

现代通信网络技术丛书

IMS与 下一代网络

◎ 毕厚杰 李秀川 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

现代通信网络技术丛书

IMS 与下一代网络

毕厚杰 李秀川 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

IMS 与下一代网络 / 毕厚杰, 李秀川编著. —北京: 人民邮电出版社, 2006.12

(现代通信网络技术丛书)

ISBN 7-115-15317-5

I. 1... II. ①毕...②李... III. 通信交换—通信网 IV. TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 111893 号

内 容 提 要

本书系统介绍 IP 多媒体子系统 (IMS) 和下一代网络 (NGN) 的基本概念、体系结构、有关标准与协议、SIP 注册与会话、IMS 的安全性、IMS 业务、NGN 业务及能力、NGN 原理及参考模型、网络演进、服务质量等内容。

本书内容新颖、实用, 可供通信工程技术人员、管理人员阅读, 也可作为高等学校通信、计算机等专业本科生、研究生的教材和教学参考书。

现代通信网络技术丛书

IMS 与下一代网络

-
- ◆ 编 著 毕厚杰 李秀川
责任编辑 陈万寿
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
河北三河市海波印务有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.75
字数: 346 千字 2006 年 12 月第 1 版
印数: 1—4 000 册 2006 年 12 月河北第 1 次印刷

ISBN 7-115-15317-5/TN · 2860

定价: 32.00 元

读者服务热线: (010) 67129258 印装质量热线: (010) 67129223

前 言

当前, 通信网络如何发展是通信界十分关注的焦点。

20 世纪 90 年代以来, 以 IP 技术为基础的互联网由于其业务日益丰富, 使用简单, 得到了超出人们预料的飞跃发展。

下一步怎么办? 是把 IP 技术原封不动地引入下一代网络 (NGN), 是另辟蹊径, 还是吸收 100 多年来电话通信的技术和管理经验建立一个改进后的 IP 网? 目前看来, ITU-T、ETSI 吸收各方面意见, 提出了 NGN 版本 1, 它走的是后一条路。本书介绍的就是这样的 NGN。

本书共分 3 篇, 第一篇即第 1 章, 先介绍 IP 多媒体子系统 (IMS) 和 NGN 产生的背景, IMS 及其业务的基本概念, IMS 信令, IMS 特点, 最后讨论 NGN 的需求, 以及 NGN 的总体框架。

第二篇, 系统介绍 IMS 有关部分, 包括第 2~7 章, 先介绍 IMS 业务, 了解市场的需要, 接着对 IMS 有关的协议, 包括 SIP、RTP、RTCP、AAA 协议、安全性协议、H.248 协议、COPS 等进行了阐述, 然后详细叙述 SIP 注册和会话的概念与过程。第 7 章则对 IMS 的安全性进行了介绍。

第三篇, 介绍了 NGN 有关部分, 包括第 8~16 章。在明确 NGN 定义的基础上, 讨论 NGN 业务及能力, NGN 原理及参考模型, 然后介绍 NGN 与 IMS 的关系, 特别对 NGN 通用功能体系进行了详尽的叙述; 由于 NGN 要适应多种业务的融合, 第 11 章专门介绍了 NGN 融合框架 (CSF); 由现有网络向 NGN 的演进则在第 13、14 章进行了讨论; NGN 的 QoS 是一个十分重要的问题, 在第 12、16 章进行了专门讨论。

本书第 14 章关于 NGN 演进由山东移动总经理李秀川编写, 其余各章由毕厚杰编写。

本书可供通信、广播电视、计算机专业的高校本科生、研究生作教材, 也可供广大有关技术人员参考用。

本书在编写过程中得到南京大学研究生马国强、吴金勇、张晓蕾、李涛、邢艳芳、徐苏珊、张永光等同志的帮助, 作者引用了不少参考文献, 特向这些同志及有关作者一并致谢。

由于作者水平有限, 不当之处, 恳请广大读者批评指正, 以便再版时修正。

作 者

2006 年 8 月

目 录

第一篇 IMS 与 NGN 概述

第 1 章 什么是 IMS? 什么是 NGN?	3
1.1 概述	3
1.1.1 从蜂窝移动网说起	3
1.1.2 再说互联网 (Internet)	3
1.1.3 IMS 是什么?	4
1.2 IMS 的概念	4
1.2.1 IP 多媒体子系统的概念	4
1.2.2 IMS 业务的概念	5
1.2.3 用户身份的概念	6
1.3 IMS 信令的概念	7
1.3.1 UE 和 CSCF 之间的会话控制信令	7
1.3.2 在 Mw、Mm、Mg、Mi、Mj、Mk 上的会话控制信令	7
1.3.3 P-CSCF 的会话控制功能	7
1.3.4 I-CSCF	8
1.3.5 S-CSCF	8
1.4 多媒体资源功能 (MRF)	8
1.4.1 多媒体资源体系	8
1.4.2 MRFC	9
1.4.3 MRFP	9
1.4.4 MRF 与 AS 协同工作	9
1.4.5 安全的概念	9
1.4.6 付费的概念	9
1.5 IMS 框图	9
1.6 IMS 架构的特点	10
1.6.1 传统网络的垂直化架构	10
1.6.2 IMS 的水平化架构	11
1.7 NGN 的概念	11
1.7.1 对 NGN 的需求	11
1.7.2 NGN 的实现设想	14
参考文献	15

第二篇 IMS

第 2 章 IMS 业务	19
--------------------	----

2.1	通信市场的需求	19
2.1.1	通信市场的现状	19
2.1.2	个人用户的需求	20
2.1.3	企业的需求	20
2.1.4	运营商的需求	21
2.2	IMS 的业务能力	21
2.3	IMS 用户的业务体验	22
2.3.1	动态的多媒体会话控制	22
2.3.2	一次注册、融合的业务收费	23
2.4	IMS 的新业务	24
2.4.1	用户—用户业务	24
2.4.2	多用户业务	25
2.4.3	用户—服务器业务	26
2.4.4	IM-SSF 智能电话业务	27
2.5	结论	27
	参考文献	27
第 3 章	SIP 协议	28
3.1	SIP 概述	28
3.2	SIP 功能综述	28
3.3	用户位置和身份	29
3.3.1	SIP 和 SIPS URI	29
3.3.2	用户位置	29
3.4	SIP 实体	30
3.4.1	用户代理 (UA)	30
3.4.2	网络代理服务器 (Proxy)	30
3.4.3	分叉网络代理	31
3.4.4	再定向服务器	32
3.5	SIP 工作过程的描述	32
3.6	SIP 中的重要定义	37
3.7	SIP 消息格式	39
3.7.1	首行	39
3.7.2	SIP 消息格式	40
3.8	SIP 事务单元	41
3.9	SIP 对话	42
3.10	SIP 扩展	43
3.10.1	扩展协商机制	43
3.10.2	新的方法	43
3.10.3	呼叫者优先和用户代理的能力	43
3.10.4	临时响应的可靠性	45

3.10.5	前提	45
3.10.6	事件的通知	47
3.10.7	信令压缩	47
3.11	SDP 协议	50
3.11.1	SDP 的功能	50
3.11.2	SDP 消息的组成	50
3.11.3	SDP 消息格式	51
	参考文献	52
第 4 章	IMS 体系中的协议	53
4.1	RTP	53
4.1.1	RTP 分组头部构成 (RTP 包头格式)	53
4.1.2	RTP 封装	54
4.2	RTCP	55
4.2.1	RTCP 的功能	55
4.2.2	RTCP 的分组类型	55
4.2.3	SR 和 RR 分组格式	55
4.3	与 AAA 有关的协议	57
4.3.1	RADIUS (RFC 2058)	58
4.3.2	Diameter 协议	58
4.4	有关安全性的协议	63
4.4.1	HTTP 汇集 (Digest)	63
4.4.2	TLS (传送层安全协议, Transport Layer Security, RFC 2246)	64
4.4.3	IP Sec 协议	65
4.4.4	公开密钥基础设施 (PKI)	68
4.5	H.248 协议	69
4.5.1	H.248 的功能	69
4.5.2	连接模型与逻辑实体	70
4.5.3	命令 (Command)	70
4.5.4	描述符 (Descriptor)	71
4.5.5	事件 (Event) 和信号 (Signal)	72
4.5.6	协议的编码和传输	72
4.5.7	通信流程举例	72
4.6	COPS 协议	73
4.6.1	COPS 协议	74
4.6.2	外包模式	76
4.6.3	配置模式	77
	参考文献	77
第 5 章	SIP 中的注册与会话	78
5.1	SIP 注册的概念	78

5.2 建立一个 REGISTER 请求	78
5.2.1 加上捆绑	79
5.2.2 建立接触地址的抑消期	80
5.2.3 接触地址中的优先者	80
5.2.4 移去捆绑	80
5.2.5 取用捆绑	80
5.2.6 更新捆绑	80
5.2.7 发现一个注册器	80
5.3 对 REGISTER 请求的处理	81
5.4 对能力的查询	82
5.4.1 OPTIONS 请求的构建	82
5.4.2 对 OPTIONS 请求的处理	82
5.5 对话 (Dialogs)	83
5.5.1 产生一个对话	83
5.5.2 一个对话中的请求	84
5.5.3 一个对话的终止	85
5.6 启动一个会话	85
5.6.1 概述	85
5.6.2 UAC 处理	85
5.6.3 UAS 处理	86
5.7 修改一个已有的会话	86
5.8 终止一个会话	87
5.8.1 用一个 BYE 请求终止一个会话	87
5.8.2 对 BYE 的响应	87
参考文献	87
第 6 章 IMS 中注册与会话的建立	88
6.1 IMS 工作的先决条件	88
6.2 IP 接入网	89
6.3 P-CSCF 的发现	89
6.4 IMS 级的注册	91
6.4.1 注册的概念	91
6.4.2 ISIM 的 IMS 级注册	91
6.4.3 有 USIM 的 IMS 注册	96
6.4.4 reg (注册) 事件状态的订阅	99
6.5 IMS 会话的建立	102
6.5.1 IMS 终端送出一个 INVITE 请求	102
6.5.2 起始 P-CSCF 对 INVITE 请求的处理	107
6.5.3 起始 S-CSCF 对 INVITE 请求的处理	109
6.5.4 终结 I-CSCF 对 INVITE 请求的处理	111

6.5.5	终结 S-CSCF 对 INVITE 请求的处理	111
6.5.6	终结 P-CSCF 对 INVITE 请求的处理	113
6.5.7	被呼叫者终端对 INVITE 请求的处理	114
6.5.8	处理 183 (会话进展) 响应	116
6.5.9	呼叫者 IMS 终端对 183 响应的处理	117
6.5.10	被呼叫者 IMS 终端对 PRACK 请求的处理	118
6.5.11	叫醒该被呼叫者	119
	参考文献	121
第 7 章	IMS 中的安全技术	122
7.1	引言	122
7.2	接入安全	122
7.2.1	带有 ISIM 的鉴权和授权	122
7.2.2	安全联盟的建立	124
7.3	网络安全	125
	参考文献	125

第三篇 下一代网络

第 8 章	NGN 概述	129
8.1	引言	129
8.2	什么是 NGN?	129
8.2.1	定义	129
8.2.2	基本特性	129
8.2.3	研究领域	130
8.3	NGN 的标准化活动	130
8.3.1	ETSI TISPAN	131
8.3.2	ITU-T FGNGN	131
8.4	NGN 的技术术语	132
8.4.1	NGN 业务层和传送层	132
8.4.2	NGN 版本	132
8.4.3	传送层	133
8.4.4	移动性	134
8.4.5	业务与应用	134
8.4.6	功能方面	134
8.4.7	NGN 的演进	135
8.4.8	QoS	135
8.4.9	标识和位置	135
	参考文献	135
第 9 章	NGN 业务与能力	136
9.1	NGN 版本 1 的业务体系综述	136

9.1.1	业务层	136
9.1.2	传送层	137
9.1.3	用户档次功能	137
9.2	NGN 版本 1 的业务	138
9.2.1	多媒体业务	138
9.2.2	PSTN/ISDN 仿真 (Emulation) 业务	138
9.2.3	PSTN/ISDN 模拟 (Simulation) 业务	138
9.2.4	互联网接入	138
9.2.5	其他业务	139
9.3	NGN 版本 1 的能力	139
9.3.1	基本能力	139
9.3.2	业务支持能力	141
9.4	业务描述与使用	142
9.4.1	一般应用	142
9.4.2	商务应用	145
9.4.3	运用	145
	参考文献	146
第 10 章	NGN 体系	147
10.1	引言	147
10.2	NGN 原理及参考模型	147
10.3	NGN 体系概述	148
10.3.1	传送层功能概述	148
10.3.2	业务层功能概述	149
10.3.3	管理功能概述	150
10.3.4	终端用户功能	150
10.4	NGN 中的 IMS	150
10.4.1	IMS 体系	150
10.4.2	IMS 中 SIP 和 SDP 的使用	153
10.4.3	NGN 中应用 IMS 必须考虑的问题	154
10.5	NGN 中 IMS 的扩展	154
10.5.1	对 IMS 及其扩展的要求	154
10.5.2	IMS 与 NGN 之间的关系	154
10.5.3	IMS 外部参考点	155
10.6	NGN 功能体系中有关 IMS 的规定	156
10.7	NGN 通用功能体系	156
10.7.1	什么是 NGN 功能实体 (FE)	158
10.7.2	传送处理的 FE	158
10.7.3	传送控制 FE	159
10.7.4	业务层控制功能	161

10.7.5 应用/业务支持功能 (AS)	164
10.8 NGN 的传送和业务层的配置	165
10.8.1 IP 多媒体业务分量	166
10.8.2 PSTN/ISDN 仿真业务分量	166
10.8.3 流业务分量	167
10.8.4 其他业务分量	167
10.8.5 接入网络配置	167
10.9 安全性考虑	167
参考文献	167
第 11 章 NGN 的融合业务框架 (CSF)	168
11.1 引言	168
11.2 CSF 的高级需求	168
11.3 基于 CSF 的 NGN 功能体系 (FRA)	169
11.3.1 CSF 与 NGN 体系的组合	169
11.3.2 与 CSF 有关的 FRA 功能实体的功能描述	171
11.3.3 融合业务的分类	171
11.4 融合业务举例	172
11.4.1 采用单一配置的融合业务	172
11.4.2 多个配置的融合业务	174
11.4.3 多个配置和其他网络的融合业务	176
11.5 对 CSF 功能单元的进一步描述	178
11.5.1 融合协调功能单元 (CC-FE)	178
11.5.2 网络支持功能单元 (NS-FE)	178
11.5.3 边缘支持功能实体 (ES-FE)	178
11.5.4 客户机支持功能实体 (CLS-FE)	178
11.5.5 CSF 功能单元与逻辑接口	179
11.5.6 CSF 策略机制	180
参考文献	180
第 12 章 NGN 的端到端 QoS 控制	181
12.1 为什么 NGN 要强调端到端 QoS 控制	181
12.2 端到端 QoS 控制参考模型 (OPML)	181
12.3 NGN 端到端 QoS 控制体系的实现	182
参考文献	185
第 13 章 PSTN/ISDN 仿真系统	186
13.1 引言	186
13.2 基于呼叫服务器的 PIE 功能体系	186
13.2.1 功能体系	186
13.2.2 功能实体描述	187
13.2.3 呼叫服务器功能实体与 NGN 之间的对应	188

13.3 基于 IMS 的 PIE 功能体系	189
13.3.1 综述	189
13.3.2 IMS-PES 功能实体描述	189
参考文献	190
第 14 章 PSTN/ISDN 向 NGN 的演进	191
14.1 引言	191
14.2 演进到 NGN 需要考虑的问题	191
14.2.1 传送	191
14.2.2 信令和控制	191
14.2.3 管理	192
14.2.4 业务	192
14.2.5 号码与地址	192
14.2.6 计费, 付费	192
14.3 核心网的演进方案	192
14.3.1 核心网的演进 (基于呼叫服务器)	193
14.3.2 核心网的演进 (基于 IMS)	197
14.4 xDSL 接入网的演进方案	197
14.5 信令和控制的演进方案	198
14.6 管理的演进	199
14.7 业务的演进方案	199
参考文献	201
第 15 章 NGN 性能及其测试和管理	202
15.1 引言	202
15.2 流量性能属性	202
15.2.1 时间刻度 (时标)	202
15.2.2 平均时延	202
15.2.3 时延偏差	203
15.2.4 分组丢失率 (丢包率)	203
15.2.5 途径的不可用性 (无效性)	203
15.3 有源性能的测试	203
15.3.1 有源的调查包	203
15.3.2 平均时延	204
15.3.3 时延偏差	204
15.3.4 包的丢失	204
15.3.5 路径不可用性	205
15.4 测试网络模型	205
15.4.1 边缘—边缘 (Edge-Edge) 模型	205
15.4.2 位置—位置 (Sit-Sit) 模型	206
15.4.3 终端—终端 (TE-TE) 模型	206

15.5 性能测试的管理体系	206
15.5.1 人工模型	207
15.5.2 涉及 NMS 的模型	207
15.6 NMS 分级性考虑	209
15.7 性能报告系统 (PRS) 之间的通信	209
15.8 测试的安全需求	211
15.8.1 X.805	211
15.8.2 域间网络提供商信息传送	211
15.9 无源测试	212
15.9.1 目的	212
15.9.2 基于 OAM 的测试	213
15.9.3 有源和无源测试的比较	214
附录 网络性能用途和测试综合表	215
参考文献	216
第 16 章 NGN 中的 QoS 动态控制方法	217
16.1 引言	217
16.2 网络引起 QoS 问题的原因	217
16.3 对网络 QoS 所需的有效带宽	218
16.4 NGN 中 QoS 的保证	219
16.4.1 网络资源预测机制	219
16.4.2 学习的机制	219
16.4.3 一种预测、仿真和学习模型	219
参考文献	220

第一篇 IMS 与 NGN 概述

第1章 什么是IMS? 什么是NGN?

1.1 概述

1.1.1 从蜂窝移动网说起

经过近半个世纪的历程,移动通信特别是在其采用了蜂窝网技术后,获得了很快的发展。截止到2005年12月底,我国移动电话用户合计3.93亿户,固定电话用户合计3.5亿户,全国以13亿人口计,移动电话普及率达到30部/百人,而固定电话普及率则为27部/百人,移动电话的用户数和普及率均已超过固定电话。

为什么移动网(以下蜂窝移动网都简称为移动网)发展这么快?无非是它提供的“无处不在”的移动电话业务满足了人们的需要。这种由于经济发展使人的空间流动性加快带来对“无处不在”业务的迫切需求,大大地方便了用户。

当然,通信事业的发展,离不开市场与技术,但从移动网的迅速发展可以得到一个结论:通信业的发展,“业务驱动”是主要的,“技术驱动”是第二位的。技术的创新性、复杂性首先应满足人们对业务的需求。离开业务的需求,空谈技术的“高级”、“复杂”、“创新”只能使通信业的发展停滞、失败,最后该项技术也无法发展、无法推广应用。大量历史经验已证明了这一点。B-ISDN、ATM等技术之所以不能发展,也在于它们违背了这一规律。必须着重指出,这里的业务不是人们凭空想象出来的,而是实实在在的人们在经济社会活动中的迫切需求,使人们切身认可的业务体验。

现在都在讨论3G的发展。3G能提供2Mbit/s的带宽,可以初步满足多媒体业务的需求。应该指出,对于目前的3G,虽然其带宽比2G的10kbit/s左右是宽多了,但为了满足实时视频传输的需求还是不够的,于是人们又在研发4G,但离商用还需不少年。值得重视的是,不论3G还是4G,要提供大量的多媒体业务,目前还差得多,因为人们不仅是需要空间上“无处不在”,而且也需要在时间上“随时可用”的业务,也就是说人们需要的是时间、空间上没有限制的个性化的多媒体业务。这就不仅仅是增加带宽的问题。因此,开发下一代通信网络(NGN),寻求新的业务体系已是十分迫切的任务了。

1.1.2 再说互联网(Internet)

20世纪90年代以来,互联网发展极快,这十几年来,由于其采用的IP技术具有业务灵活、使用方便、价格低廉等一系列优点,其发展速度之快、覆盖范围之广超出了人们的预料。近十年来,IP技术已相当深入地进入了通信领域,有人惊呼计算机技术正在侵入通信技术,有人认为通信技术正在发生百年以来的第一次巨变。总之,互联网技术正在使通信网技术发生革命性的变化,这已是无可争辩的事实。

互联网为什么发展这么快,为什么能迅速覆盖全球?无非是它能提供大量的人们所需要

的业务，例如 Web 浏览、聊天、E-mail、IP 电话，而且使用方便、价格低廉。

当 IP 技术应用于商用的通信领域时，人们一方面感受了其灵活、方便、便宜等优越性，另一方面又深感急需解决的一系列问题：因为互联网是一个资源共享，又缺乏有效管理的网络，于是如何保证通信的业务质量（QoS），如何实施有效的网络管理（鉴权、授权、计费）（即 AAA）问题，如何确保网络的安全性等，也就是说，需要充分利用 IP 技术的优越性，又要利用百年来通信网有效的管理经验。因而，所谓的 NGN，应该把 IP 技术与通信网络的管理经验技术相结合，走出一条通信发展的新的光明大道。

1.1.3 IMS 是什么？

根据上面所述，人们需要把移动网与互联网技术相结合，使新的网络体系能提供端到端的大量多媒体业务，还要确保 QoS、安全性、以及实现 AAA 等。最近几年，3GPP 和 3GPP2 提出了一种所谓 IMS（IP Multimedia Subsystem）的新的网络和业务体系。

如果 IMS 能把移动网和互联网有效地结合，则既能向人们提供大量多媒体业务，提供无处不在的多媒体业务，又能对通信网络实施有效的管理。应该说，这对广大用户而言，是一个十分吸引人的网络体系。

如果 IMS 能充分利用现有网络资源，在此基础上，基本上实行软件升级予以实现，则将使电信运营商节约大量基建投资，保护已有投资，又能因开拓了大量新业务而显著增加业务收入，这对运营商是很有吸引力的。

由于 IMS 主要应用于无线领域，为了构建一个无线和有线融合的统一网络，IMS 还必须在体系上、管理上、公用数据库上作进一步扩展。

由于 IMS 与下一代网络有不少共同点，因此，可以把 IMS 看成是 NGN 的一个基础。从 IMS 开始边实践、边改进，使之逐步发展成一个较完整较成熟的以至商用化的 NGN，这是一条比较切实可行的途径。

现在 ITU-T、ETSI、3GPP 等都在为此制定有关标准，美、德、日、法等国正在开发有关产品。

1.2 IMS 的概念^[1, 2]

1.2.1 IP 多媒体子系统的概念

IMS 的全称为 IP 多媒体核心网子系统，简称为 IP 多媒体子系统（IMS，IP Multimedia Subsystem）。用来提供端一端多媒体通信业务。

IMS 包括与信令和承载有关的网络功能单元。

IMS 业务是在分组交换域（PS，Packet Switching）中通过 IETF 定义的会话控制能力和多媒体承载流实现的。

为了获得与接入网无关的接入的独立性，为了保持经过互联网与有线终端的互通，IMS 采用了 IETF “互联网标准”，主要选用了会话初始化协议（SIP，Session Initial Protocol）。各个网络单元之间的接口尽可能与 IETF “互联网标准”相一致。

IMS 应为移动用户提供融合的话音、视频、消息、数据和基于 Web 技术的业务。