

UWB脉冲无线传输技术探析

孟治强

(厦门大学 自动化系, 福建 厦门 361005)

摘要: 为了使更多的人了解 UWB 技术, 并在其应用方面进行深入的研究。主要对 UWB 脉冲无线传输技术的编码与调制、脉冲信号的产生、信号检测、多址接入和其六个方面的特点进行了剖析, 并对其在全媒体智能家庭、智能交通、安全探测、传感器等方面的应用以及五个方面面临的挑战进行了研究。

关键词: UWB; 无线传输; 智能交通; 传感器

中图分类号: TP393 文献标识码: A 文章编号: 1009-3044(2006)17-0159-01

The Research of UWB Impulse Wireless Transmission Technology
MENG Zhi-qiang

(Automation Department of Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: In order to make more people know UWB technology, and do some research on its application. Firstly, the article describes the coding and modulation of UWB impulse wireless transmission, the production of impulse signal, signal detection and so on. Then it introduces six characteristics of UWB and refers to the UWB application on intelligent family, intelligent traffic, security detection, and sensor. Finally, it analyzes the five challenges that UWB is confronted with.

Key words: UWB; Wireless Transmission; Intelligent Traffic; Sensor

1 引言

UWB(Ultra-Wideband, 超宽带), 与其他无线通信技术相比有很大不同, 不需要使用载波, 而是依靠持续的、时间非常短的基带脉冲信号(通常情况下)传输数据, 因而占用的频带非常宽, 通常在几 GHz 量级。UWB 脉冲通信独特的技术特性, 使它在小范围和室内大容量高速率无线多媒体通信、低截获雷达、精密定位、穿墙透地探测、传感器网络等领域将获得日益广泛的应用。

2 UWB 脉冲无线传输技术的基本原理

2.1 编码与调制技术

UWB 脉冲信号在发送前, 先要经过重复编码器重复编码, 然后用低密度奇偶检验(LDPC)或伪随机码或二进制 PN 序列对要发射的二进制序列进行信道编码, 再对信号进行调制。调制一般分为单脉冲和多脉冲调制两类。单脉冲调制技术包括脉冲幅度调制(PAM)、脉冲位置调制(PPM)、二相调制(BPM)和开关键控(OOK)等。PAM、OOK 和 PPM 可以通过非相干检测恢复信息, 但其调制的脉冲信号会出现线谱, 难于满足 FCC 规定的频谱要求。而对于功率谱密度受约束和功率受限的超宽带脉冲无线系统, 为了获得更好的通信质量或更高的通信容量, BPM 是一种比较理想的脉冲调制技术, 可以避免线谱现象。多脉冲调制是为了降低单个脉冲的幅度或提高抗干扰性能, 采用多个脉冲传递相同的信息, 其先对每组脉冲内部单个脉冲调制, 再把每组脉冲作为整体调制。常用的多脉冲调制技术包括 TH-SS PPM、DS-SS PPM、TH-SS PAM、DS-SS PAM、TH-SS BPM 和 DS-SS BPM 等。

2.2 脉冲信号的产生

UWB 系统的性能在很大程度上依赖于脉冲信号功率谱密度的平坦性和功率谱覆盖的范围, 而功率谱的形状又取决于脉冲信号的形状, 脉冲信号的设计和产生显得尤为重要。目前产生脉冲源的两类方法为: (1)光电方法, 基本原理是利用光导开关的陡峭上升/下降沿获得脉冲信号。(2)电子方法, 基本原理是利用晶体管 PN 结反向加电, 在雪崩状态的导通瞬间获得陡峭上升沿, 整形后获得极短脉冲, 是目前应用最广泛的方案。

2.3 信号检测技术

信号检测技术主要研究如何提高超宽脉冲信号接收质量问题。目前实现 UWB 脉冲信号接收的方法主要有 RAKE 接收机法、自相关接收机法和多用户检测(MUD)接收机法。RAKE 接收机由一组相关器或匹配滤波器组成, 根据接收端所获得信道信息, 对信号的多径成分做分集接收, 从而提高接收端的信噪比。接收端

的信道估计和相关器(或匹配滤波器)的个数会影响 RAKE 接收机的性能。相关器个数越多, RAKE 接收机的效果越好, 但设备的复杂度越高。

自相关接收机将接收信号和前一时刻的信号做相关, 在衰落信道中, 不用进行信道估计, 就能捕获到全部的信号能量。但这种接收机以带噪的信号作为参考信号, 接收机的性能会随着信号质量的恶化而恶化。采用自适应最小均方误差(MMSE)算法的多用户检测(MUD)接收机只接收落在观察窗内的可分离的多径成分, 能更好的抑制码间干扰。

2.4 多址接入技术

应用于 UWB 的多址方案主要跳频、直接序列扩频、伪随机跳时三种。其中, 伪随机跳时包括结合脉冲定位调制技术的周期 PN 码跳时和基于混沌的非周期伪混沌跳时两种, 采用伪随机跳时多址方式的 UWB 系统在多用户和窄带干扰情况下的误码性能及采用 M-PPM 的跳时多址系统的理论信道容量已得到了初步的发展。

3 UWB 脉冲无线传输技术的特点

3.1 结构简单、系统成本低

UWB 脉冲系统的射频、模拟以及信号处理部件相对比较简单, 容易实现全数字化的结构, 可集成在一个小的芯片上, 因而其实现成本非常低。

3.2 频带宽, 传输速度快, 空间容量大

UWB 系统的工作频一般从几百 MHz 到几个 GHz, 而通信系统的容量或最大可靠传输速率与所占用的带成正比。频带极宽, 意味着在一定信/抑比要求下, 可实现高速率的可靠传输; 或者在一定传输速率下, 可以在很低的信/抑比或信号功率谱密度下实现可靠传输。目前研制的实验 UWB 系统传输速率已达到 1Gbps 以上, 其空间通信容量是红外、蓝牙、无线局域网系统的 10-1000 倍。

3.3 功耗低

UWB 系统使用间歇的脉冲来发送数据, 脉冲持续时间很短, 一般在 0.20ns~1.5ns 之间, 有很低的占空因数, 系统耗电可以做到很低, 在高速通信时系统的耗电量仅为几百 μ W~几十 mW。低功率特别有利于用电池供电的手持式通信设备, 使其不充电工作时间大大增加; 且可以大大降低对人体的有害辐射, 制造出真正的“绿色”设备。

3.4 安全性高

作为通信系统的物理层技术具有天然的安全性能。由于

(下转第 177 页)

收稿日期: 2006-03-12

作者简介: 孟治强(1977-), 男, 河南人, 厦门大学自动化系硕士研究生。

开这个设备,获取这个设备的句柄。如前文所述,打开一个设备是通过调用 API 函数 CreateFile()来实现。下面通过一个例子来说明如何打开一个设备。

```
HANDLE hOut;
hOut = CreateFile(functionClassDeviceData->DevicePath,
GENERIC_READ | GENERIC_WRITE,
FILE_SHARE_READ | FILE_SHARE_WRITE,
NULL, //设备的安全属性,通常为 NULL
OPEN_EXISTING, //设备总是存在
FILE_FLAG_OVERLAPPED, // 文件属性和标志
NULL) // 指向临时模版文件的句柄,通常为 NULL
当需要与打开的 USB 设备通信时,还必须打开相应的 USB
端口。下面的程序实现如何打开 USB 端口 1。
char completeDeviceName[256]= "";
strcat (completeDeviceName,functionClassDeviceData ->Devi-
cePath;
strcat (completeDeviceName, "\\PIPE1 ");
HANDLE hDevice=h>CreateFile(completeDeviceName,GENER-
IC_WRITE |GENERIC_READ,
FILE_SHARE_WRITE |FILE_SHARE_READ,NULL,
OPEN_EXISTING, 0,NULL);
```

(3)读写 USB 设备

对于应用程序来说,在用 ReadFile()和 WriteFile()读写 USB 设备时,即可以同步执行,也可以异步执行。在同步执行时,在函数直到操作完成后才返回,这意味着在同步执行时线程会被阻塞,从而导致效率下降。在异步执行时,即使操作还未完成,调用的函

(上接第 159 页)

UWB 信号一般把信号能量弥散在极宽的频带范围内,对一般通信系统,UWB 信号相当于白噪声信号,并且大多数情况下,UWB 信号的功率谱密度低于自然的电子噪声,从电子噪声中将脉冲信号检测出来是一件非常困难的事。采用编码对脉冲参数进行伪随机化后,脉冲的检测将更加困难。

3.5 具有穿透性

UWB 脉冲信号含有丰富的低频分量,因此具有很强的穿透地表面、墙壁和其他物体的能力,可应用于需要穿透物体进行成像、检测、监视、测量和通信等方面。

3.6 脉冲宽度短,定位精度高,抗多径能力和多径分辨能力强。

4 UWB 脉冲无线传输技术的应用

由于超宽带技术的种种优点使其在无线通信方面的应用日益广泛,目前已在下列应用领域显现出巨大的优势。

4.1 短距离(10 米以内)高速无线多媒体智能局域网/域网

在家庭和办公室中,各种计算机、外设和数字多媒体设备根据需要,利用超宽带无线技术,在小范围内动态(即需即用)地组成分布式自组织(Ad Hoc)网络,协同工作,相互连接,传送高速多媒体数据,并可通过宽带网关,接入高速互联网或其他宽带网络。这一领域将融合计算机、通信和消费娱乐业,被视为具有超过移动电话的最大市场发展潜力。

4.2 智能交通系统

超宽带系统同时具有无线通信和定位的功能,可方便地应用于智能交通系统中,为车辆防撞、电子牌照、电子驾照、智能收费、车内智能网络、测速、监视、分布式信息站等提供高性能、低成本的解决方案。

4.3 军事、公安、消防、医疗、救援、测量、勘探和科研等领域

用做隐密安全通信、救援应急通信、精确测距和定位、透地探测雷达、墙内和穿墙成像、监视和入侵检测、医用成像、贮藏罐内容探测等。

4.4 传感器网络和智能环境

这种环境包括生活环境、生产环境、办公环境等,主要用于对各种对象(人和物)进行检测、识别、控制和通信。

5 UWB 技术面临的挑战

5.1 波形失真。即使相继到达接收端的多径脉冲能够被完全

数也会立即返回,费时的 I/O 操作在后台进行,这样线程就可以干别的事情。

(4)关闭通信

关闭 USB 端口时是调用 CloseHandle()函数来完成。

```
CloseHandle(hComm);
```

4 结束语

PHILIPS 公司的 PDIUSB12 芯片及其开发环境提供了一个快速有效的开发手段,本文对 USB 设备端的固件和硬件设计过程以及在主机端的驱动程序和应用程序开发都作了全面详细的介绍。给出了一个快速实现 USB 设备的方法与技术,也是开发其他类似设备的参考范例。

参考文献:

[1]周立功.PDIUSB12 USB 固件编程与驱动开发[M].北京航空航天大学出版社,2003.
 [2]萧世文.USB 2.0 硬件设计[M].清华大学出版社,2002.
 [3]David J.KrugLinski Scot Wingo. Visual C++6.0 技术内幕[M].北京希望电子出版社,2003.
 [4]徐爱钧,彭秀华.单片机高级语言 C51 应用程序设计[M].电子工业出版社,2000.
 [5]赖麒文.8051 单片机 C 语言彻底应用[M].科学出版社,2002.
 [6]Michael Barr.C/C++嵌入式系统编程[M].中国电力出版社,2001.

分开,也会由于收发天线的不理想特性等原因导致脉冲波形的严重失真,从而使接收端相干合并多路径的分集技术难于获得期望的性能。

5.2 同步问题

超宽带信号极窄的时域特征,使接收机捕获和跟踪亚纳秒级的脉冲信号非常困难。

5.3 多径环境

在密集多径环境中,为了防止符号间干扰,采用高阶调制而降低脉冲重复频率时,不仅会牺牲无线传输的功率效率,还将增加单个脉冲的功率和脉冲的生成难度。而采用复杂的信号处理技术抑制多径干扰时不仅会增加系统的复杂度和体积,还将提高信号处理的功率消耗。

5.4 多址干扰和窄带干扰

脉冲超宽带设备之间、脉冲超宽带设备和现有的窄带系统之间往往共享频谱,这将导致不同超宽带设备之间的多址干扰,以及现有系统对超宽带系统的严重干扰。有效抑制这些干扰将增加脉冲设计和信号处理的实现难度。

5.5 资源管理

为了充分利用超宽带无线传输在物理层的众多优点,必须开发新的链路和网络层协议,更有效地管理超宽带无线资源。

6 结束语

便携、高速率数据通信的需求增长使得人们更加关注无线技术,UWB 潜在成为具有竞争力的高速率短距离无线技术。虽然 UWB 技术本身还不成熟;缺乏可靠的信道模型;但随着相关研究的不断深入和设备的不断完善,必将广泛的应用到社会诸多领域。

参考文献:

[1]袁东风,张海霞.编码调制技术原理及应用[M].清华大学出版社,2005.
 [2]穆维新.现代通信网技术[M].人民邮电出版社,2005.
 [3]沈洁,申志坚,李楠.第三代移动通信中的无线资源管理[M].电子工业出版社,2005.
 [4]Mischa Schwart(美).移动无线通信(英文影印版)[M].电子工业出版社,2005.
 [5]http://www.chinaunicom.com.cn/index.html,2005.