

Video Format Comparison

В ходе изучения внутреннего устройства и работы видео-кодеков H.264 , H.265 , VP9 , AV1 я получил следующие результаты:

H.264 (AVC) Video

H.264, также известный как AVC (Advanced Video Coding), является стандартом видеокодирования, который был разработан совместной группой специалистов ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) и ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG) . Он предназначен для высокоэффективного кодирования видео с различным качеством и разрешением. H.264 использует множество сложных алгоритмов и методов для сжатия видео. Ниже приведены основные компоненты и методы, которые используются в H.264:

Основные алгоритмы и методы в H.264

1. Блочное кодирование с переменным размером блока (Variable Block Size Coding)

- В H.264 видео разделяется на макроблоки размером 16x16 пикселей.
- Эти макроблоки могут быть дополнительно разделены на меньшие блоки различных размеров (например, 16x8 , 8x16 , 8x8 , 4x4) для лучшего соответствия локальных особенностей изображения.

2. Интра- и интерпредсказание (Intra- and Inter-prediction)

- **Интрапредсказание:** Используется для кодирования кадров без ссылки на другие кадры (I-кадры). Интрапредсказание использует соседние пиксели в пределах того же кадра для предсказания текущего блока.
- **Интерпредсказание:** Используется для кодирования кадров с ссылкой на предыдущие или будущие кадры (P- и B-кадры). Интерпредсказание использует блочное движение для предсказания текущего блока на основе информации из других кадров.

3. Предсказание движения (Motion Estimation and Compensation)

- Блочное движение используется для предсказания изменения положения объектов между кадрами.
- Каждый блок в текущем кадре сравнивается с блоками в одном или нескольких опорных кадрах для нахождения наилучшего соответствия.
- Векторы движения (указывающие смещение блоков) кодируются и используются для восстановления блоков на стороне декодера.

4. Трансформация и квантование (Transformation and Quantization)

- Используется дискретное косинусное преобразование (DCT) для преобразования пространственной области (пикселей) в частотную область.
- Преобразованные коэффициенты затем квантируются для уменьшения точности и, соответственно, объема данных.

5. Энтропийное кодирование (Entropy Coding)

- H.264 поддерживает два основных метода энтропийного кодирования:
 - **Кодирование с изменяющейся длиной (Variable Length Coding, VLC):** Использует кодирование с изменяющейся длиной для часто встречающихся символов.
 - **Контекстно-адаптивное побитовое арифметическое кодирование (Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding, CABAC):** Более сложный и эффективный метод, который учитывает контекст символов для повышения эффективности сжатия.

6. Адаптивная фильтрация (Deblocking Filter)

- H.264 включает в себя встроенный фильтр для уменьшения артефактов на границах блоков (blocking artifacts).
- Фильтр используется для сглаживания границ между блоками, что улучшает визуальное качество видео.

Типы кадров в H.264

- **I-кадры (Intra-coded frames):** Кадры, которые кодируются без ссылки на другие кадры. Они служат точками восстановления, что важно для случайного доступа и восстановления после ошибок.
- **P-кадры (Predicted frames):** Кадры, которые кодируются с использованием предсказания движения из предыдущих кадров (опорные кадры).
- **B-кадры (Bi-predictive frames):** Кадры, которые кодируются с использованием предсказания движения как из предыдущих, так и из будущих кадров. Они обеспечивают наибольшую степень сжатия, но также требуют большей вычислительной мощности для кодирования и декодирования.

Пример работы H.264

1. **Разделение на макроблоки:** Входной видеопоток разделяется на макроблоки.
2. **Предсказание:** Каждый макроблок предсказывается с использованием интрапредсказания или интерпредсказания.

3. **Ошибка предсказания:** Вычисляется разница между предсказанным и реальным макроблоком.
4. **Трансформация и квантование:** Ошибка предсказания подвергается DCT и квантованию.
5. **Энтропийное кодирование:** Квантованные коэффициенты и векторы движения кодируются с использованием VLC или CABAC.
6. **Адаптивная фильтрация:** Декодированный макроблок подвергается фильтрации для удаления артефактов.
7. **Сборка кадра:** Кадры собираются из декодированных макроблоков и выводятся на дисплей.

H.265 (HEVC) Video

H.265, также известный как HEVC (High Efficiency Video Coding), является современным стандартом видеокодирования, разработанным для преодоления ограничений предыдущих стандартов, таких как H.264/AVC. HEVC значительно улучшает эффективность сжатия, что позволяет уменьшить битрейт на 50% при сохранении того же уровня качества видео по сравнению с H.264. Это достигается за счет использования множества сложных алгоритмов и методов. Ниже приведены основные компоненты и методы, используемые в H.265:

Основные алгоритмы и методы в H.265

1. **Кодирование с использованием блоков переменного размера (Coding Tree Units, CTU)**
 - В H.265 введены Coding Tree Units (CTUs), которые могут иметь размеры от 16x16 до 64x64 пикселей.
 - CTU могут быть дополнительно разделены на более мелкие блоки, называемые Coding Units (CUs), для лучшего соответствия локальных особенностей изображения.
2. **Интра- и интерпредсказание (Intra- and Inter-prediction)**
 - **Интрапредсказание:** H.265 использует 33 различных режима предсказания для блоков, что значительно больше, чем в H.264, обеспечивая более точное предсказание.
 - **Интерпредсказание:** Включает использование векторов движения с более высокой точностью и дополнительные опорные кадры для повышения эффективности предсказания.
3. **Предсказание движения (Motion Estimation and Compensation)**

- Векторы движения могут иметь субпиксельную точность (до 1/4 или 1/8 пикселя), что обеспечивает более точное предсказание движения.
- Вводится использование амплитудных компенсирующих векторов движения (Motion Vector Merging), что уменьшает количество необходимых данных для кодирования векторов движения.

4. Трансформация и квантование (Transformation and Quantization)

- H.265 использует больше размеров блоков для трансформации (4x4 , 8x8 , 16x16 и 32x32), что позволяет лучше адаптироваться к различным структурам изображения.
- Используется Discrete Cosine Transform (DCT) и Discrete Sine Transform (DST) для повышения эффективности сжатия.

5. Энтропийное кодирование (Entropy Coding)

- H.265 использует усовершенствованное контекстно-адаптивное бинарное арифметическое кодирование (CABAC), которое улучшает эффективность сжатия по сравнению с H.264.

6. Адаптивная фильтрация (In-loop Filtering)

- Включает два типа фильтров:
 - **Deblocking Filter** : Удаляет артефакты на границах блоков.
 - **Sample Adaptive Offset (SAO)**: Корректирует ошибки квантования для улучшения качества изображения.

7. Методы предсказания текстур (Intra Prediction)

- 33 различных направления предсказания для блоков, что позволяет более точно предсказывать текстурные особенности.

Типы кадров в H.265

- I-кадры (Intra-coded frames): Кадры, которые кодируются без ссылки на другие кадры. Они служат точками восстановления, что важно для случайного доступа и восстановления после ошибок.
- P-кадры (Predicted frames): Кадры, которые кодируются с использованием предсказания движения из предыдущих кадров (опорные кадры).
- B-кадры (Bi-predictive frames): Кадры, которые кодируются с использованием предсказания движения как из предыдущих, так и из будущих кадров. Они обеспечивают наибольшую степень сжатия, но также требуют большей вычислительной мощности для кодирования и декодирования.

Пример работы H.265

1. **Разделение на CTU:** Входной видеопоток разделяется на Coding Tree Units (CTUs).
2. **Предсказание:** Каждый CTU предсказывается с использованием интрапредсказания или интерпредсказания.
3. **Ошибка предсказания:** Вычисляется разница между предсказанным и реальным блоком.
4. **Трансформация и квантование:** Ошибка предсказания подвергается DCT или DST и квантованию.
5. **Энтропийное кодирование:** Квантованные коэффициенты и векторы движения кодируются с использованием CABAC.
6. **Адаптивная фильтрация:** Декодированный блок подвергается фильтрации для удаления артефактов.
7. **Сборка кадра:** Кадры собираются из декодированных блоков и выводятся на дисплей.

VP9 Video

VP9 — это видеокодек, разработанный Google для замены VP8 и конкуренции с H.265/HEVC. VP9 обеспечивает высокую эффективность сжатия, улучшая качество видео при меньшем битрейте. Ниже приведены основные алгоритмы, методы и функции, которые используются в VP9:

Основные алгоритмы и методы в VP9

1. **Блочное кодирование с переменным размером блока (Variable Block Size Coding)**
 - В VP9 видео разделяется на суперблоки размером 64x64 пикселей.
 - Эти суперблоки могут быть дополнительно разделены на более мелкие блоки (например, 32x32, 16x16, 8x8) для лучшего соответствия локальных особенностей изображения.
 - Блоки могут иметь размеры вплоть до 4x4 пикселей, обеспечивая гибкость в кодировании сложных деталей изображения.
2. **Интра- и интерпредсказание (Intra- and Inter-prediction)**
 - **Интрапредсказание:** VP9 использует 10 направлений для предсказания блоков внутри кадра (интрапредсказание), что позволяет лучше кодировать статичные сцены и детали.
 - **Интерпредсказание:** Используется для предсказания движения между кадрами. VP9 поддерживает до 3 опорных кадров для интерпредсказания,

что позволяет улучшить качество предсказания движения.

3. Предсказание движения (Motion Estimation and Compensation)

- Векторы движения используются для предсказания блоков в текущем кадре на основе информации из предыдущих и будущих кадров.
- VP9 поддерживает векторы движения с точностью до 1/8 пикселя, что позволяет более точно предсказывать движение.
- Вводится использование сегментированных векторов движения и предсказания движения по нескольким направлениям для улучшения качества.

4. Трансформация и квантование (Transformation and Quantization)

- VP9 использует дискретное косинусное преобразование (DCT) и дискретное синусное преобразование (DST) для преобразования пространственной области в частотную.
- Размеры блоков для трансформации могут быть 4x4, 8x8, 16x16 и 32x32, что позволяет адаптироваться к различным структурам изображения.
- Преобразованные коэффициенты затем квантируются для уменьшения объема данных.

5. Энтропийное кодирование (Entropy Coding)

- VP9 использует контекстно-адаптивное двоичное арифметическое кодирование (Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding, CABAC) для повышения эффективности сжатия.
- Также используется специальное кодирование с изменяющейся длиной (Variable Length Coding, VLC) для кодирования оставшихся символов.

6. Адаптивная фильтрация (Loop Filtering)

- VP9 включает несколько этапов фильтрации для улучшения качества изображения:
 - **Deblocking Filter** : Уменьшает артефакты на границах блоков.
 - **Adaptive Loop Filter (ALF)**: Применяется для коррекции ошибок квантования и улучшения визуального качества.
 - **Sharpening Filter**: Применяется для повышения резкости изображения.

7. Поддержка многопоточного кодирования (Multithreaded Encoding)

- VP9 оптимизирован для многопоточного кодирования, что позволяет эффективно использовать многоядерные процессоры для ускорения кодирования видео.

8. Интеллектуальная сегментация (Segmentation)

- **VP9** позволяет сегментировать кадр на различные регионы, к которым могут применяться разные параметры квантования и фильтрации. Это позволяет более гибко управлять качеством и битрейтом.

Типы кадров в VP9

- **Key Frames (Ключевые кадры):** Кадры, которые кодируются независимо от других кадров и служат точками восстановления.
- **Inter Frames (Промежуточные кадры):** Кадры, которые кодируются с использованием информации из предыдущих или будущих кадров (опорные кадры).

Пример работы VP9

1. **Разделение на суперблоки:** Входной видеопоток разделяется на суперблоки размером 64x64 пикселей.
2. **Предсказание:** Каждый суперблок предсказывается с использованием интрапредсказания или интерпредсказания.
3. **Ошибка предсказания:** Вычисляется разница между предсказанным и реальным суперблоком.
4. **Трансформация и квантование:** Ошибка предсказания подвергается DCT или DST и квантованию.
5. **Энтропийное кодирование:** Квантованные коэффициенты и векторы движения кодируются с использованием CABAC или VLC.
6. **Адаптивная фильтрация:** Декодированный суперблок подвергается фильтрации для удаления артефактов.
7. **Сборка кадра:** Кадры собираются из декодированных суперблоков и выводятся на дисплей.

Заключение

VP9 является современным и высокоэффективным видеокодеком, который значительно улучшает качество сжатия по сравнению с предыдущими стандартами. Благодаря множеству усовершенствованных методов и алгоритмов, VP9 достигает высокой степени сжатия без значительных потерь качества, что делает его идеальным для современных приложений, таких как потоковое видео, видеоконференции и записи видео.

AV1 Video

AV1 (AOMedia Video 1) — это современный видеокодек с открытым исходным кодом, разработанный Альянсом за открытые медиа (AOMedia). Он предназначен для обеспечения высокой эффективности сжатия видео, улучшения качества изображения и уменьшения битрейта по сравнению с существующими стандартами, такими как VP9 и H.265/HEVC. AV1 включает множество инновационных алгоритмов и методов для достижения этих целей. Ниже приведено подробное описание основных алгоритмов, методов и функций, которые используются в AV1 .

Основные алгоритмы и методы в AV1

1. Адаптивное деление на блоки (Adaptive Block Partitioning)

- AV1 поддерживает сложное деление блоков, начиная с суперблоков размером 128x128 пикселей.
- Суперблоки могут быть рекурсивно разделены на более мелкие блоки, вплоть до 4x4 пикселей, что позволяет эффективно кодировать как однородные области, так и области с мелкими деталями.
- Поддерживаются различные формы разделения, включая горизонтальное и вертикальное деление, а также нестандартные формы, такие как Т-образные и другие.

2. Интрапредсказание (Intra Prediction)

- AV1 поддерживает 56 режимов интрапредсказания, что значительно больше, чем в предыдущих кодеках, таких как H.265.
- Эти режимы включают традиционные направления (горизонтальное, вертикальное и диагональное), а также более сложные предсказания на основе окружающих пикселей.

3. Интерпредсказание (Inter Prediction)

- Поддерживает до 7 опорных кадров, что позволяет улучшить точность предсказания и уменьшить количество бит.
- Векторы движения могут иметь точность до 1/8 пикселя, что позволяет более точно предсказывать движение.
- Поддерживает многофреймовое предсказание, bi-prediction и использование глобального движения.

4. Смешанные режимы предсказания (Compound Prediction Modes)

- AV1 включает различные комбинированные режимы предсказания, такие как среднее комбинированное предсказание (Average Compound Prediction) и взвешенное комбинированное предсказание (Weighted Compound Prediction).

5. Трансформации и квантование (Transformations and Quantization)

- Поддерживает различные размеры трансформационных блоков, включая 4x4 , 8x8 , 16x16 , 32x32 и 64x64 .
- Использует дискретное косинусное преобразование (DCT) и дискретное синусное преобразование (DST), а также новые методы, такие как flip-adaptive transform (FLIPADST) и состоящие из двух частей трансформации (EXT_TX).
- Квантование адаптивно настраивается для каждого блока, учитывая его важность для качества изображения.

6. Энтропийное кодирование (Entropy Coding)

- Использует контекстно-адаптивное бинарное арифметическое кодирование (Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding, CABAC), что обеспечивает высокую степень сжатия.
- Улучшенные алгоритмы кодирования, такие как Multi-symbol Entropy Coding, повышают эффективность энтропийного кодирования.

7. Адаптивная фильтрация (In-loop Filtering)

- Включает несколько этапов фильтрации для улучшения качества изображения:
 - **Deblocking Filter** : Уменьшает артефакты на границах блоков.
 - **Constrained Directional Enhancement Filter (CDEF)** : Применяется для сглаживания и улучшения качества изображения.
 - **Loop Restoration Filter** : Использует алгоритмы восстановления, такие как Wiener Filter и Self-Guided Restoration, для уменьшения шума и улучшения визуального качества.

8. Поддержка высокого динамического диапазона (High Dynamic Range, HDR)

- AV1 поддерживает кодирование видео с высоким динамическим диапазоном, обеспечивая лучшее представление светлых и темных областей изображения.
- Поддержка различных цветовых пространств и глубины цвета до 12 бит на канал.

9. Многопоточное кодирование (Multithreaded Encoding)

- AV1 оптимизирован для многопоточного кодирования, что позволяет эффективно использовать многоядерные процессоры и ускорять процесс кодирования видео.

10. Субпиксельное предсказание (Subpixel Prediction)

- Использует различные методы интерполяции для предсказания субпиксельного движения, что позволяет улучшить точность и качество предсказания движения.

Пример работы AV1

1. **Разделение на суперблоки:** Входной видеопоток разделяется на суперблоки размером до 128x128 пикселей.
2. **Адаптивное деление блоков:** Каждый суперблок рекурсивно делится на более мелкие блоки с учетом сложности изображения.
3. **Предсказание:** Выполняется интрапредсказание для статичных блоков и интерпредсказание для блоков с движением.
4. **Трансформация и квантование:** Ошибки предсказания подвергаются DCT, DST или другим трансформациям и квантованию.
5. **Энтропийное кодирование:** Квантованные коэффициенты и векторы движения кодируются с использованием CABAC и других методов.
6. **Адаптивная фильтрация:** Применяются deblocking filter, CDEF и loop restoration filter для улучшения качества изображения.
7. **Сборка кадра:** Кадры собираются из декодированных блоков и выводятся на дисплей.

Заключение

AV1 представляет собой современный и высокоэффективный видеокодек, который значительно улучшает эффективность сжатия и качество изображения по сравнению с предыдущими стандартами. Это достигается за счет использования множества усовершенствованных алгоритмов и методов, таких как адаптивное деление блоков, улучшенное предсказание движения, сложные трансформации и квантование, а также мощные методы энтропийного кодирования и адаптивной фильтрации. AV1 подходит для широкого спектра приложений, от потокового видео и видеоконференций до записи видео с высоким разрешением и высоким динамическим диапазоном.

H.264 VS H.265

H.264 (AVC) и H.265 (HEVC) – это два широко используемых стандарта видеокодирования, которые разработаны для сжатия видеофайлов, уменьшая их размер, сохраняя при этом качество изображения. H.265 был разработан как улучшение H.264, и он включает множество усовершенствований и новых функций для повышения эффективности сжатия.

Основные отличия между H.264 и H.265

1. Эффективность сжатия

- H.264 (AVC) :
 - Кодек H.264 использует методы блочного кодирования, предсказания движения и трансформации для сжатия видео.
 - Средняя степень сжатия H.264 позволяет достичь хорошего качества изображения при разумных размерах файлов, но для высоких разрешений требуется значительный битрейт.
- H.265 (HEVC) :
 - H.265 улучшает методы блочного кодирования и предсказания движения, позволяя достичь того же уровня качества изображения при примерно половинном битрейте по сравнению с H.264.
 - Это достигается за счет более сложных алгоритмов и улучшенной архитектуры кодирования.

2. Структура блоков

- H.264 :
 - Использует макроблоки размером 16x16 пикселей, которые могут быть разделены на более мелкие блоки.
 - Поддерживает блоки размера 4x4, 8x8 и 16x16 для адаптации к различным деталям изображения.
- H.265 :
 - Вводит Coding Tree Units (CTU), которые могут иметь размеры до 64x64 пикселей, обеспечивая большую гибкость и эффективность.
 - CTU могут быть разделены на Coding Units (CU), Prediction Units (PU) и Transform Units (TU) различных размеров (например, 64x64, 32x32, 16x16 и 8x8).
 - Это позволяет более точно адаптироваться к сложным деталям изображения и снижать избыточность данных.

3. Предсказание и компенсация движения

- H.264 :
 - Поддерживает до 16 опорных кадров для предсказания движения.

- Предсказание движения основано на векторах движения с точностью до 1/4 пикселя.
- Использует прямое и двустороннее предсказание для улучшения качества.
- H.265 :
 - Поддерживает до 32 опорных кадров для предсказания движения, что позволяет улучшить точность и качество предсказания.
 - Векторы движения имеют точность до 1/4 и 1/8 пикселя.
 - Вводит методы амплитудной компенсации движения (AMP) и временного фильтра (Temporal Motion Vector Prediction) для повышения эффективности.

4. Трансформация и квантование

- H.264 :
 - Использует дискретное косинусное преобразование (DCT) для трансформации блоков.
 - Размеры блоков для трансформации фиксированы: 4x4 и 8x8.
- H.265 :
 - Поддерживает как DCT, так и дискретное синусное преобразование (DST) для лучшего соответствия различным типам данных.
 - Размеры блоков для трансформации могут быть 4x4, 8x8, 16x16 и 32x32, что обеспечивает большую гибкость и эффективность.

5. Энтропийное кодирование

- H.264 :
 - Использует контекстно-адаптивное двоичное арифметическое кодирование (CABAC) и контекстно-адаптивное кодирование с изменяющейся длиной (CAVLC) для энтропийного кодирования.
- H.265 :
 - Улучшает CABAC, делая его более эффективным за счет увеличения числа контекстных моделей и улучшенного кодирования.

6. Адаптивная фильтрация

- H.264 :
 - Включает фильтр для уменьшения артефактов на границах блоков (deblocking filter).

- **H.265 :**
 - Включает улучшенный deblocking filter и добавляет новый фильтр Sample Adaptive Offset (SAO), который корректирует ошибки квантования и улучшает качество изображения.

7. Поддержка разрешений и частоты кадров

- **H.264 :**
 - Поддерживает разрешения до 4K UHD 3840x2160 и частоты кадров до 60 кадров в секунду.
- **H.265 :**
 - Поддерживает разрешения до 8K UHD (8192x4320) и частоты кадров до 120 кадров в секунду, что делает его более подходящим для будущих применений с высоким разрешением и частотой кадров.

8. Применение и совместимость

- **H.264 :**
 - Широко используется в потоковом видео, видеоконференциях, видеонаблюдении и других областях.
 - Обеспечивает высокую совместимость с различными устройствами и платформами.
- **H.265 :**
 - Используется в тех же областях, что и H.264, но предоставляет улучшенные возможности для приложений с высоким разрешением и эффективностью сжатия.
 - Совместимость с устройствами постепенно улучшается, но требует поддержки аппаратного декодирования для достижения наилучших результатов.

Заключение

H.265 представляет собой значительное улучшение по сравнению с H.264, предлагая более высокую степень сжатия при сохранении или даже улучшении качества изображения. Это достигается за счет использования более сложных и эффективных алгоритмов и методов кодирования, включая более гибкую структуру блоков, улучшенное предсказание движения, расширенные методы трансформации и квантования, а также более эффективное энтропийное кодирование и адаптивную фильтрацию. Эти усовершенствования делают H.265 более подходящим для

современных и будущих приложений, требующих высокого разрешения и высокой эффективности сжатия.

H.265 VS VP9

VP9 и H.265 (HEVC) – это два современных стандарта видеокодирования, разработанных для повышения эффективности сжатия видео и уменьшения битрейта при сохранении высокого качества. VP9 был разработан Google как замена VP8 и конкурент H.265, который был разработан совместными усилиями ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG) и ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG). Ниже приведено подробное сравнение и отличия между VP9 и H.265.

Основные отличия между VP9 и H.265

1. Эффективность сжатия

- H.265 (HEVC):
 - HEVC предназначен для сжатия видео с высоким качеством при меньшем битрейте по сравнению с H.264. Он достигает до 50% более высокой эффективности сжатия по сравнению с H.264.
 - HEVC использует сложные алгоритмы предсказания, трансформации и энтропийного кодирования для повышения эффективности.
- VP9:
 - VP9 также улучшает эффективность сжатия по сравнению с H.264, достигая до 50% более высокой эффективности.
 - VP9 использует аналогичные, но несколько различающиеся подходы к предсказанию, трансформации и энтропийному кодированию.

2. Структура блоков

- H.265:
 - Вводит Coding Tree Units (CTU) размером до 64x64 пикселей.
 - CTU могут быть разделены на Coding Units (CU), Prediction Units (PU) и Transform Units (TU) различных размеров (например, 64x64, 32x32, 16x16 и 8x8).
- VP9:
 - Использует суперблоки размером до 64x64 пикселей.
 - Суперблоки могут быть разделены на меньшие блоки различных размеров (например, 32x32, 16x16, 8x8 и вплоть до 4x4), что позволяет более

точно адаптироваться к сложным деталям изображения.

3. Предсказание и компенсация движения

- H.265 :
 - Поддерживает до 32 опорных кадров для предсказания движения.
 - Векторы движения имеют точность до $1/4$ и $1/8$ пикселя.
 - Вводит методы амплитудной компенсации движения (AMP) и временного фильтра (Temporal Motion Vector Prediction).
- VP9 :
 - Поддерживает до 3 опорных кадров для предсказания движения.
 - Векторы движения имеют точность до $1/4$ пикселя.
 - Использует многопоточное предсказание движения и сегментацию векторов движения для улучшения качества.

4. Трансформация и квантование

- H.265 :
 - Поддерживает размеры блоков для трансформации 4×4 , 8×8 , 16×16 и 32×32 .
 - Использует как дискретное косинусное преобразование (DCT), так и дискретное синусное преобразование (DST) для повышения эффективности.
- VP9 :
 - Поддерживает размеры блоков для трансформации 4×4 , 8×8 , 16×16 и 32×32 .
 - Использует только DCT для трансформации.

5. Энтропийное кодирование

- H.265 :
 - Использует улучшенное контекстно-адаптивное двоичное арифметическое кодирование (CABAC), что обеспечивает высокую эффективность сжатия.
- VP9 :
 - Использует контекстно-адаптивное бинарное арифметическое кодирование (Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding, CABAC) и контекстно-адаптивное кодирование с изменяющейся длиной (Variable Length Coding, VLC).

6. Адаптивная фильтрация

- **H.265 :**
 - Включает улучшенный фильтр для уменьшения артефактов на границах блоков (**deblocking filter**).
 - Включает фильтр Sample Adaptive Offset (**SAO**) для улучшения качества изображения.
- **VP9 :**
 - Включает многоступенчатую фильтрацию, включая **deblocking filter** и восстановление границ (Loop Restoration).

7. Поддержка разрешений и частоты кадров

- **H.265:**
 - Поддерживает разрешения до **8K UHD (8192x4320)** и частоты кадров до 120 кадров в секунду.
- **VP9 :**
 - Поддерживает разрешения до **8K UHD (8192x4320)** и частоты кадров до 120 кадров в секунду.

8. Лицензирование и роялти

- **H.265 :**
 - Лицензирование H.265 требует уплаты роялти, что может быть препятствием для его широкого принятия.
 - Управляется организациями MPEG LA и HEVC Advance.
- **VP9 :**
 - VP9 является открытым и бесплатным для использования, не требует уплаты роялти.
 - Продвигается и поддерживается Google.

Заключение

H.265 и **VP9** оба представляют собой современные и эффективные стандарты видеокодирования, которые значительно превосходят по эффективности сжатия своих предшественников. Однако они отличаются рядом ключевых аспектов:

- **Эффективность сжатия:** Оба кодека предлагают схожую степень сжатия, но используют разные алгоритмы и методы для достижения этой цели.

- **Структура блоков:** Оба кодека используют гибкие структуры блоков для повышения эффективности, но реализация этих структур различается.
- **Предсказание движения:** H.265 предлагает более сложные методы предсказания движения и поддержку большего числа опорных кадров, в то время как VP9 использует менее сложные, но всё ещё эффективные методы.
- **Энтропийное кодирование:** H.265 использует усовершенствованное CABAC, тогда как VP9 использует смесь CABAC и VLC.
- **Лицензирование:** VP9 имеет преимущество в плане отсутствия роялти, что делает его привлекательным для разработчиков и компаний, желающих избежать дополнительных затрат.

Выбор между H.265 и VP9 будет зависеть от конкретных требований проекта, включая эффективность сжатия, совместимость с устройствами, лицензирование и роялти.

H.265 VS AV1

Сравнение видео-кодеков H.265 и AV1

1. Основные технологии и методы, используемые в кодеках

H.265 (HEVC - High Efficiency Video Coding) :

- **Intra Prediction:** Улучшенное предсказание в пределах кадра для снижения избыточности.
- **Inter Prediction:** Использование сложных методов предсказания между кадрами для повышения эффективности сжатия.
- **Transform and Quantization:** Применение DCT (Discrete Cosine Transform) и DST (Discrete Sine Transform) для преобразования пространственной информации в частотную область, с последующей квантованием для сжатия данных.
- **Loop Filters:** Использование фильтров для улучшения качества видео после декодирования.
- **Entropy Coding:** Использование методов CABAC (Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding) для эффективного кодирования битов.

AV1 (AOMedia Video 1) :

- **Intra Prediction:** Более гибкие и сложные методы предсказания в пределах

кадра.

- **Inter Prediction:** Улучшенные методы межкадрового предсказания, включая использование специальных векторов движения и сложных моделей предсказания.
- **Transform and Quantization:** Применение множества различных трансформаций и квантовок, включая KLT (Karhunen-Loeve Transform) для более эффективного сжатия.
- **Loop Filters:** Более сложные и адаптивные методы фильтрации для улучшения качества видео.
- **Entropy Coding:** Использование методов ANS (Asymmetric Numeral Systems) для более эффективного сжатия данных.

2. Статистика по скорости, производительности и иным метрикам

Скорость кодирования и декодирования:

- **H.265** : Обычно имеет более высокую скорость кодирования по сравнению с AV1, но требует значительных вычислительных ресурсов для декодирования.
- **AV1** : Более медленная скорость кодирования из-за сложных алгоритмов, но также требует значительных вычислительных ресурсов для декодирования. Однако, с развитием аппаратных декодеров, скорость воспроизведения AV1 улучшается.

Эффективность сжатия:

- **H.265** : Эффективнее сжимает видео по сравнению с предыдущими стандартами (H.264), обеспечивая примерно 50% экономии битрейта при сохранении того же качества.
- **AV1** : Обеспечивает ещё более высокую эффективность сжатия по сравнению с H.265, обеспечивая примерно на 30% меньший битрейт при том же уровне качества.

Качество видео:

- **H.265** : Обеспечивает высокое качество видео, особенно при высоких разрешениях (4K и выше).
- **AV1** : Обеспечивает ещё более высокое качество видео при более низких битрейтах, что особенно важно для потоковой передачи видео через интернет.

Анализ метрик:

- **VMAF (Video Multi-Method Assessment Fusion)** : Метрика, используемая для оценки восприятия качества видео.
 - **H.265** : Получает высокие оценки **VMAF** при низких и средних битрейтах.
 - **AV1** : Получает ещё более высокие оценки **VMAF** , особенно при низких битрейтах.

3. Применение кодеков в различных сценариях

H.265 (HEVC):

- **Трансляция и хранение видео:** Используется для трансляции видео в высоком разрешении, включая 4K и 8K, благодаря своей эффективности сжатия.
- **Съемка и производство видео:** Часто используется в профессиональном оборудовании для съемки видео высокого качества.
- **Потоковые сервисы:** Широко поддерживается на большинстве современных устройств и платформ.

AV1 :

- **Потоковая передача через интернет:** Идеально подходит для потоковой передачи видео благодаря высокой эффективности сжатия, что позволяет экономить пропускную способность.
- **Мобильные устройства:** Сниженный битрейт при высоком качестве делает его отличным выбором для мобильных сетей с ограниченной пропускной способностью.
- **Поддержка открытых стандартов:** **AV1** является бесплатным и открытым стандартом, что делает его привлекательным для внедрения на широком спектре устройств и платформ.

Заключение

Выбор между **H.265** и **AV1** зависит от конкретных требований и условий использования. **H.265** лучше подходит для приложений, где важна поддержка на широком спектре устройств и высокая скорость кодирования. **AV1** предпочтительнее для потоковой передачи видео в интернете, где важна высокая эффективность сжатия и минимальные затраты на пропускную способность.

Общая информация о кодеках

[Статья 1](#)

Сравнение H.264 и H.265

[Article 1](#)

[Article 2](#)

Сравнения H.265 и VP9

[Article 1](#)

Сравнения H.265 и AV1

[Article 1](#)

[Article 2](#)

[Article 3](#)

Quantization

[Article 1](#)

I, P, B frames

[Article 1](#)

[Article 2](#)

Run Length Coding

[Article 1](#)

Lempel-Ziv-Welch (LZW)

[Article 1](#)

[Article 2](#)

Discrete Cosine Transform (DCT)

[Article 1](#)

Motion Compensation

[Article 1](#)

Context Modeling

Article 1

CABAC

Article 1