

# SIP 开发者手册及实例

2013/10/1

## 摘要

会话发起协议（**Session Initiation Protocol, SIP**）是一种信令协议，它对于通信业有着重要的意义。本文从技术上对 **SIP** 进行了一般性的介绍，并说明了 **SIP** 如何为通信解决方案提供重要支持。

## 简介

我曾经构想过一种软件，它可以“浮于”应用程序之上，提供辅助作用。这不是一个哑的“帮助”系统，而是一个活动的技术支持代理，可以在 **Internet** 上进行讨论。那时曾有人告诉我，“现有的工具、库、协议或带宽实现不了这样的要求！”

时代已经不同了！

许多人家中已经拥有基于 **DSL**、光纤和其他技术的宽带网络。存在大量高质量的工具和库，无论是商业的还是开源的。标准驱动应用。现在是时候来实现上述创新思路了。

## 了解 SIP

首先，我将向您介绍 **SIP**，也就是会话发起协议。**SIP** 是一种轻量级的可扩展请求/响应协议，用于在两个端点之间开始通信会话。这听起来是不是很熟悉？**SIP** 在概念上源自于 **HTTP** 和 **SMTP**，但是它的目的却不同。可以把 **SIP** 消息与 **CB**（民用波段）隐语 **10-code** 和 **Q-signal** 进行比较。

在这个例子中，真正的消息包含在专用的呼叫协商消息中。

**SIP** 是 **IETF** 于 1999 年提出的，在 2002 年进行了修订。**RFC 3261** 对它进行了描述。本文中有关 **SIP** 的信息就选自 **RFC**。对 **SIP** 存在很多扩展，这些扩展中的很多都能在 **SIP-related RFCs and drafts** 清单中找到。

**SIP** 有哪些优点呢？通常情况下，两个端点使用它来协商一次“呼叫”。这里的协商包括介质（文本、语音等）、传输（通常是 **RTP**、**Real Time Protocol**）和编码（**codec**）。一旦协商成功，两个端点就会使用选中的方法相互交谈——这就与 **SIP** 无关了。“呼叫”完成之后，**SIP** 用于指示断开连接。因此，**SIP** 最好用作一种信令机制。**SIP** 及其扩展还提供一些相关功能，比如即时消息传递、注册和到场。

**SIP** 术语中的端点叫做用户代理。它可以是“软件电话”、即时消息收发器、**IP** 电话，甚至是手机。服务器用户代理提供集中式的服务，比如登记员、代理或应用服务器。

听起来 **SIP** 非常简单，而且它也确实简单。这种简单性对于协议的稳定很重要，而且它也没有降低协议的有用性，所以该协议得到了广泛的应用。

例如，考虑一下 **HTTP**。协议本身的定义很少。但是使用它的方式多不胜数。**SIP** 也是可以扩展的。存在大量针对 **SIP** 的扩展，它们涵盖了很多应用。现在，我们进一步来考察 **SIP**，并分析它为什么会如此重要。

# 目录

- 一、SIP简介
- 二、SIP组件
- 三、SIP Messages(Methods)
- 四、SIP Response
- 五、SIP Message Example
- 六、SDP
- 七、Call Flow
- 八、优点及缺点
- 九、Dial Plan
- 十、配置

# SIP 协议

## 一、 SIP 简介

- SIP 默认使用 UDP 5060 端口，但也可以使用 TCP 5060。
- SIP 使用 Server-Client 模型。
- SIP 的四项基本功能 定位用户 将 SIP 地址解析为 IP 地址 协商 Session 的 feature 和 capability；在进行呼叫时改变会话参数；负责会话的建立和中断。
- SIP 地 址 形 式： sip:1112223344@mycompany.com 或者 sip:1112223344@10.1.1.1
- presence 概念。用户可为自己设置 offline、busy 等状态。

## 二、 SIP 组件

### 1. User Agent

UA 是 SIP 的基本组件，可分为 UAC ( User Agent Client ) 和 UAS ( User Agent Server )。发起呼叫的为 UAC，接收呼叫的为 UAS。很多设备都可做 UA，如 IP 电话、PC、路由器等。

### 2. Proxy Server

proxy server 起到 call routing、authentication、authorization、address resolution、loop detection 的功能。

UAC 发起呼叫时会先把 call setup message 发给 proxy server , 如果 proxy server 知道 UAS 的位置 , 会把 call setup message 转发给 UAS ( 或者是 next hop ), 否则会找其他的 server 查询。UAS 接收到 call setup message 后会给 proxy server 响应 , proxy server 再把这个响应返回给 UAC。当呼叫建立之后 , proxy server 有 2 种选择。第一、呼叫建立之后还处于 UAC 和 UAS 之间的 signaling path 之间 ( Record-Route ), 以监视 call change message 或 call termination message。第二、退出 UAC 和 UAS 之间的 signaling path , 不再参与会话。

### **3. Redirect Server**

UA、Proxy Server 可与 Redirect Server 通讯 , 以查找另一个 endpoint 的位置。这在一个移动网络内尤其有用 , Redirect Server 可以通知其 clients , 某一用户是否临时或永久的移动到另一位置。甚至可以通知某一用户移动到了多个位置 ( 例如一个用户同时拥有多部 IP 电话 ), 如此一来当其他 UAC 呼叫这样的 UAS 时 , proxy server 会先拦住这样的会话 , 之后让 UAS 的多部电话同时振铃或依次振铃 , 这就是 “find me” 或 “follow me” 功能。在 ccm 4.2 中 , 这个功能是由 unity 实现的。cisco 的 router 可以做 redirect server。

### **4. Registrar Server**

UA 可以向 Registrar Server 注册自己的位置信息 , Registrar Server 将位置信息保存在数据库中( 也可保存在其他 server 的数据库中 )以回复其他 server 发来的 location request。cisco 的路由器和 ccm 5.x 可做 registrar server。

## 5. Location Server

负责维护 Location Database。

## 6. Back-to-back user agent (B2BUA)

B2BUA 同时扮演 UAC 和 UAS 的角色。calling UA 发起呼叫至 B2BUA , 此时 B2BUA 扮演 UAS 角色 , 之后 B2BUA 在以 UAC 的角色呼叫 called UA。这样做的好处是 ,B2BUA 有更细的控制粒度 ,甚至是改变呼叫请求的内容。ccm 5.x 可作为 B2BUA。

## 7. Presence Server

负责维护 presence 信息 , 并发送 status notification。

# 三、 SIP Messages ( methods )

## 1. REGISTER

UA client 使用此 message 向 server 注册以标明自己的位置。

## 2. INVITE

UAC 发送此信息用以邀请 UAS 加入会话( 包括一对一通话或 conference ) , 其实就是一个 call setup message。

### **3. ACK**

为 INVITE 回复一个确认信息。

### **4. CANCEL**

用来中止一个还没建立（在建立过程当中）的呼叫。

### **5. OPTIONS**

用来查询 server 的 capability。

### **6. BYE**

用来中断呼叫。

### **7. INFO\***

当 message body 中包含数据时，使用 INFO message。

### **8. PRACK\***

用于回复一个临时性的请求

### **9. REFER\***

使用这个 REFER 指向另一个电话，从而完成 call transfer。

### **10. SUBSCRIBE\***

告诉 server 一旦发生特定事件时，愿意接收一个通知。

## 11. NOTIFY\*

用来通知 subscriber 发生了特定的事件，也可用于传送 DTMF。

## 12. UPDATE\*

在接到初始 INVITE 的回复时，UAC 用 UPDATE 修改一个呼叫的参数，例如 QoS 等。

***\*INFO, PRACK, REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, UPDATE 这 6 种 message ,  
cisco gateway 只被动接收，而不会自动产生。***

## 四、 SIP Response

Class of Response	Status Code	Explanation
Informational/provisional	100	Trying
	180	Ringing
	181	Call Is Being Forwarded
	182	Queued
	183	Session Progress
Success	200	OK
Redirection	300	Multiple Choices
	301	Moved Permanently
	302	Moved Temporarily
	305	Use Proxy
	380	Alternative Service
Client-error	400	Bad Request
	401	Unauthorized



	402	Payment Required
	403	Forbidden
	404	Not Found
	405	Method Not Allowed
	406	Not Acceptable
	407	Proxy Authentication Required
	408	Request Timeout
	410	Gone
	413	Request Entity Too Large
	414	Requested URL Too Large
	415	Unsupported Media Type
	416	Unsupported URI Scheme
	420	Bad Extension
	421	Extension Required
	423	Interval Too Brief
	480	Temporarily Not Available
	481	Call Leg or Transaction Does Not Exist
	482	Loop Detected
	483	Too Many Hops
	484	Address Incomplete
	485	Ambiguous
	486	Busy Here
	487	Request Terminated
	488	Not Acceptable Here
	491	Request Pending
	493	Undecipherable
Server-error	500	Internal Server Error
	501	Not Implemented
	502	Bad Gateway
	503	Service Unavailable
	504	Server Timeout
	505	SIP Version Not Supported
	513	Message Too Large
Global failure	600	Busy Everywhere
	603	Decline
	604	Does Not Exist Anywhere
	606	Not Acceptable

## 五、 SIP Message Example

```
SIP-GW#debug ccsip messages
Sent:
INVITE sip:3401@10.6.2.10:5060 SIP/2.0 //这里是 UAS 的地址
Via: SIP/2.0/UDP 10.6.3.1:5060;branch=z9hG4bKA1798 //每一跳都会在 Via 中写上自己的地址
From: <sip:4105553501@10.6.3.1>;tag=105741C-1D5E //这里 UAC 的地址
To: <sip:3401@10.6.2.10>
Date: Fri, 06 Jan 2006 05:35:01 GMT
Call-ID: E937365B-2C0C11D6-802FA93D-4772A3BB@10.6.3.1 //这个呼叫的唯一标识
Supported: 100rel, timer //支持的 extension
Min-SE: 1800 //minimum session interval
Cisco-Guid: 3892269682-738988502-2150410557-1198695355 //唯一标识发起 INVITE 的 UAC
User-Agent: Cisco-SIPGateway/IOS-12.x
Allow: INVITE, OPTIONS, BYE, CANCEL, ACK, PRACK, COMET, REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO,
UPDATE, REGISTER //支持的 methods
CSeq: 101 INVITE //call sequence number
Max-Forwards: 70 //最多有多少个 proxy 或 gateway 可以 forward 这个呼叫
Remote-Party-ID: <sip:4105553501@10.6.3.1>;party=calling;screen=no;privacy=off
Timestamp: 1014960901
Contact: <sip:4105553501@10.6.3.1:5060>
Expires: 180
Allow-Events: telephone-event
Content-Type: application/sdp //包含 SDP message
Content-Length: 202
```

## 六、 SDP

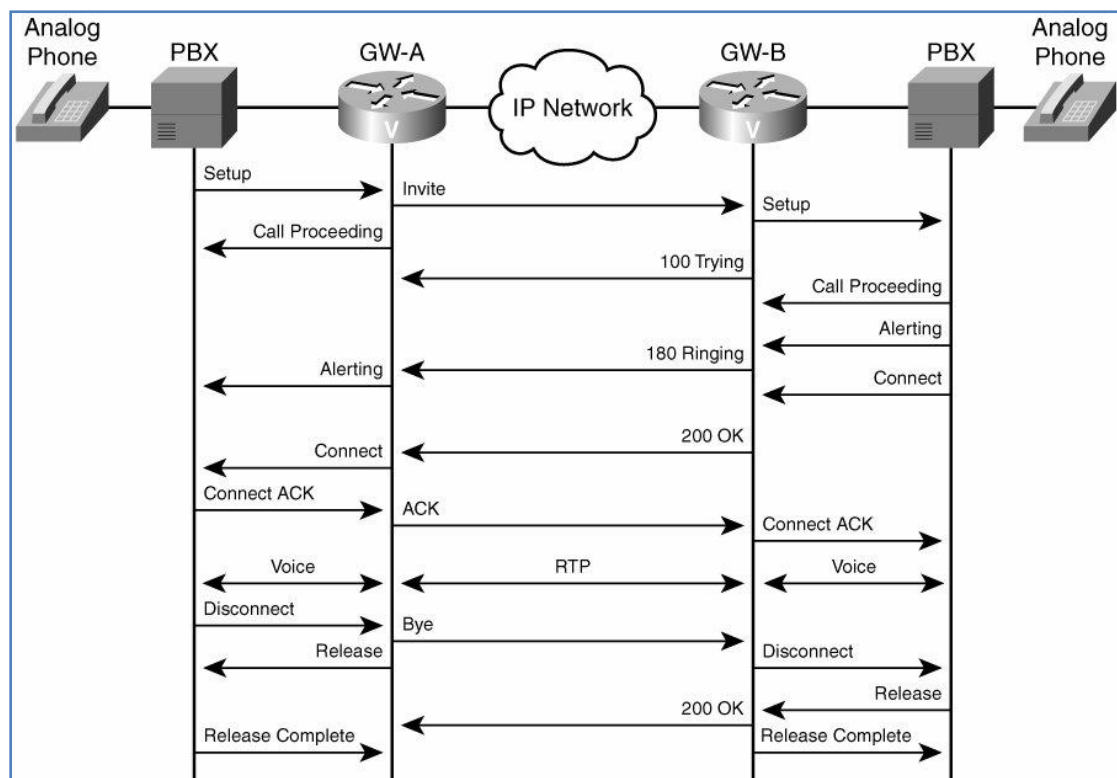
SIP 使用 SDP ( Session Description Protocol ) 来协商 capability 和 call feature。

```
v=0 //v=版本号
o=CiscoSystemsSIP-GW-UserAgent 7181 811 IN IP4 10.6.3.1 //o=originator 的组织
s=SIP Call //s=SDP 的描述信息
c=IN IP4 10.6.3.1 //c=originator 的 IP 地址
t=0 0 //t=time value
m=audio 18990 RT //m=originator 希望使用的 media
SIP-CME#P/AVP 0 19
```

```
c=IN IP4 10.6.3.1
a=rtpmap:0 PCMU/8000 //a=media 的属性
a=rtpmap:19 CN/8000
a=ptime:20
```

## 七、 Call Flow

### 1. Call Flow Between Two SIP Gateways



在这个场景里，GW-A 扮演 UAC 的角色，GW-B 扮演 UAS 的角色。

- 1) 左边的模拟电话摘机，拨叫右边的模拟电话，左边的 PBX 给 GW-A 发出 call setup message。GW-A 向 GW-B 发起 INVITE，其中会包含用于协商 capability 的 SDP，同时 GW-A 还会向左边的 PBX 发出 call proceeding，告诉它会话正在建立当中。
- 2) GW-B 将收到的 INVITE 转换为 call setup message 发送给右边的 PBX，

同时向 GW-A 发送 SIP Response 100 Trying。右边 PBX 与右边的模拟电话建立连接后，使用 call proceeding 通知 GW-B，GW-B 向 GW-A 发送 SIP Response 180 Ringing（告诉 GW-A 给左边的模拟电话发送拨通音）。

3) GW-A 会将 SIP Response 翻译为 PBX 能够看懂的指令并发送给左边 PBX。

4) 右边的模拟电话摘机后，PBX 发送 connect 通知 GW-B，之后 GW-B 会给 GW-A 发送 SIP Response 200 OK。GW-A 会再将 SIP Response 200 OK 翻译为 connect 发送给左边的 PBX。

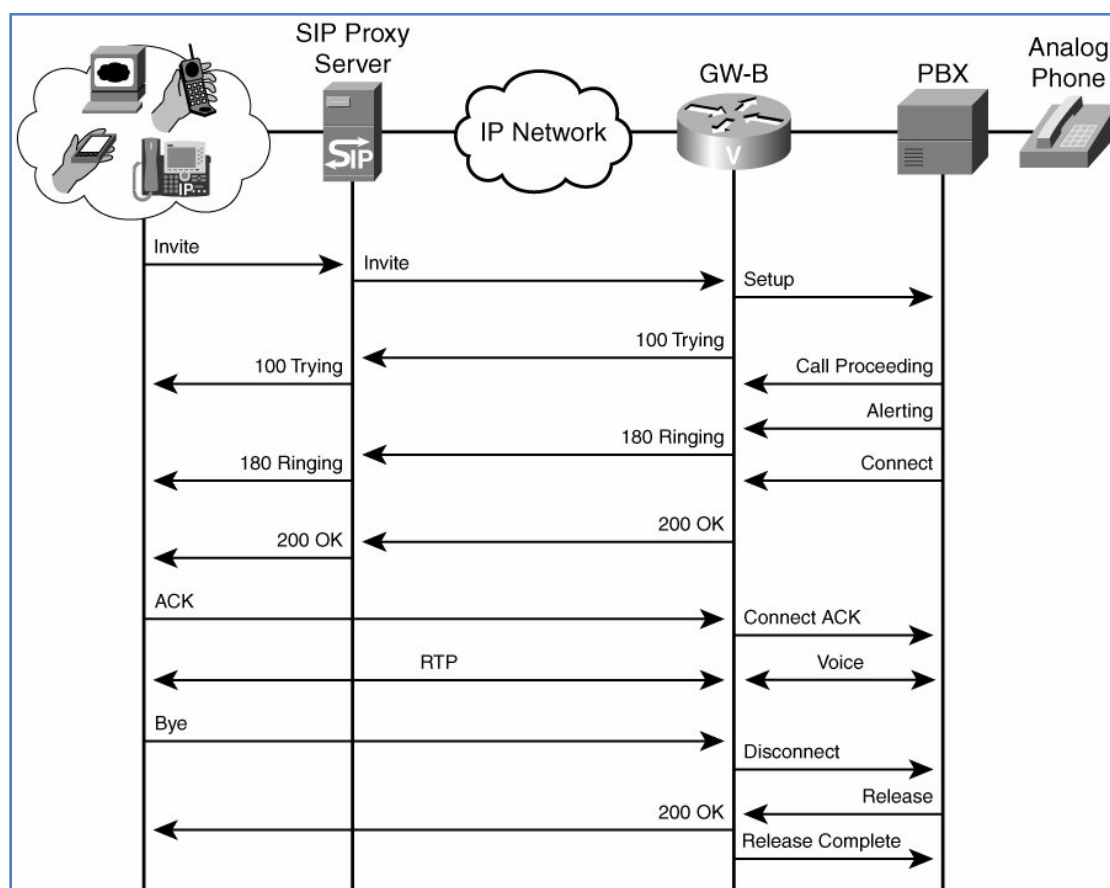
5) 最终一条 ACK 由左边的 PBX 产生，延 GW-A，GW-B 发送给右边的 PBX。此时通话建立，随后的就是 RTP 语音流了。

6) 左边的模拟电话挂机，左边的 PBX 产生 disconnect，GW-A 将其转换为 Bye 发送给 GW-B，同时会给左边的 PBX 发送一条 release 信息。

7) 右边的 PBX 收到 GW-B 发送的 disconnect 后，会回复一条 release 信息，GW-B 再向 GW-A 发送 SIP Response 200 OK。至此，通话中断。

## 2. Call Flow Using a Proxy Server( Record-Route is disabled )

UA 都可以在 Proxy Server 和 Registrar Server 上注册。



- 1) UAC 向 Proxy Server 发送 INVITE , 其中会包含 SDP 信息 , URI 地址为右边模拟电话的号码。
- 2) Proxy Server 收到 INVITE 后将 URI 地址改写为 GW-B 的地址 , 然后发送给 GW-B。
- 3) GW-B 收到 INVITE 后给 PBX 发送 call setup message , 并给 UAC 回复 SIP Response 100 Trying ( 这个 Response 由 GW-B 产生 , 发送个 Proxy Server , 再由它转发给 UAC , 而不是由 Proxy Server 自己产生 Response )。
- 4) GW-B 与 PBX 建立连接后 , PBX 通知 GW-B , GW-B 给 UAC 发送 SIP Response 180 Ringing ( 这个 Response 由 GW-B 产生 , 发送个 Proxy Server , 再由它转发给 UAC , 而不是由 Proxy Server 自己产生 Response )。
- 5) UAC 摘机后 , PBX 向 GW-B 发送 connect , GW-B 将其转换为 SIP

Response 200 OK 发送给 UAC( 先发送给 Proxy Server ,再由 Proxy Server 转发给 UAC )。Proxy 没工作在 Record-Route 下 ,因此从此刻开始 ,Proxy Server推出 SIP Signaling Path ,之后的 SIP message 直接在 UAC 和 GW-B 之间交换。

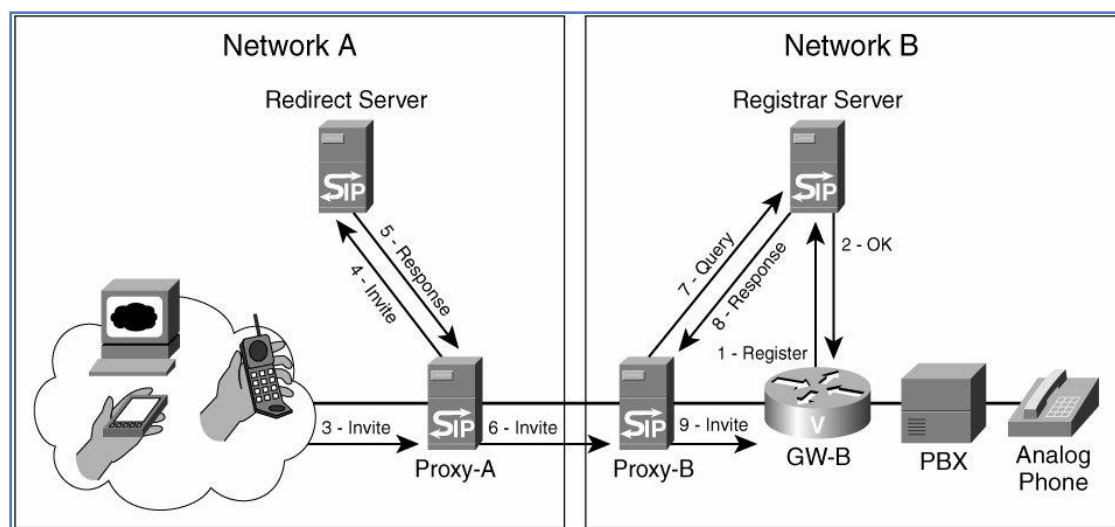
6) UAC 直接给 GW-B 回复 ACK。通话正式建立 ,之后开始发送 RTP 语音流。

7) UAC 挂机后直接给 GW-B 发送 BYE ,GW-B 回复 SIP Response 200 OK。通话中断。

8)

### 3. Call Flow Using Multiple Servers

多数情况下 ,当 UAS 不在 local domain 内才会使用到如 Redirect Server、Registrar Server 等。Redirect Server 会返回 UAS 或者 next-hop server 的详细信息。

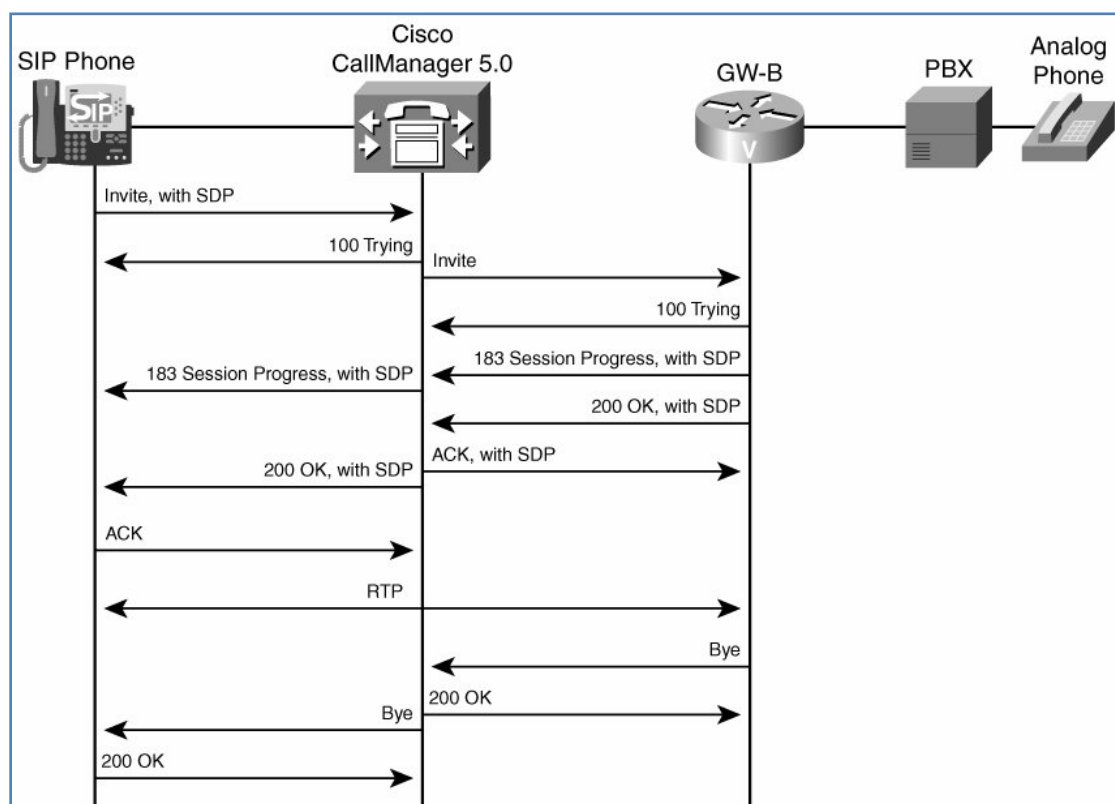


1) GW-B 向 Registrar Server 注册模拟电话的 E.164 号码。

2) Registrar Server 向 GW-B 回复 SIP Response 200 OK。

- 3) UAC 发送 INVITE 至 Proxy-A。
- 4) Proxy-A 发现 called number 不在 local domain 内，即将 INVITE 转发至 Redirect Server。
- 5) Redirect Server 回复 Response 300 告诉 Proxy-A，如果拨叫右边模拟电话，next-hop server 是 Proxy-B。
- 6) Proxy-A 向 Proxy-B 发送 INVITE。
- 7) Proxy-B 收到 INVITE 后向自己的 Registrar Server 查询 E.164 号码。
- 8) Registrar Server 返回 next-hop server 是 GW-B。
- 9) Proxy-B 向 GW-B 发送 INVITE。

#### 4. Call Flow Using Cisco CallManager 5.x



SIP Phone 已经在 CCM 5.0 上注册，CCM 5.0 和 GW-B 间建立起 SIP

TRUNK。这个例子中的 CCM 扮演 B2BUA 角色。

- 1) SIP Phone 呼叫模拟电话，发送 INVITE，其中包含了标准的 SDP 信息。  
CallManager 回复 SIP Response 100 Trying。这个过程中，CallManager 扮演 UAS 角色。
- 2) CallManger 通过 SIP TRUNK 向 GW-B 发送 INVITE，这个 INVITE 中不包含 SDP 信息，且 Call-ID 不同。也就是说在这个过程中，CallManager 扮演 UAC 的角色。
- 3) GW-B 回复 CallManager 一个 SIP Response 100 Trying 后向 PBX 发送 call setup message。GW-B 和 PBX 建立联系后，GW-B 向 CallManager 发送 SIP Response 183 Session Progress，其中的 SDP 信息包含了 GW-B 的 capability。
- 4) CallManager 收到 GW-B 的 SIP Response 183 Session Progress 后会对比 SIP Phone 和 GW-B 的 SDP 信息。假设 SIP Phone 的 INVITE 的 SDP 中说明它支持 g.711 和 g.729，GW-B 的 Response 183 Session Progress 的 SDP 说明它只支持 g.711。这时 CallManager 会给 SIP Phone 发送一个 SIP Response 183 Session Progress，其中的 SDP 信息会告诉 SIP Phone 使用 g.729。同时这个 SDP 中的 originator IP 会设置为 GW-B 的 IP 地址。此时 SIP Phone 已经知道了 GW-B 的 IP 地址。
- 5) 模拟电话摘机后，GW-B 向 CallManager 发送 SIP Response 200 OK，CallManager 会回复一个 ACK，其中的 SDP 信息包含了 SIP Phone 的 capability，并且 originator IP 会设置为 SIP Phone 的 IP 地址。此时 GW-B 也知道了 SIP Phone 的 IP 地址。
- 6) CallManager 向 SIP Phone 发送 SIP Response 200 OK，SIP Phone 回复 ACK。至此 SIP Phone 和 GW-B 都知道了对方的 IP 地址，于是他们开始直接向对方发送 RTP 语音流。



- 7) 模拟电话挂机时 GW-B 会向 CallManager 发送 BYE。CallManager 回复 GW-B 一个 200 OK。之后 CallManager 再向 SIP Phone 发送 BYE。直至 SIP Phone 回复 200 OK，通话中断。

## 八、 优点及缺点

### 1. 优点

- Session 和 Media 间的处理彼此独立，因此 SIP 更加灵活。
- SIP 是开放、标准协议。
- SIP messages 是明文的，利于 trouble shooting。
- 拥有不同 capability 的用户见一样可以通讯。例如：在一个 video conference 中，video 用户和 audio 用户一样可以通讯，只不过是 audio 看不到视频而已。

### 2. 缺点

- 由于 SIP messages 是明文的，router 必须将明文的 message 翻译为路由器语言，这就导致了 router 产生更高的负载。
- SIP 是个较新的协议，懂得人不多。
- 如果在同一个网络中同时有 SIP Phone 和 SCCP Phone，必须在 in-band DTMF 和 out-band DTMF 间进行转换。
- SIP 仍然是一个处于开发中的协议。

## 九、 Dial Plan

SIP 的默认行为是把 Dial Plan 分发至所有的 endpoint，当用户拨号时，SIPPhone 会对比拨入的号码和 Dial Plan，如果能匹配上才发送 INVITE。使用这个模式时必须配置 SIP Dial Rule。

或者也可以使用 Key Press Markup Language ( KPML )。这个类似于早期版本 CallManger 所使用的 SCCP 协议，SIP Phone 会把拨出的号码发送至 CallManager，由 CallManger 对比 Dial Plan。

## 十、 配置

### 1. 基本配置

```
dial-peer voice 1000 voip
destination-pattern 1111....
redirect ip2ip //允许语音从一个 dial-peer 重定向到另一个 dial-peer。
voice-class sip transport switch udp tcp //如果 voice packet 超过 MTU，SIP 默认又是使用 UDP，
                                           那么就会产生 UDP 碎片，因此可以通过使用此命令让超
                                           过 MTU 的 voice packet 使用 TCP 协议。
session protocol sipv2 //配置实用 sip 协议。
session target ipv4:1.1.1.1
session transport tcp //SIP 默认使用 UDP 协议，可通过此命令改用 TCP 协议。这种配置方式是基于
                      dial-peer 的，可以使用 voice service 在全局进行修改。
```

### 2. SIP-UA 配置 一般情况下不需要配置 sip-ua。

```
D-HPM-2611XM-1(config)#sip-ua
D-HPM-2611XM-1(config-sip-ua)#?
SIP UA configuration commands:
aaa                sip-ua AAA related configuration
authentication     Digest Authentication Configuration
calling-info       Specify treatment of calling information
default           Set a command to its defaults
disable-early-media Disable early-media cut through
exit              Exit from sip-ua configuration mode
max-forwards       Change number of max-forwards for SIP Methods
mwi-server        Configure a mwi Server
nat               Enable NAT(Network Address Traversal) settings for the SIP User Agent
no                Negate a command or set its defaults
notify            SIP Signaling Notify Configuration
offer             Configure settings for Offers made from the Gateway
reason-header     Configure settings for supporting SIP Reason Header
redirection       Enable call redirection (3xx) handling
registrar         Configure SIP registrar VoIP Interface
remote-party-id   Enable Remote-Party-ID support in SIP User Agent
retry             Change default retries for each SIP Method
set               Sets the PSTN cause to SIP status code (and vice versa) andSets the PSTN cause to SIP requests
sip-server        Configure a SIP Server Interface
srv              DNS SRV Query Type
suspend-resume    Enable support for ISDN SUSPEND/RESUME
timers            SIP Signaling Timers Configuration
transport        Enable SIP UA transport for TCP/UDP
```

### 3. SIP VOICE SERVICE 配置

D-HPM-2611XM-1(conf-serv-sip)#?

VOICE SERVICE VOIP SIP configuration commands:

bind	SIP bind command
call	Global setting to start/stop processing SIP Calls
default	Set a command to its defaults
ds0-num	Enables adding DS0 channel information to outgoing SIP requests
exit	Exit from voice service voip sip configuration mode
header-passing	SIP Headers need to be passed to Applications
min-se	Min value allowed for SIP Session Timer refresh interval
no	Negate a command or set its defaults
redirect	SIP redirect commands
registrar	SIP Registrar config

rel1xx	Type of reliable provisional response support
session	SIP Voice Protocol session config
subscription	SIP subscription config
transport	Configure transport related parameters
url	url type in request line of outgoing INVITE

### 4. NOTIFY-based out-of-band DTMF relay

NOTIFY-based out-of-band DTMF relay 是一种新的 DTMF Relay 方式。

使用这个方式时，Endpoint 会在 INVITE 的 Call-Info 中设置相应信息，说明可

以使用 NOTIFY 进行 DTMF Relay。当 Gateway 收到 NOTIFY 后，回应 SIP

Response 200 OK，并播放按键音。

!Setting the NOTIFY interval

SIP-GW(config)#sip-ua

SIP-GW(config-sip-ua)#notify telephone-event max-duration 1000

SIP-GW(config-sip-ua)#exit

!

!Setting NOTIFY-based out-of-band DTMF relay

SIP-GW(config)#dial-peer voice 3400 voip

SIP-GW(config-dial-peer)#dtmf-relay ?

cisco-rtp	Cisco Proprietary RTP
h245-alphanumeric	DTMF Relay via H245 Alphanumeric IE
h245-signal	DTMF Relay via H245 Signal IE
rtp-nte	RTP Named Telephone Event RFC 2833
sip-notify	DTMF Relay via SIP NOTIFY messages

SIP-GW(config-dial-peer)#dtmf-relay sip-notify rtp-nte