

РОЗПІЗНАВАННЯ ТИПІВ ГАЛАКТИК ЗА ЗОБРАЖЕННЯМИ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Автор: Сивак Юлія Андріївна, учениця 10 класу Львівського фізико-математичного ліцею-інтернату при Львівському національному університеті імені Івана Франка, м. Львова, учениця гуртка фізики та астрономії КЗ ЛОР «Львівська обласна Мала академія наук учнівської молоді»

Науковий керівник: Мелех Богдан Ярославович, завідувач кафедри астрофізики ЛНУ імені Івана Франка, доктор фізико-математичних наук

Мета дослідження: створення моделі глибокого навчання для автоматичної класифікації типів галактик (еліптичних, спіральних, невизначених) за зображеннями з астрономічних архівів.

Завдання дослідження:

1. Ознайомитися з типами галактик та принципами їх класифікації.
2. Зібрати набір зображень і міток з астрономічних каталогів.
3. Побудувати й навчити згорткову нейронну мережу для класифікації.
4. Проаналізувати результати й доопрацювати модель за потреби.
5. Розробити простий та зручний інтерфейс для користувачів

Об'єкт дослідження: зображення галактик із астрономічних каталогів.

Предмет дослідження: методи автоматичного розпізнавання типів галактик.

Теоретична частина: Галактики поділяються на кілька морфологічних типів, зокрема еліптичні, спіральні та нерегулярні. Після попередньої обробки зображень (обрізка фону, нормалізація) була реалізована модель на базі ResNet50V2 — глибокої згорткової нейронної мережі, попередньо навченої на великому наборі зображень. Завдяки цьому вдалось суттєво скоротити час на навчання та покращити результати. Крім ResNet50V2, розглядалися й інші архітектури (близько 10 навчених пробних нейромереж), але саме ця забезпечила оптимальний баланс точності та стабільності.

Навчання проводилось із використанням графічного процесора з підтримкою CUDA, що пришвидшило обчислення.

Експериментальна частина: Було використано 61 578 зображень галактик, які після очищення та обрізки розділено на три вибірки: навчальну (60%), валідаційну (20%) і тестову (20%). Класи виявилися суттєво незбалансованими: еліптичні — 85%, спіральні — 14%, невизначені — менше 1%. Щоб це врахувати, були застосовані ваги втрат.

Після навчання модель досягла таких результатів:

- Точність на навчальній вибірці — 82.11%
- Валідаційна точність — 82.10%
- Тестова точність — 81.75%

Модель також впевнено розпізнавала рідкісні приклади невизначених галактик, що підтверджується високим показником recall. Побудовано матриці плутанини та графіки зміни точності й втрат, що допомогло краще зрозуміти поведінку моделі на різних етапах.

Також була розроблена програма яка підтримує класифікацію зображення користувача на один із трьох класів та повертає текстовий результат з назвою класу і відсотком упевненості моделі. Інтерфейс створено з використанням бібліотеки Gradio, що дозволяє запускати програму в інтерактивному режимі прямо в браузері.

Висновки: Було розроблено ефективну модель для автоматичного розпізнавання типів галактик за зображеннями. Досягнуто високої точності при збереженні збалансованості між навчанням і узагальненням. Особистий внесок автора полягає у реалізації повного циклу: від збору даних, їх обробки, побудови та навчання моделі до аналізу результатів. Особливістю роботи є поєднання моделі ResNet50V2 із спеціальним препроцесингом зображень, а також адаптація до специфіки астрономічних даних. Отримані результати можуть бути використані для автоматизованої обробки великих обсягів зображень у сфері астрономії.

Список використаної літератури:

1. Banerji, M., Lahav, O., et al. (2010). Galaxy Zoo: reproducing galaxy morphologies via machine learning. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 406(1), 342–353.
2. He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep Residual Learning for Image Recognition. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*.
3. Galaxy Zoo: <https://www.galaxyzoo.org>
4. Kaggle Galaxy Zoo Challenge:
<https://www.kaggle.com/c/galaxy-zoo-the-galaxy-challenge>
5. Chollet, F. (2017). Deep Learning with Python. Manning Publications.
6. Documentation of TensorFlow and Keras libraries:
<https://www.tensorflow.org/>
7. Documentation of Gradio library: <https://gradio.app>