

IP-ТЕЛЕФОНИЯ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ

А.С. ВЕЛИЧКО¹, Н.А. МАЛЕВИЧ²

¹-студентка 1 курса, факультета МЭО, группы УВЭД-1, Белорусского государственного экономического университета

²-научный руководитель, преподаватель кафедры информационных технологий Белорусского государственного экономического университета, Минск, 220672. Партизанский пр., 26, тел. (8017) 249-19-81.

Аннотация. На первый взгляд в передаче голоса через Интернет нет особых проблем. Присоединяем к компьютеру микрофон, оцифровываем звук, нарезаем его небольшими кусками, оформляем в IP-пакеты и отправляем их по Интернету. На другом конце содержимое пакетов склеиваем и воспроизводим через колонки или наушники, подключенные к звуковой карте. То же самое делаем с ответными репликами. Что ж, в теории все просто, но на практике возникает масса непредвиденных осложнений.

Ключевые слова. IP-телефония, телефонные разговоры, интернет-трафик, канал связи.

IP-телефония

На первый взгляд в передаче голоса через Интернет нет особых проблем. Присоединяем к компьютеру микрофон, оцифровываем звук, нарезаем его небольшими кусками, оформляем в IP-пакеты и отправляем их по Интернету. На другом конце содержимое пакетов склеиваем и воспроизводим через колонки или наушники, подключенные к звуковой карте. То же самое делаем с ответными репликами. Что ж, в теории все просто, но на практике возникает масса непредвиденных осложнений.

Сжатие

Первое из них не является, правда, особенно неожиданным. Давайте подсчитаем объем передаваемых данных. При частоте оцифровки 8 кГц и разрядности 8 бит получаем 64 Кбит/с. Именно этот подсчет определил пропускную способность каналов, заложенную в стандарт ISDN. На сегодня такой подход считается крайне расточительным, а каналами ISDN мало кто пользуется для обычных телефонных разговоров.

Прорыв наметился с появлением алгоритмов, позволяющих эффективно сжимать поток аудиоданных. По аналогии с модемами (модулятор-демодулятор) такие

программы стали называть кодеками (кодер-декодер). Широко распространенные алгоритмы сжатия (тот же MP3, к примеру) позволяют уплотнять аудиоинформацию в 10 и более раз. Подобно известному алгоритму JPEG в графике, кодеки осуществляют сжатие с потерями, но эти потери малозаметны для человека.

В основе таких алгоритмов обычно лежит преобразование Фурье (или его аналоги). Голос представляется как суперпозиция чистых тонов с различными амплитудами, затем частоты, амплитуды и фазы тонов, доминирующих на каждом временном отрезке, передаются адресату, а у него происходит восстановление сигнала, близкого к исходному. Конечно, звук при этом искажается, однако подбором параметров кодека можно добиться вполне удовлетворительного качества. Объем же передаваемых данных заметно уменьшается.

Современные кодеки, разработанные специально для задач IP-телефонии, используют гораздо более изощренные алгоритмы, основанные на изучении особенностей человеческого слуха и голоса, фонетики различных языков. С их помощью можно добиться приемлемого качества передачи голоса на скорости всего 2,4 Кбит/с. То есть по обычному модемному каналу 33,6 Кбит/с можно передавать сразу 14 (!) телефонных разговоров. Стоимость интернет-трафика оказывается просто

несопоставимо меньше стоимости телефонных разговоров, которые с его помощью можно передать. На этом-то различии и основывается главная бизнес-идея IP-телефонии. Именно эта несопоставимость позволяла мечтать о грядущих сверхприбылях в данном секторе высоких технологий. Однако от технической идеи до работающего бизнеса – долгий путь.

Прежде всего требовалось навести порядок в использовании кодеков. Ведь как бы хороши ни были патентованные алгоритмы, пока они не получают широкого распространения, пользы от них будет немного – абоненты с разными кодеками будут просто не в состоянии услышать друг друга. Разными фирмами было разработано множество несовместимых друг с другом кодеков. Одни стремились обеспечить максимальное качество звука, другие – увеличить степень сжатия, третьи – повысить устойчивость к сбоям. Относительный порядок стал устанавливаться только в 1996-1998 годах с принятием стандарта H.323, определяющего правила передачи мультимедийной информации по пакетным сетям.

Доставка

Именно здесь самое время поговорить о пакетной передаче данных. Протокол IP, лежащий в основе Интернета, как известно, не гарантирует доставку IP-пакетов от отправителя к получателю. При возникновении ошибки или задержки пакет-неудачник просто уничтожается без уведомления как отправителя, так и получателя. Кроме того, пакеты порой доставляются адресату разными маршрутами и в результате поступают к нему не в том порядке, в каком опраивались.

При передаче файлов за доставкой пакетов и их порядком следит вышестоящий протокол TCP. Однако использовать его для передачи голоса невозможно, поскольку, обнаружив нехватку пакета, TCP просто приостановит передачу данных и начнет выяснять отношения с отправителем. В разговоре возникнет перерыв, который для абонентов гораздо хуже безвозвратной потери 0,1 с звучания.

Таким образом, для нормальной передачи голоса через пакетную сеть необходим свой транспортный протокол (например,

RTP/RTCP – Real-time Transport [Control] Protocol или RTSP – Real-Time Streaming Protocol), сохраняющий работоспособность даже в условиях частичной потери передаваемой информации.

Если исходный звуковой поток будет просто «нарезан» на кусочки, скажем, по 0,1 с, то потери пакетов будут приводить к коротким «выпадениям» в разговоре. Перетерпеть их, конечно, можно, но все же они очень неприятны. Чтобы обойти эту проблему, информацию о каждом таком коротком интервале «размазывают» по нескольким соседним пакетам. В случае утраты одного или даже нескольких пакетов разрывов в передаваемой речи не возникнет, просто несколько снизится качество звукопередачи. Причем нередко это сказывается лишь на тембре голоса – появляется характерная «металличность», некое подобие голоса робота-киборга – но не мешает понимать произносимые слова. Здесь будет уместно привести аналогию с голограммой, где при частичном повреждении пластинки не пропадает часть изображения, как в фотографии, а просто уменьшается четкость и, возможно, угол обзора.

Задержки

Еще одна проблема связана со скоростью передачи пакетных данных. В традиционной телефонии скорость передачи сигнала от одного абонента к другому ограничена лишь скоростью света, и при длине экватора 40 тыс. км задержка сигнала редко превосходит 0,1 с. В случае IP-телефонии пакеты многократно маршрутизируются на транзитных узлах. Каждая такая маршрутизация «съедает» несколько десятков миллисекунд, и в результате задержка почти никогда не бывает меньше 100-200 мс. И это при стабильной скорости доставки.

Если же пакеты время от времени задерживаются в пути, кодеки будут увеличивать задержку до 300-500 мс, а то и больше, чтобы отстающие пакеты успевали добраться по назначению к моменту их очереди на воспроизведение. Задержка свыше 100 мс уже заметна для говорящих, а если она достигает полусекунды, то ощущается дискомфорт.

Причина задержек обычно кроется в перегрузке каналов связи или обслуживающих их маршрутизаторов. В Интернете нагрузка может меняться в широких пределах как из-за естественных ритмов жизни планеты – суточных, недельных, сезонных, – так и в результате непредвиденных событий – технических аварий, хакерских атак, ажиотажных нагрузок.

Если оператор IP-телефонии станет полагаться на использование для связи обычного интернет-трафика, обеспечиваемое им качество обслуживания будет напрямую зависеть от неподконтрольной ему погоды в Большом Интернете. Решить эту проблему можно, передавая телефонные разговоры между узлами пакетной телефонной сети по соединениям с гарантированным качеством обслуживания (QoS), например по каналам ISDN или Frame Relay. Кроме того, такие прямые каналы уменьшают общую задержку доставки пакетов за счет сокращения числа транзитных узлов, производящих маршрутизацию.

Конечно, каналы, обеспечивающие фиксированную пропускную способность, стоят дороже, чем обычное подключение к Интернету, но без их использования оператор IP-телефонии ничего не сможет гарантировать своим клиентам.

Эргономика

Итак, применение кодеков с высокой степенью сжатия, специальных протоколов и выделенных каналов связи обеспечивает достаточно качественную передачу голоса по пакетным сетям. Однако если абонентским устройством будет оставаться компьютер, вряд ли новую технологию ждет блестящее будущее.

И дело даже не в малой по сравнению с телефонами распространенности компьютеров. Просто по своим функциональным характеристикам даже самый мультимедийный компьютер пока остается менее удобным для голосового общения, чем обычный телефонный аппарат. Компьютер может подавать звуковые сигналы, воспроизводить музыку или аудиодорожку к принимаемому видеосигналу. Все эти аудиопотоки привычно слышать из колонок. В то же время мало кто чувствует себя комфортно,

пользуясь громкой связью при телефонных разговорах. Постоянное же ношение наушников мешает обычному общению, будь то в офисе или дома, за исключением ситуации, когда альтернативы просто не существует. Ничего удобнее телефонной трубки пока все-таки не придумано. А компьютер, приспособленный к использованию в качестве телефона, по удобству пока находится на уровне старинных аппаратов, состоявших из отдельных телефона и микрофона, держать которые приходилось в обеих руках. Хотя в последнее время и появляется огромное количество наушников со встроенными микрофонами.

Пока не решены эргономические проблемы и пока IP-телефония не добилась доминирующего положения в мире, интеграция с сетями традиционной телефонии будет оставаться для нее вопросом жизни и смерти. Интеграция эта должна обеспечивать не только преобразование цифрового сигнала в аналоговый и обратно, но и возможность передачи вызова с компьютера на телефонный аппарат, с телефонного аппарата на компьютер и, что самое важное, с одного телефонного аппарата на другой посредством пакетных сетей передачи данных.

Сигнализация

И вот пришло время сказать, наконец, о том, что собственно передача голоса – это хоть и главный, но далеко не единственный элемент современной телефонии. Не менее важна служба коммутации, осуществляющая автоматический вызов абонента по указанному телефонному номеру. Если в случае, когда компьютер связывается с компьютером, еще можно пользоваться для идентификации абонентов их IP-адресами, то при выходе в сети традиционной телефонии это исключено.

Пользователям телефонной связи видна только самая верхушка айсберга, называемого протоколами телефонной сигнализации. Именно так называются соглашения, регламентирующие, как телефонная сеть должна сообщать номер вызываемого абонента, как реагировать на прием звонка или на занятость линии, как

сообщать о запросах дополнительных сервисов.

Несмотря на почтенный, более чем столетний возраст традиционной телефонии, дело стандартизации и унификации в этой отрасли находится в далеко не блестящем состоянии. В разных странах и сетях для телефонной сигнализации используется по меньшей мере десятков различных стандартов. При передаче вызовов между узлами, входящими в разные телефонные сети, операторы IP-телефонии должны выполнять трансляцию принятых в этих сетях систем телефонной сигнализации. Эта работа обычно возлагается на специальное коммуникационное оборудование – шлюзы IP-телефонии, хотя, в принципе, на небольших узлах эти функции может выполнять обычный компьютер, оснащенный специальными телефонными платами.

Перспективы

Пожалуй, именно последняя группа проблем является на сегодня самым большим местом развивающейся IP-телефонии. Значительная часть затрат при создании нового узла идет на то, чтобы обеспечить его взаимодействие с традиционной телефонной сетью. Шлюзы стоят десятки тысяч долларов, а получение лицензий на обслуживание телефонных абонентов порой обходится еще дороже.

Нередко раздается критика в адрес группы стандартов H.323. Их считают компромиссом между традиционной телефонией и миром пакетных сетей, поскольку в их основе лежит попытка приспособить для целей IP-телефонии один из стандартов традиционной телефонной сигнализации (Q.931). Немного утрируя, можно сказать, что вместо создания самостоятельной сети IP-телефонии пакетная сеть используется для моделирования традиционной.

Один из путей, позволяющих на первое время почти полностью обойти эти самые неприятные проблемы, состоит в развитии офисных систем IP-телефонии. Если фирма

имеет развитую интернет-инфраструктуру, она может отказаться от использования традиционной телефонии для внутренней связи, а для внешней – пользоваться услугами одной из IP-телефонных компаний. Вряд ли такой переход оправдан сейчас для тех организаций, где внутренняя телефонная связь уже налажена. А вот новая фирма может попробовать сэкономить, и полностью положиться на единую пакетную сеть передачи данных, отказавшись от прокладки телефонных кабелей, установки мини-АТС.

Заключение

Как видите, получение прибыли (не говоря уже о чем-то «сверх») от использования технологий эффективного сжатия голосовой информации – не слишком простая задача. Однако в пользу этого направления говорит общая тенденция к конвергенции средств связи. Доля пакетного голосового трафика постоянно увеличивается. Возможно, будущий повсеместный переход к пакетной телефонии удастся отследить по изменению характера помех на линии подобно тому, как сейчас мы отмечаем переход телевидения на цифровые технологии по рассыпающимся на MPEG’овские квадратики лицам на экране.

Но скорее всего, большинство из нас вообще не заметят этого перехода, как не заметили случившегося лет двадцать назад перехода большинства магистральных телефонных каналов на цифровые технологии. Главное, чтобы гладкость этого перехода не замаскировала сопутствующего снижения расходов телефонных компаний и не лишила бы нас законной доли в снижении тарифов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Крэг Хантон. «IP-телефония – связь будущего».
2. Джон Ситенон. «Современная связь: проблемы и решения».
3. Энди Брутол. «Когда человечество перестанет дышать в трубку».
4. Майкл Дауман. «IP-телефония, что это такое».