

Микроконтроллеры на основе ядер ARM: широкое масштабирование аппаратных возможностей в рамках программной совместимости

Марк Новоначный (Москва)

Статья посвящена анализу достоинств и конкурентных преимуществ архитектуры ARM и процессоров на её основе. Представлено новое ядро Cortex-M0 и рассмотрены перспективные рынки для процессоров на основе ядер ARM.

Важным достоинством процессоров на основе ядер ARM является низкое энергопотребление. Эта особенность присуща архитектурам RISC в целом. Однако низкое энергопотребление процессоров на основе ядер ARM – далеко не единственное конкурентное преимущество последних. Есть и другие сильные стороны, и не только по отдельным техническим характеристикам. В числе особо ценимых сегодня достоинств – большой диапазон масштабируемости возможностей процессоров на основе ядер ARM, программно совместимых между собой, а также расширяющаяся экосистема поддержки «архитектуры ARM».

Архитектура ARM – это, пожалуй, лишь второй исторический прецедент появления на рынке микроконтроллеров (МК) «общепромышленного стандарта де-факто» после архитектуры 8051. Новый стандарт является 32-разрядной архитектурой, позволяющей довести стоимость некоторых микросхем на основе ядра ARM Cortex-M3 до «менее 1 долл. США» при стоимости 8-разрядных микроконтроллеров от 50 центов до 10 долл. США. По этой причине обсуждение явления «архитектура ARM» последние пять лет вышло за пределы дискуссий на конференциях и двухсторонних переговорах компании ARM со своими заказчиками и попало на страницы деловой прессы. В этой связи уместно напомнить имена некоторых заказчиков компании ARM: Renesas, Freescale, NEC, Fujitsu, Infineon, STMicroelectronics, Texas Instruments, Atmel, NXP, т.е. почти вся десятка лидеров микроконтроллерного рынка. Существует множество компаний, сделавших ставку на сотрудничество с

продукцией ARM. Одно только ядро ARM926EJ-S лицензировано более чем сотней поставщиков «кремния».

Напомним, что компания ARM не производит процессоры, микроконтроллеры и SoC-микросхемы, а продаёт заказчикам интеллектуальную собственность в виде архитектур и конструкций процессорных ядер и внутрипроцессорных коммуникаций. При этом ARM активно сотрудничает с компаниями, купившими её лицензии как на двухсторонней основе, так и развивая сообщество ARM Connected Community. Это сообщество является сетью из почти 700 компаний, способных создать и предложить заказчику законченное решение на основе платформы ARM. Среди членов сообщества – разработчики и производители, создатели «железа» и программных продуктов, законченных платформ и средств разработки приложений и встроенных систем. В их числе – очень известные компании IBM, Microsoft, Arrow, Avnet, Advantech, Altera, Analog Devices, Green Hills, Marvell, Mentor Graphics, National Instruments, QNX Software Systems, Radisys, а также просто известные компании Actel, Altium, Cirrus Logic, CMX Systems, Coverity, Cypress, Digi International, ENEA, Esterel, Express Logic, Garz & Fricke, HCC-Embedded, Hitex, IAR Systems, KEIL, Lauterbach, Micro Digital, Mindspeed, PLX Technology, SYSGO.

Системная программная поддержка микроконтроллерных продуктов на основе ядер ARM является одной из сильных сторон этой процессорной системы. В рамках выставки по встроенным системам embedded world 2010 шло чествование призёра embedded AWARD – микроконтроллера EFM32

компании Energy Micro AS на основе ядра ARM Cortex-M3, а компания Hitex представляла на той же выставке инструментальный разработчик приложений для МК компании Energy Micro в виде компактного JTAG-отладчика Tantino for Cortex и универсальной среды разработки HiTOP.

Одним из анонсов корпорации Texas Instruments стали процессоры AM35x на основе ядра ARM Cortex-A8, а компания QNX Software Systems сообщила о портировании операционной системы реального времени (OSPV) QNX Neutrino на процессоры TI AM35x. Её же инструментальный QNX Aviage HMI Suite позволяет разработчикам реализовывать человеко-машинные интерфейсы для систем на основе этих процессоров с использованием технологии Adobe Flash. Компания CMX Systems предлагает OSPV CMX-RTX для микроконтроллеров на основе популярного ядра Cortex-M3, а компания Wittenstein – для микроконтроллеров STM32 на основе этого же ядра – OSPV SafeRTOS класса Open Source, рассчитанную на использование в ответственных приложениях и поставляемую с необходимым комплектом документов, упрощающим сертификацию приложений на её основе.

В числе анонсов выставки embedded world 2010 в области поддержки разработок приложений для ARM-микроконтроллеров было представление инструментального Development Studio 5 (DS-5) компании Keil. Эта интегрированная среда разработки на основе стандарта Eclipse предназначена для проектов на основе Linux. О смещении внимания разработчиков приложений встроенных систем на открытое ПО свидетельствует не только появление DS-5, но и работа Центра решений на основе платформы ARM + Android (ARM Solution Center for Android), ориентированного на разработчиков, использующих процессоры семейства ARM Cortex-A, ресурсы которых позволяют использовать т.н. rich OS, т.е. опе-

рационные системы класса Linux и Windows CE.

Реально на сегодняшний момент существуют четыре архитектуры ARM (ARMv4/ARMv5/ARMv6/ARMv7). Если же учитывать различия, связанные с официально используемой в компании ARM сегментацией процессорных ядер на три группы – процессоры общего назначения (Classic), прикладные процессоры (Application) и процессоры для встроенных систем (Embedded), – то архитектур ARM будет уже шесть. Это ARMv4T и ARMv5TJ (для процессоров общего назначения), ARMv6 и ARMv7A/R (для прикладных процессоров), ARMv7M/ME и ARMv6M (для процессоров встроенных систем).

Архитектуры ARM построены на основе модульного принципа и включают поддержку различных комбинаций фирменных процессорных технологий (см. рис. 1), необходимых для различных сегментов рынка приложений или обеспечивающих конкурентные преимущества ядер ARM в этих сегментах.

Так, принципиальным недостатком RISC-архитектур является большая плотность кода по сравнению с той, что может быть реализована при написании программ для CISC-процессоров. В архитектурах ARM уменьшить плотность кода позволяет набор инструкций Thumb (технология Thumb) и её улучшенная версия Thumb-2. Инструкции Thumb – это подмножество наиболее популярных инструкций 32-разрядной архитектуры ARM, сжатых в 16-разрядные, которые аппаратно распаковываются в 32-разрядное представление перед исполнением. Использование инструкций набора Thumb позволяет уменьшить объём кода приложения до 35%. Thumb-2 позволяет в ряде приложений сократить требования к объёму памяти ещё приблизительно на 30% и повысить производительность почти на 40%.

Технология Jazelle Java обеспечивает аппаратное ускорение приложений, написанных в средах Java, .Net, MSIL, Python и Perl. Ускорение может быть восьмикратным, при этом технология Jazelle Java позволяет снижать энергопотребление при исполнении соответствующего кода на 80%.

Технология SIMD (Single Instruction Multiple Data) позволяет параллельно обрабатывать данные, что ускоряет обработку видео и звука почти в четы-

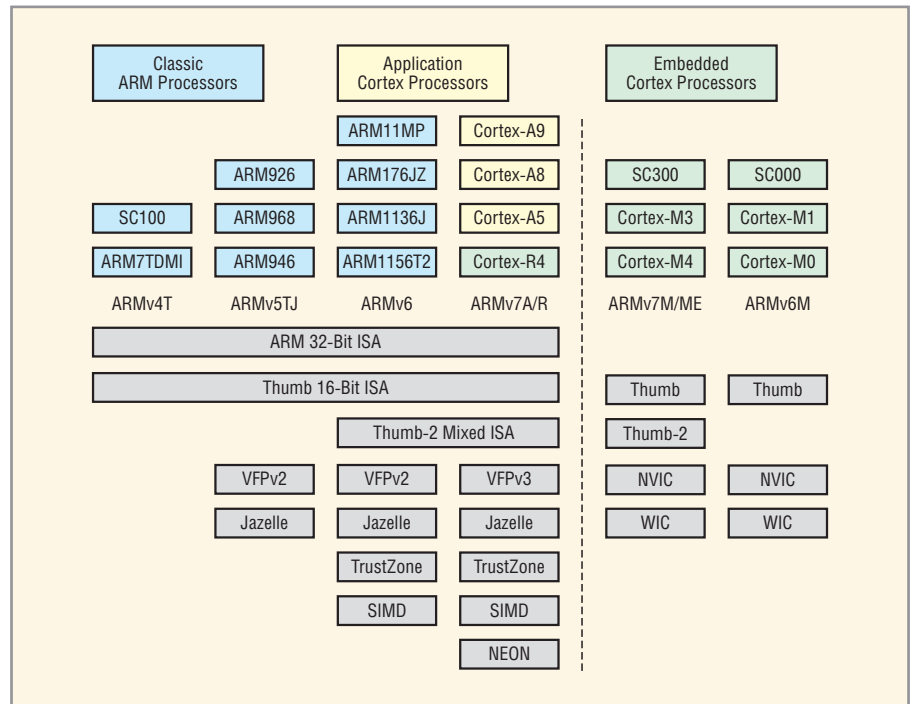


Рис. 1. Технологические модули ядер ARM

ре раза. Развитием технологии SIMD является сопроцессор ARM NEON, который ускоряет работу кодеков и алгоритмов цифровой обработки сигналов (последних – почти в 8 раз), обеспечивая в ряде приложений возможность удлинения периодов нахождения процессора в режиме «сна», что улучшает характеристики энергосбережения.

Технология информационной безопасности TrustZone основана на встраивании в процессоры на основе архи-

тектуры ARM специализированного модуля, поддерживающего те же возможности, что и дискретный модуль TPM, концепция которого предложена рабочей группой Trusted Computing Group для повышения информационной безопасности настольных компьютеров. Аппаратные ресурсы технологии TrustZone позволяют реализовывать современные продукты на основе виртуализации процессорных ресурсов, поддерживающие работу задач с разными требованиями к уров-



Рис. 2. Микроконтроллер TMPA910CRAXBG

нию безопасности на одном процессорном ядре.

Суть технологии VFP становится понятной, если сказать, что в её основе лежит интеграция в конструкцию процессорной микросхемы сопроцессора для поддержки операций с плавающей запятой, совместимого с требованиями стандарта IEEE 754.

В процессорах для встроенных систем компания ARM предлагает использовать ограниченный набор упомянутых базовых технологий, включающий Thumb/Thumb-2 и контроллер вложенных векторных прерываний (Nested Vectored Interrupt Controller, NM Cortex-A8 или Cortex-A9 в свVIC). Однако самые современные «прикладные» процессоры на основе ядер ARM Cortex-A8 или Cortex-A9 в своих базовых вариантах используют весь набор технологий, за исключением контроллера NVIC.

Интеллектуальная собственность компании ARM является основой для последующей оптимизации конструкций реальных процессоров и решения тех или иных актуальных задач. В качестве иллюстрации напомним, что ядро ARM Cortex-A9 предлагается в двух исполнениях: оптимизированном по производительности (тактовая частота до 2 ГГц, потребляемая мощность не более 1,9 Вт) и оптимизированном по энергопотреблению (тактовая частота до 800 МГц, потребляемая мощность не более 0,5 Вт). Оптимизировать функциональные характеристики процессоров на основе ядер ARM позволяет и варьирование технологического процесса. Так, ядро ARM Cortex-M0 демонстрирует энергопотребление 85 мкВт/МГц при реализации на основе технологического процесса с топологической нормой 180 нм, тогда как при изготовлении на основе Cortex-M0 систем на кристалле (SoC) по технологии 65 нм Cortex-M0 обеспечивается производительность 0,9 DMIPS/МГц при энергопотреблении 12 мкВт/МГц.

Ядро ARM7TDMI, ошеломившее низкой стоимостью 32-разрядных микроконтроллеров, созданных на его основе (до 3 долл. США), не позволяло поддерживать приложения реального времени, но было широко использовано в МК для приложений на основе «ресурсоёмких расчётов». То же самое можно сказать и про ядро ARM926EJ-S: процессоры на его основе могут работать под управлением Linux, Windows CE и Symbian, обладая достаточными ресурсами для работы с графикой, организации человеко-машинных интерфейсов, а также поддержки приложений, связанных с цифровой обработкой сигналов.

Это позволило компании Atmel создать на базе ядра ARM926EJ-S высокопроизводительный микроконтроллер AT91SAM9261 для ресурсоёмких встраиваемых систем, не требующих поддержки режима реального времени (биометрическая идентификация, распознавание речи, шифрование данных). Работая на уровне производительности около 200 MIPS, прибор AT91SAM9261 потребляет всего 65 мА, а в ждущем режиме – всего 2,5 мкА. Исполняя алгоритмы этих приложений в импульсном режиме (burst mode), AT91SAM9261 большую часть времени находится в режиме ожидания, что увеличивает срок службы батарей питания в 4...16 раз по сравнению с конкурирующими решениями.

Компания Toshiba на основе 200-мегагерцового ядра ARM926EJ-S создала микроконтроллер TMPA910CRAXBG (см. рис. 2) для организации человеко-машинных интерфейсов. Встроенный контроллер ЖК-дисплея позволяет управлять TFT- и STN-панелями с разрешением 1024 × 1024 пикселя, а аппаратный ускоритель обеспечивает работу дисплея с частотой кадров до 30 в секунду, поддерживая при этом необходимые операции масштабирования, фильтрации и смещения. Интерфейс для работы с сенсорным экраном расширяет возможности организации человеко-машинных интерфейсов. Быстродействие микроконтроллера TMPA910CRAXBG обеспечивается как достаточно быстрым ядром, так и производительной 7-уровневой шинной архитектурой.

Ещё одним МК на основе ядра ARM9, включающим интегрированные подсистемы для подключения графических устройств, стал MPA900CMXBG. Он поддерживает интерфейс USB

(Host/Device) и позволяет создавать встроенные системы для бытовой техники, отвечающей требованиям стандарта безопасности IEC60730 Class B.

Конструкция микроконтроллера Atmel AT91SAM9261 включает интерфейс USB и контроллер ЖК-дисплеев с разрешением 2048 × 2048 пикселей: его память SRAM может быть поделена на блоки по 16 Кб, используемые не только как память инструкций или данных, но и в качестве буфера кадров для TFT- или STN-дисплеев.

Семейство микроконтроллеров NXP семейства LPC3000, построенных на основе ядра ARM926EJ-S с тактовой частотой более 200 МГц, также включают микросхемы с контроллерами ЖК-дисплея и, кроме того, интерфейса Ethernet. Сопроцессор для вычислений с плавающей запятой, использованный в конструкции микросхем семейства LPC3000, позволяет достичь четырёхкратного повышения производительности и ещё большего повышения при работе в оптимизированном векторном режиме.

ARM РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Первое ядро ARM, обеспечивающее детерминированную обработку прерываний – Cortex-M3 (на основе архитектуры ARMv7) – было создано в 2005 г. В 2007 г. компания STMicroelectronics представила семейство микроконтроллеров STM32 на основе этого ядра. При работе с флэш-памятью модели этих МК на тактовой частоте 72 МГц демонстрировали ток потребления 36 мА или 0,5 мА/МГц. Если говорить о производительности, то микросхемы STM32 были на 30% быстрее приборов на основе ядра ARM7TDMI, а при равной производительности – на 75% экономичнее. В линейке этих микросхем STMicroelectronics можно было найти приборы, которые вдвое превосходили по производительности лучшие образцы 16-разрядных микроконтроллеров.

Высокую производительность и плотность кода, низкое энергопотребление и поддержку приложений реального времени микроконтроллерам STMicroelectronics на основе ядра Cortex-M3 обеспечили технология вложенных векторных прерываний (с доведением времени задержки до 6 тактовых циклов), поддержка «атомарных» операций с битами (модификация содержимого одного бита за одну операцию записи), предсказание ветв-

лений, умножение за один цикл и аппаратное деление, а также использование единственного набора инструкций Thumb 2.

Компания NXP к началу 2009 г. подготовила семейство микроконтроллеров LPC1700 на базе ядра Cortex-M3, изготовленных по технологии с проектной нормой 140 нм. Эти микросхемы с рабочей тактовой частотой до 100 МГц по быстродействию на 28...64% опережали конкурентные решения на основе того же ядра. Компания рекламировала их характеристики, приводя показатель производительности в 1,25 MIPS/МГц и энергопотребление 0,19 мВт/МГц. По данным консорциума по тестированию быстродействия встраиваемых микропроцессоров (Embedded Microprocessor Benchmark Consortium, EEMBC), микроконтроллеры семейства LPC1700 обеспечивали выполнение кодов приложения в среднем на 35% быстрее, чем другие МК на базе ядра Cortex-M3 при работе на тех же тактовых частотах (семейство LPC1700 было сертифицировано EEMBC для частот 72; 100 и 120 МГц).

В феврале 2010 г. компания NXP Semiconductors объявила о выпуске микроконтроллеров LPC1769 и LPC1759, работающих на частоте 120 МГц, которые опережали, по мнению их создателей, ближайших конкурентов на основе ядра Cortex-M3 на 54% и могли составить конкуренцию недорогим цифровым сигнальным процессорам. Семейство экономичных микроконтроллеров NXP LPC1300 (см. рис. 3) на базе ядра Cortex-M3 с рабочей тактовой частотой 70 МГц демонстрирует ток потребления «...около 200 мкА на МГц».

Ядро Cortex-M3 стало первым в семействе ARM, ориентированным на приложения реального времени, для которых в числе важнейших характеристик, помимо технических, была и стоимость. Поэтому ядро ARM Cortex-M3 вывело в лидеры рыночного сегмента ARM-микроконтроллеров новую фирму Luminary Micro, представившую в числе своих микросхем и те, что стоили менее 1 долл. США. Что касается технических характеристик, то в одном из интервью руководства Luminary Micro было отмечено: «...Возможности этого ядра таковы, что, говоря о микроконтроллерах Stellaris [на основе ядра Cortex-M3], мы часто характеризуем их как цифровые сиг-

нальные процессоры, которые легко программировать, при этом получающий код приложения реально компактен».

АРХИТЕКТУРА ARM НА ВЫСТАВКЕ EMBEDDED WORLD 2010

Архитектуру ARM можно считать одним из триумфаторов выставки embedded world 2010. Обладателем премии embedded AWARD в номинации Hardware стал микроконтроллер EFM32: микросхема потребляет 180 мкА/МГц при рабочей тактовой частоте 32 МГц и питании 3 В, что позволяет в четыре раза увеличить срок службы конечного устройства при использовании одного комплекта батарей по сравнению с конкурирующими решениями. В числе механизмов, использованных для снижения энергопотребления EFM32, минимизация времени пробуждения до 2 мкс. В режиме Deep Sleep потребление тока доведено до 900 нА, а в режиме Shut Off – до 20 нА.

Периферийные устройства прибора EFM32 могут работать в режимах пониженного энергопотребления без участия процессорного ядра. Это обеспечивается реализованной в конструкции EFM32 технологией PRS (Peripheral Reflex System, периферийная система рефлексов). В числе возможностей PRS – предсказуемое формирование сигнала одной из периферийных подсистем и его пересылка другой подсистеме, которая на него отреагирует.

Микроконтроллеры EFM32 поддерживают пять режимов энергопотребления, что позволяет разработчикам приложений гибко управлять энергосбережением. Высокой энергоэффективностью обладает и периферия микроконтроллеров EFM32. Так, интегрированный контроллер ЖК-дисплея позволяет управлять дисплеем 4 × 40 сегментов, потребляя ток 900 нА; 12-разрядный АЦП потребляет 200 мкА при частоте дискретизации 1 МГц, а порту UART необходимо всего 100 нА для обеспечения связи со скоростью 9600 бод.

В номинации Hardware за премию embedded AWARD боролся и специализированный микроконтроллер TMPM370FYFG компании Toshiba на основе ядра Cortex-M3. Конструкция этого специализированного МК, реализующего алгоритмы векторного



Рис. 3. Оценочный комплект LPC1313-Stick для разработчиков систем на основе микроконтроллеров NXP LPC1300 (включает отладчик HiTOP, компилятор GNU Arm, компилятор Tasking)

управления двигателями, включает аппаратный ускоритель алгоритма Vector Engine, патентованное схемотехническое решение двухканального программируемого драйвера двигателя (Programmable Motor Driver, PMD), разработанное компанией Toshiba для управления трёхфазными моторами, и аналоговую периферию (двухканальный энкодер, операционный усилитель и компаратор для реализации аварийного останова, многоканальный 12-разрядный АЦП со временем преобразования 2 мкс, многоканальный 16-разрядный таймер, SIO/UART (4 канала), схему перезапуска питания, схему для контроля напряжения и детектор частоты колебаний).

На выставке embedded world 2010 был представлен широкий спектр используемых ядер ARM. Компания NXP, которая является обладателем одного из самых больших портфолио МК на основе архитектуры ARM, незадолго до мартовского мероприятия в Нюрнберге объявила о получении лицензии на новейшее ядро Cortex-M4 для процессоров класса Embedded. Ядро Cortex-R4 (архитектура ARMv7) стало одним из первых предложений компании ARM для массовых deeply embedded приложений (управление приводами жёстких дисков, системами автомобильной безопасности, модемами для беспроводной связи). Это ядро позволяет создавать т.н. цифровые сигнальные микроконтроллеры – микросхемы, сочетающие возможности цифровой обработки сигналов и поддержки режима реального времени при пониженном энергопотреблении, уменьшенной площади кристалла и низкой цене.

Корпорация Texas Instruments (TI) после приобретения компании Lumi-



Рис. 4. Процессоры Sitara на основе ядер ARM Cortex-A8 (микросхемы AM3505 и AM3517)

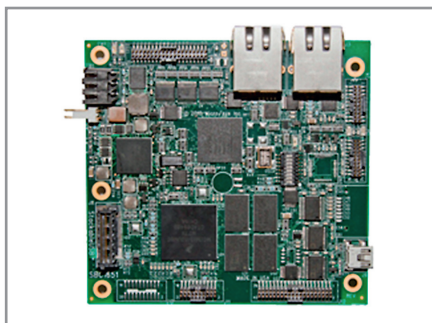


Рис. 5. Одноплатный компьютер SBC1651 на основе процессора i.MX515 (ядро Cortex-A8/800 МГц)

pany Micro представила расширение семейства процессоров Stellaris на основе ядра ARM Cortex-M3 29 новыми моделями, рассчитанными на использование в промышленных системах. Целевыми рынками для новых процессоров Stellaris являются приложения управления перемещениями и робототехнические системы. Конструкции этих МК включают «интеллектуальные» аналоговые блоки; системы на их основе поддерживают широкие возможности подключения периферийных устройств. Достоинством микроконтроллеров Stellaris является возможность их программирования только на языках C/C++, даже когда речь идёт о программах обработки прерываний и кодах запуска. В качестве инструментария разработки приложений предлагается программное обеспечение StellarisWare, созданное на основе среды Keil Microcontroller Development Toolkit для ARM, инструментария разработчика IAR Embedded Workbench, программного обеспечения Red Suite и CodeSourcery Sourcery G++.

Помимо микроконтроллеров Stellaris, корпорация TI предлагает в качестве новинок своей линейки МК с архитектурой ARM процессоры Sitara

(см. рис. 4) на основе ядер ARM926EJ-S (семейство AM17x, совпадающее как минимум в своей основе – ядре ARM926EJ-S – с процессорами OMAP171x и OMAP16xx) и ARM Cortex-A8 (микросхемы AM3505 и AM3517). Эта линейка позволяет разработчикам промышленных приложений выбирать микросхемы с рабочей тактовой частотой от 200 МГц до 1 ГГц и выше. При этом самые высокопроизводительные микроконтроллеры Sitara на основе ядра ARM Cortex-A8 отличаются высокой производительностью (до 1000 DMIPS) при энергопотреблении не более 1 Вт. Они могут поставляться в различных корпусах и в исполнениях для эксплуатации в разных температурных диапазонах, включая промышленный от –40 до +85°C.

Малое энергопотребление процессоров Sitara позволяет конструировать высокопроизводительные встроенные системы на их основе без использования теплоотводов и вентиляторов. Процессоры TI AM35x поддерживают такие интерфейсы, как CAN, Ethernet и USB 2.0. Конструкция новых микросхем включает графический сопроцессор с функциями «картинка в картинке», преобразования цветового пространства, поворота и масштабирования изображения. Микросхема AM3517 включает графический ускоритель PowerVR SGX, поддерживающий библиотеку OpenGL ES 2.0.

Кроме корпорации TI, представившей мощные «прикладные» процессоры на основе ядра ARM Cortex-A8, расширение линейки своих процессоров семейства i.MX51 на основе этого же ядра анонсировала компания Freescale. Речь идёт о микросхемах i.MX514 и i.MX516, рассчитанных на использование в автомобильной электронике, а также процессоров i.MX512 и i.MX513 для промышленных приложений и потребительских систем. Компания Freescale также объявила о начале массовых поставок процессоров i.MX515 производителям смартфонов.

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРИМЕНЕНИЙ АРХИТЕКТУРЫ ARM

На выставке embedded world 2010 было анонсировано внедрение компанией Renesas ядра Cortex-A8 с рабочей тактовой частотой 1 ГГц в конструкцию специализированного процессора SH-Mobile APE4, предназначенного для использования в мо-

бильных телефонах нового поколения и других мобильных терминалах. Возможности ядра ARM Cortex-A8 в конструкции этого процессора подкрепляются работой нескольких специализированных сопроцессоров. Аналогичный подход известен по процессорам OMAP3 от TI, ориентированным на мобильные мультимедийные устройства. Применение ядра ARM Cortex-A8 при конструировании процессоров для мобильных мультимедийных терминалов – серьёзная заявка архитектуры ARM на лидерство в этом сегменте потребительского рынка.

Процессоры на основе ядра Cortex-A8 прокладывают дорогу и на рынок одноплатных компьютеров общего назначения, который до недавнего времени считался «вотчиной» архитектур PowerPC и Intel. Так, в мае 2010 г. компанией Micro/sys был представлен одноплатный компьютер SBC1651 (см. рис. 5) формата StackableUSB на основе процессора i.MX515 (ядро Cortex-A8/800 МГц). Новый модуль поддерживает интерфейс USB On-The-Go, имеет часы реального времени и «строжевой» таймер, звуковой и ТВ-выходы, интерфейс LVDS (24 бита) для работы с плоскостными дисплеями, четырёхпроводной интерфейс для подключения сенсорного экрана, два выхода ШИМ, порт SATA, два разъёма для установки модулей SD/MMC, интерфейс 1-Wire, семь последовательных портов и 24 линии дискретного ввода-вывода. Стоимость SBC1651 на 100...300 долл. меньше, чем у одноплатных компьютеров на базе процессора Intel с сопоставимыми характеристиками производительности.

Ядро ARM Cortex-A9 компания ARM прочит в «киллеры» процессоров Intel на рынке нетбуков. На основе блока Cortex A9 MPCore можно создавать двух-, четырёх- и восьмиядерные процессоры. Энергопотребление двухъядерного варианта оценивается в 1,9 Вт, рабочая тактовая частота доходит до 2 ГГц. Предполагается, что его использование позволит вдвое увеличить время работы нетбука от одного комплекта аккумуляторов по сравнению с вариантом на процессоре Intel Atom. Габариты соответствующего процессора ARM, произведённого по технологическому процессу с проектной нормой 40 нм, могут составить лишь 30% габаритов процессора

Atom. Массовый выход таких процессоров ARM на рынок запланирован на 2011 г. В качестве ОС для компьютеров на их основе могут использоваться такие версии Linux, как Android или Ubuntu.

Другим направлением развития бизнеса ARM является сверхмалое и сверхэкономичное ядро Cortex-M0. При появлении ядра Cortex-M0 представители компании Luminary Micro отмечали, что микроконтроллеры на основе ядра ARM Cortex-M3 способны составить всеобъемлющую конкуренцию 8-разрядными микроконтроллерам. По мнению руководства Luminary Micro, микроконтроллеры на основе ARM Cortex-M0 в большей степени интересны производителям с собственным полупроводниковым производством и большими объёмами выпуска – тогда внедрение нового ядра Cortex-M0 может оказаться экономически оправданным. Сегодня компания Luminary Micro находится в составе корпорации Texas Instruments, намеревающейся выйти на рынок 8-разрядных микроконтроллеров. Это может косвенно свидетельствовать о том, что ядра Cortex-M3 всё-таки недостаточно для конкуренции с 8-разрядными МК.

Ядро Cortex-M0 с фон Неймановской архитектурой по своим габаритам составляет лишь треть гарвардского ядра Cortex-M3 (12 000 эффективных вентилях против 43 000) плюс трёхступенчатый конвейер с 32-разрядной шиной данных. Ядро Cortex-M0 поддерживает 32 прерывания и четыре приоритета прерываний (для Cortex-M3 эти показатели соответственно 240 и 256). В качестве набора инструкций Cortex-M0 взяты отдельные инструкции набора Thumb (напомним, что набор инструкций Cortex-M3 – это полный Thumb-2). Удельное энергопотребление ядра Cortex-M0 при изготовлении по технологическому процессу 180 нм составляет 85 мВт/МГц, тогда как для ядра Cortex-M3 эта характеристика составляет 210 мВт/МГц. Удельная (отнесённая к рабочей тактовой частоте) производительность ядра Cortex-M0 – 0,9 DMIPS/МГц (для Cortex-M3 этот показатель равен 1,25 DMIPS/МГц, а для ARM7TDMI – 0,7 DMIPS/МГц). Удельные производительности этих ядер, отнесённые к энергопотреблению, составляют 10 DMIPS/мВт и 6 DMIPS/мВт соответственно.

Комментируя удобство программирования МК на основе ядра Cortex-M0, представители компании ARM утверждают, что эффективный код приложения можно полностью написать на языке C. Достижимая плотность кода для ядер Cortex-M0 и Cortex-M3 приблизительно одинакова.

Представители ARM считают, что новое ядро Cortex-M0 сможет вытеснить восьмиразрядные МК из приложений, где необходима эффективная, гибкая и масштабируемая поддержка технологий беспроводных коммуникаций ZigBee и Bluetooth, интерфейса USB, работа с АЦП с разрядностью 16 бит и выше. В качестве перспективных рынков для МК на основе ядра Cortex-M0 называют медицинское приборостроение, дистанционные измерения и сбор данных, управление приводами и работу с датчиками, управление освещением, игровые устройства и источники питания.

Картина возможных применений ядер ARM была бы неполной, если не упомянуть о таких достаточно специфичных рынках, как смарт-карты и микросхемы программируемой логики (ПЛИС/FPGA).

Рынок смарт-карт, массовый с точки зрения производства, отличается «клубной» закрытостью. Компания ARM является членом этого «клуба»: ядра SC100 (на основе ARM7TDMI) и SC300 (на основе Cortex-M3) для смарт-карт лицензированы 15 произ-

водителями, среди которых компании Atmel, NXP, Samsung, STMicroelectronics и Toshiba. По объёму продаж продукты на их основе заняли в 2009 г. 50% рынка 32-разрядных смарт-карт. На выставке embedded world 2010 было объявлено о новом успехе ARM на этом рынке: компания Infineon заключила с ней стратегическое лицензионное соглашение о сотрудничестве в области разработки контроллеров для смарт-карт и создании приложений для рынка систем безопасности. В рамках этого соглашения компания Infineon лицензировала архитектуры ARMv6M и ARMv7M.

Что касается интеграции ядер ARM в микросхемы ПЛИС/FPGA, то до недавнего времени основным ядром для этих приборов являлось Cortex-M1. На выставке embedded world 2010 компания Actel представила платформу SmartFusion на основе матрицы FPGA для обработки смешанных сигналов (mixed-signal FPGA) с реализованным в ней процессорным ядром ARM Cortex-M3 и программируемым блоком аналоговой подсистемы, позволяющей реализовывать функции АЦП, ЦАП и компараторов. Новая платформа Actel поддерживается средствами разработки приложений на основе IDE от таких компаний – партнёров Actel, как Keil и IAR Systems, а также операционной системой реального времени компании Micrium.



Реклама