

Erőforrás-foglalást támogató VoIP jelzés gateway megvalósítása

Oláh István V.évf Informatika, Dr.Fehér Gábor
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Távközlési és Médiainformatica Tanszék

1 Bevezetés

A hagyományos analóg telefonrendszereket fokozatosan felváltják az IP alapú kommunikációra alkalmas technológiák. A Voice over IP (VoIP) protokollokat használó telefonhálózatok már mindenhol jelen vannak körülöttünk. E hálózatokban a hang és az adat kontrollálatlanul halad egymás mellett, nincs semmilyen garancia az azok célba érkezésére. A hálózati erőforrás-foglalás jelenti az egyik lehetséges megoldást e problémára. Egy alkalmazható protokoll például a Resource Reservation Protokoll (RSVP).

A különböző VoIP jelzésrendszereket használó IP telefonhálózatok együttműködéséért VoIP jelzés átjárók a felelősek, amelyek transzparensen átfordítják a különböző jelzéseket, és így lehetővé válik, a hívásfelépítés két különböző protokollt használó végpont között, anélkül, hogy a végpontok erről tudomást szerezzenek. Mindemellett azonban felmerül az igény aziránt, hogy ne csak a jelzések haladjanak át transzparensen, hanem az erőforrás-foglalás is észrevétlenül történjen mindkét hálózatban.

2 Jelzésprotokollok

A SIP [1] és H.323 [11] jelzésprotokollok közötti együttműködés megvalósításában a legnagyobb kihívás abból ered, hogy ezek a protokollok alapvetően különböző szintaktikával és szemantikával rendelkeznek. Ez a fejezet körvonalakban bemutatja e protokollokat, és rávilágít azokra a területekre, ahol az együttműködés problémákba ütközhet.

2.1 H.323

Az ITU-T által kidolgozott H.323 egy esernyőszabvány, amit több területhez tartozó szabvány összefogásával alakítottak ki. Valós idejű hang, mozgókép és adat átvitelének módszerét határozza meg csomagkapcsolt hálózatok felett, valamint definiálja a multimédia kommunikációhoz szükséges komponenseket, protokollokat, és procedúrákat.

Foglalkozik a regisztrációval, hozzáférés engedélyezéssel, státuszkezeléssel (RAS), hívásfelépítéssel (H.225), és hívások vezérlésének feladataival (H.245). Ezekon kívül definiálja a használható hang és video kodekeket is (G.711 hang, H.261 video, stb), valamint az átvitelhez használt protokollokat (RTP [5],[6], RTCP).

Egy H.323 hálózat alapvetően háromféle összetevőt tartalmaz. A terminálok valós idejű multimédia kommunikációt folytató végberendezések. Csak a hangátvitel megvalósítása kötelező funkció, a video- és az adatátvitel megvalósítása opcionális. A átjárók (gateway) az eltérő tulajdonságokkal rendelkező hálózatok összekapcsolásához használt eszközök. Az átjárók elsődleges feladata a kapcsolatok kiépítése, majd a kommunikáció után annak lebontása és a forgalom átalakítása. A gatekeeper a H.323 hálózatok elsődleges irányítója és a hívások kezelője. Ellátja a legfontosabb vezérléseket, és a telefonos környezet egységéhez szükséges kezelési feladatokat az adott zónán belül. A gatekeeper olyan funkciókat nyújthat, mint a címzés, címek kezelése, titkosítás, sávszélesség menedzsment, hálózatba bejelentkeztetés, felhasználó azonosítás, jogosultság ellenőrzés, számlázás, és a hívások útvonal választása.

A H.323 IP alapú adatátvitelt támogat, a TCP és az UDP szolgáltatásaira egyaránt támaszkodva. A hívásvezérlő- és adatcsatornák megbízható szállítási protokollt igényelnek,

ezért ezek a TCP-t használják szállítási protokollként. A valós idejű csatornák ezzel szemben az UDP-t részesítik előnyben. A média csomagok forgalmának vezérlését az RTP és az RTCP protokoll végzi.

Egy kapcsolat felépítése azzal kezdődik, hogy a terminál engedélyt kér a zónában lévő gatekeeper-től (ARQ) a híváshoz. Miután a terminál megkapta az engedélyt (ACF) a gatekeeper-től, a kapcsolat felépítése a SETUP és CONNECT üzenetekkel folytatódik. A hívás felépítések utolsó fázisában a végpontok képességeinek kicserélésére (H.245 capability exchange), majd a csatornák megnyitására (Open Logical Channel) kerül sor. A szabvány definiál egy Fast Connect eljárást is, ami lehetővé teszi, hogy a kapcsolat sokkal gyorsabban felépüljön, mert ennél az eljárásnál csak 1 üzenetváltásra van szükség.

2.2 Session Initiation Protocol

A Session Initiation Protocol (SIP)[1] az Internet Engineering Task Force (IETF) által kidolgozott jelzés protokoll, amely valós idejű kapcsolatok felépítésére, menedzselésére és megszüntetésére szolgál IP hálózatok fölött. A SIP többnyire csak a kétirányú kapcsolat kiépítését végzi el, nem szállít adatot.

A SIP alapú hálózatok felépítésüket tekintve a kliens-szerver architektúrát követik. Ez azt jelenti, hogy a rendszer kiszolgálói különböző szolgáltatásokat nyújtanak az azokat igénybe vevő ügyfelek számára. Ilyen szolgáltatások lehetnek például a regisztráció, vagy a helymeghatározás, de ezek köre nagyon dinamikusan bővíthető a szöveg alapú üzeneteknek köszönhetően. A SIP kommunikációban elérhető média típusok feltérképezésében az SDP [7] protokollt használja.

Egy SIP alapú hálózat alapvető komponense a User Agent, ami a felhasználói végberendezésnek felel meg, tehát a User Agent-ek közötti kapcsolatok felépítése a cél. Ehhez igénybe vehetünk különböző szervereket, de lehetséges direkt módon is a kapcsolat kialakítása két végpont között. A hálózatban található szerverek közül az első a Location Server, ami intelligens adattárolási és szolgáltatási funkciót nyújt a SIP szerverek számára. A Registrar Szerver regisztrációs kéréseket fogad a User Agent-ektől. A Redirect Server az átirányítást végzi a hívott fél állapotának megfelelően. A Proxy Server vagy kéréseket továbbít egy másik szerver felé, vagy pedig válaszol rá szerverként.

A kapcsolat felépítése egy INVITE kérés küldésével kezdődik, amit a Proxy Server tovább küld a címzettnek. A Proxy a címzett helyét a Location Szerverre támaszkodva állapítja meg. A hívott egy OK válasz küldésével folytatja a kapcsolat felépítését, a hívó pedig ACK kéréssel nyugtázza a kapcsolat kiépülését. A médiaképességekre vonatkozó információk az INVITE illetve az OK üzenetek SDP részeiben találhatóak.

2.3 Összehasonlítás

Az 1. Táblázat tartalmazza a különbségeket a SIP és a H.323 között, amik bonyodalmakat okozhatnak a kapcsolatok felépítése során.

1. Táblázat SIP - H.323 összehasonlítás

	H.323	SIP	Megoldás
Üzenet kódolás	ASN.1	Szöveg alapú	Szintaxis átalakítása
Címek	E.164, szöveg alapú	URI	Kölcsönös megfeleltetés
Média leírás	H.245 Capability Descriptor	SDP üzenet	Kölcsönös megfeleltetés
Kapcsolatfelépítés	Sok üzenetváltás	3 üzenet váltása	Szinkronizáció a hívásfelépítési folyamatok között

3 SIP-H.323 Jelzésátjáró

Egy SIP - H.323 jelzésátjáró (Signaling gateway) a számos feladatot lát el a SIP és a H.323 hálózatban egyaránt. E feladatokat úgy végzi, hogy transzparens marad a hálózati végpontok számára. Ezt úgy éri el, hogy teljesen megfelel a SIP és H.323 protokolloknak. A legnagyobb kihívást az jelenti, hogy a különböző protokollokban megtalálható funkciókat megfeleltessük egymásnak, mivel egyes funkciók csak az egyik protokollban találhatóak meg, a másokban viszont nem. Problémát jelent ezen kívül az is, hogy egyes funkciók csak több másik funkció egyesítésének feleltethető meg, vagy az egyes funkciók a hívásfelépítésének más szakaszaiban jutnak szerephez.

3.1 A jelzésátjáró működése

Az átjáró a SIP hálózatban egy SIP User Agent-ként jelenik meg, a H.323 hálózatban pedig Gatekeeper-ként és Terminálként. A működéshez szükség van a SIP oldalon még egy Registrar szerverre is.

A H.323 terminálok regisztrálnak az átjárónál, mintha az egy gatekeeper volna. Az átjáró a H.323 végpontok nevében regisztrál a SIP Registrar szervernél, a kapcsolat címeként a saját magát megadva. Ezáltal a H.323 végpontok jelen lesznek a SIP és a H.323 hálózatban is. A SIP User Agent-ek csak a saját Registrar szerverüket használják a regisztrációra, ezért a H.323 terminálok úgy szereznek tudomást a SIP végpontokról, hogy az átjáróhoz fordulnak, ami egy OPTIONS üzenettel lekérdezi az állapotát a SIP végpontoktól, és ennek megfelelően válaszol a H.323 terminál kérésére.

A jelzésátjáró működésének ismertetésére a hívás felépítése közben az 5. fejezetben kerül sor.

3.2 Címek fordítása

A SIP a felhasználók azonosítására URI-t használ, aminek a formátuma felhasználó@domain. A H.323 többféle címzési sémát is támogat: E.164 szám, H.323 alias név, vagy email-ID cím. Mivel a két hálózatban használt címek különböznek egymástól, ezért szükség van ezek egyértelmű megfeleltetésére, úgy hogy a hálózatokban biztosított címfeloldási mechanizmusok használhatóak maradnak.

A H.323 címek SIP címekké alakítása úgy történik, hogy az összes H.323 cím számára létrehozunk a SIP Registrar szerverben egy bejegyzést úgy, kiegészítjük valamilyen domain utótaggal. Pl: h323alias@h323domain.com. Az email-ID típusú H.323 címek regisztrálása változtatás nélkül megtörténhet.

SIP címek H.323 címmé alakításánál, az email-ID típusú címeket használhatjuk. Amennyiben a H.323 terminálok nem képesek csak E.164 címek hívására, akkor a SIP címekhez valamilyen előre tárolt módszerrel rendelhetünk E.164 számot, amit azután a Registrar szerverben regisztrálnunk kell.

A SIP és H.323 címek IP címekké történő feloldását a hálózatban található Registrar szerverek, és az átjáró végzi, ami a H.323 hálózat szempontjából Gatekeeper-ként viselkedik.

3.3 Médiaformátumok fordítása

Az átjáró csak a médiaformátumok kicserélésének folyamatában vesz részt, nem foglalkozik a különböző médiaformátumok közötti konverzióval, csak abban próbál segíteni, hogy a végpontok meg tudjanak egyezni a használt médiaformátumot illetően. Tehát a médiafolyamoknak nem kell áthaladniuk az jelzés átjárón.

A SIP az SDP üzeneteket használja a médiaképességek leírására, a H.323 pedig a „H.245 Terminal Capability Set”-et, ezért szükség van a kettő közötti fordításra. Az SDP üzenet ezen kívül tartalmazza azokat a címeket és portokat, ahová a bejövő adatfolyamot várja a végpont. Az SDP rész tartalmazza a használható kodekek listáját abban a sorrendben, ahogyan a végpont preferálja ezeket, ehhez hasonló módon a H.245 Terminal Capability Set-ben is

megtalálható a preferált médiaformátumok listája. Ennek megfelelően könnyen elvégezhetjük az átalakítást.

SIP esetében a használt médiaformátum kiválasztása az offer/answer [8] modellnek megfelelően történik, tehát a küldő felsorolja az összes számára elfogadható kódolást egy listában, előre téve a számára legmegfelelőbbet. Ez gyakorlatban az SDP rész Media Description mezőjében található, az attribútumok pedig az egyes kódolások. A válasz SDP első helyen azt a kodeket tartalmazza, amit a másik fél legjobban preferál. Mindkét fél azt a kodeket fogja választani a saját listájából, amelyikre elsőként teljesül, hogy megtalálható a másik fél SDP üzenetében is. Így felépülhet egy olyan kapcsolat is, melyben az ellentétes irányokban haladó médiacsomagok más-más kódolást használnak.

H.323 esetében is hasonló módon zajlik a médiaformátum kiválasztása.

3.4 Dinamikus SDP-H.245 fordítás erőforrásoknak megfelelően

Abban az esetben, ha az átjáró tudomására jut, hogy egy bizonyos szint alá csökkent az erőforrások szintje a hálózatban, lehetősége van arra, hogy a végpontok által szolgáltatott médiaképességeket megváltoztatva erőforrásokat takarítson meg.

Tegyük fel, hogy az egyik végpont egy jobb minőségű, nagyobb sávszélességet igénylő kódolást preferál, egy gyengébb minőségű, de sávszélesség-takarékosabb kódolással szemben. Ekkor az átjáró a következőképpen járhat el: Mikor az egyik médialeírást a másikra alakítja, kiveszi az üzenetből ezt a nagy sávszélességet igénylő kódolási típust, mintha a végpont nem ismerné ezt a kódolást. Ezért egyik fél se fogja ezt a kódolást választani. Ennek az eljárásnak a veszélye, hogyha csak ez az egy fajta kódolás közös a két végpont között, ekkor ugyanis nem fog felépülni a kapcsolat.

3.5 Jelzésátjáró felépítése

A megvalósított átjáró alapvetően három fő összetevőből áll. Az első a hívások fordítását végző rész, ami a SIP és a H.323 jelzések átalakítását végzi, a második fő komponens egy H.323 gatekeeper és egy H.323 stack, ahová a H.323 terminálok regisztrálhatnak, és H.323 üzeneteket küldhetünk, illetve fogadhatunk. A harmadik összetevő a SIP kommunikációért felelős rész.

A CallFinder szál végzi a bejövő események osztályozását, és folyamatban lévő hívásokhoz rendelését. Létrehozza és megszünteti a hívásokhoz tartozó szálakat, valamint nyilvántartja azokat, amik éppen folyamatban vannak. A VoIP stackektől érkező események egy közös sorba kerülnek, ahonnan egyesével átkerülnek a megfelelő hívások várósoraiba további végrehajtás céljából. Az események osztályozása a Call-ID alapján történik. Ilyen jellegű paraméterrel rendelkeznek a H.323 és a SIP kapcsolatok is, így ez alapján lehet azonosítani az eseményeket.

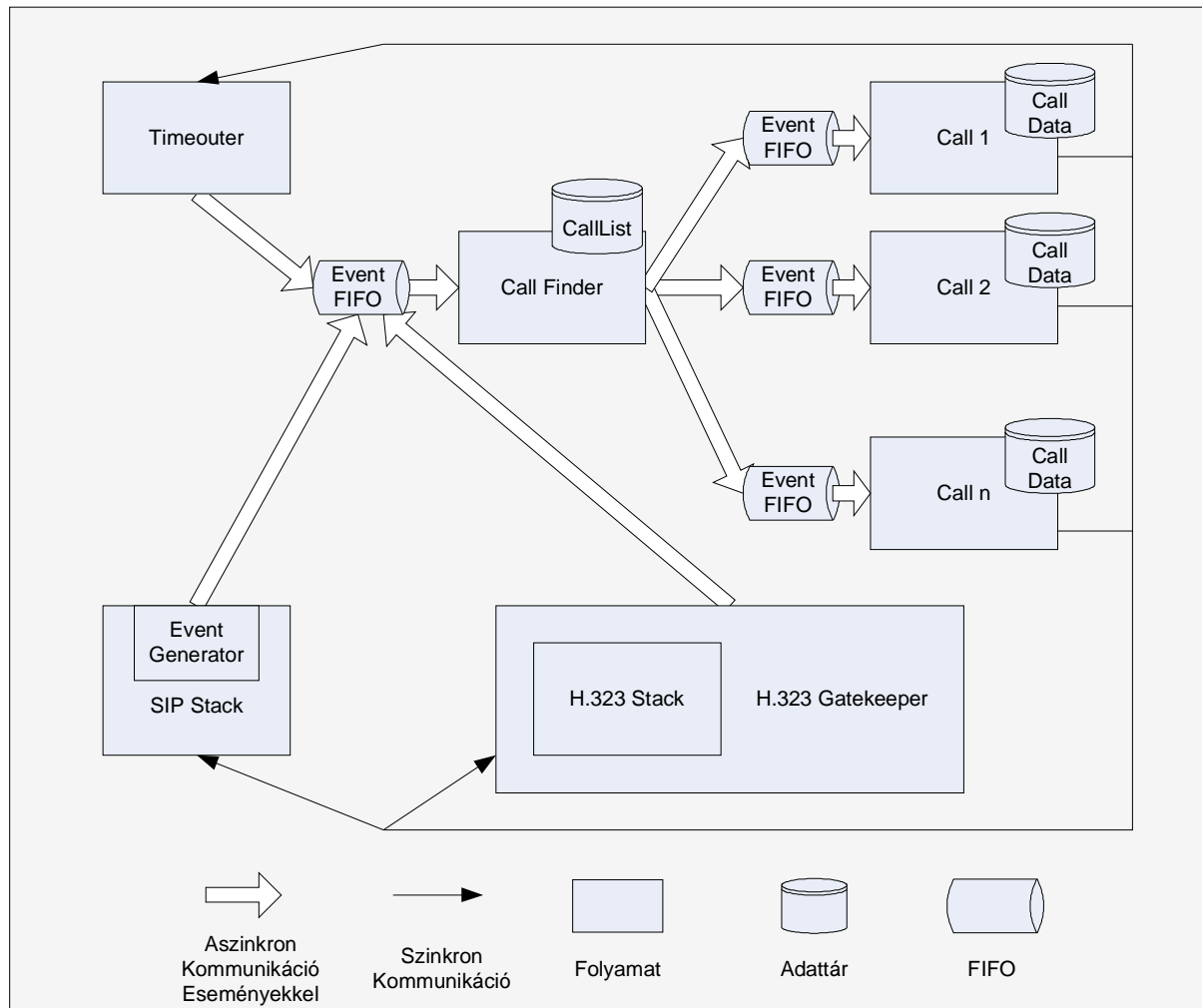
Minden egyes kapcsolathoz egy külön Call szál tartozik. Ez a szál végzi jelzések konverzióját, tárolja az adott kapcsolat paramétereit, és a kapcsolathoz tartozó állapotgépeket. Egy kapcsolathoz több állapotgép is tartozhat, és ezek együttesen határozzák meg a hívás állapotát. Egy esemény egy vagy több állapotgépre is hatással lehet. Az új események itt is egy listába kerülnek, majd innen kerülnek feldolgozásra.

A Timeouter szál jelzi az időtúllépéseket a kapcsolat-felépítés egyes fázisai között. A Call szálak időtúllépéseket regisztrálnak, és amikor ezek lejárnak, egy megfelelő esemény jön létre.

A Gatekeeper szál végzi a H.323 végpontok regisztrációját, valamint ellátja a szokásos Gatekeeper funkciókat. Eközben eseményeket hoz létre, amiket továbbít a CallFinder-nek.

A gateway több szálon futó alkalmazás. Induláskor létrejön a CallFinder szál, valamint létrejönnek a hálózati kommunikációt figyelő SIP és H.323 szálak. A folyamatban lévő hívások, amiket a CallFinder tárol, mind egy-egy külön szálon futnak. Ezek közül egyszerre meghatározott számú futhat, a többi addig blokkolódik. Egy SIP vagy H.323 üzenetet

érkezésekor létrejön a megfelelő esemény, majd bekerül a CallFinder szál eseménysorába. Amint bekerül az esemény, a szál felébred, és besorolja az eseményt a megfelelő híváshoz. A Call szál csak akkor lesz aktív, ha egy esemény érkezik hozzá. Abban az esetben, ha már a megengedett számú Call aktív, akkor későbbre halasztódik az esemény feldolgozása. A szál addig marad blokkolódva, ameddig maximális számú Call szál már fut. Az egyszerre aktív Call szálak száma konfigurálható. Ezt szemlélteti az 1. ábra.



1. ábra Az átjáró működése

4 Erőforrásfoglalás

A szolgáltatás minőségének biztosítására alapvető fontosságú lehet egy VoIP hálózatban. A mai hálózati képességek jelentősen meghaladják a hangátvitelhez szükséges kapacitásigényt, azonban nagy forgalmú hálózatokban, valamint olyan helyeken, ahol időszakosan nagy mennyiségű adatot forgalmaznak a hálózatban, fennakadások lehetnek a hangátvitelben. Az egyik erőforrás foglalásra alkalmas protokoll a Resource Reservation Protokoll.

4.1 Resource Reservation Protocol

Az RSVP ([2],[3],[14]) egy jelzésprotokoll, amivel a különböző folyamatoknak különböző QoS-t (Quality of Service) lehet kérni a hálózati komponensektől. A sikeres foglalás után, a hálózatban végponttól-végpontig rendelkezésre állnak a szükséges sáv szélességek és bufferek. Az RSVP egyirányú foglalást hajt végre, azaz a foglalásnak mindkét irányban meg kell történnie. Az RSVP nem foglalkozik az útválasztással sem, hanem együttműködik a már meglévő útválasztó protokollokkal. Az erőforrások foglalása fogadóorientált, azaz mindig a

fogadó kezdeményezi a foglalást. Fontos tulajdonsága még a protokollnak, hogy soft-state, vagyis az erőforrások lefoglalását időről időre újra el kell végezni. Működését tekintve, a folyam küldője egy PATH üzenettel közli a végponttal, és a közben lévő RSVP-képes hálózati eszközökkel a folyam paramétereit, majd a fogadó egy RESV üzenettel végzi el a foglalást, ami a PATH üzenet útvonalán végighaladva tartalmazza az igényelt QoS paramétereit, és a folyam tulajdonságait.

4.2 Ügynökök

RSVP esetében az erőforrások foglalását a hívó és a hívott félnek is el kell végezni. Mivel esetleg nem minden végpont támogatja ezt a funkciót, ezért a végpontok elé egy ügynököt lehet helyezni, ami elvégzi ezt helyettük. Ez az ügynök nagyon közel helyezkedik el a VoIP végpontokhoz, vagyis elegendő lehet, ha az erőforrások foglalása csak a két ügynök között történik meg, és a végpontok nem szereznek tudomást róla.

4.2.1 Ügynökök Működése

Az erőforrások foglalásának megkezdéséhez az ügynököknek szüksége van a küldő és a fogadó végpont IP címére és pontjára, valamint az adatfolyam tulajdonságaira. A küldő és a fogadó végpont címe azért szükséges, mert ezen információk alapján osztályozzák a közöttük elhelyezkedő RSVP képes eszközök a csomagokat, hogy azok milyen QoS-t kapjanak. A médiaformátumra azért van szükség, hogy definiálni tudjuk az adatfolyam tulajdonságait.

Ezekhez az információkhoz az ügynökök a rajtuk áthaladó SIP illetve H.323 üzenetekből juthatnak hozzá. Ezt kétféleképpen tehetik, vagy figyelik az összes áthaladó forgalmat, és ekkor TCP port alapján választják ki a VoIP jelzés csomagokat, vagy proxyhoz hasonlóan működnek, és ekkor a jelzés-átjáró és a VoIP végpontok direkt az ügynököknek címzik a jelzésüzeneteket, azok pedig feldolgozás után a megfelelő üzenetet továbbküldik a VoIP végpontnak vagy az átjárónak. A második módszernél módosítanunk kell a többi eszköz beállításán, hogy az ügynököknek legyenek a csomagok címezve. Azok minden csomagot dekódnak, majd az információk kiolvasása és esetleges módosítása után továbbküldik a csomagot a megfelelő címzetthez. Így garantálni tudjuk, hogy minden jelzés üzenet át fog haladni az ügynökökön. Az RSVP erőforrás-foglalás miatt az adatfolyamnak is át kell haladni az ügynökön, mert így garantálható, hogy az RSVP által beállított további hálózati eszközökön is áthalad.

Az ügynökök elhelyezkedhetnek külön eszközön, vagy közös eszközön a VoIP végpontokkal. Utóbbi esetben figyelmet kell fordítani arra, hogy bizonyos TCP és UDP portokból csak 1 áll rendelkezésre, tehát meg kell változtatni az ügynökön a VoIP jelzések alapértelmezett portjait. A SIP végpontokat segítő ügynökök hasonlóan viselkednek, mint egy proxy, tehát a végpont által neki címzett csomagokat a tartomány fő proxyjához továbbítják úgy, hogy hozzáadnak egy „Via” fejléc-mezőt az üzenethez, ezáltal biztosítva, hogy a válasz üzenetek is rajtuk keresztül haladnak majd. A SIP User Agent-eken az ügynököt kell beállítani Outbound Proxy-nak, hogy minden üzenet rajtuk keresztül haladjon. Az egyetlen nem proxy szerű viselkedés az az ügynökben, hogy a továbbítandó REGISTER kérésekben a Contact fejléc-mezőben található IP címet a saját címükre cserélik, hogy a Registrar szerver a kezdeti INVITE üzeneteket is az ügynökön keresztül küldje.

A H.323 ügynökök egy H.323 Gatekeeperpért valósítanak meg a Terminál felé, míg egy Terminált a Gatekeeper felé. A Terminált úgy kell beállítani, hogy Gatekeeper-nek az ügynököt adjuk meg. Az ügynök úgy viselkedik, hogy minden hozzá érkező H.323 üzenetben kicseréli a küldő címét a saját címére, mintha ő küldte volna, majd továbbküldi a valódi címzettnek. Ilyen címek az üzenetekben található rasAddress, callSignalAddress, sourceCallSignalAddress, destCallSignalAddress, H245TransportAddress. Mivel az átjáró soha nem nevezi meg a valódi címzettet, ezért ezt a regisztrációs folyamat során el kell tárolni az ügynöknek. Az egyetlen cím, amit nem cserél ki az ügynök, az a OpenLogicalChannel

üzenetben található médiacsatornát definiáló cím, hogy az adatfolyam közvetlenül haladjon a végpontok között.

Mindkét ügynökfajta figyeli a kommunikációt, és megjegyzi az üzenetekből a médiaformátumra jellemző tulajdonságokat, valamint a média cél- és forráscímeket, portokat. Ezen információk a segítségével elvégzik az erőforrások lefoglalását.

4.2.2 SDP és a H.245 Terminal Capability Set

Az SIP kapcsolatfelépítő folyamatban az SDP üzenetek tartalmazzák azt az információt, ami az erőforrás-foglaláshoz szükséges. Az SDP üzenet Connection Information (c=) mezője tartalmazza azt a címet, ahová az adatfolyamot küldeni kell, a Media Description (m=) mező tartalmazza az egyes kódolásokat a preferencia-sorrendnek megfelelően. A Media Description mező minden egyes Media Attribute (a=) tagja egy-egy kódolást ír le részletesebben. A használható médiatípusok és a hozzájuk tartozó adatformátumok részletes leírása a [6]-ban található.

A H.245 Terminal Capability Set (TCS) is tartalmazza a médiafolyamok leírását. A Capability Table tartalmazza az összes médiaformátumot, amit a terminál ismer, de nem feltétlenül a terminál preferenciáinak sorrendjében. A Capability Descriptor mondja azt meg, hogy ezek milyen kombinációkban használhatóak egymással. Tehát több csoport van leírva, a csoportok között ÉS reláció van, a csoportokon belül pedig VAGY reláció. A csoportokon belül fordított preferenciának megfelelően vannak a médiaformátumok.

Ha csak egyféle médiatípust használunk, például hangot, akkor az átalakítás egyszerű, mert csak át kell másolni az egyik fajta médialeírásban található formátumokat a sorrendnek megfelelően a másik fajta médialeírásba. Több médiatípus alkalmazása esetén a követhető módszer a [9]-ben és [12]-ben található.

4.2.3 SDP-RSVP leképezés, H.245-RSVP leképezés

Az erőforrás-foglaláshoz az ügykölöknek sok információra van szüksége, ezt szemlélteti a 2. Táblázat. ([4],[10])

2. Táblázat Az erőforrás-foglaláshoz szükséges információk forrásai

		SIP ügynök	H.323 ügynök
PATH üzenet			
Session ID	média cél IP és port	INVITE / OK üzenet	átjáró OLC üzenetéből
Sender Template	média küldő IP és port	INVITE / OK üzenet	terminál OLC üzenetéből
Sender Tspec	Token Bucket Rate (r)	(40*csomagszám + kódolás bitrátája/8)	
	Token Bucket Size (b)	csomagméret * 2	
	Peak Data Rate (p)	1,1 * r	
	Minimum Policed Unit (m)	minimális csomagméret	
	Max Packet Size (M)	max. csomagméret, amit küldeni tud	
AdSpec	MTU	max. csomagméret, ami még átvihető	
RESV üzenet			
Session ID	média cél IP és port	ua. mint a Session ID-ben	
Style		Fixed Filter	
Flowspec	Service Type	Guaranteed (2)	
Flowspec/Rspec	Bandwidth (R)	r	
	Slack Term (S)	0	
Flowspec/Tspec	Token Bucket Rate (r)	ua. mint a Session ID-ben	
	Token Bucket Size (b)	ua. mint a Session ID-ben	
	Peak Data Rate (p)	ua. mint a Session ID-ben	

	Minimum Policed Unit (m)	ua. mint a Session ID-ben
	Max. Packet Size (M)	ua. mint a Session ID-ben
Filterspec	média küldő IP és port	Sender Template-ből

A csomagszám paraméter értéke függhet az AdSpec-ben kapott maximális csomagméret értékétől, ez azt jelenti, hogy ha a hálózat nem képes csak egy bizonyos méretű csomagméretre garanciát vállalni, akkor csökkentenünk kell a paraméter értékét. A csomag mérete függ attól, hogy hány ezredmásodpercnyi hanginformációt teszünk egy csomagba. Pl ha 20ms hang kerül egy csomagba, akkor másodpercenként 50 csomag kerül elküldésre, vagyis $50 \cdot 40$ byte IP/UDP/RTP overhaddel kell számolni. G.711 esetén 64 kbps a bitráta, ami 8 kbps-t jelent, ezért egy csomagban $8 \text{ kbps} / 50 = 160 \text{ byte}$ hasznos adat kerül. Vagyis egy csomag teljes mérete $40 + 160 = 200 \text{ byte}$. Mivel 50-et küldünk másodpercenként, ezért $50 \cdot 200 = 10000 \text{ byte/sec}$ sávszélességre van szükség. A fenti számítások elvégezhetőek egyéb használt kodekekre is. A használt kodek fajtája az SDP illetve a H.323 Terminal Capability Set-ből derül ki.

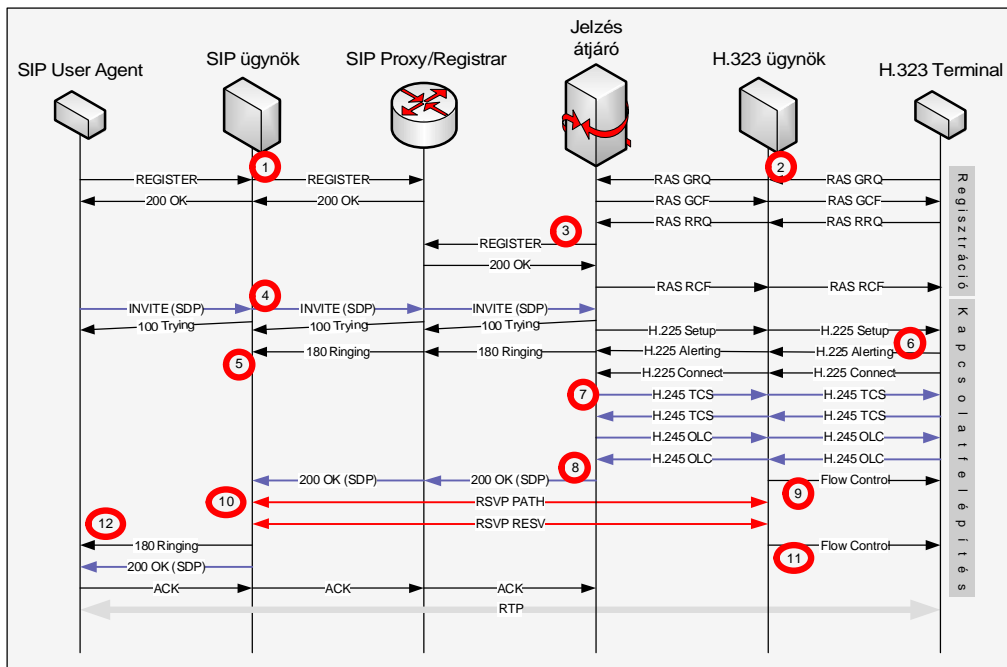
4.2.4 Ügynökök felépítése

Az ügynökök két fő részből állnak, egy SIP vagy H.323 stackből, és egy állapotgépből, ami tárolja a kapcsolat aktuális állapotát, és ennek megfelelő üzeneteket küld a stack segítségével. Mivel egy ügynöknek csak egy VoIP végponttal kell foglalkoznia, ezért nincs szükség sok párhuzamos hívás kezelésének képességére.

A SIP ügynök felépítését tekintve egyszerűbb felépítésű, mert csak proxyként kell viselkednie, a H.323 ügynöknek egy Gatekeeper-t és egy Terminált is meg kell valósítania. Az ügynököknek ismerniük kell a SIP proxy és a jelzés átjáró címeit, hogy a végpontoktól kapott üzeneteket továbbítani tudják.

5 A teljes rendszer együttműködése

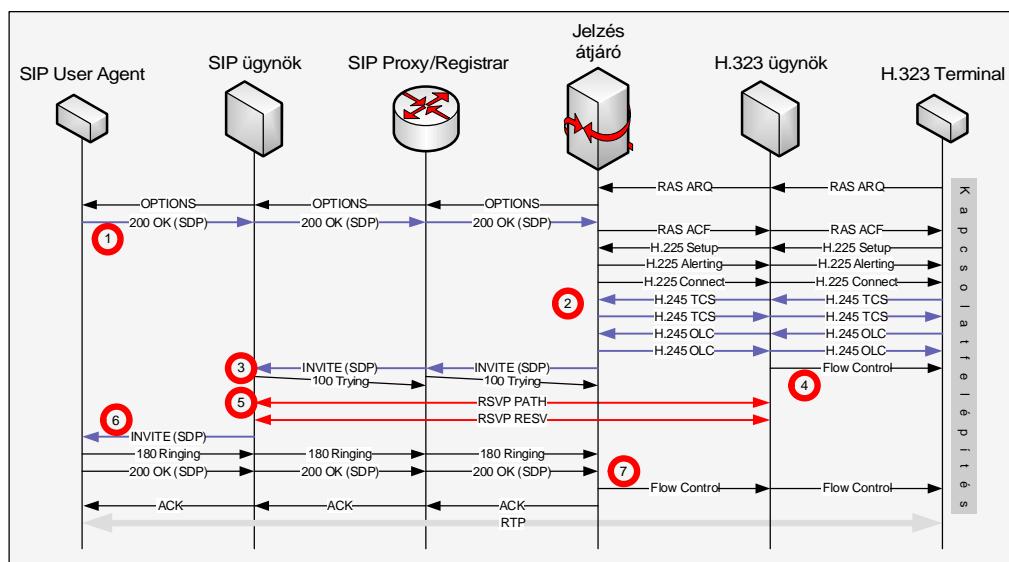
Az alábbi ábrák mutatják be az ügynökök és az átjáró működését. A rendszer részét képezi ezen kívül egy SIP Proxy, ami a Registrar funkciókat is ellátja.



2. ábra Regisztráció~ és a SIP - H.323 irányú hívásfelépítés folyamata

A 2. ábra mutatja be a regisztrációs folyamatot, és a SIP-H.323 irányú hívás-felépítési folyamatot.

1. A SIP User Agent a SIP ügynökhöz küldi regisztrációs kérését, aki a megjegyzi a SIP User Agent címét és kicseréli a REGISTER kérésben található Contact fejlécmezőben található címet a saját címére, azért, hogy a SIP Proxy neki küldje az üzeneteket, amiket a SIP User Agent-nek címeztek.
2. A H.323 ügynök a H.323 Termináltól kapott üzenetekben kicseréli a küldő címét a saját címére, a címzett címét, pedig az átjáró címére állítja. Valamint minden olyan címet hasonló módon kicserél, amik a jövőben megnyitandó csatornák címeit közlik a másik féllel. Az átjáró felől érkező csomagokban található címeket is hasonló módon cseréli. Az egyetlen kivétel a médiacsatorna címe, amit változatlanul hagy.
3. Az átjáró a H.323 Terminál-t regisztrálja a SIP Registrarban.
4. A kapcsolat-felépítést a SIP User Agent kezdeményezi egy SDP-t is tartalmazó INVITE üzenettel, így az ügynök megismeri az erőforrások foglalásához szükséges információk egyik felét. Hasonlóan az átjáró is megismeri a médiaegyeztetéshez szükséges információk egyik felét.
5. Az ügynök a sikeres erőforrás-foglalás befejezéséig nem küldi tovább a 180 Ringing választ, hogy ne kezdjen el a SIP végpont jelezni a felhasználónak.
6. A H.323 Terminál felé a kapcsolat-felépítés a Setup üzenet küldésével folytatódik. Ha a végpont H.245 Tunneling-et alkalmazna, akkor nem lenne szükség külön H.245 csatorna kiépítésére, valamint lehetőség volna az Alerting üzenet médiaegyeztetés utáni küldésére. A 2. ábra nem ezt az esetet mutatja be, hanem az alapesetet. A 180 Ringing és az Alerting üzenetek erőforrás-foglalás utáni küldésének célja, hogy megghiúsult foglalás esetén, jelezzenek a végberendezések.
7. Az INVITE-ből nyert SDP segítségével az átjáró megkezdheti a médiaegyeztetés folyamatát, így a H.323 ügynök és a H.323 Terminál is megismeri a SIP végpont tulajdonságait. A következő lépésekben az átjáró tudja meg a H.323 Terminál tulajdonságait.
8. Az átjáró és a H.323 ügynök már minden információt ismer a médiafordításhoz illetve az erőforrás-foglaláshoz. Az átjáró most küldi el a 200 OK választ, ami SDP-t is tartalmaz, így a SIP ügynök is megismeri az erőforrás-foglaláshoz szükséges információk másik felét.
9. A Logikai csatorna megnyitása után a H.323 ügynök egy Flow Control üzenettel azonnal elállítja a H.323 Termináltól érkező adatfolyamot, amíg a kapcsolat teljesen ki nem épül.
10. A SIP ügynök és a H.323 ügynök is birtokában van az erőforrás-foglaláshoz szükséges információknak, így PATH illetve RESV kérések küldésével elvégzik az erőforrásfoglalást.
11. A H.323 ügynök ezek után jelzi a H.323 Terminálnak egy újabb Flow Control üzenettel, hogy készen áll az adatfolyam fogadására. Az adatfolyam nem az ügynök címére fog megindulni, hanem a SIP User Agent címére, hiszen ezt az információt az ügynök nem cserélte a saját címére a H.245 üzenetek továbbítása során.
12. A SIP ügynök most jelzi a SIP végpontnak, hogy megkezdheti a felhasználónak a jelzést, majd egy SDP-t is tartalmazó 200 OK üzenetben közli, hogy milyen médiaformátumot küldjön a SIP végpont. Ez az SDP tartalmazza a másik oldalon található H.323 Terminál címét is, ahová a média folyam irányul.



3. ábra H.323-SIP irányú kapcsolat-felépítés folyamata

A 3. ábra mutatja be a H.323-SIP irányú kapcsolat-felépítési folyamatot. A folyamat nagyon hasonló az ellenkező irányhoz, így csak az eltérések magyarázatára kerül sor.

1. A H.323 Terminál hozzáférési engedély kérésekor az átjáró egy OPTIONS üzenettel kérdezi le a SIP Registrar-tól, hogy a hívott SIP végpont jelen van-e a hálózatban. A hívott végpontnak az OPTIONS kérésre egy pont olyan 200 OK válasszal kell válaszolnia, mintha INVITE kérésre válaszolt volna. Ezzel az átjáró megtudja, hogy a SIP végpont jelen van. További előnye a lekérdezésnek, hogy a SIP ügynök és az átjáró is hozzájut a végpont SDP-jéhez.
2. Az átjáró az SIP User Agent képességeinek ismeretében végrehajthatja a médiaegyeztetést, aminek során a H.323 ügynök hozzájut az erőforrás-foglaláshoz szükséges információkhoz.
3. A SIP ügynök az átjáró által generált SDP-t is tartalmazó INVITE kérést, csak a sikeres erőforrás-foglalás után továbbítja a SIP végpontnak.
4. A H.323 ügynök jelzi, hogy nem képes adatok fogadására.
5. Mindkét ügynök birtokában van a szükséges információknak, ezért végrehajtják az erőforrás-foglalást.
6. A SIP ügynök csak most jelzi a SIP végpontnak az új kapcsolatot. Innentől kezdve az átjáró és a SIP végpont között a hagyományos kapcsolat-felépítési folyamat zajlik.
7. A folyamat befejeztével a jelzés átjáró jelzi a H.323 végpontnak, hogy a SIP végpont képes az adatok fogadására.

6 Fejlesztési lehetőségek

6.1 Video képességekkel rendelkező végpontok kezelése

A jelenlegi rendszer bővíthető video képességeket is támogató végpontokkal, akkor az átjárót, és a végpontokat fel kell készíteni ezeknek a kezelésére. A különbség a csak hangátvitelt támogató végpontokhoz képest abban jelentkezik, hogy egy ilyen végpont sokkal bonyolultabb SDP-t illetve H.245 Terminal Capability Set-et állíthat elő, így ezek egymásba alakítása nem olyan egyszerű, mint szimpla audio kliensek esetében.

A H.245 TCS már nem csak a képességeket sorolja fel, hanem ezek kombinációit is megadja, tehát lehetséges, hogy egy nagyobb számítási kapacitást igénylő video kodek mellé nem támogat csak kevesebb erőforrást igénylő audio kodeket. E tulajdonságok kifejezésére a H.245 TCS-ben van lehetőségünk, de az SDP üzenetben nem tudjuk ezt kifejezni. Erre a problémára a [12] ad egy lehetséges megoldást.

Erőforrások foglalása szempontjából felmerül a kérdés, hogy egyben, vagy külön-külön érdemes-e erőforrást foglalni a hangnak és a videónak. Az egyben foglalás előnye, hogy kevesebb hálózati jelzésforgalmat igényel, mint a külön foglalás.

A külön foglalás azonban azzal az előnnyel rendelkezik, hogy más szolgáltatási osztályba sorolhatjuk a video forgalmat. Számos video tömörítési eljárás képes valamilyen szintű adaptációra, ezért megfelelő lehet számára a Controlled Load Service is.

6.2 Külön gatekeeper alkalmazása

A rendszer rugalmasságát növeli, ha a jelzésátjáró nem tartalmaz egy integrált Gatekeeper-t, hanem a H.323 hálózatban egy külön Gatekeeper kerül beállításra. Ekkor az átjáró feladatai csak a jelzések fordítására korlátozódnak, vagyis nem tartja számon sem a SIP, sem a H.323 klienseket. Az átjáró a SIP végpontok adataihoz és állapotához OPTIONS üzenetek segítségével jut hozzá, míg a H.323 oldalon LRQ kérések segítségével. Az LRQ kérések a H.323 zónában található Gatekeeper-hez jutnak el, aki egy LCF üzenetben közli az átjáróval a keresett H.323 Terminál címét és portját. Innentől kezdve a fentebb leírtakhoz hasonlóan zajlik a kapcsolatfelépítés folyamata. Erőforrásfoglalás szempontjából nem történik változás, viszont így kevesebb számítási kapacitásra van szüksége az átjárónak.

7 A kapcsolat felépítési idők

A kapcsolat kiépítésének idejét RTT-ban (Round Trip Time) mérve a következőket kapjuk. Mivel az ügynökök nagyon közel helyezkednek el a végpontokhoz, ezért feltesszük, hogy ez a szakasz a teljes RTT csak nagyon kicsi részét képezi. Ezen kívül feltesszük, hogy az átjáró a hálózat „középpontjában” található, vagyis az egyik végponttól a másikig terjedő út felénél, így feltehetjük, hogy az átjáró és az egyik végpont között zajló kérés-válasz üzenetpár RTT/2 időt vesz igénybe.

3. Táblázat Round Trip Time a különböző kapcsolatfelépítési módokhoz

Kapcsolatépítés fajtája	RTT-k száma	Megjegyzés
SIP - SIP	1,5	Erőforrás-foglalás nélkül
H.323 - H.323	5	Erőforrás-foglalás nélkül, ARQ-val
H.323 - H.323 Fast Connect	2	Erőforrás-foglalás nélkül, ARQ-val
SIP - SIP	3,5 (2,5)	ügynökkel
SIP - SIP	3,5 (2,5)	ügynök nélkül
H.323 - H.323	7	ügynökkel, ARQ-val
H.323 - H.323	7	ügynök nélkül, ARQ-val
SIP - H.323	4,5	ügynökkel, ARQ-val
SIP - H.323	5	ügynök nélkül, ARQ-val
H.323 - SIP	4	ügynökkel, ARQ-val
H.323 - SIP	5	ügynök nélkül, ARQ-val
H.323 - SIP Fast Connect	2,5	ügynökkel, ARQ nélkül
SIP-H. 323 Fast Connect	2,5	ügynökkel, ARQ nélkül

Az RSVP erőforrás-foglalás mindkét irányban együtt 1,5 RTT-t vesz igénybe, mert a két fél párhuzamosan tudja végezni. Az 1,5 RTT a PATH, RESV, és a RESV-CONF üzenetváltásból adódik.

A zárójelben megadott értékek arra az esetre vonatkoznak, ha nem szinkronizálva van az erőforrás-foglalás a hívás-felépítési folyamattal. Szinkronizált esetben addig nem kerül sor adatküldésre, ameddig nem történik meg az erőforrások lefoglalása.

Ügynökök alkalmazásával minden üzenet feldolgozásból adódó késleltetése legalább kétszeresére növekedik, mert az ügynökben mindent ki kell kódolni, majd újrakódolni. Ez SIP

esetében nem jelent nagy overheadet, mert szöveg alapú, de H.323 esetében sokkal több a számításigény.

8 Konklúziók

Két különböző szabványú VoIP rendszer együttműködési kérdéseit vizsgáltuk: a SIP és a H.323 szabványokat. Az átjárást a két hálózat között nem a kapcsolat-felépítés számára teremtettük meg, hanem lehetővé tettük, hogy a két végpont között felépülő kapcsolat során az erőforrás-foglalás is megtörténjen, szinkronizálva a kapcsolat-felépítési folyamattal.

Ehhez a jelzésátjárón kívül ügynököket használtunk. Az ügynökök közvetlenül a végpontok előtt elhelyezkedve figyelik és beleszólnak a kapcsolat-felépítési folyamatba, mindeközben elvégezve az erőforrások foglalását a végpontok helyett. A végpontok mindebből semmit nem vesznek észre, annak ellenére, hogy profitálnak a garantált minőséget biztosító médiakapcsolatból.

9 Hivatkozások

- [1] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, Camarillo, Johnston, Peterson, Sparks, Handley, Schooler, „SIP: Session Initiation Protocol”, IETF RFC 3261
- [2] R. Braden, Ed. , L. Zhang, Berson, Herzog, Jamin, „Resource ReSerVation Protocol (RSVP)”, IETF RFC 2205
- [3] J. Wroclawski, „The Use of RSVP with IETF Integrated Services”, IETF RFC 2210
- [4] G. Camarillo, A. Monrad, „Mapping of Media Streams to Resource Reservation Flows”, IETF RFC 3524
- [5] H. Schulzrinne, S. Casner, Frederick, Jacobson, „RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications” IETF RFC 3550
- [6] H. Schulzrinne, S. Casner, „RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control”, IETF RFC 3551
- [7] M. Handley, V. Jacobson, „SDP: Session Description Protocol”, IETF RFC 2327
- [8] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, „An Offer/Answer Model with the Session Description Protocol”, IETF RFC 3264
- [9] H. Schulzrinne: „Session Initiation Protocol (SIP)-H.323 Interworking Requirements” IETF draft: „draft-agrawal-sip-h323-interworking-reqs-07.txt”
- [10] Subha Dhesikan: „H.323/RSVP Synchronization for Video over IP” Cisco Systems Whitepaper
- [11] "H.323: Packet-based multimedia communications system", ITU-T Recommendation Nov. 2000
- [12] K. Singh, H. Schulzrinne, „Interworking between SIP/SDP and H.323”, In Proceedings of the 1st IPTelephony Workshop (IPTel 2000), Berlin, Germany, Apr. 2000.
- [13] Jia-Cheng Hu, Jiann-Min Ho, Peter Steenkiste: „A Conference Gateway Supporting Interoperability Between SIP and H.323”, Proceedings of the ninth ACM international conference on Multimedia, Ottawa, Canada, 2001
- [14] Paul White, „RSVP and Integrated Services in the Internet: a Tutorial”, IEEE Communications Magazine, May 1997
- [15] Goode, Bur. „Voice Over Internet Protocol (VoIP).”, Proceedings of the IEEE, September 2002 (VoIP)