

СЕТЕВЫЕ MPEG-4 КОДЕКИ ВИДЕОСИГНАЛА – ВЗГЛЯД НА КАЧЕСТВО ИЛИ КАЧЕСТВО ВЗГЛЯДА?

*В. Никитин
М. Ефимов
ЗАО «СКН»*

Рынок сетевых систем видеонаблюдения растет с каждым днем. В игру вступают крупнейшие производители CCTV-оборудования, но, как это уже случалось и раньше, промышленность никак не может прийти к общему решению. Пользователю сегодня приходится выбирать аппаратуру, базирующуюся на различных принципах кодирования видеoinформации, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Стремительный рост предложений приводит к тому, что уже трудно уследить за ценами и спецификациями: модель, завоевавшая наши симпатии сегодня, уже через полгода может быть вытеснена с вершины Олимпа очередным новоявленным конкурентом. Поэтому тщательно выбирайте аппаратуру – с учетом всех ваших запросов и потребностей, чтобы не чувствовать себя обманутым, когда на рынке появится более совершенная альтернатива.

Проблема выбора усугубляется множеством аппаратных реализаций алгоритмов компрессии. К настоящему времени жестко формализованы JPEG и MPEG-2; пользователям MPEG-4 Международный союз по телекоммуникациям предлагает лишь набор инструментов (базовый стандарт ITU-T-H.264), на основании которого разработчик сам должен синтезировать кодек. Что касается Wavelet, то количество дискуссий «чей Wavelet лучше» во много раз превосходит число предложенных Wavelet-преобразований.

Инсталляторов и конечных пользователей не волнуют научные дискуссии – им нужна четкая количественная оценка параметров систем видеонаблюдения. Предлагаемый материал не претендует на всеобъемлющий тест-драйв – мы не устраивали субъективно-статистических экспер-

тиз, не проводили краш-тестов. Чтобы оценить возможности аппаратуры на этапе системного проектирования, мы инструментально протестировали четыре модели сетевых видеосерверов с алгоритмом компрессии MPEG-4. Результаты оказались неожиданными...

ТЕСТИРУЕМАЯ АППАРАТУРА

Для тестирования нами было выбрано четыре сетевых видеосервера. Принципы отбора – техника только ведущих европейских производителей, реализация в аппаратуре профиля ASP (Advanced Simple Profile) при алгоритме сжатия MPEG-4. Нас интересовало, насколько эффективными становятся инструменты ASP в руках того или иного программиста при написании кодека. В наших руках оказались четырехканальный передатчик/приемник видеосигнала «Образец 1», восьмиканальный «Образец 2», четырехканальная модель «Образец 3» и одноканальный аппаратный кодек «Образец 4». Мы намеренно не называем модели и торговые марки, дабы нас не упрекнули в антирекламе. Однако приводим реальные технические характеристики исследуемых блоков – так, как они записаны в даташитах (представлены в таблице).

Из таблицы видно, что отобранная аппаратура по своим основным заявленным характеристикам (разрешение, битрейт, темп кодирования, поддержка сетевых протоколов) практически идентична друг к другу. Что касается дополнительных опций, то три из четырех кодеков (кроме «Образца 2») поддерживают детектирование движения, кодек «Образец 4» не обеспечивает видеопотоки с разным разрешением, кодек «Образец 3» рассчитан на работу только с программным декодером.

Поэтому проектировщику и пользователю сетевого видео есть из чего выбирать (если не принимать во внимание фактические параметры аппаратуры).

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Проведение любых сравнительных испытаний аппаратуры бессмысленно без четко оговоренной программы и методики тестирования. В нашем случае при подготовке тест-драйва мы знали, что любая телевизионная система – аналоговая или цифровая – в конечном счете оценивается по степени удовлетворенности пользователя даваемым ею изображением. В свое время Международный союз электросвязи (ITU) разработал стандарт на формальное субъективное тестирование качества изображения – Рекомендацию ITU-R BT.500 «Методика субъективной оценки качества телевизионного изображения». Этот документ, впервые опубликованный в 1974 году, описывает ряд процедур для оценки человеком качества изображения. Каждая процедура начинается с отбора участников, которые не должны быть экспертами, и проверки их зрения. В контролируемых условиях участники просматривают до 30 минут набор тестовых сцен и для каждой сцены выставляют оценку качества изображения. Естественно, что такое тестирование не под силу большинству пользователей охранных телевизионных систем. Заветная мечта тех, кто занимается испытаниями видеоаппаратуры, – объективный метод определения качества, позволяющий избежать тех материальных затрат, трудоемкости и факторов неопределенности, которые сопряжены с субъективным тестированием. Такой метод должен быть применим для множества различных видов изделий и технологий компрессии.

Особенностью цифрового MPEG-видео является наличие большого числа специфических искажений, обусловленных внутрикадровым и межкадровым кодированием. Для их оценки используется уникальная и весьма дорогостоящая аппаратура. В первом приближении качество формирования, передачи и воспроизведения телевизионных изображений может быть оценено с помощью стандартных испытательных сигналов, хорошо известных всем пользователям телевизоров. Строго говоря, испытательные таблицы для оценки качества компрессированного цифрового видеосигнала должны содержать динамические элементы, адекватные принципам цифрового кодирования MPEG-4, одновременно включая в себя элементы аналоговых таблиц.

Но мы решили идти в ногу с абсолютным большинством специалистов отрасли и ограничились статическими тест-сигналами. В качестве источника сигналов использовался генератор Rohde&Schwarz. Он может сформировать более 100 различных сигналов для тестирования; нами использовался видеосигнал частотных пакетов CCIR 18/1 – опорный прямоугольный импульс и шесть синусоидальных пакетов с частотами 0.5, 1.5, 3 и 4.433 MHz размахом, равным 420 мВ на уровне яркости 50%.

Собственно сравнительные испытания проводились в два этапа при разном разрешении/битрейте в стандарте разложения PAL. Поскольку аппаратура образцов 1, 2 и 4 обеспечивает аппаратное декодирование, сначала было исследовано качество аппаратной декомпрессии. Для этого использовался двухлучевой осциллограф LeCroy 9350AM, на входы которого подавались оригинальный и декодированный сигнал. Результаты эксперимента при установленном разрешении на всех кодеках 4CIF и бит-

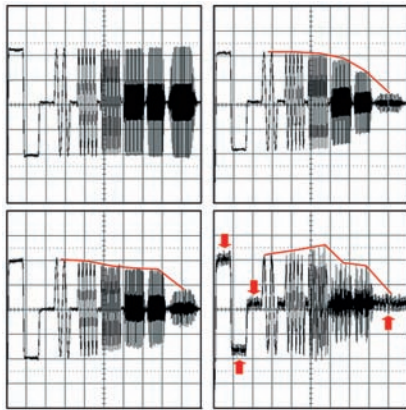
	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Сетевые протоколы	RTP, Telnet, UDP, TCP, IP, HTTP, IGMP V2, ICMP, ARP, SNMP	RTP, UTP, IP, SMTP, HTTP, ARP, DNS	HTTP, HTTPS, SSL/TLS*, TCP, SNMPv1/v2cv/v3 (MIB-II), RTSP, RTP, UDP, IGMP, RTCP, SMTP, FTP, DHCP, UPnP, ARP, DNS, DynDNS, SOCKS.	10/100 Base-T Ethernet, TCP, UDP, ICMP, IGMP, SNMP, HTTP
Разрешение	704 x 576 (D1/4CIF) 704 x 288 (2CIF) 352 x 576 (половина D1) 352 x 288 (CIF) 176 x 144 (QCIF)	176x144 (QCIF), 352x288 (CIF), 704x288 (2CIF), 704x576 (4CIF), 720x576 (PAL D1)	4CIF, 2 CIFexp, 2CIF, CIF, QCIF	4CIF, 2CIF, CIF
Битрейт	9.6 Кбит/с...6 Мбит/с	9.6 Кбит/с...6 Мбит/с		32 кбит/с...4Мбит/с
Вид битрейт		постоянный (CBR), переменный (VBR)	CBR, VBR	CBR, ACF (Activity Controlled Frame rate) – управление частотой кадров по движению
Задержка	120 мс	менее 100 мс		
Темп кодирования		До 4CIF @ 25 кадров/с на процессор DSP (два видеоканала)	До 4CIF @ 17 кадров/с (только 1 канал) До 2CIF @ 25 кадров/с (только 1 канал) До CIF @ 17 кадров/с (4 канала)	До 4CIF @ 25 кадров/с
Последовательный порт	1	До 3	1	1
Аудио	Да	Да	Да	Да
Детектирование движения	Да	Нет	Да	Да
Сухой контакт	5	1	8	6
Диапазон рабочих температур	0...+50°C	-34...+74°C	+5...+50°C	-30...+50°C
Особенности	USB - порт	Много-абонентская адресация – два видеопотока от каждого источника с заданным разрешением	Просмотр с помощью Quicktime	Многоабонентская адресация: -1x 4CIF, или -2x 2CIF, или -3x CIF Один блок не может обеспечить видеопотоки с разным разрешением (например 1x 2CIF и 1x CIF)
		Просмотр с помощью Quicktime	Нет аппаратного декодера	
	Кодер может обеспечить поток до 6 Мбит/с, Декодер имеет ограничение 5 Мбит/с (макс. 20 Мбит/с на 4 канала)		Многоабонентская адресация с различными алгоритмами сжатия (возможен М-JPEG)	
	1670 евро - двухканальный	6846 евро - восьмиканальный	899 евро – четырехканальный	3380 usd

рейте 4 Мбит/с показаны на рисунке 1. Видно, что все кодеки по-разному воздействуют на один и тот же испытательный сигнал. Частотные характеристики кодеков образцов 1 и 2 близки к традиционным; частотная характеристика кодера образца 4 имеет выброс на частоте 3 МГц, кроме того, хорошо заметен повышенный шум на уровнях белого и черного. Механизм этого явления не совсем понятен. Блок мы не вскрывали, поэтому детального исследования видеотракта не проводилось. Рабочая гипотеза – создатели специального чипа, который используется для целей кодирования видеопотока во всех кодеках этой серии, увлеклись его сетевыми функциями в ущерб качеству видеосигнала.

Рис. 1. Тест-сигнал и выходные сигналы декодеров, видеопоток 4CIF@4Мбит/с

Исходный 4CIF@4Мб

PAL



Образец 2

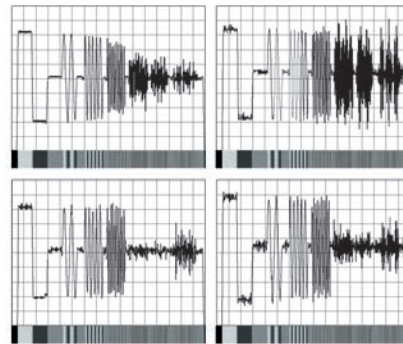
Образец 3

Испытав «железо», мы перешли к тестированию программного обеспечения. Тестируемые кодеры подключались к корпоративной сети предприятия. К этой же сети подключалась рабочая станция декодирования. Для аппаратуры образцов 1 и 4 использовалось штатное ПО декодирования, видеопотоки кодеров образцов 2 и 3 декодировались популярным проигрывателем мультимедийных файлов Quicktime [http://daily.sec.ru/dailyplpnmver.cfm?pid=4354]. На видеовыходы всех кодеров также подавался испытательный сигнал частотных пакетов CCIR 18/1. Для объективной оценки искажений видеосигнала после декодирования мы использовали специализированный программный пакет, любезно предоставленный фирмой

Рис. 2. Отображение видеосигнала при программном декодировании, видеопоток 4CIF@4 Мбит/с

Образец 1

Образец 2



Образец 3

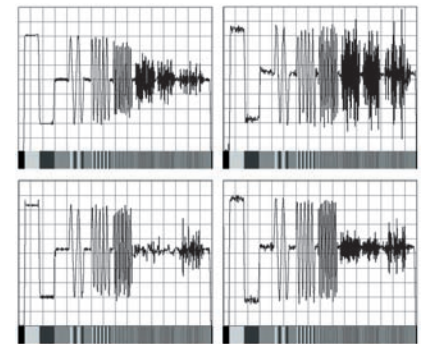
Образец 4

«ЭВС» (Санкт-Петербург). Представленные ниже BMP-изображения, относящиеся к результатам тестов, соответствуют видеопотокам 4CIF@4Мбит/с (рис. 2) и 4CIF@1,5Мбит/с (рис. 3). Проводить исследования с потоком CIF@1Мбит/с мы не стали – он в принципе не обеспечивает разрешение, соответствующее верхним частотам тест-сигнала. Отметим повторяемость результатов эксперимента – лучшую частотную характеристику обеспечил кодек образца 2, минимальный уровень шумов – кодек образца 2. Кодек образца 4 немного, но уступает лидерам заезда. Что касается образца 3, то он еще раз подтвердил, что качество продукта, ориентированного на массовое применение, соответствует его цене.

Рис. 3. Отображение видеосигнала при программном декодировании, видеопоток 4CIF@1,5 Мбит/с

Образец 1

Образец 2



Образец 3

Образец 4

ВЫВОДЫ

Проведенные испытания наглядно продемонстрировали, что декларируемые и реальные характеристики аппаратуры несколько отличаются друг от друга. При заявленном качестве 4CIF (704x576 разрешаемых элементов) фактическое разрешение всех испытанных кодеков лежало в области 400 твл по горизонтали. Ситуация очень похожа на ту, что складывалась с заявленной и реальной чувствительностью видеокамер и породила массу публикаций на страницах специализированных изданий. Прошло немало времени, пока специалисты отрасли разобрались и с методиками измерений, и с контрастной чувствительностью, и с отношением сигнал-шум. Теперь предстоит сделать то же самое и с форматами компрессии, особенно с MPEG-4. Одна и та же скрипка по-разному звучит в руках разных музыкантов. То же самое происходит и при кодировании – создатель кодера может по-разному использовать инструменты того или иного профиля MPEG-4, обеспечивая заданный уровень совместимости и слаженной работы конечного продукта, соответствующего этому профилю. Кроме того, при объектно-ориентированной компрессии для создания потокового видео с низким битрейтом используются инструменты, отличные от тех, что используются при кодировании видеосигнала с DVD-качеством. По-

этому гипноз рекламы и реалии жизни несколько отличаются друг от друга, и мы надеемся на отклики коллег, столкнувшихся с похожими явлениями в сетевом видео. Будем надеяться также, что наша публикация привлечет внимание специалистов, разрабатывающих инструментальные методы оценки качества видеосигнала, свободные от особенностей зрительной системы человека. Немаловажной особенностью объективных измерений является тот факт, что они позволяют не только проводить тестирование эффективности методов и алгоритмов на уже обработанных видеоданных, но и оценивать качество получаемого изображения в реальном времени. Это позволит корректно регулировать параметры и настройки обработки при сетевом видеонаблюдении и цифровой видеозаписи. Поэтому черту под испытаниями проводить рано. На следующем этапе мы планируем вывести аппаратуру в «поле» и проверить ее работу на реальных статических и динамических сюжетах. С ходом испытаний можно будет ознакомиться на нашем сайте www.skn-spb.ru. Но уже сейчас очевидно, что аббревиатура MPEG-4 не должна вызывать эйфории у пользователя – обещаемое ему качество взгляда будет сильно зависеть от взгляда разработчика на качество кодирования видеосигнала.