



STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

北京邮电大学
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS




SIP协议分析

李替林



STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK


SIP协议分析的前题



- SIP协议设计目的
 - 提供会话邀请与控制能力
 - 提供个人移动性支持能力
- SIP协议设计目标
 - 支持Internet Telephony架构
- SIP协议是信令协议
 - 满足信令协议的特点

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK


SIP协议基本设计原则



- 支持Internet会话
 - 考虑Internet网络特点
 - 全IP网络
 - 网络状况不均衡
- 尽量重用现有成熟协议
 - 不要做一个大而全的协议族
 - 与现有协议配合完成会话控制
- 尽量做到与现有应用集成
 - 尽量重用现有协议的实现机制
 - 尽量重用现有协议的语法规则

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK


协议分析的要点



- 紧扣“协议的目的与目标”
- 谨记“协议分析的三要素”
 - 语义
 - 语法
 - 时序
- 时刻考虑“协议设计基本原则”
- 注意“信令协议应该遵循的特点”

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK


本讲主要内容



- SIP协议概述
 - SIP协议的体系结构
 - SIP协议的基本规则
- SIP协议基础结构的分析 (Basic Specification)
 - SIP协议的设计原则
 - SIP协议的实现原则
 - SIP协议的媒体协商
- SIP协议扩展的分析 (Extension)
 - 媒体协商能力的进一步增强 Offer-Answer模型
 - 与传统Telephony业务互通的努力
 - 构建Multimedia Conference的结构
- 本讲要达到的目标
 - 理解SIP协议的准确语义
 - 了解SIP协议设计原理
 - 掌握SIP协议设计的核心思想


STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

北京邮电大学
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS



SIP协议分析

— SIP协议概述



STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

初步认识一个协议

- SIP协议的基本概念
- SIP协议的网络架构
- SIP协议的操作
 - 语义
 - 语法
 - 时序

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

初步认识一个协议

— SIP协议的基本概念

SIP协议概述
SIP协议特点
SIP协议的协议栈

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

SIP协议概述

- SIP
 - Session Initiation Protocol, 会话发起协议
 - 1999年由IETF制定 (SIP v1 - RFC2543)
 - SIP协议是一种**应用层会话控制**协议
 - 用于核心控制层
 - 用于建立、修改、终止用户之间的多媒体会话
 - SIP协议支持以下五方面能力
 - User location 用户定位
 - User availability 用户可用性
 - User capabilities 用户能力
 - Session setup 会话建立
 - Session management 会话管理
 - SIP协议本身并不提供业务 (SIP does **not** provide services), 但是SIP协议提供业务支持的基础 (SIP provides primitives that can be used to implement different services)
- SIP只是一个协议, 不是一个架构

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

SIP协议特点

- 应用层协议
 - 与底层承载技术无关
 - 支持使用UDP、TCP、SCTP承载
 - 缺省使用5060端口
- 易于配置使用
 - 可以基于标准TCP/IP协议栈
 - 配置简单, 部署容易
 - 易于与其他Internet协议集成 (RTP)
- 具有良好的扩展性
 - 基于文本的协议, 易于与其他Internet协议集成 (HTTP)
 - 能够方便的扩展消息头域, 消息参数和消息体
- 支持**Personal Mobility (个人移动性)**
 - 支持 **Name Mapping 名字映射**
 - 支持 **Redirection 重定向**

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

SIP协议的协议栈

SIP协议不是一个满栈协议 (SIP is **not** a vertically integrated communications system), SIP协议通过与其他Internet协议集成来构成完整的多媒体处理框架结构

The diagram illustrates the SIP protocol stack as follows:

- Application Layer:** Conference Control and Session Direct (SDP)
- Transport Layer:** RTP, RTCP, SAP, SIP, and HTTP
- Network Layer:** UDP and TCP
- Link Layer:** IPv4 or IPv6 (Unicast or Multicast)
- Physical Layer:** ATM, Ethernet, and SLIP or PPP

Connections: Conference Control and Session Direct connect to RTP, RTCP, SAP, and SIP. RTP, RTCP, SAP, and SIP connect to UDP. SIP and HTTP connect to TCP. UDP and TCP connect to IPv4 or IPv6. IPv4 or IPv6 connects to ATM, Ethernet, and SLIP or PPP.

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

初步认识一个协议

— SIP协议的网络架构

SIP协议用户地址
SIP协议设计思想
SIP协议逻辑网络结构
SIP协议物理网络结构

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

SIP协议用户地址— SIP/SIPS URI

SIP and SIPS Uniform Resource Indicators

格式：
sip:user:password@host:port;uri-parameters?headers

- 合法的SIP URI
 - sip:alice@atlanta.com
 - sip:bob@biloxi.com:5060
 - sip:bob@biloxi.com:transport=udp
 - sip:bob@192.0.2.4
 - sip:+8613801011111@biloxi.com:5060;lr
 - sip:+8613801011111;postd=pp22@foo.com:user=phone
- 合法的URI，但不是SIP URI
 - tel:+8613801011111;postd=pp22
- 参考
 - RFC2806 (tel: URLs for Telephone Calls)
 - RFC2396 (Uniform Resource Identifiers (URI))
 - 等等

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

SIP协议设计思想-Proxy&Redirect

Proxy处理模式

- 完成功能
 - 完成用户管理、路由的能力
- 处理原则
 - 转交会话请求
- 特点
 - 会话接续的主动权在Proxy
 - 类比集中控制

Redirect处理模式

- 完成功能
 - 完成用户管理、路由的能力
- 处理原则
 - 不转交会话请求
 - 通知转交方向
- 特点
 - 会话接续的主动权在User
 - 类比分散控制

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

SIP协议设计思想-Name Mapping

提供了用户使用声明地址注册实际使用地址的机制
提供了由用户声明地址向用户注册的实际地址的映射机制

Real Address: jlli@640.bupt.edu.cn

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

Name Mapping—AOR

- Address-of-Record (AOR) 概念
 - address-of-record (AOR) 必须是 SIP 或 SIPS URI
 - AOR一般被认为是一个用户的公共 / 公开地址 (public address)
 - AOR必须指向一个提供location service能力的 domain, 在这个domain中可以将提供的SIP URI映射为能够联系到用户的实际 URI
- 在NameMapping特性里面, 用户的声明地址 (用于用于注册的地址) 一定是AOR

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

SIP协议逻辑网络结构

Location Server不是SIP逻辑网络结构中的实体, SIP协议不规定其接口与实现

RedirectServer也具有特殊的特点 不一定是位于网络侧

网络侧 / 用户侧

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

逻辑功能实体——User Agent (UA)

- 用户代理
 - 代表用户发起/终结会话请求
 - User Agent Client (UAC) 发起会话请求
 - User Agent Server (UAS) 接收并终结会话请求
- UA在不同的时间呈现不同的角色
 - 发起请求的时候 - UAC - 提供Client Transaction控制能力
 - 接收请求的时候 - UAS - 提供Server Transaction控制能力

既然是会话控制协议, 为什么不是发起 / 终结一个会话呢?

网络结构与逻辑功能实体针对的是请求处理方式, 而不是应用处理方式

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

逻辑功能实体——Proxy Server

- 代理服务器
 - 作为服务器接受用户的会话请求
 - 完成用户请求的接入鉴权和路由
 - 作为客户机转发用户的会话请求
- 代理服务器分类
 - Stateless Proxy - 无状态代理服务器
 - Transaction Stateful Proxy - Transaction状态相关代理服务器
 - Call Stateful Proxy - Call状态相关代理服务器
- 三种服务器的差别在于处理请求消息及其响应的方式不同
- 与UA的区别
 - 代理服务器可以解释、改写会话请求，但不能主动发起或终结会话请求

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

逻辑功能实体——Proxy Server

- 既然是服务器，为什么不能发起 / 终结一个会话呢？
 - Internet服务的特点——终端智能
 - 与Internet服务类似，服务器仅根据终端的要求提供“服务”！
 - 服务器网络的目的是完成用户管理与路由，完成终端之间的信令接续
- 在服务器拒绝请求的时候，这个服务器还是Proxy吗？
 - 在拒绝会话请求的时候，服务器做的是UA而不是Proxy
 - 只有UA才能终结一个会话请求
 - 注意物理设备与逻辑设备的区别

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

逻辑功能实体——Redirect Server

- 重定向服务器
 - 作为服务器接受用户的会话请求
 - 终结用户请求，并向发起请求的用户提供多个备选的地址
 - 备选地址可以是请求URI的路由结果
 - 备选地址也可以是一个相关的地址
- 与UA的区别
 - 重定向服务器终结了用户的请求，但不能主动发起请求
- 与Proxy的区别
 - 重定向服务器终结用户请求，而不会转发用户请求

重定向服务器一定是“服务器”吗？

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

逻辑功能实体——Register & Location Server

- Register Server
 - 注册服务器
 - 接收并处理用户的注册 / 查询 / 注销请求 (REGISTER)
- Location Server
 - 位置服务器
 - 管理Address-Of-Record (AOR)
 - 一个AOR可以绑定一个或多个地址
 - 为代理服务器或重定向服务器提供可能的被叫用户地址
 - Location Server不是SIP协议逻辑功能实体，SIP协议没有规范Location Server的接口与实现

Location Server是一个独立的网络设备吗？

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

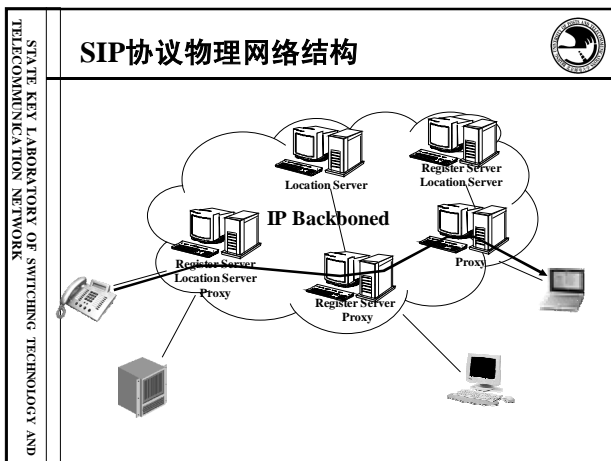
逻辑功能实体——B2BUA

- Back-to-Back User Agent (B2BUA)
 - 背靠背用户代理
 - 形式上表现为两个User Agent并在一起
 - 能够主动发起会话请求
 - 能够接受并终结会话请求
 - B2BUA不是标准的SIP功能实体
 - 与Proxy的联系
 - B2BUA与Call Stateful Proxy相同，需要维护Call State
 - 与Proxy的区别
 - Call Stateful Proxy只能解释、改写会话请求，因此Proxy接受的请求和转发的请求属于同一个会话
 - B2BUA终结会话请求，因此B2BUA接受的请求和转发的请求分属于两个会话

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

逻辑实体与物理实体

- SIP协议的几个功能实体并不是独立存在的物理实体，而是逻辑实体
- 物理设备在不同的时间，处理不同请求的时候，可以呈现不同的逻辑角色
- 定义逻辑实体的原因：逻辑实体约束了消息处理过程与方式



通过SIP协议网络架构我们看到了

- SIP协议网络架构采用的是C/S结构
 - 请求的发起端 Client
 - 请求的终结端 Server
- SIP是“端一端”协议
 - 从UA发起，到UA终结
 - Server仅仅完成寻路转发
 - B2BUA是特例，并不符合SIP协议的设计初衷
- 构建SIP协议网络的目的是什么
 - 是提供用户管理、号码分析与路由吗？
 - DNS系统完全可以提供以上支持
 - 提供用户移动性支持

初步认识一个协议

- SIP协议的操作

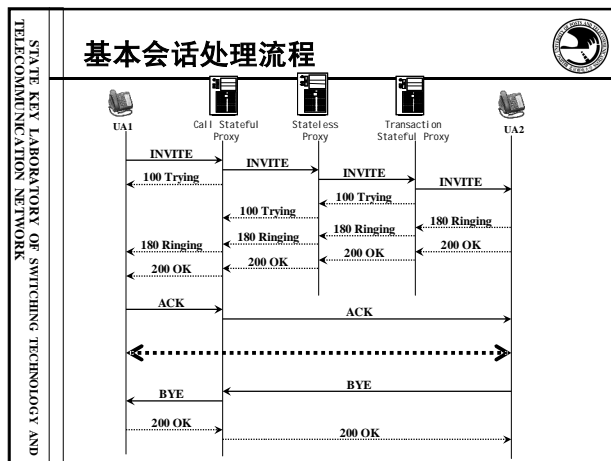
SIP协议用户地址
SIP协议设计思想
SIP协议逻辑网络结构
SIP协议物理网络结构

SIP协议的基本请求

- SIP协议请求
 - INVITE**
 - 会话邀请
 - ACK**
 - 确认会话建立
 - CANCEL**
 - 取消会话邀请
 - BYE**
 - 终止会话
 - REGISTER**
 - 用户注册
 - OPTIONS**
 - 能力查询
- SIP协议操作特征
 - SIP协议网络架构采用的是C/S结构
 - SIP协议消息采用“Request”-“Response”机制
 - Client → Server: Request
 - Server → Client: Responses
 - Request: for the purpose of invoking a particular operation
 - Response: for indicating the status of a request sent from the client to the server.

SIP协议的基本响应

- SIP协议状态响应
 - 1xx Provisional**
 - 100 Trying
 - 180 Ringing
 - 2xx Successful**
 - 200 OK
 - 3xx Redirection**
 - 302 Moved Temporarily
 - 4xx Request Failure**
 - 403 Forbidden
 - 404 Not Found
 - 5xx Server Failure**
 - 500 Server Internal Error
 - 6xx Global Failures**
 - 600 Busy Everywhere
- SIP协议响应分类
 - 临时响应
 - Informational / Provisional Response
 - 针对请求的处理进展通知
 - 1xx responses are provisional
 - 最终响应
 - Final Response
 - 针对请求的确定无疑的最终答复
 - All 2xx, 3xx, 4xx, 5xx and 6xx responses are final



STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

SIP协议的消息结构

start-line

*message-header

CRLF

[message-body]

Start-Line

Request-Line: Method SP Request-URI SP SIP-Version CRLF
Status-Line: SIP-Version SP Status-Code SP Reason-Phrase CRLF

Message-Header

"header-name" HCOLON header-value *(COMMA header-value)

From	请求发起者AOR地址
To	请求目的端AOR地址
Call-ID	呼叫标识
Contact	请求发起人的实际联系地址
CSeq	消息序号
Max-Forward	网络生存跳数
Via	请求转发记录
Content-Type	消息体类型
Content-Length	消息体长度

Message-Body

无规定

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

SIP协议请求

```

INVITE sip:werner.heisenberg@munich.de SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 100.101.102.103:5060;branch=z9hG4bKmp17a
Max-Forwards: 70
To: Heisenberg <sip:werner.heisenberg@munich.de>
From: E. Schroedinger <sip:schroed5244@aol.com>;tag=42
Call-ID: 10@100.101.102.103
CSeq: 1 INVITE
Contact: <sip:schroed5244@pc33.aol.com>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 159

v=0
o=schroed5244 2890844526 2890844526 IN IP4 100.101.102.103
s=Phone Call
t=0 0
c=IN IP4 100.101.102.103
m=audio 49170 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
  
```

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

SIP协议响应

```

SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP 100.101.102.103:5060;branch=z9hG4bKmp17a
To: Heisenberg <sip:werner.heisenberg@munich.de>;tag=314159
From: E. Schroedinger <sip:schroed5244@aol.com>;tag=42
Call-ID: 10@100.101.102.103
CSeq: 1 INVITE
Contact: <sip:werner.heisenberg@200.201.202.203>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 159

v=0
o=heisenberg 2890844526 2890844526 IN IP4 200.201.202.203
c=IN IP4 200.201.202.203
t=0 0
m=audio 49170 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
  
```

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

SIP协议操作总结

- 使用基于文本的消息
- 使用与HTTP类似的“请求—响应”机制
- 使用与HTTP类似的消息结构定义
- 使用与Email类似的消息体承载机制MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions 多用途互联网邮件扩展)
- SIP协议使用成熟机制构建协议的最直接体现

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

小结

- SIP协议的定义
- SIP协议基本工作架构
- SIP协议网络基本功能实体
- SIP协议请求与响应

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

思考题

- Proxy能力与Redirect能力的异同
- SIP网络逻辑功能实体与物理功能实体
- SIP基本请求与响应的语法格式与语义