



# Università degli Studi di Bergamo

---



**DIP. DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE E  
METODI MATEMATICI**

## **RETI INTERNET MULTIMEDIALI**

---

**Session Initiation Protocol (SIP)**

# Introduzione

---

- SIP è l'alternativa IETF alla segnalazione H.323
- Nata a partire dal 1995 nel WG MMUSIC
- Sfociata nel 99 nella RFC 2543 (46 pagine)
- Evoluta al 11/2000 nel Draft rfc2543bis-02 (171 pagine)
- Sostituita nel giugno 2002 da RFC 3261

# Introduzione

---

## ■ SIP serve

- a iniziare, modificare e terminare sessioni relative ad applicazioni multimedia:
  - chiamate telefoniche
  - multiparty conference con più flussi multimediali
  - real-time e non real-time
- ma anche:
  - instant messaging
  - event notification
  - distributed games

# Introduzione

---

- Può anche collaborare con altri protocolli definiti dall'IETF che compongono la suite di protocolli per applicazioni multimediali
- SIP generalmente usa i seguenti protocolli
  - SDP - Session Description Protocol (RFC 2327)
  - RTP - Real Time Protocol (RFC 1889)
  - RTCP - Real Time Control Protocol
  - RTSP - Real Time Streaming Protocol
  - MGCP Media Gateway Control Protocol

# SIP – Compiti

---

- SIP gestisce lo scambio per l'instaurazione e la gestione della sessione, ma per i flussi relativi alla sessione non si preoccupa:
  - del trasporto (si fa uso al solito di RTP)
  - del monitoraggio della qualità (RTCP)
  - della descrizione dei flussi della sessione (messaggi SDP sono incapsulati in messaggi SIP)

# SIP – Compiti

---

- I messaggi SIP possono essere trasferiti usando qualunque servizio di trasporto anche se viene consigliato l'uso di UDP
- SIP consente il colloquio tra utenti identificati da identificativi
  - come quelli dell'e-mail (è proposto proprio l'uso dello stesso identificativo) o
  - di numeri (solo per rimanere compatibili con le vecchie abitudini)

# SIP – Identificativi

---

- **L'identificativo è dell'utente (o del terminale)**
- E' garantita la **mobilità** dell'utente che può accedere al servizio da terminali diversi (personal mobility) e per questo sono richieste le funzioni di
  - **Registration**
  - **User Location**
- Inoltre l'identificativo d'utente può essere allo stesso tempo associato a terminali diversi (con capabilities diverse, come videotelefono, portatile, segreteria telefonica, ecc.)
- Più identificativi possono essere associati allo stesso terminale

# SIP – Identificativi

---

- L'identificativo è dell'utente (livello applicativo) (come per l'e-mail) e non del terminale (di rete)
- E' un Uniform Resource Identifier - URI:  
Sip:user@domain.
  - Esempio:

`sip:j.doe@big.com`

`sip:j.doe:secret@big.com;transport=tcp`

`sip:j.doe@big.com?subject=project%20x&priority=urgent`

`sip:+1-212-555-1212:1234@gateway.com;user=phone`

`sip:1212@gateway.com`

`sip:alice@10.1.2.3`

`sip:alice@example.com`

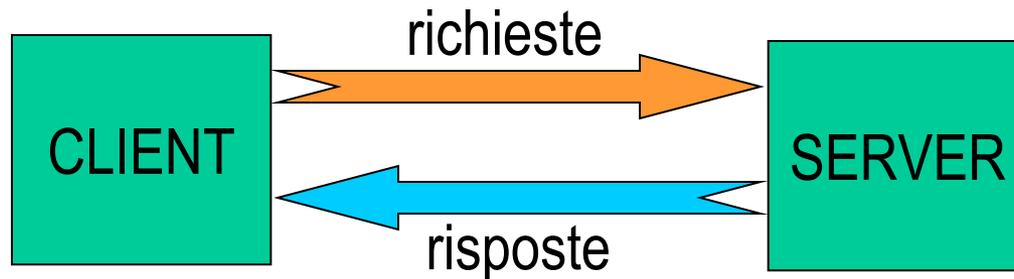
`sip:alice%40example.com@gateway.com`

`sip:alice@registrar.com;method=REGISTER`

# Protocollo SIP

---

- I messaggi di SIP sono implementati in modalità testuale come in molti altri protocolli applicativi IP (es. HTTP, SMTP, ecc.)
- SIP è un protocollo di tipo client-server



- Negli elementi di rete sono normalmente implementati sia la parte client che la parte server

# SIP Methods

---

- Le richieste dei clients si chiamano “methods”

INVITE	Inizia la chiamata invitando un utente ad una sessione
ACK	conferma la avvenuta connessione
BYE	termina (e trasferisce) la chiamata
CANCEL	resetta la chiamata
OPTIONS	chiede informazioni sulle capabilities
REGISTER	registra presso il location service

- Non si assume affidabilità. Le richieste possono essere ritrasmesse

# SIP – Response Codes

---

- Le risposte contengono un codice che descrive l'esito dell'elaborazione della richiesta da parte del server
  - 1xx continue (request received, continuing)
  - 2xx success
  - 3xx redirection (further action needed)
  - 4xx client error (request cannot be fulfilled)
  - 5xx server error (failed to fulfill)
  - 6xx global failure (request not fulfilled at any server)

# SIP – Response Codes

---

100 continue

180 ringing

181 forwarding

182 queuing

200 OK

300 multiple choices

301 moved permanently

302 moved temporarily

400 bad request

401 unauthorized

403 forbidden

404 not found

408 request timeout

480 Unavailable

481 Invalid Call-ID

482 Loop detected

500 internal error

501 not implemented

600 busy

601 decline

604 does not exist

606 not acceptable

# SIP Transaction

---

- Richieste e risposte sono raggruppate in SIP transactions
- Una transaction è composta:
  - Una richiesta
  - Eventuali risposte di call progress (1xx)
  - Una risposta finale
- Un ACK finale (solo per i messaggi di INVITE) che conferma l'apertura della sessione
  - Rappresentato come un'altra transazione senza risposta

# SIP Transaction

---

## Instaurazione di una sessione



# SIP Message

---

## Formato delle richieste

```
INVITE sip:capone@elet.polimi.it SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP proxy.cs.columbia.edu
Via: SIP/2.0/UDP sipserv.elet.polimi.it
From: sip:Schultzrinne@columbia.edu
To: sip:Antonio.Capone@polimi.it
Call-Id: 263954@host1.cs.columbia.edu
CSeq: 1 INVITE
Subject: meeting.
Content-Type: application/sdp
Content-Length: ...
Contact: hgs@host1.cs.columbia.edu

"corpo messaggio SDP"
```

**Method**

**Header**

**Message  
body**

# SIP Message

---

## Formato delle risposte

SIP/2.0 200 OK

Via: SIP/2.0/UDP proxy.cs.columbia.edu

Via: SIP/2.0/UDP sipserv.elet.polimi.it

From: sip:Schultzrinne@columbia.edu

To: sip:Antonio.Capone@polimi.it

Call-Id: 263954@host1.cs.columbia.edu

CSeq: 1 INVITE

Subject: meeting.

Content-Type: application/sdp

Content-Length: ...

Contact: voicemail@host4.polimi.it

"corpo messaggio SDP"

Method

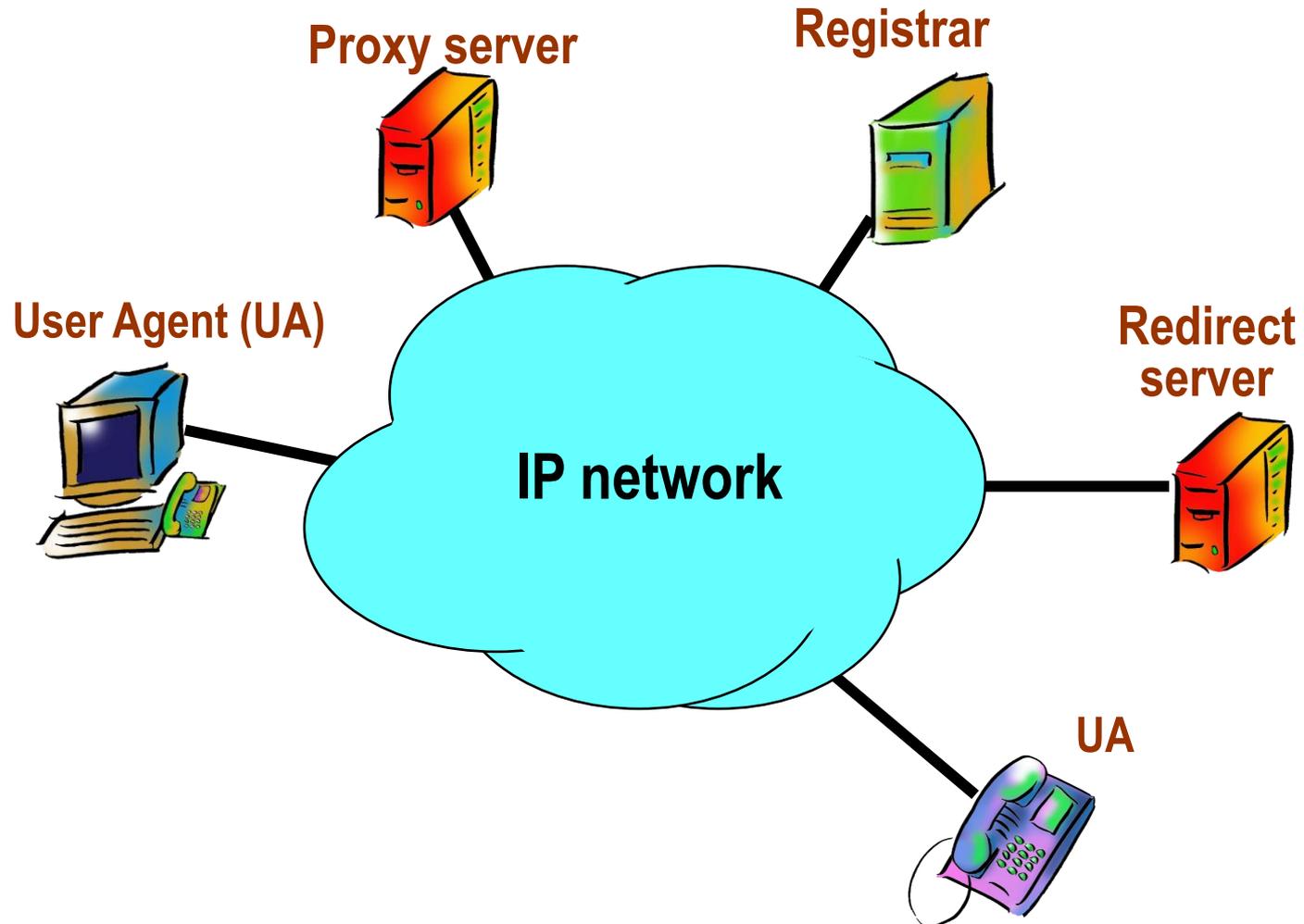
Header

Header  
variato

Message  
body

# SIP elementi di rete

---



# SIP – User Agent (UA)

---

- User Agent (UA):
  - Genera le richieste (UA client) ed è anche, normalmente, il Destinatario finale (UA server)
  - Esempi: internet phones, software per teleconferenza, caselle vocali, etc.



# SIP Registrar

- All'interno di un dominio associa lo URI dell'utente all'indirizzo del terminale su cui l'utente viene rintracciato
- Uno UA per essere raggiungibile deve registrarsi presso i registrar inviando periodicamente un richiesta di REGISTER

```
C->S: REGISTER sip:bell-tel.com SIP/2.0 (Request URI)
Via: SIP/2.0/UDP saturn.bell-tel.com
From: <sip:watson@bell-tel.com>;tag=19
To: sip:watson@bell-tel.com (user URI)
Call-ID: 70710@saturn.bell-tel.com (costante per UA)
CSeq: 1 REGISTER (contatore)
Contact: <sip:watson@saturn.bell-tel.com:3890;transport=udp>
Expires: 7200
```

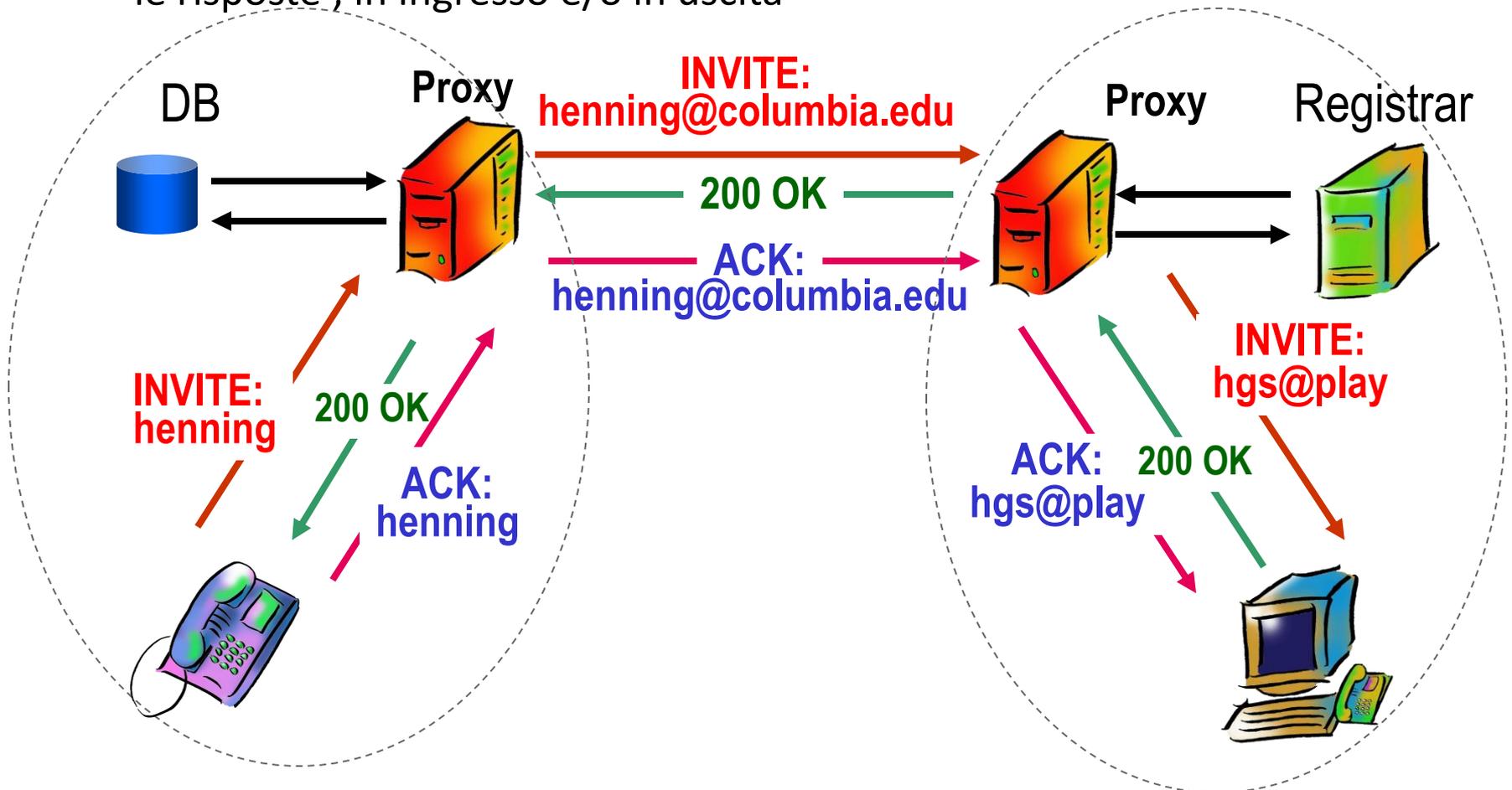
# Localizzazione del Registrar/Proxy

---

- Si hanno 3 possibilità per ottenere l'indirizzo del registrar:
  1. Per configurazione
  2. Utilizzando lo address-of-record dei servizi di localizzazione (DNS)
    - Per l'utente **sip:carol@chicago.com** si può tentare **sip:chicago.com**
  3. Utilizzando multicast address “**sip.mcast.net**” (**224.0.1.75**)

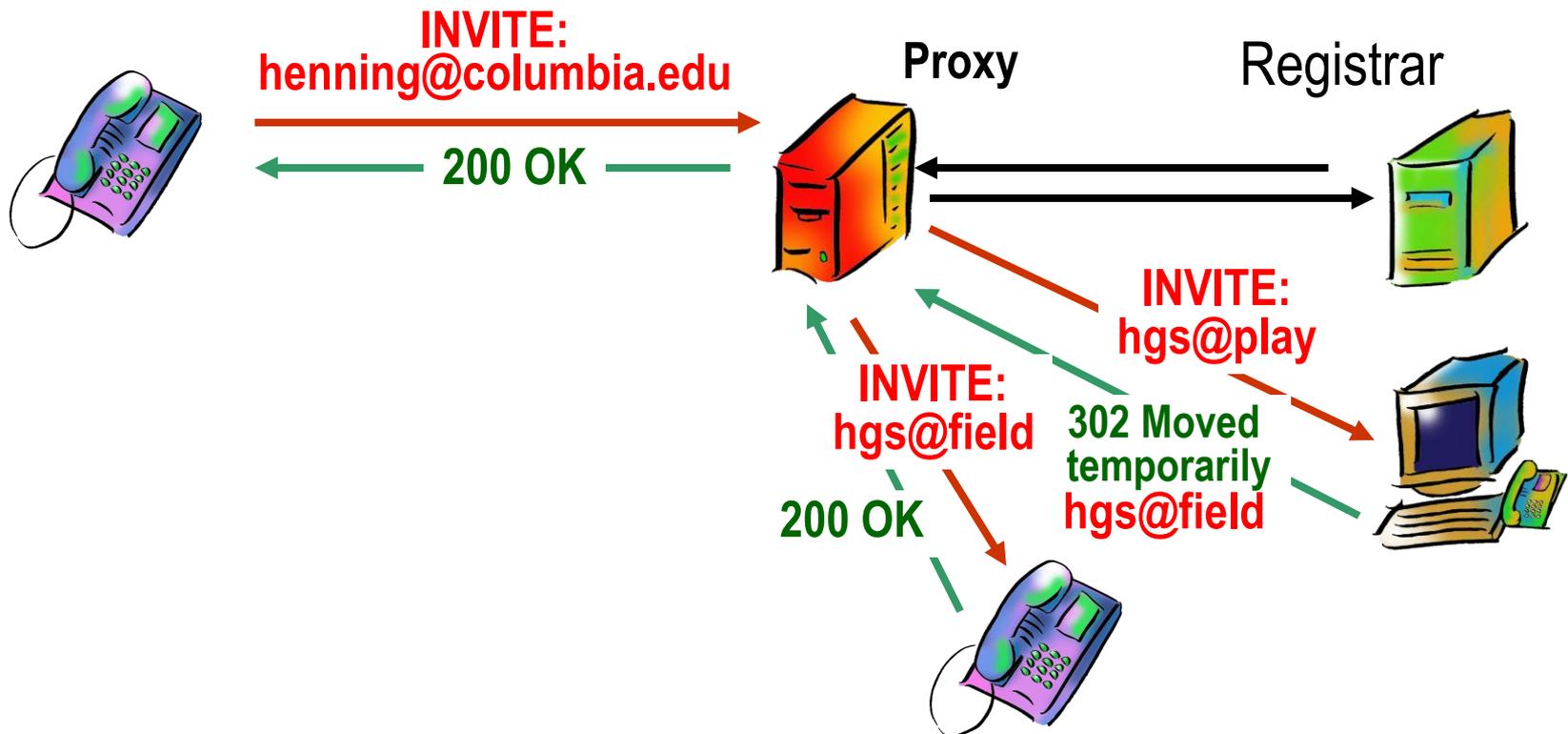
# SIP Proxy Server

- Sono di fatto dei router di livello applicativo che instradano le richieste e le risposte , in ingresso e/o in uscita



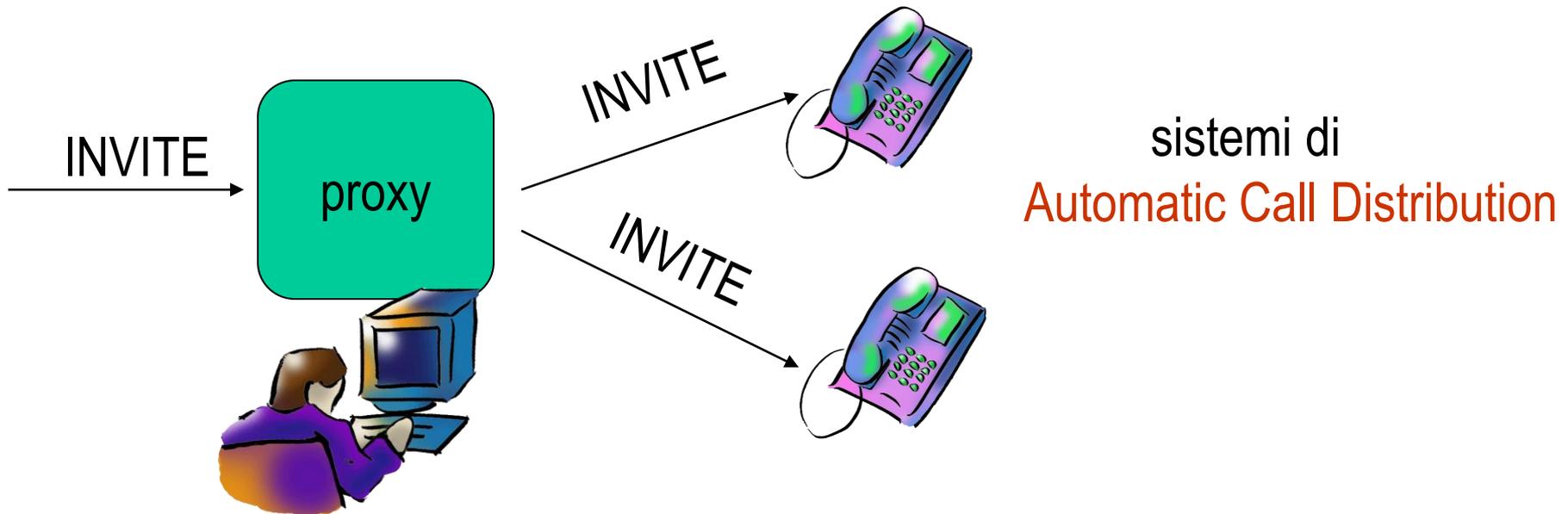
# SIP Redirect Server

- Ricevono le richieste e rispondono con l'indicazione della localizzazione di un altro server o di uno UA
- Possono essere implementati sull'host o su server



# SIP Forking

- Un proxy server che riceve una richiesta da un client può inoltrare tale richiesta a più destinazioni (branches)
- Ciò può avvenire o in sequenza o in parallelo
- Se viene fatto in parallelo, si suppone che solo uno dei server a valle risponda positivamente
- In ogni caso viene mantenuta la prima risposta positiva



# Affidabilità dei messaggi di SIP

---

- I messaggi SIP non assumono affidabilità di trasporto
- Se una risposta ad una richiesta non giunge entro un certo tempo  $T$  la richiesta viene ripetuta
- Se il fenomeno si ripete la richiesta successiva viene ripetuta dopo  $2T$ , poi  $4T$ , e così via
- Nel caso dell'**INVITE** i tempi devono essere più lunghi e devono essere ripetute anche le risposte

# SIP – Descrizione delle sessioni

---

- SIP usa attualmente SDP (Session Description Protocol) per la descrizione delle sessioni
- I messaggi SDP sono trasportati in modo trasparente all'interno dei messaggi di SIP
- Normalmente il messaggio di **INVITE** contiene un corpo SDP che descrive
  - Indirizzi e porte
  - Codifiche supportate
- Il server inserisce un corpo SDP normalmente in quella finale **"200 OK"**
- Se il client non ha inserito il messaggio SDP nell'**INVITE** deve farlo nell'**ACK** finale

# Session Description Protocol (SDP)

---

- SDP (RFC 2327) è un formato per la descrizione di sessioni multimediali
- Viene utilizzato in SAP, SIP, RTSP, e-mail con estensione MIME, e HTTP
- SDP include
  - Nome e scopo della sessione
  - Durata della sessione
  - I vari media utilizzati
  - L'informazione per ricevere tali media (porte, indirizzi)
  - Informazioni sulla banda
  - Informazioni di contatto

# Session Description Protocol (SDP)

---

- Le descrizioni sono testuali del tipo <Type>=<value>

v= (protocol version)

o= <username> <session id> <version> <network type> <address type> <address>

s= <session name>

i= <session description>

u=<URI> (pointer to additional information about the conference)

e=<email address> (contact information for the person responsible for the conference)

c=<network type> <address type> <connection address>

t=<start time> <stop time>

a=<attribute>:<value> (primary means for extending SDP)

m=<media> <port> <transport> <fmt list>

# Esempio SDP

---

(version) v=0  
(origin/identifier) o=mhandley 2890844526 2890842807 IN IP4 126.16.64.4  
(session name) s=SDP Seminar  
(description) i=A Seminar on the session description protocol  
(URI) u=http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/M.Handley/sdp.03.ps  
(email) e=mjh@isi.edu (Mark Handley)  
(connection inf.) c=IN IP4 224.2.17.12/127  
(start stop t.) t=2873397496 2873404696  
(attribute) a=recvonly  
(media/port) m=audio 49170 RTP/AVP 0  
m=video 51372 RTP/AVP 31  
m=application 32416 udp wb  
a=orient:portrait

# Esempio di INVITE per telefonata

<b>Bell chiama</b>	<b>INVITE</b> sip:watson@boston.bell-tel.com SIP/2.0
lista di rilanci aggiornata a partire dalla sorgente; rimossi nelle risposte	Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com
	From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>
	To: T. Watson <sip:watson@bell-tel.com>
	Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com
Numera le transazioni	CSeq: 1 INVITE
	Subject: Mr. Watson, come here.
	Content-Type: application/sdp
	Content-Length: ...
<b>Descrizione SDP</b>	
(version)	v=0
(origin)	o=bell 53655765 2353687637 IN IP4 128.3.4.5
(session)	s=Mr. Watson, come here.
(con. address)	c=IN IP4 kton.bell-tel.com
(media)	m=audio 3456 RTP/AVP 0 3 4 5 (PCM, GSM, G.723, DVI4)

# Esempio di INVITE per telefonata

---

**Watson risponde** SIP/2.0 **100 Trying**

Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com

From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>

To: T. Watson <sip:watson@bell-tel.com> ;tag=37462311

Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com

CSeq: 1 INVITE

Content-Length: 0



distingue istanze multiple  
dello stesso utente x forking

**Watson risponde** SIP/2.0 **180 Ringing**

Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com

From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>

To: T. Watson <sip:watson@bell-tel.com> ;tag=37462311

Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com

CSeq: 1 INVITE

Content-Length: 0

# Esempio di INVITE per telefonata

---

**Watson risponde** SIP/2.0 **200 OK**

Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com

From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>

To: <sip:watson@bell-tel.com> ;tag=37462311

Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com

CSeq: 1 INVITE

Contact: sip:watson@boston.bell-tel.com

Content-Type: application/sdp

Content-Length: ...

v=0

o=watson 4858949 4858949 IN IP4 192.1.2.3

s='m on my way

c=IN IP4 boston.bell-tel.com

m=audio 5004 RTP/AVP 0 3 (PCM, GSM)

# Esempio di INVITE per telefonata

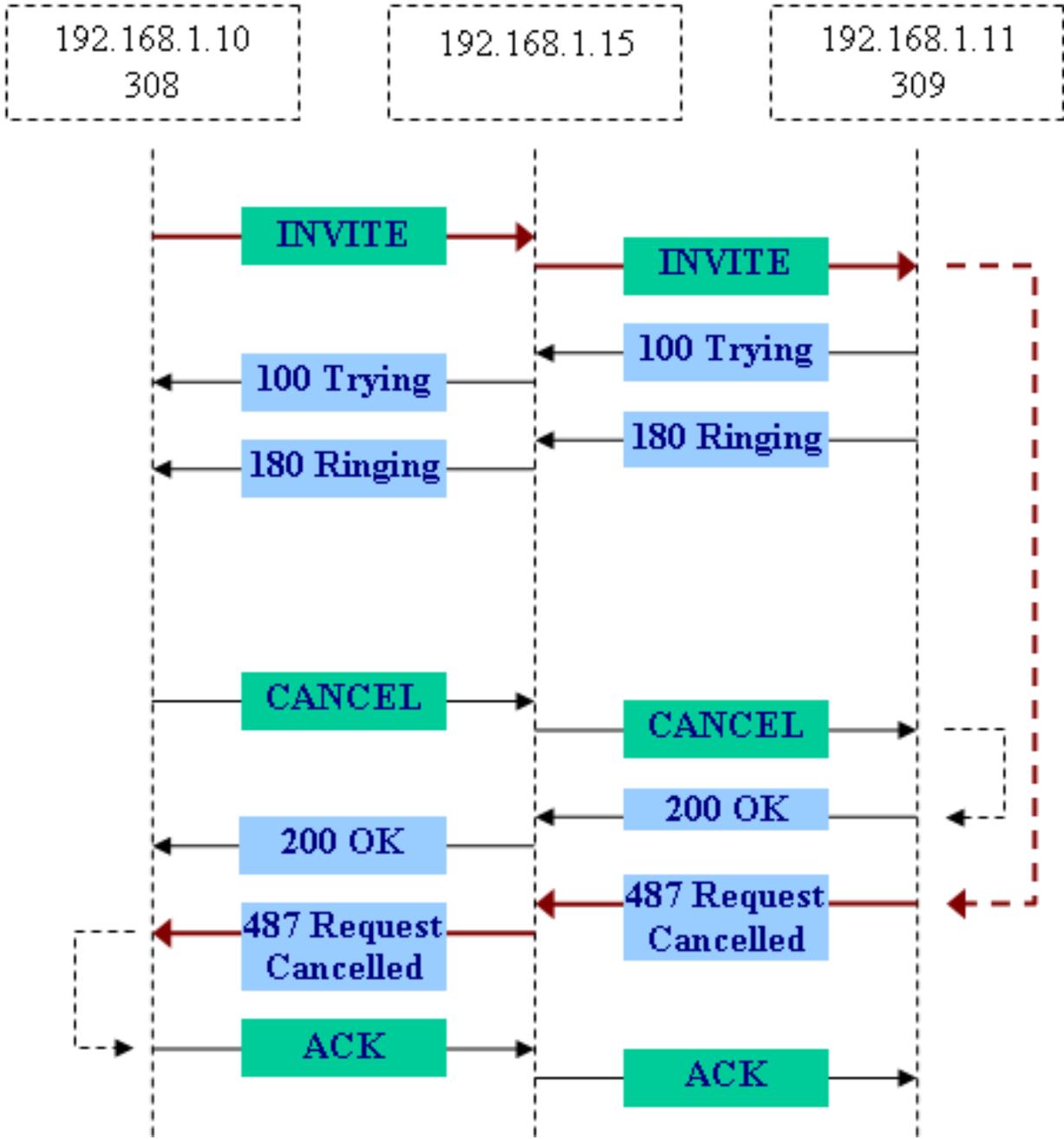
---

**Bell conferma**

**ACK** sip:watson@boston.bell-tel.com SIP/2.0  
Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com  
From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>  
To: T. Watson <sip:watson@bell-tel.com> ;tag=37462311  
Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com  
CSeq: 1 ACK

**Bell chiude**

**BYE** sip:watson@boston.bell-tel.com SIP/2.0  
Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com  
From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>  
To: T. A. Watson <sip:watson@bell-tel.com> ;tag=37462311  
Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com  
CSeq: 2 BYE



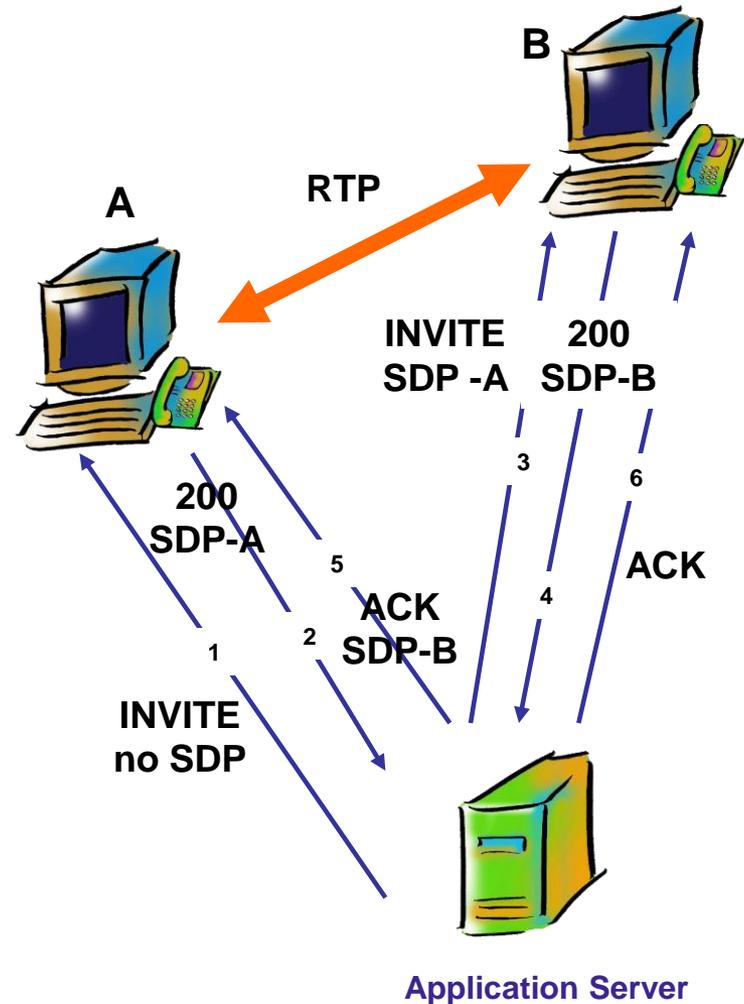
# SIP – Descrizione delle sessioni

---

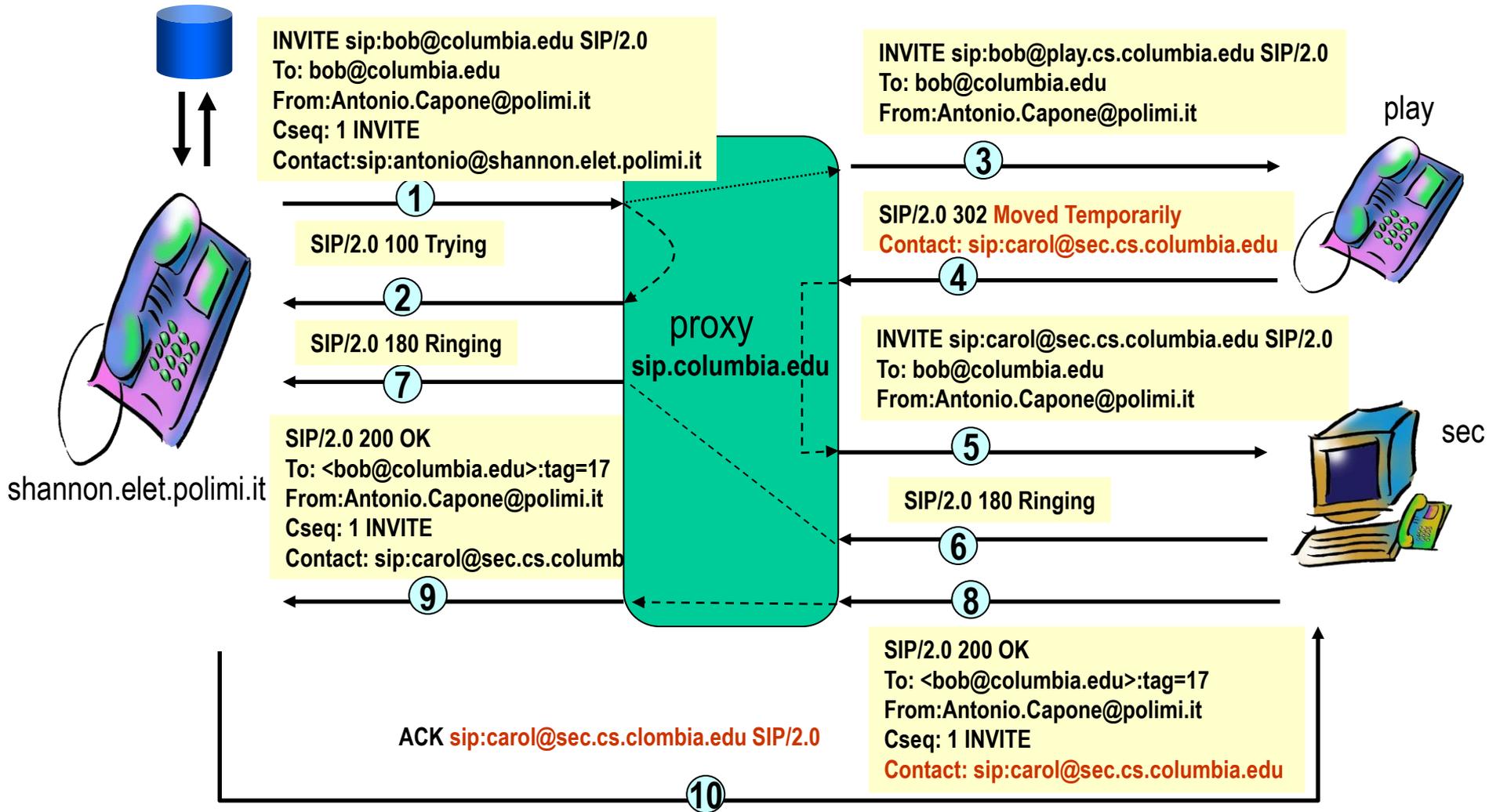
- Se durante una sessione la descrizione deve essere cambiata (cambio di tipo di media, di indirizzo, di porta, ecc.) basta inviare un nuovo messaggio di INVITE (chiamato o chiamante) con lo stesso Call-ID
- Questi nuovi messaggi sono trattati allo stesso modo fatta eccezione per il fatto che non viene allertato l'utente e in caso di fallimento non viene chiusa la sessione
- SI NOTI che i messaggi SIP e SDP non sono legati, quindi risulta possibile invitare ad una sessione da un host senza che tale host sia poi coinvolto nella sessione stessa

# Third Party Call Control

- Molti servizi richiedono che terze entità possano creare chiamate fra due utenti o servizi
  - IVR (Interactive Voice Response) services
  - Click to dial
  - Prepaid calling
- Questo tipo di controllo viene effettuato in modo naturale dagli User Agent manipolando il SDP



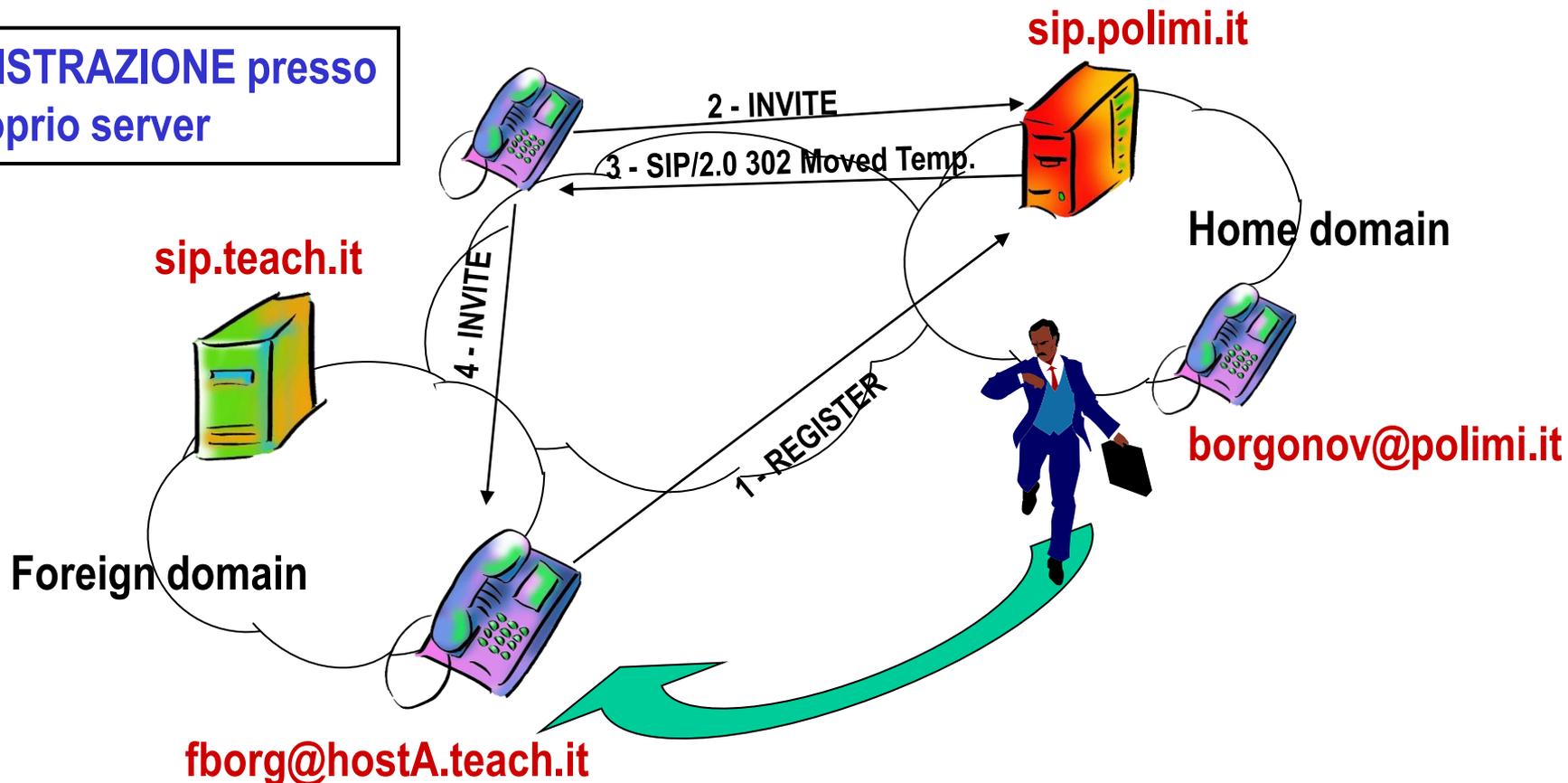
# SIP – Call Forwarding e Mobilità Personale Interna



# Mobilità Personale Esterna

- Si intende la possibilità di raggiungere un utente anche quando si serve di un altro host-dominio

**REGISTRAZIONE presso il proprio server**



# Mobilità Personale Esterna

```
C->S: REGISTER sip:polimi.it SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP pc-borg.polimi.it
From: <sip:borgonov@polimi.it>;tag=19
To: sip: borgonovo@polimi.it
Call-ID: 70710@pc-borg.polimi.it
CSeq: 2 REGISTER
Contact: *
Expires: 0
```

cancellazione  
dal proprio server

```
C->S: REGISTER sip:polimi.it SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP hostA.teach.it
From: <sip:borgonov@polimi.it>;tag=19
To: sip: borgonovo@polimi.it
Call-ID: 70710@pc-borg.polimi.it
CSeq: 3 REGISTER
Contact: sip:fborg@hostA.teach.it
Expires: 3600
```

nuova registrazione  
presso il proprio  
server

in secondi o una  
data assoluta

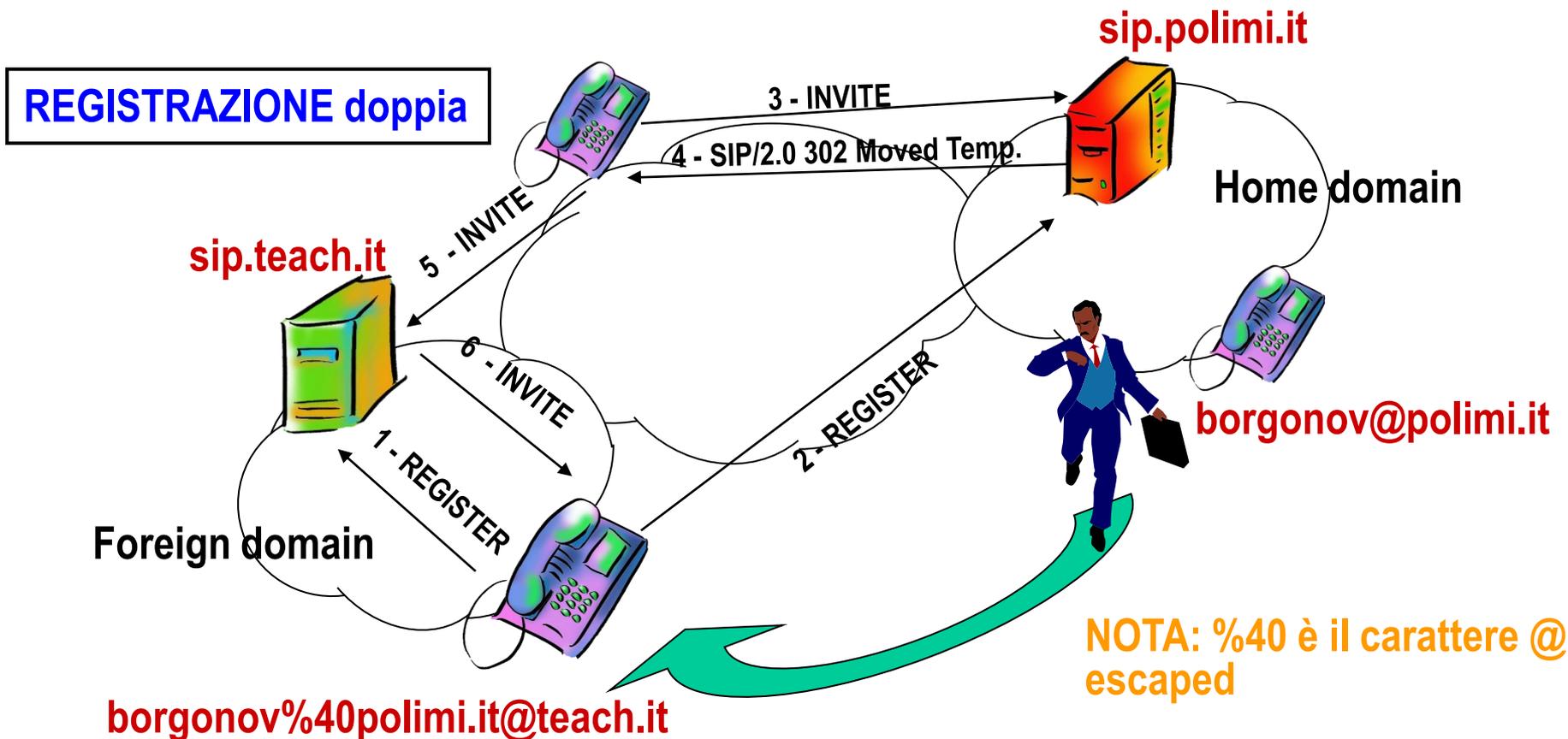
# Mobilità Personale Esterna 2

---

- Il metodo appena visto non è adeguato quando nella nuova location si usano proxy e/o firewall, o si usano altri servizi centralizzati
- La nuova RFC del SIP prevede la possibilità di registrarsi nella location con un identificativo unico anche nei domini diversi dal proprio

`user%40homedomain@foreigndomain`

# Mobilità Personale Esterna 2



# Mobilità Personale Esterna 2

---

```
C->S: REGISTER sip:polimi.it SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP pc-borg.polimi.it
From: <sip:borgonov@polimi.it>;tag=19
To: sip: borgonovo@polimi.it
Call-ID: 70710@pc-borg.polimi.it
CSeq: 2 REGISTER
Contact: *
Expires: 0
```

cancellazione  
dal proprio server

registrazione presso  
la nuova location

```
C->S: REGISTER sip:polimi.it SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP hostA.teach.it
From: <sip:borgonov@polimi.it>;tag=19
To: sip: borgonovo@polimi.it
Call-ID: 70710@pc-borg.polimi.it
CSeq: 3 REGISTER
Contact: sip:borgonov%40polimi.it@teach.it
Expires: 3600
```

Nuova registrazione  
presso il proprio  
server

# SIP – Caller Preferences

---

- Sono stati standardizzati meccanismi che consentano al chiamante di esprimere preferenze su come contattare il chiamato
- E' possibile ad esempio
  - Essere messi in comunicazione con il voicemail indipendentemente dalla disponibilità dell'utente
  - Parlare con un operatore del Call-center che conosca italiano od inglese
  - Provare nell'ordine: video-telefono, telefono audio, voice-mail, segretaria.
  - L'implementazione consiste nell'estensione dell'Header Contact

# SIP – Caller Preferences

---

## ■ Estensioni dell'header Contact:

<code>q</code>	location preference
<code>class</code>	business, residence
<code>description</code>	show to caller
<code>duplex</code>	full or half-duplex
<code>feature</code>	call handling features
<code>language</code>	languages spoken
<code>media</code>	audio, video, text/numeric, ...
<code>mobility</code>	fixed or mobile
<code>priority</code>	"only in case of emergency"
<code>scheme</code>	URLschemes (tel, http, ...)
<code>service</code>	IP, PSTN, ISDN, pager, ...

# SIP – Caller Preferences

---

## ■ Un esempio:

- Un utente non viene rintracciato e nella risposta (Moved temporarily) vengono inseriti dei Contact estesi

**SIP/2.0 302 Moved temporarily**

**Contact: sip:hgs@erlang.cs.columbia.edu**

**;service=IP,voice-mail**

**;media=audio ;duplex=full ;q=0.7;**

**Contact: tel:+1-415-555-1212 ; service=ISDN**

**;mobility=fixed ;language=en,es,iw ;q=0.5**

**Contact: tel:+1-800-555-1212 ; service=pager**

**;mobility=mobile**

**;duplex=send-only;media=text; q=0.1; priority=urgent;**

**;description="For emergencies only"**

**Contact: mailto:hgs@cs.columbia.edu**

# SIP – Caller Preferences

---

- La selezione del contact da usare viene fatta sulla base delle preferenze del chiamante (e del chiamato):
  - Si usano gli header Accept-contact e Reject-contact

## Accept-Contact:

```
;media="audio" ;q=0.9,  
;mobility="fixed" ;q=0.6,  
;mobility="!fixed" ;q=0.4
```

preferisco solo audio  
preferisco terminali fissi

## Reject-Contact:

```
;class=personal
```

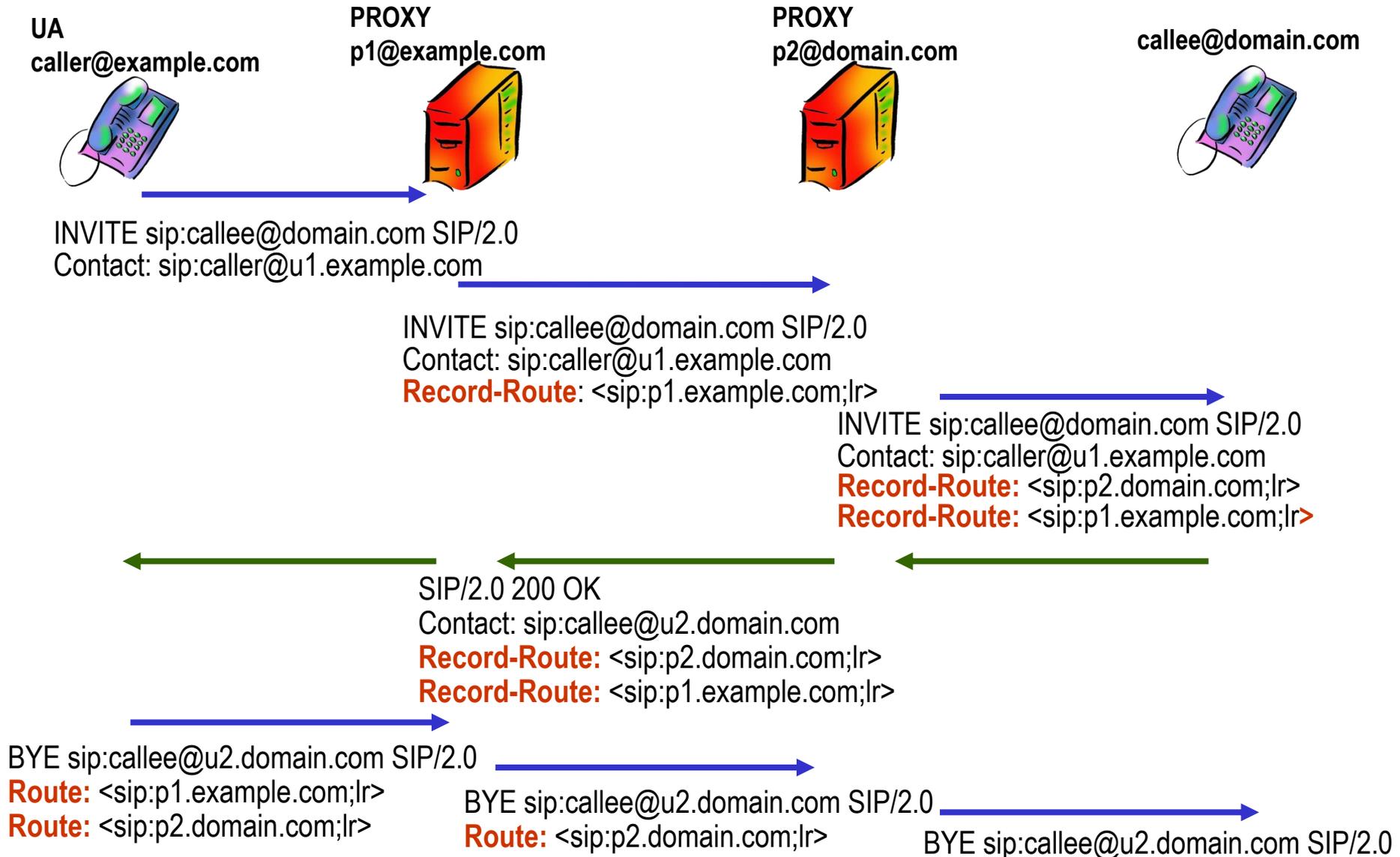
non voglio essere messo in  
contatto con numeri personali  
ma solo di tipo business

# Instradamento di Richieste Successive

---

- SIP garantisce che le risposte seguano a ritroso la strada delle richieste grazie agli header VIA
- Per garantire che richieste successive seguano la stessa strada di quelle precedenti si fa uso di
  - meccanismi di registrazione della route (Header: Record Route)
  - “source routing” delle richieste (Header: Route)
- La creazione di questi servizi è affiancata ai proxy stateful che mantengono traccia delle sessioni in corso
- Questo tipo di proxy consente la creazione di servizi avanzati ma ovviamente pone problemi di scalabilità

# Instradamento di Richieste Successive



# SIP – Altri Methods

---

**PRACK** provisional acknowledgement  
(RFC 3262)

**UPDATE** information update during setup  
(RFC 3311)

- Questi methods possono essere usati per sospendere/riattivare un call-setup durante il quale sia necessario eseguire azioni aggiuntive prima del completamento, come ad esempio la prenotazione di risorse.

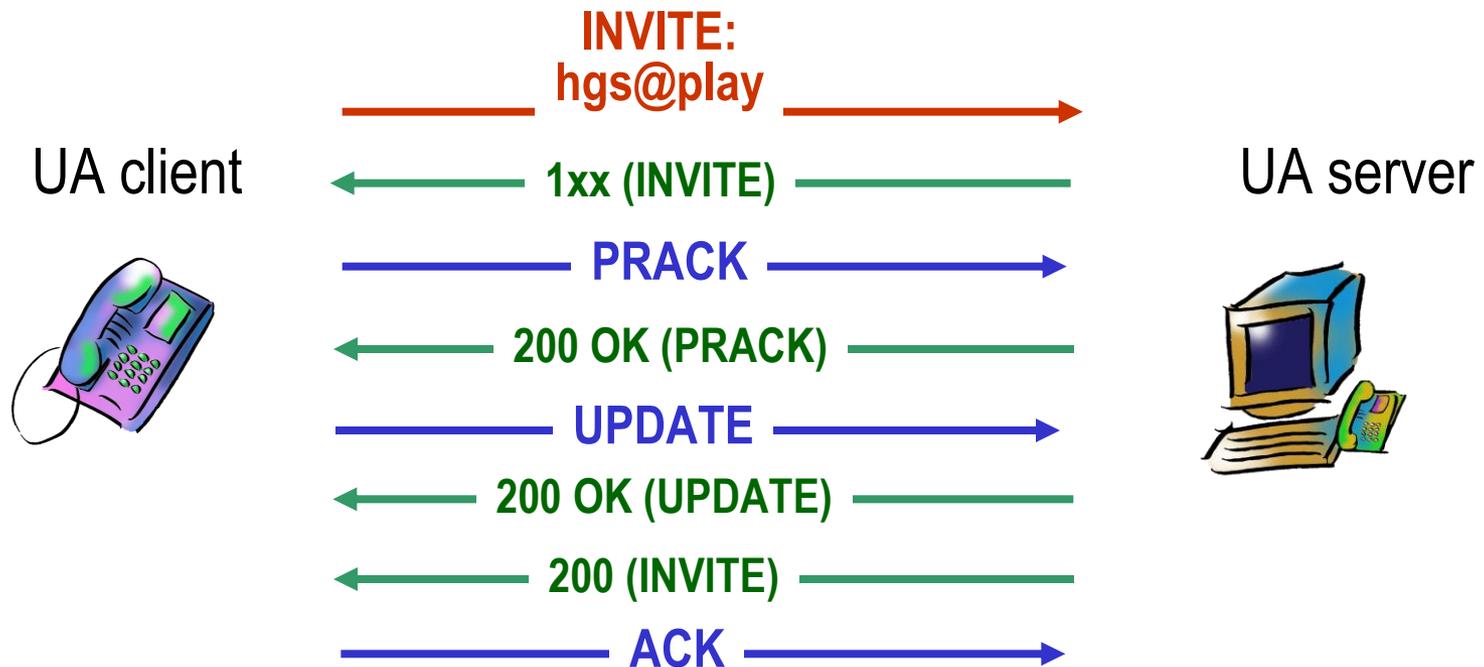
# PRACK

- Quando in risposta ad una richiesta (as esempio un INVITE) si invia una risposta conclusiva (2xx) ci si aspetta in risposta un ACK
- Se l'ACK non arriva la risposta 2xx viene ripetuta
- Se il mancato invio dell'ACK è dovuto alla necessità da parte del client di fare ulteriori operazioni si può far uso del metodo PRACK



# UPDATE

- Per modificare sia lo stato della sessione SIP che quello dei media SDP dopo che il call-setup si è concluso si può reinviare un INVITE
- Per modificare **SOLO** lo stato dei media SDP anche durante il call-setup (es. cambio codifica-pronotazione risorse) si può invece usare UPDATE



# SIP – Altri Methods

---

**INFO**

mid-call information (ISUP, DTMF)

**SUBSCRIBE**

subscribe to event

**NOTIFY**

notify subscribers

- Il method **INFO** consente di scambiare informazioni end-to-end durante una sessione
- **SUBSCRIBE** e **NOTIFY** servono per costruire servizi di notifica di eventi (cambio di stato di un server, presenza dell'utente al terminale, ecc.)

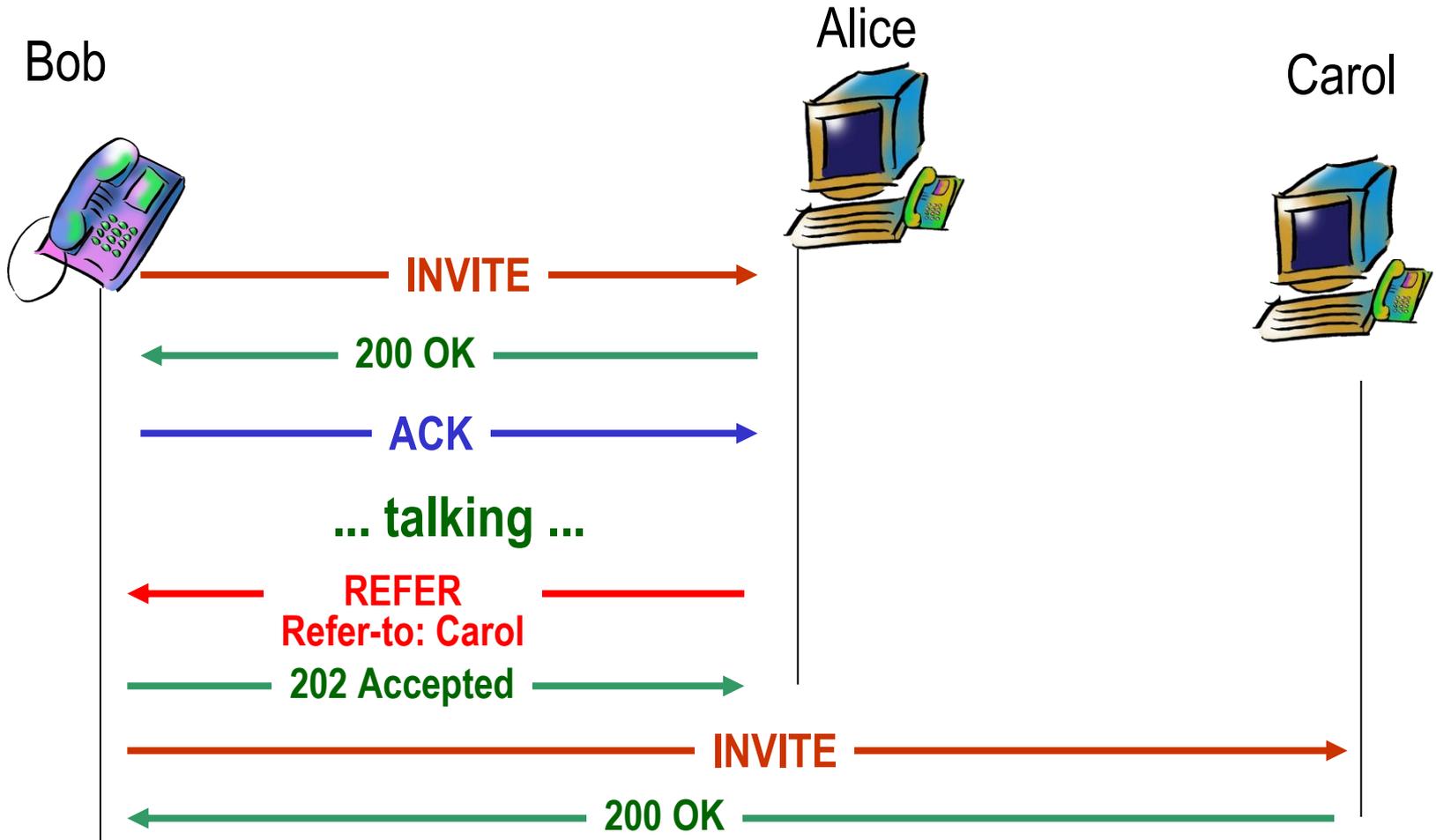
# SIP – Altri Methods

---

- **REFER** (RFC 3515) indica che il ricevente, indicato nell'URI, deve contattare un terza parte indicata nell'header Refer-to
- Può essere usato per creare servizi di:
  - trasferimento di chiamata
  - conference call
  - etc.

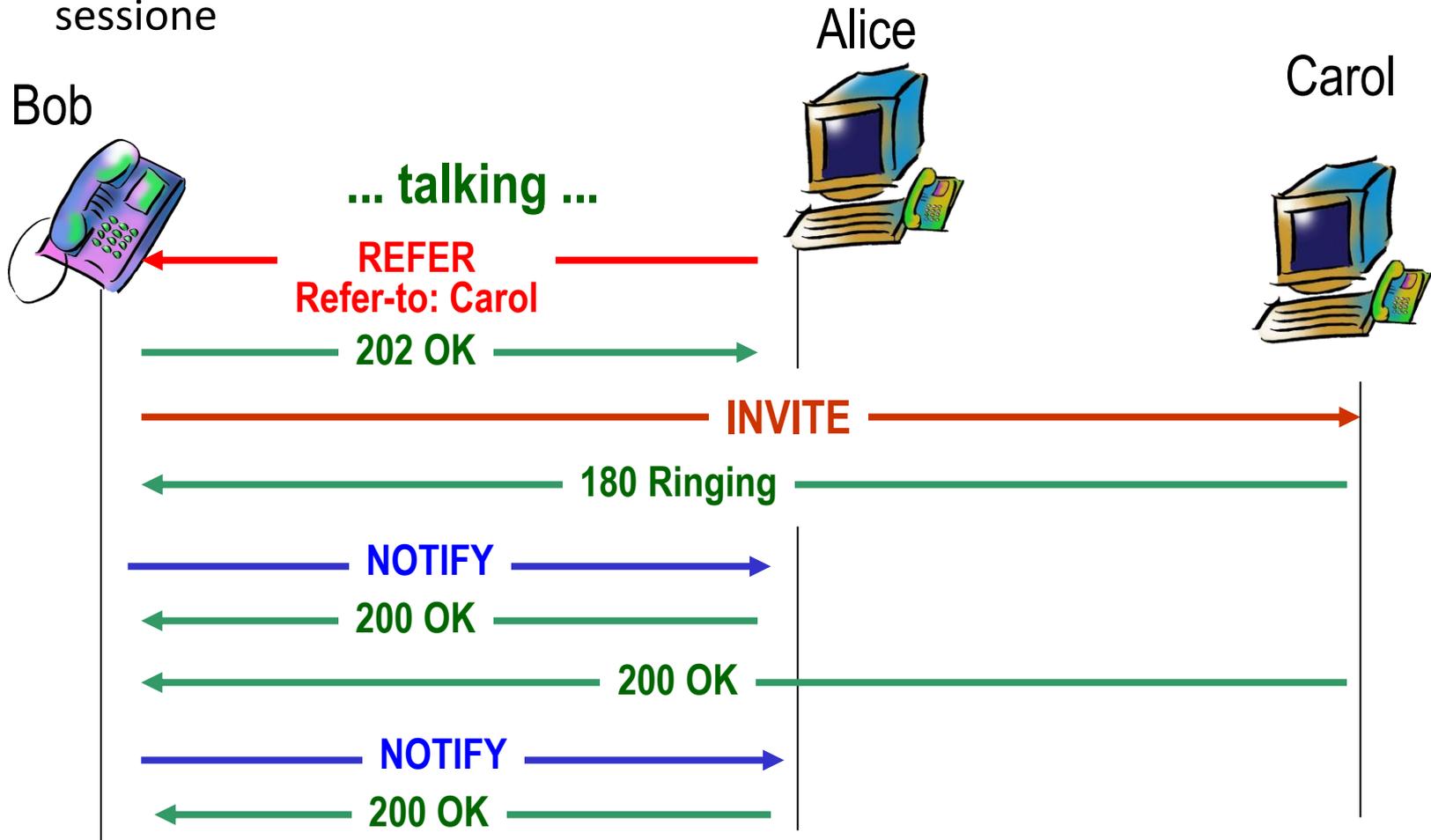
# REFER

## Trasferimento di Chiamata



# REFER

- Una volta accettato il REFER occorre notificare ogni evento della nuova sessione



# SIP – Servizi di Telefonia

---

- Molti servizi telefonici classici sono già forniti dalla modalità operativa base di SIP; ad esempio:
  - Caller ID
  - Number Mapping (numeri 800)
  - Call Forwarding
  - Call Hold
- L'idea base di questi sistemi è però diversa:
  - Non considerare un insieme di servizi da fornire
  - Ma un insieme di strumenti con il quale i servizi possono essere creati o adattati da parte dell'utente o operatore o fornitore di servizi

# SIP – Creazione di Servizi

---

- Essendo molto simile nella sintassi, SIP si può facilmente integrare con altri applicativi IP per fornire nuovi servizi non disponibili nelle reti telefoniche classiche
- Esempi:
  - Instant message when busy
    - Se il chiamato è occupato in un'altra conversazione, il chiamante può fargli pervenire direttamente un instant message per avvisarlo lo stesso di qualcosa

# SIP – Creazione di Servizi

---

## ■ Forward to E-mail

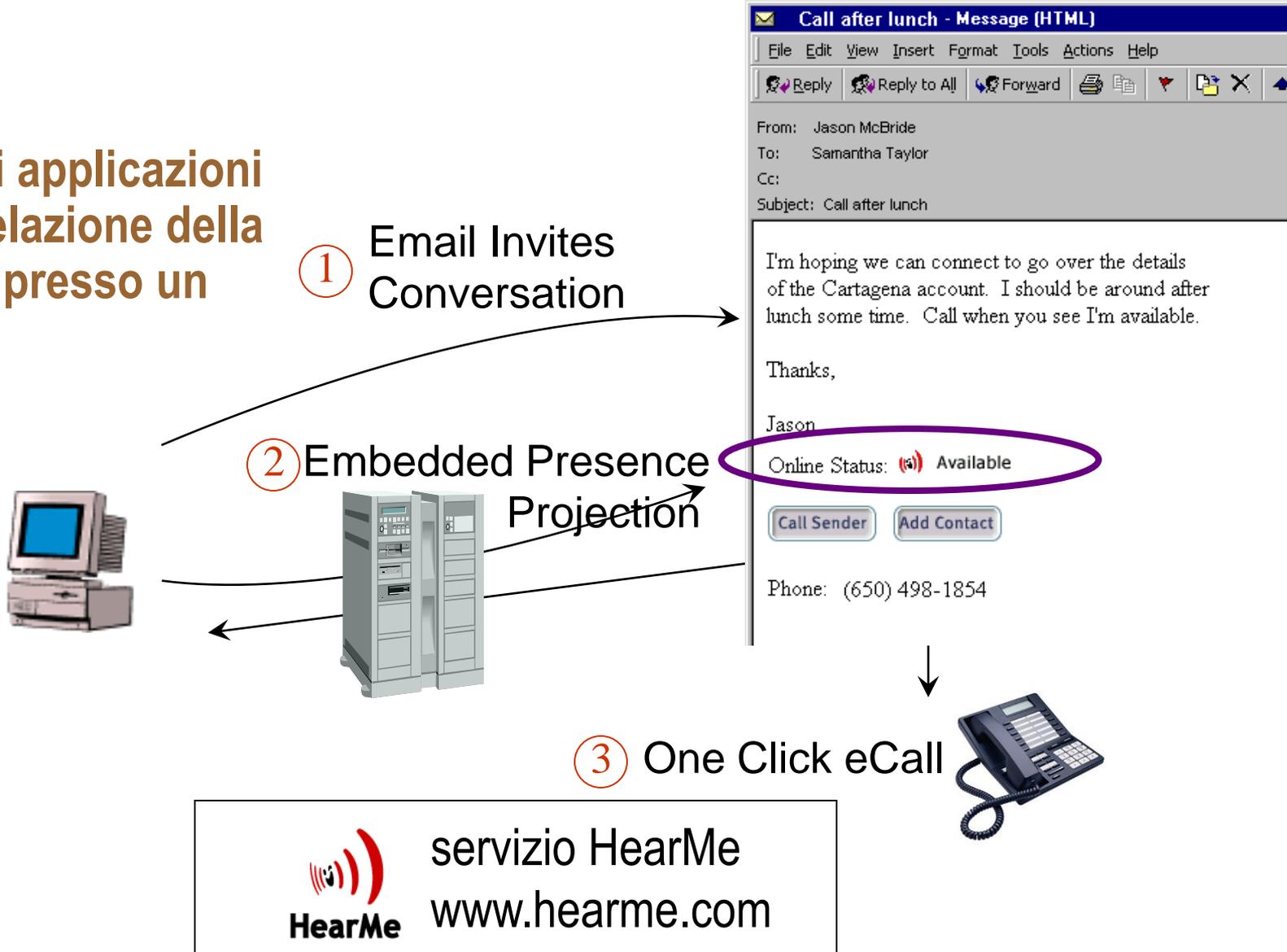
- Se il chiamato non può rispondere, le informazioni sulla chiamata ricevuta vengono inviate per e-mail

## ■ Redirection to Web

- Il chiamante si può presentare con una web page ricca di informazioni e figure
- Il chiamato può mettere in attesa il chiamante con una pagina web che contiene informazioni utili

# Esempio

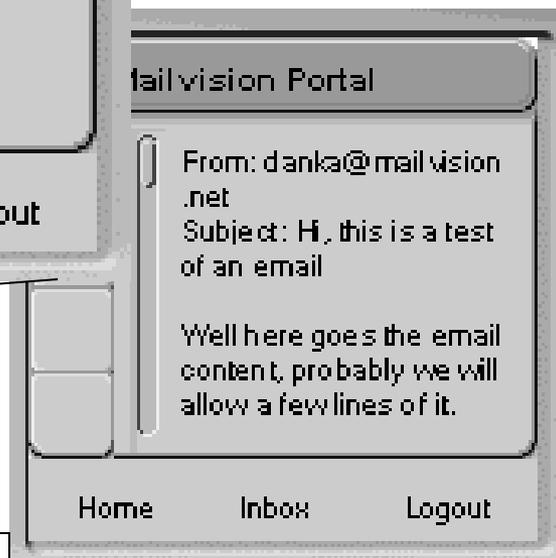
Utilizzo di applicazioni  
per la rivelazione della  
presenza presso un  
terminale



servizio HearMe  
www.hearme.com

# Esempio

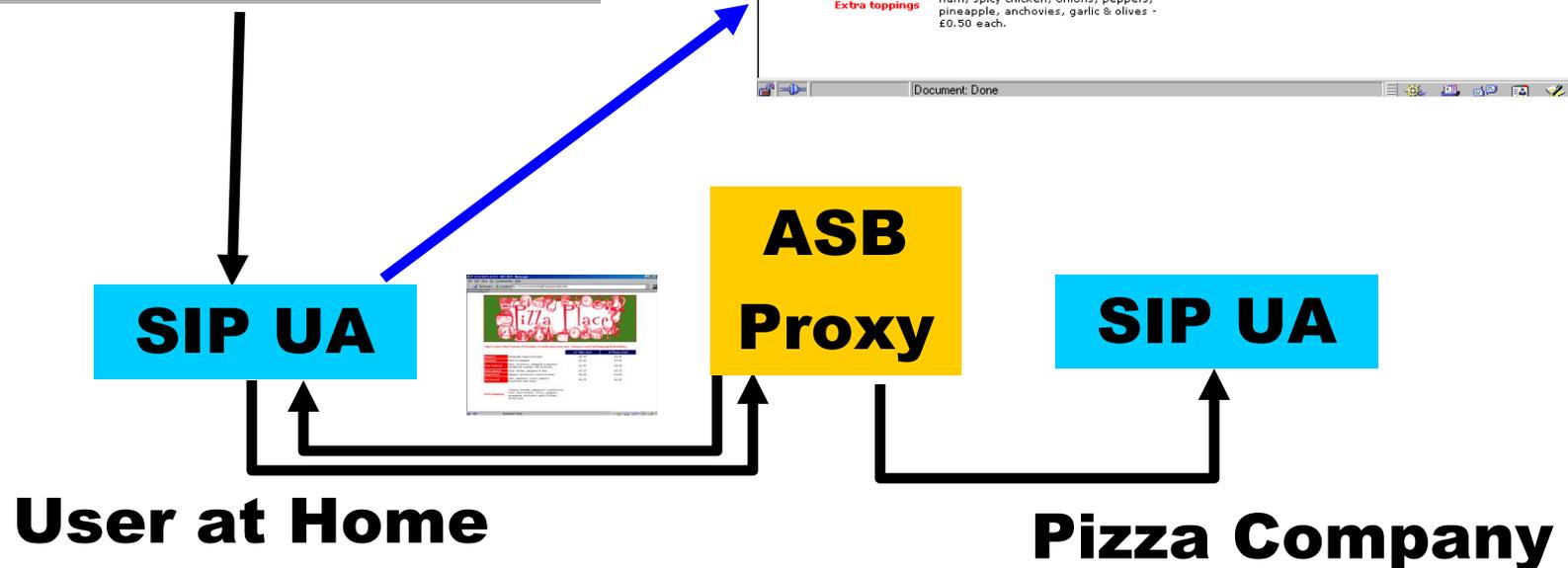
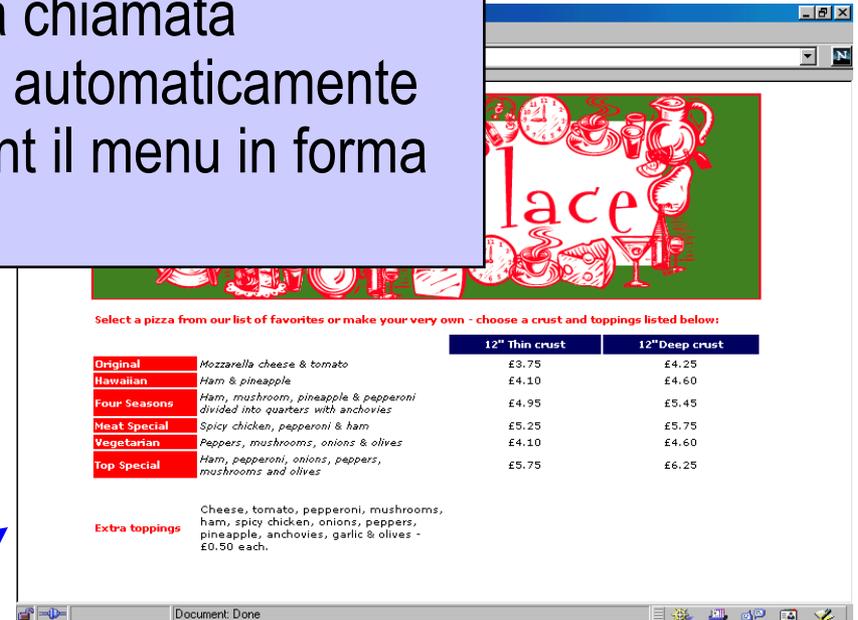
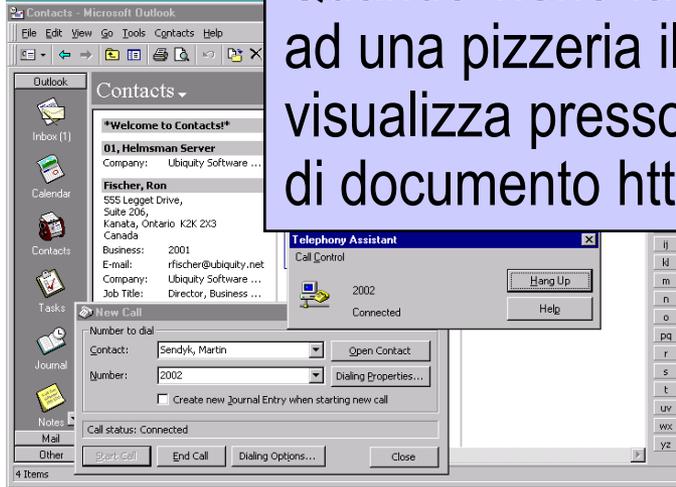
Utilizzo di applicazioni  
per la messaggistica di  
tutti i tipi



Servizio di messag.  
[www.mailvision.com](http://www.mailvision.com)

# Esempio: PIZZERIA

Quando viene fatta una chiamata ad una pizzeria il proxy automaticamente visualizza presso il client il menu in forma di documento http



# Strumenti per i Servizi

---

- Gli strumenti più utilizzati per la creazione dei servizi sono:
  - Endpoint Service Markup Language Processing ability
  - SIP CGI (Common Gateway Interface)
  - Call Processing Language
  - Java applets

# Endpoint Service Markup Language

---

- Linguaggio per la creazione di servizi nei terminali
- Interazione diretta con l'utente
- Diretto controllo dei media
- Gestisce contemporaneamente informazioni di diverso tipo.
- Ad es. call, presence, email
  - Esempio: “when buddy is online, make a call”

# SIP CGI (RFC 3050)

---

- SIP CGI (Common Gateway Interface) (come in HTTP)
  - Permette agli script di ritornare delle risposte
- Diversamente da Web-CGI, SIP-CGI supporta proxying ed elabora le risposte.
- Indipendente dal linguaggio (Perl, C,...)
- Comunica attraverso input/output variabili d'ambiente
- Moduli CGI non sono limitati in potenza e campo d'azione
  - Inconveniente: errori negli script possono causare comportamenti anomali del server
- Per evitare errori nella gestione dello stato di richieste e risposte SIP un token viene scambiato tra SIP server e CGI

# Call Processing Language (CPL)

---

- Call Processing Language (RFC 2824 + draft IPTTEL):
  - Un linguaggio di script per descrivere e controllare i servizi
  - Basato su XML
  - In via di sviluppo in IETF (IPTel)
- Può essere utilizzato sia da SIP sia da H.323 endpoint e servers
- Meno generale e più sicuro (limited languages scope makes sure server's security will not get compromised).
- La portabilità del linguaggio richiede degli interpreti (processing delay)
- Scripts may be manually written, generated using convenient GUI tools, supplied by 3rd parties.

# Java Servlet

---

- Java applets (servlets)
  - Come per i CGI ma con un colloquio mediato con il sistema operativo
- Compromise between security and power: still a powerful generic language but security provided by Java “sand-box”.
- Well-defined API is needed. As APIs are not IETF’s business this work moved to JAIN.
- JAIN thought to be a generic API applicable to almost any signaling (SIP, H.323, PSTN, etc.)

# SIP – Sicurezza

---

- La sicurezza richiesta ai servizi forniti da SIP riguarda soprattutto l'autenticazione degli utenti
- SIP eredita i meccanismi base di autenticazione da HTTP che richiedono l'invio in chiaro di account e password
- Questi meccanismi anche se semplici sono sufficienti se il livello di trasporto è già reso sicuro mediante altri meccanismi di crittazione a livello IP
- E' inoltre fornito un meccanismo di Digest authentication basato su un meccanismo a sfida-risposta che assicura che le due parti condividano un codice segreto (simile GSM)

# SIP – Sicurezza

---

- Parte dei messaggi delle richieste SIP possono essere segnate e crittate con PGP
- Non si possono crittare la status line e l'Header Via

## messaggio crittato:

```
INVITE sip:watson@boston.bell-telephone.com SIP/2.0
...
Encryption: PGP version=2.6.2,encoding=ascii
hQEMAxkp5GPd+j5xAQf/ZDI fGD/...
```

## parte crittata in chiaro:

```
Subject: Mr. Watson, come here.
Content-Type: application/sdp
```

- SDP può trasportare chiavi di crittazione per i media (quando il corpo è crittato)

# Firewall and NAT

- I messaggi (applicativi) H.323 e SIP contengono indirizzi IP e n. di porta (molteplici)
- Problemi di interoperabilità se una rete privata è collegata a Internet attraverso un dispositivo che esegue NAT o Firewall

## H.323 RAS RRQ

```
requestSeqNum  
protocolIdentifier  
nonStandardData  
discoveryComplete  
callSignalAddress  
rasAddress  
terminalType  
terminalAlias  
gatekeeperIdentifier  
endpointVendor
```

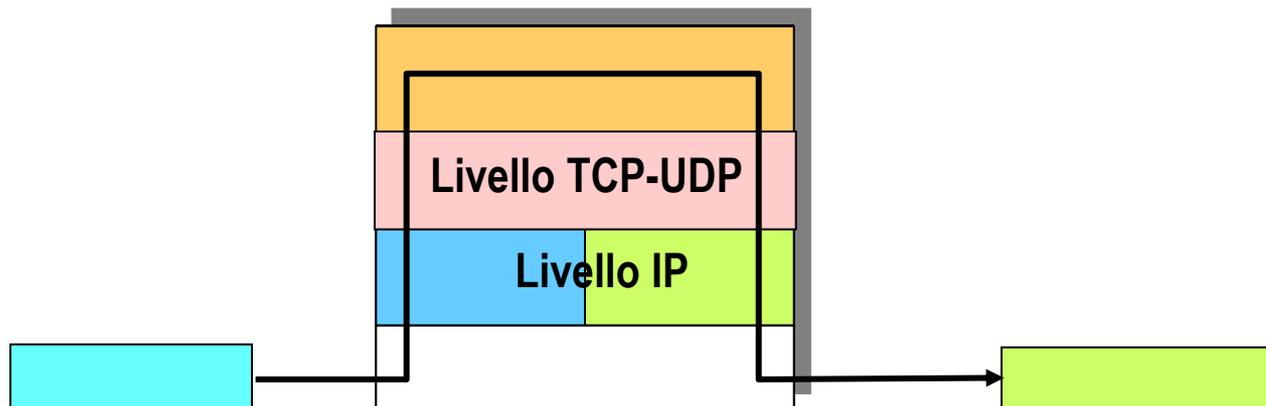
## SIP INVITE

```
C->S: INVITE sip:watson@boston.bell-tel.com SIP/2.0  
Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com  
From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>  
To: T. Watson <sip:watson@bell-tel.com>  
Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com  
  
.....  
v=0  
o=bell 53655765 2353687637 IN IP4 128.3.4.5  
s=Mr. Watson, come here.  
c=IN IP4 128.3.4.5  
m=audio 3456 RTP/AVP 0 3 4 5 (PCM, GSM, G.723)
```

# Application Level Gateway (ALG)

---

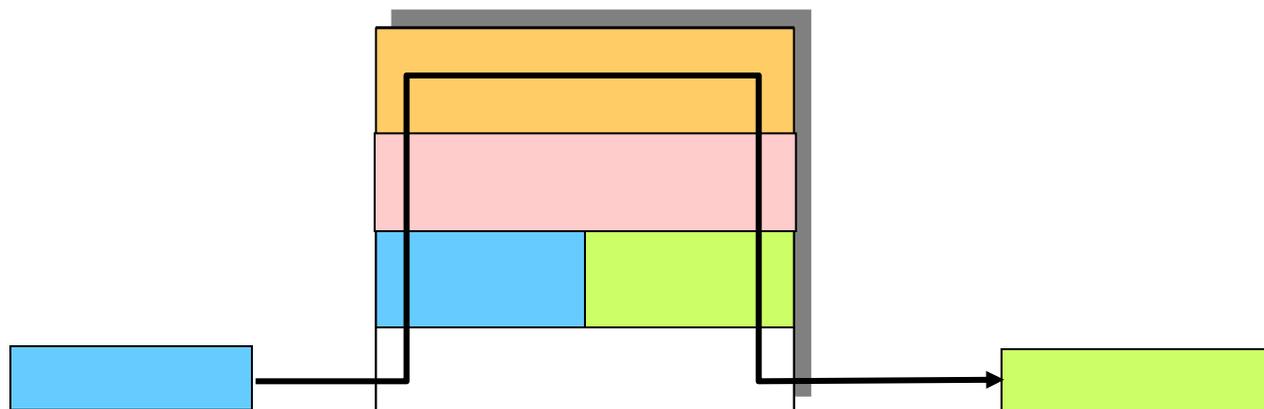
- Possibile soluzione: Application Level Gateway
  - che cambi tutti gli indirizzi, e le numerose porte nei messaggi di segnalazione (Header e SDP in SIP)
  - e che deve essere “context aware” perché i vari messaggi sono legati in modo complesso



# Application Level Gateway (ALG)

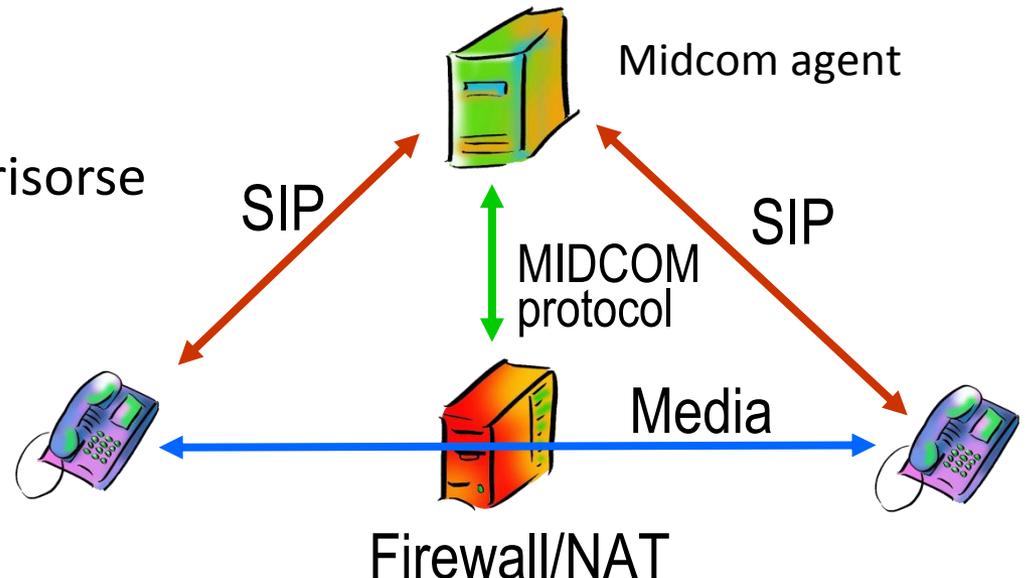
---

- Svantaggi di ALG inglobato nei NAT
  - è complesso
  - ne servono uno per applicazione
  - va aggiornato ad ogni aggiornamento dell'applicazione
  - impedisce la crittografia end-to-end del corpo della segnalazione



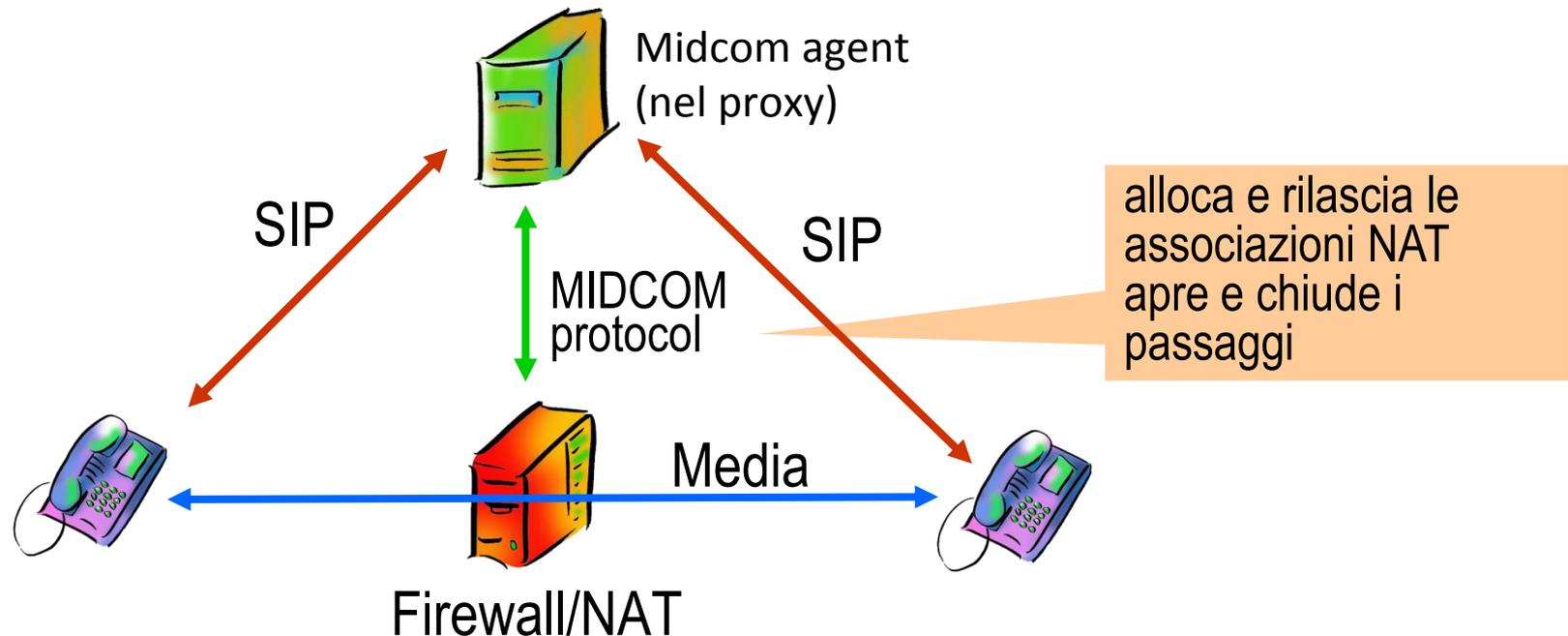
# MIDCOM Architecture

- La Middlebox Communication Architecture (RFC 3303) definisce un framework in cui dalle apparecchiature di controllo di rete (Middlebox) si isola l'intelligenza di comando in **MIDCOM agent** ciascuno dei quali può essere specializzato in particolari applicazioni (scinde le funzioni di ALG e di NAT/FW )
- Caratteristiche:
  - Consente il riuso delle risorse
  - La fornitura third party

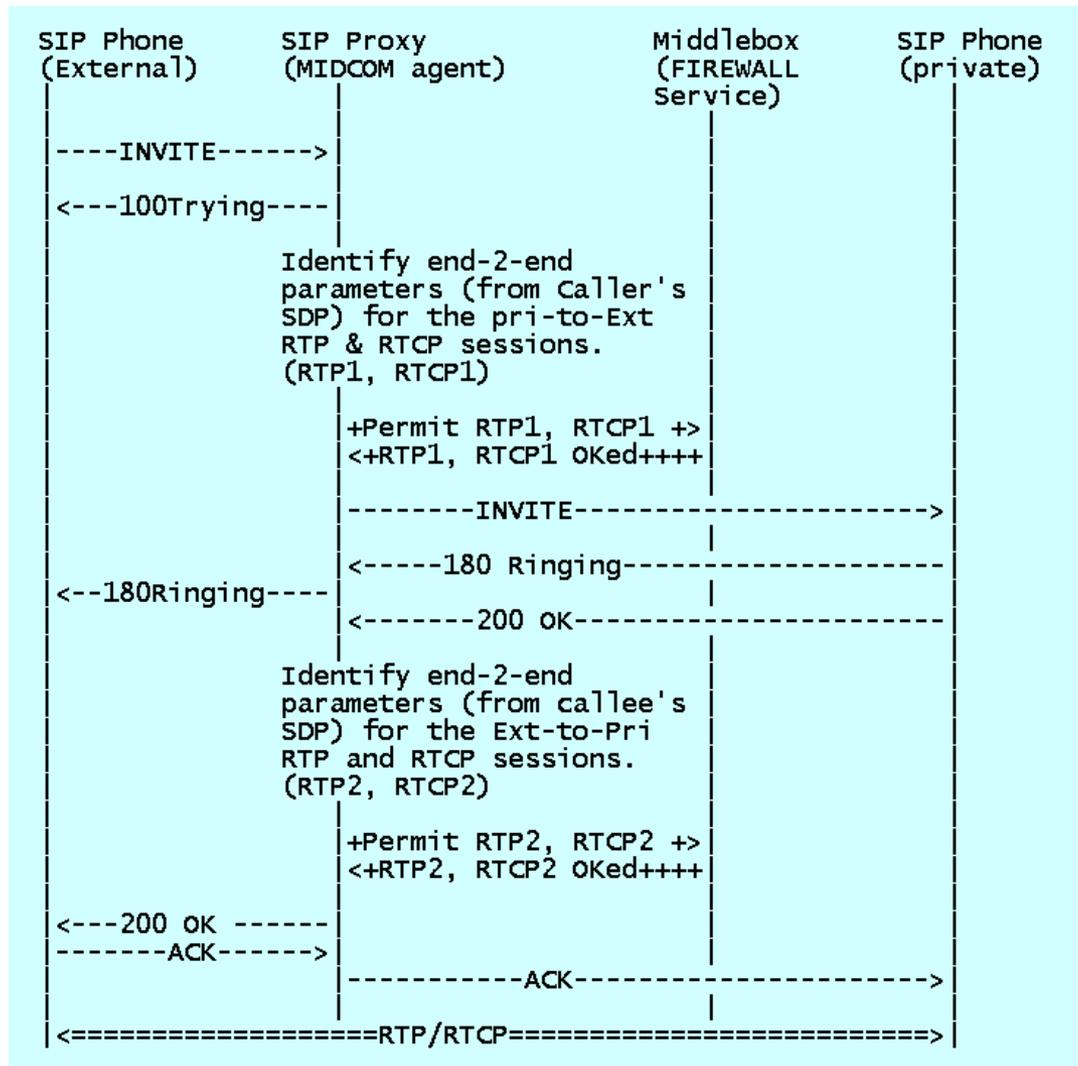


# MIDCOM Architecture

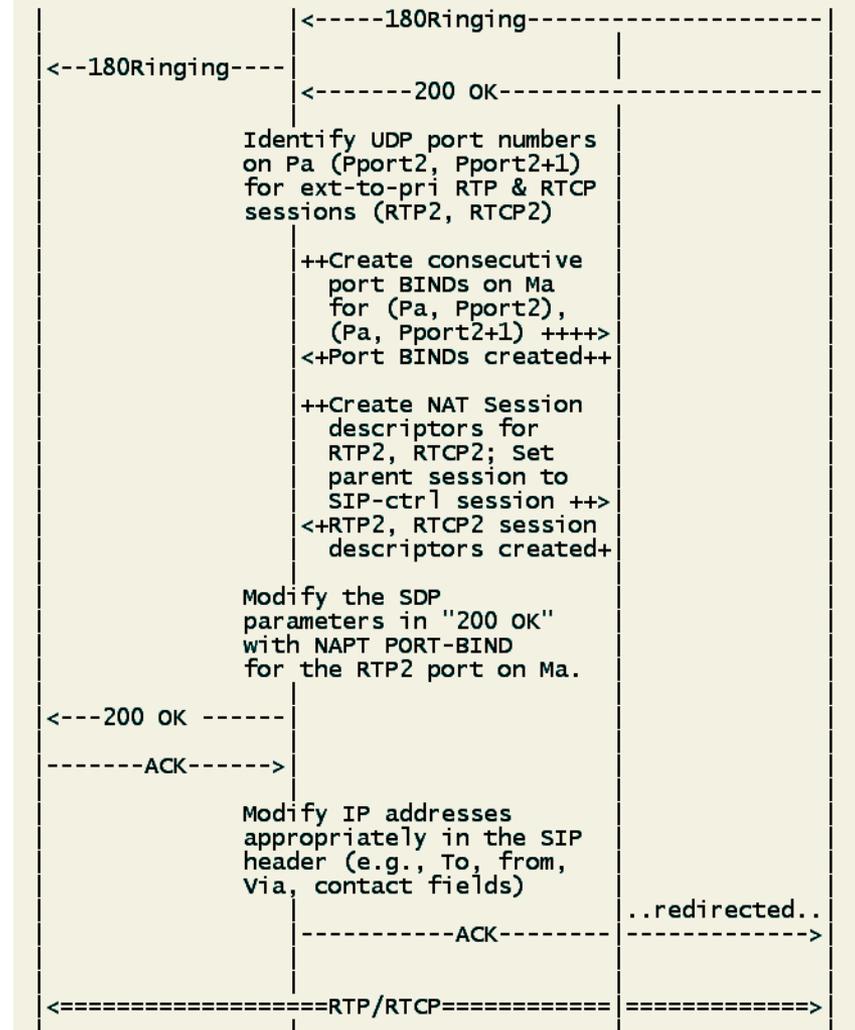
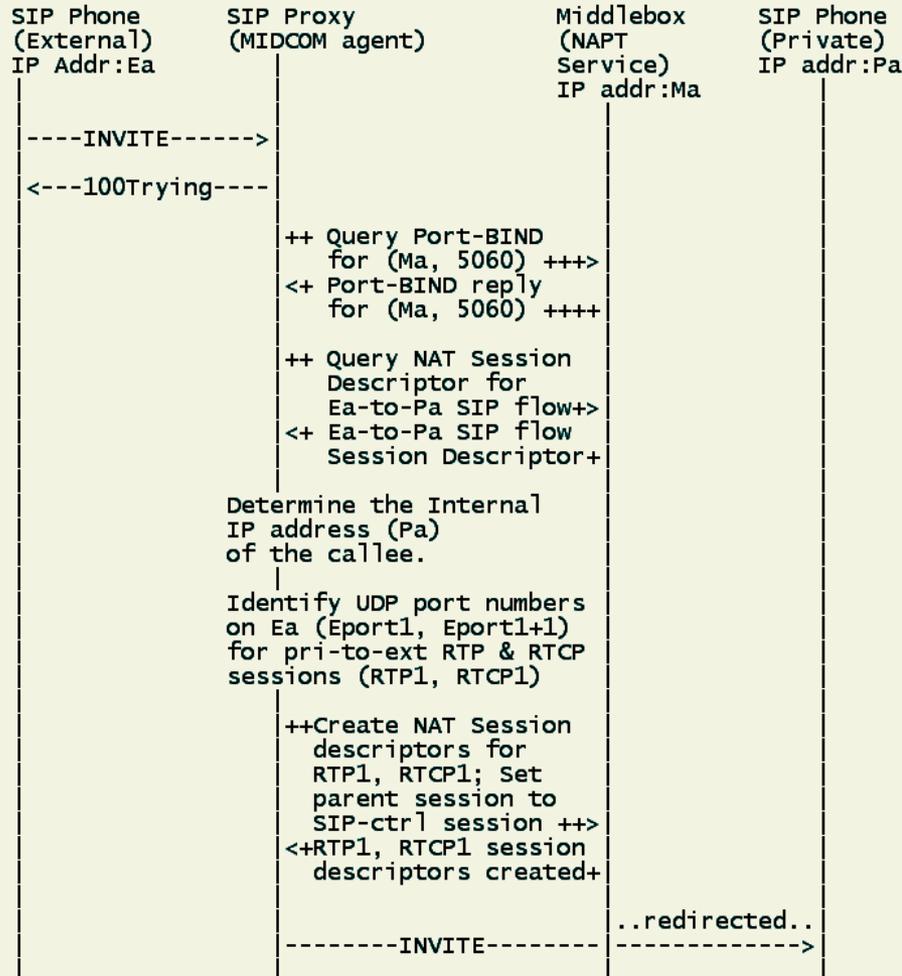
- Il MIDCOM protocol consente agli agenti con intelligenza legata alle applicazioni di fare in modo che l'applicazione risulti trasparente al Middlebox



# Es: Chiamata Entrante in Firewall



# Es: Chiamata Entrante in NAPTP



# Management and Auto-Configuration

---

- SIP MIB per proxy, redirect, registrar e user agents
- DHCP per i SIP Servers
  - Gli User agent possono sapere dove registrarsi e mandare richieste
- Service Location Protocol (SLP) Templates
  - SLP permette ai client di scoprire i server in base ai loro servizi
  - SLP template permette di scoprire i servizi
    - IPSec and TLS transports
    - CPL support
    - Support for caller preferences