

Fujitsu: новые HPC-рубежи

Обзор последних инициатив и достижений компаний Intel и Fujitsu в области HPC-вычислений (High Performance Computing).



Павел Борок – менеджер по маркетингу продукции Fujitsu.

Введение

Рынок HPC-вычислений, в настоящее время являясь основой практически всех инновационных достижений, стремительно развивается. В ноябре 2011 г. Intel уже объявила о достижении к 2018 г. HPC-производительности уровня экзафлопов.

Во многих регионах мира уже в полной мере становится доступным рынок HPC-сервисов с полной поддержкой в качестве аренды прикладных библиотек. Для России это пока перспективы, но аренда HPC-кластера в качестве сервиса – уже реальность через ряд провайдеров. Что касается Fujitsu, то полные HPC-сервисы от нее пока доступны только в регионе Японии, но в 2012 г. планируется их распространение на весь мир.

HPC-экосистема Fujitsu для x86-кластеров

Fujitsu уделяет большое внимание развитию комплекса суперкомпьютерных решений, в том числе с использованием элементов, разработанных другими участниками HPC-экосистемы. В частности, HPC-экосистема Fujitsu x86 (рис. 1, 2) мо-

жет содержать программный стэк как от Fujitsu (на основе PCM Fujitsu edition), так от Intel. Уровень приложений может быть представлен широким выбором от независимых разработчиков: ANSYS, Symulia, ESI group, MSC Software (это лишь несколько наиболее известных) или пользователь может сам писать свои приложения с помощью вышеупомянутых сред программирования или аналогичных. Для облегчения внедрения предлагаются услуги по интеграции решений, по управлению HPC-инфраструктурой заказчика, а также вариант предоставления HPC в качестве сервиса (планируемая доступность в России – 2012 г.).

Нельзя не отметить и большие усилия Intel для реализации высокого уровня параллелизма вычислительных задач, решаемых на HPC x86-кластерах. Так, Intel сделала значительные инвестиции в этой области, купив, в частности, стартапы RapidMind и Cilk Arts, а также выпустив Parallel Studio 2011 с инструментарием для разработчиков.

Также стоит упомянуть Concurrency Visualizer от Microsoft, Parallel Computing Toolbox от Matlab, или ThreadSpotter от RogueWave – это все примеры инструментария для построения приложений с высоким уровнем параллелизма.

В 2010 г. (ноябрь 2010 г., конференция SC10) Fujitsu стартовала проект OPL (Open Petascale Libraries), цель которого – развитие глобального сотрудничества для разработки вычислительного суперкомпьютерного ПО.

Изначальный фокус проекта ориентирован на параллельные компьютеры с многоядерными процессорами. В рамках проекта открыт форум для обмена идеями и совместной разработки вычислительных библиотек как общего назначения, так и

специализированных. Все результаты доступны в виде ПО с открытым кодом.

Этот проект инициировали Fujitsu и RIKEN^{*)}, которые в этот момент уже воплощали K-computer и были заинтересованы в обмене опытом с другими разработчиками в области HPC и развитии программной составляющей

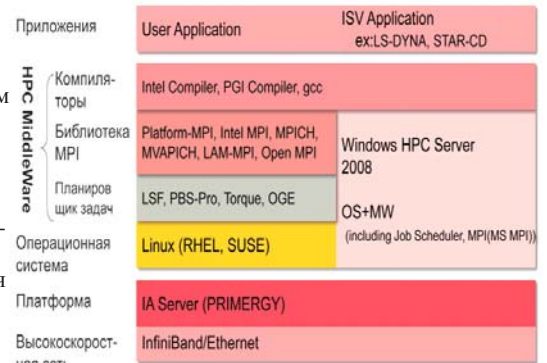


Рис. 2. Слои ПО для HPC-кластера.

вычислительных технологий. Проект далеко не первый в таком формате с участием различных разработчиков и доступностью результатов в виде открытой спецификации или библиотек. В области HPC это уже использовалось в смежных проектах, например Open Grid Forum (OGF, www.ogf.org), где Fujitsu тоже принимает участие в качестве организатора, а из заметных результатов OGF можно назвать предназначенный для грид-инфраструктур API высокого уровня SAGA.

Fujitsu выпускает суперкомпьютер PRIMEHPC FX10

Компания Fujitsu объявила о глобальной доступности суперкомпьютера PRIMEHPC FX10, теоретическая производительность которого при обработке данных может достигать 23,2 Пфлопс.

PRIMEHPC FX10, сочетающий в себе высокую производительность, масштабируемость и надежность с превосходной энергоэффективностью, совершенствует суперкомпьютерные технологии Fujitsu, реализованные в системе “K computer”, которая установила мировой рекорд производительности в 10,51 Пфлопс (согласно 38-му списку TOP 500, опубликованному 14 ноября 2011 г.). Все компоненты суперкомпьютера – от процессоров до промежуточного ПО – были разработаны компанией Fujitsu для достижения максимального уровня надежности и наилучших эксплуатационных показателей. Система способна масштабироваться в соответствии с потребностями заказчика вплоть до конфигурации, объединяющей 1024 стойки.

^{*)} Институт RIKEN – японский институт физико-химических исследований – занимается комплексными научно-технологическими исследованиями (исключая гуманитарные и общественные науки), а также популяризацией результатов научных исследований и технологических разработок. Институт RIKEN ведет экспериментальные и исследовательские работы в различных областях науки, включая физику, химию, медицину, биологию и технические науки, решая на высоком научном уровне множество задач – от фундаментальных до прикладных. Созданный в 1917 году, RIKEN первоначально представлял собой частный исследовательский фонд, в 2003 году он был реорганизован в независимое учреждение, которое относится к министерству образования, культуры, спорта, науки и технологий.

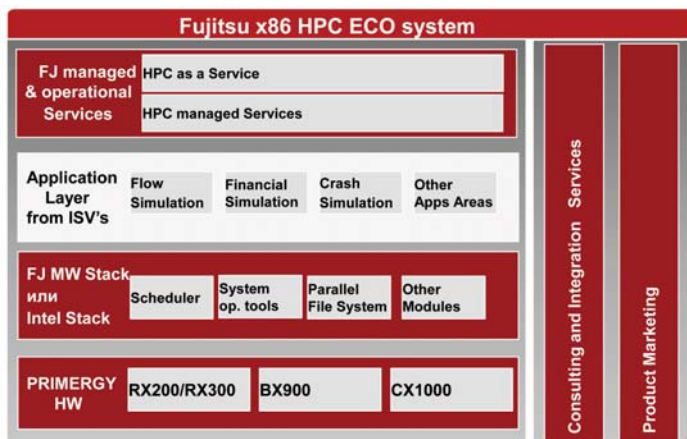


Рис. 1. HPC-экосистема Fujitsu для x86-кластеров.

PRIMENPC FX10 полностью совместим с суперкомпьютером “K computer”, создаваемым институтом RIKEN и компанией Fujitsu в рамках инициативы японского Министерства образования, культуры, спорта, науки и технологий (MEXT). Система оптимально подходит для разработки ПО, предназначенного для суперкомпьютера “K computer”.

Суперкомпьютер в своей наиболее крупной потенциальной конфигурации, содержащей 98 304 узла в 1024 стойках и 6 Пбайт памяти, позволит реализовать высокоскоростную среду для ультрамассштабных вычислений с теоретической производительностью 23,2 Пфлопс.

В суперкомпьютере PRIMENPC FX10 установлены новые процессоры SPARC64™ IXfx, которые обеспечивают весьма значительный прирост производительности по сравнению с процессорами SPARC64™ VIIIfx, составляющими основу системы “K computer”. Каждый процессор содержит 16 ядер и благодаря жидкостному охлаждению и высокоэффективной конструкции имеет высокую вычислительную производительность в расчете на ватт потребляемой электроэнергии: автономная производительность составляет 236,5 Гфлопс, а производительность на ватт превышает 2 Гфлопс.

Система PRIMENPC FX10 поддерживает множество усовершенствований для высокопроизводительных вычислений: широкая полоса пропускания памяти, масштабируемые межкомпонентные соединения “Tofu” с 10 подключениями, каждое из которых обеспечивает высокий уровень производительности 5 Гбайт/с x2 (в обоих направлениях), а также специализированное промежуточное ПО Technical Computing Suite компании Fujitsu для высокопроизводительных вычислений (HPC), содержащее компилятор и библиотеку для обеспечения высокой производительности при выполнении приложений с массовым параллелизмом. Архитектура VISIMPACT упрощает реализацию модели гибридного параллельного программирования, объединяя методы эффективной параллелизации вычислительных потоков с интерфейсом Message Passing Interface (MPI), и тем самым облегчает программистам разработку приложений с массовым параллелизмом.

Благодаря процессорам с функциями RAS (надежность, готовность, удобство обслуживания), свойственными мэйнфреймам, и межкомпонентным соединениям “Tofu”, в которых реализована гибкая архитектура 6-мерной торической сети, суперкомпьютер PRIMENPC FX10 обеспечивает высокую надежность и готовность.

Более того, функции управления системой и рабочими операциями промежуточного ПО Technical Computing Suite HPC, а также собственная высокопроизводительная распределенная файловая система FEFS (поддержка совместного доступа к данным со 100 000 узлов), обеспечивают системе PRIMENPC FX10 высокие эксплуатационные характеристики.

В конце ноября 2011 г. Fujitsu запустило программу по продвижению решений для высокопроизводительных вычислений среднего масштаба. Компания впер-

вые предложила российским заказчикам протестировать кластер на основе системы Fujitsu PRIMERY BX400 общей производительностью свыше 1 Тфлопс.

Новое решение предназначено для компаний, которые используют в своей работе технологии HPC в масштабах подразделения и выше. В первую очередь, это предприятия авиакосмической, судостроительной, автомобилестроительной отрасли, где актуально моделирование, проектирование сложных строительных и промышленных конструкций. Потребность в высокопроизводительных вычислениях также есть у компаний, связанных с разработкой новых материалов, метеорологическим прогнозированием и обработкой геологоразведывательных данных для нефтегазовой отрасли.

Мобильный кластер, который доступен для тестирования российским компаниям, состоит из восьми двухпроцессорных серверов на основе шестиядерных процессоров Intel Xeon 5675 с суммарной оперативной памятью 384 Гбайт и 2,2 Тбайт дискового пространства, объединенных высокоскоростной сетью Infiniband QDR. Решение собрано на основе блейд-системы Fujitsu PRIMERY BX400 и восьми блейд-серверов PRIMERY BX920 S2. Благодаря мобильному корпусу кластер подходит для использования в офисе и не требует специализированной инфраструктуры. Серверы в кластере работают на ОС Red Hat Linux под управлением кластерного ПО PCM Fujitsu Edition. Важной особенностью решения является его масштабируемость: кластер из 8 серверов может быть

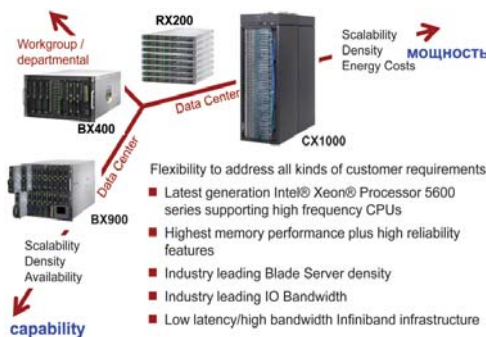


Рис. 3. Возможные варианты масштабирования HPC-решений Fujitsu.

*) ПО и задачи, использованные в тестах производительности, могли быть оптимизированы только для микропроцессоров Intel. Тесты производительности, такие как SYSmark® и MobileMark®, производились на определенных компьютерных системах, с использованием специальных компонентов, программного обеспечения, операций и функций. Любое изменение какого-либо из этих факторов может привести к изменению результатов. Необходимо изучить другую информацию и тесты производительности для более точной оценки при планировании закупок, включая изменение производительности этого продукта при совместном использовании с другими продуктами.

Конфигурации (заявленная производительность Intel Xeon E5 по сравнению Intel Xeon 5600):

– 2S Xeon E5 показал результат 342,7 на внутренних замерах Intel 7 сентября 2011 г. с помощью платформы Intel Rose City с двумя процессорами Intel® Xeon® E5, Turbo включено, EIST включено, Hyper-Threading включено, память 64 GB (8 x 8 GB DDR3-1600), Red Hat® Enterprise Linux Server 6.1 beta для x86_64;

– платформа Intel Tylersburg-EP с двумя процессорами Intel® Xeon® X5690 (6 ядер, 3,46 ГГц, кэш третьего уровня 12 МБ, 6,4 GT/s, B1-stepping), EIST включено, Turbo Boost включено, Hyper-Threading отключено, память 48 GB (12x 4 GB DDR3-1333 REG ECC), 160 GB SATA 7200 об/с HDD, Red Hat® Enterprise Linux Server 5.5 для x86_64 с ядром 2.6.35.10. Источник: Внутреннее тестирование Intel в апреле 2011 г. Результат: 159,40 Гфлопс.

Внутренние замеры Intel в октябре 2011 г. Дополнительная информация: www.intel.com/performance.



Рис. 4. Стэк ПО PCM Fujitsu Edition.

расширен до сотен и тысяч серверов и сможет обеспечить соответствующее наращивание производительности (рис. 3). Это говорит о высокой совместимости и возможностях наращивания решений Fujitsu с ориентиром на различные параметры – будь то суммарная мощность, оптимизация энергопотребления или высокие уровни доступности – с помощью различных вариантов серверов на процессорах Intel.

Пакет ПО, входящий в комплект поставки PRIMERY BX400, представлен PCM Fujitsu Edition (рис. 4). В качестве ядра в нем используется специальная версия open source пакета PCM. Для мониторинга и других функций используются решения open source от Nagios и Kusu. Весь комплект ПО собирается и отлаживается специально под серверы Fujitsu.

Intel: производительность уровня экзафлопов к 2018 г.

На конференции SC'11 корпорация Intel огласила подробные сведения о следующем поколении процессоров на базе Intel Xeon и платформ Intel® Many Integrated Core (Intel® MIC), разработанных для высокопроизводительных вычислений. Также Intel сделала заявление, что уже к 2018 г. ее достижения в HPC-области позволят вывести индустрию на производительность, измеряемую в экзафлопах (что превышает самую высокую производительность, доступную на сегодняшний день, в 100 раз). При этом потребуются всего вдвое больше энергии, чем для современных суперкомпьютеров экстра-класса.

На брифинге, который состоялся в рамках конференции, Раджиб Хазра (Rajeeb Hazra), генеральный директор Technical Computing, Intel Datacenter and Connected Systems Group, заявил, что процессор Intel Xeon серии E5 является первым процессором для серверов, поддерживающим полную интеграцию со спецификацией PCI Express 3.0. PCIe 3.0, по имеющимся оценкам^{*)}, удваивает внутреннюю скорость передачи данных относительно спецификации PCIe 2.0^{*)} при включении режима низкого энергопотребления и большей плотности загрузки сервера. Контроллеры из нового материала, соответствующие спецификации PCI Express 3.0, позволяют более эффективно масштабировать производительность и передачу данных при увеличении числа узлов в высокопроизводительных суперкомпьютерах.

Декабрь 2011 г. — Корпорация Intel подвела итоги уходящего 2011 года и сделала обзор основных тенденций развития ИТ-отрасли на ближайшие годы. Результатами уходящего года поделился Дмитрий Конаш — региональный директор Intel в России и других странах СНГ.

Intel и рынки

В 2011 году Россия стала крупнейшим рынком компьютеров для потребителей стран Европы, Ближнего Востока и Африки. По его размерам Россия обошла традиционно лидера региона — Германию.

Россия в ближайшие год или два превратится в четвертый в мире рынок для Intel в глобальном масштабе. Конечно, скорость его роста будет зависеть от мировых тенденций, а также динамики ВВП. Но если темпы сохранятся такими же, как теперь, то это должно произойти в 2013 или 2014 г. Самым крупным глобальным рынком останется китайский, вторым по объему — американский, третьим — бразильский, а Россия определенно станет четвертым.

Россия уже сегодня является третьим по величине в мире рынком серверов и центров обработки данных (ЦОД) провайдеров интернет-услуг, уступая только США и Китаю. Бизнес ЦОД и серверов является высокоприбыльным и в 2011 г. Intel смогла достичь здесь 30% роста.

В России в этом году, по оценкам разных аналитиков, продажи ПК составят около 13 млн штук (около 70% будет продано конечным потребителям). Из них 9 млн — портативные компьютеры (ультрабуки, ноутбуки и нетбуки), 4 млн — настольные, более 90% которых собрано в России местными сборщиками.

Intel и технологии

Энергопотребление

Корпорация Intel постоянно снижает энергопотребление в своих продуктах, начиная с процессоров для серверов и заканчивая чипами для карманных устройств. В 2013 г. Intel планирует выпустить микроархитектуру под кодовым названием Haswell с 20-кратным снижением потребляемой мощности в режиме ожидания по сравнению с сегодняшними решениями. В Haswell используются трехмерные транзисторы Tri-Gate, а производство осуществляется в соответствии с нормами 22-нанометрового техпроцесса. Новая архитектура станет «сердцем» ультрабуков™, которые смогут работать от батареи до 10 суток в режиме ожида-



Дмитрий Конаш — региональный директор Intel в России и других странах СНГ.

«Intel впервые продемонстрировала суперкомпьютер-терафлоп, использующий 9680 процессоров Intel® Pentium Pro®, в 1997 году, в составе системы Sandia Lab's «ASCI RED», — сказал Хазра. — Такая производительность одного чипа на основе архитектуры Intel MIC — это большой шаг вперед, очередная веха в истории высокопроизводительных вычислений». Тесты по производительности, проводимые ранее, показали, что производительность процессора Intel Xeon E5 в чистых FLOPS (операции с плавающей точкой в секунду, по измерениям Linpack) в 2,1 раза) выше, а производительность при использовании нагрузки в виде реальных высокопроизводительных вычислений на 70% выше по сравнению с предыдущим поколением процессоров серии Intel Xeon 5600.

В настоящее время Fujitsu, имея статус Intel Validation Partner, рассматривает перспективы использования архитектуры Intel MIC в своих суперкомпьютерах.

Как было объявлено ранее, процессоры Intel Xeon E5, которые скоро появятся в продаже, будут обеспечивать работу нескольких других будущих суперкомпьютеров, включая 10-петафлопный «Stampede» в Техасском центре современных вычислений; 1,6-петафлопный «Yellowstone» в Национальном центре исследований атмосферы; 1,6-петафлопный «Curie» в GENCI; систему на 1,3-петафлопа в Международном центре исследования синтеза (IFERC), и добавит более 1 петафлопа к суперкомпьютеру «Pleiades» в NASA.

Intel уже начала поставку процессоров Intel Xeon семейства E5 ограниченному количеству клиентов, работающих в сфере облачных и высокопроизводительных вычислений. Расширенные продажи планируются начать в первой половине 2012 г. Intel отслеживает более 400 успешных применений процессоров Intel Xeon семейства E5, почти удвоивших производительность с момента запуска поколения Xeon 5500/5600. Спрос на первые устройства примерно в 20 раз выше, чем на предыдущие поколения процессоров серий Xeon 5500 и 5600.

На конференции SC'11 корпорация Intel также огласила подробные сведения о существенном расширении линейки материнских плат для серверов и шасси, включая продукты, специально оптимизированные для высокопроизводительных вычислений, которые будут готовы к выпуску процессора Intel Xeon E5.

Представлен первый терафлопный сопроцессор на основе технологии Intel Many Integrated Core

Кроме того, корпорация Intel снова создала наиболее эффективную и адаптированную к программированию платформу для высокопараллельных приложений. Преимущество архитектуры Intel MIC в моделировании погоды, томографии, исследованиях свертывания белков и симуляции материалов с особыми свойствами были продемонстрированы на стенде Intel на конференции SC'11.

Первая презентация первого кремниевого сопроцессора Knights Corner показала,

что архитектура Intel способна обеспечивать производительность более чем в 1 Тфлопс с двойной точностью (по измерениям с удвоенной точностью, основным тестом перемножения матрицы на матрицу — DGEMM*). Это была первая демонстрация однопроцессорного чипа, способного достигать такого уровня производительности.

Knights Corner, первый коммерческий продукт на базе архитектуры Intel MIC, будет производиться на основе новейшего 22-нм 3-D Tri-Gate процессора от Intel и содержать более 50 ядер. Когда они появятся, продукты Intel MIC будут предоставлять и высокую производительность в виде архитектуры, специально созданной для обработки высокопараллельных задач, и совместимость с существующими x86-моделями программирования и инструментами.

Хазра заявил, что сопроцессор Knights Corner уникален, так как, в отличие от традиционных ускорителей, он полностью доступен и программируем как полнофункциональный вычислительный модуль для высокопроизводительных вычислений, видимый для приложений как компьютер, который работает на собственной операционной системе, основанной на Linux*, независимо от ведущей ОС.

Одним из преимуществ архитектуры Intel MIC является возможность запускать приложения без необходимости портировать код в новое программное окружение. Это позволит исследователям использовать производительность и ЦПУ, и сопроцессора одновременно при работе с существующими приложениями, основанными на x86, существенно экономия время, затраты и ресурсы, которые требовались бы для их переписывания на альтернативные проприетарные языки.

Главный фактор для достижения экзафлопного рубежа к 2018 г. — тесное сотрудничество с сообществом специалистов в области HPC. В поддержку этого было анонсировано несколько новых инициатив.

Заключение

HPC-вычисления все больше расширяют свое присутствие в областях бизнеса, с которыми совсем недавно они даже не ассоциировались, например, финансовой. HPC-сервисы усиливают эту тенденцию, повышая доступность высокопроизводительных вычислений. Законченные программно-аппаратные HPC-комплексы делают возможным «настольные» HPC-применения для всех слоев бизнеса. Их развертывание значительно проще: они предусматривают простые стандартизованные методы администрирования, управления и контроля через интуитивно понятный веб-интерфейс приложения PCM Fujitsu Edition для операционных систем RedHat Enterprise Linux и Windows HPC Server. При этом устраняются сложности, связанные с интеграцией множества программно-аппаратных компонентов, в том числе модулей с открытым исходным кодом.

Павел Борох,
компания Fujitsu