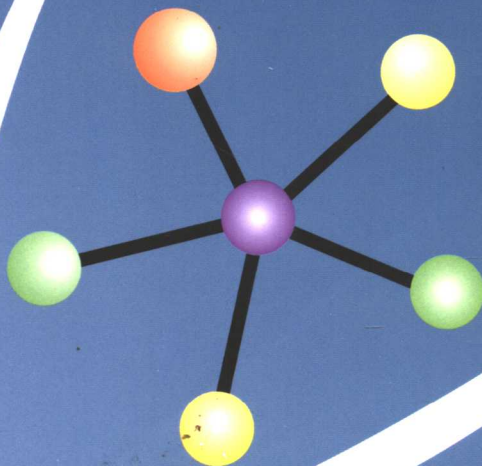


无线单片机技术丛书

ZigBee



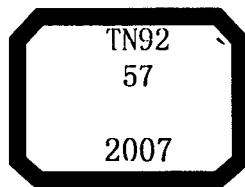
ZigBee

# ZigBee无线网络技术 入门与实战

李文仲 段朝玉 等编著

 北京航空航天大学出版社

无线单片机技术丛书



# ZigBee 无线网络技术 入门与实战

李文仲 段朝玉 等编著

北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

本书分别以 TI/CHIPCON 公司的 8051 内核无线片上系统(SoC)CC2430、CC2431 ZigBee 无线单片机为中心,介绍了 802.15.4/ZigBee 无线网络技术和对该技术的实际应用。该书的重点不是讲解 802.15.4/ZigBee 无线网络技术的原理,而是实战,即自己动手进行 802.15.4/ZigBee 无线网络项目试验。

本书从介绍 802.15.4/ZigBee 技术的概念开始,让读者在 CC2430、CC2431 无线单片机硬件平台上,自己动手搭建一个 ZigBee 开发系统。从星状无线网络到复杂的网络拓扑,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,理解最新 ZigBee 无线网络技术的原理,探究 ZigBee 无线网络的奥秘。

本书可作为高等院校的计算机、电子、自动化、无线等相关专业的教材,也适合广大单片机、无线应用、自动化控制、无线传感等领域的工程技术人员作为学习、参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

ZigBee 无线网络技术入门与实战/李文仲,段朝玉编  
著. —北京:北京航空航天大学出版社,2007.4  
ISBN 978-7-81124-067-2

I. Z… II. ①李…②段… 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 046703 号

### ZigBee 无线网络技术入门与实战

李文仲 段朝玉 等编著  
责任编辑 许振伍 孙立会

\*

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

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:787×960 1/16 印张:17.25 字数:386 千字

2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-067-2 定价:25.00 元

## 本书编委会

主编：李文仲 段朝玉  
编委：李文仲 段朝玉 崔亚远  
林 涛 袁 圆

## 1. 单片机的无线化和无线网络化大趋势

芯片巨人 TI 公司收购无线单片机的先锋 Chipcon 公司后,推出了全新概念的新一代 ZigBee 无线单片机 CC2430/CC2431 系列和短距离通信的新一代无线单片机 CC2510/CC1110 系列,这些以经典 8051 微处理器为内核的无线单片机,也称“射频 SoC(片上系统)”。它们以其优异的无线性能、超低功耗、超低成本,在单片机技术领域开创了单片机无线化和无线网络化的全新时代。采用这些新型无线单片机,进行无线通信、RFID、无线数传产品等的产品设计,是开发低成本、低功耗单片机应用产品的非常的理想方案。

以 CC2430 为代表的新一代射频 SoC(片上系统)的特点是:

- 专门的设计,将全部的 ZigBee/802.15.4 需要的高频部分电路全部集成到了电路内部,从无线单片机到天线之间,只有 3~5 个普通零件,系统设计者完全不需要任何高频方面的经验。
- 采用特殊设计,使 8051 微处理器和高频线路间实现完美的配合,将数字电路对高频通信的影响减低到最小(因为对于非常微小高频信号而言,8051 就是一个很大的数字噪声源)。
- 将高速 8051 微处理器、32 KB~128 KB 闪存、8 KB SRAM 多种外围电路、A/D、RTC 和 CC2420 无线芯片等全部设计进一块非常小的芯片(48 脚 7 mm×7 mm 大小),真正实现了单片机的无线化、微型化,使采用这类单片机的产品可以做成微型遥控器、信用卡一样薄的微型卡片、RFID 长距离卡片、能植入人体的微型传感器等。
- 无线通信中需要的大量软件处理,包括纠错、防止空气中包装碰撞、IEEE 802.15.4 标准通信协议处理、网络路由、多种网络拓扑等,都可以像“搭积木”一样,轻易地放入无线单片机的内部存储器中间去。CC2430 这样的新一代无线单片机具有较大的存储空间,以 CC2430-F128 为例,如果将 IEEE 802.15.4 的协议软件放进去,大概只需要占用 1/4 的存储空间,将完整的 ZigBee 无线网络协议栈放入进去,也只需要占用 1/2 的空间,还有足够的空间存储应用代码。
- 功耗非常低。CC2430 无线单片机待机时电流消耗仅 0.2  $\mu\text{A}$ ,在 32 kHz 晶体时钟下运行,电流消耗小于 1  $\mu\text{A}$ 。使用小型电池寿命可以长达 10 年。
- 价格非常低。CC2430 包括高速 8051 内核、ZigBee RF 硬件部分、8 KB SRAM、128 KB/64 KB/32 KB 闪存,大量购买的价格是 2~4 美元,而更加简化的 CC2510/

CC1100 价格会更低。从目前情况看,由于高频部分的硅成本非常低,加上非常大的生产数量,所以 RF+MCU 的总体价格可能会低于普通常见 8051 单片机的价格。

从以上的这些特点我们看到了单片机无线化、无线网络化的大趋势,对于准备学习使用无线技术的广大单片机工程师和电子工程师而言,这是一个好消息。因为在从有线到无线的技术过渡中,将不再需要重新学习和熟悉单片机的结构、指令系统、编译开发工具了,而可直接快速进入到无线产品开发的实践中去。

## 2. 8051 的单片机,装上了 802.15.4 标准和 ZigBee 的“智慧”

作为与 8051 兼容的无线单片机的第 1 代产品的代表——Chipcon 公司的 CC1010、Nordic 公司的 nRF24E1/nRF9E5,其推出的时间是 2004 年,分别工作在 300~1 000 MHz/2.4 GHz 频道,价格为 30~50 元/片左右。这些无线单片机由于工作可靠,技术成熟,软件丰富,所以这几年获得了非常广泛的应用。对于一般的点到点、点到多点、无线数传和各种类似无线键盘、无线摇杆、简单遥控器、无线抄表等应用,以及学习无线通信知识、教学实验等,直到今天仍然是很好的选择。

无线通信(这里主要指短距离无线通信和嵌入式无线通信)的发展,需要将更多的节点通过无线联系起来,包括各种传感器网络、无线实时定位网络、射频识别网络、数字家庭网络、安全监视网络等。这就需要解决两方面的问题:无线通信的标准化和对网络拓扑的管理。

网络标准化,通俗地说就是网络节点的互通性,各种不同功能的无线网络节点需要能相互交流、相互认识。举例来说,未来家庭中,各种家电将具有无线功能,汇集成一个互通的无线网络,冰箱可能是日本的,电视是中国造,烟雾报警器可能来自美国,所有的家电通过无线汇集到家庭网关,必须相互认识,才可以进行无线数据通信。这就需要有一个所有制造厂家可以遵循的标准,目前这个标准就是 IEEE 802.15.4——一个专门针对这类应用的国际标准。

网络拓扑管理,主要是建立在 IEEE 802.15.4 之上的网络层,包括各种网络的形态。无线网络节点可以像一个星状一样连接,也可以像一个葡萄串一样串在一起,还可以像一张大网,相互连接,相互间可以从任意节点进行通信。这就需要在网络层相互兼容,这就有了 ZigBee——一套标准化的网络层协议规范。

802.15.4 标准和 ZigBee 网络已经是当今世界的技术热点,可以在网上发现数量巨大的相关信息,也可以方便地学习到这方面的知识。

实现网络的标准化,管理越来越复杂的无线网络,需要有大量的软件代码来实现,也需要对无线通信技术的精通和大量的人力物力投入,绝非哪家公司可以独自包揽,自己来完成。因此,802.15.4 标准和 ZigBee 网络实现的代码,都是由国际标准组织和 ZigBee 联盟这样的机构协助组织完成的,然后以软件库、源代码库的方式提供给用户,由用户进行高层调用,加上自己的应用程序,固化到单片机中。

而新一代无线单片机,像 CC2430,就是具备了全部 802.15.4 标准和 ZigBee 无线网络结

构的 8051 单片机,当用 USB 接口连接上 CC2430 仿真器,接上 CC2430 电路板,在 IAR IDE 调试环境下装上 802.15.4 标准和 ZigBee 网络的可调试工程文件(包括 802.15.4 标准和 ZigBee 网络库文件、演示软件等)后编译、下载,然后运行,几秒钟的时间,按几下按键,802.15.4 标准和 ZigBee 网络(数万个 C51 语言写成的代码,组成的软件)就在转瞬间被驾驭了:

- 需要将节点加入无线网络吗?不用。调用“加入网络”功能就可以了。
- 需要传输数据吗?数据送入指定的缓冲区后,调用“需要发送数据”功能,立刻会知道数据是否发送成功、无线信号强度是多少……
- 需要将数据通过其他节点,像下跳棋一样,传输到远方的无线节点吗?指定节点的名字,准备好数据,调用“网状网络拓扑的数据传输”功能,数据就会自动通过墙壁,绕过天花板,从一楼到 10 楼,将数据自动传输到最远端的无线节点。同时,不到一秒时间,就可以得到回应“数据安全送到了”。

听起来好像不可能,但这正是 802.15.4 标准和 ZigBee 无线单片机带给我们的——今天就可以在手中实现的实实在在的现场。

面对这样的场景,我们会感慨万千,这不正是电子工程师们多年来的“将一切用无线连接起来的”的梦想吗?在办公室,复印机坏了,这边正着急,那边该公司的服务人员已经赶到了现场。为什么这么快?复印机内的无线节点早就将故障的部分、维修需要的零件自动传输到了服务的公司。家里的地上管道漏水了,而我们并不在家,但无线传感器迅速知道了情况,一边自动通知无线水表关闭进水阀门,一边发出短信,通知主人,这里出了什么问题……

802.15.4 标准、ZigBee 技术和 8051 无线单片机的结合给单片机技术带来了一场全新的革命,由此产生的巨大市场和广泛的应用是我们每个电子工程师都应该关注的。

### 3. 投身无线大潮需要的“渡船”和“桥梁”

高频无线技术、单片机技术、C51 编程、无线传感器技术、无线网络技术都属于实验技术和实用技术,具体地掌握这些技术,都需要实际动手,通过编写程序、实际调试、了解实际电路板、现场测试分析等来真正了解技术的核心,具备实际的经验。

学习 ZigBee 无线网络技术,需要的“渡船”是一套实际的开发系统和配套的无线网络硬件模块。该系统可以在实验室,也可以在家里,具体需要的型号和价格将根据目标、实际起步的水平有很大的不同。当然,越是高级的系统,使用会越简单,但价格也会越高。许多电子工程师、单片机工程师在熟悉 8 位单片机技术后,开始自己学习 ARM 等 32 位单片机技术,也自己花费多达几千元人民币购买 ARM 开发工具,在家建立了自己的 ARM 开发平台。其实,从上面的讨论可以看出:从电子、单片机技术发展的眼光来看,单片机从 8 位到 32 位的发展,主要是在运行速度上的量的改变,而单片机的无线化和无线网络化集成才是单片机在质的方面的飞跃。如果讲到单片机工程师应该朝哪方面进一步发展的话,我们认为,学习无线网络比学习 ARM 更重要、更紧迫。

另一方面,需要的“桥梁”是一套通俗实用的教材,能够由浅入深,一步一步地让读者快速掌握 ZigBee 技术。本书不是简单地翻译有关 802.15.4/ZigBee 技术规范和 CC2430 数据手册,而是将重点放在实战,即自己动手进行无线通信和无线网络的项目试验。通过亲自动手,自己体验什么是无线通信,什么是无线网络,如何进行无线通信,如何自己动手组建一个自己需要的低成本、高效率的 ZigBee 无线网络。

作者认为学习 ZigBee 技术和开发 ZigBee 产品,最关键的是应该像开发单片机一样,实实在在地写程序、做电路板、去调试,最后做一个实际的 ZigBee 无线应用产品,这才是电子工程师最需要的。

本书从介绍 802.15.4/ZigBee 技术的概念开始,让读者在 CC2430/CC2431 无线单片机硬件平台上自己动手搭建一个 ZigBee 开发系统,从星状无线网络到复杂的网络拓扑,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,理解最新 ZigBee 无线网络技术的原理,探究 ZigBee 无线网络的奥秘。当全部完成这些试验后,也许会大大松了一口气,“无线通信和 ZigBee 无线网络原来如此简单容易”。这时我们的目的也达到了。

本书的另一个主要特点是,始终抓住 ZigBee 无线网络技术的核心——ZigBee 协议栈,让读者在各种 ZigBee 无线网络应用项目的实际实验中理解 ZigBee 协议栈 C51 源代码,并将自己未来的各种应用与 ZigBee 协议栈结合在一起,达到快速掌握 ZigBee 技术的目的。

## 4. ZigBee 的实践

本书成功地将复杂的无线通信原理和无线网络原理转变为一个纯粹的软件开发过程,一切都变成了一段段用 C51 编写的源程序。只要能读懂相关 C 语言的程序代码,就可以轻松地熟悉需要的无线通信和无线网络功能。成都无线龙通信科技有限公司(简称无线龙公司)的工程师开发了本书全部试验用的 C51 源代码,并在相关无线模块上经过了全面实际无线通信和网络测试,读者可以基于这些源代码做自己喜欢的修改和增加可能的应用。

将复杂的无线通信和无线网络的开发转变为 C 语言的软件开发,正是初学者快速进入无线通信的关键,也是未来无线通信和无线网络技术发展的关键。其实,当完全理解本书的各个试验后,所掌握的无线通信和无线网络方面的实际能力已经达到了很高的标准。从这个基础出发,应该可以在工作中轻松地使用相关的无线技术了。当然这不仅仅是一个学习无线通信的过程,也是你丰富单片机以 C51 开发经验的过程。

成都无线龙通信科技有限公司(<http://www.c51rf.com>)将提供与该书配套的低价格、经济型 C51RF-3-ZDS 无线单片机开发系统供读者选用。这些无线开发系统包括了除 IAR C51 以外本书全部试验所需要的软硬开发环境和实验器材,读者只需要采用这套经济型开发装置,连接家里的计算机,就可以完成本书全部的试验了。

本书各章节后面附有练习题,读者可以使用开发系统和模块完成相关习题,并对照附录的答案。



本书已经包括的 ZigBee 技术应用实验项目有:无线游戏控制器、医院健康监视系统、路灯控制无线网络系统、无线玩具——电子钓鱼竿等。它们可让读者将学习的相关无线知识与实际无线应用系统相结合,了解实际的 ZigBee 无线应用系统设计的原理和技术关键。

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,成都无线龙通信科技有限公司推出的“无线单片机技术丛书”和配套的开发工具,旨在提供给广大读者一个低价格的无线技术学习的解决方案。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,学会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,已经是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有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。本书和配套的无线开发工具,正是要通过读者自己的动手实践,让读者一览无线通信和无线网络的真实面目。

全书由李文仲、段朝玉负责规划、审核和统稿,参与本书编写及相关工作的主要人员有崔亚远、林涛、袁圆等。

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1月

本书所涉及的相关产品的说明和资料,需要的读者可到网站  
<http://www.buaapress.com.cn> 下的“下载中心→ZigBee 无线网络技术入门与实战”链接下载。

# 目 录

## 第 1 章 短距离无线数据网络基础

1.1	无线通信和无线数据网络广阔的应用前景 .....	1
1.2	ZigBee 无线网络使用的频谱和 ISM 开放频带 .....	4
1.3	典型的短距离无线数据网络技术 .....	5
1.3.1	ZigBee .....	5
1.3.2	Wi-Fi .....	7
1.3.3	蓝牙(Bluetooth) .....	10
1.3.4	超宽频技术(UWB) .....	12
1.3.5	近短距无线传输(NFC) .....	13
1.4	典型的无线网络结构和网络拓扑 .....	14
1.4.1	无线局域网的协议结构 .....	15
1.4.2	无线局域网的物理层规范 .....	15
1.4.3	无线局域网的频段分配 .....	16
1.4.4	无线局域网的 MAC 层规范 .....	16
1.4.5	无线局域网的 CSMA/CA 协议 .....	16
1.4.6	无线局域网的工作原理 .....	17
1.4.7	无线局域网的网络结构 .....	17
1.4.8	网络拓扑 .....	18
1.5	IEEE 802.15.4 短距离无线通信标准 .....	20
1.5.1	物理层 .....	21
1.5.2	MAC(介质接入控制子层)层 .....	22
1.5.3	网络层 .....	22
1.5.4	ZigBee 与 IEEE 802.15.4 的区别 .....	23
1.6	ZigBee 技术 .....	24
1.6.1	ZigBee 技术的广阔应用前景 .....	24
1.6.2	低功耗低速技术特点 .....	30
1.6.3	高可靠性的无线网络 .....	31
1.6.4	网络拓扑和路由 .....	34

1.6.5	安全和加密	36
1.6.6	协议栈模式和应用模式	39
1.7	习 题	39
<b>第 2 章 CC2430/CC2431 无线单片机</b>		
2.1	CC2430 芯片的主要特点	42
2.2	CC2430 芯片的引脚功能	44
2.3	CC2430 片上 8051 内核	46
2.3.1	增强型 8051 内核	47
2.3.2	存储空间	47
2.3.3	特殊功能寄存器	48
2.4	CC2430 的主要特征外设	50
2.4.1	输入/输出(I/O)端口	51
2.4.2	直接存取(DMA)控制器	51
2.4.3	MAC 定时器	53
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 无线收发部分	56
2.5.1	IEEE 802.15.4 调制模式	59
2.5.2	接收模式	60
2.5.3	发送模式	62
2.5.4	MAC 数据格式	62
2.5.5	CSMA/CA 协处理器	63
2.6	CC2430 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)	65
2.6.3	载波侦听多点接入/避免冲撞(CSMA/CA)	68
2.7	CC2431 芯片介绍	70
2.8	习 题	71
<b>第 3 章 建立自己的 ZigBee 无线硬件平台</b>		
3.1	无线 ZigBee 硬件平台的选择	73
3.1.1	选择嵌入式无线开发工具和平台	74
3.1.2	需要的设备和必要条件	76

3.2	ZigBee 无线开发系统 C51RF-3-ZDS 概述 .....	77
3.3	C51RF-3-ZDS 仿真器 .....	78
3.4	多功能扩展无线网络演示系统 .....	79
3.5	无线 2.4 GHz 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 .....	101
<b>第 4 章 建立自己的 ZigBee 无线软件平台</b>		
4.1	ZigBee 软件集成开发平台 .....	102
4.2	安装 IAR .....	104
4.3	创建一个工作区窗口 .....	108
4.4	建立一个新工程 .....	109
4.5	添加文件或新建程序文件 .....	111
4.6	设置工程选项 .....	113
4.7	编译和连接 .....	117
4.8	仿真调试 .....	118
4.8.1	安装仿真器驱动——手动 .....	118
4.8.2	安装仿真器驱动——自动 .....	120
4.8.3	进入调试 .....	120
4.8.4	调试窗口管理 .....	123
4.8.5	调试管理 .....	124
4.9	其他辅助软件 .....	126
4.10	习 题 .....	127
<b>第 5 章 ZigBee 协议栈结构和原理</b>		
5.1	ZigBee 协议栈概述 .....	128
5.2	IEEE 802.15.4 通信层 .....	131
5.2.1	PHY(物理)层 .....	131
5.2.2	MAC(介质接入控制子层)层 .....	133
5.3	ZigBee 网络层 .....	135
5.3.1	网络层概况 .....	137
5.3.2	网络层帧结构 .....	138
5.3.3	网络层功能介绍 .....	141

5.4	ZigBee 应用层 .....	151
5.5	无线龙精简版 ZigBee 协议栈体系 .....	153
5.6	习 题 .....	157
<b>第 6 章 电子游戏用无线手柄</b>		
6.1	电子游戏用无线手柄电路原理 .....	158
6.1.1	模拟无线接收单元电路原理图 .....	160
6.1.2	模拟无线手柄的电路原理图 .....	162
6.2	编译、下载无线龙 ZigBee 协议栈 .....	162
6.3	如何格式化一个星状网络 .....	165
6.4	加入和开始 ZigBee 网络 .....	165
6.5	无线遥控器软件 C51 源代码 .....	167
6.6	习 题 .....	182
<b>第 7 章 医院健康监视无线网络</b>		
7.1	传统的医院监控系统 .....	184
7.2	医院健康监视无线网络系统硬件原理和实现 .....	186
7.2.1	网络协调器的电路原理图 .....	186
7.2.2	RFD 节点电路图 .....	187
7.3	传感器的介绍及其软件 .....	187
7.4	编译、下载无线龙 ZigBee 协议栈 .....	189
7.5	老人健康监视无线网络 C51 源代码 .....	189
7.5.1	液晶驱动 C51 程序 .....	189
7.5.2	遥控器和主机按键电路与程序 .....	192
7.5.3	重要函数 .....	193
7.5.4	主程序 .....	197
7.6	习 题 .....	202
<b>第 8 章 ZigBee 无线玩具——电子钓鱼竿</b>		
8.1	电子钓鱼竿设计原理 .....	204
8.2	.MEMS 加速传感器 .....	205
8.3	电子钓鱼竿电路和实现 .....	208
8.4	电子钓鱼竿程序 C51 源代码 .....	209
8.4.1	驱动程序 .....	209

8.4.2 按键电路及程序 .....	212
8.4.3 重要函数 .....	213
8.4.4 主程序及流程图 .....	218
8.5 习 题 .....	223
<b>第9章 节能型路灯自动控制无线网络</b>	
9.1 路灯自动控制无线网络原理和实现 .....	224
9.2 系统各节点电路框图 .....	226
9.3 路灯自动控制无线网络程序 C51 源代码 .....	228
9.3.1 液晶驱动程序 .....	228
9.3.2 按键电路和程序 .....	232
9.3.3 重要函数 .....	232
9.3.4 主程序及流程图 .....	238
9.4 习 题 .....	245
<b>附 录 习题参考答案</b> .....	246
<b>参考文献</b> .....	258

# 第 1 章

## 短距离无线网络基础

本章将介绍短距离无线网络的基础,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网络技术,如 ZigBee、Bluetooth、Wi-Fi 等,并讲解短距离无线网络的网络结构以及网络拓扑。本章将重点介绍本书所应用的 ZigBee 无线网络及 IEEE 802.15.4 技术标准。

### 1.1 无线通信和无线网络广阔的应用前景

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。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。有增无减的相关信息报道足以预测这些新事物必将具有强大的生命力和广阔前景。

无线通信技术在医疗领域的应用主要包括跟踪治疗、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方面的新应用。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长。一个报告指出,欧洲的无线医疗设备销售额将从 2003 年的 9 800 万美元增加到 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,增加生产力和改善病人的满意度,还有增加新的应用,如电子病历、临床疗法决定等。

在城市,随着经济的持续发展和产业调整,大批人口将向城市转移,城市人口将不断增加;同时,经济活动日趋频繁,商业活动将更加活跃,汽车的数量和使用频率也将大大增加,给城市的交通带来了沉重的压力,“停车难”日益成为制约我国大中城市经济发展的“瓶颈”。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制约。只有在进行硬件设施建设的时候,充分利用现代科学技术,借助国外交

通发展过程中的经验,引入城市停车引导系统,才能以软、硬结合的方式,在节省巨大建设费用的同时,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。这些一枚硬币大小的机器可以跟踪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,然而更为奇妙的场景很快便会成为现实:只需一台计算机,一切尽在掌控之中。我们可以一边从 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,同时密切地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可能出现的有毒物质、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美食,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,博物馆的馆长则不用再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样,人类将从事事亲历却免不了顾此失彼的尴尬中解脱出来,同时兼顾生活与工作的方方面面,一切将变得从容妥当。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 会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、可视光通信等,但是 ZigBee 技术仍然以其独有的特性,在众多的无线网络技术中熠熠闪光。ZigBee 技术目前主要应用在短距离无线网络通信方面,相信在不远的将来,在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两到三年内逐步走入人们的生活中。

ZigBee 模块可安装在电视、灯泡、遥控器、儿童玩具、游戏机、门禁系统、空调系统和其他家电产品等的上面。例如,在灯泡中装上 ZigBee 模块,则人们要开灯,就不需要走到墙壁开关处,直接通过遥控便可;当打开电视机时,灯光会自动减弱;当电话铃响起时或拿起听筒准备打电话时,电视机会自动静音。通过 ZigBee 终端设备可以收集家中的各种信息,传送到中央控制设备,或是通过遥控达到远程控制的目的,从而提供家居生活自动化、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 1 款 ZigBee 手机,该手机将通过无线的方式将家中或是办公室内的 PC、家用设备和电动开关连接起来。这种手机融入了 ZigBee 技术,能够使手机用户在短距离内操作电动开关和控制其他电子设备。

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,以便在有突发事件时能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得到导航信息,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,等等。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,快速准确地做出诊断;戴有 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……在医院,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,就会不再担心迷路,安装在汽车里的器件将告诉我们当前所处的位置,正向何处去。全球卫星定位系统(GPS)也能提供类似的服务,但是这种新的 ZigBee 分布式系统能够向我们提供更精确、更具体的信息,即使在 GPS 覆盖不到的楼内或隧道内,仍能继续使用此系统。从 ZigBee 无线网络系统能够得到比 GPS 更多的信息,如限速、街道是单行线还是双行线、前面每条街的交通情况或事故信息等。使用这种系统,也可以跟踪公共交通情况,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,追踪超速的汽车或被盗的汽车等。

为了推动 ZigBee 技术的发展,Chipcon(已被 TI 公司收购)公司与 Ember、Freescale、Honeywell、Mistubishi、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一百五十多家成员,该联盟主席 Robert F. Haile 曾于 2004 年 11 月访问中国,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 技术将在未来几年内得到快速增长,2006 年全球 ZigBee 器件的出货量已达到 1 000 万个,2007 年年底将近一亿个,2008 年将超过 1.5 亿个。其中在 2006 年,ZigBee 芯片供应量方面,TI 以及 Ember 公司位列前两位。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令人有些始料不及的,从 2004 年年底标准确立,到 2005 年年底相关芯片及终端设备总共销售了 1 500 亿美元,比被业界“炒”了多年的蓝牙、Wi-Fi 产品进展都要快。

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巨大的应用价值,未来在应用中还可以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 技术的大规模商业应用还有待时日,但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,一定会得到更广范围的应用。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、应用都谈不上很成熟,国内企业应该抓住商机,加大投入力度,推动整个行业的发展。