



WUXIAN WANGLUO ZHONG DE
ZHULIU JISHU JI YINGYONG TANJIU

无线网络中的 主流技术及应用探究

刘友缘 马新强 黄羿 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

无线网络中的 主流技术及应用探究

刘友缘 马新强 黄羿 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

• 北京 •

内 容 提 要

本书对无线网络中的主流技术及应用进行了研究,主要包括:无线局域网、无线个域网技术及无线城域网分析,无线 Ad Hoc 网络与无线 Mesh 网络技术分析,卫星网络与无线电技术分析,无线传感器网络技术及应用研究,无线射频识别(RFID)技术及应用研究,物联网技术及应用研究等。本书结构合理,条理清晰,内容丰富新颖,是一本值得学习研究的著作。

图书在版编目(CIP)数据

无线网络中的主流技术及应用探究/刘友缘,马新强,黄羿著. —北京:中国水利水电出版社,2017.3

ISBN 978-7-5170-4999-9

I. ①无… II. ①刘… ②马… ③黄… III. ①无线网—研究 IV. ①TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 316914 号

责任编辑:杨庆川 陈 洁 封面设计:崔 蕾

书 名	无线网络中的主流技术及应用探究 WUXIAN WANGLUO ZHONG DE ZHULIU JISHU JI YINGYONG TANJIU
作 者	刘友缘 马新强 黄 羿 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn 电话:(010)68367658(营销中心)、82562819(万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京鑫海胜蓝数码科技有限公司
印 刷	三河市同力彩印有限公司
规 格	170mm×240mm 16 开本 17.75 印张 230 千字
版 次	2017 年 4 月第 1 版 2017 年 4 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	54.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

21 世纪,人们希望摆脱有线网络的束缚,网络技术逐渐呈现出两大发展趋势,即高速和无线。无线网络成为技术发展和社会应用的新宠,受到越来越多人的青睐。无线网络填补了融合网络与移动用户之间的“最后一英里”的间隔。

在过去的数十年,无线网络技术经历了巨大的技术变革和演变,对人类生产力产生了前所未有的推动作用。无线网络技术是通信技术中发展最快,也是最具应用前景的一个重要分支,已经渗透到工农业生产和人们生活的各个方面。

本书从系统性、权威性和新颖性原则出发,按由浅入深、循序渐进的原则撰写,力求做到理论严谨、内容丰富、重点突出、层次清晰。全书共 7 章,主要内容包括无线局域网、无线个域网技术及无线城域网分析,无线 Ad Hoc 网络与无线 Mesh 网络技术分析,卫星网络与无线电技术分析,无线传感器网络技术及应用研究,无线射频识别(RFID)技术及应用研究,物联网技术及应用研究等。

本书在撰写过程中,参考了大量有价值的文献与资料,吸取了许多人的宝贵经验,在此向这些文献的作者表示敬意。此外,本书的撰写还得到了中国水利水电出版社领导和编辑的鼎力支持和帮助,同时也得到了学校领导的支持和鼓励,在此一并表示感谢。

由于无线网络技术是一门迅速发展的学科,新知识、新方法、新技术不断涌现,加之作者自身水平有限,书中难免有错误和疏漏之处,敬请广大读者和专家给予批评指正。

作 者

2016 年 7 月

目 录

前言

第 1 章 引言	1
1.1 无线网络的发展史	1
1.2 无线网络技术的多样性	3
1.3 无线网络技术面临的挑战	4
第 2 章 无线局域网、无线个域网技术及无线城域网分析	7
2.1 无线局域网技术分析	7
2.2 无线个域网技术分析	45
2.3 无线城域网技术分析	76
第 3 章 无线 Ad Hoc 网络与无线 Mesh 网络技术分析	93
3.1 无线 Ad Hoc 网络技术分析	93
3.2 无线 Mesh 网络技术分析	105
第 4 章 卫星网络与无线电技术分析	120
4.1 卫星网络技术分析	120
4.2 软件无线电技术分析	128
4.3 认知无线电技术分析	134
第 5 章 无线传感器网络技术及应用研究	137
5.1 无线传感器网络概述	137
5.2 无线传感器网络的路由协议	143

5.3	无线传感器网络的节点定位	153
5.4	无线传感器网络的时间同步	159
5.5	无线传感器网络的数据融合	168
5.6	无线传感器网络中间件	183
5.7	无线传感器网络的安全问题	197
5.8	无线传感器网络的应用	205
第 6 章	无线射频识别(RFID)技术及应用研究	209
6.1	RFID 电子标签技术	209
6.2	RFID 读写器	217
6.3	RFID 中间件	223
6.4	RFID 的应用	227
第 7 章	物联网技术及应用研究	231
7.1	物联网概述	231
7.2	云计算	234
7.3	移动计算	249
7.4	GPS/北斗	249
7.5	物联网的应用	257
参考文献		275

第 1 章 引 言

1.1 无线网络的发展史

相比其他产业,计算机产业非常年轻,从 1946 年第一台计算机诞生至今,也仅仅只有 70 余年的历史,然而,计算机技术却在很短的时间内有了惊人的进展,其应用已经渗透到人们工作、学习和生活的各个领域,成为信息时代人类社会发展不可或缺的一部分。

伴随计算机产业的发展,计算机网络也慢慢登上了历史舞台,并成为信息社会的命脉和发展经济的重要基础。计算机网络最通俗的说法就是计算机的集合,它是计算机技术和通信技术日益紧密结合的产物。

一般认为,计算机网络的发展大致经历了 4 个阶段。

1. 诞生阶段

早期的计算机系统是高度集中的,后来出现了批处理和分时系统,分时系统所连接的多个终端必须紧接着主计算机。典型应用是由一台计算机和 2000 多个终端组成的飞机订票系统,其示意图如图 1-1 所示。

2. 形成阶段

第二代计算机网络(图 1-2)是以多个主机通过通信线路互联起来的,为用户提供服务,典型代表是美国国防部高级研究计划局协助开发的 ARPANET。

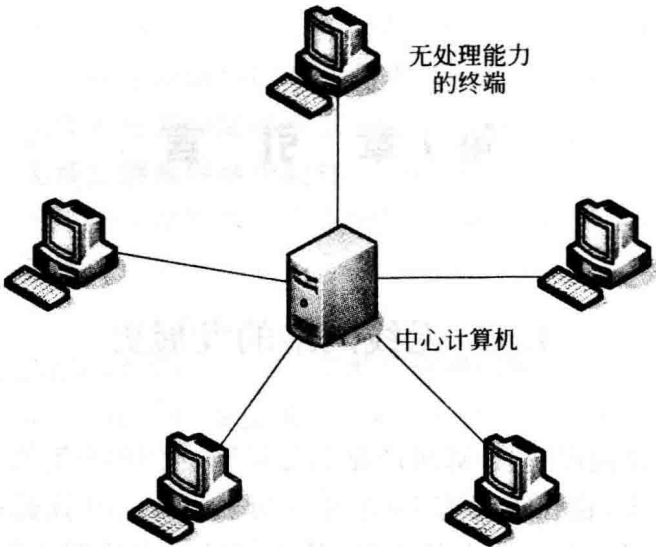


图 1-1 第一代网络

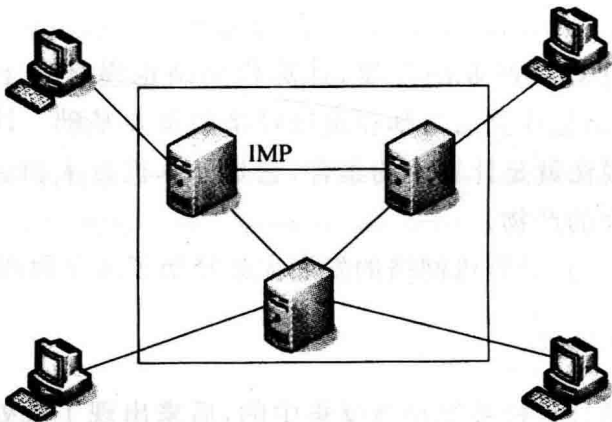


图 1-2 第二代网络

第二代网络以通信子网为中心,而且采用了具有划时代意义的分组交换技术,这也是支持现代计算机网络的最核心的灵魂技术。

3. 互联互通阶段

第三代计算机网络(图 1-3)是具有统一的网络体系结构并遵循国际标准的开放式和标准化的网络。

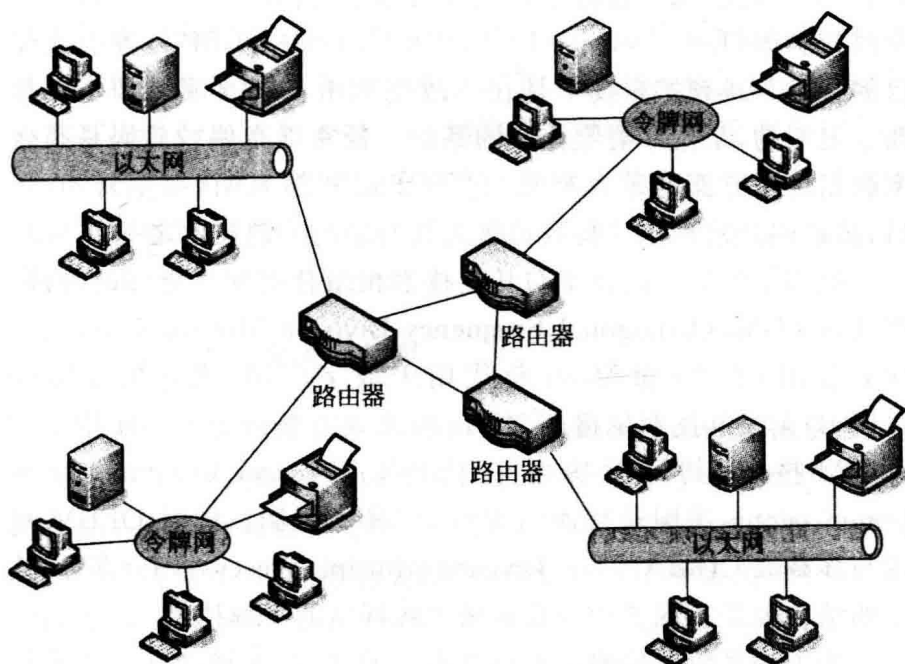


图 1-3 第三代网络

4. 高速网络技术阶段

第四代计算机网络,局域网技术已经发展成熟,发展为以 Internet 为代表的互联网。

1.2 无线网络技术的多样性

目前,无线网络传输的数据速率已超过 4 个数量级,从 20kbps 的 ZigBee 到超过 500Mbps 的无线超宽带(Ultra Wide Band, UWB),其传输距离则超过 6 个数量级,从 5cm 的近场通信(Near Field Communication, NFC)到超过 50km 的 WiMAX 及 Wi-Fi。

为了拓展无线网络的能力,为无线网络发展做出贡献的许多

企业、研究院所和工程师个人充分利用了包括跳频扩频和低密度奇偶校验码(Low Density Parity Check Codes, LDPC)等引人注目的技术。跳频扩频技术是在二战期间由一位女演员和一名作曲家发明的,是蓝牙射频传输的基础。低密度奇偶校验码是高效率数据传输方面的重大突破,它于1963年被发明,在尘封40年后,被证明是实现吉比特数量级无线网络的关键技术之一。

很多早就提出的技术与其他技术相结合得到了更好的发挥。例如,OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing,正交频分复用)在20世纪80年代用于数字广播,现在的超宽带(UWB)无线电技术在超过7GHz的无线电频谱上就是使用多带OFDM技术,其发射功率小于FCC(Federal Communication Commissions,美国联邦通信委员会)噪声限制。同时OFDM技术与多载波CDMA(Code Division Multiple Access,码分多址)技术的结合也是实现吉比特数量级无线网络的关键技术。

为了满足数据传输速率不断增长的要求,无线网络不得不摒弃那些相对简单的技术,而去寻求更能缩短每个比特的传输时间、同时使用载波的幅度和相位来传输数据、利用更宽无线电带宽(如UWB)、多次使用同一空间的多个路径进行同时传输的空间分集等新技术。

1.3 无线网络技术面临的挑战

无线设备在Wi-Fi技术领域的不断进步和广泛传播改变了我们对无线网络的期望。各个领域的消费者和专业人员,都越来越多地依赖无线网络来实现工作和与其他人的交流,并且人们都需要更高的性能和可靠性。要满足上述这些期望是具有挑战性的,具体表现在以下几个方面。

1. 不断生产的无线设备对网络环境造成的影响

Wi-Fi设备的大量生产以及非Wi-Fi设备在射频频谱中占据

着相同的份额,这对网络造成了一定的干扰。我们不会再谈论便携式计算机和智能手机。你何曾想过一个无线视频摄像机会干扰网络性能?抑或是 Xbox、微波炉等。检测和降低射频频谱影响的方法将会在维持 802.11n 网络的高性能上有重要作用。此外,多媒体和无线实时视频传输将需要巨大的带宽和智能机制来充分压缩视频/多媒体。但是信号又要在接收端快速地解码。这些要在未来 5~7 年内完全解决。

2. Wi-Fi 服务方式的转型

在不断增加的机构和组织中,Wi-Fi 的部署已经从提供“尽力而为服务”的方法向成为以任务为关键的方向转型。然而 Wi-Fi 之前是一种新型或者是便捷的奢侈享受,在技术方面的提升使得很多组织机构在“以任务为关键”的数据和应用中采用 Wi-Fi。这意味着在这项网络中的性能、可靠性和安全性会比以往更加重要。

3. 无线网络专业知识的缺乏

很多机构组织都缺乏专业知识、资源或者工具来应付上述两种趋势。正如同决定射频干扰的源、分布和影响是十分困难的,适应一个无线网络的“健康”与否会对整个组织机构产生影响的世界也是十分困难的。正因为这些趋势是新产生的,所以在这些组织机构中并没有建立相应的专业技术支持和内部解决机制。

4. 无线设备的能源优化

目前,iPhone 在连续使用下,电池也只能使用 5~6h。试想一下,如果我们有一个装置,它会自动从环境中获取能源,这并不仅限于太阳能或热能,还可以有一些其他机制,像从声学中提取能量(可能不会有前途)和敲击按键的能量(有很好的节能潜力)。所以,获取能源和使设备自由地获取能源仍然是一个非常长期的挑战。

5. 异构无线网络间的无缝通信

目前我们仍然不能做到在不同的网络下进行无缝连接。我们需要一个单一的机制可用于不同网络之间进行切换(Wi-Fi、WiMAX 或任何其他 3G/4G 网络),这将有可能与上述的多媒体和无线实时视频传输进行连接。

6. 将无线电认知整合到无线网

目前在这个领域已经有很多专家做了很多的工作,尤其是 Linda Doyle 教授(CTVR, 柏林)、Petri Manohan 教授(RWTH Aachen)和 CWC 等。但我相信,认知无线电是一片汪洋大海,我们仍然在频谱感知/频谱管理的阶段。如今有几个挑战,如环境的自动理解能够将整个带宽用于用户设置(即使是很短的时间),节点的自配置形成网络(更像是 Ad Hoc,但正如我们所知道的,Ad Hoc 仍旧在研究出版物中居多而在现实世界开发应用的少)。

第 2 章 无线局域网、无线个域网 技术及无线城域网分析

2.1 无线局域网技术分析

无线局域网(WLAN)是使用无线信道作为传输媒介的计算机局域网,是有线联网方式的重要补充和延伸,并逐渐成为计算机网络中一个至关重要的组成部分。

2.1.1 无线局域网的基本结构

无线局域网的基本结构如图 2-1 所示,由工作站(STA)、网

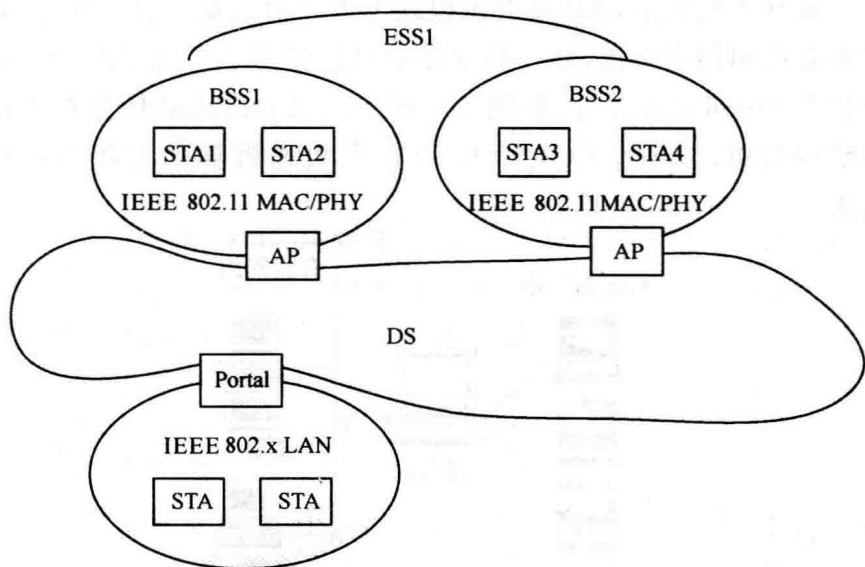


图 2-1 无线局域网网络元素

络访问接入点(AP)、基本服务集(BSS)、分布式系统(DS)、扩展服务集(ESS)、入口(Portal)等几部分组成。

无线局域网能够实现无线通信的范围有限,无线客户端与其他无线客户端及有线网络主机之间的通信需要 AP 转发,才能发送到目的端。BSS 可以是孤立的,也可以通过分布式系统接入其他基本服务集,通过分布式系统互联起来的 WLAN 称为扩展服务集(Extended Service Set,ESS),扩展服务集在逻辑上相当于一个基本服务集。

2.1.2 无线局域网的网络结构

就网络构建方式而言,无线局域网包括两种工作模式,即基本模式(Infrastructure Mode)和自组织模式(Ad Hoc Mode)。两种模式的关键区别就是看网络是否包含 AP 组件,有则是基本模式,反之则是 Ad Hoc 模式。

1. 基本模式

在基本模式下,AP 负责该模式下的所有传输工作。STA 如果需要使用网络资源,唯一的途径就是连接至 AP,由 AP 为 BSS 提供 DS 访问接入支撑,如图 2-2 所示。基本模式的优势在于网络结构简单,方便集中式管理,可以有效地将移动工作站管理起来。

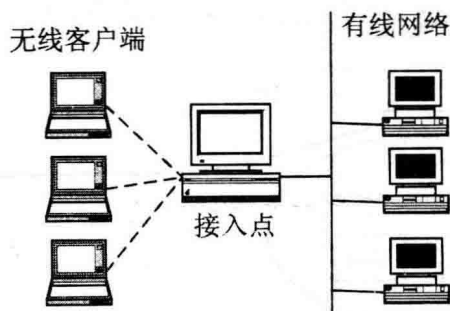


图 2-2 有固定基础设施的无线局域网

2. 自组织模式

无中心网络又称为自组织网络,这里 STA 既是终端,又肩负路由器功能,通过多跳通信实现端到端的连接。自组织模式中不包括 AP、DS,而是由各无线网络设备自由连接组网,其基本组成单元为独立基本服务集(IBSS),如图 2-3 所示。当基本模式无法建立网络时,该模式可以简单迅速地实现组网。

自组织模式中没有安装 AP 的无线局域网,其最小构件被称为独立基本服务集(Independent Basic Service Set, IBSS)。主要用于无线客户端之间的通信,一般不与外界的其他网络互联。自组织网络最多容许 9 个无线客户端。

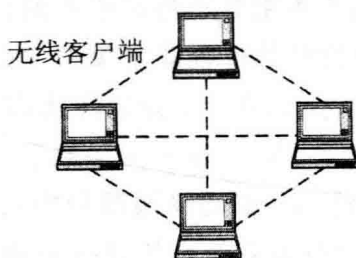


图 2-3 无固定基础设施的无线局域网

2.1.3 无线局域网的服务

在无线局域网中,所有无线设备的一切行为都应遵守 IEEE 802.11 协议的规范,无线设备可以进行的活动其实就是协议提供的服务。IEEE 802.11 定义了 9 种不同的服务。这 9 种不同的服务又分别为分发系统的服务和工作站的服务。

1. 分发系统的服务

分发系统的服务由分发系统提供,分发系统的服务能够使 IEEE 802.11 的数据包在同一个 ESS 中的不同 BSS 之间进行传送,无论移动终端移动到 ESS 中的哪个地方都能收到属于它的数

据,这类服务大部分是由 AP 呼叫所引起的。AP 是唯一同时提供移动终端服务和分发系统的无线网络组件,也是移动终端与分发系统间的桥梁。分发系统提供以下 5 种服务。

(1) 关联联系

关联服务的主要作用是在移动终端和 AP 之间建立一个通信连接。当分发系统要将数据送给移动终端时,必须要事先知道这个移动终端目前是通过哪个 AP 来接入到分发系统的,这些信息就应该由关联服务来提供。

一个移动终端在被允许可以通过某个 AP 来为分发系统发送数据之前,它必须要事先与这个接入点建立连接,通常在一个基本服务集内都要有一个 AP,因此,任何在这个基本服务集内的移动终端如果要想与基本服务集外部进行通信的话,它必须先与此 AP 相连接。整个关联的过程非常类似于注册操作,因为当移动终端做完连接动作之后,AP 就会记住此移动终端目前是否在其管辖的范围之内。

在任何时刻,任意一个移动终端都只能与一个 AP 建立这种关联服务,这样才能使分发系统在任意时刻都能够知道到底有哪些移动终端是由哪个 AP 所负责的。然而,一个 AP 却可以同时和多个移动终端连接。关联服务都是由移动终端所启动,通常移动终端会启动关联服务来要求与 AP 连接。

(2) 重新关联服务

重新关联服务的主要目的是将一个处于移动过程中的移动终端设备建立与 AP 之间的连接。当移动终端从一个基本服务集转移到另外一个服务集的时候,它就会启动重新关联服务。

重新关联服务会将移动终端和它所接入的基本服务集内的 AP 建立关联,通过重新关联服务将使分发系统能知道此移动终端在某一个时刻到底与哪个 AP 建立着关联服务。重新关联服务的操作也是由移动终端来启动的。

(3) 解除关联服务

解除关联服务操作的主要目的是要取消一个连接或者一个