

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.383

Карп
Александр Игоревич

Система мониторинга наличия защитного головного убора на производстве

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание академической степени
магистра технических наук

по специальности 1-40 81 04 – Обработка больших объемов информации

Научный руководитель

Потапов В.Д.
к.т.н., доцент

Минск 2020

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Безопасность на производстве является одним из самых важных приоритетов любой компании. Руководство предприятий выделяет огромные средства для обеспечения безопасных условий труда их работников, организации мероприятий по охране труда, а также для контроля соблюдения всех правил подчиненными. На предприятиях с повышенной опасностью ежемесячно проводятся мероприятия, направленные на уменьшение травматизма на производстве.

Одной из опасностей на производствах является травма головы. Как одной из мер уменьшения вероятности получения травм данного типа используются головные уборы защитного типа – каски. По данным статистики производственного травматизма в мире, проводимой Всемирной Организацией Здравоохранения, несчастные случаи на рабочих местах в большинстве стран одна из значимых проблем для государства. Ежегодно в мире происходит около 125 млн. несчастных случаев на рабочих местах. В среднем погибает около 220 тыс. человек. Смертность от травм, полученных на производстве, сегодня занимает в мире третье место.

Каждую секунду травму на производстве получают четверо рабочих. Каждые 3 минуты несчастный случай на рабочем месте заканчивается смертельным исходом. Но эти данные могут быть искажены, так как многие работодатели скрывают факты несчастных случаев. Многие травмы и смерти на рабочем месте остаются неучтенными. Страны, в которых аварии случаются чаще всего: Япония, Германия, США, Франция, Россия.

Только третья часть работодателей Европы уделяют должное внимание охране труда. Статистика производственного травматизма доказывает, что практически половина всех аварий происходит по вине нанимателей. Они не обеспечивают своих рабочих необходимыми средствами защиты из-за невозможности или нежелания тратить на это денежные средства. Строительство является той отраслью, где травмы случаются наиболее часто.

Диссертационная работа посвящена разработке алгоритмов ПО, которые позволят автоматизировать процесс мониторинга наличия защитного головного убора на травмоопасном производстве, обнаружения и распознавания лиц, нарушающий регламенты ношения защитных головных уборов.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

Целью данной работы является разработка алгоритмов и программного обеспечения для решения задачи автоматизации процесса контроля наличия защитного головного убора на производствах с повышенной опасностью получения травм головы.

Для достижения описанной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Реализовать алгоритм обнаружения лица на фото либо видео
2. Реализовать алгоритм распознавания лица на фото либо видео с использованием предзагруженных лиц.
3. Разработать алгоритм определения наличия защитного головного убора у опознанного лица.
4. Реализовать ПО для использования описанных алгоритмов

Объектом исследования являются автоматические системы мониторинга качества выполнения инструкций по охране труда.

Предметом исследования являются математическое и программное обеспечение для автоматизации процесса обнаружения и распознавания лиц без защитных головных уборов.

Основной *гипотезой*, положенной в основу диссертационной работы является возможность создания алгоритма обнаружения и распознавания лиц и наличия у них защитных головных уборов и его программную реализацию, позволяющую использовать данное решение для автоматического контроля исполнения мер охраны труда.

Личный вклад соискателя

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя В.Д. Потапова заключается в формулировке целей и задач исследования.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения, списка использованных источников и приложений. В

первой и второй главе представлен анализ предметной области, выявлены основные существующие проблемы в рамках тематики исследования, показаны направления их решения. Третья глава посвящена разработке алгоритмов и архитектуры ПО для решения задачи мониторинга наличия защитного головного убора на производстве.

Общий объем работы составляет 52 страницы, из которых основного текста 33 страницы, 22 рисунка на 10 страницах, 2 таблицы на 2 страницах, 2 приложения на 5 страницах, список использованной литературы из 18 наименований на 2 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Во **введении** определена область и указаны основные направления исследования, показана актуальность темы диссертационной работы, дана краткая характеристика исследуемых вопросов, обозначена практическая ценность работы.

В **первой главе** приводится обзор решений задач глубоко машинного обучения для классификации изображений. Рассматривается архитектура сверточных нейронных сетей, которые легли в основу большинства алгоритмов работы с изображениями в глубоком обучении. Подробно рассматриваются составляющие сверточных нейронных сетей, такие как сверточные слои и конкретно операции свертки, полносвязные слои и их роль в сверточных нейронных сетях, функции активации и гиперпараметры сверточных нейронных сетей.

Также в данной главе проводится анализ существующих алгоритмов для решения задачи обнаружения объектов на изображении. Алгоритмы основаны на сверточных нейронных сетях. Сравняются такие алгоритмы обнаружения объектов на изображении как R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN и YOLO. Разбирается подход каждого из алгоритмов для обнаружения регионов объектов, процесс обучения, процесс тестирования.

В результате анализа производительности и точности существующих решений для обнаружения объектов на изображении и опираясь на особенности необходимого решения, заключающиеся в обнаружении объектов на видео в режиме реального времени, в качестве алгоритма обнаружения объектов на изображении был выбран YOLO, а точнее его вариация YOLOv3.

На рисунке 1 и рисунке 2 изображены результаты точности и производительности различных архитектур. Как видно из графиков,

алгоритм YOLO показывает достаточно хорошую точность и самую быструю скорость работы.

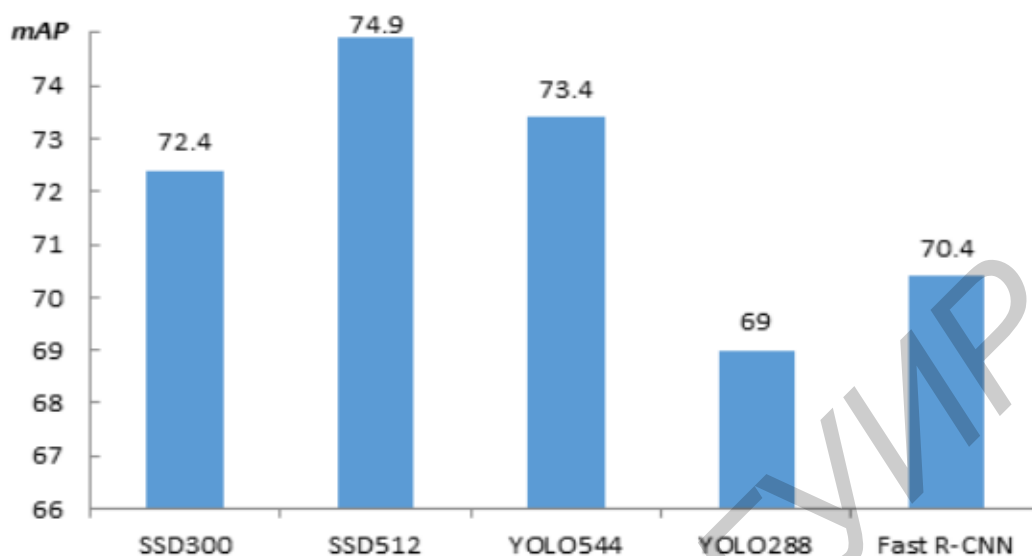


Рисунок 1 – Результаты точности в PASCAL VOC 2007/2012

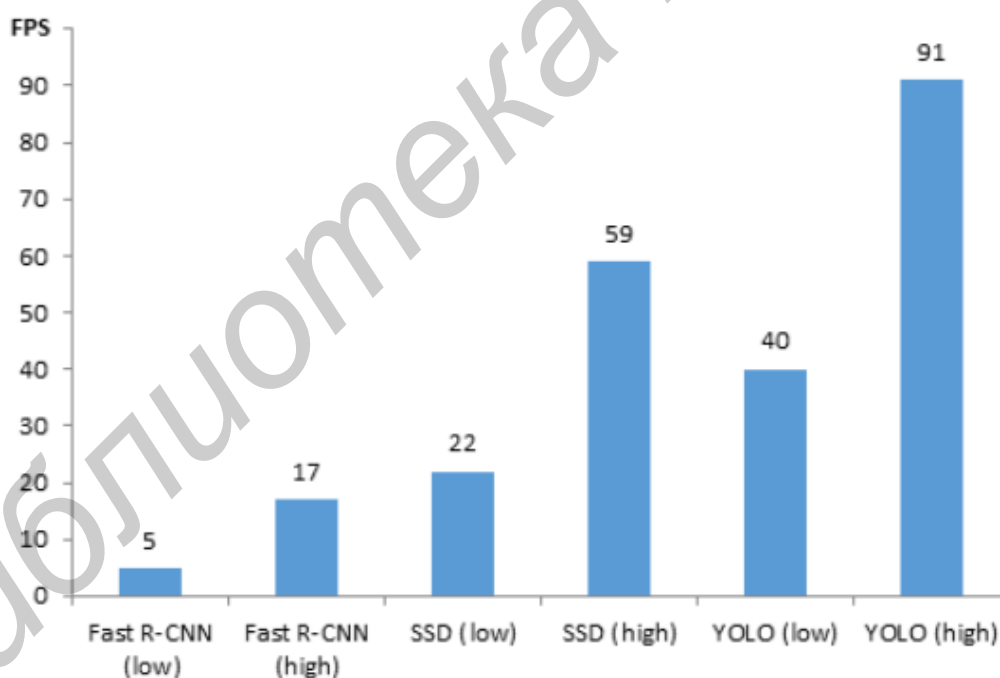


Рисунок 2 – Сравнение быстродействия моделей

Вторая глава посвящена разбору задачи обнаружения и распознавания лиц на изображении. Рассмотрен алгоритм FaceNet, заключающийся в отображении изображений лиц в векторное пространство (рисунок 3). Алгоритм обнаружения объектов на изображении, выбранный в первой

главе, используется как обработчик изображений для обнаружения регионов лиц, которые подаются входным параметром в сеть FaceNet. Ответ сети представляет собой векторное представление входного изображения, которое в дальнейшем будет использовать классификатором для обучения узнавать лица.

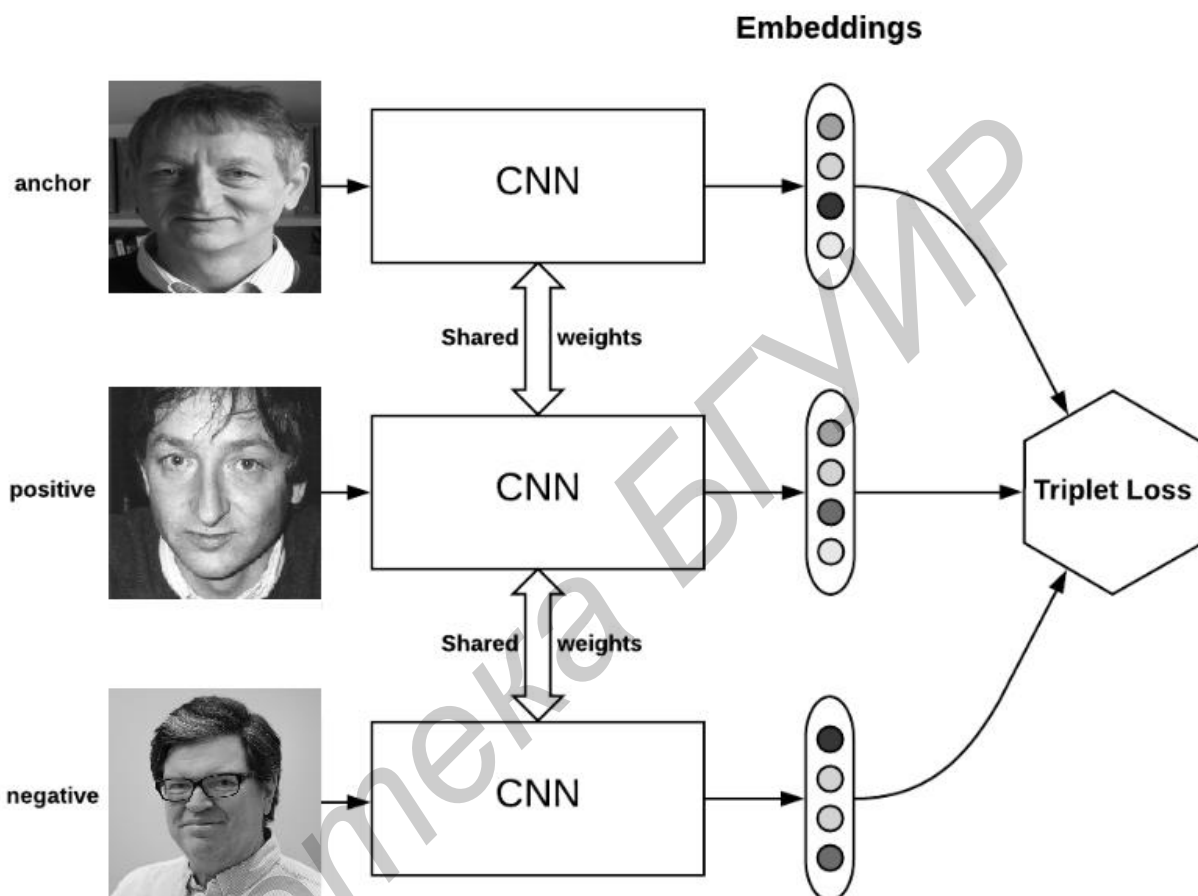


Рисунок 3 – Схема работы алгоритма FaceNet

В качестве классификатора для распознавания лиц был выбран метод опорных векторов. В данной главе подробно описываются данный алгоритм, заключающийся в формировании разделяющей гиперплоскости между объектами разных классов.

В **третьей главе** содержится описание разработанного метода для обнаружения и распознавания лиц без защитных головных уборов на производстве. Описывается решение каждой из подзадач:

- 1) Обнаружение лиц на изображении
- 2) Обнаружение защитного головного убора на изображении
- 3) Поиск лиц, для которых не было обнаружено защитного головного убора

4) Распознавание лиц из предыдущего пункта по внутренней базе среди загруженных лиц

Алгоритм представляет собой совокупность решений для каждой из подзадач, для которых использует описанные в предыдущих главах методы и алгоритмы решений. На рисунке 4 изображен график сравнения точности и производительности различных алгоритмов, обученных для обнаружения защитных головных уборов на изображении.

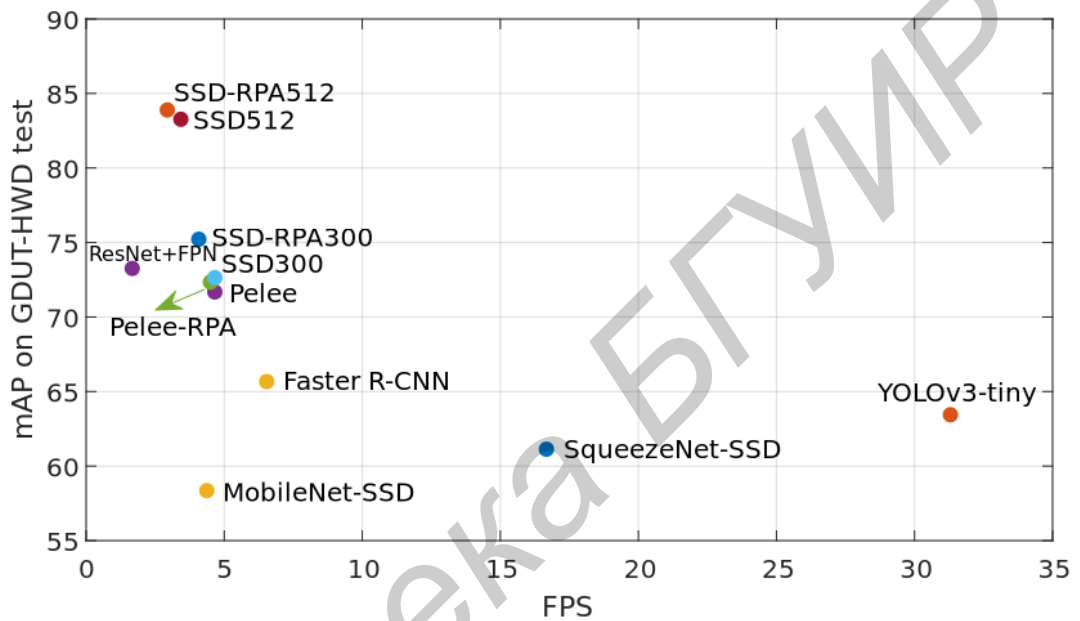


Рисунок 4 – Сравнение точности и производительности различных алгоритмов



Рисунок 5 – Результат работы алгоритма обнаружения каски

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной работы были выполнены следующие задачи:

- 1) Проведен сравнительный анализ существующих алгоритмов обнаружения объектов на изображении, таких как: R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN, YOLO. Последний был выбран в качестве оптимального алгоритма для использования в решении задачи обнаружения объектов на изображении в режиме реального времени, в том числе в рамках поставленной задачи обнаружения лиц без защитных головных уборов в режиме реального времени.
- 2) Предложена кроссплатформенная реализация алгоритма обнаружения лиц без защитных головных уборов в режиме реального времени на языке Python. Алгоритм включает в себя следующие задачи:
 - 1) Обнаружение лиц на изображении
 - 2) Обнаружение защитного головного убора на изображении
 - 3) Поиск лиц, для которых не было обнаружено защитного головного убора
 - 4) Распознавание лиц из предыдущего пункта по внутренней базе среди загруженных лиц

В рамках работы было реализовано решение каждой из подзадач на языке программирования Python и с использованием библиотек для работы с алгоритмами глубокого обучения моделей компьютерного зрения. В качестве алгоритма обнаружения лиц и защитных головных уборов на изображении в режиме реального времени по результатам сравнительного анализа был выбран алгоритм YOLO. Для распознавания лиц по внутренней базе использовался алгоритм FaceNet, который осуществлял векторное отображение изображений лиц в вектор в пространстве R^N . Для дальнейшего распознавания лиц по внутренней базе был обучен классификатор на основе метода опорных векторов (SVM).

Библиотека БГУИР