

Грид-технологии и суперкомпьютерный инжиниринг



13 Грид-технологии и суперкомпьютерный инжиниринг

Системы компьютерного инженерного проектирования, ориентированные на разработку сложных технологических процессов, конструкций и материалов, являются сегодня одним из ключевых факторов обеспечения конкурентоспособности любого высокотехнологичного производства. Использование подобных систем дает возможность проводить виртуальные эксперименты, которые в реальности выполнить затруднительно или просто невозможно. Это позволяет значительно повысить точность анализа вариантов проектных решений и в десятки раз сократить путь от генерации идеи до ее воплощения в реальном промышленном производстве. Концепция "облачных вычислений" здесь оказывается исключительно полезной.

АВТОРЫ:

Г.И. Радченко — начальник отдела системного программного обеспечения Суперкомпьютерного центра Южно-Уральского государственного университета, канд. физ.-мат. наук,
e-mail: gleb.radchenko@gmail.com

Л.Б. Соколинский — заведующий кафедрой системного программирования Южно-Уральского государственного университета, докт. физ.-мат. наук, профессор, м
e-mail: sokolinsky@acm.org

Компьютерные инфраструктуры, основанные на концепции облачных вычислений, получают сегодня все большее распространение в самых различных областях. Облачные вычисления (cloud computing) — технология распределенных вычислений, в которой компьютерные ресурсы и мощности предоставляются пользователю как интернет-сервис. В этой статье описывается применение концепции облачных вычислений для создания высокоуровневых сервисов суперкомпьютерного инженерного моделирования в виде распределенных виртуальных испытательных стендов (PaBИС).

В соответствии с концепцией облачных вычислений, все, что нужно пользователю для решения его задачи, — это компьютер-клиент, на котором установлен интернет-обозреватель. Все остальное спрятано в облаке (рис. 1). Под облаком подразумевается не сам Интернет, а весь тот набор аппаратного и программного обеспечения, который обеспечивает решение его задачи. При этом пользователю не требуется никаких особых знаний об инфраструктуре облака или навыков управления облачными технологиями. Привлекательность облачных вычислений заключается в том, что пользователю нет необходимости обладать высокопроизводительной техникой и сложным программным обеспечением, ему достаточно обратиться через Интернет к соответствующему провайдеру и попросту оплатить услугу.

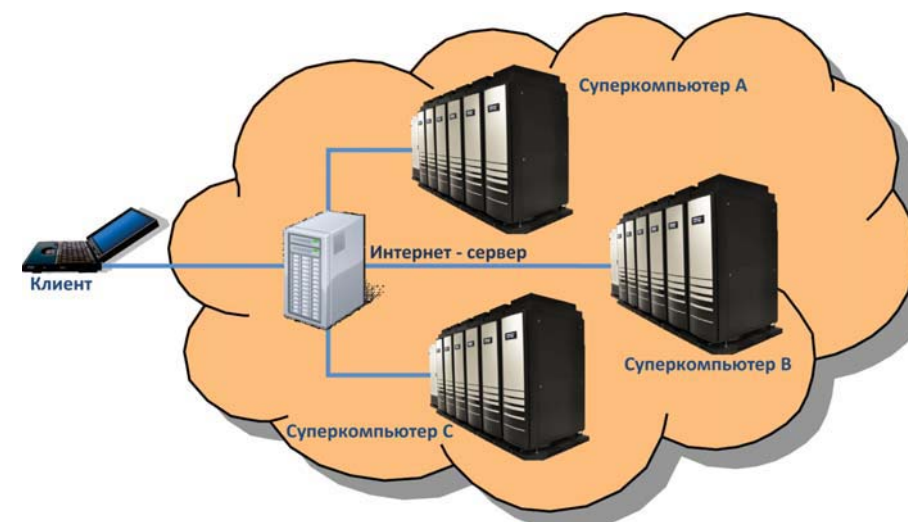


Рис. 1.
Облачные вычисления

Концепция облачных вычислений может быть эффективно применена для решения задач инженерного проектирования и анализа, требующих использования сложного программного обеспечения высокопроизводительных вычислений. Системы компьютерного инженерного проектирования (CAE Computer Aided Engineering), ориентированные на разработку сложных технологических процессов, конструкций и материалов, являются сегодня одним из ключевых факторов обеспечения конкурентоспособности любого высокотехнологического производства. Использование таких систем дает возможность проводить виртуальные эксперименты, которые в реальности выполнить затруднительно или невозможно. Это позволяет значительно повысить точность анализа вариантов проектных решений и в десятки раз сократить путь от генерации идеи до ее воплощения в реальном промышленном производстве.

Точность результатов компьютерного моделирования во многом зависит от степени детализации сеток, используемых для проведения вычислительных экспериментов. На сегодняшний день размер сеток, используемых в задачах инженерного анализа, может составлять десятки миллионов элементов. В связи с этим постоянно возрастает вычислительная сложность задач и требуются значительные вычислительные ресурсы для выполнения инженерного моделирования. Решение этой проблемы заключается в использовании многопроцессорных систем. Но, к сожалению, на сегодняшний день существует множество факторов, препятствующих внедрению инженерного проектирования и анализа на основе суперкомпьютерных мощностей на предприятиях. К таким факторам относится недостаточная квалификация инженерных кадров на предприятиях в области использования суперкомпьютерных систем, высокие затраты на обеспечение суперкомпьютерной инфраструктуры на предприятии (необходимо подготовить помещение для суперкомпьютера, подготовить персонал для поддержки и администрирования, приобрести аппаратное и программное обеспечение и т.п.). По этой причине руководители предприятий часто ставят под сомнение целесообразность внедрения систем инженерного проектирования в заводских лабораториях.

Рациональной альтернативой созданию собственного суперкомпьютерного центра является аренда вычислительных и программных ресурсов в виде интернет-сервисов у центров коллективного пользования, функционирующих при крупных университетах, академических институтах и других организациях. В Южно-Уральском государственном университете разработана технология создания таких интернет-сервисов инженерного проектирования и анализа в виде Распределенных Виртуальных Испытательных стендов (PaBИС). Основным смыслом PaBИС состоит в том, чтобы дать пользователю проводить инженерное моделирование сложных

физических процессов средствами, предоставляемыми современными инженерными системами компьютерного моделирования на удаленных суперкомпьютерных ресурсах на базе концепции облачных вычислений.

В рамках PaBИС инженеру предоставляется проблемноориентированный сервис, обеспечивающий решение определенного класса задач, необходимых конкретному пользователю. Для постановки задачи инженерного моделирования посредством PaBИС инженеру необходимо:

- зарегистрироваться на веб-портале, предоставляющем PaBИС;
- зайти в личный кабинет и выбрать интересующий PaBИС;
- в появившемся пользовательском интерфейсе указать значения параметров эксперимента и запустить процесс решения задачи.

PaBИС автоматически получит и обработает введенные пользователем данные; сформирует план решения задачи; найдет в сети вычислительные ресурсы, необходимые для решения поставленной задачи; осуществит постановку задачи и получение результатов решения. В ходе решения задачи инженеру предоставляется вся интересующая его информация о процессе решения, а также промежуточные результаты расчетов.

После того как процесс решения задачи завершен, инженер может загрузить результаты решения (массивы данных, графики, изображения и видео-файлы) на свой компьютер для дальнейшего анализа.

Для автоматизации процесса создания и использования PaBИС была разработана технология CAEBeans. Технология CAEBeans определяет архитектуру PaBИС, основные роли членов команды разработчиков и пользователей PaBИС а также комплекс программных средств, обеспечивающих разработку и исполнение PaBИС. В состав программного комплекса «Система CAEBeans» входят следующие программные компоненты:

- CAEBeans Constructor — интегрированная среда разработки проблемноориентированных оболочек для грид;
- CAEBeans Portal — это веб-приложение, обеспечивающее выбор, загрузку, запуск и получение результатов моделирования CAE-задач;
- CAEBeans Server — хранилище и интерпретатор CAE-проектов;
- CAEBeans Broker — автоматизированная система регистрации, анализа и предоставления CAE-ресурсов;
- CAE-ресурсы — грид-сервисы, обеспечивающие удаленную постановку и решение задач средствами некоторого инженерного пакета на базе конкретной вычислительной системы.

Технология создания PaBИС была успешно применена для решения боль-

шого круга инженерных задач. По заказу Челябинского трубопрокатного завода были разработаны РаВИС для моделирования воздействия деформирующих нагрузок на резьбовые соединения обсадных и насосно-компрессорных труб на базе пакета ANSYS Mechanical и РаВИС для моделирования процесса овализации труб при закалке на базе пакета DEFORM. Для предприятия, проектирующего бронезилеты, был разработан РаВИС, моделирующий удар пули в бронезилет, на базе пакета ANSYS Mechanical. Этот же пакет был использован в РаВИС, позволяющем исследовать воздействие сильных электрических полей на тело человека. На основе пакета ABAQUS был разработан РаВИС для расчета давления высотных зданий на грунт. Пакет CFX был использован как основа при создании РаВИС для исследования тонких турбулентных слоев в щелевых уплотнениях питательных насосов электрических станций. Опыт эксплуатации РаВИС показал, что применение описанной технологии позволяет в 2—3 раза повысить эффективность работы инженера-исследователя и оптимизировать загрузку мощных суперкомпьютерных центров.