Процессоры Intel Sandy Bridge меняют облик сегмента высокопроизводительных встраиваемых вычислений

Второе поколение процессоров Intel Core, известное также как Intel Sandy Bridge, прибыло на рынок Embedded строго по расписанию. Это событие не стало неожиданностью для профессионального мира: появление новых x86-совместимых ЦП от Intel уже давно и жестко регламентируется принципом «тик-так», который некогда был сугубо маркетинговым явлением, а сегодня воспринимается в отрасли едва ли не как часть естественного хода вещей. В результате активное обсуждение процессоров Sandy Bridge началось еще года полтора тому назад. Продолжается оно и сегодня, поскольку интерес к процессорному семейству Sandy Bridge со стороны как участников рынка, так и специализированных СМИ за это время ничуть не ослабел.

Поскольку мы склонны считать появление процессоров Sandy Bridge рядовым эпизодом в истории эволюционного развития x86-совместимых процессоров, все это выглядит немного странно. Последний раз подобный ажиотаж случался в отрасли разве что в связи с появлением первых многоядерных ЦП, но интегрированные контроллеры графики и памяти никак нельзя ставить на одну доску с таким серьезнейшим архитектурным изменением, как многоядерность. Ирония ситуации состоит в том, что главной причиной, побудившей нас написать эту статью, послужили даже не встроенная графика и не встроенный контроллер памяти, а такое сравнительно мелкое техническое изменение, как очередное обогащение системы команд x86 новыми инструкциями.

Леонид АКИНШИН

На старт, внимание, марш!

Нет ничего удивительного в том, что, будучи продуктами нового поколения, изделия серии Sandy Bridge обеспечивают очень хороший прирост по всем тем показателям, которые обычно используются для оценки микропроцессорной техники, включая общую производительность и производительность из расчета на один ватт. Также в процессорах Sandy Bridge реализованы некоторые архитектурные улучшения (интегрированные контроллеры, усовершенствованная система управления энергопотреблением) и добавились специализированные векторные расширения AVX (Advanced Vector eXtensions). Это не первый и не последний случай, когда к системе команд x86 добавляются новые инструкции, тем не менее с AVX все будет немного не так, как обычно. Расширения AVX важны прежде всего как исторически значимый факт, поскольку, на наш взгляд, их появление дает сигнал к началу масштабных перемен на рынке микропроцессоров. Технология AVX, в частности, послужит толчком к корректировке представлений о месте и роли x86-совместимых микропроцессоров корпорации Intel относительно тех областей, где ранее x86-совместимая продукция применялась мало или не применялась вовсе.

Но факт остается фактом: по всем признакам — историческим, маркетинговым, техническим — появление AVX вполне укладывается в традиционное для микроархитектуры x86 русло эволюционного экстенсивного развития, для которого характерны наращивание уже имеющихся возможностей, оптимизация и постепенное внедрение новых функций с сохранением обратной совместимости, в том числе добавление новых команд. Крупные подвижки и даже масштабные революционные перемены вроде перехода от одноядерности к многоядерности лишь подчеркивают то обстоятельство, что бóльшую часть времени индустрия x86 движется вперед мелкими шажками — вроде тех же AVX.

Тем не менее отношение к изделиям Intel во многих очень важных сегментах рынка Embedded уже начало меняться, и происходит это точно не без помощи AVX. Благодаря прогрессу микроархитектуры x86, сфера применимости процессоров Intel резко расширилась и включает сегодня многие из тех задач, где ранее пользователи отдавали предпочтение хост-процессорам PowerPC компании Freescale. Мы имеем в виду прежде всего сегмент MAG HPEC (Military, Aerospace & Government High Performance Embedded Computing — высокопроизводительные встраиваемые вычисления для оборонных, аэрокосмических и государственных проектов), где системы на базе быстрых устройств PowerPC с векторными сопроцессорами AltiVec служили, в том числе, популярной альтернативой для более классических и тяжеловесных решений на основе узкоспециализированных сигнальных процессоров (Digital Signal Processor, DSP).

Модули AltiVec, реализующие функции DSP в процессорах общего назначения (в тер-

минологии Freescale такие изделия называются Host Processors, что примерно соответствует по смыслу более традиционному термину CPU — Central Processing Unit, центральный процессор), помогли высокопроизводительным чипам PowerPC компании Freescale приобрести огромную популярность у разработчиков радаров, сонаров и сложных систем формирования и обработки изображений. Давление на Freescale со стороны корпорации Intel, стремившейся заручиться расположением оборонных, аэрокосмических и государственных заказчиков, постоянно росло, однако о сколько-нибудь серьезной конкуренции между Freescale и Intel в соответствующих классах задач вплоть до самого недавнего времени и речи не было. И лишь сегодня наступил момент, когда не очень значительные изменения в ЦП марки Intel, накапливавшиеся от поколения к поколению, подвели корпорацию Intel и полупроводниковую отрасль в целом к определенному рубежу, за которым начинается новое качество жизни и новые правила игры на рынке. Применительно к сегменту MAG HPEC новые процессоры Intel поколения Sandy Bridge не только ставят вопрос о конкуренции с компанией Freescale на повестку дня, но и заставляют многих поставщиков пересматривать свои доселе незыблемые стратегии в области компонентной базы. Хотя еще буквально вчера изделия Freescale PowerPC с ядрами AltiVec доминировали в этом сегменте, и казалось, что так будет всегда.

Предпочтения ведущих мировых поставщиков Embedded-платформ для рынков MAG все меньше ассоциируются с комбинацией PowerPC + AltiVec и все больше смещаются в сторону связки x86 + AVX. Но в этом повинна индустрия x86 в целом, а вовсе не одни лишь расширения AVX. На протяжении всего времени своего существования микроархитектура x86 только тем и занималась, что постепенно расширяла свой ареал, вытесняя конкурирующие процессоры со смежных рынков. Поэтому приход x86-совместимых процессоров в сегменты MAG HPEC можно считать неизбежным следствием образа жизни, который индустрия x86 вела всегда: в сущности, это был лишь вопрос времени.

Чем же в таком случае расширения AVX заслужили честь стать главным информационным поводом к написанию статьи? Здесь уместно вспомнить риторику полуторагодичной давности относительно будущего векторных модулей AltiVec в задачах высшей производительности. В рассуждениях о преимуществах предыдущего поколения процессоров Intel Core i7/i5/i3 часто отмечалось, что x86-совместимые микропроцессоры достигли в своем развитии того уровня, когда их возможностей — прежде всего, «грубой силы», то есть общей производительности — стало в принципе достаточно для начала их массированного применения на рынках MAG HPEC в требовательных задачах векторного процессинга. Эта смелая мысль обычно подкреплялась отсылкой к таким общеизвестным фактам, как неуклонное, длящееся уже много лет, увеличение доли процессоров с архитектурой x86 в приложениях MAG HPEC (работа с изображениями, радио- и гидролокация, интенсивная фильтрация и т. п.). Но тут неизбежно возникал вопрос о конкуренции с хост-процессорами компании Freescale («А их-то куда девать?»), и смелая мысль, испугавшись собственной смелости, начинала буксовать. Большое и абсолютно заслуженное уважение, которым пользуется продукция компании Freescale на рынках MAG HPEC, вкупе с консервативностью самого этого рынка не позволяли всерьез сомневаться в перспективах векторных сопроцессоров AltiVec как архитектурного подхода для обеспечения высшей производительности в векторных вычислениях.

Продуктовое семейство Intel Sandy Bridge скорректировало взгляды рынка и отрасли на то, какими должны быть перспективные микропроцессоры для разнообразных приложений MAG HPEC. «Грубой силы» у x86-совместимых устройств стало еще больше, кроме того, у ЦП от Intel появились векторные расширения AVX — а это абсолютно весомая претензия и на принадлежащую чипам PowerPC с модулями AltiVec рыночную долю. Учитывая все перечисленное, а также тот факт, что, по нашим наблюдениям, компания Freescale уже давно не анонсирует новых хост-процессоров с ядрами AltiVec, мы позволим себе более не сдерживать свою фантазию и явным образом спрогнозировать постепенный уход компании Freescale с рынка высокопроизводительных векторных вычислений для обслуживания задач MAG HPEC, который, как нетрудно догадаться, будет заполняться x86-совместимой продукцией корпораций Intel и AMD. Те x86-совместимые процессоры, которые смогут обеспечить достаточный уровень производительности (например, изделия Sandy Bridge с векторными расширениями AVX), смогут найти применение в большинстве задач хост-процессинга и широком диапазоне задач DSP-процессинга. Технология AVX подала сигнал к началу осуществления объективно назревших перемен в некоторых консервативных сегментах индустрии Embedded, но сама по себе, в отрыве от контекста и предшествовавших событий, не может рассматриваться в качестве их причины.

Наследие Freescale

Компания Freescale, по сути, создала на рынке MAG HPEC для своих хост-процессоров новую нишу — профессиональные задачи векторного процессинга, допускающие применение процессоров общего назначения, — и длительное время на правах создателя занимала в ней доминирующее положение. К сожалению, все хорошее имеет свойство заканчиваться. Наверняка решение о свертывании работ по столь успешному направлению далось компании Freescale нелегко, ведь спрос на высокопроизводительные векторные вычисления на рынке MAG HPEC никуда не исчез, наоборот, он всегда рос и будет расти. Это весьма лакомый кусок пирога, в связи с чем практически свершившийся (хотя и не объявленный официально) уход компании Freescale из данного сегмента через замораживание ориентированных на него продуктовых линеек нельзя расценивать иначе как результат трезвой оценки своих сил и признание успехов конкурентов.

Корпорации Intel фактическое самоустранение Freescale (быть может, временное?) дает очень и очень многое в смысле ее будущего в индустрии Embedded. Прежде всего, на Intel ложится дополнительная огромная ответственность, поскольку, несмотря на некоторую «узость» по сравнению с общекомпьютерным рынком, сегмент MAG HPEC обслуживает весьма солидных и взыскательных заказчиков. Во-вторых, как мы уже говорили выше, корпорация Intel (а вместе с ней и вся отрасль) подошла к очень важному рубежу. Вполне возможно, что историки грядущих десятилетий будут делить прошлое всей индустрии Embedded на то, что было до Sandy Bridge, и то, что было после нее. Ведь с появлением продуктовой серии Sandy Bridge для процессоров Intel осталось очень мало принципиально закрытых ниш и рынков: x86-совместимая продукция Intel уже сегодня способна удовлетворять требования большинства Embedded-приложений, от уровня микроконтроллеров до уровня мощных многопроцессорных комплексов боевых РЛС.

Впрочем, не будем забегать вперед и делать смелые прогнозы, которые, как известно, не всегда сбываются. Ограничимся констатацией лишь самых бесспорных вещей, например, того, что новые процессоры Intel серии Sandy Bridge с векторными расширениями AVX, не особо спеша, но и не встречая организованного сопротивления, стройными рядами устремились в сегмент MAG HPEC и намерены там остаться, поскольку серьезных конкурентов среди полупроводниковых изделий класса CPU у них там просто нет. Конечно, разработчики пока еще могут приобретать у компании Freescale унаследованные версии ее хост-процессоров с AltiVec, вот только новых устройств такого типа компания Freescale производить, похоже, не намерена, даром что спрос на чипы, обеспечивающие быстрое выполнение операций с плавающей запятой в задачах радио-, гидролокации и высокопроизводительной работы с изображениями, со временем лишь растет. Мало-помалу, по мере внедрения новых и модернизации старых высокопроизводительных систем — а в периодических модернизациях нуждаются даже самые консервативные оборонные и аэрокосмические системы — хост-процессоры PowerPC с мо-

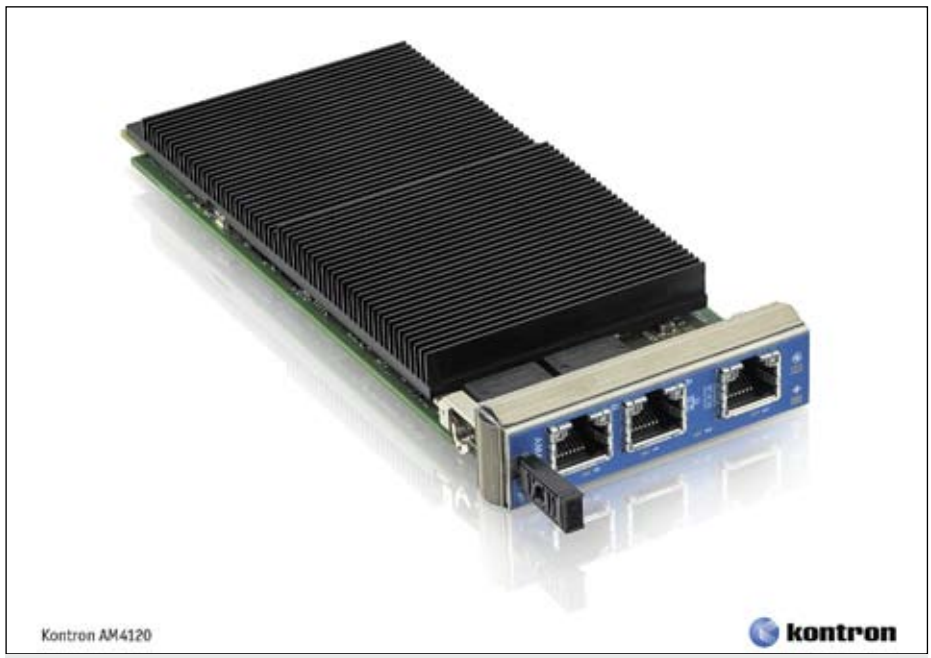


Рис. 1. Внешний вид AdvancedMC-модуля Kontron AM4120

дулями AltiVec будут замещаться новыми быстрыми устройствами типа x86. И подавляющую часть этих устройств с учетом расстановки сил в индустрии x86 будут составлять изделия Intel.

Ознакомившись с последними изменениями в продуктовых программах ключевых игроков рынка Embedded, можно прийти к выводу, что для тех клиентов, которые по каким-либо причинам все же хотят использовать в задачах уровня MAG HPEC именно хост-процессоры Freescale с модулями AltiVec, окно возможностей сужается прямо на глазах. Новинки любой прикладной ориентации, предназначенные для создания встраиваемых систем высокой и высшей производительности, уже не первый год строятся преимущественно на базе x86-совместимых процессоров, причем доля таких продуктов в общей массе высокопроизводительных решений демонстрирует выраженную тенденцию к росту. Сказанное вовсе не означает, что новые высокопроизводительные PowerPC-чипы марки Freescale с поддержкой AltiVec (скажем, представители малопотребляющего семейства QorIQ) не будут успешными в определенных целевых прикладных областях; напротив, данные устройства были достаточно тепло встречены на рынке, и ведущие производители оборудования успешно интегрировали их в свои продуктовые линейки соответствующей направленности (главным образом, коммуникационной). Вспомнить хотя бы весьма удачный AdvancedMC-модуль AM4120 на базе процессора Freescale QorIQ P2020, разработанный инженерами международного холдинга Kontron (www.kontron.com) специально для клиентов из телекоммуникационных отраслей (рис. 1).

Маховик миграции

За последние 10 лет индустрия Embedded приобрела гигантскую инерцию поступательного движения в направлении x86, и если этому движению суждено когда-то прекратиться, произойдет это еще не скоро. Тренд перехода на решения Intel сегодня весьма силен и носит воистину всеобщий характер, в орбиту его влияния вовлечено огромное число разнообразных сегментов и ниш. Началом укрепления этого тренда можно считать анонс корпорацией Intel увеличения жизненного цикла для встраиваемых версий своих микропроцессоров. Затем начался длительный процесс снижения полного энергопотребления и повышения производительности на ватт, продолжающийся в наши дни. Согласно принципу «тик-так», которому корпорация Intel безукоризненно следует, в марте 2012 года нас ожидает перевод процессоров Sandy Bridge на разрешение 22 нм (в роадмапах корпорации Intel 22-нм версия архитектуры Sandy Bridge фигурирует под кодовым названием Ivy Bridge), в результате чего производительности на ватт станет еще больше. В итоге сегодня крупные и уважаемые компании без боя сдают те рыночные сегменты, где раньше никакими x86-совместимыми процессорами и не пахло.

Истоки всех этих событий следует искать в конце прошлого века, когда Intel объявила о намерении заработать за десятилетие (2000–2010 гг.) на рынке встраиваемых систем не меньше, чем на рынке офисной техники. Если эта цель и не была достигнута, то к тому все идет, ибо на текущий момент корпорация Intel является в индустрии Embedded фигурой столь же значимой, как и в мире массовых систем. На микропроцессоры марки Intel начинают переходить даже самые преданные в недавнем прошлом сторонники PowerPC, такие как компания Aitech (www.rugged.com), которая поставляет изделия уровня плат для оборонных и аэрокосмических приложений уже почти три десятка лет.

Мы не сильно погрешим против истины, если скажем, что в отношении миграции на x86-совместимые решения и выдавливания представителей хост-семейств Freescale из тех ниш, где они традиционно правили бал, чипы поколения Sandy Bridge с векторными расширениями AVX лишь ускорили уже шедшие в отрасли процессы. А коли так, то главным следствием появления процессоров Sandy Bridge на рынке Embedded все же нужно считать не вытеснение конкурирующих чипов из отдельных сегментов, а массовый выпуск разнообразного оборудования тысячами независимых поставщиков. Тем более что по количеству моделей различных встраиваемых изделий на их основе микропроцессоры Sandy Bridge всего за несколько месяцев поставили абсолютный рекорд в отрасли и продолжают увеличивать отрыв как от полупроводниковых изделий конкурентов, так и от предыдущих версий чипов Intel, что можно проследить по продуктовым линейкам ключевых производителей. Посмотрим, какие продукты и решения на базе микропроцессоров Sandy Bridge предлагает, например, международный холдинг Kontron — один из крупнейших поставщиков встраиваемых изделий с годовым оборотом порядка полумиллиарда евро.

В общей сложности специалисты Kontron интегрировали чипы серии Sandy Bridge на десять различных встраиваемых платформ. Наличие в портфеле холдинга широкого спектра стандартных встраиваемых платформ на базе Sandy Bridge способствует повышению качества итоговых систем и создает дополнительные удобства для пользователей, снижая риски и позволяя применять одни и те же наработки в разных изделиях, в том числе для разных рыночных сегментов.

Первым решением Kontron на базе новой высокопроизводительной продуктовой линейки Intel стал «компьютер на модуле» Kontron ETXexpress-SC, выполненный в форм-факторе COM Express Basic. Вскоре к нему присоединились плата CompactPCI высоты 6U и встраиваемые материнские платы в конструктивах mini-ITX и Flex-ATX. Затем инженеры Kontron успешно «скрестили» новые процессоры Intel с платформами CompactPCI 3U, VPX 3U, AdvancedMC, PCIe/104 и ATX, а также стали устанавливать эти ЦП в некоторые промышленные компьютеры. Всем клиентам холдинга, выбравшим микроархитектуру Sandy Bridge, доступны фирменное кроссплатформенное ПО Kontron EAPI (Kontron Embedded Application Programming Interface) и ряд других сервисов, упрощающих, ускоряющих и удешевляющих освоение новых



Рис. 2. Компьютер на модуле Kontron ETXexpress-SC

базовых аппаратных средств с целью более быстрой разработки и вывода на рынок конечных решений на их основе.

Стандарт COM: «компьютер на модуле» Kontron ETXexpress-SC в конструктиве COM Express Basic

«Компьютер на модуле» (Computer-On-Module, COM) Kontron ETXexpress-SC — это четыре высокопроизводительных ЦП-ядра на компактной плате базового формата COM Express, рассчитанного на построение малогабаритных встраиваемых систем различного назначения (рис. 2). Этот продукт оснащается процессором Intel Core i7-2715 QE (частота 2,1 ГГц), концентратором ввода/вывода Intel Mobile QM67, поддерживает высокоскоростные интерфейсы USB 3.0 и обладает самой быстрой графической подсистемой Intel из предлагающихся сегодня на рынке. Новый «компьютер на модуле» существует в версиях с расположениями выводов Type 2 и Type 6 (спецификация PICMG COM Express Rev. 2.0) и пригодится как при работе над новыми проектами, так и для модернизации существующих систем.

Продукт поддерживает технологию PCI Express 2.0, имеет семь интерфейсов PCI Express x1, один конфигурируемый интерфейс PCI Express Graphics и способен осуществлять независимую двухдисплейную визуализацию. Объем бортовой памяти DDR3 может достигать 16 Гбайт. Модификация модуля с расположением выводов COM Express Type 2 отличается от версии Type 6 поддержкой интерфейсов PCI и Parallel ATA. У модификации Type 2 интерфейсы SDVO, DisplayPort и DVI/HDMI выведены в один интерфейс DDI, мультиплексированный с портом PCI Express Graphics. Обе версии поддерживают стандарт VESA DisplayID для автоматического определения подключенных дисплеев, способны загружаться с использованием внешней БИОС, имеют криптографическую подсистему TPM (Trusted Platform Module) и по два канала SATA II и SATA 3. Также в наличии интерфейс Gigabit Ethernet и звуковая подсистема Intel HDA (High-Definition Audio).

На модуле Kontron ETXexpress-SC используются высококачественные долгоживущие конденсаторы с твердым органическим электролитом (Polymerized Organic Semiconductor CAPacitor, POSCAP). Продукт может получать питание от разных источников постоянного тока с выходными напряжениями в диапазоне 8,5–18 В. Программная поддержка Kontron ETXexpress-SC включает BSP-пакеты на основе операционных систем Windows 7, Windows Vista, Windows XP, Windows Embedded Standard 7, Linux (в том числе Red Hat Enterprise, SuSE, Red Flag, Wind River Linux) и VxWorks.

Как показали проведенные специалистами Kontron испытания, процессоры поколения Sandy Bridge, совмещающие функции ЦП, графики, контроллера ECC-памяти и контроллера PCI Express на одном 32-нм кристалле, обеспечивают для Kontron ETXexpress-SC прирост общей производительности до 205% (в арифметическом тесте Dhrystone ALU), прирост производительности графической подсистемы до 170% и производительности на ватт до 20%. Будучи самым мощным из доступных сегодня изделий стандарта COM Express, модуль Kontron ETXexpress-SC обладает тепловыделением на уровне своих предшественников аналогичного класса, но заметно быстрее их, что проявляется, прежде всего, в приложениях с повышенной интенсивностью обычных и графических вычислений. Как следствие, модуль Kontron ETXexpress-SC позволяет создавать весьма мощные малогабаритные встраиваемые системы с соблюдением жестких термальных требований и без использования дискретных графических карт. А благодаря поддержке независимой двухдисплейной визуализации изделие Kontron ETXexpress-SC можно с успехом применять для организации управления мультивидеоэкранами, при создании игровых автоматов, передового медицинского оборудования и др.

Стандарт CompactPCI: процессорная плата Kontron CP6003-SA высоты 6U

Плата Kontron CP6003-SA, реализованная в конструктиве CompactPCI 6U (рис. 3), адресована тем разработчикам, которые не спешат переходить на новейшие системные архитектуры и/или желают модернизировать уже развернутые системы



Рис. 3. Внешний вид платы Kontron CP6003-SA

в стандарте CompactPCI. Процессор новой CompactPCI-платы холдинга Kontron поколения Sandy Bridge может иметь до четырех ядер и штатную частоту до 2,1 ГГц (чип Intel Core i7-2715 QE). Накопительная подсистема включает бортовой жесткий или твердотельный диск плюс 32 Гбайт дополнительной флэш-памяти типа NAND с интерфейсом Serial ATA. Функциональность ввода/вывода включает 6 каналов Serial ATA с поддержкой массивов RAID 0/1/5/10, 6 интерфейсов USB 2.0, 2 последовательных порта RS232, порт VGA, интерфейсы HDMI и HDA (High Definition Audio), а также 5 каналов Gigabit Ethernet с подключением по шине PCI Express для обеспечения производительности на уровне задач коммуникационного класса. Базовые возможности платы могут быть расширены мезонинами типа PMC и XMC (например, мезонинный модуль Kontron XMC401 Kontron CP6003-SA позволяет реализовать на борту два быстрых сетевых интерфейса 10 Gigabit Ethernet).

Новая CompactPCI-плата высоты 6U поддерживает установку как в системные, так и в периферийные слоты, оснащается опциональным криптографическим чипом TPM (Trusted Platform Module) 1.2, имеет продублированный отказоустойчивый концентратор встроенного кода и позволяет использовать функции интеллектуального управления IPMI (Intelligent Platform Management Interface). Для Kontron CP6003-SA доступны операционные системы Linux, VxWorks, Windows 7, Windows Embedded Standard 7, Windows XP, Windows XP Embedded и Windows Server 2008 R2. Обеспечивая более чем трехкратный прирост полной производительности в арифметическом тесте Dhrystone ALU и 50%-ный прирост производительности на ватт в арифметическом тесте по сравнению с аналогичными изделиями на базе предыдущих моделей ЦП Intel, этот продукт подходит для использования в широчайшем спектре прикладных задач, включая коммуникационные, оборонные, аэрокосмические, медицинские, промышленные и мониторинговые.

Продукт Kontron CP6003-SA соответствует спецификации PICMG 2.16, выпускается в стандартном исполнении с воздушным охлаждением (Standard Air-cooled, SA), характеризуется увеличенным жизненным циклом и, благодаря поддержке расширений Intel AVX и технологии Intel Turbo Boost 2.0, обеспечивающей динамическое повышение тактовой частоты до 3,10 ГГц без необходимости адаптации всей системы к пиковым нагрузкам, позволяет получить прирост производительности не только в векторных операциях, но и при выполнении однопоточных задач. А бортовая память типа DDR3 1600 (или DDR3 1333 для двухъядерных версий) объемом до 16 Гбайт с поддержкой функции коррекции ошибок ECC позволяет применять эту плату в различных ответственных приложениях, чувствительных к целостности данных (радары, сонары, обработка изображений).

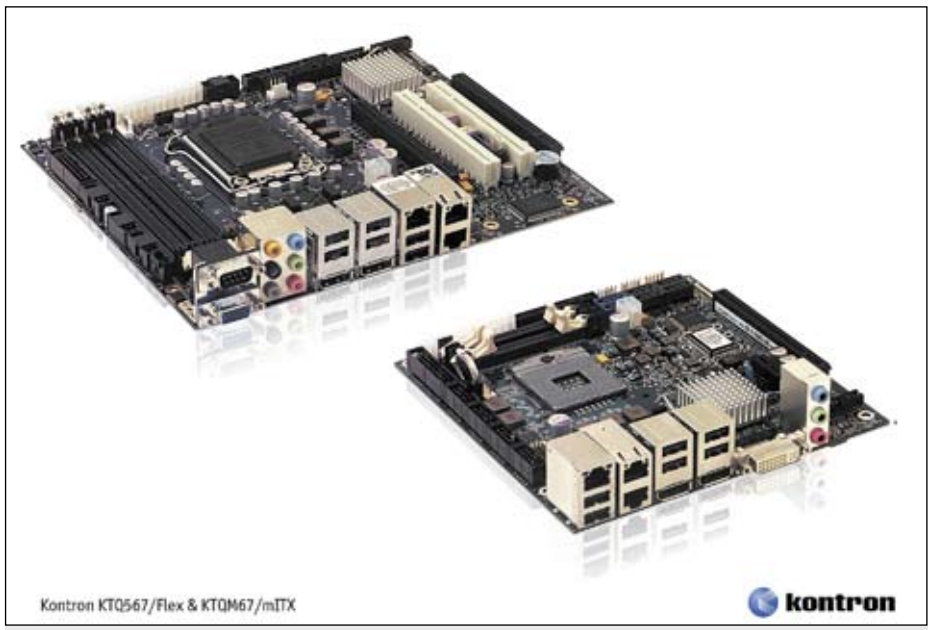


Рис. 4. Встраиваемые материнские платы Kontron KTQ67/Flex и KTQM67/mITX (форм-факторы Flex-ATX и Mini-ITX)

Стандарты Flex-ATX и Mini-ITX: встраиваемые материнские платы Kontron KTQ67/Flex и KTQM67/mITX

Пользователям материнских плат холдинг Kontron адресует два решения на базе процессоров серии Sandy Bridge. Платы Kontron KTQ67/Flex и KTQM67/mITX, выполненные в конструктивах Mini-ITX и Flex-ATX соответственно, рассчитаны на установку самых передовых процессоров Intel Core i3/i5/i7 поколения Sandy Bridge с тактовыми частотами до 3,8 ГГц и поддерживают до 32 Гбайт памяти типа DDR3 (рис. 4). Развитые коммуникационные подсистемы обеих плат предоставляют разработчикам все стандартные интерфейсы, которые могут быть востребованы в задачах с высокой интенсивностью обычных и графических вычислений, в частности 14 портов USB 2.0, 3 порта Gigabit Ethernet с поддержкой технологии Intel AMT 7.0, 6 интерфейсов Serial ATA (4 Serial ATA 150/300 и 2 Serial ATA 600) с поддержкой массивов RAID 0/1/5/10 и сокет mSATA (mini-SATA), позволяющий устанавливать современные твердотельные диски. Также в наличии криптографический модуль TPM 1.2 и контроллер HD Audio.

У модели Kontron KTQ67/Flex периферийные интерфейсы обслуживаются платформенным контроллером-концентратором Intel Q67, для подключения средств визуализации доступны интерфейсы DisplayPort (2 шт.), VGA (1 шт.) и LVDS, а возможности расширения обеспечиваются одним слотом PCI Express x16 и двумя слотами PCI. Модель Kontron KTQM67/mITX, базирующаяся на платформенном контроллере-концентраторе Intel QM67, имеет 2 порта DisplayPort, 1 выход DVI, 1 слот PCI Express x16 и 1 слот PCI Express x1. В дополнение к источнику питания ATX плата Kontron KTQM67/mITX поддерживает промышленный стандарт питания 12 В постоянного тока.

Материнские платы серии Kontron KTQ67 являются на сегодня самыми быстрыми ATX-совместимыми встраиваемыми решениями холдинга Kontron и имеют гарантированный семилетний жизненный цикл. Изделия Kontron KTQ67/Flex и KTQM67/mITX могут работать под управлением операционных систем Windows 7, Windows Vista, Windows XP, Windows Embedded Standard 7 и VxWorks, а также различных версий ОС Linux (Red Hat Enterprise, Novell SuSE Linux Enterprise, Red Flag Linux, Wind River Linux и др.). Повышенная производительность в обычных и векторных вычислениях, обеспечиваемая реализованными в процессорах Sandy Bridge функцией Intel Turbo Boost 2.0 и расширениями Intel AVX, остро востребована в разнообразных промышленных, медицинских и оборонных задачах, где, по мысли производителя, эти материнские платы и должны применяться.

Kontron Flex-ATX KTQ67/Flex и KTQM67/mITX поддерживают все актуальные отраслевые стандарты подключения к мониторам без каких-либо дополнительных адаптеров, способны осуществлять независимый параллельный вывод на два дисплея высокого разрешения и могут быть очень полезны разработчикам систем с повышенной интенсивностью графических вычислений (мультивидеоэкранов, информационно-развлекательных решений, игровых автоматов). А аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи плюс разъем GPIO с большим числом контактов

(до 160) делают эти изделия идеальными для приложений с повышенными требованиями к вводу/выводу.

Стандарт VPX: процессорный модуль Kontron VX3035 высоты 3U

Одной из лучших платформ для x86-совместимых микропроцессоров поколения Sandy Bridge является системная архитектура VPX, ориентированная на создание защищенных мультипроцессорных комплексов для ответственных применений. Процессорный модуль Kontron VX3035, выполненный в конструктиве VPX 3U на базе чипсета Intel QM67 и энергоэффективного ЦП Intel Core i7 2655LE со встроенным графическим контроллером Intel HD Graphics (рис. 5), призван вывести производительность малогабаритных комплексов такого типа на новый уровень.

Это изделие имеет до 8 Гбайт двухканальной памяти DDR3 1333 с функцией коррекции ошибок ECC и доступно в трех исполнениях: стандартном с воздушным охлаждением (для температурного диапазона 0…+55 °C), защищенном с воздушным охлаждением (–40…+70 °C) и защищенном с кондуктивным охлаждением (–40…+85 °C), рассчитанном на самые жесткие условия эксплуатации. С фронтальной стороны Kontron VX3035 доступны один интерфейс Gigabit Ethernet, один порт USB 2.0 и последовательный порт, а также выход VGA. В разъем объединительной панели выведены конфигурируемая шина PCI Express x4, четыре канала Serial ATA II, три интерфейса Gigabit Ethernet, четыре порта USB 2.0 и два последовательных порта EIA232/EIA485. Наплатный разъем USB/Serial ATA позволяет подключать стандартные флэш-накопители с соответствующими интерфейсами. На нижнюю сторону Kontron VX3035 можно устанавливать специализированные мезонины ввода/вывода, подключаемые по шине PCI Express x1.

Благодаря поддержке технологии Kontron VXFabric, изделие Kontron VX3035 облегчает организацию межплатного взаимодействия в VPX- и OpenVPX-решениях, предоставляя для этих целей стандартизированный сокетный интерфейс. Продукт Kontron VX3035 разрабатывался как замена более ранней модели Kontron VX3030, которая базируется на ЦП Intel Core i7 620 LE/610E и доступна для заказов в промышленных объемах. Это очень удобно для OEM-клиентов, которые при необходимости могут в любой момент перейти с Kontron VX3030 на Kontron VX3035. Как и все VPX-оборудование холдинга Kontron, плата Kontron VX3035 соответствует требованиям стандарта OpenVPX (спецификация VITA 65).

VPX-модуль Kontron VX3035 высоты 3U поддержан операционными системами Windows Embedded Standard 7, Linux и ОС реального времени VxWorks. Гибкость, высочайшая производительность, малые габариты, x86-совместимость и широкие возможности по части организации векторных и параллельных вычислений делают этот продукт очень привлекательным для OEM-клиентов. При помощи этого изделия можно создавать исключительно компактные и легкие системы для задач с параллельными вычислениями (обработка видео, формирование изображений, радиолокация, гидролокация, программно-определяемая радиосвязь). Продукт Kontron VX3035 подпадает под действие программы долгосрочных поставок холдинга Kontron и может использоваться в различных оборонных, авиационных и иных проектах, где требуются высоконадежные COTS-платформы с длительными сроками доступности.

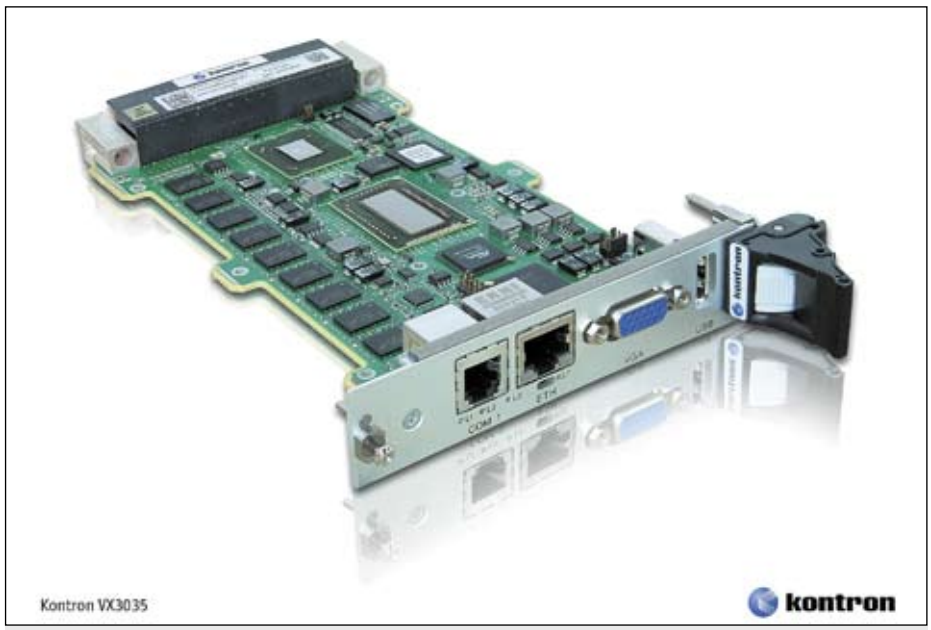


Рис. 5. Защищенный модуль Kontron VX3035

Программная поддержка

Можно любить или не любить корпорацию Intel, но представители серии Intel Sandy Bridge сегодня объективно являются самыми совершенными микропроцессорами. По этой причине не имеет никакого значения, достаточно ли хорошо технология AVX поддержана на уровне софта в настоящий момент. Острая востребованность AVX на рынке обязательно принудит поставщиков инструментальных программных средств, а затем и разработчиков прикладного ПО оптимизировать свои продукты с целью наиболее эффективного использования новых расширений в тех задачах, для которых они предназначены. Подобное в индустрии x86 происходило уже неоднократно, и AVX не станет исключением.

Специалисты, работающие с графикой, встретили расширения AVX с большим энтузиазмом, не меньший восторг выказывают и их коллеги, имеющие дело с потоковыми вычислениями и цифровой обработкой сигналов. Благодаря технологии AVX отдельные DSP-процессоры скоро будут восприниматься как анахронизм: зачем применять дополнительные обрабатывающие элементы, если достаточно задействовать под функции DSP одно-два ядра высокопроизводительного x86-совместимого процессора общего назначения? Этого уже достаточно, чтобы скорейшее обеспечение адекватной поддержки AVX стало для поставщиков ПО жизненно важной задачей, ведь если такую поддержку не обеспечат они, ее обеспечат конкуренты, к которым начнет «перетекать» клиентская база. Ярким примером быстрой реакции на изменившиеся рыночные условия может служить поступок компании LynuxWorks, объявившей о реализации поддержки процессоров Intel Core второго поколения в своем встраиваемом гипервизоре и ядре разделения LynxSecure. Какие только подвиги не совершишь, чтобы помочь клиентам сделать правильный выбор!

С точки зрения пользователей проблема с программной поддержкой выглядит и вовсе надуманной. У нас есть новые микропроцессоры, обладающие серьезным набором конкурентных преимуществ и доступные в виде несметного числа разнообразнейших изделий уровня плат, и это главное, а ПО, да простят нас его разработчики, уж как-нибудь напишем. Слава богу, основной движущей силой, стимулирующей прогресс всей компьютерной отрасли, пока еще остается прогресс в области аппаратных средств.

Потребности подлинные и мнимые

Недовольные есть всегда, не обошлось без них и в случае с AVX. В целом они мало-

численны, однако в индустрии Embedded их процент чуть выше, чем на рынке массовых систем, и потому мы уделим этим господам минуту нашего внимания. Чтобы понять несостоятельность возражений против новых векторных расширений, достаточно в самых общих чертах представлять себе новейшую историю компьютерной техники, ведь те, кто критикует технологию AVX сегодня, слово в слово повторяют аргументацию своих коллег, критиковавших в конце прошлого века технологию MMX. Тогда, как и сейчас, корпорация Intel посмела обогатить систему команд x86 новыми, глубоко чуждыми миру x86 инструкциями. Единственное отличие от ситуации с AVX состояло в том, что расширения MMX были нацелены на работу с мультимедиа, а не на векторные вычисления, но это совершенно непринципиальный момент, поскольку риторика тогдашних противников MMX (как и нынешних противников AVX) лежала совершенно в иной плоскости. Те господа считали столь грубое вторжение в систему команд x86 чуть ли не святотатством и прочили процессорам с мультимедийными расширениями MMX большие проблемы в плане программной поддержки. Однако рынок имел по данному вопросу иное мнение, которое выразил вполне недвусмысленно. Когда подмножество процессоров с расширениями MMX стало совпадать со всем множеством высокопроизводительных x86-совместимых процессоров, предмет для дискуссии исчез. То же самое будет и с AVX: эти векторные расширения де-факто станут неотъемлемой частью микроархитектуры x86, и как только это произойдет, вопрос их адекватной программной поддержки перестанет существовать[1].

Даже если предположить, что, как утверждают некоторые, расширения AVX совершенно не нужны рынку, придется признать, что проявляется эта «ненужность» крайне необычным образом. Вообще говоря, рынок знает свои потребности и без экспертных подсказок, покупать и продавать ненужное — не в его обычаях. Памятуя об этом и наблюдая за текущей ситуацией, приходим к выводу, что без расширений AVX (точнее, микропроцессоров, в которых они реализованы) рынок просто жить не может — настолько интенсивная вокруг этой технологии идет работа. Будучи хорошо осведомленным о преимуществах технологии AVX, благо сама корпорация Intel очертила круг этих преимуществ достаточно четко, рынок отреагировал на AVX огромным количеством аппаратных средств на базе микропроцессоров серии Sandy Bridge. Ветеранам отрасли также не нужны подсказки, чтобы понять, что будет дальше. Когда софтверные компании поймут, что львиную долю потенциальных покупателей их ПО составляют фактические покупатели нового «железа», под архитектурные особенности Sandy Bridge будет адаптировано все программное обеспечение, начиная с инструментальных средств и операционных систем и заканчивая конечными приложениями. Причем адаптация эта будет осуществлена быстро, эффективно и с большим удовольствием — откуда только силы возьмутся.

Неисповедимы пути технологий

Возникнув как технология для общекомпьютерного рынка (одной из ключевых задач, изначально стоявших перед AltiVec, было ни больше ни меньше как вытеснение микроархитектуры x86 из сегмента массовых систем), AltiVec по-настоящему нашла себя в индустрии Embedded, став обязательным структурным элементом для целых классов высокопроизводительных встраиваемых систем. На определенном этапе векторные сопроцессоры AltiVec даже стали восприниматься как специализированные встраиваемые решения — настолько глубоко они вросли в индустрию Embedded. И именно это, на наш взгляд, предопределило их уход из сегмента высшей производительности, поскольку мы живем в эру, когда специализированные базовые решения постепенно, но повсеместно сдают позиции решениям массовым.

Возвращаясь к рынку Embedded, заметим, что у технологии AVX есть все шансы получить во встраиваемых приложениях не менее широкое распространение, чем AltiVec в ее лучшие годы. А вот повторить судьбу AltiVec в части изменения своего статуса с общекомпьютерного на специализированный она вряд ли сможет, поскольку сценарий, в котором она отрывается от своих корней и полностью уходит в сегмент Embedded, представляется совершенно невероятным. Во-первых, расширения AVX востребованы на рынке массовых решений ничуть не в меньшей степени, чем в сегменте встраиваемых систем, во-вторых, технология AVX навсегда стала частью микроархитектуры x86, сфера применимости которой постоянно расширяется, и нет никаких причин предполагать, что когда-нибудь эта сфера сузится до рынка Embedded.

Заключение

Случилось так, что в индустрии Embedded есть большое количество задач, предъявляющих высокие требования к производительности в векторных вычислениях (радиолокация, гидролокация, техническое зрение, разнообразная обработка видео), а представители семейства Sandy Bridge в силу своих свойств способны эти требования удовлетворить. Поэтому расширения AVX, призванные повышать конкурентоспособность архитектуры Intel Core в целом, без какого-либо акцента на рынок встраиваемых приложений, будут повышать ее и на рынке Embedded.

Тем не менее именно индустрия встраиваемых систем Embedded предоставляет микропроцессорам серии Sandy Bridge наилучшие возможности для самореализации, и в первую очередь это касается тех ее сегментов, где ранее использовались устройства PowerPC, ориентированные на задачи реального времени и глубоко встроенные решения высокой надежности и высшей производительности. В частности, технология AVX вполне может стать «водоразделом» между эпохами PowerPC и x86 на рынке MAG HPEC. «Лакмусовой бумажкой» для оценки глубины тех перемен, что происходят на рынке встраиваемых систем в связи с последними событиями в индустрии x86, может служить сегмент VPX, где основные деньги уже сегодня вкладываются в изделия на базе x86-совместимых чипов, хотя исторически оборудование VME/VPX строилось на основе совершенно иных процессоров.

Взять хотя бы плату GE DSP280 компании GE Intelligent Platforms (www.ge-ip.com) (подразделение корпорации General Electric) (рис. 6). Производитель позиционирует DSP280 как первое в мире OpenVPX-изделие высоты 6U, ориентированное на самые жесткие условия эксплуатации и позволяющее наделять оборонные и аэрокосмические системы той вычислительной мощью, которая характерна для сегодняшних высокопроизводительных массовых решений. Эта плата несет на себе x86-совместимые процессоры общего назначения, но как явствует из ее названия, ориентирована при этом на задачи цифровой обработки сигналов (DSP) и призвана составлять конкуренцию решениям на основе специализированных DSP-устройств.

Будучи оснащенным двумя четырехъядерными ЦП Intel Core i7-2715QE (базовая частота 2,1 ГГц, пиковая частота 3 ГГц) и памятью DDR3 SDRAM максимальным объемом 16 Гбайт с поддержкой коррекции ошибок ECC, изделие GE DSP280 демонстрирует пиковую производительность в 260 GFLOPS и обеспечивает скорость взаимодействия с ОЗУ на уровне 21 Гбайт/с. Каждый из двух процессоров имеет собственную флэш-память типа NAND объемом 8 Гбайт. Стандарт OpenVPX позволяет применять этот продукт для построения мощных многопроцессорных систем с взаимодействием между вычислительными узлами по каналам 10 Gigabit Ethernet или InfiniBand.

В целом плата GE DSP280 является весьма удачным COTS-изделием, пригодным для использования в широком спектре задач реального времени, в том числе в задачах разведки, наблюдения и сбора информации (Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance, ISR) на пилотируемых и беспилотных платформах воздушного, наземного и водного базирования. Компания GE Intelligent Platforms

1 Наверняка вопрос наличия адекватной программной поддержки расширений AVX будет снят гораздо раньше, чем с рынка исчезнут последние x86-совместимые процессоры без AVX.

подчеркивает ориентацию этого продукта на рынок MAG HPEC и разнообразные многопроцессорные и DSP-приложения соответствующих типов (радары, сонары, обработка изображений и сигналов, сложная трехмерная графика). Программная поддержка платы включает все основные популярные операционные системы, а также специализированные программные средства от GE Intelligent Platforms, позволяющие разработчикам эффективно задействовать новые аппаратные функции AVX и ускоряющие создание мультипроцессорных конфигураций.

В других сегментах, связанных с иными системными архитектурами, наблюдается та же картина, что и в сегменте VPX: продуктовые каталоги крупнейших поставщиков встраиваемых изделий за 2011 год отнюдь не пестрят сообщениями о новых платах на базе хост-процессоров Freescale.

Было бы неверно считать расширения AVX неким довеском к «стандартной» архитектуре Intel Core, поскольку непонятно, какую версию Intel Core следует считать «стандартной». Дистанция между устройствами Intel Core Duo и современными чипами Intel Core i7 поколения Sandy Bridge весьма велика: по сути, эти чипы относятся к одному и тому же семейству Intel Core лишь постольку, поскольку базируются на технологии x86 и производятся компанией Intel. При этом на всем пути от Intel Core Duo до Intel Core i7 Sandy Bridge не было никаких прорывных идей, меняющих лицо компьютерной отрасли. Снижались цены, совершенствовались механизмы управления энергопотреблением и производительностью, развивались методы организации работы с кэш-ресурсами. Все изменения были мелкими, но в сумме они дали довольно сильное развитие от исходной точки.

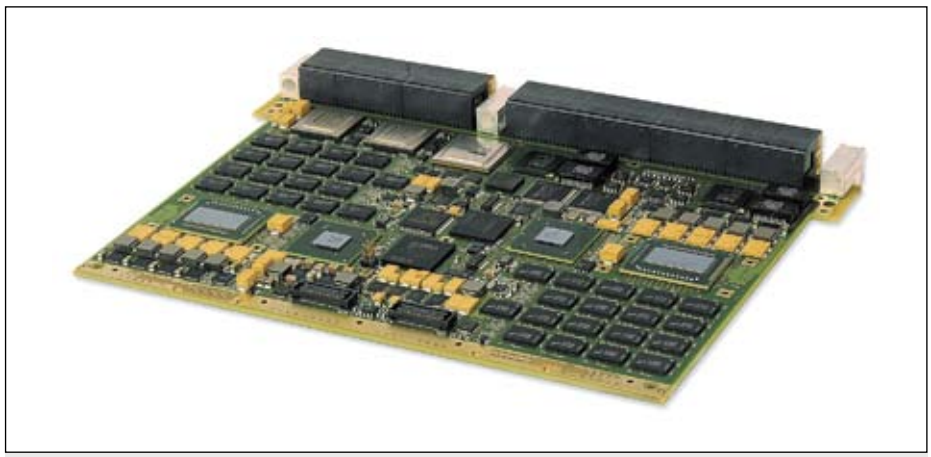


Рис. 6. Внешний вид VPX-платы DSP280

Сегодняшняя Sandy Bridge и ее завтрашняя 22-нм версия Ivy Bridge — суть высшие достижения человечества по части создания сложных полупроводниковых устройств, доказательством чему может служить тот беспримерный энтузиазм, с которым поставщики оборудования взялись за интеграцию устройств Sandy Bridge в свои продуктовые линейки, и то небывалое изобилие изделий уровня плат на базе Sandy Bridge, которым заполнен сегодня рынок Embedded.