НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ DSP КОМПАНИЙ TEXAS INSTRUMENTS И ANALOG DEVICES В 2007 ГОДУ

Витязев С.В.

Рынок цифровых сигнальных процессоров (DSP – Digital Signal Processor) продолжает стремительно развиваться. Растут скорости обработки информации, повышается степень интеграции устройств. Производители ежегодно расширяют предлагаемые ими линейки процессоров новыми устройствами, стремясь обеспечить потребителя более мощными и функциональными вычислительными элементами или микросхемами, оказывающимися более экономичными, чем альтернативные решения. На российском рынке основную роль играют две фирмы-производителя DSP: Analog Devices Inc. и Texas Instruments Inc. Статья посвящена обзору новых разработок этих компаний, появившихся в 2007 году.

ANALOG DEVICES INC.

Новое семейство процессоров Blackfin – ADSP-BF52x

Семейство процессоров Blackfin компании Analog Devices является на сегодняшний день одним из самых популярных семейств цифровых сигнальных процессоров. Ориентированные на стремительно развивающийся рынок мобильных коммуникационных устройств с поддержкой мультимедийных функций процессоры Blackfin находят применение в самых различных технических сферах. Стремясь дать потребителю (разработчику оборудования на базе Blackfin) возможность выбора модели процессора, наиболее точно удовлетворяющего требованиям конкретного приложения, компания Analog Devices предлагает широкое разнообразие процессоров внутри одного семейства (что обеспечивает их совместимость и простоту перехода от одной модели к другой), отличающихся стоимостью, энергопотреблением, производительностью, функциональностью и так далее. В 2007 году компания Analog Devices расширила семейство Blackfin новой линейкой устройств ADSP-BF52x.

Процессоры ADSP-BF52x характеризуются наименьшим в семействе Blackfin энергопотреблением. Производителем указывается следующий показатель эффективности: потребление ядра составляет 0.16 мВт/МГц при частоте 250 МГц. Малые энергозатраты обеспечиваются наличием пятой режимов функционирования: от режима «оперирования в полную мощность» до режимов «глубокого сна» и «режима бездействия» (Hibernate state); программной регулировкой тактовых частот и напряжения питания; возможностью независимой регулировки тактовых частот различных наборов устройств периферии. В частности, «режим бездействия» позволяет отключать питание ядра процессора и все тактовые сигналы ядра и синхронных периферийных устройств. То есть сигналы CCLK и SCLK отключаются, а внутреннее напряжение питания V_{DDINT} устанавливается равным 0 В. Перед переходом в данный режим

Приведен обзор новых разработок компаний Analog Devices и Texas Instruments в сфере цифровых сигнальных процессоров и средств их поддержки. Обзор сделан на основе материалов, представленных компаниями в сети Internet, и охватывает период 2007 года.

необходимо всю требуемую информацию (содержимое внутренней памяти, внутренних регистров и т.п.) скопировать на внешние устройства. Процессор выходит из состояния бездействия по одному из событий, например, прерыванию от модулей Ethernet или USB или от часов реального времени (RTC).

Другой отличительной особенностью новых процессоров является использование технологии безопасности Lockbox (Lockbox Secure Technology™). Ряд аппаратных и программных средств позволяет обеспечить защиту кодов, размещенных на процессоре. Ядром здесь является однократно программируемая память, в которую при изготовлении конечного устройства делается однократная прошивка набора данных: криптографических ключей, идентификатора устройства и другое. В дальнейшем, обеспечивается невозможность перезаписи «секретной» области памяти и ее «защита от взлома». Появляется, с одной стороны, возможность охраны интеллектуальной собственности (исходных кодов и алгоритмов, загруженных на процессор), а, с другой стороны, – возможность реализации приложений электронной коммерции и других. Дополнительно процессором поддерживается безопасный режим функционирования (Secure mode), при котором разрешается выполнение только кодов «с подтвержденной подлинностью». Отметим, что описанная технология безопасности уже была использована в ранее выпущенных моделях ADSP-BF54x, ориентированных на применение в автомобильной электронике.

Семейство ADSP-BF52x ориентировано на применение в портативных мультимедиа-устройствах, таких как различного рода медиаплееры, IP-телефоны, IP-камеры, мобильные ТВ-устройства. В семейство входит целый набор моделей, отличающихся соотношениями рабочих частот, цены и периферией. Наиболее производительным является процессор ADSP-BF527, работающий на частоте 600 МГц и оцениваемый в \$14.50*. Наиболее экономичная модель ADSP-BF522L работает на частоте 300 МГц и стоит \$5.50*.

Объем внутренней памяти для всех устройств составляет 132 Кбайта. Из них память программ имеет общий объем 64 Кбайта, память данных SRAM – 32 Кбайта, память данных SRAM/кэш – 32 Кбайта и сверхоперативная память (scratchpad) – 4 Кбайта. Периферия процессоров включает интерфейсы USB On-The-Go и Ethernet, хост-порт в режиме DMA, контроллер flash-

памяти типа NAND, до 48 выводов общего назначения и другие типовые в целом для семейства устройства.

Дополнительно, компания Analog Devices выпускает линейку процессоров ADSP-BF52xС. Они относятся уже не к самым низкопотребляющим процессорам Blackfin, а к классу средней производительности, и отличаются наличием встроенного малопотребляющего аудиокодека. Кодек строится на базе 24-битных стерео (двухканальных) ЦАП и АЦП с частотами выборки от 8 до 96 кГц.

Процессоры ADSP-BF52x выпускаются в корпусах CSP_BGA 189 шариков, 12×12 мм и 208 шариков, 17×17 мм. Для начала работы с новым семейством доступен стартовый набор разработчика ADSP-BF527 EZ-KIT Lite с размещенными на плате дополнительной микросхемой памяти, аудиокодеком, ЖК-дисплеем, клавиатурой и др.

Подключение системы MATLAB к среде VisualDSP++

Компании MathWorks и Analog Devices сообщают о возможности подключения системы MATLAB и пакета Simulink к среде разработки и отладки программ для процессоров компании Analog Devices VisualDSP++. Средства подключения MATLAB к VisualDSP++ поставляются компанией MathWorks. Их основная задача – упростить разработку и отладку программного обеспечения DSP за счет возможности проводить верификацию кодов, исполняемых на процессоре в рамках среды MATLAB и возможности создания проектов для среды VisualDSP++ автоматически на основе модели, разработанной в пакете Simulink. Новый инструмент поддерживает работу с семействами Blackfin, SHARC и TigerSHARC компании Analog Devices. Он позволяет при программировании DSP использовать принцип разработки, ориентированной на модель: разрабатывается структура рабочей модели, в пакете Simulink она собирается из набора типовых блоков, проводится моделирование и здесь же на базе той же модели осуществляется генерация программных кодов и их верификация. Команды анализа данных, отладки, контроля исполнения, действующие в рамках среды VisualDSP++, выполняются непосредственно из MATLAB. Становится возможным автоматический запуск выполнения программы на процессоре с различными параметрами, что оказывается очень эффективно с позиции верификации кодов.

Средство подключения системы MATLAB к среде VisualDSP++, работающее под операционной средой Microsoft Windows, уже является доступным для приобретения и стоит от \$2000*.

Среда разработки и отладки VisualDSP++ 5.0

Компания Analog Devices выпустила новую версию среды разработки и отладки программных кодов для процессоров этой фирмы VisualDSP++ 5.0. Усовершенствования повышают функциональность и надежность среды. Внесен ряд нововведений, детально описываемых в документе: "VisualDSP++ Release 5.0 Product Description". Перечислим ряд из них.

Файл ядра (Core File). В новой версии среды VisualDSP++ имеется возможность записать в файл всю информацию (содержимое регистров и памяти) о текущем состоянии системы. Впоследствии эта информация может быть загружена из файла на процессор. Это оказы-

вается полезно при отладке работы системы. Выполнение программы останавливается в том месте, где работа системы оказывается неудовлетворительной, состояние системы записывается в файл, поведение системы анализируется впоследствии без необходимости подключения всего оборудования. Проблему можно обсудить с коллегами, воспроизвести на другой системе. При отладке некоторой подпрограммы можно записать в файл полное состояние системы до обращения к ней и в другой файл – состояние системы после выхода из подпрограммы. Файлы могут быть представлены в текстовом формате и давать наглядную информацию о всех изменениях, которые произвел данный фрагмент кода.

Панель пользователя (Custom Board). В версии VisualDSP++ 5.0 пользователю предоставляется возможность самому создавать окна регистров, то есть формировать списки отображаемых регистров и задавать значения этих регистров, устанавливаемые при перезапуске или начальной инициализации. Это может существенно повысить удобство работы с системой, позволяя выводить на экран только необходимую в данный момент информацию.

Проверка на соответствие стандарту MISRA-C. В настройках компилятора может быть задана опция проверки программного кода на соответствие правилам MISRA-C:2004, дающим рекомендации по использованию языка Си для программирования особо важных систем. Эти рекомендации разработаны Ассоциацией надежности программного обеспечения промышленных двигателей (Motor Industry Software Reliability Association). Они оказываются очень полезны при разработке программного обеспечения, связанного, например, с электронными системами для автомобилей или системами промышленного управления.

Внесен еще целый ряд изменений в среду VisualDSP++, явившихся откликом на многочисленные пожелания пользователей. В частности, изменен механизм лицензирования и регистрации: вместо HOST ID (идентификация номера персонального компьютера) теперь может использоваться его сетевой MAC-адрес; лицензия может временно переноситься с одного компьютера на другой (например, если вы хотите продолжать работать в поездке, используя ноутбук). Эти и другие многочисленные нововведения существенно усовершенствовали среду VisualDSP++ и позволили говорить о выпуске ее новой версии VisualDSP++ 5.0.

TEXAS INSTRUMENTS INC.

Новые скорости процессоров TMS320C64x – тактовая частота достигла 1.2 ГГц

Семейство процессоров TMS320C64x является наиболее высокопроизводительной линейкой DSP компании Texas Instruments, ориентированных на проводные и беспроводные системы связи, обработку видео и изображений. Это процессоры с фиксированной точкой, впервые вышедшие на уровень тактовых частот в один гигагерц. В 2007 году компания Texas Instruments объявила о выпуске наиболее мощного устройства данного класса – процессора TMS320C6455 с тактовой частотой 1.2 ГГц. Это новый уровень скоростей! Процессор получил от независимого эксперта в области DSP – фирмы BDTI

(<http://www.bdti.com/>) – оценку в 13170 баллов, позволяя ему уверенно лидировать по скорости вычислений в классе процессоров с фиксированной точкой. От ранее выпущенных моделей с той же маркировкой C6455 новое устройство будет отличаться только более высокой частотой. Стоимость кристалла составляет \$245*. Подготовлен и стартовый набор разработчика (DSK) на процессоре TMS320C6455 с частотой 1.2 ГГц стоимостью \$495*.

Нарастивая мощь процессоров C64x, компания Texas Instruments одновременно стремится и к расширению номенклатуры изделий. Процессоры TMS320C6454 и C6452, относясь к линейке наиболее быстрых моделей C645x, по сравнению с базовым устройством C6455 обладают несколько меньшей функциональностью и доступны по меньшей цене. В частности, процессор TMS320C6452 являясь решением, направленным на оптимизацию соотношения цена/производительность. При стоимости, существенно меньшей цены процессора C6455, процессор C6452 с тактовой частотой 900 МГц дает возможность быстро и без дополнительных затрат перейти от использования популярной серии C641x к наиболее производительной линейке C645x. Семейства C641x и C645x хоть и относятся к одному классу процессоров C64x, но все же имеют существенные различия. Прежде всего, семейство C645x строится на базе ядра C64x+, что уже на уровне архитектуры дает выигрыш по производительности и сокращение объемов программных кодов на 20-30%. Объем памяти уровней L1 и L2 увеличен вдвое. На кристалле размещается дополнительная коммуникационная периферия. Все это делает семейство C645x более привлекательным и сделать переход к более перспективному классу устройств наименее затратным позволяет процессор TMS320C6452. Стоимость кристалла при частоте 720 МГц составляет \$94*. Выпускается также оценочный модуль (EVM) на базе устройства C6452 по цене \$1295*.

Компания Texas Instruments не оставляет без внимания и менее мощные линейки процессоров класса C64x. Ведь во многих случаях именно в этих продуктах может быть найдено изделие с оптимальным соотношением экономичности и производительности. Этой концепции отвечают новые модели процессоров TMS320C6424 и TMS320C6421. Приведем лишь кратко их характеристики. Процессоры C6424/C6421 работают на частотах от 400 до 600 МГц в зависимости от конкретной модели. Производительность оценивается в 3200 – 4800 MIPS (миллионов инструкций в секунду). Внутренняя память уровня L1 имеет объем 32 Кбайт кэш программ/80 Кбайт кэш данных для процессора C6424 и 16 Кбайт кэш программ/16 Кбайт кэш данных для процессора C6421. Память уровня L2 составляет 128 Кбайт/64 Кбайта для C6424/C6421, соответственно. Снижено напряжение питания ядра и периферии, которое может достигать 1.05 В и 1.8 В вместо прежних 1.2 В и 3.3 В. Стоимость устройств составляет от \$18* до \$28* для процессора C6424 и от \$10* до \$15* для C6421.

Сигнальные контроллеры платформы C2000 с плавающей точкой

Платформа C2000 сигнальных процессоров компании Texas Instruments ориентирована на использование в системах промышленного контроля, управления двигателями, цифровых источниках питания, преобразователях солнеч-

ной энергии и других приложениях. Этот класс устройств совмещает богатый состав периферийных узлов и простоту и удобство программирования, характерные для микроконтроллеров, с вычислительной эффективностью сигнальных процессоров. Поэтому фирма-производитель использует для них термин сигнальные контроллеры.

Традиционно, указанный класс задач, возлагаемых на сигнальные контроллеры, решался в классе обработки с фиксированной точкой. В 2007 году компания Texas Instruments заявила о появлении новой линейки процессоров в семействе C2000 – TMS320C2833x, работающих в формате с плавающей точкой. Плавающая точка – это, прежде всего, существенное упрощение процесса разработки программного обеспечения и повышение его эффективности за счет расширения динамического диапазона и увеличения точности представления чисел. Стоимость кристаллов лежит на уровне цен на процессоры с фиксированной точкой. Тактовая частота процессора TMS320F2833x составляет 150 МГц, обеспечивая производительность 300 MFLOPS (миллионов операций с плавающей точкой в секунду). На кристалле размещается богатый набор периферийных устройств: 12-разрядный 16-канальный АЦП с быстродействием 12.5 миллионов выборок в секунду; 18 каналов ШИМ; интерфейсы CAN, I2C, UART, SPI и McBSP. Обеспечивается совместимость по кодам с базовыми моделями TMS320C28x.

Для новой линейки процессоров разработан стартовый набор F28335 eZdsp. Он включает плату на базе процессора TMS320F28335, расширенную синхронную память SRAM 128x16, интерфейсами CAN 2.0 и RS-232 и другими модулями. Программное обеспечение, поставляемое вместе с набором, включает среду Code Composer Studio, примеры готовых программ и другое. Стоимость набора составляет \$495.02*.

Лидер по производительности среди процессоров с плавающей точкой

Основной класс процессоров компании Texas Instruments, работающих в формате с плавающей точкой, – это семейство TMS320C67x. Эти процессоры ориентированы на аудиоприложения профессионального уровня, системы биометрии, медицинское оборудование, обработку изображений, работу с трехмерной графикой, распознавание речи и другие приложения.

Компания Texas Instruments повышает мощность наиболее высокопроизводительного процессора этого семейства TMS320C7627, увеличивая его тактовую частоту до 350 МГц. Оставаясь полностью совместимым по кодам с другими моделями семейства, процессор TMS320C6727 с новой частотой обеспечивает скорость вычислений 2100 MFLOPS (миллионов операций с плавающей точкой в секунду). Совместимость с другими моделями позволит легко встроить новый процессор в уже разработанные изделия и повысить их эффективность или расширить функциональность. К другим характеристикам процессора относятся: память данных/программ уровней L1/L2 – 32/256/384 Кбайт; последовательные аудиопорты McASP – 3 шт.; хост-порт; порты I2C/SPI – 2/2 шт.; напряжение питания ядра/периферии – 1.2/3.3 В, корпус BGA, 256 выводов, 17x17 мм. Стоимость устройства составляет \$29.35*.

Начать работу с процессором TMS320C6727 можно,

приобретя набор разработчика профессиональных аудиосистем (PADK). Это набор программно-аппаратных инструментальных средств, позволяющих создавать собственные решения в кратчайшие сроки. Стоимость набора - \$1995*

Платформа DaVinci – основа систем обработки видео и изображений следующего поколения

Пожалуй, основное внимание в своих текущих разработках в области DSP компания Texas Instruments в настоящий момент уделяет платформе разработки систем обработки видео и изображений – DaVinci, делая ставку на возрастающую востребованность приложений, связанных с обработкой мультимедиа-данных в реальном масштабе времени. В 2007 году существенно расширена номенклатура процессоров DaVinci. Компания стремится предоставить разработчику возможность выбора такого устройства, которое бы оптимально подходило для его конкретной задачи. Это необходимо, чтобы DaVinci давала максимальный эффект по снижению стоимости разработки, заменяя одним кристаллом целый набор электронных компонентов и обеспечивала оптимальное соотношение производительности, функциональности и цены.

Напомним, что базовым семейством платформы DaVinci стали процессоры TMS320DM644x, за которыми были также выпущены процессоры TMS320DM643x. Об этих моделях мы рассказывали в выпуске журнала «Цифровая обработка сигналов» №4 за 2006 год (стр. 48-53). Процессоры TMS320DM644x строятся на базе ядра DSP, ядра микроконтроллера, сопроцессора обработки видео и изображений, подсистемы обработки видеоданных и блока периферийных устройств. Они представляли наиболее мощный класс процессоров DaVinci и ориентировались на применение в видеотелефонах, автомобильных бортовых компьютерах, цифровых фотокамерах и других системах. Процессоры TMS320DM643x не включали в свой состав ядро микроконтроллера и обеспечивали снижение стоимости технологии DaVinci до уровня \$10*. Эта линейка процессоров была ориентирована на чувствительные к стоимости элементной базы приложения, например, системы машинного зрения, робототехнику и другие, одновременно, включая необходимые для такого использования компоненты.

В прошедшем году к указанным линейкам добавились устройства TMS320DM646x, TMS320DM647/648 и TMS320DM355.

Процессоры DM646x представляют направление развития платформы DaVinci по пути наращивания мощности. Первый процессор этого класса TMS320DM6447, выпускаемый в настоящий момент в инженерных образцах, заявлен, как первое однокристалльное решение, обеспечивающее в реальном времени передовые стандарты кодирования/декодирования для приложений видео высокой четкости (HD Transcoding) при поддержке богатого набора разнообразных форматов данных. По сравнению с имеющимися альтернативными решениями система на кристалле TMS320DM6447 дает 10-кратный выигрыш по производительности и 10-кратное снижение цены в указанных приложениях. Современные тенденции развития систем видео высокой четкости требуют от вычислительной элементной базы высочайшей мощности и поддержки различ-

ных форматов входных и выходных данных. Процессор TMS320DM6447 полностью отвечает этим требованиям. Он строится на базе ядра DSP 64x+ и ядра микроконтроллера ARM926. В отличие от семейства DM644x процессор DM6467 включает сопроцессор обработки видео и изображений высокой четкости (HD Video Imaging Coprocessor), что и служит основой его эффективности в указанных приложениях. Стоимость процессора составляет \$35.95*. Оценочный модуль DM6447 DVEVM должен быть выпущен в первом квартале 2008 года.

Процессоры TMS320DM647/648, аналогично процессорам семейства TMS320DM643x, не включают в свой состав ядро микроконтроллера. В их основе лежит подсистема DSP на базе ядра C64x+ с тактовой частотой 720/900 МГц в зависимости от модификации. Данные модели процессоров ориентированы на применение в многоканальных видеосистемах безопасности, а также других приложениях обработки видеоданных с высокой вычислительной эффективностью, в том числе, цифровых системах видеозаписи, системах технического зрения и так далее.

Интересным и активно рекламируемым решением платформы DaVinci является еще один процессор – TMS320DM355. Оставаясь мощным и функциональным представителем своего семейства, этот процессор отличается экономичностью и малыми энергозатратами. В его состав не включено ядро сигнального процессора. Вместо этого он строится на базе подсистемы обработки видео, сопроцессора, реализующего стандарты MPEG-4/JPEG, и ядра микроконтроллера. Тактовая частота составляет 216 или 270 МГц в зависимости от модификации. Благодаря своей архитектуре, процессор становится оптимизированным для портативных и других приложений, требующих малого потребления энергии, выполняющих обработку видеоданных в формате HD (высокой четкости). Производителем заявлено, что использование процессора TMS320DM355 способно вдвое увеличить срок службы батарей питания в приложениях видео высокой четкости по сравнению с альтернативными решениями, существующими на данный момент. Процессор рекомендуется применять в следующих системах: цифровых фотоаппаратах и видеокамерах, портативных мультимедийных плеерах, системах видеонаблюдения, цифровых фоторамках, видеотелефонах и других. Стоимость кристалла – \$12.60*.

Данная статья написана на основе информации, предоставленной компаниями Texas Instruments и Analog Devices на их сайтах: <http://www.ti.com> и <http://www.analog.com>. Дополнительная информация по продукции может быть получена у их официальных представителей. Для TI это: «Сканти-Рус» (<http://www.scanti.ru>), «Компел» (<http://www.compel.ru>), «EBV Elektronik» (<http://www.ebv.com>), «Spoerle» (<http://www.spoerle.com>), «Silica» (<http://www.silica.com>) и «ITC Electronics» (<http://www.itc-electronics.com>). Компанию ADI представляют «АВТЭК» (<http://www.autex.ru>), «АРГУССОФТ Компани» (<http://www.components.argussoft.ru>) и «ЭЛТЕХ» (<http://www.eltech.spb.ru>).

* **Примечание** Все приводимые цены следует считать только ориентировочными. Цены на продукцию компаний, действующие на территории Российской Федерации, можно узнать у их официальных представителей, перечисленных выше.