

Суперскалярный микроконтроллер с FPU SH7203

Сергей ЩЕДРИН
Shedrin.s@mtgroup.ru

Новая разработка компании Renesas Technology — микроконтроллер SH7203 — позволяет создать промышленный компьютер на одном чипе.



Новейшая разработка компании Renesas Technology — микроконтроллер SH7203, построенный на ядре SH-2A-FPU, — обладает производительностью 480 Dhrystone MIPS (DMIPS), а модуль FPU может выполнять операции с одинарной и двойной точностью с производительностью 500 MFLOPS. Благодаря использованию самых современных технологий при производстве кристалла энергопотребление этих МК удалось снизить до 0,5 Вт в активном режиме на частоте 200 МГц.

И даже если подсчитать потребление внешней памяти Flash и SDRAM, потребление всей системы не выйдет за пределы 1 Вт, что значительно меньше, чем у самого экономичного промышленного компьютера. Еще один немаловажный аспект — политика Renesas в области снятия с производства МК гарантирует как минимум 10-летнюю доступность этого изделия на рынке.

Архитектура микроконтроллера SH7203 и его периферия

Блок-схема SH7203 представлена на рис. 1. Как уже было сказано выше, микроконтроллер обладает производительностью 480 DMIPS при максимальной рабочей частоте 200 МГц. Это достигается благодаря суперскалярной архитектуре ядра (2 инструкции выполняются параллельно). Каждый блок выполнения инструкций содержит 5-уровневый конвейер. Здесь следует пояснить, что тест производительности МК проводился программой

Dhrystone. Тестовые процедуры Dhrystone объединены в один измерительный цикл, который содержит 103 оператора. Таким образом, синтетический тест Dhrystone позволяет оценивать эффективность процессоров и компиляторов с языка Си. Этот глобальный цикл принят за единицу работы (один Dhrystone), а производительность измеряется в количестве измерительных циклов, выполненных за секунду (Dhrystones/s). В последнее время при публикациях оценок Dhrystone стали применяться единицы измерения DMIPS. Это определение связано с популярным когда-то компьютером VAX 11/780 компании DEC. Именно этот компьютер был принят в качестве эталона для сравнения производительности различных МК. Считалось, что производительность VAX 11/780 равна 1 MIPS. Быстродействие VAX 11/780 на этом синтетическом тесте составляло 1757 Dhrystone в секунду. Таким образом, 1 DMIPS равен 1757 Dhrystone в секунду на VAX 11/780, а значение 480 DMIPS говорит о том, что микроконтроллер SH7203 в 480 раз производительнее компьютера VAX 11/780.

Справиться с большим потоком данных ядру помогает 16-килобайтный кэш. В МК используется гарвардская архитектура, что

означает отдельный доступ к памяти и данным. Ядро содержит 15 банков регистров по 16 регистров в каждом. Каждый регистр имеет ширину 32 бита. Помимо этого есть специальные вспомогательные регистры, позволяющие увеличить производительность и уменьшить размер кода, например: регистр векторов прерываний (VBR/Vector Base Register); регистры MAC для аппаратного умножения и деления с накоплением и др.

В SH7203 ядро SH-2A имеет сопроцессор для выполнения операций с плавающей точкой (FPU), который значительно ускоряет математические вычисления с высокой точностью и очень полезен для выполнения алгоритмов DSP. Кроме того, FPU является одной из ключевых составляющих в прецизионном векторном управлении ЭД и в кодировании/декодировании звука. В таблице приведено время выполнения некоторых инструкций. Сравнительное тестирование FPU и DSP (рис. 2) показало, что FPU позволяет значительно быстрее выполнять DSP-инструкции в случае сложных алгоритмов.

Контроллер имеет большое количество коммуникационных интерфейсов.

Блок периферии CAN в SH7203 реализован в виде двух независимых CAN-контроллеров с поддержкой спецификации 2.0B и тактовой синхронизации, совместимой с ISO-11898-1. В традиционной сети CAN бывают пиковые нагрузки при одновременной передаче нескольких пакетов. Стандартный механизм CAN гарантирует последовательную передачу всех сообщений согласно установленному приоритету. Для того чтобы убедиться,

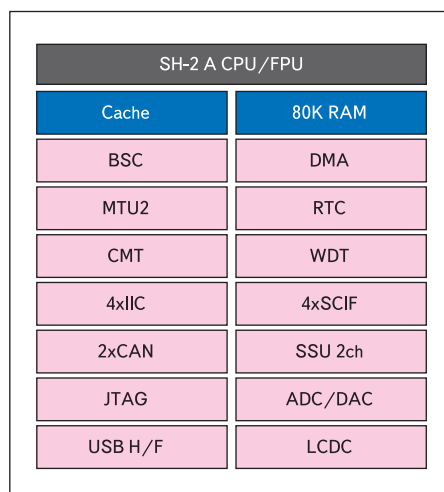


Рис. 1. Блок-схема SH7203

Таблица. Время выполнения некоторых инструкций

Функция	Двойная точность, нс
Sin	680
Cos	650
Tan	900
Asin	995
Acos	1225
Atan	695
Log	910
Exp	950
Pow	1140

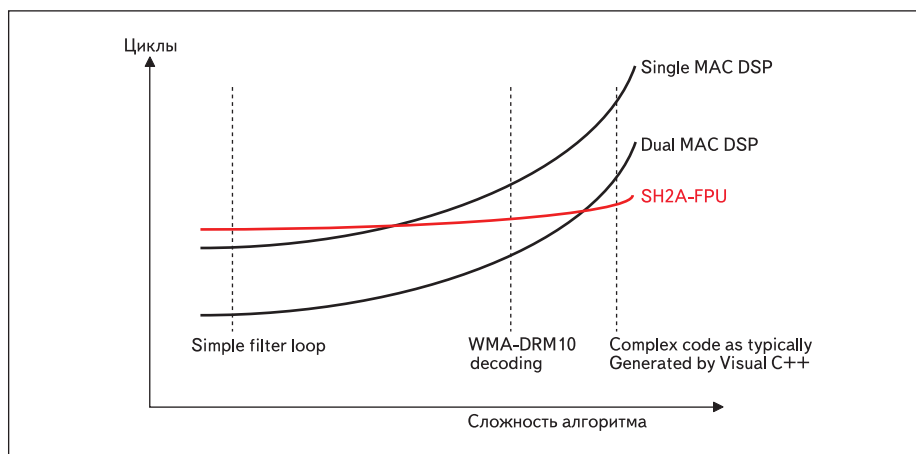


Рис. 2. Сравнительное тестирование FPU и DSP

что все сообщения переданы вовремя, необходим анализ шины CAN. Это требует увеличения пропускной способности шины, что может привести к ее перегрузке и неэффективному использованию. Специальные дополнения в спецификации ISO-11898-1 описывают условия, необходимые для синхронизации всех узлов в сети. Когда узлы синхронизированы, каждое сообщение передается в свой промежуток времени без помех для других сообщений в шине. Таким образом конфликты устраняются, а время задержки становится предсказуемым.

Каждый CAN-контроллер содержит 32 ящика для сообщений, 31 из которых может быть сконфигурирован для приема и передачи сообщений, а ящик 0 всегда работает только на прием.

За последние несколько лет интерфейс USB из области персональных компьютеров мигрировал в микроконтроллеры и нашел свое применение во многих приложениях. USB в МК SH7203 может работать как USB Host или USB function device. Поддерживается скорость передачи данных 480 Мбит/с (High Speed) и 12 Мбит/с (Full Speed).

Для организации человеко-машинного интерфейса в МК встроен контроллер ЖКИ. Он может управлять панелями STN/Dual STN и TFT с 8-, 12-, 16- и 18-разрядными интерфейсами. Размер панели варьируется от 16×1 пикселей до 1024×1024 пикселей. Очень полезной особенностью контроллера является то, что ему не нужна специальная видеопамять. Она может быть эмулирована частью SDRAM.

MTU2 (многофункциональный таймерный блок) содержит 6 каналов 16-разрядных таймеров и может генерировать до 12 ШИМ, а частота его тактирования составляет 100 МГц! Таймеры могут быть как общего назначения, а также использоваться для генерирования стандартного и синхронизированного ШИМ. Более того, MTU2 имеет ряд функций, разработанных специально для управления ЭД. Каналы 3 и 4 могут быть использованы для генерации 3-фазного комплементарного ШИМ с бестоковой паузой. Рассмотрим этот

режим работы более подробно. Итак, каналы 3 и 4 производят 6 комплементарных сигналов. В таких приложениях, как управление ЭД, важно, чтобы два сигнала в каждой комплементарной паре управления никогда не включались одновременно. Если такое произойдет, то в H-мосте, управляющем ЭД, произойдет короткое замыкание, что приведет к повреждению мотора. Режим комплементарного ШИМ-сигнала предотвращает такую возможность, генерируя бестоковую паузу. Эта задержка дает транзисторам в H-мосте достаточно времени для выключения, перед тем как комплементарный транзистор включается. Помимо увеличения безопасности в работе ЭД, блок таймеров MTU2 позволяет избавиться от некоторых внешних элементов, что уменьшает общую стоимость системы.

В периферию блока таймеров MTU2 входит также шестой канал (channel 5), который имеет 3 входа и может измерять длительность внешних сигналов. Канал 5 обычно используется для гарантированной генерации необходимой бестоковой паузы. Он измеряет в режиме реального времени фактическое время переключения транзисторов, управляемых парой комплементарных сигналов. Если интервал между этими двумя временами короче, чем минимально допустимая бестоковая пауза, то таймер автоматически компенсирует длительность бестоковой паузы путем добавления дополнительного времени задержки.

Информацию о позиции и скорости ротора ЭД можно получить, используя режим подсчета блока таймеров MTU2.

И даже во время управления ЭД в блоке таймеров MTU2 остается достаточно ресурсов для решения других задач.

На кристалл интегрировано 8 каналов 10-разрядного АЦП последовательного приближения. Время преобразования составляет 3,9 мкс.

BSC (контроллер состояния шины) позволяет напрямую подключать SRAM, SDRAM, PCMCIA и другие внешние устройства, а также устройства хранения данных. Он поддерживает 8-, 16- и 32-разрядную шину.

- Помимо указанных на рис. 1 блоков, SH7203 содержит следующую периферию:
- CPG (генератор импульсов) — может генерировать тактовые импульсы необходимой частоты.
 - SSI (последовательный звуковой интерфейс) — специальный модуль для передачи и приема аудиоданных.
 - ЦАП (8-разрядный, максимальное время преобразования 10 мкс).
 - Контроллер Flash-памяти AND/NAND — позволяет подключать напрямую Flash-память различных типов.

Микроконтроллер SH7203 поставляется в корпусе QFP с 240 выводами, имеет габаритные размеры 3,2×3,2 см и заводскую маркировку R5S72030W200FP.

Перспективы и средства разработки

В 2007 году компания Renesas Technology планирует представить 11 новых микроконтроллеров серии SuperH. Четыре из них уже появились на свет — это SH7201, SH7203, SH7147 и SH7211. Стоит заметить, что SH7211 на данный момент — первый микроконтроллер с ядром SH-2A и интегрированной Flash-памятью MONOS.

Память MONOS (рис. 3) в настоящее время — самая быстрая технология Flash-памяти от Renesas Technology. Время доступа составляет всего 12,5 нс (такое значение достигается при технологическом процессе 0,18 мкм). В скором будущем появится следующее поколение памяти MONOS II, у которой время доступа будет уменьшено до 10 нс при технологическом процессе 0,15 мкм.

Особенностью технологии MONOS является нитридный слой между каналами и плавающим затвором, обеспечивающий запирающие даже в случае дефекта. Возможна утечка только маленького количества электронов из области дефекта, вследствие чего геометрия Flash-ячейки может оставаться очень маленькой, а скорость доступа — высокой. С другой стороны, маленький размер ячейки Flash-памяти также означает его низкую стоимость. Вот почему MONOS идеально подходит для организации Flash-па-

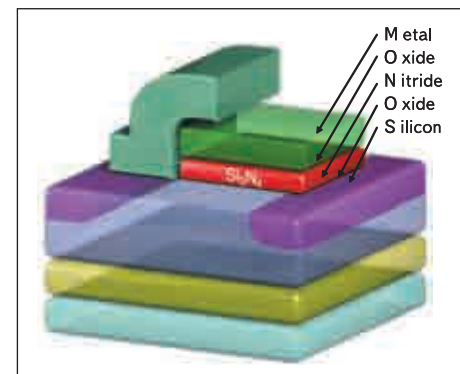


Рис. 3. Интегрированная Flash-память MONOS

SH-2 A CPU/FPU	
Cache	32K RAM
BSC	DMA
MTU2	RTC
TMR	WDT
3xIIC	8xSCIF
2xCAN	ADC
JTAG	DAC

Рис. 4. Блок-схема контроллера SH7201

мяти на кристалле, обеспечивая большую емкость, низкую стоимость и высокую скорость доступа. Дополнительным преимуществом является то, что благодаря маленькому размеру ячейки Flash-памяти программирование может выполняться меньшим напряжением.

Объем такой памяти составляет 512 кбайт. Но самое привлекательное в том, что контроллер считывает и записывает данные в памяти на частоте 160 МГц! Такие показатели достигаются благодаря разделению массива на 2 банка памяти, доступ к которым осуществляется параллельно на частоте 80 МГц.

SH7147 — это Flash-микроконтроллер для специальных применений, основными особенностями которого является 12-разрядный быстрый АЦП со временем преобразования 1,25 мкс и автомобильный температурный диапазон.

SH7201 — упрощенная версия контроллера SH7203 (рис. 4).

На протяжении года будут выходить контроллеры с объемом Flash-памяти 1 Мбайт, интерфейсами Ethernet, USB и другой периферией.

Что касается средств разработки, то Renesas предлагает единый для всех микроконтроллеров семейства SuperH внутрикристалльный отладчик E10A-USB и интегрированную среду разработки HEW, которую можно скачать с сайта www.renesas.com. Еще одним положительным моментом является то, что Си-



Рис. 5. Стартовый набор для контроллера SH7201

компилятор для МК SuperH работает без ограничений 60 дней, а затем устанавливается ограничение по объему кода на 256 Кбайт, что вполне достаточно для многих приложений. Кроме того, есть бесплатный (GNU) компилятор от КРИТ (<http://www.kpitgnutools.com>). Для всех своих микроконтроллеров Renesas выпускает собственные стартовые наборы (Starter Kit). На рис. 5 — стартовый набор для контроллера SH7201 — R0K57201BS000BE и интерфейсной платы R0K0APPBDB020BE. Интерфейсная плата поддерживает 2 USB и Ethernet, вместе с ней поставляется стек TCP/IP и драйверы USB. ■