



Видеосистемы «Альтернатива»

«Альтернативные» аппаратные решения

Принципы работы и построения плат с аппаратной видеокомпрессией

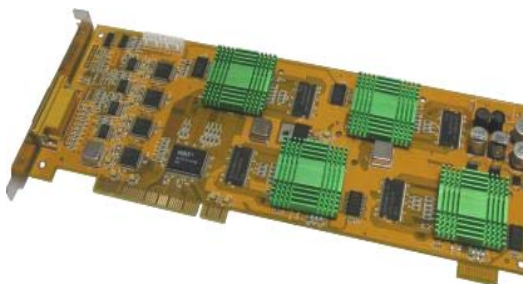
В предыдущей статье уже были рассмотрены основные классы плат видеообработки, поддерживаемые системой «Альтернатива»: классические платы с программными кодеками, комбинированные платы и платы с аппаратными кодеками. Были также отмечены достоинства и недостатки использованных в них схемотехнических решений, а также приведен анализ компьютерной платформы, используемой в качестве основы для построения современных систем видеонаблюдения и регистрации.

В этой статье мы подробно рассмотрим платы с аппаратными кодеками, сделаем акцент на их отличиях, возможностях и реализованных алгоритмах видеокомпрессии.

Почему появились платы с аппаратной компрессией?

Основным «узким местом» компьютерной платформы является шина PCI, к которой подключаются все платы видеообработки. Именно пропускная способность этой шины ограничивает все параметры системы, вынуждая инсталляторов искать компромисс между размером кадра, максимальным количеством каналов, скоростью наблюдения и записи.

Наиболее перспективными на сегодняшний день являются платы с аппаратными кодеками, в которых все этапы обработки видеосигнала реализуются без участия центрального процессора компьютера непосредственно на плате. Именно эти платы позволяют преодолеть ограничения шины PCI и достичь максимальных значений качества и скорости записи, а возможность записи синхронного звука и «нулевая» загрузка процессора делают их идеальными при построении сложных многоканальных систем. Все видеоканалы на таких платах записываются со скоростью 25 кадров в секунду независимо от их общего количества в видеорегистраторе.



Плата видеообработки dvR-812

Первой аппаратной платой в системе «Альтернатива» была плата dvR-812. Эта плата обеспечивала запись 4-х видеоканалов с разрешением CIF (352x288) и 4-х каналов синхронного звука. При установке 6 плат сервер обеспечивал запись 24 каналов. «Мозгом» платы были четыре мультимедиа процессора (ММП) типа PNX-1000 фирмы Philips, которые выполняли видеокомпрессию в формате MPEG4, аудиокомпрессию в формате G.729, подготовку изображения для вывода на дисплей, а также детектирование движения. Детектор каждой камеры поддерживал до 16 областей по 396 зон детектирования с регулируемым размером от 1x1 до 99x99 точек. При срабатывании детектора плата сообщала программному обеспечению область и зону, в которой выявлено движение, а также передавала коэффициент, характеризующий степень изменений в указанной зоне. Компьютерная платформа, как в этой, так и всех последующих платах, используется только для записи архива на диск и передачи его по сети, воспроизведения архива, а также для управления системой видеорегистрации. Для передачи видеоинформации по низкоскоростным сетям плата работала с размером кадра QCIF (176x144).

Главным преимуществом используемого алгоритма MPEG4 перед Wavelet и MJPEG является то, что в архив сохраняются не компрессированные целиком кадры, а лишь обнаруженные изменения в изображении. Кадры, с которых начинается анализ изменений, называются опорными (I-кадры), они компрессируются целиком и сохраняются в архив. Интервал между I-кадрами может составлять от 100 до 300 кадров, и заполняется он только выявленными изменениями (промежуточными P- и B-кадрами).

Например, если камера наблюдает за стоянкой, на которую въезжает автомобиль, то фактически в промежуточных кадрах будет сохранено только изображение автомобиля, а не всей стоянки. Если движение перед камерой вообще отсутствует, то архив будет состоять только из опорных кадров, что потенциально может уменьшить его размер в 100-200 раз по сравнению с Wavelet и MJPEG компрессией. При воспроизведении архива изображение восстанавливается кадр за кадром, начиная с опорного, к которому последовательно добавляются все изменения, сохраненные в промежуточных кадрах.

Виртуальное многообразие стандартов видеокомпрессии

Внесем ясность в существующее многообразие стандартов компрессии.

Разработкой и внедрением методов компрессии занимались два международных института: ISO Motion Picture Experts Group (MPEG) и ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG), которые к 1995 году сформировали окончательные версии стандартов MPEG4 и H.263 соответственно. Стандарт H.263 нашел широкое применение в системах видеоконференций. Его дальнейшее развитие группа VCEG начала в направлении уменьшения объема передаваемых по сети данных (потока), при условии увеличения размера изображения и сохранения качества. Рабочая версия нового стандарта получила название **H.26L**, которая вскоре доказала свою эффективность по сравнению со всеми предыдущими стандартами VCEG. К 2001 году группа MPEG также признала все преимущества H.26L. Оба института объединили свои усилия, создав рабочую группу экспертов Joint Video Team (JVT), основной целью которой стала доработка H.26L до полноценного международного стандарта.



Видеосистемы «АльтернативА»

«Альтернативные» аппаратные решения

Принципы работы и построения плат с аппаратной видеокомпрессией

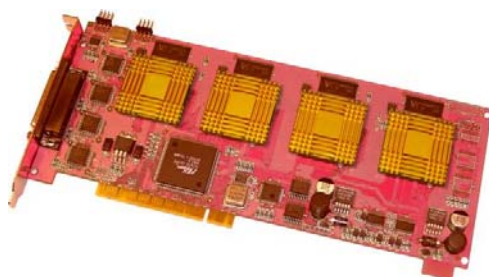
Новый стандарт, завершённый к 2002 г, получил официальное название **AVC** (Advanced Video Coding), но при этом каждый из институтов сохранил и свое внутреннее название. Поэтому **AVC**, **H.264** и **MPEG4.10** это разные названия одного и того же метода кодирования.

Основные этапы компрессии в **H.264** (предсказание, трансформация, квантование и кодирование) были взяты из предшествующих стандартов (MPEG1, MPEG2, MPEG4, H.261, H.263), но их математическая реализация была значительно усовершенствована. Главная идея H.264 – динамическая компенсация потерь, суть которой заключается в том, что для формирования промежуточных кадров сравниваются не текущий и предшествующий кадры, а текущий и декодированный (восстановленный в результате декомпрессии) вариант предшествующего кадра. В простейшем случае декодируется только предшествующий кадр, в более сложном – один или несколько предшествующих кадров, модифицируемых алгоритмом предсказания направления движения.

Именно использование декодированных кадров при компрессии позволяет наилучшим образом компенсировать как потери сжатия, так и ошибки предсказания перемещений. Вся обработка изображения в MPEG алгоритмах проводилась блоками размером 8x8 точек, на краях которых отчетливо проявлялись артефакты компрессии особенно при высокой степени сжатия. H.264 способен работать с блоками различных размеров от 16x16 до 4x4, что позволяет компенсировать искажения, возникающие на краях движущихся изображений. Необходимость в прямом и обратном преобразовании увеличивало сложность задачи компрессии как минимум в 2 раза, поэтому стандарт использует только целочисленную арифметику, которая при реализации средствами вычислительной техники позволяет дать многократный прирост производительности. Завершающий этап обработки предусматривает сжатие полученных данных по методу Хаффмана, который широко используется при архивировании информации в обычных программах архивирования данных.

Благодаря указанным преимуществам стандарт **H.264** стал основным при построении всех последующих плат с аппаратной компрессией. Впервые этот алгоритм был реализован в плате dvR-814, которая обеспечила уменьшение создаваемых архивов на 30%, по сравнению с dvR-812. При построении платы был использован более мощный ММП PNX-1300, что позволило реализовать полную версию стандарта с предсказанием движения. К детектору движения был добавлен программируемый пользователем порог чувствительности, при этом ММП информировал программное обеспечение о выявленном движении только в случае превышения заданного порога, что снизило нагрузку на центральный процессор компьютера. Объем архива от одной цветной камеры, при записи со скоростью 25 кадров/с, оптимальном качестве и синхронном звуке не превышает 180 Мбайт/час, что эквивалентно 2 Кбайт на кадр. При использовании черно-белых камер объем архива еще уменьшится на 20-30%. Пользователь может варьировать объемом создаваемого архива от 50 до 300 Мбайт/час.

Этапы развития плат с аппаратной компрессией



Плата видеобработки HVA-4424D

Следующим шагом в развитии аппаратных плат стала «полнокадровая» плата **HVA-4424D**, которая осуществляла запись четырех каналов «живого» видео с разрешением D1 (704x560) и четырех каналов синхронного звука. Как и в предыдущих системах, в компьютер можно установить до 6 плат видеобработки, получив 24 «полнокадровых» канала на один сервер. Новшеством, реализованным в плате, стала возможность управления процессом компрессии с помощью двух параметров: скорости потока и качества изображения, которые обеспечивают три способа компрессии. Первый – на основе контроля скорости потока, при этом степень компрессии изображения выбирается платой автоматически, исходя из заданного пользователем размера файла архива, создаваемого в течение часа. Второй – на основе контроля качества, при этом степень компрессии определяется только качеством результирующего изображения, а объем создаваемого файла не контролируется. Третий – комбинированный, при этом изображение компрессируется в первую очередь на основе заданного уровня качества, но при интенсивном движении размер архива может резко увеличиться. В таком случае плата автоматически

увеличивает степень сжатия исходя из заданной максимальной скорости потока. Такая гибкость управления компрессией предоставляет пользователю возможность самостоятельно выбирать оптимальный режим записи для каждой камеры с учетом характеристик наблюдаемых объектов, а также четко контролировать размер создаваемых архивов. Кроме того, плата поддерживает внедрение даты и времени видеозаписи. На плате аппаратно реализована поддержка записи тревожных событий с максимальным качеством, что достигается за счет использования двух новых функций – принудительное создание опорных кадров, внедряемых в архив по тревожному событию, а также захват исходного (некомпрессируемого) кадра видеoinформации в формате BMP. Для связи с внешними устройствами, на плате реализовано 4 тревожных входа и 4 выхода.



Видеосистемы «Альтернатива»

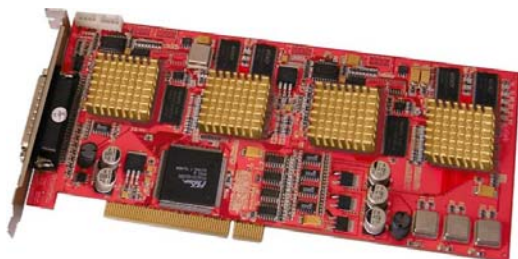
«Альтернативные» аппаратные решения

Принципы работы и построения плат с аппаратной видеокompрессией

Объем архива от одной цветной камеры, при записи со скоростью 25 кадров/с, оптимальном качестве и синхронном звуке не превышает **650 Мбайт/час**, что эквивалентно 7,5 Кбайт на кадр. Пользователь может варьировать объемом создаваемого архива от 100 до 700 Мбайт/час. Однако использование четырех высокопроизводительных ММП на каждой плате предъявляет высокие требования к системе электропитания сервера, особенно при использовании 6 плат обработки.

Современные платы с аппаратной компрессией

Поэтому следующим шагом в развитии аппаратных плат стал переход к энергосберегающим решениям, которые были реализованы в четырех платах **HVA-4124C**, **HVA-8248C**, **HVA-4224H**, **HVA-4224FD**. Платы работают соответственно с разрешением кадра **352x288**, **352x288**, **512x384** и **704x576**, поддерживают соответственно 4, 8, 4 и 4 канала «живого» видео и синхронного звука. Как и прежде, в систему можно установить до 6 плат и получить соответственно 24 и 48 каналов с записью и отображением всех каналов в реальном времени.

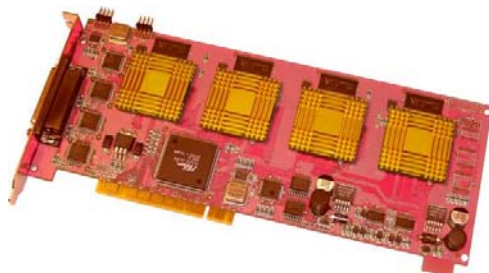


Плата видеообработки HVA-8248C

Главная особенность этих плат заключается в том, что для обработки четырех каналов используется только один процессор при разрешении 352x288, два процессора – при разрешении 512x384 и 4 процессора при разрешении 704x576.

Энергопотребление новых плат снизилось почти вчетверо. Для уменьшения нагрузки на ММП функции предварительной обработки и отображения реализованы отдельно от него в специализированных микросхемах, которые оцифровывают четыре видеоканала, фильтруют высокочастотные шумы, масштабируют изображение (увеличение до 4 раз и уменьшение до 1/2, 1/3, 1/4 и 2/3) с целью отображения на экране. Благодаря этому ММП выполняет только компрессию видеоинформации и детекцию движения, а подготовленная для отображения информация просто ретранслируется при его помощи в видеокарту.

За счет использования более производительного ММП PNX-1501E с тактовой частотой 266 МГц в новых платах существенно расширены возможности аппаратуры. Впервые реализована двухпоточная технология компрессии, благодаря которой ММП может формировать два независимых архивных потока записи в реальном времени, первый с максимальным разрешением – для локального архива, второй с разрешением QCIF (176x144) – для передачи по низкоскоростным сетям. При этом скорость кадров, интервал опорных кадров, степень компрессии и ограничения по объему потока задаются для них независимо.



Плата видеообработки HVA-4424FD

Более того, все параметры отображения, записи и детекции движения могут изменяться динамически без остановки процессов компрессирования и детектирования движения. Расширены возможности детектора движения, который позволяет независимо детектировать как быстрые движения (анализируются кадры с интервалом от 1 до 12), так и медленные движения (анализируются кадры с интервалом более 13). Кроме этого для каждого видеоканала реализован зональный аппаратный детектор, который выявляет любые движения в двух областях размером до 128x128.



Плата видеообработки HVA-4124C

Итак, подытожим по платам с аппаратной компрессией:

- запись и отображение всех каналов ведется в реальном времени;
- современный алгоритм кодирования H.264;
- количество каналов на один сервер 24 (разрешение 704x576) и 48 (разрешение 352x288);
- запись синхронного звука со всеми каналами;
- минимальная загрузка центрального процессора компьютера за счет реализации на плате всех этапов обработки видеосигнала;
- независимые потоки для записи в локальный архив и для передачи по низкоскоростным сетям.