



现代IP技术丛书

MODERN IP TECHNOLOGY

VoIP 技术分析 与系统设计

张登银 孙精科 等 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

现代 IP 技术丛书

VoIP 技术与系统设计

张登银 孙精科 等编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

VoIP 技术分析与系统设计/张登银, 孙精科编著. —北京: 人民邮电出版社, 2003.5

(现代 IP 技术丛书)

ISBN 7-115-11052-2

I.V... II.①张... ②孙... III.计算机网络—语音数据处理 IV.TN912.34

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 018315 号

内 容 提 要

本书介绍了 VoIP 的通信原理、基本技术、系统设计和具体应用。全书共分 12 章, 内容涉及了 VoIP 技术的历史与现状、TCP/IP、Internet、IP 网络技术、VoIP 通信原理、VoIP 技术基础、VoIP 相关标准以及 VoIP 系统分析和设计。为使本书有较强的实用性, 本书还介绍了当前主要电信设备与计算机网络供应商生产的 VoIP 设备和性能、IP Phone 软件的安装和使用、VoIP 系统建设实例、各种 VoIP 系统解决方案和主要应用。

本书可供从事计算机网络和多媒体通信工作的科技人员、大专院校计算机与通信专业的师生及其他感兴趣的人员阅读。

现代 IP 技术丛书

VoIP 技术分析与系统设计

◆ 编 著 张登银 孙精科 等
责任编辑 杨 凌

◆ 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>
读者热线 010-67129258
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 28.75
字数: 699 千字 2003 年 5 月第 1 版
印数: 1-4 000 册 2003 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11052-2/TN · 2021

定价: 48.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

前 言

VoIP 是指利用 IP 网络传送语音的技术, 也称网络电话或 IP 电话。在计算机多媒体化和 Internet 技术的推动下, VoIP 技术诞生虽然时间很短, 但发展潜力非常可观, 经过 PC-to-PC、PC-to-Phone、Phone-to-Phone 这几个发展阶段, 现已走向市场。借助于连接 PSTN 和 Internet 的网关, 普通电话用户也能享受到 VoIP 带来的廉价服务。随着网络宽带化进程的发展以及 RTP、RTCP、RSVP 和 IPv6 等分组通信控制协议的引入, VoIP 话音质量已经可以和市内电话相媲美。

目前, VoIP 设备正从基于 PC 的初级产品发展为大规模、高可靠性、高性能的电信级网络运营设备。在技术上, 综合现有的电话网信令技术, 可以将语音、数据、传真以及多媒体等功能融合到一个统一的网络之中。IP 电话在降低网络基础设施成本的同时, 为用户提供了极其丰富的新业务功能。

VoIP 是电话网与数据网以及有线电视网相互融合、共同发展的一种新兴技术, 涉及通信、计算机、网络管理等学科, 出现了许多新的概念、术语、系统分析和描述方法, 广大工程技术人员需要掌握和了解这些相关的技术知识, 才能更好地从事系统建设、网络管理和维护工作。

本书系统地介绍了有关 VoIP 的基本原理和技术知识。全书可分为 3 部分。第 1 部分为基础知识, 包括第 1~4 章。第 1 章介绍 VoIP 技术的发展和现状; 第 2 章介绍 TCP/IP 的历史、组成及各层的功能; 第 3 章介绍 Internet 的资源、诊断工具以及 Internet 的漫游和推送技术; 第 4 章介绍 IP 与现有网络的互联、IP 与现有网络技术的融合以及 IP 交换技术。第 2 部分为 VoIP 通信原理和基本技术, 包括第 5~7 章。第 5 章介绍 VoIP 通信原理、体系结构、系统组成以及基本业务; 第 6 章介绍语音处理技术、计算机电话集成 (CTI) 技术、QoS 保证技术、IP 电话网络管理等 VoIP 技术基础; 第 7 章介绍 VoIP 相关组织及标准、H.323 通信协议栈、会话启动协议 (SIP) 和资源预留协议 (RSVP)。第 3 部分为系统分析、设计及应用解决方案, 包括第 8~12 章。第 8 章介绍 VoIP 系统市场和工程经济分析; 第 9 章介绍 VoIP 系统设计技术分析; 第 10 章介绍 VoIP 系统设计建设实例; 第 11 章介绍 VoIP 应用解决方案及相关产品, 包括面向个人用户、企业用户和网络运营商 3 大类型; 第 12 章介绍 XoIP 热点应用, 包括 VoIP 相关服务、电子商务、虚拟专用网 (VPN)、IP PBX 和 Web 呼叫中心等。

本书第 8、9、10 章以及第 12 章的 4、5 两节由江苏省邮电规划设计院孙精科编写, 张登银编写了其余部分并负责全书统编。本书是作者从事教学、科研、电信企业新技术培训、工程设计和建设等工作的总结, 参考了国内外 VoIP 领域的最新资料。本书能得以顺利完成, 首先要感谢张小英、肖捷、张小莉和王鹏, 他们为本书做了大量工作; 还要感谢王汝传教授, 在百忙中对全书进行了审阅。最后, 要感谢全国计算机继续教育学会主任张凤祥教授对本书

的关心以及所做的大量工作。此外，本书在编写过程中，得到郑宝玉、梅杓春、王绍棣、居梯、沈金龙、余兆明、孙力娟和曾鹏等同志的支持和关心，并借鉴了同行的一些研究成果，在此也一并致以感谢。由于水平有限，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

作 者

2002 年 11 月于南京

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 VoIP 的产生背景	1
1.1.1 VoIP 技术	1
1.1.2 VoIP 业务	3
1.2 VoIP 的发展动力	4
1.2.1 VoIP 物美价廉	4
1.2.2 VoIP 后来居上	5
1.3 VoIP 技术现状	5
1.3.1 现存问题	6
1.3.2 发展前景	8
第 2 章 TCP/IP	9
2.1 TCP/IP 的历史	9
2.2 TCP/IP 的组成和功能	10
2.2.1 ISO/OSI 的七层模型	10
2.2.2 TCP/IP 的分层与功能	13
2.2.3 TCP/IP 与 X.25 的比较	14
2.3 IP 地址	15
2.3.1 IP 地址结构	16
2.3.2 IP 地址分类	17
2.3.3 IP 地址的标识	18
2.4 IP 域名	18
2.4.1 Internet 域名组成	19
2.4.2 IP 域名解析	19
2.5 IP 协议簇	20
2.5.1 网络层	21
2.5.2 传输层	24
2.5.3 应用层	26
2.6 IP 协议簇的内部关系	29
2.6.1 网络接口层	30
2.6.2 地址解析协议 (ARP/RARP)	30
2.6.3 IP 层	30
2.6.4 TCP 和 UDP	31
2.6.5 应用层	31

第 3 章 Internet	33
3.1 Internet 资源	33
3.1.1 E-mail	33
3.1.2 FTP	34
3.1.3 在线服务	34
3.1.4 IRC	34
3.1.5 News	35
3.1.6 WWW	35
3.1.7 Gopher	36
3.1.8 BBS	36
3.2 Internet 诊断工具	36
3.2.1 Ping	36
3.2.2 TRACERT	36
3.2.3 NSLOOKUP	37
3.2.4 IPCONFIG	37
3.2.5 NETSTAT	37
3.2.6 ARP	37
3.3 Internet 应用	37
3.3.1 商业应用	38
3.3.2 广告	38
3.3.3 通信	38
3.3.4 教育与科研	39
3.3.5 娱乐	39
3.4 Internet 的访问产品	39
3.4.1 WinGopher Complete	39
3.4.2 Pronto	40
3.4.3 Internet Anywhere	40
3.4.4 NetCruiser	41
3.4.5 Internet Chameleon	42
3.4.6 Internet-In-a-Box	43
3.5 Internet 漫游	43
3.5.1 现有的漫游技术	43
3.5.2 漫游网络参考模型	45
3.5.3 网络漫游方式	46
3.5.4 虚拟本地环境 (VHE)	49
3.5.5 QoS 问题	50
3.5.6 漫游发展趋势	50
3.6 Internet 信息推送技术	51

3.6.1 信息推送技术的发展	51
3.6.2 “信息推送”对 Internet 的影响	52
3.6.3 推送技术的分类	52
3.6.4 推送技术的工作原理	53
3.7 Internet 数据安全性	54
第 4 章 IP 网络技术	55
4.1 IP 传输技术	55
4.1.1 IPOA	56
4.1.2 MPOA	59
4.1.3 IP over SDH/WDM	61
4.1.4 光互连网络	64
4.2 IP 接入技术	67
4.2.1 高速 Modem 接入	68
4.2.2 ISDN 技术	68
4.2.3 ADSL 技术	70
4.2.4 Cable Modem 技术	71
4.2.5 固定无线接入	73
4.2.6 移动无线接入	74
4.2.7 小结	75
4.3 IP 交换技术	76
4.3.1 IP 交换技术的产生	76
4.3.2 IP 交换的分类	77
4.3.3 流驱动 IP 交换	78
4.3.4 基于 NHRP 的 IP 交换	80
4.3.5 拓扑驱动的 IP 交换	81
4.3.6 ARIS 与 Tag 交换比较	82
4.3.7 流驱动与拓扑驱动的 IP 交换技术的比较	83
4.3.8 IP 交换系统	84
4.4 IP 网与现有网络互连	87
4.4.1 IP 网与 CHINANET	87
4.4.2 IP 网与 CHINFO	88
4.4.3 IP 网与 ATM	88
4.4.4 IP 网与 SDH	90
4.4.5 IP 网与帧中继	91
4.4.6 IP 网与 X.25	92
4.4.7 IP 网与 CATV	93
4.4.8 IP 网与其他网络	93
4.4.9 小结	95

第 5 章 VoIP 通信原理	96
5.1 VoIP 通信原理	96
5.1.1 VoIP 通信概述	96
5.1.2 分组交换原理	97
5.1.3 VoIP 实现方法	98
5.2 IP 电话与传统电话的比较	100
5.2.1 工作方式比较	100
5.2.2 电路交换原理	101
5.2.3 交换方式比较	102
5.2.4 关键技术比较	103
5.2.5 小结	105
5.3 VoIP 体系结构	106
5.3.1 通信过程	106
5.3.2 互连互通	108
5.3.3 网络协议	112
5.3.4 体系结构	114
5.4 VoIP 系统组成	119
5.4.1 基本组成	119
5.4.2 终端	121
5.4.3 网关	125
5.4.4 网守 (GateKeeper)	129
5.4.5 服务器	133
5.5 VoIP 的基本业务	134
5.5.1 IP 电话业务流程	134
5.5.2 IP 电话的业务类型	137
5.5.3 业务交换	140
5.5.4 主要应用	142
第 6 章 VoIP 技术基础	144
6.1 语音处理技术	144
6.1.1 语音质量	144
6.1.2 语音处理	153
6.1.3 语音编码	166
6.2 计算机电话集成技术	177
6.2.1 CTI 的由来	177
6.2.2 CTI 基本概念	178
6.2.3 CTI 集成技术	179
6.2.4 CTI 的应用	181

6.2.5	CTI 在中国	182
6.3	QoS 保证技术	183
6.3.1	QoS 体系结构	183
6.3.2	QoS 基本技术	186
6.3.3	业务模型	188
6.3.4	QoS 发展趋势	191
6.4	IP 电话网络管理	192
6.4.1	计费与客户管理	192
6.4.2	计费与结算方式	194
6.4.3	网络管理	195
6.4.4	管理规则	196
6.5	IP 电话系统构造实例	197
6.5.1	系统架构	197
6.5.2	系统实现	198
6.5.3	软件描述	200
第 7 章	VoIP 技术标准	203
7.1	VoIP 相关组织和协议	203
7.1.1	VoIP 相关组织	203
7.1.2	VoIP 相关协议	207
7.2	H.323 通信协议栈	208
7.2.1	H.323 标准概况	208
7.2.2	H.323 协议栈	211
7.2.3	H.323 呼叫建立	214
7.3	初始会话协议	233
7.3.1	SIP 机制	233
7.3.2	SIP 高级服务	243
7.3.3	SIP 安全机制	251
7.3.4	SIP 与 H.323 的比较	253
7.4	媒体网关到媒体控制器协议	256
7.4.1	MGCP 需求概述	257
7.4.2	MGCP 机制	262
7.4.3	MGCP 呼叫流程	265
7.5	资源预留协议	275
7.5.1	RSVP 概况	275
7.5.2	RSVP 机制	276
7.5.3	RSVP 提供的服务	282
第 8 章	VoIP 系统市场与经济分析	285

8.1	VoIP 系统市场分析	285
8.1.1	国际市场分析	286
8.1.2	国内市场分析	286
8.1.3	运营商市场策略	288
8.2	VoIP 系统经济分析	290
8.2.1	基础数据测算	290
8.2.2	财务评价	292
8.2.3	不确定性分析	298
8.2.4	项目的后评价	299
第 9 章	VoIP 网络技术分析	300
9.1	系统概述	300
9.1.1	业务预测	300
9.1.2	技术标准	301
9.1.3	QoS	302
9.2	VoIP 系统组成	303
9.2.1	VoIP 网络结构	303
9.2.2	协议	310
9.2.3	信令	312
9.3	业务类型的选择	316
9.3.1	业务类型的分类	316
9.3.2	业务的实现	316
9.3.3	VoIP 业务 IVR 的流程	319
9.3.4	IP 电话提供的增值业务	326
9.4	网络组织方案	331
9.4.1	VoIP 系统建设原则	331
9.4.2	网络容量估算	331
9.4.3	承载网组织方案	333
9.4.4	网关设置方式	333
9.4.5	多厂家网关互通方案	336
9.5	网络支持系统建设方案	337
9.5.1	计费系统的方案	337
9.5.2	认证/计费系统容量设计	339
9.5.3	网管系统建设方案	340
9.5.4	业务管理	341
9.5.5	VoIP 网络的系统安全	341
第 10 章	IP 电话系统建设实例	344
10.1	概述	344

10.1.1 背景分析	344
10.1.2 依据及研究范围	345
10.1.3 投资的必要性及可行性	345
10.2 系统建设方案	346
10.2.1 业务预测	346
10.2.2 网络方案	348
10.3 投资估算	352
10.4 项目实施安排	353
10.4.1 实施步骤	353
10.4.2 工作界面	354
10.4.3 机房安装环境	357
10.4.4 测试及验收	358
10.5 经济评价	360
第 11 章 应用解决方案及相关产品	370
11.1 个人用户解决方案及产品	370
11.1.1 解决方案	370
11.1.2 终端软件	371
11.1.3 安装使用——IP Phone	373
11.2 企业用户解决方案及产品	381
11.2.1 解决方案	382
11.2.2 网关产品	387
11.2.3 产品实例——中兴 ZXIP10-TG IP	390
11.3 运营商解决方案及产品	394
11.3.1 VoIP 公众网方案	394
11.3.2 产品实例——华为 Quidway A8010 VoIP	395
11.4 中国电信 IP 电话实验网	403
11.4.1 网络结构	403
11.4.2 网络设备	403
11.4.3 网络业务	405
第 12 章 XoIP 技术展望	407
12.1 VoIP 相关服务	407
12.1.1 IP 传真 (FoIP)	407
12.1.2 IP 寻呼	410
12.1.3 IP 电视电话	412
12.1.4 IP 电话漫游	413
12.2 IP 电子商务	414
12.2.1 业务特点	414

12.2.2 系统框架	415
12.2.3 安全机制	417
12.3 IP 虚拟专用网	419
12.3.1 VPN over IN	420
12.3.2 VPN over IP	421
12.3.3 IP 虚拟专用网解决方案	424
12.4 IP PBX	428
12.5 软交换	430
12.6 Web 呼叫中心	431
附录 缩略语	435
参考文献	446

第 1 章 绪 论

VoIP (Voice over IP) 俗称 IP 电话 (Internet Protocol Phone), 是利用 IP 网络实现语音通信的一种先进通信手段, 是基于 IP 网络的语音传输技术。它利用电话网关服务器之类的设备将电话语音数字化, 将数据压缩后打包成数据包, 通过 IP 网络传输到目的地; 目的地收到这一串数据包后, 将数据重组, 解压缩后再还原成声音。这样, 网络两端的人就可以听到对方的声音。

本章首先从技术和业务两个方面回顾 VoIP 的产生背景, 然后简要分析 IP 电话迅速发展的动力, 并讨论 IP 电话发展存在的问题及其发展前景。

1.1 VoIP 的产生背景

Internet 主要是用来传输资料的, 它四通八达、无所不在, 并具有免费传输信息的特点, 因此很多用户和公司在使用过程中都千方百计想使它发挥更大潜力, 比如利用它打长途电话。在市场需求和技术进步的推动下, VoIP 技术应运而生。

众所周知, 基于交换机采用电路交换的公众电话交换网 (PSTN, Public Switched Telephone Network) 最初是为传输语音设计的, 而基于路由器采用分组交换的 IP 网 (Internet/Intranet/Extranet 等) 则是为传输数据设计的, 因此, 通过电话网打电话自然是最理想的方式, 语音质量能得到可靠保证。但是, 在电话网上打电话, 尤其是打国际长途电话, 其通话费用极高, 为此, 数据网络专家们考虑能否利用 Internet 廉价的上网费用和全世界无处不通的特点来传输语音。这种设想一旦实现, 国际长途的费用将有可能降低到传统电话网上电话费用的 1/10~1/5, 前景非常诱人。

VoIP 技术从 1995 年开始出现到现在, 时间虽然不长, 但发展却非常迅速。最初, 要想通过 Internet 打电话, 通话双方都必须拥有一台联网的多媒体 PC 和必需的软、硬件; 而今天, 人们已经可以利用家里或办公室内普通的电话机享受到 IP 电话带来的廉价的语音通信服务。

1.1.1 VoIP 技术

1. IP 电话的诞生

1995 年初, 以色列的 VocalTec 公司推出了客户端 IP 电话软件——“Internet Phone”, IP 电话从此以耀眼的光彩粉墨登场。尽管 VocalTec 一开始没有能够很好地诠释在 IP 上传送语

音的概念，但它无疑是第一个成功地使 IP 电话商用化并将其推向市场的公司。

Internet Phone 客户软件实现了 PC 到 PC 的语音通信，它标志着 IP 电话的诞生。但是在使用 Internet Phone 之类的软件时，用户的多媒体 PC 必须先与其 ISP 建立连接，登录到 Internet，然后运行 Internet Phone 客户软件，并搜寻网上使用同样软件的其他用户，找到想要通话的目标后才可通过 Internet 打电话给另一位 PC 用户。对于商业应用来说，这样的 IP 电话显然是不能满足需求的。1996 年底，VocalTec 公司和 Dialogic 公司合作推出了连接 Internet 和 PSTN 两个网络的 IP 电话网关，解决了 IP 电话仅限于 PC 之间使用的问题，使得 PC-to-Phone、Phone-to-PC 和 Phone-to-Phone 通过 Internet 打电话能够成为现实，至此 IP 电话开始进入商业化应用阶段。

纵观 IP 电话的发展，从技术角度来看，迄今为止大致可以划分为以下 3 个阶段：

- (1) 使用 PC 多媒体计算机作为通话终端；
- (2) 基于网关，使用普通电话机作为通话终端；
- (3) 在不同 IP 电话产品之间实现互联互通。

2. PC 到 PC 的通话

IP 电话一开始是用于在 PC 和 PC 终端之间进行通话，使用环境则是先在局域网内而后扩展到广域网。最初，VocalTec 的产品只允许在一个局域网上的两台 PC 相互交谈，但后来发现在广域网上其需求量更大，因此开发出在 Internet 上使用的产品。

使用 Internet Phone 这类客户软件，用户就可以通过现有的多媒体 PC 在 Internet 上向另一个拥有多媒体 PC 的用户呼叫。如前所述，要完成一次呼叫，用户首先要和其 ISP 连通，然后打开 Internet Phone 客户软件，查看在线用户的列表，选择好被叫用户后才可以开始通话。

除了 VocalTec 的 Internet Phone 以外，还有近 50 家公司都推出了类似的客户端 IP 电话软件，比较著名的有微软的 NetMeeting、IDT 的 Net2Phone、NetSpeak 的 WebPhone 和英特尔的 Internet Video Phone 等软件产品。

虽然 Internet Phone 等软件使 IP 电话有了突破性的进展，但它们同样存在着种种不足。比如，由于大多数的用户，尤其是家庭用户，一般通过拨号上网，没有永久性 IP 地址，每次当他们登录到网上时都是被动地分配一个 IP 地址，这就使得寻址发生困难。另外，要进行 PC 到 PC 的通话，两台机器必须都在网上并且都使用 IP 电话软件，这意味着在呼叫之前双方必须预先约定好。再者，这些软件的早期版本只支持半双工传输，虽然以后的版本开始支持全双工通话，但语音质量还是远远不能令人满意。

目前，IP 电话应用遇到的最大难题还在于：不同的 IP 电话软件之间尚不能实现互通，这就意味着你在和你的朋友或亲属通话时，必须使用同样的软件产品。

要想克服这些缺点，将 IP 电话技术纳入商业主流，厂商们已经认识到他们必须利用现有的公众电话交换网（PSTN），并与电信运营公司展开合作。

3. 网关的出现

为了克服只能在 PC 与 PC 之间打 IP 电话的缺点，1996 年 IP 电话公司开始开发一种被称为网关（Gateway）的产品。有了网关，用户就不再必须具备一台多媒体 PC，而只要通过已有的普通电话机就可以通过 Internet 发起电话呼叫。

网关的一边是 PSTN，另一边是 Internet。网关实现了 IP 电话在 PSTN 和 Internet 之间的互通。如果是通过电话到 PC 的方式通话，电话信号先通过 PSTN 传输到达网关。如果电话信

号是模拟的, 网关先将它数字化, 再将其压缩、打包, 然后网关直接将呼叫通过 Internet 发送到目的地的 PC 上。

在电话到电话的通话方式中, 呼叫首先通过 PSTN 传输到网关; 信号经过网关转换后, 送到 Internet 上传输并到达距离被叫方最近的一个网关; 网关再将恢复后的信号通过 PSTN 传送到被叫电话机上。传统的语音呼叫需要 64kbit/s 的带宽, 而 IP 电话通过信号压缩只需使用 8~12kbit/s 的带宽。

网关是配置有网卡、语音接口电路及相关软件的一台计算机, 系统可运行在各种软件平台之上, 但对大多数厂商而言, 目前一般都是使用 Windows NT 操作系统。VocalTec 和 Clarent 使用的都是微软的 Windows NT 操作系统。在硬件上, VocalTec 使用 Dialogic 制造的语音处理板, 而 Clarent 则使用 Natural Microsystems 的电路板。其他的 IP 电话网关厂商还有 Micom、Nuera 等。Micom 公司的 VoIP 电话/传真网关可运行在使用 DOS、Windows 95 或 NetWare 这些操作系统的服务器或桌面 PC 之上; Nuera 通信公司的 Access lus F200ip 网关, 则在一台设备中同时实现了 IP 和帧中继两种方式。

4. 实现产品的互操作性

现在已有大量的 IP 电话产品进入市场。对厂商而言, 下一个挑战就是要实现不同产品之间的互操作性。互操作性是 IP 电话市场能否快速增长、技术能否成为真正商业应用的一个关键。

1996 年初, 一批涉足 IP 电话产品的公司创建了 IP 传输语音论坛, 简称 VoIP。该组织的任务是定义能够使所有 IP 电话产品共同遵从的统一标准。它们已决定将国际电联 (ITU, International Telecommunications Union) 的 H.323 标准 (基于数据包的多媒体通信系统) 作为 IP 电话的技术标准。

1.1.2 VoIP 业务

随着 VoIP 技术的发展, 逐渐出现了一种新的业务提供商, 即 VoIP 业务提供商 (ITSP, Internet Telephone Services Provider)。这些 ITSP 主要来自 ISP、电信公司甚至是有线电视公司。

1997 年 8 月, VocalTec 公司宣布了 “NextGen 电话” 计划, 即和几个 ITSP 达成了市场合作协议, 这些业务商包括 Delta Three、Biztuans Technology、PacificNet、NetTel、Halidon 和 Access Power。VocalTec 的这个计划允许 PC 用户使用 Internet Phone 5 (VocalTec 公司开发的客户端 IP 电话软件的最新版本) 拨号到这些 ITSP, 并利用其网关连接到一台普通的电话机。这一业务已在全世界很多地方开始提供, 包括中国香港、伦敦、巴黎、莫斯科、东京、北京及美国的一些主要城市。尽管这个计划使用 VocalTec 的软件和网关, 并专门面向 PC 到 Phone 的连接, 不过各 ITSP 也可以单独提供电话机到电话机的业务, 他们甚至还可以使用其他厂商生产的网关, 但互操作性问题还没有完全解决。

1997 年 7 月, 提供 Internet 上长途电话业务的 Global Exchange Carrier 公司和 11 个 ISP 宣布要建立一个全球的网络, 提供 IP 电话业务。这个网络覆盖很多个国家, 包括美国、英国、瑞士、德国、澳大利亚、新西兰、日本、韩国和以色列。

同样, 1997 年 7 月, ITXC (IP 电话交换运营公司) 成立, 它的目标是为 ITSP 提供服务。AT&T 和 VocalTec 均打算支持这一尝试性行动。ITXC 将建立自己的 Internet, 允许 IP 电话网

关通过专线与它连接。来自网关的语音信号经过打包并通过 ITXC 的 IP 网络发送到距离被叫方最近的一个网关。由于语音业务在 ITXC 的专用 IP 网络上传输（该 IP 网络将专门用于传送 IP 语音业务），而不是在公共的 Internet 上传输，所以语音信号质量得到了明显改善。

虽然就通话质量而言，IP 电话与传统电话之间尚有一段距离，而且 IP 电话业务目前利润也较低，但仍有众多的公司不断投入，因为 IP 电话的传输成本对一般消费者和中小企业来讲具有相当大的吸引力。目前 IP 电话的传输成本平均比传统电话低 60%~70%，其每分钟的价格仅为 0.07 美元。凭借其低廉的成本和宽带化传输，IP 电话已经成为传统电话的主要竞争对手。IP 电话现在已经脱离了局限于 PC 基本配备的限制，不仅可以实现 PC 到 PC，而且还可以实现 PC 到 Phone，甚至 Phone 到 Phone（通过网关）的通话。另外，IP 电话公司的规模比传统电话公司要小得多，以 ITXC 公司为例，该公司仅有 50 人，却拥有 500 万客户。作为一家上市公司，它的市值已达 12 亿美元。技术优势使 IP 电话在市场竞争中处于十分有利的地位。随着网络带宽的扩展及语音传输质量的不断改善，IP 电话业务增长迅速。在美国，1998 年 IP 电话业务增长了近 5 倍。

现在，电信公司正成为 IP 电话业务的一大新兴市场。例如，Clarent 公司除了向企业销售网关产品外，还有一个大的商业对象便是电信公司。Clarent 已经向长途电话公司、电信公司和 ISP 销售产品，并将其触角深入到那些只有一家电信公司承担运营的国家 and 地区。在亚太地区，如韩国、日本、新加坡、中国香港和马来西亚等，都已开始解除对电信行业的管制，但它们国际长途的费用依然很高，这使得这些国家和地区非常适宜于发展 IP 电话业务，尤其是那些在固定地点之间有大量国际语音业务的国家和地区。然而，要在世界范围内发展 IP 电话业务，必须使更多的国家和地区接受并建立网关，这些看起来还需要一段时间。

1.2 VoIP 的发展动力

从一些新兴的 IP 通信服务商的高速发展过程可以看到，IP 电话的发展超乎常规，势如破竹，其低廉的价格是它得以迅猛发展的原动力。由于技术进步，IP 电话在与传统电话的竞争中处于十分有利的地位，后来居上，成为市场新宠。

1.2.1 VoIP 物美价廉

Qwest 国际通信公司、Level 3 通信公司、Williams 集团公司等新兴公司的崛起与老牌电信公司所垄断的传统电信市场没有关系，它们利用计算机的先进技术和潜在的规模经营方式，正在从无到有地建设完全新型的电信网络。它们正利用信息时代带来的新契机，采用 Internet 技术，加紧铺设光纤电缆，架设比老式电话网速度更快、收费更低的通信网络。这种网络可以把语音、数据和图像融合在一起，从而在一个网络上提供前所未有的新式服务。这种网络后来居上，成了处理电话业务的最佳工具之一。目前，这类效率奇高的网络线路承担的电话业务尚不及声讯总量的 1%，但据专家估计，这一比率在 4 年之内将会增加到 13%。

在 Internet 上进行语音传输的方式主要有 PC-to-PC、PC-to-Phone、Phone-to-PC 和 Phone-to-Phone。IP 电话网比普通电话网更能方便使用者：普通电话网每个用户占用固定带宽，打电话时因此常常会出现忙音，而 IP 电话网采用 IP 网络技术，将数据分组通过统计复