

Методы на основе анализа изображений для мониторинга грибных заболеваний и сорных растений в полевых условиях

Генаев М.А.^{1,3}, Кожекин М.В.¹, Коваль В.С.^{1,3}, Афонников Д.А.^{1,2,3*}

¹ Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

³ Курчатowski геномный центр ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия

* ada@bionet.nsc.ru

Ключевые слова: глубокое обучение; компьютерное зрение; сегментация; детекция

Мотивация и цель: Одна из актуальных проблем в крупных агрохолдингах – мониторинг посевов для выявления грибных заболеваний и очагов сорной растительности. Заболевания зерновых, вызванные патогенными грибами, могут существенно снизить урожайность сельскохозяйственных культур. Им подвержены многие культуры. Заболевание трудно контролировать в больших масштабах; мониторинг посевов помогает выявить заболевания и очаги сорной растительности на ранней стадии и принять меры по предотвращению их распространения. Цель работы – разработка метода на основе анализа изображений для мониторинга грибных заболеваний и сорных растений в полевых условиях.

Методы и алгоритмы: Одним из эффективных методов мониторинга является идентификация заболеваний на основе анализа цифровых изображений с возможностью получения их в полевых условиях, с использованием мобильных устройств. В работе предложен метод распознавания пяти грибных болезней побегов у злаков (листовая ржавчина, стеблевая ржавчина, желтая ржавчина, мучнистая роса и септориоз) как отдельно, так и при множественном заболевании, с возможностью выявления стадии развития растения. Был сформирован набор из 2414 изображений грибковых заболеваний пшеницы, для которых была проведена экспертная маркировка по типу заболевания. Более 80 % изображений в наборе данных соответствуют меткам одного заболевания, 12 % представлены здоровыми растениями, а 6 % изображений представлены несколькими заболеваниями. В процессе создания данного набора был применен метод уменьшения вырожденности обучающих данных на основе алгоритма хеширования изображений.

Для определения очагов сорной растительности в полевых условиях использовались БПЛА для получения геопространственных растровых файлов. Методы компьютерного зрения для реконструкции карты плотности посевов и определения контуров культурных и сорных растений.

Результаты: Был сформирован набор из 2414 изображений грибковых заболеваний пшеницы, для которых была проведена экспертная маркировка по типу заболевания. Более 80 % изображений в наборе данных соответствуют меткам одного заболевания, 12 % представлены здоровыми растениями, а 6 % изображений представлены несколькими заболеваниями. В процессе создания

данного набора был применен метод уменьшения вырожденности обучающих данных на основе алгоритма хеширования изображений. Алгоритм распознавания заболеваний основан на CNN с архитектурой EfficientNet. Наилучшую точность (0.942) показала сеть со стратегией обучения, основанной на дополнении и передаче стилей изображений. Метод распознавания реализован в виде бота на платформе Telegram, который позволяет пользователям оценивать растения по изображению в полевых условиях. Набор данных и модель выложены в открытый доступ на сайте <http://wfd.sysbio.ru>.

Для мониторинга полей и применения БПЛА нами разработана система SeedlingsNet для автоматической оценки количества всходов на RGB изображениях полей в формате GeoTIFF разрешением 1–2 см/пикс. Идентификация всходов ширококормных полевых культур осуществляется с точностью более 95 % по сравнению с ручной идентификацией всходов. Компания «ГеосАэро» планирует использовать полученный инструмент <https://geosaero.ru/seedlingsnet> на полях клиентов в 2024 г.

Выводы: В ходе работы была достигнута поставленная цель, заключающаяся в разработке точного автоматического метода для мониторинга грибных заболеваний и сорных растений в полевых условиях. Использование данного метода востребовано индустрией для повышения эффективности плантационных работ.

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

Image analysis-based methods for monitoring fungal diseases and weeds in the field

Genaev M.A.^{1, 3}, Kozhekin M.V.¹, Koval V.S.^{1, 3}, Afonnikov D.A.^{1, 2, 3*}

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

² Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

³ Kurchatov Genomic Center of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia

* ada@bionet.nsc.ru

Key words: deep learning; computer vision; segmentation; detection

Motivation and Aim: One of the urgent problems in large agricultural holdings is monitoring of crops to identify diseases and centers of weed vegetation. Cereal diseases caused by pathogenic fungi can significantly reduce crop yields. Many crops are susceptible to them. The disease is difficult to control on a large scale; monitoring of crops, helps to identify diseases and weed centers at an early stage and take measures to prevent their spread. The aim of the work is to develop a method based on image analysis for monitoring fungal diseases and weeds in the field.

Methods and Algorithms: One of the effective methods of monitoring is the identification of diseases based on the analysis of digital images with the possibility of obtaining them in the field, using mobile devices. In this paper, a method for recognizing five fungal diseases of shoots in cereals (leaf rust, stem rust, yellow rust, powdery mildew and septoriosi) both individually and in multiple diseases, with the possibility of identifying the stage of plant development. A dataset of 2,414 images of fungal diseases of wheat

was generated, for which expert labeling by disease type was performed. More than 80 % of the images in the dataset correspond to single disease labels, 12 % are represented by healthy plants, and 6 % of the images are represented by multiple diseases. In the process of creating this dataset, a method to reduce the degeneracy of the training data based on an image hashing algorithm was applied.

In order to identify weed hotspots in the field, UAVs were used to acquire geospatial raster files. Computer vision methods were used to reconstruct the crop density map and determine the contours of cultivated and weed plants.

Results: A dataset of 2,414 images of fungal diseases of wheat was generated, for which expert labeling by disease type was performed. More than 80 % of the images in the dataset correspond to single disease labels, 12 % are represented by healthy plants, and 6 % of the images are represented by multiple diseases. In the process of creating this dataset, a method to reduce the degeneracy of training data based on image hashing algorithm was applied. The disease recognition algorithm is based on CNN with EfficientNet architecture. The best accuracy (0.942) was shown by the network with a learning strategy based on augmentation and transfer of image styles. The recognition method is implemented as a bot on the Telegram platform that allows users to evaluate plants from an image in the field. The dataset and model are publicly posted and available at <http://wfd.sysbio.ru>.

For field monitoring and using UAVs, we have developed a system SeedlingsNet for automatic estimation of the number of sprouts on RGB images of fields in GeoTIFF format with a resolution of 1–2 cm/pix. Identification of seedlings of wide-row field crops is carried out with an accuracy of more than 95 % compared to manual identification of seedlings. GeosAero plans to use the obtained tool <https://geosaero.ru/seedlingsnet> in the fields of its customers in 2024.

Funding: The research was funded by the Kurchatov Genomic Center of the Federal Research Center ICG SB RAS, agreement with the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. 075-15-2019-1662.