

WiMax 实现非视距传输的关键技术

王 丹, 胡爱群, 钟子果

(东南大学 无线电工程系, 江苏 南京 210096)

摘 要:文中主要论述了关于 WiMax 系统中实现非视距传输的关键技术。WiMax 标准的提出使得各个厂家的设备实现互操作性,提高了设备之间的兼容性。实现非视距传输可以有效地拓展宽带无线通信的应用领域,用无线通信替代有线通信,降低了布线的成本。正交频分复用和多址技术可以有效克服多径效应;天线分集技术可以提高信号的信噪比;自适应调制技术实时调整调制方式,提高传输的可靠性;纠错技术可以进一步降低传输的误码率。

关键词:非视距;正交频分复用;自适应天线系统;子信道化

中图分类号: TN925⁺.93

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2007)04-0030-04

Key Technologies to Implement NLOS Communication in WiMax Systems

WANG Dan, HU Ai-qun, ZHONG Zi-guo

(Radio Engineering Department, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: Summarizes the key technologies used in the NLOS (non line of sight) communication of WiMax systems. The WiMax standards greatly contribute to the interoperability and compatibility among devices produced by different manufacturers. The wireless communication in NLOS environment can effectively broaden its application domain. Replacing the wired connection with wireless devices indubitably decreases the cost of deployment. The orthogonal frequency division multiplexing technology can overcome the multipath delay and the antenna diversity is capable of strengthening the signal to noise ratio. On the other hand, the techniques of adaptive modulation are able to adjust the modulation method according to the signal intensity, which enhances the transmission credibility and the code correction method further reduces the bit errors.

Key words: non line of sight; OFDM; AAS; sub-channelization

1 WiMax 简介

WiMax(World Interoperability for Microwave Access)全球微波接入互操作性^[1],是基于 802.16 标准的无线宽带接入技术。WiMax 成立于 2001 年 4 月 9 日,是一个由业界领先的通信产品及设备公司共同建立的非盈利组织。WiMax 的目的是致力于制定一套基于 802.16 的测试规范和认证体系,使不同厂商之间的产品在经过认证以后可以具有良好的互操作性,以积极推广和验证宽带无线接入设备的兼容性与互操作性。从而可以在很大程度上推进基于 802.16 的产品的广泛应用,并且为制造相应的芯片提供有利环境,大大降低产品的研发和生产成本。

WiMax 标准可以为 31 英里(50 公里)线性区域内提供服务,用户无需线缆即可与基站建立宽带连接。该无线宽带技术还提供了高达 70Mbps 的共享数据速率,能够通过一个基站同时支持 60 多个采用 T1 连接的企业用户和数百个采用 DSL 连接的家庭用户,因此被定义为无线城域网接入技术或广域无线网解决方案。所以也可把 WiMax 当成是一种新兴的无线协议 IEEE802.16 标准的代名词,是专门为宽带无线接入和回程而开发的无线宽带接入技术。WiMax 作为下一代通信网中最具发展潜力的接入技术之一,正受到业界越来越多的关注。目前,Intel, Nokia, Proxim, Alvarion 和富士通等众多的国际性大公司相继加入 WiMax 组织,中国也有华为、中兴等企业加入。

2 WiMax 的应用

WiMax 是一种宽带 IP 城域网的无线接入技术,支持的主要频段包括:10~66GHz 的视距传播频段,以及 11GHz 以下的非视距传播频段。中国无线电管理委员会已将 3.4GHz 频段预留,用于发展 WiMax。根

收稿日期:2006-06-02

基金项目:国家高技术研究发展计划(863 计划)资助项目(2005AA147040)

作者简介:王 丹(1981-),女,江苏启东人,硕士研究生,研究方向为无线通信技术;胡爱群,博士,教授,国家 863 专家组成员,博士生导师,研究方向为无线通信和安全技术。

据 WiMax 的发展过程,其应用领域包括固定接入及移动接入两个方面。

固定无线接入可以广泛应用于多个领域^[2]:在部署一个较大区域的无线接入网络时,可以利用 WiMax 基站之间的无线链接,进一步延伸网络覆盖的范围;在一些 DSL 或者 Cable 接入方式难以覆盖的地方,例如社区无线宽带的快速实现、一些临时性的聚集地等, WiMax 可以用较短的时间及其低廉的成本实现无线宽带的覆盖,因此比 DSL 或者 Cable 接入方式拥有更大的灵活性;对于很多发展中国家或偏远地区没有 Cable 和 DSL 服务的环境下,有线基础设施费用较高,通过 WiMax 即最后一公里的无线宽带布建,实现低成本覆盖。

移动应用的发展经过了游离式接入、便携式接入和全移动接入三个阶段^[3]。游离式接入时,终端可以从不同的点接入,可与固定接入同时使用,但还不支持不同基站之间的切换。便携式接入可以实现在步行速度下,具有有限的切换能力,当终端静止不动时,其应用模型与游离式业务相同,这种应用模式主要面向的是家庭和商务人士市场,终端可为 PCMCIA 卡,可放置在便携机里,市场容量较大。全移动接入可以实现漫游切换,并支持普通车速移动下无中断的无线接入的应用,是面向个人用户的,类似 PDA 的终端市场,其市场容量巨大,例如:对于在家庭和企业、单位部署了 Wi-Fi 的用户,可能会临时移动到 Wi-Fi 覆盖范围之外,这时候 IEEE802.16e 可以保证移动用户在 Wi-Fi 网络和 WiMax 网络中平滑漫游,这样客户端可以自动选择利用 Wi-Fi 还是 WiMax,从而保证了其最佳的链接方式。

3 WiMax 实现非视距 (NLOS) 传输的关键技术

现有主要的固定无线接入技术存在覆盖半径太小,只能支持视距(LOS)传播的缺陷。而 WiMax 系统基站的覆盖半径较大,并且支持非视距传播和室内覆盖,这方面的特点大大降低了终端的复杂性,把终端从室外天线的束缚中解放出来,并且使 WiMax 系统工作在各种复杂的环境中。

3.1 NLOS 的定义

无线通信系统的传输信道分为视距(LOS)和非视距(NLOS)两种。这两种信道类型由费涅尔区被阻挡的程度决定。如果费涅尔区 60% 以上的区域是无障碍区,如图 1 所示,则该无线信道属于 LOS 链路,否则属于 NLOS 链路。这个参数与系统的应用频段和传输距离有关。NLOS 环境下,发送信号经过反射、散射和

衍射,所以接收信号包括直达路径、多个反射路径、散射能量和衍射传播路径的分量,这些不同路径的信号将具有不同的延时扩散、衰减和极化的特性。

NLOS 环境引起信号的大幅度衰减、周期性的衰落、多径传输造成的散射,使得实现非视距传输面临着巨大的挑战。然而在实际应用中,NLOS 是一种普遍存在的传输环境,例如:对于大范围的蜂窝布设,频率复用非常关键,降低天线高度有助于减小临近站点间的相互干扰,由于 LOS 系统不能减小天线高度,否则将影响终端和基站的直达视线,所以必须采用 NLOS 通信技术。因而解决非视距传输是推广无线宽带接入的一个重要前提。

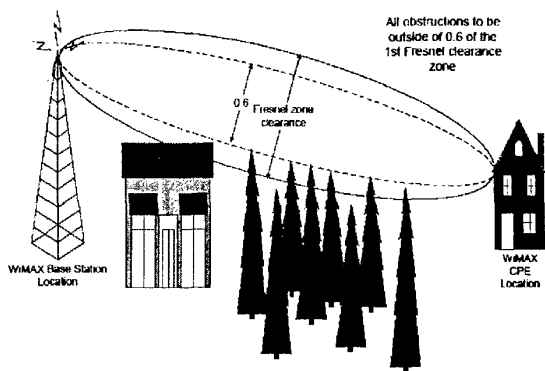


图 1 费涅尔区示意图

3.2 WiMax 中解决非视距传播的技术

3.2.1 OFDM 和 OFDMA 技术(包括子信道化技术)

为适应 NLOS 传输环境的需要,WiMax 系统除了支持单载波传输,还支持正交频分复用(OFDM)技术和正交频分多址(OFDMA)技术。

OFDM 方式主要是面向室内短距离传输的环境,采用 256 个子载波,所有子载波同时发送,下行采取时分复用(TDM)、上行采用时分多址接入(TDMA)区分用户。

OFDM 技术是一种适合用于 NLOS 环境的调制技术,其优点可以概括为:

- 1)把高速数据流通过串并转换,使得每个子载波上的数据符号持续长度增加,从而有效地克服由多径效应导致的信道时延扩展产生的符号间干扰(ISI);
- 2)OFDM 技术采用多个子载波传输数据,利用了信道的频率分集特性,因而 OFDM 系统通过子载波间的信道编码可以有效地克服频率选择性衰落或单频干扰对系统的影响。OFDM 技术抗多径、延时扩展和符号间干扰的特点使接收机只需采用较简单的均衡技术。

OFDMA 方式则采用高达 2048 个子载波^[4],将这

些子载波划分成多个不同的逻辑子信道,下行数据被分成不同的数据流由不同的逻辑子信道传输,上行则利用这些不同的子信道实现多址,不同用户占用不同的子信道,分配子信道的控制信息由 MAC 层在下行链路上传输。通过子信道化将 1 个子信道中的子载波随机均匀地分布在整个 OFDM 的频谱内。如图 2 所示,A、B、C 分别表示 3 个不同信道单元先将可用的子载波划分成 N_2 个载波分组,每个分组内含有 N_1 个连续子载波,除去导频的子载波,每个子信道在每个分组内只含有 1 个子载波,并且这个子载波的位置也是随机分布的。OFDMA 中采用的这种子信道化方式,解决了低的上行数据速率和高的下行数据速率构成数据业务的非对称传输的问题:系统动态分配子信道,即通过使用不同数量的子信道来实现不同的传输要求,对于需要高速传输的用户,通过分配多个上行子信道来满足其要求(如图 3 所示),因而使所有子载波都能得到有效应用。同时,OFDMA 使用户端可选择天线性能良好的子信道集中发送信号,而不像其它方式那样在整个频带内发射信号,因此扩大了覆盖范围。

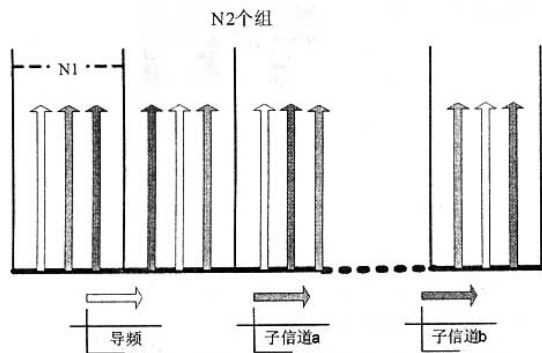


图2 子载波的分组映射

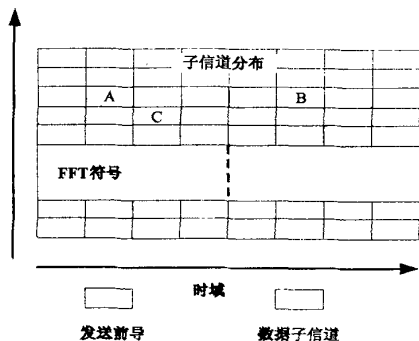


图3 子信道的分配

3.2.2 天线分集技术

天线分集技术也是 WiMax 系统中克服 NLOS 造成深衰落的一种有效措施。自适应天线阵、天线极化方式都是可采用的分集技术。

自适应天线系统(AAS)是 802.16 标准的一个可选项,它能够自动适应环境变化^[5],增强系统对有用信号的检测能力,优化天线的方向图,并能有效跟踪有用信号,抑制和消除干扰及噪声而保持系统对某种准则而言是最佳的。AAS 通常由天线阵列组成,故又称为自适应阵列天线。由于自适应天线能自动调整阵列单元的幅度和相位,使该阵列特性(如极化特性和阻抗特性等)处于某种最佳状态,因而它是一种目前十分引人注目的天线型式。特别是它能自适应地调整波瓣图的零点位置使之对准干扰源方向,改变方向特性,而且能提高信号增益,降低电波相互交叉引起的干扰,从而大大提高抗干扰能力。为了充分利用接收到的信号,还可以在每根天线阵元上加一个时域的处理,比如自适应均衡或 RAKE 接收,然后再进行自适应波束形成。因此,为了更加有效地提高 WiMax 网络的系统容量和频谱利用率,AAS 被认为是未来发展的一大趋势。目前 Sequans 公司提供的参数表明,使用 4 天线的 AAS 技术能获得的增益为 12dB,该公司设计用于开发 WiMax 基站的 SQN2010 芯片已经支持 AAS 技术。

3.2.3 自适应调制技术

自适应调制技术是指 WiMax 系统根据无线信道的信噪比(SNR)调整发送信号的调制方式。当信道性能较好、具有高信噪比时,发送机使用最高速的调制方式(如:64QAM),以提供更大的系统容量。当系统检测到信道恶化,信号衰落时,发送机调整使用低速的调制方式(如:BPSK)以保证信号传输的质量和链路的可靠性。采用这样的自适应方式克服了时间选择性衰落。对于接收机,首先估计无线衰落信道的特性,包括信噪比、衰落幅度和时延扩展等,根据这些测量结果对接收的数据进行基带均衡或衰落补偿,提取调制方式后解调数据;同时接收机将信道测量结果传递给调制方式转换模块,调制方式转换模块根据测量到的信道特性,按照一定的算法选择适当的调制方式,然后通知发射机调整调制方式。图 4 中说明了信噪比和调制方式的关系。

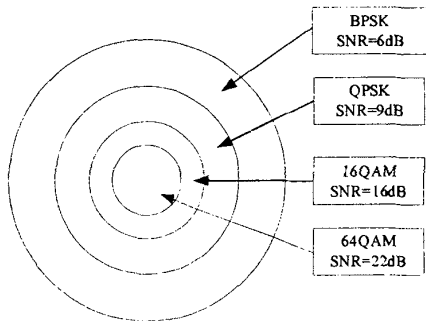


图4 信噪比(SNR)和调制方式

3.2.4 功率控制技术

在 WiMax 系统中, 每一个用户发送信号使用的功率由基站功率控制信息给定, 所以对于基站而言已经预先知道了接收信号的功率。当用户处于动态衰落的环境中时^[6], 由于基站已经预先指定了该用户使用的发射功率参数, 所以用户只需发送满足要求的功率, 而无需使用最大发送功率, 从而节省了用户设备的能量。当传输距离和功率波动导致功率衰减时, 功率控制算法将自适应调整发送功率的参数。功率控制范围包括固定部分和自动反馈控制部分, 并且功率控制算法需要同时考虑射频端功率放大器的一些因素。

3.2.5 纠错技术

WiMax 系统使用多种纠错技术以降低接收机对信噪比的要求。多种编码方法包括 RS 卷积编码 (Reed Solomon Convolutional Code)、块 Turbo 编码 (Block Turbo Code)、卷积 Turbo 编码 (Convolutional Turbo Code), 以及交织和扰码等技术用于检测和纠正信号传输时引起的错误, 从而有效地提高系统通信的质量。同时, 由于频率选择衰落或者突发错误引起的数据帧的丢失, 这些纠错技术将有助于恢复这些错误数据帧。另外, 自动重传技术 (ARQ) 用于纠正那些基本 FEC 技术不能解决的错误, 这一措施进一步提高了系统的比特错误率性能, 增加了系统的鲁棒性。

4 结束语

由于 WiMax 系统能够提供 NLOS 条件下的无线传输, 所以基站能够覆盖更广泛的区域, 用户在各种自然环境下实现高质量的通信。WiMax 系统具有许多解决 NLOS 传输的技术, 要求实现的基本技术包括:

OFDM 技术、自适应调制、纠错 FEC; 可选技术包括: 自动重传 (ARQ)、子信道化、分集、空时编码等。这些技术有效应对了非视距传播引起的深衰落, 从而拓宽了无线接入的应用领域, 使得无线传输的质量和性能可以和有线传输相媲美; 并且, 标准化的 WiMax 设备使得部署更简单方便, 实现低成本运营。可选技术给开发商提供了研发的灵活性和自主性, 开发商可以根据实际应用环境的特点设计出各种具有实用价值的产品。

目前已经有 Wavesat, Fujitsu, Intel 和 Sequans 等公司先后开发出适用于 WiMax 系统的各种芯片。总之, WiMax 可以提供非视距传输的优势使它在固定宽带无线接入场合和便携、移动通信场合具有广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 任融. WiMAX 技术标准介绍及其定位与应用[J]. 电信工程技术与标准化, 2005(10): 5-7.
- [2] Baines R. 移动 WiMAX 的发展趋势[J]. 电子设计应用, 2005(11): 16-22.
- [3] 曹宇辉, 郑伟, 王匡. WiMAX 技术及应用[J]. 电视技术, 2005, (11): 1-3.
- [4] 张承畅, 严单贵. IEEE802.16 中基于 OFDMA 的宽带无线接入非视距传播解决方案[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2005(3): 55-58.
- [5] 李钊, 韦玮. 第四代移动通信系统中的多天线技术[J]. 移动通信, 2005(12): 21-24.
- [6] 潘成康, 蔡跃明, 徐友云. MIMO-OFDM 系统中自适应比特和功率分配[J]. 解放军理工大学学报: 自然科学版, 2005(5): 409-413.
- [7] 柯国富, 马玉祥. 基于 Parlay API 规范的下一代网络业务架构[J]. 电子科技, 2002(1): 22-24.
- [8] 邹华, 李永平, 武威, 等. 基于开放式 API 的新一代业务支撑环境[C]//中国通信学会第六届全国计算机应用联合学术会议. [出版地不详]: [出版者不详], 2002.
- [9] 王三海, 杨放春, 苏森. 关于 Parlay 和 SIP 的协议翻译机的研究[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(35): 17-19.
- [10] 赵慧玲. 基于软交换的下一代网络技术[J]. 电信建设, 2002(4): 4-10.
- [11] 糜正琨, 柴亚伟, 陈金方. 基于移动代理的下一代网络分布业务架构[J]. 南京邮电学院学报, 2002, 22(3): 47-51.
- [12] Hellenthal J W, Panken F J M, Wegdam M, et al. Validation of the Parlay API through prototyping[C]//IEEE - Intelligent Network Workshop. [s.l.]: [s.n.], 2001: 58-63.
- [13] Zinky J A, Bakken D E, Schantz R E. Architectural support for quality of service for CORBA objects[J]. Theory and Practice of Object Systems, 1997, 3(1): 55-73.
- [14] Beddus S, Bruce G. Opening Up Networks With JAIN Parlay[J]. IEEE - Communications Magazine, 2000, 38(4): 136-143.
- [15] Tselikas N, Koutsoloukas E, Kapellaki S, et al. An OSA/Parlay - Based Middleware Architecture for Location - Based Services[C]//IEEE - Wireless Personal Communications. [s.l.]: [s.n.], 2004: 247-265.
- [16] Fayad M, Schmidt D, Johnson R. Building application frameworks: object - oriented foundations of framework design[M]. [s.l.]: Wiley & Sons, 1999.
- [17] 谢希仁. 计算机网络[M]. 第2版. 北京: 电子工业出版社, 1999.

(上接第29页)

参考文献: