

密级:

北京邮电大学

# 硕士学位论文



题目: IMS 能力开放架构及创新业务的研究与实现

学 号: 2012140073

姓 名: 刘璐

专 业: 电子与通信工程

导 师: 廖青

学 院: 信息与通信工程学院

2014 年 12 月 21 日

中国·北京

密级：

# 北京邮电大学

## 硕士学位论文



题目：IMS 能力开放架构及创新业务的研究与实现

学 号：2012140073

姓 名：刘璐

专 业：电子与通信工程

导 师：廖青

学 院：信息与通信工程学院

2014 年 12 月 21 日

### 独创性（或创新性）声明

本人声明所呈交的论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢中所罗列的内容以外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得北京邮电大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

申请学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切相关责任。

本人签名： 刘璐 日期： 2015. 3. 16

### 关于论文使用授权的说明

学位论文作者完全了解北京邮电大学有关保留和使用学位论文的规定，即：研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属北京邮电大学。学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘，允许学位论文被查阅和借阅；学校可以公布学位论文的全部或部分内容，可以允许采用影印、缩印或其它复制手段保存、汇编学位论文。（保密的学位论文在解密后遵守此规定）

保密论文注释：本学位论文属于保密在年解密后适用本授权书。非保密论文注释：本学位论文不属于保密范围，适用本授权书。

本人签名： 刘璐 日期： 2015. 3. 16

导师签名： 廖青 日期： 2015. 3. 16

# IMS 能力开放架构及创新业务的研究和实现

## 摘 要

近年来, 由于互联网应用的快速发展, 运营商在移动网的语音、短信、增值业务受到了强烈的冲击。移动互联网应用为用户提供了各种丰富业务, 但是运营商基于 IMS 同样也可以提供各类业务。利用 IMS (IP 多媒体子系统), 可以对已有的运营商开放平台进行改进并提出具体设计方式与实现, 使基于 IMS 的运营商的网络平台可以对多媒体业务进行开放, 提高了运营商对互联网应用的竞争力。

首先研究分析了电信网和互联网的能力开放现状, 内容包括: 能力开放平台现状, 可提供的创新业务 API (应用程序编程接口) 类型及 API 开放技术进展。将电信网与互联网的能力开放架构进行对比, 提出现有电信网能力开放架构的缺点。引入 IMS 的概念, IMS 实现了控制、承载、业务三方分离, 最重要的是实现了业务的多样性。

基于电信网现有的开放平台提出 IMS 能力开放平台方案, 提出 IMS 能力开放平台的总体架构与具体模块的实现细节, 使平台具备 IP 化、接入无关性的特点。对提出的 IMS 能力开放平台进行实现。工作内容包括: 对开放的 API 类型和开放技术进行选取与设计, 使其最大程度地满足创新业务的开发需求; 基于 Open IMS Core 开源项目搭建 IMS 能力开放平台的业务能力层; 选取 API 开放框架并利用框架对选取的 API 接口集进行开放, 完成平台的实现。

最后, 基于所提出的 IMS 能力开放平台, 实现了一个创新业务, 对设计的 API 接口集进行了测试验证。

**关键词:** IP 多媒体子系统 开放平台 创新业务 REST API

# RESEARCH AND IMPLEMENTATION OF OPEN ARCHITECTURE BASED ON IMS AND THE DESIGNATION OF INNOVATIVE SERVICES

## Abstract

In recent years, the rapid development of Internet applications has a strong impact on mobile network operators in the services of voice and SMS. Mobile Internet applications provide users with a rich variety of business; however, operators can provide various types of services with IMS (IP multimedia subsystem) as well. The significance of the thesis is to use the IMS network to improve the existing open platform of operators so that operators can open multimedia business based on IMS network platform, which makes operators more competitive against Internet.

The current status of telecommunications networks open structure and internet open structure was researched firstly, including open architecture, available APIs and open API technology. Comparing the open structure technology of the Internet networks and operators' network, the shortcomings of the existing operator's architecture of opening capability was analyzed. Then we proposed the architecture of opening capability based on IMS, which would make the platform IP-based, access independent and enable the platform to provide rich multimedia services to third-party developers.

We concluded an optimal plan to open capabilities with IMS. On this basis, an overall IMS open architecture and the key modules of it were described. Then we implemented the proposed IMS open structure, selected and designed the type of open APIs. We built an IMS environment with an open source project Open IMS Core and an open framework was selected to open API.

Finally, we provided detailed description and designation of a

new service's function in order to test the platform.

**KEY WORDS:** IP Multimedia Subsystem; Open Platform; Creative Application; REST API

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究背景与意义 .....	1
1.2 研究内容概述 .....	2
1.3 本文的工作和章节安排.....	2
<b>第二章 互联网与电信网开放架构及创新业务 API 的发展</b> .....	<b>4</b>
2.1 电信网能力开放现状 .....	4
2.1.1 电信网能力开放平台现状 .....	4
2.1.2 电信网可提供的创新业务 API.....	7
2.1.3 电信网 API 开放技术研究.....	8
2.2 互联网能力开放现状 .....	9
2.2.1 互联网能力开放平台现状 .....	9
2.2.2 互联网可提供的创新业务 API.....	11
2.2.3 互联网 API 开放技术研究.....	15
2.3 电信网与互联网能力开放现状对比及 IMS 的优势.....	17
2.4 本章小结 .....	19
<b>第三章 IMS 的能力开放平台改进方案的设计</b> .....	<b>20</b>
3.1 运营商现有开放平台架构及缺点.....	20
3.2 IMS 能力开放架构方案.....	21
3.2.1 IMS 独立开放平台架构方案 .....	22
3.2.2 IMS 统一开放平台架构方案 .....	22
3.2.3 方案的对比分析 .....	23
3.3 IMS 对现有平台的改进方案.....	24
3.3.1 对业务能力层的改造.....	24
3.3.2 业务开放层的改造.....	24
3.3.3 应用层的改造 .....	26
3.4IMS 能力开放平台的总体架构及关键模块.....	26
3.4.1 IMS 能力开放总体架构.....	27
3.4.2 平台关键模块 .....	27

3.5 本章小结.....	30
<b>第四章 IMS 能力开放平台 API 的实现.....</b>	<b>32</b>
4.1 总体实现方案.....	32
4.2 开放平台 API 的设计.....	32
4.2.1 API 类型的对比与选取.....	32
4.2.2 API 开放技术的对比与选取.....	33
4.2.3 REST API 的设计研究.....	35
4.3 开放平台 API 的实现.....	40
4.3.1 Open IMS Core 对底层网络的实现.....	40
4.3.2 能力开放网关的实现.....	43
4.4 本章小结.....	47
<b>第五章 创新业务的设计与实现.....</b>	<b>48</b>
5.1 创新业务的设计与描述.....	48
5.2 创新业务的功能设计与实现.....	48
5.2.1 创新业务的功能设计.....	48
5.2.2 创新业务的功能实现.....	50
5.3 创新业务实现流程.....	54
5.4 本章小结.....	58
<b>第六章 总结与展望.....</b>	<b>59</b>
6.1 全文工作总结.....	59
6.2 下一步工作计划.....	59
<b>参考文献.....</b>	<b>61</b>
<b>致 谢.....</b>	<b>63</b>

## 第一章 绪论

### 1.1 研究背景与意义

分析互联网应用的发展以及国内外运营商业务情况,可以看出,互联网应用的发展对固网业务影响不大。因为固网业务主要是语音、宽带接入、IPTV 等。其中固网语音由于受到移动网的影响,用户规模本来就在下降;固网终端的智能化程度较低,互联网应用难以植入到固网终端中;固网语音资费便宜、用户长久的使用习惯,使互联网应用对固网语音的替代作用较小。因此,这些因素都使互联网应用对固网语音的影响较小。另外,固网的宽带接入、IPTV 则是目前互联网厂家难以进入的领域,因而所受冲击也较小<sup>[1]</sup>。

运营商在移动网业务(语音、短信)则是受到移动互联网应用冲击最大的领域。在移动领域,由于终端的智能化,只要存在数据链接,移动互联网应用就可以免费提供运营商所提供的业务,这导致运营商的主要收入来源受到严重冲击,而通过增值业务提高收入的途径,也被移动互联网应用的丰富业务所阻断。总的来说,互联网应用的发展对电信网运营商收入有以下影响:

#### (1) 运营商被管道化

由于移动互联网的服务提供商直接向用户收费,因此,对电信运营商而言,不能充分从现有的第三方数据传送中获取相应的利润,也就不可避免的沦为管道的提供者<sup>[2]</sup>。

#### (2) 短信业务受到强力冲击

移动 OTT 消息业务提供商推出的消息服务以低廉的成本,使得用户量不断增长。与此同时,这些 OTT 消息业务的数据量增长,还占据了电信运营商的大量网络资源。用户对运营商的粘度大大降低,导致了运营商难以有效地把控这些用户。

按照 KPN 的季度财务报表来看,2011 年 Q3 用户消息类下降了 5%,高端品牌用户的业务量下降 24%,比在在 Q1 时下降了 16%。

#### (3) 语音收入下降

由于 Skype 等互联网语音业务的出现,运营商语音收入下降趋势越来越剧烈。

为了应对互联网的挑战,运营商除了提供通信管道,还可以有选择的开放那些融合移动和固定网络的关键能力,从而给自身带来更多盈利机会。另外,业务需求的小众化和长尾效应,对业务开放也提出了较高要求,需要有效借助第三方力量繁荣增值业务市场、丰富增值业务内容、提高增值业务市场占有率。

通过网络 API 和设备 API, 将电信业务能力封装, 为互联网开发者和设备开发者提供所需要的核心业务能力, 不仅简化了开发者的成本, 还减轻了运营商业务开发的压力, 实现新时期的互利共赢商业模式。

开放运营商业务能力的意义在于: 电信运营商在大众业务 (如语音和短信) 上具备优势, 而在长尾业务上存在短板。运营商通过开放业务能力, 首先能够让第三方进行业务定制; 其次, 让第三方参与业务的开发与提供, 直接降低业务成本, 缩小业务推向市场的时间; 第三, 可以进一步促进运营商网络设备与平台的最大化利用。

目前电信网各大运营商已经有自己的能力开放平台, 但是该平台存在一定缺陷, 只能提供基本的电信业务接口, 如通话、短信类业务。尚不能提供多媒体业务, 如多方通话、文件传输等业务接口。

IMS 是一种开放的、端到端的全 IP 化网络环境下的管控体系架构, 是基于 IP 分组网络实现固定网与移动网融合的核心, 能够满足各种融合业务的开发、运营和管理。基于 IMS 开放电信业务能力, 能够发挥 IMS 与接入无关、全 IP、统一管控等优势, 比现有的网络架构更易于实现能力开放和业务创新。

## 1.2 研究内容概述

本论文的课题来源于中国联通研究院的课题《基于 IMS 的能力开放平台研究》。

目前电信网各大运营商已经有自己的能力开放平台, 但是该平台存在一定缺陷, 只能提供基本的电信业务接口, 如通话、短信类业务。尚不能提供多媒体业务, 如多方通话、文件传输等业务接口。目前移动互联网应用对运营商业务形成威胁, 并且移动互联网也在构建生态圈。IMS 全 IP、统一控制使 IMS 可以方便地开放网络能力、部署新业务, 运营商已经部署 IMS, 因而研究基于 IMS 开放网络能力具有现实意义。

本文最主要的内容与意义是对现有的电信能力开放技术及架构进行了充分的研究, 提出其不足并利用 IMS 对现有能力开放平台进行了改进, 使传统运营商平台可以应对目前移动互联网业务平台带来的冲击。设计了 IMS 能力开放平台的 API 接口集并进行仿真实现。最后实现一个创新业务对 IMS 开放平台进行测试。

## 1.3 本文的工作和章节安排

本文的主要工作是对 IMS 能力开放架构及创新业务进行研究和实现: 在现

有电信网的开放架构研究成果基础上，对运营商现有的能力开放平台进行改进，实现电信网业务开放的多样性及接入无关性，以应对互联网业务多样性的挑战；设计一个创新业务，对本文提出的 IMS 开放平台及 API 集合进行测试。

本文的重要贡献如下：

对相关文献进行分析，利用 IMS 网络对已有的电信网能力开放平台提出改进的方法。给出改进后 IMS 能力开放平台的总体架构并对平台的关键模块进行设计。

对 IMS 能力开放平台进行仿真实现：选取目前最应当被开放的 API 接口并进行 API 接口参数的设计；利用 Open IMS Core 开源项目对底层 IMS 网络架构进行仿真实现；利用 API 开放框架实现能力开放平台的仿真。

最后基于当前网民的业务需求提出了一个创新业务，该创新业务的实现需要调用 IMS 能力开放平台 API 接口集，对 IMS 开放平台进行了验证。

本文的章节安排如下：

第一章绪论描述了本文的研究背景与意义，第二章介绍和讨论了现有的电信网和互联网的能力开放现状，提出了基于 IMS 的问题解决方案。第三章提出了基于 IMS 的能力开放架构方案，对运营商现有的能力开放架构进行了改进，给出改进后平台的总体架构并对重点模块进行了阐述。第四章对第三章提出的能力开放架构进行了实现仿真。第五章实现了一个创新业务验证第四章所实现的平台与接口。

## 第二章 互联网与电信网开放架构及创新业务 API 的发展

能力开放架构是位于底层服务器与第三方能力调用者之间的一个中间层网关。开放架构对底层服务器提供的业务能力进行调用，经过协议转换，将服务器能力以接口的方式开放出去。第三方开发者可以通过调用开放架构开放的接口完成应用进行开发，无需对服务器底层协议有相关知识储备。

### 2.1 电信网能力开放现状

#### 2.1.1 电信网能力开放平台现状

下面以几个大型运营商及通信标准组织为例，介绍电信网的能力开放平台现状。

##### 2.1.1.1 德国电信

德国电信的“Developer Garden”将业务能力与云计算有机结合起来，采用 IBM Worklight 云平台，为用户针对跨平台应用提供有效的构建、部署和管理。这一功能丰富的标准化的移动中间件系统，能够支持 Web、与原生应用混合并提供集成、认证、安全和管理能力；使得在所有类型的智能手机和平板电脑上开发和运行移动应用程序，都无需转换代码或使用专门的编程语言。

这一平台提供了包括基于 Eclipse 的集成开发环境、图形化的监控和管理、强大的 API 组件以及安全的云服务等等。

使用“Developer Garden”的 API 进行业务开发，在减少推向市场时间的同时，还提供了多种挖掘潜在新业务的途径，并以此进一步增加收益和客户忠诚度。在未来，Developer Garden 将成为全球范围的软件开发社区。

##### 2.1.1.2 西班牙电信

BlueVia 是一项由挪威电信和西班牙电信共同发起的全球性、跨运营商的能力开放计划。其主要基于移动支付 API，简化和加快数字商品的销售，如音乐、影视等等。基本架构如图 2-1 所示。

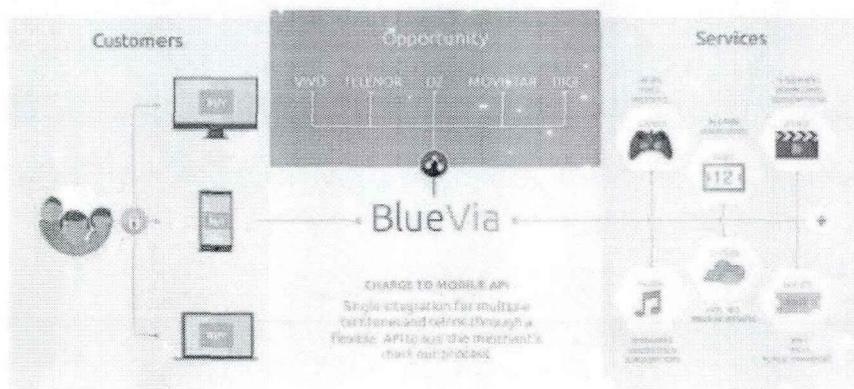


图 2-1 BlueVia 架构

共有五个国家的运营商提供 BlueVia 服务，它们包括西班牙电信旗下的西班牙公司 MOVISTAR 和巴西公司 VIVO，挪威电信旗下挪威公司 TELENOR 和控股的马来西亚 DIGI，以及英国 O2。通过开放移动支付 API，为应用开发者和内容提供者提供了快速、便捷、可靠的应用支付通道；同时，也为终端用户提供了便捷的支付操作体验。

在 BlueVia 的实验室，正在研究的 API 还包括 OAuth 认证 API、SMS API、MMS API 和语音通信 API。目前，这些 API 已经有一些试验性的开发，但尚未找到适合的运营模式。

### 2.1.1.3 沃达丰

沃达丰提供了一套完整的能力开发和创新平台，包括了对应用开发、测试、发布和支持等多个方面，如图 2-2 所示。



图 2-2 沃达丰创新平台架构

该平台支持安卓应用程序和 Web 应用程序的开发和测试。同时，还拥有完善的实验室体系沃达丰实验室，研究 M2M 业务、移动阅读、Femtocell、3G 连接管理器和 Wayfinder 地图路径规划解决方案等业务。

### 2.1.1.4 通信标准组织能力开放平台研究

ITU-T 致力于能力开放平台架构的标准化。ITU-T 中 NGN 技术研究小组

FGNGN 推出了一系列标准,特别规范了 NGN 网络体系与开放业务的平台架构。目前 FGNGN 工作已经结束, NGN 标准制定由 ITU-T SG13 负责。

ITU-T 在 2004 年定义了 NGN: NGN 网络使用分组交换技术,在业务方面,可以给出丰富的业务,其中含有电信业务。在传输性能方面,NGN 能够在多于一种的带宽下进行传送,而且传输有 Qos (服务质量) 进行传输的保障;可以允许用户经常性的对服务需求进行更新改正,与此同时网络也具备了可扩展性,可以进行创新业务的快速部署。

开放业务环境 ITU-T OSE 项目是 NGN 提出了另一个主要项目,这个项目的目的是创建 NGN 业务的环境并设计 OSE 的能力开放架构。如图 2-3 所示。

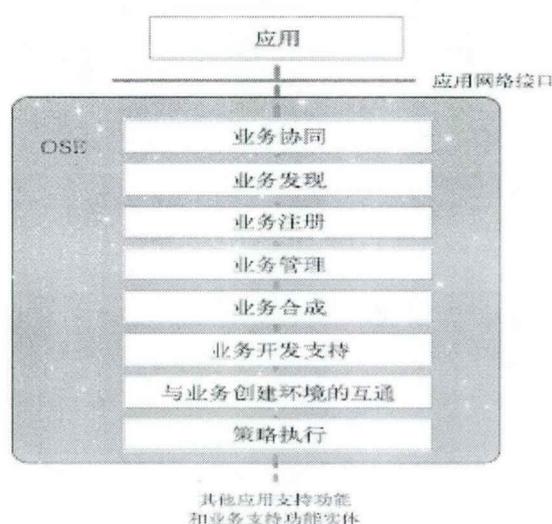


图 2-3 OSE 开放体系架构

ITU-T NGN-SIDE 项目内容是跨网进行业务能力平台的设计与接口的开放,实现多网融合。开放体系架构如图 2-4 所示<sup>[3]</sup>。



图 2-4 NGN-SIDE 开放体系架构

电信管理论坛主要从管理的角度对开放平台体系进行了研究。它的 SES 项目组（原名 SDF 项目组）基于软件业务提出以下意见：随着现在新的业务和功能日新月异，电信的运营往往需要和第三方开发者的数据信息资源进行互通。所以当务之急是制定一个可用、灵活、可靠的平台来进行技术支持，可以实现双赢的效果。这个项目规范了业务开放的时间长短，可以使用超过一次。除此之外，还阐述了业务是如何实现端到端传输的信令流程，能够对能力进行开放，而不必考虑它的提供者是谁。规定开放的业务有两个 API 集合，一个集合用于进行能力开放，另一个用于业务管理。

### 2.1.2 电信网可提供的创新业务 API

电信网可以提供的 API 能力非常有限，主要包括通信类 API、定位 API 和支付 API 三种。下面对三家大型运营商能力开放平台提供的 API 进行描述。

#### 2.1.2.1 德国电信

目前，德国电信与微软、英特尔、甲骨文和 M2M 开发者社区等 6 家大型开发者团体合作，已有 26 项成熟应用。“Developer Garden”主要提供以下六种 API。

(1) 电信对话 API：包括文本到语音的转换、发送文本消息和语音识别等

功能。

- (2) 全球 SMS API: 提供全球范围内的 SMS 收发能力。
- (3) 发送 MMS API: 提供发送 MMS 的能力。
- (4) 语音呼叫 API: 提供语音通话能力。
- (5) 会议呼叫 API: 提供语音电话会议能力。
- (6) IP 位置 API: 提供 IP 地址定位能力。

### 2.1.2.2 西班牙电信

西班牙电信可提供的能力主要在于移动支付 API 的开放,主要业务和合作伙伴如下。

- (1) 应用商店支付: 谷歌移动商店 Google Play, 微软 Windows Phone 应用商店, 黑莓应用商店, 三星应用商店
- (2) 数字内容和虚拟物品支付: Facebook 商店
- (3) 应用内支付: EA 游戏道具商店
- (4) 支付平台融合: Bango, Fortumo

### 2.1.2.3 沃达丰

沃达丰主要开放了三项 API, 即 Joyn API、移动支付 API、位置 API。

**Joyn API**, 结合其商用的 RCS 业务能力, 配合品牌 Joyn, 与 Jibe Mobile 合作, 基于 IMS, 提供了适用于安卓手机的 SDK, 提供终端 API, 以支持基于 Joyn 的游戏、商务、通信和社交应用的开发。

**移动支付**, 可以为开发者提供安全、方便、易用、快捷、高转化率的支付通道, 能够开拓没有信用卡或银行账户的用户市场; 同时, 业务用户提供安全、保密、快捷的移动支付体验。

**位置**, 被认为是可以用于 B2B 应用的能力, 可以让开发者获取用户在运营商网络中的地理位置, 无论用户在做什么或使用什么终端。只要获得用户允许, 就能够主动或被动提供该用户精确的位置信息, 帮助开发者基于 LBS 创造更多的价值。

## 2.1.3 电信网 API 开放技术研究

### 2.1.3.1 Parlay 规范

Parlay 规范由 Parlay 组织进行制定。Parlay 组织由多家电信领域公司组成, 该组织的研究内容是如何将电信网能力打包成 API 接口集的形式提供给第三方

应用开发者，帮助第三方开发者进行应用的快速开发。

另外，3GPP（第三代移动通信伙伴）和 ETSI（欧洲的通信标准化组织）两大标准化组织也参与了 Parlay 规范的研究。在研究过程中，两大标准化组织合作共同制定规范，并将 Parlay API 引入到 OSA（开放服务架构，之后又被定义为开放服务接入）标准中。

与传统电信业务创建方式相比，Parlay 规范对电信网能力开放接口进行了规范，第三方开发者通过调用规范的 API 接口集来完成应用的开发。开发者不需要对电信网底层网络架构进行了解，只要调用标准接口就能获得电信网提供的业务能力。基于 Parlay 规范的业务开发屏蔽了电信网网络的多样性，开发的业务可以在不同网络上运行。

Parlay 的缺点是没有与各底层网络的资源接口规范，所以目前 Parlay 服务器和各通信网之间是由网络运营商自己设定内部的通信协议。除此之外，第三方开发者对 Parlay 接口进行调用时，需要具备通信的基础知识，不易上手<sup>[5]</sup>。

### 2.1.3.2 Parlay X 规范

虽然相比于传统方式，Parlay 接口规范已经很大程度上地简化第三方调用接口的难度，但是由于其涉及到电信网络底层模块，第三方开发者必须具备通信基础知识才能实现基于 Parlay 接口的应用快速开发。在此基础上，Parlay 组织携手 ETSI、3GPP，在 Parlay 4.0 的基础上，结合 Web Services 的思想，推出了 Parlay X 规范<sup>[6]</sup>。

Parlay X 规范对 Parlay API 进行了进一步封装，使得第三方开发者在不具备电信基础知识的情况下可以快速理解与调用开放能力。可以认为 Parlay X 是 Web Services 技术在电信领域的应用扩展，或者说 Parlay X 是 Parlay 和 Web Services 的融合。

Parlay X 的缺点是在封装程度上，Parlay X API 比 Parlay API 高，大大简化了开发人员的开发难度，但是使得业务开发的灵活性也受到了一定限制。

## 2.2 互联网能力开放现状

### 2.2.1 互联网能力开放平台现状

下面主要以几个主要的互联网为例，介绍其能力开放平台现状。

#### 2.2.1.1 谷歌

谷歌的平台架构如图 2-5 所示，简单而言，其架构有四部分：

(1) 前端：

包括前端和静态文件。主要提供的功能有静态文件进行传输；自动创造前端页面；向服务器发送请求信息。

(2) 应用服务器：

应用服务器的主要功能是接收前端请求，并能并行处理多于一个应用的请求。

(3) 服务群：

服务群的主要可以提供的功能有数据存储、缓存、图片信息、用户信息、URL 抓取、电子邮件。

(4) 应用管理节点

应用管理节点提供启停和计费的功能。

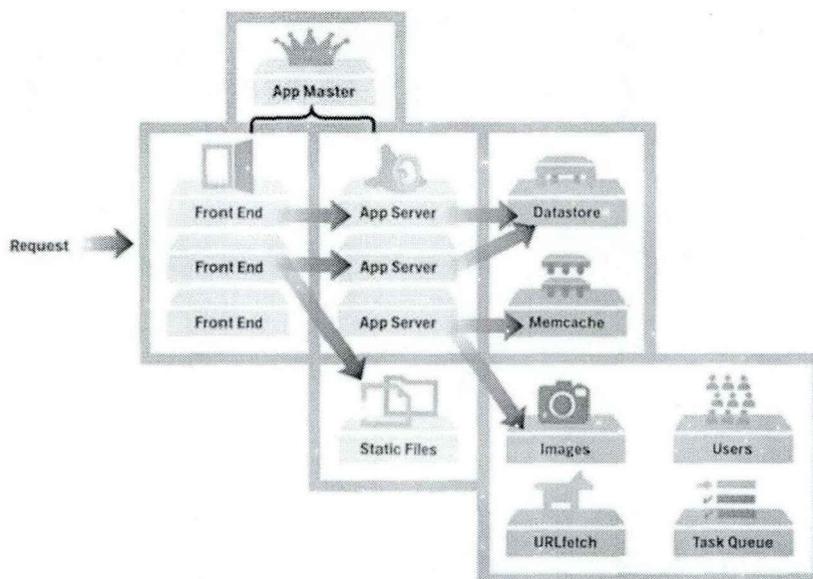


图 2-5 Google App Engine 技术架构

### 2.2.1.2 亚马逊

亚马逊将自己的业务提供给他合作对象，因此他的合作对象可以更方便的进行开发、测试、制造、销售等。

2002 年，亚马逊的开发人员完成了对可扩展标示语言，简称 XML 测试，此次研究的目的是提供一个基于 XML 的 API 来提供应用程序界面。运用这个 API，他的合作对象可以直接在界面上对内部数据库进行查询。接着，亚马逊开始推出网络服务，自此亚马逊变成了一个业务的提供者与 API 平台开发商，与合作对象展现电子商务的成功经验，展现的自己的创新性。如图 2-6 AWS 架构所示：

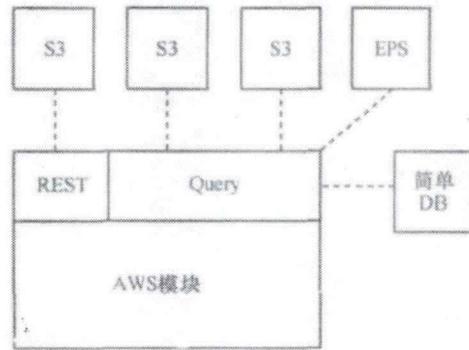


图 2-6 AWS 架构

### 2.2.1.3 微软

微软提出了云计算战略和云计算平台-Windows Azure。Windows Azure 的五个主要组成部分的架构如图 2-7 所示。

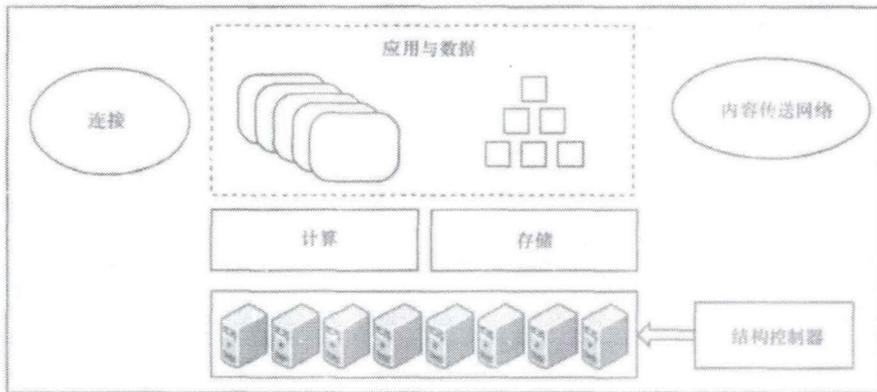


图 2-7 Windows Azure 平台架构

### 2.2.2 互联网可提供的创新业务 API

目前为止，互联网提供的 API 主要有以下几种类型：

#### (1) 用户信息类 API

第三方通过该 API 得到用户信息。

#### (2) 经济通话/消息类 API

互联网之所以受到众多用户的追捧，主要的原因是互联网最大程度上的节省了用户的金钱和时间。这一类 API 典型例子如 google voice api、腾讯 Q+提供的 API。

#### (3) 媒体类 API

例如微博，移动音乐、移动读书等互联网 APP 展现出了媒体特性，媒体类 API 的典型例子如新浪微博 API。

#### (4) 推广类 API

通过 API 对相关应用或产品进行推广, 典型例子如百度推广 API, 腾讯推广 API 等。

#### (5) 支付类 API

通过该类 API, 用户可以在第三方应用中实现对虚拟业务或实体物品的购买。如 QQ 的财付通 API, 淘宝的支付宝 API。

#### (6) 云服务类 API

云服务类 API 的典型例子如亚马逊的 AWS 提供的 API, 新浪的 SAE 平台提供的 API 等。

#### (7) 营销类 API

调用该类 API, 对虚拟物品或实物进行营销。如腾讯营销 API, 亚马逊 MWS 提供的 API。

#### (8) 生活娱乐类 API

如百度的游戏 API、翻译 API、地图 API、微软语音识别 API 等<sup>[7]</sup>。

下面选取几个典型的互联网厂商, 分析其可以提供的 API 类型。

### 2.2.2.1 谷歌

作为能力开放平台技术的主要代表者, 谷歌在能力开放接口上被业内公认为是开创者和领导者, 它拥有众多的开放接口。并且他的接口集数量还在不停的增长。

谷歌现在已经对多于 60 个接口进行了能力开放, 这些能力集合有着满足用户需求的各种功能。基本上谷歌已经把它所提供的所有服务都进行了开放。而且这些接口经常要和 AJAX、JavaScript、XML 或 JSON 等技术进行结合。除此之外, 为了吸引更多的用户来使用谷歌的服务, 谷歌还开发了一些方便用户的小工具。利用这些工具用户不再需要具有编写代码的能力, 只需要进行设置就能调用接口。谷歌经典的 API 如表 2-1 所示。

表 2-1 谷歌经典 API

谷歌 API	功能
谷歌账户鉴权	账户鉴权接口提供了客户登录 API 和次权限 API 这两种 API。第一种用于桌面应用或手机 APP 完成鉴权：登录信息在谷歌服务器上输入，用户负责授权当前信息。
广告感知	用户可以使用此接口在博客上面集成登陆功能和管理功能（除此之外，管理员也能够在用户博客上添加网站）。
AJAX 搜索	第三方应用可以利用谷歌 AJAX 搜索接口把谷歌搜索内前进自己的网页当中。
邮箱聚合工具	作为一种聚合工具，Atom 是 Gmail 为方便用户查看收件箱相关信息而提供的种子。RSS 也是一种比较常见的格式，用户如果需要查看 Atom/RSS 格式的网站内容，则可以不用打开网站的内容情况 <sup>[8]</sup> 。
谷歌地图	将谷歌地图的接口对第三方进行开放。

### 2.2.2.2 亚马逊

亚马逊商城网络服务对平台操作进行了封装，并将接口开放给第三方。利用此接口亚马逊卖家就能用代码实现商品的交换和订单、付款等等各种信息与数据。卖家通过使用亚马逊商城网络服务使得销售效率大大提高、降低了人力的需求，同时缩短了响应买家的时间。MWS API 如表 2-2 所示。

表 2-2 MWS API

MWS API	功能
上传数据	可以添加、删除或更改商品。该工具支持多种特定的上传数据格式，以满足各个卖家的广泛需求。
报告	收到订单后，卖家可以使用亚马逊 MWS 进行下载和确认。
待收货物品 (亚马逊配送)	第三方卖家可以利用此接口来对入库物品的物流进行创建、修改。同时也可以对物品的清单进行创建和更新
出口物品接口 (第三方配送)	卖家可以利用此接口来对已有的订单进行取消、修改、查看预计送达时间等订单状态。同时可以对多渠道订单进行取消，同时查看订单配送状态
亚马逊库存	可以在配送库存平台操作界面中查看库存中可售的商品。这是实时报告机制，会返回第三方在亚马逊物流中当前的库存供应情况或最近变更的库存供应情况。
订单	亚马逊 MWS 的 订单 API 部分可以帮助第三方建立简单的应用程序，让第三方可以只获取所需要的信息。

亚马逊移动分发平台向开发者提供 API、工具和资源，使开发者能够使用亚马逊的功能和服务。提供的 API 如表 2-3 所示。

表 2-3 移动 API

亚马逊移动 API	功能
APP 订阅	使开发者可以在应用程序里提供数字内容和订阅，如在应用中出售游戏中的货币、扩展包等。
移动助手	如果第三方应用调用了该 API，则一旦用户通过该应用在亚马逊上购买了物品则亚马逊就返给第三方 4% 的提成。
游戏	提供排行榜服务，使第三方能够提供统计排名服务，给玩家一个无缝的和更加有趣的游戏体验。
地图	使用该 API，第三方可以在应用中添加一个交互式地图（在 Kindle Fire 设备上）。
信息	该 API 使第三方应用可以发送消息（在 Kindle Fire 设备上）

### 2.2.2.3 微软

微软主要的 API 提供的服务如表 2-4 所示。第三方开发者下载相关 SDK，申请一个 APP ID，采用 SOAP、XML、JSON 方式调用接口服务。

表 2-4 微软 API 功能与特点

微软 API	功能	特点
地图	可以快速、精准、美观的生成地图	可以对附近的路况进行搜索，比如周围的餐厅、景点、线路、路况、以及各种到达目的地的线路等等。
搜索	嵌入、分析和自定义搜索数据	针对必应 Bing 的网页、图像、资讯和视频搜索结果等构建独一无二的应用程序，可以使用 JSON、XML 或 OData 访问强大的结构化数据 <sup>[9]</sup> 。
语音识别	结合语音识别和语音朗读技术	可以建立一个以语音为主要人机交互方式的网站或服务。这类服务可以使用于电话线路(Line-in)，台式 PC，或者 Windows Mobile 等
在线翻译	利用此 API 可以在任何时候对想要翻译的内容进行翻译	可以提供多功能的翻译工具（如微软翻译工具箱），具有多语言间的翻译设定并且可以对各种语言进行保护。
MSN	第三方可以利用此开放接口实现其产品丰富的社交性和功能性。	此接口有以下三个功能：
		-一号通行网络，用户可以用已注册的微软账号登录社交平台；
		-门户网络同步更新：一个用户如果在其它任何与微软合作的网站进行内容的更新，微软 MSN 的社交面板也会进行更新；
		-第三方开发者可以将此 API 嵌入自己的网页中，这样第三方网站的用户就可在第三方的页面上利用微软 API 提供的功能进行聊天，增加了用户的粘性。

互联网开放架构不仅可以提供多种类型的 API，同时还实现跨终端开放接口。

### 2.2.3 互联网 API 开放技术研究

目前互联网的能力开放技术主要有 SOAP 和 REST 两种方式，以下分别对这两种规范进行调研。

#### 2.2.3.1 SOAP 规范

SOAP(简单对象访问协议)用于在分布式环境中分布式的环境中交换信息,该协议底层用 XML 进行数据传输。SOAP 包括四部分: SOAP 封装,此过程对消息的内容参数进行描述并对参数进行处理,同时定义处理参数的框架<sup>[10]</sup>; SOAP 编码规则,规定应用中各参数的数据类型; SOAP RPC 表示,表示远程过程调用和应答的协定; SOAP 绑定,规定底层传输协议用于进行数据的传输交换。

SOAP 有以下优点:

- (1) SOAP 是可扩展的。
- (2) SOAP 是简单的。
- (3) SOAP 是完全和厂商无关。
- (4) SOAP 与编程语言无关。
- (5) SOAP 与平台无关。

SOAP 的推出是令人兴奋的。基于 SOAP 的优势,目前有许多大型 IT 公司开始向第三方提供基于 SOAP 协议的 API 接口集。目前 IBM 公司启动了 Apache SOAP 项目计划,对 SOAP 进行进一步规范,使 SOAP 接口支持用户自定义类型映射。目前,SOAP 技术已经非常成熟并且提供了丰富和完整的开发文档以及应用实例。

### 2.2.3.2 REST 规范

REST (表述性状态传递)协议描述了一个架构样式的网络系统,比如 web 应用程序。REST 是一种条件约束规范。如果对接口的设计满足 REST 规范,则开发者所设计的接口就是 RESTful 接口。

REST 规范最大的特点是,客户端和服务端之间的交互在请求之间是无状态的。服务器对客户端的上一个请求没有记忆功能,客户端在对服务器进行请求时,请求内容需要包含服务器理解请求所必需的所有信息。除此之外,无状态请求不一定需要由固定的服务器进行应答,这十分适合云计算之类的环境。

在服务器端,用资源来描述服务器可提供能力的状态和功能。资源是一个概念实体,对客户端完全透明。资源的例子有:服务器所提供能力的状态、服务器端数据库中的数据等等。URI (统一资源标识符)将每个资源映射到唯一的一个地址<sup>[11]</sup>。REST 传输消息时使用的是标准的 HTTP 方法,可以利用 HTTP 操作比如 GET、PUT、POST 和 DELETE 对服务器资源进行操作。

目前在几种主流的互联网接口开放技术中,因为 REST 模式的 Web 服务与复杂的 SOAP 对比来讲明显的更加简洁,越来越多的公司开始采用 REST 规范对开放平台的接口进行设计。例如,亚马逊提供接近 REST 风格的接口进行图书查

找；雅虎提供的接口也是 REST 风格的。

### 2.3 电信网与互联网能力开放现状对比及 IMS 的优势

互联网可开放的 API 业务远远多于运营商,主要原因是由于互联网的开放平台可以开放多媒体、通信等多类型的 API。除此之外,互联网开放平台还可以提供多终端类型的 API,如手机端、PC 端、Pad 端等。与此同时,运营商的开放平台只能对自身的通信业务进行开放,并且不支持跨终端开放,因为目前运营商的开放平台架构不支持多媒体业务的开放同时不能实现接入无关性。

3GPP 在 Release 5 版本提出了支持 IP 多媒体业务的子系统,即为 IMS。目前,各大国际标准组织致力于进行多网融合的研究,而多网融合需要用到 IMS 网络技术,即为在接入网上方搭建一个 IMS 核心网,实现接入无关性。各大标准组织规定了 IM 需要利用 SIP 会话进行消息传输。

IMS 域的基本网元有 I-CSCF、P-CSCF、S-CSCF、MRFC、MRFP、BGCF、MGCF、IM-MGW,这些网元实现了多媒体的业务功能和控制功能,实际上,以上的网元可以实现多媒体通话、多媒体管理、费用核算,然而却不能完成业务逻辑的管理。IMS 的系统架构如图 2-8 所示。

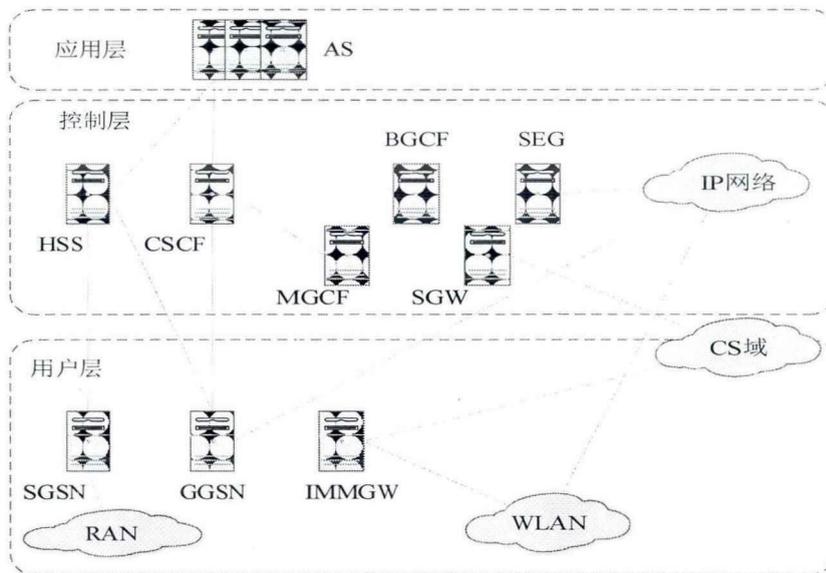


图 2-8 IMS 系统功能架构

IMS 网络架构设计上采用了分层的方式,即由用户层,控制层,应用层组成。表示传输和承载服务相分离,而且服务运行在 IMS 信令网络之上。带来的好处是增加新的接入网和添加新的业务都会变得容易。IMS 被设计为不依赖接入方式,因此 IMS 的服务可以在任何提供因特网协议连接的网络上提供。IMS 作为下一

代的主流核心网,它承载着多种多样的业务类型,在支持这些业务的基础上,IMS 需要多种网元做支撑。

IMS 在显示应用中被用做是进行业务能力开放的一个低层网络架构,在 IMS 网络架构上建立业务开放平台,能够开放运营商本身的传统电信业务,还能开放 IMS 多媒体业务等。IMS 网络的各大网元完成了第三方应用底层需要的会话建立、媒体控制等功能,所以当第三方进行应用编码时,不需要考虑底层的实现(如会话建立、媒体传输通道建立等),只用编写应用本身的逻辑模块并进行代码实现,因此借助 IMS 能力开放架构,第三方可以简便地实现应用功能的实现。加载创新业务的时候不用了解 SIP 协议的相关知识,不用编写在线和离线计费的相关代码,不用有认证和鉴权知识。

IMS 的业务能力以开放 API 的方式进行开放,需要综合分析 IMS 的业务能力中哪些适合进行业务能力开放。

IMS 为未来的多媒体应用提供平台,将不同的业务进行分组可以得到以下一些类型。

(1) 信息类业务,作为用户最常用最熟知的业务类型,IMS 能够使得用户有更丰富的选择,用户可以使用较低的费用和其他媒介来完成以前 CS 域完成的信息服务。

(2) 多媒体呼叫话音业务,现在已有的话音服务主要是基于 CS 域的,走话费。多媒体呼叫话音业务能够让用户体验多媒体通话,不只是话音还有视频等。主要走流量。

(3) 增强型呼叫管理,允许用户自己对呼叫业务进行管理,用户可以自定义自己的沟通方式。

(4) 群组业务,允许跨越通信媒介,实现多媒介融合,从而提升用户对于创新业务的体验,除此之外,IMS 允许重新开发和组合多种业务;提出群组业务,即除了支持原有的一对一的通信方式,还能提供基于群组的通信方式<sup>[12]</sup>。

(5) 信息共享,主要运用实时在线的信息共享,一个文件可以被多个用户分享。

(6) 在线娱乐,现如今,手机等移动终端已经能够方便地连接信息资源,IMS 的出现使得信息可以更好的显示,并可以进行更便捷的沟通。随着用户需求的变化需要无时无刻的筛选相关信息。

因此,基于 IMS 构建能力开放平台,对 IMS、移动网、固网的能力进行统一开放,实现了跨终端 API 的开放。与此同时,IMS 可以提供多种类型的业务,实现电信网开放 API 的多样性,使其可以应对互联网的挑战。

## 2.4 本章小结

本章分析了电信网开放平台及 API 的开放技术, 电信开放技术的产生、发展以及现状。目前电信网可开放的 API 类型较少, 不能满足第三方的开发需求。其主要原因是开放平台架构过于简单, 只能对运营商现有的通信能力进行开放, 不能开放多媒体业务。此外, 接口的开放技术主要采取 Parlay、Parlay X 标准进行开放, 该方式调用难度大, 不利于第三方开发者进行调用开发。

在此基础上, 介绍了目前互联网主流的开放平台技术与其 API 开放技术。互联网可开放的 API 能力远远多于运营商, 主要原因是由于互联网的平台可以开放多媒体、通信等多类型的业务。因此除了互联网本身的能力以外, 还可以对第三方的能力进行开放。互联网目前主流的发展趋势是基于 SOAP 和 REST 开放接口, 而该技术更易于第三方完成 API 调用。

最后, 对电信网与互联网的开放现状进行了对比并分析电信网的劣势, 由此提出了 IMS 网络。IMS 实现了控制, 承载, 业务三方分离, 实现了业务的多样性与接入无关性。基于 IMS 对现有运营商平台进行改进, 实现平台开放业务的多样性, 来应对互联网业务多样性的挑战。

### 第三章 IMS 的能力开放平台改进方案的设计

作为传统网络发展趋势的 IMS 网络在业务能力开放上具有天然的优势。目前，国内各运营商都在积极进行 IMS 网络的建设和试点工作，全网的部署指日可待，研究如何利用 IMS 网络设计能力开放平台是当今电信网运营商最重要的课题。

#### 3.1 运营商现有开放平台架构及缺点

目前，运营商现有通信能力的开放平台一般如图 3-1 所示：

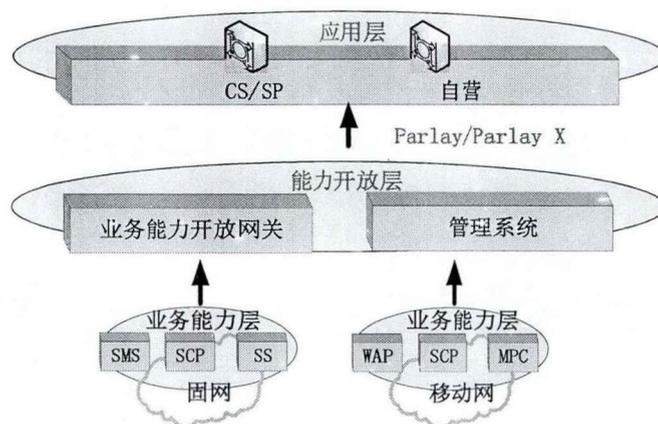


图 3-1 运营商现有通信能力的开放架构

运营商通过能力开放平台向第三方应用开发者提供传统移动网络能力的 API 接口集。传统业务能力层由提供能力的底层服务器与网络组成。能力开放层主要包括业务能力开放网关与管理系统两个模块：业务能力开放网关规定提供接口业务的运营商必须按照一定规范来进行接口开放，使得第三方可以方便的调用运营商的网络能力，提高第三方开发应用的速度；管理系统对第三方开发的应用进行管理规范。应用层为第三方开发者提供一个环境进行应用的测试与运行。

能力开放平台最重要的是能力开放层，以中国联通的能力开放架构为例，对能力开放层进行一个介绍。中国联通的能力开放架构如图 3-2 所示：

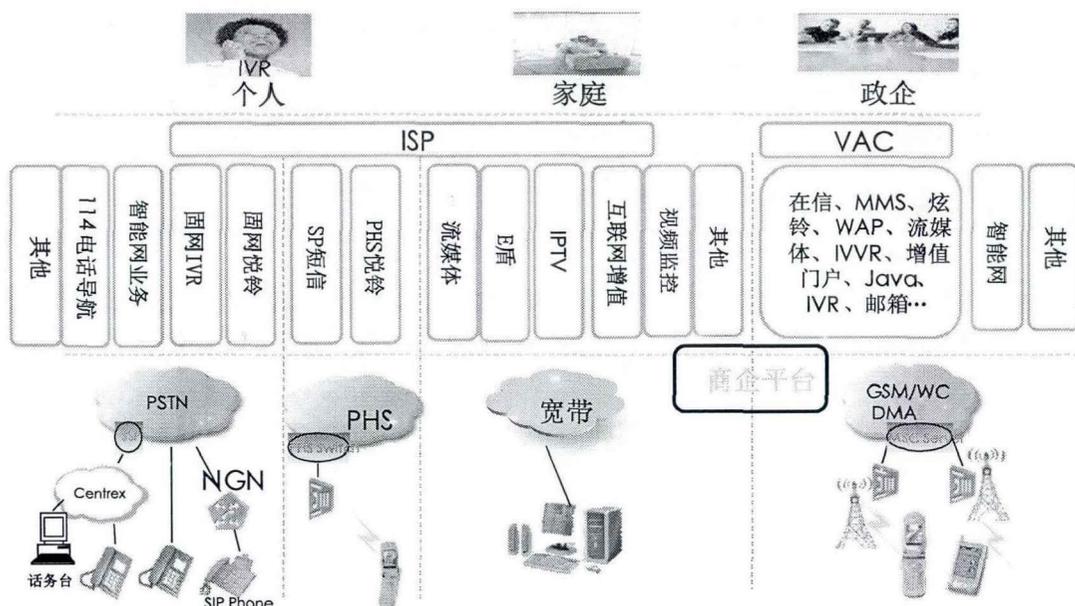


图 3-2 联通现有业务平台体系

### 业务能力开放网关

主要完成业务的逻辑控制，将电信网的的移动、固网、宽带业务进行协议转换并开放给第三方。移动、固网、宽带平台还需要融合。

### 业务管理平台

主要完成对移动 2G 和 3G 业务的鉴权控制。通过统一接口与业务引擎互联，完成增值业务运行中的用户认证、用户鉴权、CP/SP 状态鉴权、业务鉴权、订购关系鉴权、付费属性鉴权等功能。

运营商现有开放平台有以下缺点：

(1) 运营商可开放的 API 业务太少，主要原因是运营商现有能力开放平台的网络能力层无法提供多媒体业务的开放。

(2) 平台没有实现接入无关性，需要根据不同的接入方式设计不同的平台，现有业务平台还需要融合。

(3) 平台南向协议多元且复杂，需要第三方开发者有较好的通信基础，不宜于进行快速开发。

(4) 平台北向选择 Parlay/Parlay X 协议进行能力开放，对第三方开发者的开发能力要求较高。

IMS 实现了控制，承载，业务三方分离，实现了业务的多样性与接入无关性。利用 IMS 可以对现有运营商平台的缺陷进行改进。

## 3.2 IMS 能力开放架构方案

基于现有电信网能力开放现状，可以提出两种 IMS 能力开放架构方案。分别是考虑现有电信能力开放平台现状的 IMS 统一平台开放架构方案与不考虑现有能力开放平台现状的 IMS 独立平台开放架构方案。

### 3.2.1 IMS 独立开放平台架构方案

通过各自 IMS 能力的应用服务器 AS，面向 SP（服务提供商）和 CP（内容提供商）提供接口进行能力开放。在这种架构中，直接基于 SIP 开发业务逻辑，业务开放平台通过 SIP 直接与 IMS 核心网交互。如图 3-3 所示：

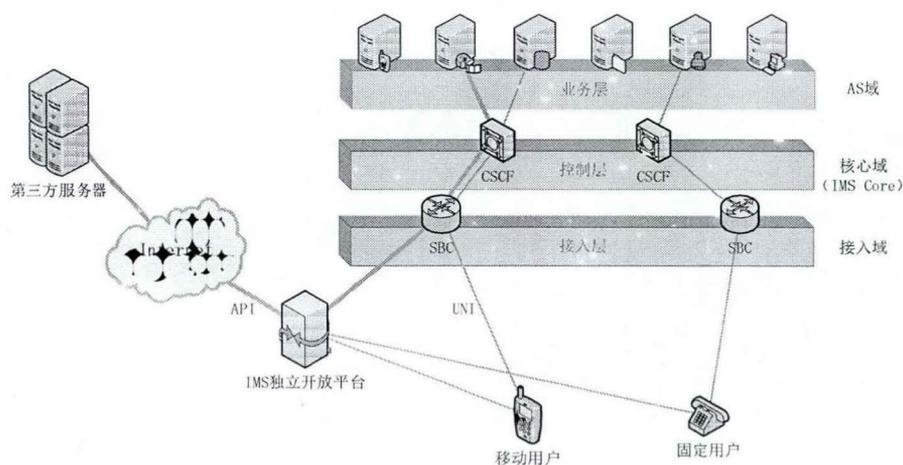


图 3-3 IMS 独立开放平台架构

这种方案有以下几个特点：

- (1) IMS 独立开放平台架构对 IMS 网络及服务器所能提供的业务能力进行了独立的开放，不需要考虑不同业务能力之间的联系，开发灵活性高；
- (2) 由 IMS 网络中的网元或服务器完成第三方开发者的用户鉴权、计费等功能；
- (3) 第三方开发人员必须具备核心网的基本专业知识，不适合向所有的第三方开发商提供。
- (4) 没有为第三方开发者提供一个统一的应用运行环境，加大了第三方开发者测试、运行业务的难度。

### 3.2.2 IMS 统一开放平台架构方案

此方案将 IMS 网络能力加入到现有统一开放平台中，向第三方应用开发者提供了一个统一的开放平台。此平台除了对原有电信网的能力进行开放，同时也提供了 IMS 网络能力。在这种架构方案中，将 IMS 核心网和服务器能力纳入业

务能力开放网关和业务管理平台的架构中，如图 3-4 所示。

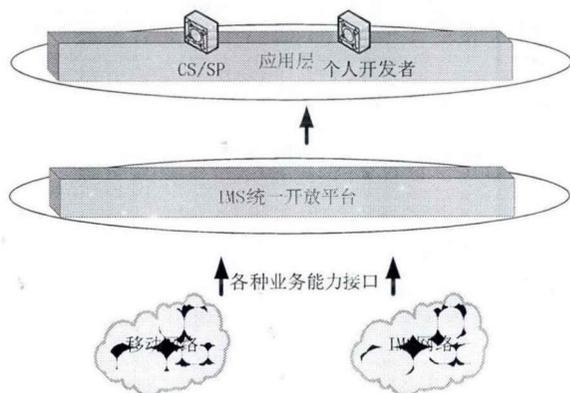


图 3-4 IMS 统一开放平台架构

这种方案的特点有以下几点：

(1) 第三方开发者在调用 IMS 网络能力时，直接通过业务能力开放平台对底层网络能力进行调用，不直接与 IMS 核心网进行交互；

(2) 本种方案对 IMS 网络底层架构实现了封装，因此第三方开发者不需要对 IMS 网络有所了解，只需要有 Web-Service 开发经验即可；

(3) 本种方案提供了一个统一的能力开放平台，平台中除了进行协议转换的网关，还提供了业务管理平台用于实现 SP 的管理、用户的鉴权和计费等相关功能

### 3.2.3 方案的对比分析

综合对比两种方案，对比结果如表 3-1 所示

表 3-1 方案对比

方案	IMS 独立开放平台架构方案	IMS 统一开放平台架构方案
对开发人员的要求	要求高，第三方开发人员需要了解底层网络架构	要求低，第三方只了解业务实现流程即可
对用户计费的实现	IMS 网元或服务器	业务管理平台
对现有电信开放平台的影响	未考虑现有开放平台	需要对现有开放平台进行改造
未来发展趋势	不符合技术发展的趋势	符合发展趋势

对比分析可得 IMS 统一开放平台架构方案更符合未来发展趋势。第三方可以从统一平台进行电信、IMS 网络等多业务 API 能力，同时对第三方的技术要求低，吸引更多第三方进行电信网平台业务的调用，从而应对互联网多业务类型的冲击。除此之外，IMS 统一开放平台架构方案构建业务管理平台进行计费、鉴权的统一管理，实现管理统一性。

### 3.3 IMS 对现有平台的改进方案

IMS 能力开放架构方案提出将 IMS 能力纳入到现有电信开放平台中。基于 IMS 适用于进行能力开放的优势及其可开放的能力,对现有电信能力开放平台进行改造,使得电信能力开放平台可以提供多类型的创新业务 API。下文对能力开放平台进行改造方法进行了详细的描述:

#### 3.3.1 对业务能力层的改造

以前的业务能力层只提供运营商传统业务,如短信、彩信、定位等服务。现在为了发挥 IMS 网络的优势,在业务能力层加入以下网元,使得基于 IMS 的能力开放平台可以开放更多的基于 IMS 的多媒体业务能力。

##### (1) IMS 核心网

IMS 核心网中的控制实体,包括 P-CSCF、S-CSCF、I-CSCF 等核心网元。其中 S-CSCF 通过 ISC 接口,使用 SIP 协议与 IMS 能力开放平台相连,提供核心网的各种能力。

##### (2) IMS 业务服务器

通过 IMS 核心网与 IMS 能力开放平台连接或通过自身开放接口与能力开放平台相连<sup>[13]</sup>。

##### (3) 即时消息业务服务器

IMS 中实现即时消息能力的 AS,实现状态呈现的业务逻辑。需提供标准北向接口,通过 Web Service SOAP 协议与 IMS 能力开放平台相连。

##### (4) 群组管理业务服务器

IMS 中实现群组管理能力的 AS,实现群组管理的业务逻辑。需提供标准北向接口,通过 XCAP 协议与 IMS 能力开放平台相连。

##### (5) 其他应用服务器

如会议、Centrex 等 IMS 应用服务器,要求其均按照规范要求,向 IMS 能力开放平台提供标准北向接口,或者通过 IMS 核心网 CSCF 的 ISC 接口,开放其业务能力。

#### 3.3.2 业务开放层的改造

业务开放层是本次改造的重点。主要改造的模块有能力开放网关的改造和业务管理平台的改造。

##### (1) 能力开放网关

从能力网关上来看, IMS 核心网在原来的接入网上又增加了一层, 这一层对现有的业务平台接入的细节进行了简化。IMS 核心网没有否定现有能力开放网关。对于与 IMS 网络无直接关联的网关, 没有影响; 对于需要支持 IMS 的架构, 并且融合到多媒体业务上演进的网关, 现有网关的业务需要进行升级, 以便支持更多的开放接口, 以便和别的业务互通。

现有业务平台在 IMS 体系架构下主要进行以下三方面的改进:

[1] 保持现有的网关不变

对于那些在 IMS 体系架构下, 与 IMS 网络无直接关联的业务, 可以保持现有业务开放网关不变, 如短、彩信等网关。直接将网关根据不同的接口协议接入现有平台, 详细接入方式如 3.4.1 节所示。

[2] 升级现有业务网关

对于那些与 IMS 网络融合的业务, 需要对现有业务网关进行升级, 如炫铃平台、点击拨号网关等, 在 IMS 网络下可以作为 AS 接入到 IMS 网络。

以点击拨号网关改造点为例: 点击拨号网关分解为两个部分, 一部分是业务逻辑部分, 另一部分是放音、语音分发、编解码转换等能力。其中放音、语音分发、编解码转换等功能可以由 IMS 的 MRF(Multimedia Resource Function)实现, 业务逻辑部分作为服务器 AS 接入 IMS 网络(可以通过业务管理平台接入 IMS, 即 AS 通过业务管理平台提供的业务接入网关调用 IMS 网络提供的放音、编解码转换等能力)。

[3] 增加新的业务网关

在 IMS 体系架构下新增了一些业务能力, 这些业务能力对现网已经提供的业务能力功能相同, 或者功能更优<sup>[14]</sup>。此时可以结合业务发展需要, 对此类业务网关进行业务融合和替代, 以提高整体竞争力, 并降低运营成本, 比如即时消息与文件传输业务网关。

以上这三方面的改进, 是网关对业务需求进行网关整合或替代的改进, 接下来网关需要对接口协议进行改进。

IMS 技术体系下的网关需要遵循标准体系结构。开放的接口是位于现有网络之上, 是网关和应用服务器之间的接口。已有的网元通过网关与应用服务器进行交互, 从而提供业务。网关和已有的网元之间通过已有的协议互相传递信息。

除此之外需要可以跨 PSTN、GSM、CDMA、NGN 网络。业务平台为满足传统业务和数据业务的融合, 需提供 SIP、MGCP、INAP、CAMEL、MAP、SMPP、SMTP/IMAP 等多种协议适配器, 支持多种网络设备接入, 可以构建跨越 PSTN、GSM、CDMA、NGN、IMS 网络的统一业务平台, 为这些网络的用户统一提供

业务<sup>[15]</sup>。

能力网关改进后的具体模块会在下一节进行详细的说明。

## (2) 业务管理平台

基于 IMS 的创新电信业务具有以下特定：灵活性强、不只局限于一对一，而是主要聚焦在群组列表数据上<sup>[16]</sup>，业务之间有很强的关联性或依赖性，业务数据高度共享、业务开放化、接入无关等特点，使得 IMS 的业务管理需要具有如下与以往业务不同的管理需求：

**业务管理：**由于 IMS 业务更为复杂，表现为可能使用多种业务能力；业务可能对用户有一定的访问权限限制，如特定的业务可能只开放给特定的用户组，业务的实现也可能对用户终端有一定的要求等等，需要对 IMS 业务进行统一的管理和维护，使业务的提供者能够按照运营商规定的流程和权限发布业务和查询业务，使用户能够正确地访问到业务所提供的服务或内容，使运营商管理员能够控制业务的发布过程以及实现对业务信息的管理操作；

**用户管理：**除与现有业务一样对 IMS 用户信息进行管理之外，并需要支持 IMS 所特有的公私有标识的管理；

**计费管理：**对不同类型的 IMS 业务进行不同的计费管理，同时按照一定规则进行统一计费管理；

### 3.3.3 应用层的改造

与传统网络相比，IMS 网络本身提供了更为多样的业务能力，如会议、即时消息、组群等，使用这些业务能力可以创造出更为丰富多彩的业务应用形式。且 IMS 网络采用跟 HTTP 类似的 SIP 协议，拥有众多潜在的开发人员，更适于应用业务的快速开发和部署。因此，对于 IMS 的业务生成环境，将不是单个业务的生成，而是一组业务融合包的生成。需要按照业务能力而不是业务本身来对业务进行标准化，将业务能力作为开放的、可以通过标准的应用接口访问的单元模块；使业务能以公开的、安全的方式使用承载网络的业务能力，使第三方开发者无需了解网络架构；所以应用开发不再是传统的细节化的业务开发，而是建立在一些工具集的基础上，为自由开发者提供丰富的业务开发部署手段；同时使运营商通过制定管控规则保护网络业务能力。通过业务接入环境，降低开发者门槛，实现丰富多彩的业务形式，彻底解决电信应用创意缺乏、开发周期长、中小开发者无渠道的核心问题<sup>[17]</sup>。

## 3.4 IMS 能力开放平台的总体架构及关键模块

上一节提出了基于 IMS 对已有的能力开放平台进行改进的方案，本节基于此方案，提出 IMS 能力开放平台的总体架构，同时对改造中平台的关键模块进行设计。

### 3.4.1 IMS 能力开放总体架构

基于 IMS 的能力开放平台定位于：

实现各种网络业务能力平台的连接：向下使用符合标准要求的接口连接传统电信业务能力平台与 IMS 核心网及业务能力平台，实现对于 IMS 和 2G/3G 通信能力的调用；向上通过 API 开放技术向第三方开发者提供各大服务器的能力<sup>[18]</sup>。

基于上一节 IMS 对能力平台的改进方案，设计出基于 IMS 的能力开放平台如图 3-5 所示。其中平台接口设计如下：与应用层通过互联网常用的 HTTP 协议进行能力开放，方便第三方开发者调用；需要保留的网关直接通过已有的网关开放接口协议与平台进行通信，如短信网关的 SMPP 协议等；IMS 专有业务服务器或业务融合网关通过 CSCF 的 Gm 接口接入平台，接入 IMS 网络以获得 IMS 网络提供的能力，如即时消息、文件传输等；对一些融合业务网关，如 3.3 节中描述的需要升级的业务网关，通过网关已有的开放接口协议实现某些业务逻辑，如点击拨号的 SOAP 协议；与计费系统通过 Diameter 通信；与业务管理系统通过 Web-Service 通信；与网管系统通过 SNMP 通信；与网管系统通过 SNMP 通信。

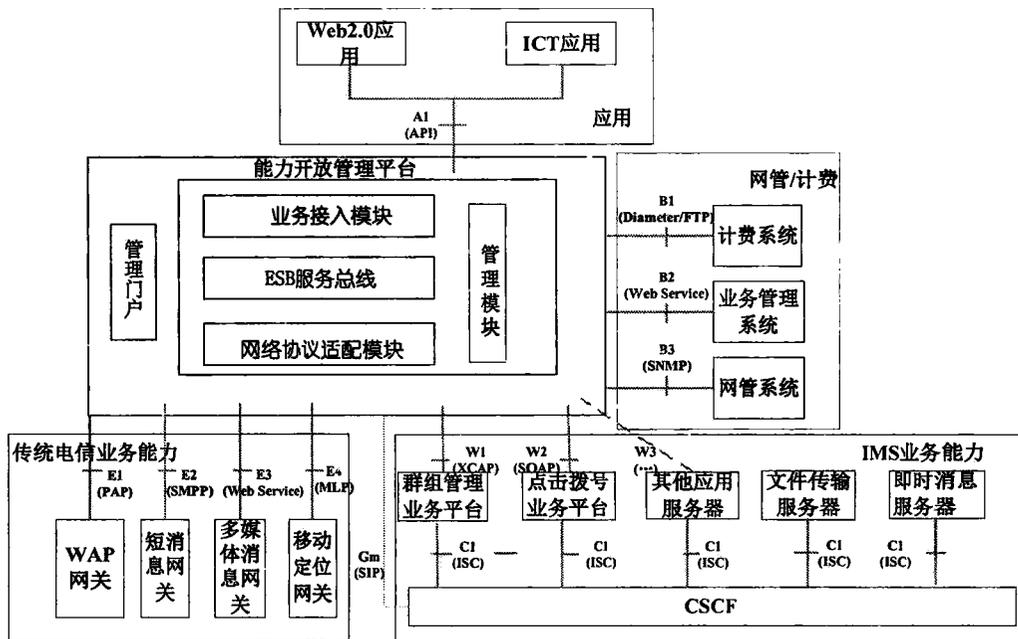


图 3-5 基于 IMS 的能力开放平台

### 3.4.2 平台关键模块

### 3.4.2.1 网络协议适配模块

图 3-3 中,IMS 能力开放平台中的网络协议适配模块为上层应用提供电信网络协议适配;提供消息队列和消息缓存机制,应对突发的高业务流量,确保系统安全;提供灵活的 SLA (Service Level Agreement , 服务水平协议) 服务等级设置和控制能力。网络协议适配模块如图 3-6 所示。



图 3-6 网络协议适配模块

### 3.4.2.2 服务总线

服务总线用于实现各种异构服务的集成,将公共服务集成到统一的总线上,通过一致性的接口暴露给上层应用进行调用,实现服务的管理、系统间的服务调用和开放。服务总线主要用于满足 IMS 多媒体能力和电信网能力的集成和开放<sup>[19]</sup>。对于单一的非融合网络能力,可以直接通过网络协议适配模块与业务能力开放模块直接进行开放。服务总线如图 3-7 所示。

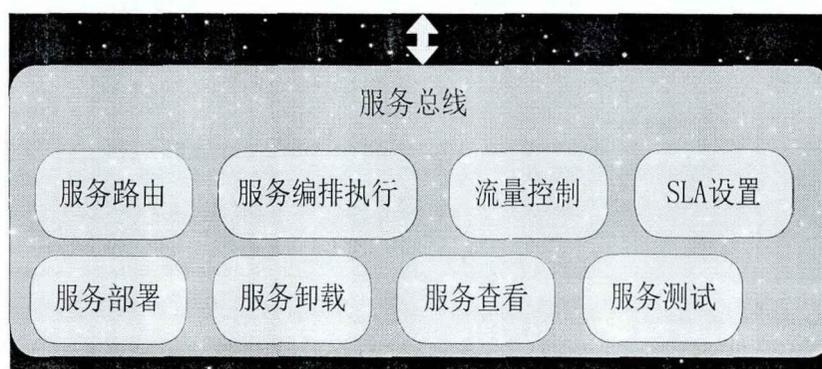


图 3-7 服务总线

### 3.4.2.3 业务能力开放模块

业务能力开放模块使 CP/SP 可以使用简单、通用、开放的协议接口，调用运营商网络能力；针对 CP/SP 和 APP 提供认证、鉴权控制；提供灵活的规则控制能力，确保能力开放的服务质量。业务能力开放模块如图 3-8 所示<sup>[20]</sup>。



图3-8 业务能力开放模块

### 3.4.2.4 管理模块

管理模块主要是对业务能力的使用进行认证、授权、计费等功能，同时与运营商已有的管理系统进行对接，使运营商可以利用已有系统对能力开放平台进行管理<sup>[21]</sup>。管理模块如图 3-9 所示。

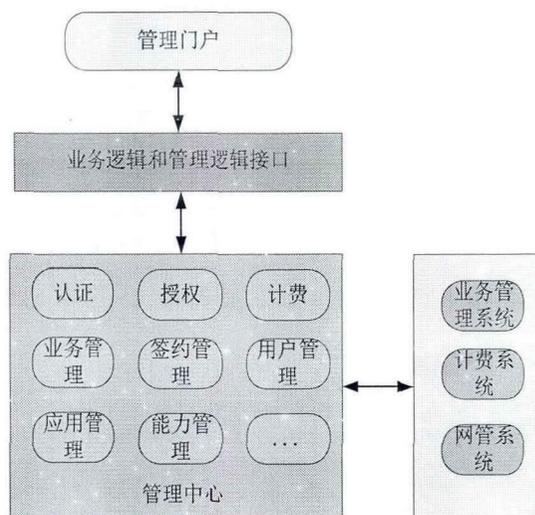


图3-9 管理模块

IMS 业务较现有业务具有：灵活多样、以群组列表数据为中心、业务有很强的关联性或依赖性、业务数据高度共享、业务开放化、接入无关等特点，这使得 IMS 能力开放平台的业务管理需要具有与以往业务管理不同的需求：

(1) 统一的业务管理：IMS 业务更为复杂，表现为某款应用可能使用多种业务能力；业务可能由 SP/CP 提供、运营商自己提供、或者是业务开发者提供；业

务可能对用户有一定的访问权限限制,如特定的业务只开放给特定的用户组,业务的实现对用户终端有一定的要求等等。

上述因素导致需要对 IMS 业务进行统一的管理和维护,使业务的提供者能够按照运营商规定的流程和权限发布业务,使用户能够正确地访问到业务所提供的服务或内容,使运营商管理员能够控制业务的发布过程以及实现对业务信息的管理操作;

(2) 增强的用户管理:除与现有业务一样对 IMS 用户信息进行管理之外,还需要支持 IMS 所特有的公私有标识的管理;

(3) 灵活的计费管理:针对不同的 IMS 业务,提供不同的计费方式,如在线计费、离线计费、融合计费等个性化、多样化的计费模式,包括包月、包多月、包周、包多周、包天、包多天、按时长、按流量、按次、分档资费等,可以实现灵活的计费策略组合,同时支持个性化的促销方案等;

IMS 业务丰富多样,且有融合发展的趋势,单一的管理门户难以满足业务之间进行交互的需求<sup>[22]</sup>。因此,IMS 能力开放平台需形成一个统一的多业务管理门户,并对门户原有功能进行拓展,实现统一的运营商管理、SP/CP 管理、用户自服务:

(1) 对于运营商管理门户,需具有管理 IMS 域内的运营商、业务提供商、个人用户,以及企业和组管理的功能;运营商管理员应可以进行业务的查询及统计操作;针对某些特定业务,运营商管理员应具备一些基本逻辑控制的权限;

(2) 对于 SP/CP 门户,需具备对自己域内的 SP/CP、个人用户,以及自己域内企业、和组管理的功能;具有业务接入配置,以及业务查询统一等功能;

(3) 对于用户自服务门户,具备管理 IMS 特色业务的功能,如个人电话列表功能;具备个人订购/使用记录的查询统计等功能;

(4) 对于某些特色 IMS 业务,也需在门户中配置相应模块,如企业管理、组管理等,实现该业务的特色功能管理。

### 3.5 本章小结

提出利用 IMS 进行能力开放的两种能力开放架构方案,分别是考虑到现有电信能力开放平台现状的 IMS 统一平台开放架构方案与不考虑现有开放平台现状的 IMS 独立开放平台架构方案。分析对比两种方案,最终选择 IMS 统一开放平台架构方案。该方案提出在现有电信能力开放平台的基础上进行改造,使第三方可以更方便地进行 IMS、电信网等多业务 API 能力的调用。

基于 IMS 适用于进行能力开放的优势及其可开放的能力,提出了对现有电

信能力开放平台进行改造的具体方案，包括业务能力层、业务开放层、应用层的改造。提出改造后的 IMS 能力开放平台的总体架构，同时对改造后平台的关键模块进行设计。

## 第四章 IMS 能力开放平台 API 的实现

能力开放平台提供 API 接口供第三方开发者调用。开发者无需访问源码，或理解内部工作机制的细节便可使用平台提供的能力<sup>[23]</sup>。因此，API 的设计与开放是搭建能力开放平台中最重要的工作。

### 4.1 总体实现方案

基于第三章提出的 IMS 能力开放平台进行 API 的设计与开放，API 的开放流程如图 4-1 所示：

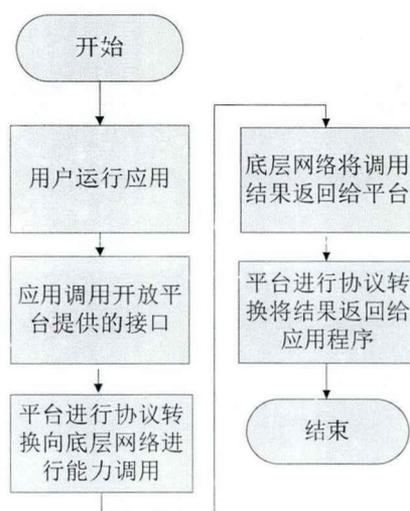


图 4-1 API 开放流程

要实现 API 的开放，主要的工作内容如下：

#### (1) 设计需要开放的 API

IMS 网络环境可提供的能力有几十种，根据需求度与开放难易程度选取三种能力进行 API 接口的开放。选取 API 开放技术并根据技术要求对 API 进行设计。

#### (2) 对设计完成的 API 进行开放

利用 open IMS core 开源项目对 IMS 底层网络架构与服务器进行仿真实现。基于搭建完成的网络环境，选取 API 开放框架实现 API 的开放。开放框架可以调用 IMS 网络提供的能力并进行协议转换后提供 API 接口给第三方；

### 4.2 开放平台 API 的设计

#### 4.2.1 API 类型的对比与选取

如 2.3 节所描述, IMS 网络为电信网提供多种业务能力。这些能力中有些需要尽快对其进行开放,有些能力则需要考虑网络改造难易程度以及第三方对业务能力的的需求情况后进行选择。能力的选择主要参考如下标准:

- (1) 实现能力的开放时不需要对 IMS 网络进行较大的改造;
- (2) 用户需求度高;
- (3) 第三方 SP/CP 需求度高;

IMS 核心网直接提供的呼叫和终端状态查询能力,对终端、IMS 核心网无特殊改造要求,作为 IMS 的基本能力,有较广泛的应用场景,可考虑先期开放;即时消息 IM、呈现 PS、文件传输、网络传真、会议等能力,虽然由 AS 提供支持,但各 AS 的技术都较成熟,有明确的国际标准或企业标准,另外,这些能力的开放,对终端、应用服务器无特殊改造要求,应用场景也较广泛,因此也可考虑先期开放;业务控制功能,目前无单一的 AS 可直接对其提供支持,若进行开放,需要对 AS 进行较大的改造,且控制逻辑较复杂,基于以上考虑,该能力可根据 AS 的成熟情况后期考虑开放<sup>[24]</sup>。

根据以上考虑,同时考虑到目前运营商提供的业务主要以通话类业务为主,并且从用户需求和第三方需求的角度来说,目前微信类业务的需求在逐年上涨。为了应对互联网此类业务的冲击,本文选取了三类业务进行 API 的开放,分别为点击拨号业务、文件传输业务和即时消息业务。选取这三个业务的主要原因有:

- (1) 这三类业务是运营商的主营业务,在客户群和技术成熟程度上都有一定的优势。
- (2) 这三类业务的用户需求度比较高。
- (3) 目前 IMS 的 SIP 服务器提供的业务中有这三种业务,方便进行仿真实现。

下面对这三种业务实现 API 开放。

#### 4.2.2 API 开放技术的对比与选取

第二章分析了现有电信网的 API 开放技术,提出电信网现有 API 开放技术 PARLAY/PARLAY X 的缺点与不足。同时,对互联网的 API 开放技术进行了调研。目前,随着互联网的发展,基于 Web 的应用逐渐增多,能力开放 API 逐步向轻量级的 API 开放技术发展,如 REST 与 SOAP 技术。技术的比较如表 4-1 所示

表 4-1 接口开放技术对比

比较内容	Parlay X	REST/SOAP
面向开放对象	较窄，技术难度大，不适合个人开发者	较广，除了面向大型应用开发商，也面向个人开发者
业务开放复杂度	较高，第三方开发者需要一定的通信专业知识	较低，第三方开发者可以基于 HTTP 等互联网协议调用业务能力
业务开放管控能力	较高，有相对成熟的体系	较高
与未来发展趋势	较低	高

IMS 是基于 IP 的核心网，能够很好的支持 SOAP API 和 RESTful API。如何选择能力开放接口，是需要重点把握的问题。

RESTful API 相比 SOAP API，只要接口格式遵循 REST 思想即可，相对来说开发准入门槛更低，并且在运行效率和易用性方面更胜一筹；但是，由于 REST 只是一种实现资源操作的思想，没有权威性的标准，因此不利于统一通用，成熟度略低于 SOAP。

在安全性方面，SOAP 基于 XML-Security 和 XML-Signature 两个标准，组成了 WS-Security 来实现安全控制，目前已经得到了各个厂商的支持，而 REST 没有安全性相关的标准。

技术不分好坏，只有是不是适合，REST 和 SOAP 都有各自的优点。REST 对于资源型服务接口来说很合适，同时，特别适合于对效率要求高，但对安全要求不高的场景。SOAP 相对成熟，适合于对安全性要求较高的场景。例如，在安全场景下，如果去改造 REST，就可能会发展为 SOAP。

REST 适用的应用场景包括：

- (1) 有限的带宽和资源场景下；
- (2) 完全无状态操作场景下：如果某个操作需要继续，SOAP 更为适合，但是如果需要无状态的 CRUD (Create, Read, Update 和 Delete) 操作，REST 是首选<sup>[25]</sup>；
- (3) 缓存情况下：如果信息可以缓存，REST 更为适合。

SOAP 适合的场景包括：

- (1) 异步处理和调用的场景：如果应用需要保证一定级别的可靠性和安全性，那么 SOAP 能够提供额外的标准来保证这种类型的操作；
- (2) 有正式约定的场景下：如果双方约定了信息交换的协议，那么 SOAP 能够为这种类型的操作提供严格的规范约束；

(3) 有状态的操作：如果应用需要前后关联的信息和会话状态管理（如安全、事务、协调等等），那么 SOAP 能够提供额外的标准支持<sup>[26]</sup>。

综合本文所选择开放的 API 进行考虑，本文所选的 API 业务无状态操作并且对安全性的要求不高，最佳的方案是选择 REST 类型的接口进行开放。与此同时 REST 式 API 易组装、易使用、开发门槛低，具有吸引大量互联网用户进行应用开发的潜力。

#### 4.2.3 REST API 的设计研究

基于所选择能力开放技术对选择的 API 进行开放，首先需要对 API 接口进行设计。

设计一个 Rest 接口的难点有以下几个方面：

- (1) 对资源标识结构与 URI 模式进行规划
- (2) 根据应用场景设计接口功能并确定完成功能所需传递的参数
- (3) 设计请求消息体中的参数

因为三个接口的设计方法相似，本文以点击拨号 API 的设计为例，进行重点论述。

##### 4.2.3.1 URI 创建

REST 是面向资源的能力开放技术，点击拨号、文件传输、即时通信能力就是资源。资源用 URI 来表示，第三方应用通过调用 URI 来获取资源。因此，在设计 REST 类型的 API 时，URI 模式创建是最关键的一步。

以点击拨号为例，URI 的创建步骤流程图如图 4-2 所示：

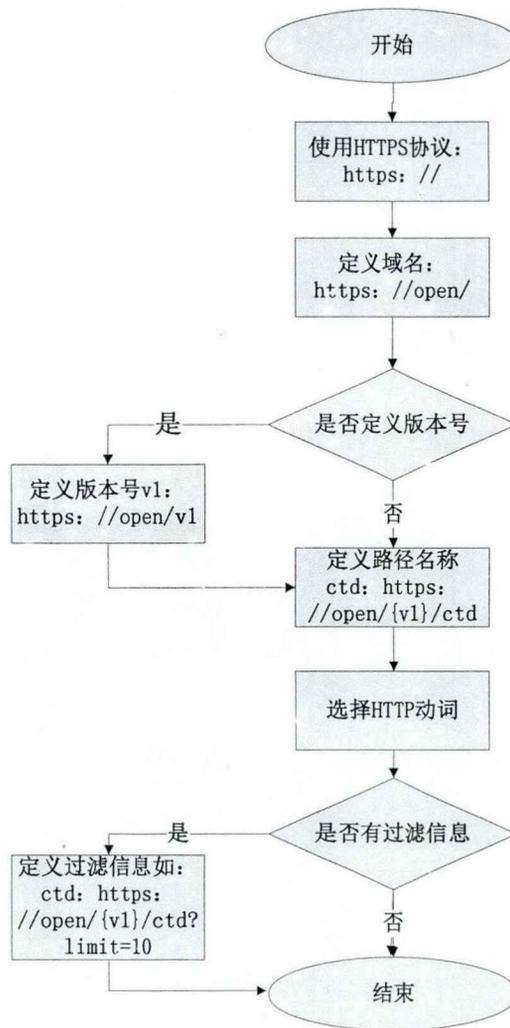


图 4-2 URI 创建流程

在上述步骤中，对 HTTP 动词的选择需要符合 REST 规范，如表 4-2 所示。

表 4-2 HTTP 动词

HTTP 方法	数据处理	说明
POST	Create	新增一个没有 id 的资源
GET	Read	取得一个资源
PUT	Update	更新一个资源或新增一个含 id 资源(如果 id 不存在)
DELETE	Delete	删除一个资源

#### 4. 2. 3. 2 API 功能详细设计

电信网提供的点击拨号接口集应该至少具备发起、终止点击拨号，开启、关闭、设置、查询点击拨号信息通知的业务 API。首先，本文根据功能需求，给出

了各功能资源相应的 URI，如图 4-3 所示。

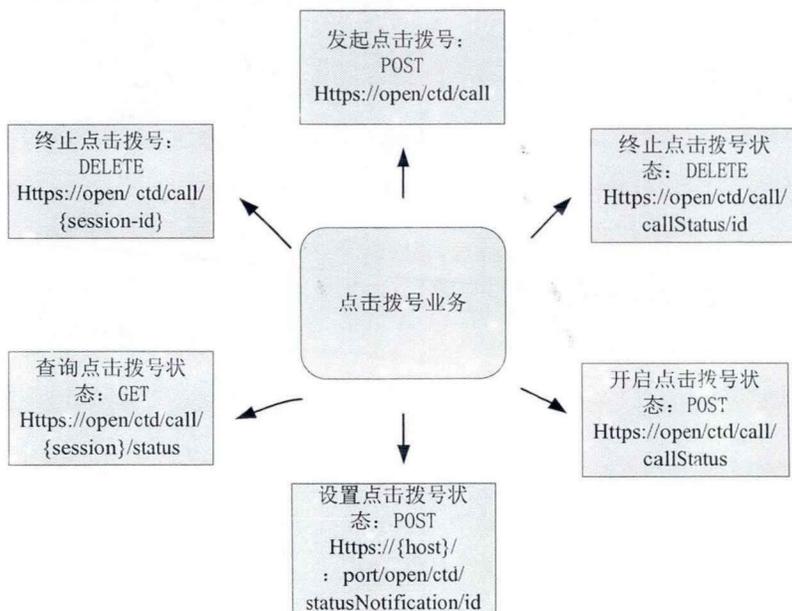


图 4-3 点击拨号功能图

下面分别对点击拨号接口集的六个 API 的功能进行分析。

(1) 发起与终止点击拨号 API

主叫若希望调用点击拨号的发起与终止点击拨号 API 实现点击拨号的发起与结束，需要在调用接口的同时在传输协议的消息体中携带相应的参数。平台进行协议转换后将参数传递给服务器，服务器完成相应的业务逻辑并返回相应的结果。发起与终止点击拨号需要传递的参数如图 4-4 所示。

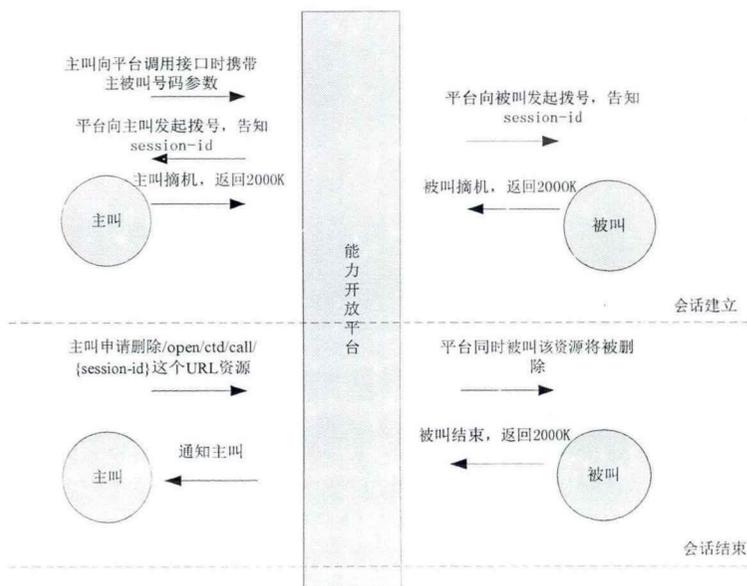


图 4-4 发起与终止点击拨号功能流程

发起点击拨号需要告知平台主被叫的号码分别是什么，平台将信息进行协议转换提交给服务器，服务器向主被叫双方发出通话请求并告知此次通话的 session-id 邀请其加入<sup>[27]</sup>。主被叫摘机后返回 200OK 证明发起点击拨号成功。

终止点击拨号直接用 HTTP 的 DELETE 方法向平台提交，资源地址的 {session-id} 唯一确定一次通话，/open/ctd/call/{session-id} 这个 URL 资源地址定位到唯一的一次通话。主叫向/open/ctd/call/{session-id} 资源提出 DELETE 请求，实现点击拨号的终止。主被叫返回 200OK 证明终止点击拨号成功。

基于以上过程研究，发起点击拨号时需要主叫方携带主被叫的号码参数，终止点击拨号时消息体中不需要参数，直接将 session-id 定位到资源，使用 DELETE 方法即可。

## (2) 点击拨号状态的查询、开启、设置、终止

该接口完成通话状态的查询，具体参数如图 4-5：

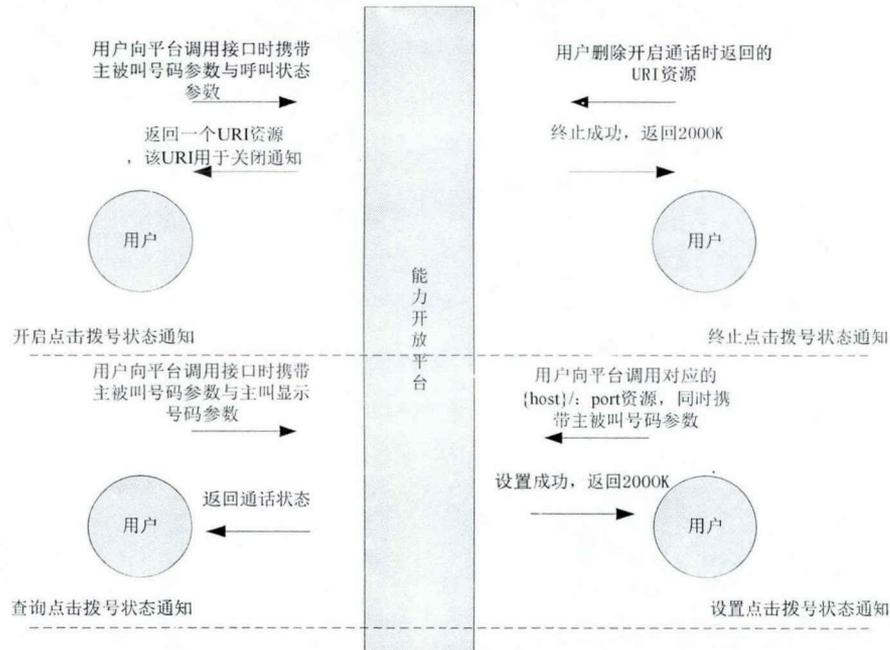


图 4-5 点击拨号状态的查询、开启、设置、终止流程

点击拨号状态通知的开启需要告知平台主被叫的号码与呼叫状态参数，平台将信息进行协议转换提交给服务器，服务器将状态信息等存入数据库以供查询点击拨号状态通知时使用。该消息的响应消息的包头中会返回一个 URI 值，该 URI 用于关闭此通知。

点击拨号状态通知的终止不需要用户向服务器传递参数，直接通过删除 URI 资源完成状态通知的终止。

点击拨号状态通知的查询需要用户在 HTTP 协议中携带用户号码参数，服务

器通过此参数确定对哪个号码进行查询。该请求会返回一个 URI 值，该值中会携带查询状态的相关信息。

点击拨号状态通知的设置直接通过端口号定位到资源地址，使用 POST 方法对状态通知进行设置。此过程中服务器需要用户的号码信息参数以确定哪个号码的状态通知被设置。

#### 4.2.3.3 API 参数设计

基于设计完成的 API 具体功能及完成其功能流程需要传递的参数，对 API 的参数进行详细的设计，定义其参数类型及具体含义。同时将需要进行传递的参数合并为一个参数集，方便第三方开发者调用。根据 4.2.3.2 节的功能设计结果，对 API 参数定义如下。

##### (1) callNumber

该参数对通话的其中一个用户的类型进行描述，包括用户号码、免打扰密码，如表 4-3 所示。

表 4-3 callNumber 参数

参数名	参数类型	描述
callNumber	url	主、被叫的号码
Password	String	Ctd 一方免打扰密码

##### (2) callType

该参数对通话双方的类型进行描述，包括双方号码、显示号码，如表 4-4 所示。

表 4-4 callType 参数

参数名	参数类型	描述
callNumInfos	callNumber[2]	第一个元素是主叫方，第二个元素是被叫方
DisplayNum	String	来电显示号码

##### (3) callInformation

该参数描述了单次通话的状态，包括呼叫标识、呼叫时间等状态信息。，如表 4-5 所示。

表 4-5 callInformation 参数

参数名	参数类型	描述
session	String	呼叫标识
start	String	呼叫开始时间
caller	URI	主叫方
callee	URI	被叫方
state	Int	呼叫状态

## (4) authority

该参数描述了用户的权限信息，如表 4-6 所示。

表 4-6 authority 参数

参数名	参数类型	描述
oauth_token	accesstoken	接入 token 值

对参数进行设计之后，4.3.3.2 节所定义的点击拨号的六大业务接口的功能及所需参数如表 4-7 所示。

表 4-7 点击拨号功能参数

功能（群组聊天）	所需参数	Http 请求方式	描述
发起点击拨号	callType, authrity	POST	发起点击拨号，callType 中的 DisplayNum 是可选的
终止点击拨号呼叫	authrity	DELETE	终止点击拨号呼叫
查询状态	authority, callNumber	GET	查询点击拨号呼叫状态
开启点击拨号通知	authrity, callInformation	POST	callInformation 中的 duration 是可选的
关闭点击拨号通知	authrity	DELETE	
点击拨号呼叫状态通知	callNumber, authrity	POST	CallNumber 中的 password 是可选的

## 4.3 开放平台 API 的实现

### 4.3.1 Open IMS Core 对底层网络的实现

3GPP 在 R4 中定义全 IP 网络，R5 最终将 IMS 引入 3GPP 标准，IMS 是一个独立于接入技术的基于 IP 的标准体系。可以通过不同的接入方式的客户端建

立起对等的 IP 通信。并可以保证所需的服务质量，IMS 体系除了会话管理外，还为完成服务所必须提供的功能，如注册、安全，计费，漫游，承载控制等<sup>[28]</sup>。具体框架如图 4-6 所示。

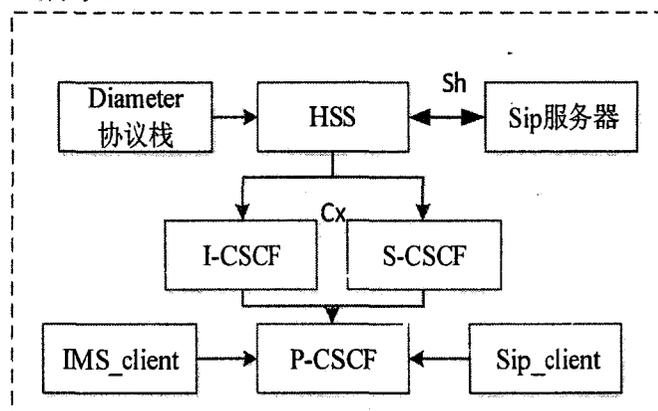


图 4-6 IMS 仿真平台框架图

Open IMS Core 项目由 Fraunhofer 研究所创建，在 2006 年 11 月开放了源代码。Open IMS Core 主要由呼叫会话控制功能模块和归属用户服务器两大部分构成。CSCFs 是 SER（SIP 快速路由）的扩展，包含 PCSCF、ICSCF 和 SCSCF 三大模块，可以实现 IMS 信号层的中心路由功能。HSS 由 FhoSS 文件实现，管理用户文件和相关路由规则等 IMS 需要在 HSS 查找的信息。

P-CSCF 由 c 语言编写，具有会话控制层部分功能。在多媒体会话建立过程中，允许获得信息用户策略执行和计费控制。在 SDP 实际会话中会对交换信息的格式进行具体描述。I/S-CSCF 由 c 语言编写，通过 Cx 接口与 HSS 通过 Diameter 协议进行通信交互。I-CSCF 根据被叫方的公共标识信息，查询 HSS。根据 HSS 相应的消息，将消息发送到相应的 S-CSCF。在进行信令交互过程中，I-CSCF 具有安全判定功能，可以接受来自信任网络的信令。

HSS 主要包含两部分，一部分是用户存储信息，一部分是进行信令处理。其中，用户存储信息这一部分主要是存储终端用户注册，注销，业务支持等信息。信令交互处理主要是基于 Diameter 协议，通过 Cx 和 Sh 接口实现和应用服务器以及 S-CSCF 进行交互的功能。首先在当前及其上搭建 IMS 底层网络架构进行模拟。开发配置环境如表 4-8 所示：

表4-8 开发配置环境

开发语言	C、java、shell、python
开发环境	Jdk1.7、linux12.04LTS
开发软件	Eclipse、Gcc
数据库	Mysql
主机 cpu	Intel 双核
终端	UCT、android 客户端

在对 IMS 能力开放平台进行实现的过程中, OPEN IMS CORE 最重要的部分是其提供的 SIP Server 服务器, 该服务器可以实现业务信令传输, 完善语音业务等。SIP 服务器主要就是在进行语音业务传递时, 正确的进行信息传递<sup>[29]</sup>。SIP 服务器应用模块如图 4-7 所示

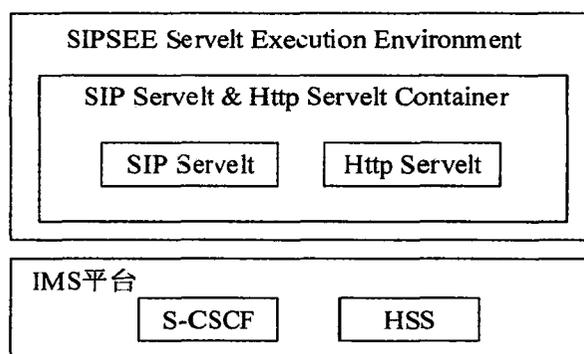


图4-7 SIP服务器应用模块图

SIP 服务器是 IP PBX 的主要组件, 负责建立网络中所有的 SIP 电话通话。通常情况下, SIP 服务器不参与媒体处理过程。在 SIP 网络中, 媒体一般总是采用端到端协商的处理方式。通过添加 WS server 和 Ws Client 可实现 sip 多种语音媒体应用。

简单的 SIP 服务器只负责会话的建立、维护和清除, 不过多干涉呼叫。而相对比较复杂的 SIP 服务器, 一般又称为 SIP PBX, 则不仅仅提供对基本呼叫、基本会话的支持, 还提供丰富的业务, 如即时消息、文件传输等。

大部分 SIP 服务器都是基于 linux 平台, 典型代表为: OpenSER、SIPXecx 等。本文中用到的主要是 OpenSER, 将 OpenSER 添加到 IMS 平台上, 是通过将 SIP Servelt 组件实现。

在实际配置过程中, 将 DNS 的服务器设立成当前使用机器的 IP 地址, 这样可以支持更大范围的用户接入。注意要选取本机作为相应的服务器地址。改写 /etc/named.conf 中的内容, 新增如下片段:

```
Zone open -ims.test in {
Type master;
File open-ims.dnszone;
}
```

完成 IMS 底层环境配置后，下面实现能力开放业务平台的接口的开放。

### 4.3.2 能力开放网关的实现

#### 4.3.2.1 REST API 开放框架的对比与选取

目前，Rest API 实现的主流框架有 Restlet、RestEasy、Jersey 等。需要结合自身项目考虑框架所提供的性能选取一个 REST 框架对上一节设计完成的 API 进行开放<sup>[30]</sup>。主流 REST 框架的对比表如 4-9 所示：

表 4-9 主流 REST 框架

对比方面	Jersey	RestEasy	Restlet
产品成熟度	相对成熟	相对成熟	最成熟
框架轻便性	较轻便	轻便	轻便
和常见框架的集成	支持	支持	支持
可配置能力	支持多种的文件格式	支持基本的文件格式	支持基本的文件格式,同时支持较多扩展格式与平台
是否容易上手	不宜上手, 没有相关文档	较易上手	易上手, 文档齐全

以上三个框架的集成和配置能力无太大差别，考虑到本文主要使用 REST 框架进行 API 开放仿真而非大型实际工程实现，适宜选取一个框架轻便、相关文档较多较为成熟的框架。因此选择 Restlet 框架进行 API 开放实现。

#### 4.3.2.2 Restlet 开放网关的设计

REST 型的 API 的实现框架选用的是 Restlet 开源框架，Restlet API 实现了 REST 概念并简化了客户端和服务端应用的调用处理。

Restlet 框架提供了一套类来实现 Restful API，这些类简化了在单一 JVM 中部署多个应用的工作。共有三种 Restlet：Components 负责控制多于一个的 VirtualHosts 与 Applications；VirtualHosts 可以被灵活的配置；Appliaction 管理一

套相关的 Resource。另外，Applications 确保了在不同 Restlet 实现的可移植性。从 Restlet 框架与 IMS Open Core 框架实现的 IMS 架构的联系如图 4-8 所示：

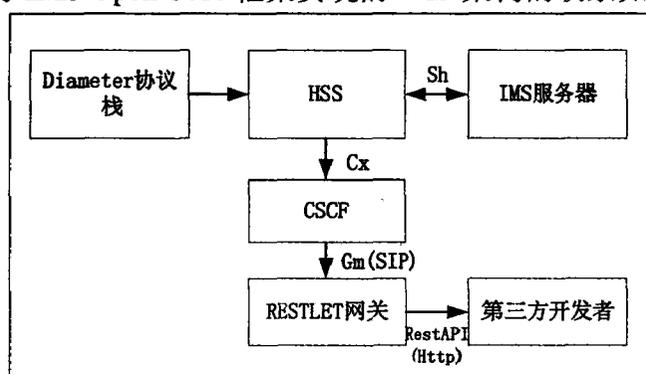


图 4-8 Restlet 与 IMS 架构关联

Restlet 网关与 Open IMS Core 通过 Gm 接口联通，Restlet 的 Application 进行 Gm 接口 SIP 协议的转换，VirtualHosts 为第三方开发者提供相应的资源接口。从开放网关的角度来看，开放的 API 架构如图 4-9 所示：

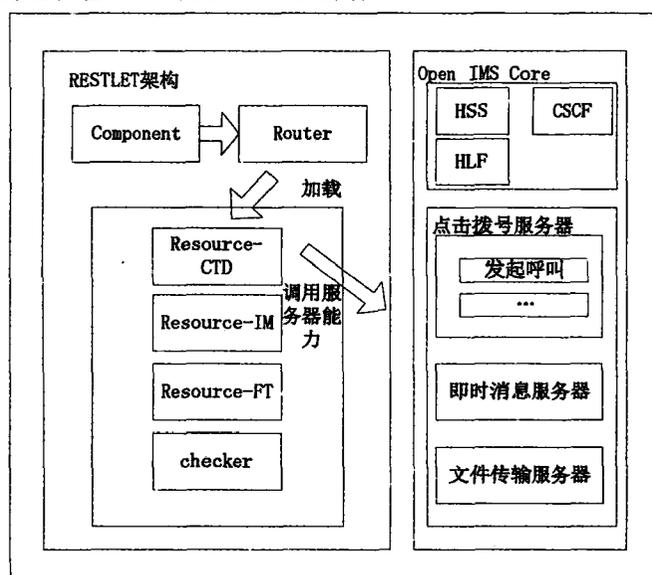


图 4-9 restlet 网关框架

- (1) Component 为 Restlet 加载服务组件，加载预先设置好的 url 匹配规则；
- (2) Router 完成通过鉴权的 API 调用请求的分发工作；
- (3) Resource 模块设计为一个 API 接口对应一个 Resource 类，Resource 类通过 Spring 容器加载，并在 Restlet 模块中，以如下的形式加载：`<lookup-methodname="createResource" bean="makeCallsessionResource"/>`

Restlet 框架模块的主要作用在于加载 Resource 模块和加载 URL 映射，Restlet 架构主要是 Component 和 Resource 的概念。程序上可以定义多个 Resource，一个 Component 可以管理多个 Resource。

其中, Resource 模块设计为一个 API 接口对应一个 Resource 类<sup>[31]</sup>, Resource 类通过 Spring 容器加载, 并在 Restlet 模块中, 以如下的形式加载:

```
<lookup- methodname="createResource"bean="makeCallsessionResource"/>
```

#### 4.3.2.3 REST API 的实现

Restlet 工程架构如图 4-10 所示, 其中 controller 包对应 restlet 框架的 component, resource 包对应框架的 resource, service 对应框架的 ctd 模块、im 模块, ft 模块。



图 4-10 工程架构图

Controller 包下有三个类, 分别是 Application、RestJaxRsApplication 和 RestJaxRsApplication, 这三个类主要完成运行环境的准备。

Application 类把资源进行了绑定。继承了抽象类: javax.ws.rs.core.Application, 并重载 getClasses()方法。代码如下:

```
Public void getClasses()
{Set<Class<?>> rrcs = new HashSet<Class<?>>();//设置集合 rrcs。
rrcs.add(ctdResource.class); //将点击拨号资源加载入集合
rrcs.add(imResource.class); //将点击即时通信加载入集合
rrcs.add(ftResource.class); //将文件传输资源加载如集合
}
```

运行类 RestJaxRsApplication 继承了 org.restlet.ext.jaxrs.JaxRsApplication。JaxRsApplication 类是用来初始化基于 JAX-RS 的 Web-Service 的运行环境。RestJaxRsApplication 类的主要作用是将 Application 加入到运行环境当中。

将 Restlet 服务部署到 Tomcat 容器中之后, 需要对 Restlet 实现的业务作为

单独的 JAVA 程序进行部署。服务器类 RestJaxRsServer 中创建一个新的 HTTP SERVER，并监听本机的 8085 接口。

在设计 REST API 的过程中已经将特定的资源功能映射为了标准的 URI，第三方开发者可以使用 HTTP 方法进行调用。实现资源映射共需要创建六个类，三个资源，每个资源用两个类来表述。创建资源类包括 ctdResource、imResource、ftResource，目的是对接口集中各接口资源与 URI 进行相关映射。创建实体管理类包括 ctdResourceHelper、imResourceHelper、ftResourceHelper，目的是对各接口资源实体类进行管理。下面以点击拨号为例进行 URI 映射。

(1) 创建资源类：ctdResource，该资源类的主要目的是把相应路径的资源引到对应的创建类中。对应方法如下：

```
@Path("ctd")
public class ctdResource {
    @GET/POST/DELETE
    @Path("{id}/xml")
    @Produces("application/json")
    public String getctdXml(@PathParam("") int id) {
        //调用业务实体管理类
    }
}
```

其中@Path("ctd")执行了 URI 路径；ctd 路径进来的都会调用 ctdResource 来处理；@GET/POST/DELETE 说明了 http 的调用方法；@Path("{id}/xml") 每个方法前都有对应 path，用来申明对应 URI 路径；@Produces("application/json") 指定返回的数据格式为 json；@PathParam("")接受传递进来的参数值，该参数根据业务的不同传递的不同。

(2) 管理类 ctdResourceHelper

ctdResourceHelper 用来管理点击拨号接口集，Services 中提供了所有接口的功能，ctdResourceHelper 根据不同的业务逻辑调用对应的接口方法，该模块收到业务的发起请求时，提取传输的参数，并将请求转发至服务器。主要进行协议转换，即 HTTP 到 SIP 协议的转换<sup>[32]</sup>。

(1) 客户端到服务器

从客户端接收 HTTP 协议，如：

POST/GET/DELETE: http://localhost:8085/ im/ft/ctd? 参数 =\$参数值  
转换成 SIP 协议：

Sip:ims localhost:8085/{im/ft/ctd};method={post/get/delete};transport=tcp;{参

数 = \$参数值}

(2) 服务器到客户端

从服务器端获取 SIP 返回值:

```
Public class NotificationServlet extends javax.servlet.sip.SipServlet {
Public static ArrayList<Address> CLIENT_LIST=new ArrayList<Address>();
@Override
Protected void $方法名 (SipServletRequest req) throws ServletException{
System.err.println("$方法名 action"+req.$接收客户端 sip-url 的参数方法名);
SipServletResponse resp=null;
resp=req.createResponse(SipServletResponse.SC_OK);
resp.send();
}
```

将得到结果转换成 JSON<sup>[33]</sup>格式返回给应用。

#### 4.4 本章小结

本章在第三章的基础上对 IMS 能力开放平台进行实现。首先对开放的 API 类型和开放技术进行选取与设计,使其最大程度地满足创新业务的开发需求。同时对 API 进行设计,包括 URI 的创建、API 功能设计、API 参数设计。

基于 Open IMS Core 开源项目搭建 IMS 能力开放平台的业务能力层,平台可以调用能力层的能力,并进行协议转换开放 API 给第三方。选取 REST 开放框架对设计完成的 API 进行开放。利用 REST 框架实现服务器端与客户端的协议转换,并将接口进行开放,完成 IMS 能力开放平台 API 的实现。

## 第五章 创新业务的设计与实现

当前,用户的需求已经从语音、短信到多屏、多媒体,再到个性化、差异化,因而运营商除了提供电信网较为传统的业务外,还可以利用 IMS 的能力开放平台,实现更为丰富的创新业务。

### 5.1 创新业务的设计与描述

基于设计完成的 IMS 能力开放平台提供的 API 接口集,可以实现更为丰富的创新业务。下面给出几种可实现的业务,对创新业务的提出起到抛砖引玉的功能。

点击拨号可实现的创新业务有:

- (1) 在邮件系统中添加点击拨号功能,在收到对方的邮件后,如认为需要与对方通话,则直接点击菜单栏中的插件,选择对方的号码然后发起呼叫;
- (2) 在网页上添加点击拨号功能,实现跨终端平台通信。

文件传输及即时消息可实现的创新业务有:

- (1) 移动端通信套件,如微信;
- (2) PC 端通信套件,如 QQ。

目前很多网站的关注点是如何更好提升网站流量变现能力、提升有商业意图网民的用户体验。联系以上情况及本文设计的三个 API 接口集可实现的业务,本文考虑基于设计完成的 IMS 能力开放平台提供的 API 接口集设计一个创新业务,向网站管理者提供一款和网民沟通的通信工具。

产品定位是面向中小企业,因为中小企业:需要扩大客户资源,找到更多的新客户,促进销售;需要花最少的钱获得实惠的效果;需要提升企业形象,站稳市场脚跟,建立品牌。

### 5.2 创新业务的功能设计与实现

本节进行创新业务的功能设计与实现。

#### 5.2.1 创新业务的功能设计

本文设计的创新业务的业务能力如图 5-1 所示:

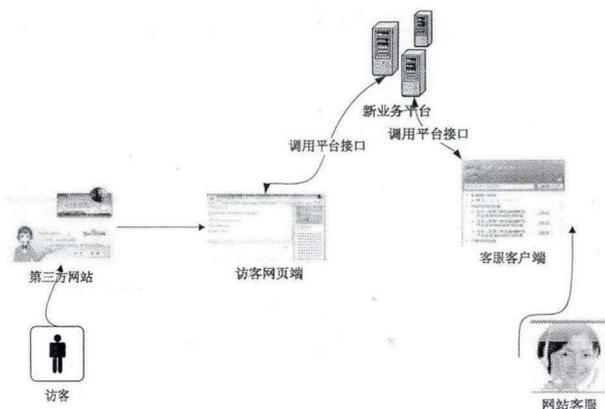


图 5-1 应用功能图

访客在浏览器上浏览第三方网页时，如果想与第三方商家联系，可以：

(1) 即时消息

两方都在线的情况下，访客（网页端）与客服（客户端）进行沟通，该功能需要调用即时消息 API 接口集进行实现。即时消息的实现如图 5-2 所示：

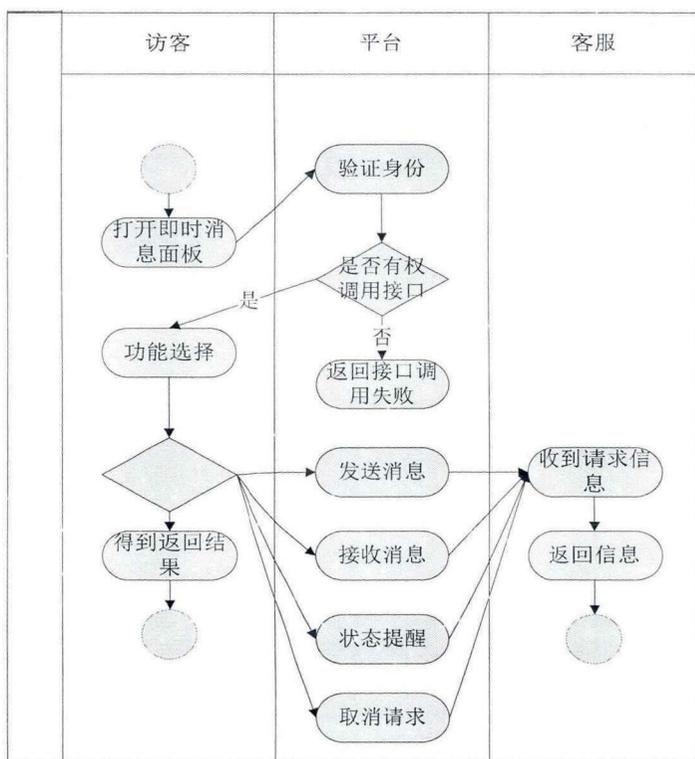


图 5-2 即时消息功能设计

创新业务的即时消息面板需要为用户提供四种消息功能，分别为发送消息、接收消息、状态提醒、取消请求。第四章设计的能力开放平台 API 提供这四种功能的 API 接口，创新业务只需考虑自身的业务逻辑即可。

(2) 临时文件传输

允许第三方商家和访客之间传输临时文件，该功能需要调用文件传输 API 接口集进行实现。该功能的业务逻辑与即时消息类似，只是将消息换成文件进行发送，图 5-3 为临时文件传输的功能图：

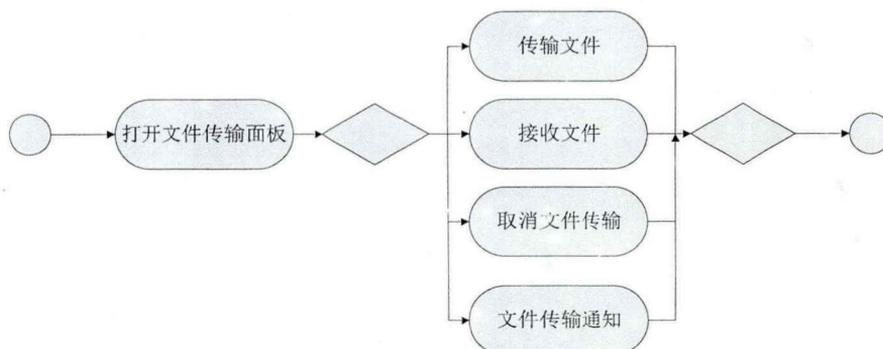


图 5-3 文件传输功能设计

### (3) 点击拨号

当客服在线时，客户可以输入自己的手机号码，然后应用服务器分别拨打客服和客户的电话，该功能需要调用点击拨号 API 接口集进行实现，图 5-4 为点击拨号的功能图：

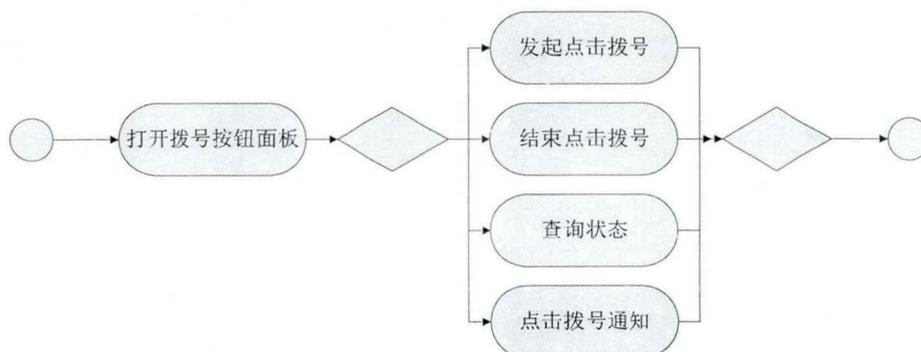


图 5-4 点击拨号的功能设计

## 5.2.2 创新业务的功能实现

创新业务在调用 IMS 能力开放平台提供的 API 集实现业务功能时不需要考虑能力开放平台所提供 API 的业务逻辑与计费、鉴权等业务逻辑，只需要考虑创新业务本身的业务逻辑即可。因此本节主要对创新业务的类的实现进行描述，同时描述创新业务是如何进行 API 业务调用的。创新业务的类图如图 5-5 所示：

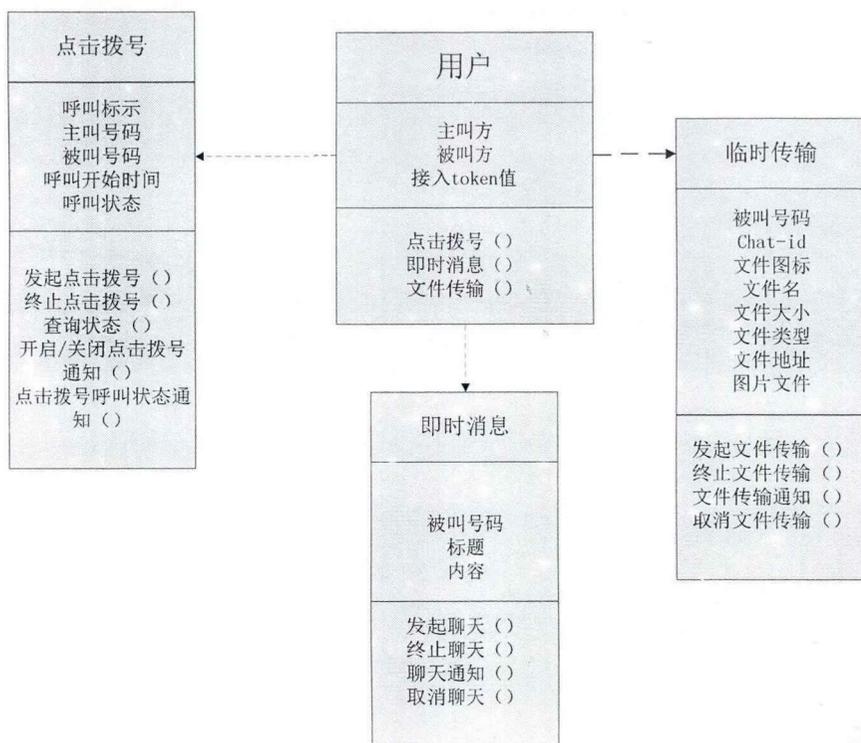


图 5-5 新业务类图

### 5.2.2.1 即时消息

系统的关键对象包括用户、对话和状态消息等。

#### (1) 用户类

用户类的类图如图 5-6 所示：



图 5-6 用户类类图

定义用户类如图 5-6 所示，该类共定义了 6 个变量类型，具体作用如下：

[1] token-id

token-id 是 String 类型，唯一识别一个用户的权限。

[2] status

status 是 UserStatus 类型，UserStatus 类会在下边进行介绍。此变量用于定义此时用户的状态。

[3] receivedAddRequests 和 sentAddRequests

此变量是 Hashmap<String, AddRequest>类型的，AddRequest 是状态类，该变量的作用是将其他人的用户识别码映射到加入请求<sup>[34]</sup>。

[4] contacts

此变量是 Hashmap<String, AddRequest>类型的，AddRequest 是状态类，该变量的作用是将用户识别码映射到加入请求。

[5] accountName

此变量是 String 类型，用于记录用户名称。

用户类主要有以下几个方法，具体如下：

[1] Public void sendMessage (User to, String content)

该方法用于实现聊天邀请，进行能力调用的代码是

POST/openapi/im/sendMessage?recipient=to?subject=content?oauth\_token  
=token-id

[2] Public void receivedMessage()

该方法用于实现接收消息，进行能力调用的代码是

POST/openapi/im/receivedMessage?oauth\_token =token-id

[3] Public void deleteMessage()

该方法用于实现取消消息发送，进行能力调用的代码是

DELETE/openapi/im/deleteMessage?oauth\_token =token-id

[4] Public void sentRequest(AddRequest req)

该方法用于实现发送状态消息，进行能力调用的代码是

POST/openapi/im/sentRequest?recipient=req.toUser?oauth\_token =token-id

(2) Conversation 类

Conversation 类用来定义一个对话，类图如图 5-7 所示：

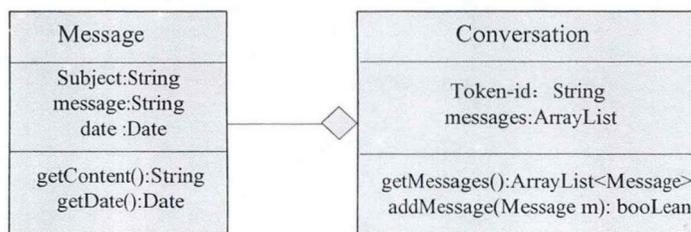


图 5-7 对话类类图

**Conversation** 类有两个变量，分别是 **token-id** 和 **messages**，其中 **token-id** 是唯一标示对话权限的变量。**Messages** 变量是一个队列，将相关的消息加入队列。

**Message** 类主要对消息进行描述，包括消息的内容和发送时间。

### (3) 状态类

用户状态由 **AddRequest** 类实现，这类功能比较简单，主要用来表示信息的发送状态，并将数据进行聚合。**AddRequest** 中涵盖了 **RequestStatus** 类型变量，该类型变量用来得到消息状态，用 **enum** 来表示：{**Unread**, **Read**, **Accepted**, **Rejected**}，即未读、已读、已接受、拒绝四种状态。状态类的类图如图 5-8 所示：

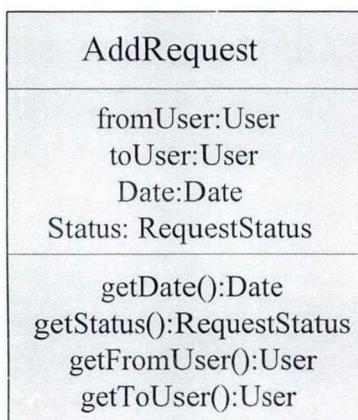


图 5-8 状态类类图

状态类定义了四个变量和四个方法，四个方法用来得到这四种变量，分别为：**fromUser** 发送方，**toUser** 接收方，**date** 发送时间，**status** 消息状态。

#### 5.2.2.2 文件传输

文件传输在类的设计上与即时通信基本一致，只是传输的从文字消息变成文件。因此需要定义一个 **File** 类来描述文件。**File** 类如图 5-9 所示。

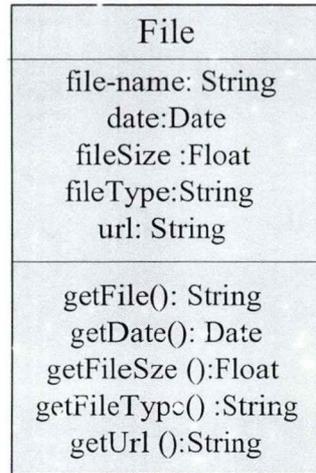


图 5-9 文件类类图

### 5.2.2.3 点击拨号

点击拨号最重要的有用户类和拨号状态类<sup>[35]</sup>，用户类与前边两种 API 的设计类似，只是没有 Conversation 类，此处不再赘述。

状态类是用来得到消息状态的类，消息类型用 enum 来表示：{ Accepted , Rejected }，即已接受、拒绝两种状态。

## 5.3 创新业务实现流程

本节主要描述了创新业务的实现流程，主要描述了创新业务是如何调用平台接口，平台是如何进行协议转换并将结果返回给业务的。图 5-10 表示了即时通信的业务流程：

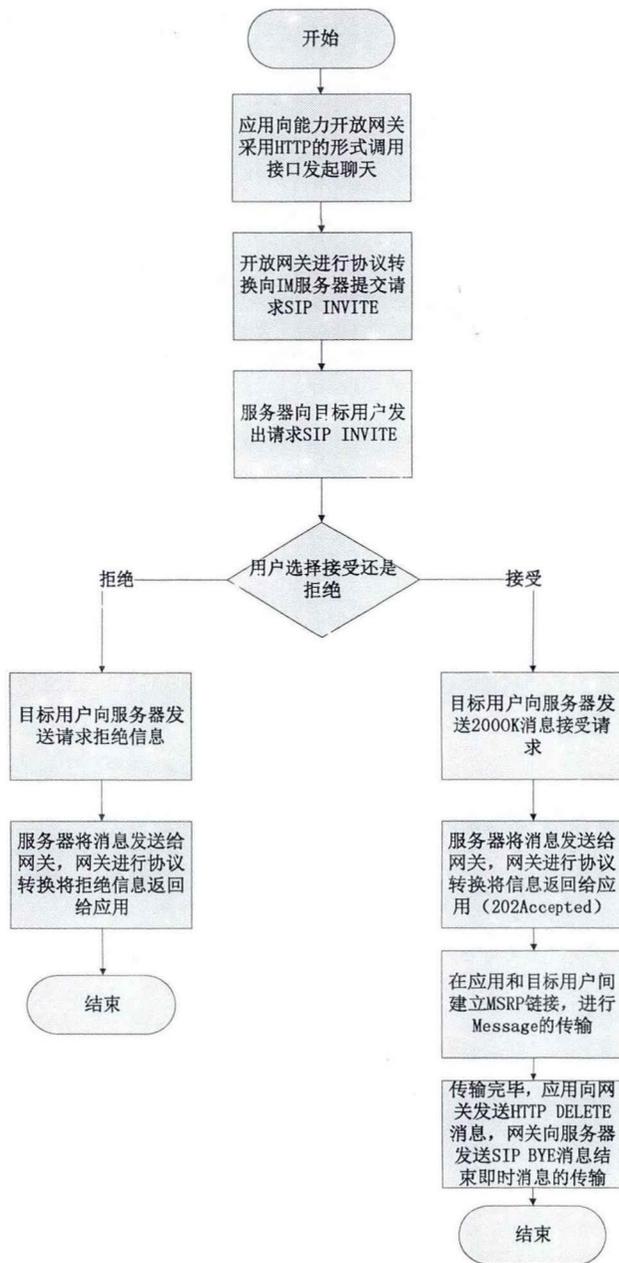


图 5-10 即时消息业务流程

流程描述:

1. 用户运行应用，使用即时消息功能；
2. 应用向平台调用接口发起聊天，采用 HTTP 形式；
3. 能力开放平台将 HTTP 协议转换成 SIP 协议，向 IM 服务器发送 SIP 请求；
4. 服务器向目标用户发送 SIP 请求；
5. 目标用户接受请求并回复 200OK；

6. 能力开放平台将 SIP 200OK 转换成 HTTP 202Accepted;
7. 建立 MSRP 链接进行信息传输;
8. 传输完毕。

图 5-11 表示了文件传输的业务流程:

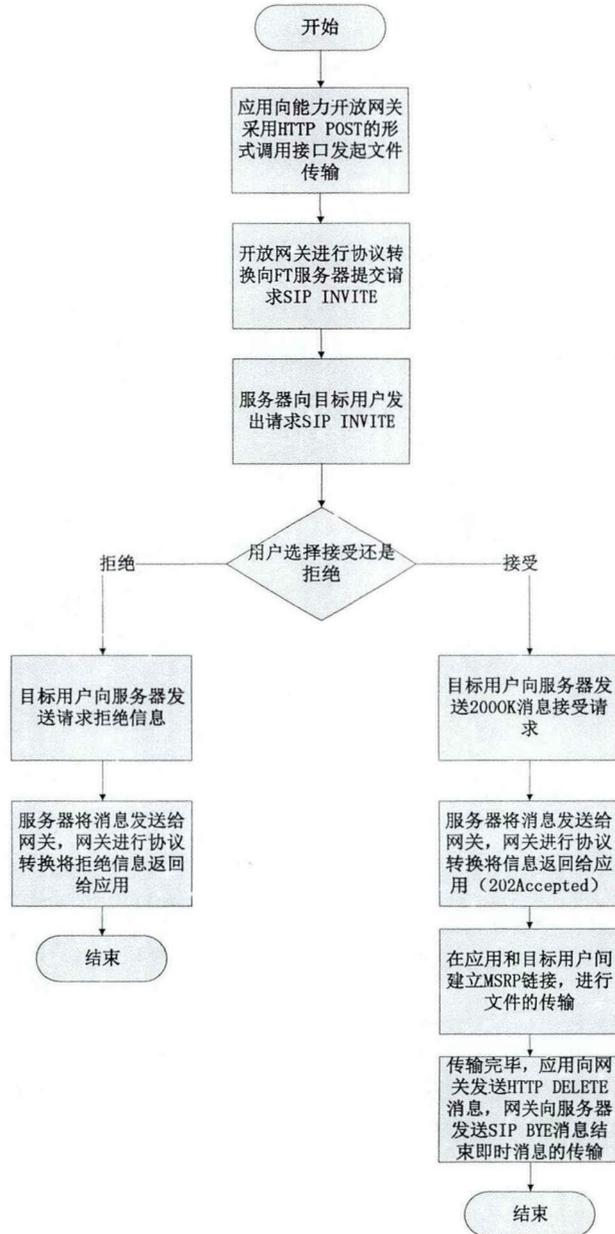


图 5-11 文件传输业务流程

流程描述:

1. 用户运行应用, 使用文件传输功能;
2. 应用向平台调用接口发起文件传输, 采用 HTTP 形式;

3. 能力开放平台将 HTTP 协议转换成 SIP 协议, 向 FT 服务器发送 SIP 请求;
4. 服务器向目标用户发送 SIP 请求;
5. 目标用户接受请求并回复 200OK;
6. 能力开放平台将 SIP 200OK 转换成 HTTP 202Accepted;
7. 建立 MSRP 链接进行文件传输;
8. 传输完毕。

图 5-12 表示了点击拨号的业务流程:

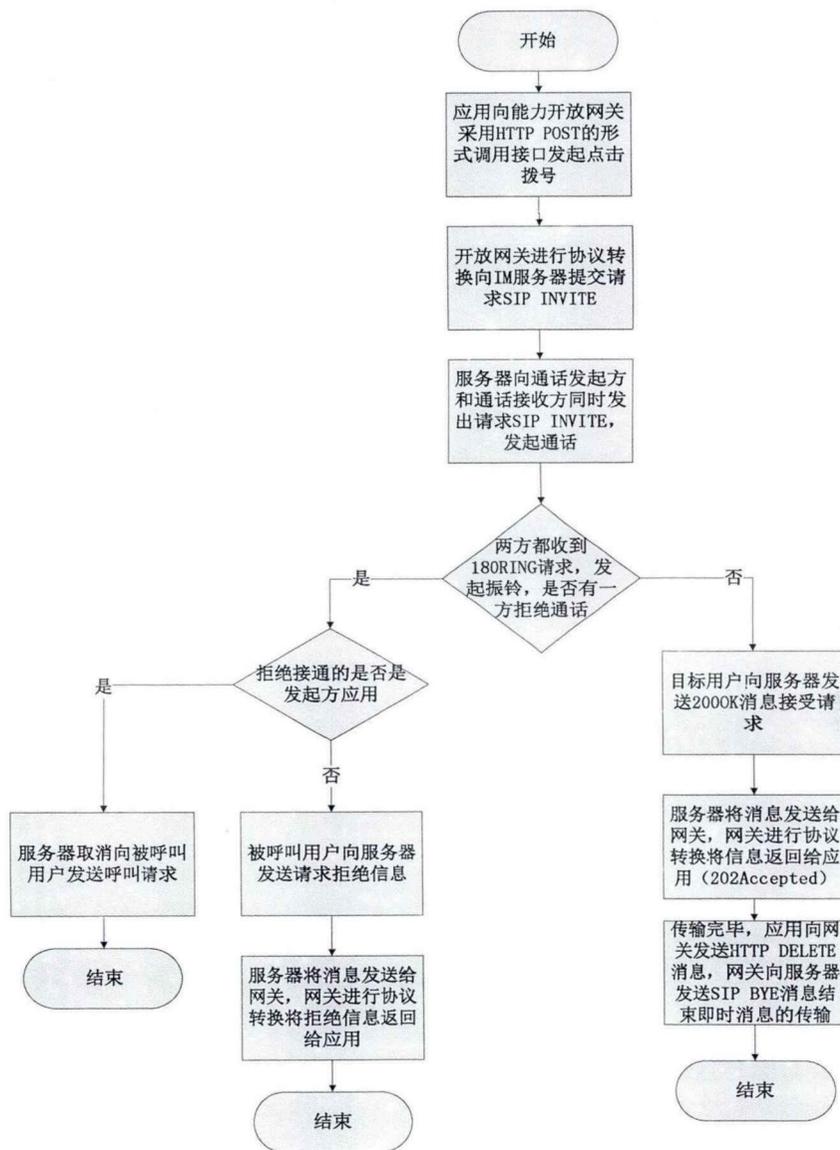


图 5-12 点击拨号业务流程

流程描述:

1. 用户运行应用, 使用点击拨号功能;

- 2.应用向平台调用接口发起点击拨号，采用 HTTP 形式；
- 3.能力开放平台将 HTTP 协议转换成 SIP 协议，向 CTD 服务器发送 SIP 请求；
- 4.CTD 服务器向双方用户发送 SIP 请求；
- 5.双方都接受的情况下，目标用户回复 200OK；
- 6.能力开放平台将 SIP 200OK 转换成 HTTP 202Accepted；
- 7.传输完毕。

#### 5.4 本章小结

本章基于第四章所构建的 IMS 能力开放平台与开放的接口，同时根据当今用户需求提出一个创新业务。对该创新业务进行详细的描述、设计，以便进行实现。

本章的主要意义有两个：对本文提出的 IMS 能力开放平台及其开放的 API 进行了测试与验证；设计了一个创新业务，为广大网站管理者提供一个通信套件。该套件帮助网站更好地提升网站流量变现能力、提升有商业意图网民的用户体验。

## 第六章 总结与展望

### 6.1 全文工作总结

本文主要研究了如何利用 IMS 的多业务特性对现有运营商的能力开放平台进行改造, 实现多媒体业务的开放, 提高运营商对互联网多业务类型的竞争力。主要对 IMS 能力开放平台进行了设计, 并对关键模块和功能进行了详细的描述。基于设计的能力开放平台架构实现平台的仿真, 通过 OPEN IMS CORE 搭建平台应用层网络架构, 利用 Restlet 对选取的 API 进行开放, 实现平台的仿真。最后提出了创新业务, 并对业务功能进行了详细的描述、设计, 以便进行实现, 同时给出了实现过程中相应的信令流程。具体工作内容如下:

首先, 在研究的过程中, 先全面调研互联网与电信网的能力开放架构与已开放的 API。分析与互联网能力开放平台相比, 电信网能力开放平台所能提供能力的局限性。同时, 对 IMS 系统整体框架及网元功能等也行了重点的学习, 了解 IMS 网元及服务器可以提供的能力与实现机制。以上学习的目的是在进行对运营商现有平台的改进时, 能尽可能的提出一种效率最高的方案, 该方案可以使运营商利用 IMS 实现能力开放平台的多业务化, 同时实现对现有平台最少的改动。

对能力开放平台进行了接口的设计和平台的仿真。进行开放的 API 类型和开放技术的选取与设计, 使其最大程度地满足创新业务的开发需求。同时, 对 OPEN IMS CORE 框架进行了深入的学习, 并基于此框架搭建能力开放平台的业务能力层。对 Rest API 开放框架进行深入理解与比较, 选取 Restlet 框架对设计完成的 API 进行开放, 实现平台的能力开放层, 完成平台的仿真实现。

在本次论文研究的过程中, 为了验证能力开放仿真平台的效果, 设计了一个创新业务对能力开放仿真平台提供的接口进行调用。本文描述了该创新业务的功能与创新点。详细给出了该创新业务的设计方法与实现流程。

### 6.2 下一步工作计划

由于时间紧张及本人能力有限, 本文设计的能力开放架构及创新业务还有所缺陷, 可以进一步开发研究, 以后需要继续深入研究的内容如下。

设计的 IMS 能力开放平台架构, 从技术角度看, 并没有完全达到理想的状态。业务能力层并没有纳入互联网及第三方开发者的能力。向第三方开发者提供的能力主要由电信网及 IMS 网络服务器提供。接下来要进一步增加平台功能, 使其能够支撑多样化的业务。

在 API 设计过程中，只选取了最重要的三个 API 接口集进行设计开放。实际上 IMS 可提供的业务能力有几十种，未来将根据 IMS 业务能力的需求度及实现难易度依次对其进行 API 接口的设计与开放。

在以后的工作中，希望进一步基于 IMS 对现有平台进行改造，完善基于 IMS 的能力开放平台架构与业务开放接口。与此同时，进一步实现一个连接所有业务类型的开放平台，除了连接电信能力服务器以外，也进行互联网、第三方开发者的能力开放。

## 参考文献

- [1] 杨然. OTT 应用大行其道期待成熟的监管政策出台[J]. 世界电信,2011,11(9):87-92..
- [2] 马琳,宋俊德,等. 开放平台:运营模式与技术架构研究综述[J]. 世界电信,2012,12(6):31-36.
- [3] 杨勇,贾霞,董振汪,电信业务能力开放技术标准. 中兴通信技术,2009/04,15(2):52-59.
- [4] Opening the Networks with Parlay/OSA APIs-<http://www.Parlay.org>
- [5] 胡尼亚,张鹏,等. 电信 API:轻量级模式、重量级功能[J]. 通信世界,2010,10(5):142-146.
- [6] 李超,陈丹伟,等. 基于 Parlay X 下一代电信增值业务模型研究 [J]. 江苏通信技术,2004,15(6): 12-18.
- [7] 董斌,于玉海,等. 移动互联网业务能力开放研究[J]. 电信科学,2010,12(10):14-1.
- [8] CSDN.NET , Google 的 API 介绍 [EB/OL].
- [9] CSDN.NET , 走近 Windows Azure [EB/OL].
- [10] 尹向东. SOAP 及在 Web 服务中的实现[J]. 湖南科技学院学报,2005,05(04):21-25.
- [11] 陈大林. Web Services 的安全和企业应用[D]. 上海: 上海交通大学, 2009: 7-19.
- [12] 朱晓洁. IMS 业务能力开放模式及应用探讨[J]. 移动通信,2010,26 (13) :25-27
- [13] 陈甫. 微信公众号服务网站在 BAE3.0 上的设计与实现[J]. 电脑编程技巧与维护,2014,14(7):144-156.
- [14] 胡尼亚,张鹏,等. 面向移动互联网的业务能力开放技术标准综述[J]. 信息通信技术,2011,11(8):131-146.
- [15] 丛芝芳. 基于 IMS 的能力开放体系研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2011: 1-9.
- [16] 邢燕霞 ,赵慧玲,等. IMS-网络融合的聚焦点[J]. 电信技术,2004,10(10): 42-46.
- [17] 魏宏盛. IMS 技术研究与工程设计[D]. 北京: 北京邮电大学, 2011: 8-19.
- [18] 刘旭. IMS-网络融合的聚焦点[J]. 信息通信技术,2004,04(10): 76-90
- [19] OMA. OMA-AD-Service-Environment-V1\_0\_5-20091008-A:OMA Service Environment[S].
- [20] 川林信良. Spring 技术手册[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [21] A.B.Roaeh. Session. Initiation  
Protoeol(SIP)-EventNotification[J]. RFC3265,IETF,2002,26(2):34-42
- [22] 薛立宏,张云华,等. 移动互联网运营关键问题及商业模式探讨[J]. 电信科学,2009,14(5):21-26.
- [23] G. Camarillo, T. Kauppinen, M. Kuparinen, and I. M. Ivars. Towards an innovation oriented IP multimedia subsystem [A] // 2007, IEEE Communicaitions Maganizine[C], 2007: 130-136.

- [24] 陈英杰. 当前互联网新业务特征与趋势分析[J]. 现代电信科技, 2010,10(9):23-30.
- [25] Heidi-Maria Rissanen, Tomas Mecklin, Miljenko Opsenica. Design and Implementation of a RESTful IMS API [A] // 2010 Sixth International Conference on Wireless and Mobile Communications [C], ICWMC, 2010: 86-96.
- [26] 唐伟. 基于 SOAP 的数据交换中间件的研究[D]. 河北: 华北电力大学, 2005: 4-14
- [27] 刘果,宋上雷, 等. 第三代移动通信系统的在线状态服务[J]. 电信快报,2006,12(1): 131-137.
- [28] The IMS Playground @FOKUS – [www.open-ims.org](http://www.open-ims.org).
- [29] Teng,She:lgbo:Liao,Jial:xin:Zhu,Xiaomin.DynamicWeightedRadio,Algorithm for SIP applicationserver[J].Journal of China Universities of Posts and Telecommunications,2009,09(08):67-70
- [30] 郑侃. IMS 点击拨号业务平台的设计与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2011: 1-10
- [31] 马千里. 基于 SIP 的可视对讲终端软件的设计与实现[D]. 山东: 青岛大学, 2009: 5-10
- [32] 张智江,张云勇, 等.SIP 协议及其应用[J].电子工业出版社,2005,12(1):54-57.
- [33] 范立锋.XML 实用教程[M],人民邮电出版社,2009-6
- [34] 段云龙. 第三代移动通信系统 TD-SCDMA 中的 IP 承载技术研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2007: 4-15
- [35] 王颖. 基于 Android 的嵌入式视频会议系统的设计与实现[D]. 广州: 华南理工大学, 2012: 11-1

## 致 谢

在本次论文设计过程中，廖青导师对该论文从选题，构思到最后定稿的各个环节给予细心指引与教导，使我得以最终完成毕业论文设计。在学习中，导师严谨的治学态度、丰富渊博的知识、敏锐的学术思维、精益求精的工作态度以及诲人不倦的师者风范是我终生学习的楷模，导师的高深精湛的造诣与严谨求实的治学精神，将永远激励着我。

在此，谨向导师致以衷心的感谢和崇高的敬意。最后，我要向百忙之中抽时间对本文进行审阅，评议和参与本人论文答辩的各位老师表示感谢。

我愿在未来的学习和工作过程中，以丰厚的成果来答谢曾经关心，帮助和支持过我的所有领导，老师，同学和朋友。