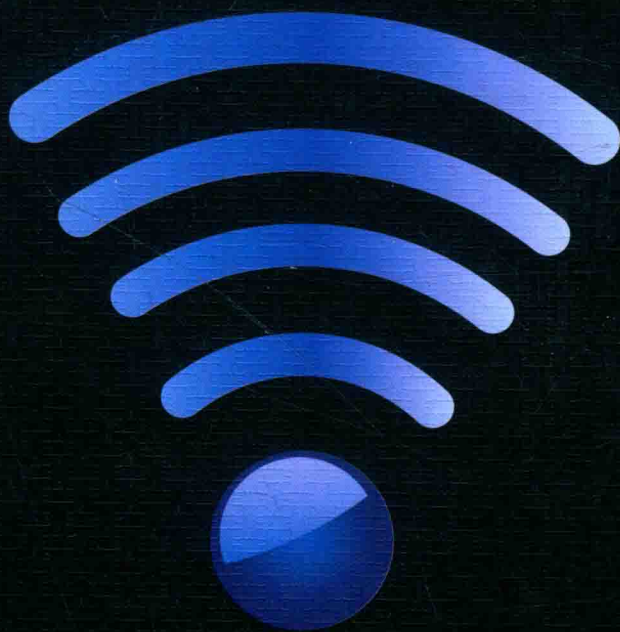


无线通信原理 与应用 (第3版)

Jorge L. Olenewa 著

金名 等译



GUIDE TO WIRELESS COMMUNICATIONS

Third Edition



清华大学出版社

世界著名计算机教材精选

无线通信原理与应用

(第3版)

Jorge L. Olenewa

著

金名

等译

清华大学出版社
北京

北京市版权局著作权合同登记号 图字 01-2015-0423 号

Guide to Wireless Communications, 3rd Edition

Jorge L. Olenewa 著, 金名 等译

Copyright © 2014 by Cengage Learning.

Original edition published by Cengage Learning. All Rights reserved. 本书原版由圣智学习出版公司出版。版权所有, 盗印必究。

Tsinghua University Press is authorized by Cengage Learning to publish and distribute exclusively this simplified Chinese edition. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only (excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan). Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本书中文简体字翻译版由圣智学习出版公司授权清华大学出版社独家出版发行。此版本仅限在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区及中国台湾)销售。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可, 不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

Cengage Learning Asia Pte. Ltd.

151 Lorong Chuan, #02-08 New Tech Park, Singapore 556741

本书封面贴有 **Cengage Learning** 防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: **010-62782989 13701121933**

图书在版编目(CIP)数据

无线通信原理与应用: 第3版/(美)奥利纽沃(Olenewa, J.)著; 金名等译. —北京: 清华大学出版社, 2016

书名原文: Guide to Wireless Communications, 3rd Edition

世界著名计算机教材精选

ISBN 978-7-302-42784-1

I. ①无… II. ①奥… ②金… III. ①无线电通信—教材 IV. ①TN92

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第025632号

责任编辑: 龙启铭

封面设计: 傅瑞学

责任校对: 焦丽丽

责任印制: 杨艳

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦A座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者: 北京国马印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 21

字 数: 521千字

版 次: 2016年6月第1版

印 次: 2016年6月第1次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 59.00元

产品编号: 047450-01

译者序

我们已经生活在无线世界了！今天，由于无线网络已经无处不在，智能手机和平板电脑不仅仅只用于通话，还可以从任何地方访问 Internet、购物、预订宾馆、办理值机、支付水电费等，无线网络已经涉及了我们生活的每个方面。

但是，无线通信涉及的知识众多，无线局域网标准也众多。本书的主要目的就是为了帮助读者理解无线通信实现背后的基本原理和应用。全书共分 12 章：第 1 章简要介绍无线数据通信在个人区域网、局域网、城域网和广域网中的应用范围；第 2 章通过介绍使用红外线和射频波进行传输的各种技术，讨论无线数据通信技术；第 3 章介绍射频通信的具体组件、射频系统的设计，如何用来传输数据；第 4 章简明但深入地介绍了天线的工作原理，以及它们在成功实现无线数据通信系统中的重要作用；第 5 章介绍为近距离无线数据通信开发的两种技术，即蓝牙和 ZigBee (IEEE 802.15.4)；第 6 章介绍高速无线个人局域网；第 7 章介绍低速无线局域网；第 8 章介绍高速 WLAN 与 WLAN 安全；第 9 章介绍中等距离的无线数据通信，从红外自由空间光系统到最新的 WiMAX ((IEEE 802.16)技术；第 10 章介绍蜂窝技术和卫星技术，如何实现整个世界范围内的无线数据通信网络访问；第 11 章介绍射频识别与近场通信；第 12 章概要介绍商务无线通信。

本书以简洁明了的语言，介绍各种技术的最重要内容，每章的最后给出了复习题、动手项目、真实练习和挑战性案例项目，有助于读者对所学技术的巩固和扩展。

本书由金名主译，陈河南、贺军、陈宗斌、马宗亚、张会彦、王玉玲、赵喜清、虞铭财、于富强、魏世亮、孟亚坤、王岩、李晓宁、朱世敏、韩珺、张斌、李飞、陈芳、宋欣、盛娟、马睿、徐海云、张玉英、邱海艳、徐晓蕾、傅强、宋如杰、蔡江林、陈征、戴锋、蔡永久、何正雄、黄定光、来阳、李刚生、李韬、乔健、苏高、孙朝辉、孙丽、徐茜、许瑛琪、叶守运、易陈丽、叶淑英、易小丽、喻四容、易志东、殷小俊、张冰月、张景友、张旭、张志强等人也参与了本书部分的翻译工作，在此一并表示感谢！

由于水平有限，如有不妥之处，恳请读者指正。

前 言

我们已经生活在无线世界了！过去 6 年以及现在发布的所有技术和标准，意味着我们所做的任何事情（我们生活的每一个方面）都具有一个无线组件。事实上，在今天，无线数据通信已是无所不在：在家里我们使用无绳电话，全世界有将近 60 亿部移动电话在使用，即使在产品仓库中，也是使用无线技术来跟踪货物清单。现在，使用移动电话和平板电脑，甚至还可以购买物品或办理值机，这都得感谢无线技术。而且，家庭、办公室甚至是整个城市，现在都架设了无线网络，允许居民、员工和游客使用笔记本电脑、移动电话和平板电脑从任何地方访问 Internet。

不论你是需要更好理解无线通信实现的管理者，还是希望通过增加无线数据通信知识以进一步提升你所从事领域的 IT 专业人员，或是要学习无线通信导论课程的学生，本书都可以帮助你获得对无线数据通信的技术和业务方面的基本理解，为进一步学习打基础。

写作方法

1995 年年中，在笔记本上开始有了红外线接口，这使得两台计算机之间无须数据线就可以进行通信。随着 1997 年第一个 IEEE 802.11 无线局域网标准的发布，无线数据通信领域得到了飞速发展。本书将带你领略各种无线数据通信技术，包括射频传输、天线、红外线、蓝牙、用于低速个人区域网的 IEEE 802.15.4 标准（ZigBee）、用于高速个人区域网的 IEEE 802.15.3c 标准、超带宽（UWB）、WiGig、WirelessHD、无线家庭数字接口、IEEE 802.11a/b/g/n 无线局域网、IEEE 802.16（WiMAX）、自由空间光系统、LMDS 与 MMDS 无线城域网、蜂窝与卫星无线广域网，最后是射频识别（RFID）。本书还讨论了各种技术的共存性（即这些技术中的两种或多种在同一物理空间中共同工作的能力），这些技术的基本实现与安全性问题，以及各种商用和民用。

本书以简洁明了的语言，介绍各种技术的最重要内容，既可以作为课堂教材，也可用于远程教学。作为知识扩充，本书还给出了不少相关的网站，读者从这些网站可以找到更多的知识。但请注意，在编写本书时，这些网站的地址是精确无误的，但其中有一些可能不久就无法访问了。

本书给出了一些真实练习，这些练习可以让读者学习到课堂之外的知识。本书还给出了一些动手项目，这些项目提供了完成有关无线通信工作的逐步过程。动手项目可以在实验室或家里完成，只需使用并不昂贵的设备以及一些常见的免费软件或演示版软件即可。最后，本书还给出了一些挑战性案例项目，这些是需要基于团队合作的研究项目，有助于扩展读者对所学的技术，指导他们学习更多的知识。

读者对象

本书可以满足那些欲更好理解无线数据通信技术的基本概念、使用范围和发展前景的学生和专业人员的需要。本书提供了一个实际的、交互式学习体验，以帮助读者应对无线数据

通信领域的各种挑战工作。

章节描述

下面简要介绍一下本书各章的主要内容。

第1章无线通信导论, 简要介绍了无线数据通信在个人局域网、局域网、城域网和广域网中的应用范围。本书遵循现今业界对无线数据通信的分类方式, 介绍各种无线数据通信的优缺点。

第2章无线数据传输, 通过介绍使用红外线和射频波进行传输的各种技术, 讨论无线数据通信技术。

第3章射频通信, 介绍射频通信的具体组件, 射频系统的设计, 如何用来传输数据。本章还概要介绍了各种无线标准, 以及这些标准在无线数据通信界的作用。

第4章天线工作原理, 简明但深入地介绍了天线的工作原理, 以及它们在成功实现无线数据通信系统中的重要作用。

第5章无线个人局域网, 首先介绍为近距离无线数据通信开发的两种技术: 蓝牙和 ZigBee (IEEE 802.15.4)。

第6章高速无线个人局域网, 以 IEEE 802.15.3c、WiGig、WirelessHD 和 WHDI 结束对近距离无线数据通信的介绍。IEEE 802.15.3c 是为把家庭和商用的多媒体设备与娱乐系统互连起来的标准, WiGig 来自无线吉比特联盟 (Wireless Gigabit Alliance)。本章还介绍了超宽带 (UWB) 技术及其在无线通信中的影响。

第7章低速无线局域网, 介绍 IEEE 802.11 WLAN 技术, 包括相应的红外线技术, IEEE 802.11b 的传输速率高达 11Mbps。

第8章高速 WLAN 与 WLAN 安全, 介绍 IEEE 802.11a、802.11 网络运行的不同频带以及对 802.11 技术的改进, 以提高其数据传输速度和可用性。本章还介绍了 802.11ac 和 802.11ad 无线标准, 以及在 WLAN 中的安全技术和问题。

第9章无线城域网, 介绍中等距离的无线数据通信, 从红外自由空间光系统到最新的 WiMAX ((IEEE 802.16)技术)。

第10章无线广域网, 介绍蜂窝技术和卫星技术, 如何使用这些技术, 实现整个世界范围内的无线数据通信网络访问。

第11章射频识别与近场通信, 介绍现今使用的 RFID 技术, 无须有线, 就可以自动识别、计数和跟踪从较小的封装产品, 到整个大型仓库的全部, 然后介绍 NFC, 该技术可以实现无线支付, 使得在蜂窝电话与手持电脑之间可以交换信息, 并使得手持设备可以读取 RFID 标签。

第12章商务无线通信, 概要介绍无线数据通信的优点与挑战, 讨论一个典型商务系统的实现必须经过的步骤, 以确定、评估和实现无线数据通信技术, 作为满足其需求的最佳解决方案, 包括开发 RFI、RFP 和 RFQ 文档以及完成无线网站测试。

附录 A 无线通信的发展历史, 详细介绍了无线通信、雷达与蜂窝技术的历史。

本书特点

本书具有很多特点, 以促进读者对无线数据通信技术的理解。

- 本章内容：每章开始都给出了本章必须掌握的详细列表。这个列表不仅是对本章内容的快速参考，也可以很好地辅助学习。
- 大量图表：使用大量描绘无线 LAN 概念和技术的插图，使得有关理论和概念可视化。此外，表格给出了详细的实际应用与理论信息，且便于相关内容的对比。
- 本章小结：每章后面都有对本章所介绍概念的小结。这有助于对每章所述内容的复习。
- 主要术语：在每章的末尾给出了本章所介绍的术语列表，其中包含有每个术语的定义。
- 复习题：每章末有一系列复习题（包括多项选择题、填空题和对错题），有助于对本章所学知识的巩固。这些习题有助于评估对所学知识的掌握和应用程度。完成这些习题，可以确保你已经掌握了所学的重要知识。
- 动手项目：理解无线网络技术背后的理论很重要，但不能提高实际的动手能力。为此，每章给出了一些动手项目，让读者对实际的无线网络有一个亲身体验。其中一些项目需要有 Internet 以及能查阅本章所述概念，其他一些项目则需要使用 Linksys 和 D-Link 设备、Windows XP 操作系统以及从 Internet 下载的软件，把本章内容应用到实际中。
- 现实练习：在这些扩展练习中，通过对真实设计与实现场景的研究和工作，帮助读者掌握本章所学技术和知识。
- 挑战性案例项目：这组练习对读者具有一定的挑战性，因此有助于读者进一步掌握所学知识。

新增内容

在本版中新增了大量第 2 版出版时还没有批准的标准和技术。本版还介绍了一些新内容，这些内容包括：

- IEEE 802.11n、IEEE 802.11ac 和 IEEE 802.11ad。
- IEEE 802.15.3c WiGig、WirelessHD 和 WHDI。
- IEEE 802.16m 和 WiMAX。
- 扩展介绍了蜂窝技术，如 HSPA、HSPA+和 LTE。
- 近场通信（Near-Field Communication, NFC）技术。

作者介绍

Jorge L. Olenewa 从 1970 年开始就从事数据通信的研究和教学工作。Jorge 具有很高的教学热情，在过去的 12 年中，Jorge 在加拿大多伦多大学 George Brown 学院开设并讲授无线数据通信课程。

致谢

编写本书，尤其是要涵盖这么多不同的技术，是一项耗时巨大的工作，需要一个大型团队人员的参与。Cengage 出版社的工作人员无疑是我与之合作过的最好团队之一。策划编辑 Nick Lombardi 指明了本书的写作方向，以满足读者的需求，再次展示了他的非凡视野和洞察力。产品经理 Michelle Ruelos Cannistraci 在对本项目的跟踪上表现得非常优秀，总是对我给

予帮助和支持，尤其是由于我出国或教学计划给写作留下的时间不多的情况下。加工编辑 Kent Williams 在工作上可谓是一位大师。如果读者觉得本书还有有用之处，甚至是阅读起来令人愉悦的，那都是由于 Kent 的非凡的语言能力和极具洞察力的修改建议。是 Kent 的帮助，把我零碎的想法变成了可读的教材。John Freitas 是一位非常优秀的技术编辑，他发现了我的很多“不足”，并给出了很好的建议。我希望在下一本书的出版中，还能有机会和他们合作。产品编辑 Allyson Bozeth 在保证插图正确上发挥了很大作用，对我的拖延也表现得非常耐心。特别感谢加拿大多伦多大学 George Brown 学院计算机技术学院院长 Ylber Ramadani 的支持，感谢 Bob Moroz 在 RFID 标签与阅读器方面的支持，感谢 Henry White 在蜂窝技术方面的支持，感谢 Jeff Mulvey 对 WiMAX 内容的修改。此外，还要感谢本书的审阅人，他们对每章进行了认真审阅，并给出了很好的建议，做出了很多贡献。

Shawn Batt—Wichita Technical Institute

Kenneth J. Dreistadt—Lincoln Technical Institute

Carl Meyer—Lincoln Technical Institute

Ylber Ramadani—George Brown College

Tom Vaughn—Lincoln Technical Institute

整个 Cengage 出版社的工作人员总是很热情，并为本书的出版努力工作，在此对每位表示真诚的感谢。

我还想感谢我的儿子 Marcelo 和 Ricardo，他们不断给我鼓励和支持。最后，还要感谢我的妻子 Elisabeth，我最好的朋友——我们家的小狗 Charlie，他们对我的爱和耐心体现在了本书每一页的文字中。

编写涵盖这么大范围的无线数据通信技术的教材，需要花费大量时间去阅读、研究和实验。感谢 Bob Moroz、Jeff Mulvey、Henry White、Hisham Alasady 和 Allison Csanyi 为本书所做的贡献。

实验要求

致用户

本书应从头至尾顺序阅读。每章都是建立在对前面章节的无线数据通信知识的掌握上。

硬件与软件需求

下面是完成每章动手项目所需的硬件和软件需求：

- 内置的或 USB 蓝牙适配器（能被 Windows XP 或 Windows 7 启用）。
- 任何无线家庭网关或接入点，如 Linksys 或 DLink。
- 经 Wi-Fi 认证的 IEEE 802.11a/b/g/n 无线网络适配器（这种适配器标准应能与接入点或无线路由器很好匹配）。
- Windows XP 专业版，最好是 Windows 7。
- Internet 接入，以及最新的 Web 浏览器。

特别需求

只要可能，应该尽可能使特别需求最小化。但第 5 章需要以下专门的硬件：带 USB 2.0+ 端口的笔记本电脑，Wi-Fi 适配器以及蓝牙（USB 蓝牙也可以）。

动手项目需要一些免费下载的软件。在每章给出了对这些软件下载的说明，这些软件有：

- AirMagnet Bluesweep。
- MetaGeek inSSIDer。
- Ixia Qcheck。
- Ekahau HeatMapper。

目 录

第 1 章 无线通信导论	1	第 2 章 无线数据传输	30
1.1 如何使用无线技术	1	2.1 无线信号	31
1.1.1 无线的世界	2	2.1.1 红外线	32
1.1.2 蓝牙与其他近距离无线技术	4	2.1.2 无线电波	34
1.1.3 卫星网络	5	2.2 无线数据的传输原理	36
1.1.4 蜂窝网络	6	2.2.1 模拟与数字信号	36
1.1.5 无线局域网	8	2.2.2 频率与波长	37
1.1.6 固定宽带无线网络	10	2.2.3 传输速度	39
1.1.7 无线广域网	11	2.2.4 模拟信号的调制	41
1.1.8 无线技术的前景	13	2.2.5 数字信号的调制	43
1.1.9 数字融合	15	2.3 扩频	48
1.2 无线技术应用	15	2.3.1 频跳扩频	49
1.2.1 教育业	15	2.3.2 直接系列扩频	51
1.2.2 家庭娱乐	16	本章小结	53
1.2.3 家庭控制系统	16	复习题	54
1.2.4 医疗卫生	17	动手项目	55
1.2.5 政府机关	18	真实练习	57
1.2.6 军事应用	18	挑战性案例项目	57
1.2.7 办公环境	18	第 3 章 射频通信	58
1.2.8 事件管理	18	3.1 射频系统的组成	58
1.2.9 旅游业	19	3.1.1 滤波器	58
1.2.10 建筑业	20	3.1.2 混合器	60
1.2.11 仓库管理	20	3.1.3 放大器	61
1.2.12 环境研究	21	3.1.4 天线	61
1.2.13 工业控制	21	3.2 射频系统的设计	62
1.3 无线网络的优缺点	22	3.2.1 多址访问	62
1.3.1 无线网络的优点	22	3.2.2 传输方向	66
1.3.2 无线网络的缺点	23	3.2.3 信号交换	67
本章小结	25	3.2.4 信号强度	69
复习题	25	3.3 理解标准	72
动手项目	26	3.3.1 为何需要标准	72
真实练习	28	3.3.2 标准的优缺点	73
挑战性案例项目	29	3.3.3 标准的种类	74

3.3.4 电信标准组织.....	75	5.2 RF WPAN.....	110
3.4 射频频谱.....	77	5.2.1 IEEE 802.15.1 与蓝牙.....	110
本章小结.....	79	5.2.2 蓝牙协议栈.....	110
复习题.....	81	5.2.3 蓝牙链路管理器层.....	116
动手项目.....	82	5.2.4 其他蓝牙协议层及其功能.....	118
真实练习.....	85	5.2.5 IEEE 802.15.4 与 ZigBee.....	118
挑战性案例项目.....	85	5.2.6 使用 IEEE 802.15.4 的其他 技术.....	126
第4章 天线工作原理.....	86	5.3 低速 WPAN 的安全性.....	127
4.1 增益与损耗.....	87	5.3.1 蓝牙 WPAN 中的安全性.....	127
4.1.1 分贝.....	88	5.3.2 ZigBee 与 IEEE 802.15.4 WPAN 中的安全性.....	128
4.2 天线的特性.....	90	本章小结.....	129
4.2.1 天线的类型.....	90	复习题.....	130
4.2.2 天线的大小与形状.....	91	动手项目.....	131
4.2.3 信号的强度与方向.....	92	真实练习.....	134
4.3 天线的工作原理.....	94	挑战性案例项目.....	134
4.3.1 波长.....	94	第6章 高速无线个人区域网.....	136
4.4 天线的性能.....	94	6.1 高速 WPAN 标准.....	136
4.4.1 辐射图.....	94	6.1.1 音频、视频与其他 I/O 设备 连网.....	138
4.4.2 天线极化.....	95	6.1.2 电源管理.....	148
4.4.3 天线的维数.....	96	6.1.3 IEEE 802.15.3c PHY 层.....	149
4.4.4 智能天线.....	97	6.1.4 网状网络技术 (IEEE 802.15.5).....	150
4.5 天线系统实现.....	98	6.2 超宽带.....	151
4.5.1 天线电缆.....	99	6.2.1 UWB 的工作原理.....	151
4.5.2 RF 传播.....	100	6.3 WPAN 面临的挑战.....	153
4.5.3 单点对多点链接.....	101	6.3.1 WPAN 标准之间的竞争.....	154
4.5.4 点对点链接.....	101	6.3.2 WPAN 的安全性.....	154
4.5.5 菲涅尔带.....	101	6.3.3 WPAN 组件的价格.....	156
4.5.6 链路预算.....	102	6.3.4 业界对 WPAN 技术的支持.....	156
4.5.7 天线校准.....	102	6.3.5 协议功能的局限性.....	156
4.5.8 室外链路的其他挑战.....	103	6.3.6 频谱冲突.....	157
本章小结.....	103	本章小结.....	157
复习题.....	105	复习题.....	159
动手项目.....	106	真实练习.....	160
真实练习.....	106	挑战性案例项目.....	161
挑战性案例项目.....	107		
第5章 无线个人区域网.....	108		
5.1 何谓 WPAN.....	108		
5.1.1 已有标准与未来标准.....	109		

第 7 章 低速无线局域网	162	8.5 IEEE 802.11 的安全性	209
7.1 WLAN 应用	162	8.5.1 认证	209
7.2 WLAN 的组成	163	8.5.2 保密	210
7.2.1 无线网络接口卡	163	8.5.3 有线等效保密	210
7.2.2 接入点	164	8.5.4 Wi-Fi 保护接入	210
7.2.3 WLAN 模式	165	8.5.5 IEEE 802.11i 与 IEEE 802.1X 标准	211
7.3 无线 LAN 标准与操作	167	8.5.6 按钮无线安全性	212
7.3.1 IEEE 802.11 标准	167	8.5.7 虚拟专用网	212
7.3.2 IEEE 802.11b 标准	168	8.5.8 其他 WLAN 安全策略	213
7.3.3 共享无线介质中的传输调整	170	本章小结	213
7.4 点协调功能	173	复习题	214
7.4.1 关联与重关联	174	动手项目	216
7.4.2 电源管理	175	真实练习	218
7.4.3 MAC 数据帧格式	176	挑战性案例项目	218
7.4.4 帧间间隔	178	第 9 章 无线城域网	219
本章小结	180	9.1 何谓 WMAN	219
复习题	181	9.1.1 最后一英里有线连接	220
动手项目	182	9.1.2 最后一英里无线连接	221
真实练习	187	9.1.3 基带与宽带	222
挑战性案例项目	188	9.2 基于地面的固定式宽带无线	223
第 8 章 高速 WLAN 及其安全	189	9.2.1 自由空间光系统	223
8.1 IEEE 802.11a	189	9.2.2 本地多点分布服务	226
8.1.1 U-NII 频段	190	9.2.3 多信道多点分布服务	228
8.1.2 IEEE 802.11a 的信道分配	191	9.2.4 IEEE 802.16 (WiMAX)	230
8.1.3 正交频分多址	192	9.2.5 IEEE 802.16 标准族概述	232
8.1.4 IEEE 802.11a 的纠错	195	9.2.6 WiMAX 协议栈	233
8.1.5 IEEE 802.11a 的 PHY 层	195	9.2.7 WiMAX 的共存	239
8.1.6 IEEE 802.11g 标准	196	9.3 WMAN 的安全性	240
8.2 IEEE 802.11n 与其他修订标准	198	9.3.1 WiMAX 的安全性	240
8.2.1 IEEE 802.11n 标准	199	本章小结	241
8.2.2 IEEE 802.11e 标准	204	复习题	243
8.2.3 IEEE 802.11r 标准	205	动手项目	244
8.2.4 IEEE 802.11s 标准	205	真实练习	244
8.3 扩展 WLAN 功能	206	挑战性案例项目	245
8.3.1 无线网桥与转发器	206	第 10 章 无线广域网	246
8.3.2 无线控制器	207	10.1 蜂窝电话技术	247
8.4 其他 WLAN 扩展硬件	208	10.1.1 蜂窝电话的工作原理	248
8.4.1 WLAN 的安全性	208		
8.4.2 对 WLAN 的攻击	208		

10.1.2	蜂窝技术的发展	251	11.5.2	RFID 系统的网络可用性	287
10.1.3	客户端软件	258	11.5.3	RFID 系统的存储需求	287
10.1.4	数字蜂窝技术面临的挑战 与未来展望	258	11.5.4	设备管理	288
10.2	卫星宽带无线	259	11.5.5	RFID 与 NFC 的安全因素	288
10.2.1	卫星传输	260	本章小结		289
10.2.2	卫星分类	262	复习题		291
10.2.3	实验技术	265	动手项目		292
10.2.4	卫星技术展望	265	真实练习		293
	本章小结	266	挑战性案例项目		293
	复习题	267	第 12 章 商用无线通信		295
	动手项目	268	12.1 无线技术的优点		295
	真实练习	268	12.1.1 对企业数据的随时访问		296
	挑战性案例项目	269	12.1.2 提高生产效率		296
第 11 章 射频识别与近场通信		270	12.1.3 提高对客户自己数据的 访问		297
11.1 何谓 RFID		270	12.1.4 全天候的数据可用性		297
11.1.1 RFID 系统的组件		271	12.1.5 更好的 IT		297
11.2 RFID 的工作原理		278	12.1.6 无线局域网语音服务		298
11.2.1 PHY 层		278	12.2 使用无线技术面临的挑战		299
11.2.2 HF 标签通信		279	12.2.1 竞争技术		299
11.2.3 UHF 标签通信		279	12.2.2 数据安全性与隐私		300
11.2.4 标签标识层		280	12.2.3 用户的愿意程度		300
11.2.5 标签与读取器冲突		280	12.2.4 合格员工的短缺		300
11.2.6 MAC 层		281	12.3 构建无线基础设施		301
11.2.7 数据速率		281	12.3.1 需求评估		301
11.3 近场通信		282	12.3.2 投资回报		305
11.3.1 NFC 的操作模式		282	12.3.3 规划设计		306
11.3.2 NFC 标签与设备		283	12.3.4 制定征求方案		307
11.3.3 NFC 通信		283	12.3.5 进行一定的试点		307
11.4 RFID 的应用		284	12.3.6 员工培训		308
11.4.1 汽车安全应用		284	12.3.7 全面部署		308
11.4.2 医疗应用		284	12.3.8 提供支持		308
11.4.3 交通与军事应用		285	本章小结		309
11.4.4 体育与娱乐应用		285	复习题		310
11.4.5 人员监控应用		285	动手项目		311
11.4.6 制药应用		286	真实练习		312
11.5 RFID 与 NFC 面临的挑战		286	挑战性案例项目		313
11.5.1 RFID 对企业网络的影响		287	术语表		314

第 1 章

无线通信导论

本章内容:

- 介绍现今如何使用无线通信技术
- 列举无线通信技术的各种应用
- 简要介绍无线通信技术的优缺点
- 列举无线技术的几种类型及其作用

众所周知,无线通信技术给世界带来了巨大影响,尤其是在最近的 5 年时间里。今天,无线通信几乎影响到了我们日常生活的方方面面,从使用蜂窝手机打电话和获取信息,到大型零售超市统计库存,到公共交通工具购票,到 Internet 访问热点与安装在不容易到达之处的无线远程传感器的定位,到信用卡和借记卡的使用只需靠近设备(无须刷卡或插卡),还有很多很多使用。在人们的脑海里,有了无线设备,这些应该都不是问题了,而且还将继续不断影响我们生活的每个方面。

无线通信已经彻底改变了我们的生活方式,就像个人计算机在 20 世纪 80 年代永远改变我们的工作方式一样,20 世纪 90 年代,Internet 完全改变了我们获取和访问信息的方式。随后,Internet 还改变了全世界的通信方式。现在,从世界的任何地方,使用无线设备发送和接收短消息,浏览 Internet 和访问企业应用与数据库,已成为我们日常生活的一部分了。各种设备(笔记本电脑、平板电脑、数码相机与摄像机、打印机、袖珍数字音乐播放器,甚至是电冰箱、洗衣机与烘干机、电表)都具有无线通信能力。

今天,我们可以触及到我们需要的所有资源,不论是在哪里找到的这些资源。几乎每个人都亲身感受到了无线技术带来的巨大变化,我们甚至都没有意识到我们正在做的事情,只需要让设备去做而已,而且无须通过电缆连接。



使用电子书阅读器,只需访问网上书店,就可以阅看图书封面、样章并购买一本图书。例如,在亚马逊的 Kindle 设备上,根据你所具有的模式,需要做的全部就是访问无线网络或蜂窝电话网络(在超过一百多个不同国家都可以这样)。只需几分钟,就可以自动地把图书下载到你的阅读器中。详情参见 www.amazon.com/kindle。

1.1 如何使用无线技术

在进一步介绍之前,先精确定义一下何谓无线通信。术语“无线”经常用于描述无须通过电线连接的所有设备和技术。车库门开启器和电视遥控器可以称为“无线设备”,但这些

与本书要介绍的技术关系不大。因为术语“无线”有时候用来指不带电线的任何设备，因此人们可能会对无线通信的含义感到困惑。无绳电话可以认为是一种无线通信设备，因为这是用于人类语音通信的。但在本书中，无线通信的定义是指不用电线的数字数据传输，这意味着设备可以通过某种数据网络技术进行互连。数字数据可以包括 E-mail 消息、电子表格以及数字蜂窝电话来回传输的消息。然而，需要注意的是，使用计算机网络来传输语音对话的设备也包含在此列中。



苹果公司的 iPod Touch 就是这样一种在计算机网络上可用来传输语音对话的设备。这种设备通常用来听音乐，但如果使用诸如 Skype（可以访问 www.apple.com/ipodtouch。也可以访问 www.skype.com，把鼠标光标移到 Get Skype 上，然后单击 iPhone）的应用程序连接到无线网络中，就可以在世界的任何地方拨打电话号码。使用这种设备时，你的语音首先转换为数字数据，然后先通过无线网络进行传输，再在 Internet 上传输。在接收端，再把语音数据流转换回声音。详情请参见第 10 章。

下一节介绍无线数据通信所用的各种形式。在本节将学习到蓝牙、WirelessHD、WiGig、卫星通信、蜂窝电话、基于 Wi-Fi 的无线 LAN 以及固定带宽无线通信技术。这些技术的内容后面将详细介绍。下面看看 Joseph 与 Ann Kirkpatrick 一天的生活，从中可以大致了解今天的无线通信以及他们是如何使用的。

1.1.1 无线的世界

Joseph 与 Ann 准备开始日常的一天。在 Ann 离开办公室之前，她必须打印一份电子表格，其中列出了她昨晚完成的工作。因为他们家有好几台计算机，Ann 使用某种网络标准，构建了一个无线网络，使得家里所有具有数字数据功能的设备都可以互连。计算机与兼容这种标准的其他设备相互之间的距离只要在大约 330 英尺（100 米）的范围内，根据它们兼容的特定标准，就可以以高达 300 兆比特每秒（300 Mbps）的速率发送和接收数据。能够成为网络一部分的设备，不仅可以包括计算机设备，也可以包括 VoIP 电话（它可以在 Internet 上传输数字化语音）、家庭娱乐与游戏设备，甚至是一些数字音乐播放器，比如苹果公司的 iPod Touch。



要更好地理解数据传输的速率，应考虑到每个字符通常是使用 16 位数据进行传输的。这意味着，如果以 300 Mbps（现今最快的无线网络速率）的速率进行传输，那么计算机每秒钟可以传输超过 9000 页的内容，每页大约有 2000 个字母和空格。你能阅读得这么快吗？

Ann 从她的公文包里拿出一台平板电脑，打开一个电子表格。然后选择打印命令。在平板电脑中，内置了一种名为无线网卡（或无线 NIC）的设备。这种接口卡通过无线电波把数据直接发送给楼下具有无线功能的激光打印机（该打印机也有自己的无线 NIC）。对 Ann 来说，这种无线网络是非常理想的。无须费多大劲，也无须安装电缆的花费，家里的计算机与电子设备就可以互连。该网络可以使所有设备共享打印机、文件，甚至是家庭 Internet 连接。图 1-1 演示了这种家庭无线网络。

使用智能手机（这种手机同时具有移动电话和个人数字助理（PDA）的功能，可以提供日程安排、活动列表、电话簿、记事本以及其他很多商务与娱乐应用），Ann 可以给她们的办公室打一个电话，查询她的消息。现今大多数移动电话都具有了其中某些功能，但智能手机可以连接到其他设备（如个人计算机），并在两个设备之间同步数据，还可以进行数字化存储，传输名片和其他信息，甚至还可以进行文件与电子表格处理。此外，现今几乎所有模式的智能手机都可以直接连接到计算机无线网络。由于 Ann 是在家里，智能手机自动连接到无线网络以访问和存储数据。当 Ann 和 Joseph 在屋里时，他们的智能手机可以利用软件，在无线网络和 Internet 上（而不是蜂窝电话提供商）使用 VoIP 打电话。他们甚至有一个单独的电话号码，其他人可以使用座机给他们打电话。当 Ann 和 Joseph 离开家时，如果他们离家的距离超出了无线网络的范围，他们的智能手机就会与家里的无线网络断开连接，那么他们就将使用蜂窝网络来拨打和接收语音电话。在 Wi-Fi 网络上使用 VoIP，使得他们可以节省电话费。

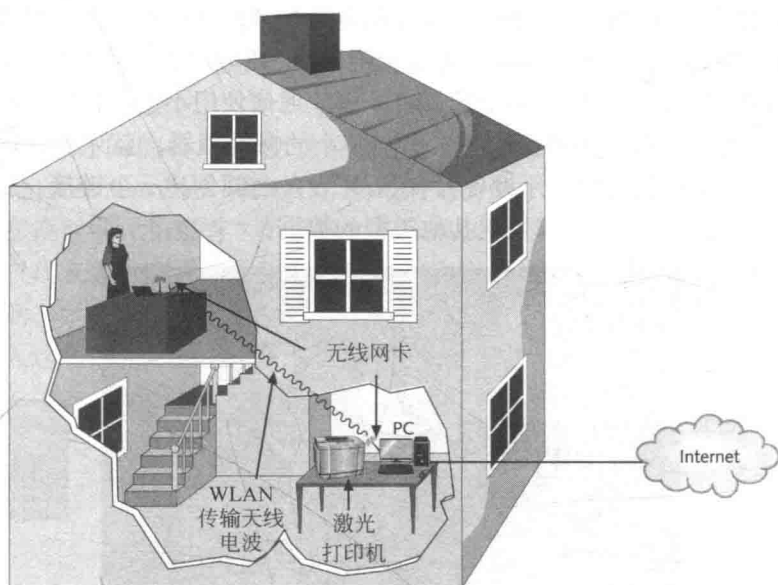


图 1-1 家庭无线网络



早在 2004 年，参加波士顿 26.2 英里马拉松比赛的选手在其鞋带上有一个微小的无线芯片。这些芯片把在马拉松沿程几个站点检测到的标识码以及用于跟踪选手时间和 E-mail 更新的代码发送给选手的亲朋好友，告知选手的位置和进度。要想了解对这种技术部署的详细描述，可以在 Internet 上使用关键字“Boston marathon wireless”进行搜索。

当 Ann 和 Joseph 在厨房用完早餐后不久，Joseph 就听到一个蜂鸣声，电冰箱给他的智能手机发送了一个购物清单。安装在电冰箱门上的计算机系统通过扫描每件物品包裹上的射频识别（radio frequency identification, RFID）标签，自动生成一个食品清单。RFID 标签是一种微小的芯片，该芯片含有射频发射机应答器，可以用来标识产品和库存跟踪。在预先设定的日期和时间里，电冰箱的计算机把所剩食品数量与这些物品的最小量进行比较。如果食品吃完了，那么就把它添加到清单中，并通过 Internet 给 Ann 和 Joseph 发送一封 E-mail，他们可以在智能手机上接收。Joseph 或 Ann 可以使用无线网络与电冰箱的计算机连接，看看他

们需要购买些什么。由于电冰箱也连接到了 Internet，因此，无论他们在何时何地都可以完成相同的功能。



TIP

要观看电冰箱计算机的视频演示，可以在 Internet 或 YouTube 上使用关键字“Samsung Internet fridge”搜索。视频中的电冰箱没有 RFID，但可以管理家庭日程，为家里人留便条，发送 E-mail，连接到 Facebook，也可以在线查看食谱，创建购物清单等。

1.1.2 蓝牙与其他近距离无线技术

蓝牙 (Bluetooth) 是一种无线标准，用于在非常近的距离内传输数据，通常是几英寸到 33 英尺 (10 米)。近距离技术 (如蓝牙) 的主要目的是在诸如智能手机与计算机的设备之间省去使用电缆，使得在计算机与打印机，或移动电话与音乐播放器，或计算机与智能手机之间可以无线传输。图 1-2 显示了两个蓝牙耳机示例，它们通常用于移动电话或诸如 iPod Touch 之类的数字音乐播放器，当然也可用于计算机。蓝牙通信使用小型的低功率收发器 (称为射频组件)，它们被内置在微型电路板中，含有非常小的微处理器。蓝牙设备使用链接管理器 (这是一个软件，用于标识其他蓝牙设备)，在蓝牙设备之间创建一个链接，以数字数据的形式发送和接收音乐与语音，也可以发送其他类型的数据。



图 1-2 两个蓝牙耳机 (左边为单声道, 右边为立体声)

还有其他一些近距离无线技术，主要用于家庭中，这些技术类似于蓝牙，但能以更高的速率处理更多的数据。例如，WirelessHD 和 WiGig 可以把 CD 音频和 DVDE 或蓝光高密度视频同时发送给房屋里的多个接收器。大多数蓝牙设备最大可以以 1~3Mbps 的速率在最远 33 英尺 (10 米) 的距离传输数据。WirelessHD 和 WiGig 可以利用名为超宽带 (UWB) 的射频传输技术以 7~10Gbps 的速率传输视频和声音。蓝牙可以穿过物理障碍物 (如墙) 发送数据。这些无线设备甚至无须像电视遥控器那样相互对准 (在换频道或调声音时，遥控器需要对准电视机) 就可以传输数据。UWB WirelessHD 与 WiGig 的有效距离通常可以长达 10 米，但在房间里设备之间只能有少量或不能有障碍物。此外，距离越远，传输速度越慢。Gbps 的速率只能在 6 英尺 (大约 1.8 米) 的距离内才能达到。如果再加上房间里的障碍物 (包括人)，UWB 的传输距离就更短了。