

УДК 004.932.72

ОБНАРУЖЕНИЕ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ВОЗГОРАНИЯ И ЗАДЫМЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Алиев И.Р. (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого)
Научный руководитель – ведущий инженер Павлов В.А. (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого)

Целью данной работы является разработка алгоритма мониторинга местности путем анализа видеопоследовательности для локализации источника возгорания. Также необходимо рассмотреть возможность реализации работы программы на мобильной платформе в режиме реального времени.

Введение. Традиционным методом борьбы с возгораниями является использование пожарных сигнализаций, работа которых основывается на применении датчиков дыма, температуры, газа, инфракрасных извещателей пламени и других устройств. Использование датчиков не может обеспечить исправное определение наличия очага возгорания на открытых пространствах, а также на обширных территориях.

Эта проблема решается с использованием алгоритмов компьютерного зрения. Камера, выполняющая мониторинг местности, может находиться на большом расстоянии от объекта. Для детектирования пожара с использованием компьютерного зрения необходимо понимать, какими особенностями обладают дым и огонь и какие признаки можно извлечь из последовательности кадров пожара, снятого на камеру. Во многих существующих алгоритмах поиска очагов возгораний используются такие методы цифровой обработки изображений, как фильтрация по яркости и цветовому оттенку, применение вейвлет-преобразования для поиска контуров огня, оценка смещения пламени между кадрами с помощью оптического потока. Также в настоящее время для решения возлагаемых на компьютерное зрение задач применяются нейронные сети, в том числе и для обнаружения очагов возгорания.

Основная часть. Предварительно были реализованы описанные выше методы цифровой обработки изображений для обнаружения пожаров и исследована эффективность работы. Скорость функционирования совокупности этих методов оказалась невысокой (2 кадра/сек для видеозаписи с разрешением 1280×720), а также было выявлено значительное число ложных срабатываний. Поэтому в качестве основного направления исследования был выбран нейросетевой подход к обнаружению и локализации очагов возгорания.

Для работы с изображениями существуют свёрточные нейронные сети, позволяющие выполнять сложные вычислительные операции анализа входящего изображения, представленного в виде массива чисел, характеризующих значения пикселей. Размер массива зависит от количества цветовых каналов изображения. Такие сети могут эффективно справляться с задачами обнаружения, отслеживания и классификации объектов на изображении.

В настоящий момент существует множество успешно реализованных детекторов, выполняющих локализацию и классификацию объектов с очень высокой скоростью работы, близкой к реальному времени, например: YOLOv3 (You Only Look Once), SSD (Single Shot Detector) и другие. В силу особенностей каждого алгоритма, все они обладают различной скоростью и точностью работы.

Важным отличием свёрточной нейронной сети YOLOv3 от предыдущих версий (YOLO и YOLOv2) является возможность осуществления предсказаний по трём масштабам, что позволяет повысить точность обнаружения объектов разных размеров. Таким образом, это позволяет обнаруживать пожар вне зависимости от его размеров и высоты, с которой производится съёмка.

С учётом необходимости осуществления работы детектора в режиме реального времени на мобильной платформе, было принято решение использовать для детектирования свёрточную нейронную сеть Tiny-YOLOv3, обладающую более высокой скоростью работы по сравнению с YOLOv3 благодаря использованию упрощённой архитектуры сети.

Нейронные сети должны быть обучены на некотором наборе данных, и чем он больше и разнообразнее, тем более обобщённые признаки будут найдены для того или иного объекта. На этапе обучения выявляются зависимости между совокупностью входных признаков и итоговым результатом, для этого выполняется поиск оптимальных значений весовых коэффициентов.

Для обучения свёрточной нейронной сети был сформирован тренировочный набор данных, представляющий собой видеозаписи, полученные в результате аэрофотосъёмки. Объём выборки составил 45 видеозаписей, из которых было получено 1700 изображений с наличием огня или дыма. В связи с тем, что обилие дыма может закрывать собой очаг возгорания и, соответственно, пламя не всегда может быть обнаружено с большой высоты, была проведена разметка изображений для двух классов: огонь и дым.

Функционирование свёрточной нейронной сети было реализовано с использованием модуля глубокого обучения (*англ.* DNN, Deep Neural Network) библиотеки алгоритмов компьютерного зрения OpenCV. Области, содержащие огонь и дым с определённой вероятностью, заключаются в ограничивающие прямоугольники.

Выводы. Была произведена оценка полученных результатов с помощью применения метрики точности (*англ.* Average Precision, AP). При значении коэффициента уверенности 0.4 точность детектирования огня на тестовых изображениях составила 57.3%, а дыма 38.5%. Средняя точность предсказания (*англ.* Mean Average Precision, mAP) для двух классов оказалась равной 48%. Это значение может быть увеличено за счет расширения объёма обучающих данных. Точность обнаружения, найденная как отношение числа изображений с обнаруженными областями пожара к общему числу изображений, содержащих пожар, составила 89%.

Скорость работы детектора была определена при использовании CPU (Intel Core i7) и GPU (NVIDIA GeForce MX150). При обработке видеозаписи с разрешением 1280×720 скорость составила 10 кадров в секунду, что говорит о возможности использования Tiny-YOLOv3 на мобильной платформе. Одним из направлений дальнейшей работы является запуск программы на базе NVIDIA Jetson Nano с целью экспериментальной оценки эффективности и практической пригодности описанного алгоритма.

Алиев И.Р. (автор)

Павлов В.А. (научный руководитель)