



23/10/2013
Москва
Экспоцентр
на Красной Пресне

ЧЕТВЕРТЫЙ
МОСКОВСКИЙ
СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЙ
ФОРУМ

Партнеры МСКФ-2013



NVIDIA.

Информационные партнеры



НА ГРАНИ ЭКЗАФЛОПСА

Любому предприятию нужны сегодня эффективные, масштабируемые и производительные ИТ-инфраструктуры, обеспечивающие достижение конкретных целей, будь то управление данными или выполнение расчетов. Вместе с тем, какими бы изощренными ни были традиционные компьютеры, они остаются пока инструментами прошлого века — для решения современных задач создания лекарств, нейтрализации террористических угроз, поддержки гибких облачных сред, аналитики реального времени или обработки Больших Данных требуются новые архитектуры.

Успех форумов МСКФ мотивировал организаторов продолжить серию этих конференций и в 2013 году, сфокусировавшись не только на технологиях, но и на прикладных аспектах высокопроизводительных систем.

Предыдущие форумы оказались весьма ценными для сообщества отечественных исследователей, инженеров, студентов, преподавателей и представителей эксплуатирующих организаций, желающих разобраться в тенденциях создания экзамасштабных систем, внести свой вклад в создание первых экзафлопсных компьютеров и принять участие в подготовке кадров для работы в параллельном мире. Ни отдельный человек, ни организации, ни технологии не существуют в культурном, политическом и экономическом вакууме, и, подобно другим областям знаний, НРС можно рассматривать как беспрецедентный универсальный усилитель исследований и разработок, бизнеса и производства в направлении изучения сложных систем.

Гибридность, иерархичность, гетерогенность, адаптивность — вот основные вехи стратегии создания новых суперкомпьютерных архитектур, интегрирующих множество микропроцессоров, разнообразных структур хранения данных и систем программирования. В повестке дня МКФ-2013 доклады по перспективным технологиям создания экзамасштабных компьютеров, новационным разработкам постмуrowsкой эпохи, методикам адекватной оценки сложных гетерогенных комплексов, а также особенностям применения высокопроизводительных систем в различных отраслях национальной экономики, начиная от мобильных решений и кончая глобальными аналитическими системами. Если вы интересуетесь проблемами сбора, хранения и анализа Больших Данных, вопросами защиты информации или системами параллельного программирования, то среди докладов МСКФ-2013 обязательно найдете для себя что-то полезное.

Человечеству приходится сегодня обрабатывать так много данных, они прибывают так быстро, что возможностей обычных технологий недостаточно, поэтому в ближайшие годы будут формироваться новые алгоритмы и появляться новые технологии, позволяющие обнаруживать в огромных массивах сырых данных скрытое знание. Сообществу НРС, объединяющему специалистов из академической среды, компаний-производителей и пользователей, применяющих высокопроизводительные системы в различных отраслях национальной экономики, отведена роль создателей новых инструментов и инфраструктур, помогающих обществу воспользоваться всеми имеющимися у него данными.

Организационный комитет IV МСКФ

Гуляев Юрий Васильевич	академик РАН, член президиума РАН, директор ИРЭ им. В. А. Котельникова, председатель оргкомитета
Волков Дмитрий Владимирович	с.н.с., ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, главный редактор журнала «Открытые системы. СУБД», заместитель председателя оргкомитета
Бетелин Владимир Борисович	академик РАН, директор НИИСИ РАН
Воеводин Владимир Валентинович	чл.-корр. РАН, зам. директора НИВЦ МГУ
Иванников Виктор Петрович	академик РАН, директор Института системного программирования РАН
Каляев Игорь Анатольевич	чл.-корр. РАН, директор НИИ МВС
Левин Владимир Константинович	академик РАН, научный руководитель ФГУП «НИИ “Квант”»
Соловьев Вячеслав Петрович	д.физ.-мат.н., первый заместитель ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», директор ИТМФ
Савин Геннадий Иванович	академик РАН, директор МСЦ РАН
Стемпковский Александр Леонидович	академик РАН, директор Института проблем проектирования в микроэлектронике (ИППМ)
Четверушкин Борис Николаевич	академик РАН, член президиума РАН, директор ИПМ им. М. В. Келдыша РАН

Программный комитет

Волконский Владимир Юрьевич	к.т.н., ИНЭУМ им. И. С. Брука
Корнеев Виктор Владимирович	д.т.н., заместитель директора по науке, ФГУП «НИИ “Квант”»
Кузьминский Михаил Борисович	к.хим.н., заместитель заведующего лабораторией, ИОХ РАН
Слуцкий Анатолий Ильич	к.т.н., научный руководитель по направлению суперкомпьютерных технологий, ОАО «НИЦЭВТ»
Сухомлин Владимир Александрович	д.т.н., профессор, ВМК МГУ
Федоров Александр Рувенович	к.т.н., директор, «ИТ-экспо»
Христов Павел Вячеславович	к.физ.-мат.н., вице-президент, издательство «Открытые системы»
Черепенин Владимир Алексеевич	чл.-корр. РАН, зам. директора ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН
Шагалиев Рашит Мирзагалиевич	д.физ.-мат.н., первый зам. директора, ИТМФ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»
Эйсымонт Леонид Константинович	к.физ.-мат.н., ФГУП «НИИ “Квант”»

Проекты экзафлопсных суперкомпьютеров за рубежом и в России, ограничения и перспективы роста

Горбунов В. С., Елизаров Г. С., Эйсымонт Л. К., ФГУП «НИИ “Квант”»

На сегодняшний день имеются разные мнения по поводу путей создания экзафлопсных суперкомпьютеров, среди которых достаточно популярно постепенное, эволюционное улучшение уже имеющихся суперкомпьютеров и технологий их создания. Сейчас это означает использование наряду с суперскалярными микропроцессорами огромного количества графических ускорителей, ускорителей типа Xeon Phi либо ускорителей на программно реконфигурируемых интегральных схемах FPGA (ПЛИС). Такой эволюционный подход может позволить получить первые образцы экзафлопсных суперкомпьютеров, но они будут ограничены по возможностям, исключительно энергоемки и неудобны в использовании.

В ряде стран наряду с эволюционным подходом ведутся проекты новационного характера, связанные с фундаментальным решением проблем создания более универсальных и эффективных экзафлопсных суперкомпьютеров на базе принципиально новых экзамасштабных технологий, позволяющих достигать удельной энергетической эффективности в 50 GFLOPS/Вт и кроме экзафлопсных суперкомпьютеров с сотнями стоек создавать также одноплатные суперкомпьютеры производительностью в десятки терафлопс и одностоечные с производительностью в несколько петафлопс.

Нынешний период выполнения экзафлопсных проектов обладает уникальной исторической особенностью — старые кремниевые КМОП-технологии используются на пределе своих возможностей, а новые только появляются: быстрая сверхпроводниковая одноквантовая логика (RSFQ), квантовые клеточные автоматы (QCA), реверсивные компьютеры, квантовые компьютеры общего типа, специализированные квантовые компьютеры аналогового типа. В США и ряде других стран сегодня ведутся масштабные работы федерального уровня по предельной оптимизации существующих КМОП-технологий и созданию перспективной элементно-конструкторской базы постмуровской эры, предназначенной для создания суперкомпьютеров следующих по производительности уровней зетта и йотта. Опробование данной базы предполагается и в рамках экзафлопсных проектов.

Новые направления по элементной базе исключительно важны, поскольку уже реально ощутимы принципиальные уровни ограничений производительности суперкомпьютеров («точка Стерлинга», 32–128 экзафлопс), связанные с физическим ограничением Ландауэра и требованиями по их надежной работе. Определенные надежды вселяет принцип Неймана – Ландауэра, устанавливающий связь логической и физической обратимости вычислений, на чем основывается понятие реверсивных компьютеров, которые в совокупности с принципами специализации и квантовых вычислений должны обеспечить рост производительности выше «точки Стерлинга» до зетта- и йоттафлопсного уровня.

Если в гражданском секторе появление эволюционного экзафлопсного суперкомпьютера, предназначенного для решения узкого круга задач, ожидается в 2018–2020 годах, а инновационного — после 2022 года (для широкого круга задач, критичных к энергопотреблению), то военные экзамасштабные суперкомпьютеры для решения задач с интенсивной нерегулярной работой с памятью ожидаются уже после 2017 года. Применение перспективной постмуровской элементной базы и соответствующих новых принципов построения суперкомпьютеров позволяет ожидать создания специализированных суперкомпьютеров следующих уровней производительности до середины следующего десятилетия.

В докладе рассмотрены различные направления работ по развитию суперкомпьютеров экзафлопсной производительности и описывается новый проект «НИИ “Квант”», ИПМ им. М. В. Келдыша

РАН по мультипроцессорному моделирующему стенду с ускорителями на ПЛИС, создаваемому для исследований в области экзамасштабных систем.

Реконфигурируемые вычислительные системы на основе полей ПЛИС и их применение для решения потоковых задач обработки информации и управления

Каляев И. А., Левин И. И., НИИ МВС

Экзафлопсные вычисления: модели, алгоритмы, программные комплексы **Четверушкин Б. Н., Якобовский М. В., ИПМ им. М. В. Келдыша РАН**

Создание методов, обеспечивающих эффективное использование современных систем производительностью в сотни и более TFLOPS для численного моделирования сложных физических процессов, сопряжено со значительными трудностями. Основой современного суперкомпьютерного парка являются вычислительные системы, оснащенные многоядерными процессорами и различными ускорителями (ПЛИС, GPU, Intel MIC и другими). Такие системы предъявляют особо жесткие требования к вычислительным алгоритмам, которые должны быть как можно проще и прозрачнее с логической точки зрения, но вместе с тем достаточно эффективны. Значительную проблему представляют вопросы создания программного обеспечения общего назначения. Отметим в этой связи необходимость разработки компиляторов, облегчающих перенос на новые архитектуры существующих прикладных программ; создания библиотек и средств обработки больших объемов сеточных данных, методов формирования геометрических моделей высокого качества, средств декомпозиции расчетных сеток; алгоритмов и библиотек балансировки загрузки процессоров; средств визуализации результатов крупномасштабных вычислительных экспериментов.

Перспективы развития аппаратных технологий и их применение в суперкомпьютерах экзафлопсного уровня

Слепухин А. Ф., «Т-Платформы»

Суперкомпьютерные технологии в промышленности. Опыт применения и актуальные задачи

Костюков В. Е., Соловьев В. П., Шагалиев Р. М., ИТМФ, «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

В 2010–2012 годы в рамках реализации проекта Комиссии при Президенте РФ по модернизации и технологическому развитию экономики России «Развитие суперкомпьютеров и грид-технологий», утвержденного Президентом Российской Федерации, в ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» созданы базовые компоненты отечественных суперкомпьютерных технологий и заложена основа для их внедрения в стратегические отрасли промышленности.

В докладе представлены основные результаты по проектированию и разработке базового ряда суперЭВМ и оснащению вычислительными ресурсами отечественных предприятий, по созданию отечественного программного обеспечения для имитационного моделирования на суперЭВМ, пилотных версий виртуальных моделей сложных технических систем авиастроения, атомной энергетики, автомобилестроения, ракетно-космической отрасли. Приводятся примеры решения практических задач указанных отраслей промышленности с использованием созданного программного обеспечения, планы и актуальные задачи по дальнейшему развитию и внедрению отечественных СКТ на ближнесрочную перспективу.

Путь к Exascale — опыт РСК по созданию масштабируемых суперкомпьютеров

Шмелев А. Б., исполнительный директор, группа компаний «РСК»

Сегодня критически важными технологиями для создания масштабируемых суперкомпьютеров являются: энергоэффективность, большая вычислительная плотность, высокая отказоустойчивость и масштабируемая производительность. В докладе представлен опыт специалистов РСК, разработавших и внедривших в целом ряде российских организаций (МЦК РАН, ЮУрГУ, МФТИ, Росгидромет и др.) передовые решения на базе инновационной архитектуры «РСК Торнадо» прямого жидкостного охлаждения стандартных и массово доступных электронных компонентов. Данная архитектура позволяет достигать рекордной на сегодняшний день энергоэффективности PUE = 1,057 за счет оптимизированного охлаждения и интеллектуального управления энергопитанием с расширенными возможностями мониторинга. Решениям от РСК принадлежит мировой рекорд по вычислительной плотности для архитектуры x86, составляющий сегодня 211 TFLOPS для стандартной стойки 42U.

Уже сейчас решения и реальный опыт в эксплуатации систем РСК позволяют говорить о достижимости производительности экзаскалярного уровня и возможности создания систем такого класса в недалеком будущем. Для обеспечения высокой отказоустойчивости в РСК используются лучшие в мире электронные компоненты, включая стандартные серверные платы Intel, старшие модели процессоров Intel Xeon E5-2697 v2 и сопроцессоров Intel Xeon Phi 7120X, диски Intel SSD, а также передовые технологии повышения надежности работы оборудования. В докладе проанализировано влияние понижения рабочей температуры на сокращение количества ошибок и сбоев в работе оборудования. В контексте достижения высокомасштабируемой производительности вычислительные узлы на базе архитектуры «РСК Торнадо» позволяют получить максимальную отдачу при минимальном количестве нагруженных ядер — например, за счет возможности постоянной работы встроенной в серверные процессоры Intel технологии Turbo Boost, обеспечивающей за счет эффективного жидкостного охлаждения дополнительный прирост производительности в 300 МГц на каждом ядре. Высокая пропускная способность в системах РСК достигается за счет использования лучших в индустрии коммуникационных интерфейсов (например, Infiniband FDR), а гибкость решения обеспечивается благодаря предоставлению пользователям различных опций подключения внешних карт расширения (56+100 Гбит/узел Infiniband) в комплексе с выделенными сетями мониторинга и другими инновационными функциональными возможностями.

Микропроцессоры с высокой скоростью исполнения однопоточных приложений

Ким А. К., Волконский В. Ю., Груздов Ф. А., Нейман-заде Мурад Искендероглы, Семенихин С. В., Слесарев М. В., ИНЭУМ им. И. С. Брука, Москва

Многие современные суперкомпьютеры включают в свой состав специализированные ускорители на базе простых процессорных ядер, однако использование таких архитектур требует скрупулезной работы по распараллеливанию задач, что не всегда возможно, особенно когда речь идет об эффективном использовании большого числа ядер для одной задачи. В докладе рассматривается архитектура микропроцессора с высокой производительностью для однопоточных приложений, достигаемой за счет получения значительного параллелизма на уровне операций одного процессорного ядра, эффективное использование которого не требует специальных усилий со стороны программистов. При этом процессор содержит несколько таких ядер, а система, базирующаяся на нем, является многопроцессорной. Но само процессорное ядро обеспечивает высокую логическую скорость, чтобы даже для многопоточных приложений не потерять производительность системы из-за медленной работы нераспараллеливаемых участков программы, которые согласно закону Амдала ограничивают рост параллелизма при увеличении числа параллельных ядер. В докладе рассматриваются основные методы повышения производительности процессорного ядра.

Архитектура потоковой вычислительной системы экзафлопсного уровня производительности

Стемковский А. Л., Климов А. В., Левченко Н. Н., Окунев А. С., ИППМ РАН

Сегодня ведутся поиски новых моделей вычислений для суперкомпьютеров транспетафлопсного уровня, причем признается, что придется программировать по-новому. Доклад посвящен архитектуре вычислителя, реализующего потоковую (dataflow) модель вычислений в парадигме «раздачи». Согласно такой парадигме, источник данных задает получателя, тогда как в более распространенной парадигме «сбора» происходит наоборот — получатель задает источник. Данная модель вычислений обладает рядом свойств, облегчающих написание распараллеливаемых программ с хорошей масштабируемостью. Однако для ее эффективной реализации требуется особая архитектура процессора с аппаратной поддержкой многих специфичных функций. В этой архитектуре находят естественное воплощение многие современные тенденции и решения, направленные на увеличение параллелизма и степени масштабируемости задач: поддержка мелкозернистости, мультитредовости, active messages, процессор в памяти, full-empty bits, decoupled access/execute, глобальная виртуальная память, ассоциативный кэш и т. п. Все это делает данную архитектуру конкурентоспособной для создания суперкомпьютера экзафлопсной производительности.

Графические процессоры в суперкомпьютерных системах

Корнеев В. В., Павлухин П. В., Шевченко И. В., ФГУП «НИИ «Квант»

На сегодняшний день в HPC-сегменте львиную долю занимают графические процессоры Nvidia с технологией CUDA, основанные на массивно-параллельных архитектурах. На некоторых классах задач с использованием таких ускорителей удастся добиться прироста производительности на один-два порядка по сравнению с традиционными архитектурами CPU, однако во многих задачах сложно добиться хорошей масштабируемости на мультипроцессорных системах, поскольку значительный вклад в общее время работы программы начинает вносить обмен данными между процессорами. Для улучшения производительности на таких системах возможно применение различных техник совмещения счета на GPU с двусторонней передачей данных CPU – GPU и с межузловыми обменами, которые и будут рассмотрены в докладе на примере разрабатываемого программного комплекса для решения задач газовой динамики.

Создание высокоэффективных приложений для GPU требует глубокого знания особенностей микроархитектуры, однако в доступной официальной документации не указаны многие важные характеристики (максимальное число поддерживаемых одновременных обращений в память, латентность кэшей L1, L2 и др.), что вынуждает разработчиков проводить специальные микротесты для исследования внутреннего устройства графических ускорителей, результаты проведения которых будут представлены в докладе.

GPU — будущее гибридных вычислительных систем

Джораев А. Р., NVIDIA

Решения Intel: нуть к Exascale

Местер Н. С., Intel

На пути к созданию отечественного суперкомпьютера субэкзафлопсной производительности

Симонов А. С., Изгалин С. П., Слущкин А. И., Леонова А. Е., Фролов А. С., ОАО «НИЦЭВТ»

Создание перспективных суперкомпьютеров субэкзафлопсного уровня производительности является приоритетной государственной задачей. Такие системы позволят на качественно новом уровне решать задачи ситуационного анализа с использованием технологий извлечения знаний из большого набора неструктурированных данных, комплексного моделирования (виртуального прототипирования) создаваемых высокотехнологичных изделий и др. Однако уже сегодня очевидно, что использование при создании таких суперкомпьютеров существующих апробированных технологий не приведет к получению приемлемых значений показателей масштабируемости производительности и энергоэффективности. Требуется существенные изменения в архитектуре аппаратного и программного обеспечения.

В докладе представлены результаты деятельности ОАО «НИЦЭВТ» в области суперкомпьютерных технологий и видение специалистов по перспективным разработкам отечественных суперкомпьютеров субэкзафлопсного уровня производительности. Особое внимание уделено архитектурным свойствам и роли интерконнекта в достижении высокой масштабируемости производительности и энергоэффективности.

Особенности применения графических процессоров для ускорения параллельных вычислений

Щекалев А. С., старший разработчик, Yandex

Развитие вычислительной техники привело к появлению таких специализированных вычислительных устройств, как графические процессоры. Изначальной целью таких устройств было ускорение визуализации графики, но со временем появились различные технологии, позволяющие использовать графические процессоры для вычислений общего назначения. Современные видеокарты за счет конструктивных особенностей способны производить элементарные вычисления значительно быстрее обычных центральных процессоров. С этой точки зрения применение графических процессоров для высокопроизводительных вычислений выглядит очень перспективно. В докладе рассматривается архитектура современных графических процессоров, дается обзор существующих технологий и особенностей их применения для высокопараллельных вычислений. Представляются результаты использования кластера, основанного на видеокартах, для решения задач машинного обучения.

Системное ПО суперкомпьютеров: проблемы и перспективы

Аветисян А. И., Кошелев В. К., Кудрявцев А. О., ИСП РАН

Все современные суперкомпьютеры — системы с распределенной памятью, содержащие сотни тысяч ядер традиционной архитектуры и/или миллионы ядер ускорителей вычислений. Масштабируемость таких систем обеспечивается как на уровне аппаратуры, так и на уровне системного ПО (ОС, среды времени выполнения, средств разработки). В докладе дается обзор текущего состояния, проблем и перспектив развития системного ПО перспективных эксафлопсных систем.

Элементы программирования параллельных экзафлопсных систем **Штейнберг Б. Я., Южный федеральный университет**

Быстродействие суперкомпьютеров зависит как от количества вычислительных устройств (ядер), так и от структуры памяти, а поскольку выполнение арифметических операций над вещественными числами может осуществляться на порядки быстрее подготовки операндов, то эффективный алгоритм должен обладать высокой степенью локализации данных — с относительно небольшим количеством расположенных в одном модуле памяти данных должно выполняться много операций. Для суперкомпьютерных систем с иерархией памяти этот принцип локализации должен соблюдаться на каждом уровне иерархии. Это хорошо иллюстрируется быстрым алгоритмом OpenBLAS перемножения матриц, но для эффективного решения той же задачи на кластере количество уровней локализации должно быть еще больше.

Локализация данных для матричных задач, как правило, сводится к переходу к блочным алгоритмам. Для задачи сортировки слиянием принцип локализации приведет к процедуре одновременного слияния многих последовательностей (а не двух). Автоматическое распараллеливание блочного кода приводит к задачам построения графа информационных связей между блоками. Для разных задач оптимальные коммуникации между вычислительными элементами могут быть различными и оптимальное распределение площади одного кристалла между памятью и вычислительными элементами тоже может быть различным. По этой причине, чтобы эффективность суперкомпьютера была высокой для сколько-нибудь широкого класса задач, его архитектура должна быть программируема.

Доклад посвящен изложению результатов работ по автоматизации процессов создания программ с локализацией данных, по распараллеливанию блочных программ и по отображению программ на программируемые ускорители.



Семь дней из жизни суперкомпьютера

Воеводин В. В., Антонов А. С., Жуматий С. А., Никитенко Д. А., Стефанов К. С., НИВЦ МГУ

Сегодня активно обсуждается образ экзафлопсного компьютера, его основные параметры, базовая архитектура, делаются оценки числа ядер на кристалле и числа ядер на узле, указывается необходимый темп его работы с памятью, даются оценки размеров оперативной памяти на узел, активно дискутируются изменения стека программного обеспечения и многие другие компоненты программно-аппаратной среды. Вместе с тем успешная работа будущих суперкомпьютерных центров будет определяться не только этими характеристиками — появление систем экзафлопсной производительности на порядок увеличит число пользователей, поддержка эффективной работы которых потребует исключительно серьезного внимания. Значительно вырастет число компонентов установленного программного обеспечения, что потребует постоянного мониторинга их корректной работы. Увеличится число компонентов самого суперкомпьютера, что потребует пересмотреть сложившуюся технологию его техподдержки, обслуживания и сопровождения. Уже сейчас возникает множество вопросов, на первый взгляд выходящих за предмет научного исследования, но требующих обязательного решения, иначе будущие суперкомпьютерные центры и системы заведомо будут обречены на неэффективную работу. В докладе сообщается о подходах к решению и особенностях вопросов, возникающих в ежедневной практике сопровождения суперкомпьютерного комплекса Московского университета.

Символьные и квантовые вычисления в решении задачи выполнимости булевых формул

Гердт В. П., Лаборатория информационных технологий, Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна

В докладе представлены результаты по развитию и применению методов символьных и квантовых вычислений к решению задачи выполнимости булевых формул (SAT). Применение символьных алгебраических вычислений к таким задачам основано на представлении булевых функций в виде системы полиномов Жегалкина и приведении такой системы к канонической форме, которая дает немедленный ответ на вопрос о булевой выполнимости. Квантовый подход к решению этой задачи является одним из наиболее многообещающих подходов в области квантовых вычислений и их приложений, в частности, именно под этот подход настроены технологии, используемые канадской компанией D-Wave, презентации и публикации представителей которой вызывают противоречивые мнения специалистов.

Суперкомпьютеры в задачах молекулярной динамики и квантовой механики молекул

Кузьминский М. Б., Аникин Н. А., Институт органической химии РАН

В докладе дается краткий обзор применения высокопроизводительных вычислительных систем для решения задач квантовой химии и молекулярной динамики. Приведены примеры актуальности таких задач и показано, что возможно эффективное распараллеливание этих задач для определенных методов расчета и объектов исследования. В качестве суперкомпьютерных систем рассматриваются MPP-системы с собственными межсоединениями (IBM, Cray, Fujitsu) и наиболее распространенные в молекулярной динамике и квантовой химии кластеры на базе процессоров с архитектурой x86-64. В последнее время в качестве ускоряющих расчеты компонентов узлов MPP-систем применяются сопроцессоры, особенно графические (GPU), например Fermi и Kepler от NVIDIA. В докладе рассмотрены и потенциально узкие места этих архитектур, которые могут возникать в случае обмена данными хост-GPU по трактам PCIe v.2.0. Такие GPU используются в предлагаемой работе создания нового квантохимического метода с аппроксимацией.

Встроенные многопоточковые приложения для защиты информации

Заборовский В. С., Купреенко С. В., Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Задачи защиты требуют высокопроизводительных вычислений. В докладе рассматриваются особенности организации параллельных вычислительных процессов, использующих механизмы многопоточковой обработки данных. Для формализации модели вычислений предлагается использовать абстракцию «виртуальное соединение» для формирования характеристической функции доступа к информационным ресурсам. Для вычисления этой функции предложен алгоритм, включающий в себя стадии идентификации, буферизации и параллельной обработки данных с использованием высокопроизводительных многоядерных вычислительных систем. В рамках предложенного подхода появляется возможность локализации данных и контекста обрабатываемых виртуальных соединений. На примере межсетевого экрана, работающего в режиме скрытной фильтрации, показаны эффективность предложенных решений и возможность повышения производительности и снижения латентности обработки пакетного трафика в нагруженных высокоскоростных компьютерных сетях.

Подготовка специалистов для работы в параллельном мире

Воеводин В. В., МГУ им. М. В. Ломоносова, Гергель В. П., ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Попова Н. Н., МГУ им. М. В. Ломоносова

В докладе обсуждаются состояние и перспективы дальнейшего развития системы подготовки кадров, способных эффективно использовать современные высокопроизводительные системы. Основное внимание уделяется итогам выполнения проекта Комиссии при Президенте РФ по модернизации и технологическому развитию экономики России «Создание системы подготовки высококвалифицированных кадров в области суперкомпьютерных технологий и специализированного программного обеспечения» за 2010–2012 годы. Представляются основные задачи проекта и приводятся результаты их выполнения. Рассматриваются возможности расширения образовательных инициатив по внедрению параллельных технологий в школьное образование, систему переподготовки профессиональных кадров.

Международные рекомендации по разработке учебных планов в области суперкомпьютерных технологий

Гергель В. П., ННГУ

Решительный переход компьютерной индустрии на многоядерные «рельсы», когда в рамках единой суперкомпьютерной системы могут использоваться миллиарды вычислительных ядер, требует столь же радикальных перемен и в области программного обеспечения. Задействовать колоссальный вычислительный потенциал многопроцессорных многоядерных систем можно только при кардинальном «параллельном» обобщении традиционной (последовательной) технологии решения задач. Преодоление проблемы эффективного использования суперкомпьютерных систем и организации высокопроизводительных вычислений требует наличия новых знаний, владения новыми умениями и навыками, причем этими новыми знаниями и умениями должны обладать не только разработчики параллельных программ, но и все современные специалисты. Таким образом, чрезвычайно важной задачей на пути подготовки специалистов, успешно действующих в рамках многоядерного компьютерного мира, становится определение совокупного набора (свода) знаний и умений, которые должны быть отнесены к данной новой предметной области.

В докладе сопоставляются характеристики основных существующих сегодня российских и международных подходов по определению предметной области суперкомпьютерных технологий.

Облачная образовательная платформа «Персональный виртуальный компьютер»

Соколинский Л. Б., Шестаков А. Л., ЮУрГУ

Стратегией государственной политики в сфере образования до 2020 года определено, что необходимым условием формирования инновационной экономики является модернизация системы образования. Облачные хранилища данных и облачные вычисления представляют важное направление развития и модернизации современных методик обучения в учреждениях высшего профессионального образования. В докладе рассматривается новый методологический подход к организации обучения студентов с помощью виртуальных рабочих столов, работающих на базе высокопроизводительных вычислительных кластеров.



Программа МСКФ-2013

Москва, 23 октября 2013 года, «Экспоцентр на Красной Пресне»

8:45	9:15	<i>Регистрация участников</i>	
Пленарная секция			
9:15	9:45	Проекты экзафлопсных суперкомпьютеров за рубежом и в России, ограничения и перспективы роста	Горбунов В.С., Елизаров Г.С., к.физ.-мат.н., Эйс-монт Леонид Константинович, к.физ.-мат.н., НИИ «Квант»
9:45	10:05	Экзафлопсные вычисления: модели, алгоритмы, программные комплексы	Четверушкин Б.Н., академик РАН, Якобовский Михаил Владимирович, д.физ.-мат.н., ИПМ им. М.В. Келдыша РАН
10:05	10:25	Перспективы развития аппаратных технологий и их применение в суперкомпьютерах экзафлопсного уровня	Слепухин Андрей Феликсович, главный системный архитектор, «Т-Платформы»
10:25	10:50	Суперкомпьютерные технологии в промышленности: опыт и актуальные задачи	Костюков В.Е., д.т.н., Соловьев В.П., д.физ.-мат.н., Шагалиев Р.М., д.физ.-мат.н., Дерюгин Юрий Николаевич, д.физ.-мат.н., ИТМФ, «РФЯЦ-ВНИИЭФ»
10:50	11:10	Путь к Exascale – опыт РСК создания масштабируемых суперкомпьютеров	Московский Александр Александрович, к.хим.н., «РСК Технологии»
11:10	11:30	Высокопроизводительные микропроцессы выполнения однопоточных приложений	Ким А.К., к.т.н., Волконский Владимир Юрьевич, к.т.н., Груздов Федор Анатольевич, к.т.н., Нейман-заде Мурад Искендер-оглы, к.физ.-мат.н., Семенихин Сергей Владимирович, д.т.н., Слесарев Михаил Владимирович, ИНЭУМ имени И.С.Брука
11:35	11:55	Семь дней из жизни суперкомпьютера	Воеводин Владимир Валентинович, чл.-корр. РАН, Антонов А.С., к.физ.-мат.н., Жуматий С.А., к.физ.-мат.н., Никитенко Д.А., Стефанов К.С., к.физ.-мат.н., НИВЦ МГУ
11:55	12:15	<i>Кофе-брейк</i>	
Секция. Экзафлопсные архитектуры			
12:15	12:35	Архитектура потоковой вычислительной системы экзафлопсного уровня производительности	Стемпковский А.Л., академик РАН, Левченко Николай Николаевич, к.т.н., Окунев Анатолий Семенович, к.т.н., Климов Аркадий Валентинович, ИППМ РАН
12:35	12:55	Графические процессоры в суперкомпьютерных системах	Корнеев В.В., д.т.н., Павлухин Павел Викторович, Шевченко И.В., НИИ «Квант»
12:55	13:15	GPU - будущее гибридных вычислительных систем	Джораев Антон Романович, менеджер по профессиональным решениям, NVIDIA
13:15	13:35	Решения Intel: путь к Exascale	Местер Николай Сергеевич, менеджер по развитию корпоративных проектов, Intel
13:35	13:55	Особенности применения графических процессоров для ускорения параллельных вычислений	Щекалев Александр Сергеевич, старший разработчик, Yandex
13:55	14:15	На пути к созданию отечественного суперкомпьютера субэкзафлопсной производительности	Михеев В.А., к.т.н., Изгалин Сергей Петрович, к.т.н., Леонова А.Е., Фролов А.С., Симонов Алексей Сергеевич, к.т.н., Слуцкий А.И., к.т.н., «НИЦЭВТ»

14:15	14:35	Системное ПО для суперкомпьютеров: проблемы, решения, перспективы	Аветисян Арутюн Ишханович, д.физ.-мат.н., Кошелев Владимир Константинович, Кудрявцев Александр Олегович, ИСП РАН
14:35	14:55	Элементы программирования параллельных экзафлопсных систем	Штейнберг Борис Яковлевич, д.т.н., Гервич Л.Р., Юрушкин М.В., ЮФУ
14:55	15:15	<i>Кофе-брейк</i>	
Секция. Практика и кадры суперкомпьютерной индустрии			
15:15	15:35	Символьные и квантовые вычисления для решения задачи выполнимости булевых формул	Гердт Владимир Петрович, д.физ.-мат.н., ОИЯИ
15:35	15:55	Суперкомпьютеры для задач молекулярной динамики и квантовой механики молекул	Кузьминский Михаил Борисович, к.хим.н., ИОХ РАН
15:55	16:15	Встроенные многопоточковые приложения для защиты информации	Заборовский Владимир Сергеевич, д.т.н., Купренко Сергей Витальевич, СПбГТУ
16:15	16:35	Подготовка специалистов для работы в параллельном мире	Воеводин В.В., Гергель В.П., д.т.н., ННГУ им. Н.И. Лобачевского, Попова Нина Николаевна, к.физ.-мат.н., МГУ им. М.В.Ломоносова
16:35	16:55	Гетерогенные архитектуры: экосистема для CPU/GPU/DSP	Палташев Т.Т., д.т.н., Перминов Илья Валентинович, НИУ ИТМО (г.Санкт-Петербург)
16:55	17:15	Облачная образовательная платформа «Персональный виртуальный компьютер»	Соколинский Леонид Борисович, д.физ.-мат.н., Шестаков Александр Леонидович, д.т.н., ректор, ЮУрГУ
17:15	17:35	Высокопроизводительная защищенная среда облачных вычислений инженерных и научных расчетов	Заборовский В.С., д.т.н., Лукашин Алексей Андреевич, к.т.н., СПбГТУ (г.Санкт-Петербург)
Стендовые доклады			
12:00		Экзафлопсы против математического моделирования	Ильин Валерий Павлович, д.физ.-мат.н., Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН (г.Новосибирск)
		Двумерная виртуализация процессора: новый подход к повышению реальной эффективности суперкомпьютеров	Ефимов Андрей Игоревич, к.т.н., «Конструкторское бюро системного программирования» (г.Гомель, Беларусь)
		Платформа технологичной разработки математических моделей	Скопин Игорь Николаевич, к.физ.-мат.н., Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН (г.Новосибирск)
		Архитектурно-независимая разработка параллельных программ	Легалов Александр Иванович, д.т.н., Сибирский федеральный университет (г.Красноярск)
	17:45	Многоядерный тупик - есть ли решение?	Любченко Вячеслав Селиверстович, генеральный директор, Александровский завод «РАДИОПРИБОР» (г.Александров)
17:45	18:00	<i>Открытая дискуссия. Закрытие Форума</i>	

Экзафлопсы против математического моделирования

Ильин В. П., Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, г. Новосибирск

Двумерная виртуализация процессора: новый подход к повышению реальной эффективности суперкомпьютеров

Ефимов А. И., КБ системного программирования, г. Гомель, Беларусь

В докладе предложен ответ на выход ИТ-индустрии из спирали специализации, при которой высокопроизводительными считаются лишь вычисления, которые хорошо выполняются высокопроизводительными системами. Предложено решение по двумерной виртуализации процессоров на основе виртуалтрединговой метаархитектуры (ВТМА), вводящее в аппаратуру средства виртуализации активностей, ортогональные к средствам виртуализации памяти. Собирая вместе на одном кристалле виртуальную память и прямое аппаратное, тонко гранулированное, приоритетное мультипрограммирование, ВТМА позволяет устранить так называемый Силиконовый Занавес между инженерами и программистами и строить системы с высокой реальной производительностью. ВТМА упрощает как системное, так и прикладное программирование, исключая прерывания и инверсию приоритетов, позволяя строить широкомасштабируемые суперкомпьютеры, свободные как от известной стены памяти, так и от рассмотренной в докладе стены ввода-вывода. Для оценки суперкомпьютеров в докладе предложены технические решения: коэффициент полезного действия системы и метрика реальной производительности как скорости, с которой система способна обрабатывать все пространство своей памяти.

Гетерогенные архитектуры: экосистема для CPU/GPU/DSP

Палташев Т. Т., Перминов И. В., НИУ ИТМО, г. Санкт-Петербург

Использование графических акселераторов наряду с классическими процессорами на сегодняшний день является распространенной практикой в области параллельных вычислений. Подобные системы сочетают в себе вычислительные элементы различного типа и архитектуры — концепция Heterogeneous System Architecture (HSA) представляет собой архитектуру гетерогенных систем с общей когерентной памятью для разнородных вычислительных элементов. Свойство когерентности памяти означает, что различные процессоры видят консистентное состояние общей памяти, даже когда память может независимо обновляться любым из процессоров. Когерентность памяти давно воспринимается как нечто само собой разумеющееся для гомогенных многопроцессорных и многоядерных систем, однако для гетерогенных систем она еще в новинку. Поддержка когерентности представляет собой достаточно сложную задачу, однако способность процессоров различных типов (CPU, GPU, DSP) работать с одними и теми же данными в общей памяти позволяет избавиться от лишних операций копирования, повысить производительность и энергоэффективность. Приложения в среде HSA, работающие на CPU, могут выполнять отдельные задания на GPU/DSP с такой же легкостью, как и на CPU. Для этого приложению достаточно предоставить указатели на данные в общей памяти и обновить соответствующие очереди задач. При традиционном подходе приложение должно собрать все необходимые данные и выполнить операции ввода-вывода для перемещения этих данных на вычислительное устройство, а затем запустить вычислительный процесс. HSA позволяет разрабатывать приложения без вникания в специфику работы различных ускорителей и устройств целевой системы (GPU, DSP, видеокодеры/декодеры и прочие акселераторы).

Сегодня акселераторы GPU/DSP еще не обладают достаточной гибкостью для решения многих современных вычислительных задач — архитектура HSA предоставляет доступ к единому адресному пространству со стороны всех вычислительных устройств, механизм управления очередями задач на пользовательском уровне и переключение контекстов с возможностью вытеснения задач для всех типов вычислительных элементов.

Платформа для технологичной разработки математических моделей

Скопин И. Н., Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирский государственный университет

Математическое моделирование физических процессов и явлений как деятельность, специально организуемая для решения прикладных или исследовательских задач, нуждается в организационно-технологической поддержке. В качестве основы требуемой технологии целесообразно выбрать жизненный цикл разработки модели и проведения расчетов, этапы и работы которого конкретизируются для типов решаемых задач. В докладе представлены основные положения среды поддержки деятельности разработчика математических моделей.

Повышение эффективности деятельности разработчика связывается с предоставлением визуальных средств отслеживания работ, выполняемых при моделировании, с указанием вариантов этапных решений с условиями, когда тот или иной вариант предпочтителен, с показом связей между этапами, обусловленными зависимостями по данным и компонентам, подготавливаемым на одном этапе для использования в других. Все компоненты визуального представления проекта — блоки этапов и работ, связи передач результатов работ и данных между этапами — должны иметь реальные образы в автоматизируемой деятельности и ее атрибутах: текущий статус, требования к исполнителям, ссылки на документы и пр.

Средства поддержки могут повысить эффективность деятельности разработчика моделей только тогда, когда они представлены интегрированно, с предписаниями и регламентами действий, организующих последовательность действий, составляющих деятельность, то есть не просто как комплект инструментов, а в виде специальных фреймворков, предлагаемых для типовых задач. Набор таких фреймворков в совокупности с необходимыми при моделировании инструментами образует платформу, на базе которой организуются технологичная разработка моделей и проведение расчетов.

Принципиальным качеством такой платформы является ее расширяемость за счет внедрения не только фреймворков, но и новых методов, алгоритмов и программ, в частности, обладающих свойством масштабируемости, способных эффективно адаптироваться к современным и перспективным высокопроизводительным вычислительным системам. Необходима стандартизация расширяемости, чтобы позволить сделать платформу открытой для развития сторонними разработчиками.

Платформа технологичного моделирования предусматривается проектом Базовой Среды Моделирования БСМ, развиваемого в Институте вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, в качестве интегрирующей инструментальной системы, предназначенной для разработки моделей.

Архитектурно-независимая разработка параллельных программ

Легалов А. И., Матковский И. В., Васильев В. С., Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Разработка параллельных программ зачастую сильно зависит от особенностей используемых параллельных вычислительных систем (ПВС), постоянное изменение которых ведет к необходимости переписывать уже созданные программы, так как для достижения требуемой эффективности нужно учитывать дополнительно появившуюся специфику. Помимо этого, приходится практически заново проводить верификацию и отладку программ, изучать особенности новой системы. Возможность разрабатывать, отлаживать и выполнять параллельные программы без их привязки к конкретной архитектуре позволила бы повысить эффективность процесса разработки.

Для достижения этого необходимо изменить взгляд на процесс разработки параллельных программ, включая и модель параллельных вычислений, используемую в языковых и инструментальных средствах. Желательно, чтобы на начальном этапе создание программ не было непосредственно связано с особенностями ограниченных вычислительных ресурсов. Это касается как процессорных

узлов, так и памяти. Программист также не должен явно задавать управление вычислениями. Во многих прикладных областях достаточно задания только информационных связей между выполняемыми операциями и функциями. Для полученной таким образом программы можно провести верификацию, отладку и тестирование с применением соответствующих инструментальных средств. Отсутствие ресурсных зависимостей позволяет в большей степени упростить и формализовать эти процессы. Дальнейший перенос на реальную архитектуру может быть связан с ручным или полуавтоматическим преобразованием созданной программы за счет сжатия максимального параллелизма и приведения его к требуемой архитектуре ПВС. При этом один и тот же архитектурно-независимый параллельный код можно использовать как общую основу архитектурно-зависимых программ различных ПВС.

Исходя из этой базовой концепции, в докладе формулируются требования к модели параллельных вычислений, языковым и инструментальным средствам, подходам к тестированию, отладке, верификации и выполнению программ.

Многоядерный тупик: есть ли решение?

Любченко В. С., генеральный директор, Александровский завод «РАДИОПРИБОР», г. Александров

На текущий момент нет общепризнанной универсальной модели параллельных вычислений — многопоточные вычисления и концепция множественности ядер представляют собой лишь структурные модели паллиативного параллелизма. Фактически развитие параллельного программирования зашло в тупик. Один из подтверждающих примеров — многолетнее и безуспешное решение проблемы автоматического распараллеливания. Математическая модель с определением алгебры процессов — необходимое и обязательное условие превращения параллельного программирования из интуитивного процесса не только в технологию, но и в науку. В докладе предлагается параллельная модель на базе конечного автомата как модели процесса и сети автоматов как модели параллельных процессов. На примере простой задачи моделирования RS-триггера рассмотрен перечень вопросов и проблем, с которыми приходится сталкиваться при параллельном программировании. Формализация мира параллельных программных вычислений реальна, хотя, безусловно, есть и другие параллельные модели, но в них часто нет строгости математики, которая есть у автоматов. Технология автоматного программирования — достаточно известная и обсуждаемая тема в обычном программировании. И уже при современном уровне развития программирования и архитектур процессоров нет особых проблем для ее совершенствования и превращения в практически эффективную универсальную технологию проектирования программных систем параллельного типа. Выход из «многоядерного тупика» есть. Как минимум программную параллельную автоматную модель можно пощупать уже сейчас. Она не отрицает, а во многом упрощает и переводит уже нашедшую свое признание современную архитектуру процессоров на качественно новый — теоретически обоснованный параллельный уровень.

Высокопроизводительная защищенная среда облачных вычислений инженерных и научных расчетов

Заборовский В. С., Лукашин А. А., СПбГТУ, г. Санкт-Петербург

Рост сложности информационных систем и необходимость решения комплексных мультидисциплинарных задач, состоящих из комплекса расчетов, требуют создания новых программных и аппаратных решений, позволяющих предоставить наукоемкие вычисления в виде сервиса. В докладе предлагается сервисный подход к организации вычислительных систем и представляются результаты разработки облачной среды, объединяющей в единый вычислительный сервис НРС-ресурсы, виртуальные машины, реконфигурируемые ускорители и графические ускорители. Предлагается подход к построению технологических цепочек, объединяющих задачи из разных проблемных областей в единый комплекс для решения мультидисциплинарных задач.

Партнеры форума

«Т-Платформы» — международный разработчик суперкомпьютеров и поставщик полного спектра решений и услуг для высокопроизводительных вычислений. Компания «Т-Платформы» создана в 2002 году, ее центральный офис находится в Москве (Россия). «Т-Платформы» реализовала более 300 комплексных проектов, 6 из которых вошли в рейтинг Top-500 самых мощных суперкомпьютерных систем мира. Компания активно участвует в инициативах мирового HPC-сообщества и поставляет супер-компьютеры в ЕС. Подробнее: www.t-platforms.ru.

Группа компаний «РСК» — ведущий в России и СНГ разработчик и интегратор полного цикла суперкомпьютерных решений нового поколения на основе архитектур корпорации Intel и передового жидкостного охлаждения, а также целого ряда собственных ноу-хау. Существующий потенциал компании позволяет: создавать самые энергоэффективные решения с рекордным показателем эффективности использования электроэнергии (PUE), реализовать самую высокую вычислительную плотность в индустрии на базе стандартных процессоров архитектуры x86, использовать полностью «зеленый» дизайн, обеспечить высочайшую надежность решения, полную бесшумность работы вычислительных модулей, 100-процентную совместимость и гарантированную масштабируемость. При этом достигаются беспрецедентно низкая стоимость владения и невысокий уровень энергопотребления. Кроме того, специалисты РСК имеют опыт разработки и внедрения интегрированного программного стека решений для повышения эффективности работы и прикладного использования суперкомпьютерных комплексов: от системного ПО до вертикально ориентированных платформ на базе технологии облачных вычислений. РСК является партнером корпорации Intel по программе Intel® Technology Provider Program высшего уровня Platinum. Производительность и масштабируемость решений на базе архитектуры «РСК Торнадо» подтверждена сертификатом Intel® Cluster Ready. Дополнительную информацию можно найти на сайте: www.rscgroup.ru.

NVIDIA (NASDAQ: NVDA) находится на вершине науки и искусства визуальных вычислений с 1993 года. Технологии компании превращают мир изображений в мир интерактивных открытий для всех категорий пользователей — геймеров и ученых, дизайнеров и офисных сотрудников. Подробнее смотрите на сайтах www.nvidia.ru и <http://blogs.nvidia.com>.

Корпорация Intel — ведущий мировой производитель инновационных полупроводниковых компонентов — разрабатывает технологии, продукцию и инициативы, направленные на постоянное повышение качества жизни людей и совершенствование методов их работы. Дополнительную информацию о корпорации Intel можно найти на веб-сайте www.intel.ru/pressroom и на русскоязычном сервере www.intel.ru.

Информационные партнеры

Global CIO является организатором конкурса «Проект года» — уникального мероприятия, где решение о выборе победителя принимают именно ИТ-директора. Присоединяйтесь к ИТ-лидерам! Повышайте ваш профессиональный статус! Членство в сообществе Global CIO бесплатно.

Клуб ИТ-директоров — это уникальная независимая площадка для общения профессионалов в области управления ИТ, занимающих в компании должность ИТ-директора (CIO), руководителя ИТ-службы либо менеджера по совершенствованию бизнес-процессов компании. Подробнее: <http://2cio.ru/>.

Аналитический банковский журнал. Деловой журнал для всех, кто работает в банках, с банками и хочет знать больше о банках. Ведущие банкиры, регуляторы и эксперты делятся лучшими практиками работы банков и экономики в кризисные времена. Признан лучшим изданием о банковском рынке, выходит с 1995 года. Является популярным общеэкономическим изданием с акцентом на профессиональную аналитику. Журнал пользуется авторитетом и доверием у читателей. Подписку можно оформить: в любом почтовом отделении, с любого месяца в редакции, в агентствах альтернативной подписки. Подробнее: www.abajour.ru.

Tadviser — российское аналитическое агентство. С 2005 года специализируется на исследованиях различных сегментов рынка информационных технологий. Имеет обширный опыт подготовки аналитики в интересах заказчиков различных отраслей экономики. В течение многих лет Tadviser формирует уникальную базу проектов российских компаний из 37 отраслей по внедрению информационных систем различных поставщиков. Наши базы знаний покрывают всю цепочку от создания ИТ-решений до их внедрения предприятиями-заказчиками. Подробнее: www.TAdviser.ru.

ExpoMap.ru — информационный портал, посвященный выставкам, конференциям и конгресс-выставочному бизнесу. База данных ресурса содержит более 45 тысяч выставок, проходящих как в России и СНГ, так и по всему миру. Своим посетителям ExpoMap.ru предлагает удобный поиск и рубрикатор событий — по тематикам, странам, городам и другим критериям, а также личные кабинеты, всевозможные выставочные сервисы, онлайн-консультации, свежие новости и статьи из мира выставок. Подробнее: www.expomap.ru.

Отпечатано в типографии
ЗАО "Новые печатные технологии"
тел.: + 7 (495) 223-92-00
info@web2book.ru, www.web2book.ru