

第二章 IP电话技术

卢美莲

北京邮电大学
网络与交换技术国家重点实验室
宽带网研究中心
mlu@bupt.edu.cn

IP电话技术

- IP电话的概念和体系结构
- 基于H.323的IP电话技术
- 基于SIP的IP电话技术
- VoIP语音传送技术
- IP电话网关分解模型

VoIP的定义和发展历程

□ VoIP的定义

- IP电话 (IP Telephony): 在IP网上传送的具有一定服务质量的语音业务
- VoIP (Voice over IP): Voice communication over IP network

□ 发展历程

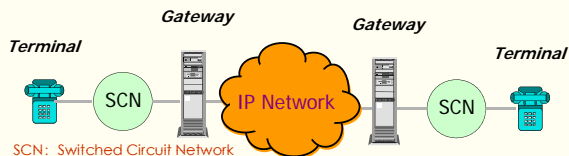
- 1995年, 计算机上的玩具
- 1996年, 第一个VoIP标准产生
- 1998年以后, 快速发展
- 已应用于各类网络环境

VoIP的形式1 — PC-PC



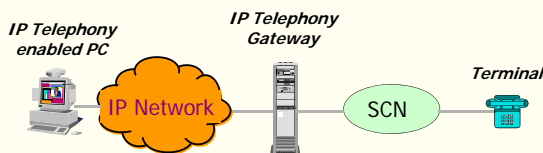
- IP网络内部的语音通信
- 多媒体计算机经电话线或LAN连到ISP
- 利用IP地址进行呼叫
- 语音压缩编解码、打包在PC上完成(声卡、网卡、modem)

VoIP的形式2 — Phone-Phone



- 普通电话经电话网连到IP电话网关, 用电话号码呼叫
- 传统电话网将IP网络视为其业务承载网
- 发端IP网关鉴别主叫用户, 将被叫电话号码翻译成网关IP地址, 将呼叫连接到最靠近被叫的网关, 完成语音编解码和打包
- 收端IP网关完成拆包、解码及反向地址翻译, 将呼叫连到被叫终端用户

VoIP的形式3&4 — PC-Phone



- 传统电话网与IP网络电话业务的互通
- IP网关完成IP地址与电话号码的翻译及语音编解码和打包

VoIP的关键技术

□ 语音处理技术

- 在保证一定语音质量的前提下尽可能降低比特率(语音编码技术、静音检测和抑制技术)
- 在IP环境中保证一定的通话质量(分组丢失补偿、回波抵消、去抖动)

□ 语音通信协议

- 呼叫控制协议
- 语音数据传送协议
- 实时控制协议

□ 其他: QoS、安全、管理,

VoIP的语音编解码技术

标准	技术	比特率	帧长/ 前瞻时延	复杂度		
				MIPS	RAM	ROM
G.711	PCM	64kbps	0.125 ms / 0 ms			
G.726	ADPCM	16-40kbps	0.125 ms / 0 ms	2	< 100 W	1 kW
G.728	LD-CELP	16kbps	0.625 ms / 0ms	30	2-3 kW	10 kW
G.723.1	MPC-MLQ	5.3/6.3kbps	30 ms / 7.5 ms	16	2-3 kW	10 kW
G.729	CS-ACELP	8kbps	10 ms / 5 ms	20	2-3 kW	10 kW
G.729A	CS-ACELP	8kbps	10 ms / 5 ms	11	2-3 kW	10 kW

G.723.1 及 G.729A 较好!

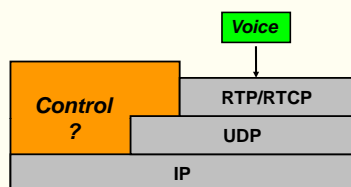
语音编码器的属性: 比特率、时延、复杂度和语音质量

VoIP的协议结构

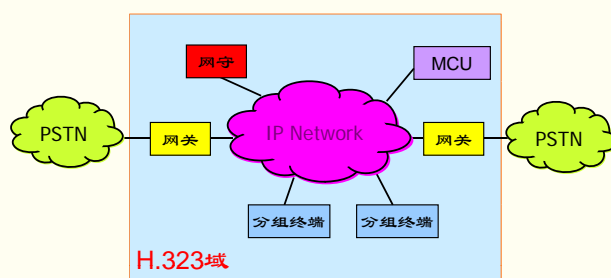
□ 用户数据平面: Voice/RTP/UDP/IP

□ 控制平面

- ITU-T: 基于分组网的多媒体通信系统-H.323
- IETF: 因特网多媒体会议结构-SIP

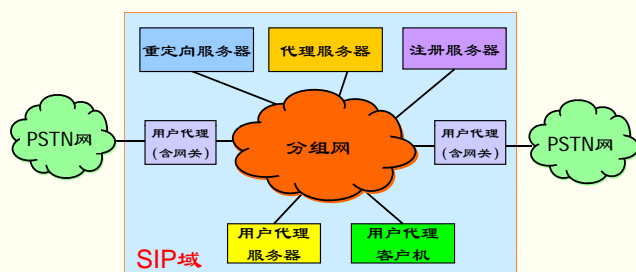


基于H.323的VoIP体系结构



MCU: Multipoint Control Unit

基于SIP的VoIP体系结构

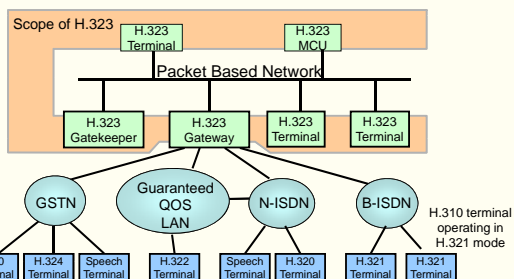


IP电话技术

- IP电话的概念和体系结构
- 基于H.323的IP电话技术
- 基于SIP的IP电话技术
- VoIP语音传送技术
- IP电话网关分解模型

H.323的系统结构

- ITU-T定义的一个伞状协议族，它规定了在基于分组的网络上进行多媒体通信的系统构成、协议和过程

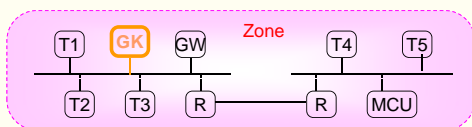


H.323的系统结构

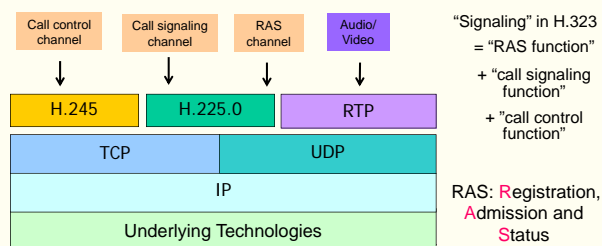
- H.323定义了4个主要功能实体
 - 终端：提供双向多媒体通信能力的客户端点
 - 网关：将异质网络或终端接入H.323网络
 - 网守：对H.323端点(网关、网守、终端)以及呼叫控制过程提供管理能力
 - 多点控制单元：对会议提供控制和媒体处理支持

H.323的域

- 域是所有终端、网关和多点控制单元的集合
 - 一个域至少包含一个终端
 - 一个域有且仅有一个GK (网守) 来管理
- 域与网络拓扑无关
 - 可以是通过路由器或其它设备连接起来的多段组成



H.323的协议结构



"Signaling" in H.323
= "RAS function"
+ "call signaling function"
+ "call control function"

RAS: Registration, Admission and Status



H.323的信令通道

- RAS信令通道
 - 在端点与网守之间以及网守与网守之间传递H.225.0 RAS消息
- RAS信令的功能
 - 网守发现
 - 端点注册
 - 端点定位
 - 状态查询
 - 资源指示
 - 呼叫接纳
 - 带宽管理
 - 呼叫退出
 - 端点注销

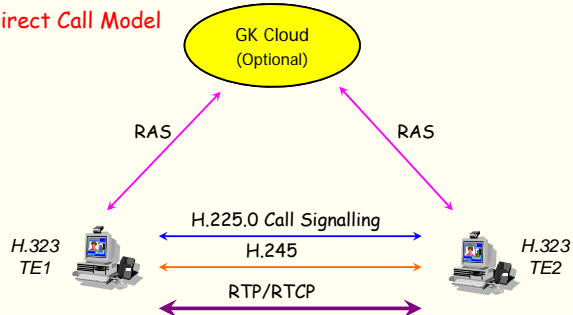


H.323的信令通道

- 呼叫信令通道
 - 在端点与网守之间以及网守与网守之间传递H.225.0呼叫控制消息，完成呼叫的建立和拆除(与Q.931消息类似)
 - H.225.0呼叫信令协议只提供呼叫控制功能，不提供连接控制功能
- 呼叫控制通道
 - 在端点与网守之间以及网守与网守之间传递H.245连接控制消息
 - 主要功能：能力交换、打开/关闭逻辑通道、主从确定、流量控制、往返时延确定、环路维护、终端能力集协商、会议控制、结束会话等

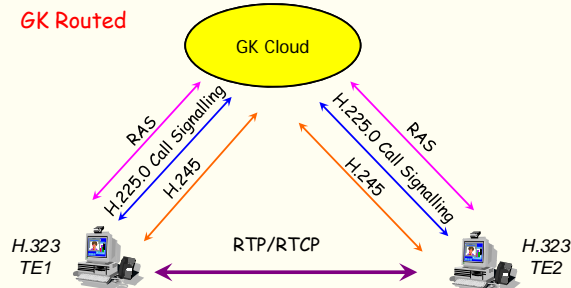
H.323呼叫模型——直接信令

Direct Call Model



H.323呼叫模型——网守路由

GK Routed

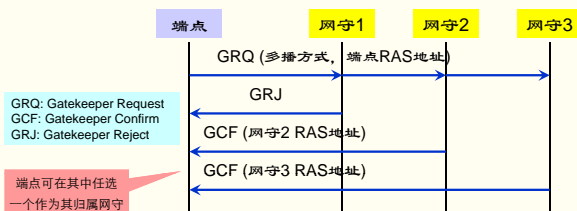


H.323的呼叫控制过程

- 呼叫建立前操作 (H.225.0 RAS)
 - 终端通过RAS信令进行GK发现
 - 终端向GK注册和请求呼叫接纳
- 阶段1: 呼叫控制 (H.225.0 Call Signaling)
- 阶段2: 能力交换及主从确定 (H.245)
- 阶段3: AV信道的建立 (H.245)
- 阶段4: 稳定状态 (RTP/RTCP, H.245)
 - 语音通信、带宽改变等
- 阶段5: 呼叫释放

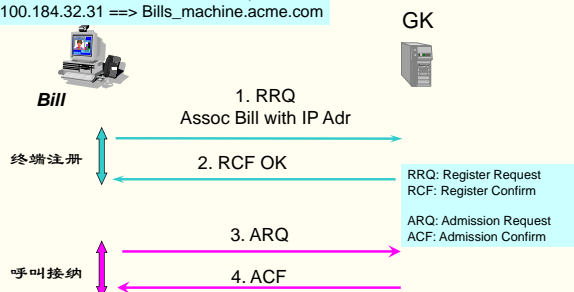
H.323网守发现

- 人工方式: 通过端点配置完成
- 自动方式: 通过网守发现过程完成

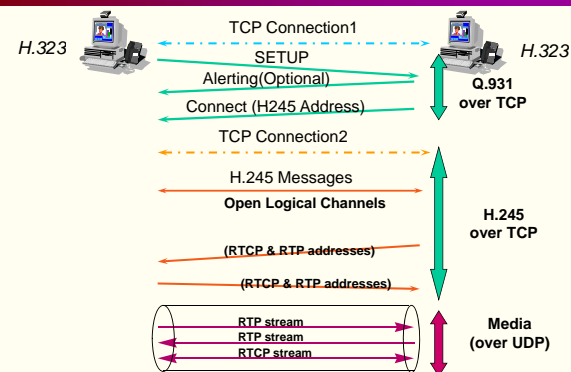


H.323终端注册/呼叫接纳

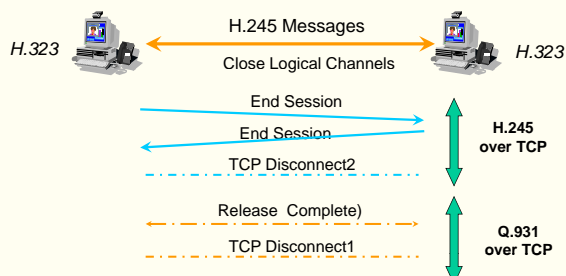
100.184.32.31 ==> Bill@acme.corp
100.184.32.31 ==> Bills_machine.acme.com



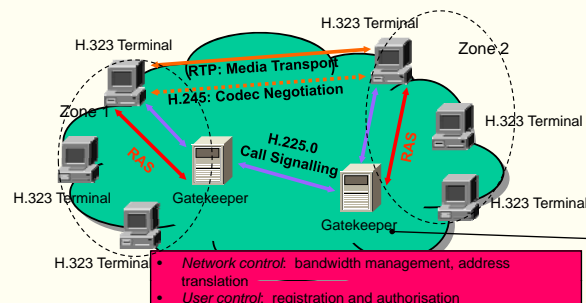
H.323呼叫控制/逻辑信道的建立



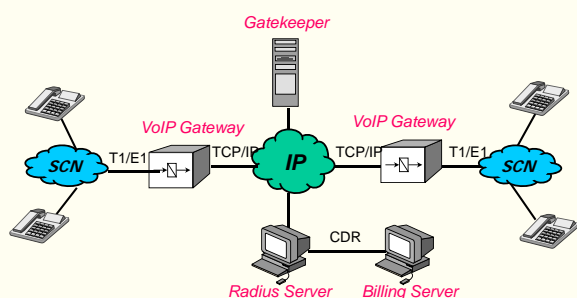
H.323呼叫终止



H.323的网络结构及协议应用



H.323 VoIP典型网络实例



H.323存在的问题

□ 复杂性问题

- 呼叫控制过程复杂
- H.225、H.245和ASN.1编码方式复杂

□ 兼容性问题

- H.323 V1, V2, V3, V4...后向兼容性问题

□ 扩展性问题

- H.323不利于支持大量先进的系统特性，不利于大量有竞争性业务的引入

IP电话技术

- IP电话的概念和体系结构
- 基于H.323的IP电话技术
- 基于SIP的IP电话技术
- VoIP语音传送技术
- IP电话网关分解模型

SIP概述

□ 由IETF制定

- SIP: Session Initiation Protocol (IETF RFC3261) 为应用层信令协议，用于将用户加入多媒体会话
- SIP是一种轻量级的通用信令协议，可建立、修改和终止IP网上的语音和多媒体会话

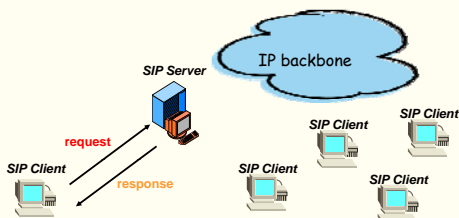
□ 与H.323系统的区别

- 信令协议不同：SIP基于文本，H.323基于ASN.1
- 控制平面网络结构不同：H.323为对等结构；SIP为客户/服务器结构

SIP的C/S网络结构

□ SIP是一种 客户-服务器 协议

- 基于文本，在语法和语义上与HTTP类似
- SIP客户发出请求，SIP服务器发出响应



SIP用户代理

□ 端系统中的SIP应用称作SIP用户代理 (UA)

- 用户代理客户 (UAC) - 发送SIP请求
- 用户代理服务器 (UAS)
 - 侦听呼叫请求
 - 提示用户或执行程序作出响应
- $UA = UAC + UAS$

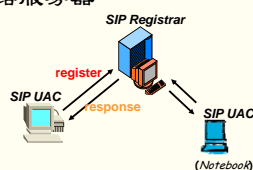


SIP网络服务器

□ SIP定义了3种类型的网络服务器

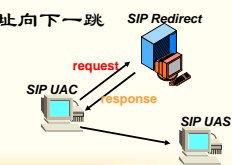
▪ Registrar Server

接收客户当前的位置信息



▪ Redirect Server

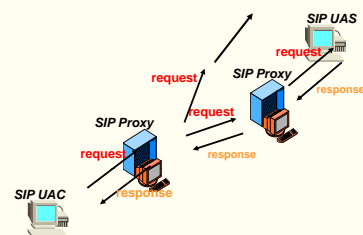
通过响应告诉客户下一跳服务器的地址，然后由客户根据此地址向下一跳服务器重新发送请求



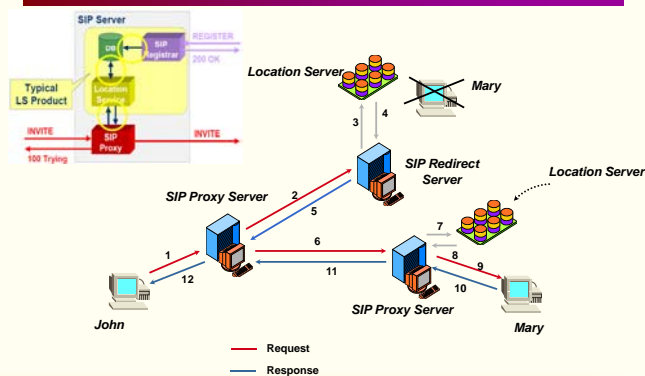
SIP网络服务器

▪ Proxy Server

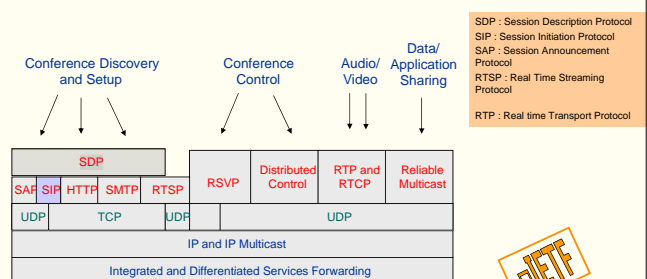
将客户的请求转发到另一SIP服务器或最终的目的地，也可能将请求分发到多个服务器



SIP操作—Proxy & Redirect



SIP的协议结构



SDP : Session Description Protocol
SIP : Session Initiation Protocol
SAP : Session Announcement Protocol
RTSP : Real Time Streaming Protocol
RTP : Real time Transport Protocol



SIP的功能和方法

□ SIP的基本功能

- 用户定位
- 用户可用性判定
- 用户能力协商
- 会话建立
- 会话管理

□ SIP的基本方法(客户机调用服务器的方法)

- **REGISTER**: 将用户位置信息送往SIP服务器
- **INVITE**: 邀请一个用户加入一电话呼叫或会议
- **ACK**: 证实客户已收到最终的响应
- **BYE**: 终止两用户之间的会话
- **CANCEL**: 用于取消一个尚未完成的请求
- **OPTIONS**: 用于询问另一代理或服务器的能力

SIP方法举例

INVITE

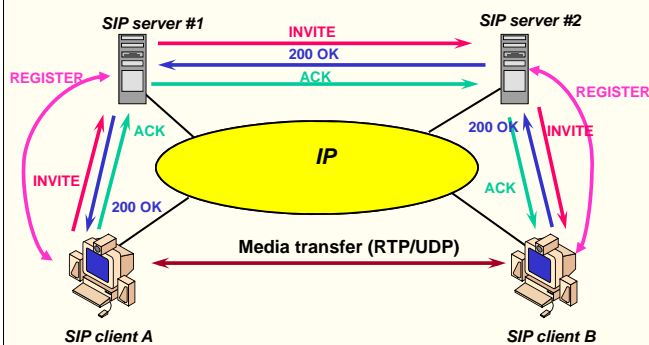
header

```
INVITE sip:1-212-555-1234@net2phone.com SIP/2.0
From : emmanuel.bertrand@alcatel.be
To : hansjuerg.karrer@alcatel.ch
Content-type : application/sdp
Call-ID:18702141351@net2phone.com
Cseq 4711 INVITE
Content-length: 187
```

body (in SDP)

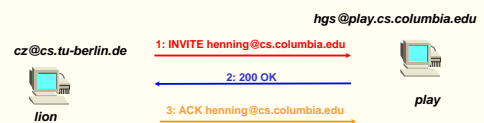
```
v=0
o=manu bertrand 53655765 23536837 IN IP4 128.3.4.5
c=PSTN E.164 +1-212-555-1234
i=Debriefing of last IETF meeting
t=0 0
m=audio 3456 RTP/AVP 0
```

SIP的基本呼叫控制过程



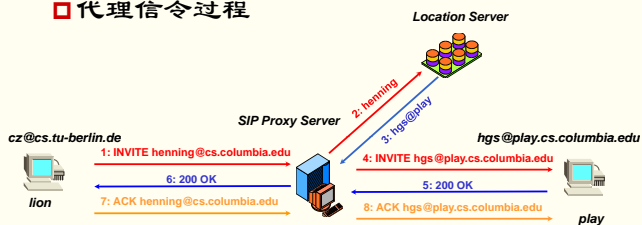
SIP基本呼叫控制过程

□ 直接信令过程



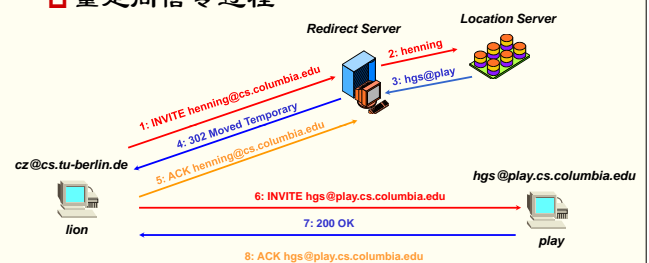
SIP基本呼叫控制过程

□ 代理信令过程



SIP呼叫控制过程

□ 重定向信令过程



结论：SIP – Internet方式

□ 简单及可扩展性

- 轻量级：7种方法，44种头域
- 先进的扩展功能：通过增加新的方法和新的头域，为增值业务提供了一个框架

□ 可伸缩性好

□ 支持终端移动性

□ 传输层独立性

□ 易于与Web应用结合

□ SIP: Internet方式 ...



本章小结

□ VoIP的概念和四种主要形式

□ VoIP的协议体系结构

- 用户数据平面 (语音/RTP/UDP/IP)
- 控制平面 (H.323、SIP)

□ H.323控制体系

- 功能实体 (Gateway、Gatekeeper、Terminal、MCU)
- 三条信令通道 (RAS、H.225.0、H.245)
- 呼叫控制模型 (直接路由模型、网守路由模型)
- 呼叫控制流程 (GK发现、呼叫接纳、呼叫建立、能力协商/媒体通道建立、媒体交互、呼叫释放)

□ SIP控制体系

- 功能实体 (注册/代理/重定向服务器, UA)
- SIP方法、协议栈结构
- 呼叫控制模型: 直接信令、代理信令、重定向信令

思考题

- VoIP控制平面的协议栈结构？
- VoIP用户平面的协议栈结构？
- H.323的系统结构中包含哪些功能实体？
- H.323协议体系在VoIP中的作用是什么？图示并简述其控制机制。
- SIP的网络体系结构中包含哪些功能实体？
- SIP协议体系在VoIP中的作用？其主要方法有哪些？图示并简述其呼叫控制模型。
- 比较SIP与H.323的异同点和优劣。