

ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ДЕТЕКТОРА ФИЗИЧЕСКОГО ДИСТАНЦИРОВАНИЯ В ПЕРИОД ЭПИДЕМИИ

THE POTENTIAL OF COMPUTER VISION AS A PHYSICAL DISTANCE DETECTOR DURING THE EPIDEMIC

С. В. Ткаченко, Т. В. Смирнова

S. Tkachenko, T. Smirnova

Учреждение образования “Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова” Белорусского государственного университета,
г. Минск, Республика Беларусь
freddy.clarck@yandex.ru
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Представлены материалы по реализации детектора физического дистанцирования на базе системы компьютерного зрения ввиду инфекции COVID19. Приводится описание использования компонентов системы и обоснование возможностей их использования.

The materials on the implementation of a physical distance detector based on a computer vision system due to COVID19 infection are presented. The description of the use of the system components and the rationale for their use is given.

Ключевые слова: дистанцирование, компьютерное зрение, OpenCV, свёрточная нейронная сеть, детектор объектов YOLO, NVIDIA CUDA.

Keywords: distance, computer vision, OpenCV, convolutional neural network, YOLO object detector, NVIDIA CUDA.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-425-428>

Актуальность работы объясняется необходимостью создания средств автоматического контроля за распространением социально значимых заболеваний. В статье представлен макет устройства, позволяющий контролировать соблюдение дистанции физического дистанцирования. Такое устройство может использоваться различными службами, включая санитарные, для контроля соблюдения населением рекомендаций системы здравоохранения относительно правил дистанцирования.

Цель работы – разработка прототипа детектора физического дистанцирования с использованием системы компьютерного зрения OpenCV и детектора объектов YOLO.

Физическое дистанцирование – это комплекс немедикаментозных действий, направленных на замедление распространения инфекционного заболевания. Цель физического дистанцирования – снижение вероятности контакта между инфицированными и неинфицированными людьми, чтобы уменьшить уровень передачи инфекции.

Физическое дистанцирование, возможно, является наиболее эффективным нефармацевтическим способом предотвращения распространения болезни – по определению, если люди не находятся близко друг к другу, они не могут распространять инфекцию (рис.1)

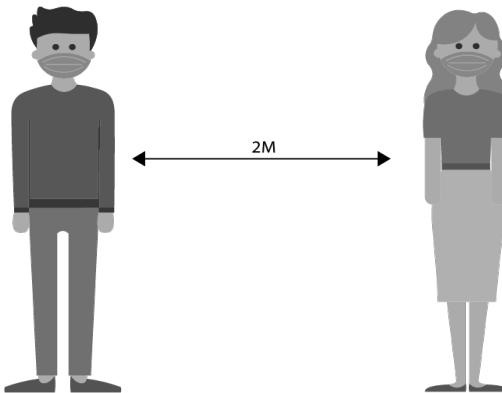


Рис. 1. Соблюдение физической дистанции как мера по предотвращению распространения инфекций

Аппаратная составляющая детектора дистанцирования

В настоящее время государственными и частными организациями, а также отдельными лицами используется большое количество готовых систем видеонаблюдения – от профессиональных охранных камер, до простых

веб-камер, которые имеют различные разрешения, тип матрицы, фокусное расстояние и множество других характеристик. Но все существующие системы по выявлению необходимых объектов в режиме реального времени требуют специального оборудования, включая мощные компоненты для обработки логических и графических операций. Также в качестве необходимого элемента системы используются и оптические компоненты – камеры видеонаблюдения.

Главной проблемой при создании аппаратной части мобильного недорогого детектора является решение вопроса об определении точного расстояния между контролируемыми объектами, в данном случае – дистанции между людьми. Точнее, нужно определить, соблюдается ли расстояние между объектами более чем N пикселей.

Поэтому для использования данных оптических приборов в системе необходимо понять, какое количество пикселей (двумерных наборов входных данных) для нас будет оптимально. Для этого предлагается использовать метод подобия.

Допустим, есть маркер или объект с известной шириной W . Затем мы помещаем этот маркер на некотором расстоянии D от камеры. Мы берем картину нашего объекта, используя камеру, а затем измеряем видимую ширину P в пикселях. Это позволяет нам получить воспринимаемое фокусное расстояние F нашей камеры [1]:

$$F = (P \cdot D) / W \quad (1)$$

Продолжая перемещать камеру как ближе, так и дальше от объекта / маркера, можно применить свойство подобия треугольников, чтобы определить расстояние от объекта до камеры:

$$D' = (W \cdot F) / P \quad (2)$$

Кроме аппаратной части системы, для ее управлением требуется программное обеспечение. Программная составляющая детектора физического дистанцирования основывается на системе компьютерного зрения OpenCV, глубоком обучении, детекторе объектов YOLO, программно-аппаратной архитектуре параллельных вычислений NVIDIA CUDA GPU.

С учётом этого была разработана программа, способная выполнять анализ как по уже имеющимся данным видеофайлов, так и в режиме реального времени. Преимущество системы в том, что она способна работать как на экономичных одноплатных микрокомпьютерах, так и на мощных системах.

Использование методов глубокого обучения при обработке данных от систем компьютерного зрения

Глубокое обучение – область машинного обучения, которая рассматривает методы решения задач искусственного интеллекта с использованием глубоких нейронных сетей. Основная проблема при использовании глубоких нейросетей с большим количеством скрытых слоев – трудность обучения по причине исчезающего градиента: при использовании традиционных функций активации сигналы об обратно распространяемых ошибках быстро становятся очень малыми (или слишком большими). Хотя прогресс в создании алгоритмов глубокого обучения к настоящему времени существенный [2].

Для задач компьютерного зрения используют главным образом архитектуру свёрточных нейронных сетей. Свёрточные нейронные сети (Convolutional Neural Network, CNN) устраниют необходимость ручного извлечения признаков объектов, поскольку используют шаблоны для классификации изображений. Кроме того, CNN могут быть переобучены на предварительно обученных моделях для выполнения новых задач классификации и распознавания. Данный тип нейронных сетей объединяют три архитектурных идеи для обеспечения инвариантности распознавания к изменению масштаба, повороту, сдвигу и пространственным искажениям, тем самым хорошо подходят для работы как со статическими, так и с динамическими изображениями (рис. 2).

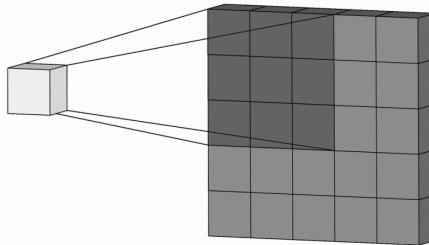


Рис.2. Свёрточная нейронная сеть

Свёрточная нейронная сеть состоит из разных видов слоев: свёрточные слои, субдискретизирующие слои и слои «обычной» нейронной сети – персептрана. Первые два типа слоев, чередуясь между собой, формируют входной вектор признаков для многослойного персептрана.

Локальные рецепторные поля обеспечивают локальную двумерную связность нейронов. Общие синаптические коэффициенты обеспечивают детектирование некоторых черт в любом месте изображения и уменьшают общее число весовых коэффициентов.

В системе социального дистанцирования используется детектор объектов YOLO. На текущий момент является популярной архитектурой для свёрточных нейронных сетей и используется для распознавания множества объектов на изображении.

Главная особенность этой архитектуры, реализующей алгоритмы быстрой детекции, по сравнению, например, с двухэтапными (R-CNN, Fast R-CNN), состоит в том, что семейство двухэтапных методов применяет свёрточную нейронную сеть несколько раз к разным регионам изображения, а YOLO «прогоняет» изображение через CNN один раз. Сеть делит изображение на своеобразную сетку и обнаруживает объекты указанного класса для каждого участка, с определением охватывающей рамки.

Плюсы данного подхода состоит в том, что сеть смотрит на все изображение сразу и учитывает контекст при детектировании и распознавании объекта.

Если сравнивать с подобными решениями, то YOLO в 1000 раз быстрее чем R-CNN, и почти в 100 быстрее чем Fast R-CNN [3].

С учётом того, что данная система разрабатывалась под разные архитектуры в программе, сразу указываются две константы, на основании которых будет работать система:

- логическое значение, указывающее, следует ли использовать NVIDIA CUDA GPU;
- определить минимальное безопасное расстояние (в пикселях), на котором могут находиться друг от друга два человека.

Для ускорения обучения на больших наборах данных рекомендуется распараллеливать вычисления на многоядерных процессорах и на графических процессорах GPU. NVIDIA CUDA GPU (Compute Unified Device Architecture) является программно-аппаратной архитектурой параллельных вычислений, которая позволяет существенно увеличить вычислительную производительность благодаря использованию графических процессоров фирмы NVIDIA [4].

У видеочипов работа простая и распараллеленная изначально. Видеочип принимает на входе группу полигонов, проводит все необходимые операции, и на выходе выдаёт пиксели. Обработка полигонов и пикселей независима, их можно обрабатывать параллельно, отдельно друг от друга [5]. Поэтому, из-за изначально параллельной организации работы в GPU используется большое количество исполнительных блоков, которые легко загрузить, в отличие от последовательного потока инструкций для CPU.

Таким образом предполагая, что результат программного приложения дает хотя бы одно обнаружение, мы перебираем их, извлекаем координаты ограничивающего прямоугольника и обновляем наши полученные результаты список, состоящий из данных по признакам:

- вероятность обнаружении каждого объекта (человека);
- ограничивающая рамка каждого человека;
- центроид каждого человека;
- возвращаем полученные результаты вызывающей функции.

Реализация детектора социального дистанцирования с помощью OpenCV и глубокого обучения проходит по следующему сценарию:

- идёт выбор аппаратной части (определяется ее мощность), тем самым корректируются параметры конфигурационного файла на использование NVIDIA CUDA GPU;
- определяется, будет ли происходить работа обработки изображения в реальном времени или с уже подготовленным файлом.

При использовании уже готового файла системой предусмотрена возможность подготовки измененного видеофайла с метками на анализируемых объектах.



Рис.3. Пример работы системы социального дистанцирования

Таким образом, разработанная система социального дистанцирования с использованием свёрточной нейронной сети и детектора YOLO, позволяет:

- обнаруживать наличие объекта в видеопотоке;
- определять центроиды для каждого обнаруженного человека;
- производить вычисление попарных расстояний между всеми центроидами;

- производить проверку, выдерживалось ли рекомендуемое расстояние между объектами. Если обнаруживается, что парные расстояния менее N пикселей, то это означает, что пара людей нарушила правила социального дистанцирования (рис. 3).

Кроме того, возможности графического процессора с поддержкой NVIDIA CUDA позволяют работать в режиме реального времени, что позволяет использовать детектор в качестве проверочного прибора при соблюдении норм социального дистанцирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бринк Хенрик, Ричардс Джозеф, Феверолф Марк. Машинное обучение. – СПб.: Питер, 2018. – 336 с.
2. Boominathan L., Kruthiventi S.S., Babu R.V. CrowdNet: A Deep Convolutional Network for Dense Crowd Counting // Proceedings of the 2016 ACM on Multimedia Conference (Amsterdam, The Netherlands, October 15–19, 2016), 2016. Р. 640–644. DOI: 10.1145/2964284.2967300
3. Винстон Уэйн. Бизнес-моделирование и анализ данных. Решение актуальных задач с помощью Microsoft Excel. 5-е издание. – СПб.: Питер, 2018. – 864 с.: ил. – (Серия «Библиотека программиста»).
4. Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е. Глубокое обучение. – СПб.: Питер, 2018. – 480 с.
5. Плас Дж. Вандер. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. – СПб.: Питер, 2018. – 576 с.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА И ВЛАЖНОСТИ В ЗАМКНУТОЙ СРЕДЕ

AUTOMATION AND CONTROL SYSTEM FOR CARBON DIOXIDE CONCENTRATION AND HUMIDITY IN A CLOSED ENVIRONMENT

А. В. Чернявский, И. В. Лефанова
A. V. Chernyavsky, I. V. Lefanova

Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: Alex27by@gmail.com

Belarusian State University, ISEI BSU

Minsk, Republic of Belarus

Создание автоматизированной системы контроля концентрации углекислого газа и влажности на базе микроконтроллера Arduino UNO, с использованием реле, модуля реального времени ds1307 и датчика температуры и влажности DHT11. Контроль осуществляется посредством программы, написанной в Arduino IDE на языке программирования C++.

Creation of an automated carbon dioxide and humidity control system based on the Arduino UNO microcontroller, using a relay, real-time ds1307 module and DHT11 temperature and humidity sensor. The control is carried out by means of a program written in the Arduino IDE in the C ++ programming language.

Ключевые слова: Arduino, модуль реального времени, язык программирования C++.

Keywords: Arduino, real-time module, C ++ programming language.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-428-430>

В связи с экспоненциальным ростом населения Земли и вместе с тем с ростом городского населения одной из основных проблем современности стало обеспечение населения продовольствием. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур за счет внедрения генномодифицированных растений в целом не способно справиться с основными сельскохозяйственными проблемами, такими как зависимость урожайности от погодных условий и стремительной деградацией плодородных почв. Одним из наиболее перспективных способов решения продовольственной проблемы стало внедрение технологий внегрунтового растениеводства (гидро-, аэро- и аквапоника). Гидропонные системы используются уже несколько лет. Оборудуются специальные теплицы, помещения, являющиеся закрытой средой. В России есть несколько проектов, которые являются доказательством дееспособности подобных систем. Есть проекты, в которых создают готовые теплицы, которые можно установить и выращивать различные сорта растений, другие же создают автоматическую систему, готовую к установке в практически любом помещении, подходящим по требованиям. Некоторые компании используют подобные решения как метод выращивания чистых овощей, позволяющий зарабатывать средства, за счет продажи этой продукции.

Организация городского агропромышленного комплекса в виде замкнутой автономной системы возможно за счет автоматизированного управления всеми модулями и этапами выращивания растений. Автоматизированное