



1. Introduction

NII51001-9.1.0

1. Введение

Введение

Эта настольная книга – основное справочное пособие по семейству встроенных процессоров Nios® II. В настольной книге описывается процессор Nios® II от высокоуровневого концептуального описания до низкоуровневых подробностей реализации. Главы этой настольной книги раскрывают архитектуру процессора Nios® II, модель программирования, набор инструкций и многое другое.

Эта настольная книга всего лишь часть большой коллекции документов описывающих процессор Nios II и его использование, которые вы можете найти на странице *Литература: процессор Nios II* на веб-сайте Altera®.

Эта настольная книга предполагает, что вы знакомы в общих чертах с концептом встроенных процессоров. Вам не потребуются знания специальных технологий Altera или инструментов разработки Altera. В этой настольной книге специально минимизированы подробные обсуждения об аппаратной реализации процессорных систем. Знайте, что процессоры Nios II разработаны специально для чипов Altera FPGA, и в этой книге будут описаны именно эти концепты реализации в FPGA. Хорошее знание технологии FPGA позволит вам глубже понять инженерные компромиссы при разработке и внедрении процессора Nios II.

Эта глава *Введение* вводит вас в понимание семейства встроенного процессора Altera Nios II. Эта глава поможет аппаратным и программным инженерам понять сходства и отличия между процессором Nios II и традиционными встроенными процессорами. Эта глава состоит из следующих секций:

- "Основы процессорной системы Nios II"
- "Начало работы с процессором Nios II" на странице 1-2
- "Кастомизация проектов с процессором Nios II" на странице 1-3
- "Концепты конфигурируемых программных ядер процессора" на странице 1-4
- "Оценочные средства OpenCore Plus" на странице 1-5

Основы процессорной системы Nios II

Процессор Nios II – это ядро универсального RISC процессора, обеспечивающее:

- Полный набор 32-битных инструкций, путей данных и адресного пространства
- 32 универсальных регистра
- Опциональный набор теневых регистров
- 32 источника прерываний
- Внешний контроллер прерываний для большего количества источников прерываний

- Одиночную инструкцию умножения 32x32 и деления, выдающего 32-битный результат
- Специальные инструкции для 64-битных и 128-битных вычислений над результатами умножения
- Инструкции для плавающей точки для операций с плавающей точкой с одиночной точностью
- Одиночную инструкцию для многорегистрового циклического сдвигового устройства
- Доступ к множеству внутри чиповой периферии и интерфейсам с внешней памятью и периферией
- Аппаратно поддерживаемый отладочный модуль, позволяющий процессор запускать, останавливать, пошагово выполнять под контролем инструмента разработки программы для Nios II
- Опциональный диспетчер памяти (MMU) для поддержки операционных систем, которым требуется MMU.
- Опциональный элемент защиты памяти (MPU)
- Программную среду разработки, основанную на инструменте GNU C/C++ и инструменте разработки программы Eclipse для Nios II.
- Интеграция во встроенный логический анализатор Altera SignalTap® II, позволяющий анализировать в реальном времени инструкции и данные одновременно с другими сигналами в проекте FPGA.
- Структуру системы команд (ISA), совместимую со всеми процессорными системами Nios II.
- Рабочие характеристики до 250 DMIPS.

Система с процессором Nios II – это эквивалент микроконтроллеру или "компьютеру в чипе", который содержит процессор и комбинацию периферии и памяти в одном чипе. Система с процессором Nios II состоит из ядра процессора Nios II, набора периферии на чипе, памяти на чипе и интерфейса с внешней памятью, - всё размещено в одном чипе Altera. Аналогично семейству микроконтроллеров, система с процессором Nios II использует постоянный набор инструкций и модель программирования.

Начало работы с процессором Nios II

Начало работы с процессором Nios II похоже на работу с любым другим микроконтроллером. Самый простой путь начала эффективной разработки – это получить набор разработчика Altera, содержащий готовую оценочную плату и пакет разработки для встроенных систем Nios II (EDS), содержащий все инструменты разработки программы, необходимые для написания программы для Nios II.

Nios II EDS содержит два близких инструмента разработки программы:

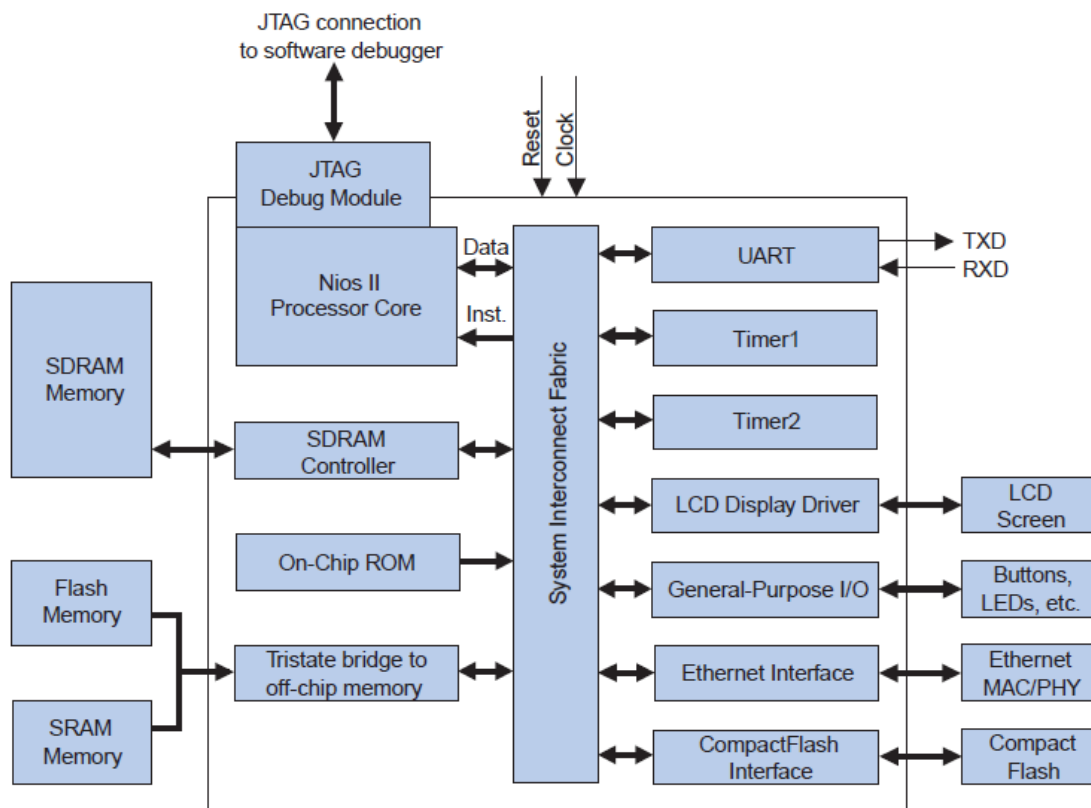
- Инструменты разработки программы под Nios II
- Инструменты разработки программы Eclipse для Nios II

Оба инструмента основываются на компиляторе GNU C/C++. Инструменты разработки программы Eclipse для Nios II предлагают знакомую устоявшую среду для программной разработки. Используя инструменты разработки программы Eclipse для Nios II, вы можете непосредственно начать разработку и симуляцию приложений программы Nios II.

Nios II EDS содержит инструменты разработки программы под Nios II. Инструменты разработки программы под Nios II имеют интерфейс командной строки.

Использование аппаратных справочных проектов Nios II в наборе разработчика Altera, позволит вам сделать прототип приложения на плате, прежде чем создавать собственную аппаратную платформу. На рисунке 1-1 показаны примеры аппаратных справочных проектов Nios II, доступных в наборе разработчика Altera.

Figure 1-1. Example of a Nios II Processor System



Если прототип системы удовлетворяет потребностям вашего проекта на стадии использования примеров проекта Altera, вы можете скопировать справочный проект и использовать его в окончательной аппаратной платформе. С другой стороны, вы можете кастомизировать процессорную систему Nios II, чтобы добиться нужной стоимости и рабочих характеристик.

Кастомизация проектов с процессором Nios II

На практике, большинство проектов FPGA имеет дополнительную логику помимо процессорной системы. Altera FPGAs дают гибкость по добавлению средств и увеличению характеристик процессорных систем Nios II. С другой стороны, вы можете исключить ненужные средства процессора и периферию, чтобы скомпоновать проект в меньшем, более дешёвом чипе.

Поскольку выводы и логические ресурсы в чипах Altera программируются, возможна некоторая кастомизация:

- Вы можете переставить выводы на чипе в соответствие с проектом печатной платы. Например, вы можете переместить выводы данных и адреса для внешней памяти SDRAM на другую сторону чипа, чтобы сократить длину дорожек.

- Вы можете использовать специальные выводы и логические ресурсы на чипе под функции, не имеющие отношения к процессору. Специальные ресурсы предоставляют вам немного специальных вентилях и регистров в качестве связующей

логики для проекта печатной платы; или специальные ресурсы могут реализовывать собственную систему. Например, система с процессором Nios II занимает около 5% в больших Altera FPGA, тогда как остальные ресурсы чипа доступны для реализации других функций.

■ Вы можете использовать специальные выводы и логические ресурсы чипа для создания дополнительной периферии процессорной системы Nios II. Altera предлагает библиотеку периферии, которую легко можно подключить к процессорной системе Nios II.

Концепты конфигурируемых программных ядер процессора

В этой главе даётся представление об уникальных или отличных от других дискретных микроконтроллеров концептах Nios II. Концепты, описанные в этой главе, создают фундаментальное представление об остальных средствах, представленных в этом документе.

Конфигурируемое программное ядро процессора

Процессор Nios II – это процессор с конфигурируемым программным ядром, в противоположность с фиксированным ядром готового микроконтроллера. В этом контексте, конфигурируемость даёт вам возможность добавлять или удалять средства в базе системы в системе, чтобы решать задачи производительности или стоимости. Программное ядро позволяет процессорному ядру не ограничиваться кремнием, а размещаться в любых чипах семейств Altera FPGA.

Конфигурируемость не обязательно необходима вам для создания новой конфигурации процессора Nios II. Altera предлагает готовые проекты с системами Nios II, вы можете использовать их как есть. Если эти проекты удовлетворяют вашим требованиям к системе, то дальнейшее конфигурирование системы не потребуется. К тому же программисты могут использовать инструкции установок симулятора Nios II для начала написания и отладки приложений Nios II, прежде чем будет готова окончательная конфигурация аппаратной части.

Гибкий набор периферии и адресного пространства

Гибкий набор периферии – одно из самых главных отличий между процессорной системой Nios II и фиксированными микроконтроллерами. Поскольку процессор Nios II реализуется в программируемой логике, вы можете просто создать нестандартную процессорную систему Nios II с точным набором периферии, требуемой для данного приложения.

Следствием гибкости периферии является гибкость адресного пространства. Altera предоставляет программные конструкции для общего доступа к памяти и периферии, независимо от адресного пространства. Поэтому гибкий набор периферии и адресного пространства не влияет на разработку приложений.

Существует два общих класса периферии: стандартная периферия и собственная периферия.

Стандартная периферия

Altera предоставляет набор периферии, постоянно используемой в микроконтроллерах, например: таймеры, последовательные интерфейсы, стандартные I/O, контроллеры SDRAM и прочие интерфейсы с памятью. Список периферии постоянно пополняется разработками Altera и сторонних разработчиков.

Подробнее о ядрах Altera, обратитесь к *тому 5: Встроенная периферия в Настольной книге Quartus II*.

Собственная периферия

Вы можете создавать свою собственную периферию и интегрировать её в процессорную систему Nios II. Для критичных по характеристикам систем, расходующих большое количество циклов для выполнения части кода, обычной практикой является создание собственной периферии, которая реализует ту же функцию в аппаратной части. Это может удвоить полезные характеристики: аппаратная часть быстрее программной; и процессор освобождается для выполнения других функций параллельно с собственной периферией, работающей с данными.

Подробнее о создании собственной периферии, обратитесь к главе *Компоненты SOPC Builder* в *томе 4 Настольной книги Quartus II*.

Собственные инструкции

Также как собственная периферия, собственные инструкции позволят вам улучшить характеристики системы, дополнив процессор собственной аппаратурой. Собственная логика интегрируется в арифметическое логическое устройство (ALU) процессора Nios II. Также как и обычные инструкции Nios II, логика собственных инструкций берёт значения из (до) двух регистров и опционально возвращает результат в назначенный регистр.

Поскольку процессор реализуется на перепрограммируемых Altera FPGAs, программисты и аппаратные инженеры работают вместе для последовательной оптимизации устройства и тестировании результатов запуска программы в аппаратной части.

В отношении программы, собственные инструкции применяются как генерированный машиной ассемблерный макрос или C функции, таким образом, программисту не нужно понимать язык ассемблера для использования собственных инструкций.

Автоматическое генерирование системы

Инструмент разработки Altera's SOPC Builder полностью автоматизирует процесс конфигурирования средств процессора и генерирования аппаратной части проекта, которую вы программируете в FPGA. Графическая оболочка (GUI) SOPC Builder позволяет вам конфигурировать процессорные системы Nios II с любым количеством периферии и интерфейсов с памятью. Вы можете создавать законченные процессорные системы без выполнения элементов в виде блок-схемы или HDL проекта. SOPC Builder может также импортировать HDL файлы проекта, предлагая вам простой механизм для интегрирования собственной логики в процессорную систему Nios II.

После генерирования системы, вы можете загрузить проект в плату и отладить программу, исполняемую в устройстве. Для программиста, архитектура проекта уже установлена. Программист работает также, как и с обычными неконфигурируемыми процессорами.

Оценочные средства OpenCore Plus

Вы можете оценить работу процессора Nios II без лицензии. С помощью оценочного средства Altera's OpenCore Plus, вы можете проделать следующие действия:

- Просимулировать поведение процессора Nios II внутри вашей системы
- Верифицировать функционирование вашего проекта, например, быстро и просто оценить его размеры и быстродействие

-
- Генерировать ограниченные по времени программные файлы для проекта, содержащего процессорную систему Nios II
 - Запрограммировать чип и верифицировать ваш проект в чипе.

Вы можете приобрести лицензию на процессор Nios II, когда будете уверены в его функциональности и характеристиках, и захотите использовать его в производстве вашей продукции.

За дополнительной информацией об OpenCore Plus, обратитесь к *AN 320: Оценка мегафункций в OpenCore Plus*.