

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ МОЛОЧНЫХ ПИТЬЕВЫХ ПРОДУКТОВ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ RASPBERRY PI

Бруй Н.М., Чернышенко М.С.

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

Научный руководитель: Ролич О.Ч. – канд. техн. наук

Аннотация. С использованием каскада Хаара и одноплатного компьютера Raspberry Pi была создана программа по распознаванию образа молочного питьевого продукта в видеопотоке. Был проведён эксперимент, показавший целесообразность использования метода обучения модели, а также сделан вывод о резонности применения Raspberry Pi для достижения поставленной задачи.

Ключевые слова: Машинное обучение, компьютерное зрение, Каскад Хаара, Raspberry Pi

Введение. Компьютерное зрение – это область компьютерных наук, которая позволяет машинам не только фиксировать, но и обрабатывать и анализировать цифровые изображения и видео. Обработка изображений – это форма обработки сигнала входного изображения и преобразования его в другое изображение в качестве выходного с помощью определённых приёмов. Обширной областью применения компьютерного зрения является обнаружение и распознавание объектов на изображениях. Из большого набора данных на фото и видео компьютеры могут научиться извлекать нужную информацию с большой точностью. В данном исследовании для распознавания объектов в видеопотоке используется алгоритм каскадного классификатора Хаара, который является одним из первых инструментов для работы в области компьютерного зрения и является достаточно точной технологией, что послужило причиной её применения в проекте.

Для реализации распознавания объектов в исследовании используется Raspberry Pi 3B, - одноплатный компьютер, что означает, что микропроцессор, память, беспроводные радиоприёмники и порты находятся на одной печатной плате. Это многофункциональный и удобный в использовании компьютер, который в то же время может быть недостаточно быстрым для серьёзных проектов. Обнаружение объектов в реальном времени требует больших вычислительных мощностей, и в системе с ограниченной производительностью достижение скорости, которую можно рассматривать как реальное время, может быть проблемой, поэтому одной из задач работы является исследование возможности Raspberry Pi быстро распознавать объект в реальном времени при сохранении высокой точности [1].

Реализованный детектор объектов считается подходящим, если он достигает достаточно высокой скорости загрузки и точности обнаружения, чтобы быть полезным в практическом применении. Эти моменты являются ключевыми при оценке выполнения нескольких тестов, в качестве объекта для которых выбран образ молочного питьевого продукта отечественного производителя.

На основе вышеописанного можно выделить две основные задачи работы:

1 Создание каскада Хаара для обнаружения изображения пакетов молока «Молочный гостинец».

2 Использование одноплатного компьютера Raspberry Pi 3B для реализации механизма обнаружения.

Цель работы – создание программного средства распознавания образов молочных питьевого продукта отечественных производителей в видеопотоке с помощью Raspberry Pi.

Основная часть. *Обучение модели обнаружения.* Принцип работы каскада Хаара заключается в поиске характерных особенностей внутри изображения на разных его слоях. На верхних слоях осуществляется поиск объектов, охватывающих почти полное окно с изображением, а на нижних слоях ищутся очень мелкие детали. Такой алгоритм позволяет конечной обученной модели достаточно быстро обнаруживать объекты в реальном времени вследствие фильтрации областей изображения в верхних слоях. В то же время, модель тратит больше времени на анализ областей нижних слоёв с мелкими деталями.

Прежде чем использовать каскадный классификатор Хаара, нужно подготовить все необходимые данные для создания хорошо обученной модели. Образцы включают два типа изображений: положительные изображения, содержащие реальные объекты, которые нужно обнаружить, и отрицательные изображения, содержащие любой фон без целевых объектов.

Для создания положительной выборки было снято видео, которое позже приводилось к разрешению 640 x 320 пикселей без изменения пропорций и делилось на 300 кадров. С помощью утилиты `opencv_annotations.exe` было реализовано прохождение по каждому изображению и отрисовка прямоугольников вокруг каждого целевого объекта, чтобы затем записать данные, содержащие информацию о местоположении фотографий и о координатах прямоугольников в текстовый документ «`pos.txt`».

Отрицательная выборка была собрана из 600 кадров со всеми вариантами заднего плана, на которых располагался пакет с молоком при создании положительной выборки, после этого был сформирован файл «`neg.txt`», в который записывались полные пути до фотографий.

Файл «`pos.vec`» основывался на двух текстовых документах и создавался утилитой `opencv_createsamples`, для чего через команду в терминале устанавливались параметры размеров окна обнаружения целевого объекта, означающие, что изображение с меньшими размерами обнаруживаться не будет.

Утилита `opencv_traincascade` использовала векторный файл для обучения модели, в процессе которого ей демонстрировалось случайное положительное либо отрицательное изображение. Модель делала предварительное предсказание его типа (положительное или отрицательное), после чего получала ответ правильности предсказания: верное или ошибочное. Основываясь на результатах предсказаний, алгоритм корректировал свою работу. Такой цикл повторялся несколько сотен раз – на каждой итерации обучения, называемой шагом, модель анализировала изображение, пыталась его классифицировать, получала ответ, проводила корректировку, и с каждым разом результат предсказания становился точнее. Модель молочного питьевого продукта «Молочный гостинец» обучалась в среднем за 9 шагов, или по времени за 31 секунду. На выходе был получен файл `cascade.xml`.

Внедрение модели на Raspberry Pi. Для работы с каскадом был использован Raspberry Pi Model 3B, с 64-битным четырёхъядерным процессором ARMv8 с тактовой частотой 1,2 ГГц и 1 ГБ SDRAM LPDDR2, а так же модуль камеры Raspberry Pi 5MP с максимальным разрешением видео 1080p. С помощью VNC сервера через локальную домашнюю сеть была установлена связь между одноплатным компьютером и ноутбуком, которая компенсировала отсутствие дисплея.

Программное обеспечение в этом проекте состояло из кода, написанного на языке программирования Python, который является одним из самых популярных языков в области машинного обучения. Для работы с каскадом Хаара была использована библиотека компьютерного зрения OpenCV, которая работает с каскадом через класс `CascadeClassifier`. Его метод `detectMultiScale` запускал процесс распознавания объекта в видеопотоке и, используя натренированную модель, возвращал список прямоугольников, указывающих на все объекты, которые модель обучена находить. С помощью другого метода все обнаруженные объекты выделялись прямоугольниками в режиме реального времени.

В плане точности обученный каскад достоверно, на уровне 87% распознавал пищевой продукт «Молочный гостинец», что говорит о том, что технология является подходящей для обнаружения объектов. В то же время загрузка обнаружения объектов происходила очень

медленно, что говорит о том, что низкоуровневые процессорные устройства не всегда могут заменить мощные вычислительные аппараты. Для достижения нужной скорости обнаружения объектов можно провести повторные эксперименты с увеличением скорости за счёт потери в точности, так же можно протестировать использование других технологий, например, обучение нейронных сетей [2].

Заключение. Результаты эксперимента показали, что только в приложениях, которые не требуют высокой скорости, было бы целесообразно использовать Raspberry Pi в качестве аппаратного обеспечения, так как этот одноплатный компьютер является оптимальным решением для работы с небольшими проектами. В свою очередь, технология каскада Хаара является достаточно точной для внедрения её в работу с распознаванием объектов. В целом, применение компьютерного зрения совместно с машинным обучением перспективно в таких областях науки, техники и экономики, как банковская система с целью выявления фальшивых купюр и предотвращения мошенничества, биометрия зрения для идентификации без вести пропавших людей по узорам радужной оболочки глаза, медицина с целью выявления проблемных областей в печени и мозге у больных раком, «умные автомобили» для идентификации объектов и людей.

Список литературы

1. Adam Gunnarsson. *Real time object detection on a Raspberry Pi.*
2. H Pranamurti, A Murti and C Setianingsih. *Fire Detection Use CCTV with Image Processing Based Raspberry Pi.*

UDC 004.93'14

SOFTWARE FOR IMAGE RECOGNITION OF DOMESTIC MANUFACTURERS DAIRY DRINKING PRODUCTS USING RASPBERRY PI

Bruil N.M., Tchernyshenko M.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus (style T-institution)

Rolich O.C. – PhD in Technology

Annotation. Using the Haar cascade and single-board computer Raspberry Pi, was created a program to recognize the image of a dairy drinking product in a video stream. An experiment that showed the feasibility of using the model training method was conducted, and a conclusion about the reasonableness of using Raspberry Pi to achieve the task was made.

Keywords. Machine Learning, Computer Vision, Haar Cascade, Raspberry Pi