

Эссе по дисциплине: Системы на кристалле

Тема: “Масштабируемость и требование к ресурсам у современных soft
процессорных ядер. Самое масштабируемое и самое маленькое ядро.”

Вариант 3.

Выполнила: Калугина Марина
Группа: Р3402

г. Санкт-Петербург

2020 г.

Содержание

Содержание	1
Введение	2
Реализации soft-процессорных ядер на ПЛИС	2
Требование к ресурсам и масштабируемость современных soft-процессорных ядер	3
MicroBlaze	3
PicoBlaze	3
Amber	4
FlexGrip	4
IDEA	4
MIMO	4
IPPro	4
VectorBlox MXP Matrix Processor	5
Заключение	5
Литература	7

Введение

Перед тем, как перейти к теме эссе, необходимо разобраться в общем, что такое soft-процессорные ядра. Soft-процессорные ядра - это такие ядра, которые могут быть полностью созданы при помощи только логического синтеза. Как правило, реализуется при помощи ПЛИС[1].

У soft-процессорных ядер есть несколько преимуществ. Специально разработанные программные процессоры имеют гарантированную производительность и использование ресурсов; они легко перепрограммируются и даже допускают потенциальную поддержку реконфигурируемости во время выполнения. Это может быть полезно для решения многих задач, например, если при вычислении задачи требуется выполнять какие-то определенные операции на процессоре много больше, чем другие, то имеет смысл оптимизировать конкретные операции, теряя производительность в других.

Таким образом soft-процессорные ядра хороши, потому что их можно оптимизировать для современных технологий конкретного ПЛИС, чем и обеспечить хороший баланс между элементами обработки и памятью.

Реализации soft-процессорных ядер на ПЛИС

Большинство систем используют единственный soft-процессор, но так как soft-процессорные ядра реализуются при помощи ПЛИС, то максимальное число ядер может быть ограничено лишь ресурсами самой ПЛИС.

Существуют примеры, когда разработчики смогли уместить десятки и сотни ядер на одну ПЛИС[2]. А в 2011 году ученые из Массачусетского университета смогли уместить на одной ПЛИС более 1000 ядер[3]. Используя ПЛИС с 1000 ядер, команда смогла обработать 5 гигабайт в секунд, что примерно в 20 раз превышало скорость высокопроизводительных компьютеров того времени.

Существует огромный ряд современных Реализаций soft-процессорных ядер на ПЛИ. Их разрабатывает фирмы, такие как Xilinx, ARM, Altium, Sun и другие. Многие стремятся сбалансировать производительность и требуемые ресурсы, некоторые создают soft-процессорные ядра для более узких задач и не используются для широкого потребления. Вот список только некоторых из них:

- Amber и Cortex-M1 на основе архитектуры набора инструкций ARM
- MicroBlaze
- MCL51 и TSK51/52 на основе архитектуры набора команд MCS-51
- PicoBlaze

- f32c, NEORV32 на основе архитектуры набора команд RISC-V
- CPU86, MCL86, s80x86, Zet на основе архитектуры набора инструкций x86
- FlexGrip, IDEA, DSP48E-based MIMO.
- IPPro
- И другие

Требование к ресурсам и масштабируемость современных soft-процессорных ядер

Рассмотрим подробнее некоторые из приведенных выше реализации soft-процессорных ядер. Здесь представлены как самые популярные soft-процессорные ядра, например Microblaze от Xilinx, так и такие ядра, которые используются для работы с узким кругом задачами:

MicroBlaze

MicroBlaze имеет универсальные средства связи с периферией и возможность гибко конфигурировать настройки, чем обеспечивается возможность применять его в разнообразных встроенных приложениях. При работе могут быть отдельно сконфигурированы размер кэша, длина конвейера (3 или 5-уровневый), встроенная периферия, блок управления памятью, шинные интерфейсы и прочее (всего более 70 параметров). Например, для оптимизации по количеству занимаемых ресурсов ПЛИС можно использовать MicroBlaze с 3-уровневым конвейером, пожертвовав высоким значением тактовой частоты ради высвобождения дополнительных ресурсов; для оптимизации по скорости — MicroBlaze с 5-уровневым конвейером, что позволяет работать при тактовой частоте до 235 МГц. Кроме того, ключевые команды процессора, которые редко используются, но при этом их дорого воспроизводить «в железе», могут быть выборочно добавлены или удалены (то есть блоки умножения, деления, операций с плавающей точкой и тому подобные). Этот набор настроек дает разработчику возможность чётче определить грань между аппаратной и программной частью в проекте.[5]

PicoBlaze

Особенностью архитектуры PicoBlaze является то, что он выполняет команды преимущественно за два такта (в KCPSM6 некоторые команды за 4 такта), при этом тактовая частота может достигать до 200 МГц. Кроме того он быстро реагирует на прерывания (в худшем случае — за 5 тактов). В версии KCPSM-3 оптимизировано для архитектуры Xilinx Spartan-3: занимает всего 96 ячеек (slices) и 1 блок RAM, а в версии KCPSM-6 (для архитектуры Xilinx Spartan-6) - 26 ячеек. [6]

Amber

Amber 23 имеет трехступенчатый конвейер, унифицированный кэш инструкций и данных, интерфейс Wishbone и поддерживает 0,75 DMIPS (Dhrystone) на МГц. Команды на основе регистров выполняются за один цикл, за исключением тех, которые связаны с умножением. Инструкции загрузки и сохранения требуют трех циклов.

Amber 25 имеет 5-ступенчатый конвейер, отдельный кэш данных и инструкций, интерфейс Wishbone и поддерживает 1,0 DMIPS на МГц. Ядро Amber 25 обеспечивает на 30-40% лучшую производительность, чем ядро Amber 23, но проигрывает на 30-40% в размере.

FlexGrip

FlexGrip имеет предварительно скомпилированные ядра CUDA на программные процессоры, которые являются программируемыми, гибкими и масштабируемыми и могут работать на частоте 100 МГц.

IDEA

Процессор IDEA использует 8-ступенчатый конвейер для достижения тактовой частоты 407 МГц.

MIMO

Процессор MIMO поддерживает очень специфический набор инструкций для систем связи с множественным входом и множественным выходом (MIMO) и может работать с тактовой частотой 265 МГц.

IPPro

Процессор IPPro добавлен в список, как пример узкоспециализированного soft-процессорного ядра, использующий альтернативный подход, основанный на разработке высокоэффективного процессора RISC является процессоры Image Processing Processor (IPPro). Они обеспечивают маршрут проектирования, позволяющий пользователю разложить свой проект на серию небольших субъектов, которые позволяют пользователю использовать параллелизм задач и данных, существующий в алгоритме и которые затем могут быть скомпилированы для архитектур IPPro.[4]

Для процессора IPPro, за счет того, что он использует Xilinx DSP48E1 в качестве ALU и минимизирует поддерживающую логику, результаты синтеза показывают, что он может работать на частоте 526 МГц на SoC Xilinx с использованием XC7Z020-3

VectorBlox MXP Matrix Processor

Ядро, которое заточено под выполнение более узких задач, так как главная его задача - векторные и матричные операции и может увеличивать производительность в несколько порядков за счет того, что специализирован под параллельность и векторные и матричные операции. Здесь каждый новый поток может стоить столько ресурсов, сколько занимает microblaze, но в конечном итоге этим добиваются прироста производительности в тысячу раз. [7]

Заключение

В целом, каждый soft-процессор предназначен для своей задачи, особенно когда речь идет о масштабируемости. Например, существуют soft-процессоры, которые можно гибко конфигурировать: настраивать размер кеша, встроенные периферии и даже в некоторых случаях избавляться от неиспользуемых команд.

Чаще всего производители софт-процессорных ядер стараются сбалансировать производительность ядра и то количество ресурсов, которое оно занимает. Именно такие ядра и используют в основном для массовой разработки, потому что с помощью них можно решать задачи совершенно разного плана.

Из-за этого нельзя точно назвать самое маленькое и самое масштабируемое ядро, потому что для каждой конкретной задачи необходимо различные конфигурации ядер. Имеет место ситуация, когда для решения задачи не нужно большинство процессорных команд и при настройке soft-процессора можно опустить некоторые команды: таким образом разработчики могут выиграть в необходимые для задачи характеристики, сузив круг задач. Кроме того, масштабируемость ядер может зависеть от того, насколько сильно можно распараллелить конкретную задачу.

В любом случае каждое такое ядро имеет свой предел, тот минимум, который необходим для его работы. И если говорить о тех soft-процессорных ядрах, что были рассмотрены в рамках данного эссе - то ядро с минимальным занимаемым на плате размером - это PicoBlaze, которое в версии KCPSPM-6 (для архитектуры Xilinx Spartan-6) занимает всего 26 slices.

Если говорить о масштабируемости, то так же, как и в любой другой попытке выиграть в каких-то ресурсах, существуют soft-процессоры, которые позволяют добиться прироста производительности в тысячи раз. Конечно это подойдет не для

каждой задачи и будет крайне невыгодно в плане занимаемых ресурсов, но при необходимости получить именно высокую производительность, soft-процессорные ядра, вроде VectorBlox MXP Matrix Processor помогают решить эту задачу.

Литература

- [1]-[https://en.wikipedia.org/wiki/Soft_core_\(synthesis\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Soft_core_(synthesis))
- [2]-<https://www.design-reuse.com/articles/21583/processor-noc-fpga.html>
- [3]-<https://www.fastcompany.com/1714174/1000-core-cpu-achieved-your-future-desktop-will-be-supercomputer>
- [4]-<https://link.springer.com/article/10.1007/s11265-016-1185-7>
- [5]-<https://en.wikipedia.org/wiki/MicroBlaze>
- [6]-<https://ru.wikipedia.org/wiki/PicoBlaze>
- [7]-<http://vectorblox.com/wp/wp-content/uploads/VectorBlox-MXP-Intro-2012-12-11.pdf>