

# КРИМИНАЛИСТИКА, СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ОПЕРАТИВНО-РОЗЫСКНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

УДК 004.93+343.98.06

DOI: 10.19073/2658-7602-2020-17-4-514-522

## ОСОБЕННОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ПОДЛОГА ПОДПИСИ ЧЕЛОВЕКОМ КАК ПЕРВИЧНЫЕ КРИТЕРИИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА<sup>1</sup>

**БАХТЕЕВ Дмитрий Валерьевич\***

✉ dmitry.bakhteev@gmail.com

Ул. Комсомольская, 21, Екатеринбург, 620137, Россия

***Аннотация.** Современные возможности компьютеров вернули интерес к технологиям искусственного интеллекта. Частным направлением применения этих технологий является распознавание образов, которое может быть применено к традиционной криминалистической задаче – определению признаков подлога (имитации) подписи. Результаты такой имитации бывают трех типов: автоподлог, простые и квалифицированные подлоги. В рамках данного исследования рассматриваются именно квалифицированные подлоги. Описываются онлайн-овый и офлайн-овый подходы к исследованию подписей и иного почеркового материала. Разрабатываемая система искусственного интеллекта на основе искусственной нейронной сети относится к офлайн-овому типу распознавания подписей, т. е. она ориентирована на работу исключительно с последствиями выполнения подписи – ее графическим изображением. Излагаются содержание и принципы формирования гипотезы для разработки системы искусственного интеллекта при сочетании гуманитарного (юридического) знания с естественно-техническим. На первоначальном этапе исследования для создания экспериментально-прикладной системы искусственного интеллекта на основе искусственной нейронной сети, ориентированной на определение подлога подписи, было проведено анкетирование 127 человек в целях выявления способности человека обнаруживать подложные подписи. Было установлено, что в экспериментальных условиях вероятность корректного определения оригинальности или подложности подписи для респондента составляет в среднем 69,29 %. Это значение может использоваться как пороговое для выявления эффективности разрабатываемой системы искусственного интеллекта. В процессе подготовки датасета (массива для обучения и верификации его результатов) системы в части подложных подписей, были установлены некоторые криминалистически значимые особенности, проявляющиеся при имитации подписи, связанные с психологическими и анатомическими особенностями лица, выполняющего подлог, как уже известные криминалистической науке, так и новые. Подчеркивается, что совместная разработка систем искусственного интеллекта методами компьютерных наук и криминалистики способна генерировать дополнительные результаты, которые могут оказаться полезными за рамками поставленных задач исследования.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, искусственные нейронные сети, офлайн-овое распознавание подписи, подлог подписи, почерковедение, подпись.*

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-16001 «Комплексное исследование правовых, криминалистических и этических аспектов, связанных с разработкой и функционированием систем искусственного интеллекта».

\* Доцент кафедры криминалистики Уральского государственного юридического университета, кандидат юридических наук.

## Features of Signature Verification By a Person as a Primary Criteria for Developing an Artificial Intelligence System<sup>2</sup>

Bakhteev Dmitrii V.\*\*

✉ dmitry.bakhteev@gmail.com

21 Komsomolskaya st., Yekaterinburg, 620137, Russia

**Abstract.** The modern capabilities of computers have returned interest in artificial intelligence technologies. A particular area of application of these technologies is pattern recognition, which can be applied to the traditional forensic task – identification of signs of forgery (imitation) of a signature. The results of forgery are differentiated into three types: auto-forgery, simple and skilled forgeries. Only skilled forgeries are considered in this study. The online and offline approaches to the study of signatures and other handwriting material are described. The developed artificial intelligence system based on an artificial neural network refers to the offline type of signature recognition – that is, it is focused on working exclusively with the consequences of the signature – its graphic image. The content and principles of the formation of a hypothesis for the development of an artificial intelligence system are described with a combination of humanitarian (legal) knowledge and natural-technical knowledge. At the initial stage of the study, in order to develop an experimental-applied artificial intelligence system based on an artificial neural network focused on identifying forged signatures, 127 people were questioned in order to identify a person's ability to detect fake signatures. It was found that under experimental conditions the probability of a correct determination of the originality or forgery of the presented signature for the respondent is on average 69.29 %. Accordingly, this value can be used as a threshold for determining the effectiveness of the developed artificial intelligence system. In the process of preparing the dataset (an array for training and verification of its results) of the system in terms of fraudulent signatures, some forensically significant features were revealed, associated with the psychological and anatomical features of the person performing the forgery, both known to criminalistics and new ones. It is emphasized that the joint development of artificial intelligence systems by the methods of computer science and criminalistics can generate additional results that may be useful outside the scope of the research tasks.

**Keywords:** artificial intelligence, artificial neural networks, offline signature recognition, signature forgery, handwriting examination, signature.

Введение и развитие электронного оборота не уменьшило, а, напротив, резко увеличило число подлогов юридически значимых документов: удостоверяющих личности и фиксирующих юридические факты. Во многом это обусловлено упрощением процесса создания подлога реквизитов за счет возможностей их оцифровки, распространения качественного оборудования и т. д. Однако развитие научно-технического прогресса дает инструменты не только нарушителям закона. Развитие компьютерных технологий обеспечило возвращение интереса ученых и практиков к технологиям искусственного интеллекта. Универсальность этих технологий позволяет адаптировать их практически к любым областям человеческой жизни, исключением не является и криминали-

стика. Рассмотрим некоторые теоретические, технологические и психологические аспекты, используемые и выявленные в процессе разработки экспериментальной системы искусственного интеллекта, ориентированной на распознавание подлога подписи. Такого рода проекты на основе криминалистических знаний уже реализуются [3], однако описываемое исследование сочетает криминалистические методы с наиболее современным направлением технологии искусственного интеллекта – искусственными нейронными сетями.

Современные системы искусственного интеллекта с точки зрения общих принципов реализации технологии можно условно разделить на две группы: технологии, основанные на правилах, и технологии машинного обучения.

<sup>2</sup> The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of scientific project No. 18-29-16001 “Comprehensive Study of Legal, Forensic and Ethical Aspects Related to the Development and Operation of Artificial Intelligence Systems”.

\*\* Docent of the Department of Criminalistics at the Ural State Law University, Candidate of Legal Sciences.

К первой группе относятся экспертные системы, основанные на прямой или обратной обработке неких правил, установленных разработчиком. Рассмотрим ключевые характеристики систем этого типа.

1. Обязательно должен быть источник правил, которым может выступать опыт разработчика, юридические нормы, языковые правила, документация, описывающая тот или иной технологический процесс и т. д.

2. Указанные правила должны быть напрямую запрограммированы в системе (именно эта характеристика является ключевой для экспертных систем).

3. Работа такой системы заключается во взаимодействии с пользователем. Пользователь задает системе вопросы, а она должна найти на них ответ. Поиск ответа, как правило, осуществляется с использованием заранее разработанного дерева решений, при этом лишние или непонятные вопросы просто игнорируются.

4. Легкость получения объяснений принятых системой решений обеспечивается путем указания на пункт правил, лежащих в основе ее деятельности, входящей информации и в целом логики рассуждения. Следовательно, системы, основанные на правилах, всегда являются полностью познаваемыми и их логика может быть реверсивно восстановлена.

Системы данного типа являются императивными, они должны содержать подробный перечень возможных решений проблем и способов получения ожидаемых результатов, что подразумевает наличие подробного алгоритма или постоянного мониторинга человеком как оператором данной системы. Это одновременно является как их достоинством, так и недостатком. Сугубо теоретической точки зрения к экспертным интеллектуальным системам можно даже условно отнести некоторые бумажные справочники, поскольку они одновременно способствуют принятию решений, предоставляют информацию (ограниченная информационная автономность) и имеют несколько альтернативных и комбинированных способов навигации по базе знаний (например, оглавление и алфавитный указатель). Разумеется, современные экспертные системы намного сложнее.

Машинное обучение – современный класс методов технологии искусственного интеллекта, с помощью которого решение задачи происходит не напрямую, а индуктивно, через процесс

обучения на множестве сходных задач (прецедентов). Такие методы необходимы в ситуациях, когда имеется совокупность больших данных, но обнаружить в них связи и закономерности экспертными или классическими математическими методами крайне затруднительно или вообще невозможно. В ситуациях, когда в системе присутствуют сотни различных параметров (например, при юридическом анализе документации или оценке информации о преступлении или преступности), иных автоматизированных методов на данный момент не существует. Именно о системе такого типа в данной работе и идет речь. Ключевой характеристикой систем на основе машинного обучения является отсутствие в них императивного свода правил: принятие решений осуществляется на основе прецедентного опыта, получаемого при множественных опытах восприятия больших данных, формирующих датасет системы, аналогично тому, как путем повторения материала происходит обучение человека. Разработчик системы устанавливает общие правила анализа данных и предоставляет их для ее обучения, после чего сеть обучается сама. Такие данные должны быть непротиворечивыми и в достаточной мере отражать основные общие и частные признаки анализируемых объектов или их систем. Например, такие данные могут включать информацию о внешности (для распознавания внешности), раскрытых или нераскрытых преступлениях (для прогнозирования преступности или помощи в расследовании отдельных преступлений), биржевые котировки (для экономического планирования) и т. д. Однако эта же особенность обуславливает основной недостаток данной технологии: изучение системы на основе машинного обучения (например, при реализации искусственной нейронной сети) требует именно большого объема данных, т. е. для создания такой сети может потребоваться не менее десятков или сотен тысяч различных элементов базы данных, сбор которых может быть крайне затруднительным. Так, приемлемым количеством однотипных изображений для формирования базы для обучения и валидации системы на основе компьютерного зрения (распознавания графических образов) считается от 10 000 до 80 000.

Одним из направлений использования технологий машинного обучения и искусственных нейронных сетей в юриспруденции является оптимизация задач по экспертному

или предэкспертному распознаванию изображений или их отдельных признаков. В качестве объектов такого распознавания могут выступать изображения подошв обуви, следов удара бойка, подписи и многие другие объекты, как классические для криминалистики, так и современные. В рамках настоящей работы анализируются некоторые особенности распознавания подлогов рукописной подписи.

Подлоги подписи с точки зрения способа его выполнения можно разделить на три типа: автоподлог, простой и квалифицированный подлог. В случае автоподлога исполнитель является владельцем подписи, цель такого действия – предполагаемый будущий отказ признать документ как должным образом подписанный. Под простым подлогом в рамках данного исследования мы понимаем подлог, для создания которого фальсификатор знал имя, фамилию или транскрипцию подделываемой подписи и имел доступ к оригиналам или копиям документов с оригинальной (подделываемой) подписью. В зарубежных исследованиях встречается позиция, согласно которой простые подложные подписи выполняются исключительно по графическому изображению оригинальной подписи, без информации о ее владельце [7], что представляется оторванным от решения прикладных задач криминалистики. На практике такие случаи не исключены, хотя и крайне маловероятны, и их выявление не представляется затрудненным. Квалифицированные подлоги выполняются не только при наличии примеров подлинных подписей, но и с использованием специальных навыков фальсификатора или при большом количестве времени на тренировку. Такого рода подлоги в российской экспертной практике могут называться «компетентным подражанием» [1]. Отметим также, что в рамках настоящего исследования рассматриваются подлоги (имитации) подписи, выполненные без использования технических средств (плоттеров, принтеров и пр.), т. е. выполнение подложной подписи осуществлялось только с использованием листа бумаги и ручки, путем подражания подлинной подписи с использованием графических навыков, т. е. наиболее частотный способ подлога данного реквизита документа, встречающийся на практике.

Исследования подписей с позиций использования компьютерных методов могут быть разделены на онлайнные и офлайнные. Онлайнная

проверка подписи связана с анализом подписей во время их оцифровки специальными техническими средствами (например, графическими планшетами) и учитывает последовательность нанесения штрихов по времени, положение пишущего прибора, нажим и пр. В некоторых случаях получение онлайнной подписи сопровождается видеозаписью процесса выполнения подписи [10]. Офлайнная верификация подписей возможна всегда и требует только графического изображения подписи, что характерно для практически всех современных юридических процедур (в том числе и судебных почерковедческих экспертиз).

Разработка системы искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей для решения такой частной криминалистической задачи, как выявление подлогов подписи, может быть представлена как совокупность следующих этапов: 1) формулирование гипотезы; 2) сбор датасета; 3) выбор алгоритма обучения сети; 4) обучение (тренировка) сети; 5) валидация (проверка) результатов обучения; 6) (при необходимости) дообучение сети; 7) реализация прикладного технологического решения; 8) введение в эксплуатацию технологического решения; 9) эксплуатация технологического решения.

В рамках статьи рассматриваются первые два этапа, поскольку именно в них наиболее рельефно отображается связь криминалистики как юридической науки с прикладными компьютерными технологиями.

Учитывая тот факт, что система искусственного интеллекта на службе правоохранительной деятельности должна обеспечивать повышение эффективности этой деятельности, необходимо верное целеполагание в отношении такой системы. Процессы определения целей, задач, а также части методов функционирования системы искусственного интеллекта входят в содержание гипотезы. Гипотезу в данной ситуации следует понимать как предельно подробное описание функции, которую должна выполнять система искусственного интеллекта, своего рода потребность, которую создает в системе разработчик, своеобразный аналог описанного И. П. Павловым бескорыстного любопытства, сопоставимого с человеческим любопытством. Несмотря на кажущуюся простоту, постановка гипотезы вызывает ряд трудностей. Так, все академические исследования можно условно дифференцировать на естественно-технические, реализуемые

преимущественно на базе технических вузов и научных организаций, и социогуманитарные, к которым в целом относится настоящая работа. В первом случае исследования, нося в целом прикладной характер, часто не имеют прикладного выхода в силу недостаточного понимания исполнителями сущности деятельности, которую должна улучшить система искусственного интеллекта. Социогуманитарные исследования чаще всего корректно формулируют гипотезу и обеспечивают процесс целеполагания, однако нередко такая идея не соответствует технологическим возможностям систем искусственного интеллекта или же может быть разрешена более простым способом, например, традиционными алгоритмизированными программами. Так, еще в прошлом веке существовало понимание того, что «совершенно естественно исключить из класса интеллектуальных такие задачи, для которых существуют стандартные методы решения... Для решения подобного рода задач имеются стандартные алгоритмы, представляющие собой определенную последовательность элементарных операций, которая может быть легко реализована в виде программы для вычислительной машины» [5, с. 20].

Однако большинство направлений деятельности человека обладает помимо алгоритмической компоненты иными качествами, формируемыми в процессе обучения (накопление или анализ опыта в данном контексте – это тоже обучение), – творчеством, профессиональной или иной интуицией и иными характеристиками эвристического характера. Современные системы искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей способны решать поставленные перед ними задачи именно на основе обучения (в их случае – машинного). Не углубляясь в технические детали, стоит указать, что для корректной работы такой системы, помимо формулирования гипотезы, необходим массив данных для обучения – датасет.

В процессе исследования на предварительном этапе до выбора алгоритма обучения и собственно обучения искусственной нейронной сети были применены следующие методы: анкетирование и опрос 127 респондентов в целях определения среднего значения распознавания признаков подлога подписи человека; экспериментальное моделирование участниками процессов имитации оригинальной подписи при сборе данных для обучения системы искусственного интеллек-

та. Для составления части датасета для обучения системы искусственного интеллекта был подготовлен набор подложных подписей, что позволило выделить некоторые криминалистические особенности подлогов подписей. Данный проект по разработке системы искусственного интеллекта реализуется с применением сверточных сиамских нейронных сетей.

Перед вводом в эксплуатацию (а лучше – перед началом этапа разработки) система искусственного интеллекта или ее модель должна быть оценена с позиций возможных рисков и показателей эффективности [4, с. 109–110]. Корректная постановка такой задачи должна предполагать систему оценивания эффективности ее выполнения, в абсолютных (правильно/неправильно) или относительных (как правило, процентных) значениях. В рассматриваемом эксперименте в качестве критерия эффективности машинного обучения по распознаванию подлога подписи были взяты аналогичные показатели человека. Как верно отмечает А. Ю. Федотов, «без высокой надежности все остальные характеристики устройства теряют значимость. Проблема надежности человека в данном контексте практически не рассматривается» [6, с. 27]. Представляется, что для определения критериев эффективности (надежности) работы системы искусственного интеллекта в решении определенной, уже существующей задачи необходимо исследование соответствующих показателей, которые обеспечиваются исключительно человеческой деятельностью. В рамках настоящего исследования для этого было организовано специальное анкетирование в целях установления способности человека распознавать подлог подписи в официальном документе. Вероятность успешности такого действия напрямую зависит от опыта и специальной подготовки человека, а также качества самого подлога. В силу этого к анкетированию были привлечены студенты старших курсов, уже сдавшие дисциплины «Криминалистика» и «Криминалистическая экспертиза», и практикующие юристы, в том числе эксперты-криминалисты. Каждому из 127 респондентов предлагалась анкета, включавшая форму для сбора установочных показателей: пол; возраст; уровень образования; наличие подготовки в области почерковедения, исследования документов или смежных областей; субъективная самооценка собственных навыков респондента по выявлению подлога подписи. Далее необходимо было засесть время (анкета являлась хронометрируемой:

выяснению подлежало также среднее время на сопоставление подписей), затем предоставлялся набор из 10 комплектов подписей, одна из которых была достоверно подлинная, а подлинность остальных нужно было попытаться установить на основе их визуального сравнения.

По итогам анкетирования было установлено, что вероятность такого распознавания подлога подписей не превышает в среднем 69,29 % (более подробные сведения о выборке и результатах анкетирования представлены в таблице), любые более высокие показатели разрабатываемой искусственной нейронной сети уже являются примером работоспособности сети.

Также отметим, что при определении точности в таблице не отражено соотношение ложно-

положительных и ложноотрицательных ошибок. В общей структуре ошибок ложноположительные составляют 77,2 %, ложноотрицательные – 22,8 %. В данном контексте под первыми стоит понимать принятие подлинной подписи за подложную (в этом случае будут задействованы дополнительные меры по проверке подписи), и наоборот (документ будет восприниматься подлинным). В обоих случаях причиняется вред режиму законности: либо в виде излишних расходов, в том числе временных, на проверку подлинности подписи (например, путем назначения почерковедческой экспертизы), либо в виде распространения негативного воздействия документа, фактически несущего признаки интеллектуального или материального подлога.

Таблица

Результаты анкетирования на определение точности распознавания признаков подлога подписи

Возраст, лет	Пол									
	Мужской					Женский				
	Количество	Специальные знания имеют	Самооценка навыков (от 1 до 10, среднее)	Время на один комплект, среднее, сек.	Правильность, средняя, %	Количество	Специальные знания имеют	Самооценка навыков (от 1 до 10, среднее)	Время на один комплект, среднее, сек.	Правильность, средняя, %
18–29	47	0	4,76	56	67,02	68	2	4,92	52	70,36
30–45	1	1	6,0	49	75,0	5	0	4,0	42	72,50
45–60	3	2	7,3	103	80,6	3	0	3,66	27	65,0
Итого	51	3	4,9	54	67,9	76	2	4,8	50	70,23

При оценке результатов проведенного анкетирования следует также учитывать, что респонденты были осведомлены о том, что в предлагаемой для анализа совокупности подписей наверняка присутствуют подложные экземпляры. В реальной ситуации проверки документа, одним из реквизитов которого является подпись, вероятность выявления человеком признаков подделки еще ниже, т. е. вероятность 22,8 %, установленная в ходе эксперимента, на практике может значительно возрасти. Установленный показатель в 69,29 % может считаться опорной точкой для оценки результативности и функциональности разрабатываемой системы. Такая оценка производится по ряду показателей, основными из которых являются правильность (accuracy) и точность (precision).

Правильность (именно эта характеристика должна превышать установленное в ходе анкетирования значение в 69,29 %) подразумевает соответствие результатов валидации поставленным разработчиком задачам. Точность отражает повторяемость и воспроизводимость результатов, т. е. искусственная нейронная сеть, показывающая высокоточные результаты, многократно решает поставленные перед ней задачи с одним и тем же (или сходным) итогом.

Следует также учитывать регрессию результатов валидации по итогам обучения: при практическом использовании подобных систем их результативность (правильность, точность или обе эти характеристики) обычно падает примерно на 10 %.

Опрос анкетированных продемонстрировал, что даже в условиях неограниченного времени

и информированности о вероятности подлога неуверенность в определении характеристики подписи была велика. При этом внимание в основном обращалось на сходство или различие следующих элементов оригинальной и спорной подписи: толщина штриха пишущего прибора, длина заключительного штриха (при наличии), абсолютный размер подписей и др. В большинстве случаев эти характеристики являются динамическими и могут различным образом проявляться в двух оригинальных подписях и объясняться как общей вариативностью признаков подписи, так и различными условиями ее выполнения.

*Криминалистические особенности выполнения подлога подписи.* Как уже упоминалось, для обучения системы искусственного интеллекта необходим датасет – совокупность больших данных, желательна в структурированной форме, с помощью которых будет осуществляться тренировка искусственной нейронной сети и верификация результатов этой тренировки. В описываемом эксперименте датасет состоит из двух неравных частей: оригинальных и подложных подписей (в среднем соотношении подписей: 56 подлинных на 112 подложных экземпляров для подписей одного человека). Такое количество является наибольшим среди аналогичных проектов [8; 9; 11]. Кроме того, собираемый датасет – единственный в мире, содержащий кириллические подписи в достаточном для тренировки искусственной нейронной сети количестве.

Помимо оригинальных подписей, для обеспечения процесса сравнения при тренировке сети в датасет должны обязательно включаться и подложные подписи. В аналогичных проектах формирование совокупности подложных подписей осуществлялось либо вручную, либо с помощью компьютерной симуляции, при этом результаты экспериментов показывают, что в случае использования последней получаются неудовлетворительные результаты: экспериментальные модели искусственных нейронных сетей слишком легко отличают оригинальную подпись от ее компьютерной имитации. Поэтому в рамках описываемого проекта подлог (имитация) подписи выполнялся без использования технических средств, путем копирования графического образа подписи. При подготовке подложных подписей фиксировались некоторые особенности, входящие в предметную область криминалистики, которые, не имея значения для разработки системы искусственного интеллекта, обеспечивают более

глубокое понимание механизмов имитации подписи и ее выявления человеком. Перечислим некоторые из них.

Все лица, привлеченные к выполнению подложных подписей, упоминали, что им казалось, что подписи, которые они подделали, они видели раньше, что абсолютно исключено. Таким образом, можно сделать вывод, что с точки зрения восприятия человека без специальной экспертной подготовки существует не так много вариантов или типов подписей. Для одного человека подписи двух других разных людей могут казаться идентичными, а различия в их признаках вполне объясняемы вариативностью выполнения подписи.

Наилучшая точность имитации достигалась при использовании небольшого количества образцов оригинальных подписей, т. е. не всего комплекта (56 оригинальных подписей), а лишь его части. В этом случае изменчивость в выполнении имитации не отличалась от оригинальных подписей с точки зрения качества вариативных изменений. При использовании большего количества подписей в качестве образцов контроль над соответствием частным признакам был ослаблен. В этом случае основной письменно-двигательный навык подавлял временно наработанные связи между образом будущей подложной подписи в сознании и выполнением его кистью руки. Вариативность выполнения элементов подписи (даже временно наработанная, в случае ее имитации другим лицом) подразумевает подсознательный выбор между вариантами исполнения. Подсознание же обычно выбирает наиболее доступный, наиболее устойчивый, наиболее привычный способ выполнения элемента, а именно – свойственный лицу, подделывающему подпись. Когда такому лицу приходится контролировать дополнительно и очень высокий темп выполнения движений, проявление «чужих», «посторонних» признаков в подложной подписи резко увеличивается. В силу этого при сравнении двух подписей (подлинной и спорной) обращать внимание нужно не только на их соответствие и полноту отображения частных признаков, но и на наличие в спорной подписи нехарактерных для подлинной признаков.

Замедление темпа выполнения штрихов подписи уменьшает количество неправильно представленных признаков, но в то же время формирует значительное количество иных признаков имитации подписи [2, с. 94–95].

Имитация нажима на пишущий прибор, скольжения пишущего прибора по бумаге, толщины и рифления пишущего прибора в совокупности отчасти нарушают моторику движений пальцев при выполнении подложной подписи, что тоже влияет на временно выработанный навык имитации подписи, лишая его необходимой устойчивости.

Различие в анатомическом строении рук (по размеру) в отдельных случаях не позволяет выполнить подпись от чужого имени. Это касается больших по площади подписей, выполненных размашистыми дугowymi или овальными движениями. Если оригинальная подпись выполняется человеком с большим размером кисти, дуговые и овальные элементы могут им могут выполняться как циркулем, где одна из ножек – это пишущий прибор, а роль другой ножки с иглой выполняет место опоры кисти на поверхность стола. Если кисть руки у лица, выполняющего подлог подписи, по размерам гораздо меньше, то для выполнения большого по площади элемента кисть отрывается от поверхности стола (теряет точку опоры) и процесс выполнения подписи переходит в процесс рисования, что сказывается на координации движений, скорости и темпе исполнения элемента и всей подписи в целом. Необходимость нескольких перемен направлений движений на противоположную (левоокружную на правоокружную) при выполнении больших дуг или овалов в имитируемой без точки опоры «циркуля» руки, приводит к рисованию (а не написанию) данной подписи, и может сразу бросаться в глаза при сравнении с ее оригинальными образцами.

Общий темп и координация движений при выполнении подложных подписей гораздо ниже, чем в оригинальных. Наиболее значимые частные признаки: размещение точек, характеризующих протяженность движений, относительно других элементов подписи; размещение точек пересечений движений относительно других элементов подписи, форма и точки размещения соединения элементов относительно других элементов подписи, практически не поддаются контролю при выполнении подложной подписи. Продолжительная по времени попытка сформировать временный навык выполнения большой по площади подписи, держа руку на весу, не дает положительного результата в случае отсутствия должных навыков рисования.

У лиц, обладающих навыком высоковыработанного письма, как правило, вызывает сложность выполнение средневыработанных, упрощенных

подписей. Для имитации среднего темпа и средней координации движений приходится принудительно замедлять движение пишущего прибора, при этом контролировать форму и направление движений и точки начала и окончания движений относительно других «броских» точек элементов подписи. Попытки сделать более устойчивым временный навык имитации упрощенных подписей не давал должного результата. В то же время простые подписи, выполненные практически по правилам прописей русского языка, не вызывали при их имитации значительных сложностей. Кроме того, не вызывали трудностей выполнение подписей, транскрипция которых характеризовалась отдельно написанными буквами с подражанием техническому шрифту или печатным буквам. Элементы подписи, сходные с техническим шрифтом имитируются достаточно легко, при этом различия в частных признаках нивелируются, особенно для участников проекта, имеющих техническое образование.

Изучение и экспериментальные разработки систем искусственного интеллекта как методов решения частных задач юридических наук невозможны без последовательного и глубокого исследования технических основ этой технологии. Для этого в числе прочего необходимо точная постановка задачи и определение областей использования подобных систем, что требует понимания областей совершенствования в структуре как самой науки, так и ее отражения в практической деятельности. Однако при соприкосновении разных наук могут быть получены иные, неожиданные положительные результаты, достижение которых изначально условиями эксперимента не предусматривалось. В описанном случае – в процессе разработки компьютерной системы – были сформулированы некоторые криминалистические особенности процесса имитации подписи и определения факта подлога подписи как реквизита документа. Перечисленные особенности, частично уточняя уже накопленное теорией и практикой почерковедческое знание, могут помочь лицам, связанным с первичной обработкой документов более корректно оценить подпись как один из важнейших реквизитов документа. Практическая сфера объединения криминалистических методов с возможностями компьютерного распознавания подписей расширяет возможности процессов идентификации и распознавания образов в гражданской и правоохранительной деятельности и укрепляет связь между наукой и практикой.

Список литературы

1. Козочкин В. М., Рыбалкин Н. А. Судебно-почерковедческая экспертиза подписей, выполненных с подражанием подписям другого лица // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2016. № 4-2. С. 125–130.
2. Криминалистическое исследование подписи : учеб. пособие / В. Ю. Федорович [и др.] ; под общ. ред. В. Ю. Федоровича. М. : Юрайт, 2020. 142 с.
3. Охлупина А. Н. Теоретические, методические и организационно-тактические основы применения интеллектуальных систем в судебно-почерковедческом исследовании подписей : дис. ... канд. юрид. наук. М., 2019. 192 с.
4. Регулирование робототехники: введение в «робоправо». Правовые аспекты развития робототехники и технологий искусственного интеллекта / В. В. Архипов [и др.] ; под ред. А. В. Незнамова. М. : Инфотропик Медиа, 2018. 232 с.
5. Тимофеев А. В. Роботы и искусственный интеллект. М. : Гл. ред. физико-мат. лит. изд-ва «Наука», 1978. 192 с.
6. Федотов А. Ю. Проблемы надежности в рамках различных типов научной рациональности // Психопедагогика в правоохранительных органах. 2017. № 4 (71). С. 24–28.
7. Hafemann L. G., Sabourin R., Oliveira L. S. Offline Handwritten Signature Verification – Literature Review // 2017 Seventh International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA). IEEE, 2017. P. 1–8. DOI: 10.1109/IPTA.2017.8310112.
8. MCYT Baseline Corpus: A Bimodal Biometric Database / J. Ortega-Garcia [et al.] // *IEE Proceedings – Vision, Image and Signal Processing*. 2003. Vol. 150, iss. 6. P. 395–401. DOI: 10.1049/ip-vis:20031078.
9. Vargas F., Ferrer M., Travieso C., Alonso J. Off-line Handwritten Signature GPDS-960 Corpus // *Proceedings of the International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2007)*. Parana, 2007. P. 764–768. DOI: 10.1109/ICDAR.2007.4377018.
10. Radhika K. S., Gopika S. Online and Offline Signature Verification: A Combined Approach // *Procedia Computer Science*. 2015. Vol. 46. P. 1593–1600. DOI: 10.1016/j.procs.2015.02.089.
11. SigNet: Convolutional Siamese Network for Writer Independent Offline Signature Verification / S. Dey [et al.]. URL: <https://arxiv.org/abs/1707.02131>

References

1. Kozochkin V. M., Rybalkin N. A. Sudebno-pocherkovedcheskaya ekspertiza podpisei, vypolnennykh s podrazhaniem podpisam drugogo litsa [Forensic Handwriting Examination Signatures Made Imitated Signatures Other Person]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomicheskie i yuridicheskie nauki – News of the Tula State University. Economic and Legal Sciences*, 2016, no. 4-2, pp. 125–130.
2. Fedorovich V. Yu. *Kriminalisticheskoe issledovanie podpisi* [Forensic Signature Research]. Moscow, Yurait Publ., 2020. 142 p.
3. Okhlupina A. N. *Teoreticheskie, metodicheskie i organizatsionno-takticheskie osnovy primeneniya intellektual'nykh sistem v sudebno-pocherkovedcheskom issledovanii podpisei*. Dis. kand. yurid. nauk [Theoretical, Methodological and Organizational-Tactical Foundations of the Application of Intelligent Systems in The Forensic Handwriting Study of Signatures. Cand. Legal Sci. Dis.]. Moscow, 2019. 192 p.
4. Arkhipov V. V. *Regulirovanie robototekhniki: vvedenie v «robopravo»*. *Pravovye aspekty razvitiya robototekhniki i tekhnologii iskusstvennogo intellekta* [Regulation of Robotics: An Introduction to the “Robo-Law”. Legal Aspects of the Development of Robotics and Artificial Intelligence Technologies]. Moscow, Infotropik Media Publ., 2018. 232 p.
5. Timofeev A. V. *Roboty i iskusstvennyi intellekt* [Robots and Artificial Intelligence]. Moscow, The Main Editorial Office of Physical and Mathematical Literature of the Nauka Publ., 1978. 192 p.
6. Fedotov A. Yu. Problemy nadezhnosti v ramkakh razlichnykh tipov nauchnoi ratsional'nosti [Problems of Reliability in the Context of Various Types of Scientific Rationality]. *Psichopedagogika v pravoohranitel'nykh organakh – Psychopedagogics in Law Enforcement*, 2017, no. 4 (71), pp. 24–28.
7. Hafemann L. G., Sabourin R., Oliveira L. S. Offline Handwritten Signature Verification – Literature Review. *2017 Seventh International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA)*. IEEE, 2017. P. 1–8. DOI: 10.1109/IPTA.2017.8310112.
8. Ortega-Garcia J., Fierrez-Aguilar J., Simon D., Gonzalez J., Faundez-Zanuy M., Espinosa V., Satue A., Hernaez I., Igarza J.-J., Vivaracho C., Escudero D., Moro Q.-I. MCYT Baseline Corpus: A Bimodal Biometric Database. *IEE Proceedings – Vision, Image and Signal Processing*, 2003, vol. 150, iss. 6, pp. 395–401. DOI: 10.1049/ip-vis:20031078.
9. Vargas F., Ferrer M., Travieso C., Alonso J. Off-line Handwritten Signature GPDS-960 Corpus. *Proceedings of the International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2007)*. Parana, 2007, pp. 764–768. DOI: 10.1109/ICDAR.2007.4377018.
10. Radhika K. S., Gopika S. Online and Offline Signature Verification: A Combined Approach. *Procedia Computer Science*, 2015, vol. 46, pp. 1593–1600. DOI: 10.1016/j.procs.2015.02.089.
11. Dey S., Dutta A., Toledo J., Ghosh S., Lladós J., Pal U. *SigNet: Convolutional Siamese Network for Writer Independent Offline Signature Verification*. URL: <https://arxiv.org/abs/1707.02131>

Дата поступления статьи | Article received date  
15.06.2020

Дата поступления после рецензирования и доработки | Article after peer review and revision received date  
22.10.2020

Дата приема к публикации | Article accepted date  
24.11.2020