

ТЕМА ДОКЛАДА

Абрашитова Наталья Александровна

Аспирант

Физический Факультет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: natascha.abraschitowa@gmail.com

Развитие за прошедшие 30 лет как микропроцессорных ядер, так и ОС привело к чрезвычайному усложнению "железа" и ПО. Соответствующий программный код и схемотехнические описания огромны, сложны для понимания и плохо документированы, а иногда закрыты для сторонних разработчиков, поэтому мало пригодны для применения в поисковых научных проектах.

Для проекта MALT - Multicore Architecture with Lightweight Threads [1] (открытый проект создания прототипа масштабируемого сервера, предназначенного для применения в хостинг-центрах и энергоэффективных ЦОД) требовалось предельно простое, компактное, открытое, документированное процессорное ядро и такая же POSIX-совместимая ОС. В качестве процессорного ядра было выбрано ядро MBLite [2] (RISC, гарвардская архитектура, 32-битная шина инструкций, 32-битная шина данных). Ядро было существенно доработано и дополнено необходимой для проекта периферией. Особенности реализации работы с общей памятью в системе [1] обусловили отказ от кеша данных, использование 1-8 кб кеша команд. В качестве ОС была выбрана Minix3 [3] - ОС, совместимая со стандартом POSIX, драйверами устройств, запускающимися как пользовательские процессы, поддержкой TCP/IP, компиляторами gcc, perl, g++, php, python и т.д., пригодная для переноса на системы с сотнями вычислительных ядер [4].

Для оценки эффективности и выявления слабых сторон разрабатываемой архитектуры были проведены несколько групп сравнительных тестов прототипа одноядерной версии процессора MALT под управлением Minix3 на программируемой логической схеме (ПЛИС), результаты которых описаны в настоящей работе. При сравнении производительности использовались несколько эталонных систем: MicroBlaze/Linux, x86/Linux, x86/Minix. Для MicroBlaze тестировались как сборки с MMU и без MMU. Это позволило выявить тесты, зависящие от ОС, аппаратной платформы, наличия MMU. Использовались макетные платы на ПЛИС Xilinx Virtex5 50T, рабочая частота 50 МГц, Virtex6 240T, рабочая частота 100 МГц.

Были проведены тесты работы с памятью (в т.ч. решение за-

дачи Ханойских башен), тесты программной эмуляции вещественной арифметики (комплект тестов Whetstone), тесты целочисленной арифметики (комплект тестов Whetstone), тесты скорости исполнения системных вызовов (exec, mix, close, getpid, а так же time-polling и spawn), тесты файловой системы (выполнение записи, чтения, копирования на файлах 1 - 1000 кб), комплексные тесты производительности (комплекты тестов Stanford, Dhrystone), тесты производительности на web-запросах (загрузка статической http страницы размером 100-1000 байт, отдача файлов по протоколу ftp).

Показано, что архитектура MALT не имеет существенных недостатков относительно uBlaze при работе с библиотекой, эмулирующей вещественную арифметику. На системных вызовах uBlaze с MMU и без MMU показывают примерно равную производительность. Minix отстает по скорости обработки системных вызовов от Linux примерно на порядок на всех системах. Архитектура MALT не имеет существенных недостатков относительно uBlaze с MMU на системных вызовах. Показано, что архитектура MALT не имеет существенных недостатков относительно uBlaze на классическом сборном тесте Dhrystones. uBlaze MMU/noMMU на тесте Stanford показывают равную производительность. Наличие кеша дает uBlaze десятикратное преимущество относительно MALT.

Таким образом, в работе показано, что предельно компактное ядро на основе Mblite без кеша данных под управлением ОС Minix может показывать производительность, сравнимую с традиционными хорошо отработанными MicroBlaze/Linux решениями. Более того, при нормировке производительности на затраченные аппаратные ресурсы рассматриваемая Mblite/Minix система на некоторых задачах оказывается в 2-3 раза быстрее. Отставание на других задачах может быть устранено в результате оптимизации разрабатываемой архитектуры.

Литература

1. Страница проекта MALT: <http://maltsystem.ru/ru/>
2. Страница проекта Mblite: <http://opencores.org/project,mblite>
3. Страница проекта Minix 3: <http://www.minix3.org>
4. When slower is faster: on heterogeneous multicores for reliable systems //In Proceedings of USENIX Annual Technical Conference (ATC), San Jose, CA, USA, 2013, P. 255–266.