

КОНЦЕПЦИЯ ВИДЕОКОДЕКА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Устюжанин Н. В.¹, Магистрант кафедры Безопасности
Информационных Систем Санкт-Петербургского государственного
университета аэрокосмического приборостроения,
n.ustyuzhanin@vu.spb.ru. Магистрант Сколковского института
науки и технологий, nikita.ustyuzhanin@skolkovotech.ru

Гильмутдинов М. Р., Доцент кафедры Инфокоммуникационных
Систем Санкт-Петербургского государственного университета
аэрокосмического приборостроения, mglim@vu.spb.ru

Аннотация

Предлагается схема кодека для сжатия потока систем видеонаблюдения. Используются особенности систем видеонаблюдения, такие как: статичная или медленно изменяющаяся сцена и постоянный обзор камеры.

Введение

Видеопотоки являются значительной частью Интернет-трафика и многих облачных хранилищ. Одним из конкретных типов видеопотока являются данные, генерируемые системами видеонаблюдения. Согласно исследованиям и прогнозам компании Cisco [9], трафик систем видеонаблюдения ежегодно увеличивается с экспоненциальной скоростью [8], поэтому эффективное сжатие потоков видеонаблюдения является актуальной задачей. Данный тип трафика имеет несколько особенностей, специфических для приложений видеонаблюдения. Эти особенности не используются в современных стандартах сжатия, например, ITU-T H.264/AVC [6] или ITU-T H.265/HEVC [7].

Характеристики систем видеонаблюдения

В повседневной жизни активно используются системы видеонаблюдения (офисы, торговые площадки, парковки, дороги и т.д.), количе-

¹Исследование выполнено при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям

ство которых постоянно растет. В данных системах используются стандарты сжатия видеопоследовательностей, не предназначенные для систем видеонаблюдения. Популярные стандарты сжатия не используют особенности видеопотоков, основными из которых являются [1]:

- фиксированное положение обзора камеры;
- статичная или медленно изменяющаяся сцена;
- фиксированные параметры камеры (фокус, экспозиция, баланс белого и т.п.).

Благодаря этим особенностям можно разделить видеопоток на несколько составляющих. Основной из них является *фон*, который можно описать в виде кадра, в который включены неподвижные элементы снимаемой сцены. Остальными являются объекты, которые движутся относительно фона. Такие объекты называют *передним планом*. Процесс формирования фонового кадра называют *Моделированием фона*. Использование методов моделирования фона является одним из главных способов повышения степени сжатия в современных системах видеонаблюдения. Также алгоритмы моделирования фона используются для обнаружения движущихся объектов в области компьютерного зрения.

Типовой алгоритм моделирования фона состоит из двух основных шагов.

1. *Инициализация* или *обучение*. Для инициализации могут быть использованы первые \mathcal{I} кадров. Результатом этого шага является первоначальная версия фонового кадра.
2. *Обновление* информации о фоновой сцене. Для обновления должен быть использован текущий обрабатываемый кадр, но также могут использоваться ранее обработанные кадры. Результатом этого шага является уточненная модель фона, актуальная для данного момента времени.

Большинство методов моделирования фона описано в [1], наиболее популярные среди них:

- смесь гауссовских распределений [3];
- расширенное обучение фона (Advanced Background Learning) [2];
- усреднение предыдущих кадров;
- медиана по предыдущим кадрам.

Типовой подход к сжатию видеопоследовательностей

В качестве типового подхода к сжатию видеопоследовательностей рассмотрим систему сжатия, изображенную на рисунке 1. На данной схеме базируются стандарты сжатия видео H.264/AVC [6], H.265/HEVC [7] и другие. В данной схеме кадр разбивается на блоки разного разме-

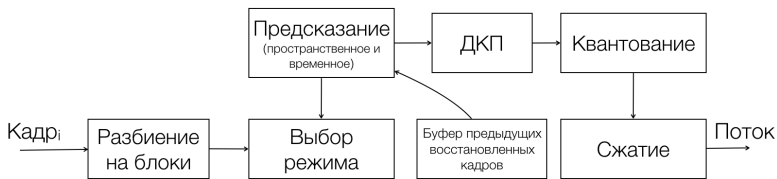


Рис. 1: Упрощенная типовая схема сжатия видеопоследовательностей

ра: от 8x8 до 32x32 пикселей. Затем производится выбор режима:

- Intra – режим сжатия без ссылки на ранее сжатые кадры;
- Inter – режим сжатия со ссылкой на ранее сжатые кадры.

После выбора режима предсказываются значения блока из которого вычитается оригинальный блок пикселей. Результатом вычитания является блок ошибок предсказания, которые подвергаются Дискретному Косинусному Преобразованию (ДКП) и квантованию. После чего полученные данные сжимаются.

Для потока систем видеонаблюдения такой подход не является эффективным, т.к. в конечном видеопотоке присутствует избыточность в виде статичной сцены.

Предлагаемая схема сжатия видеопотока

Для уменьшения избыточности, связанной с фоном, нужно использовать особенности систем видеонаблюдения, которые были описаны выше. Каждый кадр в последовательности можно разделить на передний план и фон. Так как фоновая сцена постоянна или изменяется медленно, можно уменьшить объем битового потока за счет нее. Для наиболее эффективного сжатия потока систем видеонаблюдения в типовую схему нужно добавить два блока:

1. обновление модели фона (способы обновления зависят от используемой модели);
2. классификация блока на передний план и фон.

Также требуется модифицировать другие блоки. В статье [5] описаны и проанализированы три схемы видеокодеков для систем видеонаблюдения. В данной статье было проведено исследование, которое показало, что использование моделирования фона в задаче сжатия последовательностей видеонаблюдения позволяет минимизировать размер битового потока. Предлагается схема сжатия, проиллюстрированная на рисунке 2. Она базируется на одной из схем, описанных в статье [5], с тем отличием, что в предлагаемой схеме возможно сжатие видео с потерями.

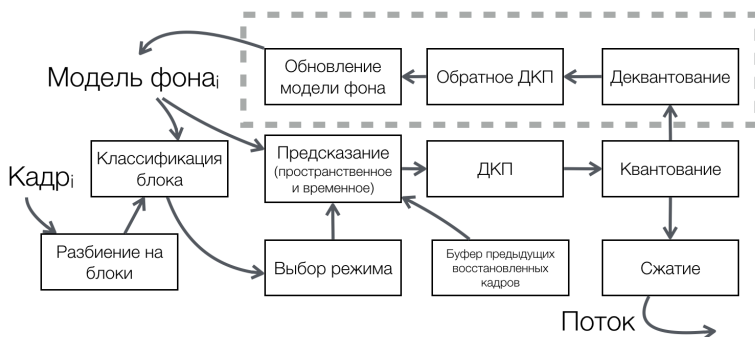


Рис. 2: Предлагаемая схема сжатия последовательностей систем видеонаблюдения

В данной схеме производится классификация блоков на передний план и фон, после чего выбирается режим сжатия: с предсказанием или без него. На каждом шаге с помощью восстановленного кадра обновляется модель фона, которая используется для классификации. Так как в данной схеме используется сжатие с потерями, нужно учитывать влияние шумов квантования на процесс генерации фоновых кадров. Исследование, описанное в статье [4] показало, что такое влияние есть, но при небольших значениях квантов, оно незначительное.

Кодер и декодер работают с восстановленными данными, из которых можно генерировать и обновлять фоновые кадры. При использовании одинаковых методов моделирования фона, получаются идентич-

ные фоновые кадры, поэтому их не требуется передавать в битовом потоке. Декодер проиллюстрирован на рисунке 3.

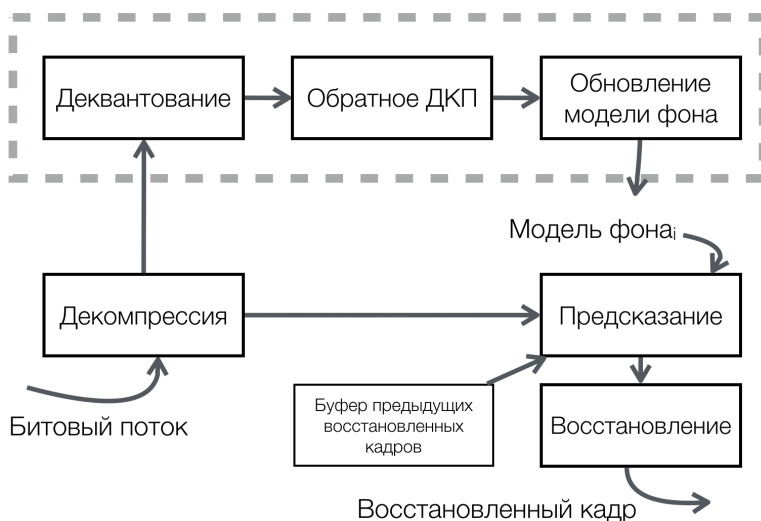


Рис. 3: Предлагаемая схема декодера последовательностей систем видеонаблюдения

Чтобы учесть особенности, описанные выше, требуется специальная структура потока данных. Предлагается использовать структуру изображенную на рисунке 4. При сжатии первым битом кодируется сегмент данных – фон или передний план. Если используется блок фона, то кодировать тип блока и коэффициенты не требуется. При малом количестве объектов в кадре (одна из особенностей систем видеонаблюдения) конечный объем информации будет небольшим.

Заключение

В данной статье предложены схемы кодера и декодера видеопотока систем видеонаблюдения. Предлагаемые схемы используют особенности систем видеонаблюдения, такие как: статичная или медленно изменяющаяся сцена и постоянный обзор камеры. Нужно отметить, что использование операции моделирования фона является перспективным подходом для увеличения качества сжатия в последовательностях системы видеонаблюдения. Чтобы не передавать фоновый кадр, его мож-

Сегмент	Тип блока	Коэффициенты
Передний план	I	Ненулевые
Фон	P	коэффициенты
		Серии нулей

Рис. 4: Предлагаемая структура битового потока

но генерировать на стороне декодера, способом схожим с кодером. Тем не менее, требуется специальная структура битового потока, благодаря которой будет достигаться наилучший результат.

Литература

- [1] Thierry Bouwmans and Fatih Porikli and Benjamin Hoferlin and Antoine Vacavant: Background Modeling and Foreground Detection for Video Surveillance. Taylor and Francis Group, LLC (2015)
- [2] Bouwmans T.: Recent advanced statistical background modeling for foreground detection-a systematic survey, Recent Patents on Computer Science. – 2011. – Т. 4. – №. 3. – С. 147-176.
- [3] C. Stauffer and W. Grimson: Adaptive background mixture models for real - time tracking, Proc IEEE Conf on Comp Vision and Patt Recog (CVPR 1999)
- [4] Marat Gilmutdinov and Nikita Ustyuzhanin: Analysis of Background Modeling Methods Performance in Lossy Video Compression Systems Springer, CCIS v.628 (DCCN-2016) (2016)
- [5] Н.В. Устюжанин, М.Р. Гильмутдинов: Анализ методов моделирования фона для системы сжатия видеопоследовательностей, ГУАП, Сборник МСНК 69, Ч.1 Технические науки, 2015, с. 408-413
- [6] Thomas Wiegand and Gary J. Sullivan: Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, vol. 13, no. 7 (2003)

- [7] TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR OF ITU: High efficiency video coding Recommendation ITU-T H.265 (2015)
- [8] The Zettabyte Era – Trends and Analysis – Cisco: white paper – URL: <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/vni-hyperconnectivity-wp.html> – [Online; accessed 30-April-2017]
- [9] Visual Networking Index – Cisco: URL: <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/service-provider/visual-networking-index-vni/index.html> – [Online; accessed 30-April-2017].