**Вместо вступления…**

В последнее время наблюдается повышенный интерес к технологиям IP-телефонии, использование которой позволяет в значительной мере снизить стоимость телефонной связи. При этом становится возможным использование сети Интернет, что позволяет сразу достичь "глобальных масштабов", а необходимость прокладки магистральных коммуникаций попросту отпадает.

Целью данной статьи является поверхностное рассмотрение возможностей IP-телефонии, использующей протокол SIP, для ознакомления с общими принципами ее работы.

Протокол SIP (Session Initiat Protocol, протокол установки соединения) не является первопроходцем в области IP-телефонии. Протокол H.323 уже давно используется для целей IP-телефонии, однако изначально он не разрабатывался для IP-сетей, что снижает "оптимальность" их совместной работы. За годы работы с протоколом H.323 накоплен большой опыт использования, который позволил выявить как его положительные черты, так и недостатки, которые были учтены при разработке протокола SIP.

Протокол H.323 использует двоичный формат. Одним из следствий этого является необходимость стандартизации всех возможностей данного протокола, так как в случае если определенная возможность не поддерживается устройством, то такие устройства из-за двоичного формата не смогут работать друг с другом. SIP-протокол использует текстовый формат сообщений, если одному из устройств не знаком определенный тип сообщения или заголовка, то оно просто игнорируется (как и в HTTP, который по своему формату очень похож формат протокола SIP). К тому же сам протокол SIP значительно проще H.323.

**Возможности протокола SIP**

Основные преимущества протокола SIP:

1. Масштабируемость — возможность увеличения количества клиентов при расширении сети.

2. Мобильность — возможность получения сервиса вне зависимости от местоположения (как например электронная почта), а каждому пользователю выдается персональный идентификатор, по которому он может быть найден.

3. Расширяемость — возможность дополнения протокола новыми функциями (за счет введения новых заголовков и сообщений). Как уже говорилось выше, если устройству встречается неизвестное ему расширение протокола, оно попросту игнорируется. Так как протокол H.323 использует сообщения двоичного формата, то неизвестные функции могут привести к невозможности предоставления сервиса.

Протокол SIP разрабатывался с расчетом на возможность использования любых транспортов, но, тем не менее, наиболее предпочтительным является использование UDP-пакетов (это позволяет повысить производительность по сравнению с использованием протокола TCP, но требует использования дополнительных механизмов проверки доставки сигнальных сообщений).

Так как телефония с использованием протокола SIP позволяет использовать большое количество разнообразных сервисов (помимо передачи голоса, возможна передача видео, текстовых сообщений, факсов и др.), необходим механизм обмена информацией о том, какие сервисы может использовать вызываемая\вызывающая стороны. Для этой цели используется протокол SDP (Session Description Protocol) — протокол описания сессии. Данный протокол позволяет определить какие звуковые (видео и другие) кодеки и иные возможности может использовать удаленная сторона.

Собственно сама передача голоса осуществляется благодаря использованию протокола RTP (Real-time Transport Protocol, протокол транспортировки в реальном времени). Сам протокол SIP непосредственного участия в передаче голосовых, видео и других данных не принимает, он отвечает только за установление связи (по протоколам SDP, RTP и др.), поэтому под SIP-телефонией понимается не передача голоса по протоколу SIP, а передача голоса с использованием протокола SIP. Использование протокола SIP предоставляет новые возможности установления соединений (а также возможность беспроблемного расширения данных возможностей), а не непосредственной передачи голосового и других видов трафика.

Формат адресов используемых протоколом SIP напоминает формат E-Mail-адреса: имя@идентификатор\_хоста. В начале адреса ствится приставка "sip:" (пример: sip:user@host.com). В качестве идентификатора хоста может служить его IP-адрес, домен или имя хоста (IP-адрес определяется с использованием DNS, так что в итоге все равно получается обращение по адресу sip: имя@IP-адрес).

**Архитектура SIP-сети**

Стандартными элементами в SIP-сети являются:

1. User Agent: по протоколу SIP устанавливаются соединения "клиент-сервер". Клиент устанавливает соединения, а сервер принимает вызовы, но так обычно телефонный аппарат (или программный телефон) может как устанавливать так и принимать звонки, то получается что он одновременно играет роль и клиента и сервера (хотя в реализации протокола это не является обязательным критерием) — в этом случае его называют User Agent (UA) или терминал.

2. Прокси-сервер: прокси сервер принимает запросы и производит с ним некоторые действия (например определяет местоположение клиента, производит переадресацию или перенаправление вызова и др.). Он также может устанавливать собственные соединения. Зачастую прокси-сервер совмещают с сервером определения местоположения (Register-сервер), в таком случае его называют Registrar-сервером.

3. Сервер опредления местоположения или сервер регистрации (Register): данный вид сервера служит для регистрации пользователей. Регистрация пользователя производится для определения его текущего IP-адреса, для того чтобы можно было произвести вызов user@IP-адрес. В случае если пользователь переместится в другое место и/или не имеет определенного IP-адреса, его текущий адрес можно будет определить после того, как он зарегистрируется на сервере регистрации. Таким образом клиент останется доступен по одному и тому же SIP-адресу вне зависимости от того, где на самом деле находится.

4. Сервер переадресации: обращается к серверу регистрации для определения текущего IP-адреса пользователя, но в отличие от прокси сервера только "переадресует" клиента, а не устанавливает собственные соединения.

Прокси-серверы в SIP-сети также могут вносить изменения в передаваемые сообщения — это позволяет беспрепятственно преодолевать NAT в случае если прокси-сервер стоит на NAT-маршрутизаторе (также возможна настройка прокси сервера, находящегося за NAT в случае если на последнем невозможно установить прокси сервер — для этого потребуется задать параметры переадресации так, чтобы получился прокси-сервер стал "виртуальным сервером"). Помимо этого прокси-серверы можно объединять в "цепочки", которые позволяют использовать телефонию, даже если конечная точка (UA) находится сразу за несколькими NAT-шлюзами.

**Сообщения SIP**

Сообщения SIP-протокола имеют следующую структуру:

* Стартовая строка (start-line)
* Заголовки сообщения (\*message-header)
* Пустая строка (CRLF)
* Тело сообщения

Стартовая строка различается в зависимости от того является ли сообщение запросом или ответом (в случае запроса — в ней сообщается тип запроса, адресат и номер версии протокола, а в случае ответа — номер версии протокола, статус и текстовую расшифровку статуса).

В заголовках содержатся сведения об источнике, адресате, пути следования сообщения и др. Этих заголовков может быть достаточно много и это количество может меняться на пути следования пакетов.

В протоколе SIP версии 2.0 существует 6 типов запросов (тип запроса задается в стартовой строке):

* INVITE — вызывает адресата для установления связи. С помощью этого сообщения адресату передаются виды поддерживаемых сервисов (которые могут быть использованы инициатором сеанса), а также виды сервисов, которые желает передавать инициатор связи
* ACK — сообщение подтверждающее согласие адресата установить соединения. В этом сообщении могут быть переданы окончательные параметры сеанса связи (окончательно выбираются виды сервисов и их параметры которые будут использованы)
* Cancel — отмена ранее переданных запросов (используется в случае если необходимости в них больше нет)
* BYE — запрос завершения соединения
* Register — данным запросом пользователь идентифицирует свое текущее местоположение
* OPTIONS — запрос информации о функциональных возможностях терминала (применяется в случае, если эти данные нужно получить до установления соединения, то есть до фактического обмена данной информацией с помощью запросов INVITE и ACK)

На каждый запрос, отправителю направляется ответ, содержащий код результата выполнения запроса. Формат этих ответов унаследован от протокола HTTP. Ответы кодируются 3-хзначным числом, первая цифра которого указывает на класс ответов, а остальные две — идентифицируют конкретный ответ в каждом классе. Устройство может не знать, что означает код ответа, но должно обязательно знать класс ответа. Всего существует 6 классов ответов:

* 1?? — информационные ответы
* 2?? — успешное окончание запроса
* 3?? — информация об изменения местоположения вызываемого абонента
* 4?? — информация об ошибке
* 5?? — информация об ошибке сервера
* 6?? — информация о невозможности вызова абонента (пользователя с таким адресом не существует, или пользователь отказывается принять вызов)

Информационные ответы сообщают о стадии выполнения запроса, они не являются завершением запроса. Остальные же классы ответов завершают выполнение запроса.

**Пример**

Рассмотрим пример процесса установления соединения с использованием SIP-протокола (пример взят из RFC 3261). Данный пример отражает работу базовых функций телефонии и соответственно не затрагивает такие возможности как видеосвязь передача текстовых сообщений и др. — общий принцип работы протокола остается неизменным.


рис. 1 (RFC 3261)

Пользователь Alice (sip:alice@atlanta.com) вызывает пользователя Bob (sip:bob@biloxi.com).

1. Пользователь Alice посылает сообщение INVITE прокси-серверу по умолчанию (atlanta.com) Если бы пользователю Alice был известен IP-адрес пользователя Bob и он мог к нему обратиться напрямую, то запрос INVITE в этом случае мог быть послан непосредственно вызываемому пользователю.

2. Прокси-сервер посылает запрос INVITE серверу вызываемого абонента (biloxi.com).

3. Далее прокси-сервер пользователя Bob при необходимости определяет его текущий IP-адрес и посылает ему сообщение INVITE — у пользователя начинает звонить телефон, о чем сообщается в ответе 180 (Ringing).

4. Если вызываемый пользователь ответил на звонок, то на запрос INVITE высылается ответ 200 (OK).

5. Вызывающий пользователь отправляет сообщение ACK, сообщающее вызываемому о том, что он получил ответ на свой запрос INVITE, им задаются окончательные параметры соединения. На этом этапе все готово к установлению соединения по протоколу RTP (Real-time Transport Protocol).

6. Устанавливается RTP-соединение с заранее согласованными параметрами.

7. Для завершения соединения, завершающим пользователем (кладет трубку) высылается запрос BYE, на которое высылается ответ 200 (OK)

Пока сообщения установления соединения (INVITE) ходят между прокси-серверами и неизвестно доступен ли вызываемый пользователь, в ответ на INVITE посылается ответ 100 (Trying), сообщающий о попытке установления соединения.

Так как прокси-сервер может устанавливать собственные соединения, его использование позволяет вызовам без проблем преодолевать NAT. Также возможно построение нескольких прокси-серверов в одну цепочку, что позволяет преодолевать сразу несколько NAT.

**Кодеки**

Для передачи звука и видео используются различные алгоритмы сжатия и кодирования данных. Эти алгоритмы называются кодеками. Различные кодеки используют различную ширину полосы пропускания, а также вносят различные задержки и обеспечивают различное качество сервиса. Для звуковых кодеков бычно ширина полосы пропускания составляет от 4-х до 64 кбит/с.

**Методика тестирования**

Основное направления тестирования SIP-телефонии заключается в рассмотрении качества передачи голоса при ограничении ширины полосы пропускания. Также будет рассматриваться качество передачи голоса при динамическом изменении числа сеансов IP-телефонии и изменении загруженности канала связи. При тестировании IP-маршрутизаторов будет также рассматриваться поведение потоков трафика при установлении сеансов IP-телефонии.

Более четкая методика будет разрабатываться по мере нарастания основательной базы результатов тестирования SIP-оборудования различных производителей.

**Заключение**

По прогнозам производителей оборудования IP-телефонии, популярность SIP-телефонии будет расти и темпы этого роста будут превосходить темпы роста IP-телефонии в целом, поэтому сами производители возлагают на SIP большие надежды. По тем же прогнозам резкое возрастание интереса к SIP-протоколу (и соответственно оборудованию использующему SIP-протокол) со стороны конечных пользователей придется как раз на 2006 год. По этой причине за выпуск оборудования использующего протокол SIP вплотную взялись многие компании, работающие в области коммуникаций.