

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ РУКОПИСНОЙ ПОДПИСИ

Пинтусов Д. Н., Латушко Д. И.

Кафедра информатики, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь

E-mail: dzmitrypintusov@gmail.com, denis.latushko92@gmail.com

*Рукописная подпись является наиболее распространенным способом биометрической проверки личности. Данный способ более привычен людям, в сравнении с проверкой отпечатков пальцев и радужной оболочки, а также не требует значительных финансовых вложений в оборудование и найм специалистов. В Республике Беларусь с марта 2018 года введен новый способ подписания (подтверждения) документа в электронном виде – цифровая рукописная подпись. Использование новых технологий предполагает разработку и внедрение информационных систем идентификации рукописной подписи.*

## ВВЕДЕНИЕ

Рукописная подпись была отличительной чертой для идентификации личности на протяжении веков, так как она биологически связана с конкретным человеком. Задачи по распознаванию подписи относят к вопросам биометрической аутентификации (или биометрии) – процессу идентификации человека по его характеристикам или признакам. Биометрическую аутентификацию можно разделить на две категории: поведенческую (проверка подписи, динамики нажатия клавиш) и физиологическую (характеристики радужной оболочки, отпечатки пальцев). Такие способы, как проверка отпечатков пальцев и радужной оболочки требуют установки дорогостоящего оборудования и, следовательно, не могут быть использованы в повседневных местах, таких как банки, государственные учреждения и прочие, где процесс идентификации личности является обязательным для осуществления некоторых операций. Хотя состав рукописной подписи юридически не установлен, банки и государственные органы признают подпись как законное средство аутентификации.

В Республике Беларусь с марта 2018 года введен новый способ подписания (подтверждения) документа в электронном виде – цифровая рукописная подпись. Планируется, что цифровой способ подписания документов будет способствовать развитию финансовых услуг, предоставляемых банками посредством цифровых технологий, а также сокращению бумажного документооборота. Стоит отметить, что людям легче перейти с использования привычного способа подписания документов на бумаге на тот, где рукописная подпись онлайн регистрируется и проверяется электронным способом, по сравнению с другими электронными методами идентификации. Использование новых технологий предполагает разработку и внедрение информационных систем идентификации рукописной подписи [5]. Таким образом, все больше проявляется интерес к идентификации личности на основе систем проверки рукописной подписи.

## I. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕРКИ ПОДПИСИ

Технология проверки подписи использует отличительные аспекты подписи личности для идентификации человека. Графологические эксперты обычно сравнивают подозрительную подпись с несколькими примерами известных оригиналов подписей. Они ищут признаки подделки, которые включают: скорость написания (медленнее или быстрее, чем подлинный вариант); частота изменения пишущего инструмента; закругление линий окончания и начала; плохое качество линии с колебаниями и дрожанием линии; восстановление и исправление ошибок. Проведение графологической экспертизы усилиями человека иногда не способно в полной мере оценить различие предоставленной подписи с подлинным вариантом, а также не может быть применено повсеместно, поэтому в настоящее время все больше прилагаются усилия для разработки компьютеризированных алгоритмов, которые могли бы проверять и/или удостоверять личность человека на основе предоставленного экземпляра подписи.

Существует два подхода к проверке подписи: онлайн и оффлайн, различающиеся по способу сбора данных. В автономном случае подпись получается на листе бумаги, а затем сканируется. Проверка подписи в автономном режиме относится к записи статического 2D-изображения подписи. Это полезно при автоматической проверке подписи на банковских чеках и проверке подлинности документов. Методы автономной проверки основаны на ограниченной информации, доступной только из формы и структурных характеристик изображения подписи. Фундаментальной проблемой в области распознавания подписи в автономном режиме является отсутствие существенного представления формы и факторов ее происхождения. Онлайн системы проверки подписи более точны. Они требуют присутствия автора как во время получения справочных данных, так и в процессе проверки. В онлайн режиме рукописная подпись обычно получается с использованием электронного планше-

та и ручки. Проверка подписи в режиме онлайн отслеживает путь и другие переменные (факторы) относительно определенного промежутка времени. Автоматическая онлайн-проверка подписи представляет собой сложную интеллектуальную систему со многими практическими приложениями. Эта технология исследует поведенческие компоненты сигнатуры, такие как: порядок удара, скорость и давление, в отличие от сравнения визуальных изображений сигнатур. В отличие от традиционных технологий сравнения подписи, онлайн проверка подписи позволяет измерить физическую активность личности [2-4].

## II. ИДЕНТИФИКАЦИИ РУКОПИСНОЙ ПОДПИСИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Существуют различные технические методы реализации проверки рукописной подписи, такие как сопоставление локальных экстремумов, алгоритм аппроксимации кривыми Безье, различные реализации на основе нейронных сетей. Основной задачей является нахождения наиболее эффективного алгоритма для максимального приближения уровня успешного распознавания подписи. Искусственные нейронные сети могут выполнять роль классификатора, хорошо моделирующего сложную функцию распределения рукописных подписей на изображениях, тем самым увеличивая точность распознавания по сравнению с остальными методами.

Этапы работы информационной системы идентификации рукописной подписи во многом связаны с выбранным подходом, и в случае решения задач с помощью нейронных сетей являются:

1. Сбор данных для обучения нейронной сети;
2. Подготовка и нормализация данных;
3. Выбор топологии сети;
4. Экспериментальный подбор характеристик сети;
5. Экспериментальный подбор параметров обучения;
6. Собственно обучение;
7. Проверка качества обученной сети;
8. Корректировка параметров, окончательное обучение;
9. Оптимизация и подготовка сети с целью дальнейшего использования.

Для распознавания подписи чаще рационально использовать подход «обучение с учителем» так как предполагается что образец подписи заранее предоставлен. Сверточная нейронная сеть является одним из лучших алгоритмов

по распознаванию и классификации изображений [1].

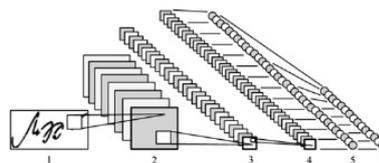


Рис. 1 – Архитектура свёрточной нейронной сети для распознавания рукописных подписей

Идея сверточных нейронных сетей заключается в чередовании сверточных слоев и субдискретизирующих слоев (слоев подвыборки). Структура сети является однонаправленной (без обратных связей), принципиально многослойная. Для обучения используются стандартные методы, чаще всего метод обратного распространения ошибки. Преимуществами данного подхода является удобное распараллеливание вычислений, а следовательно, возможность реализации алгоритмов работы и обучения сети на графических процессорах, относительная устойчивость к повороту и сдвигу распознаваемого изображения, обучение при помощи классического метода обратного распространения ошибки. К недостаткам данного подхода можно отнести слишком большое количество варьируемых параметров сети, что может существенно влиять на результат.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gideon, S. J. Handwritten Signature Forgery Detection using Convolutional Neural Networks / S. J. Gideon, A. Kandulna // *Procedia Computer Science*. – 2018. – Vol. 143. – P.978-987.
2. Fahm Maged, M. M. Online handwritten signature verification system based on DWT features extraction and neural network classification / M. M. Fahm Maged // *Ain Shams Engineering Journal*. – 2010. – Vol. 1, № 1. – P. 59–70.
3. Bhattacharya, I. Offline Signature Verification Using Pixel Matching Technique / I. Bhattacharyaa, P. Ghoshb, S. Biswas // *Procedia Technology*. – 2013. – Vol. 10. – P. 970–977.
4. Mangrum, J. M. The evaluation and management of bradycardia / J. M. Mangrum, J. P. DiMarco // *N. Engl. J. Med*. – 2000. – Vol. 342, № 10. – P. 703–709.
5. О внесении изменений и дополнений в постановление Правления Национального банка Республики Беларусь от 6 мая 2016 г. № 241 [Электронный ресурс]: постановление Правления Национального банка Республики Беларусь, 19 февр. 2018 г., № 65 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Минск, 2019. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 02.10.2019.