

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Н. А. Шляго

Белорусский государственный университет, г. Минск;

nikkitash01@gmail.com;

науч. рук. – Д. И. Пириштук, ст. преп.,

А. Н. Чичко, д-р физ.-мат. наук, проф.

Работа ставит своей целью разработку программного обеспечения для анализа качества зерна в процессе его уборки с применением нейронных сетей. Качество зерна определяется объемом мусорных объектов, недомолотого зерна, дробленого зерна в чистом объеме, что в дальнейшем определяет объем продукции, которая разрешена к продаже. В ходе работы было обучено и протестировано несколько нейросетевых и классических алгоритмов, из которых впоследствии были выбраны модели для внедрения в программное обеспечение. Разработанное программное обеспечение протестировано в реальных условиях. Тестирование показало наличие практически линейной зависимости между измеряемыми показателями нейросетевых моделей и объема содержания примесей, что показывает применимость предложенного метода и возможность его дальнейшего внедрения.

Ключевые слова: зерно; набор данных; нейронные сети; качество зерна; детекция; сегментация.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Эта задача является одной из задач агротехники, решение которой позволяет решить ряд проблем:

- 1.обеспечить рост производительности труда в сельском хозяйстве;
- 2.оптимизировать экономические затраты на технологию производства сельхозпродукции;
- 3.повысить уровень культуры агрономического производства, снизив потери урожая;
- 4.сократить время уборки урожая за счет использования роботизированных комплексов, увеличивающих время работы.

Поэтому ПО, способное решать подобные задачи, продолжает улучшаться и поступать на рынок [1].

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Подготовка данных

Для обучения нейросетей были созданы синтетические образцы из семенной пшеницы с различным содержанием битого зерна, недомолота и мусора. С помощью специальных макетов были сделаны фотографии зерна. На текущий момент обучающая выборка состоит из более 1000 полностью размеченных изображений. На первом этапе были выделены три класса объектов для разметки: битое зерно, недомолотое зерно и мусор. После анализа полученных результатов было принято решение разделить классы недомолота и мусора. На следующем этапе были определены для разметки следующие восемь классов различных:

- битое зерно;
- недомолотое уверенное зерно;
- недомолотое неуверенное зерно;
- зерно, напоминающее недомолотое;
- круглый мусор;
- мусор-палка;
- мусор-шелуха;
- остальной мусор.

Результаты работы нейронных сетей, анализ и сравнение

Для решения задачи анализа качества зерна из предложенных методов были использованы различные нейронные сети. Из всех использованных сетей была отобрана сеть YOLOv4-tiny - нейронная сеть для задачи детекции объектов на базе фреймворка Darknet [3]. Была использована облегченная версия YOLOv4 [2], которая содержит около 30 слоев. Это позволяет достаточно быстро учить подобную модель, а после обучения тестировать. Данное свойство позволяло выявлять неточности в разметке за счет того, что на достаточно простых задачах, где достигалось ранее высокое качество. Для решения задачи использовались две одноклассовые и одна трехклассовая нейронные сети YOLOv4-tiny. Первая сеть детектировала только один класс, «битое зерно», для обучения использовался класс «битое зерно» из разметки. Вторая сеть детектировала только один класс «недомолот», для обучения использовался класс «недомолотое уверенное зерно». Третья нейронная сеть детектировала и классифицировала три класса: «мусор-палки», «круглый мусор», «остальной мусор».

Сеть YOLOv4 была отобрана по следующим причинам:

1. Качество работы удовлетворяет требуемым критериям качества.

2.Создание обучающей выборки для нейронных сетей для задачи детекции является менее трудозатратной задачей, что позволяет за небольшое время собрать достаточно много данных.

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Программное обеспечение для обучения нейронных сетей

Для создания ПО анализа качества зерна в первую очередь необходимо иметь модели, которые позволяют собирать данные о примесях по изображению. В качестве такой в главе 3 была выбрана нейронная сеть YOLOv4. Для анализа объектов зеренной структуры было принято решение использовать небольшие нейронные сети, каждую для своей примеси, то есть одна сеть для битого зерна, одна - для недомолотого, одна - для мусора. Как уже было сказано, выборка размечалась с помощью CVAT [4], поэтому необходимо было создание перехода от разметки CVAT, которая могла включать разметку нескольких задач, в одну общую разметку. Для этих целей был создан Jupyter Notebook, который решает следующие задачи:

- 1.Объединение выборки из различных задач CVAT в единую выборку.
- 2.Задание только тех классов, что необходимо оставить в выборке с соответствующим изменением в самой выборке. Это необходимо в силу факторов, описанных выше: существуют классы, разметка для которых имеют большую дисперсию среди разметчиков и их отбрасывание способствует улучшению качества работы сети.
- 3.Сборка фреймворка Darknet с поддержкой CUDA и CuDNN.
- 4.Обучение нейронной сети YOLOv4 из заданного конфига с сохранением весов на Google Drive.

Программное обеспечение для анализа работы нейронных сетей

Для анализа качества работы выбранной нейронной сети YOLOv4 необходимо написание приложения обработки произвольного количества экспериментов, каждый из которых состоит из своего источника данных и имеет свои настройки.

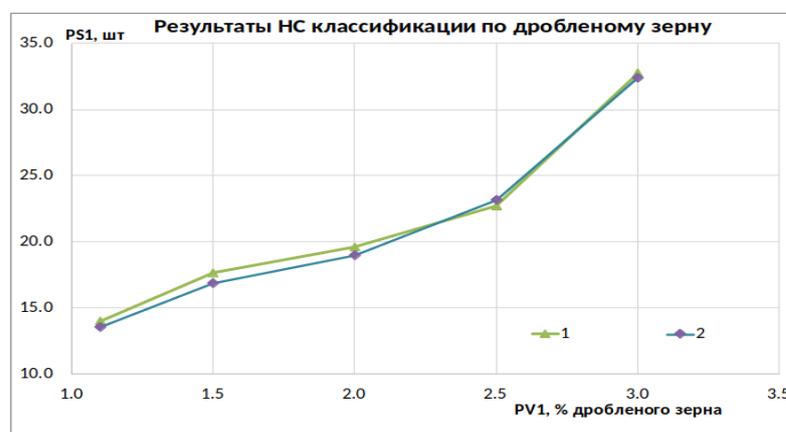
Для написания подобного приложения был выбран язык программирования C++, для работы с нейронной сетью фреймворк Darknet. Для гибкого ввода различных параметров было решено использовать файлы конфигурации в формате JSON.

Результатами работы программы является проанализированное произвольное количество экспериментов с разметкой найденных объектов и рассчитанными статистическими значениями по сериям.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

Было проведено исследование взаимосвязей между усредненными метриками нейронной сети и концентрациями не зерновых и дробленых компонентов зерновой массы. В исследовании использовались синтетические образцы зерновой массы.

На рисунке представлены результаты этого исследования. По оси ординат представлены показатель нейронной сети PS1, который был рассчитан по видеорядам для объектов не зерновых и дробленных компонентов зерновой массы с помощью нейронной сети YOLOv4. По оси абсцисс представлены величины PV1, которые являлись фактической объемной концентрацией объектов не зерновых и дробленных компонентов зерновой массы. Следует отметить, что данные оси абсцисс получены ГОСТ 30483-97 методом на пробах 50 грамм.



Взаимосвязь PS1 –PV1 для определения объемной доли дробленого зерна в движущемся зерновом образце, полученные с помощью нейронной сети YOLOv4 (1 – 20 серий или 180 фото, 2 – 30 серий или 270 фото) для экспериментов с разной долей недомолота: 0,5 \% недомолота (а), 0,7\% (б)

Библиографические ссылки

1. John Deere products [Electronic resource]. - 2021. - Mode access: <https://www.deere.ru/ru/> (11 декабря 2021).
2. Alexey Bochkovskiy, Chien-Yao Wang, Hong-Yuan Mark Liao YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection [Electronic resource]. - 23 Apr 2020- Mode access: <https://arxiv.org/abs/2004.10934> (11 декабря 2021).
3. Darknet framework [Electronic resource]. - 2021. - Mode access: <https://github.com/AlexeyAB/darknet> (11 декабря 2021).
4. Computer Vision Annotation Tool [Electronic resource]. - 2021. - Mode access: <https://github.com/openvinotoolkit/cvat> (11 декабря 2021).