

- 6) нахождение стрелочного указателя;
- 7) определение угла отклонения стрелки прибора.

Преобразование Хафа – это алгоритм, который позволяет извлекать элементы из изображения. В нашем случае он предназначен для поиска объектов, принадлежащих определённому классу фигур (окружность). Для этого используется процедура голосования, которая применяется к пространству параметров. Пространство параметров используется для получения объектов, принадлежащих к определенному классу фигур, по локальному максимуму в так называемом накопительном пространстве. Построение данного пространства выполняется при вычислении трансформации Хафа [2]. Изначально метод был предназначен для поиска прямых линий на изображении, однако в настоящее время появились различные модификации преобразования Хафа, которые позволяют выделить на изображении эллипсы и другие известные виды аналитических кривых [3].

Стрелочный указатель в общем виде представляет из себя прямую линию. Для нахождения прямых линий на изображении используется метод Line Segment Dector [4]. Из найденного массива линий производится исключение тех линий, которые не входят в окружность, полученную на предыдущем шаге. Далее осуществляются анализ полученного преобразованного массива линий для нахождения стрелочного указателя.

Определение угла отклонения стрелочного указателя сводится к нахождению угла пересечения стрелки с горизонталью и последующей корректировке значения в зависимости от квадранта, в котором находится стрелка.

Список использованных источников:

1. Forsyth D.A., Ponce J. Computer Vision: A Modern Approach / Forsyth D.A., Ponce J. - Pearson Education, Prentice Hall. – 2012. - 793 p.
2. Hough transform [Электронный ресурс]. Режим доступа: - https://en.wikipedia.org/wiki/Hough_transform
3. Преобразование Хафа, его обобщения и модификации [Электронный ресурс]. Режим доступа: – http://wiki.technicalvision.ru/index.php/Преобразование_Хафа,_его_обобщения_и_модификации
4. OpenCV [Электронный ресурс]. Режим доступа: - <https://opencv.org>

РОБОТ С РАСПОЗНАВАНИЕМ ЛИЦА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Ковбаса Г. А., Юревич В. С.

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

Стракович А. И. – ассистент

Задачи, связанные с компьютерным зрением, являются весьма сложными для решения на основе архитектуры современных компьютеров. В данной работе рассмотрен механизм создания робота с возможностью распознавания лица пользователя, описание использованных алгоритмов, а также способы применения такого робота.

Множество задач, связанных с компьютерным зрением и распознаванием образов, являются нетривиальными, так как разработка алгоритмов решений зависит от конкретной задачи. Однако живые существа, имеющие зрение, например, тараканы, отлично справляются с данными задачами. Увидев человека, таракану не надо много времени, чтобы осознать угрозу и рассчитать положение ближайшей щели в трёхмерном пространстве. Данный набор действий происходит на уровне инстинктов. При этом для решения задач обнаружения человека и расчета траектории движения при помощи компьютерного зрения используются достаточно сложные алгоритмы. Задачи, которые встают перед разработчиками в данной области, возможно решать различными способами, в зависимости от вычислительных мощностей платформы и временных ресурсов.

В качестве примера реализации задач обнаружения человека на встроенных системах можно упомянуть разработки таких компаний, как Google и Microsoft, которые предложили оснастить компьютер Raspberry Pi системой распознавания лиц и речи [1,2]. Raspberry Pi с системой распознавания образов можно будет встраивать в кормушку для домашних животных, поливочную систему и систему электронных замков. Ранее разработчики в Microsoft ужали алгоритм нейронной сети до нескольких бит, причем точность распознавания изображений сжатой версией алгоритма не уступает точности полной [2]. На следующем шаге предполагается загрузить нейронную сеть на устройство и сократить ее энергопотребление в 10 тысяч раз [2]. А компании Raspberry Pi и Google предложили «конструктор» домашнего голосового помощника [3].

В данном проекте механизм распознавания лица человека реализован на базе робота на 4 колесах. Кроме непосредственно распознавания лица, он способен выполнять следующие действия:

1. Подъезжать к пользователю, при обнаружении лица пользователя в поле зрения робота;
2. Избегать препятствий при движении;
3. Реагировать на звуки и движения пользователя;
4. Запоминать определенного пользователя и в дальнейшем распознавать его как хозяина;
5. Издавать характерные звуки.

Разрабатываемый робот функционирует на базе платформы Raspberry Pi 3 Model B+, которая отвечает за алгоритмы распознавания лиц и расчет траектории движения. Непосредственно за движение робота отвечает платформа Arduino Uno. Был разработан набор команд для взаимодействия данных платформ при помощи эмуляции COM-порта через USB. Для этого робот оснащен датчиками и камерой в передней части корпуса. Модуль камеры Raspberry Pi можно использовать для съемки видео высокой четкости, а также фотографий неподвижных объектов.

Программное обеспечение робота, обеспечивающее распознавание человеческого лица, основано на OpenCV и язык Python. OpenCV (Open Source Computer Vision Library) [4] представляет собой библиотеку программного обеспечения для компьютерного зрения и машинного обучения с открытым исходным кодом. OpenCV была создана для обеспечения общей инфраструктуры приложений для компьютерного зрения и ускорения использования восприятия машины в коммерческих продуктах. Данная библиотека содержит более 2500 оптимизированных алгоритмов, которые включают в себя полный набор классических и современных алгоритмов машинного обучения и компьютерного зрения. Эти алгоритмы могут использоваться для идентификации объектов, обнаружения и распознавания лиц, отслеживания движения камеры, классификации действий человека в видео, извлечения 3D-моделей объектов и отслеживания движущихся объектов.

Процесс распознавания лица можно разделить на следующие этапы:

- Обнаружение лица на изображении;
- Создание набора данных с изображениями;
- Обучение распознавателя на созданном наборе;
- Сравнение обнаруженного лица с уже известными (непосредственно распознавание).

Для обнаружения лиц на изображении используется метод каскадов Хаара [5], также известный как алгоритм Виолы-Джонса. Этот подход основан на механизме обучения: каскадная функция Хаара используется для обнаружения объектов на других изображениях. Для того, чтобы определить, является ли объект человеческим лицом, необходимо выделить примитивы, такие как губы, нос, глаза, лоб. Если данные шаблоны соответствуют конкретным областям на изображении, делается вывод, что лицо на изображении есть. Чтобы определять на изображении лица разного размера, используется метод скользящего окна. Вышеназванные примитивы вычисляются внутри окна, которое перемещается по изображению. После этого размер окна увеличивается, и вычисления производятся еще раз. Повторяется это до тех пор, пока размер окна не совпадёт с размером исходного изображения. Для достаточно часто используемого алгоритма детектирования лиц, OpenCV имеет уже обученный классификатор, но также предоставляется возможность обучить свой собственный классификатор для обнаружения любого объекта.

Для обучения распознавателя необходимо создать набор данных, содержащий изображения лиц, подлежащих идентификации. Для распознавания лиц использован метод локальных бинарных шаблонов (LBP) [6]. Суть его заключается в том, что изображение разбивается на части и в каждой части каждый пиксель сравнивается с соседними пикселями. Если значение центрального пикселя больше соседнего, то на соответствующую позицию записывается 0, в противном случае 1. Функции, предоставляемые OpenCV, позволяют задавать количество соседних пикселей для сравнения, а также их удаленность от центрального пикселя. Чем больше пикселей в окрестности точки будет обработано, тем точнее будет распознавание. Для каждого пикселя получается определенное число. Далее на основе этих чисел для всех частей, на которые разбивалась фотография, считается гистограмма. Все гистограммы со всех частей объединяются в один вектор, характеризующий изображение в целом. Чтобы узнать, как сильно похожи два лица, для каждого из них необходимо вычислить такой вектор и сравнить их. Обучение распознавателя также проводится средствами OpenCV [7].

Заключительным этапом является распознавание лица. Каждое лицо, обнаруженное камерой робота, будет проанализировано распознавателем. Для изображения человека, уже известного распознавателю, будет возвращен идентификатор этого человека, а также индекс, показывающий степень уверенности распознавателя. Важно учитывать, что индекс доверия будет возвращать 0, если он будет считаться идеальным совпадением.

Таким образом, комбинация методов Хаара и LBP является оптимальным вариантом, так как данный подход не сложен в реализации и эффективен для встроенных и мобильных систем при правильном подходе.

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. – 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. – 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