

# 基于 MB-OFDM UWB 的短距离无线多媒体传输

严晓华

(上海中新电子有限公司, 上海 200080)

**摘要** 超宽带(UWB)是实现高速无线个域网(WPAN)多媒体传输的关键技术。UWB以超短周期脉冲进行调制,并使用超宽的RF频谱带宽传递数据,可通过重叠的原则共享已占用的频谱资源;其具有频谱利用率高、抗多径衰落能力强、发送功率极小、系统安全性好等特点。UWB可为消费类电子设备提供高速无线连接解决方案,使视频连接和桌面应用等能在通用射频平台上运行。因此,研究UWB的标准化、产品化与市场化进程,剖析其主流技术,对于制订我国相关标准,促进UWB技术与系统产品在中国的发展和实施,具有积极的现实意义。为使UWB主流技术能被进一步了解,在跟踪研究UWB标准化的基础上,分析了作为国际上第1个商用UWB标准的多频带正交频分复用(MB-OFDM)方案的原理与技术特征,并阐述了基于该方案的无线多媒体超宽带(WiMedia UWB)平台与应用环境、产品整合进展及应用前景。

**关键词** 超宽带(UWB) 无线个域网(WPAN) 无线多媒体 多频带正交频分复用(MB-OFDM)

**中图分类号**: TN929.5 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-8961(2006)11-1524-05

## Short-range Wireless Multimedia Transmission with Ultra-wideband Based MB-OFDM Technology

YAN Xiao-hua

(Shanghai Zhongxin Electronic Technology Co., Ltd., Shanghai 200080)

**Abstract** Ultra-Wideband(UWB) is a radio technology to accomplish multi-media transmitting for HR-WPAN (high-rate wireless personal area network). Being modulated by a group of sharp pulse, UWB sends data through an ultra wide RF and shares in the spectrum with overlapping. UWB possesses excellent characteristics: high spectrum utilization ratio, ambition performance of anti multi-path attenuation, very low emission power and good system security. UWB provides the high-rate wireless connect scheme for consuming electronic devices, make the video connection and desktop application executing on common RF platform. Studying the development of UWB has realistic meaning that includes standardization, products, market and leading trend's technology. The paper provides an overview on UWB specifications, analyses the principle of MB-OFDM (multi-band orthogonal frequency division multiplexing) technology, and introduces the RF platform and its applications based on WiMedia UWB.

**Keywords** ultra-wideband(UWB), wireless personal area network(WPAN), wireless multimedia, multiband orthogonal frequency division multiplexing(MB-OFDM)

### 1 超宽带(UWB)概述

超宽带(ultra wideband, UWB)作为新一代无线

通信技术,是实现高速无线个域网(wireless personal area network, WPAN)多媒体传输的关键技术。UWB可为消费类电子设备提供无线连接解决方案,其使多种应用能在通用射频平台上运行,例如数字

收稿日期:2006-06-21; 改回日期:2006-08-01

**第一作者简介**:严晓华(1954~),男,高级工程师/高级经济师。1991年毕业于上海交通大学信息与控制工程系,获工学硕士学位;现任上海市图象图形学会常务理事、上海市软件行业协会理事。研究方向为通信与信息系统。主要研究成果:实时多任务处理系统、数码影像系统软件、整体形象设计专家系统、短距离无线通信实验平台开发等;论著《现代通信技术基础》、《宽带无线通信中的高速数据传输》、《智能测试系统的实时多任务处理》、《电子工程师技术手册》等。E-mail: xhyan101@163.com

家庭多媒体的视频连接(数码摄像、音频流、机顶盒到电视的高清晰度视频流)和桌面应用(手机、个人数字助理 PDA、数码相机与 PC 机的同步以及在 PC 机上实现视频编辑等),实现高速、互操作性的无线多媒体通信。

UWB 的数据传输速率很高,在 10m 范围内可达 100 ~ 500Mbps。同时,UWB 还具有频谱利用率高、抗多径衰落能力强、发送功率极小、系统安全性好、结构简单、成本低等特点;其低功耗也利于开发低成本的 CMOS 集成电路。

UWB 技术自 20 世纪 60 年代起已经应用于军用雷达以及定位系统。作为室内民用通信用途,美国联邦通信委员会(federal communication commission, FCC)于 2002 年 2 月将 3.1 ~ 10.6GHz 频段(非许可证频段)向 UWB 正式开放,并要求其发射功率应低于放射噪音的规定值(功率谱密度级可达  $-41.3\text{dBm}/\text{MHz}$ ,相当于  $1\text{mW}/\text{MHz}$ );FCC 准许该频段用于地质勘探及可穿透障碍物的传感器、汽车防碰撞传感器、家电设备及便携终端之间的无线数据通信等用途。

与此同时,欧洲、亚洲的许多国家也在积极研究 UWB 技术。目前,我国的 UWB 频谱管理框架正由信息产业部无线电管理局研究制定中。

## 2 UWB 标准化进展

### 2.1 UWB 主流方案

作为一种时域通信技术,UWB 以超短周期脉冲进行调制并使用超宽的射频(radio frequency, RF)频谱带宽传递数据,其可通过重叠的原则共享已占用的频谱资源。与其他窄带射频和频谱扩展技术(如 802.11a/b/g、蓝牙等)不同,UWB 在特定时段能传递更多的数据,且射频链接上潜在的数据传输率与通道带宽和信噪比的函数(香农定律)成正比。

UWB 的主流方案目前集中于多频带正交频分复用(multi-band orthogonal frequency division multiplexing, MB-OFDM)和直接序列码分多址(direct-sequence code division multiple access, DS-CDMA),两种方案均处于 UWB 完整架构的最底层(相当于物理层),但各有其特点。

(1)MB-OFDM 方案<sup>[1]</sup>:以英特尔(Intel)、德州仪器(TI)等公司为主导,迄今已获得由全球 200 余家(包括惠普、微软、诺基亚、飞利浦等)公司组成的

无线多媒体联盟(WiMedia alliance)支持。

(2)DS-CDMA 方案(又称 DS-UWB):以摩托罗拉(Motolora)、飞思卡尔(Freescale)等公司为主导,由 UWB 论坛(UWB forum)主推。

两种方案体制在行业中形成了多年的标准竞争。IEEE 认为,UWB 标准的选择最终将待于市场来决定(IEEE 802.15.3a 任务组放弃了统一标准的努力,于 2006 年 1 月解散)。

基于 MB-OFDM 的 WiMedia UWB(无线多媒体超宽带)平台已作为国际上第一个商用 UWB 标准。作为评估、开发和认可电信和计算机标准的国际组织之一,欧洲计算机制造联合会(European computer manufacturer's association, Ecma)于 2005 年 12 月通过了 ECMA-368 标准与 ECMA-369 标准。ECMA-368 定义了系统的物理层(PHY)及其控制层——媒体接入控制层(media access control, MAC)<sup>[2]</sup>;ECMA-369 则规定了 MAC-PHY 接口特性<sup>[3]</sup>。

### 2.2 UWB 标准化进程

国际电信联盟(ITU)第 1 研究组于 2006 年 2 月批准给予 UWB“全球性监管标准”(global regulatory standard)的地位,UWB 技术正成为未来短距离无线传输产品的主要技术。该标准包括对共享频带能量裕度损失的计算方法、发射频谱和带宽的新定义、自由空间多余发射的限制、测量射频噪声的频率独立方法、UWB 传送测量、UWB 关键特性、UWB 器件对其他 RF 系统的影响、以及用于推出 UWB 系统的框架等内容。

UWB 标准化工作正面临如下任务:建立一套程序用于认证和保证互操作性;支持多协议的架构,如无线 USB(universal serial bus)、无线 1394、蓝牙(Bluetooth)和数字化客厅网络联盟(digital living network alliance, DLNA),支持公平竞争和传输数据的安全性;支持即插即用(PnP)并通过建立基于 IP 的网络协议适配层(WiNet)来支持多媒体数据流。

## 3 MB-OFDM UWB 技术特征

### 3.1 MB-OFDM UWB 原理

MB-OFDM 技术是把高速的数据流通过串/并变换,分配到速率相对较低的若干个相互正交的子信道中进行传输;因此,每个子信道中的符号周期将会相对增加,但可减轻时间弥散性(因无线信道多径时延扩展所产生)对系统造成的码间干扰。一般可用离散傅里叶变换(discrete Fourier transform,

DFT)算法来实现 OFDM 系统,当数据量很大时, DFT 算法可以用计算效率高得多的快速傅里叶变换 (fast Fourier transform, FFT) 算法代替<sup>[4]</sup>。MB-OFDM UWB 的性能及链路预算与子带的宽度紧密相关。从易于电路实现与可保证性能的角度,通常选定子带的宽度为 528MHz;采用该子带宽度的系统以 128 点的 FFT 最为合适。

MB-OFDM UWB 把整个 UWB 频谱分成若干个子带。图 1 为采用 3 个子带的 OFDM UWB 的示例,每个子带的宽度为 528MHz。3 个 OFDM 码元分别在子带 1~3 上发送,3 个 OFDM 码元在 3 个子带上发送的时间相互不重叠。OFDM 码元具体的发送子带和时间由定时频率码决定。图 1 中,发送/接收切换时间的保护间隔为 9.5ns,循环前缀长度为 60.6ns,符号长度为 312.5ns<sup>[5]</sup>。

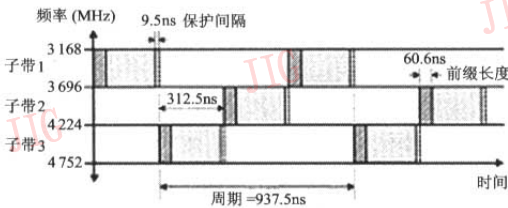


图 1 3 个子带的 OFDM UWB 示例

Fig.1 Example for MB-OFDM

### 3.2 MB-OFDM UWB 技术特征

MB-OFDM UWB 具有以下技术特征:

(1) 捕获多径信号能力强。系统可采用结构相对简单的接收机,在高度多径环境中捕获到更多的多径信号。其所需电路简单、功耗较低、传输距离较远、成本降低、不仅可满足所期望的可靠性和多径免疫性(可达 60ns),而且支持的移动设备电池连续使用时间较长。

(2) 频谱灵活性。UWB 频谱不需专门许可,所有共享频谱的无线设备可共存。虽存在着频谱分配以及各地区对于发射的限制,但 MB-OFDM UWB 信号是由模数转换器 (digital-to-analog converter, DAC) 产生,而在 DS UWB 方案中则由模拟脉冲生成器 (ADC) 产生,并可动态地在软件中关掉某些信道,这为厂商以符合各国当地规定进行基于数字的频谱滤波创造了条件,从而使不同国家都能接受 UWB 系统。

(3) 复杂度较低。MB-OFDM UWB 解决方案可

通过限制传输符号为正交相移键控 (quadrature phase shift keying, QPSK) 组,使得 DAC/ADC 的解析度和数字基带的内部精确度 (特别是 FFT) 可以降低;载波之间的空间相对较大,既放宽了载波合成电路系统的相位噪声要求,也提高了对同步误差的容错性。

(4) 安全机制。其可提供一个嵌入式、始终处于“开通”状态的安全架构。在协议栈的一些层次上提供安全性和隐私机制,以确保达到无线技术需求的强壮性,同时保持对于用户的透明度。

## 4 WiMedia UWB 平台及其应用环境

### 4.1 WiMedia UWB 平台

基于 MB-OFDM 的无线多媒体超宽带 (WiMedia UWB) 平台如图 2 所示。

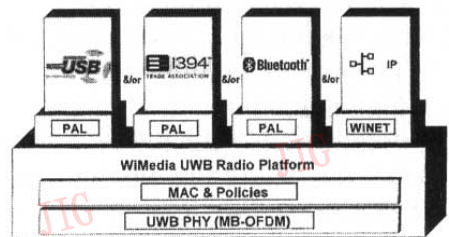


图 2 WiMedia UWB 平台

Fig.2 WiMedia UWB Platform

WiMedia 射频平台包括物理层 (PHY) 和媒体接入控制 (MAC) 层;图 2 中,无线应用环境下的 PAL (protocol adaptation layer) 为协议适配层,WINET 为网络协议适配层 (IP over UWB);其上应用层面的无线 USB (wireless universal serial bus, WUSB)、无线 1394 (Wireless 1394)、下一代蓝牙及其他应用环境。物理层规范具备了 480Mbps 的空中解码能力,并可进一步升级,最终将支持无线数字显示接口 (digital video interface, DVI) 和高清晰媒体接口 (high definition multimedia interface, HDMI) 以 Gbps 速率的数据进行传输。

位于 WiMedia 射频平台物理层的发射机和接收机结构分别如图 3 和图 4 所示<sup>[6]</sup>。图中,LPF、VGA 和 AGC 分别表示低通滤波器、可变增益放大器 and 自动增益控制,D/A 和 A/D 分别为数字/模拟转换和模拟/数字转换。

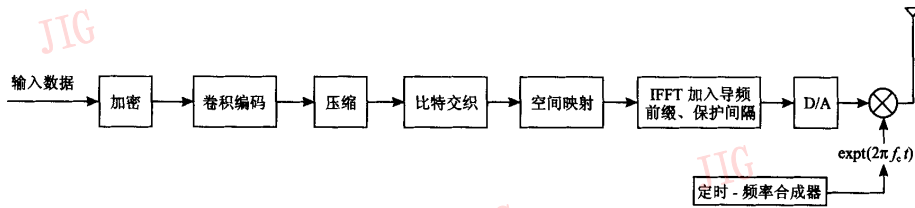


图 3 MB-OFDM UWB 的发射机结构

Fig. 3 MB-OFDM UWB Transmitter

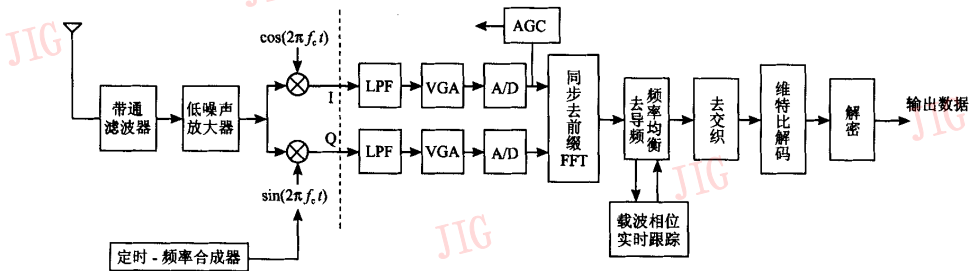


图 4 MB-OFDM UWB 的接收机结构

Fig. 4 MB-OFDM UWB Receiver

2006 年, WiMedia UWB 加快了技术应用和规范制定, 在技术合作与开发、多提供商产品的兼容性 & 互操作性方面获得迅速进展, 现已与更多产品进行整合, 进入产品化和市场化的实质阶段。

#### 4.2 无线 USB (WUSB)

无线 USB 用无线的方式收发信号, 并可达到与有线 USB2.0 相同的速率。无线发射需使用 UWB 的射频平台, 在 PC 主机和外设这两端依然以 USB 方式工作, 并有与 USB 兼容的应用软件栈。认证无线 USB (Certified WUSB) 基于 WiMedia UWB 通用无线平台, 是第 1 个高速无线个人互连技术, 其传输速率在 3m 范围内为 480Mbps、10m 范围内为 110Mbps。各国半导体厂商自 2006 年初起纷纷推出单芯片收发 CMOS 集成电路模块, 其利用 MB-OFDM 方式收发数据, 可实现 RF 收发电路、基带处理电路和 MAC 控制电路, 在取得 USB-IF (USB Implementers Forum) 认证后于 2006 年中期将实现批量生产。

#### 4.3 无线 1394 (Wireless 1394)

IEEE 1394 与 USB 的最大不同点在于其外设之间采用对等架构可直接通信而不需主机控制, 例如机顶盒和 DVD 机可同时播放, 而电视机和刻录机可选其任何一个节目源。无线 1394 也是基于 UWB 提

出的一个全新的无线传输标准。1394 贸易协会 (1394TA) 与 WiMedia 联盟合作, 使用 UWB 的射频平台, 作为高速无线 1394 协议适配层 (PAL) 开发的平台, 以实现兼容性和互操作性, 并且支持 400Mbps 的无线传输。无线 1394 的市场量将随着数字电视的普及而大幅增长。

#### 4.4 下一代蓝牙技术

目前的蓝牙规范工作在 2.4GHz ISM 频段, 其采用高斯频移键控 (Gaussian filtered shift keying, GFSK) 调制技术和快速跳频扩频 (frequency hopped spread spectrum, FHSS) 技术, 传输速率为 1Mbps。蓝牙技术联盟 (Bluetooth SIG) 于 2006 年 3 月宣布与 WiMedia 联盟密切合作, 采用 UWB 技术与现有蓝牙无线技术整合, 以便开发出支持高数据速率传输的下一代蓝牙技术, 并可在便携式设备、多媒体投影机 and 电视机上支持高质量视频和音频应用, 为市场上手机和便携式消费电子产品的增值提供单一解决方案, 其产品预计将于 2007 年进入市场。

### 5 结论

在国家中长期科学技术规划纲要的新一代无线通信技术研究专项中, 已包含新一代移动通信、新一

代无线局域网、个域网(包括 UWB)、无线传感器网络等方向。信息产业部于 2006 年内将公布我国的 UWB 频段。

当前,研究 UWB 在全球范围的标准化、产品化和市场化的进程,对于制定我国相关标准,促进 UWB 技术与系统产品在中国的发展和实施,促进拥有自主知识产权和相关产品的开发,建立新的经济增长点,都具有积极的现实意义。

#### 参考文献 (References)

- 1 MBOA-SIG. Ultra wideband white paper [R/OL]. 2004. <http://www.wimedia.cn/zyxz.asp>
- 2 Ecma International. ECMA-368: High rate ultra wideband PHY and MAC standard[S/OL]. 2005. <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-368.htm>
- 3 Ecma International. ECMA-369: PHY-MAC interface for ECMA-368 [S/OL]. 2005. <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-369.htm>
- 4 Yan Xiao-hua. Introduction to modern communication technology [M]. Beijing, Tsinghua University Press, 2006: 182 ~ 184. [严晓华. 现代通信技术基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006: 175 ~ 176.]
- 5 Intel. Ultra Wideband (UWB) Technology [R/OL]. 2005. <http://www.intel.com/technology/comms/uwb/index>
- 6 WiMedia Alliance. The ultra-platform for wireless multimedia [R/OL]. 2006. <http://www.wimedia.org/en/resources/>