

МОДЕЛЬ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СОРТИРОВКИ ТВЕРДОГО БЫТОВОГО МУСОРА

Калоша С.О.¹, магистрант

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники¹
г. Минск, Республика Беларусь

Нестеренков С.Н. – канд. техн. наук

Аннотация. В данной работе изложены результаты создания модели машинного обучения для решения задачи сортировки твердого бытового мусора, а также создание специализированного устройства для сбора данных для обучения такой модели.

Ключевые слова. Машинное обучение, глубокое обучение, свёрточные нейросети, проблема переобучения, сортировка мусора, экономика замкнутого цикла.

Проблемы загрязнения окружающей среды и перехода к экономике замкнутого цикла [1] крайне актуальны в настоящее время. Решение этих проблем сложно представить без переработки мусора, неотъемлемой частью которой является его сортировка. В настоящее время основными подходами по сортировке мусора являются ручная сортировка бытового мусора и сложные сортировочные промышленные линии. Недостатком обоих подходов является низкая экономическая мотивированность населения, а также невозможность разделять мусор на большое количество категорий с более коротким циклом переработки.

Использование моделей машинного обучения для решения задачи классификации бытового мусора позволяет преодолеть эти ограничения. Исследования таких моделей ускорились с развитием более сложных архитектур нейронных сетей. В то же время предложенные на текущий день модели либо основаны на использовании подходов, разделяющих мусор на две категории [2,3], либо на использовании глубоких сверточных нейросетей обученных на больших массивах графических изображений, достигающих точности в 94%, но склонных к переобучению [4]. В то же время, если рассмотреть процесс сортировки мусора человеком и механизмы сложных промышленных линий, то можно сделать вывод, что основными факторами для принятия решения о классе объекта мусора являются его внешний вид, объем и масса. Создание модели машинного обучения, способной выделить и обучиться на таких факторах должно уменьшить склонность к переобучению, при этом увеличив точность классификации.

К сожалению, на данный момент времени не существует наборов данных включающих не только графические изображения объектов, но и величину их массы. Поэтому для сбора данных и дальнейшей проверки работоспособности полученных моделей, было принято решение о разработке прототипа устройства для сканирования объектов бытового мусора [5], чья схема изображена на рисунке 1.

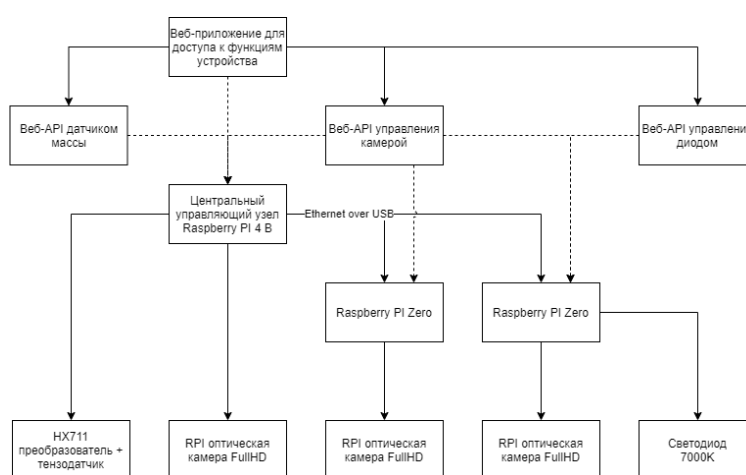


Рисунок 1. Схема устройства для сбора данных для обучения

В результате использования данного устройства удалось получить набор изображений четырехсот объектов мусора с разных ракурсов, а также значения массы для каждого из них. Анализ

собранных данных подтвердил предположение, что разделение объектов мусора на более широкие классы является не оптимальным в связи с сильно неравномерным распределением объектов мусора в каждой категории (рис. 2). В результате чего объекты были разделены на шестнадцать классов, включающих в себя пластиковые стаканчики, бумажные контейнеры, стеклянные бутылки, тетрапаки, но не ограниченные ими.

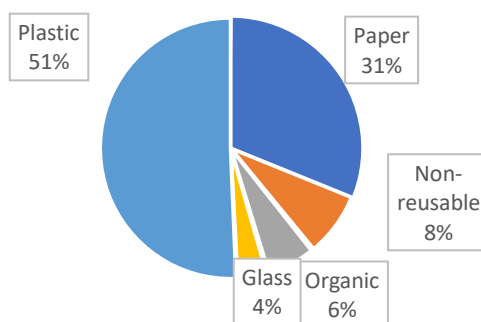


Рисунок 2. Распределение объектов мусора по широким классам: стекло, бумага, пластик, органические и не перерабатываемые отходы

В результате проверки различных моделей машинного обучения наилучшие результаты показала модель, основанная на архитектуре ResNet50 [6] и получающая на вход сразу два изображения и значение массы. Реализация модели была осуществлена с помощью библиотеки Tensorflow 2.4.1. Малый размер выборки удалось компенсировать за счет использования предварительно обученной модели ResNet50 на наборе изображений image-net, с последовательным обучением на собранных изображениях, расширенных изображениями из сети интернет, и до-обучением на собранных данных о массе. В результате удалось получить точность классификации в 95% на валидационной выборке и существенно снизить склонность к переобучению (рис. 3).

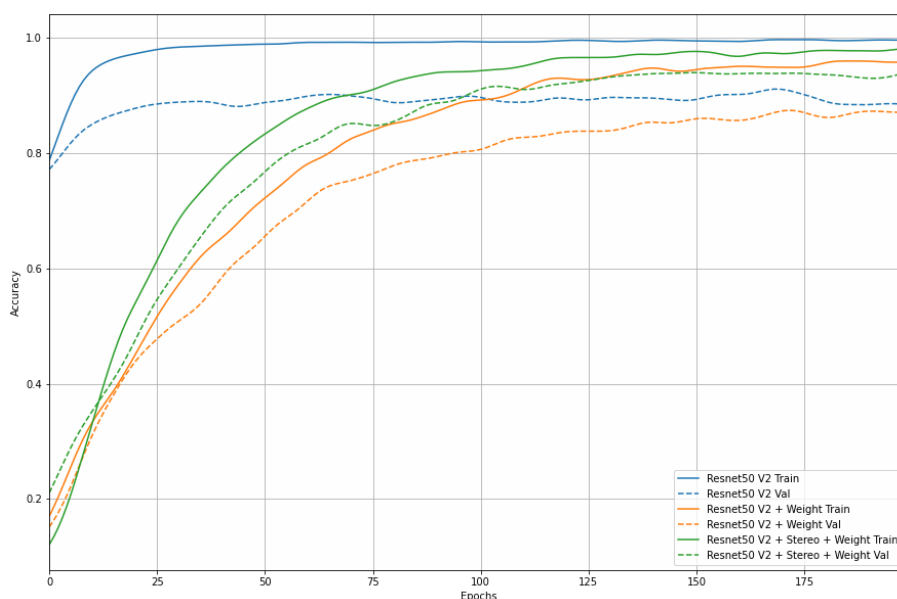


Рисунок 3. Сравнение графиков обучения различных моделей глубокого обучения в задачах сортировки мусора

Планируется использовать полученную в результате исследования модель в совокупности с устройством, разработанным для сбора данных для ее обучения, с целью создания прототипа устройства по автоматической сортировке мусора.

Список использованных источников:

1. Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46. doi:10.1016/j.ecolecon.2017.06.041
2. Sudha, S., Vidhyalakshmi, M., Pavithra, K., Sangeetha, K., & Swaathi, V. (2016). An automatic classification method for environment: Friendly waste segregation using deep learning. 2016 IEEE Technological Innovations in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR). doi:10.1109/tiar.2016.7801215
3. Dubey, S., Singh, P., Yadav, P., & Singh, K. K. (2020). Household Waste Management System Using IoT and Machine Learning. *Procedia Computer Science*, 167, 1950–1959. doi:10.1016/j.procs.2020.03.222

4. Srinilta, C., & Kanharattanachai, S. (2019). Municipal Solid Waste Segregation with CNN. 2019 5th International Conference

57-я Научная Конференция Аспирантов, Магистрантов и Студентов БГУИР, Минск, 2021
on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST). doi:10.1109/iceast.2019.8802522

5. Калоша, С. О. Технология Ethernet over USB как основа вычислительного кластера на Raspberry PI / Калоша С. О., Нестеренков С. Н. // Информационные технологии и системы 2020 (ИТС 2020) = Information Technologies and Systems 2020 (ITS 2020) : материалы международной научной конференции, Минск, 18 ноября 2020 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол. : Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск, 2020. – С. 36–37.

6. He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep Residual Learning for Image Recognition. 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). doi:10.1109/cvpr.2016.90