



Рис. 1. Визуализация выбора инвестиционного проекта с помощью показателя срока окупаемости

Список использованных источников

1. СТО Газпром 2-2.3-351-2009. Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО "Газпром": – М.: ООО «Газпром экспо», 2009. – VIII, 377 с.
2. Рекомендации по учету влияния технико-технологических, природно-климатических и других факторов при прогнозировании аварийности на МГ ОАО «Газпром». – М.: ОАО «Газпром», 2007. – 118 с.
3. Бондин Ю.А., Баусов С.В, Овчаров С.В. Совершенствование методики оценки ожидаемой частоты аварий на газопроводах по результатам ее апробации в ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» // Безопасность Труда в промышленности. 2018. № 9. С. 31–38.
4. Bondin Y.A., Spirin N.A., Bausov S.V. Calculation and Analytical Module “Risk” for Selective Diagnostics and Repair of Main Gas Pipelines with Account of Technogenic Risks // Advances in Automation – 2019. – pp 233-242.

УДК 669.18+519.677

Д. А. Викторов, О. И. Домакова, А. М. Коновалов, Д. А. Пирогов, Е. В. Ершов

ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет», г. Череповец, Россия

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗМЕТКИ, ОБУЧЕНИЯ И ИНФЕРЕНСА СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. В текущий момент времени различные предприятия во всём мире проводят автоматизацию и цифровизацию. Очень большое внимание уделяется обработке производственных процессов (например, отслеживание людей в опасной зоне, поиск объектов в кадре или определение изделий ненадлежащего качества). В данной сфере самыми перспективными технологическими решениями являются системы машинного зрения и машинного обучения. Они позволяют существенно снизить ресурсные и временные затраты

при их внедрении, но при этом требуют существенных затрат времени при их разработке, из чего следует необходимость создания инструмента, способного упростить процесс создания программного обеспечения. Авторами данной работы были осуществлены разработка и подробное описание программного продукта, позволяющего существенно оптимизировать все стадии решения производственных задач, подобных вышеописанным.

Ключевые слова: инференс, разметка, обучение нейронных сетей, нейронные сети, YOLO v3.

Abstract. *At the current time, various companies around the world are going through automation and digitalization. Much attention is paid to the production processes handling (for example, tracking people in a danger area, searching for objects in a frame or identifying improper quality products). In this field the most promising technological solutions are machine vision and machine learning systems. They can significantly reduce resource and time costs during their implementation, but at the same time they require a significant investment of time in their development which implies the necessity to create a tool that can simplify the software creating process. The authors of this article carried out the development and detailed description of a software product that can allow significant optimization of all solving stages of production problems similar to those described above.*

Key words: *inference, markup, training neural networks, neural networks, YOLO v3.*

Разработка программ, решающих те или иные задачи с помощью анализа предсказаний, сделанных нейронной сетью, очень трудоёмка. Первоначально необходимо собрать и подготовить обучающий dataset (набор «очищенных» данных, пригодных для обработки алгоритмами машинного обучения) из множества размеченных изображений, затем правильно обучить нейронную сеть и создать программное обеспечение (ПО) для обработки результатов её работы. Выполнение данных этапов по отдельности занимает много времени. У предприятия-заказчика образуется множество задач анализа предсказаний, схожих между собой по последовательности действий при разработке программ для их решения. Актуальность создания унифицированного ПО для комплексного выполнения всех перечисленных действий обусловлена тем, что на каждом производстве, стремящемся к улучшению своего имиджа и качества продукции внедряются процессы цифровой трансформации. Применение такого инструментария приводит к существенному сокращению затрат времени и ресурсов на создание dataset, обучение нейросети на его основе и последующее создание отдельного приложения для обработки результатов предсказаний нейронной сети.

Именно поэтому авторами данной работы было принято решение осуществить разработку модульного программного продукта, который сочетал бы в себе возможность сформировать dataset, обучить нейронную сеть, а также позволял бы интерпретировать результаты работы нейросети нужным образом, без необходимости написания программного кода под каждую конкретную задачу.

Программное обеспечение представляет собой приложение (рисунок 1), выполненное на языке программирования C# и на системе построения клиентских приложений под Windows WPF. Разработанное приложение рассчитано на работу с нейронной сетью YOLOv3\Tiny-YOLOv3.

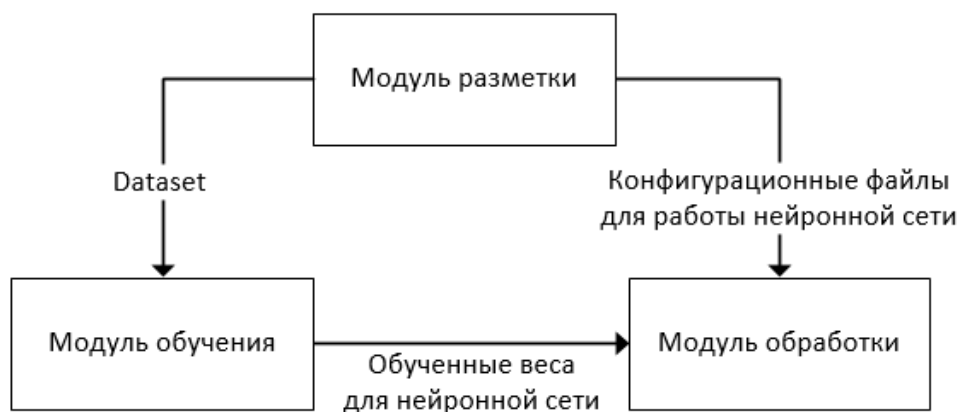


Рис. 1. Структура разработанного приложения

Так как множество задач заказчика необходимо решать в реальном времени, в качестве нейронной сети для модуля анализа видео была выбрана нейросеть, реализующая алгоритм YOLO - YOLOv3, который подходит для работы в реальном времени, хоть и не отличается высокой точностью при обнаружении небольших объектов (средняя точность (mAP) — 63,4), но, так как задачи заказчика в основном касаются производства, детектируемые объекты почти всегда занимают минимум треть кадра, поэтому данная особенность не помешала корректной работе на реальных задачах. Кроме того, алгоритм YOLO дает лучшие результаты при обработке кадров, так как нейронная сеть анализирует полное изображение – «видит всю картину целиком» и понимает контекст.

Так же реализована поддержка нейронной сети на основе алгоритма Tiny-YOLO, которая имеет меньшее количество слоев в нейросети, что позволяет использовать алгоритм на «слабых» устройствах с небольшим объемом памяти [1].

Существует готовая реализация алгоритма YOLO, основанная на Darknet – нейронной сети с открытым исходным кодом, написанная на C и CUDA [2, 3]. Она быстрая, простая в установке и поддерживает CPU и GPU вычисления. Реализация модуля обучения выполнена с использованием этой нейросети.

Модуль разметки (рис. 1) предоставляет возможность выделять объекты во входном видеопотоке. Под выделением понимается задание координат прямоугольника, в котором находится требуемый объект (то есть формирование bounding box), выбор цвета выделяемой области (используется только в этом модуле для удобства различения объектов разных классов), выбор класса для объекта. Выходными данными данного модуля является yolo-ориентированный dataset, в которой входят:

- файлы изображений, выбранным для разметки;
- аннотации к изображениям, выбранным для разметки;
- файл наименований классов;
- файлы, описывающие dataset для обучения нейронной сети YOLO.

На рисунке 2 представлен пользовательский интерфейс данного модуля.

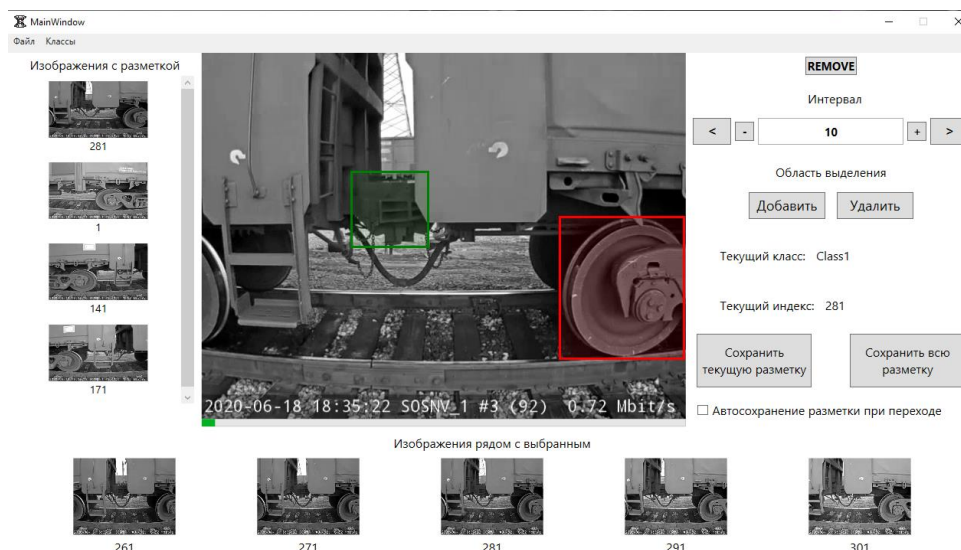


Рис. 2. Интерфейс модуля разметки

Модуль обучения предоставляет возможность пользователю обучить нейронную сеть и/или сформировать для неё конфигурационный файл. Под обучением подразумевается формирование весовых коэффициентов для нейросети. Интерфейс модуля позволяет настроить все необходимые и возможные параметры (выбрать количество видеокарт, задействованных в процессе; размер входных изображений; выбор вспомогательных функций-настроек обработки и прочие). Выходными данными являются сформированный файл с расширением «.weights» и/или конфигурационный файл для YOLO или Tiny-YOLO. На рисунке 3 представлен пользовательский интерфейс данного модуля.

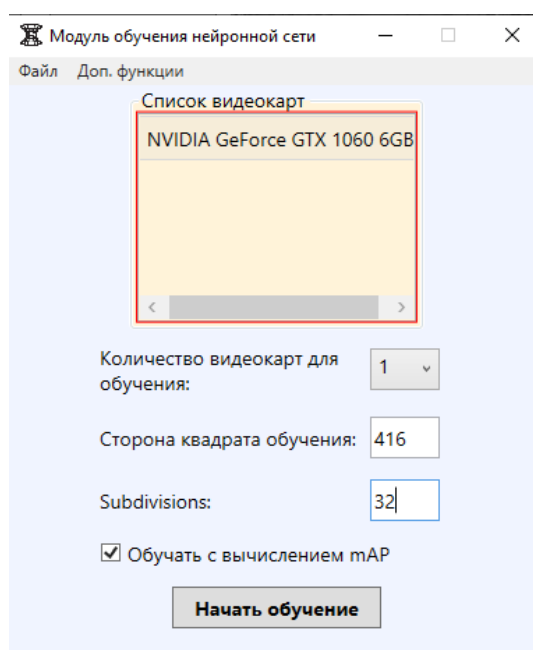


Рис. 3. Интерфейс модуля обучения

Модуль обработки предназначен для формирования логики обработки детектированных объектов, и при необходимости зон интереса, созданных пользователем. Логическая обработка состояния происходит в блоках, выбранных пользователем из заданного расширяемого набора. Данные блоки фиксируют наличие, одновременное присутствие, движение объектов в кадре и относительно друг друга, нахождение или отсутствие детектированных объектов в зонах интереса, созданных пользователем. Перечисленные блоки можно комбинировать через логические операторы «И» и «ИЛИ». Данный модуль запускает нейросеть по выбранному пользователем набору входных данных (веса, имена классов, конфигурационный файл, входное видео (ссылка, файл, веб-камера). Пользователю даётся возможность создавать зоны интереса, накладывая их поверх видеоряда, на котором также отображаются обнаруженные нейронной сетью объекты. На рисунке 4 представлен пользовательский интерфейс данного модуля.

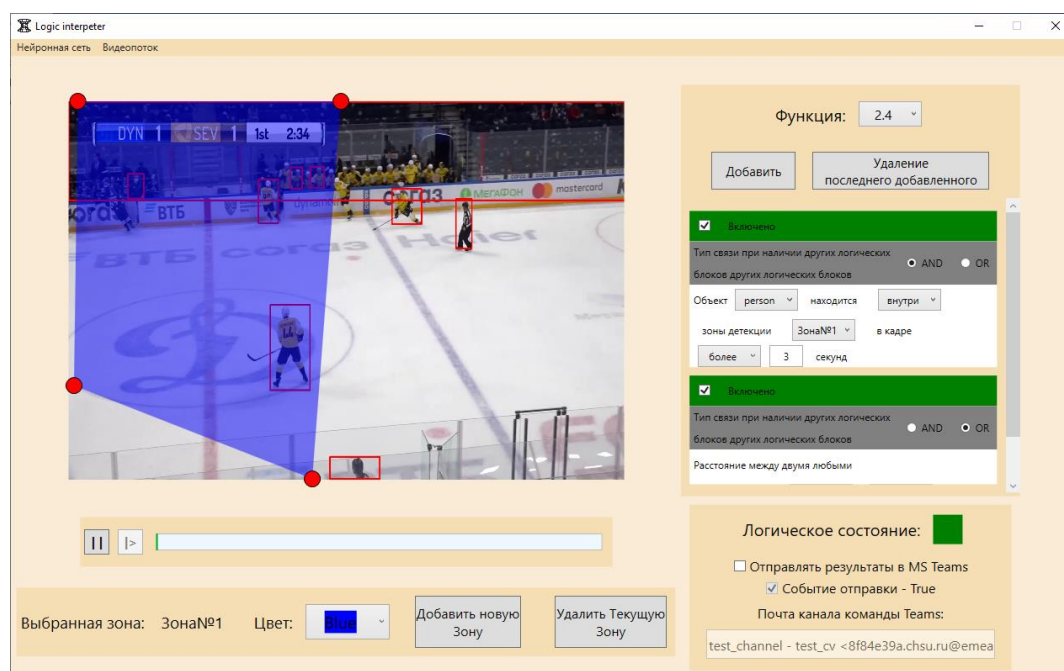


Рис. 4. Интерфейс модуля обработки

Применение разработанного приложения ориентировано на пользователей, которые могут не иметь специальных знаний в области программирования и ручного обучения нейронных сетей. Программное обеспечение внедрено и успешно использовано для решения ряда производственных задач ПАО «Северсталь».

Список использованных источников

1. Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection [https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.084986308404&origin=resultslist]: статья - University of Washington, 9 май 2016.

2. Darknet. [<https://pjreddie.com/darknet/>]: информационный ресурс.
3. Compiling With CUDA. [<https://pjreddie.com/darknet/install/#cuda>]: информационный ресурс.

УДК 004.032.26

Е. О. Волков

ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет», г. Череповец,
Россия

СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЦЕНТА ВЯЗКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НА ИЗЛОМАХ МЕТАЛЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. Разработана автоматизированная система, которая позволяет по фотографиям изломов металла после испытания на ударный изгиб находить зоны 100 % и 50 % хрупкой составляющей и обрабатывать результаты согласно ГОСТ 30456-97. Металлопродукция. Прокат листовой и трубы стальные. Методы испытания на ударный изгиб. Внедрение разработанной системы позволяет получать более объективные результаты испытаний, снизить нагрузку на лаборантов, уменьшить репутационные потери заказчика из-за поставки металла ненадлежащего качества. Спроектированный алгоритм включал в себя комплекс сегментирующий нейронный сетей архитектуры U-NET, которая выделяла на изображении изломы металла с точностью до 95 %, и Mask-RCNN, которая выполняла поиск и классификацию зон хрупкостью с точностью до 90 %. Созданное ПО выдавало результаты, которые совпадали с изначальным мнением экспертов в 75 % случаев.

Ключевые слова: хрупкость металла, испытание на ударный изгиб, разрушающий контроль, металлургия, нейронные сети, автоматический анализ, Mask RCNN, U-NET.

Abstract. An automated system was developed that allows using photographs of metal fractures after impact of Drop-Weight Tear Tests to find zones of 100 % and 50 % of the brittle component and process the results in accordance with GOST 30456-97. Metal production. Rolled steel and tubes. Methods of blow bending tests. The adoption of the developed system allows obtaining more objective test results, reducing the workload of laboratory technicians, decreasing the customer's reputation losses due to supply of metal that had inadequate quality. The designed algorithm applied complex segmentation neural networks included U-NET architecture, which detected metal fractures on the image with an accuracy up to 95 %, and Mask- RCNN, which performed a search and classification of fragility zones with an accuracy up to 90 %. The created software produced results that coincided with the original opinion of the experts in 75 % of cases.

Key words: metal fragility, drop-weight tear tests, destructive testing, metallurgy, neural networks, automatic analysis, Mask-RCNN, U-NET.

В ходе испытания качества получаемого металла, который идёт на производство различной продукции, в том числе к которой предъявляются особые требования к прочности металла, как например при производстве труб, которые должны выдерживать высокое давление газа, производится аттестация металла, во время которой, в частности, осуществляется проверка на механическую устойчивость металла. В число таких проверок входят испытания на ударный изгиб, в результате которого оценивается характер поверхности