

Машина времени

На сегодняшний день высокоскоростной сетью Internet2 объединены без малого двести университетов и исследовательских центров США. Запущенный в 1996 году проект Internet2 сегодня - это существенно больше, чем просто праздник суперширокополосного сетевого доступа, обеспеченный двумя мощными оптоволоконными магистралями. Internet2 рассматривают как полигон, на котором создаются и обкатываются Интернет-приложения обозримого будущего: от дистанционных хирургических операций до общения с коллегами в виртуальном трехмерном мире.

Тед Хэнсс (Ted Hanss), занимающий пост директора Internet2 по разработке приложений, предлагает относиться к этой сети как к своего рода машине времени, в явном виде демонстрирующей, чем традиционный общедоступный Интернет будет лет через пять. Правда, большинство считает эту оценку временного интервала чересчур оптимистической. Хотя новейшие сетевые технологии, применяемые в Internet2, так или иначе уже представлены в коммерческой Сети, общее обновление инфраструктуры явно займет значительно больше времени. Особенно, когда речь идет о «последней миле», поскольку подавляющее большинство сетей все еще вынуждено опираться на обычное dial-up-соединение через телефонный модем, обеспечивающий известно какие скорости.

У истоков

Прежде чем переходить к впечатляющим характеристикам Internet2, нелишним будет обратиться к довольно короткой пока истории проекта. Возвращаясь в 1990-е годы, вспомним, что Интернет переживал тогда кризис среднего возраста. С подачи военных созданная поначалу как средство для помощи университетам в обмене исследовательскими данными, Сеть начала сгибаться под тяжестью коммерческого трафика. Постепенно научно-исследовательские центры утратили необходимую им «полосу пропускания» (bandwidth). Стало

ясно, что пора строить новую специализированную сеть, которая смогла бы поддерживать требовательные к пропускной способности приложения. Задавшись этой целью, в 1996 году несколько научно-исследовательских центров объединились для создания консорциума Internet2.

Поначалу предполагалось, что это будет сравнительно небольшая группа университетов и высокотехнологичных компаний, совместно работающих ради взаимовыгодных целей. Собственно, именно так поначалу и было, когда в 1997 году работу консорциума начинали 10 университетов, 11 корпораций и еще 6 некоммерческих организаций научно-образовательного профиля.

Примерно в то же самое время федеральное правительство США выступило с собственной аналогичной инициативой под названием NGI, или Интернет следующего поколения (Next Generation Internet). Этот проект ставил перед собой практически те же самые цели, что и Internet2, однако предназначался для использования государственными учреждениями, в частности, НАСА и Министерство обороны. С течением времени эти две сети стали структурами, имеющими не только схожие цели, но и в значительной мере общие ресурсы. Самое же главное различие между ними заключается в том, что создание Next Generation Internet полностью оплачивалось из бюджета деньгами налогоплательщиков, а Internet2 финансируется из частных фондов. Кроме того, проект NGI объявлен на сегодня закрытым, как выполнивший, в основном, поставленную перед ним задачу, а сеть Internet2, напротив, непрерывно расширяется и обретает новые перспективы. К началу нынешней осени членами проекта являлись уже 73 корпорации, 185 университетов и 39 некоммерческих структур.

Выгодно всем

Internet2 представляет собой открытый консорциум, и всякий новый участник, стремящийся к нему присоединиться, должен быть либо образовательным учреждением, либо частной фирмой, желающей пользоваться сетью для совместного сотрудничества и посильной поддержки в разработке новых приложений. Ежегодные расходы на проект для каждого из университетов

составляют примерно от 500 тысяч до 1 миллиона долларов, причем большинство этих денег уходит на модернизацию собственных сетей кампусов. Летом этого года консорциум объявил, что с июня членами Internet2 стали университеты во всех пятидесяти штатах страны. В течение же следующих нескольких лет к магистрале Internet2 планируется подсоединить тысячи начальных и средних школ, многие библиотеки и музеи.

Высокотехнологичным компаниям частного бизнеса, вроде IBM или Cisco Systems, ежегодное участие в проекте обходится, естественно, в значительно большее количество миллионов, нежели университетам. Как правило - это стоимость оборудования, которое безвозмездно передается в пользование образовательным учреждениям. Но взамен эти компании получают ценнейшую обратную связь от высококвалифицированных специалистов, принимающих участие в разработке новых продуктов. Например, Cisco Systems, которая интенсивно опирается на исследования в Internet2 при разработке следующего поколения сетевых маршрутизаторов, весьма прагматично комментирует свое участие в проекте: «Мы здесь вовсе не из альтруизма. Естественно, это кое во что нам обходится, но мы надеемся вернуть затраченные деньги, причем с лихвой, поскольку переводим эту технологию в продукты, которые люди заведомо пожелают купить».

Сеть, в которой летают

Главное особенность и преимущество второго Интернета - это, конечно же, его скорость. Сеть основана на двух высокоскоростных оптических магистралях: сверхвысокопроизводительной сетевой службе vBNS компании MCI Worldcom и собственной магистрали Abilene протяженностью более десяти тысяч миль, построенной специально для Internet2. Свое символическое название Abilene получила в честь старинной железнодорожной ветки в Канзасе, когда-то открывшей эру заселения американского Запада. Сейчас функционирование Abilene обеспечивает компания Qwest.

В сущности обе эти магистрали, vBNS и Abilene, аналогичны тем, что образуют костяк коммерческого Интернета, однако в Internet2 на всю огромную пропускную способность приходится не более трех миллионов пользователей, в то время как в общедоступной Сети количество подключенных обитателей составляет несколько сот миллионов. Кроме того, члены Internet2 могут наслаждаться гораздо более быстрым подсоединением к магистрали, что устраняет наиболее распространенную причину «тормозной» работы с Сетью. Примерно четверть всех членов консорциума подключена непосредственно к магистрали, а остальные три четверти подсоединяются через так называемые гигапопы (points of presence), точки доступа со скоростью 20 Гбит/с, расположенные в различных регионах страны.

Скорость подключения отдельно взятой машины может варьироваться достаточно широко. Для некоторых узлов она составляет 155 Мбит/с - примерно в сто раз больше, чем типичная скорость подключения к Интернету университетской лаборатории и почти в три тысячи раз быстрее, чем скорость dial-up-модема.

Впрочем, такая скорость подключения для большинства компьютеров является явно избыточной, поскольку для нужд высококачественных видеоконференций, к примеру, с головой хватает и 10-15 Мбит/с.

Но высокая пропускная способность - не единственный важнейший параметр Internet2, поскольку для разработчиков Сети крайне важно поддерживать и так называемые гарантии QoS (от Quality of Service - качество обслуживания), чтобы предотвратить потерю пакетов данных и предельно минимизировать задержки при передаче сигналов от машины к машине. Благодаря упрощенной конструкции сети имеется возможность для более эффективной пересылки данных с меньшим числом «скачков» с одного маршрутизатора на другой. Постоянно ищутся также пути для выделения особых приоритетов одним классам данных по сравнению с другими. Принципиально важно, чтобы видеопередача хирургической операции, к примеру, могла идти по сети без малейших задержек, за счет приложений, не столь чувствительных к срочности.

Еще одна ключевая для Internet2 технология - это многоадресное вещание (мультикастинг). При этом методе передачи один поток данных, к примеру, видеотрансляция, идет до некоторого узла единым массивом, а затем распадается на многочисленные копии, расходящиеся по адресатам. В нынешнем Интернете сервер-вещатель пока вынужден передавать отдельный поток данных для каждого адресата, что чрезвычайно перегружает имеющиеся сетевые ресурсы. Крупные компании, в том числе IBM и Microsoft, в своих внутренних сетях уже используют

мультикастинг для рассылки, однако для реализации этой технологии в крупномасштабных сетях предстоит решить еще очень много проблем.

Internet2 интенсивно используется для тестирования новой версии Интернет-протокола, известной как IPv6. Среди прочих преимуществ этого протокола - кардинальное увеличение количества возможных Интернет-адресов, что готовит почву для будущего тотального подключения к Сети бытовых устройств, от холодильников и люстр до автомобилей. Как известно, компания Sony объявила, что в обозримом будущем намерена выпускать чуть ли не всю свою технику с заранее «защитым» IP-адресом. Гиганты индустрии вроде Sony, а также многочисленные разработчики грядущих устройств с беспроводной связью активно лоббируют скорейшее внедрение IPv6. Но хотя новый протокол существенно проще и дешевле в обслуживании, для корректной работы с ним необходимо провести модернизацию всех маршрутизаторов и написать

соответствующее программное обеспечение, позволяющее воспользоваться потенциальными преимуществами 6-й версии. Пока же сайтам, работающим на основе IPv6, приходится устраивать для связи «туннели», упаковывая свои пакеты в формат ныне действующего протокола 4-й версии. А так как сети IPv4 по-прежнему продолжают расти с гигантской скоростью, переход к 6-й версии явно не будет простым и легким.

Погружение проходит нормально

Что же касается конкретных задач, решаемых с помощью Internet2, то большинство его наиболее продвинутых приложений в том или ином виде являются вариациями телеконференций. В конечном счете все сводится к тому, что люди смотрят в двумерный видеозащитный экран. Пусть большого размера и с картинкой высокой четкости, но в сущности это все тот же телевизор. Однако уже сейчас идет работа и над такими проектами, которые в будущем обещают иллюзию практически полного контакта собеседников, находящихся даже в разных концах континента. Наиболее амбициозный и, возможно, многообещающий из подобных проектов - это «Национальная инициатива телепогружения» (National Tele-Immersion Initiative). Четыре исследовательских центра в Нью-Йорке, Северной Каролине и Пенсильвании совместно разрабатывают технологию общения, реально воплощающую фантастические коммуникации из фильмов о будущем.

Пока что, правда, для «телевизора с погружением», где собеседника можно оглядеть со всех сторон и разве что не потрогать, требуется целая батарея из семи цифровых видеокамер, специальный шлем и поляризационные очки, а лишь один сеанс связи сразу пожирает 25% пропускной способности многогигабитной магистрали. Поэтому создатели технологии осторожно прогнозируют сроки ее реального внедрения лет эдак через десять. В сравнении с общими темпами развития Интернета, десять лет - это целая эпоха. Но разработчики уверены, что лежащие в основе их технологии идеи вполне способны привести

к недорогой и практичной в использовании аппаратуре, поскольку когда проект лишь начинался, для генерации изображений требовалась система SGI Reality ценой в два миллиона долларов, а сейчас с той же задачей справляются компьютеры ценой менее двадцати тысяч.

Смотреть, но не трогать!

Одно из важнейших преимуществ, которое Internet2 дает ученым-исследователям и образовательным учреждениям, - это непосредственный доступ к работе с дорогой и зачастую уникальной аппаратурой. Типичный пример - комплекс телескопов обсерватории Gemini на вершине горы Мауна Кеа, Гавайские острова. Известные астрономы, работающие в разных концах страны, получили возможность для самостоятельных работ с телескопами Gemini, находящимися от них за десятки тысяч километров. И если раньше весьма дорогостоящая командировка в уникальную обсерваторию могла полностью пойти насмарку из-за капризов погоды и плохой видимости, то теперь, наоборот, неожиданные ясные окна в периоды сезонного ненастья сразу открывают возможности для новых внеплановых исследований. С помощью Internet2 аппаратура Gemini сама извещает астрономов о благоприятных условиях для наблюдений, чем одновременно повышается эффективность использования телескопа и качество получаемых данных. Есть, правда, в этой работе один существенный нюанс. Стоимость телескопов обсерватории составляет около 185 миллионов долларов, и из соображений безопасности администрация не позволяет

дистанционно управлять их ориентацией. Поэтому параметры, необходимые для настройки телескопа астрономы должны сообщить сотрудникам обсерватории, которые и выполняют нацеливание.

Следует подчеркнуть, что практикуемый на горе Мауна Кеа подход «смотреть, но не трогать!» нехарактерен для Internet2. Наоборот, многочисленные и разнообразные приборы непосредственно подключены к сети и допускают дистанционное управление оператором, находящимся за многие сотни и тысячи километров. Типичные примеры - «наноманипулятор» в университете Северной Каролины для работы с биомолекулами или сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) в

Мичиганском университете. Доступ студентов к работе с такими приборами открывает редкие возможности для их обучения, а ограничения диктуются лишь расстояниями, на которых начинает сказываться конечная скорость передачи сигнала и появляются недопустимые задержки в манипуляциях пробниками аппаратуры.

Дети и соседи

Один из девяти СЭМ в мичиганской Лаборатории электронного микроручевого анализа подключен к Internet2 таким образом, что к нему имеют доступ даже ученики средних школ, подсоединяемых ныне к высокоскоростной магистрали. Делается это, естественно, не забавы ради. Обеспечивая детям возможности непосредственно наблюдать за работой ученых, демонстрируя возможности видеоконференций, дистанционного обучения и других широкополосных приложений, университеты надеются как можно раньше привлечь внимание подрастающего поколения к науке, ощутимо испытывающей ныне дефицит в свежих национальных кадрах.

Для подключения к магистрали Abilene американских школ и библиотек запущена специальная «инициатива K20» общенационального масштаба. Кроме того, постоянно предпринимаются шаги по выводу Internet2 за пределы страны, для чего заключены партнерские соглашения с тридцатью международными сетями. Наиболее тесные контакты, естественно, устанавливаются с географическими соседями. На севере Internet2 уже соединен с аналогичной высокоскоростной сетью Канады CANARIE, а на юге - с мексиканской научно-образовательной магистралью CUDI.

Однако проект K20 пока что пребывает в младенческом состоянии, поскольку лишь очень немногие американские школы имеют возможность подсоединиться к Abilene. В подавляющем большинстве регионов страны существующая инфраструктура

для этого пока что слишком слаба.

Кому и кризис нипочем

Практически для всех приложений, разрабатываемых в Internet2, принципиально важной является проблема «последней мили». Именно этот фактор является определяющим в прогнозировании сроков, когда подобные приложения станут доступными обычным людям. Даже в сытых и богатых США по сию пору около 95% пользователей подсоединяются к Интернету через 56-килобитный модем. А в Internet2 вполне обычным является подключение к сети на скорости 100 Мбит/с и более. По оценкам специалистов, для модернизации до подобного уровня существующей массовой инфраструктуры Интернета могут понадобиться десятилетия.

Поэтому создаваемые в Internet2 высокоскоростные приложения поначалу будут внедрять у себя лишь самые богатые компании и организации, имеющие средства для сверхширокополосных подсоединений к магистрали. Кроме того, намечены приоритетные области, для которых будут выделяться целевые субсидии. В первую очередь - это телемедицина, оборудование для которой уже планируется установить в ведущих региональных центрах здравоохранения. По мере удешевления стоимости полосы пропускания телемедицина должна распространиться по районным больницам вплоть до кабинетов врачей.

С наступлением кризиса в индустрии информационных технологий многие стали высказывать опасения, что развитие Internet2 непременно затормозится. Как ни странно, ничего подобного не произошло. Все ведущие компании, участвующие в проекте - Qwest Communications, Cisco Systems, Microsoft, Intel, Lucent Technologies - по-прежнему интенсивно поддерживают развитие сети. А в ходе конференции разработчиков, с которой начинался рассказ, компания Qwest объявила, что на следующие пять лет продлевает свою роль «смотрителя Abilene» и к октябрю 2003 года проведет очередную модернизацию магистрали, нарастив пропускную способность до 10 Гбит/с. Так что «машина времени», похоже, и дальше будет работать исправно.