

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ COMPUTER VISION ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ЗАБРУДНЕНЬ

Бухановський В. О.

Науковий керівник – проф. Рябова Н. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ШІ
м. Харків, Україна

e-mail: volodymyr.bukhanovskyi@nure.ua

The pressing issue of environmental preservation has prompted global efforts to minimize human impact on the planet. This research focuses on leveraging Computer Vision, specifically CNNs, for waste recognition on mobile devices. The study uses the TACO dataset, resembling real-world scenarios. Data augmentation is applied to address limited training data, doubling input effectiveness. The goal is a CNN model capable of efficiently recognizing and classifying common waste types in real-time on mobile devices. Challenges include meticulous data preprocessing, training computational costs, model selection, porting to mobile devices, and real-world cases assessment. Embracing AI technologies can enhance human efficiency in environmental preservation, fostering a more sustainable and comfortable existence.

Питання збереження навколишнього середовища стоїть перед людством гостріше ніж будь коли. Увесь цивілізований світ робить кроки для запровадження заходів щодо зменшення впливу людської діяльності на нашу планету. Тому важливим є використати технологічний прогрес на користь навколишнього середовища.

Основна мета дослідження полягає у вивченні можливостей технологій Computer Vision та їх використанні задля розпізнавання та класифікації забруднень, проектуванні моделі машинного навчання для подальшого її використання на мобільних пристроях. Це може бути корисним інструментом, наприклад, як для мануальної фіксації забруднень користувачем мобільного застосунку, так і для частково або повністю автоматизованим рішенням для аналізу забруднень міського середовища загалом і вулиць зокрема.

Під час дослідження існуючих продуктів, було приділено багато уваги різним системам. Окремим досить великим кластером стоять рішення, що застосовують технології Computer Vision для аналізу знімків із супутників. Також вартими уваги були роботи, які аналізують зображення, що зроблені з безпілотних літаючих апаратів для виявлення сміття чи пожеж. Ще одне знайдене дослідження застосовує можливості IoT девайсів для визначення рівня сміття в смітєвих баках. Система, яка надихнула – це SpotGarbage. Це мобільний застосунок, що був розроблений у 2016 році для ідентифікації сміття, використовуючи методи глибокого навчання.

Високу ефективність роботи із зображеннями та відео показують згорткові нейронні мережі (Convolutional Neural Networks або CNNs). Вони складаються зі згорткових шарів, які в свою чергу мають фільтри для отримання активаційних карт, які відокремлюють важливі риси на зображеннях. Підвибіркові шари зменшують просторовий розмір карт. Повнозв'язаний шарі наприкінці об'єднує отримані ознаки для класифікації. Функції активації впроваджують нелінійність. А тренування відбувається за допомогою зворотного розповсюдження помилок, що адаптує ваги для кращого розпізнавання шаблонів.

Загалом існує багато рішень, які впроваджують цю логіку в своїй реалізації. Під час дослідження було розглянуто декілька моделей CNN архітектури: ResNet Model від Microsoft Research, GoogleNet Model від Google, VGG16.

Як результат було обрано сімейство моделей під назвою YOLO, що розшифровується як You Only Look Once, або «ти дивишся тільки раз». Ці моделі дотримуються принципу, що вимагає лише одного прямого поширення через нейронну мережу, що робить їх ефективними на мобільних пристроях та придатним для роботи у реальному часі. Окрім всього переліченого приємним доповненням цього рішення є вбудована система сегментації типу «Мозаїка», а також можливості конвертації готової моделі у формати для використання на мобільних пристроях.

В якості вхідних даних було розглянуто декілька варіантів. Це різноманітні датасети, наприклад, UAVVaste – це датасет з аерофотознімків відходів, або Drinking Waste – це датасет питних відходів таких, як алюмінієві чи пластикові пляшки на звичайному фоні приміщення.

Вибір був зроблений на користь датасету під назвою TACO (Trash Annotations in Context) – це набір даних про сміття, він складається із зображень з камер смартфонів. Цей датасет найбільш наближений до тих даних, які очікуються на вхід моделі під час її реального використання. В ньому 1500 анотованих зображень із майже 5000 об'єктами, та 28 категорій. Кількість категорій була зменшена до 17, бо використано тільки суперкатегорії, а деякі категорії видалені, для яких анотацій було менше 100. Також для збільшення навчальної вибірки було застосовано методи аугментації зображень, що має позитивно вплинути на точність роботи моделі.

Аугментація – це дуже важливий і корисна методика у випадку, коли кількість даних, на яких може навчатися модель, обмежена. При правильному її застосуванні можна мінімум вдвічі збільшити кількість вхідних даних. Хоча ця методика створення додаткових даних із наявних і має обмеження, може виявитися затратною за обчисленнями, але все ж простіша у застосуванні в порівнянні з опцією, коли треба збирати дані для навчання самостійно.

Результатом дослідження та прикладної його частини має стати спроектована модель згорткової нейронної мережі, яка має ефективно розпізнавати та класифікувати основні види сміття, такі як пластикові пляшки, бляшанки, одноразові стакани, поліетиленові пакети та інше. Ця модель має працювати на мобільному пристрої, наприклад, смартфоні у режимі реального часу.

В цій роботі є декілька викликів:

першим викликом за послідовністю кроків є звісно попередня обробка даних, до якої треба поставитися з великою увагою. Саме від даних, їх кількості та різноманітності буде залежить ефективність моделі;

другим викликом є сам процес навчання, його обчислювальна та часова витратність, потреба у декілька запусках для обрання моделі з найкращими параметрами та вагами, можливе використання підходу з заморожуванням шарів;

останнім викликом є портування моделі на мобільний пристрій, оцінка ефективності моделі в реальних умовах.

Застосування сучасних технологій штучного інтелекту, а саме згорткових нейронних мереж може допомогти людству бути більш ефективними в напрямку збереження навколишнього середовища, зробити його більш комфортним для існування. Ця турбота має стати обов'язком кожної людини на Землі, а технології можуть збільшити ефективність людей у вирішенні пов'язаних із цим проблем.

Список використаних джерел:

1. На людство чекає широкомасштабна та швидка зміна клімату: Доповідь ООН. URL: <https://mepr.gov.ua/news/37880.html> (дата звернення 29.02.2024).

2. Trash Annotations in Context. URL: <http://tacodataset.org/> (дата звернення 29.02.2024).

3. Gaurav Mittal, Kaushal B. Yagnik, Mohit Garg, Narayanan C. Krishnan. SpotGarbage: smartphone app to detect garbage using deep learning. UbiComp '16: Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing. 2016. P. 940-945. DOI: <https://doi.org/10.1145/2971648.2971731>.

4. Joseph Nelson, Jacob Solawetz. YOLOv5 is Here: State-of-the-Art Object Detection at 140 FPS. URL: <https://blog.roboflow.com/yolov5-is-here/> (дата звернення 29.02.2024).

5. Khaled R. Ahmed. Smart Pothole Detection Using Deep Learning Based on Dilated Convolution: https://www.researchgate.net/publication/357093620_Smart_Pothole_Detection_Using_Deep_Learning_Based_on_Dilated_Convolution (дата звернення 29.02.2024).