

К.т.н. С.В. Кулешов

S.V. Kuleshov

**РЕКОНФИГУРИРУЕМАЯ КОММУНИКАЦИОННАЯ
ПЛАТФОРМА ПЕРЕДАЧИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ДАННЫХ**

**A RECONFIGURATION COMMUNICATION PLATFORM
FOR TRANSFERRING RADAR-TRACKING DATA**

Рассмотрен подход к построению универсальной цифровой коммуникационной платформы передачи радиолокационных данных с возможностью программного реконfigurирования под требуемую задачу (система высокой готовности). Приведен пример разработки реконfigurируемого коммуникационного процессора на базе ПЛИС Altera для организации передачи видеоданных.

Keywords: the programmed logic integrated scheme, re-configuration communication processor, compression methods, communication platform, scaling, communication equipment, stream of polytypic digital radar-tracking data.

При организации связи с мобильными объектами, на которых размещены многофункциональные радары, требуется выбрать канал, обладающий заданными свойствами и при заданных ограничениях на скорость потока позволяющий передавать несколько потоков разнотипных цифровых радиолокационных и прочих данных. Однако, часто имеется уже 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 карте памяти.

Коммуникационная аппаратура с жесткой архитектурой, успешно решая задачу, для которой была разработана, не способна к масштабированию и решению сходных задач.

В последние годы появилась тенденция разработки коммуникационной аппаратуры на базе встраиваемых компьютеров, что сокращает время разработки и снижает ее стоимость. Недостатком

такого подхода является множество компромиссов 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, несмотря на известную универсальность, оказывается предельно неэффективной – в момент обмена данными с одним внешним устройством все остальные бездействуют в ожидании 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 недостаткам.

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 т.ч. в случаях, когда возможности масштабирования закладывались при разработке).

Оптимальным решением в такой ситуации может стать реконфигурируемая коммуникационная платформа, представляющая собой СБИС, содержащую основные блоки, требуемые для построения систем передачи и хранения данных в компрессированной форме. Теоретические основы этого опираются на программируемую технологию, описанную в [1].

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

Тем не менее, существующие и ряд вновь разрабатываемых методов компрессии состоят из схожей последовательности этапов обработки [1], каждый из которых можно реализовать соответствующим функциональным блоком.

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

- поддержка физического канала,
- контроллер внешней памяти SDRAM,
- ввод и вывод физических данных (видео, аудио),
- первичное (семантическое) сжатие данных различных типов (нормализация данных),
- вторичное (физическое) сжатие данных (Deflate, RLE, Huffman),
- предобработка данных (нормализация и компенсация яркости, цветового тона),
- постобработка данных (изменение типа развертки),
- реструктуризация данных.

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 рис. 1.

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

Реализация коммуникационной платформы представляет набор функциональных блоков, объединенных конфигурируемым коммуникационным пространством и процессорное RISC-ядро. При этом на процессорное 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) как и основной вариант реализации.

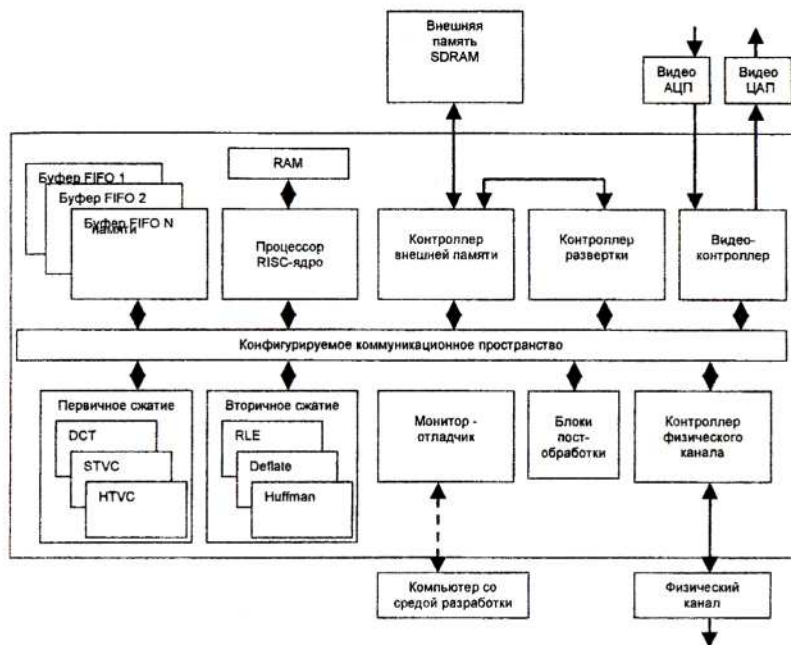


Рис. 1

Пример использования реконфигурируемой коммуникационной платформы для задачи компрессии видеопотока.

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.

Контроллер развертки (рис.1) 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 формирует (разбирает) поток цифровых видеоданных в формате ITU-R BT.656. Видеоконтроллер позволяет в качестве источника видеоданных

использовать и ПЗС или КМОП цифровая камера, а в качестве потребителя - ЖК-дисплей с цифровым интерфейсом.

Приведенная в примере реализация имеет аналоговый видеовход и видеовыход (композитный и компонентный), интерфейс физического канала LVDS, контроллеры USB и UART, а также шину I²C. В качестве внешнего кадрового буфера использована SDRAM память. Архитектура процессора одноядерная с гарвардской архитектурой, RISC ядро (25 MIPS), программно совместимое с PIC16. Для оперативного управления и отладки операционная система платформы, выполняющаяся на RISC-ядре, предоставляет текстовый интерфейс через UART-терминал. Проект реализован в виде синтезируемого RTL описания

Коммуникационная платформа 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 создания кодеков с управляемой скоростью передачи данных (variable bitrate), введением кодов коррекции ошибок, функций шифрования, управления интерфейсом радиоканала и другими распространенными коммуникационными функциями.

Рассмотренная технология позволяет также 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.

Литература

1. Александров В.В., Кулешов С.В. и 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", 2008, т. 6, № 4, с. 33-37.
3. Александров В.В. и Кулешов С.В. Этерификация и терминаль-

ные программы. – "Информационно-измерительные и управляющие системы", 2008, т. 6, № 10, с. 50-53.

4. Кулешов С.В., Зайцева А.А. и Аксенов А.Ю. Ассоциативно-пирамидальное представление данных. – "Информационно-измерительные и управляющие системы", 2008, т. 6, № 4, с. С. 14-17.

5. Александров В.В. и Горский Н.Д. Представление изображений. Рекурсивный подход. Л., Наука, 1985. 190 с.

Статья поступила 29.09.2009