

## Обзор алгоритмов, используемых для определения интенсивности дорожного движения на перекрестке

Тукмачева Юлия Андреевна, студент  
Югорский Государственный Университет (г. Ханты-Мансийск)

**Аннотация.** В статье представлен обзор и анализ простых алгоритмов отслеживания траектории автотранспортных средств и автоматического подсчета автотранспорта, используемых для оптимизации организации дорожного движения, а именно, для решения проблемы - появления автомобильных пробок. В статье рассматриваются базовые алгоритмы: алгоритм подсчета на основе отслеживания движения автотранспорта с помощью сравнения двух кадров, алгоритм отслеживания автотранспорта на основе пересечения осевой линии, алгоритм подсчета автотранспорта на основе пересечения осевой линии и предсказанной траекторией движения, алгоритм подсчета на основе попадания предсказания следующей точки траектории движения автотранспорта в заранее определенную область.

**Ключевые слова:** автотранспорт, распознавание, отслеживание траектории автотранспортных средств, подсчет автотранспорта, оптимизация дорожного движения.

### Введение

Основной проблемой дорожного движения являются автомобильные пробки, возникающие вследствие ремонтных работ, аварий, час-пика и неэффективной работы светофоров. Неэффективная работа светофоров является одной из главных причин появления автомобильных пробок. Своевременное решение данной проблемы поможет разгрузить дорожный трафик во время час-пика. Для качественного регулирования автотранспортных потоков необходимо выполнять анализ дорожного трафика, т.е. в каждом из направлений вести автоматический подсчет автотранспорта.

### Существующие алгоритмы мониторинга трафика дорожного движения

Для реализации решения данной проблемы, необходимо опираться на направление машинного зрения. Машинное зрение является отраслью искусственного интеллекта, суть которой заключается в наборе методов, позволяющих видеть и находить на фото или видео конкретные объекты. Для нахождения и отслеживания автотранспортного движения принято использовать архитектуру свёрточных нейронных сетей, предназначенную для качественного и эффективного распознавания объектов на изображении.

Существует несколько алгоритмов подсчета автотранспорта:

1. Алгоритм подсчета на основе отслеживания движения автотранспорта с помощью сравнения двух кадров;
2. Алгоритм отслеживания автотранспорта на основе пересечения осевой линии;
3. Алгоритм подсчета автотранспорта на основе пересечения осевой линии и предсказанной траекторией движения;
4. Алгоритм подсчета на основе попадания предсказания следующей точки траектории движения автотранспорта в заранее определенную область.

### Алгоритм подсчета на основе отслеживания движения автотранспорта с помощью сравнения двух кадров

Алгоритм подсчета на основе отслеживания движения автотранспорта с помощью сравнения двух кадров. Принцип обнаружения автотранспорта заключается в нахождении разницы между изображениями из соседних кадров. Для того, чтобы найти движущийся объект, необходимо выполнить дифференцирование кадров, результатом которого будет новое изображение. На новое изображение наносятся контуры движущегося объекта.[1,2] На рисунке 1 представлен результат работы алгоритма.



Рисунок 1. Пример работы алгоритма «Алгоритм подсчета на основе отслеживание движения автотранспорта с помощью сравнения двух кадров»

В конечном итоге автотранспорт подсчитывается, исходя из того сколько раз отфильтрованные движущиеся объекты заехали в конкретные участки на изображении.

### Алгоритм подсчета автотранспорта на основе пересечения осевой линии

Рассматривая вариант подсчета автомобилей на основе пересечения им осевой линии. При направлении движения

объекта вверх - в сторону осевой линии происходит проверка нахождения центра объекта выше осевой линии, идет подсчет объекта. При направлении движения объекта вниз - в сторону осевой линии, и нахождением его центра ниже осевой линии так же происходит подсчет.[3] На рисунке 2 представлена схема работы алгоритма. В прямоугольной рамке выделен автотранспорт, линия – это осевая линия.

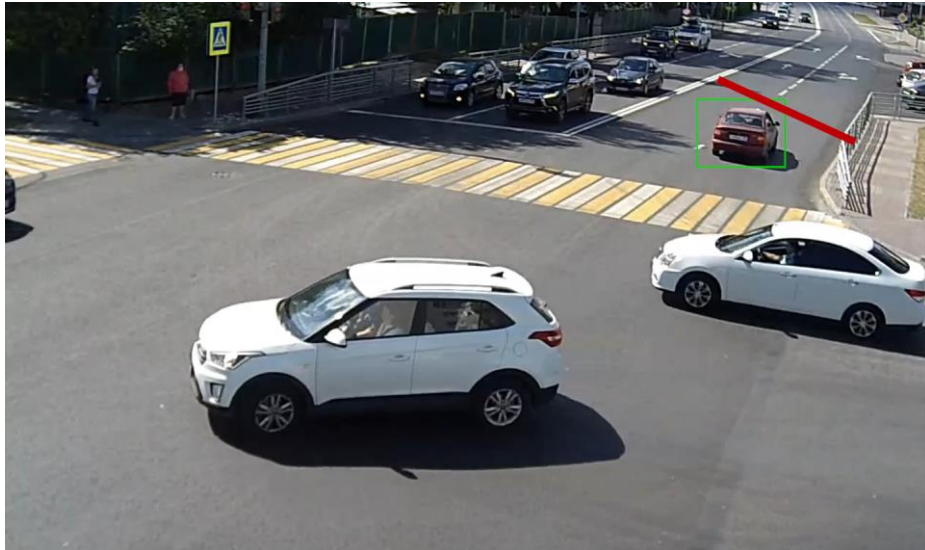


Рисунок 2. Принцип работы алгоритма «Алгоритм подсчета автотранспорта на основе пересечения осевой линии»

**Алгоритм подсчета автотранспорта на основе пересечения осевой линии и предсказанной траекторией движения**

Алгоритм представляет из себя систему подсчета, а с осевой линии, но подсчет осуществляется за счет пересечения осевой линии с линией траектории движения автотранспортного средства. Алгоритм использует процедуру индексации автотранспортных средств. Данный алгоритм представляет из себя проверку на пересечение прямоугольников, которыми обведен автотранспорт. При наличии пересечения ал-

горитм считает это одним и тем же автотранспортом. Следовательно, для каждого автотранспортного средства будет своя линия траектории.[4] На рисунке 3 представлена схема работы алгоритма. Прямоугольниками выделено текущее и предыдущее положение автотранспорта. Точки в центрах прямоугольников это центры отслеживаемого объекта. Пунктирная линия — это луч, построенный между двумя точками, который является предсказанной траекторией движения, а сплошная линия — это осевая линия.



Рисунок 3. Принцип работы алгоритма «Алгоритм подсчета автотранспорта на основе пересечения осевой линии предсказанной траекторией движения»

**Алгоритм подсчета на основе попадания предсказания следующей точки траектории движения автотранспорта в заранее определенную область**

Алгоритм так же использует трек-линию автотранспортного средства, но сам подсчет осуществляется иначе. На видеозапись накладывается маска - зона подсчета автотранспорта. Процесс подсчета основан на предсказывании следующей точки центра автотранспортного средства. При попадании предсказанной точки в наложенную маску, данный

автотранспорт подсчитывается, а его трек линия удаляется. Предсказание происходит путем подсчета скорости автотранспортного средства основываясь на двух последних точках его трек-линии. На рисунке 4 представлена схема работы алгоритма. Точкой выделен центр машины. Пунктирная линия — это луч, построенный между двумя точками, который является предсказанной траекторией движения.



Рисунок 4. Принцип работы алгоритма «Алгоритм подсчета на основе попадания предсказания следующей точки траектории движения автотранспорта в заранее определенную область»

#### Заключение

Все представленные алгоритмы решают задачу подсчета количества автотранспорта в видео потоке. У каждого алгоритма есть свои достоинства и недостатки. У «Алгоритма подсчета на основе отслеживание движения автотранспорта с помощью сравнения двух кадров» явным достоинством является простота его реализации. Но, к сожалению алгоритм имеет несколько весомых недостатков: при большом количестве шумом данный алгоритм срабатывает на любой движущийся объект, а не только на автотранспорт. Данный недостаток можно уменьшить, поставив фильтр на те объекты, что появляются в кадре, и оставляя те, что удовлетворяют условиям фильтра, например: размер или положение на изображении. Также алгоритм имеет проблему: при высокой скорости автотранспортного средства и небольшом количестве кадров в секунду возникают ситуации некорректного отображения контуров автотранспортных средств.

Алгоритм «Алгоритм подсчета автотранспорта на основе пересечения осевой линии» не является простым в реализации, достоинством данного алгоритма является его качественная работа и корректный результат при двух направлениях движения. К недостаткам можно отнести следующие: при большом количестве направлений движения алгоритм работает некорректно. Данный алгоритм не может работать

без предобработки изображения, а именно разметки на изображении необходимых объектов. В качестве такого обработчика хорошо выступает свёрточная нейронная сеть, предназначенная для обнаружения объектов.

Алгоритм «Алгоритм подсчета автотранспорта на основе пересечения осевой линии и предсказанной траекторией движения» имеет все достоинства предыдущего алгоритма. К недостаткам можно отнести необходимость постоянного отслеживания движения автотранспорта между кадрами, которое иногда может давать сбои и терять отслеживаемый объект.

Алгоритм «Алгоритм подсчета на основе попадания предсказания следующей точки траектории движения автотранспорта в заранее определенную область» обладает достоинствами двух вышеописанных алгоритмов, однако подсчитывает автотранспорт не по пересечении осевой линии, а по попаданию в заданную область. Недостаток заключается в реализации предсказания точек.

Подводя итог, можно заметить, что каждый алгоритм имеет свои достоинства и недостатки. Для получения качественного решения задачи подсчета количества автотранспорта лучше всего комбинировать разные алгоритмы для того, чтобы нивелировать недостатки каждого из них.

#### Литература:

1. Потапов А. А., Пахомов А. А., Никитин С. А., Гуляев Ю. В., Новейшие методы обработки изображений. — М.: Физматлит, 2008. — 496 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Цифровая обработка изображений. — М.: Техносфера, 2005, 2006. — 1072 с.
3. Игошин В. И. Математическая логика и теория алгоритмов. — 2-е изд., стер.. — М.: ИЦ «Академия», 2008. — 448 с.
4. Кибалов В. И., Шипитько О. С., Коробов Н. С., Григорьев А. С., Безопасное управление скоростью наземного беспилотного транспортного средства в условиях неопределенности собственного положения // Сенсорные системы. — 2019. — Т.33. — №3. — С. 222-237.