

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СПУТНИКОВОГО ДОСТУПА К ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМ РЕСУРСАМ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

В.Н. Руденко, В.В. Фарапонов
Томский государственный университет

Рассматривается возможность использования высокопроизводительных вычислительных ресурсов Томского государственного университета для математического моделирования процессов при решении научных и прикладных задач по спутниковому каналу связи. Особое внимание уделено преимуществам при работе через Телепорт и оснащению кластера SKIF Cyberia программным обеспечением. Приведены примеры решения важных прикладных задач при использовании высокопроизводительных вычислительных ресурсов ТГУ.

STRUCTURE FUNCTIONAL MODEL OF SATELLITE ACCESS TO EFFICIENT RESOURCES OF TOMSK STATE UNIVERSITY

V. N. Rudenko, V.V. Faraponov
Tomsk State University, Tomsk

The article considers the opportunity of application of efficient computing resources of Tomsk state university for mathematical modeling of processes by solving the scientific and applied tasks by satellite link. The special attention we pay to advantages by teleport work and cluster SKIF Cyberia equipping with software support. There are some samples of solving some important applied tasks by using of efficient computing resources of TSU.

Эффективным методом решения проблем природного и техногенного происхождения, приводящих к возникновению различного рода кризисных и чрезвычайных ситуаций, в том числе имеющих негативные последствия и угрожающих жизни и здоровью человека, является математическое моделирование вышеуказанных процессов с использованием высокопроизводительных ресурсов кластера Томского государственного университета SKIF Cyberia. Высокопроизводительные вычислительные системы являются необходимой частью современного научного и образовательного центра. Суперкомпьютер – это инструмент, без которого фундаментальные и прикладные исследования во многих областях физики, химии, математики, биоинженерии сегодня либо не представляются возможными, либо затягиваются на долгие месяцы, а то и годы. Решения многих прикладных задач непосредственно связаны с прогнозированием развития кризисных и чрезвычайных ситуаций. Например, моделирование течения в магистральных трубопроводах, в том числе анализ процесса развития аварий; моделирование утечки газа на компрессорных станциях, из подземных газохранилищ и пр.; расчет ветровых нагрузок на гидротехнические объекты; обеспече-

ние безопасности использования вертолетной техники; моделирование разлива нефти по поверхности воды; моделирование пожара на нефте- и газохранилищах; исследование распространения факельных газовых выбросов в атмосфере; напряженно-деформированное состояние конструкции; динамическое поведение емкости с жидкостью при сейсмическом возбуждении; моделирование вибропрочностных и акустических испытаний; поля температур в трубах и резервуарах; нестационарные тепловые процессы при внезапном нагреве (охлаждении) и др.

Наряду с высокими требованиями к вычислительным ресурсам самого кластера, необходимым условием работы системы является наличие высокоскоростных каналов связи, позволяющих оперативно доставлять исходные параметры рассчитываемого процесса, поступающих из центров мониторинга или центров коллективного пользования, географическое расположение которых, как правило, удалено от кластера, в том числе и от «блага» цивилизации. Следует учитывать, что исходная информация и результаты вычислений могут передаваться в реальном времени, иметь большие объемы и различные форматы (звук, видео и т.д.).

Стремительное развитие цифровых телекоммуникационных сетей в России за последнее десятилетие охватило информационными потоками почти все ее население. Но, несмотря на кажущуюся доступность, существует ряд проблем, связанных с использованием наземных сетей связи для осуществления высокоскоростного доступа к ресурсам СКИФ Cyberia.

Основным препятствием является российская телекоммуникационная структура, децентрализованно развивающаяся при различных географических и экономических условиях регионов. Это приводит к наличию большого количества операторов связи, использующих сетевое оборудование с различной пропускной способностью и не успевающих за стремительным ростом числа пользователей Интернет, а следовательно, допускающих загрузку своих сетей до 100%. Использование неоднородных сетей будет приводить к задержке или рассогласованию доставки данных, в худшем случае к их потере.

Оптимальным режимом работы в сетях передачи данных является выделение каналов связи для доступа к высокопроизводительным ресурсам кластера СКИФ Cyberia, при котором на определенное время устанавливается требуемая пропускная способность сети для одного или группы пользователей. Физическая возможность выделения наземных каналов связи имеется, но этот процесс также связан с трудностями взаимодействия провайдеров многих сетей. Также следует учитывать, что процесс выделения каналов в наземных линиях связи занимает много времени и является довольно дорогой услугой.

Наиболее адаптированными к требованиям доступа к высокопроизводительным ресурсам являются спутниковые технологии, которыми располагает Томский межрегиональный центр спутникового доступа (далее – Томский телепорт) Томского государственного университета. Спутниковое оборудование позволяет в сжатые сроки и за сравнительно небольшие средства развернуть корпоративную информационную сеть для решения любых узконаправленных задач, а также предоставить полный перечень мультисервисных широкополосных услуг всем пользователям сети, независимо от их географического положения в зоне луча спутника Ямал-200, т.е. практически на всей территории РФ.

В настоящее время в России высока востребованность спутниковых технологий, что

определяется тенденциями развития государственных, корпоративных и частных сетей связи. Ожидается, что к концу 2008 г. в РФ на долю широкополосных услуг связи будет приходиться около 30% общего объема передаваемых данных. Большинство корпораций стремятся унифицировать качество услуг, получаемых от операторов связи, и делают выбор в пользу одного-двух партнеров глобального уровня, которые готовы предоставлять услуги на всех рынках, где присутствует та или иная корпорация.

Кроме того, спутниковая связь – это решение проблемы «последней мили», которое может быть массово и в течение считанных дней реализовано в любой точке страны. При этом используется преимущество спутника как вещательной платформы, что имеет большое значение для корпоративных клиентов, которым важно при минимальных затратах обеспечить видеоконференцсвязь и многоадресную передачу различных данных и контента [1].

Аппаратно-программная платформа Томского телепорта имеет встроенную систему безопасности, осуществляющую защиту данных от несанкционированного доступа, передаваемых в пределах спутниковой сети, используя многоступенчатую систему кодирования каждой Интернет/Интранет сессии с помощью уникального ключа сессии. Каждый терминал абонентского оборудования имеет уникальный идентификатор завода-изготовителя, с помощью которого он допускается к работе в сети. После ввода терминала в сеть на терминал передаются отдельные программные ключи для каждой многоадресной или одноадресной сессии. В результате данный терминал получает только адресованную ему информацию о ключах (в зашифрованном виде) и, таким образом, способен расшифровывать и принимать только те данные, которые предназначены именно этому терминалу.

Информационная сеть с предоставлением полного набора сетевых услуг – «мультисервисная сеть», является единой коммуникационной инфраструктурой, способной работать с разнородным трафиком: телефонией (включая IP), высокоскоростным доступом в Интернет (в том числе IP-телевидением, рассылкой файлов, IP-видео и др.), обменом данными между локальными сетями, теле- и радиовещанием. Это дает возможность уменьшить количество типов оборудования и применять одни и те же стандарты, организовать эффективное управле-

ние трафиком и существенно снизить расходы на эксплуатацию сетевого оборудования. В свою очередь, универсальность и модульность такой информационной сети позволяют сформировать для пользователей любой требуемый набор услуг.

Корпоративная информационная сеть связи позволяет создать прозрачную и производительную информационную инфраструктуру, соединяющую корпоративных пользователей в единое информационное пространство, обеспечивающее им унифицированный доступ к любым данным и приложениям с гарантированным качеством обслуживания. Из-за разнородного трафика различных услуг гарантированное качество обслуживания абонентов обеспечивается не наращиванием пропускной способности сети (что в ряде случаев просто невозможно), а с помощью интеллектуальной системы управления сетью [2].

При организации корпоративных информационных сетей, применяя в качестве транспортных каналов спутниковую связь, достигаются следующие преимущества.

Более быстрое предоставление услуг: с момента возникновения необходимости в связи спутниковая сеть (антенна, модем и кабельная сеть) развертывается быстрее, чем наземная оптоволоконная сеть (несколько недель против месяцев), а дополнительная пропускная способность в спутниковой сети может быть получена практически сразу.

Лучшие характеристики сети: спутниковые соединения улучшают характеристики связи путем непосредственного подсоединения к телепорту сети Интернет без использования перегруженных местных линий связи и многочисленных изменений маршрута при передаче данных.

Меньшая стоимость сети: спутники позволяют доставить данные в обширные географические районы без преодоления препятствий в виде наземной инфраструктуры или географических преград, что определяет независимость стоимости связи от расстояния. Кроме того, пропускную способность спутниковых каналов легко подстраивать под реальную скорость передачи данных абонента, что позволяет платить за предоставление только необходимых ресурсов.

В настоящее время наиболее распространены две схемы построения корпоративных сетей: Star (звезда) и Mesh («каждый с каждым»). В сети Star, когда каждая станция соединена с центральной спутниковой станцией оператора связи, в отличие от сетей Mesh, управление сетью осуществляется оборудованием центральной станции. Это значительно снижает стоимость абонентских терминалов и максимально упрощает их обслуживание. В нашем случае основное направление потоков информации осуществляется между центром высокопроизводительных ресурсов ТГУ и удаленными пользователями, следовательно, для корпоративной сети доступа к кластеру ТГУ оптимальной является схема Star [3].

Основными периферийными элементами корпоративной сети являются автоматизированные рабочие места (АРМ) пользователей высокопроизводительных ресурсов, оснащенных необходимым коммуникационным спутниковым оборудованием и оборудованием с возможностью ввода-вывода информации на персональный компьютер, позволяющим принять данные и преобразовать их в IP-формат для дальнейшей пересылки по цифровым линиям связи.

В пределах одного учреждения АРМы объединяются в локальную сеть посредством маршрутизатора (сервера), позволяющего легко масштабировать локальную сеть, добавляя или исключая из сети АРМы, укомплектованные необходимым оборудованием для выполнения текущих задач. Сопряжение оборудования АРМов, локальной сети и спутниковых каналов связи осуществляется по протоколу TCP/IP Ethernet 10/100.

Головные научные или исследовательские учреждения, куда стекаются все информационные данные, должны иметь серверное оборудование для хранения и систематизации поступающей информации.

Центральным звеном сетевой инфраструктуры является центральная спутниковая станция связи (ЦССС) Томского телепорта, осуществляющая коммутацию и обработку цифровых потоков абонентских терминалов. ЦССС связана с наземной телекоммуникационной сетью Томского государственного университета TSUNet, построенной на основе

гигабитных волоконно-оптических линий связи и обеспечивающей высокоскоростной доступ к ресурсам кластера СКИФ Cyberia.

В настоящее время на вычислительном кластере ТГУ СКИФ Cyberia установлены две операционные системы Novell Suse Linux Enterprise Server 10 (Linux-кластер) и Windows 2003 Server Cluster Edition (Windows-кластер). Доступ к кластеру осуществляется через FireWall Server на базе ОС Slackware Linux и межсетевое экран (МСЭ) iptables. Удаленный доступ к вычислительному кластеру ТГУ СКИФ Cyberia осуществляется по защищенному протоколу SSH (Secure Shell) версии 2 (для Linux-кластера) и по протоколу RDP (Remote Desktop Protocol) версии 5.1 (для Windows-кластера) [4]. Доступ может быть организован с любой рабочей станции, имеющей доступ в сеть Интернет. Передача файлов на сетевую систему хранения данных (NAS) осуществляется по протоколам SCP (Secure Copy Protocol) и SFTP (SSH File Transfer Protocol). На Linux-кластере для удаленного доступа используется пакет openssh версии 4.2 p1; для ограничения доступа по IP-адресу используется модуль ram_access.

Для выполнения фундаментальных и прикладных исследований применяется специализированное программное обеспечение: пакеты инженерных расчетов FLUENT и ANSYS, моделирующие системы для исследования климата и погоды MM5 и WRF, библиотеки для проведения параллельных вычислений ScaLapack, PETs, FFTW, MKL, SPRING. Кроме того, на кластере активно разрабатывается собственное оригинальное программное обеспечение.

Доступ к вычислительным ресурсам ТГУ для организаций осуществляется на договорной основе. В договоре указывается информация о проводимых расчетах и назначение потребляемых вычислительных ресурсов, необходимое количество процессоров для проведения расчетов, необходимое процессорное время и режим его использования, требуемая оперативная память, требуемое место на файловом хранилище, список IP-адресов, с которых планируется доступ к кластеру, объем информации, планируемой к передаче на кластер и приемки с кластера через сеть.

Параллельные вычисления являются новым направлением вычислительной математики.

Томский госуниверситет более десяти лет проводит подготовку специалистов в области параллельных вычислений, регулярно ведутся курсы повышения квалификации сотрудников. В октябре 2007 года в ТГУ прошла четвертая Сибирская школа-семинар по параллельным вычислениям [5]. Были заслушаны доклады, результаты большинства из которых получены с использованием вычислительных ресурсов ТГУ. В докладе И.М. Васенина и Б.Л. Петушкеева «Опыт применения параллельных вычислений к проблематике шахтной вентиляции» предложено решение мониторинга и прогноза газодинамической обстановки в горных выработках. Представленная модель может быть использована для оперативного прогноза качества воздуха в выработках, поскольку ее применение обеспечивает высокую скорость получения результатов при достаточно хорошей точности предсказания. Значительный объем вычислительных ресурсов ТГУ используется для моделирования новых медицинских препаратов и наноматериалов. Интересные результаты получены С.Н.Кульковым, А.Ю.Смолиным, К.П.Зольниковым (ИФПМ СО РАН) при разработке научных основ кумулятивного синтеза новых наноструктурных соединений и покрытий методом встречных пучков и мишеней, Б.В.Шиловым (СГМУ) в поиске новых лекарственных препаратов.

Таким образом, суперкомпьютер СКИФ Cyberia и Телепорт являются единым аппаратно-программным комплексом с удаленным доступом, обеспечивающим выполнение научных исследований на расстоянии с использованием дистанционных технологий и позволяющим эффективно решать научно-технические задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ланин К.В. Мы предоставляем комплексные решения, которые заключаются в синергии систем спутниковой и наземной связи // Connect! Мир Связи. 2006. № 8. С. 42–43.
2. Подъездков Ю. Корпоративные спутниковые информационные сети // Connect! Мир Связи. 200. № 8. С. 18–20.
3. <http://cputech.ru/content/view/468/34/>
4. Воеводин Вл.В., Жуматий С.А. Вычислительное дело и кластерные системы. М.: Изд-во МГУ, 2007. 150 с.
5. Четвертая Сибирская школа-семинар по параллельным вычислениям: Сборник научных трудов. Томск: ТГУ, 2008. 244 с.