

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АНАЛИЗА АЭРОСНИМКОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОРАСТАЕМОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Лалаянц К.А. (Университет ИТМО), Дюжев В.Д. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ведяков А.А. (Университет ИТМО)

В работе разрабатывается система компьютерного зрения для контроля прорастаемости агрокультур с использованием изображений с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Система представляет собой композицию методов глубокого обучения и классических алгоритмов компьютерного зрения.

**Введение.** Работа посвящена системе анализа изображений, которая использует глубокое обучение и классические алгоритмы для анализа прорастаемости агрокультур сельскохозяйственных объектов используя аэроснимки. Специалисты прогнозируют увеличение спроса на сельскохозяйственную продукцию на 69% в связи с ростом населения в ближайшие 20 лет [1]. По их мнению, решение данной проблемы будет представлено с помощью информационных технологий.

В разработанной системе было применено глубокое обучение для обнаружения агрокультур, основанное на наборе изображений, полученных с помощью БПЛА, в совокупности с классическими алгоритмами обработки изображений для повышения точности оценки прорастаемости. Аналоги системы [2, 3] успешно справлялись с детектированием агрокультур на заранее вырезанных с аэроснимков сельскохозяйственных полях. Рассматриваемая же система в дополнение к этому самостоятельно обнаруживает поля и подсчитывает количество проросших единиц агрокультуры на каждом из них. Это позволяет оценивать количество проросших растений и получать координаты участков с низкой прорастаемостью. Это поможет крупным агропромышленным комплексам эффективнее следить за состоянием полей, а также анализировать влияние удобрений на агрокультуры.

**Основная часть.** Работа системы происходит в несколько этапов:

- выделение на изображении областей, содержащих поля;
- сегментация областей для выделения рядов;
- определение угла поворота рядов в кадре и поворот области поля;
- поиск особых точек;
- определение порогового значения и фильтрация особых точек для более точного выявления рядов;
- подсчет количества растений в каждом ряду.

*Выделение на изображении областей, содержащих поля*

Для реализации задачи выделения экземпляров полей была использована нейронная сеть «YOLOv8» [4]. В качестве набора данных для обучения использовались размеченные снимки с БПЛА.

*Сегментация областей для выделения рядов*

Для сегментации был выбран алгоритм, описанный в работе [2]: путем кластеризации области методом K-средних на 3 кластера – растения, междурядье, черные пиксели за пределами поля.

*Определение угла поворота области*

Углы наклона рядов находятся через применение к области с полем преобразования Хафа для обнаружения линий. После производится кластеризация полученных углов, используя основанную на плотности пространственную кластеризацию для приложений с шумами (DBSCAN [5]). Угол поворота области вычисляется как среднее значение углов наклона рядов самого большого кластера.

### *Выделение особых точек*

Используя реализацию алгоритма [6] из библиотеки *open-cv*, проводится поиск особых точек области, каждая из которых характеризует цвет всех пикселей своей окрестности. За счет того, что растения более неоднородны по цвету чем междурядье, ключевых точек на них выделяется больше.

### *Анализ распределения особых точек*

Строится диаграмма распределения особых точек на области, после чего выбирается уровень, выше которого – ряд, а ниже – междурядье.

### *Подсчет растений*

Подсчет растений проводится путем разбиения рядов на сегменты равной ширины с последующим анализом каждого нейронной сетью.

**Выводы.** В ходе работы была реализована система, оценивающая прорастаемость сельскохозяйственных культур на полях, изображенных на аэроснимке, что позволит эффективнее контролировать ирригацию, улучшить условия произрастания и уменьшить расходы, а также своевременно детектировать проблемные участки. Это позволит большим агропредприятиям оптимизировать бизнес-процессы и повысить эффективность ведения хозяйства, благодаря чему, несмотря на ежегодный рост, спрос на сельскохозяйственную продукцию в будущем будет удовлетворен. В дальнейшем планируется добавить возможность определять степень зрелости растений и сегментировать поля с разными видами агрокультур.

### **Список использованных источников:**

1. Bharti, Meetalі Deepshikha, Deepshikha Bharti, Sandeep. Drone technology as a tool for improving agricultural productivity // *Journal of Soil and Water Conservation* - 2020. - 19. - 446-451. - 10.5958/2455-7145.2020.00061.2.
2. Ronchetti, Giulia Mayer, Alice Facchi, Arianna Ortuani, Bianca Sona, Giovanna. Crop Row Detection through UAV Surveys to Optimize On-Farm Irrigation Management. // *Remote Sensing*. - 2020 - 12. - 1967. - 10.3390/rs12121967.
3. Chen, Pengfei Ma, Xiao Wang, Fangyong Li, Jing. A New Method for Crop Row Detection Using Unmanned Aerial Vehicle Images // *Remote Sensing*. - 2021 - 13. - 3526. - 10.3390/rs13173526.
4. Лалаянц К. GitHub - lalayants/ultralytics [Электронный ресурс] // GitHub, Inc. - 2023. Режим доступа: <https://github.com/lalayants/ultralytics>, свободный – Загл. с экрана.
5. Ester, Martin; Kriegel, Hans-Peter; Sander, Jörg; Xu, Xiaowei. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise // 1996 - *Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96)*. AAAI Press. pp. 226–231.
6. Agrawal, Motilal Konolige, Kurt Blas, Morten. CenSurE: Center Surround Extremas for Realtime Feature Detection and Matching. // *ECCV LNCS*. - 2008 - 5305. - 102-115. - 10.1007/978-3-540-88693-8\_8.

Лалаянц К.А. (автор)

Подпись

Ведяков А.А. (научный руководитель)

Подпись