

Микроконтроллеры Renesas SuperH для приложений, работающих в режиме реального времени!

Артем Козлов, инженер НТО БИС-Электроник

E-mail: artem_kozlov@bis-el.kiev.ua

(под ред. **Алексея Пашкевича**, инженера по применению Arrow Central Europe)

Статья поможет более детально раскрыть принципы, лежащие в основе 32-битных микроконтроллеров и микропроцессоров семейства SuperH, и тем самым заполнить информационную брешь между содержанием рекламных брошюр и подробными техническими данными в даташитах на эти изделия.

Renesas Technology Corp. — это совместное предприятие Hitachi Ltd. и Mitsubishi Electric Corporation со штаб-квартирой в г. Токио (Япония), которое начало свою деятельность 1 апреля 2003 г. Renesas представляет собой одну из самых крупных полупроводниковых компаний в мире. По объему продаж микроконтроллеров компания занимает первое место в мире!

Изделия семейства SuperH производства компании Renesas построены на базе процессора 32-разрядной RISC архитектуры, который так и называется — SuperH RISC engine.

Принцип работы RISC процессоров состоит в том, что более компактные и простые инструкции выполняются быстрее, а сложные и медленные команды не используются. Т.е. это процессор с сокращенным набором команд. Многие ранние RISC-процессоры даже не имели команд умножения и деления. Простая архитектура позволяет как удешевить процессор, так и увеличить тактовую частоту.

Процессорное ядро SuperH было разработано компанией **Hitachi** в начале 1990-х годов. Многие микроконтроллеры и микропроцессоры основаны на этой архитектуре. Hitachi разработала полную систему команд, общую для всех поколений процессорных ядер.

На сегодняшний день изделия на базе ядра SuperH составляют большое

семейство микроконтроллеров и микропроцессоров. Благодаря инновационным технологиям компании Renesas, это семейство продолжает расти и развиваться, пополняясь интересными новинками более высокого уровня.

SuperH объединяет изделия с однотипным процессорным ядром и системой команд, но с различной архитектурой базового ядра и его дополнительными расширениями. Сюда вошли высокоинтегрированные микроконтроллеры, которые обладают развитой периферией и флеш-памятью на борту, что способствует уменьшению сложности проектов и повышению их надежности. Множество изделий этого семейства с различными наборами функций входят в разные ценовые категории, поэтому могут подойти самым агрессивным по цене бюджетам проектов и при этом соответствовать всем промышленным условиям эксплуатации. Они применяются в бытовой и медицинской технике, автомобильной электронике, телекоммуникациях, производственном оборудовании, системах автоматизации учрежденческой деятельности и многих других ответственных приложениях.

Структура всех микроконтроллеров этого семейства разработана с выполнением основных концепций Renesas, которые выгодно отличают их от изделий конкурентов. Принципы, которых придерживаются разработчики SuperH,

представляют собой особые технические требования, позволяющие получить максимально позитивный эффект при работе с этими контроллерами, а именно:

- отличная производительность;
- программная совместимость внутри семейства;
- большая плотность программного кода;
- низкое энергопотребление.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Чипы серии **SH-1** стали базой для развития всего семейства SuperH сразу по нескольким направлениям, с улучшением и оптимизацией их способностей для разных областей применения.

Одним из направлений такого развития являются микроконтроллеры серии **SH-2**. Они созданы для применения в приложениях, где требуется обработка больших массивов данных и быстрые целочисленные вычисления. Микроконтроллеры этих серий отличаются высокой производительностью, объемом памяти, обширным набором периферии.

Серия более мощных контроллеров этого направления с ядром **SH-2A** появилась благодаря дальнейшему развитию свойств SH-2, а именно — повышению производительности за счет суперскалярной архитектуры, увеличению тактовой частоты, оптимизации (сокращению) программного кода, расширением периферии, в том числе и коммуникационной. А появление дополнительных 15-регистровых банков основных регистров уменьшило время реакции на внешние события. Это дает возможность применять их в различных промышленных системах, робототехнике и т.п.



Рисунок 1 Микропроцессор SH7710 для цифровой обработки сигналов с поддержкой двух Ethernet каналов

Представителями другого направления являются серии процессоров **SH-3**, **SH-4**, а также вариант с более мощным ядром — **SH-4A** (Суперскалярное ядро). Микропроцессоры, входящие в эти серии, в первую очередь предназначены для работы в мобильных устройствах, сетевых системах и других приложениях требующих высокоскоростной обработки данных.

Серии **SH2-DSP** и **SH3-DSP** предназначены для использования в мультимедийных и коммуникационных приложениях, где нужна быстрая цифровая обработка сигналов. Например, микропроцессоры группы SH7710/2 (серия SH3-DSP) имеют два Ethernet канала, поэтому они прекрасно подходят для устройств, использующих сети Ethernet в качестве среды передачи (см. рис. 1).

Еще одно направление состоит из микроконтроллеров серии **SH-Tiny** (на ядре SH2), которые выпускаются в меньших корпусах, с сокращенной периферией и памятью. Соответственно они более дешевые, и относятся к бюджетной версии SuperH. Микроконтроллеры SH-Tiny удобны для применения

в небольших системах, где, например, требуется управление электродвигателями в реальном времени, в частности, для использования в бытовой и офисной технике (см. рис. 2).

В табл. 1 показана максимальная производительность устройств каждой серии семейства SuperH.

ПРОГРАММНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ВНУТРИ СЕМЕЙСТВА

Весь ряд изделий семейства SuperH поддерживает программную совместимость от низшего звена к высшему («снизу вверх»). На рис. 2 показана схема того, как выполняется эта концепция в изделиях с процессорными ядрами одной архитектуры, но разных уровней производительности. Эта концепция позволяет пользоваться одним и тем же типом программы в широком диапазоне применений и при всех их дальнейших усовершенствованиях, легко переходить на новые модели SuperH и поддержки большего числа разнообразных приложений. Такой подход заметно уменьшает время и затраты на разработку новых изделий при использовании разных контроллеров SuperH Renesas, а также позволяет выбрать контроллер с наилучшим отношением цена/производительность.

ПЛОТНОСТЬ ПРОГРАММНОГО КОДА

Для достижения высокой плотности программного кода SuperH работает с 16-разрядными RISC командами, в то время как традиционная 32-битная RISC архитектура использует всю длину 32-разрядной инструкции. Благодаря применению здесь 16-разрядных команд размер результирующего



Рисунок 2 Микроконтроллер бюджетной серии SH-Tiny

программного кода получается на 33% меньше. Кроме этого удваивается пропускная способность шины данных, а также на более чем 40% возрастает эффективность кэш памяти, что уменьшает потребность во внешней памяти также на 40%.

НИЗКОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ И НОВАТОРСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Еще одним достоинством контроллеров SuperH является их инновационный способ работы и низкое потребление. Обычно во встроенных системах не встретишь процессор, который для большей производительности работает на высоких скоростях, в результате чего потребляет много энергии. Большое потребление мощности требует решения проблемы теплоотвода. Высокое тепловыделение и, как следствие, повышенная рабочая температура устройства в большинстве случаев отрицательно сказываются на его надежности и долговечности. Кроме того, высокое энергопотребление серьезно снижает время работы автономных устройств с батарейным питанием.

Микросхемы SuperH спроектированы таким образом, чтобы достичь оптимального баланса между производительностью и потреблением мощности. В результате удалось получить микроконтроллер с отличным отношением MIPS/Вт. Изделия серии SH-Tiny построены по маломощной субмикронной КМОП технологии и могут работать при низких напряжениях питания.

Энергосберегающие схемы и режимы пониженного потребления помогают обеспечить хорошую эффективность работы микроконтроллерной системы.

Например, сократить затраты электроэнергии позволяют усилители считывания

Таблица 1. Максимальная производительность* 32-разрядных изделий серий семейства SuperH

Тип	Серия	Частота, МГц	Производительность, MIPS
MCU	SH-1	20	26
MCU	SH-2	60	78
MCU	SH2-DSP	100	130
MCU	SH2-A	200	360
MPU	SH-3, SH3-DSP	200	260
MPU	SH-4	240	480
MPU	SH-4A	600	1080
MCU	SH-Tiny	50	65

* Не стоит забывать, что производительность часто зависит от скорости поступления команд в конвейер команд ядра. У многих микроконтроллеров время доступа к встроенной флэш-памяти значительно превосходит скорость исполнения команд, что приводит к циклам простоя ядра. Компания Renesas в семействе SuperH применяет самую быструю встраиваемую флэш-память в мире со временем доступа 10 нс.

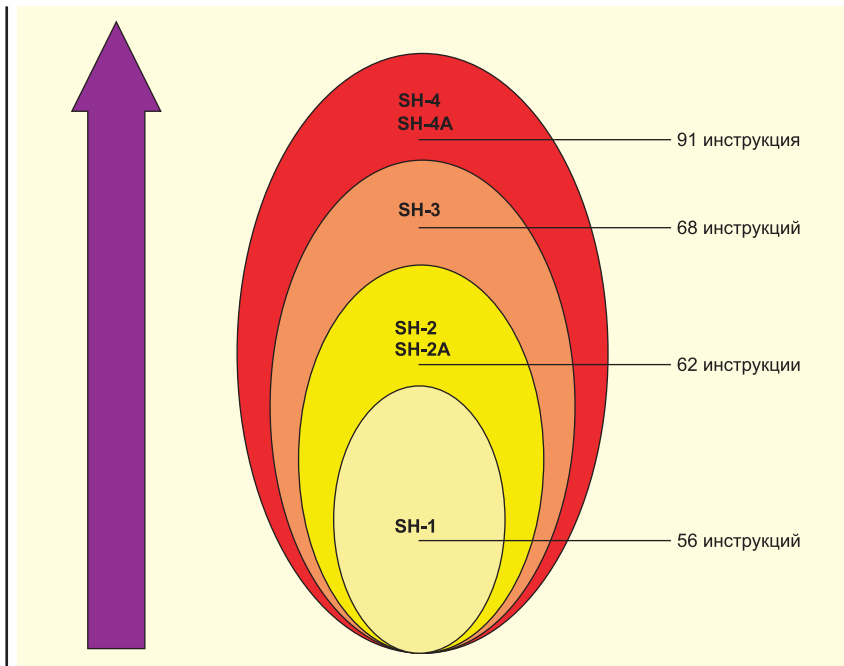


Рисунок 3 Программная совместимость внутри семейства SuperH

вания (sense amplifiers) в кэш модуле, которые характеризуются низким уровнем пульсаций напряжения числовой шины. В свою очередь механизмы с программным управлением, такие как режимы standby и sleep, функции управления тактовой частотой и выборочного отключения блоков, помогают снизить энергопотребление контроллера путем приспособления режима его работы к потребностям всей системы.

для разработки программного обеспечения с пакетом компилятора C/C++, имеющую типичный для программ такого рода интерфейс. Среда разработки ПО HEW имеет следующие возможности:

- создание и редактирование проекта;
- графическое конфигурирование утилит компилятора;

- сборка проекта;
- отладка;
- управление версиями.

В среде HEW имеется интегрированный симулятор с расширенными возможностями, который позволяет отлаживать код приложения даже при отсутствии соответствующих аппаратных средств. Помимо этого, сборка инструментальных средств компилятора C/C++, подключаемая к HEW, позволяет генерировать код, оптимизированный по скорости выполнения и/или по объему занимаемой памяти.

Самым простым и дешевым средством разработки является демонстрационная плата. Ее комплектация минимальна и включает в себя плату с установленным и готовым к работе микроконтроллером, стандартным интерфейсом ввода/вывода (COM или USB), интерфейсный кабель, диск с программным обеспечением и драйверами. Каждый демо-комплект является полностью независимым набором и не требует дополнительных устройств для того, чтобы приступить к работе. Основная задача такого комплекта — быстро ознакомить разработчика с программным обеспечением и основными возможностями контроллера.

На втором, более высоком уровне, размещаются комплекты Renesas Starter Kit. Стартовый набор более универсален, чем демонстрационные пла-

ОТЛАДочНЫЕ СРЕДСТВА

Широкий выбор аппаратных и программных инструментов делает написание и отладку программного кода устройств и систем эффективной и легкой. Компания предлагает оценочные наборы, комплект программных инструментов (компилятор, линкер, оптимизатор, ассемблер, конвертер форматов, стандартные библиотеки и др.), симуляторы, эмуляторы, конфигуратор периферийных модулей, системные платформы, операционные системы реального времени, программаторы и др.

Главным звеном в разработке программного обеспечения микроконтроллеров является уникальное предложение компании высокоэффективная среда разработки ПО — High-performance Embedded Workshop (HEW), универсальная для всех микроконтроллеров компании Renesas Technology. Она представляет собой графическую среду



Рисунок 4 Отладочный комплект с эмулятором E10A

ты. Помимо платы и диска с программным обеспечением в него входит один из эмуляторов E7, E8, E10 или E10A. На рис. 4 представлен стартовый набор с эмулятором E10A.

Каждый эмулятор-отладчик — это универсальный набор разработчика, который будет полезен не только для начинающих, но и для опытных инженеров. Одним из основных преимуществ работы с ним является то, что все происходит в одной программной среде HEW. Все эмуляторы содержат коммуникационный интерфейс USB (plug-and-play) и отладочный интерфейс JTAG, которые позволяют производить отладку в реальном времени.

Эмулятор E10A имеет также следующие возможности:

- до 255 программных точек останова;
- одна аппаратная точка останова по значению адреса и данных;
- сохранение информации о 4 предыдущих переходах;
- программирование внутренней флэш-памяти микроконтроллера.

Специалисты компании Renesas создали виртуальную лабораторию на сайте **www.renesasinteractive.com**,

с помощью которой можно заочно изучить все микроконтроллеры и инструменты для разработки ПО к ним. На этом сайте собраны все on-line средства для становления и роста инженера-разработчика микроконтроллерных устройств: курсы и презентации, виртуальный отладчик, компилятор, целевая плата, и др. Для доступа к этим средствам необходимо будет всего лишь пройти регистрацию на сайте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Архитектура SuperH не только востребована у мировых производителей электроники, но в некоторых областях является стандартом де-факто. В частности, на базе процессоров серий SH-4 и SH-4A построена большая часть автомобильных навигационных систем. Также как и старшие семейства, микроконтроллеры SH-2 и SH-2A активно используются в самых различных приложениях, например в бытовой технике, системах вентиляции, кондиционирования и т.п.

С появлением более дешевых микросхем линейки SH-Tiny интерес к семейству SuperH заметно возрос. Вы-

сокая производительность, хороший объем памяти, отличный набор периферии и развитые коммуникационные возможности делают эти микроконтроллеры незаменимыми не только в бытовых системах и офисном оснащении, но и в системах управления производственными процессами.

Хорошие коммуникационные возможности встроенной периферии позволяют использовать микросхемы с архитектурой SuperH в системах проводной связи, например в телефонии, и локальных компьютерных сетях.

Более подробная информация о продукции Renesas доступна на сайте производителя www.eu.renesas.com или в каталогах БИС-Электроник, украинского представителя этой компании.

Литература:

1. www.renesasinteractive.com
2. Пиндюра В. Поддержка микроконтроллеров Renesas. *Chip News* Украина, №1/2007.
3. Колганов Д. Микроконтроллеры Renesas. www.gaw.ru