

# УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОММУНИКАЦИОННЫЙ МЕДИАПРОЦЕССОР

С.В.Кулешов<sup>1</sup>

Рассмотрен подход к построению универсального цифрового коммуникационного медиапроцессора с возможностью программного реконфигурирования под требуемую задачу (система высокой готовности). Приведен пример разработки реконфигурируемого коммуникационного процессора на базе ПЛИС Altera для организации передачи видеоданных.

## Введение

При решении задачи организации связи с удаленными объектами требуется организовать канал, обладающий заданными свойствами и при заданных ограничениях на скорость потока позволять передавать несколько потоков разнотипных цифровых данных (аудио, видео, телеметрия, управление).

С другой стороны часто имеется реализованный цифровой канал или устройство хранения данных (например, SD-карта памяти) по которому необходимо организовать передачу видео-аудио-данных и/или организовать сохранение данных на карту памяти.

Коммуникационная аппаратура с жесткой архитектурой, успешно решая задачу, для которой она разрабатывалась, тем не менее, не способна к масштабированию, и решению сходных задач.

В последнее несколько лет появилась тенденция разработки коммуникационной аппаратуры на базе встраиваемых компьютеров, что уменьшает время разработки и сокращает ее стоимость. Недостатком такого подхода является множество компромиссов в реализации между ценой, массогабаритными показателями, величиной энергопотребления, надежностью и др. Рассмотрим причину возникновения таких недостатков подробнее.

Главным достоинством классической архитектуры компьютера является универсальность, которую дает использование системной шины. При этом все необходимые устройства подключаются к шине унифицированным образом (как правило, через пространство портов ввода-вывода или выделенных областей памяти). Такая организация, не

---

<sup>1</sup> 199178, Санкт-Петербург, 14-я линия В.О., д. 39, СПИРАН, e-mail: kuleshov@iias.spb.su.

смотря на известную универсальность, оказывается предельно неэффективной – в момент обмена данными с одним внешним устройством все остальные вынуждены бездействовать, ожидая освобождения шины. В результате, чтобы на классической архитектуре организовать обработку данных в реальном времени приходится неоправданно увеличивать тактовую частоту процессора и шины, что приводит к увеличению энергопотребления, и другим трудностям.

С другой стороны, системы, построенные на базе заказных СБИС, представляют собой, как правило, конвейерные структуры с параллельной обработкой данных при сравнительно низкой тактовой частоте. Главный недостаток решений на СБИС – большое время разработки и сложность повторного использования в новых проектах (в том числе в случаях, когда возможности масштабирования закладывались при разработке).

Оптимальным решением в такой ситуации может стать реконфигурируемый коммуникационный медиапроцессор, представляющий собой СБИС, содержащую основные блоки, требуемые для построения систем передачи и хранения данных в компрессированной форме.

Теоретические основы возможности такой реализации опираются на программируемую технологию, описанную в [1].

### 1. Схема обработки данных

Теоретическая возможность создания универсального инструментария для построения кодеков по схеме, приведенной на рис. 1 рассмотрена в [1].



Рис. 1. Обобщенная последовательность этапов обработки данных в задачах компрессии.

На первом этапе выполняется нормализация данных (терминология дается согласно [1]), то есть преобразование данных, которое обладает следующими свойствами:

- 1) возможность взаимно-однозначного обратного восстановления,
- 2) способность к квантованию (загрубление или игнорирование некоторых элементов данных с целью уменьшения их битового объема),
- 3) полученные после нормализации данные более эффективно сжимаются методами вторичного сжатия [2].

В качестве алгоритмов нормализации может использоваться ассоциативно-пирамидальная развертка [4], дискретное косинусное преобразование [2] и ряд других, обладающих указанными свойствами.

Этап квантования повышает степень компрессии в случае, если задача допускает сжатие с потерями [1]. Квантование позволяет представить данные с минимальной точностью, которая обеспечивает требуемый уровень качества изображения.

После этапов нормализации и квантования, полученные данные сжимаются с помощью алгоритмов вторичного сжатия. Экспериментально были апробированы алгоритмы Хаффмана, арифметического кодирования, кодирования длинных последовательностей (RLE) и алгоритм сжатия на основе терминальных программ [3].

## **2. Реализация процессора**

Существующие зарубежные решения для организации коммуникационного канала или систем хранения данных, как правила используют реализацию компрессии-декомпрессии данных в виде стандартных кодеров-декодеров (кодеков).

Тем не менее, декомпозиция методов компрессии на описанную выше последовательность этапов обработки, делает возможной реализации каждого этапа соответствующим функциональным блоком.

Такое решение являясь «конструктором кодеков» позволяет за короткое время реализовывать «гибридные кодеки», учитывая конкретную специфику данных. Разработанный медиапроцессор реализована на базе технологии система на кристалле (SoC) аппаратно реализует следующие функции:

Кроме того, программно осуществляется реконфигурирование системы при помощи взаимной коммутации аппаратных модулей и их настройки.

При этом разработка кодека сводится к организации конвейеров, состоящих из блоков обработки, соединенных, при необходимости, через буферы FIFO.

Пример реализации реконфигурируемого коммуникационного процессора на базе программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС) Altera Cyclone II для организации передачи видеоданных приведен на рисунке 1.

Некоторые рекомендации по построению кодеков для различных типов данных приводятся в [1, 2, 3].

Реализация коммуникационного медиапроцессора представляет набор функциональных блоков, объединенных конфигурируемым коммуникационным пространством и RISC-ядро. При этом на RISC-ядро возлагаются задачи начального конфигурирования системы,

самодиагности, внешнего управления, общей синхронизации (обработка прерываний по готовности данных) и реализация функций, отсутствующих в аппаратной реализации. При этом реализация функций может выступать как временная мера до разработки соответствующего функционального блока (на этапе разработки), так и как основной вариант реализации.

Конфигурируемое коммуникационное пространство представляет собой выделенное множество межблочных связей, которое может изменяться программно при запуске системы (включении питания или динамическом изменении конфигурации в процессе работы). Конфигурационной емкости пространства коммуникации и объема буферов достаточно для реализации кодера-декодера видеопотока в одном физическом корпусе СБИС.

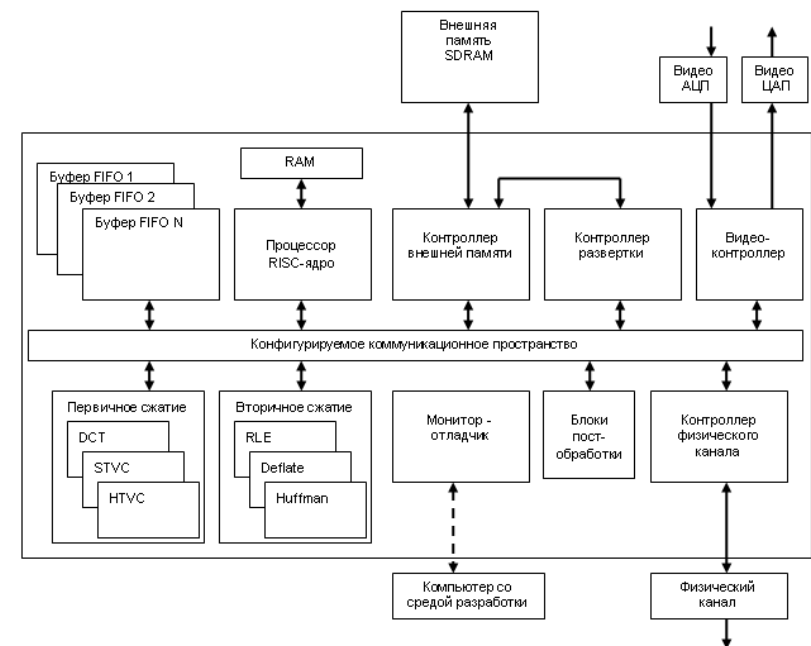


Рис. 2. Пример реализации медиапроцессора для задачи компрессии видеопотока.

Контроллер развертки (рисунок 2) дает возможность нелинейного чтения памяти в случае использования нестандартных разверток

(пирамидальной развертки [4], заполняющей пространство кривой [5] и им подобных).

Видеоконтроллер управляет видео-ЦАП и видео-АЦП, формируя (разбирая) поток цифровых видеоданных в формате ITU-R BT.656. Видеоконтроллер также позволяет в качестве источника видеоданных использовать ПЗС или КМОП цифровая камера, а в качестве потребителя ЖК-дисплей с цифровым интерфейсом.

Коммуникационный медиапроцессор может использоваться для организации каналов связи с компрессией для передачи видеоданных с различными характеристиками (стандартное телевизионное разрешение, телевизионное изображение высокой четкости, малокадровое и техническое телевидение). В платформе заложена возможность создавать кодеки с управляемой скоростью передачи данных (variable bitrate), введением кодов коррекции ошибок, функций шифрования, управления интерфейсом радиоканала и другими распространенными коммуникационными функциями.

### **Заключение**

Рассмотренная технология позволяет решить проблему замещения дорогих в лицензировании импортных функциональных блоков для реализации коммуникационных функций, обработки и ввода-вывода данных. Благодаря снижению стоимости лицензирования отечественного видеоконтроллера высокого разрешения по сравнению с зарубежными аналогами будет обеспечен значительный экономический эффект.

### **Список литературы**

1. Александров В.В., Кулешов С.В., Цветков О.В. Цифровая технология инфокоммуникации. Передача, хранение и семантический анализ текста, звука, видео. СПб.: Наука, 2008. 244 с.
2. Кулешов С.В. Пространственно-временное представление, обработка и компрессия видеопотока. – "Информационно-измерительные и управляющие системы", №4, т.6, 2008. – С. 33-37.
3. Александров В.В., Кулешов С.В. Этерификация и терминальные программы – "Информационно-измерительные и управляющие системы", №10, т.6, 2008. – С. 50-53.
4. Кулешов С.В., Зайцева А.А., Аксенов А.Ю. Ассоциативно-пирамидальное представление данных. – "Информационно-измерительные и управляющие системы", №4, т.6, 2008. – С. 14-17.
5. Александров В. В. , Горский Н. Д. Представление изображений. Рекурсивный подход. — Л.: Наука, 1985. — 190 с.