

УДК 004.932

Система визуальной оперативной оценки качества работы нейросетевой модели для микроконтроллера ESP32S3

Нащекин Никита Денисович¹

naschekinnd@student.bmstu.ru

Толпыгин Алексей Сергеевич²

info@tavias.ru

Посевин Данила Павлович^{1(*)}

posevin@bmstu.ru

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² ООО «Тактические авиасистемы», Воронежская обл., Поворино, Россия

Аннотация. В работе представлена информационная система тестирования нейросетевой модели, применяемой в программном обеспечении микроконтроллера ESP32S3, который может быть использован в качестве средства обнаружения возгораний в аппаратно-программном комплексе раннего обнаружения лесных пожаров в труднодоступных местах.

Ключевые слова: мониторинг лесных пожаров, поиск пламени на изображениях, поиск дыма на изображениях, машинное зрение, пожарная безопасность, нейросетевые модели

Введение. Обнаружение лесных пожаров в труднодоступных местах для решения задач оперативного реагирования и предотвращения стихийных бедствий является актуальным. В данной работе представлены результаты разработки информационной системы тестирования нейросетевой модели, используемой для детектирования возгораний на базе микроконтроллера ESP32S3 с предустановленной камерой на борту. Данный микроконтроллер предполагается использовать в аппаратно-программном распределенном комплексе обнаружения лесных пожаров, разрабатываемом в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FSFN-2024-0073) [1, 2].

Материалы и методы; результаты. Для разработки энергоэффективного и автономного модуля обнаружения возгораний в работе был рассмотрен микроконтроллер ESP32S3, который может применяться в условиях отсутствия энергетической инфраструктуры и каналов связи. Данная модель микроконтроллера позволяет подключать к нему внешнюю камеру OV5640 или OV3660, что позволяет разработать модуль обнаружения возгораний, предназначенный для установки в труднодоступных местах. При обнаружении возгораний на получаемых кадрах, данные отправляются в центр принятия решений с помощью специализированной ad-hoc-сети, состоящей из цепочки ретрансляторов, реализованных на базе модуля NodeMCU.

Для тестирования возможности использования нейросетевой модели на микроконтроллере был размечен датасет из 150 фотографий пламени от зажигалки, собранный непосредственно с помощью камеры OV3660, подклю-

ченной к микроконтроллеру. Полученный датасет был использован для обучения нейросетевой модели с использованием платформы EdgeImpulse [3]. Полученная модель была интегрирована в программное обеспечение, применяемое на микроконтроллере для детектирования возгораний. Для возможности визуальной оперативной оценки качества работы модели была разработана информационная система, позволяющая на персональном компьютере с помощью браузера получать изображения, на которых модель распознала возгорание. При этом фрагмент изображения, где присутствуют языки пламени, выделяется рамкой и указывается значение уверенности модели. Разработанная информационная система поддерживает два режима работы: в первом — микроконтроллер создает точку доступа Wi-Fi, а во втором — микроконтроллер подключается к уже имеющейся Wi-Fi сети.

Заключение. Разработана информационная система для оперативного предоставления результатов работы нейросетевой модели на микроконтроллере ESP32S3 посредством веб-интерфейса, поддерживающая два режима работы: в качестве сервера и в качестве клиента. Созданная система будет использоваться для оценки качества работы модуля обнаружения возгораний на базе микроконтроллера ESP32S3 во время проведения полевых испытаний.

Список источников

- [1] Penkin A.D., Kochetkov D.I., Nashchekin N.D., Posevin D.P., Ivanov I.P. On the Possibility of Creating Energy-Efficient Mesh Network to Prevent Forest Fires and Provide Video Surveillance of Hard-to-Reach Area. 7th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE). IEEE, 2025, pp. 1–6.
- [2] Игнатьева О.В., Сокирка А.Д., Журавлев Д.С. Применение методов машинного зрения на встраиваемых системах. *Инженерный вестник Дона*, 2024, № 1 (109). URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_4__12_Ignatieva.pdf_9fe5698329.pdf (дата обращения 15.09.2025).
- [3] Janapa Reddi V. et al. Edge impulse: An MLOps platform for tiny machine learning. *Proceedings of Machine Learning and Systems*, 2023, vol. 5, pp. 254–268.