

移动通信前沿技术丛书

蓝牙技术

金 纯 许光辰 孙 睿 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

移动通信前沿技术丛书

蓝牙技术

金 纯 许光辰 孙 睿 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

全书对蓝牙技术原理,重点是其协议体系结构,进行了全面和详细的阐述,具体包括基带层协议、链路管理器(LMP)、逻辑链路控制及适配(L2CAP)、服务搜索协议(SDP)、基于 TS 07 的 RFCOMM,以及与 IrDA 的互操作性、电话控制协议(TCS)、WAP 信道蓝牙互操作性、主控制器接口(HCI)及其适应不同接口标准的传输层,以及蓝牙测试模式及其接口等内容。

全书内容丰富,结构清晰,论述流畅,适合于具有一定无线数据通信知识的有志于蓝牙技术学习和研发的专业人员阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

蓝牙技术/金纯等编著. - 北京:电子工业出版社,2001.3

(移动通信前沿技术丛书)

ISBN 7-5053-6527-4

I. 蓝… II. 金… III. 短距离-移动通信-通信技术-标准 IV. TN929.5-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 06415 号

丛 书 名:移动通信前沿技术丛书

书 名:蓝牙技术

编 著 者:金 纯 许光辰 孙 睿

责任编辑:竺南直

特约编辑:詹晓耕

排版制作:电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者:北京天竺颖华印刷厂

装 订 者:三河市金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社 URL:<http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:23.75 字数:594 千字

版 次:2001 年 3 月第 1 版 2001 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-6527-4
TN·1437

印 数:5 000 册 定价:39.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

出版说明

移动通信是当前发展最快、应用最广和最前沿的通信领域之一,有专家预测到 2003 年全球移动用户数将达到 10 亿。移动通信的最终目标是实现任何人可以在任何地点、任何时间与其他任何人进行任何方式的通信。移动通信技术现在已经发展到了以 WCDMA 为代表的第三代,而相互兼容各种移动通信技术的第四代标准目前已经悄然来临。为了促进和推动我国移动通信产业的发展,并不断满足社会各界和广大通信技术人员系统学习和掌握移动通信前沿技术的需求,电子工业出版社特约请国内从事移动通信科研、教学、工程、管理等工作并具有丰富的理论和实践经验的专家、教授亲自编著或翻译国外金典著作组成了这套《移动通信前沿技术丛书》,于新世纪之初相继地推出。

该丛书从我国移动通信技术应用现状与发展情况出发,以系统与技术为中心,全面系统地介绍了当今移动通信领域涉及的有关关键技术热点技术,如软件无线电原理与应用、智能天线原理与应用、蓝牙技术、移动 IP、通用无线分组业务(GPRS)、移动通信网络规划与优化、移动数据通信以及典型的第三代移动通信系统等内容。其特点是力求内容的先进性、实用性和系统性;突出理论性与工程实践性紧密结合;内容组织循序渐进、深入浅出,理论叙述概念清晰、层次清楚,经典实例源于实践。丛书旨在引导读者将移动通信的原理、技术与应用有机结合。

这套丛书的主要读者对象是广大从事通信技术工作的工程技术人员,也适合高等院校通信、计算机等学科各专业在校师生和刚走上工作岗位的毕业生阅读参考。

在编辑出版这套丛书过程中,参与编著、翻译和审定的各位专家都付出了大量心血,对此,我们表示衷心感谢。欢迎广大读者对这套丛书提出宝贵意见和建议,或推荐其他好的选题(Email: davidzhu@phei.com.cn),以便我们今后为广大读者奉献更多、更好的优秀通信技术图书。

电子工业出版社
2001 年 1 月

前 言

被誉为“驱动新经济的引擎”的蓝牙技术,其英文名为 Bluetooth,是 1998 年 5 月由爱立信、IBM、英特尔、诺基亚、东芝等 5 家公司联合制订的近距离无线通信技术标准,其目的在于实现最高数据传输速率为 1Mb/s(有效传输速率为 721kb/s)、最大传输距离为 10m 的无线通信。1999 年 7 月,蓝牙特别利益集团(SIG)已公布蓝牙正式规范 1.0 版本。蓝牙技术采用公开技术标准,一经推出就获得业界的广泛认同,现已出现了基于此标准的产品。目前,蓝牙技术已经成为短距离无线通信数据领域的最热门研发方向,已有超过 2000 家的企业宣布支持和开发蓝牙技术及其相关产品。

蓝牙提供低成本、低功耗的无线接入方式,在信息家电、移动通信、嵌入式应用开发等诸多方面的应用,顺应了现代通信技术和应用的发展潮流,其前景将无可限量。

未来的信息家电将以 Internet 和家庭网络为基础、以无线连接实现双向传输,是具有一定智能的 3C(Computer、Communication & Consumer)相融合的信息产品,蓝牙技术是符合信息家电发展的优选技术。蓝牙技术把各种便携式电脑与蜂窝电话用无线电连接起来,使计算机与通信更加密切结合起来,使人们能随时随地进行数据信息的交换与传输。因此,计算机行业、移动通信行业都对蓝牙技术很重视,认为将对未来的无线移动数据通信业务有巨大的促进作用,预计在近几年内无线数据通信业务将迅速增长。蓝牙技术被认为是无线数据通信领域最为重大的进展之一。

如何把握蓝牙技术给我国信息产业和信息技术研究带来的前所未有的机遇,是信息技术科研人员和信息产业从业人士应当回答的问题。蓝牙技术作为无线通信技术领域的最新重大进展,代表着短距离无线通信技术的未来发展潮流,其通信协议体系是具有基础性、战略性、前瞻性和重大关键性的体系。发展具有自主知识产权的蓝牙基础协议平台及其相关应用产品,对于我国在短距离无线通信领域取得国际领先优势,对于信息家电、工业、医用、军事等国民经济和国家安全领域均具有不可忽视的战略意义。

蓝牙技术的研究在国际、国内都处于起步的阶段,无论专业著作还是研究论文和研究成果都非常少。因此,我们参考国外有关蓝牙技术的最新文献资料和技术规范,编写了这本《蓝牙技术》,为需要和准备进行蓝牙技术研究及开发的广大读者提供一个接触和深入掌握蓝牙技术的参考工具。本书的目的在于抛砖引玉,希望能对有兴趣学习和开发蓝牙技术的同行们提供一本可资参考的专业书。

全书共分 14 章,对蓝牙技术原理,特别是蓝牙协议体系结构进行了较全面和详细的阐述和分析,包括基带层协议、链路管理器(LMP)、逻辑链路控制及适配(L2CAP)、服务搜索协议(SDP)、基于 TS 07 的 RFCOMM,以及与 IrDA 的互操作性、电话控制协议(TCS)、WAP 信道蓝牙互操作性、主控制器接口(HCI)及其适应不同接口标准的传输层,以及蓝牙测试模式及其接口等内容。

全书由金纯主编并负责审校,由重庆大学徐光辰、孙睿负责各章节的编写工作。编写过程中,还得到了陈普老师,以及陈果、张明贵、秦利君、张俊、龙跃、林璐等同志的协助;在出版过程

中,我们还得到了电子工业出版社的大力支持,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。

限于时间和水平,不妥之处难免,敬请批评指正。

作者

2001年1月

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 蓝牙——驱动新经济的引擎	(1)
1.2 蓝牙技术及产品发展现状分析	(2)
1.3 蓝牙技术介绍	(4)
1.4 蓝牙协议体系结构	(6)
1.5 蓝牙应用模型及协议栈	(8)
1.6 蓝牙技术的应用	(11)
第 2 章 基带层协议	(12)
2.1 概述	(12)
2.2 物理信道	(13)
2.3 物理链路	(14)
2.4 分组	(15)
2.4.1 通用格式	(15)
2.4.2 识别码	(16)
2.4.3 分组头	(17)
2.4.4 分组类型	(19)
2.4.5 有效载荷格式	(23)
2.5 纠错	(25)
2.5.1 前向纠错码	(25)
2.5.2 ARQ(自动重复请求)方案	(26)
2.5.3 错误校验	(29)
2.6 逻辑信道	(30)
2.7 数据加噪	(31)
2.8 收/发规则	(32)
2.8.1 TX 规则	(32)
2.8.2 RX 规则	(34)
2.8.3 流控制	(35)
2.8.4 比特流处理	(35)
2.9 发/收定时	(36)
2.9.1 主/从定时同步	(36)
2.9.2 连接状态	(37)
2.9.3 退出保持模式	(38)
2.9.4 唤醒休眠状态	(38)
2.9.5 呼叫状态	(38)

2.9.6	FHS 分组	(39)
2.9.7	多从单元操作	(40)
2.10	信道控制	(41)
2.10.1	主 - 从定义	(41)
2.10.2	蓝牙时钟	(41)
2.10.3	状态综述	(42)
2.10.4	识别过程	(42)
2.10.5	查询过程	(47)
2.10.6	连接状态	(50)
2.10.7	散射网	(56)
2.10.8	节能管理	(58)
2.10.9	链路监测	(58)
2.11	跳频选择	(59)
2.11.1	通用选择方案	(59)
2.11.2	选择内核	(60)
2.11.3	控制字	(61)
2.12	蓝牙音频	(63)
2.12.1	对数 PCM 编译码器 (CODEC)	(64)
2.12.2	连续变化斜率增量调制编译码器 (CVSD CODEC)	(64)
2.12.3	错误处理	(65)
2.12.4	一般音频要求	(65)
2.13	蓝牙编址	(65)
2.13.1	蓝牙设备地址 (BD-ADDR)	(65)
2.13.2	识别码	(66)
2.13.3	活动成员地址 (AM-ADDR)	(68)
2.13.4	休眠成员地址 (PM-ADDR)	(68)
2.13.5	访问请求地址 (AR-ADDR)	(68)
2.14	蓝牙安全性	(69)
2.14.1	随机数发生器	(69)
2.14.2	字管理	(70)
2.14.3	加密	(71)
2.14.4	鉴权	(75)
第 3 章	链路管理器协议	(77)
3.1	概述	(77)
3.2	链路管理器协议格式 (LMP)	(77)
3.3	过程规则与 PDU	(78)
3.3.1	通用应答消息	(79)
3.3.2	鉴权	(79)
3.3.3	匹配	(80)
3.3.4	改变链接字	(82)

3.3.5	改变当前链接字	(83)
3.3.6	加密	(84)
3.3.7	请求时钟补偿	(86)
3.3.8	时钟补偿信息	(87)
3.3.9	计时精度信息请求	(87)
3.3.10	LMP 版本	(88)
3.3.11	蓝牙支持特性	(89)
3.3.12	主、从角色切换	(90)
3.3.13	请求命名	(90)
3.3.14	断开连接	(91)
3.3.15	保持模式	(91)
3.3.16	呼吸模式	(92)
3.3.17	休眠模式	(94)
3.3.18	功率控制	(97)
3.3.19	在 DM 和 DH 之间基于质量的信道变化	(98)
3.3.20	服务质量(QoS)	(99)
3.3.21	SCO 链路	(100)
3.3.22	多时隙分组控制	(101)
3.3.23	呼叫方案	(102)
3.3.24	链路监控	(103)
3.4	建立连接	(103)
3.5	测试模式	(104)
3.5.1	激活和解除测试模式	(104)
3.5.2	测试模式的控制	(105)
3.6	出错处理	(105)
第 4 章	逻辑链路控制和适配协议	(107)
4.1	概述	(107)
4.2	主要操作	(109)
4.2.1	信道标识符	(109)
4.2.2	设备间操作	(109)
4.2.3	层间操作	(110)
4.2.4	分段和重组	(111)
4.3	状态机	(112)
4.3.1	事件	(114)
4.3.2	动作	(116)
4.3.3	信道操作状态	(117)
4.3.4	事件到行为的映射	(118)
4.4	数据分组格式	(121)
4.4.1	面向连接信道	(121)
4.4.2	无连接数据信道	(121)

4.5	信令	(122)
4.5.1	指令拒绝(代码 0x01)	(123)
4.5.2	连接请求(代码 0x02)	(124)
4.5.3	连接应答(代码 0x03)	(124)
4.5.4	配置请求(代码 0x04)	(125)
4.5.5	设置应答(代码 0x05)	(126)
4.5.6	断开请求(代码 0x06)	(127)
4.5.7	连接断开应答(代码 0x07)	(127)
4.5.8	回应请求(代码 0x08)	(128)
4.5.9	回应应答(代码 0x09)	(128)
4.5.10	信息请求(代码 0x0A)	(128)
4.5.11	信息应答(代码 0x0B)	(129)
4.6	配置参数选项	(129)
4.6.1	最大传输单位(MTU)	(130)
4.6.2	刷新超时选择	(130)
4.6.3	服务质量(QoS)选项	(131)
4.6.4	配置处理	(132)
4.7	小结	(134)
第5章	服务搜索协议(SDP)	(135)
5.1	引言	(135)
5.2	SDP概述	(136)
5.2.1	客户服务器交互	(136)
5.2.2	服务记录	(137)
5.2.3	服务属性	(137)
5.2.4	服务类	(138)
5.2.5	服务搜索	(139)
5.2.6	服务浏览	(140)
5.3	数据表示	(141)
5.4	协议说明	(143)
5.4.1	协议数据单元格式	(143)
5.4.2	局部应答和后续状态	(144)
5.4.3	出错处理	(144)
5.4.4	服务搜索处理	(145)
5.4.5	服务属性事务	(147)
5.4.6	服务搜索属性事务	(149)
5.5	服务属性定义	(152)
5.5.1	通用属性定义	(152)
5.5.2	“服务搜索服务器”服务类属性定义	(157)
5.5.3	“浏览组描述符”服务类属性定义	(158)
第6章	基于TS 07.10的RFCOMM协议	(160)

6.1	引言	(160)
6.2	RFCOMM 服务	(161)
6.2.1	RS-232 控制信令	(161)
6.2.2	空 Modem 仿真	(161)
6.2.3	多串口仿真	(162)
6.3	服务接口描述	(163)
6.4	RFCOMM 支持的 TS07.10 子集	(164)
6.5	根据蓝牙对 TS07.10 的修正	(165)
6.5.1	介质调整	(165)
6.5.2	TS07.10 多路复用器的启用和关闭过程	(166)
6.5.3	系统参数	(166)
6.5.4	利用 RFCOMM 服务器通道进行 DLCI 定位	(167)
6.5.5	多路复用控制指令	(167)
6.6	流控制	(168)
6.7	与其他实体的互操作	(169)
6.7.1	端口仿真和端口代理实体	(169)
6.7.2	服务注册和搜索	(170)
6.7.3	低层约束	(170)
第 7 章	IrDA 互操作性	(172)
7.1	概述	(172)
7.2	OBEX 对象和协议	(173)
7.2.1	对象模型	(173)
7.2.2	会话协议	(174)
7.3	OBEX over RFCOMM	(176)
7.4	OBEX over TCP/IP	(177)
7.5	利用 OBEX 的蓝牙应用概述	(178)
第 8 章	电话控制二进制协议	(179)
8.1	概述	(179)
8.1.1	设备间操作	(179)
8.1.2	层间操作	(180)
8.2	呼叫控制(CC)	(182)
8.2.1	呼叫状态	(182)
8.2.2	呼叫建立	(182)
8.2.3	呼叫清除	(185)
8.3	组管理(GM)	(187)
8.3.1	无线用户组(WUG)	(188)
8.3.2	获取访问权限	(189)
8.3.3	配置分布	(189)
8.3.4	成员间快速访问	(190)
8.4	无连接 TCS(CI)	(191)

8.5	补充服务(SS)	(192)
8.5.1	呼叫线路识别	(192)
8.5.2	DTMF 启动和终止	(192)
8.5.3	注册重呼	(193)
8.6	报文格式	(193)
8.6.1	呼叫控制报文格式	(194)
8.6.2	组管理报文格式	(197)
8.6.3	CL INFO	(199)
8.7	报文编码	(199)
8.7.1	协议标识和报文类别	(199)
8.7.2	其他信息元	(201)
8.8	报文出错处理	(211)
8.9	协议参数	(212)
第 9 章	WAP 信道的蓝牙互操作性要求	(213)
9.1	蓝牙环境中的 WAP 应用	(213)
9.1.1	增值服务	(213)
9.1.2	应用实例	(213)
9.2	WAP 服务概述	(214)
9.2.1	WAP 实体	(214)
9.2.2	WAP 协议	(214)
9.2.3	WAP 和 INTERNET 间的协议转换	(215)
9.3	WAP 在蓝牙匹克网中的应用	(216)
9.3.1	WAP 服务器通信	(216)
9.3.2	蓝牙环境下的 WAP 应用	(217)
9.3.3	对 WAP 的网络支持	(218)
9.4	互操作性要求	(219)
9.5	服务搜索	(219)
9.5.1	SDP 服务记录	(219)
9.5.2	服务搜索过程	(221)
第 10 章	主控制器接口功能规范	(222)
10.1	概述	(222)
10.1.1	蓝牙软件栈底层	(222)
10.1.2	蓝牙硬件块描述	(222)
10.1.3	物理总线体系结构	(223)
10.1.4	主控制器层概述	(224)
10.2	HCI 流控制	(225)
10.3	HCI 指令	(226)
10.3.1	引言	(226)
10.3.2	数据和参数格式	(226)
10.3.3	HCI 信息交换	(226)

10.3.4	链路控制指令	(230)
10.3.5	链接策略命令	(246)
10.3.6	主控制器与基带命令	(253)
10.3.7	信息参数	(286)
10.3.8	状态参数	(289)
10.3.9	测试指令	(292)
10.4	事件	(294)
10.4.1	事件	(294)
10.4.2	事件说明	(296)
10.5	错误码表	(310)
10.5.1	错误码表	(310)
10.5.2	错误码用法描述	(311)
第 11 章	HCI 传输层	(316)
11.1	HCI USB 传输层	(316)
11.1.1	HCI 终端要求	(316)
11.1.2	类别码	(321)
11.1.3	设备固件升级	(321)
11.1.4	限制	(321)
11.2	HCI RS232 传输层	(322)
11.2.1	概述	(322)
11.2.2	协商协议	(323)
11.2.3	分组传输协议	(325)
11.2.4	使用含有 COBS 的分界符同步	(325)
11.2.5	使用 RTS/CTS 同步	(327)
11.3	HCI UART 传输层	(330)
11.3.1	协议	(330)
11.3.2	RS232 设置	(330)
11.3.3	纠错	(331)
第 12 章	蓝牙测试模式	(332)
12.1	概述	(332)
12.2	测试环境	(333)
12.2.1	发送端测试	(333)
12.2.2	回送测试	(336)
12.3	LMP 消息概览	(339)
第 13 章	蓝牙兼容性要求	(342)
13.1	概述	(342)
13.2	蓝牙认证计划	(343)
13.3	蓝牙产品许可要求	(345)
13.3.1	蓝牙无线链路要求	(345)
13.3.2	蓝牙协议要求	(345)

13.3.3	蓝牙框架要求	(345)
13.3.4	蓝牙信息请求	(346)
13.3.5	蓝牙外设产品要求	(346)
13.5.6	蓝牙部件要求	(346)
13.3.7	蓝牙许可条款	(347)
13.4	有关蓝牙产品功能信息的建议	(347)
13.5	质量管理、配置管理和版本控制	(347)
第 14 章	测试控制接口	(348)
14.1	概述	(348)
14.2	描述	(348)
14.2.1	基带和链路管理验证	(348)
14.2.2	HCI 验证	(349)
14.2.3	逻辑链路控制和适配验证	(350)
14.3	测试配置	(351)
14.4	TCI - L2CAP 描述	(353)
14.4.1	事件	(353)
14.4.2	命令	(354)
14.4.3	数据传输	(357)
缩略语		(359)

第 1 章 概 述

1.1 蓝牙——驱动新经济的引擎

1999 年 11 月, IT 时代“软件王国”的缔造者比尔·盖茨专程来到拉斯维加斯一间只有 11 名员工的小公司。为什么?只因这家公司已研制成功一种含蓝牙技术的胸卡。

1999 年 12 月, 微软宣布全面支持“蓝牙”技术。到 2000 年初, 蓝牙 SIG (Special Interest Group, 特殊利益集团) 已有 3com、爱立信、IBM、英特尔、朗讯、微软、摩托罗拉、诺基亚、东芝等 9 大集团公司和 2 000 多家成员企业。蓝牙技术到底如何, 竟让盖茨如此动心, 让 IT 行业的巨头们和众多的厂商走到一起?

蓝牙的英文名称是 Bluetooth, 是 1998 年 5 月由爱立信、IBM、英特尔、诺基亚、东芝等 5 家公司联合制定的近距离无线通信技术标准, 其目的是实现最高数据传输速率 1 Mb/s(有效传输速率为 721 kb/s)、最大传输距离为 10 m 的无线通信。Bluetooth 原为欧洲中世纪的丹麦国王 Harald II 的名字, 他为统一四分五裂的瑞典、芬兰、丹麦立下了不朽的功劳。瑞典爱立信公司为这种即将成为全球通用的无线技术命此名, 也许大有一统天下的含义。

1999 年 7 月, 蓝牙 SIG 公布正式规范 1.0 版本, 而遵从这一规范的移动电话和笔记本电脑也将在 2000 年底上市, 声称要把蓝牙技术产品化的企业也与日俱增。

2000 年 6 月在新加坡召开的“Communic Asia”展览会上, 爱立信公司推出了全球第一部使用蓝牙技术的 GPRS 手机——R520, R520 手机融合了 GPRS、高速数据(HSCSD)、蓝牙技术和 WAP, 除了高速率外, R520 还可以借助其内置蓝牙芯片提供全面无线连接解决方案, 从而避免了在电话和其他移动设备(如 PC 和免提设备)之间铺设线缆。据了解, 除了 R520 外, 另一款采用蓝牙技术的手机——T36 适用于 GSM 标准的 3 种制式(900/1 800/1 900MHz), 支持高速数据通信 HSCSD 技术, 可与同时上市的无线耳机连接, 当手机收到信号时, 只要轻按一下耳机上的按钮即可用无线方式接通耳机以及进行蓝牙对话。据了解, 这两款手机发送信息时, 可按耳机上的按钮用语音识别方式通话, 手机均内置了蓝牙收发信号模块和 WAP 浏览器。

作为蓝牙技术的另一倡导者, IBM 也宣布了一系列对蓝牙计划的支持, 主要体现在拳头产品 ThinkPad 笔记本电脑上。IBM 已在第二季度出台了一系列新的无线增强技术, 以与 IBM 成功的 ThinkPad 笔记本电脑的线路设计相配套, 同时在 2000 年 5 月推出应用蓝牙技术的全新 ThinkPad 笔记本电脑。这款笔记本电脑带有 Portofino 端口, 能方便地接到无线调制解调器、照相机和其他设备上。新款 ThinkPad 支持 IEEE802.11 规程, 所以只要给笔记本插上这种规格的网卡就可以进行无线网络通信。IBM 有关负责人表示, 在推出新产品的同时也会考虑 ThinkPad 老用户的需要。第三季度, IBM 已为使用老式 ThinkPad 的用户推出一种蓝牙 PC 卡和一种连接到较新式机型的蓝牙收发器, 同时发布的还有用于 Palm 便携设备上的调制解调器。通过蓝牙技术, 笔记本电脑将不再需要无线调制解调器或是单独的无线 ISP 账号, 而是将来自笔记本电脑的数据通过无线电设备发送到蜂窝电话, 然后再由蜂窝电话进

行传输。

业界人士认为爱立信、IBM 将使蓝牙技术产品化具有战略意义，他们在很多方面具有优势，广泛的合作伙伴关系将为他们提供很大的发展空间。除爱立信、IBM 外，东芝、摩托罗拉、英特尔等公司也将纷纷推出基于蓝牙技术的笔记本电脑芯片等。一直难有突破性进展的掌上电脑，如果运用蓝牙技术，毫无疑问，则可以形成一个很大的市场，也许能使“掌上时代”的到来成为现实。

据 Frost & Sullivan 公司发布的市场调查和预测报告显示，1999 年蓝牙技术产品的全球销售量几乎为零，2000 年猛增至 3670 万美元，2001 年将达 1.26 亿美元，2006 年有望高达 6.99 亿美元；2002 年，全球使用蓝牙技术的调制解调器等外围设备将达 1.5 亿台，使用蓝牙技术的笔记本电脑将达 2500 万部；2003 年，全球 90% 以上的笔记本电脑将使用蓝牙技术；2005 年，全球将推出 6.7 亿台使用蓝牙技术的信息家电。

1.2 蓝牙技术及产品发展现状分析

蓝牙 (Bluetooth) 技术自提出以来，在短短 2 年时间里已风靡全球。目前，全球已有 2 000 多家企业推出了蓝牙芯片、蓝牙平台、应用程序、测试设备等产品。在摩纳哥蓝牙 2000 年大会上，有公司预测，今后 2 年内使用蓝牙技术的设备将达到 5 000 万台，到 2005 年蓝牙设备产量将超过 14 亿台。

客观地说，蓝牙采用的技术中有些并非是当前该领域最先进的技术。蓝牙的目标是全球通用、价格低廉、结构紧凑，因此它并不强调技术的先进性。比如纠错编码方式，蓝牙采用的是 1/3 率的重复码、2/3 率的汉明码，而没有采用相同编码速率的卷积码、TURBO 码或其他更先进的编码方式。作为用户，总希望使用的产品所采用的技术越先进越好，而对规范实现者和产品生产厂商而言，总希望产品的制造成本越低越好。

Micrologic 的 Quinn 说：“蓝牙芯片必须具有小巧、廉价、结构紧凑和功能强大的特点才能放进蜂窝电话中”。蓝牙芯片的价格和大小下不来，既有经济原因，也有技术原因。从技术角度看，蓝牙芯片集成了无线、基带和链路管理层的功能，事实上，链路管理层既可通过硬件实现，也可通过软件实现，如果由软件实现链路管理层的功能，那么芯片将被简化，其价格和大小将变得合理。

索尼在日本无线展览会的现场进行了蓝牙和 IEEE802.11b 与微波炉之间的相互干扰实验。结果表明，在无干扰的情况下，数据传送速度为 500 kb/s~600 kb/s。一旦使用微波炉，由于干扰的出现，数据传送速度降至 300 kb/s，此时再使用对应 IEEE802.11b 规格的无线 LAN，由于干扰的加大，数据传送速度下降至 100 kb/s~299 kb/s。未来的蓝牙产品应用环境包括扩频设备、跳频设备、无线 LAN、微波炉等。又据 SIG 英特尔公司在京的一次会议上谈到，国际 SIG 在各种环境中做过实验，低功率蓝牙产品对其他同类产品的干扰微乎其微，相反，其他产品对蓝牙产品的干扰可通过软件或硬件方法解决。

安全问题包括信息安全和生态安全。信息安全问题更多是在软件协议栈中加以强调。OEM 希望知道说明特殊应用（如商务、国防等）中的安全要求，以便由软件工程师去解决它。生态安全问题是当蓝牙设备靠近人体时是否带来危害，对此人们非常关心。蜂窝电话业多年来一直在这个问题上进行讨论，但是到目前为止一直不能证明是否真正有危害，也不能给出造成危害的根据。不可避免地，蓝牙产品的主要问题是由于蓝牙产品使用和微波炉一

样的频率范围，这是否会带来不良后果，目前也尚无定论。一些组织认为蓝牙产品输出功率很小（只有 1 mW），是微波炉使用功率的百万分之一，是移动电话的一小部分。而在这些输出中，仅仅有一小部分被物体吸收，根本检测不到温度的增加。

互操作性是蓝牙产品的重要特性。从理论上说，只要通过了产品的一致性和互连性测试，互操作性问题就可以得到解决。目前蓝牙协议中的许多互连测试规范尚未推出，即使推出了，其测试的完备性也有一个过程。国际 SIG 对蓝牙互操作性非常重视，因为它涉及到蓝牙产品的进一步应用，各大公司接连不断开会进行沟通、测试、试验，目的就是使其产品具有相互可操作性。

以下是近期蓝牙产品研发的几个“第一”：

(1) Motorola 引入新的蓝牙产品，使这一新技术第一次用于移动电话

2000 年 9 月 25 日，Motorola 又推出新的蓝牙产品，一种应用蓝牙技术的移动电话。这是将 Motorola Timeport270 电话与蓝牙智能模块和 PC 卡组合构成的新产品。

(2) Toshiba 第一个蓝牙 PC 卡投放市场

2000 年 9 月 25 日，计算机系统集团(CSG)的东芝(Toshiba)美国信息系统公司率先在美国推出全集成的蓝牙 PC 卡。东芝是 1998 年成立的蓝牙 SIG 九个发起人之一，致力于开发无线电产品和服务，是第一个把蓝牙 PC 卡投放市场的公司。利用东芝的蓝牙 PC 卡及其 SPANworks 软件，用户可以在 100 英尺范围内共享信息，即时交换信息和传送文件，以及交换商务卡。

(3) Motorola 的 PC 卡和 USB 适配器成为第一批得到认证的产品

2000 年 9 月 28 日，Motorola 宣布它是接受 Allied Business Intelligence(ABI)蓝牙产品全面认证的第一个公司。其认证的产品有 PC 卡和 USB 适配器，它们通常用于笔记本电脑和台式计算机。由于 Motorola 在市场时间上的领先，因此能使其下家（如 Toshiba 和 IBM 公司）首先将它们的产品送到用户手中。蓝牙产品的产值会很快增长，预计会从 2001 年的 5600 万美元增至 2005 年的 14 亿美元，其中半导体产业的商机约为 5.3 亿美元。

(4) 世界上第一个蓝牙无线网络

英国的 Red-M 公司在 2000 年 10 月 20 日宣布推出第一个网络产品。该公司是一个无线因特网服务开发商，它的新的接入服务器称为 Red-M 3 000AS(接入系统)，它利用蓝牙技术实现短距离无线通信。服务器提供对因特网和本地互联网的移动接入，有关带蓝牙功能的设备有 PC 机、电话、PDA 和 WAP 电话等。服务器可与 WAN 和 LAN 接口匹配，也可以作为 Web 的高速缓存器、安全防火墙和虚拟个人网络，还可以作为主机发送电子邮件，作为网络服务器向蓝牙设备发送 mail 和 Web 内容。这样的蓝牙应用远远代替并超出了电缆的作用，开拓了一种新的移动通信应用，这就是无线人域网(PAN)系统。

(5) 第一个有望冲击 5 美元价格极限的消息

从 1998 年启动蓝牙行动至今，其市场迟迟不能起来，关键是在价格。谁又能跨越这个门槛呢？Cambridge Silicon Radio(CSR)相信他们能超越 5 美元这个价格极限。CSR 的 Bluecore02 芯片提供给 OEM 的是基于 CMOS 的无线电、基带，以及与全集成的蓝牙软件栈在一起的微控制器，每个芯片为 5 美元。蓝牙芯片用于移动电话、笔记本电脑、台式计算机和打印机，估计 2001 年底蓝牙芯片销售额将达到 5 600 万美元。Fujitsu 媒体设备公司最近利用 CSR 的蓝牙 CMOS 产品开发成一种智能卡，它可用于 PC 机、便携机、PDA 和数字照相机。