

УДК: 004.031.6:628.86

АЛГОРИТМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСФОКУСИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА БАЗЕ ФИЛЬТРА ВИНЕРА

Чернецкий М.О.¹, Соляник В.А.¹

Научный руководитель: доц. Строкань О.В.¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования (ФГБОУ ВО) «Мелитопольский государственный университет», г. Мелитополь, e-mail: oksana.strokan0@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрен алгоритм восстановления расфокусированных цифровых изображений на базе фильтра Винера. Выяснено, что при наличии такого дефекта изображения информация безвозвратно теряется, а может быть восстановлена с помощью известных методов. Также в работе проанализировано понятие расфокусировки цифрового изображения и рассмотрены математические выражения, описывающие размытое изображение и исходного изображения. Предложенный алгоритм предоставляет возможность восстановить некачественные стоп-кадры с фото-фиксирующего оборудования и автоматизировать данный процесс с помощью его программной реализации.

Ключевые слова: расфокусировка, алгоритм, фильтр Винера, цифровое изображение, пиксель.

THE ALGORITHM FOR RESTORATION OF DEFOCUSED IMAGES BASED ON WIENER FILTER

Chernetsky M.O.¹, Solyanik V.A.¹

Science director: Associate Professor Strokan O.V.¹

¹Federal State Budgetary Educational Institution higher education (FGBOU VO) "Melitopol State University", Melitopol, e-mail: oksana.strokan0@mail.ru

Abstract: The paper considers an algorithm for restoration of defocused digital images based on Wiener filter. It is found out that in the presence of such a defect in the image information is irretrievably lost, but can be restored using known methods. Also, the paper analyzes the concept of defocusing of a digital image and considers mathematical expressions describing the defocused image and the original image. The proposed algorithm provides an opportunity to restore low-quality still images from photo-fixing equipment and to automate this process by means of its software implementation.

Keywords: defocus, algorithm, Wiener filter, digital image, pixel.

Введение. Восстановление расфокусированных цифровых изображений особенно актуально при использовании систем безопасности на предприятиях различной формы собственности и направленности деятельности. Именно от качества полученного фотоизображения зависит безопасность объекта. Восстановление смазанных и расфокусированных цифровых изображений вручную – трудоемкий и, зачастую, не выполнимый процесс.

Для решения поставленной проблемы в работе предлагается алгоритм восстановления расфокусированных изображений. В качестве основной функции принят фильтр Винера [1].

Цель исследования. На основе анализа известных способов восстановления некачественных цифровых изображений разработать алгоритм восстановления расфокусированных изображений.

Материал и методы исследования. Поставленная задача решалась на основе изучения, анализа, сопоставления и обобщения литературного материала по возникновению и устранению технических дефектов фотоизображений [2,4,5]. При разработке алгоритма применялся метод логического моделирования [3].

Результаты исследования и их обсуждение. Расфокусировка возникает из-за неправильного фокуса фототехники. Такое может произойти в условиях плохого освещения. Также в некоторых сценах автоматике бывает сложно «навестись» на главный объект, так как она не может его выделить.

Существует много мнений, что расфокусированность цифрового изображения – это необратимая операция. При наличии такого дефекта изображения информация безвозвратно теряется, потому что каждый пиксель превращается в пятно, все смешивается, а при большом радиусе размытия так и вовсе получим однородный цвет по всему изображению [2]. На самом деле информация перераспределяется по определенному закону, что позволяет ее восстановить с помощью современных методов и компьютерной техники.

Опишем процесс (алгоритм) восстановления расфокусированного цифрового изображения с помощью математических выражений. Пусть ряд из пикселей со значениями: $x_1, x_2, x_3, x_4 \dots$ - это исходное изображение. После расфокусировки изображения значение каждого пикселя добавляется к значению пикселя, например, слева, т.е: $x'_i = x_i + x_{i-1}$.

В результате имеем размытое изображение со значениями пикселей - смазанное некачественное изображение:

$$(x_1 + x_0), (x_2 + x_1), (x_3 + x_2), (x_4 + x_3) . \quad (1)$$

Для восстановления искажения вычитаем последовательно из второго пикселя первый, из третьего результат второго, из четвертого результат третьего и так далее, получим:

$$(x_1 + x_0), (x_2 - x_0), (x_3 + x_0), (x_4 - x_0) . \quad (2)$$

В итоге вместо расфокусированного цифрового изображения получено исходное изображение, к пикселям которого добавлена неизвестная константа x_0 с чередующимся знаком. Эту константу можно подобрать визуально, или можно предположить, что она примерно равна значению x_1 . Выражение (2) не учитывает наличие шума.

Цифровой шум - дефект изображения, вносимый фотосенсорами и электроникой устройств, которые их используют (цифровой фотоаппарат, теле-видеокамеры и т. п.) вследствие несовершенства технологий, а также фотонной природы света [39]. Визуально шум схож с

потерей сигнала телевизора, и если рассматривать более детально, некоторые родственные связи у этих явлений действительно присутствуют.

В большинстве случаев шум является Гауссовым (который задается двумя параметрами - средним и дисперсией), а также является аддитивным, не коррелирует с изображением и не зависит от координат пикселя [1].

Модель процесса искажения изображения описывается выражением:

$$g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) + n(x, y), \quad (3)$$

где $f(x, y)$ - оригинальное не размытое изображение;

$h(x, y)$ - функция искажения;

$n(x, y)$ - цифровой шум;

$g(x, y)$ - результат искажения, то есть то, что мы наблюдаем в результате (смазанное или расфокусированное изображение).

На рис. 1 представлен алгоритм восстановления расфокусированных изображений на базе фильтра Винера в виде блок-схемы. Данный алгоритм может быть положен в основу информационной системы восстановления расфокусированных изображений.

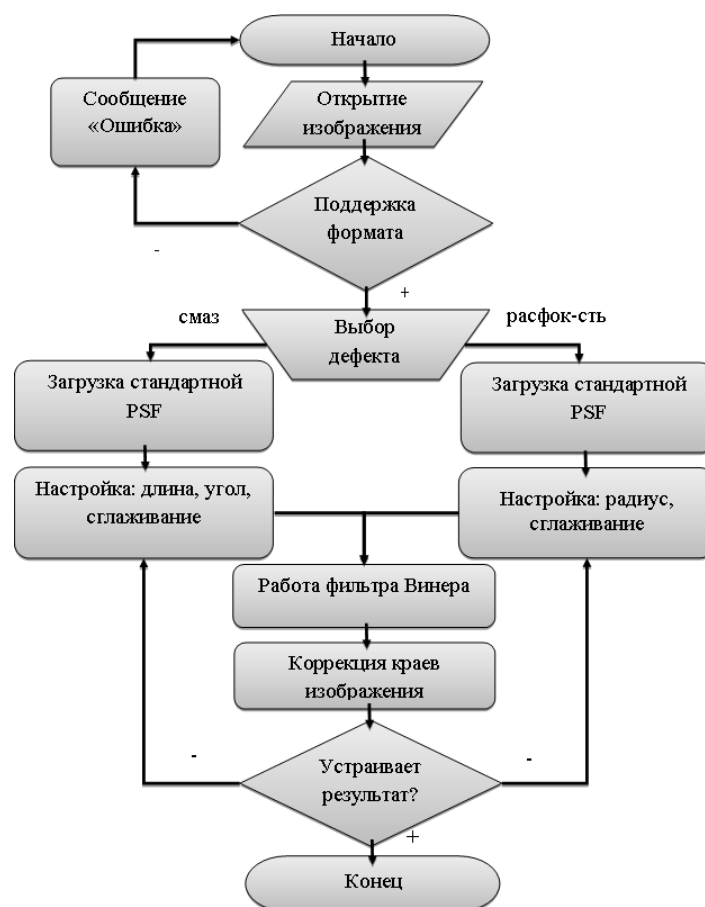


Рисунок 1 - Блок-схема работы алгоритма восстановления расфокусированных изображений

Задача восстановления некачественного изображения заключается в нахождении наилучшего приближения $f'(x,y)$ исходного изображения. То, по какому закону размазывается или собирается один пиксель и называется функцией искажения $h(x,y)$ или Point spread function (PSF), то есть функция разброса точек (PSF). Функция разброса точек (PSF) описывает реакцию фокусированной оптической системы формирования изображений на точечный источник или точечный объект [32].

Выводы. В статье разработан алгоритм восстановления расфокусированных и смазанных цифровых изображений с использованием фильтрации Винера. Данный алгоритм предоставляет возможность восстановить некачественные стоп-кадры с фото-фиксирующего оборудования и автоматизировать данный процесс, что в свою очередь дает возможность повысить эффективность современных систем информационной безопасности.

Список литературы

1. Герасимов А. В. Разработка алгоритма восстановления расфокусированных и смазанных изображений: [сайт]. 2024. URL: https://dSPACE.tltsu.ru/bitstream/123456789/12874/1/Герасимов%20А.В._МОп-16016.pdf.
2. Констандогло А. В. Методы восстановления расфокусированных и смазанных изображений. // Политехнический молодежный журнал. 2020. № 05. С. 12-21.
3. Коротыш Д. В., Строкань О. В. Информационная система автоматизированного восстановления расфокусированных изображений на базе фильтра ВИНЕРА. // Международный студенческий научный вестник. 2023. № 2. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=21237>
4. Campisi P., Egiazarian K. Blind Image Deconvolution: Theory and Applications. USA: CRC Press, 2007. P. 206 – 210.
Фисенко В. Т., Фисенко Т. Ю. Компьютерная обработка и распознавание изображений: учеб. пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. 192 с.
5. Шемплинер В. В. Восстановление дефокусированных изображений методом двумерного преобразования Фурье и регуляризации Тихонова. // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2008. Т. 8. № 3. С. 60–70.