

ОБНАРУЖЕНИЕ ОСТАВЛЕННЫХ ПРЕДМЕТОВ ПО ДАННЫМ ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

А. О. Янгуразов

Пермский государственный национальный исследовательский университет,
614990, Пермь, Букирева, 15

Введение

Прогрессивное развитие информационных технологий, автоматизация различных процессов, а также повсеместное использование систем видеонаблюдения обусловили огромный интерес к возможностям видеоналитики автоматизировать процессы жизнедеятельности, контролировать и предупреждать тревожные ситуации.

Автоматическое обнаружение оставленных предметов, как способ предупредить опасную ситуацию, является очень важной частью видеоналитики в таких местах, как аэропорты, железнодорожные вокзалы, большие торговые центры и т.д., в тех местах, где есть потенциально высокий уровень угрозы безопасности.

Актуальность исследований, проведенных в работе, обусловлена следующими факторами и обстоятельствами:

- Постоянно возрастающее использование систем видеонаблюдения в различных сферах деятельности;
- Необходимость автоматической обработки больших массивов видеоданных;
- Предотвращение опасных ситуаций, связанных с оставленными предметами в общественных местах;
- Очевидная перспективность создания новых программно-аппаратных модулей видеоналитики для обеспечения безопасности и для оптимизации процессов жизненного цикла города, предприятия или жилого дома.

Цель данной работы – создать модульную систему обнаружения оставленных предметов по данным видеопоследовательности.

Декомпозиция задачи и обзор существующих решений

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- Провести анализ существующих подходов для решения задачи по обнаружению оставленных предметов;
- Разработать алгоритм для модуля обнаружения оставленных предметов;
- Спроектировать программную реализацию и реализовать прототип модуля обнаружения оставленных предметов на языке программирования C++;
- Протестировать прототип интеллектуального модуля обнаружения оставленных предметов и проанализировать результаты тестирования.

В настоящее время выделяют два класса алгоритмов, позволяющих решить поставленную задачу: алгоритмы, основанные на поиске объектов переднего плана [1, 2]; алгоритмы, основанные на трекинге (от англ. *Tracking* - слежение за движущимися объектами) [3].

Подход в [1] реализуется на основе двух фонов: краткосрочного и долгосрочного. Для каждого кадра вычисляются долгосрочные и краткосрочные передние планы, сравнивая кадр с соответствующим фоном. Анализируя передние планы, выделяют статические области в кадре.

Подход с использованием трекинга предлагается в [3], в котором есть три уровня обработки, даже в этом подходе первым шагом обработки является моделирование фона. Моделирование фона используется в низкоуровневой обработке для поддержания позиции. На среднем уровне обработки для отслеживания объектов используются положение и цветные особенности объекта. Важное значение имеет высокий уровень обработки, в котором система классифицирует объекты как оставленные или удаленные и включает аварийный сигнал.

Наиболее устойчивым алгоритмом является алгоритм на основе поиска объектов переднего плана, потому что в этом подходе используются обобщенные характеристики изображения, при этом решаются наиболее острые проблемы разработки данного модуля (корректная работа при высокой интенсивности движения (толпа)), а проблемы установки истинного фона решаются путем использования наиболее подходящей модели фона.

Реализация

При разработке прототипа модуля в основу легла логика алгоритма Фатиха Порикли, Юрия Иванова, Тетсужи Хага [4].

Основные этапы работы модуля.

Для обнаружения оставленного предмета (или незаконно припаркованный автомобиль, или оставленный на вокзале чемодан и т.д.), необходимо знать, как изменяется временная и пространственная статистика видеоданных. Оставленный предмет - это временно статический объект, которого не было в сцене прежде.

Общая схема работы алгоритма приведена на рисунке 1.

В алгоритме используются два фона: длительный (долгосрочный) фон (англ. *Long-Term Background* – B_L) и быстроменяющийся (краткосрочный) фон (англ. *Short-Term Background* – B_S). Каждый из фонов создается с помощью Гауссовой модели смеси.

В каждом кадре рассчитываются долгосрочный и краткосрочный передние планы путем сравнения текущего кадра I с фоном модели B_L и B_S , соответственно. Получаются две двоичные маски переднего плана F_L и F_S , где $F(x, y) = 1$ означает, что пиксель с координатами (x, y) изменился. В зависимости от значений масок передних планов, возможно постулировать следующие гипотезы, как показано на рисунке 2.

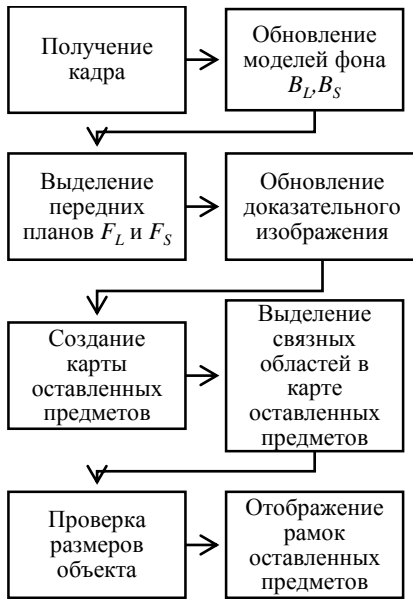


Рис. 1. Общая схема работы алгоритма

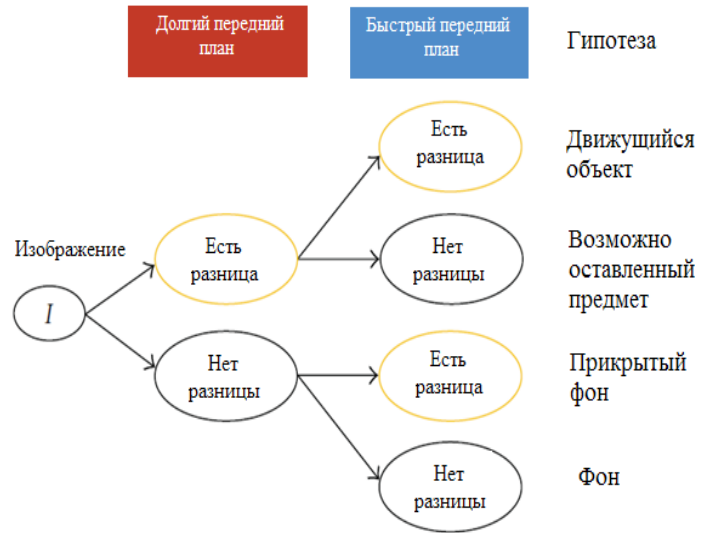


Рис. 2. Гипотезы о долгосрочных и краткосрочных передних планах

Агрегируя результаты обнаружения в кадрах статических областей, в качестве доказательства в изображении $E(x, y)$ обновляем значения по формуле (1):

$$E(x, y) = \begin{cases} E(x, y) + 1, & \text{если } F_L(x, y) = 1 \cap F_S(x, y) = 0, \\ E(x, y) - k, & \text{если } F_L(x, y) \neq 1 \cup F_S(x, y) \neq 0, \\ \max_e, & \text{если } E(x, y) > \max_e, \\ 0, & \text{если } E(x, y) < 0, \end{cases} \quad (1)$$

где \max_e и k – это положительные числа.

Доказательное изображение помогает избежать помех в процессе обнаружения. Если $E(x, y) > \max_e$, пиксель отмечается как пиксель, принадлежащий оставленному предмету и поднимается флаг тревоги. Порог доказательства \max_e определен в зависимости от количество кадров, и также он может быть выбран в зависимости от желаемой отзывчивости и шумовых характеристик системы.

Константа уменьшения k определяет, насколько быстро доказательство должно уменьшаться.

Для упрощения реализации прототипа модуля использовалась открытая библиотека компьютерного зрения OpenCV версии 2.4.

Результаты.

Качество работы алгоритма было проверено на базе тестовых роликов i-Lids 2007 [5], специально отснятых в различных условиях съемки, с разными уровнями сложности и с разной зашумленностью изображения.

В результате тестирования были получены следующие результаты: процент ошибок первого рода (пропуски) составляет **2,63 %**, процент ошибок второго рода (ложные срабатывания) составляет **8,11 %**. На рисунках 3 и 4 показаны примеры работы системы.

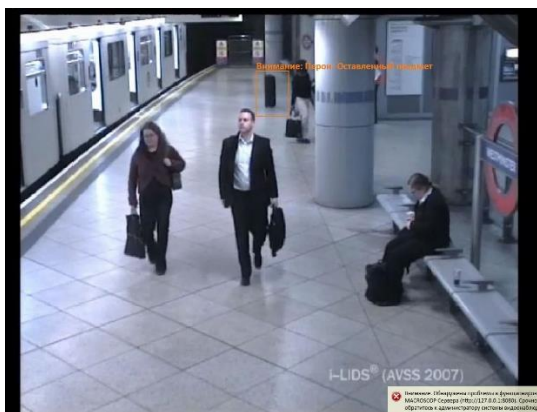


Рис. 3. *Отображение оставленного предмета*

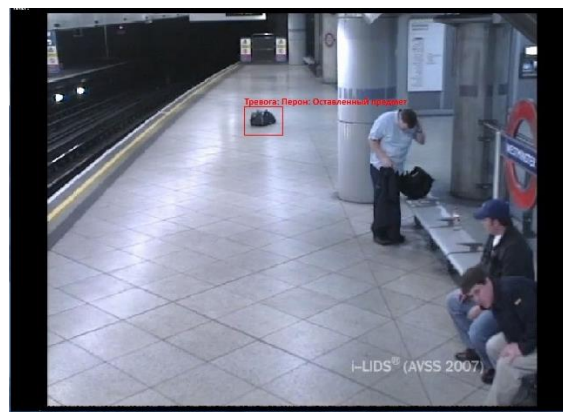


Рис. 4. *Отображение оставленного предмета*

Заключение

В данной работе были рассмотрены уже существующие алгоритмы обнаружения оставленных предметов. И в итоге, по данным проведенного анализа, с учетом всех достоинств и недостатков существующих решений, был спроектирован, разработан и реализован прототип модуля обнаружения оставленных предметов по данным видеопоследовательности. Прототип был протестирован на тестовых роликах i-LIDS 2007 [5].

Для дальнейшего улучшения алгоритма предлагается рассмотреть модель фона, реализуемая на основе результатов вычисления оптического потока.

Список литературы

1. *Chuan-Yu Cho, Wei-Hao Tung, Jia-Shung Wang.* A Crowd-Filter For Detection Of Abandoned Objects In Crowded Area // 3rd International Conference on Sensing Technology. Nov. 30 – Dec. 3, 2008, Tainan, Taiwan.
2. *Ying-li Tian, Rogerio Feris, Arun Hampapur.* Robust Detection of Abandoned and Removed Objects in Complex Surveillance Videos // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 2010. [Электронный ресурс] URL:<http://rogerioferis.com/publications/SMCC-Abandoned.pdf>
3. *Chih-Yang Lin, Wen-Hao Wang* An Abandoned Objects Management System Based on the Gaussian Mixture Model // International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology, 2008.
4. *Fatih Porikli, Yuri Ivanov, Tetsuji Haga* Robust Abandoned Object Detection Using Dual Foregrounds // IEEE Conference on Digital Object Identifier, 2007. [Электронный ресурс] URL:<http://asp.eurasipjournals.com/content/pdf/1687-6180-2008-197875.pdf>
5. *i-LIDS 2007* // 2007 IEEE International Conference on Advanced Video and Signal based Surveillance. [Электронный ресурс] URL:<http://www.eecs.qmul.ac.uk/~andrea/avss2007d.html>