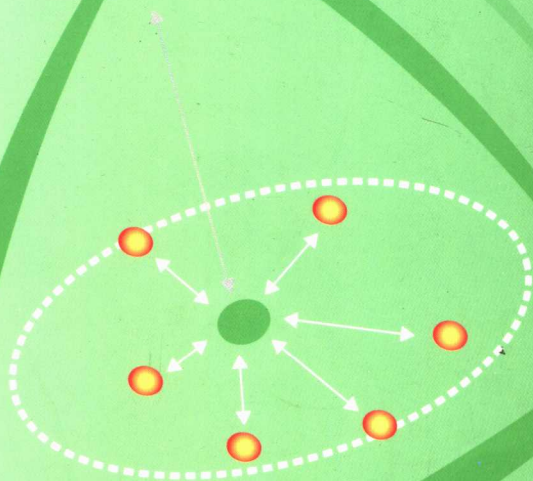


无线单片机技术丛书



ZigBee2006无线网络 与无线定位实战

李文仲 段朝玉 等编著



北京航空航天大学出版社

TN92/78

2008

无线单片机技术丛书

ZigBee2006 无线网络 与无线定位实战

李文仲 段朝玉 等编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书以 TI/Chipcon 公司的 8051 内核无线片上系统(SoC)CC2431 ZigBee 无线定位单片机为中心,介绍 802.15.4 和最新 ZigBee 无线网络技术和高精度无线定位技术的实际应用。该书的重点不是 ZigBee 无线网络技术的原理,而是实战,即自己动手进行 ZigBee2006 无线网络项目实验和实际采用 ZigBee 技术构建无线定位网络:从介绍 802.15.4/ZigBee 技术的概念开始,教会读者在 CC2431 无线单片机硬件平台上自己动手搭建一个 ZigBee 开发系统;从简单无线网络通信到较为复杂的无线定位,循序渐进,让对无线通信和无线网络完全不熟悉的电子工程师能够轻松上路,体验最新 ZigBee 无线网络技术的原理,了解 ZigBee 无线网络的奥秘,熟悉如何进行无线定位系统的开发和设计。

本书的另一个主要特点是,以最新版的 ZigBee2006 协议栈为中心,让读者在各种 ZigBee 无线网络基础实验和无线定位应用模式实验中,理解 ZigBee2006 协议栈,并将自己未来的各种应用和 ZigBee2006 协议栈结合在一起,达到快速掌握 ZigBee 最新技术的目的。

本书适合广大从事单片机、无线应用、自动控制、无线传感等的工程技术人员作为学习、参考用书,也可作为高等院校计算机、电子、自动化、无线通信课程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

ZigBee2006 无线网络与无线定位实战/李文仲等编著.

北京:北京航空航天大学出版社,2008.1

ISBN 978-7-81124-196-9

I. Z… II. 李… III. 无线电通信-通信网 IV. TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 183296 号

© 2008,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式抄袭、复制本书部分或全部内容。
违者必究。

ZigBee2006 无线网络与无线定位实战

李文仲 段朝玉 等编著

责任编辑 冯 颖

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

http://www.buaapress.com.cn E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:25.25 字数:566 千字

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷 印数:5000 册

ISBN 978-7-81124-196-9 定价:42.00 元

本书编委会

主编：李文仲	段朝玉
编委：崔亚远	黄小林
敬 勇	郑裕侠
林 涛	

前 言

新兴的短距离无线通信技术和无线网络技术,随着集成电路技术和高频无线技术的进步,正在以空前的速度走进我们的生活,使我们的生活和工作更加方便,更加安全。

下面的一组镜头,就是其中的一个实际例子:

初春,深邃的井下,成千的矿工在不同的工作面忙碌地工作,运送矿物的货车穿梭往返,一派繁忙景象。突然一声巨响,矿井里一片黑暗,大量的石块滚落,矿井通道被完全阻断,几千名矿工被分隔在不同的地方,通信电缆大部分中断,一场突如其来的灾难降临了。

救援工作立即开始,在地面中心控制室的大型彩色屏幕上,电脑图像已经明确指示出每个矿工在爆炸发生瞬间的精确位置,精度达到 2.5 m^2 (一张床大小)。这个煤矿安装了以 TI/Chipcon 公司的 CC2431 无线定位芯片为核心的高精度无线定位系统,每个矿工的工作服上都有一个如钮扣般大小的无线定位传感器,内装 CC2431 无线芯片(无线定位节点)。巷道内有若干个 CC2431 无线 SoC 节点组成的、运行 ZigBee2006 协议栈的大型网络,这些遍布矿井的无线节点连成网络,将每个矿工每分每秒的精确位置通过 ZigBee2006 无线网状网络,随时发送到地面上中心电脑的数据库中。

由于有了这些精确的数据,救援工作完全是有条不紊地进行,大型钻井机向井下有矿工的地方钻孔,送入新鲜、宝贵的氧气,大量急需的药品和救援器材也准时到达。同时,从钻孔处送入新的 ZigBee 无线路由节点,该节点和矿工们携带的无线传感器即时进行无线联网,将矿工的体温、心跳等生理数据即时送往控制中心,以便确定最佳救援方案。

几天几夜的救援工作进展顺利,遇险矿工几乎全部生还。担架上的一位矿工在被抬上救护车时,举着胸前的无线定位装置,万分激动地对电视台记者说:“多亏了高科技,多亏了 ZigBee 无线定位新技术!”

由 Motorola 公司和 TI 公司共同开发的 CC2431 无线定位芯片不需要像 GPS 技术那样使用卫星,而是使用由最新 CC2431 芯片组成的 ZigBee2006 无线定位网络,就可以在低成本下(每个无线定位节点价格低于 5 美元)实现非常高的定位分辨率 (0.25 m) 和非常高的定位精度 (小于 3 m)。

CC2431 无线单片机芯片的推出,为短距离无线通信技术在嵌入式领域的应用开辟了一个全新的空间,并成为许多电子工程师和单片机工程师非常关注的一项新技术。

为了能尽快熟悉和掌握这项全新的技术,需要具备下列条件和基础:

➤ 必须掌握使用 ZigBee2006 协议栈软件的方法;

- 需要专门的仿真器和专门的开发工具对 CC2431 微处理器进行硬件开发、调试；
- 需要相关教材来指导学习和实验。

成都无线龙通讯科技有限公司(www.c51rf.com)为本书配套的 C51RF - CC2431 - ZDK ZigBee2006 无线定位开发设计工具提供了前述第二项条件。C51RF - CC2431 - ZDK 定位系统包括 CC2430/CC2431 开发仿真器、8 个无线参考节点、2 个定位节点、全部 PC 表演软件、ZigBee2006 无线网状网络协议栈以及全新的 ZigBee2006 无线定位软件等。采用该系统,可以轻松完成本书大部分实验和全部学习任务。

剩下的第一项和第三项,就是本书希望为读者提供的条件和基础。

本书以 TI/Chipcon 公司的 8051 内核无线片上系统(SoC)CC2431/ZigBee 无线定位单片机为中心,介绍最新 ZigBee2006 无线网络技术和高精度无线定位技术的实际应用。内容包括 ZigBee 概况、ZigBee 网络概念、ZigBee 通信协议基础、Z - Stack (ZigBee 协议栈)程序模式、ZigBee 设备、网络开发快速入门、分析样板程序、开发 ZigBee 的技巧和理解以及如何使用 ZigBee2006 实现无线实时网络定位。重点介绍 ZigBee2006 网络实现、ZigBee 串库、ZigBee 绑定、ZigBee 应用模式(Application Profile)及 ZigBee 无线实时定位实现。

本书从介绍 802.15.4/ZigBee 技术的概念开始,让读者在 CC2431 无线单片机硬件平台上,自己动手搭建一个 ZigBee 开发系统。从简单无线网络通信到较为复杂的无线定位,循序渐进,让对无线通信和无线网络完全不熟悉的电子工程师能够轻松上路,体验最新 ZigBee 无线网络技术的原理,了解 ZigBee 无线网络的奥秘,熟悉如何进行无线定位系统开发和设计。

本书的重点不是 ZigBee 无线网络技术的原理,而是实战,即自己动手进行 ZigBee2006 无线网络项目实验和实际采用 ZigBee 技术构建无线定位网络。本书将以实验形式详细地为读者分析 ZigBee2006 无线网络实现以及 ZigBee2006 无线实时定位过程,每个实验都将详细讲解 C51 源代码。实验包括最简单的 CC2431 无线点对点数据通信、C51RF - 3 - F 数据分析仪分析 ZigBee 数据包、GENERIC APP 样板实验、配置网状网络和进行数据收发实验、格式化网络、进入和退出网络、配置 ZigBee2006 网络参数、Simple API 样板实验及矿井安全——无线定位网络系统。

本书的另一个主要特点是,以最新版的 ZigBee2006 协议栈为中心,让读者在各种 ZigBee 无线网络基础实验和无线定位应用模式实际实验中理解 ZigBee2006 协议栈,并将自己未来的各种应用与 ZigBee2006 协议栈结合在一起,达到快速驾驭 ZigBee 最新技术的目的。

本书每个章节后面都附有练习题,读者可以使用开发系统和模块完成相关习题,并对照所附答案。

自己动手体验无线,是目前国内嵌入式电子技术学习的弱项。成都无线龙通讯科技有限公司推出《无线单片机技术丛书》和配套的开发工具,希望能提供给广大读者一个低价格的无线技术学习的解决方案。而只有动手实践,才能真正理解无线通信和 ZigBee 无线网络的基本

原理,掌握无线通信和无线网络技术。

今天的世界已经是无线的世界,未来的世界更是无线的天下,而掌握无线通信和无线网络技术已经成为每个电子工程师的必修课,刻不容缓。但对许多电子工程师而言,无线网络和无线通信好像总覆着一层厚厚的神秘面纱,那么多复杂的公式,那么多复杂的电路,而高频的无线电波看不见、摸不着等。本书和配套的无线开发工具,正是要像一把利剑,通过自己的动手实践,带你刺穿这层神秘的面纱,一览无线通信和无线网络的真实面目,教你驾驭无线通信的规律,在无线网络中自由飞翔。

最后,要特别感谢北京航空航天大学出版社的全力支持,如果没有他们的努力和辛勤劳动,这本书不会这样快出版。

作 者

2007 年 9 月于成都

第 1 章 ZigBee 无线网络和定位系统基础

1.1	无线数据网络和无线定位技术广阔的应用前景	1
1.2	ZigBee 无线网络使用频谱和 ISM 开放频带	4
1.3	热门短距离无线数据网络技术	5
1.3.1	ZigBee	5
1.3.2	Wi-Fi	8
1.3.3	蓝 牙	10
1.3.4	超宽频技术	12
1.3.5	近距离无线传输	13
1.4	典型的无线网络结构和网络拓扑	14
1.5	典型的无线网络定位系统	20
1.6	ZigBee 无线网络定位技术特点	23
1.6.1	ZigBee 技术的广阔应用前景	23
1.6.2	低功耗、低速技术特点	29
1.6.3	高可靠性的无线网络	31
1.6.4	网络拓扑和路由	33
1.6.5	安全和加密	35
1.6.6	协议栈模式和应用模式	37
1.7	习题和答案	37

第 2 章 ZigBee 无线定位单片机 CC2430/CC2431

2.1	CC2430/CC2431 芯片的主要特点	41
2.2	CC2430/CC2431 芯片架构	43
2.3	CC2430/CC2431 片上 8051 内核	46
2.3.1	增强型 8051 内核	46
2.3.2	存储空间	47
2.3.3	特殊功能寄存器	48
2.4	CC2430/CC2431 主要特征外设	50

2.4.1	输入/输出(I/O)端口	50
2.4.2	直接存取(DMA)控制器	51
2.4.3	MAC 定时器	52
2.4.4	AES-128 安全协处理器	54
2.4.5	14 位模/数转换器(ADC)	55
2.5	CC2430/CC2431 无线收发	56
2.5.1	IEEE 802.15.4 调制模式	57
2.5.2	接收模式	59
2.5.3	发送模式	59
2.5.4	MAC 数据格式	61
2.5.5	CSMA/CA 协处理器	61
2.5.6	参考设计电路	62
2.6	CC2430/CC2431 所涉及的无线通信技术	64
2.6.1	清洁信道评估 CCA	64
2.6.2	无线直接频谱技术 DSSS	64
2.6.3	载波侦听多点接入/冲突检测 CSMA/CA	68
2.7	CC2431 无线定位引擎介绍	70
2.8	习题和答案	73

第 3 章 建立 ZigBee 无线定位硬件平台

3.1	无线开发系统硬件平台的选择	75
3.2	ZigBee 无线网络/定位系统 C51RF-CC2431-ZDK 概述	79
3.3	C51RF-CC2431-ZDK 仿真器	81
3.4	无线定位中心控制板系统——网关系统	81
3.5	无线参考节点和定位节点——ZigBee 高频模块	89
3.6	硬件综合测试 SPP 软件	91
3.7	C51RF-3-F 协议分析仪	97
3.8	习题和答案	99

第 4 章 建立 ZigBee 无线定位软件平台

4.1	ZigBee 软件集成开发平台	102
4.2	IAR 集成开发环境	104
4.2.1	IAR 安装	104
4.2.2	添加文件或新建程序文件	111

4.2.3 设置工程选项参数	113
4.2.4 编译、连接、下载	117
4.2.5 仿真调试	118
4.3 ZigBee2006 协议栈库	124
4.4 无线网络定位图形监视软件	127
4.5 物理地址修改软件	133
4.6 ZigBee 数据分析仪软件	137
4.7 其他辅助软件	140
4.8 配套测试例程	140
4.9 习题和答案	143

第 5 章 ZigBee 协议栈结构和原理

5.1 ZigBee 协议栈概述	146
5.2 IEEE 802.15.4 通信层	149
5.2.1 物理层 PHY	149
5.2.2 介质接入控制子层 MAC	151
5.3 ZigBee 网络层	153
5.3.1 网络层概况	155
5.3.2 网络层帧结构	156
5.3.3 网络层功能介绍	170
5.4 ZigBee 应用层	188
5.4.1 ZigBee 技术应用	188
5.4.2 应用层概述	190
5.4.3 ZigBee 应用支持子层	191
5.4.4 ZigBee Profile	194
5.4.5 ZigBee 设备对象 ZDO	198
5.5 ZigBee 网络/定位系统配套协议栈	203
5.5.1 精简版 ZigBee 协议栈 2004	203
5.5.2 验证版 ZigBee 协议栈 2006	207
5.6 习题和答案	209

第 6 章 ZigBee2006 基础实验(一)

6.1 初级实验样板	211
6.1.1 实验目的	211

6.1.2	实验原理	211
6.1.3	实验硬件和软件准备	229
6.2	ZigBee2006 协议栈编译、下载	230
6.2.1	设备选择及设置	230
6.2.2	编译、下载程序	232
6.3	实验源代码	232
6.3.1	发送一个信息包	232
6.3.2	发送、接收数据的过程	232
6.3.3	接收一个信息包	236
6.4	实验内容	236
6.4.1	流程图	236
6.4.2	路由器代码	237
6.4.3	协调器代码	239
6.5	采用 C51RF-3-F 数据分析仪分析 ZigBee 数据包	240
6.5.1	协议分析仪组成	240
6.5.2	加入网络	240
6.5.3	发送、接收数据	241
6.6	实验效果	243
6.7	习题和答案	244

第 7 章 ZigBee2006 基础实验(二)

7.1	ZigBee2006 实时操作系统简介	246
7.1.1	OS 术语介绍	246
7.1.2	OSAL API 介绍	247
7.1.3	OSAL 任务	256
7.2	简单 ZigBee2006 应用接口	258
7.2.1	实验目的	258
7.2.2	实验原理	258
7.2.3	软件准备 SAPI	259
7.3	网络形成	259
7.3.1	协调器格式化网络	260
7.3.2	路由器和终端设备加入网络	260
7.3.3	ZDO_StartDevice()	261
7.4	绑定	262

7.4.1	绑定表格	263
7.4.2	绑定建立	264
7.4.3	绑定解除	269
7.5	命 令	270
7.5.1	命令定义及使用	270
7.5.2	串	273
7.5.3	ZCL	273
7.5.4	Profile	274
7.6	灯开关实验	275
7.6.1	APP 函数分析	275
7.6.2	灯开关实验	287
7.6.3	实验总结	288
7.7	温度传感器实验	289
7.7.1	设 备	289
7.7.2	命 令	290
7.7.3	发现和绑定	291
7.7.4	数据包发送和接收	292
7.8	习题和答案	295

第 8 章 ZigBee2006 无线定位实验

8.1	实验目的和设备	299
8.1.1	实验目的	299
8.1.2	实验设备	299
8.2	ZigBee2006 无线定位应用 Profile	300
8.3	装载无线定位模式软件代码到网关	302
8.3.1	初始化物理地址	302
8.3.2	下载中心控制器软件	303
8.4	参考模块和定位模块设定和软件下载	304
8.4.1	参考模块和定位模块程序下载	304
8.4.2	设置物理地址	304
8.5	CC2431 无线定位 C51 源代码	306
8.5.1	协调器代码	306
8.5.2	参考节点代码	313
8.5.3	定位节点代码	321

8.5.4 无线定位系统运行效果观察	332
8.6 习题和答案	334
第9章 矿井安全无线定位网络系统	
9.1 矿井井下无线定位网络原理和实现	336
9.2 系统各节点电路框图	338
9.3 无线定位网络应用程序 C51 源代码	339
9.3.1 液晶驱动程序	339
9.3.2 ZigBee 协议栈和 API 调用说明	347
9.3.3 参考节点设计	354
9.3.4 定位节点设计	359
9.3.5 网关设计	363
9.4 实验效果	372
9.4.1 各节点上电复位后的数据	372
9.4.2 查看参考节点配置数据(参考节点请求配置(0x0017))	375
9.4.3 参考节点配置数据(参考节点配置(0x0015))	376
9.4.4 查看定位节点配置数据(定位节点请求配置(0x0018))	377
9.4.5 定位节点配置参数(定位节点配置(0x0016))	378
9.4.6 发现定位节点位置(发现定位节点请求(0x0013))	379
9.5 习题和答案	380
附录 A 网络层定义的特性常量	383
附录 B 网络层信息库属性	384
参 考 文 献	387

第 1 章

ZigBee 无线网络和定位系统基础

本章将介绍 ZigBee 无线数据网络与无线网络定位系统的基础,从其应用前景开始来介绍目前比较流行的多种短距离无线数据网络技术(如 ZigBee、Bluetooth、Wi-Fi 等),并讲解短距离无线数据网络 ZigBee 以及典型的定位系统,重点介绍本书所应用的 ZigBee 无线网络及无线定位系统。

1.1 无线数据网络和无线定位技术广阔的应用前景

近年来,数字家庭、无线通信、无线控制、无线定位、无线组网和移动连接等词语频频映入我们的眼帘,灌入我们的耳朵。正是由于 IT 产业的高速发展、网络的普及、家电的智能化以及单片机强有力的功能拓展,才使得它们逐渐来到我们身边,进入我们的生活。日益增多的相关信息报道足以预测这些新技术必将具有强大生命力和广阔的市场前景。眼前的事实是,随着一声声“真实用,太方便了”的赞叹,它们将受到更多的关注。

无线通信技术在医疗领域的跟踪治疗、移动观察、远程医疗、患者数据管理、药物跟踪、手机求救、病人数据收集、医疗垃圾跟踪和短信沟通等多个方面得到了新的应用。最近几年,无线通信技术在国内外医疗市场得到了广泛的应用,无线医疗设备应用迅猛增加。有报告指出,欧洲的无线医疗设备销售额将从 2003 年的 9 800 万增加到 2008 年的 4.458 亿美元,主要原因是医护人员希望改善工作流程,提高生产力和病人的满意度,以及新的应用(如电子病历、临床疗法决定等)的增加。

随着经济的持续发展和产业的不断调整,大批人口将向城市转移。城市人口不断增加,同时经济活动日趋频繁,商业活动将更加活跃,汽车数量和使用频率也将大大增加,给中心城市的交通带来沉重的压力,交通“停车难”问题日益突显。修建新的停车场和交通设施能部分解决问题,但费用高昂且建设周期长,还受土地使用及城市规划等诸多方面因素的影响。只有在进行硬件设施建设的时候,充分利用现代科学技术,借鉴国外交通发展过程中的经验,引入城

市停车诱导系统,从而以软、硬结合的方式,在节省高额建设费用的同时,改善“停车难”的状况。

“索诺马溪谷,气温急剧上升。但这家位于吉克庄园的葡萄酒商正在通过每棵葡萄树上的小型无线 ZigBee 传感器密切地监控自己的田地。这些硬币大小的机器可以跟踪监测土壤的温度和营养成分等数据。它们利用卫星无线发射机相互连接。”当解释 ZigBee 无线技术是怎样改变我们生活的时候,《商业周刊》如是描述。然而事实或许更加美妙。

尽管 21 世纪的人们并没有实现科幻小说中的某些预言,但奇妙的场景很快便会成为现实:只需一台电脑,一切尽在掌控之中。你可以一边从 PC 中调控欣赏在平面电视上播放的影片,一边控制烤箱的温度,等待享受美味的下午茶,同时密切监控与了解一切需要关注的信息:工作室里机器的运行,实验室里研究的进度,家中饮用水的成分和空气中或许可能出现有毒物质的示警,酒窖里不同位置的温度与湿度,私家公路的灯光调控,各类仪表的数据变更……不会再有过火而败味的食物,更不会有《小鬼当家》中入室的匪徒,火灾和毒气泄漏都将最大程度地被防止,博物馆的馆长则不再担惊受怕地忧虑古董名画的命运。

如同计算机从单任务到多任务的跨越一般,人类将从事事亲历亲为却难免顾此失彼的尴尬中解脱出来,兼顾生活与工作的方方面面,一切将变得从容而稳妥。最为诱人的是,这样的效率不需要被烦冗杂乱的设备线路所缠绕,无线传感 ZigBee 将工作与生活的广阔空间浓缩于双手可以掌控的距离。

尽管在无线网络方面,同时存在着其他几种无线网络技术(比如 802.11b、Bluetooth、UWB、RFID、IrDA 及可视光通信等),但 ZigBee 技术却以其独有的特性在众多的无线网络技术中熠熠闪光。ZigBee 技术主要应用在短距离无线网络通信方面。我们相信不久的将来,很多领域里都可以看到 ZigBee 的身影。

尽管智能家居的概念已经提出很多年了,但是由于相应的通信技术及应用方面的发展速度缓慢,智能家居一直没有走向实用化。随着 ZigBee 技术的出现,使得智能家居可能在未来的 2~3 年内走入人们的生活,应用于家庭的照明、温度、安全等的控制。ZigBee 模块可安装在电视、电灯、遥控器、儿童玩具、游戏机、门禁系统、空调系统及其他家电产品中。例如在灯泡中装置 ZigBee 模块后,人们要开灯就不需要走到墙壁开关处,而是直接通过遥控便可开灯;当打开电视机时,灯光会自动减弱;当电话铃响起时或你拿起话机准备打电话时,电视机会自动静音。通过 ZigBee 终端设备可以收集家庭中的各种信息,并传送到中央控制设备或是通过遥控达到远程控制的目的,从而实现家居生活的自动化、网络化与智能化。韩国第三大移动手持设备制造商 Curitel Communications 公司已经开始研制世界上第一款 ZigBee 手机。该手机将可通过无线的方式将家庭或是办公室内的个人电脑、家用设备和电动开关连接起来。由于融入了 ZigBee 技术,手机用户可以在短距离内操纵电动开关及控制其他电子设备。

通过建立完备的 ZigBee 网络,智能建筑可以感知随处可能发生的火灾隐患,及早提供相关信息;根据人员分布情况自动控制中央空调,实现能源的节约;及时掌握酒店客房内客人的

出入信息,以便在发生突发事件时及时、准确地发出通知。

在机场,持有 ZigBee 终端的乘客们可以随时获得导航信息,比如登机口的位置、航班的变动,甚至附近有什么商店等。

在工业自动化领域,人们可以通过 ZigBee 网络实现厂房内不同区域温/湿度的监控;及时得到机器运转状况的信息;结合 RF 标签,可以方便地统计库存量……在医院,ZigBee 网络可以帮助医生及时、准确地收集急诊病人的信息和检查结果,快速、准确地作出诊断。佩戴 ZigBee 终端的患者可以得到 24 小时的体温、脉搏监控;配有 ZigBee 终端的担架可以遥控电梯门的开关……时间就是生命,ZigBee 网络可以帮助医生和患者争取每一秒的时间。

如果沿着街道、高速公路及其他地方分布式地装有大量 ZigBee 终端设备,你就不用再担心会迷路;安装在汽车里的器件将告诉你当前所处位置,正向何处去。全球定位系统(GPS)也能提供类似服务,但是 ZigBee 无线网络这种新的分布式系统能够向你提供更精确、更具体的信息,即使在 GPS 覆盖不到的楼内或隧道内,你仍能继续使用此系统。从 ZigBee 无线网络系统能够得到比 GPS 多很多的信息,如限速情况、街道是单行线还是双行线、前面每条街的交通情况与事故信息等。使用这种系统,也可以跟踪公共交通情况,你可以适时地赶上一班车,而不至于在寒风中或烈日下在车站等上数十分钟。基于 ZigBee 技术的系统还可以开发出许多其他功能,例如在不同街道根据交通流量动态调节红绿灯时间,追踪超速的汽车或被盗的汽车等。

无线通信技术的成熟和发展,促进了新兴无线业务的出现,越来越多的应用都需要自动定位服务。为解决自动定位的问题,基于卫星通信的全球定位系统(GPS)出现了,其良好的定位精度解决了很多军事和民用的实际问题;但是,当需要定位的物体位于建筑物内部(如办公大楼内),其定位精度就明显下降了。因此,必须研究新的室内定位技术以弥补 GPS 的不足。目前,常见的技术有红外技术、以 ZigBee/IEEE 802.15.4 为代表的无线局域网技术、超声波技术和 RFID 技术。

为了推动 ZigBee 技术的发展,Chipcon 公司(已被 TI 公司收购)与 Ember、Freescale、Honeywell、Mitsubishi、Motorola、Philips 和 Samsung 等公司共同成立了 ZigBee 联盟(ZigBee Alliance)。目前该联盟已经包含 130 多家会员。该联盟主席 Robert F. Haile 曾于 2004 年 11 月亲自造访中国,以免专利费的方式吸引中国本地企业加入。据市场研究机构预测,低功耗、低成本的 ZigBee 技术将在未来两年内得到快速增长,2005 年全球 ZigBee 器件的出货量已达到 100 万件,2006 年底超过 8000 万,2008 年将超过 1.5 亿,2009~2010 年将达 10 亿件。这一预言正在从 ZigBee 联盟及其成员近期的一系列活动和进展中得到验证。在标准林立的短距离无线通信领域,ZigBee 的快速发展可以说是始料不及的,从 2004 年底标准确立到 2005 年底相关芯片及终端设备总共卖出 1500 亿美元,应该说比被业界“炒”了多年的蓝牙、Wi-Fi 进展都要快。

ZigBee 技术在 ZigBee 联盟和 IEEE 802.15.4 的推动下,结合其他无线技术可以实现无所不在的网络。它不仅在工业、农业、军事、环境、医疗等传统领域有具有极高的应用价值,在

未来其应用更将扩展到涉及人类日常生活和社会生产活动的所有领域。由于各方面的制约, ZigBee 技术的大规模商业化应用还有待时日,但其已经显示出了非凡的应用价值。相信随着相关技术的发展和推进,它一定会得到更广泛的应用。但是,我们还应该清楚地认识到,基于 ZigBee 技术的无线网络才刚刚开始发展,它的技术、应用都不是很成熟,国内企业应该抓住时机,加大投入力度,推动整个行业的发展。

1.2 ZigBee 无线网络使用频谱和 ISM 开放频带

日常生活中,我们经常能够看到各式各样的天线。天线作为无线通信中不可缺少的一部分,其基本功能就是接收和发送无线电波。而对于一个无线系统来说,能够正确地发送和接收信息是最基本的要求:发射时,把高频电流转换为电波;接收时,把电波转换为高频电流。那么这么多的电波在空气中是如何传播的呢?我们又是如何区分哪些是我们所需要的电波呢?

频谱是用于区别各种电波的一个重要依据。无线通信的频谱在 RF(Radio Frequency)这一段包括了常见的调频收音机、各种手机、无线电话及无线卫星电视等。由于在几十到几千兆赫兹(MHz)的频谱上集合了各种不同的无线应用,而且这些无线电传播都使用同一个通信媒介——空气,所以为了避免各种无线通信之间的相互干扰,就需要对无线频道的使用进行必要的管理。

各国的无线电管理机构负责管理 RF 频道的使用。这个管理机构在美国是美国联邦通信委员会(FCC),在欧洲是欧洲电信标准化协会(ETSI),在中国是中国无线电管理委员会。频道管理最基本的规则是无线发送器的使用需要获得许可。

各国的无线管理部门也规定了某些频带不需许可即可使用,以满足不同的需要。这些频带通常包括 ISM(Industrial、Scientific and Medical,即工业、医疗、科学)频带。各国的无线电管理不尽相同。在美国,FCC 管理无线电频谱的分配,可用的免许可证的频带包括 27 MHz、260~470 MHz、902~928 MHz 及最常用的 2.4 GHz 频带,其中 260~470 MHz 频带对数据传送的类型有所限制,而其他频带则没有这样的限制。ISM 频道在欧洲所分配到的频率为 433 MHz、868 MHz 和 2.4 GHz。中国目前可以使用的 ISM 频率是 433 MHz 和 2.4 GHz。

除了 ISM 频带以外,在中国整个低于 135 kHz 的频段及在北美、南美和日本低于 400 kHz 的频段也都是可以免费使用的。

各国对无线频谱资源的管理,不仅规定了相关的 ISM 开放频道的频率,同时也严格规定了在这些频率上所使用的发射功率。在实际使用这些频率时,需要查阅各国无线频谱管理机构不同的具体技术要求。中国的无线电管理要求的具体技术参数请查阅中国信息产业部发布的《微功率(短距离)无线电设备管理暂行规定》。

IEEE 802.15.4(ZigBee)工作在 ISM 频段,定义了两个工作频段,即 2.4 GHz 频段和