

DSP应用大观

2

张太镒 任宏 编译

TI DSP

在通信系统中的应用

- 围绕应用，重点突出实用
- 全面覆盖，资料及时、权威
- 专家筛选，内容深入、经典



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



内 容 简 介

DSP 应用大观

TI DSP在通信系统中的应用

张太镒 任 宏 编译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书参考 TI DSP 通信类产品的有关技术文档,结合作者长期研究和开发的经验编译而成。全书按系统组成、程序架构、代码优化和程序范例等几部分进行介绍,内容涵盖蓝牙模块、IEEE 802.11b 模块和低功耗模块, Rake 接收机、纠错编/解码器、交叉结构多处理器和 GMSK 调制解调器的设计,无绳电话回声消除方法, GSM 全速率、半速率、增强型全速率、自适应多速率语音编码器等方案,以及高速 DSP 系统设计中的抗噪声和辐射干扰方法。

本书旨在为通信与信息工程领域的工程技术人员提供基于 DSP 的嵌入式系统设计、研发参考资料,亦可作为大学电子与信息类专业数字通信和微处理技术课程的辅助教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

TI DSP 在通信系统中的应用 / 张太镒,任宏编译. —北京:电子工业出版社,2008.4
(DSP 应用大观)

ISBN 978-7-121-06261-2

I. T… II. ①张… ②任… III. 数字信号—信息处理系统—应用—通信系统 IV. TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 038701 号

责任编辑:万子芬(wzf@phei.com.cn)

印 刷:北京天字星印刷厂

装 订:北京鼎盛东极装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:18.25 字数:467 千字

印 次:2008 年 4 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:38.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

丛书序言

DSP 技术的发展与应用,正在我国教育界、科技界和工程界蓬勃地展开。数以百计的大学建设了 DSP 技术实验室,开设了相关的课程和实验;大量的相关教材、技术手册和应用书籍得到编写、编译和出版。更为重要的是,基于 DSP 技术的研究和开发,无论是涉及的范围,还是达到的深度,都令人叹为观止。以两年一度的 TI DSP 大赛为例,每次都有数十所大学的上百支代表队参赛,参赛者所表现出来的选题的广度、算法研究的深度,算法实现和系统设计及实现的娴熟程度,无不令人振奋。

随着教学、科研的发展和深入,教师、学生、以及科研和工程技术人员已经不再满足于对 DSP 的粗浅了解;市场的发育,对 DSP 技术的发展和应用也提出了越来越高的要求。在这样的形势下,编写和出版一套 DSP 应用汇编丛书,就成为了一种强烈的需求,并迅速在出版社、TI 公司以及编写者之间达成了共识。

我们也注意到,在全球范围内,随着 DSP 技术应用范围的扩大和应用程度的深入,通用 DSP 器件的增幅在逐步减缓,而基于 DSP 核的各种 SoC、ASSP 以及嵌入式系统,正在以更快的速度发展。对于 DSP 工程师来说,开发算法并将算法在 DSP 芯片或 DSP 核上实现,还将仍然是长期的重要任务。本丛书的编写和出版,正是基于这样的认识和理解。

这套丛书是这样设计的:

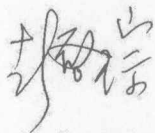
按应用领域来分类,先在几个重要的领域,例如,通信信号处理、图像/视频信号处理、音频/语音信号处理、工业控制、通用信号处理算法、DSP 接口与软件工具等,各出一个选题。每个选题以 TI 网站上公开的 Application notes 为基本内容,为了便于读者理解和使用,各书的编译者对所介绍的内容,都不同程度增加了补充性的介绍。

这套丛书是开放的,这里所指的开放,包含以下两重意思:一方面,随着各领域的技术进步,新的算法和新的器件层出不穷,本丛书对新的算法及其实现的介绍也会继续下去;另一方面,欢迎广大的读者对丛书的选题和内容提出意见和建议,更欢迎有志者加入编写者的行列。

本丛书第一批选题的作者,是各高校多年从事 DSP 技术研究和实践的教师,以及他们的一些研究生,他们在各自的领域具有长期的知识积累和丰富的实践经验,为本丛书的选题、编写和出版付出了辛勤的劳动。

TI 公司对本丛书所使用的文档予以了授权,TI(中国)大学计划对丛书的编写和出版给予了一贯的支持和鼓励。电子工业出版社的编辑们,首先提出了本丛书的创意,积极参与了选题策划和论证,认真地完成了编辑和出版工作。在此,对所有为本丛书的选题、编写、出版作出贡献的单位和人士,致以深切的谢意和敬意。

希望这套丛书的出版,能对推动我国 DSP 技术的教育和应用起到微薄的作用,衷心希望得到广大读者的支持、意见和建议。



电子科技大学教授
2008 年 4 月

前言

数字通信是当前发展最快、应用最广和最具前沿性的现代通信技术领域之一。

随着卫星通信、数字移动通信和个人通信网的迅猛发展，日益增加的客户需求与现有通信信道容量之间的矛盾日益突出。数字移动通信技术的发展扩大了通信技术的使用范围，使之成为人类社会生活中不可缺失的一部分。

微电子技术的飞速发展，使高性能微处理器和大容量存储器的价格变得十分便宜，速度和存储容量不再是困扰设计者的主要问题。人们将通用计算机上的软件“嵌入”专用系统，构成嵌入式系统，完成复杂的运算和控制功能。由于嵌入式系统体积小、设计紧凑，在现代数字通信设备中占据重要地位。

近年来，由于超大规模集成电路（VLSI）工艺的提高和专用集成电路（ASIC）的广泛使用，极大地推动了数字信号处理技术的发展。各大芯片生产厂商纷纷推出各具特色的高性能数字信号处理器（DSP）专用芯片，DSP 以其卓越的运算能力成为嵌入式系统中央处理器的首选。

本书的素材源于美国德州仪器公司（TI）提供的通信类产品设计技术文档，编译器从中精选了若干具有代表性的，以 TMS320C5000 和 TMS320C6000 系列 DSP 为主的内容进行编译，并结合编译器长期从事通信技术研究和开发的经验撰写成本书。

本书共 4 章。第 1 章在简要介绍无线局域网、路由器，以及蓝牙和 IEEE 802.11 技术的基础上，较详细地介绍了用于 WPAN 的蓝牙模块和用于 WLAN 的 IEEE 802.11b 模块设计，以及用于控制便携式设备电池供电的低功耗模块设计。

第 2 章介绍了数字蜂窝移动通信系统中 Rake 接收机、各种纠错编/解码系统的设计、交叉结构多处理器系统和用于移动数据系统的 GMSK 调制解调器设计等内容。

第 3 章介绍了在公用电话交换网 PSTN 上的安全通信系统和针对无绳电话的回声消除系统设计方法，涉及的范围包括相关软件和算法等。

第 4 章介绍了美国数字移动通信语音编码标准的矢量和激励线性预测算法（VSELP），还有在 TMS320C62x DSP 平台上实现 GSM 通信采用的全速率（FR）、半速率（HR）、增强型全速率（EFR）、自适应多速率语音编码器，以及采用超长指令字架构的增加语音通道数的解决方案，包括系统要求、程序结构、代码编写规则、评估方法和相应的主要基础代码程序设计等，并介绍了一个音频模块设计范例。

附录 A 给出了高速 DSP 系统的设计方法，为减小系统噪声、降低电磁干扰提供设计参考。

本书旨在为通信与信息工程领域的工程技术人员提供基于 DSP 的嵌入式系统设计、研发参考资料，亦可作为大学电子与信息类专业数字通信和微处理技术课程的辅助教材。相信本书对相关工程技术人员的研究和开发工作将起到积极作用，其中结合实际的有关内容会受到读者欢迎。

本书除附录 A 由任宏工程师编译外,其余均由西安交通大学张太镒教授编译。在编译过程中,得到了美国德州仪器公司大学计划部的大力支持,沈洁经理、潘亚涛工程师和王春蓉女士给予了具体指导,在此表示感谢。感谢电子科技大学彭启琮教授对开展本丛书编译工作提出的创意和针对本书赐予的宝贵意见。感谢王金芳、陈晨、邓炜、侯红芳、孙黎、杨亮、夏川、王强、牛灏和张璟协助编译工作。电子工业出版社万子芬女士为本书的出版给予了帮助,在此深表谢意。总之,本书的编译出版是集体智慧的结晶,在此,对所有为本书的出版提供了帮助的人们表示诚挚的感谢!

由于编译者水平有限,加之时间仓促,文中难免有不妥之处,敬请读者不吝指正。

编译者

2008 年 3 月

目 录

第 1 章 无线局域网	(1)
1.1 无线局域网与路由器	(1)
1.2 蓝牙无线通信技术概述	(7)
1.2.1 蓝牙协议体系结构	(8)
1.2.2 蓝牙无线层	(9)
1.2.3 基带层	(10)
1.2.4 链路管理协议 (LMP)	(13)
1.2.5 主机控制器接口层	(13)
1.2.6 逻辑链路控制和适配协议 (L2CAP)	(14)
1.2.7 RFCOMM 和 SDP 中间件协议	(14)
1.2.8 蓝牙技术的各种应用	(15)
1.3 蓝牙模块	(15)
1.4 IEEE 802.11 标准	(19)
1.4.1 拓扑结构和参考模型	(20)
1.4.2 MAC 子层	(21)
1.4.3 物理层	(27)
1.5 IEEE 802.11b WLAN 卡	(30)
1.6 低功耗模块设计	(35)
1.6.1 系统组成	(35)
1.6.2 软件设计	(40)
1.6.3 OMAP5910 代码实例	(44)
参考文献	(50)
第 2 章 移动通信	(51)
2.1 WCDMA 系统中的 Rake 接收机	(51)
2.1.1 基本系统	(53)
2.1.2 实现方法	(56)
2.1.3 算法性能	(68)
2.1.4 TMS320C62x DSP 的负担	(69)
2.1.5 结论	(71)
2.2 带有交叉交换的多处理器技术	(71)
2.2.1 交叉执行的描述	(74)

2.2.2	数据交换结构	(77)
2.3	数字蜂窝系统的纠错编码算法	(78)
2.3.1	VSELP 信道格式	(78)
2.3.2	FACCH 信道格式	(84)
2.4	CDMA2000 中 Turbo 码的最大后验概率解码	(85)
2.4.1	Turbo 码编码器	(85)
2.4.2	MAP 解码器的实现	(88)
2.4.3	实际考虑	(107)
2.5	多通道汇编代码处理	(115)
2.5.1	多通道代码处理	(115)
2.5.2	多通道处理的应用	(118)
2.5.3	单通道应用转换成多通道应用	(121)
2.6	移动数据系统中的 GMSK 调制解调器	(122)
2.6.1	移动数据系统终端硬件组成	(123)
2.6.2	调制解调器设计	(124)
2.6.3	对 CDPD 的设计变更	(128)
	参考文献	(130)
第 3 章	有线通信系统	(132)
3.1	安全通信系统	(132)
3.1.1	信源编码	(133)
3.1.2	硬件设计结构	(136)
3.2	基于 ITU G.165/DECT 标准的回声控制	(138)
3.2.1	ITU G.165 和 DECT 回声控制标准	(138)
3.2.2	回声抑制算法	(139)
3.2.3	回声抑制器设计	(143)
3.2.4	软件设计	(147)
3.3	免提无绳电话的回声消除软件	(153)
3.3.1	AEC 算法	(154)
3.3.2	运行结果	(156)
	参考文献	(158)
第 4 章	移动通信系统中的语音编解码器	(160)
4.1	数字移动通信语音编解码器	(160)
4.1.1	VSELP 概述	(160)
4.1.2	语音解码器	(169)
4.1.3	TMS320C5x 实时实现	(170)
4.2	GSM 半速率语音编码	(172)
4.2.1	系统需求	(173)

4.2.2	上层程序设计	(175)
4.2.3	代码优化	(178)
4.3	GSM 全速率语音编码	(183)
4.3.1	系统设计	(183)
4.3.2	程序设计	(186)
4.3.3	仿真	(189)
4.4	GSM 增强型全速率语音编码器	(191)
4.4.1	多通道系统	(191)
4.4.2	算法描述	(192)
4.4.3	存储器需求	(194)
4.4.4	运行结果	(197)
4.5	GSM 混合速率语音编码	(197)
4.6	GSM 自适应多速率语音编码	(202)
4.6.1	系统要求	(204)
4.6.2	上层程序设计	(205)
4.6.3	软件设计	(209)
4.7	采用超长指令字架构增加语音通道数的设计方法	(214)
4.7.1	在 TMS320C64x 上实现 G.726	(215)
4.7.2	单通道实现技术	(217)
4.7.3	双通道实现技术	(219)
4.7.4	重构函数耗费时钟周期比较	(222)
4.8	音频处理模块	(223)
	参考文献	(231)
附录 A	高速 DSP 系统设计	(234)
A.1	常见问题	(234)
A.1.1	DSP 音频系统	(236)
A.1.2	DSP 视频系统	(236)
A.1.3	DSP 通信系统	(238)
A.2	传输线效应	(239)
A.2.1	传输线理论	(239)
A.2.2	并联端接技术仿真	(241)
A.2.3	实际的传输线	(242)
A.2.4	传输线的仿真实验	(243)
A.2.5	栅网接地对传输线的影响	(246)
A.3	交叉干扰	(246)
A.3.1	高频和低频电流返回路径	(247)
A.3.2	辐射引起的交叉干扰	(249)
A.4	电源设计	(250)

A.4.1	电源架构	(251)
A.4.2	电源去耦技术	(253)
A.5	印制板设计	(262)
A.6	锁相环	(264)
A.6.1	模拟锁相环	(264)
A.6.2	数字锁相环	(266)
A.6.3	PLL 隔离技术	(268)
A.7	电磁干扰	(269)
A.7.1	数字信号	(271)
A.7.2	电流环路	(272)
A.7.3	电源	(272)
A.7.4	传输线	(274)
A.7.5	电源和接地	(275)
A.7.6	减少电磁干扰的方法	(275)
	参考文献	(277)
附录 B	主要英文缩写词表	(278)

第1章 无线局域网

覆盖范围小的无线局域网称为无线个人接入网，记做 WPAN。WPAN 用于 50 m 之内的个人使用设备（PC，PDA 个人数字助理和打印机等）之间的连接。一般可以采用蓝牙技术，满足 10~30 m 内速率在 1Mb/s 内数据传输的需求。

一般范围的无线局域网记做 WLAN，覆盖较大范围（100 m）。或采用家用 RF，提供家庭使用的 11 Mb/s 速率；或采用具有 11 Mb/s 速率的 IEEE 802.11b（也称 Wi-Fi）技术。

无线个人接入网，用于 50 m 范围之内内的个人使用设备（PC、PDA 个人数字助理和打印机等）之间的连接。一般可采用蓝牙技术，满足 10~30 m 范围之内速率在 1 Mb/s 内的数据传输。

无线局域网，指较大范围（100 m）内设备之间的连接，也可用于配置以太网。常采用家用 RF，提供家庭使用的 11 Mb/s 速率；或采用具有 11Mb/s 速率的 IEEE 802.11b（也称 WiFi）技术。

本章在简要介绍无线局域网、路由器，以及蓝牙和 IEEE 802.11 技术的基础上，较详细地介绍用于 WPAN 的蓝牙模块和用于 WLAN 的 IEEE 802.11b 模块设计，以及用于控制便携式设备电池供电的低功耗模块设计。

1.1 无线局域网与路由器

无线局域网（Wireless Local Area Network，WLAN）是近年来发展起来的一种数据通信系统，它是从有线局域网络自然延伸出来的一种新技术，使用无线射频（RF）技术收发数据，无须使用电线连接，兼有无线通信和网络通信的优点，既可达到与网络的无缝连接，又可使设备能随意放置。

互联网分为局域网（LAN）和广域网（WAN），信号的传输媒介主要是铜缆或光缆。互联网受到布线的限制，线路易损、连接点不可移动。随着通信需求的增大，无线网络应运而生，其中，WiFi 技术越来越引起人们的关注。

WiFi 是英文 Wireless Fidelity 的缩写，意思是“无线保真”，是当前最具发展潜力的新技术的代表。WiFi 技术突出的优势在于：

其一，无线电波覆盖范围广。基于蓝牙技术的电波覆盖范围非常小，半径大约只有 15 m 左右，而 WiFi 的半径则可达 100 m 左右，办公室内自不用说，就是在整栋大楼中也可使用。最近推出的一款新型交换机，能把目前 WiFi 无线网络 100 m 的通信距离扩大到 6.5 km 左右。

其二，WiFi 技术的传输速度可达 11 Mb/s，符合高速率传输的需求。

其三，厂商进入该领域的门槛比较低。WiFi 产品只需在机场、车站、咖啡店、图书馆等人员较密集的地方设置“热点”，并通过高速线路将 Internet 接入即可。由于“热点”发射的电磁波可以到达距接入点 10~100 m 的地方，用户只需持有支持 WiFi 的电脑或 PDA，即可高速接入 Internet。也就是说，运营商不用耗费资金来进行网络布线接入，节省了大量的成本。

WiFi 与有线网络相比, 还有以下优点。

(1) 无须布线

WiFi 最主要的优势在于不需要布线, 免受布线条件的制约, 因此非常适合移动办公用户的需要, 具有广阔的市场前景。目前, 它已经从传统的医疗保健、库存控制和管理服务等特殊行业向更多行业拓展, 甚至开始进入家庭及文化教育等场所。

(2) 健康安全

WiFi 网络采用最主要的标准是 IEEE 802.11, 规定的发射功率不超过 100 mW, 实际发射功率约 60~70 mW, 远小于手机 (200 mW) 和手持式对讲机的发射功率。无线网络使用方式不像手机直接接触人体, 绝对安全。

(3) 简单的组建方法

架设无线网络的基本配置是一块无线网卡和一台接入设备 (AP), 架设费用和复杂程度远低于传统的有线网络。AP 中文意思为访问节点或桥接器, 在媒体存取控制层 MAC 中作为无线工作站及有线局域网的桥梁。有了 AP, 就像一般有线网络的 Hub 一样, 无线工作站可以快速且轻易地与网络相连。特别是对于宽带的使用, WiFi 更显优势, 有线宽带网络 (ADSL、小区 LAN 等) 到户后, 连接一个 AP, 然后在电脑中安装一块无线网卡即可。普通的家庭有一个 AP 已经足够, 甚至用户的邻里得到授权后, 无须增加端口, 也能以共享的方式上网。

(4) 长距离

在网络建设完备的情况下, WiFi 的真实工作距离可以达到 100 m 以上, 解决了高速移动时数据的纠错、误码问题, WiFi 设备与设备、设备与基站之间的切换和安全认证均得到了很好的解决。

近年来, 无线 AP 的数量迅猛增长, 无线网络的方便与高效使其能够迅速普及。除在一些公共地方有 AP 之外, 国外已经有先例, 以无线标准来建设城域网, WiFi 的网络地位将会日益牢固。

WiFi 是目前无线接入的主流标准, 全面兼容的还有 WiMAX, 对应于 WiFi 的 IEEE 802.11x 标准, WiMAX 是 IEEE 802.16x。WiMAX 具有更远的传输距离、更宽的频段选择, 以及更高的接入速度等, 预计会在未来几年成为无线网络的一个主流标准。国外诸多公司计划采用该标准建设无线广域网络。相比于现行的无线局域网或城域网, 这是质的变革, 它保证现有设备仍能得到支持, 保护了投资者的利益。

总之, 家庭和小型办公网络用户对移动连接的需求是无线局域网市场增长的动力, 到目前为止, 美国、日本等发达国家是 WiFi 用户最多的地区。随着 IT 技术、电子商务和移动办公的进一步发展, 廉价的 WiFi 必将遍及世界每一个角落, 成为网络接入用户的首选。

目前, WiFi 网络标准主要有 IEEE 802.11 和 HiperLAN 等。

(1) HiperLAN2 标准

基于 IEEE 802.11 标准的无线局域网在 2.4GHz 频段, 提供的带宽从 1 Mb/s 到 11 Mb/s 不等。而欧洲电信标准协会 (ETSI) 的 HiperLAN2 标准能在 5GHz 的频段上运行, 和 IEEE 802.11a 具有相同的物理层, 可以共享部件。HiperLAN2 采用正交频分复用 (OFDM) 技术。

(2) HomeRF

HomeRF 是专门为家庭用户设计的一种 WLAN 技术标准。HomeRF 利用跳频扩频方式, 既可以通过时分复用支持语音通信, 又能通过载波监听多重访问/冲突避免 (CSMA/CA) 协

议, 提供数据通信服务。同时, HomeRF 提供与 TCP/IP 良好的集成, 支持广播、多播和 48 位 IP 地址。目前, HomeRF 标准工作在 2.4 GHz 的频段上, 跳频带宽为 1 MHz, 最大传输速率为 2 Mb/s, 传输范围超过 100 m。

(3) 蓝牙技术 (Bluetooth)

蓝牙技术是一种用于各类固定与移动数字设备之间的低成本、近距离的无线连接标准。广泛应用于日常生活中。

蓝牙技术中采用跳频技术, 与其他工作在 2.4 GHz 频段上的系统相比, 蓝牙跳频更快、数据包更短、工作更稳定。前向纠错 (Forward Error Correction, FEC) 的使用抑制了长距离链路的随机噪声, 采用二进制调频 (FM) 技术抑制干扰、防止衰落。蓝牙技术理想的传输距离为 10 cm~10 m, 增大发射功率, 距离将延伸至 100 m。

蓝牙基带协议是电路交换与分组交换的结合。在被保留的时隙中可以传输同步数据包, 每个数据包以不同的频率发送。1 个数据包名义上占用 1 个时隙, 但实际上可以扩展到 5 个时隙。蓝牙支持异步数据信道、多达 3 个的同时进行的同步话音信道, 还可以用 1 个信道同时传送异步数据和同步话音。每个话音信道支持 64 kb/s 同步话音链路。异步信道可以支持一端最大速率为 721 kb/s 另一端速率为 57.6 kb/s 的不对称连接, 也可以支持 43.2 kb/s 的对称连接。

(4) IrDA

红外线数据标准协会 (Infrared Data Association, IrDA) 是成立于 1993 年的非营利性组织。IrDA 标准是一种利用红外线进行的点对点通信, 其相应的软件和硬件技术均已成熟。

(5) IEEE 802.11 标准

1997 年 6 月, IEEE 推出了第一代无线局域网标准——IEEE 802.11。该标准定义了物理层和介质访问控制子层 (MAC) 的协议规范, 允许无线局域网及无线设备制造商在一定范围内建立互操作网络设备。IEEE 802.11 标准工作在 ISM 频段的 2.4 GHz 上, MAC 子层采用 CSMA/CA 机制, 物理层采用了三种规范: DSSS、FHSS 和 Infrared 技术。任何 LAN 应用、网络操作系统或协议 (包括 TCP/IP) 在遵守 IEEE 802.11 标准的无线 LAN 上运行时, 就像运行在以太网上一样容易。

无线路由器是构成无线网络的核心, 它处于 ISO/OSI 模型的网络层。与传统的路由器一样, 无线路由器具有以下两个主要作用。

一个作用是连通不同的网络。从过滤网络流量的角度来看, 无线路由器的作用与无线网桥非常相似, 但是与工作在网络 MAC 层上的无线网桥不同, 无线路由器使用专门的软件协议, 从逻辑上对整个网络进行划分。例如, 一台支持 IP 协议的无线路由器可以把网络划分成多个子网段, 只有指向特定 IP 地址的网络流量才可以通过无线路由器。对于每一个接收到的数据包, 无线路由器都会重新计算其校验值, 并写入新的物理地址。因此, 使用无线路由器转发和过滤数据的速度要比只查看数据包 MAC 地址的无线网桥慢。但是, 对于那些结构复杂的网络, 使用无线路由器可以提高网络的整体效率。无线路由器的另外一个明显优势就是可以自动过滤网络广播。一般来说, 在包括无线网络时, 异种网络互连与多个子网的互连都应采用无线路由器来完成。

另一个作用是选择信息传送的线路。当无线路由器发送信息时, 它本身会选择最佳传输路径, 即选择传送信息的最快途径。当发现网络拥挤时, 它会自动跳到其他的路径来完成传

输。这样能大大提高通信速度,减轻网络系统通信负荷,节约网络系统资源,提高网络系统畅通率,从而让网络系统发挥出更大的效益。

由于无线路由器的主要工作是为经过它的每个数据帧寻找一条最佳传输路径,并将该数据有效地传送到目的站点,所以选择最佳路径的策略即路由算法是路由器的关键所在。路由算法分为以下两类。

一类是源路由算法。该算法由源主机决定整个路由,即选择路由的主体是主机。每台主机需要了解网内的细节和拓扑变化、计算最佳路径、决定路径上的逐个转发节点,并在分组中明确指定转发站序列。而路由器只是一个存储转发(StoreForward)设备。

另一类是透明路由算法。在这种算法中,源主机仅需将分组交给默认的路由器,而网络拓扑对主机而言是透明的,即源主机并不了解网络拓扑结构及其变化。选择路由的主体是网络内的路由器,一个分组如何到达目的站点,是由网络中的路由器自行决定的,当然,路由器之间还要保持一致。

由于大多数主机承担着数据处理等工作,所以如果采用源路由算法,会加重主机的负担。因此,目前绝大多数网络都采用透明路由算法,源主机只要将要发送的数据发送上网即可。计算机无线网络也应采用透明路由算法。为此,在每个无线路由器中,都应保存各种传输路径的相关数据——路由表(Routing Table),供路由选择时使用。路由表中保存着子网的标志信息、网上路由器的个数和下一个路由器的名字等内容。路由表可以由系统管理员固定设置好的,也可以由系统动态修改,可以由路由器自动调整,也可以由主机控制。

(1) 静态路由表

由系统管理员事先设置好的固定路径表称为静态路由表,一般是在系统安装时就根据网络的配置情况预先设定的,它不会随未来网络结构的改变而改变。

(2) 动态路由表

动态路由表是路由器根据网络系统的运行情况自动调整的路由表。路由器根据路由选择协议(Routing Protocol)提供的功能,自动学习和记忆网络运行情况,在需要时自动计算数据传输的最佳路径。

由于动态路由表的表项可以随网络拓扑的变化而动态改变,因而也是现今应用最广的路由表。在无线网络中,无线路由器的帧格式如图 1.1 所示。

MAC 帧头(含目的 的 MAC 地址)	IP 帧头(含目的 IP 地址)	帧体	MAC 帧尾
-------------------------	---------------------	----	--------

图 1.1 无线路由器帧结构

当无线路由器收到一个帧,就将其 MAC 帧头剥开并找到目标 IP 地址,然后查找路由表,找出下一站的 IP 地址,再根据 ARP 协议求出下一站的 MAC 地址,最后封装成帧发送出去(其中的 IP 帧头与收到时一样)。图 1.2 是无线局域网互连的最简单形式。

当有数据要从 H1 发送到 H3 时,必然要经过无线路由器 R1 和 R2。假设无线路由器的 MAC 层和 PHY 层采用的协议为 X,则发送的过程和无线路由器对数据的封装过程如图 1.3 所示。

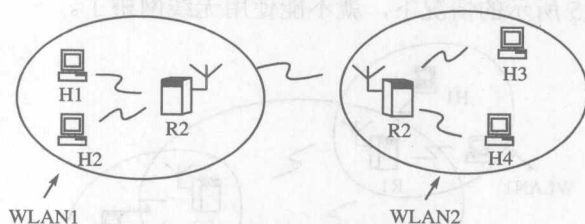


图 1.2 无线局域网互连的最简单形式

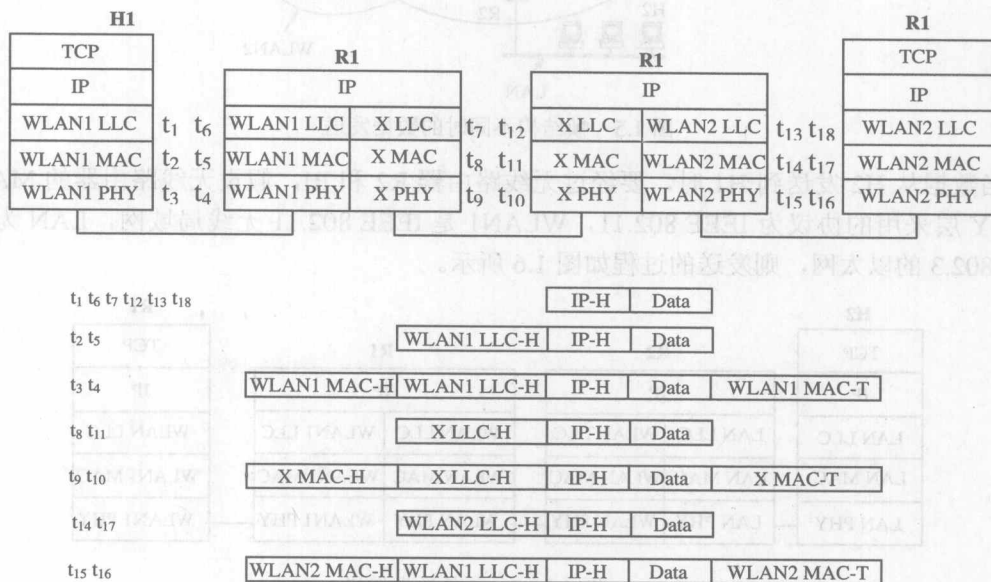


图 1.3 无线路由器数据的封装

如果图 1.2 中的 R1 和 R2 是无线网桥，则数据在 R1 和 R2 中不会经过 IP 层，发送的过程如图 1.4 所示。

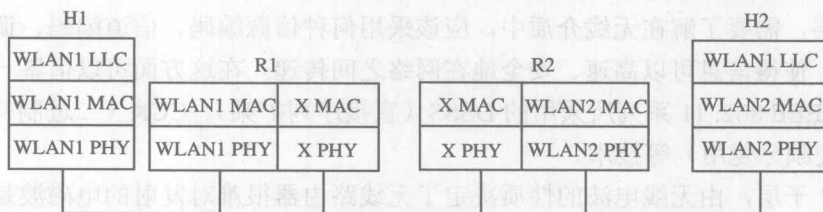


图 1.4 无线网桥的数据发送

但是，使用无线网桥要求 WLAN1 和 WLAN2 具有相同或相似的帧结构，否则两个子网

不能实现互连。在图 1.5 所示的情况下，就不能使用无线网桥了。

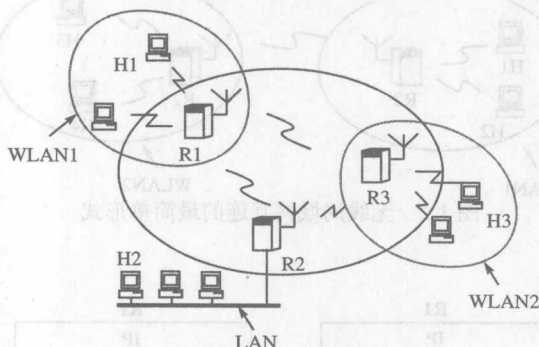


图 1.5 帧结构不同时数据发送

当数据从 H2 发送到 H1 时，要经过无线路由器 R2 和 R1，假设无线路由器的 MAC 层和 PHY 层采用的协议为 IEEE 802.11，WLAN1 是 IEEE 802.11 无线局域网，LAN 为符合 IEEE 802.3 的以太网，则发送的过程如图 1.6 所示。

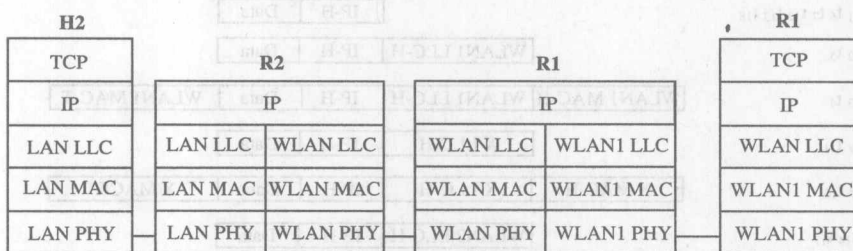


图 1.6 LAN 的数据发送

在这种情况下，当 R2 收到数据并向 R1 发送时，R3 也能接收到。当 R3 收到数据后，根据帧中的 MAC 地址，R3 可以知道不是发给自己的，于是就将这个帧丢弃。但是如果 R1，R2 和 R3 都是无线网桥，当 R3 收到帧后，发现不是发给自己的，会通过天线发送出去。R1 和 R2 收到后，也会再发送出去，这样来回收发，就形成了死循环。

无线宽带路由器和传统的无线网桥接入设备相比，增加了强大的 IP 组网和路由功能，提高了无线宽带网络的扩展性、传输效率和安全性。

无线路由器和传统的路由器并没有本质上的差别。由于传输介质的差别及对移动性要求的不同，导致无线路由器在各层上采用的技术都与传统的路由器有所不同。

在物理层，需要了解在无线介质中，应该采用何种信源编码、信道编码、调制解调方法来传送数据，使得信息可以高速、安全地在网络之间传递。在这方面可以借鉴一些无线局域网技术，如 IEEE 802.11 系列所采用的 DSSS（直接序列扩频）、CCK（二进制补码键控）和 OFDM（正交频分复用）等技术。

在 MAC 子层，由无线电波的性质决定了无线路由器很难对发射的电磁波是否发生了碰撞进行监测，必须考虑对信道的控制问题。一般采用类似于 CSMA/CD（带冲突检测的载波监听多路访问协议）的 CSMA/CA 信道控制技术。

在 IP 层及以上层涉及路由协议。由于传输介质的不同，有线网络路由器中的各种路由

算法显然已不再适用,要使无线路由器高效而安全地工作,必须采用新的路由算法。同时,由于无线网络中的主机具有移动性,移动 IP 协议应运而生。

图 1.7 是一种移动无线路由器硬件构成方案,具有高性能网络互连、多路有线或无线收发,以及移动性等特点。其中,无线收发设备可以采用无线局域网协议中所建议的技术;有线接口,包括以太网卡、X.25 网卡、RS-232 串口 1。串口 2 用于控制台配置端口。无线路由器也要考虑到如何能方便有效地添加新的硬件,比如卫星接口等。无线路由器的协议体系结构如图 1.8 所示。

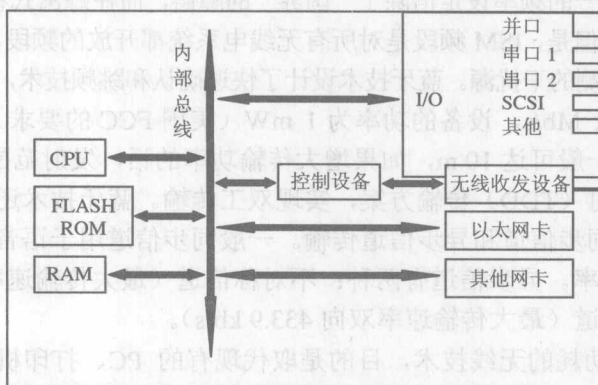


图 1.7 移动无线路由器硬件构成

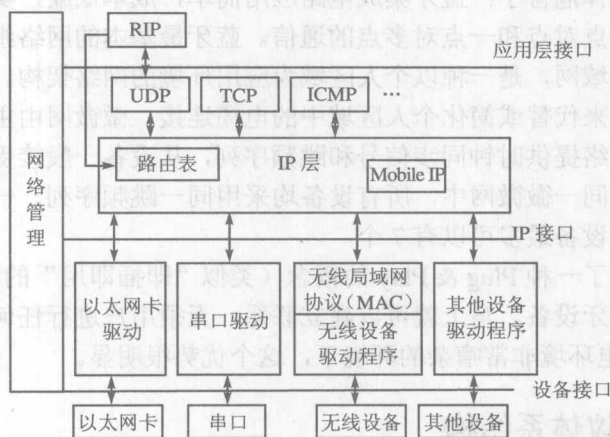


图 1.8 无线路由器的协议体系

协议体系结构分为应用层、IP 接口、设备接口和网络管理 4 部分。设备接口层为设备驱动程序。中间为 IP 接口层,其中 UDP 层(RIP 路由协议利用 UDP 协议作为运输协议)通过操作系统实现。上面是应用层接口,左侧为网络管理,涉及各层统计信息的收集。

1.2 蓝牙无线通信技术概述

蓝牙(Bluetooth)技术是 1998 年由爱立信、IBM、英特尔、诺基亚和东芝 5 家公司联合