

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

Кафедра уголовного процесса, криминалистики и судебных экспертиз

**Возможности применения фрактальной размерности при
идентификации личности**

АВТОРЕФЕРАТ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

студенток 5 курса 541 группы
специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза»
юридического факультета

**Банниковой Дарьи Сергеевны
Бурыгиной Дарьи Алексеевны
Кулак Ангелины Сергеевны**

Научный руководитель

доцент, к.т.н., доцент
должность, уч. степень, уч. звание

(подпись)

А. В. Калякин
(инициалы, фамилия)

Заведующий кафедрой

доцент, к.ю.н.,
должность, уч. степень, уч. звание

(подпись)

С.А. Полунин
(инициалы, фамилия)

Саратов 2024

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Для трасологии как отрасли криминалистической техники имеют значение только материальные следы, т.е. в которых отобразились признаки внешнего строения объектов: формы, рельефа и пространственных границ¹. Следы кожного покрова человека полностью соответствуют этим признакам.

Несмотря на то, что наиболее часто встречающимися следами кожного покрова на месте происшествия являются следы внутренней поверхности ладоней рук, не менее важными и информативными для дальнейшего исследования и установления истины по рассматриваемому уголовному делу могут стать следы кожного покрова, не имеющие папиллярного узора. В идентификационном плане так же, как и следы ладоней, значимыми являются следы головы (лица и ушей), следы туловища и следы конечностей (локтей и коленей).

Французский и американский математик Бенуа Мандельброт во второй половине двадцатого века определил семейство фигур, которые назвал фракталами. С 1982 года, после выхода в свет книги «Фрактальная геометрия природы», началось бурное развитие новой науки – фрактальной геометрии. Плодотворные идеи Б. Мандельброта и достижения новой геометрии нашли самые разнообразные приложения в медицине, геологии, экономике, химии и т.д.

Кожный покров человека также имеет фрактальную структуру, что в свою очередь может позволить отличить один след кожного покрова от другого. Поэтому в своем проекте мы предлагаем использовать фрактальную размерность следов кожного покрова для целей распознавания или идентификации личности.

Объектом исследования данной работы являются отпечатки кожного покрова локтевых и коленных суставов человека.

¹А.Г. Сухарев, А.В. Калякин, А.Г. Егоров, А.И. Головченко. Трасология и трасологическая экспертиза учебник СЮИ МВД России, Саратов, 2010.– С. 11.

Предмет составляют фактические данные о возможности применения фрактальной размерности при исследовании отпечатков кожного покрова человека.

Цель настоящей работы заключается в разработке и создании системы идентификации личности с использованием фрактальной размерности, включающую в себя программное обеспечение и устройство–сканер.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. изучить различные методы определения фрактальной размерности;
2. составить алгоритм нахождения фрактальной размерности объектов на двумерном изображении;
3. написать программу с графическим интерфейсом, результатом работы которой станет вывод фрактальной размерности цифрового отпечатка кожного покрова;
4. провести апробацию программы и сделать выводы о применимости метода идентификации личности по значению фрактальной размерности отпечатка кожного покрова.

Степень научной разработанности. Существенный вклад в изучении проблем исследования следов кожного покрова человека с помощью фрактальной геометрии внесли такие ученые как: Ляпин В.Ю., Калякин А.В., Артемина Е.А.

Методологической основой дипломной работы являются фундаментальные положения материалистической диалектики, уголовного процесса и криминалистики. Для написания дипломной работы использовались уголовно–процессуальная, криминалистическая и техническая литература.

Нормативно–правовую базу данной работы составляют Конституция Российской Федерации, уголовно–процессуальное законодательство, Федеральный закон от 31.05.2001 N 73–ФЗ «О государственной судебно–

экспертной деятельности в Российской Федерации», другие нормативно–правовые акты, регулирующие деятельность экспертных учреждений.

Научная новизна основывается на выводе о том, что следы (отпечатки) кожного покрова тела человека относятся к фрактальным множествам, также в работе приведена методика исследования кожного покрова человека, не имеющего папиллярного узора, основанная на вычислении фрактальной размерности, что позволяет решать идентификационные задачи при отождествлении конкретного лица.

Практическая значимость дипломной работы заключается в применимости разработанной системы в различных отраслях, где требуется проверка большого количества людей (экспертно–криминалистические центры, пограничный контроль, банковские организации), а программное обеспечение может быть применимо в любых системах распознавания по типу «Свой–Чужой».

При реализации результата исследования в виде стартапа, **доход** будет поступать от грантов, продажи лицензии на программное обеспечение и от продажи устройства.

Возможные **риски** включают бюджетные ограничения, проблемы с подбором квалифицированного персонала, задержки в сроках выполнения работ и недостаточная эффективность маркетинговых действий. Управляя этими рисками, мы стремимся обеспечить финансовую устойчивость, оптимальную загрузку персонала, точное планирование проекта и успешные маркетинговые стратегии.

Структура работы состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников и приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается актуальность темы исследования, определяются степень научной разработанности, объект и предмет исследования, цель работы и комплекс решаемых задач, отмечаются

теоретико-методологическая и эмпирическая основы исследуемой проблемы, раскрываются использованные в исследовании источники, формулируются научная новизна дипломной работы, приводится практическая значимость проведенного исследования.

В первой главе «Понятие, характеристика, закономерности формирования и особенности исследования кожного покрова человека» раскрываются теоретические основы строения кожного покрова человека, не имеющего .

В первом параграфе рассматривается строение кожи. Кожа является самым крупным органом нашего организма. На нее приходится от 15 до 20% массы всего тела человека. Кожа включает в себя три слоя: эпидермис и дерму, которые находятся на жировом слое – гиподерме.

Описывается строение каждого слоя и их функции. Строение и значение волосяных луковиц, потовых и сальных желез.

Во втором, описываются основные слеодообразующие части тела человека и их признаки. Следы кожного покрова человека, не имеющего папиллярные линии – это, как правило, следы тела человека (губ, лба, локтей и т.д.). Условно эти следы делят на три большие группы:

- следы головы (следы ушных раковин, губ, лба и т.д.);
- следы туловища (например, спины);
- следы конечностей (локтей, коленей и т.д.).

Подробно указываются общие и частные признаки следов кожного покрова головы и конечностей. К общим признакам относят форму и размеры, к частным признакам кожного покрова человека относят: наличие, форму, размеры, расположение и взаиморасположение новообразований и некоторых элементов рельефа и микрорельефа.

В третьем, рассмотрены особенности работы со следами кожного покрова. На местах преступления помимо традиционных следов, встречаются следы кожного покрова, не имеющего папиллярного узора.

Лица, совершающие такие преступления как, например, изнасилование, не принимают попыток скрыть такие следы.

Независимо от способов совершения преступлений на месте происшествия всегда остается та или иная следовая информация. Обнаружение на месте происшествия следов кожного покрова имеет свои тактические и методические приемы, отличные от других следов. Также приведены методы обнаружения данных следов, способы фиксации, изъятия и упаковки.

В четвертом параграфе расписаны этапы исследования следов кожного покрова, не имеющего папиллярного узора. Экспертиза следов кожного покрова человека производится с учетом общей методики трасологической экспертизы. К задачам исследования следов кожного покрова человека относятся диагностические и идентификационные.

В этом же параграфе описаны стадии диагностического и идентификационного исследования, приведены объекты и задачи этих исследований, значение сравнительных образцов для идентификации, выводы, формулируемые экспертом по выявленным комплексам признаков.

В пятом параграфе приведены понятия фрактальной геометрии, фрактала его основные свойства.

Многие фракталы обладают свойством самоподобия, хотя бы приблизительно, если не точно. По сути, самоподобный объект остается инвариантным при изменении масштаба, т. е. обладает масштабной симметрией. Фракталы также рекурсивны, независимо от масштаба. Рекурсивность – наблюдение объекта или процесса в самом этом объекте или процессе.

Приводятся примеры расчета фрактальной геометрии, применение ее в различных отраслях, а также возможности использования фрактальной размерности при идентификации личности по кожному покрову человека.

Вторая глава «Экспериментальное исследование изображений кожного покрова с использованием фрактальной геометрии» посвящена

экспериментальному исследованию кожного покрова, не имеющего папиллярного узора. Целью эксперимента является расчет фрактальной размерности кожного покрова локтей и коленей.

Первым этапом проведения эксперимента стал выбор слеодообразующего объекта.

Далее было получено 700 экспериментальных следов, в число которых входит по пять следов каждого интересующего участка от 35 человек разных возрастов, обоих полов.

Далее следует этап получения изображений. Для получения изображения использовался оптический сканер FPM10A отпечатков. Каждое сканирование повторялось 5 раз.

После сбора данных следует этап обработки полученных изображений и расчет фрактальной размерности Минковского.

На следующем этапе для каждого человека рассчитано отношение фрактальной размерности для правого локтя к левому, а также правого колена к левому.

Во втором параграфе описан метод получения изображений. Описывается работа и составляющие сканера, процесс подключения его к компьютеру и используемая программа.

При помощи программы SFGDemo создается и сохраняется на компьютер изображение кожного покрова, полученного сканером. Подробно описываются шаги, предпринимаемые для решения задачи.

В третьем, рассказывается способ расчета фрактальной размерности с помощью программного обеспечения.

Первоначально, программа была протестирована на изображениях с известной фрактальной размерностью. Перед тем, как определить фрактальную размерность, необходимо провести бинаризацию изображения.

При помощи языка программирования Python была реализована программа, которая накладывает на изображение сетку из квадратов заданного размера, затем считаются только те квадраты, которые содержат в

себе пиксели. После чего размер квадрата уменьшается и алгоритм повторяется вновь. Полученные значения используются для определения фрактальной размерности.

В четвертом параграфе приведен анализ результатов исследования. Распределения всех измеренных значений приводятся в гистограммах. Результаты эксперимента показали, что у женщин усредненная фрактальная размерность правого локтя составляет 1,7317–1,8373, левого локтя – 1,7596–1,8415, правого колена – 1,7848–1,8439, левого колена – 1,7930–1,8488. У мужчин усредненная фрактальная размерность правого локтя составляет 1,7772–1,8459, левого локтя – 1,7327–1,8502, правого колена – 1,7663–1,8273, левого колена – 1,7658–1,8326.

Чтобы оценить корреляцию между средними значениями фрактальных размерностей локтевых суставов и коленных суставов построены диаграммы разброса.

В третьей главе «Бизнес план проекта» описывается проблема, портрет потребителя, доходы и расходы проекта.

В первом параграфе приведена общая характеристика проекта, в котором указывается проблема и ее решение, цель проекта.

Во втором параграфе – маркетинговый анализ. В данном параграфе описана целевая аудитория.

В третьем, расписана структура разбиения работ, матрица ответственности, дорожная карта проекта.

Четвертый параграф включается финансовый план. Указаны доходы и расходы проекта, показан чистый денежный поток и бизнес-модель, которая помогает компактно представить свой бизнес, но при этом описать всю систему взаимосвязанных бизнес-процессов.

В заключении работы приводятся основные выводы, полученные в ходе всей работы.