

Адаптивный метод выделения движущихся объектов

Салимзибаров Рустам*, Разумков Артем**, Коробков Александр**

*Кафедра компьютерных систем и телекоммуникаций, Пермский Государственный Университет, Пермь, Россия

**ООО «Сателлит», Пермь, Россия

{rustamse, artem.razumkov, koravl1983}@graphicon.ru

Аннотация

Для систем видеоанализа и распознавания объектов в видеопотоках крайне важным является правильное выделение движущихся объектов. При работе систем видеонаблюдения в реальных условиях (при наличии шумов, теней, изменений освещенности и заднего плана, интенсивном движении) существующие методы выделения движущихся объектов часто работают недостаточно точно для последующего видеоанализа. В статье предложен алгоритм выделения движущихся объектов в видеопотоке с камеры видеонаблюдения в реальных условиях. Алгоритм основан на методе «вычитания фона»: строится модель переднего плана (движущийся объект) и заднего плана (статического фона). Уровень шума автоматически рассчитывается для разных частей изображения. Для определения уровня шума и заднего плана на каждом участке изображения применяются методы статистического анализа. Предложенный алгоритм обеспечивает выделение движущихся объектов, производит удаление теней и адаптируется к изменениям освещенности и изменениям заднего плана. Алгоритм был интегрирован в реальную систему охранного видеонаблюдения «MACROSCOP», что позволило производить более качественный видеоанализ.

Ключевые слова: Автоматический уровень шума, вычитание фона, выделение движущихся объектов.

1. ВВЕДЕНИЕ

Для систем видеоанализа и распознавания объектов в видеопотоках крайне важным является правильное выделение движущихся объектов. При работе систем видеонаблюдения в реальных условиях (при наличии шумов, теней, изменений освещенности и заднего плана, интенсивном движении) существующие методы выделения движущихся объектов часто работают недостаточно точно для последующего видеоанализа.

Большинство существующих методов выделения движущихся объектов [1] учитывают наличие шума, но не учитывают изменение уровня шума в пространстве и времени [2].

Многие существующие методы [1] адаптируются к резкому изменению освещенности или заднего плана, но после изменения (освещенности или заднего плана) эти методы продолжительное время работают некорректно, что приводит к неправильному выделению объектов и как следствие некорректным результатам видеоанализа.

К предложенному в настоящей статье методу предъявлялись следующие требования:

1. К предложенному в настоящей статье методу предъявлялись следующие требования: Устойчивая работа при наличии шума, автоматическое вычисление уровня шума для разных частей изображения;
2. Автоматическая адаптация к медленно меняющимся условиям освещенности; быстрая адаптация к резко меняющимся условиям освещенности;

3. Устойчивость к изменению заднего плана;
4. Автоматическое определение тени движущегося объекта и ее удаление;
5. Высокая скорость обработки данных (для параллельной обработки множества видеопотоков реального времени).

2. АЛГОРИТМ

Пусть задана видеопоследовательность кадров со стационарной камеры видеонаблюдения.

Для выделения областей движения используется модификация метода «вычитания фона»: строится передний план (движущиеся области) и задний план (статический фон). Для уменьшения влияния шума и увеличения быстродействия алгоритма изображение разбивается на блоки размером $S \times S$ пикселей, где S - параметр алгоритма. Дальнейший анализ изображения сводится к анализу блоков, где любая характеристика блока (например цвет) – среднее значение входящих в него пикселей.

2.1 Определение уровня шума и заднего плана

Уровень шума и задний план определяются для каждого блока в отдельности по схеме описанной ниже.

Чтобы обновить задний план и уровень шума для конкретного блока изображения находится такая непрерывная последовательность кадров, для которой с высокой вероятностью можно сделать вывод, что в рассматриваемом блоке изображение изменяется незначительно (изображение изменяется в заданных пределах).

Использовался следующий критерий незначительного изменения изображения в определенном блоке для непрерывной последовательности из K - кадров (условие 1):

$$\left\{ \begin{array}{l} \left| \mu_{i,j}^{НАЧ} - \mu_{i,j}^{КОН} \right| < \mu^C, \left| \mu_{i,j}^{НАЧ} - \mu_{i,j}^{СРЕД} \right| < \mu^C \\ \left| \sigma_{i,j}^{НАЧ} - \sigma_{i,j}^{КОН} \right| < \sigma^C, \left| \sigma_{i,j}^{НАЧ} - \sigma_{i,j}^{СРЕД} \right| < \sigma^C \end{array} \right. \quad (1)$$

, где $\mu_{i,j}^{НАЧ}$, $\mu_{i,j}^{КОН}$, $\mu_{i,j}^{СРЕД}$ - среднее значение яркости первой, второй половины последовательности и средней части последовательности соответственно для блока с координатами i, j ; $\sigma_{i,j}^{НАЧ}$, $\sigma_{i,j}^{КОН}$, $\sigma_{i,j}^{СРЕД}$ - аналогичные среднеквадратичные отклонения, где μ^C, σ^C - параметры алгоритма.

Если условие 1 выполняется, то считаем, что изображение изменяется незначительно, поэтому можно определить уровень шума и задний план.

Из вышесказанного следует, что могут существовать блоки с незадаанным уровнем шума и задним планом.

- a) Если условие (1) выполняется для некоторого блока, то задаем уровень шума для соответствующего блока

$$N_{i,j} = \text{Max}_{l=M-K+1}^{l=M} (I_{i,j}^l) - \text{Min}_{l=M-K+1}^{l=M} (I_{i,j}^l), \text{ задаем задний}$$

$$\text{план } B_{i,j} = \frac{1}{K} \sum_{l=M-K+1}^{l=M} I_{i,j}^l, \text{ где } I_{i,j}^l - \text{ яркость } l\text{-го кадра}$$

в видеопоследовательности для блока с координатами i, j , M – номер анализируемого кадра в видеопоследовательности, K – количество анализируемых кадров в непрерывной последовательности.

- б) Если условие (1) не выполняется, то уровень шума и задний план для данного блока оставляем неизменным.
- в) В случае если условие (1) не выполняется длительное время, а именно при обработке определенного количества подряд идущих кадров, считаем, что у блока не задан уровень шума и задний план.

2.2 Выделение движущихся объектов

Для выделения переднего плана анализируется каждый блок изображения. Критерий принадлежности блока к переднему плану (движущемуся объекту) зависит от того задан ли для конкретного блока уровень шума и задний план.

- а) Блоки с заданным уровнем шума и задним планом.

Для выделения движущихся объектов соответствующий блок заднего плана сравнивается с блоком в текущем кадре с учетом уровня шума.

Если $|I_{i,j}^M - B_{i,j}| > N_{i,j} \cdot Q$, то блок с координатами i, j принадлежит переднему плану, где Q – параметр алгоритма.

- б) Блоки с незадаанным уровнем шума и задним планом.

Если межкадровая разница велика, т.е. $|I_{i,j}^M - I_{i,j}^{M-1}| > R$, то блок с координатами i, j принадлежит переднему плану, где R – параметр алгоритма.

Далее блоки группируются в объекты, критерий группировки – пространственная близость.

Для исключения выделения неподвижных объектов из переднего плана (например, выделения остановившегося человека) анализируется межкадровая разница. В случае если ни для одного блока некоторого движущегося объекта разность яркостей на двух последних кадрах (межкадровая разность) не превышает определённого порога (R), объект считается неподвижным и исключается из списка движущихся объектов.

2.3 Удаление теней

Для правильного выделения движущихся объектов необходимо определить и исключить тени, отбрасываемые движущимися объектами. Для удаления теней использовалась методика удаления теней сходная с [3]. Данная методика основывается на анализе яркости и оттенка блоков. Падение тени в большинстве случаев приводит к значительному изменению (уменьшению) яркости при минимальном изменении оттенка. Также наша методика использует особенность теней, заключающуюся в том, что падение яркости в области тени относительно однородно.

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

На рисунке 1.А представлен график скорости обучения алгоритма при $K=10$, где M – номер анализируемого кадра. Из графика видно, что 40% блоков имеют определенный уровень шума после анализа первого кадра (10-го кадра, т.к. первые $K=10$ кадров не анализируются), а 95% – через 50 кадров. На рисунке 1 Б, В, Г представлен результат работы алгоритма выделения движущихся объектов.

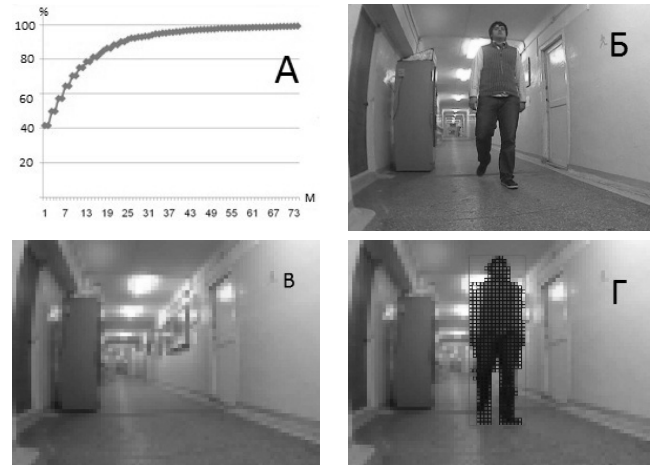


Рисунок 1: А) График скорости обучения алгоритма при $K = 10$ (зависимости количества блоков изображения с определенным значением уровня шума и задним планом от количества обработанных кадров). Б) Кадр с движущимся объектом В) Неподвижный задний план Г) Пример работы алгоритма выделения движущегося объекта.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный алгоритм обеспечивает определение движущихся объектов, производит удаление теней и адаптируется к изменениям освещенности и изменениям заднего плана.

Предложенный алгоритм выделения движущихся объектов был реализован и протестирован на видеопоследовательностях с реальных камер видеонаблюдения, как на улице, так и в помещении. Алгоритм был интегрирован в реальную систему охранного видеонаблюдения «MACROSCOP», что позволило производить более качественный видеоанализ.

5. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] M. Piccardi. *Background Subtraction Techniques: A Review IEEE SMC/ICSMC*, vol. 4, pp. 3099–3104, 2004.
- [2] П. Харевов, С. Новиков. *Проблемы выделения объектов в компрессированном потоке изображений. Proceedings of Graphicon*, 2009.
- [3] Xu, L., J.L. Landabaso, and M. Pardo. *Shadow Removal with Blob-Based Morphological Reconstruction for Error Correction. Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, Vol. 2, 2005.