



РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ НА БАЗЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

В данной статье рассматриваются вопросы создания системы распознавания дефектов пиломатериалов на базе нейронных сетей, в качестве примера нейронной сети выбрана сверточная архитектура YOLOv3.

Нейронная сеть, дефекты, пиломатериалы.

Во многих сферах существуют задачи и проблемы, которые можно решить с применением интеллектуальных систем: промышленность, экономика, бизнес, робототехника, математика, биофизика, медицина и многие другие. Технология компьютерного зрения является системой искусственного интеллекта и позволяет распознавать те или иные объекты на изображениях и видео, в том числе и в режиме реального времени.

Распознавание визуальных образов является одной из самых распространенных задач нейронных сетей. Существуют различные методы, базирующиеся на применении различных типов нейронных сетей. Основные направления применения НС для распознавания образов и изображений:

- применение для извлечения ключевых характеристик или признаков заданных образов;
- классификация самих образов или уже извлеченных из них характеристик;
- решение оптимизационных задач.

Компьютерное зрение может найти применение в очень широком спектре задач. В данной работе будет рассматриваться пример нейронной сети для выполнения задачи по распознаванию дефектов на пиломатериале и для автоматического определения его качества и дальнейшей сортировки.

В настоящее время существуют системы для выполнения схожих задач, но в большинстве из них нейронные сети не применяются, и принцип их работы основан на других методах и алгоритмах. Подход с применением нейронной сети в решении данной задачи позволяет создать базу с изображениями пиломатериалов всех уровней качества, а также со всевозможными дефектами, присущими древесине. Далее выборка с такими изображениями применяется в обучении нейронной сети, благодаря чему получается система, которая уже знает, как выглядит пиломатериал того или иного уровня качества и его дефекты. Также нейронная сеть способна распознавать объекты не только на статичных фотографиях, но и на видео, в том числе поступающего с камеры на вход нейронной сети в виде трансляции в режиме реального времени.

Объектом исследования является процесс распознавания определенных объектов на изображениях и видео. В данном случае, как уже было сказано, этими объектами являются пиломатериалы и присущие им дефекты. Предметом исследования являются подходы и методы распознавания объектов.

Основной целью работы является выбор информационной модели нейронной сети и реализация алгоритма распознавания. Нейронная сеть должна быть оптимальна по внутренней структуре, способу управления информационными потоками между нейронами.

Для оценки возможности применения компьютерного зрения в распознавании пиломатериалов и для получения первичных результатов было проведено обучение нейронной сети при помощи выборки изображений с досками, состоящей из 360 фотографий. Для полноценной системы распознавания данное количество очень мало, но для экспериментальных целей вполне достаточно. Применялась сверточная архитектура нейросети YOLOv3 [1] с применением фреймворка darknet.

В данном случае система классификации пиломатериала была значительно упрощена до трех уровней качества, а дефекты древесины хоть и распознаются, но не классифицируются. В дальнейшем планируется усовершенствовать систему классификации до общепринятой, которая применяется в промышленности и соответствует ГОСТ 8486-86 [2].

Обучение нейросети проводилось дважды. Первый раз проводилось стандартное обучение с применением алгоритма обратного распространения ошибки. Во втором случае к данному алгоритму были добавлены методы, которые в теории должны способствовать повышению точности распознавания нейросети, и как следствие повышению качества работы системы. В данном случае такими методами являются: конфрагментационное обучение, расширение обучающей выборки путем аугментации [3] и кадрирования изображений с досками, изменение некоторых параметров нейросети (таких как количество слоев и эпох обучения) [4].

В данном случае все эти методы были применены одновременно и при низком уровне воздействия.

В связи с этим планируется провести еще несколько экспериментов по обучению нейросети с применением каждого метода по отдельности, а также с добавлением новых методов для повышения точности распознавания. В дальнейшем финальное обучение нейросети провести с одновременным применением всех наиболее эффективных методов повышения точности.

Кроме этого, в настоящее время поставлены следующие задачи:

1. Расширение обучающей выборки как минимум до 4000 изображений для повышения качества распознавания. Данное количество для промышленных масштабов возможно будет недостаточным. Если учесть все виды дефектов и сортность пиломатериалов, то может понадобиться не один десяток тысяч изображений. Но такое количество реализуемо только в более долгосрочной перспективе. Для исследования работы нейросети нескольких тысяч изображений должно быть достаточно.

2. Применение других видов архитектур при обучении нейронной сети, в том числе YOLOv6 и YOLOv7 вместо YOLOv3, для определения наиболее оптимальной архитектуры. YOLOv6 специально предназначена для промышленного применения, поэтому, в теории, должна хорошо подойти для данной задачи. YOLOv7 в настоящее время является последней версией семейства YOLO, как следствие, она должна быть более продвинутой, чем предыдущие ее версии, что и стоит проверить.

3. Разработка алгоритма для подсчета дефектов пиломатериала и определения его общего уровня качества на основе количества дефектов, на основе параметров, свойственных данным дефектам, таких как сам вид дефектов (скол, сучок, трещина и др.), размеры дефектов, их положение относительно друг друга, и на основе прочих критериев, по которым пиломатериал сортируется в соответствии с ГОСТ 8486-86. В настоящее время нейросеть определяет общее качество, основываясь лишь на общем виде пиломатериала.

4. Необходимо решить проблему с распознаванием досок с обеих сторон. Конечно, можно просканировать одну и ту же доску два раза, сначала с одной стороны, потом с другой, но это не самый удобный вариант. Например, можно проводить распознавание пиломатериала сразу двумя камерами, одна должна быть расположена сверху, над доской, соответственно вторая под доской.

5. Скорость детекции пиломатериала должна быть достаточной для того, чтобы нейросеть успевала распознавать все дефекты на движущейся доске.

Сама по себе архитектура YOLO обладает высокой точностью, если ее применить на готовых предобученных весах. Но после первого обучения нейросети на наборе изображений с досками, она выдает не настолько хороший результат.

Нейросеть распознает объекты, для которых была обучена, вполне нормально определяет их располо-

жение, но в большинстве случаев делает это с невысокой точностью (от 30 до 60 %) и лишь в редких случаях достигает точности выше 90 %. Иногда нейросеть не может однозначно определить, какой уровень качества присвоить пиломатериалу.

Основная причина низкой точности – это малый объем обучающих данных. Как было сказано выше, при втором обучении нейросети применялись методы для повышения точности распознавания. Но без значительного расширения объема выборки, применяя лишь перечисленные методы, добиться намного более высокой точности невозможно. Тем не менее общую точность распознавания в целом удалось повысить.

Лучше всего повысилась точность распознавания отдельных дефектов. В большинстве случаев она достигает от 60 до 90 %, что почти в два раза выше, чем у первой версии нейросети. Повышение точности распознавания дефектов произошло благодаря кадрингованию и акцентированию на центральном углублении, так как за счет этого в выборке стало больше картинок с дефектами.

С распознаванием общего качества пиломатериала все не так однозначно. В некоторых случаях общее качество распознается корректно, причем с довольно высокой точностью для такой маленькой нейросети (70–97 %). Иногда нейронная сеть одновременно определяет у пиломатериала сразу два уровня качества. Это происходит из-за того, что у досок обоих уровней качества имеются схожие дефекты, отличается лишь их количество. Нейросеть не всегда этот момент различает. В этом плане результаты схожи с первой версией нейросети. Все же такие случаи происходят реже, поэтому можно сделать вывод, что детекция общего качества древесины тоже повысилась, хоть и не так сильно, как с отдельными дефектами.

На базе архитектуры YOLOv3 с применением фреймворка darknet нами уже была обучена нейронная сеть для распознавания дефектов на древесине, а также для определения ее качества.

Нейросеть выдает следующие результаты (рис.).

Нейросеть может распознавать 4 класса объектов **defect** – дефекты древесины (сучки, сколы, трещины и т.д.), а также 3 условных класса для определения общего качества древесины: **bad**, **norm**, **good**, соответственно плохая, нормальная и хорошая.

Задача качественного распознавания в настоящее время считается актуальной и нерешенной, так как известные подходы не дают приемлемых результатов при колебаниях освещения и всем многообразии возможных ракурсов съемки объектов.

В ходе выполнения исследования было проведено обучение упрощенной версии нейронной сети для распознавания пиломатериалов и присущих им дефектов, а также была повышена точность детекции. Нейросеть задачу выполняет, но требует ряд усовершенствований и доработок. Необходимо провести дополнительные эксперименты по обучению нейросети, расчету и классификации дефектов.

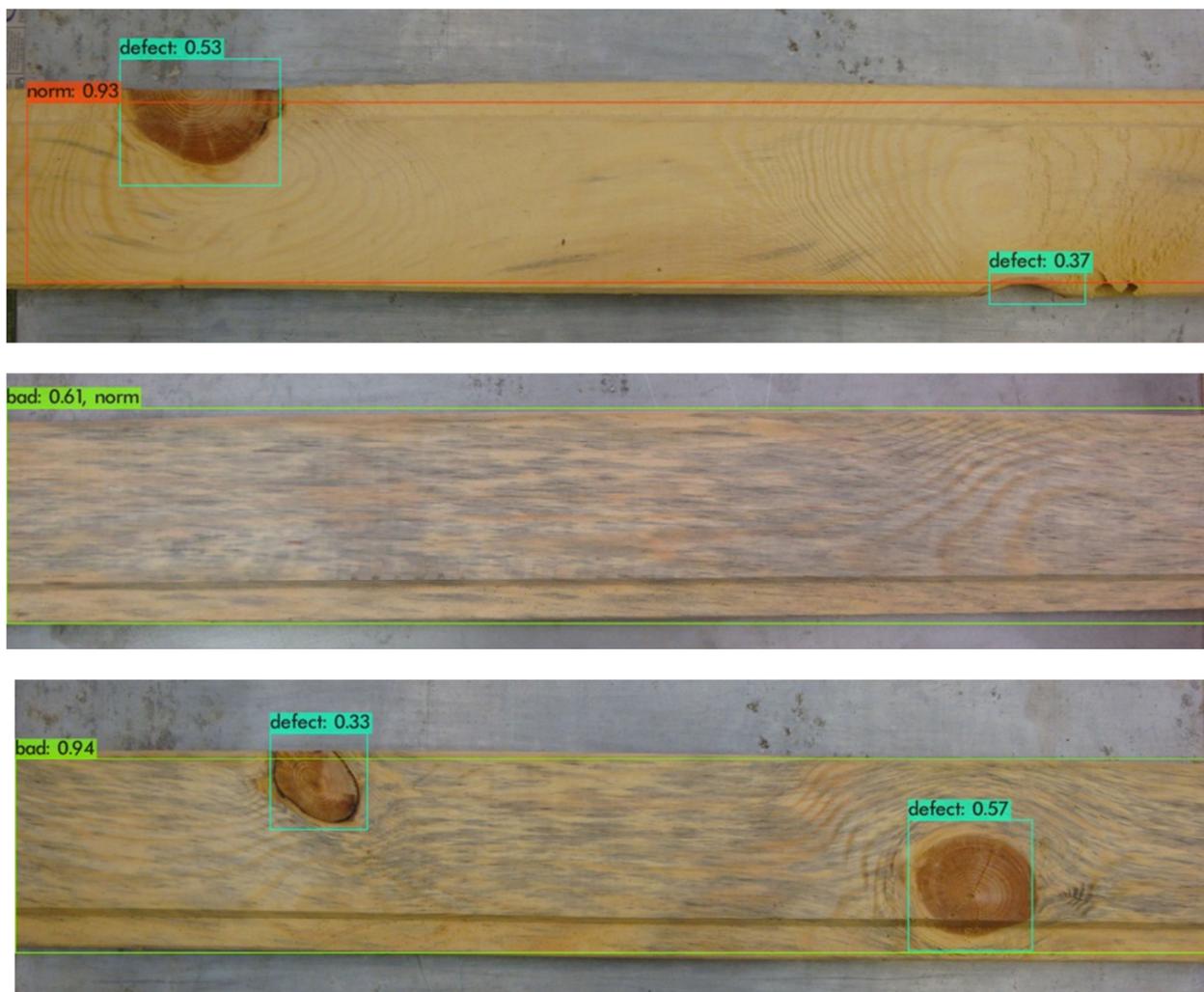


Рис. Распознавание дефектов нейросетью

Литература

1. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection / J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, A. Farhadi ; University of Washington; Allen Institute for AI; Facebook AI Research. – URL : <https://arxiv.org/abs/1506.02640> (дата обращения: 16.09.2022). – Текст : электронный.
2. ГОСТ 8486-86. Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия : межгосударственный стандарт : введен 1988-01-01. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консор-

циум «Кодекс» (дата обращения: 12.05.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Аугментация (augmentation, «раздутие») данных для обучения нейронной сети на примере печатных символов. – URL : <https://itnan.ru/post.php?c=1&p=264677> (дата обращения: 24.09.2022). – Текст : электронный.

4. Почему нейросети ошибаются при распознавании изображений. – URL : <https://knife.media/does-ai-need-to-sleep/> (дата обращения: 05.10.2022). – Текст: электронный.

*A.A. Sukonshchikov D.O. Zaitsev
Vologda State University*

DEVELOPMENT OF RECOGNITION SYSTEM BASED ON NEURAL NETWORKS

This article discusses the creation of a system for recognizing lumber defects based on neural networks; the convolutional architecture YOLOv3 is chosen as an example of a neural network.

Neural network, defects, lumber.