

УДК 004.021

**ОБНАРУЖЕНИЕ ДЫМА ОТ ПОЖАРА С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБРАБОТКИ  
НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ****А.А. СОЛОВЬЁВ****(Представлено: канд. физ.-мат. наук, доц. Д.Ф. ПАСТУХОВ)**

Описывается алгоритм детектирования дыма от пожара, реализованный на языке программирования Java. Приведены примеры работы разработанного приложения и сделаны выводы о целесообразности использования сверточных нейронных сетей для решения поставленной задачи.

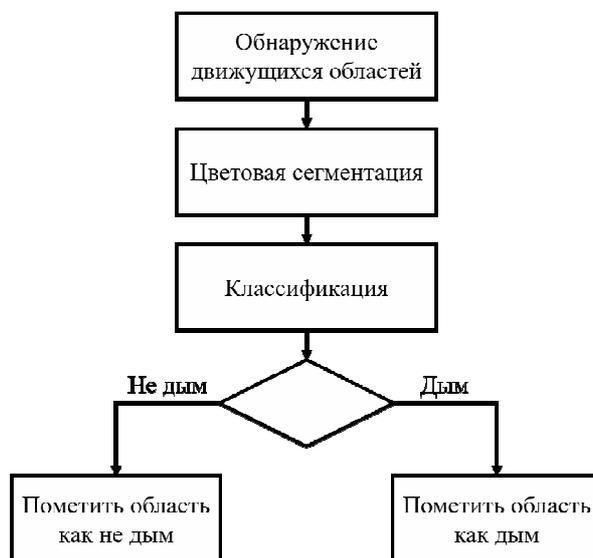
В связи с интенсивным развитием вычислительной техники, системы машинного зрения стали доступны широкому классу пользователей и позволяют эффективно решать многие задачи в практической деятельности человека [1; 2]. Одной из актуальных прикладных задач, решаемых в последнее время с помощью систем машинного зрения, является обнаружение лесных пожаров. Для решения данной задачи был разработан алгоритм обработки динамических изображений с применением глубокого обучения, в частности сверточных нейронных сетей (СНС). Разработанный алгоритм включает в себя следующие три стадии выполнения программы: цветовая сегментация, обнаружение движущихся областей и классификация выделенных предполагаемых дымчатых областей.

Локализация объектов в сцене наблюдения происходит в два основных этапа. Сначала в видеопоследовательности осуществляется поиск движущихся объектов, после чего происходит их классификация по цветовым характеристикам.

В качестве метода обнаружения движения был выбран метод вычитания фона, основанный на смеси Гауссовых распределений. Данный метод позволяет обнаруживать медленно движущиеся объекты в сцене.

Классификацию движущихся объектов было решено проводить в цветовом пространстве HSV, так как классификация в данном цветовом пространстве дает меньше ложных обнаружений дыма, чем в цветовом пространстве YUV. Классификатором локализованных областей является обученная сверточная нейронная сеть. В качестве архитектуры нейронной сети выбрана модель LeNet [3], которая является простой, не требующей больших вычислительных ресурсов и позволяющей производить обучение.

Общая схема разработанного алгоритма представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1. – Общая схема разработанного алгоритма**

Для проведения экспериментов и оценки результатов исследований разработанный алгоритм был реализован на языке Java с использованием интегрированной среды разработки программного обеспечения IntelliJIDEA, библиотеки компьютерного зрения OpenCV 3.0 и библиотеки глубокого обучения DL4J. При проектировании графического интерфейса было принято решение использовать платформу для создания приложений JavaFX.

Разработка, тестирование и анализ результатов работы алгоритма проводились с помощью ноутбука Samsung 300E5Z со следующими основными характеристиками: центральный процессор – IntelCore i3-2350M с тактовой частотой 2,3 ГГц; объем ОЗУ – 4,0 Гб; графический ускоритель – IntelHDGraphics 3000.

Для захвата видеопотока (с камеры видеонаблюдения либо из постоянной памяти ЭВМ) и извлечения кадров из видеопоследовательности использовалась библиотека OpenCV. OpenCV (OpenSource-ComputerVisionLibrary) – библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений с открытым исходным кодом [4]. OpenCV создана для обеспечения общего стандартного интерфейса машинного зрения для приложений в области обработки динамических изображений и увеличения использования систем машинного зрения в коммерческих продуктах.

Построение, обучение и использование СНС проводилось при помощи библиотеки DL4J (DeepLearningforJava) – библиотека глубинного обучения, написанная для Java и виртуальной машины Java (JVM), и вычислительная среда с широкой поддержкой алгоритмов глубокого обучения [5].

Для демонстрации возможностей алгоритма было решено реализовать приложение, предназначенное для раннего детектирования лесных пожаров. Интерфейс реализованного приложения представлен на рисунке 2. Интерфейс приложения состоит из главного окна, окна вывода текстовой информации и окна вывода видеoinформации.



Рисунок 2. – Интерфейс программного продукта

Для анализа разработанного алгоритма использовались видеопоследовательности, полученные в условиях реального освещения при съемке вне помещения с различным углом наклона, в том числе и с нестабильным фоном. Работа разработанного приложения представлена на рисунке 3.



Рисунок 3. – Кадры используемых видеопоследовательностей

**Заключение**

Результаты тестирования разработанного алгоритма показали, что сверточные нейронные сети могут служить в качестве классификатора пожара. Ввиду того, что в качестве классификатора была выбрана простая модель сети, а при обучении использовалась относительно небольшая выборка примеров, тестирование показало плохие результаты. Коэффициент ложноположительной классификации разработанного алгоритма оказался равен 7%, что недопустимо. Однако можно предположить, что при применении сложных архитектур нейронных сетей и большой обучающей выборки результаты детектирования пожара могут быть улучшены многократно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление / Б.А. Алпатов [и др.] – М. : Радиотехника, 2008. – 176 с.
2. Ngan, K. Video Segmentation and Its Applications / K. Ngan, H. Li // Springer, 2011. – 165 p.
3. LeCun Yann. Gradient-based learning applied to document recognition / Yoshua Bengio, Yann LeCun, Leon Bottou, Patrick Haffner // IEEE, 1998.
4. Библиотека компьютерного зрения OpenCV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://opencv.org/>. – Дата доступа: 27.09.2017.
5. Библиотека глубинного обучения DL4J [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://deeplearning4j.org/>. – Дата доступа: 27.09.2017.