

Чембарисов Э.М.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ВОПРОСЕ УЧЕТА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Аннотация: Современный мир стремительно развивается с каждым годом, на смену старым приходят новые и более производительные технологии. В данной статье рассказывается о возможном применении сверточных нейронных сетей в учете ТКО и дается оценка их преимуществ.

Ключевые слова: сверточные нейронные сети, нейронные сети, классификация изображений.

Введение. В современном мире проблема утилизации твердых коммунальных отходов является одной из самых актуальных. Существующие методы учета отходов, такие как взвешивание и ручной подсчет, не всегда эффективны и точны. В связи с этим, в последние годы все большее внимание уделяется применению искусственного интеллекта для решения данной проблемы.

Одним из наиболее перспективных подходов является применение сверточных нейронных сетей. Этот метод позволяет автоматизировать процесс учета отходов и достичь высокой точности и скорости работы.

Проблематика. Проблема учета твердых коммунальных отходов заключается в отсутствии единой системы и методологии учета, что приводит к недостоверности данных о количестве и составе отходов, затрудняет планирование и организацию работы по их сбору, транспортировке и обработке, а также создает препятствия для контроля за выполнением нормативов по обращению с отходами и оценки эффективности деятельности в данной сфере.

В настоящее время наиболее важными вопросами являются вопросы методов и инструментов, необходимых для надежного учета твердых коммунальных отходов, классификации по составу и опасности, вопросы сбора и транспортировки.

Решением этой проблемы может стать:

- Взвешивание отходов при сборе и транспортировке
- Установка датчиков на контейнерах для сбора отходов для автоматического учета
- Использование специальных программ для учета и анализа данных
- Регулярный мониторинг и аудит системы учета для выявления ошибок и улучшения ее эффективности.

Для максимальной точности учета отходов необходимо организовать сбор и транспортировку отходов с использованием специальных контейнеров с датчиками, которые автоматически регистрируют количество и вес отходов. Также необходимо обучить персонал, который занимается сбором и транспортировкой отходов, правильному учету и документированию данных.

Анализ этих данных позволит оценить эффективность деятельности и выявить возможности для ее улучшения.

В целом, для решения вопросов учета твердых коммунальных отходов можно предложить комплексное решение, которое будет включать в себя:

- Использование специальных контейнеров с датчиками для автоматического учета
- Разработку специальных программ и систем учета для разных видов деятельности
- Обучение персонала правильному учету и документированию данных
- Регулярный мониторинг и аудит системы учета для выявления ошибок и улучшения ее эффективности.

Предложенные решения могут быть реализованы с помощью применения сверточных нейронных сетей, а именно:

Использование компьютерного зрения для автоматической классификации отходов по составу и опасности. Для этого можно обучить сверточную нейронную сеть на большом наборе изображений различных типов отходов, чтобы она могла распознавать их автоматически. Это позволит ускорить процесс учета и снизить количество ошибок.

Автоматический учет количества отходов с помощью датчиков и камер. Сверточные нейронные сети могут использоваться для обработки изображений, полученных с камер, установленных на контейнерах для сбора отходов. Это позволит автоматически определять количество и тип отходов, а также следить за их изменением во времени.

Прогнозирование объема отходов на основе данных о погоде, днях недели и других факторах. Для этого можно использовать сверточные нейронные сети для анализа большого количества данных о прошлых периодах и прогнозирования будущих объемов отходов. Это позволит оптимизировать процесс сбора и транспортировки отходов и снизить затраты.

Мониторинг качества воздуха на свалках и вблизи места обращения с отходами с помощью датчиков и сверточных нейронных сетей. Это позволит быстро обнаруживать и устранять возможные экологические проблемы, связанные с обращением с отходами.

Описание модели

Сверточная нейронная сеть (Convolutional Neural Network, CNN) - это тип нейронной сети, который используется для обработки изображений, видео и звука.

Идея сверточных нейронных сетей заключается в том, чтобы извлекать признаки из входных данных (изображений, видео, звука) с помощью сверточных слоев, которые работают как фильтры. Каждый слой свертки извлекает более абстрактные признаки, начиная с простых, таких как границы и углы, и заканчивая более сложными, такими как формы и текстуры.

Базовая архитектура модели сверточной нейронной сети представляет собой:

1. Сверточный слой, который выполняет свертку ядра с изображением по всему пространству и глубине.

2. Субдискретизирующий слой или слой пулинга, который уменьшает размерность выходных данных от предыдущего слоя, путем объединения значений в заданной области.
3. Полносвязный слой, в котором каждый нейрон связан со всеми нейронами предыдущего слоя и который принимает на вход данные и вычисляет линейную комбинацию входных значений с весами, после чего применяет функцию активации для получения выходных значений.

Для обеспечения нормализации входных данных в используемой в данной работе модели был добавлен слой Rescaling, т.к. входные данные имеют различные масштабы. Например, если входные данные находятся в диапазоне от 0 до 255, то можно использовать слой "Rescaling" для масштабирования данных в диапазон от 0 до 1. Это может помочь ускорить обучение модели и повысить ее точность.

Далее добавлены 3 слоя свертки двумерных данных (Conv2D из библиотеки Keras) с количеством выходных фильтров в свертке равным 16, 32 и 64 соответственно и имеющим ReLu метод активации, который обеспечивает простоту вычислений и быструю сходимость при обучении.

За каждым сверточным слоем следует слой пулинга, в качестве которого был выбран MaxPooling2D из библиотеки Keras, который применяется к каждому каналу изображения и выбирает максимальное значение в каждой области пулинга, которое затем становится новым значением для соответствующей области в выходном массиве.

Следующим идет Flatten-слой, который необходим для передачи данных в полносвязный слой, требующий одномерный вектор входных данных. Flatten слой не имеет параметров и не изменяет значения входных данных, он только преобразует форму массива.

В конце нейронной сети используется полносвязный слой Dense с ReLU активацией.

Для регуляризации нейронной сети (для предотвращения переобучения) были использованы дропауты – случайные отключения нейронов. На каждом этапе обучения отдельные нейроны выпадают из сети и это помогает избежать зависимости между нейтронами во время обучения.

Описание набора данных.

Для обучения модели был сгенерирован набор изображений, имитирующих съемку сверху мусорных контейнеров разной заполненности.



Рисунок 1. Пример изображений из набора

Для улучшения точности предсказаний и распознавания объектов в различных условиях была использована аугментация изображений, т.е. увеличения размера обучающего набора данных путем создания новых вариантов изображений на основе существующих. Это позволяет улучшить качество обучения модели и повысить ее способность к обобщению. Аугментация может включать изменение размера, поворот, зеркальное отражение, изменение яркости и контрастности, а также добавление шума и других эффектов.

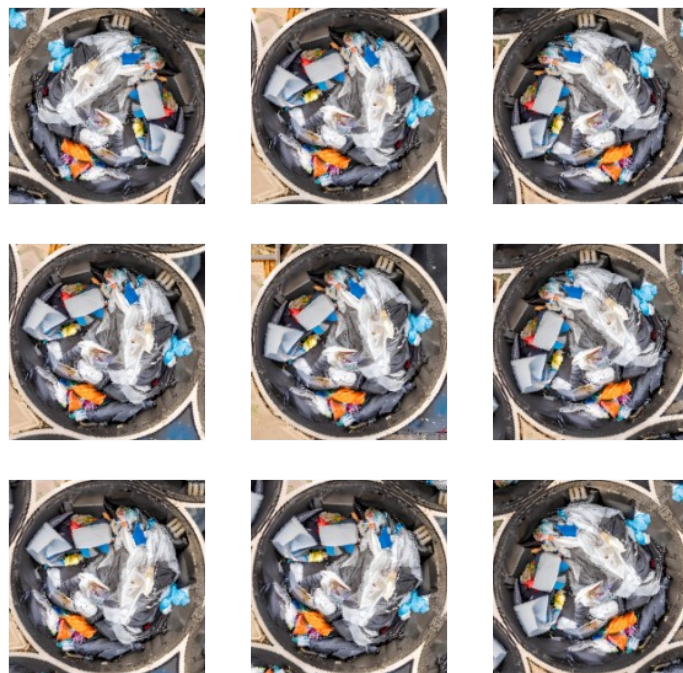


Рисунок 2. Аугментация изображений

Обучение модели.

Обучение проводилось на протяжении 15 эпох на обработанном наборе данных с 1000 изображений с размером 180x180 пикселей в формате JPG. Все изображения были разбиты на 3 выборки: обучающую (70% текстов), валидационную (20% текстов) и контрольную (10% текстов).

Результирующая точность показала среднее значение около 98%. Высокая точность обусловлена малым количеством объектов в выборке. В дальнейшем планируется улучшить архитектуру сети и расширить набор новыми данными.

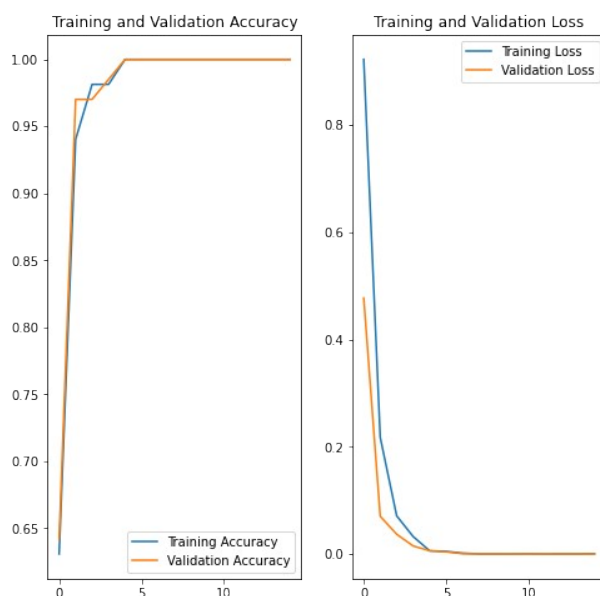


Рисунок 3 Изменение значения точности и функции потерь в ходе обучения

Вывод: таким образом, применение сверточных нейронных сетей в учете твердых коммунальных отходов может значительно повысить эффективность и точность учета, а также помочь оптимизировать процессы обращения с отходами и улучшить экологическую ситуацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Ляпин, А. А. Использование сверточных нейронных сетей в процессах сортировки твердых бытовых отходов / А. А. Ляпин, М. В. Шульженко // Вопросы устойчивого развития общества. – 2022. – № 8. – С. 772-776. – EDN ZKOTDY.

2.Обработка изображений с помощью сверточных нейронных сетей для задач по сортировке мусорных отходов / К. Р. Ахметзянов, А. Н. Кокоулин, А. А. Южаков, Д. М. Филатов // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2018. – Т. 1. – С. 654-657. – EDN XZOZGH.

3.ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РОССИИ Статистический сборник: [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ochрана_okruj_sredi_2022.pdf

4.Сикорский О.С. Обзор свёрточных нейронных сетей для задачи классификации изображений // Новые информационные технологии в

автоматизированных системах. 2017. №20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-svyortochnyh-neyronnyh-setey-dlya-zadachi-klassifikatsii-izobrazheniy>