

普通高等学校网络工程专业规划教材

无线网络技术

王建平 余根坚 李晓颖 刘明月 编著



清华大学出版社

普通高等学校网络工程专业规划教材

无线网络技术

王建平 余根坚 李晓颖 刘明月 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以当前流行的无线网络技术为中心,分9章详细阐述了无线网络技术的相关内容。全书分为无线通信基础和无线网络技术两个模块,无线通信基础模块涵盖了全书的第1~3章,主要介绍无线网络的基本概念,相关的无线通信基础知识,无线网络的调制技术。无线网络技术模块涵盖第4~9章,详细介绍了无线局域网技术、无线局域网的仿真、无线城域网技术、无线广域网技术、无线个域网技术和Ad Hoc、无线传感器等其他相关的无线网络技术。全书语言通俗易懂,体系结构完整,内容丰富翔实,图文并茂,突出了实用性。每章末尾附有相关实验习题,便于读者巩固知识点。

本书可以作为高等学校计算机及信息技术相关专业网络工程课程的教学用书,也可作为网络培训或工程技术人员自学的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,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

无线网络技术/王建平等编著. —北京:清华大学出版社,2013

普通高等学校网络工程专业规划教材

ISBN 978-7-302-33726-3

I. ①无… II. ①王… III. ①无线网—高等职业教育—教材 IV. ①TN92

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第204666号

责任编辑:袁勤勇 徐跃进

封面设计:傅瑞学

责任校对:梁毅

责任印制:沈露

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 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市溧源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:18.25 字 数:459千字

版 次:2013年8月第1版 印 次:2013年8月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:34.50元

产品编号:050530-01

前 言

面向社会培养实用性人才战略计划是当前高等教育教学改革的重要内容。2008年9月,教育部教高函〔2008〕21号^①文件中明确指出建设高等学校特色专业,要大力加强课程体系和教材建设,改革人才培养方案,强化实践教学。目前,国内很多高校都在开展复合型技能人才培养项目,实现校企联合、任务驱动等多种教学模式,给学生毕业就业创造了很好的条件。

为此,经过多方交流、探讨,我们制定了这套计算机网络实用工程系列教材的体系结构,组织了一批网络工程技术业内人士和长期在计算机网络工程一线教学的教师共同编写了这套教材。

本套计算机网络实用工程系列教材,以当前流行的网络工程技术为依托,结合市场上实用的系统平台、软硬件产品,采用任务驱动模式编写,精简理论教学内容,强化实践教学环节。

本书以当前流行的无线网络技术为中心,划分为无线通信基础和无线网络技术两个模块,分9章进行详细阐述。其中,无线通信基础模块涵盖了全书的第1~3章,主要介绍无线网络的基本概念,相关的无线通信基础知识,无线网络的调制技术。无线网络技术模块涵盖第4~9章,详细介绍了无线局域网技术、无线局域网的仿真、无线城域网技术、无线广域网技术、无线个域网技术和Ad Hoc、无线传感器等其他相关的无线网络技术。

笔者认为,虽然各种无线网络技术的性能和参数各不相同,但其相关的无线通信基础知识是相同的,很多新的技术、新的理念都是构建在这些无线通信基础知识之上的,例如调制技术等。为此专门用1~3章来全面阐述对应的通信技术知识。学习完这3章,读者可以建立无线通信的基本技术,为日后构建无线网络技术打基础。读者在全面掌握这些无线通信的基础知识之后,学习后面对应的无线网络技术就能得心应手,理解某种无线网络技术的工作原理也就更加容易。第4~9章详细介绍了当前流行的无线网络技术,为使读者能够掌握相关通信技术的标准,书中详细列出了对应相关标准、组织、论坛的官方网站,

^① 教育部财政部关于批准第三批高等学校特色专业建设点的通知

P R E F A C E

可供读者扩展查询。在第4~9章中,注重各种无线网络的核心技术和网络结构,注重其协议层次和当前的研究热点,可作为相关的无线网络技术研究的切入点。

全书语言通俗易懂,体系结构完整,内容丰富翔实,图文并茂,突出了实用性,每章末尾附有相关实验习题,便于读者巩固知识点。

本书由王建平、余根坚、李晓颖、刘明月编著。参加本书的编写人员还有马丽娟、郭飞、焦长义、王晓峰。其中第1~6章由余根坚、李晓颖、吴辉、郭飞和焦长义编写,第7~9章由王建平、马丽娟、王晓峰编写,全书由王建平统稿。

本书编写过程中得到武汉理工大学、中原工学院、闽江学院、河南科技学院和鹤壁职业技术学院相关领导的大力支持,清华大学出版社为本书的编辑出版做了大量工作,在此一并致以衷心的感谢。由于时间仓促,加之编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2013年3月

目 录

第 1 章 无线网络概述	1
1.1 无线网络的发展史	1
1.1.1 发展基础阶段	1
1.1.2 无线广播技术	2
1.1.3 无线电视技术	2
1.1.4 移动通信技术	3
1.1.5 无线网络技术	4
1.2 无线电频谱	5
1.2.1 无线电的管理机构	5
1.2.2 无线电的频谱划分	6
1.3 无线传输方式	7
1.3.1 地波通信	7
1.3.2 天波通信	8
1.3.3 微波直线通信	8
1.3.4 卫星微波通信	9
1.3.5 红外线传输	10
1.3.6 空间激光传输	10
1.4 无线网络的分类	10
1.4.1 从覆盖范围分类	10
1.4.2 从应用角度分类	13
1.5 网络协议层次模型	14
1.5.1 OSI 参考模型	14
1.5.2 TCP/IP 模型	16
1.6 无线网络的相关设备	17
1.6.1 无线网卡	17
1.6.2 无线路由器	18
1.6.3 无线 AP	19

C O N T E N T S

1.6.4	无线控制器	19
1.6.5	其他设备	20
1.6.6	无线网络设备的选型	22
1.7	无线天线技术	23
1.7.1	天线的分类	23
1.7.2	天线的主要指标	24
1.7.3	常见的无线天线	26
	本章小结	29
	习题	29
第2章	无线通信基础	31
2.1	数据通信的基本模型	31
2.1.1	模拟通信系统	32
2.1.2	数字通信系统	32
2.2	数据通信的基础计算	33
2.2.1	数据传输速率	34
2.2.2	信噪比	34
2.2.3	香农定理	34
2.3	数据传输损耗	35
2.3.1	衰损	35
2.3.2	失真	36
2.3.3	噪声	36
2.3.4	通信系统的性能衡量	37
2.4	抽样定理	38
2.4.1	低通抽样定理	39
2.4.2	带通抽样定理	40
2.5	脉冲编码调制 PCM	41
2.5.1	PCM 实现	41
2.5.2	差分脉冲编码调制 DPCM	44
2.5.3	自适应差分脉码调制(ADPCM)	45
2.6	傅里叶变换和傅里叶分析	46

C O N T E N T S

2.6.1	频谱的傅里叶变换	46
2.6.2	傅里叶变换的相关性质	48
2.7	多路复用技术	49
2.7.1	频分多路复用	49
2.7.2	时分多路复用	51
2.7.3	统计时分多路复用	53
2.7.4	波分多路复用	53
2.7.5	码分多址复用	55
	本章小结	56
	习题	56
第3章	无线网络的调制技术	58
3.1	模拟调制技术	58
3.1.1	常规调幅	58
3.1.2	双边带调幅	62
3.1.3	单边带调制	63
3.1.4	残留边带调制	65
3.1.5	频率和相位调制	67
3.2	数字调制技术	71
3.2.1	二进制幅移键控 2ASK	71
3.2.2	二进制频移键控调制	73
3.2.3	二进制绝对相移键控 2PSK	78
3.2.4	二进制相对移键控 2DPSK	79
3.3	多进制数字调制技术	81
3.3.1	多进制幅移键控	81
3.3.2	多进制频移键控	81
3.3.3	多进制相移键控	82
3.4	混合调制技术	85
3.4.1	抑制载波的双边带调制 DSBSC	86
3.4.2	正交幅度调制技术	86
3.4.3	幅度相位混合调制	87

C O N T E N T S

3.4.4 最小频移键控 MSK	88
本章小结	89
习题	90
第 4 章 无线局域网技术	91
4.1 WLAN 概述	91
4.1.1 WLAN 的基本构成	91
4.1.2 WLAN 的网络结构	92
4.2 IEEE 802.11 相关标准	93
4.3 IEEE 802.11 协议体系结构	95
4.3.1 物理层	96
4.3.2 数据链路层	98
4.3.3 IEEE 802.11 MAC 帧的格式	101
4.4 HiperLAN 无线局域网	104
4.4.1 HiperLAN2 的协议栈结构	105
4.4.2 HiperLAN2 的特点	106
4.5 WLAN 的安全认证和加密	107
4.6 无线局域网的基本配置	113
4.6.1 基于两台计算机实现无线自组网	113
4.6.2 Soft AP 无线网络的设置	117
4.6.3 基于单个无线 AP 构建 BSS	121
4.6.4 无线路由器实现宽带共享	125
4.6.5 Client 模式的多 AP 构建无线桥接	127
4.6.6 基于多 AP 无线桥接的网络连接	128
4.6.7 多 AP 构建无线漫游	128
本章小结	130
习题	130
第 5 章 无线局域网的仿真	131
5.1 无线网络相关设备与仿真	131
5.1.1 无线网卡及其仿真	131

C O N T E N T S

5.1.2	无线 AP	133
5.1.3	无线路由器	137
5.2	基于无线 AP 的局域网组网仿真	141
5.2.1	基于单个无线 AP 的局域网仿真	141
5.2.2	多无线 AP 网络的无线 VLAN 仿真	147
5.2.3	基于无线 AP+路由器连接到外部网络	153
5.3	基于无线路由器的网络仿真	159
5.3.1	无线路由器的基本配置	160
5.3.2	无线路由器的高级设置	164
5.3.3	无线路由器的 PPPoE 设置	167
5.4	Packet Tracer 中相关路由器的无线模块添加	168
	本章小结	173
	习题	174
第 6 章	无线城域网技术	176
6.1	城域网概述	176
6.1.1	城域网的基本概念	176
6.1.2	城域网的网络结构	177
6.1.3	城域网的基本技术	178
6.2	无线城域网的相关标准	180
6.2.1	IEEE 802.16 标准	181
6.2.2	WiMax 论坛	183
6.3	IEEE 802.16 协议体系	183
6.3.1	IEEE 802.16 物理层	183
6.3.2	MAC 层	185
6.3.3	MAC 帧	186
6.3.4	WiMax 的 4 种业务类型	187
6.3.5	WiMax 的关键技术	188
6.4	WiMax 组网	189
6.4.1	WiMax 的组网结构	189
6.4.2	WiMax 组网的核心设备	190

C O N T E N T S

6.4.3	WiMax 的星型组网方案	194
6.4.4	多跳中继网络拓扑结构	194
6.4.5	WiMax 的接入模式	196
6.4.6	WiMax 组网规划	196
6.5	WiMax 与其他技术的比较	197
6.5.1	WiMax 技术与 Wi-Fi 技术的比较	197
6.5.2	WiMax 和 3G 的比较	199
6.6	无线城域网技术的仿真	200
	本章小结	202
	习题	202
第 7 章	无线广域网技术	203
7.1	广域网概述	203
7.1.1	广域网的协议层次	203
7.1.2	广域网连接方式	204
7.1.3	广域网的主要协议	206
7.1.4	无线广域网概述	209
7.2	IEEE 802.20 技术标准	210
7.2.1	IEEE 802.20 的协议层次	210
7.2.2	IEEE 802.20 的技术特点	211
7.3	3G 技术	211
7.3.1	3G 的相关组织及标准	212
7.3.2	CDMA 2000 技术	213
7.3.3	WCDMA 技术	215
7.3.4	TD-SCDMA 技术	217
7.4	B3G/4G 技术	220
7.4.1	LTE/LTE-Advanced 技术	220
7.4.2	TD-LTE/TD-LTE-Advanced 技术	223
7.5	无线广域网的规划	225
7.5.1	无线广域网的规划内容	225
7.5.2	无线广域网的规划流程	225

C O N T E N T S

本章小结	227
习题	227
第 8 章 无线个域网技术	229
8.1 无线个域网概述	229
8.2 蓝牙技术	230
8.2.1 蓝牙概述	230
8.2.2 蓝牙的版本	231
8.2.3 蓝牙协议体系结构	232
8.2.4 蓝牙网络的拓扑结构	234
8.2.5 蓝牙的工作模式	235
8.2.6 蓝牙的相关设备	236
8.3 Zigbee 技术	237
8.3.1 Zigbee 的协议层次	237
8.3.2 Zigbee 的网络拓扑及逻辑设备	239
8.3.3 Zigbee 的技术特点	241
8.4 其他无线个域网技术	242
8.4.1 IrDA	242
8.4.2 家庭射频	243
8.4.3 超宽带 UWB 技术	244
8.4.4 无线 USB 技术	246
8.5 无线个域网的应用实例	246
本章小结	251
习题	251
第 9 章 其他无线网络技术	252
9.1 移动 Ad Hoc 网络	252
9.1.1 Ad Hoc 网络的特点	253
9.1.2 Ad Hoc 网络结构类型	254
9.1.3 移动 Ad Hoc 网络的协议层次	255
9.1.4 移动 Ad Hoc 网络的路由协议	256

C O N T E N T S

9.1.5	Ad Hoc 的 IP 地址分配	260
9.1.6	移动 Ad Hoc 网络的功率控制	262
9.2	无线传感器网络	264
9.2.1	WSN 的体系结构	264
9.2.2	WSN 的特点	265
9.3	无线 Mesh 网络	266
9.3.1	Mesh 网络的基本概念	267
9.3.2	Mesh 网络的拓扑	267
9.3.3	Mesh 网络的结构	268
9.3.4	Mesh 网络的相关标准	269
9.3.5	Mesh 网络的核心设备	272
9.4	软件无线电和认知无线电技术	272
9.4.1	软件无线电	273
9.4.2	认知无线电技术	274
9.5	近距离无线通信技术	276
9.6	物联网技术	277
9.7	卫星通信技术	278
	本章小结	279
	习题	279
	参考文献	280

第 1 章 无线网络概述

本章主要讲述如下知识点：

- 无线网络的发展简史；
- 无线电的频率管理及频谱划分；
- 无线传输方式；
- 无线网络的分类；
- 网络的协议层次模型；
- 无线网络的相关设备；
- 无线天线的相关技术。

1.1 无线网络的发展史

无线网络指的是将地理位置上分散的计算机通过无线电技术连接起来实现数据通信和资源共享的网络。无线网络中的传输媒介是无线电波。与有线网络不同的是，这种网络通信模式不需要实现物理布线。这解决了实际网络布线存在的相关问题。构建的无线网络在网络覆盖范围、移动性等方面也有极大的优势。

前些年，很多专家学者还在就下一代网络是基于光纤技术还是基于无线技术等问题进行喋喋不休的争论。由于无线网络速率低、相关标准滞后，以及相关安全性的问题等，人们对无线网络的未来并不看好。而近几年来，无线网络以极快的速度在许多领域展开了应用，无线网络的速率在不断提高，相关的安全和加密措施也在不断发展，无线网的优势越来越明显，其性能也在不断提高。作者认为未来基于无线网络和光纤有线网络的混合模式将是网络发展的趋势。

1.1.1 发展基础阶段

在这个阶段，产生无线通信的相关理论和基础设备。1865年，麦克斯韦(J. C. Maxwell)建立了著名的电、磁、光现象相统一的麦克斯韦方程。1887年，赫兹(H. R. Hertz)首次证明了在数米远两点之间可以发射和检测电磁波；1895年5月7日，波波夫在俄国彼得堡的物理化学分会会上，宣读了关于“金属屑与电振荡的关系”的论文，并当众展示了他发明的无线电接收机。

1895年，G. M. Marconi成功地进行了约3千米的无线电通信；1901年，马可尼在英格兰和纽芬兰之间进行了横跨大西洋的莫尔斯电报码发射和接收试验，通信距离超过3000千米。

1904年，J. Fleming发明了二极管，二极管具有检波和整流两种功能，三极管则又增添了放大功能，从而可将弱电流放大成强电流，解决了无线电的接收问题。1906年，L. De Forest发明了三极管，他使用三极管研制出了电子管振荡器，用它产生高频电磁波，解决了

无线电的发送问题,后来又把若干放大三极管级联起来,制成多级放大器,再与振荡器配合,制成了强力无线电发射机。

1.1.2 无线广播技术

1907年,L. De Forest 在纽约进行了音乐和语言的无线电实验广播。第一次世界大战期间,交战双方广泛使用了无线电通信和无线电话,此间,美国的阿姆斯特朗改进了无线电接收机的线路,1918年发明了超外差电路。这一方式可防止两个频率相近的信号在接收机中发生干扰,从而能够保证接收机接收各个不同频率的广播。战后,无线电工业和技术转向民间,大量无线广播电台建立起来。

最初的无线电广播是中波和短波调幅广播两种方式。中波可沿着地球表面传播(地波),如果功率较大,能够覆盖半径为100多千米的地区,也可依靠地球外层空间的电离层反射(天波),有可能到达几百至上千千米以外的远方。短波主要依靠电离层的反射,功率较大的短波能够传播到几千千米以外。

20世纪40年代起,调频广播出现。与中波广播相比,它可以进行高保真广播,具有较高的抗干扰能力;广播频段可以容纳大量发射机,播出多套节目;在使用同等功率发射机时,调频广播发射台的服务范围比中波发射台大得多,可以比较容易地实现立体声广播。

1948年,贝尔实验室宣布晶体管研制成功。很快在收音机、电视机的生产中,立即用晶体管替代了电子管。广播接收机发展到半导体阶段,才真正得到空前的普及。从20世纪70年代起,收音机朝着能够接收调频和多波段的调幅广播以及录音的多功能、高音质方向发展。

中短波广播广泛采用了PDM,PSM,DAM技术,采用了数字电路技术,故态化,但仍是模拟广播。随着技术的发展,目前调频广播大量采用数字电路技术,调频同步广播已广泛开始。另外基于卫星传输的卫星广播采用DVB-S2技术标准已全部实现数字化。

1.1.3 无线电视技术

无线电视技术也是非常古老的一种无线通信技术。1890年,Ferdinand Braun 发明了阴极射线管CRT(Cathode Ray Tube)。1897年开发了阴极射线管示波器。这是雷达屏幕和电视显像管的先驱。1907年第一次采用CRT产生了初步的电视图像,1954年美国德州仪器公司研制出了第一台晶体管电视机。1936年英国开播黑白电视广播,1958年北京电视台开播,1973年我国开始试播彩色电视,2006年我国建立了地面数字传输标准。

当前地面无线数字电视已结束实验并进入应用阶段,地面高清开始试验广播。

目前国内的无线数字电视主要包括数字电视地面传输(Digital Television Terrestrial Multimedia Broadcasting,DTMB)和数字卫星电视卫星传输(Digital Video Broadcasting-Satellite,DVB-S)两种。

国标DTMB以时域正交频分复用(TDS-OFDM)调制技术为核心,传输效率高,抗多径干扰能力强,信道估计性能良好,适于移动接收。2011年12月,国际电信联盟在修订地面数字电视国际标准时,将我国的数字电视地面多媒体广播系统DTMB标准纳入其中,DTMB标准也正式成为继美、欧、日之后的第四个数字电视国际标准。

DVB-S 数字卫星电视传输具有覆盖面广、节目容量大等特点,其数据流的调制采用四相相移键控调制(QPSK)方式,传输效率高,抗误码性能较优,其调制信号是包络恒定信号,传输信道中的幅度衰减对其性能无影响,当前卫星电视传输主要采用 C 波段和 Ku 波段两种。

1.1.4 移动通信技术

移动通信技术大致经历了如下几个阶段。

1. 第一代移动通信系统

第一代移动通信系统(1G)是指最初用于模拟语音的蜂窝电话通信标准,它完成于 20 世纪 90 年代初,如 Nordic 移动电话系统(NMT),美国的高级移动电话系统(Advanced Mobile Phone System, AMPS),英国的总访问通信系统(TACS)以及日本的 JTACS、西德的 C-Netz,法国的 Radiocom 2000 和意大利的 RTMI 等。

第一代移动通信主要采用的是模拟技术和频分多址(FDMA)技术。由于受到传输带宽的限制,不能进行移动通信的长途漫游,只能是一种区域性的移动通信系统。第一代移动通信有多种制式,我国主要采用的是 TACS。第一代移动通信系统是基于模拟传输的,其特点是业务量小、质量差、安全性差、没有加密和速度低,不能提供数据业务和自动漫游等。1G 网络目前已经淘汰。

2. 第二代移动通信系统(2G)

第二代移动通信系统(2G)起源于 20 世纪 90 年代,它以数字技术为主体。2G 技术主要有 TDMA 和 CDMA 两种技术。常见的 2G 标准如下所示。

(1) GSM: 基于 TDMA 发展,源于欧洲,目前已全球化。

(2) IDEN: 基于 TDMA 发展,美国独有的系统,被美国电信系统商 Nextell 使用。

(3) IS-136(D-AMPS): 基于 TDMA 发展,是美国最简单的 TDMA 系统,用于美洲。

(4) IS-95(CDMAOne): 基于 CDMA 发展,是美国最简单的 CDMA 系统,用于美洲和亚洲一些国家。

(5) PDC(Personal Digital Cellular): 基于 TDMA 发展,在日本普及。

我国的 2G 网络技术主要包括中国移动的 GSM 和中国联通的 CDMA(IS-95)。目前 2G 网络正在被淘汰。

另外,通常在很多地方可以看到 2.5G 的概念。2.5G 移动通信技术指的是实现从 2G 迈向 3G 的衔接性技术。通常认为 GPRS、EDGE、CDMA2000 1x、蓝牙(Bluetooth)等技术都是 2.5G 技术。GPRS(General Packet Radio Service,通用分组无线业务)是在现有的 GSM 系统上发展出来的一种新的分组数据承载业务。EDGE(Enhanced Data rate for GSM Evolution,增强数据速率的 GSM 演进)是速度更高的 GPRS 后续技术。

3. 第三代移动通信系统(3G)

第三代移动通信系统(3G),也称 IMT 2000,是正在全力开发的系统,其最基本的特征是智能信号处理技术,智能信号处理单元将成为基本功能模块,支持语音和多媒体数据通信,它可以提供各种宽带信息业务,例如高速数据、慢速图像与电视图像等。第三代移动通信标准有 WCDMA、CDMA2000 和 TDS-CDMA 三大分支。

WCDMA 即宽带码分多址,也称为直接扩频宽带码分多址。最初提出者是欧洲电信标准组织 ETSI,后来与日本的 W-CDMA 技术融合,成为 ITU 倡导的 3G 五种技术中的三大主流技术之一,即 IMT-2000 CDMA-DS。目前中国联通的 3G 网络采用 WCDMA 标准。

CDMA2000 是由窄带 CDMA(CDMA IS95)技术发展而来的宽带 CDMA 技术,它由高通北美公司提出,摩托罗拉、Lucent 和三星参与,韩国现在成为该标准的主导者。该标准提出了从 CDMA IS95(2G)到 CDMA 2000 1x(2.5G)再到 CDMA 2000 3x(3G)的演进策略。目前中国电信的 3G 网络采用 CDMA 2000。

TD-SCDMA(Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access,时分同步码分多址)是我国提出的 3G 标准,它是 ITU 批准的三大 3G 标准之一,是以我国知识产权为主的、被国际上广泛接受和认可的无线通信国际标准。目前中国移动的 3G 网络采用 TD-SCDMA 标准。

4. 第四代移动通信技术的发展(4G)

第四代移动通信技术是集 3G 与 WLAN 于一体并能够传输高质量视频图像的技术产品。4G 是 3G 技术的进一步演化,是在传统通信网络和技术的基础上不断地提高无线通信的网络效率和功能。4G 能够提供高速移动网络宽带服务和全球移动通信服务。

第四代通信的核心技术包括软件无线电技术、OFDM 技术、MIMO 技术、智能天线等。它和 3G 的主要区别是数据速率,业务类型,传输方式,Internet 接入技术,与有线骨干网接口的兼容性,服务质量和安全性等。

1.1.5 无线网络技术

最初的无线网络技术主要指的是基于计算机实现无线网络互联的通信技术。而随着网络技术的发展,目前的无线网络技术可容纳多种无线终端实现基于无线的数据通信和资源共享。1971 年时,夏威夷大学的研究员开发了 ALOHNET 网络,这是无线局域网的雏形。ALOHNET 包括了 7 台计算机,采用双向星状拓扑横跨四座夏威夷的岛屿,中心计算机放置在瓦胡岛上。

1990 年,IEEE 正式启用了 802.11 项目,无线网络技术逐渐走向成熟,自 IEEE 802.11 标准诞生以来,先后有 802.11a 和 802.11b、802.11g、802.11e、802.11f、802.11h、802.11i、802.11j 等标准产生,当前,IEEE 802.11n 高质量的 WLAN 标准已经产生,基于 IEEE 802.11n 的无线网络产品琳琅满目。

1999 年,为了推动 IEEE 802.11b 规格的制定,组成了无线以太网相容性联盟(Wireless Ethernet Compatibility Alliance,WECA)。2000 年,改名为 Wi-Fi 联盟。2013 年 Wi-Fi 联盟宣布,将与无线吉比特联盟(WiGig)合并,从而将后者的技术纳入旗下。WiGig(Wireless Gigabit,无线吉比特)是一种更快的短距离无线技术,可用于在家庭快速传输大型文件。WiGig 可以达到 6Gbps 的传输速率。

当前无线网络的传输速度也从 11Mbps,54Mbps,108Mbps 上升到 300Mbps。自从 Wi-Fi 标准确立以来,每家企业都为了达到速度更高、传输更快、范围更广而进行着激烈的竞争,由此产生的 802.11b+、802.11g+ 等技术延伸。