

Реализация упрощенного веб-сервера на базе ПЛИС FPGA Virtex-4, использующего встроенные аппаратные ядра микропроцессора PowerPC и трехрежимные ядра Ethernet MAC

Печатается с разрешения фирмы Xilinx (www.xilinx.com)

Джу Сан, Питер Райзер (США)

Перевод Игоря Метина

Статья посвящена реализации на базе ПЛИС Virtex-4 системы на кристалле, содержащей аппаратные ядра микропроцессора PowerPC и Ethernet-контроллера TEMAC. Рассмотрен вариант микропроцессорной системы, обеспечивающей поддержку протокола TCP/IP, причём все необходимые аппаратные и программные ресурсы размещены на одном кристалле ПЛИС

Модуль Ultra Controller-II (UCM) трёхрежимного (Tri-mode) управления доступом к среде передачи данных Ethernet (TEMAC) представляет собой встроенный сетевой обрабатывающий блок минимального размера, выполненный на процессорном ядре PowerPC™ 405 (PPC/405) и ядре TEMAC в составе платформы ПЛИС FX Virtex™-4 компании Xilinx. Модуль позволяет взаимодействовать с системой, основанной на Virtex-4, через соединение Ethernet и при помощи протокола TCP/IP управлять системой на расстоянии нескольких миль. Проект использует минимальные ресурсы и гарантирует достаточное количество логических элементов для реализации приложения.

В данной статье рассматривается реализация системы на базе отладочной платы ML403, а также представ-

лено несколько приложений, которые можно выполнять в реализованной системе.

Воплощение

Модуль TEMAC UCM использует важные новшества платформы ПЛИС серии Virtex-4 для реализации приложений TCP/IP с привлечением минимальных ресурсов, как показано на рисунке 1. Вся схема содержит одно встроенное ядро PPC405, один интегрированный TEMAC, два буферных FIFO от Virtex-4, двадцать разрядных секций триггеров и 18 таблиц преобразования (LUT).

На плате ML403 модуль UCM TEMAC соединён с физическим уровнем (PHY) через гигабитный интерфейс независимой среды (GMII) и интерфейс ввода-вывода управляющих данных (MDIO) и автоматически со-

гласуется с тремя скоростными режимами Ethernet (10/100/1000 Мбит/с). Другие возможные физические интерфейсы, например, RGMII и SGMII, требуют минимальных изменений в эталонном проекте, который предоставляется в качестве исходного кода.

Программное обеспечение (ПО) перенесено из стека с открытым исходным кодом µIP TCP/IP и полностью выполняется в пределах 16 Кб кэш-памяти команд и 16 Кб кэш-памяти данных ядра PPC405. ПО получает доступ к кадрам Ethernet в двух FIFO через интерфейс внутрикристалльной памяти (OSM) PPC405. Одни буферы FIFO вводят кадры Ethernet, в то время как другие буферы FIFO выводят их. Буферы также работают в качестве элементов, синхронизирующих интервалы тактовых импульсов между PPC405 OSM и TEMAC. Ядро PPC405 способно выполнять ПО на максимальной частоте, например, 350 МГц в скоростной группе ПЛИС «-10».

Приложение, описанное в Руководстве по применению XAPP807 «Обрабатывающий модуль минимального размера для трёхрежимного управления доступом к среде Ethernet» (www.xilinx.com/bvdocs/appnotes/xapp807.pdf), запускает веб-сервер в качестве надстройки стека µIP TCP/IP. Веб-сервер служит формой для подключения абонентов. Вы просто вводите строку в поле текста и посылаете её на сервер, который интерпретирует данные и отображает строку на двухстрочном символьном ЖКИ (рис. 2).

Стек µIP TCP/IP имеет вполне определённый API и поставляется вместе с

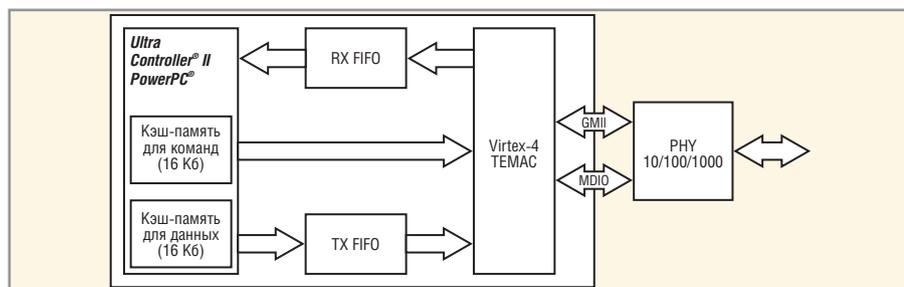


Рис. 1. Основной информационный канал модуля TEMAC UCM

другими демонстрационными приложениями, такими как telnet. На основе подробной документации µP можно легко реализовать собственное приложение. Стек оптимизирован с точки зрения стоимости и производительности, а также минимального размера на кристалле. Ограничения по быстродействию TCP/IP не сказываются на большинстве программ управления и регистрации событий.

ПРОЦЕСС РЕАЛИЗАЦИИ

Реализовать TEMAC UCM достаточно просто. Процесс состоит из трёх основных этапов: первый этап – создание в Project Navigator двоичного файла для аппаратной реализации; второй этап – создание во встроенном наборе для разработки (EDK) программного обеспечения для файла средства регистрации событий (ELF); и последний этап – объединение файлов программного обеспечения и аппаратной реализации в единый двоичный поток или файл ППЗУ для программирования ПЛИС Virtex-4 FX12 или флэш-платформы на плате ML403 соответственно. Файлы и сценарии проекта для всех описанных этапов приведены в Руководстве по применению XAPP807. Исходный код аппаратной реализации для TEMAC UCM доступен на Verilog и VHDL. Исходный код программы написан на языке «Си».

Модуль TEMAC UCM основан на UltraController-II, как показано на рисунке 3 и описано в документе XAPP575 «UltraController-II: встроенный обрабатывающий блок минимального размера» (www.xilinx.com/bvdocs/appnotes/xapp575.pdf). UltraController-II является процессором в виде «чёрного ящика», который включает 32 бита настраиваемого пользователя порта ввода/вывода общего назначения с возможностью управления прерыванием.

ЗАГРУЗКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В КЭШ-ПАМЯТЬ

Загрузка программного обеспечения в кэш-память команд и данных PowerPC была доступна ранее посредством технологии Системы ACE™ CF либо других основанных на JTAG методов. Однако, благодаря TEMAC UCM, впервые стала возможна загрузка через все режимы конфигурации, включая режим JTAG, ведомый и ведущий последовательные режимы и ведомый



Рис. 2. Пример веб-сервера, обеспечивающего удалённое управление платой ML403

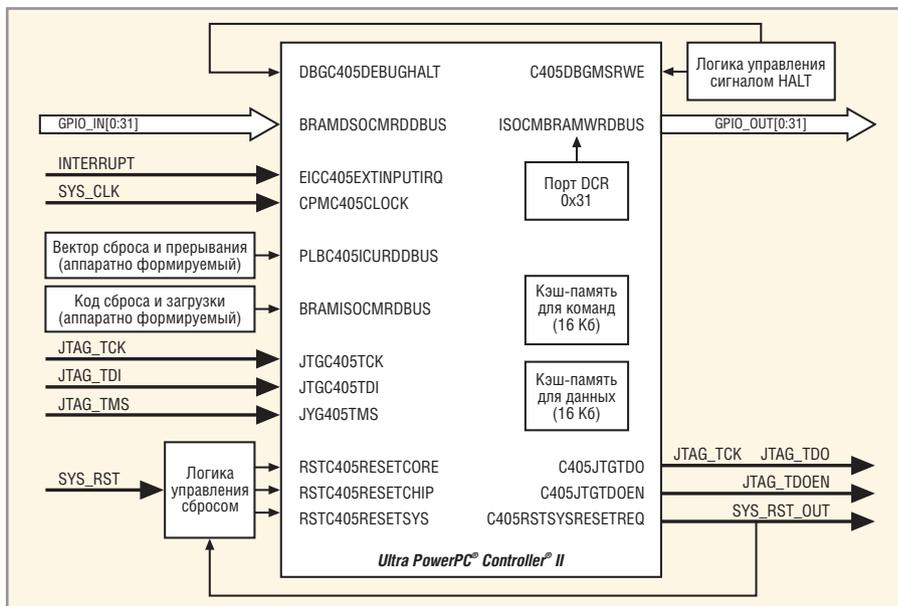


Рис. 3. Порты UltraController-II

и ведущий режимы SelectMap. Другие решения конфигурации, кроме Системы ACE CF, могут загружать код и данные в кэш-память ядра PPC405. Такие решения включают флэш-платформу Xilinx, а также внешние обработчики и методы, описанные в Руководстве по применению, например, XAPP058 «Программирование в составе системы Xilinx с использованием встроенного микроконтроллера» (www.xilinx.com/bvdocs/appnotes/xapp058.pdf).

Решение, основанное на использовании кэш-памяти, позволяет акцентировать внимание на другой новой особенности семейства ПЛИС Virtex-4. Регистр USER_ACCESS представляет собой 32-разрядный регистр, который реализует порт из блока конфигурации в структуре ПЛИС. Для загрузки кэш-памяти регистр USER_ACCESS подключается посредством небольшого конечного автомата к порту JTAG ядра PPC405. Сценарий преобразует файл программного обеспечения

ELF в двоичный поток, который можно загрузить в кэш-память процессора при помощи анализатора ChipScope™. Более подробно о решении можно узнать, обратившись к Руководству по применению XAPP719 «Конфигурация кэш-памяти PowerPC, использующая регистр USER_ACCESS_VIRTEX4» (www.xilinx.com/bvdocs/appnotes/xapp719.pdf).

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ TEMAC UCM

На рисунке 4 показаны некоторые примеры использования модуля TEMAC UCM. Другие приложения наряду с приложениями по регистрации и управлению включают сбор статистических данных, диагностику системы, управление дисплеем или математические операции по обработке данных.

Системное приложение, которое распределяет транспортные потоки данных MPEG, собирает статистическую информацию о видео- и звуковых потоках. Модуль TEMAC UCM де-



Рис. 4. Возможные применения UltraController-II

лает информацию доступной через веб-интерфейс. Со стороны управления поставщик содержимого динамически, через тот же веб-интерфейс, загружает в систему ключи для декодирования зашифрованных потоков.

В другом примере в управляемой от FPGA-системе в локальном и удалённом режимах собирается информация об ошибочных состояниях системы с целью её диагностики. В результате производитель системы получает возможность изменить параметры системы, чтобы избежать этих ошибочных состояний.

В третьем примере некое сетевое оборудование периодически сообщает посредством электронной почты о своём рабочем состоянии центру управления, где информация обрабатывается. Оборудование или персонал центра управления предпринимают меры, если оборудование сообщает о неисправности или вообще ничего не сообщает.

Во всех этих случаях модуль TEMAC UCM устанавливается в прибор, для которого он не был спроектирован изначально. Небольшой размер кода программного обеспечения и аппаратных средств делает его пригодным для разработок, которые уже используют доступные ресурсы ПЛИС.



Рис. 6. Использование нескольких плат для уменьшения времени вычисления

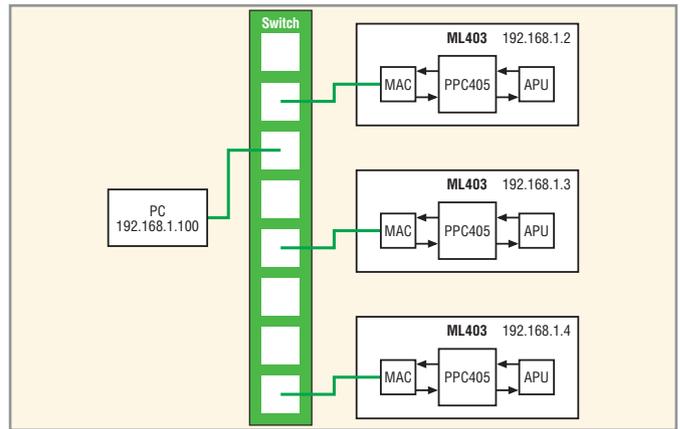


Рис. 5. Несколько плат ML403 с APU, активированных для ускорения вычисления

ПОДКЛЮЧЕНИЕ СОПРОЦЕССОРА ПО СЕТИ

В недавнем эксперименте мы объединяли модуль TEMAC UCM с вспомогательным процессором (APU) на основе ядра PPC405. Этот процессор обеспечивает прямой доступ к аппаратным ускорителям посредством определяемых пользователем команд (UDI). Обычно программное приложение, работающее на PPC405, использует APU для ускорения выполнения. Однако в этом случае прикладное ПО работает на стандартном персональном компьютере, который распределяет задания на несколько плат ML403 с интегрированными TEMAC UCM и APU, как показано на рисунке 5. Плата ML403 работает как подключенный по сети сопроцессор, ускоряющий приложение, которое работает на персональном компьютере.

Например, мы обрабатываем изображения, сформированные при помощи функции Мандельброта (Mandelbrot). Программное обеспечение, работающее на персональном компьютере, делит всё изображение на небольшие области и распределяет параметры для этих небольших областей по платам ML403 посредством соединения TCP. Ядро PPC405 на каждой плате ML403 считывает параметры из виртуального порта TCP, пропускает через область и вычисляет каждый пиксель при помощи сопроцессора MandelPoint, присоединённого к интерфейсу APU. Ядро PPC405 передаёт результаты вычисления обратно на персональный компьютер через то же соединение TCP. Наконец, персональный компьютер собирает все результаты от сетевых сопроцессоров и показывает окончательное изображение на экране.

На рисунке 6 показаны результаты ускорения. Отдельная плата ML403, присоединённая к персональному компьютеру, вычисляет изображение размером 1024 × 768 пикселей приблизительно за 3 с, включая задержки на передачу. Добавление плат ML403 уменьшает общее время вычисления менее чем до 1,5 с для трёх плат. Четыре платы не дают существенного улучшения, так как непроизводительные затраты времени на передачу становятся главной составляющей вычисления.

Собственно решение этой задачи на высококачественной рабочей станции Linux занимает около 3 с, примерно такое же время, как на одной подключенной к сети плате ML403 с модулем TEMAC UCM и ускорением при помощи APU.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модуль TEMAC UCM обеспечивает удобный и недорогой способ добавления функциональных возможностей сети Ethernet любому изделию. Он использует минимальную часть ресурсов ПЛИС, а программное обеспечение работает во встроенной кэш-памяти ядра PPC405. В результате применения этих простых интерфейсов сокращается время разработки. Приложение в виде веб-сервера используется для демонстрации проекта, но его можно применять и для других решений, как показано на примере сетевых сопроцессоров.

Дополнительная информация о модуле TEMAC UltraController приведена в Руководстве по применению XAPP807, включая эталонную схему платы Xilinx ML403, а также на интернет-странице www.xilinx.com/events/webcasts/110105_ultracontroller2.htm.

Новый x86 микроконтроллер RDC R8610

RDC®



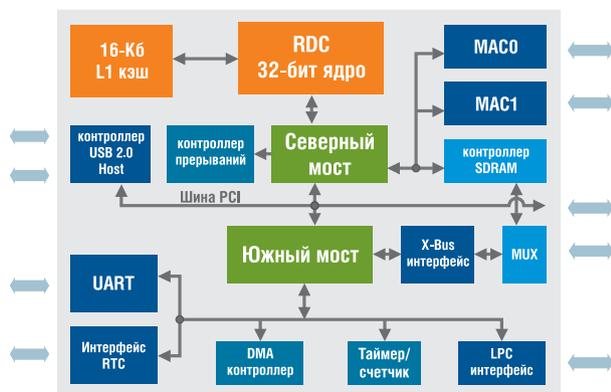
Микроконтроллер R8610

Основные достоинства

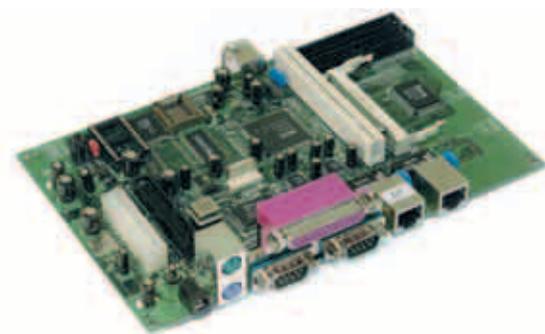
- Совместимость с популярной x86 архитектурой
- Обширные периферийные возможности
- Низкие затраты на разработку ПО
- Невысокая стоимость

Области применения

- Промышленные компьютеры
- Системы сбора данных
- Оборудование для коммуникаций: коммутаторы пакетов, точки доступа, локальные маршрутизаторы и т.д.



Структурная схема микроконтроллера R8610



Оценочная плата: полнофункциональный промышленный компьютер

Технические характеристики

- 133-МГц 32-бит RISC-ядро
- Совместимость с архитектурой 80486SX
- 16 Кб кэш первого уровня
- Двухпортовый хост-контроллер USB 2.0
- Контроллер PCI rev. 2.1
- 2 контроллера Fast Ethernet MAC
- Интегрированная периферия
 - контроллер прерываний
 - контроллер DMA
 - таймеры
- Внешние интерфейсы и память
 - Flash, ROM, SDRAM
 - порт UART
 - LPC-интерфейс
- 56 портов ввода-вывода общего назначения
- Поддержка WinCE, Linux и других ОС
- Питание ядра 1,8 В, подсистемы ввода/вывода 3,3 В



Доступен набор для разработчиков и полный комплект технической документации

Реклама

PROSOFT®

ПРОСОФТ — АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

Телефон: (495) 232-2522 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru