

Сравнительные характеристики кодировщиков видеоданных

Вихляев Дмитрий Романович

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В статье описаны сравнительные характеристики популярных видеокодеков. Представлены поддерживаемые устройства и приложения, лицензионные права, а также сравнение производительности. В результате исследования будут представлены преимущества и особенности, указаны устаревшие, популярные и экспериментальные показатели каждого видеокодека.

Ключевые слова: кодирование видеоданных, сжатие видео, видеокодек.

Comparative characteristics of video encoders

Vikhlyayev Dmitry Romanovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The article describes the comparative characteristics of popular video codecs. Supported devices and applications, license rights, and performance comparisons are presented. As a result of the research, the advantages and features will be presented, outdated, popular and experimental indicators of each video codec will be indicated.

Keywords: encoding of video data, video compression, video codec.

1 Введение

1.1 Актуальность

С каждым годом возрастает объём видеоданных, передаваемых по сетям и хранящихся в цифровом виде. Это обусловлено ростом популярности потоковых видео сервисов. Также широким внедрением видеонаблюдения, онлайн-конференций, видео блогов, дистанционного обучения, а также видео контента в социальных сетях. В этих условиях выбор видеокодека приобретает принципиальное значение.

Современные видеокодеки отличаются степенью сжатия, качеством изображения при заданном битрейте, скоростью кодирования и декодирования, наличием аппаратной поддержки, лицензионной политикой и уровнем распространённости. В связи с этим ни один кодек не является универсальным: разные сценарии требуют разных решений. Например, кодек H.264 (AVC), несмотря на появление более эффективных стандартов, остаётся наиболее популярным благодаря своей надёжности, скорости и широкой

аппаратной поддержке, включая устаревшие и бюджетные устройства. Он по-прежнему широко используется в видеонаблюдении, онлайн видео-сервисах и цифровом телевидении.

1.2 Обзор исследований

Ю.П.Крючкова, Ф.М.Игнатов, И.В.Власюк провели анализ искажений изображений в современных видеокодеках [1]. И.А.Зубакин, В.В.Козлов, А.К.Цыцулин описали методику тестирования видеокодеков с учетом меры нестационарности изображений [2]. К.А.Невмержицкий исследовал отличительные особенности популярных аудио, видеокодеков и контейнеров [3]. В.Д.Попов, А.Е.Паршин разработали алгоритм поиска оптимальных по Парето параметров кодирования видеокодеков на основе объективных метрик качества видео [4]. К.О.Рагулина, В.Д.Попов, А.Е.Паршин сравнили алгоритмы анализа значений параметров кодирования видеокодеков [5].

1.3 Цель исследования

Цель исследования – описать сравнительные характеристики популярных видеокодеков и оценить эффективность использования в настоящее время.

2 Материалы и методы

Для описания характеристик видеокодеков используются показатели производительности при сжатии данных, качеством видео после сжатия, поддержкой устройств и приложений, а также лицензионными ограничениями.

3 Результаты и обсуждения

Видеокодеки представляют собой алгоритмы сжатия и декомпрессии цифрового видео, предназначенные для уменьшения объема данных при сохранении визуального качества. Среди наиболее распространённых кодеков, используемых в современной практике, можно выделить несколько ключевых представителей, отличающихся архитектурой, степенью сжатия, качеством воспроизведения, скоростью кодирования, совместимостью с устройствами и программным обеспечением, а также правовым статусом свободный или проприетарный (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительная таблица характеристик видеокодеков

Кодек	Лицензия	Среднее сжатие	Время сжатия	Качество видео	Поддержка устройств и ПО
H.264 (AVC)	Проприетарный	~50–60%	Умеренное	Хорошее (на высоком битрейте)	Почти все устройства и ПО
H.265 (HEVC)	Проприетарный	~65–75%	Медленнее H.264 (~2x)	Лучше на низких битрейтах	Новые устройства, Windows 10+, macOS, Android 5+
H.266 (VVC)	Проприетарный	~70–80%	Очень медленное	Выше HEVC при том же битрейте	Пока почти не поддерживается
VP8	Свободный (Google)	~50–60%	Быстрое	Среднее	Хорошая поддержка в браузерах, Android
VP9	Свободный (Google)	~65–75%	Медленнее VP8 (~2x)	Хорошее (близко к HEVC)	Chrome, Firefox, Android, YouTube
AV1	Свободный (AOMedia)	~70–80%	Очень медленное (~4–10x H.264)	Отличное (лучше HEVC/VP)	Поддерживается в новых браузерах, Android TV, YouTube
Theora	Свободный (Xiph)	~30–50%	Умеренное	Ниже H.264	Устарел, ограниченная поддержка
DivX	Проприетарный	~50–60%	Быстрое	Среднее	Старые устройства, Windows
Xvid	Свободный (GPL)	~50–60%	Быстрое	Среднее	Старые плееры и ОС

Кодек H.264, также известный как AVC (Advanced Video Coding), представляет собой один из самых широко распространённых и поддерживаемых стандартов сжатия видео. Он обеспечивает высокую степень сжатия – в среднем около 50–60 % по сравнению с несжатым видеопотоком – при сохранении хорошего визуального качества. H.264 был разработан с акцентом на универсальность и стал основным выбором для стриминга, записи видео с камер, видеоконференций и хранения цифрового контента. Алгоритм обеспечивает компромисс между качеством изображения и вычислительной сложностью, благодаря чему кодек поддерживается практически всеми современными устройствами и операционными системами. Среди типичных сопровождающих аудиокодеков – AAC, MP3 и AC3.

Кодек H.265 (HEVC – High Efficiency Video Coding) является преемником H.264 и ориентирован на повышение эффективности сжатия. В среднем он обеспечивает на 30–50 % лучшее сжатие по сравнению с H.264, что позволяет сохранять аналогичное визуальное качество при меньшем битрейте, или существенно повышать качество при равном размере файла. Это особенно актуально для видео с разрешением 4K и выше. Однако высокая эффективность достигается за счёт увеличенной вычислительной сложности: скорость кодирования H.265 значительно ниже, чем у H.264. Кодек активно применяется в новых поколениях медиаустройств, хотя его распространение в

веб-браузерах ограничено из-за лицензионных ограничений. H.265 также часто сочетается с аудиокодеками AAC, AC3 и Opus.

Кодек H.266 (VVC – Versatile Video Coding) был стандартизован в 2020 году как дальнейшее развитие семейства H.26x и обеспечивает ещё более эффективное сжатие: в среднем до 70–80 % уменьшения объема данных при том же уровне визуального качества, что и у H.265. Однако на текущий момент кодек находится на ранней стадии внедрения, и его программная реализация ограничивается в основном референсными кодировщиками и декодерами. Это означает крайне низкую скорость кодирования, непригодную пока для массового использования, а также отсутствие широкой аппаратной и программной поддержки. Тем не менее, H.266 обещает значительные преимущества для передачи и хранения видео сверхвысокой чёткости в долгосрочной перспективе.

Свободные кодеки, не обременённые лицензионными ограничениями, представлены в первую очередь разработками компании Google и фонда Xiph.Org. Кодек VP8 был разработан Google и открыт для общественного использования после приобретения компании On2 Technologies. Он обеспечивает степень сжатия, сопоставимую с H.264 (около 50–60 %), при этом демонстрирует высокую скорость кодирования и хорошую совместимость с браузерами и платформами, использующими WebRTC. Однако качество видео при низких битрейтах уступает современным стандартам.

VP9, преемник VP8, также является свободным кодеком и ориентирован на повышение эффективности сжатия. В среднем он обеспечивает до 65–75 % сжатия и превосходит VP8 по качеству изображения при равном битрейте. VP9 активно используется на платформе YouTube и поддерживается во всех основных браузерах, однако аппаратная поддержка в мобильных и телевизионных устройствах всё ещё ограничена. Кодек применяет сложные алгоритмы компрессии, что замедляет процесс кодирования по сравнению с VP8.

AV1 – это современный свободный видеокодек, разработанный Альянсом за открытые медиа (AOMedia), в который входят такие компании, как Google, Netflix, Amazon, Intel и Microsoft. Кодек призван заменить как VP9, так и H.265, обеспечивая при этом более высокую эффективность: уровень сжатия достигает 70–80 % при сохранении или даже улучшении визуального качества. Однако его основным недостатком на текущем этапе является чрезвычайно высокая вычислительная нагрузка при кодировании. Несмотря на это, AV1 активно внедряется в веб-браузеры, платформы видеостриминга и новые поколения аппаратных устройств. Среди рекомендуемых аудиокодеков для AV1 чаще всего используется Opus, реже – AAC.

Theora представляет собой старый свободный видеокодек, разработанный фондом Xiph.Org на основе кода VP3. Он обеспечивает относительно низкую степень сжатия – около 30–50 % – и существенно уступает H.264 и VP9 по качеству изображения и эффективности компрессии. Theora получил некоторое распространение в начале 2010-х годов, однако в

настоящее время практически не используется из-за технического устаревания и отсутствия дальнейшего развития.

Кодек DivX представляет собой проприетарную реализацию алгоритмов сжатия MPEG-4 Part 2 и использовался преимущественно в начале 2000-х годов в бытовых DVD-плеерах и системах цифрового телевидения. Он обеспечивает умеренное сжатие (около 50–60 %), однако уступает современным стандартам как по качеству, так и по совместимости. На данный момент его использование ограничено в основном старыми устройствами.

Xvid является свободной альтернативой DivX и также реализует алгоритмы MPEG-4 Part 2. Его характеристики аналогичны: сжатие на уровне 50–60 %, высокая скорость кодирования, но устаревшая технология компрессии. Хотя Xvid сохраняет совместимость с некоторыми медиаплеерами и программами, его актуальность в современной цифровой среде крайне ограничена.

Выбор видеокodeка должен учитывать баланс между эффективностью сжатия, качеством изображения, скоростью кодирования, лицензионной политикой и поддержкой со стороны оборудования и программного обеспечения. В настоящее время H.264 сохраняет статус наиболее универсального codeка, H.265 и VP9 предоставляют улучшенное качество при снижении объема данных, а AV1 представляет собой перспективную альтернативу, ориентированную на будущее развитие медиа технологий.

В результате данной статьи, были представлены основные часто используемые кодировщики видеоданных, описаны их характеристики, и использование в настоящем времени.

Библиографический список

1. Крючкова Ю.П., Игнатов Ф.М., Власюк И.В. Анализ искажений изображений в современных видеокodeках // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. 2009. Т. 9. № 4. С. 182-185.
2. Зубакин И.А., Козлов В.В., Цыцулин А.К. Методика тестирования видеокodeков с учетом меры нестационарности изображений // Телекоммуникации. 2012. № 8. С. 29-33.
3. Невмержицкий К.А. Отличительные особенности популярных аудио, видеокodeков и контейнеров // Двигатель. 2012. № 4 (82). С. 60-62.
4. Попов В.Д., Паршин А.Е. Алгоритм поиска оптимальных по Парето параметров кодирования видеокodeков на основе объективных метрик качества видео // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2009. № 12. С. 30-38.
5. Рагулина К.О., Попов В.Д., Паршин А.Е. Алгоритмы анализа значений параметров кодирования видеокodeков // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2009. № 12. С. 39-50.