ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата технических наук, доцента, Панищева Владимира Славиевича, доцента ФГБОУ ВО «Юго-западный государственный университет» на диссертационную работу Танцерова Александра Хабибуллоевича «Методы интеллектуального анализа динамических параметров подписи на основе искусственных нейронных сетей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. – «Информатика и информационные процессы» (отрасль науки – технические) в объединенный диссертационный совет 99.2.113.02 при ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет».

Актуальность темы исследования

Развитие цифровых сервисов, дистанционных форм взаимодействия граждан, организаций и государственных информационных систем повышает потребность в надежных, воспроизводимых и экономически доступных способах идентификации пользователей. В этих условиях биометрические технологии становятся важным инструментом обеспечения доверенного доступа к информационным ресурсам, а поведенческие биометрические признаки представляют особый интерес благодаря возможности их регистрации с использованием распространенных сенсорных устройств.

Динамическая подпись относится к числу перспективных поведенческих биометрических источников, поскольку отражает не только итоговую графическую форму автографа, но и процесс его формирования во времени: траекторию движения, временные характеристики, давление, скорость, ускорение и другие параметры. Такое представление позволяет учитывать индивидуальные моторные особенности пользователя и потенциально повышать устойчивость системы к простому воспроизведению статического изображения подписи.

Вместе с тем задачи анализа динамической подписи характеризуются высокой сложностью. Реализации подписи одного и того же пользователя обладают внутриклассовой вариативностью, зависят от психофизиологического состояния исполнителя, условий регистрации, параметров сенсорного устройства и частоты дискретизации. Кроме того, в прикладных системах приходится учитывать малый объем обучающих выборок, наличие имитационных и квалифицированных подделок, а также необходимость масштабирования биометрических решений на большое число пользователей.

В связи с этим актуальной является разработка методов расширения признакового описания, эталонирования и нейросетевой классификации многомерных временных рядов, позволяющих повысить качество сопоставления реализаций динамической подписи при ограниченности исходных данных и вариативности постановки подписи. Диссертационная работа Танцерова А.Х. направлена на решение указанной научно-технической задачи и соответствует современным направлениям развития методов интеллектуального анализа данных, распознавания образов и нейросетевой обработки биометрической информации.

Соответствие паспорту научной специальности

Содержание диссертационной работы соответствует паспорту научной специальности 2.3.8. – «Информатика и информационные процессы» в части разработки компьютерных методов и моделей описания, оценки и оптимизации информационных процессов и ресурсов, а также средств анализа и выявления закономерностей на основе возможностей используемого программно-аппаратного обеспечения.

Кроме того, результаты работы соотносятся с направлениями, связанными с разработкой методов и алгоритмов кодирования, размещения и обработки информации для повышения надежности функционирования инфокоммуникационных систем при ее хранении и передаче, а также с разработкой и применением методов распознавания образов, кластерного

анализа, нейросетевых технологий и решающих правил при анализе разнородной информации в базах данных, что соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности:

П.1 Разработка компьютерных методов и моделей описания, оценки и оптимизации информационных процессов и ресурсов, а также средств анализа и выявления закономерностей на основе обмена информацией пользователями и возможностей используемого программно-аппаратного обеспечения;

П.3 Разработка методов и алгоритмов кодирования, сжатия и размещения информации для повышения эффективности и надежности функционирования инфокоммуникационных систем при её хранении и передаче;

П. 13 Разработка и применение методов распознавания образов, кластерного анализа, нейросетевых и нечетких технологий, решающих правил, мягких вычислений при анализе разнородной информации в базах данных.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается корректным использованием методов системотехники, теории вероятностей и математической статистики, теории случайных процессов, статистической теории принятия решений, методов нейроинформатики, математического моделирования и объектно-ориентированного программирования.

Достоверность полученных результатов подтверждается проведенными экспериментальными исследованиями на данных динамической подписи, сопоставлением предложенных нейросетевых алгоритмов с базовыми метрическими и статистическими подходами, анализом метрик качества классификации, а также апробацией результатов на всероссийских и международных научных конференциях.

Дополнительным подтверждением достоверности результатов является их отражение в публикациях автора, включая статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, и публикацию,

индексируемую в международной базе Scopus, а также внедрение разработанных решений в учебный процесс ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» и использование отдельных программно-технических решений в ООО НТП «Криптософт».

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 88 наименований и двух приложений. Общий объем диссертации составляет 157 страниц. Работа содержит 8 таблиц и 53 рисунка.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы объект, предмет, цель и задачи работы, представлены положения научной новизны, теоретическая и практическая значимость, сведения об апробации и внедрении результатов.

В первой главе выполнен сравнительный анализ методологий и алгоритмических подходов к сопоставлению и классификации реализаций динамической подписи. Рассмотрены технические и методические аспекты регистрации и предобработки динамической подписи, подходы к выделению признаков, математические методы сопоставления многомерных временных рядов, а также обоснована целесообразность применения нейросетевых алгоритмов для анализа динамических биометрических данных.

Во второй главе разработаны методы представления биометрических данных в нейросетевом вычислительном базисе. Рассмотрены процедуры обработки и расширения признакового описания динамических параметров подписи на множестве функционально связанных многомерных кривых, предложен метод эталонирования реализаций динамической подписи на основе самоорганизующихся карт Кохонена, а также описана методика нейросетевого отождествления образца с эталонами по кортежу уникальных матриц синаптических коэффициентов межнейронных связей.

В третьей главе представлены методики и алгоритмы анализа, сопоставления и классификации реализаций динамической подписи на

основе нейросетевого вычислительного базиса. Особое внимание уделено структурному синтезу нейросетевых архитектур в пространстве отсчетов многомерных кривых и вторичных признаков, классификации в пространстве многоточечного представления инвариантов, а также алгоритму комплексного анализа динамической сигнатуры подписи.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований и предложения по практической реализации разработанных методов. Рассмотрены программные реализации макета комплекса моделирования, эталонирования, сопоставления и классификации динамической подписи, проведено экспериментальное сравнение нейросетевых алгоритмов с базовыми методами сопоставления многомерных сигналов, а также сформулированы предложения по организации хранения эталонных представлений подписи и децентрализованной обработке данных.

Научная новизна исследования

К числу основных результатов диссертационной работы, обладающих научной новизной, следует отнести следующие положения.

1. Разработан метод обработки и расширения признакового описания динамической подписи на множестве функционально связанных многомерных кривых. Отличительной особенностью метода является формирование дополнительных динамических признаков из стандартного кортежа сенсорных измерений, что позволяет повысить информативность представления подписи для последующей классификации.

2. Предложен метод эталонирования биометрических реализаций подписи на основе самоорганизующихся карт Кохонена. Существенным отличием является использование взвешивания признаков с учетом их различной информативности и адаптивный подбор числа эталонов, что направлено на компенсацию внутриклассовой вариативности реализации подписи.

3. Разработана методика отождествления образца динамической подписи с эталонами, основанная на декомпозиции вычислительной

процедуры по кортежу уникальных послойных матриц синаптических коэффициентов межнейронных связей и использовании класса «отказ от распознавания».

4. Усовершенствована методика нейросетевого анализа и классификации динамической сигнатуры за счет представления каждой реализации в виде многоточечного набора статистических характеристик семейства кривых, что позволяет формировать дополнительные инвариантные признаки и повышать устойчивость сопоставления.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость диссертационного исследования состоит в развитии научно-методического аппарата нейросетевого анализа многомерных сигнатур динамической подписи в условиях априорной информационной недостаточности, малых обучающих выборок и выраженной вариативности реализаций подписи.

Практическая значимость работы определяется возможностью применения разработанных методов и алгоритмов при создании программных средств анализа, эталонирования и классификации динамических параметров подписи. Предложенные решения могут быть использованы при построении исследовательских и прикладных систем биометрической аутентификации, в которых требуется учитывать поведенческие особенности пользователя и работать с многомерными временными рядами.

Публикации и апробация результатов

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 15 научных работах, в том числе в 4 статьях в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, и в 1 статье, индексируемой в международной базе данных Scopus. Результаты исследования докладывались и обсуждались на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

Публикации автора в достаточной степени отражают основные научные положения, выносимые на защиту, а также результаты

экспериментальных исследований и практической реализации предложенных методов.

Замечания по автореферату и диссертационной работе в целом

1. В работе желательно более подробно формализовать вычислительную трудоёмкость отдельных этапов предложенных методов. Более детальное описание указанных зависимостей позволило бы точнее определить область рационального применения разработанных алгоритмов.

2. При описании нейросетевых архитектур и процедур эталонирования желательно подробнее обосновать выбор гиперпараметров моделей, включая число нейронов, структуру сети, критерии остановки обучения, пороговые параметры чувствительности и правила выбора числа эталонов для одного пользователя. В представленном виде данные решения в ряде случаев носят преимущественно экспериментальный характер.

3. В работе предложено расширение признакового пространства за счет экстраполяции дополнительных динамических параметров. Вместе с тем желательно подробнее обосновать физический и информационный смысл синтетически формируемых признаков, а также показать, в какой степени они являются устойчивыми при смене устройства регистрации и условий постановки подписи.

4. Следовало бы указать рекомендуемые технические характеристики предлагаемого комплекса технических средств биометрической классификации.

Приведенные замечания не меняют общего положительного мнения о диссертации и не снижают научную и практическую значимость результатов исследования. Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ, предъявляемыми к кандидатским диссертациям.

Заключение

Считаю, что диссертация является законченной научно-квалифицированной работой, соответствующей по актуальности и уровню исполнения требования п. 9 «Положение о порядке присуждения ученых

степеней» ВАК Министерства высшего образования и науки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа содержит новые научные результаты, имеющие существенное значение для развития методов интеллектуального анализа биометрической информации, распознавания образов и нейросетевой обработки динамических параметров подписи. Основные положения диссертации достаточно полно опубликованы в научных работах и прошли апробацию на научных конференциях, а ее автор, Танцеров Александр Хабибуллоевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры вычислительной техники ФГБОУ ВО «Юго-западный государственный университет».

11. 06 2026г. _____ Панищев В.С.

Подпись Панищева В.С.
Удостоверяю
Специалист по кадрам

Панищев Владимир Славиевич
Кандидатская диссертация защищена по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления
Телефон: +7 903 875 0934
e-mail: gskunk@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет"
305040, Курская область, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94
телефон: +7(4712) 51-50-23

С отзывом ознакомлен
15.06.2026