

УСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ НА ОЦИФРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

А.С. Бенц, В.С. Шахов, П.А. Хаустов
Томский политехнический университет
andreybenz@gmail.com

Введение

Многие картины или фотографии, особенно старые, страдают от наличия дефектов, вызванных старением или воздействием механических факторов, обычно представляющих собой трещины (рис. 1).



Рис. 1. Изображение, содержащее дефекты

На устранение подобного рода дефектов и было решено сделать основной акцент. В ходе анализа многочисленных фотографий было обнаружено, что трещины обладают несколькими особенностями: они сравнительно яркие и представляют собой тонкие прямые на изображении.

Устранение подобных дефектов состоит из трех этапов:

1. Обнаружение дефектов на исходном изображении;
2. Отсевание обнаруженных объектов, которые не являются дефектами;
3. Устранение найденных дефектов.

Обнаружение дефектов

Метод обнаружения трещин строится на предположении об их большой яркости. Используется top-hat преобразование, выделяющее на изображении объекты, обладающие локально максимальной яркостью и размером меньше структурного элемента, используемого в преобразовании. Преобразование реализуется следующим образом:

1. Над изображением производится операция математической морфологии – размыкание (последовательное применение эрозии и дилатации).
2. Из яркостей исходного изображения попиксельно вычитаются яркости изображения, полученного при размыкании.

В результате top-hat преобразования имеем некоторое множество объектов, предположительно являющихся дефектами. Изображение, показывающее расположение дефектов, назовем картой дефектов (рис. 2):

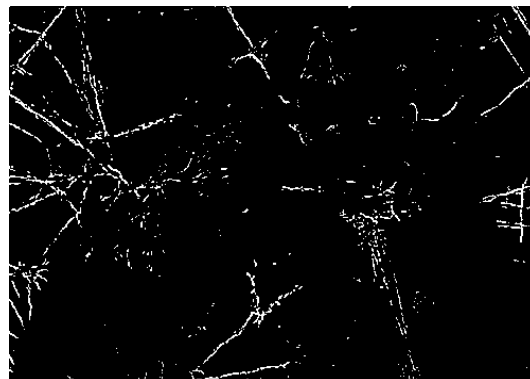


Рис. 2. Карта дефектов после бинаризации

После top-hat преобразования карта дефектов содержит градации серого. Для дальнейшей работы необходимо выделить два множества пикселей: дефектные (нуждающиеся в изменении) и корректные, значения которых изменять не следует. Для разбиения пикселей на эти два множества можно воспользоваться бинаризацией по методу Оцу.

Отсевание ложных срабатываний

При использовании подхода, изложенного выше, наряду с трещинами в карту дефектов попадают объекты, не являющиеся таковыми. Для их отсеивания было высказано несколько предположений о характерных свойствах дефектов, в частности:

1. Истинные трещины являются самыми или одними из самых ярких объектов на изображении. Менее яркие объекты в большинстве случаев трещинами не являются и выделяются top-hat преобразованием, так как являются локальными максимумами яркости изображения;

2. Маленькие объекты в большинстве своем не являются трещинами.

Отсевание ложно определенных объектов осуществляется следующим образом:

1. Объекты, содержащие малое (меньше некоторого определенного числа) количество пикселей убираются с карты дефектов.
2. Для каждой из оставшихся компонент связности находится среднее арифметическое пяти максимумов яркости.
3. Находится максимум полученного значения среди всех компонент связности.
4. Все компоненты связности, среднее арифметическое значение яркости которых меньше некоторой доли полученного в пункте 3 значения, убираются с карты дефектов.

Оставшиеся компоненты связности считаются истинными и подвергаются исправлению (рис. 3).

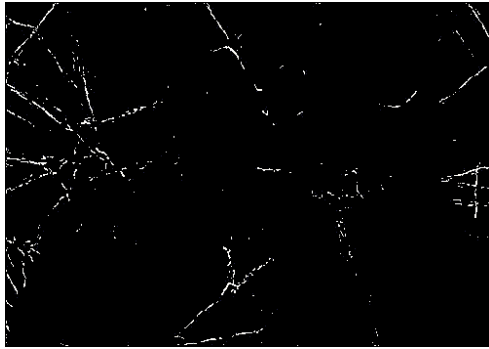


Рис.3. Карта дефектов после отсеивания

Исправление дефектов

Исправление дефектов проводится с помощью метода Inpainting. Метод основан на линейной аппроксимации яркости. Изображение разбивается на три области (рис. 4): корректные пиксели, дефектные пиксели и граница между ними.

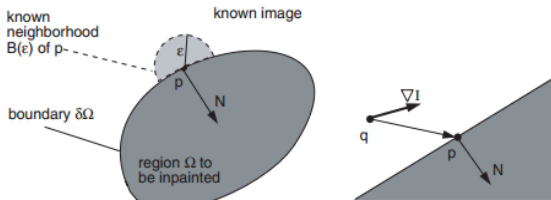


Рис. 4. Метод исправления дефектов

Исправление происходит от границы, постепенно сужая область к центру дефектной области. Вклад каждого отдельного пикселя в яркость текущего исправляемого пикселя вычисляется по формуле:

$$I_q(p) = I(q) + \nabla I(q)(p - q),$$

где $I_q(p)$ – вклад пикселя q в яркость пикселя p

,
 $I(q)$ – яркость пикселя q ,

$\nabla I(q)$ – градиент яркости пикселя q ,

$(p - q)$ – вектор $\overrightarrow{qp}$.

После этого высчитывается среднее взвешенное значение яркостей всех пикселей в определенной окрестности исправляемого. Весовая функция обратно пропорциональна расстоянию между пикселями.

Пример изображения, полученного в результате применения описанного метода устранения дефектов, представлен на рисунке 5.

Можно заметить, что подавляющее большинство дефектов-трещин было устранено.



Рис.5. Результат устранения дефектов на изображении

Однако стоит обратить внимание на то, что дефекты, имеющие большую толщину, остались на изображении. Это можно объяснить тем, что такие дефекты при отсеивании не были распознаны, как трещины. Такие объекты имеют форму, сильно отличную от формы дефектов-трещин, и, при попытке удалить объекты такого типа, вполне вероятно удаление светлых элементов исходного изображения, не являющихся дефектами.

Заключение

К результатам проведенного исследования можно отнести:

- Разработку и реализацию алгоритма обнаружения дефектов на изображениях;
- Разработку и реализацию метода фильтрации результатов алгоритма обнаружения;
- Реализацию метода устранения обнаруженных дефектов;
- Создание приложения для обнаружения и исправления дефектов на оцифрованных изображениях.

Литература

1. An Image Inpainting Technique Based on the Fast Marching Method // Статья – 2004. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://iwi.eldoc.ub.rug.nl>, свободный.
2. Digital Image Processing Technique for Detection and Removal of Cracks on Digitized Paintings // Статья – 2004. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.znu.ac.ir/data/members/fazli_saeid/DIP/Paper/ISSUE1/0155663.
3. The Pocket Handbook of Image Processing Algorithms in C [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://adaptiveart.eecs.umich.edu/2011/wp-content/uploads/2011/09/The-pocket-handbook-of-image-processing-algorithms-in-C.pdf>, свободный.
4. On the implementation of fast marching methods for 3D lattices // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.imm.dtu.dk/~janba/fmm.pdf>, свободный.