

WheatHeadDetection. Модернизация моделей обнаружения колосьев и протокола сбора данных

Кожекин 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; БПЛА; тележка

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.

В работе [1] мы представили систему компьютерного зрения для подсчета колосьев пшеницы с использованием БПЛА DJI Mavic 2 и Phantom 4. Значения коэффициентов корреляции между плотностью колосьев, предсказанной системой, и продуктивным числом стеблей оказались недостаточными для практического применения. Это обусловлено низкой точностью подсчета колосьев и недостатками протокола съемки.

В работе [2] произведена оценка решений победителей соревнований Global Wheat Head Detection на новых данных. Они показывали низкую точность. Использование повернутых ограничивающих прямоугольников могло бы исправить ситуацию.

В используемом протоколе съемки были две проблемы. Во-первых, облет коптером проводился поперек делянок. Постоянный набор высоты вкупе с различной высотой сортов пшеницы приводил к росту дисперсии размера колосьев на снимках. Во-вторых, используемый коптер не имел системы коррекции координат, что снижало точность параметра высоты полета и GPS координат.

Необходимость иметь альтернативный инструмент для сбора данных, а также желание оценить теоретический потенциал моделей детекции колосьев привели к созданию наземной платформы для сбора данных в виде тележки. Поля, на которых проводятся сортоиспытания, находятся каждый раз на новом месте, поэтому было выдвинуто требование к мобильности платформы.

Цель работы заключается в улучшении методов обнаружения колосьев и поиске оптимального метода сбора данных.

Методы и алгоритмы: Используя данные из [3] и снимки, размеченные ранее, были обучены несколько моделей с повернутыми ограничивающими прямоугольниками.

Чтобы определить теоретическую производительность моделей детекции и иметь запасной инструмент для сбора данных, была собрана доступная и мобильная наземная платформа из алюминиевого профиля 20×20×1000 мм и колес от тачки.

Результаты: В результате точность моделей, учитывающих направление колоса, оказалась значительно выше.

Модернизированный протокол съемки позволяет исправить проекцию данных на карту. На ортофотопланах, собранных нашей программой, стали различимы междурядья.

С использованием тележки был получен набор данных одного яруса. Каждая делянка была снята в трех точках.

Выводы: Применение моделей детекции, учитывающих геометрию колоса, повысило точность их обнаружения. Модернизированный протокол съемки повысил качество отображения данных на карту. Наземная платформа позволила оценить влияние дисперсии параметра высоты и наличие вибрации при съемке.

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

WheatHeadDetection. Modernisation of wheat head detection models and data collection protocol

Kozhekin 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; UAV; cart

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.

In [1], we presented a computer vision system for counting wheat ears using DJI Mavic 2 and Phantom 4 UAVs. The values of the correlation coefficients between the ear density predicted by the system and the productive number of stems were insufficient for practical applications. This is due to the low accuracy of spike counting and shortcomings of the imaging protocol.

It is shown in [2] that the solutions of Global Wheat Head Detection competitions winners show low accuracy on new data. The use of oriented bounding boxes could fix the problem.

There were 2 flaws in the data acquisition protocol. Firstly, the copter flew across the plots. Constant altitude gain coupled with different heights of wheat varieties resulted in increased dispersion of ear size on the images. Secondly, the copter used did not have a RTK system, which reduced the accuracy of the altitude parameter and GPS coordinates.

Methods and Algorithms: With the use of data from [3] and previously labeled images, several models with rotated bounding boxes were trained. UAV telemetry has been added to the metadata from the images: the relative flight altitude of the GPS receiver has been replaced by ultrasonic sensors data. The flight mission planner algorithm was changed: the flight direction parallel to the plots was replaced. To determine the theoretical performance of detection models and to have a spare tool for data collection, an accessible and mobile ground platform was assembled from a 20×20×1000 mm aluminum profile and wheelbarrow wheels.

Results: As a result, the accuracy of models taking into account the direction of the ear turned out to be significantly higher. The modernized data acquisition protocol allows you to correct the projection of data onto the map. On the orthophotomaps collected by our program, row spacing became visible. Using a cart, a single tier data set was obtained. Each plot was filmed at 3 points.

Conclusions: The use of detection models that take into account the geometry of the ear has increased the accuracy of their detection. The modernized survey protocol has improved the quality of data display on the map. The ground platform made it possible to evaluate the influence of the dispersion of the height parameter and the presence of vibration during image capture.

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.

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. doi 10.1051/bioconf/20224705006
2. David E. et al. Global wheat head detection challenges: Winning models and application for head counting. *Plant Phenomics*. 2023;5:0059. doi 10.34133/plantphenomics.0059
3. Badhon M.A., Stavness I. Fast rotated bounding box annotations for object detection. In: *Agriculture-Centric Computation: First International Conference, ICA 2023, Chandigarh, India*. Springer Nature, 2023;99-116. doi 10.1007/978-3-031-43605-5_8