

移动通信应用技术丛书

Bluetooth

蓝牙技术

严紫建 刘元安/编著

LANYA JISHU

北京邮电大学出版社

<http://www.buptpress.com>

08
7/1929.5
Y21

◇ 现代移动通信应用技术丛书 ◇

蓝牙技术

严紫建 刘元安 编著

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 简 介

蓝牙技术是短距离无线通信的主要技术,是个人区域通信领域的重要技术之一,近年来受到各方面的关注,尤其是家用电器、移动电话、智能大厦等。有关蓝牙技术的协议内容和技术细节非常丰富,本书较详细地介绍了其中的重要内容,以便读者能够在较短的时间里掌握蓝牙技术的特征和特点。

首先,将各种短距离无线通信技术与蓝牙技术进行了简单的性能比较。在此基础上,详细介绍蓝牙协议部分,包括协议栈,基带描述,LMP,L2CAP,SDP和RFCOMM。通过对这部分的阅读,读者将对蓝牙的工作方式、工作能力、优缺点、兼容性和可扩充能力等有一个基本的认识。由于蓝牙要求全球应用的一致性和广泛的兼容性,SIG对于各种应用实例如语音、电视、手机等都有严格的规定。因此本书后一部分在介绍通用应用规范的基础上,对一些典型应用情况给予了详细的介绍。读者可以借以了解蓝牙应用的全貌。

图书在版编目(CIP)数据

蓝牙技术/严紫建,刘元安编著. —北京:北京邮电大学出版社,2001.12
(现代移动通信应用技术丛书)

ISBN 7-5635-0470-2

I.蓝... II.①严...②刘... III.短距离—无线电通信:数字通信—通信技术 IV.TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 082850 号

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路 10 号(100876)

电话传真:010-62282185(发行部)/010-62283578(FAX)

E-MAIL: publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京忠信诚胶印厂

开 本:787 mm × 960 mm 1/16

印 张:18

字 数:359 千字

印 数:1—5 000 册

版 次:2001 年 12 月第 1 版 2001 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-0470-2/TN·217

定 价:34.00 元

现代移动通信应用技术丛书

编委会

主任：林金桐 李默芳

副主任：真才基 胡健栋 张学红

编委：(按姓氏笔划排序)

王晓云	刘元安	刘平	全庆一
李华	李华彬	李秀川	闵有黎
杨大成	张平	吴伟陵	陈素贤
周正	姚世宏	徐龙	董会义
詹舒波	廖建新		

序

2000年5月17日,全球以移动通信为主题迎接新世纪第一个世界电信日,意义深远而又令人激动。在过去约10年的时间里,移动业务以空前的速度奇迹般地增长了40多倍。人们对这种业务的强烈需求造就了一个占目前电话用户总数1/3以上的新产业,并有望在新世纪中继续保持高速发展。我国从1987年开始提供蜂窝移动通信业务,到1999年底,移动电话用户已超过4000万户,从而使我国成为世界上移动通信发展最快的国家之一。

在过去的十几年里,移动通信技术获得了很大的进步,从传统的单基站大功率系统到蜂窝移动系统,从本地覆盖到区域、全国覆盖,并实现了国内甚至国际漫游,从提供话音业务到提供包括低速数据的综合业务,从模拟移动通信系

统到数字移动通信系统……今后移动通信技术还会进一步的发展和演进,随着第三代移动通信技术的实现和移动通信与互联网的融合,未来无线数据传输速率将高达 2 Mbit/s,全球正在迅速向着移动信息时代迈进。未来移动通信将为无处不在的互联网提供全方位的、无缝的移动性接入。在此过程中,GSM 技术经过 GPRS 技术逐渐向第三代移动通信技术推进,从而实现广域覆盖,无线局域网(蓝牙产品)也将成为现实。正是移动通信技术令人眩目的革新速度,推动着移动信息时代的发展,改善着人类社会活动的质量,最终实现任何人在任何地方任何时间与其他任何人进行任何方式的通信。

这一宏大的事业呼唤着一大批赋有才智而又充满激情的中青年科技专家。作为通信领域人才摇篮之一的北京邮电大学正活跃着移动通信技术研究开发与教学的中坚人物。他们跟踪和推动着移动通信技术的最新进展,同时又整理和传播着移动通信的最新知识。他们把自己的睿智和研究成果汇集在《现代移动通信应用技术丛书》之中,向每位处在或即将处在移动通信迅猛发展大潮中的人们展示出绚丽多姿的画卷。

中国移动通信集团总公司 李默芳总工程师

2001年10月

前 言

近 10 年来,微电子技术的不断进步极大地推动了计算机和通信设备的普及和迅猛发展,一些电子消费产品如 PC 机、掌上电脑、移动电话、无绳电话等逐步进入人们的日常生活、工作和学习中,成为人们生活中不可缺少的一部分。然而在这些设备之间的数据传送往往通过线缆进行,限制了其使用的灵活性。因此人们希望有一种能够取代线缆的短距离无线连接技术可以解决此问题。正是在这种需求之下,“蓝牙(Bluetooth)”应运而生了。蓝牙技术的出现和发展极大的推动和扩大了无线通信的应用范围,使网络中各种数据和语言设备可以通过极其便捷的方式实现互连互通,实现了个人区域内快速灵活的数据和语音通信。

“蓝牙”是为个人区域内的无线通信制定的协议,包括两大部分:核心(Core)技术部分和规范(Profile)部分。核心技术部分主要涉及射频、基带、链路管理、服务发现、传输层、与其他通信协议的互操作方式,以及测试和一致性等相关项目的描述;而规范部分则主要涉及不同蓝牙应用的实现及运作过程。

本书共分 14 章。其中,第 1 章对蓝牙产生的市场背景和技术背景加以介绍,并将蓝牙与其他短距离无线连接技术的进行了较为详尽的比较;第 2 章对蓝牙技术的应用环境,短距离无线连接的电磁波传播特性加以简单介绍。

接下来的部分对蓝牙技术,从“核心技术”和“应用规范”两个方面加以剖析。其中第 3 至第 8 章针对蓝牙的“核心技术”进行分析。第 3 章是蓝牙协议栈的概述,描述了协议栈层与层之间的联系以及协议栈中各个层面所涉及的不同应用;第 4 章介绍蓝牙所采用的无线射频(RF)技术和基带(Baseband)技术;第 5 章介绍了链路控制协议(LMP);第 6 章介绍了逻辑链路控制和适配协议(L2CAP);第 7 章介绍了服务发现协议(SDP);第 8 章介绍了基于

TS07.10 的 RFCOMM 协议。

第 9 至第 13 章中对蓝牙的各个“应用规范”加以研讨,主要包括如何将各个应用规范映射到协议栈中以及如何应用这些规范,同时还对各个应用规范的基本原理、设计思想及应用前景进一步加以分析。其中第 9 章概述了所有规范及相互关系,并给出对这些规范进行分组的理由;第 10 章讨论通用规范,包括通用访问规范和服务发现应用规范;第 11 章介绍电话规范,包括无绳电话、互通性和耳机规范;第 12 章讨论串行和目标交换规范,包括串口规范和目标交换类规范,而其中目标交换类规范又包括通用目标交换规范、目标推出规范、文件传输规范和同步规范等;第 13 章讨论网络规范,包括局域网接入规范,拨号网络规范,传真规范等。

最后,在第 14 章中提出了几个目前广受关注的蓝牙应用模型。

本书的编写过程得到了李书芳老师的大力支持,刘凯明同学参与了本书部分章节的编写。在本书出版的过程中,还得到了北京邮电大学出版社的大力支持,特别是参与本书编辑的同志为此付出了辛勤的劳动,在此一并表示感谢。

因时间和水平所限,本书中一定有许多不足之处,恳切希望读者提出批评和建议。

作 者

2001 年 11 月 17 日

目 录

1 概 述

1.1	引言	1
1.2	蓝牙介绍	2
1.3	蓝牙技术分析	4
1.3.1	概述	4
1.3.2	网络拓扑结构	5
1.3.3	语音	6
1.3.4	功能单元概述	6
1.3.5	蓝牙与相关应用	9
1.3.6	技术特点	10
1.4	应用环境	11
1.5	蓝牙解决方案	11
1.5.1	蓝牙软件解决方案	11
1.5.2	蓝牙硬件解决方案	12
1.6	蓝牙技术与其他技术比较分析	13
1.6.1	蓝牙技术和其他 2.4 GHz 标准的比较	13
1.6.2	蓝牙技术与红外技术的比较	15
1.7	产品	18
1.8	结论	19

2 短距离无线局域网的传输介质特性

2.1	概述	20
-----	----------	----

2.2	LOS 条件下的电磁波传播	21
2.3	NLOS 条件下的电磁波传播	21
2.4	多重反射环境下的信号传播	22

3 蓝牙协议栈

3.1	蓝牙核心协议	25
3.1.1	基带协议	26
3.1.2	链路管理协议	27
3.1.3	逻辑链路控制和适配协议	27
3.1.4	服务发现协议	28
3.2	替代电缆协议和电话控制协议	28
3.2.1	替代电缆协议	28
3.2.2	电话控制协议	29
3.3	选用协议	29
3.3.1	点对点协议	30
3.3.2	TCP / UDP / IP	30
3.3.3	对象交换协议	31
3.3.4	无线应用协议	32
3.3.5	无线应用环境	34

4 无线射频和基带

4.1	概述	37
4.2	蓝牙射频	38
4.2.1	射频信道	38
4.2.2	射频规范	40
4.3	链路控制器和基带	42
4.3.1	概述	42
4.3.2	微微网和散射网	43
4.3.3	物理链路	43
4.3.4	分组	45
4.3.5	蓝牙编址	52

4.3.6	数据加噪	54
4.3.7	蓝牙时钟	54
4.3.8	逻辑信道	56
4.3.9	信道控制	57
4.3.10	跳频序列选择	67
4.3.11	蓝牙安全性	68

5 链路管理协议

5.1	概述	74
5.2	LMP_PDU 与 LMP_PDU 的处理	75
5.3	安全管理	79
5.3.1	鉴权和匹配	79
5.3.2	加密	80
5.4	功率管理和功率管理状态	81
5.4.1	呼吸模式	81
5.4.2	保持模式	82
5.4.3	休眠模式	82
5.5	控制带宽通信	83
5.5.1	SCO 链路	84
5.5.2	ACL 链路的服务质量	84
5.6	链路控制器管理	85
5.6.1	呼叫配置	85
5.6.2	主从角色切换	85
5.6.3	时钟和时间信息	86
5.6.4	信息交换	86
5.6.5	连接建立与断开	87

6 逻辑链路控制和适配协议

6.1	概述	88
6.2	基本操作	90
6.2.1	信道标识符	90

6.2.2	分段和重组	92
6.3	状态机	93
6.3.1	事件	95
6.3.2	动作	97
6.3.3	信道操作状态	98
6.3.4	事件到行为的映射	98
6.4	数据分组格式	100
6.4.1	面向连接信道	101
6.4.2	无连接数据信道	101
6.5	信令	102
6.6	配置参数选项	103
6.6.1	最大传输单元	104
6.6.2	刷新超时选项	105
6.6.3	服务质量选项	105

7 服务发现协议

7.1	引言	108
7.2	概述	108
7.2.1	SDP 客户服务器交互作用	108
7.2.2	服务记录	110
7.2.3	服务属性	110
7.2.4	服务类	112
7.2.5	服务搜索	112
7.2.6	服务浏览	113
7.3	数据表示	114
7.4	协议说明	115
7.4.1	协议数据单元格式	115
7.4.2	局部应答和后续状态	117
7.4.3	错误处理	117
7.4.4	服务搜索处理	118
7.4.5	服务属性处理	121
7.4.6	服务搜索属性处理	123

7.5 服务属性定义	125
7.5.1 通用服务属性	126
7.5.2 “服务发现服务器”服务类属性定义	128
7.5.3 “浏览组描述符”服务类属性定义	129
7.6 SDP 的应用	129

8 基于 TS07.10 的 RFCOMM 协议

8.1 概述	131
8.2 RFCOMM 概述	131
8.3 RFCOMM 服务	133
8.3.1 RS-232 信号兼容性	133
8.3.2 空 Modem 仿真	134
8.3.3 多路串口仿真	135
8.4 服务接口描述	137
8.5 RFCOMM 与 TS07.10 的关系	138
8.6 流控制	142
8.7 RFCOMM 与其他实体的互操作	143
8.7.1 端口仿真和端口代理实体	143
8.7.2 服务登记和发现	144
8.7.3 低层相关性	145

现代移动通信应用技术丛书

9 蓝牙规范综述

.....	146
-------	-----

10 蓝牙通用规范

10.1 通用访问规范	150
10.1.1 通用参数	151
10.1.2 模式	152
10.1.3 安全特性	153
10.1.4 空闲模式程序	154

10.1.5	建立过程	160
10.2	服务发现应用规范	163
10.2.1	简介	163
10.2.2	规范堆栈	165
10.2.3	配对	166
10.2.4	应用层	167
10.2.5	L2CAP	170
10.2.6	链路管理	172
10.2.7	链路控制	173
10.3	总结	175

11 电话规范

11.1	无绳电话规范	177
11.1.1	简介	177
11.1.2	协议栈	178
11.1.3	TCS-BIN 进程	183
11.1.4	服务发现进程	186
11.1.5	LMP 进程	187
11.1.6	链路控制功能	188
11.1.7	通用接入规范应用	189
11.2	对讲规范	190
11.2.1	简介	191
11.2.2	呼叫进程	192
11.2.3	消息摘要	194
11.2.4	呼叫失败	195
11.3	耳机规范	196
11.3.1	简介	196
11.3.2	规范概述	198
11.3.3	应用层	199
11.3.4	链路控制功能	202
11.3.5	通用接入规范应用	203

12 串行和对象交换规范

12.1	串口规范	205
12.1.1	简介	205
12.1.2	规范综述	206
12.1.3	应用层	208
12.1.4	RFCOMM 互通性要求	209
12.1.5	L2CAP 互通性要求	210
12.1.6	SDP 互通性要求	210
12.1.7	链路管理互通性要求	211
12.1.8	链路控制互通性要求	211
12.2	通用对象交换规范	212
12.2.1	简介	212
12.2.2	协议综述	213
12.2.3	应用层特征	214
12.2.4	OBEX 兼容要求	215
12.2.5	小结	217
12.3	对象存储规范	217
12.3.1	简介	218
12.3.2	协议栈	219
12.3.3	用户界面	220
12.3.4	应用层特征	221
12.3.5	OBEX 操作	223
12.4	文件传输规范	224
12.4.1	简介	224
12.4.2	功能	227
12.4.3	基本操作	227
12.4.4	应用层	228
12.4.5	OBEX 操作	229
12.4.6	服务发现程序	229
12.5	同步规范	230
12.5.1	简介	230

12.5.2	基本操作	232
12.5.3	应用层	234
12.5.4	OBEX 操作	235
12.5.5	服务发现程序	235

13 网络规范

13.1	拨号网络规范	237
13.1.1	简介	238
13.1.2	规范概述	239
13.1.3	应用层	240
13.1.4	拨号与控制互操作性需求	241
13.1.5	串口规范互操作性需求	243
13.1.6	通用接入规范互操作性需求	244
13.2	局域网接入规范	245
13.2.1	简介	245
13.2.2	用户界面	249
13.2.3	服务发现程序	251
13.2.4	DUNP 和 LAP 的比较	252
13.3	传真规范	253
13.3.1	简介	254
13.3.2	应用层	256
13.3.3	服务发现程序	257
13.3.4	通用接入规范适应性	258

14 蓝牙应用

.....	259
-------	-----

英文缩写对照	264
参考文献	271

1

概述

1.1 引言

随着计算机网络和移动电话技术的迅猛发展,人们越来越迫切需要发展一定范围内的无线数据与语音通信。手机、掌上电脑、手提电脑、数码相机、打印机、调制解调器、键盘……在现代人的生活中,越来越多的电子设备已经进入了人们生活的每一个角落。人们无法想象,如果没有了这些现代化设备,人们将如何生活和工作。现代化电子设备在给人们带来无与伦比的效率与方便的同时,也给许多人带来了麻烦:每台电脑的背面,都是一大堆各种各样的接口,各种各样的线缆通过接口将各种各样的设备连成一个系统,对非专业人士来说,正确地连接每件设备,已经成了一个难以应付的挑战。如何减免繁杂的连线过程,实现方便快捷的数据、语音通信与信息交换,已成为当前人们最关心的问题之一,也是网络通信发展最迅速的领域之一。如果有一个新技术声称,只要在每台机器中植入一块芯片,各种设备就可互相通信、交换数据,再也不需要那一大把一大把的电缆,再也不需要辨别什么并口、串口、USB 等等让人莫名其妙的接口,这种技术就一定会受到用户的欢迎,一定有市场。

在当今的计算机工业和通信工业里,非公开性的新技术很少能够成功,因为消费者更愿意购买和使用那些符合工业标准的技术产品。在公平竞争的氛围下,标准赋予消费者更大的自由度,可以比较不同的操作平台及解决方案,从而保障因技术改进所带来的投资回报,在改进技术标准的同时均衡公司间的技术水平和管理结构。

正是在这种工业大环境下,以爱立信为首,由五家 IT 界巨人 Ericsson, TOSHIBA,