

## Десктопное приложение *ImgOpinion* в решении задач криминалистики

*И. Г. Пальчикова<sup>1</sup>, Е. С. Смирнов<sup>1\*</sup>, И. А. Будаева<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Конструкторско-технологический институт научного приборостроения СО РАН,  
г. Новосибирск, Российская Федерация  
\* e-mail: [evgenii.s.smirnov@yandex.ru](mailto:evgenii.s.smirnov@yandex.ru)

**Аннотация.** Описываются функциональные особенности десктопного приложения «*ImgOpinion*» для извлечения информации из мишени путём обработки её графического изображения, полученного фото средствами в цифровой форме. Десктопное приложение реализует свои возможности по нескольким сценариям благодаря методам компьютерного зрения, позволяющим обрабатывать полноформатные изображения размером 10 – 15 мегапикселей, выводить обработанные значения в формате \*.txt и \*.png. Паспорт огнестрельного повреждения содержит необходимые и значимые для криминалистов параметры объекта-мишени, а также параметры обнаруженных на его поверхности следов огнестрельного повреждения. С помощью приложения *ImgOpinion* возможно выявить след от выстрела на мишени, рассчитать его размеры, вычислить колориметрические данные следа по цифровым изображениям мишени. Приложение позволяет производить оценку количества копоти на поверхности мишени от выстрела, а так же ее распределение по поверхности, которое традиционные криминалистические методики выявляют путем разрушения мишени.

**Ключевые слова:** компьютерное зрение, цифровая обработка изображений, следы выстрела, мишень, оптическая плотность

## *ImgOpinion Desktop Application that Solve the Criminalistic Tasks*

*I. G. Palchikova<sup>1</sup>, E. S. Smirnov<sup>1\*</sup>, I. A. Budaeva<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Technological Design Institute of Scientific Instrument Engineering SB RAS,  
Novosibirsk, Russian Federation  
\* e-mail: [evgenii.s.smirnov@yandex.ru](mailto:evgenii.s.smirnov@yandex.ru)

**Abstract.** The article describes the functional features of the desktop application "ImgOpinion" to extract information from a target by processing its graphic image obtained by photo means in digital form. The desktop application implements its capabilities in several scenarios due to computer vision methods, allowing for processing full-size images of 10 - 15 megapixels and outputting the processed values in \*.txt and \*.png formats, e.g. The gunshot traces certificate contains the necessary and relevant parameters for forensic investigators of the target object, including the parameters of the gunshot traces found on its surface. The *ImgOpinion* application allows the forensic expert to identify gunshot residue on a target, calculate the dimensions and the colourimetric data from digital images of the one. The application makes it possible to estimate the amount of soot on the surface of a target from a gunshot, as well as its distribution over the surface, which traditional forensic methods reveal by destroying the target.

**Keywords:** computer vision, digital image processing, shot trace, target, optical density

## *Введение*

Возможности криминалистической экспертизы позволяют обоснованно [1] решать вопросы, связанные с исследованием патронов, оружия и следов его действия включая, но не ограничиваясь, следующими: присутствует ли на объекте огнестрельное повреждение; был ли выстрел, причинивший повреждение, первым или нет; какова дистанция до ствола стрелявшего; вопрос о взаимном расположении дула оружия и объекта с повреждением и другие.

Привлечение современных методов и подходов для выявления и обработки данных с места события выстрела, может сужить основой для установления различных обстоятельств происшествия, без разрушения мишени.

В настоящее время [2] необходимы специализированные программные средства автоматизации работы экспертов-криминалистов для сбора и анализа данных о следах выстрела. В докладе представлены элементы разработанного десктопного приложения *ImgOpinion*. *ImgOpinion* частично автоматизирует работу эксперта, позволяет найти количественные характеристики следов огнестрельного повреждения по цифровому изображению мишени и сохранить сведения об объекте и следах выстрела в паспорте повреждения [2] в виде файла с набором данных.

## *Методы и материалы*

Обнаруживать, охарактеризовывать и оценивать следы копоти [3] на мишени до настоящего времени экспертам приходится вручную, с помощью визуального осмотра, что не обеспечивает современных потребностей экспертизы. В последние годы при работе с мишенью требуется шире использовать подходы, не разрушающие мишень и позволяющие устанавливать количественные показатели для продуктов выстрела, осевших на материале мишени при выстреле [4]. В этой связи актуальным решением являются универсальные вычислительные методы, научно адаптируемые к решению задач эксперта-криминалиста и позволяющие обрабатывать [5] цифровые изображения для выяснения требуемых характеристик различных объектов, например, мишеней и обстоятельств выстрела по ним.

Изображения, на работу с которыми нацеливается разработанное приложение, фотографируются на ранее созданном в КТИ НП СО РАН автономном приборе «Фотобокс-3138» [6, 7], позволяющем регистрировать цифровые изображения в мультиспектральном режиме.

Приложение *ImgOpinion* имеет дружественный пользователю интерфейс. Работа эксперта реализована по одному из следующих сценариев: в первом случае алгоритм автоматически обнаруживает центральную и периферийную зоны отложения копоти путём сегментации исходного изображения вокруг заданной точки центра мишени. В этом случае существует возможность интерактивно задавать центр мишени и пороговые значения для каждой из зон окопчения, контролируя их визуально на мониторе в окне *ImgOpinion* (рис. 1). В этом окне эксперт имеет возможность выделить и исключить из расчётов области, в которых

материал мишени отсутствует по разными причинам (разрован, выгорел либо вылетел). Во втором случае эксперт может вручную выделить зоны отложения копоти: эллипсами, окружностями, либо окружностью диаметром 5 см. Весь расчёт в обоих случаях ведётся в рамках выделенных зон на мишени. Для удобного просмотра приложение предлагает предобработку исходного изображения для вывода его на монитор: пользователь может менять яркость, контрастность, превращать цветное изображение в монохромное либо негативное, поворачивать его на необходимый угол. ImgOpinion рассчитывает характеристики найденных зон отложения копоти: габаритные размеры, колориметрические показатели, такие как средний цвет (представление HSV), нормированная яркость и оптическая плотность, а также строит графики радиальной зависимости интегральной и дифференциальной оптических плотностей и отображает значения оптической плотности в каждом пикселе изображения без гамма-коррекции. Интерфейс программы позволяет оператору добавлять данные о мишени, морфологии и топографии отложения следов выстрела. Введённые и рассчитанные данные, графики могут быть сохранены в текстовый файл, называемый паспортом мишени. Существует возможность сохранять диаграммы в графическом формате (\*.jpg, \*.png, \*.tif).

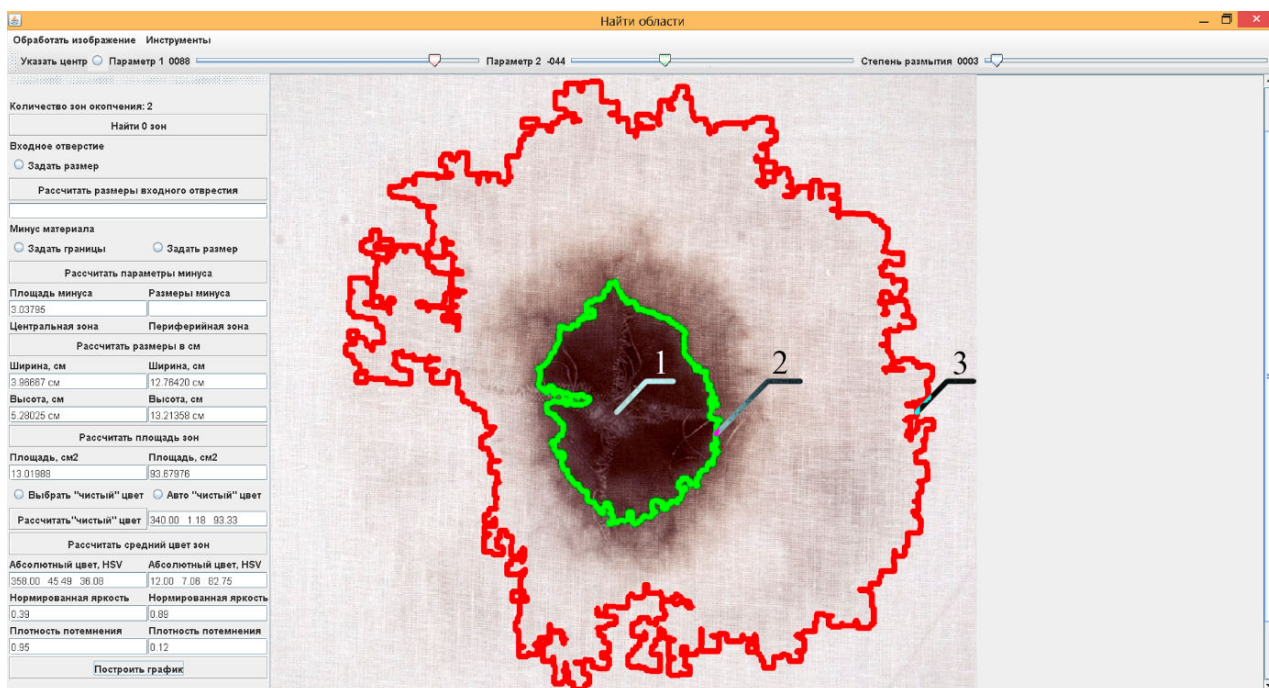


Рис. 1. Окно программы ImgOpinion, в котором задаются зоны окопчения и центр мишени

1 – Точка центра мишени; 2 – Контур центральной зоны окопчения, 3 – Контур периферийной зоны окопчения

Приложение написано на языке программирования Java с использованием библиотек OpenCV для обработки изображений и JFreeChart для построения гра-

фиков. Приложение *ImgOpinion* функционирует в среде Windows 8+ x86/x64 и позволяет обрабатывать цветные изображения в растровом формате (\*.bmp, \*.tif, \*.jpg) с разрядностью до 16 бит на канал.

Использование *ImgOpinion* позволяет охарактеризовать массу вещества копоти, которая пропорциональна оптической плотности [8]. Один из алгоритмов работы с изображением для вычисления зависимости интегральной и дифференциальной оптической плотности от радиуса следующий. Координаты точки центра мишени задаются экспертом. Вокруг неё описываются окружности так, что максимальная вписанная в изображение окружность имеет максимальный радиус. Последовательность вычислений следующая:

1. Вычисляется (1) среднее значение яркости в кольце:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^N I_i}{N}, \quad (1)$$

где  $i$  – номер пикселя;  $N$  – количество пикселей в кольце.

2. Вычисляется (2) оптическая плотность из отношения нормированной на фоновую средней яркости:

$$D = \ln \frac{I_0}{I}, \quad (2)$$

где  $I_0$  – среднее фоновое значение яркости вне областей отложения копоти выстрела.

3. Оптическая плотность накапливается (3) от центра к краю:

$$D_{\Sigma} = \sum_{i=1}^K D_i, \quad (3)$$

где  $K$  – количество колец, на которое разбито изображение мишени.

4. Вычисляется количество пикселей в каждом кольце и относится (4) к общему количеству пикселей в самой большой вписанной окружности:

$$k = \frac{S_K}{S_{\max}}, \quad (4)$$

где  $S$  – сумма пикселей по области.

5. Средняя плотность из п. 1 по каждому кольцу умножается (5) на коэффициент, вычисленный в п. 4:

$$D_k = D \cdot k \quad (5)$$

6. Для формирования массива данных интегральной оптической плотности суммируются произведения, вычисленные в п. 5.

7. Для формирования массива данных дифференциальной оптической плотности последовательно (от центра к краю мишени) записываются произведения, вычисленные в п.5.

График (рис. 2) интегральной (линия 1) и дифференциальной (линия 2) оптической плотности содержит данные по одной мишени, показанной на рис. 1 для разного количества колец, на которое разделялось изображение мишени. Так данные для колец шириной 40 пикселей нанесены точечным маркером, данные для колец шириной 80 пикселей нанесены треугольным маркером. Количество колец для построения графика отличается в два раза, однако ход графиков не меняется.

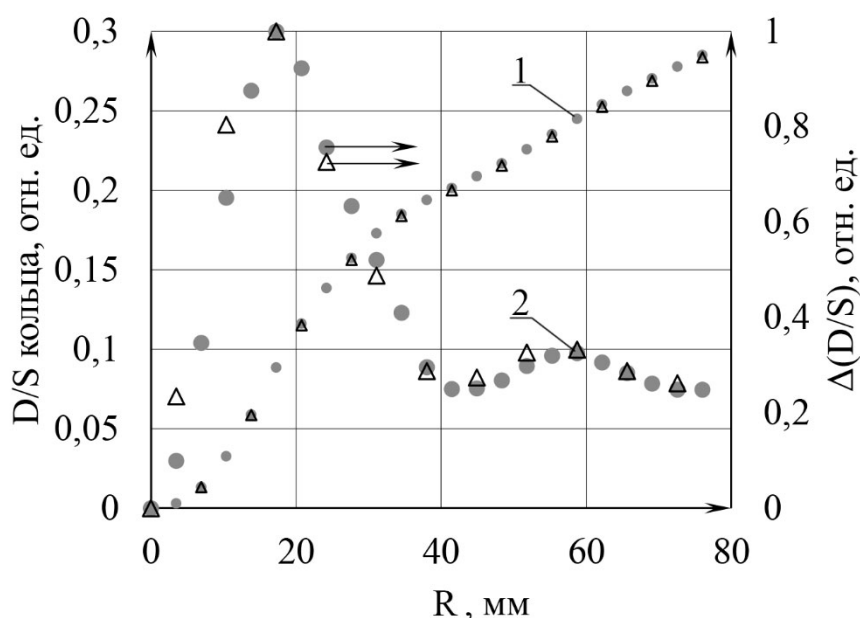


Рис. 2. Интегральная и дифференциальная зависимости оптической плотности копти, отнесённые к площади колец от величины радиуса колец:

1 – Кривые линии интегральной зависимости  $D/S(R)$ ; 2 – Кривые линии дифференциальной зависимости  $\Delta D/S(R)$  нормированные на собственное максимальное значение в массиве данных

### Заключение

Разработанное приложение *ImgOpinion* позволяет выполнять анализ цифрового изображения мишени методами компьютерного зрения, по полученным данным строятся графики следов огнестрельного повреждения, формируется «электронный паспорт» огнестрельного повреждения, в котором собраны и приведены криминалистически значимые характеристики исследуемых объектов, а

также выявленных на них следов выстрела. Приложение *ImgOpinion* предназначено для использования в экспертных криминалистических лабораториях.

Внедрение приложения *ImgOpinion* будет способствовать созданию базы данных следов огнестрельных повреждений, которая в свою очередь позволит автоматизировать анализ повреждений, идентификацию применённого оружия, определить дистанцию выстрела и восстановить картину происшествия.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Экспертиза оружия и следов выстрела [Электронный ресурс] // ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России. URL : <http://www.sudexpert.ru/possib/arms.php> (дата обращения: 27.04.2022).
2. Латышов И. В. и др. Паспорт огнестрельного повреждения как интегративная часть инновационных аппаратно-программных комплексов / И.В. Латышов, И.Г. Пальчикова, А.В. Кондаков, В.А. Васильев, Е.С. Смирнов // Судебная экспертиза. 2020. № 2. С. 58-66.
3. Актуальные проблемы разработки современных технических средств для криминалистического исследования следов выстрела / И.В. Латышов, И.Г. Пальчикова, А.В. Кондаков, В.А. Васильев, Е.С. Смирнов // Судебная экспертиза (ISSN 1813-4327). 2017. №4(52), С. 55 - 63.
4. Прозоровский В. И. Судебная медицина. – Юридическая лит., 1968.
5. Gonzalez R.C., Woods R.E. Digital image processing. / Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 2008.
6. Пальчикова И.Г. Многофункциональный полупроводниковый осветитель / И.Г. Пальчикова, Е.В. Карамшук, Е.С. Смирнов, Е.И. Пальчиков, М.С. Самойленко // Доклады академии наук высшей школы РФ. 2020. №3. С. 62 – 74.
7. Пальчикова И.Г. Автономный спектрозональный осветительный прибор с функцией белого света с высоким индексом цветопередачи / И.Г. Пальчикова, Е.В. Карамшук, Е.С. Смирнов, Е.И. Пальчиков, М.С. Самойленко // Приборы и техника эксперимента. 2021. № 3. С. 155–157. DOI: 10.31857/S0032816221030241
8. Computer Vision in Analyzing the Propagation of a Gas–Gunpowder Jet / I.G. Palchikova, I.V. Latyshov, E.S. Smirnov, V.A. Vasiliev, A.V. Kondakov, I.A. Budaeva // Sensors. 2021. №22(1). P. 6. DOI: 10.3390/s22010006.

© И. Г. Пальчикова, Е. С. Смирнов, И. А. Будаева, 2022