

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра материаловедения, технологии
и управления качеством

**СРАВНЕНИЕ МИКРОРЕЛЬЕФА СЛЕДОВ БОЙКОВ МЕТОДАМИ
КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ЯЧЕЕК И К-БЛИЖАЙШИХ СОСЕДЕЙ ПРИ
ПРОВЕДЕНИИ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ЭКСПЕРТИЗ**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки магистратуры 2 курса 2293 группы
направления 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»,
профиль «Криминалистическое материаловедение»
института физики

Ермошиной Марии Владимировны

Научный руководитель,
доцент, к.ф.-м.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

В.А. Федоренко

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой,
д.ф.-м.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

С.Б. Вениг

инициалы, фамилия

Введение. На дне гильзы, стреляной в огнестрельном оружии, формируются следы бойка, патронного упора и другие менее выраженные следы. Одним из наиболее информативных является след бойка, поэтому по нему чаще всего проводится идентификация оружия. Следы бойков имеют большое значение, так как непосредственно свидетельствуют о факте выстрела, в то время как иные следы только содержат информацию о пребывании патрона в оружии. Наибольший практический интерес представляют следы бойка и патронного упора затвора (чашки затвора, щитка колодки). Поскольку следы бойка представляют собой разные по форме структуры, включают области, не содержащие индивидуализирующие признаки, но содержащие пространственные шумы, то стандартный метод оценки функции взаимной корреляции (ФВК) неэффективен, так как большая часть сравниваемых поверхностей не содержит информации о следе бойка. Кроме этого, неоднородности поверхности капсюля, которые не связаны с оружием, могут влиять на функцию взаимной корреляции. Например, часто в следах бойка присутствуют следы прокатки фольги, пятна окисления, каверны и т.д. Эти неоднородности, не связанные с микрорельефом поверхности бойка, следует по возможности исключить из сравнительного анализа.

Важно исследовать виды и формы следов бойка. Это позволит в последующем ввести дополнительные групповые признаки следов бойков, такие как профиль следов, их глубина. Сравнение изображений следов бойков в автоматическом режиме проводится с помощью методов корреляционного анализа, которые не инвариантны ориентации сравниваемых изображений. Часто обеспечение единой ориентации сравниваемых объектов является сложной задачей. Поэтому решение проблемы обеспечения единой ориентации изображений следов бойков является актуальной практической задачей.

Целью данной работы являлось сравнение эффективности сравнительного анализа микрорельефа следов бойков методами корреляционных ячеек и К-ближайших соседей, отработка методики оценки

угла разориентации сравниваемых изображений путем проведения ряда преобразований изображений в полярной системе координат.

На основе поставленной цели необходимо решить следующие задачи::

1. Изучить наиболее характерные неоднородности поверхности капсулей.
2. Изучить возможность преобразования исходных изображений в полярную систему координат с последующим их переводом в декартову систему координат.
3. Ознакомиться с оценкой схожести следов бойка методом корреляционных ячеек и К-ближайших соседей.
4. Сформировать базу данных изображений следов бойков, предварительно обработанных изображений.

Актуальность темы определяется необходимостью повышения качества проведения проверок по цифровым изображениям следов бойков при расследовании преступлений, которые связаны с применением огнестрельного оружия.

Дипломная работа занимает 53 страницы, содержит 32 рисунка и 2 таблицы.

Обзор составлен по 32 информационным источникам.

Во введение рассматривается актуальность работы, устанавливается цель и выдвигаются задачи для достижения поставленной цели.

Первый раздел представляет собой обзор научно-технической литературы, рассматривается механизм образования следов бойка, вариативность следов, формы проявления следов бойка, корреляционные методы сравнения изображений следов бойков, Метод К-ближайших соседей.

Во втором разделе работы представлена практическая часть, а именно, формирование базы данных изображений следов бойков, предварительная обработка изображений, ориентация изображений анализируемых следов бойков круглой формы по максимуму ФВК в полярной системе координат, преобразования в полярной системе координат изображений следов бойков,

сравниваемых корреляционными методами. Расчеты угла поворота одного изображения относительно другого для обеспечения их единой ориентации.

Третий раздел посвящен бинарной классификации изображений сравниваемых следов бойков, прогнозированию категории сравниваемых изображений следов бойков методом корреляционных ячеек, методом К-ближайших соседей.

Основное содержание работы

Важно исследовать виды и формы следов бойка. Это позволит в последующем ввести дополнительные групповые признаки следов бойков, такие как профиль следов, их глубина. Сравнение изображений следов бойков в автоматическом режиме проводится с помощью методов корреляционного анализа, которые не инвариантны ориентации сравниваемых изображений. Часто обеспечение единой ориентации сравниваемых объектов является сложной задачей. Поэтому решение проблемы обеспечения единой ориентации изображений следов бойков является актуальной практической задачей. В качестве меры схожести изображений может выступать коэффициент корреляции или максимум функции взаимной корреляции (ФВК). Однако из общих соображений ясно, что на результаты корреляции будут оказывать негативное влияние все яркостные неоднородности исследуемых поверхностей, не относящиеся к следам бойка.

Факторы, негативно сказывающиеся на результатах корреляционного анализа изображений исследуемых следов (случайные неоднородности и т.д.) вносят вклад в коэффициент корреляции. Для исключения негативного влияния областей, не содержащих информацию об исследуемых следах, они удаляются из последующего анализа.

Негативное влияние можно уменьшить путем применения сглаживающих фильтров на этапе предварительной обработки исходных изображений.

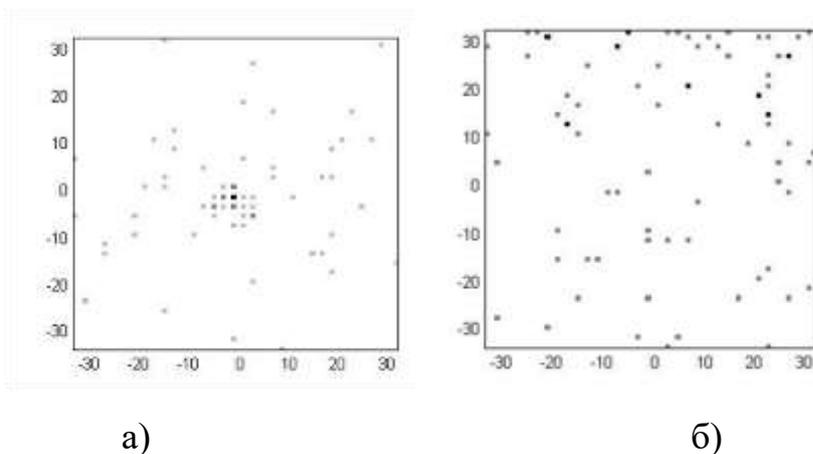
Для эффективного применения CMS метода и метода корреляционных ячеек, изображения сравниваемых следов бойков должны быть одинаково ориентированы в пространстве. Для решения этой проблемы в работе

предложено одно из изображений поворачивать на небольшой угол и для каждого поворота находить функцию взаимной корреляции для полных изображений. Ориентацию одного изображения относительно другого, при которой наблюдается максимальный коэффициент корреляции, считать исходной для дальнейшего анализа CMS методом. Однако при каждом повороте изображения требуется выполнить сложные расчеты новых координат и яркостей всех его пикселей. Это серьезно осложняет проведение проверок по базе данных цифровых изображений. Предлагается следующая методика предварительного этапа обработки изображений. Для каждого исследуемого изображения следа бойка круглой формы находится его центр, который совпадает с центром окружности следа, и который в дальнейшем используется как центр полярной и декартовой системы координат. Координаты пикселей исходного изображения записываются в полярной системе координат, после чего они пересчитываются в ортогональной системе у которой по оси ординат отложено значение радиус-вектора (R), а по оси абсцисс значение азимутального угла (φ). Тестовые изображения следов бойков электронной гильзотеки также записываются в декартовых координатах R , φ . Далее вычисляется одномерная функция взаимной корреляции, для каждого тестового и исследуемого следа и соответственно определяется угол поворота исследуемого следа для каждого тестового следа.

При сравнение заведомо совпадающих и несовпадающих следов в программе MATLAB была проделана статистическая обработка, в которой учитывались значения функции взаимной корреляции от пространственной ориентации следа бойка. Расчеты угла поворота одного изображения относительно другого для обеспечения их единой ориентации показали, что требуется достаточно точное определение центров следов бойков, так как на 100 пар заведомо совпадающих изображений следов бойков только 34 пары показали точное совпадение, угол доворота составил в данном случае от 0 до 10 градусов. Это приводит к требованию о точной установке центра следа бойка при сканировании. Иначе совпадающие признаки вблизи центра могут затем

по-разному отобразиться в полярной системе координат. В случае с неточной установкой центра бойка (центр следа одного бойка смещен относительно другого) результат ФЗК будет некорректным как для декартовой системы, так и для полярной.

В результате проведенных расчетов прогнозирования категории сравниваемых изображений следов бойков методом корреляционных ячеек на диаграмме сдвигов исследуемого изображения было сформировано распределение максимальных значений K_{cor} . Отдельные пары ячеек для совпадающих следов характеризуются значениями коэффициента корреляции в пределах 0.6-0.7. Для совпадающих следов типичным признаком является концентрация максимальных значений R на небольшой области диаграммы сдвигов, аналогичная формированию кластера. Для несовпадающих следов наблюдается достаточно равномерное распределение максимумов на всей диаграмме сдвигов, что подтверждает случайный характер их появления. На рисунке 1 а, б представлены типичные распределения максимумов K_{cor} для изображений с совпадающими и несовпадающими следами патронного упора.



а) – для совпадающих следов бойка; б) – для несовпадающих следов бойка
Рисунок 1 – Распределения максимальных значений коэффициента корреляции R на диаграмме сдвигов

Заключение. В ходе работы был проведен обзор научно-технической литературы по методам обработки цифровых изображений, представленных в градациях серого, изучены корреляционные методы сравнения следов бойков к

которым можно отнести метод построения функции взаимной корреляции, метод последовательно совпадающих ячеек, метод корреляционных ячеек. Кроме этого была изучена методика бинарной классификации, основанная на применении одного из методов машинного обучения, а именно метода К-ближайших соседей.

Была сформирована обучающая и тестовая выборка для оценки точности бинарной классификации сопоставляемой пары следов бойков методами корреляционных ячеек и К-ближайших соседей. Все исходные изображения следов бойков приведены к одному размеру и подвержены были предварительной обработке, включающей и гомоморфное выравнивание яркости изображений.

В ходе выполнения практики были получены следующие результаты:

- в процессе проведения анализа изображений заведомо совпадающих и заведомо не совпадающих следов бойков с различными типами индивидуализирующих признаков: в виде крупных областей неопределенной формы, в виде мелких неоднородностей, доминирующих признаков в виде дуг и окружностей. Расчеты показали, что точность прогнозирования данным методом порядка 75%;

- бинарная классификация кросс-валидационным методом К-ближайших соседей, проведенная по той же выборке, что и классификация методом корреляционных ячеек, показала точность прогнозирования порядка 85%, а ошибку прогнозирования, соответственно, 15%.

- показано, что без четкой идентификации данных групп следов практически невозможно гарантировано обеспечить единую ориентацию сравниваемых изображений следов бойков. Для решения данной проблемы предложено представить исходные изображения в полярной системе координат с последующим их переводом в ортогональную систему.