

通信新技术丛书

无线数据通信

冯锡生 朱荣 编



中国铁道出版社

436372

通信新技术丛书

无线数据通信

冯锡生 朱荣 编



中国铁道出版社

1997年·北京

图书在版编目(CIP)数据

无线数据通信/冯锡生,朱荣编. —北京:中国铁道出版社, 1997

(通信新技术丛书)

ISBN 7-113-02702-4

I. 无… I. ①冯… ②朱… II. 无线电通信:数据通信
IV. TN919.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 11566 号

通信新技术丛书

无线数据通信

冯锡生 朱荣 编

✕

中国铁道出版社出版、发行

(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑 黄成士 封面设计 崔 达

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本:787×1092 1/32 印张:10.125 字数:221千

1997年12月 第1版 第1次印刷

印数:1—2500册

ISBN 7-113-02702-4/TN·104 定价:18.00元

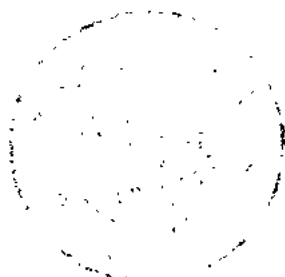
(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书介绍了无线数据通信发展概况及其相关技术。第一章到第三章对无线数据通信系统及其技术做了概述。第四章到第九章对无线数据通信的各种技术进行了详细的介绍。最后三章重点介绍了三种无线数据网络——无线光网络、分组无线网和无线局域网。

本书可供从事无线通信技术的工程技术人员,大专院校相关专业的师生参考、使用。

00001



00001

前 言

目前,邮电部门为社会提供的数据通信网有:低速数据网、公用分组交换数据网、数字数据网(DDN)、电子邮件和 Internet 网等。由于有了这些数据通信网,人们所要求的数据、图象、信息等的传播才得以实现。但由于这些通信方式在接入层主要依赖于有线线路传输,因而只适合于固定数据通信。

随着社会经济的发展,人们对话音以外的各种数据信息传递的需求越来越多,希望能随时随地进行各种信息的交换。无线数据通信系统由于具有组网灵活快速、可移动、不受时间地点限制、扩容方便、业务种类多、应用范围广等优点而迅速发展起来。目前的无线数据通信可以实现计算机局域网、远距离接入、网间互联、图文传真、E mail、数据采集及遥测遥控等功能,被认为是走向个人通信(PCS)的重要组成部分,成为通信发展的新趋势。

作者编写本书的目的在于向广大读者介绍无线数据通信的发展概况及其相关的技术。在第一章到第三章中对无线数据通信系统及其技术做了概述。第四到第九章中对无线数据通信的各种技术进行了详细的介绍。最后三章重点介绍了 3 种无线数据网络——无线光网络、分组无线网和无线局域网。

无线数据通信是无线通信中崛起的一个崭新的领域,各方面的技术正在完善和发展当中,应用领域也不断扩大。由于技术的发展日新月异,鉴于作者水平有限,不可能对数据通信这个广阔的领域进行很全面的叙述,书中的错误或不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 概 述	1
1.2 话音和数据业务	2
1.3 无线数据通信系统的特点及功能	3
1.4 无线数据通信系统的应用	4
1.5 无线数据通信的发展	5
第二章 无线网络综述	7
2.1 无线信息网络的发展	7
2.2 无线数据:市场和用户的观点	12
第三章 无线网络介绍	17
3.1 移动数据网络	17
3.2 无线局域网	27
3.3 无线数据网络技术概述	28
第四章 无线数据通信信道	49
4.1 引 言	49
4.2 传播物理学	53
4.3 无线传播的特征参数	54
4.4 多径传播对无线数据传输的影响	58
4.5 无线电波的室外传播	65
4.6 无线电波的室内传播	69
4.7 无线电波穿越建筑物的传播	72
4.8 结束语	73

第五章 无线 Modem 技术	74
5.1 前 言	74
5.2 功率效率和频带效率	75
5.3 数字调制树	76
5.4 各种调制方案	78
5.5 GMSK 调制	91
5.6 $\pi/4$ 移位 QPSK	94
5.7 非恒包络调制	98
5.8 相干检测和非相干检测的比较	101
5.9 提高数据速率的方法	102
第六章 抗衰落技术	105
6.1 概 述	105
6.2 多径传播对数字传输的影响	106
6.3 分集技术	111
6.4 多径利用	119
第七章 扩频技术	123
7.1 前 言	123
7.2 扩频技术的基本类型	124
7.3 扩频技术在无需申报频段的应用	131
7.4 扩频技术的应用	137
第八章 无线数字网络中的多址技术	118
8.1 前 言	148
8.2 多址的选择	149
8.3 随机接入协议	153
8.4 总 结	168
第九章 多载波调制技术	171
9.1 前 言	171

9.2	多路复用	172
9.3	可实现的最高数据速率	174
9.4	自适应加载	176
9.5	调制与解调	178
9.6	纠正信道损坏造成的影响	180
9.7	格状编码调制	185
9.8	多载波调制的实现	187
第十章	红外数据通信技术	189
10.1	引 言	189
10.2	红外数据通信的特征	190
10.3	红外波束的传播问题	194
10.4	IR 系统的设计	201
10.5	网络概念	205
10.6	调制技术	206
10.7	红外数据通信的现有协议	209
10.8	标准化动向	211
10.9	发展方向和展望	218
第十一章	分组无线网	219
11.1	概 述	219
11.2	分组无线网络的基本问题及其设备组成	220
11.3	网络结构	226
11.4	多址方式	232
11.5	路由问题	241
11.6	网络管理	245
11.7	无线分组系统的发展概况	249
第十二章	无线局域网技术	260
12.1	前 言	260

12.2	网络的组成.....	262
12.3	网络的拓扑结构.....	264
12.4	网络的传输方式.....	266
12.5	无线局域网的布局与结构.....	271
12.6	无线局域网的传播.....	273
12.7	无线局域网的设计.....	276
12.8	WLAN 中移动计算机的介质访问控制	283
12.9	无线局域网协议.....	296
12.10	协议的标准化	299
12.11	网络设计中的问题	310
参考文献		312

第一章 绪 论

1.1 概 述

我们正处于通信的大变革时期,无线通信系统——无绳电话,无线寻呼和蜂房电话,在近几十年中发展十分迅速。最近的市场数据调查表明:美国目前有 1300 万蜂房用户(1990 年为 440 万,1984 年为 9 万)。很明显,无线接入的方便性和高效性给通信产业部门的快速增长注入了巨大的活力。目前这种增长主要是为了满足日益增长的话音业务和信息寻呼的需要。但是,商业界对数据通信依赖性的快速增长为各种各样的无线数据业务提供了同样的增长机会。正如寻呼机和移动电话已成为商业界人士公文包中的必备用品一样,膝上机和笔记本电脑也成为“移动办公室”不可缺少的一部分。随着便携式计算机的日益小型化和无线传输技术的改进,必然会产生巨大的无线数据业务的需要。在市场上人们已经发现,便携式计算机可以直接连到蜂窝电话上。一些厂家已经提供带有纠错功能、采用 PCMCIA 总线结构的内置插卡式调制解调器,可以插入具有 PCMCIA 总线的笔记本电脑的总线槽中和蜂窝电话上。这些都是在为无线模拟话音业务设计的网络上进行数据传输的。它实际上等效于把一个标准的 V 系列数据调制解调器连接到公用电话网(PSTN)上。然而,正如数字数据网(DDN)比调制解调器提供更高效的数据通信一样,专用的无线数据业务和网络包括无线 LAN 也正在逐渐发展。

据有关部门预测,无线数据通信网的发展具有广阔的前

景。到 2000 年,西方发达国家的数据业务量将超过话音业务量,而无线数据通信业务在数据业务中所占的比例将大于 10%。无线数据通信业务将遍布金融、保险、贸易、旅游、远程医疗诊断、急救服务、公安、交警和消防等行业。

1.2 话音和数据业务

在一个数字网络上,话音和数据业务有着不同的甚至截然相反的要求。为了理解这两个业务要求的不同,我们必须首先从用户的观点来考察这些业务。首先,用户一般以公用电话交换网提供的业务标准作为衡量标准。虽然,数字话音、图象和数据都是“二进制数字”,但是,每种业务在数字网络上传输的要求是不一样的。举个例子说,因为用户期望得到的是公用电话交换网上的电话质量的话音,所以无线网络环境下的话音业务必须经过仔细的设计以使时间延迟达到最小。超过 100ms 的延迟将使听众不能忍受。相反,在一个数据网络中的延迟,虽然不是所希望的,但对数据用户来说一般是可以接受的。分组话音可以容忍 10^{-2} 级的分组丢失率或同样级别的误比特率而不引起服务质量的明显降低。 10^{-5} 的误码率对非编码的数据来说一般是可以接受的,但是任何数据分组的丢失都是不可接受的。电话谈话的时间相对来说不是均匀的(大约 3~20min),所以几秒钟的启动时间是可以接受的。每次电话谈话产生兆比特的数字化信息。在另一方面,一个数据业务的通信进程可以从几字节信息的电子信箱到几兆字节长的文件的传输。一般来说,在一个数据通信进程中所包含的信息量要远比一个数字化通信进程小得多。信息量的不确定性和数据通信进程的低平均长度使得长的启动时间对用户来说是不能接受的。

话音和数据分组的不同要求导致了在话音和数据网络结构上的几个重要区别:话音网络的主干部分是一个电路交换,而数据网络是由分组交换实现的;数据分组通过随机接入技术接入网络,而话音分组的接入是分配给用户的;分组数据网络一般使用重传的策略以保证数据的正确传输,而话音分组只传一次;分组数据网络的目标是更高的数据速率,并且随着数据速率的提高又出现了新的应用,话音网络唯一的应用是传输实时的话音,并且随着技术的发展编码率实际上是降低的。除了这些要求的差别以外,有线网络的趋势是综合,因为使用一套线路和交换可以节省网络的开销,但在无线方面不存在这种限制。

1.3 无线数据通信系统的特点及功能

无线数据通信是指在无线终端与中心主机或其他无线终端间采用无线连接,通过无线电波来传送数据的通信。采用无线链路使人们能在移动状态下进行通信。无线数据通信技术以组网简单、接入方便、安全可靠、投资少、见效快、功能强的特点,受到人们的广泛关注。近几年,无线数据通信发展很快,成为数据通信的一朵奇葩。

无线数据通信系统可与 X.25 网互连,使 X.25 网的应用得以扩展,既可使固定用户与移动用户进行数据通信,又可使移动用户与移动用户进行数据通信。其主要特点如下:

- (1) 对现有(地面)有线数据网络有效地连接和扩充,并对现有有线网络的应用功能进行再扩充利用;
- (2) 能可靠、高效、快速地传输无线数据;
- (3) 系统结构可扩展,系统具有较独立的可用性;
- (4) 性能好、价格低、容量大。

无线数据通信的主要功能有:

- (1) 可实现文本、数据无线通信;
- (2) 具有移动分组交换功能;
- (3) 支持不同协议、不同用户设备间的访问和互连;
- (4) 可开放和闭合用户群;
- (5) 具有全国范围的蜂窝和漫游功能。

1.4 无线数据通信系统的应用

无线数据通信系统的应用依场合和终端的不同而不同。在非移动的场合,它可用于边远地区的计算机入网,作为现有地面有线网的备份、遥控和告警系统等。使用的行业有金融(信用卡授权系统和 ATM)、商业(销售点服务 POS 系统)、公共安全(如防盗报警)和公共服务机构(如交通监测与控制、全球定位 GPS、收费停车场、加油站等)。

在终端移动的情况下,可适用于野外勘探、施工、设计、交通运输(卡车、民航和快递公司)等。通过无线数据网络,可以发布指示、命令或记录实时事件,实现业务调度、远程数据库访问、报告输入、通知联络、数据收集等。

目前,我国已有一些单位和企业正在使用无线数据网,但这些网络都是专用网,规模较小,不能适应公用网的要求,随着人们对信息及时性的要求越来越迫切,无线数据通信必将是他们的重要选择。根据国外的统计分析,以下几个方面将是无线数据通信应用较普遍的领域:

使用刷卡机的银行、邮政金融网、商场、饮食、宾馆、流动售卖点、出租车等;

个人通信(E mail、FAX、数据库访问);

交通、公安、检察部门的调度定位信息传递;

经纪人、推销商、保险业务人员；

其他(野外作业、遥测、消费者等)。

此外,对于便携式数据终端,使用人员利用它可以传递电子邮件、发送与检索文件、远程打印、传真、访问主机、查询信息数据库等,工作方便而高效。

在北美、欧洲和亚洲,公共无线数据网正得到广泛的认可,并成为一种无线和高性能价格比的通信手段,它为移动工作人员与公司架起了联络的“桥梁”,把公司的计算机系统扩展到了野外和空间。

1.5 无线数据通信的发展

目前数据通信的发展十分迅猛,其趋势朝着移动性(流动性)、遥控/遥感、个人通信、宽带化、智能化方向发展。因此无线数据通信是当前的发展潮流之一。无线数据通信有着广泛的应用领域和巨大的市场潜力。自1986年爱立信开通第一个公用移动数据网以来,该业务在世界范围内兴起并迅速增长。目前仅摩托罗拉和爱立信两家就已在全球建立了24个公用无线网络。

虽然电信的主要目标是朝着多媒体业务的方向发展,但是,目前通信网络的各个部分一直比较零碎。今天,我们有办公室区域内的用于本地话音通信的有线PBX,用于广域话音通信的公共交换电话网,用于局部地区高速数据通信的有线局域网、分组交换网,用于低速广域数据通信的话带调制解调器和一个广域视像传播的独立的电缆网络。不同区域的通信标准的制定也是零碎的。话音传输技术的标准由运营公司制定,而话带数据调制解调器标准由ITU-T制定,局域网的标准由IEEE 802和ISO制定。这种分割是由于每个独立的网

络是为了满足具体的业务类型的需要而设计的,或者是话音,或者是数据或图象/视像。

无线信息产业也存在着同样类型的分割。新一代的无线网络或者朝向面向话音应用的方向发展,如数字蜂窝、无绳电话和无线 PBX;或者朝着面向数据应用的网络发展,如无线 LAN 和移动数据网络。虽然,所有这些主要标准的制定者都把重点放在业务的综合上,参加各种标准制定的工业团体的着重点还是不一样的。如 GSM、北美数字蜂窝、DECT 和其他的制定者着重于话音通信,而 IEEE 802.11, WINForum, 和 HIPERLAN 主要由那些对数据通信感兴趣的代表支持。

虽然将来的个人通信装置可能设计为个人计算机、个人话音和数据通信的综合单元,支持不同应用的无线接入可能使用不同的频段甚至不同的传输技术。个人通信业务可能在一个共享的扩频频带上使用宽带码分多址(CDMA)技术。数字蜂窝业务可能在另外一个频段上使用 TDMA 或 CDMA。低速数据可以在话音突发的间隙传输。高速的局域数据可以在另外一个共享的宽带频段上传输。同时,各种业务可以通过异步传递模式(ATM)综合在一个城域网上或广域网上。

无线数据通信产业将来的方向依赖于技术的发展和频谱管理组织的成熟。频谱管理者必须懂得日益增长的带宽的需求,并且应发展一个公平分享宝贵带宽的战略。正如政府机构限制滥用其他的自然资源如水,相应的机构也应保护无线信息网络所需的频谱资源。总而言之,频谱已成为现代社会的自然资源,我们应该合理利用。

第二章 无线网络综述

2.1 无线信息网络的发展

80年代中期,无线信息产业的各个部门开始出现了重大的起步。为了增加蜂窝电话系统的容量(因为模拟蜂窝电话在一些大的市场区域内已达到了技术极限),开始转向数字蜂窝技术。紧随着泛欧 GSM 标准又出现了 EIA-TIA 北美数字蜂窝标准和日本数字蜂窝标准。无绳电话市场的极大成功推动了英国的数字无绳和 CT 2 TelePoint,瑞典的无线 PBX、DECT,日本的高级无绳电话和美国的全球数字手提电话等新的标准的出现。无线寻呼产业的成功导致对商用、长信息无线分组数据网络的需求迅速增长。为了提供可移动性和避免有线办公室信息网络的昂贵的安装费用,出现了无线办公室信息网络。1985年5月 FCC 发布 ISM 波段,此波段的开放为无线 PBX 和无线 LAN 的发展提供了有利条件。

图 2-1 对无线网络进行了分类。无线网络分为两大类:1)面向语音或同步网络;2)面向数据或异步网络。在每一大类下进一步分为广域网和局域网。正如后面将看到的,在相应的 4 个网络的子类中,每一个都有自己的特征,从而导致了不同的设计选择。

根据图 2-1 定义的和子类的结构,图 2-2 描述了当今的语音和数据通信产业的范围。图中比较了局域无绳个人通信和广域蜂窝,无线 LAN 和广域低速数据业务。图 2-2(a)比较了各种无线语音产业的范围,图 2-2(b)对无线数据系统进

行了类似的比较。虽然从用户的观点来看,数字蜂窝和 PCS 系统的业务特性以及手机的外观非常相象,但是,支持两类系统的网络的运行存在着重大的区别。数字蜂窝系统必须能支持广泛地理位置的移动用户的漫游,因此覆盖采用蜂窝形式,每个蜂窝的典型直径大于 2 英里。该系统的无线蜂窝基站大而且昂贵,特别是在地皮价值非常高的城市地区。手机的平均功率为 1W,因此其电池寿命较短并且需要经常充电。每个蜂窝的用户数是很大的,为了在分配的带宽内提供更多的用户信道,需要采用很复杂的话音编码技术。话音编码技术缩小了数字化话音的传输速率,但是消耗了大量的电池功率,也就是说对电池功率提出了很高的要求。PCS 系统装置的体积小,功耗低,可以随身携带或用于办公室内或附近、工业地区和城市街道;每个蜂窝的尺寸将小于 0.25 英里,并且基站可以安装在电线杆上、城市和郊区的商业大楼的顶上;平均辐射功率为 10—20mW,从而使电池寿命相对延长。PCS 业务将代替无绳电话,并且话音业务的质量可跟有线电话业务相比。因此需要采用简单而且高质量的话音编码算法,一般来说采用 32kb/s 的 ADPCM。虽然这种类型的高质量话音编码算法没有提供数字蜂窝标准中使用的低速声码器(4—8kb/s)的频谱效率,但是它不需要复杂的数字信号处理,因此允许在手机中使用较低的功率。可以预测到,PCS 业务和数字蜂窝业务的区别在于更高的话音质量和更小的用户终端。表 2-1 对用于无线话音产业中的几个世界标准的无线技术进行了概括和总结。

移动数据网络的数据速率相对较低,一般使用熟悉的多址方法,其关键技术在于开发一个能高效使用可用带宽的系统,以给更多的分布在广泛地理位置的用户提供服务。移动