

Модернизация моделей обнаружения колосьев на изображениях полевых посевов пшеницы

Кожекин М.^{1,2*}, Коваль В.^{1,2}, Генаев М.^{1,2}, Афонников Д.^{1,2}

¹ Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

² Курчатowskiй геномный центр ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия

* kozhekinMV@bionet.nsc.ru

Ключевые слова: феномика; полевая феномика; компьютерное зрение; пшеница; обнаружение и подсчет колосьев; колосья; БПЛА

Мотивация и цели: Пшеница – одна из наиболее важных сельскохозяйственных культур, которая обеспечивает питанием существенную часть населения в мире. Для увеличения эффективности проведения селекционно-генетических экспериментов необходима разработка информационных технологий фенотипирования растений. Одно из актуальных применений этих технологий – оценка урожайности посевов на основании анализа изображений и подсчета на них колосьев. Ранее мы представили систему компьютерного зрения для подсчета колосьев пшеницы в полевых посевах с использованием БПЛА DJI Mavic 2 и Phantom 4 [1]. Изображения посевов пшеницы, полученные с БПЛА, обрабатывались с помощью алгоритмов глубокого машинного обучения (нейронные сети архитектур Faster RCNN и Efficient-Det). Оценки количества колосьев на единицу площади посева, полученные с БПЛА и вручную, имели высокие значения коэффициентов корреляции (>0.54). Одно из возможных направлений увеличения точности – совершенствование алгоритмов распознавания колосьев на изображениях [2]. В основе лежат алгоритмы детекции колосьев заданными прямоугольными рамками на изображении. Однако на изображениях посевов колосья располагаются в произвольных направлениях, что затрудняет их распознавание.

Методы и алгоритмы: Для распознавания колосьев на изображениях мы использовали алгоритм глубокого машинного обучения, основанный на использовании развернутых ограничивающих прямоугольников [3]. Использовались архитектуры сети Rotated Faster-RCNN, Rotated RetinaNet, ReDet (для развернутых прямоугольников) и EfficientDet (для вертикальных прямоугольников). Для обучения и тестирования мы использовали изображения посевов пшеницы из предыдущей работы [1].

Результаты: Показано, что использование развернутых прямоугольников для обучения позволяет улучшить точность подсчета колосьев на полевых изображениях: коэффициент детерминации увеличивается в среднем от 0.540 до 0.824.

Выводы: Применение моделей детекции, учитывающих геометрию колоса повысило точность их обнаружения.

Финансирование: Работа выполнена за счет финансирования Курчатowskiй геномного центра ФИЦ ИЦиГ СО РАН, соглашение с Министерством образования и науки РФ № 075-15-2019-1662.

Благодарности: Вычисления проводились с использованием ресурсов ЦКП «Биоинформатика».

Modernization of spike detection models for in-field wheat images

Kozhekin M.^{1, 2*}, Koval V.^{1, 2}, Genaev M.^{1, 2}, Afonnikov D.^{1, 2}

¹ Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia

² Kurchatov Genomic Center of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia

*kozhekinMV@bionet.nsc.ru

Key words: phenomics; field phenomics; computer vision; wheat; wheat spike detection and counting; wheat spike; UAV

Motivation and Aim: Wheat is one of the most important crops that feeds a significant portion of the world's population. In order to increase the efficiency of plant breeding and genetic experiments, it is necessary to develop information technologies for plant phenotyping. One of the current applications of these technologies is the assessment of crop yields based on image analysis and counting of spikes on them. Previously, we presented a computer vision system for counting wheat spikes in field crops using DJI Mavic 2 and Phantom 4 UAVs [1]. Images of wheat crops obtained from UAVs were processed using deep machine learning algorithms (neural networks of Faster RCNN and Efficient-Det architectures). Estimates of the number of spikes per unit of crop area obtained from a UAV and manually had high correlation coefficients (>0.54). One of the possible directions for increasing accuracy: improving detection algorithms for wheat spikes at image [2]. It is based on algorithms for detecting spikes, defined by axis-aligned bounding boxes in the image. However, in images of crops, the spikes are oriented in random directions, which makes them difficult to recognize.

Methods and Algorithms: To detect wheat spikes on images, we used a deep learning algorithm based on the use of rotated bounding boxes [3]. The network architectures used were Rotated Faster-RCNN, Rotated RetinaNet, ReDet (for rotated bounding boxes) and EfficientDet (for axis-aligned bounding boxes). For training and testing, we used images of wheat crops from previous work [1].

Results: It is shown that the use of rotated bounding boxes can improve the accuracy of counting spikes on field images: the coefficient of determination increases on average from 0.540 to 0.824.

Conclusions: The use of detection models that take into account the geometry of the spikes has increased the accuracy of their detection.

Funding: This work was funded by the Kurchatov Genomic Center of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, agreement with the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. 075-15-2019-1662.

Acknowledgements: The calculations were performed using the resources of the Bioinformatics Center.

Список литературы/References

1. Kozhekin M. et al. Wheat yield estimation based on analysis of UAV images at low altitude. *BIO Web Conf.* 2022;47:05006
2. David E. et al. Global wheat head detection challenges: Winning models and application for head counting. *Plant Phenomics.* 2023;5:0059
3. Badhon M. A., Stavness I. Fast Rotated Bounding Box Annotations for Object Detection. In: *Int. Conf. on Agriculture-Centric Computation.* Cham: Springer Nature Switzerland, 2023;99-115