

# Выделение границ объектов на документах в ультрафиолетовом освещении

<sup>1</sup>Степанькова Е.И.; <sup>2</sup>Матусевич Е.С.

<sup>1</sup>Кафедра информатики

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Кафедра радиофизики и цифровых медиа технологий

Белорусский государственный университет

Минск, Республика Беларусь

e-mail: katusha7000@gmail.com, katsiaryna.harshkova@regula.by

**Аннотация**—Разработан алгоритм нахождения люминесцирующих объектов на изображениях проездных документов, полученных при ультрафиолетовом освещении. Найденные объекты классифицируются в зависимости от степени четкости их границ.

**Ключевые слова:** люминесценция; ультрафиолетовое освещение; границы

## I. ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных составляющих процесса определения подлинности документов является их проверка в ультрафиолетовом освещении. Необходимым условием для качественного анализа является нахождение границ люминесцирующих объектов. В идеальном случае результатом определения границ является кривая, описывающая объект. Выделение границ объектов на изображении может не только существенно уменьшить количество обрабатываемых данных благодаря тому, что отфильтрованная часть изображения считается менее значимой, но и повысить качество проверки объектов. С точки зрения автоматического обнаружения подделок документов очень важно точно выделить форму и местоположение люминесцирующих объектов. Данная информация применяется для:

- получения эталонной информации об объекте на этапе обучения;
- проверки соответствия параметров люминесцирующих объектов на текущем документе с параметрами, характерными для подлинных документов.

В целом алгоритм состоит из двух этапов:

1. Выделение люминесцирующих объектов (бинаризация).
2. Классификация выделенных объектов (анализ резкости границ).

## II. ВЫДЕЛЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦИРУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ

При анализе изображений принимается, что уровень яркости люминесценции превосходит уровень яркости фона более чем на 40 градаций, в противном случае перепады могут быть вызваны скачками уровня фона. Если при предварительном анализе динамический диапазон канала яркости меньше 40, то происходит отказ от поиска люминесценции.

Целью данного этапа является получение бинарного изображения, на котором белым цветом выделены области люминесценции с указанием их типа, а черным – области фона.

Для нахождения светящихся объектов используется канал L (Lightness) системы HLS – канал яркости изображения.

На этапе предварительной обработки решаются следующие задачи: исключение из рассмотрения люминесцирующей фотографии, компенсация неравномерности фона, уменьшение шума на изображении за счет применения сглаживающего фильтра, уменьшение влияния на границы люминесценции темных объектов: текста, баркода и других (для этого применяется морфологическая операция close [1]).

Бинаризация. Существуют два известных алгоритма для нахождения порогов: алгоритм OTSU [2] и алгоритм с адаптивным порогом из пакета OpenCV [3].

При использовании адаптивной процедуры порог вычисляется в пределах окрестности заданного размера. Этот метод целесообразно применять, когда размеры объектов приблизительно одинаковые и можно задать окрестность подходящих размеров. Однако, как правило, люминесцирующие объекты различны и невозможно заранее подобрать окрестность.

В алгоритме OTSU находится один порог для всего изображения. Такой алгоритм целесообразно применять, когда на гистограмме яркости явно выражены два пика (область фона и область люминесценции). Однако анализ изображений показал, что в большинстве случаев форма гистограммы близка к нормальному распределению, поэтому предложена следующая схема нахождения глобального порога.

Если при анализе гистограммы канала яркости присутствуют два явных пика, то используется стандартный алгоритм нахождения глобального порога OTSU.

Если нет, то находится математическое ожидание яркости и дисперсия, и пороговое значение рассчитывается как  $(m + D)$ , где  $m$  – математическое ожидание,  $D$  – дисперсия.

В результате бинаризации получается изображение, на котором белым цветом указаны все люминесцирующие элементы. Для устранения мелких разрывов выполняется операция дилатации.

### III. Анализ Границ Выделенных Люминесцирующих Объектов

Целью данного этапа является разделение люминесцирующих объектов на объекты люминесценции, «объекты-призраки» и смешанные объекты. «Призрак» – это объект люминесценции, имеющий не четкие, а размытые границы, но удовлетворяющий всем остальным свойствам люминесцирующего объекта. «Призраком» он называется потому, что на одном и том же типе документа на некоторых образцах он может менять местоположение. Смешанные объекты – это объекты, возникающие при пересечении объекта люминесценции и «объекта-призрака».

На полученном бинарном изображении отыскиваются контуры (замкнутые области) люминесцирующих объектов.

Далее происходит детальный анализ изменения характера яркости вблизи выделенных контуров в канале яркости Lightness исходного изображения.

Критерием для классификации объектов является резкость границ между фоном и люминесцирующей областью. На основе экспериментальных данных было установлено, что у объектов с резкой границей переход в 40 градаций осуществляется не более чем за 0,5 миллиметра, у объектов с плавной границей этот переход осуществляется не более чем за 4 миллиметра. Поэтому в качестве порогового значения принятия решения принимается граница  $(4 + 0,5)/2 = 2,25$  миллиметра. То есть если перепад в 40 градаций осуществляется на расстоянии, не превышающем 2,25 миллиметра, то это резкая граница, если на расстоянии более 2,25 миллиметра, то это плавная граница.

Для каждой точки контура рассчитывается градиент изменения яркости в направлении, перпендикулярном касательной к контуру в данной точке. На основе этих значений принимается решение о резкости границы контура. В целом если количество точек, имеющих резкие границы, более 80%, то выделенный контур принадлежит к объекту люминесценции. Если количество точек, имеющих плавные границы, более 80%, то выделенный контур – «объект-призрак». Иначе – выделенный контур классифицируется как смешанный объект.

В итоге все объекты люминесценции разделяются на 3 класса:

1. объекты люминесценции;
2. «объекты-призраки»;
3. смешанные объекты.

### IV. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ АЛГОРИТМА

Результаты работы алгоритма представлены на рисунке 1, на которых черным выделен фон, белым – объекты люминесценции, серым – «объекты-

призраки», пересечение этих объектов – смешанный объект.

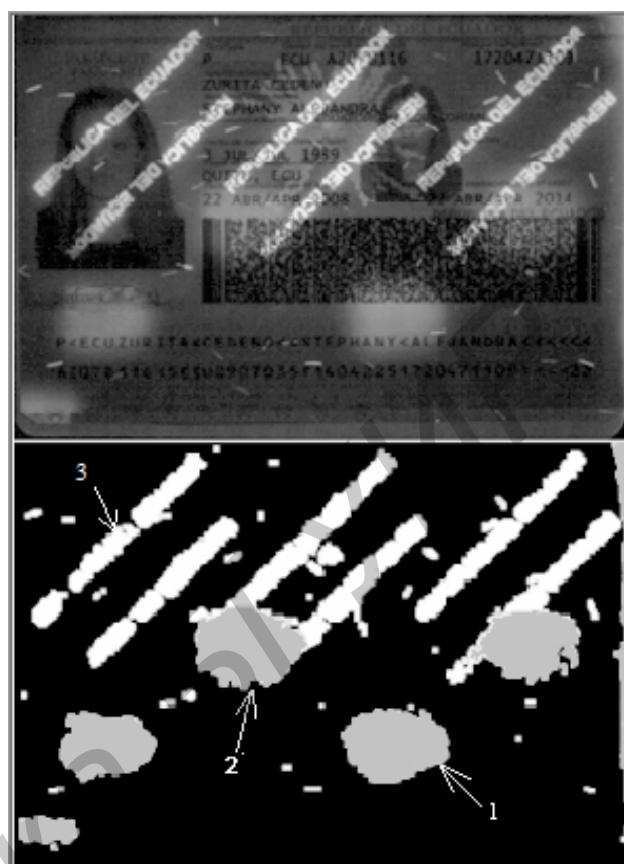


Рис. 1 Выделение объектов люминесценции, «объектов-призраков» и смешанных объектов.

На рисунке цифрами указаны объекты люминесценции.

- 1 – «объект-призрак»;
- 2 – смешанный объект;
- 3 – объект люминесценции

### V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный алгоритм разработан для использования в системе проверки подлинности документов.

В алгоритме рассмотрены два основных случая положения уровня фона и люминесценции на гистограмме (один и два пика).

Полный цикл обработки изображений, полученных с камеры с разрешением 1.3 мегапикселя, происходит в среднем за 80 миллисекунд.

Следующими шагами развития алгоритма являются:

1. Анализ более сложных гистограмм канала яркости.
2. Разделение смешанных объектов по таким критериям, как цветовой тон и уровень яркости.

- [1] [Gonzalez R. C., Woods R. E. 2002] Digital Image Processing, Gonzalez R. C., Woods R. E., 2002
- [2] N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms," IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, vol. 9, no. 1, pp. 62–66, 1979.
- [3] [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://opencv.itseez.com/> -