

本章仅围绕 IEEE 802.16 标准,简要介绍无线城域网的协议体系。需要说明,本章较前两个版本做了大幅删减,主要原因在于面对 Wi-Fi 技术的强大竞争,目前很多“无线城市”相关建设方案并没有采用 IEEE 802.16,但考虑理论和技术体系的完整性,本章依然保留。读者欲要了解更详细的内容,可参阅本书第 1 版或第 2 版,或登录 IEEE 网站查阅 IEEE 802.16 标准。

5.1 无线城域网概况

5.1.1 无线城域网技术的形成

可以说,无线城域网技术的形成是因宽带无线接入(BWA)的需求而来。从 20 世纪 80 年代开始,BWA 技术迅速发展,包括 IEEE 802.11 无线局域网,本地多点分配业务(LMDS)、多路微波分配系统(MMDS)在内的多种宽带无线接入技术获得了较为广泛的应用。20 世纪 90 年代,各种 BWA 技术虽然已经迅速发展起来,但由于没有全球性的统一标准,相关市场一直没有繁荣扩大。无线城域网(WMAN)的推出是为了满足日益增长的宽带无线接入市场的需求。虽然多年来,一直用于 BWA 的无线局域网 IEEE 802.11 技术获得了很大的成功,但是其在总体设计上并不能很好地适用于室外 BWA 应用。当其用于室外时,在带宽和用户数方面受到很大限制,同时还存在着通信距离等一些其他问题。基于这种情况,IEEE 决定为 BWA 和“最后一千米”接入需求量身定制一种新的全球标准,同时解决物理层环境(室外射频传输)和 QoS 两方面的问题,以满足市场需要。

1999 年,IEEE 802 局域网(LAN)/城域网(MAN)成立了 IEEE 802.16 工作组,来专门研究宽带无线接入标准,主要任务是制定 LMDS 的网络无线传输标准,建立一个全球统一的宽带无线接入标准,解决“最后一千米”的宽带无线城域网的接入问题。IEEE 802.16 小组主要由 3 个分别负责不同方面工作的小组组成:IEEE 802.16.1 负责制定频率范围为 10~66GHz 的无线接口标准;IEEE 802.16.2 负责制定宽带无线接入系统共存方面的标准;IEEE 802.16.3 负责制定频率范围在 2~11GHz 之间的无线接口标准。随着技术标准的不断发展,新的工作组也逐步形成,包括针对客户端能在 IEEE 802.16 基站之间自由切换和漫游的 IEEE 802.16e 工作组,以及旨在改进基站覆盖范围的网格(Mesh)网络特别委员会——IEEE 802.16f 工作组。

到 2005 年上半年为止,IEEE 802.16 小组相继发布了以 IEEE 802.16d 和 IEEE 802.16e 为核心的一系列相关协议。这些协议与目前已经获得广泛使用的应用于家庭互连的 IEEE

802.15,以及用于无线局域网的 IEEE 802.11 等协议,形成了不同层次上的互补,填补了 IEEE 在无线接入标准上的空白。

与此同时,为了促进标准的发展完善和市场推广,世界知名通信企业联合发起了全球微波接入互操作性(World Interoperability for Microwave Access,WiMAX)论坛,在全球范围内推广 IEEE 802.16 协议。IEEE 802.16 和 WiMAX 的出现大大地推动了宽带无线接入技术在全球的发展。技术的不断成熟以及 WiMAX 论坛的发展壮大,强烈地刺激了宽带无线接入市场,为全球宽带无线接入系统开启了一个热火朝天的发展契机,无线城域网技术的应用也被广泛展开。

5.1.2 WiMAX 论坛

1. 成立目的

谈及无线城域网的发展,就必须提到 WiMAX 论坛,就像谈及无线局域网的发展必须提到 Wi-Fi 联盟一样,因为没有这些由世界领先企业联合成立的论坛或联盟,就不能那么容易推进无线网络技术标准的市场化,而得不到市场化,任何技术标准都是没有生命力的。

标准的制定是某项技术被广泛接纳的关键,但事实表明,一个标准的通过并不意味着这项技术就一定会被市场所接纳。要被市场广泛接纳,必须克服诸如互操作性和部署成本等障碍,其中互操作性尤其重要。互操作性意味着最终用户可以购买自己喜欢的品牌,拥有他们想要的产品,并知道它怎么与其他认证过的类似产品一起工作。要真正获得市场,产品必须首先被认证是符合标准的,然后还必须证明它们是可以互操作的。但是,克服上述障碍并不是 IEEE 的职能,需要由业界来做。

在推进 IEEE 802.11 无线局域网的应用方面,Wi-Fi 联盟的作用是不可低估的。Wi-Fi 联盟的兼容性测试,确保了 WLAN 产品的互通性,降低了芯片和设备的成本,也使得市场上几乎所有的 WLAN 产品都贴上了 Wi-Fi 的标志,确保了 WLAN 产品的兼容性。这种成功的运作模式影响了整个通信产业,也促使很多类似的产业联盟出现。

在借鉴和学习 WLAN 的 Wi-Fi 联盟成功经验的基础上,2001 年 4 月,业界领先的通信设备公司及器件公司共同成立全球微波接入互操作性(WiMAX)论坛。该论坛旨在对基于 IEEE 802.16 标准和 ETSI HiperMAN 标准的宽带无线接入产品进行一致性和互操作性认证。WiMAX 使用与 Wi-Fi 联盟推动无线局域网行业发展的相同方法进行定义和互操作性测试,加快符合 IEEE 802.16 技术标准的宽带无线接入设备的上市速度。

2. 主要职能

WiMAX 的主要职能是根据 IEEE 802.16 和 ETSI HiperMAN 标准形成一个可互操作的全球统一标准,保证设备商开发的系统构件之间具有可认证的互操作性。其目标是致力于帮助并解决那些阻碍标准使用的问题,如不同厂商的产品之间的互操作性和产品成本问题。

WiMAX 将制定一套一致性测试和互操作性测试规范,用这套规范对相关厂家的产品进行测试和认证,选择认证实验室,并为 IEEE 802.16 设备供应商主持有关互操作性测试的活动。WiMAX 采用早先由 Wi-Fi 倡导的方法,通过定义和开展互操作性测试,给那些通过认证的产品的供应商发放 WiMAX CERTIFIED 标签,从而鼓励所有的无线宽带接入相关产业的厂商遵循一个统一的规范,使各个产品之间具有良好的互操作性,并希望借此推动

无线宽带接入产业的发展。毫无疑问的是,WiMAX将有助于无线城域网产业的形成。

为了把可互操作性引入宽带接入市场,WiMAX论坛把重点放在建立一套独特的基本特点子集,可以在所谓的“系统轮廓”(System Profile)中加以分类。系统轮廓是所有合格系统必须满足的。这些系统轮廓结合一套测试协议将形成一个基本的可互操作的协议,允许多个供应商的设备互操作。初期有3个系统轮廓,包括不需牌照的5.8GHz频段,以及需要牌照的2.5GHz和3.5GHz频段。现在还打算包括更多的系统轮廓,包括2.3GHz频段等。系统轮廓可以使系统适应各地运营商所面临的在频谱管理方面的限制。例如,若欧洲一个工作在3.5GHz频段的服务提供商分配到14MHz的频段,它就很可能希望设备能支持3.5MHz和(或)7MHz的信道带宽。是采用TDD,还是FDD双工方式,视管制需要而定。类似地,美国一个使用不需牌照的5.8GHz UNII频段的无线ISP(WISP),就可能希望设备支持TDD和10MHz带宽。

目前,基于ISO/IEC9646规定的测试方法,WiMAX正在制订一套结构式合格程序。其最终结果是一整套测试工具。WiMAX将把它们提供给设备开发商,使其在早期产品开发阶段把一致性和互操作性考虑进去。最终,WiMAX论坛的一整套一致性测试和互操作性测试方法将使服务提供商能够从多个生产符合IEEE 802.16标准的BWA设备供应商那里选购最适合它们独特环境的设备。

3. WiMAX论坛的好处

WiMAX论坛对元器件制造商的好处是给硅片供应商创造了一个巨大的商机。对设备制造商的好处是,由于存在一个基于标准的平台,在此平台上可以迅速增加新功能,故使创新更快,使无线网络的产业价值快速上升。对运营商的好处就更多了,包括:因为有一个公共平台,能使设备成本迅速降低,性价比迅速提高;能通过填补宽带接入空白地区产生新的收入;迅速提供T1/E1级的、“按需”的高利润宽带业务;因规模经济而降低建设投资风险;不再锁定于一个供应商,因为基站与多家供应商的用户驻地设备(CPE)可以互操作。对消费者的好处是多一种宽带接入的选择,有利于促进竞争、降低服务费,尤其能促进在缺少服务的地区的宽带接入建设。例如,在建设接入很困难的世界城市中心,在用户离中心局太远的郊区,在基础设施薄弱的农村地区和人口稀少地区。

5.2 IEEE 802.16 协议体系

5.2.1 概述

IEEE 802.16又称为IEEE WMAN空中接口标准,是适用于2~66GHz频段的空中接口规范。由于它规定的无线接入系统覆盖范围可达50km,每基站提供的总数据速率最高可达280Mb/s,因此IEEE 802.16系统主要应用于城域网。符合IEEE 802.16标准的设备可以在“最后一千米”宽带接入领域替代Cable Modem、DSL和T1/E1,也可以为IEEE 802.11热点提供回传。在用户终端和基站之间允许非视距(NLOS)的宽带连接。一个基站可支持数百,甚至上千个用户。

IEEE 802.16标准定义了宽带无线接入系统的无线空中接口部分,最终制定的IEEE 802.16系列标准协议栈按照两层体系结构组织,主要对网络的低层,即MAC层和物理层

进行规范。包括以下几方面内容: MAC层,物理层,毫米波频率范围,点到多点(PMP)拓扑结构,网格网(Mesh)拓扑结构,用户站(SS)和基站(BS)。

IEEE 802.16 实现了 OSI 七层参考模型中的数据链路层的大部分关键功能,从上到下包括会聚子层、公共部分子层和加密子层(可选,用于提供认证、密钥交换和加解密处理)。会聚子层与业务相关,是与高层之间的接口;公共部分子层是 MAC 层的核心。和 DOCSIS 点到多点的体系结构类似,IEEE 802.16 的 MAC 层延续了 DOCSIS 标准的内容,不同的是 IEEE 802.16 是面向连接的。基于 ATM 和基于分组(Packet)的会聚子层可接收来自各个上层协议的数据,空中接口为每个终端的不同连接提供不同的 QoS 支持。MAC 层为各种应用层业务的实现提供了保证,主要功能包括高层业务数据和各种信令的分段、打包及信道分配,实现用户的接入过程和对用户分享无线介质的控制。MAC 层协议能够根据业务需求合理分配无线信道容量,以满足 ATM、IPv6、IPv4 和以太网等高层网络协议所要求的 QoS。对于用户到基站的多址接入过程,MAC 层使用按需分配多路寻址(DAMA)和时分多址(TDMA)相结合的技术,根据用户需求动态地改变信道分配。其中 TDMA 将物理信道分割成独立的时隙和帧,用户占用一定数量的时隙来组成逻辑信道,MAC 层通过这个逻辑信道进行数据传输。系统不仅能够提供具有服务水平协定(SLA)的高速数据业务,而且还能提供对时延敏感的业务(如话音、视频或数据库访问等),并具备 QoS 控制能力,而不仅仅是控制优先等级。MAC 层的设计还能适应恶劣的物理层环境,即在室外工作时受到的干扰、多径传播、雨衰,以及其他影响。

IEEE 802.16 系列协议中各协议的 MAC 层功能基本相同,差别主要体现在物理层上。物理层协议主要解决与工作频率、带宽、数据传输率、调制方式、纠错技术以及收发信机同步有关的问题。IEEE 802.16 支持时分双工(TDD)和频分双工(FDD)两种双工模式。为了保证高速数据的传输质量,IEEE 802.16 和 IEEE 802.16a 协议均采用了自适应调制和编码,提供了 BPSK、QPSK 和 4/16/64/256-QAM 等调制方式,使收发信机可以根据信道质量和用户业务需求来动态选择调制方式,实现了速率和效率的理想结合。IEEE 802.16 物理层还具备以下特点:灵活的信道宽度,Reed-Solomon 码与卷积级联码的前向纠错,自适应天线系统(AAS)(可改善通信距离,提高系统容量),动态频率选择(DFS)(可帮助减小干扰),空时编码(STC)(通过空间分集提高在衰落环境下的性能)。

IEEE 802.16 标准的突出贡献是,它为无线城域网的无线接口规范提供了一个公共的、开放的平台。标准制定的目的是,通过各个设备制造商的协商,使得不同制造商的设备之间实现兼容。标准同时也提供了制造商个性发展和研究人员技术创新的空间。

5.2.2 标准化进程

IEEE 802.16 的主要任务是,开发工作于 2~66GHz 频段的无线接入系统空中接口物理层(PHY)和媒质接入控制层(MAC)规范,同时还有与空中接口协议相关的一致性测试,以及不同无线接入系统之间的共存规范。IEEE 802.16 负责对无线本地环路的无线接口及其相关功能制定标准,由 3 个工作小组组成,每个工作小组分别负责不同的方面: IEEE 802.16.1 负责制定频率为 10~66GHz 频段的无线接口标准; IEEE 802.16.2 负责制定宽带无线接入系统共存方面的标准; IEEE 802.16.3 负责制定频率范围在 2~10GHz 之间获得频率使用许可应用的无线接口标准。下面对 IEEE 802.16 部分主要标准进行简要介绍。

1. 空中接口标准

根据使用频段高低的不同,IEEE 802.16 标准可分为应用于视距(LOS)的标准和应用用于非视距(NLOS)的标准两种。最早的 IEEE 802.16 标准是在 2001 年 12 月获得批准的,该标准对使用 10~66GHz 频段的固定宽带无线接入系统的空中接口物理层和 MAC 层进行了规范,由于其使用的频段较高,因此只能应用于视距范围内。

IEEE 802.16a 标准对 IEEE 802.16 标准进行了扩展,增加了对 2~11GHz(包括许可带宽和免许可带宽)频段 NLOS 宽带固定接入系统的定义和规范。在 2003 年 1 月由 IEEE 批准通过。这个协议对使用 2~11GHz 许可和免许可频段的固定宽带无线接入系统的空中接口 MAC 层进行了修改扩展,对物理层规范进行了补充,并结合了一些增强链路性能的技术,如 ARQ,主要面向住宅、SOHO 以及远程工作者。该频段具有 NLOS 传输的特点,覆盖范围最远可达 50km,通常小区半径为 6~10km。

IEEE 802.16a 标准明确定义了 3 种物理层数据传输方式:第一种是单载波方式,这是为特殊需求的网络所保留的部分;第二种是使用 256 个子载波的 OFDM(正交频分复用)方式;最后一种是使用 2048 个子载波的 OFDMA 标准。另外,IEEE 802.16a 的 MAC 层提供 QoS 保证机制,可支持语音和视频等实时性业务。这些特点使得 IEEE 802.16a 与 IEEE 802.16 相比更具有市场价值,真正成为用于城域网的无线接入标准。

2002 年正式发布的 IEEE 802.16c 是对 IEEE 802.16 标准的增补文件,是使用 10~66GHz 频段 IEEE 802.16 系统的兼容性、互通性标准。它详细规定了 10~66GHz 频段 IEEE 802.16 系统在实现和应用典型情况下的一系列特征和功能,并研究了一些可供高频段网络服务使用的方法,比如在 50~60GHz 的频段间进行点对点的无线电通信。IEEE 802.16c 的规范书以及测试文件在 2002 年 4 月公布,正式文件在 2003 年 1 月中旬公布。

IEEE 802.16d 是 IEEE 802.16a 的增强版本,是 IEEE 802.16 的修订版本中相对比较成熟,并且最具实用性的版本,该标准在 2004 年得到批准。IEEE 802.16d 对 2~66GHz 频段的空中接口物理层和 MAC 层做了详细规定,定义了支持多种业务类型的固定宽带无线接入系统的 MAC 层和相应的多个物理层。该标准对前几个标准进行了整合和修订,但仍属于固定宽带无线接入规范。它保持了 IEEE 802.16、IEEE 802.16a 等标准中的所有模式和主要特性,增加或修改的内容用来提高系统性能和简化部署,或者用来更正错误、补充不明确或不完整的描述,包括对部分系统信息的增补和修订。同时,为了能够后向平滑过渡到支持移动性的 IEEE 802.16e 标准,IEEE 802.16d 增加了部分功能与支持用户移动性相关的功能,如 H-ARQ。

IEEE 802.16e 是 IEEE 802.16d 的进一步延伸,也是 IEEE 802.16 的增强版本,其目的是在已有标准中增加了对用户移动性的支持。该标准定义了可同时支持固定和移动宽带无线接入的系统,工作在 2~66GHz 适于移动性的许可频段,可支持以车辆速度移动(通常认为是 120km/h)的用户站(SS),同时固定无线接入用户能力并不因此受到影响。该标准还规定了支持基站或扇区间高层切换的功能。IEEE 802.16e 标准面向更宽范围的无线点到多点城域网系统,可提供核心公网接入。制定 IEEE 802.16e 的目的,是提出一种既能提供高速数据业务,又使用户具有移动性的移动宽带无线接入解决方案,该技术被业界视为唯一能与 3G 竞争的下一代宽带无线技术。但就目前最新发布的草案来看,IEEE 802.16e 只提出了支持移动特性的系统框架结构,其中很多具体技术细节尚未规定,要全部完成标准,

还有很大的工作量。IEEE 802.16e 的标准化工作于 2005 年完成,芯片 2006 年推出,而真正的商用 2007 年才开始。

IEEE 802.16f 定义了 IEEE 802.16 系统 MAC 层和物理层的管理信息库(MIB)以及相关的管理流程。该标准的制定有助于实现网格网(Mesh)连接,大幅度改进单个基站的覆盖范围,在 2006 年发布。

制定 IEEE 802.16g 的目的是为了规定标准的 IEEE 802.16 系统管理流程和接口,从而实现 IEEE 802.16 设备的互操作性和对网络资源、移动性和频谱的有效管理。该标准在 2007 年发布。

目前,IEEE 802.16 系列标准中,IEEE 802.16d 和 IEEE 802.16e 是两个主流空中接口标准。随着 2004 年 IEEE 802.16d 标准的发布,IEEE 802.16 系列标准中的固定宽带无线接入标准已全部完成,IEEE 802.16 工作组的工作重心将转移到对 IEEE 802.16e 标准的制定上,实现宽带无线接入系统的移动化。

2. IEEE 802.16 共存问题标准

对于宽带无线接入行业,解决共存问题是推动其发展的重要因素。

IEEE 802.16.2 是关于固定宽带无线接入系统共存的操作规程建议,为宽带无线接入系统的干扰最小化提供了指导方针,为系统的设计、规划、协调和频率利用提供了指导方法。标准涵盖了 10~66GHz 频段,但主要集中在 23.5~43.5GHz 频段。制造商和运营商共同遵守它,就可以在可接受的互干扰范围内,允许多个不同制造商的设备共存。该标准已于 2001 年 9 月正式发布。

IEEE 802.16.2a 是对 IEEE 802.16.2 的修正,主要研究 2~11GHz 许可频段的系统共存问题,增强了点到多点系统共存问题的管理建议。

5.2.3 IEEE 802.16d 协议及系统概述

由于 IEEE 802.16d 是目前所有标准中相对比较成熟并且最具实用性的一个版本,因此下面将着重介绍该标准中定义的系统结构及协议栈模型。

IEEE 802.16 协议中定义了两种网络结构:点到多点(PMP)结构和网格(Mesh)结构。点到多点结构即一个基站为多个用户站提供服务,从基站到用户站的链路称为下行链路,从用户站到基站的链路称为上行链路,业务仅在基站和用户站之间传送,如图 5.1(a)所示。而网格结构与点到多点结构最主要的不同在于,在网格结构中,业务可以通过其他用户站转

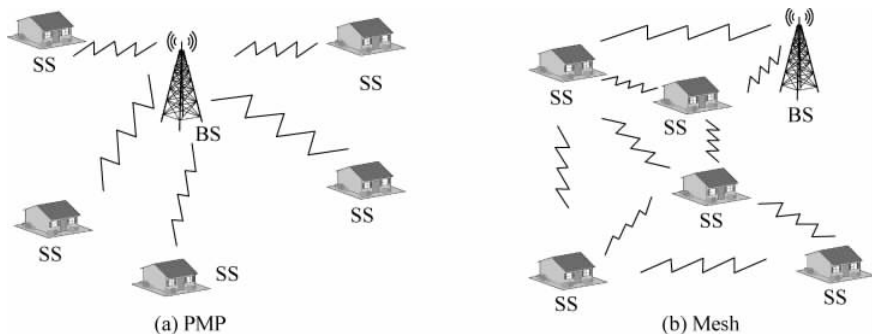


图 5.1 网络拓扑结构

发。也就是说,在网格结构中,业务可以不通过基站直接在用户站之间传送,如图 5.1(b)所示。这里仅介绍点到多点结构下的系统结构和功能。

一个完整的 IEEE 802.16 系统应包含的网络实体有:用户设备(UE)、用户站(SS)、基站(BS)、核心网(CN)。IEEE 802.16 系统框架图如图 5.2 所示。IEEE 802.16d 协议中详细规定了 SS 与 BS 的功能,以及它们之间的接口。对其他实体及实体间的接口,并没有进行规定。

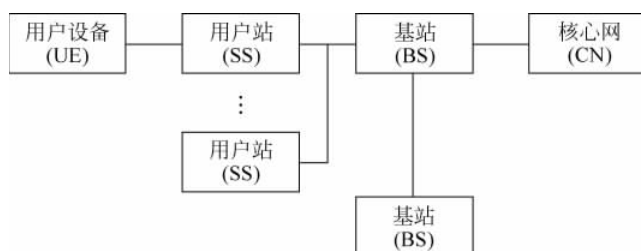


图 5.2 IEEE 802.16 系统框架图

IEEE 802.16d 协议规定的 BS 和 SS 的协议栈模型如图 5.3 所示。协议栈模型纵向可以分为数据/控制平面和管理平面。IEEE 802.16d 协议只规定了数据/控制平面部分。协议栈模型横向则分为 MAC 层和物理层,协议对这两层的功能做了详细规定。

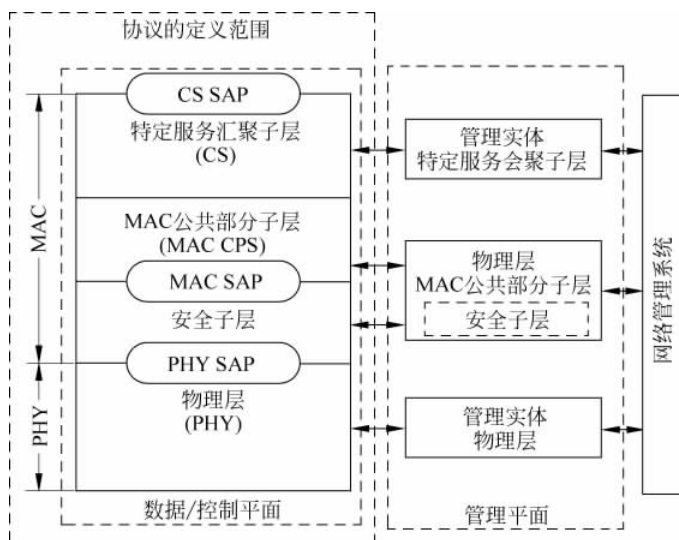


图 5.3 IEEE 802.16d 的协议栈模型

MAC 层由 3 个子层组成:特定服务会聚子层、MAC 公共部分子层、安全子层。特定服务会聚子层(Service-Specific Convergence Sublayer,SSCS)提供了对来自外部网络的数据进行转换或映射的机制,包括对来自外部网络的服务数据单元(SDU)进行分类,并将它们与正确的 MAC 服务流标识(SFID)和连接标识(CID)相关联。为了与各种不同的外部网络接口,协议定义了多种会聚子层(CS)规范。MAC 公共部分子层(Common Part Sublayer,CPS)实现 MAC 层的所有核心功能,包括系统接入、带宽分配、连接建立和连接维护。安全

子层(Security Sublayer)提供鉴权、安全密钥交换和加密功能。

物理层负责对 MAC 层的协议数据单元(PDU)进行汇聚、编码、调制,最后形成无线帧,送入物理信道中传送。为了适应不同环境下的系统需求,IEEE 802.16d 定义了 4 种物理层规范: WirelessMAN-SC, WirelessMAN-SCa, WirelessMAN-OFDM, WirelessMAN-OFDMA。每种物理层规范都有其特定的使用频率范围和应用环境。

5.3 WiMAX 与其他技术的竞争

WiMAX 技术最早提出时,WiMAX 定位是取代 Wi-Fi 的一种新的无线传输方式,但后来发现 WiMAX 定位比较像 3.5G 一样,提供终端使用者任意上网的连接,这些功能 3.5G/LTE 都可以达到。WiMAX 在市场上面临的竞争,主要是来自已广为布局且能提供相同服务的无线系统,如 CDMA2000 和 UMTS,以及许多网络导向的系统,如 HIPERMAN 和 WiBro。市场定位模糊成为 WiMax 的最大致命伤。

5.3.1 WiMAX 技术与 Wi-Fi 技术的竞争

基于 IEEE 802.16 协议的 WiMAX 技术和基于 IEEE 802.11 协议的 Wi-Fi 技术都属于宽带无线接入网络范畴。虽然从协议本身来看,二者的定位是不同的,但在实际应用中,根据二者各自的特点和实际的网络情况兼顾互补,这是获得更高效率、节省成本的正确途径。

由于 IEEE 802.11 和 IEEE 802.16 标准在物理层和 MAC 层所采用的技术的差别,IEEE 802.16 在覆盖范围、可扩展性和提供 QoS 支持上相对于 IEEE 802.11 都有明显的优势。WiMAX 和 Wi-Fi 两种技术各有其适用的场合。Wi-Fi 技术适用于近距离、视距条件,但成本比 WiMAX 低得多。因此,Wi-Fi 技术非常适用于小区域内对 QoS 要求不高的业务汇接。小区域业务汇集之后,远距离接入城域网的任务就可以由 WiMAX 来承担。因此,WiMAX 技术和 Wi-Fi 技术在应用上有互补的作用,两者应该相互促进,共同发展。不过,当前现状是 Wi-Fi 的势头明显超过 WiMAX,IEEE 802.16 相关标准推进几乎停滞,而 IEEE 802.11 标准却在不断更新。

5.3.2 WiMAX 技术与 3G/4G/5G 技术的竞争

3G 的两个主要系统 CDMA2000 和 UMTS 均为 WiMAX 的竞争者,两者均为除语音服务外,还提供 DSL 等级的网络服务。UMTS 是 WiMAX 主要的竞争对手,由欧洲几家主要的无线电信业者制定,使用 HSDPA 技术使得资料传输的下行速度高达 8~10Mb/s。UMTS 同时加强为 UMTS-TDD 的形式,使用以 WiMAX 导向的频谱,并能在使用高峰导致低带宽时提供比 WiMAX 更稳定的服务,以直接与 WiMAX 竞争。

3G 行动语音系统受益于早先原有的系统升级而来的广泛基础建设,其相关业者的用户在 3G 系统的传输范围外使用时,也能无缝地以旧有的技术传输,如 GPRS。

目前已升级到 4G 技术,提供高带宽、低延迟,及语音服务建置于最上层的全 IP 网络服务。由 GSM/UMTS 升级到 4G 的计划称为 3GPP LTE(长期演进技术),而对于 CDMA2000 这类由 AMPS/TIA 演进而来的技术,也有项称为超行动宽带(UMB)的替代方案在推展。两项计划均舍弃现存的空中接取标准(air interfaces),改以 OFDMA 为下行链

路技术,及上行链路采用以 OFDM 为基础的多项方案。这些都将带来可与 WiMAX 相同,甚至是比 WiMAX 更快速的互联网连线服务。同时,5G 技术的商用化也在推进中。

在世界上的许多其他地方,UMTS 的普及以及对标准化的竞争,也意味着 WiMAX 可能不能分配到频谱:2005 年 7 月,法国与芬兰阻止了欧洲共同体保留带宽给 WiMAX 使用,因为当地的电信设备制造商已投资了大笔的金钱在 UMTS 技术上面;2006 年 9 月,马来西亚的带宽竞标也被中止。

实际上,2007 年,WiMAX 也被接受为 3G 标准之一。所以,也可以认为 3G 存在 4 种标准:CDMA2000、WCDMA、TD-SCDMA、WiMAX,但一般多把 WiMAX 作为无线城域网的技术,而把 CDMA2000、WCDMA、TD-SCDMA 作为无线广域网的技术。因此,关于 3G/4G/5G 移动通信技术,将在第 6 章介绍。随着 WiMAX 技术的发展,它也可能被纳入 4G/5G 技术标准范畴。

习 题

填空题

1. 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,对比于 Wi-Fi 的 802.11x 标准,WiMAX 对应的协议标准为_____。
2. 使用_____链路将业务携带到骨干服务或者因特网。
3. WMAN 标准是_____。
4. IEEE 802.16 系列标准是作为_____接入方案而提出的。
5. WiMAX 基础是_____标准。
6. 能够提供移动服务的无线城域网标准是_____。
7. 支持网状组网的无线城域网标准是_____。
8. IEEE 802.16a 的替代版本是_____。
9. IEEE 802.16e 的目标是支持最高_____的移动接入。
10. IEEE 802.16a 的工作频率范围是_____。

单选题

1. WiMAX 采用()来构建宽带无线网络的。
A. IEEE 802.11 B. IEEE 802.11s C. IEEE 802.15 D. IEEE 802.16
2. 下列调制模式中,()不属于 IEEE 802.16a 定义的调制模式。
A. WirelessMAN.SCa B. WirelessMAN.SC
C. WirelessMAN.OFDM D. WirelessMAN.OFDMA
3. 公共 WMAN 技术的名称是()。
A. WiMAN B. WiMAX C. Wi-Fi D. WiNET
4. ()定义了 WMAN 的 PHY 和 MAC 层。
A. IEEE 802.11 B. IEEE 802.15
C. IEEE 802.16 D. IEEE 802.20
5. 通常使用()代表将用户业务携带到因特网的通信链路。
A. 回程链路 B. 点对点 C. QoS D. 骨干

6. 能够提供移动服务的无线城域网标准是()。
A. IEEE 802.16a
B. IEEE 802.16b
C. IEEE 802.16d
D. IEEE 802.16e
7. 支持网状组网的无线城域网标准是()。
A. IEEE 802.16d
B. IEEE 802.16f
C. IEEE 802.16b
D. IEEE 802.16e
8. IEEE 802.16a 的替代版本是()。
A. IEEE 802.16a
B. IEEE 802.16b
C. IEEE 802.16d
D. IEEE 802.16c

多选题

- 无线城域网(WMAN)主要的技术标准包括()。
- A. Wi-Fi B. WiMAX
- C. WiMesh D. HiperLAN

判断题

1. WiMAX 将取代 WLAN 技术成为主要的无线接入技术。 ()
2. 部署一个 WWAN 相对来说不是很贵,所以通常情况下是企业用户自己部署。 ()

名词解释

WiMAX

参考文献

- [1] William Stallings. Wireless Communications and Networks[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [2] Jochen Schiller. Mobile Communications(Second edition)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [3] 张金文, 等. 802.16 宽带无线城域网技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [4] 刘波, 安娜, 黄旭林. WiMAX 技术与应用详解[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007.