

УДК 004.853

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЕКТЕ ГРАЖДАНСКОЙ НАУКИ PLANTNET

Вердиева Н.Н.

Институт Информационных Технологий, г. Баку, Азербайджан, nergiz_verdieva@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена роль образовательного проекта гражданской науки PlantNet для обучения гражданских ученых. Обоснована актуальность данного проекта гражданской науки в связи с проблемами современности. Объясняется принцип работы приложения как удобной платформы для обучения и образовательного проекта гражданской науки. Проанализирована литература, связанная с проектом, также показаны и обобщены методы искусственного интеллекта, используемые в приложении. Определены направления дальнейшего развития проекта PlantNet.

Ключевые слова. Гражданская наука, искусственный интеллект, образовательные проекты, методы искусственного интеллекта.

Введение

В период четвертой промышленной революции, когда применение технологий искусственного интеллекта (ИИ) является актуальным, развитие гражданской науки как нового направления электронной науки происходит параллельно с развитием ИКТ. Гражданская наука – это концепция обеспечения участия граждан в процессе научных исследований. Проект гражданской науки – это объединение усилий профессионалов и волонтеров, также называемых гражданскими учеными. Гражданские ученые могут участвовать на разных этапах исследований – начиная от сбора данных и заканчивая полным управлением профессиональными проектами гражданской науки.

Приложения для идентификации растений предоставляют пользователям все атрибуты, связанные с растениями, такие как их листья, плоды, группы и семейства, к которым они принадлежат, происхождение, научные названия, общие названия, описания и другую информацию. В современном обществе, когда защита окружающей среды актуальна, развитие проектов гражданской науки, большинство из которых связаны с окружающей средой крайне важно. Поэтому особое внимание следует уделить проектам гражданской науки, которые побуждают людей проводить больше времени под открытым небом, тем самым создавая условия для здорового образа жизни и защиты окружающей среды.

PlantNet – это образовательное приложение, позволяющее идентифицировать растения по фотографиям, снятым на смартфон. PlantNet также является образовательным проектом гражданской науки: сфотографированные изображения собираются и анализируются учеными со всего мира, чтобы лучше понять и защитить эволюцию биоразнообразия растений.

Принцип работы приложения заключается в следующем:

1) Сбор данных. PlantNet – это, прежде всего, приложение для идентификации растений. Пользователи фотографируют растения, а приложение использует технологию распознавания изображений, помогающую идентифицировать виды растений. Эти изображения собираются и сохраняются в базе дан-

ных со связанной информацией, такой как геоданные и дата.

2) Вовлечение граждан. «Гражданская» часть проекта вступает в игру, когда пользователи вносят свой вклад. Пользователи, которые используют приложение для идентификации и документирования различных видов растений, фактически становятся гражданскими учеными. Они помогают создать обширную базу данных о видах растений и их распространенности в разных регионах.

3) Научные исследования. PlantNet предоставляет ученым и исследователям данные, собранные гражданскими учеными. Эти данные могут быть использованы в широком спектре экологических исследований, начиная от отслеживания распространения инвазивных видов до мониторинга воздействия изменения климата на популяции растений.

4) Повышение осведомленности. Проекты гражданской науки часто направлены на инклюзивное вовлечение общества и повышение осведомленности о научных темах. PlantNet призывает граждан проводить больше времени на свежем воздухе, под открытым небом, исследовать природу и узнавать о видах растений. Это способствует повышению осведомленности общества об окружающей среде и позволяет гражданским ученым внести свой вклад в более детальное научное понимание биоразнообразия растений.

5) Валидация. Программа также включает процесс валидации, в ходе которого эксперты проверяют идентификацию растений для повышения точности классификаций. Это один из важных аспектов обеспечения качества данных в проектах гражданской науки.

Рассмотрев принцип работы PlantNet таким образом, становится ясно, что проект также обеспечивает просвещение граждан в вопросах, связанных с окружающей средой и биоразнообразием.

Обзор литературы

PlantNet – это сеть распознавания растений, основанная на трансферном обучении и билинейной сверточной нейронной сети, которая обеспечивает высокую точность распознавания параметров фенотипирования с высокой пропускной способностью. Так проект описывается в литературе [1]. В исследовании [2] образовательный проект гражданской нау-



ки PlantNet представлен как инновационная нейронная сеть глубокого обучения с двойной функцией.

Благодаря исследованиям, проведенным в работе [3], авторы создали модель глубокого трансферного обучения для обнаружения болезней растений на основе изображений зараженных листьев. Внедрение методов ИИ во встроенные системы может значительно сократить потребление энергии и время обработки, одновременно снижая затраты и риски, связанные с передачей данных.

В литературе [4] авторы представили две новые темы и требования к данным. Во-первых, чтобы определить области приоритетной защиты для предотвращения утраты биоразнообразия, обучение с подкреплением используется в моделях обучения, которые учитывают антропогенное вмешательство и изменение климата в рамках схем регулярного мониторинга. Во-вторых, нейронные сети используются для приблизительной классификации видов по категориям Красного списка Международного союза охраны природы, предлагая возможность повторной классификации в режиме реального времени после таких событий, как масштабные пожары и вырубка лесов.

Авторы [5] представляют новое приложение «PlantNet Crops», позволяющее распознавать 218 видов выращиваемых культур на фотографиях с географическими метками. Приложение и лежащие в его основе алгоритмы разработаны с использованием более 750 тысяч фотографий, добровольно собранных пользователями PlantNet. Эти размеченные данные дают возможность дальнейшего обобщения алгоритмов компьютерного зрения, используемых в проекте PlantNet для распознавания сельскохозяйственных культур и увеличения их географической репрезентативности в Европейском Союзе (ЕС).

Проанализировав эти и другие научные источники, мы можем резюмировать методы ИИ, используемые в приложении PlantNet. Основными технологиями ИИ, используемыми в образовательном проекте гражданской науки PlantNet, являются сверточные нейронные сети, трансферное обучение, ансамблевое обучение, а также рекуррентные нейронные сети. Рассмотрим каждый из этих методов в применении.

Методы искусственного интеллекта в приложении PlantNet

Являясь неотъемлемой частью приложения гражданской науки PlantNet, глубокие нейронные сети (DNN) используются для обработки сложных характеристик и закономерностей растений. Когда гражданский учёный фотографирует растение и загружает фото в приложение, DNN анализирует изображение и извлекает различные характеристики. Эти характеристики затем сравниваются с большой базой данных видов растений для определения наиболее близкого соответствия. Глубокая архитектура позволяет модели изучать иерархические представления, тем самым повышая точность распознавания объектов. Сверточная нейронная сеть (CNN) – это один из классов глубоких нейронных сетей. Сверточные нейронные сети очень часто используются при обработке изображений, поскольку они могут эффективно извлекать особенности

из изображений и учиться распознавать закономерности, что делает их подходящими для таких задач, как обнаружение объектов, сегментация изображений и классификация видов. CNN в приложении PlantNet состоят из нескольких нейронных слоев, связанных друг с другом. Каждый нейрон использует веса и ошибки для изучения и идентификации определенных особенностей изображения. Выходы этих нейронов затем передаются через функции активации, которые придают сети нелинейность и позволяют обучаться более сложным представлениям [3]. CNN используются для распознавания изображений. Проект PlantNet применяет модели CNN для обработки изображений различных растений и извлечения соответствующих признаков для целей классификации [6].

Точная информация о пространственном распространении видов растений востребована в различных областях применения, таких как защита природы, лесное хозяйство и сельское хозяйство. Ряд исследований показал, что CNN точно предсказывают виды растений по данным дистанционного зондирования высокого разрешения, в частности, по данным в сантиметровом масштабе, полученным с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Однако такие задачи часто требуют большого количества обучающих данных, которые обычно генерируются в полевых условиях посредством геокодированных наблюдений на месте или маркировки данных дистанционного зондирования посредством визуальной интерпретации. Оба подхода слишком трудоемки и могут стать критическим слабым звеном для приложений CNN. Альтернативным источником обучающих данных является использование знаний о внешнем виде растений в виде фотографий растений из проектов гражданской науки. Такие краудсорсинговые фотографии растений обычно демонстрируют очень разные точки зрения и большую гетерогенность в различных аспектах, однако сам объем данных может раскрыть большой потенциал для применения к изображениям с высоты птичьего полета с платформ дистанционного зондирования [7]. Трансферное обучение позволяет использовать предварительно обученные модели CNN к большим базам данных изображений и применять их для распознавания растений. Модель может научиться извлекать важные функции для идентификации растений путем повторного обучения на основе изображений. Применение такого подхода позволяет существенно повысить производительность системы распознавания [1].

Методы ансамблевого обучения показывают лучшую производительность при решении задач машинного обучения. Можно использовать эти методы для решения задач регрессии, а также задач классификации. Окончательный прогноз с помощью методов ансамблевого обучения получается путем объединения результатов нескольких базовых моделей. Усреднение, голосование и суммирование – некоторые из способов объединения результатов для получения окончательного прогноза. Проект PlantNet применяет методы ансамблевого обучения для комбинирования различных методов глубокого обучения. Объединив результаты прогнозирования различных моделей, си-



стема может обеспечить более высокую точность и надежность распознавания видов растений.

Рекуррентные нейронные сети (RNN) – это тип нейронных сетей, которые могут работать с такими последовательностями, как текст, звук, видео и многое другое. В этом случае объединение CNN и RNN помогает нам работать с изображениями и последовательностями слов. Таким образом, цель состоит в том, чтобы создать подписи для данного изображения. RNN запоминают прошлые входные данные благодаря внутренней памяти, которая полезна для прогнозирования, генерации текста и машинного перевода. RNN применяются для последовательного моделирования в приложении PlantNet. Примером этого может служить ситуация, когда распознавание растений включает в себя большое количество изображений, например, необходимо иметь большое количество изображений растения для отслеживания его роста с течением времени. RNN также используются для улучшения компонента языковой модели PlantNet. Приложение полагается на то, что гражданские ученые предоставляют дополнительную информацию в текстовой форме, например, местоположение растения или любые сделанные ими наблюдения. RNN используются для обработки и понимания этих данных, что позволяет лучше категоризировать и классифицировать растения на основе данных, собранных гражданскими учеными.

Перспективы развития

Будущее развитие образовательного проекта гражданской науки PlantNet можно рассматривать в двух направлениях:

- 1) обеспечение активного и инклюзивного участия гражданских ученых и заинтересованных сторон;
- 2) совершенствование применяемых в проекте методов и алгоритмов ИИ.

Мы считаем, что каждый из этих аспектов является важным для успешного продолжения проекта, поэтому необходимо активно поддерживать оба направления развития аналогичных проектов.

Заключение

Таким образом, мы проанализировали методы ИИ, используемые проектом гражданской науки PlantNet для идентификации растений. Важность дальнейшего развития и совершенствования этих методов связана с актуальностью гражданской науки в наше время.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS IN PLANTNET EDUCATIONAL CITIZEN SCIENCE PROJECT

N.N. Verdiyeva

Institute of Information Technology, Baku, Azerbaijan, nergiz_verdieva@mail.ru

Abstract. The role of the PlantNet citizen science educational project for the training of citizen scientists is considered. The relevance of the project in connection with the challenges of our time is substantiated. The article explains how the app works as a convenient platform for learning and citizen science projects. The literature related to the project is analyzed and the artificial intelligence methods used in the application are also shown and summarized. Directions for further development of the PlantNet project have been determined.

Keywords. Citizen science, artificial intelligence, educational projects, artificial intelligence methods.

Принимая во внимание актуальные проблемы современной эпохи, важно расширять и развивать образовательный проект PlantNet, который способствует повышению роли граждан в защите окружающей среды и биоразнообразия. Применение современных технологий ИИ в образовательных проектах для граждан способствует общественному просвещению. Учитывая положительное влияние подобных проектов на защиту биоразнообразия и здоровый образ жизни людей, важно обеспечить инклюзивное участие большого количества граждан в проектах гражданской науки. Параллельно с этим, важную роль в решении данного вопроса играет развитие технологий ИИ и применение новых методов.

Литература

1. Yang, Z., He, W., Fan, X. and Tjahjadi, T. PlantNet: transfer learning-based fine-grained network for high-throughput plants recognition. *Soft Computing*. – 2022. 26(20), pp.10581-10590. <https://doi.org/10.1007/s00500-021-06689-y>.
2. Li, D., Shi, G., Li, J., Chen, Y., Zhang, S., Xiang, S., & Jin, S. PlantNet: A dual-function point cloud segmentation network for multiple plant species. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. - 2022. 184, pp. 243–263.
3. Saidani, T., & Ghodhban, R. Embedded Plant Disease Recognition using Deep PlantNet on FPGA-SoC. – 2022.
4. Antonelli A., Dhanjal-Adams K. L., Silvestro D. Integrating machine learning, remote sensing and citizen science to create an early warning system for biodiversity // *Plants, people, planet*. – 2023. – V. 5. – №. 3. – pp. 307–316.
5. Van Der Velde M. et al. Pl@ntNet Crops: merging citizen science observations and structured survey data to improve crop recognition for agri-food-environment applications // *Environmental Research Letters*. – 2023. – V. 18. – №. 2. – p. 025005.
6. Pushpa, B. R., & Rani, N. S. Ayur-PlantNet: An unbiased light weight deep convolutional neural network for Indian Ayurvedic plant species classification. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. – 2023. 34, p.100459.
7. Soltani S., Feilhauer H., Duker R., Kattenborn T. Transfer learning from citizen science photographs enables plant species identification in UAV imagery, *ISPRS Open Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. – 2022. V.5, 100016, ISSN 2667-3932, <https://doi.org/10.1016/j.ophoto.2022.100016>