

IMS 接入网关智能路由^①

马 跃, 宋 超

(中国科学院大学, 北京 100049)

(中国科学院 沈阳计算技术研究所, 沈阳 110168)

摘 要: 在数字电话交换系统中设计 IMS 接入网关以解决目前将语音应用接入到 CM-IMS 网络中等问题, 其中设计接入网关的智能路由支持在 IP 或 TDM 中继故障后自动重选, 根据实际需求配置中继选路的策略以达到局间通信的可靠性和费用最低的要求. 介绍了 IMS 接入网关的应用及研究现状, 阐述 Asterisk 的具体情况, 描述了 IMS 接入网关智能路由的功能, 并给出智能路由的详细设计, 路由的属性及数据结构的定义, 最后结合 Asterisk 开源项目, 实现了智能路由的功能, 通过实验成功验证了智能路由按费率、优先级、轮转策略选择中继及号码变换的功能, 达到了通信的可靠性及低费用的要求.

关键词: 数字电话交换系统; IMS 接入网关; CM-IMS; 智能路由; 中继; Asterisk

IMS Access Gateway Intelligent Routing

MA Yue, SONG Chao

(University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

(Shenyang Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110168, China)

Abstract: In the digital telephone switching system, designing an IMS access gateway is to solve the applications of voice access to the CM-IMS network. When IP or the TDM relay failed, the IMS access gateway intelligent routing can reconnect automatically. According to the actual configuration, the routing strategy can meet the reliability of communication and lowest cost. This paper introduces the application and research of IMS access gateway and expounds the situation of Asterisk. It describes the function of IMS access gateway intelligent routing and analyzes the design in detail, including the attributes of the routing and the definition of data structure. Finally, I realize the function of intelligent routing in combination with the Asterisk open source project. Choosing relay and number transform are verified by experiments. And the intelligent routing has reached the requirement of reliability and low cost.

Key words: digital telephone switching system; IMS access gateway; CM-IMS; intelligent routing; relay; Asterisk

接入网关^[1]是基于 IP 的语音/传真业务的媒体接入网关, 位于软交换架构当中的边缘接入层, 提供模拟用户线接口, 用于直接将普通电话用户接入到软交换网中, 放置于小区或企业数据网接入侧. 接入网关与软交换进行交互, 实现软交换对用户的呼叫控制, 同时接入网关实现语音的编解码(将模拟语音打成 IP 包)、媒体流的打包压缩、静音检测、基本的放音收号等媒体网关功能, 实现 POTS 用户与其它用户间的媒体流互通, 提供高效、高质量的话音服务, 为运营商、企业、小区、住宅用户等提供 VoIP 解决方案.

随着 IMS^[2]技术的发展, 传统的接入网关已经不能满足数字电话交换系统中的需求, 缺乏对 IMS 核心网的支持, 无法满足运营商和第三方开发者对于全业务运营的需求, 所以开发 IMS 接入网关在已有的网关基础上增加对于 IMS 的支持模块, 对于与 IMS 相关的请求通过此模块进行处理, 对已有的业务流程增加对于 IMS 模块的支持和解决方案, 最终实现全业务的良好运营.

IMS 接入网关中智能路由的设计为其重要的部分^[3], 支持智能路由, 支持在 IP 或 TDM 中继故障后自动重

① 收稿时间:2014-10-29;收到修改稿时间:2014-12-10

选, 每条路由规则按照路由的模式不同, 按照不同的策略来选择对应的中继, 设计中支持的路由模式包括轮转、优先级、费率等, 且能根据实际需求配置中继选路的策略以达到局间通信的可靠性和费用最低的要求^[4].

1 系统概述

1.1 整体系统组网结构

在数字电话交换系统中随着对全业务功能的支持, Asterisk 交换系统^[5]需要将用户的语音等应用接入到 CM-IMS 网络中, IMS 接入网关能够实现它们之间的交互, 组网如图 1 所示.

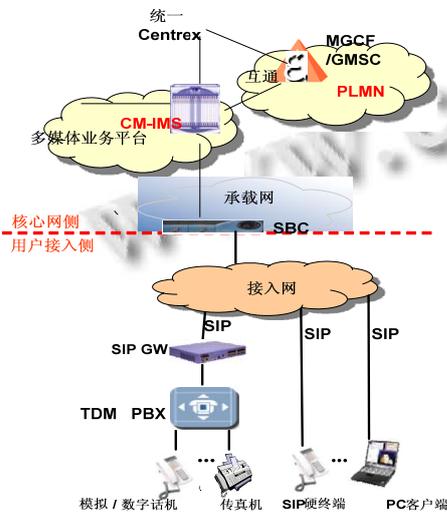


图 1 SIP 网关接入 CM-IMS 的组网图

CM-IMS 多媒体业务平台, 是 IMS 的核心网, 支持全业务, 提供丰富的多媒体通信业务和多种终端接入能力^[6]. SBC 是基于 SIP 协议^[7]的会话边界控制器的简称, 控制 SIP 通话, 隐藏边界内部的网络结构. SIP GW 是要设计的 IMS 接入网关, 下行通过 TDM 中继接入 TDM PBX; 上行采用 SIP 信令经由 SBC 转接至 CM-IMS 网络. TDM PBX 是 Asterisk 软交换系统.

因此, 设计 IMS 接入网关智能路由进行路由选路, 选择对应的中继, CM-IMS 上行设备进入到 SIP GW 的呼叫, 此类呼叫在选路时, 只选择下行的路由, 从下行设备 TG/AG 等过来的呼叫, 此类呼叫可以选择去往 CM-IMS 等上行设备, 也可以选择去往 TG^[8].

2 IMS接入网关智能路由的设计与实现

2.1 路由的属性的设计

(1) 号首和位长: 在定义路由时, 号首和位长必

须都匹配, 其中位长必须大于等于号首, 位长默认为 0, 表示不限制位长.

(2) 号码变换的定义: 号码变换主要包括对号码进行截头、加前缀、强制成某固定号码, 好号码变换可对主叫和被叫分别变换, 其中对平台型的路由, 主叫号码不可变换.

(3) 负载模式: 优先级、费率、轮转. 优先级: 设置不同的优先级, 数字越大优先级越高; 费率: 按计时单位和单价两部分组成.

(4) 服务时间段: 周一至周日, 00 点-24 点.

(5) 路由类型: 普通路由、SIP 中继、业务路由^[9].

2.2 数据结构的定义

(1) Route: 定义路由规则, 包括原始的路由匹配前缀(被叫/主叫)、号码变换的 id(主叫/被叫)、路由时间规则的 id, 中继列表, 路由模式^[10].

```

struct Route {
    int id;
    AST_DECLARE_STRING_FIELDS(
        AST_STRING_FIELD(PrefixCaller); //match caller
        AST_STRING_FIELD(PrefixCallee); // match callee
    );
    int tid; //time rules id
    int in_transID;
    int out_transID;
    int mode; //route usage policy for multi
    trunk, default is 0, only use main or back.
    int auth; //route auth:0-3
    struct trunklist * tnkhead; /*trunk list use this
    route*/
    struct Route * next;
};

```

(2) route_time: 定义路由有效时间, 包括时间段, 起止日期, 循环日期.

```

struct route_time {
    int timeid;
    struct ast_timing *time; //ast_timing for check:
    1200-1300&&1400-1700,1-5,
    struct timeval start; //start date
    struct timeval end; //end date
    struct route_time * next;
};

```

(3) RoutePrefix: 定义被叫/主叫匹配的规则集合, 由于每个路由规则在定义的时候, 允许同时指定多个匹配规则(被叫/主叫), 而在媒体服务器中只支持单个匹配, 为兼容这种方式, 在实际路由匹配时, 首先匹配路由前缀, 一个路由规则被拆分成多个路由前缀对, 每个路由前缀对对应了一个唯一的规则。

(4) numTrans: 定义号码变换规则, 按照被叫/主叫的匹配规则, 对匹配的, 可进行主叫/被叫的变换/变更。

(5) Trunk: 定义路由对应的中继信息, 包括中继的地址, 端口, 中继的 context, 中继的类型, 中继的方向^[11]。

(6) Trunklist: 定义路由对应的 trunk 列表, 每条路由规则按照路由的模式不同, 不同的策略来选择对应的中继, 支持的路由模式包括轮转、优先级、费率、权重, 且每个 trunk, 在往 route 中的 trunklist 添加的时候, 按照不同的策略, 决定当前正在挂载的节点在 trunklist 中的顺序, 便于之后选择合适的 trunk。

2.3 IMS 接入网关智能路由的具体实现

(1) 初始化

在 SIP 模块加载时, 会对路由模块中使用的数据库进行加载, 加载的顺序为: 号码变换规则, 路由时间规则, 路由规则, 中继信息。其中所有的号码变换规则组成一个全局的链表, 路由时间规则组成一个全局的链表, 路由规则组成一个全局的链表, 中继信息组成一个全局的链表。路由规则和中继信息耦合的关系比较紧, 二者之间的相互应用使用指针来完成, 号码变换和路由时间, 是通过 id 信息来和路由规则进行关联。在使用时, 查找到对应的路由结构后, 再通过查找对应结构的 id 来找到对应的结构。

(2) 加载路由

① 从数据库中访问 callroute 表, 把路由规则信息加载进来, 对当前加载的路由规则, 拆分成多个路由前缀对, 如果主叫规则中有 m 个规则, 被叫规则中有 n 个规则, 那么拆分后, 就会有 $m \times n$ 种组合。

② 将路由前缀按照一定的策略挂到路由前缀列表中。为达到最长匹配目的, 设计了计算路由前缀对的权重的算法: 为每个串分配一个权重, 分配权重时, 对于模式串中的精确规则(除了 X)赋予更高的权重, 对于 X, 这种通配符赋予较低的权重, 同时为 0-9 这几个数字也赋予不同的权重, 使得按照字母序进行排列,

对于包含中括号的模式串, 按照一位数字串来处理。这样计算后的权重, 会按照被叫的权重由高到低的顺序排列, 对于同样的权重, 再按照主叫的权重由高到低的顺序排列。这种匹配规则, 能保证最长的匹配在最前被匹配, 最短的模式串在最后被匹配。

(3) 加载中继

① 加载完路由规则后, 需要加载该路由相关的中继, 先访问数据库的 trunks 表, 加载定义的 trunks 信息, 生成 trunk 节点, 并维护其数据。加载时, 要对 trunk 增加一个 sip_domain 结构, 用来处理从该 trunk 过来的呼叫的一个区分, 每个 trunk 分配一个 context 和一个 direct, 系统中定义三类 context: from-ims、from-tg 和 ippbx, 其中 from-ims 专门处理从 CM-IMS 上行设备进入到 SIP GW 的呼叫, 此类呼叫在选路时, 只选择下行的路由, From-tg 专门处理从下行设备 TG/AG 等过来的呼叫, 此类呼叫可选择去往 CM-IMS 等上行设备, 也可选去往 TG。

② 当前加载的 trunk 节点, 要挂载到对应路由结构的 trunklist 上。在加载时, 按路由的模式, 对 trunk 节点进行适当的排序。对轮转策略, 直接挂载, 不需排序; 对中继组优先级, 按照优先级由高到低的顺序排列; 对按照费率, 按照每个 trunk 的费率由低到高的顺序排列; 对按照权重, 按照每个 trunk 的权重由高到低的顺序排列。同时, 每个路由结构中为保护 trunklist 结构, 增加了一个互斥锁。

(4) 选路

① 按照被叫/主叫匹配路由前缀, 找到匹配的路由规则, 如果当前路由规则的路由时间符合要求, 则选中当前路由规则; 如果路由时间不合适, 则继续选择其他路由; 如果没有满足要求的路由规则, 则选路失败。

② 对选中的路由, 按照路由的模式, 选择对应的可用中继, 如果没有可用的中继信息, 则选路失败。对于轮转策略, 则记录当前选中的中继节点, 下次从当前节点后选择, 以达到轮转目的。选择中继后, 如果中继不允许发送号首, 则截取匹配的号首, 然后按照路由的号码变换规则进行号码变换。

(5) 结构销毁

在销毁路由部分的时候, 要坚持一个原则: 每个结构只在自己的全局列表中才能被删除。

① 号码变换、路由时间结构: 直接从其全局列表中摘掉, 然后销毁即可。

② trunk 结构: 需先从路由规则上将对应的 trunklist 结构销毁, 然后将 trunk 结构中的路由置为空. 然后从 trunk 列表中删除对应的节点, 再删除 trunk 节点.

③ 路由规则结构: 删除该路由规则的路由前缀; 删除对应的 trunklist, 从路由链表中删除本节点, 销毁本节点.

3 实验测试

3.1 按费率选中继

添加的路由规则如表 1 所示.

表 1 路由规则表

路由规则索引	主叫路由规则	被叫路由规则	路由时间索引	中继模式
3	_2001	_1111	0	2
6	_6001		0	0

Mode=2 为按费率选择中继, 此时中继信息如表 2 所示.

表 2 中继信息表

路由规则索引	路由IP	端口	中继优先级	费率rate
3	192.168.139.160	5060	0	0.1000
3	192.168.139.161	5060	0	0.0500

中继路由 IP 为 192.168.139.161 的费率最低, 为 0.0500.

则当用户 2001 拨打 1111 时, 抓包情况如图 2 所示.

```

Comment
SIP From: '2001' <sip:2001@192.168.139.161;user=phone> To:<sip:1111@192.168.139.161
SIP From: '2001' <sip:2001@192.168.139.161;user=phone> To:<sip:1111@192.168.139.161
    
```

图 2 抓包数据

由 To:<sip:1111@192.168.139.161> 知, 此时选择了 IP 为 192.168.139.161 的中继, 且 IP 为 192.168.139.161 的中继费率最低, 则按费率选中继验证成功.

3.2 按优先级选中继

添加的路由规则如表 3 所示.

表 3 路由规则表

路由规则索引	主叫路由规则	被叫路由规则	路由时间索引	中继模式
3	_2001	_1111	0	1
6	_6001		0	0

Mode=1 为按优先级策略选择中继, 此时中继信息如表 4 所示.

表 4 中继信息表

路由规则索引	路由IP	端口	中继优先级	费率rate
3	192.168.139.160	5060	1	0.1000
3	192.168.139.161	5060	2	0.0500

3	192.168.139.160	5060	1	0.1000
3	192.168.139.161	5060	2	0.0500

中继信息表中, 中继优先级分别为 1,2, 其中优先级为 2 的中继优先级最高, 此时 2001 拨打 1111, 抓包情况如图 3 所示.

```

Comment
SIP From: '2001' <sip:2001@192.168.139.230> To:<sip:1111@192.168.139.230
SIP From: '2001' <sip:2001@192.168.139.230> To:<sip:1111@192.168.139.230
SIP Status
SIP Status
SIP From: '2001' <sip:2001@192.168.139.161;user=phone> To:<sip:1111@192.168.139.161
SIP From: '2001' <sip:2001@192.168.139.161;user=phone> To:<sip:1111@192.168.139.161
    
```

图 3 抓包数据

由 To:<sip:1111@192.168.139.161> 知选择了优先级最大的 IP 为 192.168.139.161 的中继, 且此中继优先级为 2, 最高, 则按优先级选中继验证成功.

3.3 按轮选策略选中继

添加的路由规则如表 5 所示.

表 5 路由规则表

路由规则索引	主叫路由规则	被叫路由规则	路由时间索引	中继模式
3	_2001	_1111	0	0
6	_6001		0	0

Mode=0 为按轮转策略选择中继, 此时中继信息如表 6 所示.

表 6 中继信息表

路由索引	路由IP	路由端口	中继优先级	费率rate
3	192.168.139.160	5060	0	0.1000
3	192.168.139.161	5060	0	0.0500

当连续 3 次用户 2001 拨打 1111 时, 连续 3 次的抓包情况如图 4、图 5、图 6 所示.

```

Comment
SIP From: '2001' <sip:2001@192.168.139.230> To:<sip:1111@192.168.139.230
SIP From: '2001' <sip:2001@192.168.139.230> To:<sip:1111@192.168.139.230
SIP Status
SIP Status
SIP From: '2001' <sip:2001@192.168.139.160;user=phone> To:<sip:1111@192.168.139.160
SIP From: '2001' <sip:2001@192.168.139.160;user=phone> To:<sip:1111@192.168.139.160
    
```

图 4 抓包数据

```

Comment
SIP From: '2001' <sip:2001@192.168.139.230> To:<sip:1111@192.168.139.230
SIP From: '2001' <sip:2001@192.168.139.230> To:<sip:1111@192.168.139.230
SIP Status
SIP Status
SIP From: '2001' <sip:2001@192.168.139.161;user=phone> To:<sip:1111@192.168.139.161
SIP From: '2001' <sip:2001@192.168.139.161;user=phone> To:<sip:1111@192.168.139.161
    
```

图 5 抓包数据

```

Comment
SIP From: "2001" <sip:2001@192.168.139.230> To: <sip:1111@192.168.139.230>
SIP From: "2001" <sip:2001@192.168.139.230> To: <sip:1111@192.168.139.230>
SIP Status
SIP Status
SIP From: "2001" <sip:2001@192.168.139.160;user=phone> To: <sip:1111@192.168.139.160>
SIP From: "2001" <sip:2001@192.168.139.160;user=phone> To: <sip:1111@192.168.139.160>
    
```

图 6 抓包数据

由图 4 抓包数据中 To:<sip:1111@192.168.139.160>、图 5 中 To:<sip:1111@192.168.139.161>、图 6 中 To:<sip:1111@192.168.139.160>知,三次拨号选择中继路由 IP 分别为 192.168.139.160; 192.168.139.161; 192.168.139.160, 则按轮转策略选中继验证成功。

3.4 测试路由时间索引

设置路由时间如表 7 所示。

表 7 路由时间表

时间索引	有效时间	有效周期	开始时间	结束时间
1	13:00-15:00	1-5	201405240000	20140525235959

目前测试的时间不在此时间段内。

路由规则设置如表 8 所示:

表 8 路由规则表

路由规则索引	主叫路由规则	被叫路由规则	路由时间索引	中继模式
3	_2001	_1111	1	1
6	_6001		0	0

由路由规则表知路由规则索引为 3 的路由时间索引为 1, 即为表 7 中定义的路由时间规则, 则当 2001 拨打 1111 时, 由于目前测试时间不在设置的时间段内, 则选路失败, 拨号未成功, 则路由时间索引验证成功。

3.5 测试号码变换

当设置添加主叫前缀 9, 删除被叫前缀长度为 2, 分机 6008 拨打 111222 分机时, 抓包情况如图 7 所示。

由 SIP From:"96008"<sip:96008@192.168.139.193>知此时原主叫号码 6008 已修改为 96008, 由 To:<sip:1222@192.168.139.193>知原被叫号码 111222 已修改为 1222, 则号码变换验证成功。

```

Comment
SIP From: "6008" <sip:6008@192.168.139.160> To: <sip:111222@192.168.139.160>
SIP From: "6008" <sip:6008@192.168.139.160> To: <sip:111222@192.168.139.160>
SIP Status
SIP Status
SIP From: "96008" <sip:96008@192.168.139.193;user=phone> To: <sip:1222@192.168.139.193>
SIP From: "96008" <sip:96008@192.168.139.193;user=phone> To: <sip:1222@192.168.139.193>
    
```

图 7 抓包数据

4 结语

本文通过对 Asterisk 开源代码的分析研究, 设计并实现了 IMS 接入网关的智能路由部分, 经测试基本实现了通话的路由选择、按照不同的策略选择中继和号码变换等功能, 后续需进一步完善智能路由部分的功能, 配合 IMS 接入网关的代理服务器、媒体服务器等部分进行测试。

参考文献

- 1 李红伟. 基于 asterisk 网关的研究[硕士学位论文]. 北京: 北京邮电大学, 2010.
- 2 曾春香, 易江军. 固定通信网络向 IMS 网络演进的方案探讨. 电信工程技术与标准化, 2012, 25(5), 13-18.
- 3 朱晓洁. IMS 业务能力开放模式及应用探讨. 移动通信, 2010, 3(13): 15-19.
- 4 中国移动 CM-IMS SIP 网关设备规范 v1.0.0, 2012.10.13.
- 5 胡越明, 自英彩. 基于 Asterisk 的设计与实现. 电力科学与工程, 2007, 23(4): 59-61.
- 6 唐亦非. 基于 Asterisk 的 IP-PBX 软交换平台的设计与实现. [硕士学位论文]. 武汉: 华中师范大学, 2011.
- 7 RFC3261. SIP: Session Initiation Protocol. 2002.
- 8 邢璐. 基于软交换的 SIP 网关的设计与实现[硕士学位论文]. 上海: 上海交通大学, 2011.
- 9 Johnston AB. SIP: Understanding the Session Initiation Protocol, 3th ed. Boston, MA, USA: Artech House, 2007.
- 10 Melnyk MA, Jukan A, Polychronopoulos CD. A cross-layer analysis of session setup delay in IMS with EV-DO wireless transmission. IEEE Trans. on Multimedia, 2007, 9(4): 869-881.
- 11 秦维, 严伟, 王栋. 软交换信令网关实现技术的探索. 计算机应用, 2005, 25(3): 518-520.