

**НАБОР ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ  
ПРИ ДЕТЕКТИРОВАНИИ ДЫМА НА ВИДЕОДАНЫХ**

**Ю. И. ФИЛИППОВ, Е. Р. АДАМОВСКИЙ,  
д-р техн. наук, доц. Р. П. БОГУШ  
(Полоцкий государственный университет  
имени Евфросинии Полоцкой, Беларусь)**

***Аннотация.** Рассматриваются структура и состав сформированного набора изображений, который может быть использован для тренировки сверточных нейронных сетей при решении задачи обнаружения светлого дыма на видеопоследовательностях. Описаны особенности создания выборки и приведены примеры изображений при различных условиях съемки. На первом шаге применялась разметка объектов интереса с помощью предварительно обученной модели YOLOv8. На завершающем этапе контроль корректности разметки осуществлялся оператором.*

***Ключевые слова:** детектирование дыма на видео, компьютерное зрение, сверточные нейронные сети, тренировочный набор данных, синтезированные изображения с дымом.*

Раннее обнаружение пожаров является актуальной практической задачей, которая сегодня еще не решена в полной мере. Для обнаружения областей дыма на изображениях используются вектора из пространственно-временных признаков видеопоследовательности, состав которых определяется разработчиком [1, 2], или применяются сверточные нейронные сети (СНС) [3], формирующие дескрипторы в результате обучения на аннотированных наборах изображений. СНС являются эффективным инструментом детектирования объектов различных классов, но для обучения СНС требуется большая обучающая выборка, включающая объекты интереса, полученные при различных условиях съемки [4]. Создание базы изображений с дымом с целью тренировки СНС является трудной задачей. Так, в [5] сказано, что было сформировано всего 10000 таких изображений для системы обнаружения дыма, поднимающегося над лесом. В свободном доступе подходящие по тематике крупные базы данных отсутствуют, несмотря на высокую актуальность задачи. Поэтому целью работы является создание обучающей выборки с изображениями дыма.

Формирование набора данных происходило в несколько этапов. На первом из них, при содействии студентов и преподавателей Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой, были подготовлены видеофайлы,

содержащие дым на кадрах, общая продолжительность которых составила 4 часа 2 минуты 40 секунд. С целью увеличения количества вариаций видеонаблюдение осуществлялось при различных условиях съемки, что позволило бы улучшить обобщающую способность СНС для различных динамических сцен, которые обученная модель может анализировать в реальных условиях, тем самым повысив её точность и качество работы.

Общее количество данных, собранных таким образом, составило 14560 изображений. Выборка формировалась путем полуавтоматической разметки объектов на каждом кадре видеопоследовательности с помощью предобученной модели СНС YOLOv8. Особое внимание уделялось включению в выборку изображений, на которых объект интереса находился на значительном расстоянии от камеры (рисунок 1). Предполагается, что наличие таких тренировочных примеров будет способствовать повышению точности СНС при обнаружении дыма на дальних расстояниях от места установки видеокамеры.



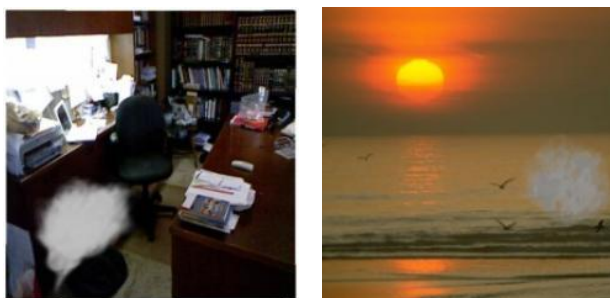
**Рисунок 1. – Примеры изображений со значительным расстоянием дыма от видеокамеры**

Собранной базы данных оказалось недостаточно для получения хорошей обобщающей способности модели нейросети при ее обучении. Поэтому на следующем шаге осуществлялся сбор данных из существующих открытых платформ, включая Roboflow [6], с последующим их объединением с учетом единого формата представления данных.

Значительная часть общедоступных наборов для обучения СНС обнаружению признака пожара представляет собой совмещенные наборы с дымом и пламенем. Потребовался промежуточный этап и реализация соответствующего программного средства с целью выборки изображений, на которых присутствует только дым.

На заключительном этапе проверка и исправление ошибок в разметке изображений и структуре базы данных выполнялись оператором. Для этого были проведены итерации анализа и корректировки аннотаций, чтобы обеспечить точность локализации области интереса. Устранялись ошибки в координатах и индексации объектов, а также удалялись пустые файлы аннотаций и поврежденные изображения, которые были собраны из открытых источников.

Следует отметить, что в существующих свободных наборах в большом количестве представлены синтезированные изображения дыма, наложенные на различные фоны. С учетом сложности получения реальных изображений, такой вариант для расширения базы данных является одним из возможных решений. В подготовленном наборе всего 21620 изображений, включающих синтезированный дым (рисунок 2). Общее количество изображений с дымом составило 46830 штук.



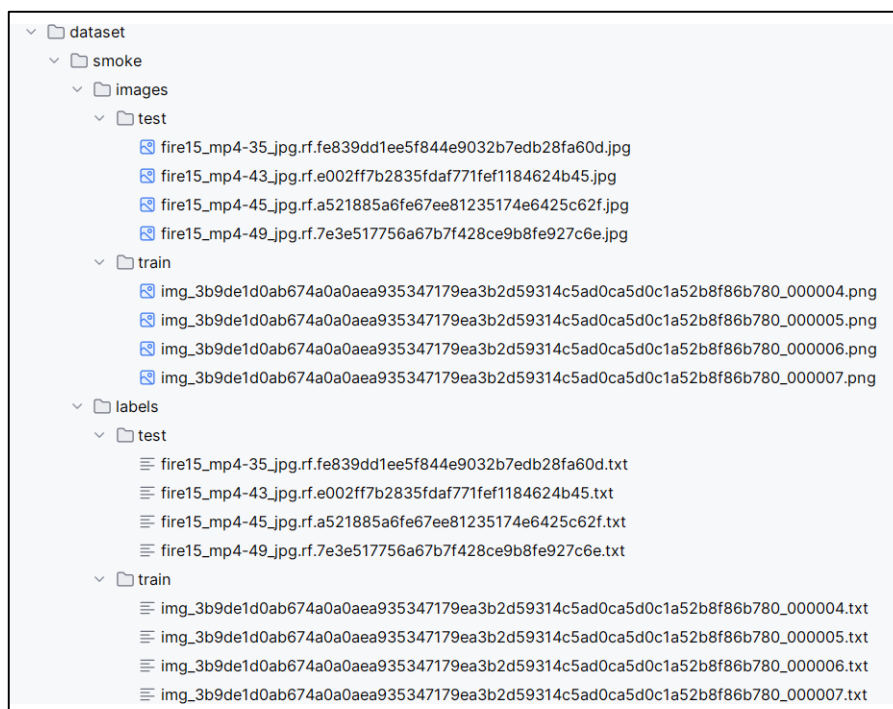
**Рисунок 2. – Примеры изображений с синтезированным дымом**

В набор данных также добавлено 46420 изображений с объектами, яркостно-цветовые характеристики которых схожи с аналогичными параметрами дыма, а также включены изображения из базы COCO [7]. На рисунке 3 показаны примеры данных с аннотированными областями дыма из сформированного набора.



**Рисунок 3 – Примеры изображений с аннотированными областями дыма из сформированного набора**

Для обучения СНС необходимо сформировать корректную тренировочную выборку. Файловая структура (рисунок 4) должна содержать каталоги верхнего уровня «images» и «labels», а внутри каждого из них – подкаталоги «train» и «test». Каталог «images» предназначен для хранения изображений тестовой и тренировочной выборки, а каталог «labels» – для файлов их аннотации.



**Рисунок 4. – Файловая структура сформированного набора изображений**

Созданный набор изображений будет использован для обучения СНС семейства YOLO с целью повышения точности обнаружения дыма как раннего признака пожара на видеопоследовательностях, получаемых с камер распределенных систем видеонаблюдения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bohush, R. Fire detection in video sequences based on static and dynamic features / R. Bogush, N. Brovko, S. Ablameyko // Journal of Electrical Engineering. – 2013. – Vol.1, № 1. – P. 25–33.
2. Богуш, Р. П. Алгоритм комплексного обнаружения дыма и пламени на основе анализа данных систем видеонаблюдения / Р. П. Богуш, Д. А. Тычко // Доклады БГУИР. – 2015. – № 6(92) – С. 65–71.
3. Hashemzadeh, M. Smoke detection in video using convolutional neural networks and efficient spatio-temporal features / M. Hashemzadeh, N. Farajzadeh, M. Heydari // Applied Soft Computing. – 2022. – Vol. 128. – 109496.
4. Ihnatsyeva, S. Joint Dataset for CNN-based Person Re-identification / S. Ihnatsyeva, R. Bohush, S. Ablameyko // Pattern Recognition and Information Processing (PRIP'2021): Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Conference, Minsk, 21–24 Sept. 2021. – Minsk : UIIP NASB, 2021. – P. 33–37.

5. Инвест-Форсайт: «Нейросеть отличает дым от тумана» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.if24.ru/nejroset-otlichaet-dym-ot-tumana/>. – Дата доступа: 17.03.2024.
6. Roboflow [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://roboflow.com/>. – Дата доступа: 17.03.2024.
7. COCO. Common Objects in Context [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://coco-dataset.org/#home>. – Дата доступа: 17.03.2024.