1, K}$ соответственно.

Для синтеза алгоритма используется свойство условной независимости отсчетов изображения относительно текущего отсчета, которое позволяет выполнить декомпозицию совместной плотности вероятности отсчетов многоканальных изображений и выполнить обработку в два этапа. На первом этапе выполняется каузальная фильтрация, в процессе которой для каждой точки текущего изображения вычисляются: \hat{x}_{n1} , $\hat{\sigma}_{n1}^2$ – апостериорная оценка и дисперсия ошибки оценки от начала строки; x_{n2}^* , σ_{n2}^{*2} – экстраполированная оценка и дисперсия ошибки оценки от конца строки; x_{m1}^* , σ_{m1}^{*2} – экстраполированная оценка и дисперсия ошибки оценки от начала столбца; x_k^* , σ_k^{*2} – экстраполированная оценка и дисперсия ошибки оценки с предыдущего кадра.

Следуя методике, приведенной в [3], можно показать, что оценка \tilde{x} и дисперсия ошибки оценки $\tilde{\sigma}^2$ на втором этапе для текущей обрабатываемой точки изображения вычисляется с помощью выражений:

$$\tilde{\sigma}^2 = \sigma_{m1}^{*2} - \sigma_{m1}^{*4} / (\hat{\sigma}_{n1}^2 + \sigma_{m1}^{*2}); \quad \tilde{x} = \hat{x}_{n1} + (x_{m1}^* - \hat{x}_{n1}) \tilde{\sigma}^2 / \sigma_{m1}^{*2};$$

$$\bar{\sigma}^2 = -\bar{\sigma}^2 - \bar{\sigma}^4 / (\bar{\sigma}^2 - \bar{\sigma}^2);$$

$$\bar{x} = \tilde{x} - (\bar{x} - \tilde{x}) \bar{\sigma}^2 / \bar{\sigma}^2;$$

$$\bar{\bar{\sigma}}^2 = \sigma_{n2}^{*2} - \sigma_{n2}^{*4} / (\bar{\sigma}^2 + \sigma_{n2}^{*2});$$

$$\bar{\bar{x}} = \bar{x} + (x_{n2}^* - \bar{x}) \bar{\bar{\sigma}}^2 / \sigma_{n2}^{*2}$$

$$\sigma'^2 = -\bar{\sigma}^2 - \bar{\sigma}^4 / (\bar{\bar{\sigma}}^2 - \bar{\sigma}^2);$$

$$x' = \bar{\bar{x}} - (\bar{x} - \bar{\bar{x}}) \sigma'^2 / \bar{\sigma}^2;$$

$$\sigma''^2 = \sigma_k^{*2} - \sigma_k^{*4} / (\sigma'^2 + \sigma_k^{*2});$$

$$x'' = x' + (x_k^* - x') \sigma''^2 / \sigma_k^{*2};$$

$$\ddot{\sigma}^2 = -\bar{\sigma}^2 - \bar{\sigma}^4 / (\sigma''^2 - \bar{\sigma}^2);$$

$$\ddot{x} = x'' - (\bar{x} - x'') \ddot{\sigma}^2 / \bar{\sigma}^2,$$

где \bar{x} , $\bar{\sigma}^2$ – априорные математическое ожидание и дисперсия случайного поля.

Использование оценок \hat{x}_{n1} и x_{n2}^* , полученных при фильтрации от начала и конца строки при формировании оценки в текущей точке на втором этапе, позволяет рассматривать фильтрацию как полукаузальную.

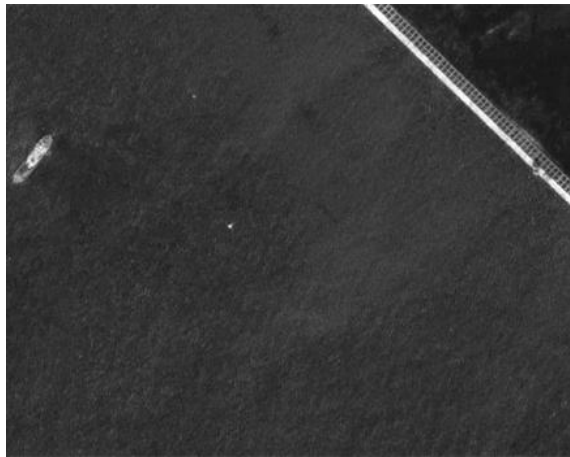


Рисунок 1. Начальное изображение

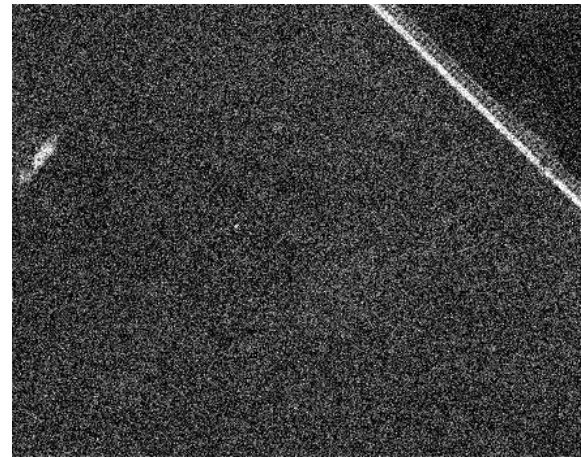


Рисунок 2. Зашумленное изображение

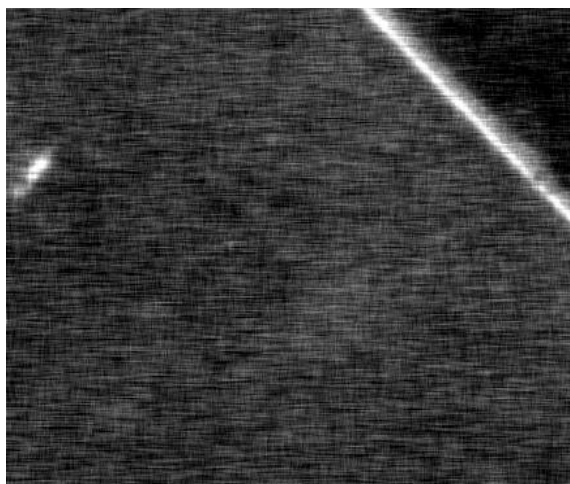


Рисунок 3. Обработанное изображение, шаг 1

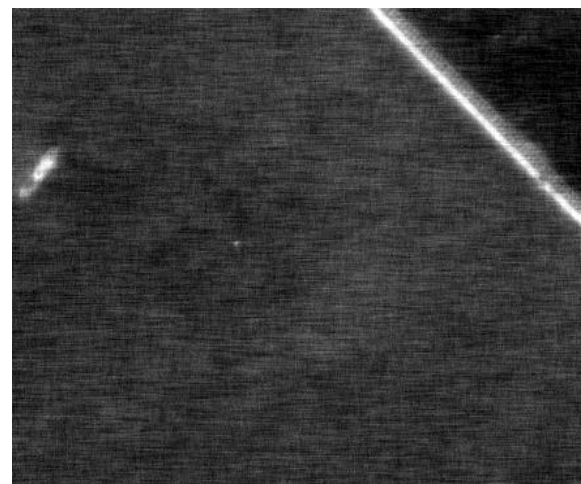


Рисунок 4. Обработанное изображение, шаг 6

На рис. 1 показано исходное изображение, на основе которого было сформировано 6 изображений, искаженных некоррелированным шумом. На рис. 2 показано первое, искаженное шумом изображение,

$SNR_{in} = -6.8 \text{ дБ}$. На рис. 3 показан результат обробки першого зображення, котра виконується на основі внутрикадрової фільтрації, $SNR_{out} = 7.3 \text{ дБ}$. На рис. 4 показан результат обробки 6-ти зображень розробленим алгоритмом, $SNR_{out} = 10.3 \text{ дБ}$. Межкадрове накоплення дозволило збільшити SNR на 3 дБ.

Полученний алгоритм дозволяє суттєво зменшити вичисельні затрати по порівнянню з оптимальним алгоритмом і забезпечити при цьому прийемлемі точнісні характеристики.

Перечень источников

1. Лукин В. В. Современные методы и проблемы фильтрации многоканальных изображений, Труды НТК "Цифровая обработка сигналов и ее применение", Москва, Россия, март 2011, вып. XIII-1. - Т. 1. - С. 3-6
2. Грузман И. С. Двухэтапная фильтрация изображений на основе использования ограниченных данных / И. С. Грузман, В. И. Микерин, А. А. Спектор // Радиотехника и электроника. – 1995. – № 5. – С. 817–822.
3. Ляшук А. Н. Алгоритм двухэтапной фильтрации многоканальных изображений с внутрикадровой казуальной обработкой при наличии некоррелированной помехи / А. Н. Ляшук, С. В. Вишневы, С. Я. Жук // Вісник НТУУ "КПІ" Серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2015. – Вип. – 63. – С.46–54.
4. Жук С. Я. Методы оптимизации дискретных динамических систем со случайной структурой / Монография. К.: НТУУ «КПИ», 2008. - 232с.

Анотація

Розроблено алгоритм двоетапної фільтрації багатоканальних зображень з внутрішньокадровою напівкаузальною обробкою при наявності некорельованої завади. Приведено алгоритм обчислення оцінки відліків зображення на другому етапі. Результати роботи алгоритму продемонстровані при обробці реального зображення.

Ключові слова: багатоканальні зображення, фільтрація зображення, об'єднання оцінок.

Аннотация

Разработан алгоритм двухэтапной фильтрации многоканальных изображений с внутрикадровой полукаузальной обработкой при наличии некоррелированной помехи. Приведен алгоритм вычисления оценки отсчетов изображения на втором этапе. Результаты работы алгоритма продемонстрированы при обработке реального изображения.

Ключевые слова: многоканальные изображения, фильтрация изображения, объединение оценок.

Abstract

The algorithm of the two-stage filtering of multi-channel images with interframe half-causal processing in the presence of uncorrelated noise was developed. An algorithm for calculating the estimate of image pixels at the second stage was presented. The results of the algorithm shown in the processing of real images.

Keywords: multi-channel image, image filtration, union of estimates.