

2-TOM, 6-SON

АНАЛИЗ МЕТОДОВ СЖАТИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ВИДЕО 4К.

Анастасия Пузий Николаевна PhD, доцент кафедры Системы телерадиовещания,
ТУИТ имени Мухаммада ал-Хоразмий

Аннотация: в данной работе осуществлен подробный анализ современных методов сжатия видео высокой четкости с разрешением 4К, ключевой задачей которого является снижение объема данных при сохранении максимального качества изображения. Исследование фокусируется на оценке наиболее популярных и эффективных стандартов сжатия, включая H.264, H.265 (HEVC), VP9 и AV1, каждый из которых анализируется с точки зрения степени сжатия, качества после сжатия, поддержки оборудованием и совместимости с существующими системами. Целью работы является идентификация оптимальных методов для использования в различных приложениях, включая стриминг, хранение и передачу видеоданных. Результаты исследования могут быть полезны для профессионалов и разработчиков в области мультимедиа, а также для ученых, занимающихся изучением и улучшением технологий сжатия видео. В работе предложены рекомендации по выбору методов сжатия в зависимости от конкретных условий и требований к проектам, связанным с обработкой и распространением видео высокой четкости.

В современном мире, где цифровые технологии проникают в каждый аспект нашей жизни, роль мультимедийного контента неуклонно растет, а вместе с ней и требования к качеству видеоматериалов. Среди форматов видео, высококачественное видео разрешением 4К занимает особое место благодаря своей высокой четкости и детализации изображения. Это разрешение уже стало стандартом в таких областях, как кинематограф, профессиональная фотография и видеопроизводство, а также начинает активно использоваться в бытовой электронике и мобильных устройствах [1].

Сжатие видео — это процесс, который позволяет существенно уменьшить количество данных, необходимых для хранения или передачи видеофайлов, путем удаления избыточной информации. Современные методы сжатия видео базируются на сложных алгоритмах, которые оптимизируют файлы видео таким образом, чтобы максимально снизить их размер при минимальной потере качества. Эти методы особенно критичны для форматов с высоким разрешением, таких как 4К и выше, где объем данных может быть огромным.

Обзор технологий сжатия видео



2-TOM, 6-SON

В последние десятилетия значительное внимание ученых и инженеров было уделено разработке и улучшению алгоритмов сжатия видео. Эти технологии имеют решающее значение для обеспечения эффективного распространения и хранения видеоконтента, особенно в условиях постоянного увеличения объемов данных и требований к качеству изображения. Среди наиболее значимых и широко используемых стандартов сжатия видео на сегодняшний день выделяются H.264 (рис.1), H.265 (HEVC), VP9 и AV1. Каждый из этих стандартов имеет свои особенности, преимущества и недостатки, которые определяют их применение в различных сферах деятельности [2].

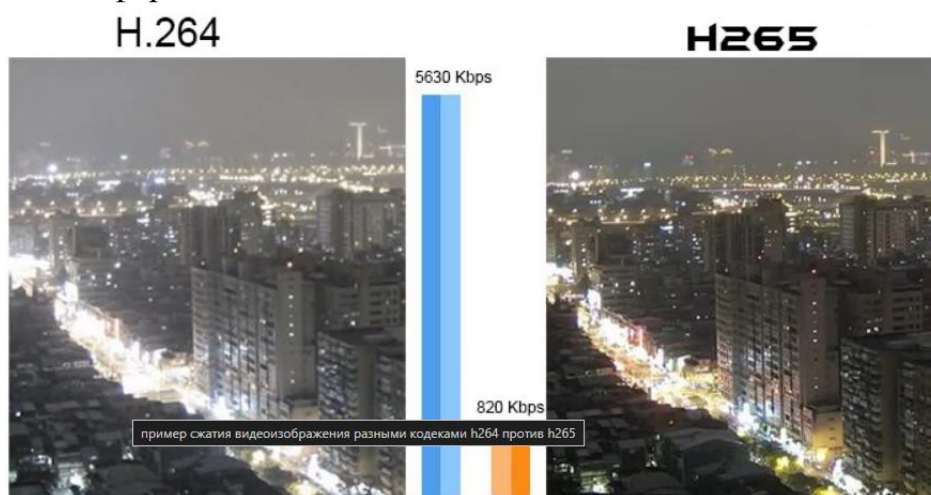


Рис.1. Сжатие видео разными кодеками

H.264 (Advanced Video Coding - AVC) также известный как MPEG-4 Part 10 одним из наиболее популярных форматов для сжатия видео. Основными преимуществами H.264 являются высокая степень сжатия данных и отличное качество изображения при относительно низком битрейте. Это делает его идеальным выбором для стриминговых сервисов, видеоконференций и телевидения. H.264 поддерживается большинством современных устройств и программного обеспечения, что обеспечивает широкую совместимость.

H.265 (High Efficiency Video Coding - HEVC) предлагает в два раза более эффективное сжатие по сравнению с H.264, позволяя сохранять аналогичное качество изображения при существенно меньшем битрейте. Этот стандарт стал ключевым выбором для сжатия видео 4K и 8K благодаря своей способности уменьшать объем данных без значительной потери в качестве. Однако, несмотря на его преимущества в эффективности, HEVC сталкивается с проблемами лицензирования и не так широко поддерживается устройствами, как H.264.



2-TOM, 6-SON

VP9 — это открытый и бесплатный стандарт сжатия видео, разработанный компанией Google. VP9 специально создан для улучшения эффективности стриминга видео в интернете, и он успешно конкурирует с H.265 в плане эффективности сжатия. VP9 широко используется в сервисах Google, включая YouTube, и поддерживается большинством современных браузеров и некоторыми медиаплеерами. Основное преимущество VP9 заключается в отсутствии лицензионных платежей, что делает его привлекательным выбором для разработчиков и контент-провайдеров.

AV1— это самый новый стандарт видеосжатия, разработанный Альянсом открытых медиа (Alliance for Open Media). Этот стандарт предоставляет еще более высокую степень сжатия по сравнению с HEVC и предназначен для использования в будущих форматах видео высокой четкости. AV1 также является открытым и бесплатным для использования, что может способствовать его быстрому распространению. Несмотря на значительные преимущества в эффективности, кодирование AV1 требует большего количества вычислительных ресурсов, что является значимым барьером для его адаптации.

Таблица 1.

Таблица сравнения основных стандартов сжатия видео: H.264, H.265 (HEVC), VP9 и AV1

Кодек Параметр	H.264 (AVC)	H.265 (HEVC)	VP9	AV1
Эффективнос ть сжатия	Высокая	Очень высокая	Высокая	Очень высокая
Степень сжатия	1:100	1:200	1:180	1:240
Качество при низком битрейте	Хорошее	Отличное	Отличное	Превосход ное
Поддержка оборудования	Широко поддерживаетс я	Ограниченно поддерживаетс я	Ограниченно поддерживает ся	Медленно набирает поддержку
Совместимост ь	Очень высокая	Средняя	Средняя	Низкая
Лицензирован ие	Лицензированный	Лицензированный	Бесплатный	Бесплатны й



2-ТОМ, 6-СОН

Поддержка браузеров	Все основные браузеры	Основные браузеры	Основные браузеры	Основные браузеры
Требования к вычислительной мощности	Низкие	Высокие	Высокие	Очень высокие
Степень сжатия	1:100	1:200	1:180	1:240

H.265 и AV1 предлагают лучшую эффективность сжатия, что позволяет достигать более высокой степени сжатия по сравнению с H.264 и VP9. Это делает их предпочтительными для использования в условиях, где необходимо сохранять высокое качество изображения при минимальном размере файла [3].

Технические аспекты кодирования и декодирования видео

В современной цифровой эпохе качество видеоконтента играет критическую роль в медиаиндустрии, образовании, видеонаблюдении и других сферах. Особенно это касается видео высокой четкости, включая форматы 4K и выше, где высокое разрешение способствует улучшению визуального восприятия, но одновременно увеличивает объемы данных. Эффективное кодирование и декодирование видео становятся ключевыми процессами для управления этими объемами, сохраняя при этом высокое качество изображения.

Кодирование видео — это процесс преобразования необработанных видеоданных в сжатый формат, что позволяет уменьшить их размер для эффективной передачи и хранения. Это достигается за счет использования различных алгоритмов и техник, которые удаляют избыточную информацию из видеопотока, не влияя значительно на воспринимаемое качество.

Основные параметры, влияющие на процесс кодирования, включают битрейт, кадровую частоту, разрешение, глубину цвета и тип кодека. Битрейт — это количество битов, используемых для кодирования одной секунды видео, и он напрямую влияет на размер и качество видео. Низкий битрейт приводит к меньшему размеру файла, но может ухудшить качество изображения, в то время как высокий битрейт улучшает качество, но увеличивает размер файла.

Кадровая частота, выраженная в кадрах в секунду (fps), определяет, сколько кадров видео отображается каждую секунду. Более высокая кадровая частота обеспечивает более плавное изображение и особенно важна для видео с быстрыми движениями, но также увеличивает размер файла.



2-TOM, 6-SON

Разрешение видео определяет количество пикселей по вертикали и горизонтали каждого кадра. Высокое разрешение улучшает детализацию изображения, но также значительно увеличивает объем данных.

Глубина цвета относится к количеству бит, используемых для представления цвета каждого пикселя. Большая глубина цвета улучшает качество изображения за счет более точного представления цветов, но увеличивает объем данных.

Выбор кодека также играет важную роль, поскольку разные кодеки используют разные алгоритмы для сжатия и могут значительно отличаться по эффективности и совместимости.

Декодирование — это процесс преобразования, сжатого видео обратно в формат, пригодный для воспроизведения на устройствах воспроизведения. Эффективность декодирования важна для обеспечения качественного воспроизведения без задержек и потерь качества, особенно в условиях ограниченной вычислительной мощности.

Взаимосвязь между параметрами кодирования и качеством видео является ключевым аспектом при выборе настроек кодирования. Например, увеличение битрейта обычно приводит к улучшению качества, но также и к увеличению размера файла. Аналогично, уменьшение кадровой частоты может уменьшить размер файла, но при этом ухудшить плавность изображения, особенно при динамичных сценах.

Выбор оптимальных настроек кодирования зависит от множества факторов, включая целевое разрешение, доступную пропускную способность, требования к качеству изображения и характеристики конечного устройства воспроизведения. Использование современных кодеков, таких как H.265 или AV1, позволяет достичь более высокой степени сжатия при сохранении высокого качества изображения по сравнению с более старыми стандартами, такими как H.264.

Примеры применения методов сжатия видео

Сжатие видео играет критически важную роль в современных медиасистемах, обеспечивая эффективное распространение и хранение видеоконтента. Ниже приведены примеры использования различных методов сжатия в трех ключевых областях: системах видеонаблюдения, стриминговых сервисах и трансляции спортивных мероприятий [4].

1. Системы видеонаблюдения

В системах видеонаблюдения одной из основных задач является длительное хранение большого количества видеоданных при ограниченных ресурсах хранения. Здесь часто применяется стандарт сжатия H.264, который обеспечивает хорошее



2-TOM, 6-SON

соотношение качества и размера файла. H.264 позволяет длительно сохранять записи без значительной потери качества, что критически важно для возможности идентификации лиц или номеров автомобилей. Тем не менее, по мере улучшения качества камер и перехода на 4K и более высокие разрешения наблюдается тенденция к переходу на более новый стандарт H.265 (HEVC), который обеспечивает лучшую степень сжатия при аналогичном качестве, существенно сокращая объем хранимого материала.

2. Стриминговые сервисы

Стриминговые сервисы, такие как Netflix и YouTube, используют различные методы сжатия для обеспечения баланса между качеством видео и доступной пропускной способностью сети. Netflix, например, активно использует H.265 для трансляции контента в 4K, что позволяет предоставлять высококачественное видео при относительно низкой скорости передачи данных. Это особенно важно для пользователей с ограниченной пропускной способностью интернета. YouTube использует кодек VP9, который также предлагает высокую степень сжатия и поддерживается большинством современных браузеров, что делает его идеальным для доставки HD и 4K видео контента миллионам пользователей без необходимости лицензионных отчислений.

3. Трансляция спортивных мероприятий

Трансляция спортивных мероприятий предъявляет особые требования к методам сжатия видео из-за необходимости передачи высокодинамичных изображений в реальном времени. Здесь важна не только степень сжатия, но и скорость кодирования и декодирования. H.264 остается популярным выбором для многих трансляций благодаря своей эффективности и широкой поддержке оборудованием. Однако, с развитием технологий и требований к улучшению качества трансляций, постепенно происходит переход к H.265, который позволяет значительно уменьшить задержки и улучшить качество изображения при трансляции в высоком разрешении.

Методы сжатия видео продолжают развиваться, стремясь удовлетворить растущие требования к качеству и эффективности. Выбор конкретного метода сжатия зависит от множества факторов, включая специфические требования приложения, доступные ресурсы и требуемое качество. Непрерывные исследования и разработки в этой области способствуют созданию более совершенных технологий, которые обещают еще большее улучшение качества видео при снижении его размера, что



2-TOM, 6-SON

будет способствовать дальнейшему расширению возможностей медиаиндустрии в будущем.

Заключение

Анализ современных технологий сжатия видео высокой четкости 4К выявил значительные достижения и указал на перспективные направления для будущего развития. В условиях постоянного увеличения объемов видеоданных и требований к их качеству, эффективное сжатие видео остается ключевым фактором в медиаиндустрии, стриминговых сервисах и системах видеонаблюдения.

Наиболее перспективным направлением в сжатии видео 4К является развитие и внедрение новых стандартов, таких как H.265 (HEVC) и AV1. Эти технологии предлагают значительно улучшенные алгоритмы сжатия, которые позволяют уменьшить размер файла при сохранении высокого качества изображения. Особенно важным является применение этих стандартов в условиях расширения доступа к ультравысокой четкости видео и увеличения скоростей передачи данных через интернет.

Использование искусственного интеллекта и машинного обучения для оптимизации процессов кодирования и декодирования также представляет собой важное направление. Эти технологии способны анализировать видеоконтент и адаптивно изменять параметры сжатия для достижения оптимального баланса между качеством и размером файла, что может революционизировать область сжатия видео.

Заключительно, продолжающееся развитие в области сжатия видео несомненно принесет новые инновации, которые позволят эффективнее управлять растущими объемами видеоданных в различных сферах применения. Ожидается, что данные исследования способствуют дальнейшему развитию этой важной области, обеспечивая более качественное и доступное видео для пользователей по всему миру.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Richardson, I. E. G. (2013). *The H.264 Advanced Video Compression Standard*. Second Edition, John Wiley & Sons, Ltd. [Дает обзор технических основ и практического применения кодека H.264].

[2] Chen, Y., Mukherjee, D., Han, J., Grange, A., Xu, Y., Parker, S., Bankoski, J., & Wilkins, P. (2018). An Overview of Core Coding Tools in the AV1 Video Codec. Proceedings of the Picture Coding Symposium (PCS), San Francisco, CA, USA. [Обеспечивает детальный обзор кодека AV1 и его основных инструментов кодирования].



2-TOM, 6-SON

[3] Zeng, H., Cai, J., & Li, K. (2020). *Application of Machine Learning Algorithms in Video Compression: A Survey*. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology. [Изучает применение алгоритмов машинного обучения в процессах видеокompрессии].

[4] Ma, S., Gao, W., & Lu, Y. (2019). *Learning-Based Video Coding: A Review and A Case Study*. ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications. [Обзор применения техник машинного обучения в кодировании видео].

