

## Podstawy usługi Voice over IP

# Sieciowa telefonia dla mas

Jeszcze przed boomem internetowym z lat 2000-2001 telefonia internetowa i intranetowa była uważana za bardzo obiecującą technologię. Niestety, wówczas technologia VoIP była bardzo niewygodna w implementacji i nie znalazła się w głównym nurcie rozwoju.

JÖRG REITTER



www.photocase.de

**O**bcenie zarówno użytkownicy prywatni, jak i duże koncerny mogą czerpać korzyści z dojrzałego już oprogramowania, zaś dostawcy usług VoIP oferują tanie połączenia między światem VoIP a publicznymi sieciami telefonicznymi.

Technologia Voice over IP (VoIP) stopniowo staje się alternatywą dla tradycyjnych sieci telefonicznych – głównie telefonii analogowej i ISDN. W technologii VoIP głos zamieniany jest na pakiety IP, które następnie mogą być przesyłane do miejsca przeznaczenia przy pomocy sieci Internet, za ułamek aktualnej ceny standardowego połączenia telefonicznego. Tradycyjna telefoniczna sieć kablowa wyczerpała już swoje możliwości rozwojowe, natomiast technologia VoIP rozwija się oszałamiająco – zwłaszcza, że protokół VoIP wymaga wyłącznie połączenia internetowego. Precz z rachunkami telefonicznymi!

Telefonia VoIP jest stosunkowo tania dla użytkowników prywatnych korzystających z jednego telefonu. W takim wypadku wystarczającym urządzeniem telekomunikacyjnym będzie tzw. softphone (telefon programowy) działający w systemie Linux. Wystarczy karta muzyczna oraz zestaw słuchawkowy i już możemy prowadzić rozmowę. Jeżeli martwi Was

myśl o sprowadzeniu roli komputera do poziomu budki telefonicznej, zawsze można kupić sprzętowy telefon VoIP. Ceny telefonów tego typu są dość wysokie i oscylują w granicach od 150 do 250 USD, ale niektórzy dostawcy usług VoIP udostępniają taki telefon bez dodatkowych opłat. Korzystanie z aparatu telefonicznego oferowanego przez dostawcę usługi gwarantuje, że telefon będzie odpowiednio skonfigurowany i przygotowany do technologii, z której korzysta dany dostawca.

## Dostęp globalny

Jeżeli myślisz, że do zorganizowania sesji telefonicznej VoIP trzeba się umawiać np. przez e-mail, to grubo się mylisz. Obecnie nie ma problemu, żeby dozwonić się na telefon VoIP bezpośrednio z sieci PSTN (Public Switched Telephone Network – klasyczna sieć telefoniczna) lub telefonu komórkowego. Potrzebny jest jedynie dostawca usług VoIP, który posiada bramki VoIP-PSTN/sieci komórkowe. Zadaniem takiego dostawcy jest też przyporządkowanie niepowtarzalnych numerów telefonów swoim klientom. Ma to taką zaletę, że połączenia realizowane w obrębie sieci operatora są bezpłatne. Należy jedynie pamiętać, że korzystanie z VoIP wymaga już łącza DSL lub

modemu kablowego, gdyż połączenie o szerokości pasma 80 kBitów/s w obie strony wymaga więcej niż jednego kanału BRI w sieciach ISDN (64 kBit/s).

W chwili pisania tego artykułu istniała niewielka liczba dostawców usługi telefonii internetowej, wymagających jedynie łącza internetowego do tego, aby zaproponować kompleksową ofertę zastępującą całkowicie standardową komunikację telefoniczną. Wszyscy ci dostawcy korzystają z otwartego standardu SIP [1] i dostarczają urządzenia VoIP, takie jak terminale czy telefony SIP, za darmo lub za niewielką opłatą.

Przed przyłączeniem się do świata VoIP powinniśmy porównać ceny umieszczone w Tabeli 1. Niektórzy dostawcy pobierają miesięczną opłatę, w której wliczona jest pewna liczba darmowych minut, inni nie pobierają opłat abonamentowych, ale wymagają za połączenie zapłaty z góry.

W porównaniu z konkurencją, dostawcy mający do dyspozycji większą liczbę bram do sieci PSTN mogą oferować niższe ceny na połączenia z sieciami zewnętrznymi.

VoIP jest dopiero tworzącym się rynkiem, więc klienci powinni wciąż porównywać opłaty, muszą też być w stanie zdefiniować swoje

potrzeby związane z telefonią. Należy również brać pod uwagę fakt, że nie każdy kraj jest obsługiwany przez dostawców VoIP, a połączenia do sieci innych dostawców VoIP nie są bezpłatne. Jest to spowodowane tym, że każdy dostawca ma własny system bilingowy, a pomiędzy operatorami nie ma obecnie żadnych porozumień dotyczących wzajemnej wymiany informacji. Ma to zmienić stworzony do tego zadania globalny katalog ENUM.

## ENUM – globalna informacja o numerach VoIP

Zadaniem integracji usług przekazywania informacji jest połączenie wszystkich rodzajów i odmian komunikacji w jednym produkcie: telefonii, poczcie internetowej, sieci telefonii komórkowej i Internecie. Wszystkie odmiany adresów będą kojarzone bez wiedzy użytkownika, który do obsługi różnych usług będzie potrzebował tylko jednej aplikacji. Użytkownicy po prostu będą rejestrować swój numer telefoniczny jako domenę. Domeny ENUM (RFC 2916 [2]) działają w oparciu o system DNS. Dzięki temu w katalogu globalnej informacji ENUM numery telefonów są połączone z listą uniwersalnych identyfikatorów zasobów (URI) [3].

Centralny rejestr e164. arpa działa zgodnie z konwencjami nazw ITU E.164, które opisują wzorzec przydzielania tradycyjnych numerów telefonów. ENUM jest obecnie w fazie testów, więc rejestracja numeru telefonu jest teraz darmowa, a weryfikacja danych przebiega szybko i bezpiecznie.

Cechą charakterystyczną domen telefonicznych jest to, że mogą one łączyć różne systemy komunikacyjne np. telefony IP, pocztę e-mail czy telefony ISDN. Aby określić kolejność przetwarzania identyfikatorów URI, użytkownik zaznacza tylko odpowiednie pole wyboru

w chwili, gdy chce skomunikować się z osobą z danego katalogu. Jeżeli użytkownik nawiązujący kontakt uzyska połączenie z wybraną osobą, może w tym momencie wysłać np. wiadomość e-mail.

Ponieważ katalog ENUM nie rozwinął się tak jak oczekiwano – także z powodu wątpliwości dotyczących metod autoryzacji – uruchomiono kolejny katalog w domenie *e164.org*. Wykorzystuje on do autoryzacji zwrótny kod PIN. Użytkownicy otrzymują dla każdego zarejestrowanego numeru kod PIN i muszą podać ten kod na określonej stronie internetowej. Problemem, jaki się pojawia w *e164.org*, jest konieczność posiadania przez użytkownika własnej centrali VoIP np. Asterisk – bo w tym momencie dopiero możliwe jest korzystanie z katalogu. Projekt ENUM obsługuje tymczasem w zasadzie każdego dostawcę usług VoIP.

## Linux jako serwer VoIP

Istotną zaletą systemu Linux jest duża liczba systemów telefonii programowej działająca na tej platformie. Jest to spowodowane prawdopodobnie niezawodnością i elastycznością Linuksa. Pakiety znajdują się oczywiście na różnych etapach rozwoju. Niektóre systemy telefonii programowej, np. Asterisk, to programy typu Open Source, mimo że zwykle opracowywane są przez firmy komercyjne. Asterisk obsługuje H.323, SIP oraz własny protokół IAX. Ma on reputację najbardziej rozbudowanego systemu telefonii programowej, pomimo złożoności tego systemu.

Podobnym rozwiązaniem jest VoIP Vovida Networks Vocal [4] – obecna wersja 1.5.0 obsługuje różne serwery SIP, posiada też serwer SIP dla H.323, a także SIP dla bramy MGCP, własnego klienta i wiele narzędzi dodatkowych. Nowa wersja wspiera protokół TLS, który szyfruje ruch na poziomie sieci. SIP Express

Router SER [5] to kolejny system korzystający z systemu SIP, który może służyć do autoryzacji użytkowników lub pracować jako serwer pośredniczący.

## Wiele projektów, mało czasu

Inne programy, takie jak PBX4Linux autorstwa Andreasa Eversberga [6], mogą również być pomocne. Co prawda, PBX4Linux obsługuje obecnie tylko H.323, ale implementacja standardu SIP jest priorytetem. PBX4Linux pracuje nawet ze specjalnymi złączami ISDN (karty HFC), które mogą zastąpić sprzętowy system telefonii ISDN, gdyż do karty możliwe jest bezpośrednie podłączenie telefonu ISDN. Inne rozwiązania to projekt GNU o nazwie Bayonne [7], OpenPBX stworzony przez VoiceTronics [8] czy bramka Telos ISDN2H323 [9].

Znalezienie darmowego oprogramowania dla systemu serwera VoIP nie jest zatem wcale takie trudne. Jednakże instalacja systemu i konfiguracja połączeń z kilkoma sieciami LAN zawsze oznacza sporo pracy dla administratorów systemu. I oczywiście, aż do momentu całkowitego wyłączenia systemu telefonii konwencjonalnej, ilość prac konserwacyjnych i serwisowych podwoi się.

Pomimo ogromnego nakładu pracy związanego z uruchomieniem serwera VoIP w systemie Linux, warto rozważyć zalety takiego rozwiązania. System może być wykorzystywany do celów testowych, jako system bezpieczeństwa dla komercyjnej bramy VoIP lub też jako rozwiązanie produkcyjne, pozwalające na zmniejszenie kosztów. Należy jednak postępować ostrożnie analizując koszty przedsięwzięcia – zwłaszcza dodatkowe komputery i urządzenia telekomunikacyjne (karty rozszerzeń) mogą być sporym wydatkiem.

Tabela 1: Dostawcy telefonii VoIP

Dostawcy	Niketel (USA, Europe)	Gossiptel (UK)	Vonage (USA/CA)	Freshtel (AU)
Web	<a href="http://www.niketel.de">http://www.niketel.de</a>	<a href="http://www.gossiptel.com">http://www.gossiptel.com</a>	<a href="http://www.vonage.com">http://www.vonage.com</a>	<a href="http://www.freshtel.net">http://www.freshtel.net</a>
Koszty				
Abonament miesięczny	6,99 Euro	Brak	14,99USD	Brak
Sposób naliczania: Pierwsze/kolejne	60/60s	60/60s	60/60s	60/60s
Sieć dostawcy	Brak	Brak	Brak	Brak
Kraj dostawcy: PST/komórka	1,9c/22,7c	2,5p/16,9p	3,9c*/brak danych	4,9c/30c
za ocean	2,9c	2,5p	3c	3,9c
Singapur	2,9c	2,5p	5c	3,5c
Połączenie				
Protokół	SIP	SIP	SIP	SIP
Możliwość podłączenia telefonu stacjonarnego	Tak	Tak	Tak	Tak
Dostarczany sprzęt	–	Terminal telef.	Terminal telef.	–
* po wykorzystaniu pierwszych 500 darmowych minut				

## VoIP dla firm i instytucji

Dyspozycyjność jest jednym z najważniejszych problemów w telekomunikacji. Jeżeli telefon zostanie wyłączony na dłuższy czas, z pewnością najmniejszym zmartwieniem będzie utrata twarzy przed kontrahentami. Brak systemu telefonicznego w biznesie oznacza utratę zysków – w najgorszym przypadku może to nawet oznaczać utratę dochodów przez kilka lub kilkanaście dni!

Sieci wykorzystujące protokół IP (takie jak Internet) nie są zbyt godne zaufania pod względem niezawodności, szczególnie w porównaniu z sieciami telekomunikacyjnymi typu ISDN. Co to oznacza dla sieci VoIP? Potrzebujemy nie tylko niezawodnego dostawcy technologii, ale przesuwamy jednocześnie ciężar odpowiedzialności z operatora telekomunikacyjnego na administratora sieci LAN. Konserwacją i naprawą sprzętowych systemów telefonicznych zajmują się na ogół zewnętrzne (z poza firmy) ekipy serwisowe, ponieważ systemy takie sprawiają zwykle wiele trudności w obsłudze. Technologia VoIP umieszcza to brzemień na barkach administratorów systemu – administrator musi radzić sobie nie tylko z awariami sprzętowymi, ale także ponosi odpowiedzialność za przerwy w prawidłowym działaniu oprogramowania.

Dla firm i instytucji komunikacja VoIP jest naszpikowana różnego rodzaju pułapkami, dlatego też należy przeprowadzić szczegółowe testy jeszcze podczas działania tradycyjnego systemu komunikacyjnego – jest to niezwykle istotne. Najprościej można wykonać takie testy przy pomocy telefonów programowych udostępnionych pracownikom działającym we wspólnej sieci lokalnej. Takie rozwiązanie ma

kilka zalet: przede wszystkim nie potrzebujemy dostawcy systemu, możemy uniknąć problemów z konfiguracją NAT lub zapory sieciowej, a początkowe problemy z VoIP nie będą mieć wpływu na działalność firmy (co najwyżej na sieć LAN). Po zakończeniu testów system VoIP można podłączyć do istniejącego systemu telefonicznego, umożliwiając w ten sposób stopniową migrację w kierunku systemu VoIP (Rysunek 1).

System VoIP nie zwiększa znacząco ruchu w sieci lokalnej. W zależności od użytego kodeka, połączenie potrzebuje pasma o przepustowości od 6 do 64 kB/s. Sieć Ethernet 100 MBit powinna zapewnić taką wydajność bez jakichkolwiek problemów. Pod adresem [10] znajduje się lista dostępnych kodeków. Jeżeli dysponujemy małą siecią (mniej niż 50 węzłów), dla systemu telefonii programowej powinien wystarczyć komputer Pentium lub Athlon. Podczas planowania budżetu powinniśmy pozostawić też nieco funduszy na zestawy słuchawkowe i karty muzyczne.

## Rachunek za prąd

Jeżeli rzucimy okiem na telefon ISDN zauważymy, że ma on tylko jedną wtyczkę. Służy ona do podłączenia przewodu kabla sygnałowego. Zaletą telefonów analogowych i ISDN jest to, że przewód komunikacyjny dostarcza także zasilania. Stacje bazowe dla telefonów przenośnych, np. typu DECT, wymagają już osobnego zasilania, lecz systemy DECT nie są zbyt popularne w zastosowaniach biznesowych.

Telefony VoIP działają na podobnej zasadzie. Istnieją dwa typy takich telefonów stacjonarnych. Jeden z nich zapewnia dużą mo-

bilność użytkowników dzięki połączeniu odbiornika ze stacją bazową przy pomocy sieci bezprzewodowej WLAN. Drugi rodzaj telefonów jest zasilany przewodem sieci LAN – metoda ta znana jest pod nazwą zasilania przez sieć Ethernet (ang. Power over Ethernet (PoE)), którą standaryzowano w 2003 roku (IEEE 802.11af).

Technologia PoE jest bardzo praktyczna – zakładając oczywiście, że sieć zbudowana jest na przewodach miedzianych. Poza samymi telefonami będziemy potrzebować nowych przełączników (switch), które będą zasilają urządzenia węzłowe i obsługiwać ruch w sieci. Firmy korzystające z sieci światłowodowej nie mogą używać tego niskobudżetowego rozwiązania – muszą zainstalować okablowanie hybrydowe (bardzo kosztowne rozwiązanie) lub podłączyć każdy z telefonów do odrębnego źródła zasilania, co w rezultacie utworzy płatanię kabli.

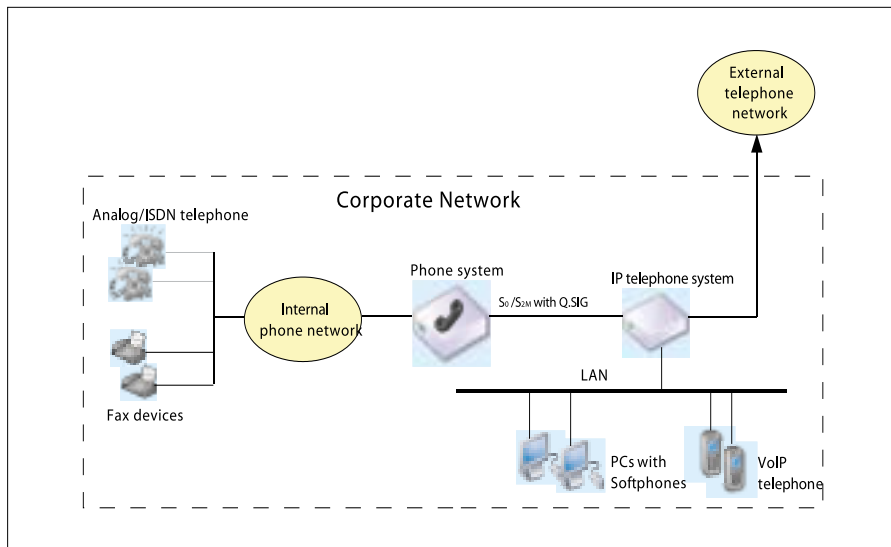
Jeżeli chcemy unowocześnić infrastrukturę sieci, powinniśmy rozważyć użycie najnowocześniejszych przewodów miedzianych, rezygnując z sieci światłowodowej (FDDI). Sieć Ethernet o przepustowości 1Gbit wymaga miedzianych przewodów CAT 6 lub CAT 7. CAT 6 nie zapewnia zbyt dużego zapasu przepustowości przy paśmie przenoszenia 250 MHz, tak więc lepszym rozwiązaniem będzie wariant 600 MHz w przypadku CAT 7. Dobrym rozwiązaniem jest także użycie przewodów CAT 8 o przepustowości znamionowej 1200 MHz, która umożliwia bezproblemowe transmisje danych wideo.

## Przegląd protokołów VoIP

Protokoły w sieciach VoIP obsługują ustanawianie i przerywanie połączeń, sygnalizację lub otwieranie kanałów dla połączeń konferencyjnych (z kilkoma abonentami jednocześnie). Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny (ITU – Information and Telecommunication Union) wprowadził pierwszy protokół VoIP – H.323 [11] w 1995 roku. Protokół H.323 jest modelowany na sieci ISDN i stosuje metodykę ISDN w sieciach IP.

W odróżnieniu od niego powstał protokół SIP (Session Initiation Protocol), dla którego organizacja IETF (Internet Engineering Task Force) opracowała specyfikację w RFC 3261 [12] – protokół ten jest z kolei wzorowany na protokołach typu HTTP. Dzięki temu programiści mają duże pole do eksperymentów. Zarówno protokół SIP jak i H.323 definiują architektury rozproszone i protokoły równorzędne (peer-to-peer).

Rozszerzenie H.248/Megaco dla protoko-



Rysunek 1: Ruch VoIP w sieci LAN i połączenia z interfejsem systemu telefonicznego w systemie VoIP. W tym samym czasie sieć IP łączy firmę z siecią PSTN.



# ALTKOM



redhat  
enterprise



OpenOffice



## Centrum Wsparcia Technologii Open Source

Pierwsza kompleksowa oferta na polskim rynku.

W ramach Centrum Wsparcia oferujemy:

- usługi wsparcia technicznego dla produktów open source
- konsulting IT
- projektowanie systemów
- monitoring i opiekę nad systemami
- outsourcing

Szczegóły dotyczące zasad wsparcia technicznego są dostępne na [www.altkom.pl](http://www.altkom.pl)

Pomoc techniczna:

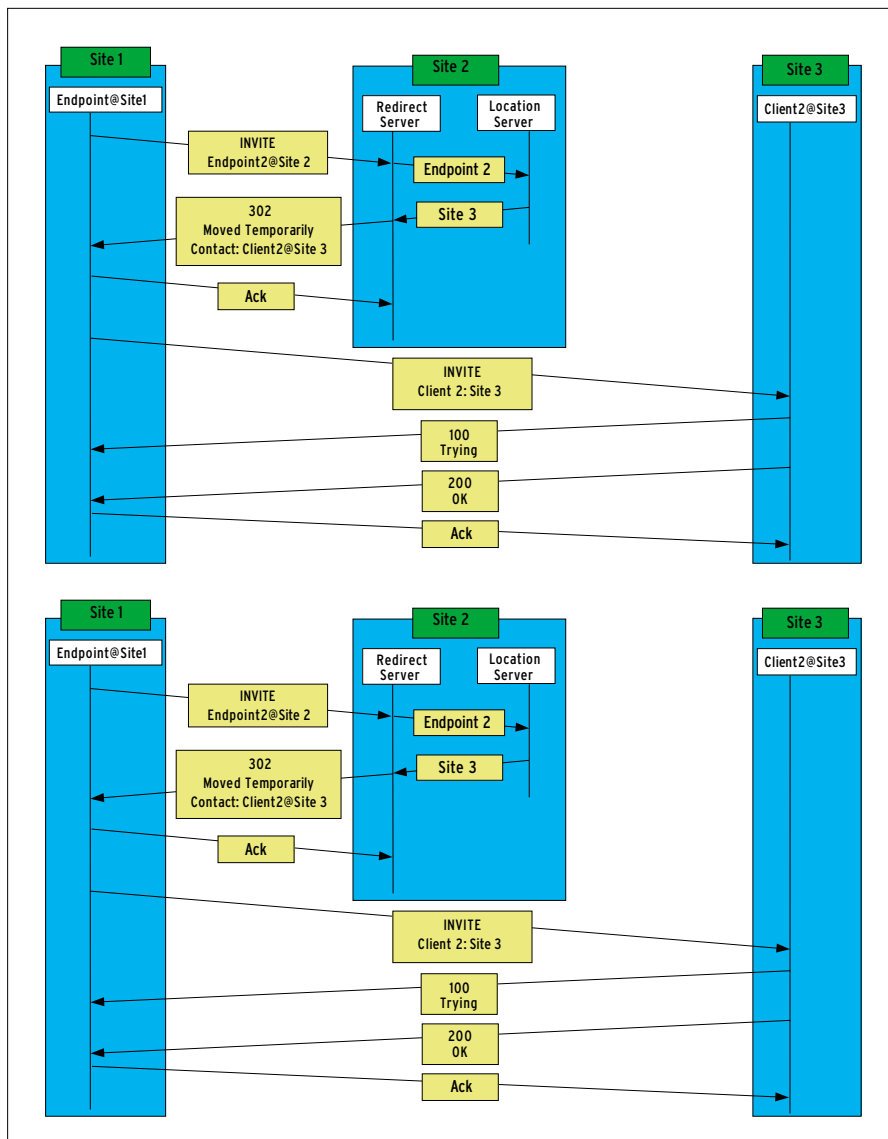
tel. (22) 860 65 35

Kontakt handlowy:

tel. (22) 860 60 60

e-mail: [wsparcie@altkom.pl](mailto:wsparcie@altkom.pl)





Rysunek 2: Droga, jaką pokonuje połączenie w sieci SIP. Pokazano tryb przedadresowania (na górze) i tryb proxy (na dole).

ów Media Gateway Control Protocols (MGCP) [12] zapewnia scentralizowane rozwiązanie do tworzenia aplikacji multimedialnych i związanych z emisją głosu. Rozszerzenie to jest wynikiem współpracy pomiędzy organizacją ITU i IETF. H.248/Megaco współpracuje równolegle z protokołami H.323 i SIP.

## H.323 był pierwszy

Protokół H.323, opracowany w „szczeniackich” latach VoIP, został oparty na H.320, który dotyczy wideofonów, łączących obraz i dźwięk. Na przestrzeni ostatnich kilku lat dołączono do niego kilka kanałów i w zeszłym roku wydano już piątą wersję tego protokołu.

Wielu producentów bardzo zainteresowało się protokołem H. 323 – każdy chciał wykorzystać go w swoich produktach VoIP. Powo-

dem, dla którego standard ten przyjął się tak łatwo jest to, że jest on dopracowany i jest skalowalny. Ostatnio rodzi się wśród producentów tendencja do wyszukiwania w specyfikacji różnych mankamentów. Obecnie protokół H.323 cierpi na nadmiar niekompatybilnych urządzeń, terminali i bramek. Menedżerowie z branży IT są zatem (jak zwykle) na łasce dostawców sprzętu.

Kolejną wadą H.323, szczególnie dotkliwą dla początkujących programistów jest to, że wykorzystuje on stosunkowo skomplikowane protokoły. Konwersja sygnałów na format dwójkowy była początkowo przyjęta ze zrozumieniem, chociaż tak naprawdę tylko zwiększała złożoność systemu. Mimo że dzięki temu protokół jest bardziej oszczędny pod kątem wykorzystania pasma przeniesienia, proces konwersji wymaga znacznie

większej ilości zasobów jednostki centralnej i trwa zwykle dłużej.

Po tym wyliczaniu wad, czas na zalety protokołu H.323. Jako najszacowniejszy z protokołów VoIP, protokół ten jest obsługiwany przez większość urządzeń dostępnych na rynku. Organizacja ITU wprowadziła zintegrowane, autonomiczne zarządzanie obciążeniem pasma już we wczesnym stadium projektu H.323. Ponadto protokół H.245 umożliwia szyfrowaną sygnalizację. Jeżeli jesteście zainteresowani rozwojem VoIP, zalecamy sprawdzenie strony internetowej OpenH323 [13]. Projekt udostępnia bibliotekę Open Source dla programistów wydaną na licencji publicznej Mozilla.

## SIP – Pretendent

Krótko po tym, gdy protokół SIP wszedł na rynek VoIP, rozgorzała debata na temat potrzeby istnienia alternatywnych protokołów. Z pewnością urządzenia wspierające H.323 są bardziej rozpowszechnione, jednak SIP jest standardem popularniejszym wśród producentów ze względu na swoją charakterystykę. Wiele systemów PBX dla Linuksa oraz telefonów programowych obsługuje protokół SIP.

Protokół SIP stworzono w oparciu o dobrze znany protokół HTTP. Ponadto zdefiniowano go jako protokół dla warstwy aplikacyjnej, w której połączenia VoIP, powiadomienia o zdarzeniach czy sesje multimedialne są typowymi aplikacjami. Konferencje multimedialne czy połączenia głosowe VoIP, w których korzystamy z obrazu i dźwięku oraz edukacja elektroniczna (e-learning) to typowe zastosowania multimedialne. Pakiet oSIP, tworzony w ramach projektu GNU [14], to tylko jeden z przykładów implementacji SIP w świecie Open Source.

Poza protokołem HTTP, SIP korzysta także z innych protokołów IETF. Do obsługi nazw wykorzystywany jest system nazw domen DNS (ang. Domain Name System) i adresy URL. Do wymiany uprawnień i rozszerzeń MIME węzły korzystają z protokołu szyfrowania sesji SDP. W ten sposób można łatwo zintegrować protokół SIP z innymi technologiami i/lub aplikacjami. Przykładem jest zasada przydzielania adresów i numerów telefonów: użytkownicy otrzymują adresy w formacie poczty e-mail, np. *sip: anton@foo.com*, RFC 2806 dołącza do tego tzw. Tel-URI w formacie tel: +48.12345.6789, które są przetwarzane na standardowe numery telefonów.

Protokół SIP jest bardzo elastyczny pod względem wybranego protokołu transportowego. Mamy do wyboru protokoły UDP,

TCP, SCTP. Protokół UDP jest najbardziej wydajny, gdyż występuje w nim najmniejsze obciążenie. Możliwość obsługi retransmisji przez protokół SIP dodatkowo upraszcza obsługę zapór sieciowych i aplikacji grupowych. Z drugiej jednak strony SIP nie obsługuje rezerwacji zasobów w trybie podstawowym. Jednakże komputery węzłowe mogą wykorzystywać SDP do wymiany klas usług, mimo że wymaga to obsługi określonej klasy przez wszystkie urządzenia znajdujące się w określonym miejscu.

## SIP od środka

Sieć SIP składa się z różnych składników programowych, które obsługują różne zadania. Agent użytkownika SIP (ang. SIP User Agent), czyli np. telefon IP, brama lub komputer PC, zajmują się inicjowaniem i zamykaniem sesji. Serwer SIP przypisuje nazwy adresom w podobny sposób jak system DNS. Sieć SIP definiuje także dwa rodzaje serwerów pośredniczących oraz serwer przedadresowań, który przyjmuje żądania SIP i przekazuje je do określonej lokalizacji.

Wszystkie te elementy sieci porozumiewają się jednym, wspólnym językiem żądania/odpowiedzi. Rozróżniane są metody: Invite (zaproszenie), Ack (potwierdzenie), Options (opcje), Cancel (anulowanie), Bye (pożegnanie) oraz Register (rejestracja). Kiedy osoba dzwoniąca zaprasza (Invite) innego użytkownika, agent tego użytkownika przesyła opis sesji SDP; może to być np. połączenie jeden-na-jeden lub połączenie konferencyjne. Agent użytkownika odbierającego połączenie potwierdza je (Ack), a pożegnanie (Bye) kończy dane połączenie. Na Rysunku 2 pokazano procedurę uzgadniania.

Agent użytkownika komunikuje się przy pomocy strumienia protokołu RTP (Real Time Protocol). Transakcje SIP obsługiwane są przez serwery pośredniczące. Polecenie anulowania przerywa bieżącą sesję, zaś polecenie rejestracji rejestruje nowego klienta w usłudze.

Odpowiedź to kod cyfrowy wskazujący powodzenie lub niepowodzenie wykonania danego żądania, jednocześnie określający adres, na który ma nastąpić przekierowanie (gdy odbiorca połączenia będzie w innym miejscu niż oczekiwano). Tak więc żądanie dla *sip: anton@foo.com* może być najpierw przekazane do biura; jeżeli nikt nie udzieli odpowiedzi, serwer pośredniczący przekaże żądanie do telefonu komórkowego użytkownika, a następnie na adres dodatkowy

lub adres URL. Proces ten jest kontynuowany do czasu nawiązania połączenia.

Serwery pośredniczące przekazują żądania agentom użytkowników przy pomocy serwerów DNS. Serwer poznaje aktualne miejsce pobytu agenta użytkownika dzięki serwerom lokalizacji. Użytkownicy mogą aktualizować bazy danych użytkowników znajdujące się na serwerach lokalizacji przy pomocy własnych agentów, którzy rejestrują ich na serwerach.

## SIP i (nie) bezpieczeństwo

Podobnie jak w przypadku otwartych standardów internetowych, tak i w protokołach SIP menedżerowie IT mogą spodziewać się problemów z bezpieczeństwem systemu. Tak jak w przypadku tradycyjnych sieci IP, również tutaj możemy odnaleźć wiele potencjalnych źródeł problemów. Trudno zlokalizować i wysledzić atakujących, a ataki mogą dodatkowo nadchodzić z różnych stron. Osoba atakująca z wewnątrz sieci mogłaby fałszować informacje zawarte w pakietach.

Jeżeli atakujący uzyska dostęp do pakietów RTP, może nawet podsłuchiwać rozmowy. Gdy osoba taka przechwyci pakiety SIP, będzie mogła rozszyfrować połączenia komunikacyjne. Sfałszowane identyfikatory pakietów mogą być używane do oszukiwania mechanizmów zliczających czas połączeń itd..

W końcu ataki typu Denial of Service (DoS) mogą całkowicie odciąć firmę od świata zewnętrznego. Aby to utrudnić, administratorzy powinni „utwardzić” konfigurację urządzeń SIP i elementów transmisji przy pomocy np. serwerów pośredniczących. Ponadto należy korzystać z systemów wykrywania lub zapobiegania włamaniom.

Zaszyfrowana warstwa transportowa może uchronić system przed fałszowaniem pakietów. Doskonale sprawdzają się w tym zadaniu zarówno IPsec jak i Transport Layer Security (TLS) – gwarantując znacznie większe bezpieczeństwo. Strumienie danych mogą być dodatkowo zabezpieczone przy pomocy bezpiecznego RTP.

Administratorzy mogą wykorzystać do ochrony przed atakami dostępne technologie uwierzytelniania. Polecenia SIP Invite/Register, wykonywane pomiędzy agentami użytkowników i proxy, można zabezpieczyć przy pomocy certyfikatów i uwierzytelniania HTTP. Jest to tzw. metoda z kluczem publicznym. Metoda z certyfikatem wymaga uwierzytelnienia nagłówka i żądania wiadomości. Trzecim rozwiąza-

niem jest podstawowe uwierzytelnianie http przy pomocy hasła, niestety przesyłane hasło jest w formie niezaszyfrowanej.

## Testowanie VoIP bez ryzyka

Użytkownicy chcący przesiąść się na technologię VoIP mają teraz szczęście. Niskie ceny oferowane przez aktualnych dostawców VoIP są bardzo zachęcające. ENUM udostępnia globalny katalog, który ujednotacza używane obecnie media telekomunikacyjne i pozwala użytkownikom szybko zlokalizować i skontaktować się z dowolną osobą.

Spółeczność Open Source oferuje interesujący wybór klientów VoIP dla protokołów H.323 lub SIP. Programy dostępne są w większości wypadków zarówno dla systemu Linux jak i Windows – jest to duża zaleta w środowiskach niekompatybilnych (lub na komputerach z dwoma systemami operacyjnymi). Od strony serwerów istnieje kilkanaście programów dla systemów PBX dla Linuksa. Umożliwiają one połączenie systemu telekomunikacyjnego ISDN z siecią VoIP bez dużych inwestycji. Dodatkowym atutem jest fakt, że technologia została opracowana na licencji Open Source, co otwiera wielu użytkownikom drogę do nieskrępowanego przeprowadzania testów i ocen systemu. ■

## INFO

- [1] SIP: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>
- [2] ENUM-RFC: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2916.txt>
- [3] ENUM: <http://www.enum.org>
- [4] Vocal: <http://www.vovida.org/applications/downloads/vocal/>
- [5] SIP Express Router: <http://iptel.org/ser/>
- [6] PBX4Linux: <http://isdn.jolly.de/>
- [7] GNU Bayonne: <http://www.gnu.org/software/bayonne>
- [8] OpenPBX: <http://www.voicetronix.com/open-source.htm>
- [9] ISDN2H323: [http://www.telos.de/linux/H323/default\\_e.htm](http://www.telos.de/linux/H323/default_e.htm)
- [10] Kodeki: <http://www.voip-info.org>
- [11] H.323: <http://www.packetizer.com/iptel/h323/>
- [12] H.248/Megaco: <http://www.faqs.org/rfcs/rfc3015.html>
- [13] OpenH323: <http://www.openh323.org/>
- [14] oSIP: <http://www.fsf.org/software/osip/osip.html>