

# Измеряем MPEG-4 AVC



Алексей Шишов

Д. э. н.,  
генеральный директор  
ЗАО «В-ЛЮКС»



Геннадий Биза

руководитель отдела  
перспективных технологий  
ЗАО «В-ЛЮКС»



## ITU-T H.264

В ходе создания и формализации нового процесса компрессии видео человечество шло к итоговому формату силами сразу нескольких организаций (ITU, ISO и т.д.) и потому новый стандарт имеет пять имен: H.264, MPEG-4 Part 10, AVC, H.26L, JVT. Алгоритм собирается прижиться в самых разных системах: от трансляции на мобильные терминалы с разрешением QCIF до телевидения высокой четкости 1080i. (1920 x 1080). На первый взгляд, необходимость срочно освоить измерения сигналов нового стандарта неочевидна: в России нет ни одного коммерческого провайдера цифрового телевидения, который бы использовал этот MPEG-4 AVC. Однако у нас есть уверенность, что уже в ближайшие месяцы ситуация будет кардинально меняться.

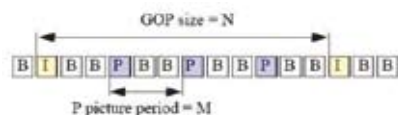
## Основное о MPEG-4 AVC/H.264

Одна из основ алгоритма MPEG-2 – это GOP (Group of Pictures) – последовательность из 12 – 15 кадров, формируемая при кодировании, кадры в этой цепочке бывают трех видов.

I – Intra или «внутренние» кадры: это первый кадр в GOP (Group of Pictures) и только он содержит всю информацию о картинке и полностью кодируется. Макроблоки I-кадра кодируются, используя только пространственные предсказания в самом кадре.

P – Predicted, они же «предсказанные» на основе идущих перед ними кадров.

B – Bi-Predicted получаются на основе предыдущих или последующих I-, P- или B- кадров.



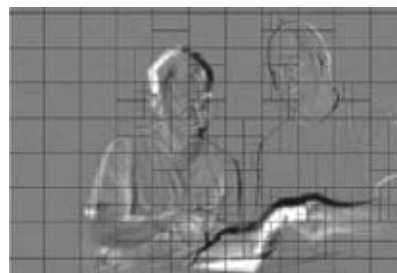
## Особенности MPEG-4 AVC:

Одной из главных особенностей MPEG-4 AVC является умение кодера распознавать объекты и их движение внутри «картинки», так называемый Shape coding (дословно – кодирование формы) и вместо GOP вводится понятие VOP (Video Object Planes). Слово Plane на русский чаще всего переводят как «поле», и по аналогиями с кадрами MPEG-2 получаем три вида этих самых полей: I-, P- и B-VOP-ы. VOP могут быть самой разной длины (а не стандартной как в GOP) и могут в некоторых версиях (профилях) стандарта H.264, например обходиться без B-кадров (плоскостей), и т.д.

16x16	16x8	8x16	8x8
0	0 1	0 1	0 1 2 3
8x8	8x4	4x8	4x4
0	0 1	0 1	0 1 2 3

В MPEG-4 AVC используется временное и пространственное предсказание. В MPEG-4 AVC в процессе кодирования

могут использоваться блоки переменного размера, в отличие от MPEG-2, где изображение делится на макроблоки 16 x 16 для яркостного компонента и на макроблоки 8 x 8 для цветоразностных компонентов. Так для «внутренних» I-кадров стандартным является размер блока 4 x 4. Такие маленькие блоки позволяют избежать артефактов, к примеру, при трансляции графики с мелкими деталями или при передаче ТВЧ. На тех же участках картинки, где столь тонкая работа от кодера не требуется, используются стандартные блоки 16 x 16. В промежуточных кадрах P и B кодер H.264 может также использовать различные блоки.



Слайсы в H.264 (Slices, поля) представляют собой последовательности макроблоков, которые обрабатываются в порядке сканирования раstra, если не используется гибкое упорядочивание макроблоков (flexible macroblock ordering, FMO). FMO изменяет способ деления изображения на поля и макроблоки путем использования концепции полевых групп. Каждая полевая группа – это множество макроблоков. Полевая группа определяется с помощью таблицы распределения

макроблоков по полевым группам, в которых четко определены:

- содержание набора параметров изображения;
- часть информации из заголовка слайса.

Таблица распределения макроблоков по полевым группам состоит из:

- идентификационного номера полевой группы для каждого макроблока изображения;
- указания, к какой полевой группе принадлежит соответствующий макроблок.

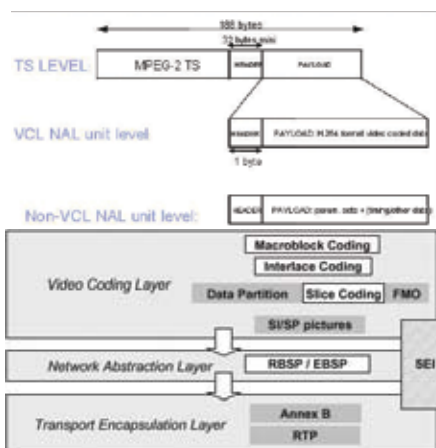
Множественная компенсация движения. Здесь возможности H.264 значительно превосходят стандартную процедуру MPEG-2, который мог предсказывать движение по 1 или 2 объектам. Кроме большого числа контролируемых объектов внутри «картинки». Изображения, закодированные с предсказанием (P), в MPEG-2 и предшествовавших ему стандартам использовали только одно предыдущее изображение для предсказания значений в новом изображении. В новом стандарте расширяется методика увеличенного выбора опорного изображения, появившаяся в приложении к стандарту H.263; это поднимает эффективность кодирования, так как позволяет кодеру выбирать для компенсации движения между большим количеством изображений, декодированных и сохраненных на декодере. Такое же расширение возможностей выбора опорного изображения применяется и для двунаправленного предсказания. В MPEG-2 для двунаправленного предсказания должны использоваться строго определенные изображения — предшествующий и последующий в порядке воспроизведения внутрикодированные (I) или закодированные с предсказанием (P) изображения.

Фильтр снятия блочной структуры — De-blocking фильтр, дает возможность бороться с артефактами и уменьшить скорость потока данных на 10% при том же качестве картинки. Этот фильтр как бы встроен в «петлю» процесса компенсации движения.

Методы энтропийного кодирования являются последним механизмом: по сути это тоже сжатие файлов.

- Context-based Adaptive Variable Length Coding (CAVLC): часто встречающиеся элементы кодируются с помощью более «короткого» алгоритма, редко встречающиеся — более «длинным»

- Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding (CABAC): это более сложный алгоритм, но дающий в сравнении с CAVLC 7 — 10% экономии
- Трехуровневая структура H.264. В стандарте H.264 существуют три уровня:
  1. VCL (Video Coding Layer — уровень кодирования видео)
  2. NAL (Network Abstraction Layer — Сетевой Абстрактный Уровень) — форматирует видео после VCL и добавляет к данным заголовки нужного типа, чтобы передать информацию соответствующему транспортному уровню
  3. Уровень инкапсуляции в транспорт (Transport Encapsulation Layer (TEL)).



Заголовки определяют тип данных, содержащихся в одном модуле (элементе) NAL (VCL или Non (не) -VCL):

- Элементы VCL NAL содержат информацию о закодированном видео
- Элементы Non-VCL NAL содержат дополнительную информацию, относящуюся к этому видео (профиль, уровень, разрешение и т.д.)

**Профили и уровни H264:**

- Существует 4 профиля H.264
1. Baseline — наименее сложный (нет B-slices). Области применения:
    - видеотелефония;
    - видеоконференции;
    - беспроводные системы;
    - гибкая защита от ошибок;
    - кодирование для использования в домашних ПК;
    - подходит для большинства применений, вплоть до D-cinema.
  2. Main:
    - наилучшее сочетание уровня компрессии и качества видео под выбран-



**ЛАУРЕАТ CSTB '2006**

Проект ЗАО «В-Люкс»  
Мультисервисная сеть  
кабельного телевидения  
г. Кирова

Номинация «За освоение  
новых технологий»

Конкурс «Проекты гибридных  
волоконно-коаксиальных сетей  
города/района»  
CSTB Awards '2006

Городская сеть кабельного телевидения в г. Кирове. Планируемая емкость сети 50000 абонентов. Строится по технологии гибридная опτικο-коаксиальная сеть с установкой оптического узла на 1500-3000 абонентов. При строительстве сети задействуется существующая транспортная ВОЛС Кировского филиала электросвязи, имеющая 8 узлов первичного уровня (городские АТС). От первичных узлов транспортной сети планируется строительство ВОЛС 2-го уровня до оптических узлов.

На центральной головной станции установлено оборудование формирования пакета аналоговых и цифровых программ, передающее оптическое оборудование на длину волны 1550 нм для раздачи ТВ-сигналов на ПГС. ПГС размещаются в узлах транспортной городской сети в помещениях АТС и в их состав входят: ГС кабельных модемов, оптические приемники обратного канала, оптические передатчики прямого канала 1310 нм. Устанавливаемые ГС кабельных модемов подключаются через городскую сеть передачи данных IP/MPLS.

В качестве оборудования используется:

- ГС аналогового ТВ и FM-радио: Hirschmann CSE6000;
- ГС цифрового ТВ и IP-TV (Thomson);
- головное оптическое оборудование и оптические узлы производства Harmonic. В качестве оптических узлов применены узлы серии HLN3842, имеющие модульную структуру и позволяющие организовать 4 независимых RF-выхода, сегментирование обратных каналов, резервирование электропитания и мониторинг оптической сети; в качестве оборудования коаксиальных сетей применено: магистральные и домовые усилители серий GLV865, GVP841/851 производства Hirschmann, абонентские и магистральные разветвители «СтандартТелеком», коаксиальные кабели Commscope.

Редакция «Кабельщика» от всей души поздравляет ЗАО «В-Люкс» с заслуженной победой. Желаем успехов, новых интересных технических решений и новых побед!

ную скорость передачи;

- хорошее качество видео, широкоэкранный телевидение + DVD стандартного разрешения;
- кодирование сигналов с прогрессивной и чересстрочной разверткой;
- все возможности Baseline Profile кроме алгоритма улучшенной защиты от ошибок.

3. Extended:

- приложения потокового видео сочень высокой скоростью передачи;
  - сервисы мобильного видео – Mobile video services;
  - более гибкая защита от ошибок за счет разделения данных;
  - все возможности профиля Baseline SI<sup>1</sup> и SP<sup>2</sup> slices.
4. High (High, High 10, High 4:2:2, High 4:4:4):
- ориентированный на HDTV;
  - прогрессивная и чересстрочная развертка;
  - энтропийное кодирование CAVLC и CABAC;
  - возможности шире, чем у Main profile;
  - кодирование видео без потерь.

Уровни H.264 определяются наиболее популярным форматом производства и распределения контента (от Q-CIF для DVB-H до цифрового кинематографа высокого разрешения (D-Cinema)).

Профили H.264 определяют соответствующие инструменты кодирования, представленные в таблице 1.

Анализатор H.264 – «Analyzer H264 – TNM 2070».



По своим возможностям Analyzer H264 фирмы THOMSON позволяет производить полное обследование цифрового потока как в реальном времени, так и более детально, после записи на собственный массив цифрового потока. Ниже представлены основные возможности анализатора и встроенного в него декодера.

- Определение и работа с форматами входящих файлов: H.264 не обработанный поток, MP4 и 3GPP, MPEG-2 TS, Ethernet PCAP;
- Анализ A/V, TR 101 209 и анализ синтаксической структуры;
- Тесты на совместимость;
- Анализ макроблоков: сетка деления, типы и характеристики;

Формы кодирования	Baseline	Main	Extended	High
I и P Slices	x	x	x	x
B Slices		x	x	x
CAVLC	x	x	x	x
CABAC		x		x
Защита от ошибок (FMO, ASO, резервирование slices)	x		x	
SP и SI Slices			x	
Interlaced Coding		x	x	x

Таблица 1.

- Отображение векторов движения;
- Анализ заполнения буфера;
- Встроенный A/V проигрыватель;
- Для углубленного контроля контента полностью совместим с анализатором THOMSON COBALT DVB-H Analyzer и Media Extractor SW на основе программного обеспечения.

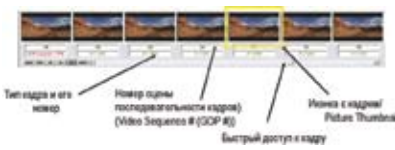
Общий вид интерфейса Анализатора H264

Представление и описание кадров и полей.



Анализатор позволяет в зависимости от задач представлять краткое или полное описание кадров. При кратком (Thumbnail) описании представляются только основные параметры кадров с возможностью быстрого доступа к ним:

- Тип и номер кадра;
- Номер сцены;



Вид линейки с кадрами /Thumbnail, где:

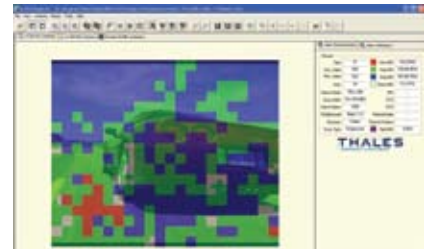
- тип кадра = IDR<sup>3</sup>, если это IDR и иные типы кадров (I, P, B, SI or SP);
- цвет текста красный для I-кадров и зеленым для всех остальных.



Внешний вид интерфейса и представление – NAL Layer Report

Анализ VCL H.264: Макроблоки

- Интерфейс по указанию использован-



ных макроблоков при кодировании изображения.

- быстрый доступ к параметрам видео;
- глобальная статистика по всем макроблокам.

- Оценка точности работы кодера при разбиении картинки на макроблоки:



- вниз до каждого MB;
- субмакроблоки на границах объектов — представление корректности работы кодера.

- Покадровый анализ измеряет производительность кодера:



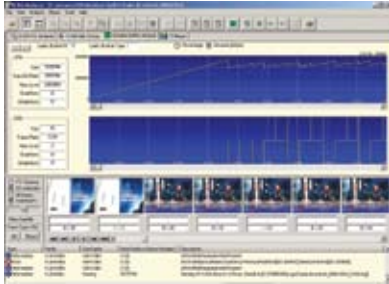
- включает отображение векторов движения;
- представление: где макроблоки используют L0, L1<sup>4</sup> или оба.

- Синтаксический анализ элементов NAL:
  - позволяет проводить испытания на совместимость потока данных;
  - позволяет оценить характеристики (профили, уровни,..);



– возможность последовательной проверки (SPS, потом PPS, потом Access unit).

- Анализ заполнения буфера:

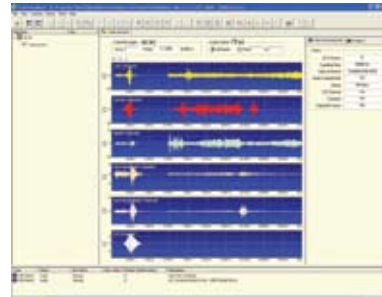


– переводит буфер с кодированной и декодированной картинкой (CPB &

DPB) в графический вид;

- обеспечивает диагностику в ходе теста на совместимость.

- Анализ звука.



- «Чистовая отделка» файлов с кодированным видео /Trimming



Способность окончательной «отделки» видео:

- можно выделять части последовательностей кадров (sub-sequence);
- создавать «чистые» последовательности, готовые для проигрывания.

Как это работает:

- выделяются точки входа/выхода в последовательности кадров (Thumbnail);
- извлекаем Raw byte из файлов или транспортного потока TS;
- «Растягиваем» последовательность до ближайшего предстоящего IDR.

Литература

1. «Mercury H.264 Analyzer Testing New Codecs for Enabling TV Innovation», Thomson Grass Valley, 2006
2. «The H.264/AVC Advanced Video Coding Standard: Overview and Introduction to the Fidelity Range Extensions Gary J. Sullivan, Pankaj Topiwala, and Ajay Luthra, Microsoft Corporation, One Microsoft Way, Redmond, WA 98052
3. «Video coding using the H.264/MPEG-4 AVC compression standard Atul Puria, Xuemin Chenb, Ajay Luthrac, aRealNetworks, Inc., 2601 Elliott Avenue, Seattle, WA 98121, USA, bBroadcom Corporation, 16215 Alton Parkway, Irvine, CA 92619, USA

<sup>1</sup> SI-slice — переключаемый I-slice, который делает возможным точное совпадение макроблоков в SP-slice для произвольного доступа и восстановления ошибок.

<sup>2</sup> SP-slice — переключаемый P-slice, который кодируется таким образом, что становится возможным эффективное переключение между различными заранее кодированными изображениями.

<sup>3</sup> IDR — Instantaneous Decoder Refresh — это «опорные» I-кадры в GOP, содержащие только оцифрованные поля этого кадра. Т.е. кадры, идущие после IDR, не используют для предсказания движения кадры до IDR. Это дает возможность выбрать для анализа или обработки кадры начиная с IDR. А для декодирования картинки после него вам не понадобится иной информации.

<sup>4</sup> L0 — CAVLC, L1 — CABAC.



## НАШИ КЛИЕНТЫ ЦЕНЯТ НАШИ РЕШЕНИЯ

- Полные решения для цифрового и IP телевидения
- Оборудование для сетей кабельного ТВ и широкополосного доступа
- Проектирование и системная интеграция

(495) 105-5220 [www.vlux.ru](http://www.vlux.ru)  
многоканальный [vlux@vlux.ru](mailto:vlux@vlux.ru)