

команды управления исполнительными устройствами, показания измерительных приборов или массивы обмена данными между вычислительными модулями). Ввиду этого в стенд включено большое число устройств, поддерживающих как электрический, так и логический формат данных и позволяющих имитировать окружающую среду для электроники борта.

Принимаемые аналоговые сигналы поступают в имитатор среды от аналоговых датчиков, математической модели самолета, штурвала и других узлов. Выходные аналоговые сигналы вырабатываются цифро-аналоговыми преобразователями в соответствии с заложенной в имитатор программой и поступают на исполнительные механизмы — приводы закрылков, элеронов и т. д.

Обмен данными с навигационным оборудованием осуществляется по протоколу ARINC-429 (“биполярный код”). Как правило, на борту самолета имеется мультиплексный канал, поэтому данные обмена

по протоколу MIL-1553 также должны обрабатываться в ИОС стенда.

Устройства, входящие в состав стенда, связаны между собой через разветвленную кабельную систему и набор кросс-панелей. Сложность коммуникационной системы и значительное число устройств стенда обусловлены еще и тем обстоятельством, что система управления летательным аппаратом (КСУ) ЯК-130 выполнена по четырехканальной схеме. Соответственно это требует четырехкратного тиражирования устройств и соединений, участвующих в работе стенда.

Общий вид стенда представлен на рис. 2.

Широкая номенклатура задач и аппаратуры тестовых авиационных стендов определяет специфику разработки ПО, которое поддерживает работу с реальными устройствами и моделирует всю номенклатуру виртуальных устройств стенда. ПО имеет единый универсальный интерфейс оператора, позволяющий решать разнообразные тестовые задачи.

*Осипов Андрей Борисович — научный сотрудник,
Бабаян Роберт Рубенович — д-р техн. наук, заведующий лабораторией Института проблем управления РАН.
Контактный телефон (495)334-76-91.*

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ «КОМПЬЮТЕРОВ-НА-МОДУЛЕ»: УЛЬТРАМОБИЛЬНЫЕ И МАЛОГАБАРИТНЫЕ СИСТЕМЫ ВЫХОДЯТ НА СТАРТ

А.Н. Ковалев (ЗАО "РТСофт")

Динамичное развитие технологии «компьютеров-на-модуле» в настоящее время определяется в первую очередь увеличением производительности (главным образом за счет массового применения многоядерных процессоров), снижением энергопотребления и появлением новых более компактных форм-факторов. Недавняя ратификация новой спецификации SMARC для «компьютеров-на-модуле», на базе которой концепция SOM была объединена с процессорной архитектурой ARM, позволила открыть новые перспективы создания мобильной, сверхмалогабаритной встраиваемой техники, широко востребованной на рынке.

Ключевые слова: компьютер-на-модуле, система-на-кристалле, форм-фактор, энергоэффективность, процессорная архитектура.

Подход к проектированию конечного изделия на основе концепции «компьютер-на-модуле» (Computer-on-Modules — SOM) становится все более популярным и, как показал опыт, весьма перспективным направлением развития технологии встраиваемых систем. Целью создания этой концепции стало освобождение разработчика от необходимости осуществлять интеграцию процессора, памяти и чипсета.

Суть методологии SOM заключается в разбиении разрабатываемой системы на стандартизованную и специализированную части. Роль стандартизованной части играет модуль SOM, а роль специализированной части — плата-носитель. Модуль SOM — это готовое интегрированное компьютерное ядро будущей системы, включающее процессор, чипсет, память, сетевые интерфейсы, графический контроллер и т. п. Все физические интерфейсы и дополнительные функции специализированного под конкретную задачу ввода/вывода несет на себе плата-носитель. Модуль SOM разработчик конечной системы покупает, а плату-но-

ситель проектирует самостоятельно либо заказывает ее у сторонней компании. Плата-носитель может быть оснащена любыми дополнительными компонентами и иметь любой форм-фактор, лишь бы на ней был предусмотрен стандартный разъем SOM [1].

Размеры модуля SOM, расположение его разъемов и разводка контактов, посредством которых он подключается к плате-носителю, стандартизованы, что позволяет легко заменять одно SOM-изделие другим и с минимальными усилиями масштабировать возможности конечной системы. Конечная система в результате становится легко модернизируемой и быстрее появляется на рынке. Кроме того, затраты на разработку такой системы существенно сокращаются.

На базе платформы SOM можно создавать решения, сочетающие малые габариты, высокую производительность и энергоэффективность. Это определило современный быстрый рост рыночной доли модулей SOM и систем на их основе.

COM Express: на гребне волны

Появление в 2005 г. стандарта COM Express, который был ратифицирован консорциумом PICMG (PCI Industrial Computer Manufacturers Group), стало ключевым моментом в развитии технологии COM. На базе стандарта COM Express, родоначальником которого является холдинг Kontron, выпускаются продукты, которые воплощают самые передовые достижения в области малогабаритных встраиваемых систем и являются одной из ключевых движущих сил бурного роста индустрии COM-решений, который наблюдается в настоящее время. Успех и конкурентоспособность встраиваемых решений и, в частности, модулей COM Express определяется в первую очередь поддержкой новейших поколений микропроцессоров.

В 2012 г. было официально представлено третье поколение процессоров Intel Core на базе микроархитектуры Ivy Bridge (22-нм техпроцесс с применением 3D-транзисторов) и вскоре компания Kontron предложила две новые серии модулей COM Express форм-фактора basic на основе процессоров Ivy Bridge — COMe bIP2 (с расположением выводов Type 2) и COMe bIP6 (Type 6).

Модули этих серий в первую очередь различаются между собой вариантом используемого процессора. Это может быть двух- или четырехъядерный процессор семейства Intel Core i3–3000, Intel Core i5–3000 или Core Intel i7–3000 (в модификации для встраиваемых мобильных приложений) с тактовой частотой 1,6...2,7 ГГц и теплопакетом 17...45 Вт. Позволяя реализовать возможность одновременного вывода независимых видеопотоков на три дисплея, все модули COMe bIP2 и COMe bIP6 поддерживают три дисплейных интерфейса DisplayPort (можно использовать и мониторы DVI и HDMI с помощью переходников), в том числе один eDP (вариант DisplayPort для встраиваемых приложений). При необходимости для вывода видеоданных можно также задействовать порт SDVO, двухканальный интерфейс LVDS или аналоговый интерфейс для подключения ЭЛТ-мониторов с разрешением до 2048 x 1536 точек.

Графический контроллер Intel GMA HD4000, интегрированный на одном кристалле с процессорными ядрами, поддерживает интерфейсы прикладного программирования OpenGL 4.0, DirectX 11, OpenCL 1.1 и обеспечивает аппаратное декодирование Blu-ray 2.0, AVC/H.264, VC1, WMV9.

Работа модулей с дисковыми накопителями обеспечена поддержкой двух SATA-устройств третьего поколения (пропускная способность шины 6 Гбит/с) и двух аналогичных устройств второго поколения (3 Гбит/с). Модули с разъемом Type 2 позволяют также использовать один дисковый накопитель с параллельным ATA-интерфейсом.

Модули Type 2 позволяют использовать восемь портов USB 2.0, графический порт PCIe x16, пять линий PCIe x1 и параллельную шину PCI версии 2.3 (33 МГц). В модулях Type 6 используется по четыре

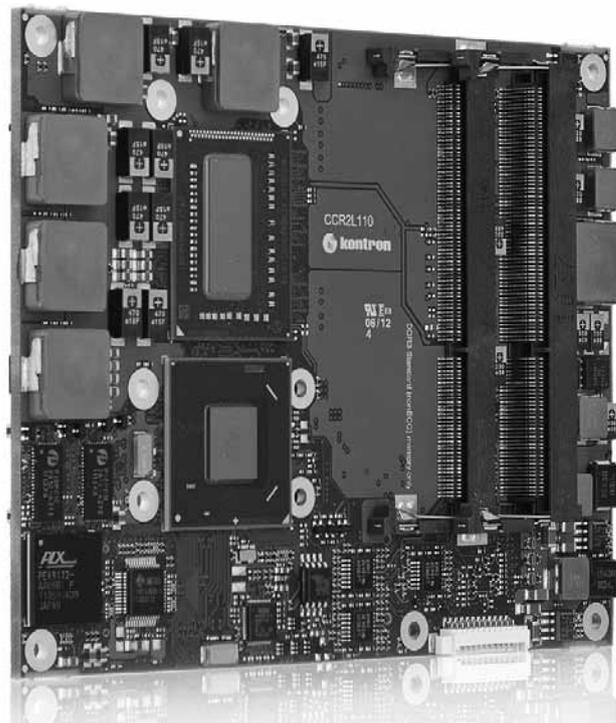


Рис. 1. Модуль стандарта COM Express от компании Kontron на основе процессоров третьего поколения Intel Core

порта USB 3.0 и USB 2.0, а также семь линий PCIe x1. Коммуникационная подсистема модулей включает интерфейс Gigabit Ethernet.

Предусмотрены варианты исполнения модулей не только для стандартного диапазона рабочих температур (0...60 °С), но и для промышленного диапазона (–40...85 °С), что дополнительно расширяет возможности применения технологии COM Express.

В качестве основных приложений новейших модулей COMe bIP2 и COMe bIP6 от Kontron (рис. 1) можно отметить медицинские системы, цифровые системы оповещения и рекламы, автоматизацию розничной торговли, а также приложения класса M2M (Machine-To-Machine) в оборонной и аэрокосмической областях.

Однако прогресс в области процессорных технологий не стоит на месте, что находит мгновенное отражение на решениях для встраиваемых систем, в частности, на продуктах стандарта COM Express. Несмотря на то, что до официального анонса процессоров Intel Core четвертого поколения с архитектурой Haswell, которые придут на смену процессору с архитектурой Ivy Bridge, остается еще достаточно времени, уже появляются первые прототипы модулей на базе процессоров нового поколения. Так, на только что прошедшей в г. Нюрнберге выставке Embedded World 2013 компания Kontron представила прототип модуля COM Express форм-фактора basic с разводкой Type 6, построенного на основе процессора Haswell. В набор интерфейсов этого модуля входят USB 3.0, PCIe Gen 3.0, SATA 3, а также дисплейный интерфейс DisplayPort.

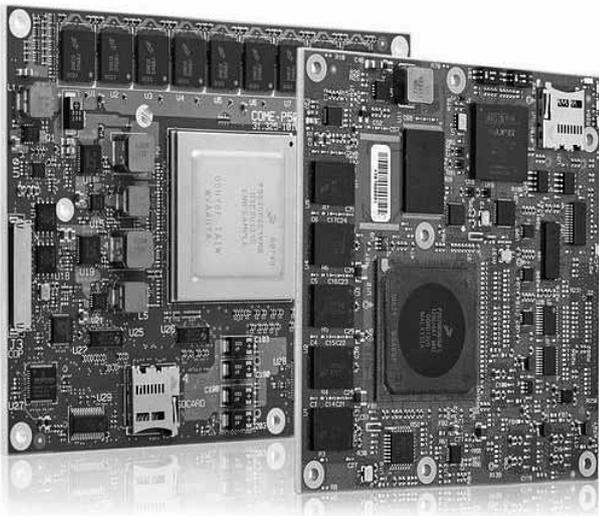


Рис. 2. Модули COM Express компании Kontron на базе процессоров Freescale QorIQ с архитектурой Power

Данные аналитических компаний говорят о том, что в настоящее время COM Express является наиболее популярным стандартом «компьютеров-на-модуле» и, по сути, становится самостоятельным стандартом в стандарте. Это объясняется многими факторами, в том числе тем, что конечные продукты на базе модулей COM Express быстрее появляются на рынке. Разработчики имеют возможность адаптировать свои системы под разные требования с минимальными затратами и минимизировать свои риски в долгосрочной перспективе, а сами модули реализуются в оптимизированных форм-факторах. Кроме того, модули COM Express обладают длительными жизненными циклами и хорошим потенциалом для расширения своей функциональности в будущем.

Следует сказать, что хотя модули стандарта COM Express изначально были оптимизированы для использования x86-совместимых процессоров, тем не менее, кроме x86-архитектуры в этом стандарте предусмотрено использование и других типов процессоров. В частности, компания Kontron объявила о пополнении своего продуктового портфолио серией модулей COM Express на базе процессоров с архитектурой Power. Это модули COMe-cP2020 с процессором Freescale QorIQ P2020 и COMe-bP5020 с процессором Freescale QorIQ P5020 (рис. 2). Модуль COMe-cP2020 спроектирован для разработки энергоэффективных встраиваемых систем, где особенно необходима высокая однопочная производительность на 1 Вт, которую обеспечивает технология Power Architecture, и не требуется графическая функциональность. Длительный жизненный цикл COMe-cP2020, безвентиляторный дизайн, работа в температурном диапазоне $-40...70$ °C позволяют создавать на его основе системы для эксплуатации в жестких условиях окружающей среды. Модуль COMe-bP5020 ориентирован на широкополосные телекоммуникационные приложения и приложения, связанные с обработкой больших массивов

данных. Благодаря долговременной доступности сроком >10 лет COMe-bP5020 станет надежной основой для сетевых приложений с длительным жизненным циклом медицинского, оборонного и транспортного назначения.

Модуль COMe-cP2020 от Kontron в форм-факторе compact (95x95 мм) использует мощную архитектуру двухъядерного процессора Freescale QorIQ P2020 с частотой 1,2 ГГц. Для эксплуатации в промышленном диапазоне температур $-40...70$ °C предлагается версия с тактовой частотой 1,0 ГГц. Модуль COMe-bP5020 в форм-факторе basic (95x125 мм) выполнен на двухъядерном процессоре Freescale QorIQ P5020 2,0 ГГц. Благодаря 64-битной технологии он способен разместить до 8 Гб напаянной памяти DDR3 (1333 МГц) с поддержкой функции коррекции ошибок ECC.

Разрабатывая модули стандарта COM Express на базе различных процессорных архитектур, ведущие производители этих продуктов стараются расширять предложение в различных рыночных сегментах и максимально удовлетворять требованиям конкретных приложений.

SMARC: «компьютеры-на-модуле» для перспективных проектов на ARM и SnK

Сегодня одной из важнейших тенденций на рынке является рост популярности микросхем типа систем-на-кристалле (SnK) и процессоров с архитектурой ARM при использовании их во встраиваемых приложениях. Благодаря высокой производительности и малому энергопотреблению систем на базе ARM-процессоров, которые широко применяются в мобильных устройствах, в частности, смартфонах и планшетных компьютерах, эти чипы стали привлекательной альтернативой для процессоров других типов, традиционно используемых во встраиваемых платах малогабаритных форматов [2].

Решения на базе SnK и ARM-процессоров, отвечающие требованиям стандарта COM, позволят OEM-производителям занять весьма привлекательную рыночную нишу, в которой будут доступны системы с достаточно высокой производительностью и широкими графическими возможностями при потребляемой мощности, измеряемой единицами Вт. Такие решения делают доступным построение чрезвычайно компактных безвентиляторных систем с ультранизким энергопотреблением. Для производителей важна возможность интегрирования нового класса процессоров в свои приложения с минимальными временными и финансовыми затратами. Именно такой подход и обеспечивает концепция COM, который является открытым и действительно независимым от производителя стандартом.

Однако до последнего времени ни одной из независимых организаций не был предложен стандарт, который учитывал бы особенности ARM/SnK-процессоров.

Фундаментальное отличие ARM-решений от решений на базе x86-архитектуры состоит в том, что интерфейсы, используемые с процессорами ARM, более специализированны и не так широко распространены, как, например, интерфейсы SATA и PCI Express. Многие однокристальные системы на основе ARM имеют по несколько интерфейсов UART, а также интерфейсы I2C и SPI. Чисто теоретически дополнительные инвестиции в разработку и компоненты могли бы сделать набор интерфейсов ARM типовым и стандартизованным. Однако на практике это скорее всего привело бы к утрате технологией ARM основного преимущества, которому она обязана своей привлекательностью, — энергоэффективности. Малое выделение тепла способствует разработке безвентиляторных ARM-решений, которые характеризуются повышенной надежностью и большим средним временем наработки на отказ. Конечные системы с ARM-процессорами оказываются проще в разработке и производстве, а отсутствие необходимости в вентиляторах и теплоотводах приводит к уменьшению как массо-габаритных показателей, так и стоимости.

Нельзя просто взять и смешать технологии ARM- и x86-процессоров в одну кучу; их отличия друг от друга — это те преимущества, которые можно и нужно эффективно использовать. Обычно чипсет для x86-совместимого процессора поддерживает множество PC-интерфейсов, таких как PCI Express, USB и SATA. У однокристальных же систем с ARM-ядрами преобладают более классические встраиваемые порты вроде UART, I2C, I2S и SDIO, а важнейшие PC-интерфейсы наподобие PCI Express x 16 и PCI изначально отсутствуют. Кроме того, ARM-чипы имеют другие видеовыходы и могут поддерживать специализированные интерфейсы для подключения камер, такие как интерфейсы ассоциации MIPI (например, CSI — Camera Serial Interface). Требования к питанию более энергоэффективных ARM-процессоров также отличаются от x86-решений. Кроме того, часто в SnK на базе ARM-процессоров интегрированы специализированные контроллеры и интерфейсы, в результате чего создание COM-модулей на базе таких SnK связано с разработкой полностью заказной конфигурации.

Если принять все это во внимание, то станет ясно, что ни одна из существующих сегодня COM-концепций, будь то ETX, Core Express или Qseven, которые были изначально разработаны под x86-процессоры, не подходит идеально для ARM/SoC-решений. Если бы такие решения полностью отвечали требованиям этих спецификаций, то на ARM-версиях COM-модулей можно было бы реализовать лишь минимальный набор интерфейсов. Это существенно ограничивает возможности применения таких модулей, поскольку каждый производитель может использовать те или иные контакты разъемов для своих целей. В результате один из основных принципов COM-технологии — использование модулей разных производителей, изготовленных на базе одной спецификации, — нарушается.

Стало совершенно ясно, что необходимым условием дальнейшего развития концепции COM на рынке встраиваемых систем должно стать создание открытого стандарта для решений на базе ARM/SnK-продуктов. Компания Kontron взялась за разработку новой спецификации и представила ее проект (под рабочим названием ULP-COM) в международную группу по стандартизации встраиваемых технологий SGET (Standardization Group for Embedded Technologies). Новую спецификацию поддержали ведущие производители модулей, в том числе Adlink, Fortec и Greenbase. Недавно проект этой спецификации был официально ратифицирован, и она получила название SMARC (Smart Mobility ARChitecture) [3].

Появление нового стандарта гарантирует заказчику возможность многократного использования своих финансовых вложений, что позволяет OEM-производителям снизить свои затраты и ускорить вывод изделия на рынок. Пользователи получили стандарт, точно отвечающий определенным требованиям ARM/SnK-систем, то есть именно то, что сделал в свое время стандарт COM Express для x86-совместимых решений. Новый стандарт обеспечивает пользователей обширной экосистемой масштабируемых продуктов и сервисов, на базе которых можно реализовать новые приложения для модулей малогабаритных форм-факторов с низким потреблением. Эта спецификация позиционируется как альтернатива существующим частнофирменным платам, которые нередко «заточены» лишь под одну модель процессора.

В спецификации SMARC определены COM-модули с весьма плоским профилем и ультранизким энергопотреблением, которые рассчитаны в первую очередь на мобильные приложения с автономным питанием. По сравнению с COM Express модули SMARC обладают более скромными возможностями по реализации интерфейсов USB и PCI Express, в них также отсутствует поддержка технологии PEG (PCI Express Graphics) и шины LPC. В то же время в стандарте SMARC предусмотрена возможность работы с шиной SPI, интерфейсами цифровых камер (такими, как CSI — Camera Serial Interface) и флэш-картами SDIO (Secure Digital I/O), а также несколько отличающийся от COM Express набор поддерживаемых дисплейных интерфейсов.

Спецификация SMARC определяет два форм-фактора модулей: полноразмерный (82x80 мм) для размещения высокопроизводительных и высокоинтегрированных SoC и укороченный (82x50 мм) для компактных систем с низким потреблением. В качестве разъема для подключения к платам-носителям выбран 314-контактный разъем стандарта MXM 3.0 с высотой 4,3 мм (рис. 3). Такая низкопрофильная конструкция разъема позволяет с успехом применять модули SMARC в таких приложениях, как планшетные и носимые компьютеры. Разъем MXM 3.0 следует признать очень удачным выбором еще и потому, что он доступен, в том числе в исполнении с повышен-

ной устойчивостью к ударам и вибрации, благодаря чему он может применяться в автомобильных приложениях.

В спецификации SMARC обеспечена возможность реализации до 281 линии ввода/вывода, что на 50 линий больше, чем, например, имеет разъем версии MXM 2.0. Поэтому в новых модулях может быть реализовано намного больше специализированных интерфейсов, и они могут поддерживать чрезвычайно широкий набор ARM/СнК-процессоров. В качестве дисплейных интерфейсов могут использоваться LVDS (глубина цвета 18 или 24 бит), HDMI и DisplayPort (в том числе eDP). Кроме того, поддерживаются LCD-мониторы с параллельным RGB-интерфейсом (24 бит) и стандарт DSI (Display Serial Interface). Благодаря всему этому пользователю больше не придется иметь дело с малоэффективными спецификациями и искать компромиссы между богатой функциональностью x86-совместимых решений и сравнительно скудными возможностями ввода/вывода устройств с архитектурой ARM.

Поскольку именно компания Kontron были инициатором разработки новой спецификации, то первые продуктовые линии COM-модулей с форм-фактором SMARC стали доступны на рынке практически одновременно с ратификацией новой спецификации. В настоящее время имеется выбор из трех семейств SMARC-модулей на базе процессоров ARM (с ядрами Cortex A8 и Cortex A9) и оценочная плата-носитель для SMARC-модулей. Предлагаемые модули включают продукты на базе процессора Tegra 3 компании NVIDIA для выполнения задач обработки графики с интенсивными вычислениями, процессоров из масштабируемого семейства i.MX6 от Freescale с 1-, 2- и 4-ядерными процессорами и низкопотребляющего процессора



Рис. 3. 314-контактный разъем стандарта MXM 3.0

для обработки изображений в таких рыночных направлениях, как автоматизированные точки продаж, информационные системы (POS/POI), информационно-развлекательные системы, цифровые табло, системы безопасности и мониторинга, а также медицинские приборы и системы военного назначения. Интегрированный графический процессор NVIDIA GeForce в сочетании с ARM-ядрами обеспечивает наивысшую производительность при обработке графики с возможностью работы на два дисплея. Кроме того, следует отметить поддержку HD-видео, в том числе возможность декодирования HD-видео, а также кодирование MPEG2 и HD-видео. Обеспечена также поддержка видеокамер на базе двух портов CSI-2.

Широкие графические возможности обеспечивают также модули на базе процессора i.MX6 от Freescale. Но за счет масштабируемости на базе этих модулей можно создавать более универсальные решения. В качестве процессорных ядер используется ARM Cortex A9 800 МГц с 1..4 числом ядер. Такая масштабируемость обеспечивает возможность создания целой продуктовой линии, которая может включать модели разных классов в зависимости от используемого модуля. Они ориентированы на интеллектуальные устройства, которые требуют сбалансированных характеристик процессора и подсистемы обработки графики. В зависимости от используемой СнК они интегрируют одну или две независимые графические подсистемы, в которых используется до четырех 3-D шейдеров, обеспечивающих высокое качество визуализации. Кроме того, имеются встроенные декодер и кодер для обработки видео вплоть до стандарта full HD (1080 p) на частоте 60 Гц. Следует отметить, что модули, оборудованные этими процессорами, способны работать в расширенном температурном диапазоне -40...85 °С.

Новые модули на базе процессора Sitara AM3874 от Texas Instruments, главным образом, ориентированы на недорогие приложения. Этот процессор построен на базе ядра ARM Cortex A8. Такой модуль отличается сверхнизким потреблением и способен работать

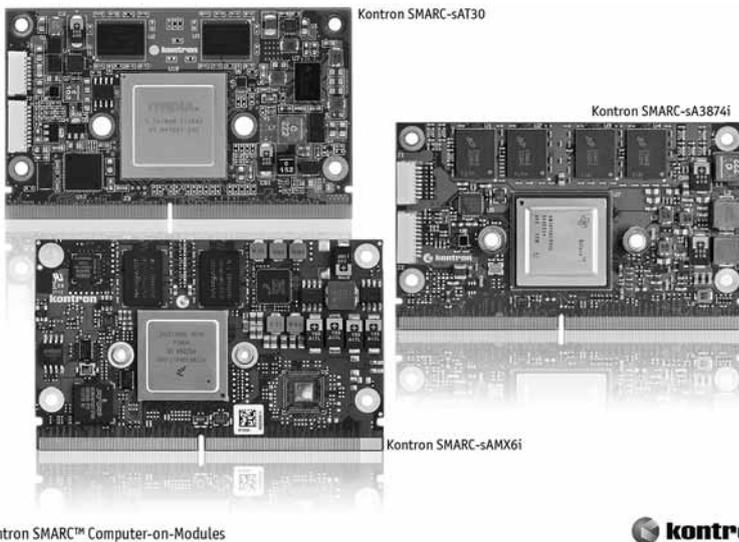


Рис. 4. SMARC-модули компании Kontron

Таблица. Семейства SMARC-модулей компании Kontron

Параметр	Наименование модуля		
	Kontron SMARC-sAT30	Kontron SMARC-sAMX6i	Kontron SMARC-sA3874i
Форм-фактор, мм	82 x 50 (укороченный)	82 x 50 (укороченный)	82 x 50 (укороченный)
Процессор	NVIDIA Tegra 3	Freescale i.MX6	TI Sitara AM3874
ARM-ядро	ARM Cortex A9	ARM Cortex A9	ARM Cortex A8
Число ядер, ед.	4+1	1...4	1
Тактовая частота	1,2 ГГц	800 МГц	800 МГц
Графика	GeForce, 12 ядер, поддержка двух дисплеев, HD-видео	1 или 2 подсистемы, до 4 3-D шейдеров, поддержка двух дисплеев, HD-видео	3-D ускоритель, поддержка двух дисплеев, HD-видео
RAM, Гбайт	1 или 2, DDR3	≤ 2, DDR3	1, DDR3
Флэш-память, Гбайт	≤ 64 NAND на модуль		
Видео-выходы	парал. LCD, 18/24-бит. 1-кан. LVDS, HDMI	парал. LCD, 18/24-бит. 1-кан. LVDS, HDMI	парал. LCD, 18/24-бит. 1-кан. LVDS, HDMI
Входы видеокамеры	2 x CSI-2, 2-канальный	1 x PCAM, 1 x CSI	10-бит. параллельный интерфейс
Ethernet, Мбит/с	10/100/1000	10/100/1000	10/100/1000
Другие порты ввода/вывода	1 x PCIe, 3 x USB 2.0, SD-карта, eMMC, 2 x SPI, 5 x I ² C, 3 x I ² S, 4 x UART, 12 x GPIO, SPDIF, WDT, управление батареей и системой, SATA	до 3 x PCIe, 3 x USB 2.0, MLB150, 12 x GPIO, SDIO, SATA eMMC, 2 x SPI, 5 x I ² C, 2 x I ² S, SPDIF, WDT, 2 x CAN, управление батареей и системой	1 x PCIe, 2 x USB 2.0, GPIO, 4 x I ² C, 4 x I ² S, 4 x UART, 2 x CAN, управление батареей и системой, SATA
Температурный диапазон, °С	0...60	-40...85	-40...85
Средняя рассеиваемая мощность, Вт	~ 5	нет данных	~ 2
Поддержка ОС со стороны Kontron	Linux, Android ICS Linux, Android, Windows WEC7	Linux, Android, Windows WEC7	

в расширенном диапазоне температур –40...85 °С и, таким образом, идеально подходит для применения вне помещений. Модули на базе Sitara AM3874 поддерживают 3-D-графику и обработку HD-видео. Два независимых дисплея могут быть подключены через 18/24-битный параллельный LCD-порт или 18/24-битный одноканальный порты LVDS и HDMI. Кроме того, интегрирован параллельный интерфейс видеокамеры. Среди других поддерживаемых интерфейсов следует отметить: 2 × SPI, 4 × I²S, многофункциональный порт 4 x I²C и двоякая шина CAN. В качестве одного из типовых вариантов промышленного применения модулей на основе Sitara AM3874 называют автоматизированные системы контроля производственных линий.

Для всех новых SMARC-модулей доступны также оценочные платы-носители. В соответствии с требованиями различных систем на базе ARM к специализированным интерфейсам они поддерживают широкий набор шин и различные типы памяти. Однако стандартные оценочные платы не всегда могут соответствовать конкретным требованиям приложений. OEM-производители сами могут разработать необходимые платы. В качестве альтернативы большинство поставщиков модулей также предлагают разработку специализированных плат-носителей. Например, некоторые партнеры компании Kontron предлагают такой сервис, в частности российская компания РТСофт.

Программная поддержка новой спецификации играет ключевую роль

Более тесная связь аппаратного и программного обеспечения решений, построенных на базе ARM-процессоров, определяет то, что разработчикам прикладных SMARC-систем требуется надежная программная поддержка. Это в первую очередь связано с тем, что для некоторых новых приложений будут использоваться процессоры с совершенно другой архитектурой. В соответствии с основным назначением новых модулей спецификации SMARC, которые ори-

ентированы в основном на мобильные и низкопотребляющие приложения, поддержка таких систем возлагается на ОС, не требовательные к ресурсам.

Для новой спецификации компания Kontron собирается обеспечить поддержку всех ОС, используемых для запуска ARM-систем: причем эта поддержка будет распространяться не только на платформу Windows Embedded Compact 7, но и на различные версии ОС Linux и Android, а также ОС PV VxWorks для чипов компании Texas Instruments. Последнее очень важно для систем, решающих задачи в режиме PV. Изделия Kontron на базе процессоров ARM смогут работать под ARM-версией ОС Windows 8, когда та появится на рынке.

Следует особо отметить поддержку платформы Android, пользующейся высокой популярностью в сегментах смартфонов и планшетов. Эта возможность открывает клиентам Kontron путь в мир мультимедийных систем, работающих на базе ARM-архитектуры и обладающих развитыми коммуникационными возможностями. Важность такой поддержки заключается также в том, что множество приложений уже создано под ОС Android, а число специалистов, способных эффективно разрабатывать системы на базе Android, весьма велико. Все это позволяет говорить о появлении новых богатых возможностей для развития встраиваемых систем на перспективных сегментах рынка.

Следует отметить, что есть особенности работы ОС на платформе ARM по сравнению с x86-платформами. Так, например, подход, который успешно применяется для x86-систем, когда при первом запуске ОС определяются отсутствующие драйверы, а затем при повторном запуске эти драйверы успешно интегрируются в систему, не работает в случае применения ARM/СnK-платформ.

Для ARM-систем неизменным условием запуска ОС является предварительное интегрирование и настройка драйверов, нужных для поддержки конкретной процессорной платформы и требуемой пери-

фери. Это говорит о том, что значительно большее внимание необходимо уделять подготовке пакета поддержки платформы (Board Support Packages — BSP) для ARM-систем, чем в случае BSP для x86-систем. Если OEM-производитель интегрирует с помощью платы-носителя дополнительные компоненты, не являющиеся частью стандартного оборудования для этих процессоров, то их драйверы также должны быть встроены в загрузчик ОС.

Тем самым для эффективной работы с модулями на базе ARM-решений необходим всеобъемлющий BSP. У многих OEM-производителей могут возникнуть трудности при интегрировании драйверов и работе с загрузчиком, и идеальным вариантом является предоставление сервиса со стороны компаний-изготовителей модулей по портированию драйверов индивидуальных компонентов, используемых на плате-носителе, и настройке загрузчика ОС.

Компанией Kontron интегрирование BSP для различных ОС выполняется на всех уровнях вплоть до системного. В результате OEM-производители могут концентрировать свои усилия на прикладных вопросах без ущерба для прочих аспектов реализации проекта.

Важную роль в поддержке OEM-производителей и сокращению вывода конечных изделий на рынок играют компании-партнеры производителей COM-модулей. В связи с выходом на рынок новой спецификации SMARC стратегический партнер Kontron в России и СНГ — компания РТСофт расширяет сферу своей деятельности в сегменте малопотребляющих высокопроизводительных систем с малыми габаритами. Кроме того, компания РТСофт является сертифицированным дизайн-центром Kontron наряду с компаниями из США, Европы и др. Специалисты компании РТСофт способны создавать высокотехнологичные решения на базе COM-модулей разных форм-факторов, в том числе SMARC. Среди сервисов, предлагаемых РТСофт, отметим:

- разработку малогабаритных плат-носителей для COM-модулей, в том числе построенных на базе ARM/СнК;
- разработку механической конструкции (корпусирование) под платы-носители по требованиям заказчика для малогабаритных SMARC-систем;
- выполнение всех этапов разработки с передачей конструкторской документации для производства;
- поддержку производства и серийного выпуска для уже созданных изделий;
- создание BSP для аппаратных платформ COMExpress и SMARC;
- создание системных решений с последующей сертификацией продукции под конкретный рынок;
- предоставление всей документации и схематехники на платы-носители.

Заключение

В настоящее время происходит сближение функциональных возможностей и характеристик решений на базе x86-совместимых процессоров (в частности, процессора Atom) и на базе ARM-процессоров, в результате чего конкуренция между ними в сегменте компактных систем со сверхмалым потреблением обостряется. Расширенная программная поддержка размывает границы между разными процессорными архитектурами, интегрируя новые процессорные платформы в единую экосистему. В такой ситуации развитие открытых международных стандартов модульных систем дает возможность выбора стратегии создания решения на базе обширной экосистемы.

Принятый недавно стандарт SMARC открывает новые перспективы широкого внедрения технологии ARM/СнК во многих и совершенно новых приложениях. На смену существующему подходу в сфере ARM/СнК-систем с их практически полностью специализированными решениями приходит стандартизированный подход, который позволит разработчикам и OEM-производителям использовать готовые стандартные решения на основе спецификации SMARC, тем самым уменьшая затраты на разработку и сокращая сроки выхода на рынок с готовой прикладной системой.

Среди возможных приложений для SMARC-систем следует отметить: мобильные компьютерные решения со сверхнизким потреблением (такие как планшеты и КПК), человеко-машинные интерфейсы, решения типа Vox PC, портативные медицинские приборы и устройства для работы вне помещений с питанием от солнечных батарей (например, автоматы по продаже билетов на парковке, электрические насосы на электромобилях или цифровые табло на остановках транспорта). Кроме того, эти решения с успехом находят применение в информационно-развлекательных системах на транспорте, портативных измерительных приборах и торговых кассовых аппаратах.

В начале 2013 г. стандарт SMARC для энергоэффективных COM-модулей на основе технологий ARM/СнК со сверхнизким энергопотреблением был отмечен наградой Electron d'Or 2012 («Золотой электрон») ведущего французского отраслевого издания Electroniques. Новый стандарт для COM-модулей был выбран как наиболее важная инновация, появившаяся в категории «Подсистемы» в 2013 г.

Список литературы

1. Dan Demers. The right COM for the right app: sorting out small form factors // RTC. July. 2011 (rtc magazine.com).
2. Norbert Hauser. Strategic entry into ARM technology with a new module standard // Boards&Solutions. March. 2012.
3. Gerhard Szczuka. SMARC — new Computer-on-Module standard for ARM/SoC designs // Boards&Solutions. February. 2013.

*Ковалев Александр Николаевич — директор направления ЗАО "РТСофт".
Контактный телефон (495) 967-15-05.
Http://www.rtssoft.ru E-mail:pr@rtssoft.ru*