

УДК 004.89

## РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ГИБРИДНОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ РАСТЕНИЙ И ИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Шиян А.С. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Баймуратов И.Р. (ИТМО)

**Введение.** Выращивание сельскохозяйственных культур представляет собой трудоемкий процесс, требующий большого количества человеческих ресурсов. Автоматическое обнаружение и классификация растений и их заболеваний на различных стадиях роста может играть важную роль как в повышении показателей урожайности, так и в помощи по уходу за комнатными растениями. На данный момент уже предложен ряд решений по автоматизации, однако ни одна из систем с открытым исходным кодом не распознает одновременно и растения и их болезни. Таким образом, в данной статье описана разработанная архитектура системы распознавания растений и их заболеваний при помощи камеры смартфона с использованием базы знаний для получения информации о распознанном растении.

**Основная часть.** Для повышения урожайности сельскохозяйственных культур ключевым является выявление заболеваний растений на ранней стадии развития. Для решения данной задачи была разработана система, классифицирующая растения по их листьям и определяющая, здоровы они или больны.

Архитектура системы имеет следующие модули:

- 1) Модуль распознавания. Осуществляет предобработку изображений и выполняет распознавание. Для реализации алгоритмов была выбрана библиотека keras, содержащая модели глубокого обучения, которые доступны наряду с предварительно обученными весами [1].
- 2) Мобильное приложение на базе операционной системы Android. В памяти приложения хранится файл в формате tflite, содержащий модель распознавания растений и их болезней.
- 3) База знаний растений в формате OWL.
- 4) База данных пользователей, содержащая данные для входа и список растений пользователя.
- 5) Сервер. Хранит базу данных пользователей и базу знаний растений. Для получения данных из базы знаний использовалась библиотека Owlready2, позволяющая загружать OWL 2.0 онтологии в качестве объектов Python, изменять и сохранять их [2].

Для тестирования алгоритмов распознавания использовались два открытых набора данных PlantVillage [3] и PlantDoc [4]. Набор данных PlantVillage содержит 54309 изображений. Изображения охватывают 14 видов сельскохозяйственных культур и их заболеваний. Все изображения листьев сделаны в экспериментальных исследовательских участках на бумажном листе с серым или черным фоном. Набор данных Stopped-PlantDoc состоит из 9216 RGB изображений здоровых и больных листьев растений, имеющих 28 классов. Для проведения экспериментов выбрано 27 классов. В данном наборе изображения сделаны в естественных условиях, в отличие от набора данных PlantVillage, что позволяет получить более точные результаты распознавания на реальных данных. Поскольку набор данных Stopped-PlantDoc имеет малое количество изображений, он был увеличен с помощью поворота изображений на 70 градусов. С помощью поворота количество изображений в каждом классе было увеличено до 200.

Эксперименты проводились на моделях MobileNetV3Small [5], EfficientNetB0 [6] и DenseNet121 [7], предобученными на наборе данных ImageNet. В результате на основе выбранных моделей было разработано 6 различных алгоритмов для 2 наборов данных, размещенных в Github репозитории [8]. В результате проведенных экспериментов для системы распознавания была выбрана модель EfficientNetB0, обученная на наборе данных

PlantVillage, достигшая на тестовой выборке точности в 95.3 процента.

Мобильное приложение позволяет пользователю авторизоваться и выбрать изображение для распознавания. Выбранное изображение обрабатывается внутри приложения моделью EfficientNetB0, содержащейся в файле формата tflite. Результаты распознавания передаются из приложения на веб-сервер по протоколу HTTP. В ответ сервер получает из онтологии название распознанного класса растения, его семейство и болезнь, если распознанное растение больно, и передает её в приложение. Приложение выводит изображение и полученные данные на экран.

**Выводы.** Проведено исследование моделей глубокого обучения для распознавания растений и их заболеваний. Разработана архитектура системы распознавания растений и заболеваний.

#### **Список использованных источников:**

1. Keras Applications [Электронный ресурс] // Keras – Режим доступа: <https://keras.io/api/applications/> (дата обращения: 20.09.2022)
2. Документация Owlready2 [Электронный ресурс] // Owlready2. – Режим доступа: <https://owlready2.readthedocs.io/en/latest/index.html> (дата обращения: 20.03.2023)
3. Hughes D. et al. An open access repository of images on plant health to enable the development of mobile disease diagnostics //arXiv preprint arXiv:1511.08060. – 2015.
4. Singh D. et al. PlantDoc: A dataset for visual plant disease detection //Proceedings of the 7th ACM IKDD CoDS and 25th COMAD. – 2020. – С. 249-253.
5. Howard A. et al. Searching for mobilenetv3 //Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision. – 2019. – С. 1314-1324.
6. Tan M., Le Q. Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks //International conference on machine learning. – PMLR, 2019. – С. 6105-6114.
7. Huang G. et al. Densely connected convolutional networks //Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2017. – С. 4700-4708.
8. Shiyana A. (2023) PlantDoc-and-PlantVillage-recognition [Электронный ресурс] // Github – Режим доступа: <https://github.com/shiyanna/PlantDoc-and-PlantVillage-recognition/> (дата обращения: 20.12.2023)