

В качестве преимуществ перед нейронными сетями следует отметить более низкое энергопотребление, меньшее время, необходимое для обучения, а также большее количество источников информации.

Данное устройство имеет большой потенциал к применению в реальной жизни. Робота можно использовать для удаленного мониторинга состояния помещения, при длительном отъезде из дома, в качестве интерактивной охранной системы или просто как развлечение для детей или всей семьи. Централизованно управляющую несколькими роботами систему на основе разработанной нами модели можно использовать для перевозки грузов в условиях производства или для прокладки кабеля в шахте, своими размерами не позволяющей работать там человеку.

Важно отметить, что подключая такого робота на постоянной основе к сети интернет необходимо тщательно продумать все аспекты в плане сетевой безопасности и шифрования данных, чтобы не допустить получения доступа к инструментам робота и информации на нем посторонним лицам.

Расширять и совершенствовать функционал устройства можно не только при помощи дополнительных датчиков и устройств, таких как датчик давления, влажности воздуха, температуры, дополнительный модуль камеры, но также совершенствуя алгоритм распознавания лиц или добавляя новые функции для взаимодействия с пользователем. Например, приветствие пользователя по имени, заданном при первом появлении в поле зрения робота. Также возможно усовершенствовать и саму конструкцию робота: использовать более надежную и мощную платформу с двигателями, добавить защитный корпус, чтобы избежать повреждения аппаратного обеспечения, добавить солнечные панели для подзарядки во время работы и многое другое. Дальнейшая модернизация устройства ограничивается лишь числом портов ввода-вывода как на контроллере Arduino, так и на одноплатном компьютере Raspberry.

**Список использованных источников:**

1. Raspberry.org. Google is bringing AI to your Raspberry Pi [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.raspberrypi.org/blog/google-tools-raspberry-pi/>. – Дата доступа: 4.03.2019.
2. Microsoft blog. AI's big leap to tiny devices opens world of possibilities [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://blogs.microsoft.com/ai/ais-big-leap-tiny-devices-opens-world-possibilities/>. – Дата доступа: 10.03.2019.
3. Информационный портал dev.by. Raspberry Pi и Google предложили «конструктор» домашнего голосового помощника за \$50 (видео) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dev.by/news/magpi-diy-google-home>. – Дата доступа: 15.03.2019.
4. Информационный ресурс opencv.org. About OpenCV [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://opencv.org/about.html>. – Дата доступа: 8.02.2019.
5. Информационный ресурс opencv.org. Face Detection using Haar Cascades [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://docs.opencv.org/3.3.0/d7/d8b/tutorial\\_py\\_face\\_detection.html](https://docs.opencv.org/3.3.0/d7/d8b/tutorial_py_face_detection.html). – Дата доступа: 10.02.2019.
6. Информационный ресурс opencv.org. Local Binary Patterns Histograms [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://docs.opencv.org/2.4/modules/contrib/doc/facerec/facerec\\_tutorial.html#local-binary-patterns-histograms](https://docs.opencv.org/2.4/modules/contrib/doc/facerec/facerec_tutorial.html#local-binary-patterns-histograms). – Дата доступа: 10.02.2019.
7. Информационный портал habr. Распознаем лица на фото с помощью Python и OpenCV [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/301096/>. – Дата доступа: 8.02.2019

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПО ЕГО РУКОПИСНОЙ ПОДПИСИ**

*Коляго Н.Р.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Искра Н.А. – старший преподаватель*

В данной статье изучается возможность использовать устройство с сенсорным экраном в качестве приспособления для сбора образцов подписей, различные способы представления образца (офлайнный и онлайнный) и алгоритмы верификации подписей на основе динамической трансформации временной шкалы, выделения локальных экстремумов, разложения функций в ряды, скрытой марковской модели, нейронных сетей.

Распознавание людей - очень важный в современном мире вид деятельности. Во множестве приложений гарантия идентичности личности и ее авторизация являются необходимым условием. Одним из множества способов распознать человека является биометрия.

Биометрия - наука об идентификации или верификации личности по физиологическим или поведенческим отличительным характеристикам.

Биометрических параметров существует множество. Они могут быть физическими и поведенческими. Физические параметры, в целом, довольно статичны и редко подвергаются сильным изменениям. Даже с возрастом они практически не изменяются. Единственный случай, когда эти

параметры могут сильно измениться - какое-либо воздействие на организм, например, травма, хирургическая операция или болезнь. Поведенческие же параметры изменяются в течение определенного периода времени и могут быть намеренно изменены.

Остановимся поподробнее на поведенческих параметрах, а в частности, на рукописной подписи. Из биометрических параметров рукописная подпись применяется дольше и чаще всех. Подпись интересна тем, что подписывающийся может сам определить «отличительные признаки» и «уникальность» своей подписи. Подделка здесь может быть с нулевым усилием, после тренировки, из-за плеча и профессиональная подделка.

Технологии автоматической верификации подписей делятся на следующие виды по способам получения образцов:

1) офлайновые («статистические») - подпись получается в виде изображения. Единственная доступная информация - координаты точек подписи;

2) онлайнные - содержат динамические характеристики, такие как координата пера в конкретный момент времени, угол наклона пера, сила нажатия.

Недостатком офлайновых технологий является то, что их проще подделать, так как достаточно подделать только форму подписи. Преимущество онлайнных технологий - кроме формы подписи злоумышленнику необходимо повторить еще и динамику начертания подписи, что на порядок сложнее. Недостаток у них по сравнению с офлайновыми, пожалуй, всего один - необходимо более специализированное оборудование для получения образца.

Методы верификации подписи весьма разнообразны. Среди них были выбраны следующие:

1) алгоритм динамической трансформации временной шкалы. Алгоритм не отличается точностью. Он не самый надежный, но наиболее прост в реализации;

2) алгоритм выделения локальных экстремумов. Более точен, чем динамическая трансформация временной шкалы, так как здесь для сравнения используется не приведенная форма кривой подписи, а ее «примечательные точки» - локальные экстремумы траектории;

3) алгоритм на основе разложения функций в ряды – временные функции координат точек подписи раскладываются в ряды, на основании которых происходит сравнение;

4) алгоритм на основе скрытой марковской модели. Используется для верификации офлайновых образцов;

5) нейронные сети. Могут быть использованы как для распознавания офлайновых, так и онлайнных образцов. В первом случае, процесс сводится к распознаванию бинарного изображения, во втором - к распознаванию временной последовательности точек.

**Список использованных источников:**

1. Zhang Z. A Survey of On-line Signature Verification / Zhang Z., Wang K., Wang Y. // Biometric Recognition. 6th Chinese Conference, CCBR 2011, Beijing, China, December 3-4, 2011. Proceedings / ed.: Sun Z., Lai J., Chen X., Tan T. – Berlin, Heidelberg : Springer, 2011 – P. 141–149

2. L.G. Hafemann, Offline handwritten signature verification - literature review [Electronic resource] / L.G. Hafemann, R. Sabourin, L.S. Oliveira, // Cornell University. - Mode of access: <https://arxiv.org/pdf/1507.07909v4.pdf>. - Date of access: 23.03.2019.

## **КОРРЕКТИРОВКА ВЕКТОРА ДВИЖЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ**

*Конилов А.Д.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Самаль Д.И. – к.т.н., доцент*

Автономные мобильные роботы применяются во многих областях жизнедеятельности человека. Для уменьшения габаритов и стоимости системы может применяться множество идентичных компактных самоорганизующихся роботов. В данной статье рассмотрена система перемещения компактного робота при помощи одного пьезоэлемента, а также проведён анализ проблем, возникших в ходе разработки, и приведены пути их решения.

Сфера автономных мобильных роботов набирает высокую популярность и получает всё большее распространение. Наибольшее развитие она получит в течение ближайших 5-10 лет [1]. Одним из направлений в данной области являются исследования коллективного интеллекта, иными словами роевого поведения. Таким образом, множество независимых компактных и не очень роботов могут объединяться для решения одной большой и сложной задачи, непосильной для решения одним роботом, например, перемещение крупного и тяжёлого объекта. уменьшение времени выполнения задачи, путём распределения частей задачи между группой роботов.

Наиболее подходящими для реализации компактных роботов являются электрические, в том числе и вибрационные двигатели, т.к. они обладают очень высоким отношением мощность/вес,