

УДК 004.056

Обработка данных акселерометра носимого устройства для различения пользователей

Дорофеев Н.В., Греченева А.В., Горячев М.С., Кузнецова О.А.

В работе результаты исследования по выбору индивидуального обнаружения к различению пользователей в процедурах биометрической аутентификации на основе данных носимого устройства. Кратковременное возникновение возобновляемых подходов, возможность применения корреляционного приемника и нейросетевых технологий.

Ключевые слова: аутентификация, походка, носимое устройство, мобильный телефон.

Введение

Технический прогресс в области цифровых вычислительных устройств позволяет решать старые задачи в новом качестве. В частности, это касается задач в области персонализированной медицины и безопасности данных. В настоящий момент с применением различных стационарных и мобильных устройств решается вопрос автоматизированного сбора и обработки биометрической информации. Технологии аутентификации с применением носимых устройств развиваются более десяти лет [1-3]. Одним из направлений в области аутентификации с применением носимых устройств является аутентификация личности по показателям походки на основе данных акселерометра мобильного телефона [4-7]. Однако, существующие научно-технические

наработки в области аутентификации пользователей на основе совершаемых движений (походки) по данным носимых устройств (мобильные телефоны, смарт-часы) на практике имеют определенные недостатки, которые существенно снижают надежность самой процедуры аутентификации [8-10]. Необходима разработка методологического и алгоритмического обеспечения, позволяющего выявлять и компенсировать влияние мешающих факторов в процессе сбора биометрических показателей функционирования опорно-двигательного аппарата в привычных для человека условиях на основе носимых устройств.

Целью данной работы является повышение надежности процедуры аутентификации по параметрам походки, проводимой с применением носимых устройств.

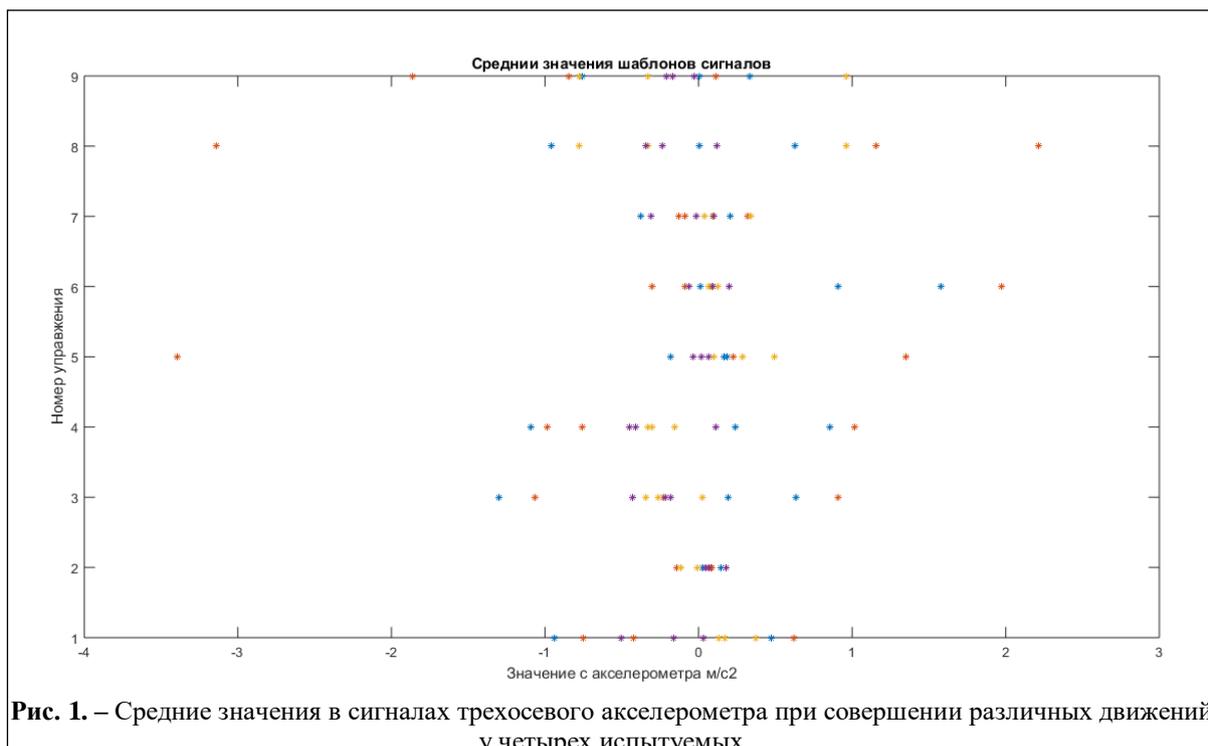


Рис. 1. – Средние значения в сигналах трехосевого акселерометра при совершении различных движений у четырех испытуемых

Различение движений

Во многих работах указывается на возможность различения по амплитуде совершаемых движений или частоте в спектре сигнала, которая вносит максимальный вклад [11, 12].

так же возможность имитации движений злоумышленниками или подбора биометрических показателей, уровень надежности аутентификации при подобных подходах не подходит по требованиям стандартов в области за-

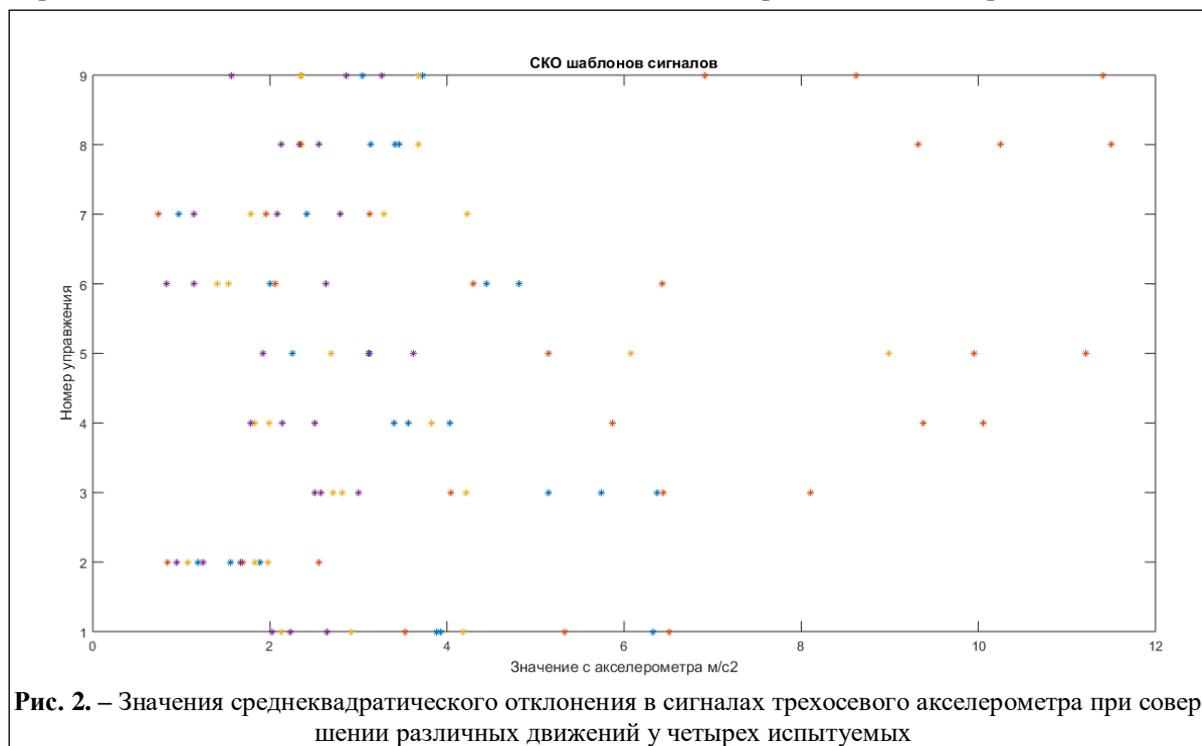


Рис. 2. – Значения среднеквадратического отклонения в сигналах трехосевого акселерометра при совершении различных движений у четырех испытуемых

Такой подход, не позволяющий в должной мере различить по походке даже нескольких пользователей (рис. 1, рис. 2). На указанных рисунках синий, красный, желтый и фиолетовый цвета обозначают четырех пользователей, имеющих примерно одинаковые физиологические особенности по телосложению и возрасту. Все дело в мешающих факторах при которых совершается измерение. В обычных условиях (когда телефон располагается в привычном для человека месте без жесткой фиксации) измерение осуществляется с погрешностью, достигающей до 30%. Различение по среднеквадратическому значению показывает лучшие результаты, однако с увеличением количества испытуемых надежность аутентификации резко снижается. Аналогичная ситуация складывается и при различении только по частотной компоненте, вносящую максимальный вклад в сигнал. Принимая во внимание постоянную изменчивость в течение дня или недели влияющих на измерения факторов, а

щиты информации на основе биометрических показателей [13, 14].

Очевидно, что необходимо учитывать форму сигнала или частотный состав [4, 12, 15]. Используя пороговый корреляционный обнаружитель на базе шаблонов движений различение пользователей в 90% случаях достигается при установленном пороге значения коэффициента корреляции от 0,7 до 0,8 в зависимости от формы одежды у испытуемых. Данные показатели измерялись на 32 испытуемых, среди которых входили люди как с различными, так и со схожими физиологическими параметрами (рост, вес, возраст, гендерный признак и т.п.).

Нейросетевой подход

Применение нейросетевых технологий позволяет более гибко подойти к задаче различения пользователей по параметрам походки. В исследовании использовалась сеть прямого рас-

пространения на которую подавались предварительно прошедшие корреляционный приемник выборки, а также ее параметры: среднее значение, среднеквадратическое отклонение и коэффициент корреляции. Обучение нейронной сети происходило по методу градиентного обратного спуска, функцией активации скрытого слоя выступал сигмоид, выходного слоя – нормальная экспоненциальная функция, а в качестве критерия оптимизации использовалась кросс-энтропия. Оптимальное количество скрытых слоев равняется 125 (таблица 1).

Таблица 1. Результаты исследования качества структуры нейронной сети

Количество скрытых слоев	Вероятность правильного различения
1	0,73
5	0,8
10	0,91
25	0,92
75	0,93
100	0,94
125	0,95
150	0,95
200	0,95
225	0,95

Заключение

Выполнение аутентификации пользователей по данным акселерометра носимого устройства возможно с достаточно высокой степенью вероятности при использовании нейросетевых технологий с предварительной обработкой исходных данных. Однако, не смотря на положительные результаты для развития технологии биометрической аутентификации по данным походки на основе носимого устройства необходимо проведение исследований на большем количестве испытуемых и изменение структуры нейронной сети.

Литература

1. Singla S. K., Singh M., Kanwal N. Biometric System - Challenges and Future Trends // 8th International Conference on Computing for Sustainable

Global Development (INDIACom). 2021. pp. 647-651;

2. C. Lei and Y. Chuang, "Privacy Protection for Telecare Medicine Information Systems with Multiple Servers Using a Biometric-based Authenticated Key Agreement Scheme," in IEEE Access, vol. 7, pp. 186480-186490, 2019

3. Z. Mehmood, A. Ghani, G. Chen and A. S. Alghamdi, "Authentication and Secure Key Management in E-Health Services: A Robust and Efficient Protocol Using Biometrics," in IEEE Access, vol. 7, pp. 113385-113397, 2019;

4. Mohammad Derawi, Patrick Bours. Gait and activity recognition using commercial phones // Computers and Security. 2013. vol. 1-8. pp. 1-8;

5. Hind Alobaidi, Nathan Clarke, Fudong Li, Abdulrahman Alruban. Real-world smartphone-based gait recognition // Computers and Security. 2022. vol. 113. pp. 1-11;

6. Chrstine F.Martindale, Vincent Christlein, Philipp Klumpp, Bjoern M.Eskofier. Warables-based multi-task gait and activity segmentation using recurrent neural networks // Neurocomputing. 2021. vol. 432. pp. 250-261;

7. Christine F. Martindale, Sebastijan Sprager and Bjoern M. Eskofier. Hidden Markov Model-Based Smart Annotation for Benchmark Cyclic Activity Recognition Database Using Wearables // Sensors. 2019. vol. 19. 1820. pp. 1-21;

8. Казанцева А.Г., Лавров Д.Н. Распознавание личности по походке на основе wavelet-параметризации показаний акселерометров // Математические структуры и моделирование 2011, вып. 23, с. 31–37;

9. Chen Y. [et al.] LSTM Networks for Mobile Human Activity Recognition. 2016;

10. Davide Anguita, Alessandro Ghio, Luca Oneto, Xavier Parra, and Jorge L. Reyes-Ortiz Human Activity Recognition on Smartphones using a Multiclass Hardware-Friendly Support Vector Machine International Workshop on Ambient Assisted Living IWAAL 2012: Ambient Assisted Living and Home Care pp 216-223;

11. Греченева А.В., Дорофеев Н.В., Горячев М.С. Измерения и анализ параметров походки в условиях перемещения измерительной части // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 8. С. 127-134;

12. Греченева А.В., Дорофеев Н.В., Горячев М.С. Распознавание походки в условиях перемещения измерительной части // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 8. С. 150-156;

13. Сабанов А.Г. Об уровнях строгости аутентификации // Доклады ТУСУРа. 2012. № 2 (26). С. 134-139;

14. ГОСТ Р 52633.0-2006. Защита информации. Техника защиты информации. Требования к средствам высоконадежной биометрической аутентификации. М.: Стандартинформ., 2020;

15. Hoang Minh Thang, Vo Quang Viet, Nguyen Dinh Thuc, Deokjai Choi. Gait Identification Using

Accelerometer on Mobile Phone // International Conference on Control, Automation and Information Science (ICCAIS). 2012. pp. 1-5.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-1558.2021.1.6

Поступила 20 сентября 2021 г.

In the paper, the results of a study on the choice of individual detection to distinguish users in biometric authentication procedures based on data from a wearable device. Short-term emergence of renewable approaches, the possibility of using a correlation receiver and neural network technologies.

Key words: authentication, gait, wearable device, mobile phone.

Дорофеев Николай Викторович – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Управление и контроль в технических системах» Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

E-mail: dorofeevvnv@yandex.ru

Греченева Анастасия Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление и контроль в технических системах» Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

E-mail: grechenevaav@yandex.ru

Горячев Максим Сергеевич – инженер кафедры «Управление и контроль в технических системах» Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

E-mail: maximgoryachev97@yandex.ru

Кузнецова Оксана Андреевна – студент, кафедра «Управление и контроль в технических системах» Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

E-mail: yanety123@mail.ru

Адрес: 602264, г. Муром, ул. Орловская, 23.