

**National Research University Higher School of Economics**

Faculty of Business Informatics

School of Software Engineering

Software Management Department

AN APPLICATION FOR DYNAMIC OBJECT IDENTIFICATION BASED  
ON LUCAS-KANADE ALGORITHM

Student: Kostenko Dmitry

Group: 472SE

Argument Consultant: Prof. Ivan. M. Gostev, PhD

Style and Language Consultant: Tatiana A. Stepantsova

Moscow

2013

## Abstract

В данной статье описывается подход к обнаружению и подсчету транспортных средств на автодорогах. Он основан на дифференциальном методе вычисления оптического потока, предложенном Лукасом и Канаде. Отличие данного метода от других состоит в том, что нет необходимости подготавливать модель фона.

# Содержание

Introduction . . . . .	4
Problem statement . . . . .	5
Related work . . . . .	6
Algorithm . . . . .	7
Allocation of foreground objects . . . . .	8
Foreground segmentation . . . . .	9
Conclusion . . . . .	10

# Introduction

В наше время наблюдается высокие рост количества транспортных средств во всех городах России. По данным ГИБДД только в Москве ежегодный прирост автомобилей составляет 110 - 120 тысяч. В результате проблема заторов автотранспортных дорог становится более острой. Как следствие увеличивается расход топлива, уровень загрязнения окружающей среды и время пути каждого автомобилиста. Одним из решений данной проблемы является установка городской интеллектуальной транспортной системы (ИТС). ИТС варьируются от простых систем регулирования светофоров, до систем регистрации скорости транспортных средств, контроля автомобильного потока и распознавания фактов нарушений. Такие системы с полной комплектацией позволяют контролировать три важных направления:

- 1) Безопасность. Основная цель — снижение аварийности на дорогах. Сюда же входит мониторинг природных и техногенных катаклизмов.
- 2) Мобильность. Сбор информации о пробках от движущихся в потоке автомобилей и информирование участников движения.
- 3) Защита окружающей среды. Снижение ущерба окружающей среде от автотранспорта посредством мониторинга ситуации в реальном времени и своевременного принятия решений.

ИТС может содержать в себе датчики различных типов, от тепловых до ультразвуковых. Ручная обработка гигантского объема данных, поступающих от всех сенсоров таких систем непрактична. Поэтому появляется необходимость автоматизировать обработку данных и заключения выводов на основе них.

Автоматическое обнаружение транспортных средств в данных видеонаблюдения является комплексной задачей в компьютерном зрении.

Одной из задач такой системы является подсчет транспортных средств на автодороге. Которая в свою очередь тоже разбивается на подзадачи компьютерного зрения, такие как: выделение объектов переднего плана (автомобилей) и отслеживание их положения в последующих кадрах.

В данной статье мы описываем подход к решению задачи автоматического отслеживания движущихся транспортных средств и их подсчета. Где единственным источником данных о ситуации на автодороге является видеочкамера. Краткое содержание последующих глав:

- 3) Краткое описание существующих решений в области видеонаблюдения на автодорогах.
- 4) Постановка задачи и формулирование требований к разрабатываемому алгоритму.
- 5)
- 6) Краткое содержание важных моментов статьи, перспективы развития подхода.

## Problem statement

Одна из наиболее важных задач в видео наблюдении состоит из идентификации объекта интереса и отслеживание его траектории в последующих кадрах. Эту задача может быть разбита на подзадачи. Первое, обнаружение объектов интереса. После того, как мы это сделали мы получим координаты объектов на изображении.

О том, как выделять объект интереса (ограничивающей рамкой или попиксельной маской) будет написано позже.

Затем следить за изменениями координат объектов интереса в последующих кадрах.

Для формализации приведем некоторые определения.

Т.к. видео - это последовательность кадров, то в каждый момент времени мы имеем один кадр, называемый текущим. Если кадр  $i$  - текущий кадр, то кадр  $(i-1)$  - предыдущий.

Объектами переднего плана будем считать любые движущиеся объекты (транспортные средства, деревья, люди). Определение объекта, как движущегося, зависит от характеристик камеры и окружающей обстановки. Поэтому движущимися объектами назовем те объекты, которые меняют свое положение на текущем кадре, относительно предыдущего кадра.

Движущийся объект перед камерой или движущиеся камера в неподвижной обстановке ведет к изменению изображения. Изображение видимого движения объекта называется оптическим потоком.

Существует несколько методов вычисления оптического потока. Лукас и Канаде предложили дифференциальный подход. О нем будет рассказано дальше.

Для вычисления оптического потока необходимо сделать несколько предположений.

1) изображение - это непрерывная функция от двух переменных; 2) яркость объекта остается неизменной в небольшой промежуток времени; 3) отслеживаемый объект на новом кадре будет расположен на небольшом расстоянии относительно предыдущего кадра.

Первое предположение дает нам возможность использовать методы математического анализа и позволяет производить математические операции над изображением. Второе предположение существует потому, что мы живем в реальном мире, в котором объекты не могут мгновенно перемещаться на большие расстояния. Третье предположение необходимо потому что мы не сможем без него отслеживать объект.

Сформулируем требования к алгоритму: 1) Работать без каких-либо предварительных данных об автодороге 2) Обработка потока данных в реальном времени 3) Не должен требовать высоких вычислительных мощностей. Минимальные требования к оборудованию будут предложены в техническом задании.

## Related work

В данной главе представлен краткий обзор существующих решений в области видеонаблюдения на автодорогах.

В мире существует только одна всеобъемлющая архитектура ИТС. Предложенная транспортным департаментом США инициатива, направленная на создание единого информационного пространства, объединяющего автомобили, дорожное оборудование, диспетчерские залы и центры обработки данных по всей стране.

## Algorithm

В данной главе раскрывается подход к обнаружению и подсчету транспортных средств на автодорогах.

Т.к. видео - это последовательность кадров, то в каждый момент времени мы имеем одно изображение. При получении нового кадра, сперва необходимо избавиться от шумов. Для этого сгладим изображение фильтром Гаусса.

Так как в дальнейшем мы не будем использовать информацию о цвете объектов, то для уменьшения количества избыточной информации переведем изображение из цветовой модели RGB в градации серого.

ПОСЛЕ УМЕНЬШИМ ИЗОБРАЖЕНИЕ

## Allocation of foreground objects

Целью метода, описанного в данном блоке, является получение положений объектов, относящихся к переднему плану.

Традиционные алгоритмы получения объектов переднего плана основаны на методе попиксельного вычитания изображений. Но у данного метода есть недостаток. С помощью него мы можем получить большое количество несвязных областей.

Поэтому, для получения более связных областей, необходимо модифицировать данный метод. Сперва разобьем каждый кадр на непересекающиеся блоки. Оптимальный размер блока определяется империческим и зависит от характеристики камеры и окружающей обстановки. Поэтому, для начала, зададим размер блока равный  $3 \times 3$  пикселей. Затем попиксельно вычтем предыдущий кадр из текущего.

В конце, отфильтруем пиксели каждого блока у полученной разности изображений таким образом: если количество пикселей в каждом блоке, относящихся к объектам переднего плана, превышает заданный порог, то будем считать, что блок принадлежит переднему плану. В ином случае будем считать обратное.

В результате мы получим бинарное изображение объектов переднего плана. Но на данном изображении могут присутствовать шумы. Поэтому необходимо обработать изображение морфологическими операциями. Применим эрозию, а затем наращивание.

Так же необходимо заметить, что метод вычитания предыдущего кадра из текущего дает хороший отклик на границе движущегося объекта. Но в области движущегося объекта наблюдается обратный эффект. В случае, когда транспортное средство имеет большие размеры, вероятность определить транспортное средство, как объект переднего плана, существенно уменьшается.

Чтобы избежать подобного эффекта введем еще 2 понятия: краткосрочная модель переднего плана и долгосрочная модель переднего плана.

Краткосрочной моделью переднего плана является такая модель, которая получается в результате применения последовательности действий, описанных выше. Долгосрочной моделью переднего плана назовем попиксельную сумму  $N$  кадров переднего плана, где  $N$  - натуральное число и больше 1.  $N$  зависит от характеристик камеры и окружающей среды вычисляется империческим путем.

Т.к. отслеживаемые объекты движутся, то при вычислении долгосрочной модели переднего плана мы получим более связные области предполагаемых транспортных средств. На изображении видно, что область объекта может разделиться на несколько областей. Для уменьшения количества связных областей применим морфологическую операцию наращивание.



## Foreground segmentation

В данной главе излагается метод сегментации объектов переднего плана.

Приведем содержание алгоритма, затем опишем каждый пункт.

1) Перевести изображение в серое 2) обработать изображение фильтром гауса (против шумов) 3) вычесть из текущего изображения предыдущее 4) наложить друг на друга  $n$  предыдущих разностей (для получения транспортного средства) Делать это каждые 5 кадров 5) выделить связные области, которые и будут предположительно транспортными средствами 6) сопоставить текущие связные области с такими же на предыдущих кадрах или инициализировать новые 7) если такая связная область пересекает линию интереса, то прибавляем 1 к счетчику

# Conclusion

1 page

## Bibliography

- [1] Takeo Kanade Bruce D. Lucas. *An Iterative Image Registration Technique with an Application to Stereo Vision*. Computer Science Department Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania 15213, 1981.
- [2] D. Marr. *Vision. A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*. W.H. Freeman and Company., 1982.
- [3] S. S. Beauchemin. The computation of optical flow. *ACM Computing Surveys*, 1995.