

УДК 004.931, 004.932

МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОПОТОКЕ

© С.А. Белясников¹, Р.С. Дорофеев²

Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Приведен анализ различных алгоритмов для решения задачи обнаружения движущихся объектов на двумерных изображениях. Выполнено их сравнение. Описана решаемая задача, которая сводится к использованию метода усредненного фона для отслеживания объектов, алгоритма для регистрации событий выхода и входа объектов из выделенных зон. Для улучшения качества выделения движущихся объектов предлагается использовать фильтрацию шумов с использованием размытия по Гауссу и сглаживать перемещение курсора, следящего за объектом.

Ключевые слова: машинное зрение, отделение фона, маска переднего плана, метод вычитания фона, метод усредненного фона, метод низкочастотного фильтра рекурсивного сглаживания.

METHODS FOR DETECTION OF MOVING OBJECTS IN VIDEO STREAMING

S. Belyasnikov, R. Dorofeyev

Irkutsk national research technical University
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074

The article presents the analysis and comparison of various algorithms to solve the problem of moving objects detection in the two-dimensional images. It describes the current task to apply the averaged background method for tracking the objects and the algorithm for recording the objects' input and output events of the selected zones. To improve the quality of moving objects isolation the authors propose to use the noise filtering adding a Gaussian blur and smooth cursor that keeps track of the object.

Keywords: computer vision, background separation, foreground mask, background subtraction method, averaged background method, recursive low-pass filter smoothing method.

Задача обнаружения движения объектов в видеопотоке является актуальной для построения систем видеонаблюдения и разработки систем на основе машинного зрения. Машинное зрение – это новое научное направление робототехники и области искусственного интеллекта, связанное с обработкой изображений и выделением на них объектов реального мира, с последующим использованием объектов для решения прикладных задач. Применение машинного зрения позволяет освободить человека от решения задач, в которых ранее требовалось его участие. Данное направление тесно связано с такими областями, как компьютерное зрение, обработка и анализ изображений, распознавание образов. Машинное зрение имеет широкое промышленное применение, на его основе создаются автономные роботы и системы визуальной проверки и измерений. Данная область включает в себя широкий набор методов для решения задач разного рода [1]. В данной статье рассматриваются методы, связанные с обнаружением движущихся объектов.

На данный момент разработано несколько алгоритмов для решения задачи обнаружения движущихся объектов на двумерных изображениях. Все они основываются на отделении переднего плана от фона изображения и не требуют больших вычислительных ресурсов. Методы вычитания фона производят попиксельное сравнение текущего кадра с моделью и, в зависимости от результатов сравнения, выносят пиксели на передний план и фон [2]. На рис. 1 продемонстрирован пример выделения пикселей переднего плана.

¹Белясников Сергей Александрович, магистрант ЭВМм-15 Института кибернетики им Е.И. Попова,
e-mail: spooner.mc@mail.ru

Belyasnikov Sergey, an undergraduate of Cybernetics Institute, e-mail: spooner.mc@mail.ru

²Дорофеев Роман Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры вычислительной техники,
e-mail: rdobermann@list.ru

Dorofeev Roman, Ph.D, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Computer Engineering Department, e-mail: rdobermann@list.ru



Рис. 1. Отделение фона от переднего плана

Наиболее часто результирующее изображение показывает разницу в виде светлых областей на темном фоне. Светлые области демонстрируют, в каких участках было зарегистрировано перемещение. Такой вид результирующего изображения также называется бинарным или маской переднего плана. На рис. 2 представлена типичная маска переднего плана.



Рис. 2. Маска переднего плана

Метод вычитания фона. За основу фона берется первый кадр видеопоследовательности, который вычитается из последующих кадров. Устанавливается порог чувствительности, в зависимости от которого решается, какому плану принадлежат пиксели. Если разность значений пикселей исходного кадра и текущего превышает пороговое значение, то пиксель становится переднеплановым, иначе – фоновым. На рис. 3 изображен пример работы метода вычитания фона в условиях городских улиц. Кроме пикселей, выделяющих передвижение автомобиля, на маске присутствуют пиксели, отражающие движение листвы деревьев.

Данный алгоритм редко применяется на практике, так как имеет множество недостатков:

- при низкой контрастности алгоритм не может правильно отделить объект от фона;
- результатом отделения становится объект низкого качества;
- неустойчив к изменениям заднего фона, так как на начальное изображение могут попасть нестатичные объекты (например, припаркованные автомобили, деревья);
- неустойчив к изменениям освещения, свет и тени полностью меняют цветовые характеристики фона.

Метод усредненного фона является модификацией метода вычитания фона. Разница заключается в том, что за начальное изображение принимается усредненная последовательность начальных кадров, при этом начальное изображение постоянно обновляется во время работы алгоритма. Число кадров последовательности может легко регулироваться, чтобы получить желаемую чувствительность к изменениям фона.

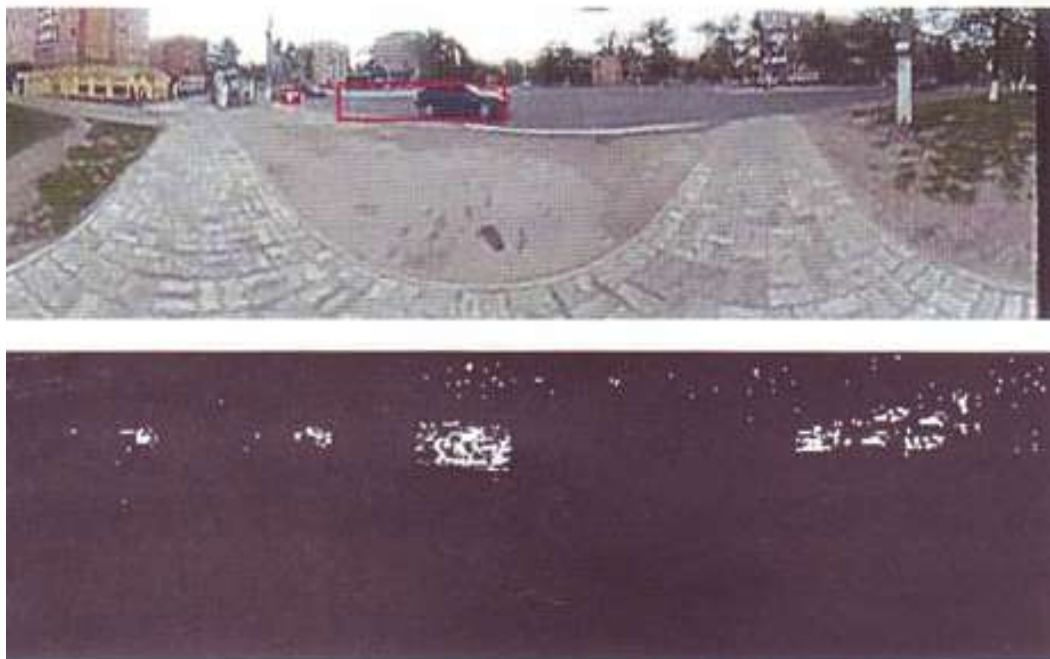


Рис. 3. Демонстрация работы метода вычитания фона

На рис. 4 продемонстрирован пример работы данного алгоритма, на маске легко обнаруживается перемещение автомобиля, посторонних шумов от листвы или смены освещения почти нет. Для достижения наилучшего результата рекомендуется использовать алгоритмы, фильтрующие шумы.



Рис. 4. Демонстрация работы метода усредненного фона

У данного алгоритма можно выделить следующие преимущества:

- алгоритм устойчив к медленному изменению фона;
- устойчив к изменению освещенности сцены.

Метод низкочастотного фильтра рекурсивного сглаживания. Как и в предыдущем методе, для выделения фона берется последовательность кадров. Но для фона используется только последовательность из нескольких предшествующих текущему кадру, начальные кадры не используются. Особенностью алгоритма считается наличие коэффициента

использования текущего кадра. Чем больше значение коэффициента, тем больше влияние текущего кадра [3]. На рис. 5 изображен пример работы данного алгоритма, где первая маска переднего плана является результатом работы алгоритма с низким коэффициентом использования текущего кадра. Можно отметить высокое влияние предыдущих кадров на результат, так как из-за движения машины остается заметный шлейф, но при этом отмечается небольшое количество шумов на фоне. Вторая маска – результат работы алгоритма с высоким коэффициентом. В этом случае фон хуже отделяется от переднего плана, о чем свидетельствует большое количество шумов. Движущийся автомобиль выделяется нечетко, но при этом фактически отсутствует шлейф.

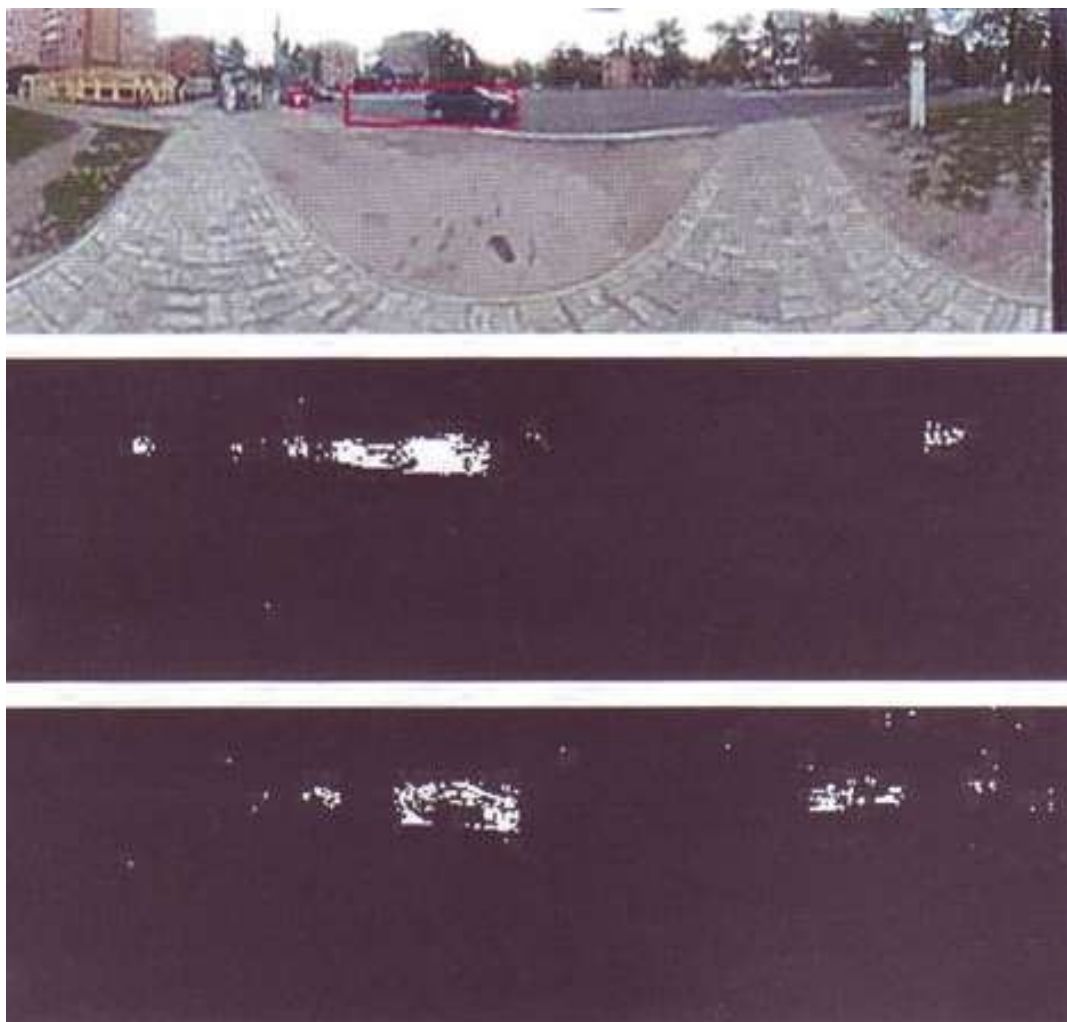


Рис. 5. Демонстрация работы метода низкочастотного фильтра рекурсивного сглаживания с низким и высоким коэффициентами использования текущего кадра

Особенности метода:

- данный метод хорошо справляется с динамическим фоном;
- при высоком значении коэффициента форма объекта может иметь низкое качество;
- при низком значении коэффициента алгоритм хорошо выделяет медленные объекты.

Быстрые объекты оставляют после себя большой шлейф, так как используются перемещения объектов с предшествующих кадров, но нечетко определен задний план.

В таблице представлен сравнительный анализ характеристик методов обнаружения объектов.

Как видно из таблицы наиболее качественный результат обнаружения объектов имеет метод усредненного фона.

Сравнение характеристик методов обнаружения объектов

Воздействие Метод	Устойчивость к изменению фона	Устойчивость к изменению освещенности сцены	Качество выделения объекта	Качество выделения при низкой контрастности
Вычитание фона	Плохая	Плохая	Плохое	Плохое
Усредненного фона	Хорошая	Хорошая	Хорошее	Среднее
Низкочастотный фильтр рекур- сивного сглажи- вания	Хорошая	Хорошая	Среднее	Среднее

Представленные алгоритмы являются простыми в применении и обычно используются в совокупности с другими алгоритмами для достижения необходимых целей при использовании видеонаблюдения. В частности, для отслеживания перемещения и сопровождения объектов применяются алгоритмы, которые используют выходные данные алгоритмов обнаружения объектов. Подобные комбинации используются практически в любых современных охранных системах.

На кафедре вычислительной техники Института кибернетики им. Е.И. Попова разрабатывается система на основе машинного зрения для автоматизированного управления источниками освещения. Для решения поставленной задачи планируется использовать метод усредненного фона для отслеживания объектов. В помещении устанавливается камера видеонаблюдения, видеопоток разбивается на зоны, в которых может регулироваться освещение. Планируется применение алгоритма для регистрации событий выхода и входа объектов из выделенных зон. В зависимости от события производится регулировка освещения в выделенной зоне. Положение выделенных объектов в зонах обозначается курсором, который является центром масс пикселей маски переднего плана. Для улучшения качества выделения движущихся объектов предлагается использовать фильтрацию шумов с использованием размытия по Гауссу, а также сглаживать перемещение курсора, следящего за объектом. Система предполагает охранные функции и возможность удаленного наблюдения через Интернет.

Для реализации системы в качестве аппаратной части планируется использование одноплатного компьютера Raspberry Pi с установленной операционной системой семейства Linux. К компьютеру подключаются необходимые датчики и камеры. Программная часть реализуется с использованием библиотеки OpenCV, в которой присутствуют базовые реализации алгоритмов обнаружения и отслеживания объектов. Перечисленное программное обеспечение распространяется бесплатно по открытым лицензиям.

Библиографический список

1. Макарецкий Е., Овчинников А., Фан Чан Данг Хоа. Полусферические камеры прикладных телевизионных систем: получение и преобразование полусферических изображений [Электронный ресурс]. URL: http://kit-e.ru/articles/sensor/2011_1_31.php (дата обращения: 14.02.2016).
2. M. Droogenbroeck ViBe – a powerful technique for background detection and subtraction in video sequences [Электронный ресурс]. URL: <http://www.telecom.ulg.ac.be/research/vibe/> (дата обращения: 15.02.2016).
3. Волковицкий В., Волхонский В. Особенности алгоритмов анализа телевизионных изображений [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aktivsb.ru/article-info782.html> (дата обращения: 15.02.2016).