

基于自适应 PPM 调制的超宽带系统研究

陈志贵^①, 徐位凯^②, 王琳^②

(^①厦门海洋职业技术学院, 福建 厦门 361012; ^②厦门大学 通信工程系, 福建 厦门 361012)

【摘要】通过软件仿真,文中提出自适应 PPM 调制的 UWB 传输技术。它是建立在信道估计的基础之上,通过接收端对收信号的 BER 统计,利用反向信道将信道状态信息发送给发送端,使其根据误码率要求自适应地改变的位移量 dPPM,以满足在接收端误码率的要求下,提高了系统的传输效率。该方法为 UWB 通信系统中克服信道衰落开辟了一条新思路。

【关键词】超宽带; PPM; 自适应调制

【中图分类号】TN911.23

【文献标识码】A

【文章编号】1002-0802(2009)07-0066-03

Study of UWB System based on Adaptive PPM Modulation

CHEN Zhi-gui^①, XU Wei-kai^②, WANG Lin^②

(^①Xiamen Ocean Vocational College, Xiamen Fujian 361012, China;

^②Dept of Communication Engineering, Xiamen University Xiamen Fujian 361012, China)

【Abstract】The UWB transmission techniques based on adaptive PPM modulation (AM) is proposed through software simulation. It is established on the basis of channel estimation, and by using a feedback channel to send the channel state information (CSI) to transmitter, dPPM is adaptively adjusted according to BER requirement. AM could improve the spectral efficiency (SE) of UWB in satisfying the requirement of received BER. This method opens up a new way for overcoming the fading channel in UWB communication system.

【Key words】UWB; PPM; Adaptive Modulation

0 引言

在移动通信系统中,由于无线衰落信道时变的特点,使通信过程存在大量的不确定性。一方面,为了提高系统吞吐量,采用传输速率较高的高阶调制和少冗余纠错码进行通信,这样在无线衰落信道信噪比较理想时系统吞吐量确实得到了很大的提高,但当信道处于深衰落时,则无法保障通信可靠稳定地进行;另一方面,为了保障通信的可靠性,采用传输速率较低的低阶调制和大冗余纠错码进行通信^[1],即便在无线信道处于深衰落时能够保障通信可靠稳定地进行,然而当信道信噪比较高时,由于传输速率较低,制约了系统的吞吐量的提高,从而造成了资源浪费。在移动通信技术的发展早期,人们对抗无线衰落信道的时变特性,只能采用加大发射机发射功率、使用低阶调制和大冗余的编码方法来保障系统在信道深衰落时的通信质量^[2],还无暇考虑如何整体提

高系统的吞吐量。随着信号处理技术的提高,出现了可根据信道状态自适应地调节其发射功率、调制编码方式以及数据的帧长来克服信道的时变特性从而获得最佳通信效果的技术,被称为链路自适应技术。CDMA通信系统^[3]中的功率控制是通过增加小区边缘用户的发射功率,以保证基站接收机具有恒定的信号强度,从而克服了“远近效应”。很显然,这种控制方式具有很好的适时性,适合于实时性要求高的话音通信,但未利用到各用户链路差异进行自适应传输,传输效率未能得到大幅提高。在基于分组传输的数据通信系统中,往往实时性要求不太高,可以采用基于信道环境的自适应传输,提高系统的传输效率。

本文研究了基于PPM调制的UWB通信系统,给出了一种基于信道状态反馈的脉冲位移自适应调制方法,仿真结果显示该方法可以在满足特定误码率(BER)要求下,提高了系

收稿日期: 2008-10-21。

作者简介: 陈志贵(1965-),男,硕士研究生,主要研究方向为UWB;徐位凯(1979-),男,博士研究生,主要研究方向为UWB;王琳(1963-),男,教授,博士生导师,主要研究方向为UWB和编码技术。

统的传输效率。

1 基于 PPM-UWB 系统的自适应调制

1.1 TH-PPM调制的UWB中, 脉冲位移量dPPM和误符号率Pr-e的关系

dPPM参数的取值直接影响到TH-PPM的性能, 正交TH-PPM调制中dPPM的位移是正交的, 也就是说, 两个不同状态的脉冲没有重叠区, 必须满足 $T_m \leq dPPM \leq T_c$, 其中 T_m 为脉冲宽度, T_c 为码片时间, 其数学表达式为^[4]:

$$s(t) = \sum_{j=-\infty}^{+\infty} p(t - jT_s - c_jT_c - a_j\varepsilon), \quad (1)$$

为了说明脉冲位移量 dPPM 对 TH-PPM 系统性能的影响, 需要对 2PPM 的信号波形参数进行分析, 其波形

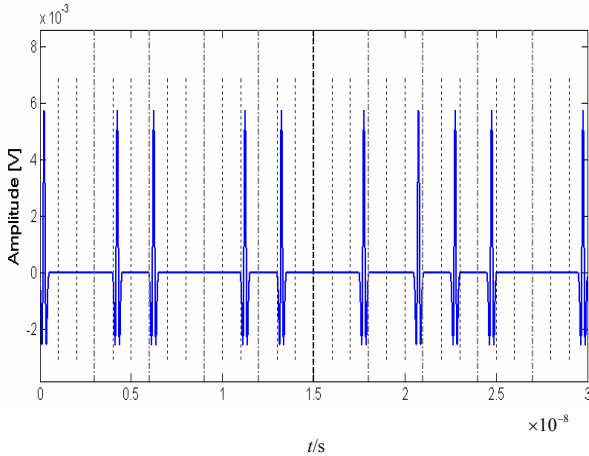


图1 2PPM的信号波形

图1中, 表示传输了[0,1] 2个信号比特, 每个比特重复脉冲为5, 即 $N_s=5$, 分成5等分, 以长虚线隔开, 这就是所谓平均脉冲周期 T_s ; 每个平均脉冲周期 T_s 又分成3个跳时间隔, 也就是最大跳时 N_h 为3(如果在第一时间位置里跳时为0, 那么图1的最大跳时 N_h 是2), 它可以和跳时序列的周期 N_p 进行统筹, 以适应不同用户容量的需要, 容量越大, 跳时序列的 N_p 和 N_h 也要求越大, 显然在单位跳时时间间隔 T_c (也就是码片时间 T_c)不变条件下, T_s 就要求增加。

TH-PPM调制由两部分组成, 即TH调制和PPM调制。TH调制包括TH序列码的产生和跳时调制, 用于区分多个用户, 通常TH序列码是正交的, 正交的TH序列码越多, 容量就越大。而PPM调制, 也就是对PPM位移量dPPM的调制, 它是携带信息的有效参数, 在二进制TH-PPM系统中, 如果位移量 $dPPM = \varepsilon$ 代表“1”, 就可以 $dPPM=0$ 代表“0”, 从上图可以清楚看出, 对于脉冲正交的PPM调制有 $\varepsilon \leq T_c/2$ 。

在基于自适应的 PPM-UWB 无线通信系统中, dPPM 设定是非常关键的, 可以根据脉冲重复周期 T_s 、要求的 BER 量级来设定 dPPM 参数。不同的 dPPM 值, 所占有的带宽不同, 信号传输性能也不同。在相同的 BER 时, 信噪比越大, 则要求 dPPM 值越小, ; 反之, 则相反。

图2是信源为5 000 bits时, 仿真出来的不同的位移量

dPPM= ε 和BER的关系图。

为了说明一定的 E_b/N_0 下的dPPM的位移量和误码率的关系, 选取 $E_b/N_0 = 5$ dB, 对BER与位移量dPPM之间的关系进行了仿真, 如图3所示。从图5给出的仿真结果可以看到, 对于dPPM的位移量从 $0.02e-9$ 到 $0.1e-9$ 中变化时, 性能变化很大, 显然, 这个范围内的dPPM位移量选取是非正交的。当dPPM大于 $0.25e-9$ 时,性能就趋于稳定, 在以上参数下, BER的性能收敛于dPPM= $0.25e-9$ 左右。基于以上的仿真结果可以得出结论: 在UWB的TH-PPM调制中, 当dPPM的值已经使BER性能收敛, 则dPPM的增大对系统的性能没有什么影响。

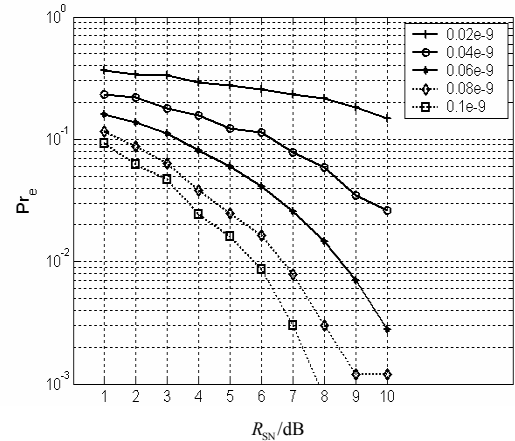


图2 dPPM和Pr-e的关系仿真

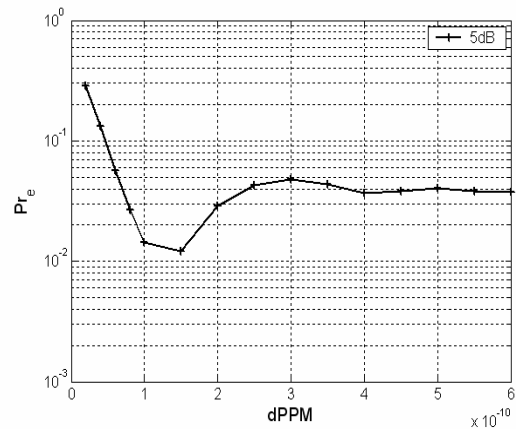


图3 dPPM与BER的关系

1.2 自适应dPPM调制抗信道衰落分析

本小节中我们给出自适应dPPM调制在衰落信道下的性能分析, 通过分析我们发现该调制方法可以有效的对抗信道衰落, 提高系统的传输效率。

在UWB的TH-PPM调制中, 存在以下关系:

- (1) 在相同的条件下, 系统信道的信噪比 E_b/N_0 越大, 则接收的BER越小;
- (2) 从数学表达式1和图1可得出, 在脉冲重复周期 T_s 一定的情况下, 脉冲位移量dPPM越大, 码片时间 T_c 越大, 传输速率越小;
- (3) 从图2的dPPM和Pr-e的关系仿真图可以得出, 在相同的条件下, 脉冲位移量dPPM越大, BER越小, 也就是说,

改变脉冲位移量dPPM，可以改变BER的。

那么，为了使BER一定，改变脉冲位移量dPPM来适应系统信道的信噪比Eb/No的变化，换言之，为了使BER一定，可以改变传输速率来适应系统信道的信噪比Eb/No的变化，从而实现自适应过程。

假定在多径衰落信道中，保持BER在0.02的量级，经过仿真可以得出dPPM和EbNo之间的关系，如表1所示。

表1 dPPM和Eb/No关系 (BER在0.02的数量级)

级 别 M	dPPM (秒)	Eb No (dB)	在衰落 信道中 采用不 同级别 的比例	和级别4相比, 可提高传输速 率的比例=级 别4的dPPM/级 别M的dPPM	和级别 4相比, 为系统 贡献传 输速率	采取自适 应PPM后, 整个系统 提高的传 输率
1	0.4e-9	10	18%	250%	27%	45.25%
2	0.6e-9	6.5	18%	167%	12%	45.25%
3	0.8e-9	5	25%	125%	6.25%	45.25%
4	1e-9	4	39%	1	0%	45.25%

通过对表1的分析，在基于PPM调制的UWB通信系统中，假定要求BER在0.02量级，为了适应最差的信道，即接收信噪比为4 dB的情况，dPPM的取值上限只能是1e-9s，而在其他信道情况下，原本可以使用更小的偏移量dPPM，从而提高数据的传输速率，因此白白浪费了频谱资源了。假如采用自适应的PPM调制，则可以动态的改变偏移量dPPM，动态的改变传输速率，实现不同传输信道下的自适应传输。

图4所示为给出了实现自适应PPM-UWB方案的系统框图。

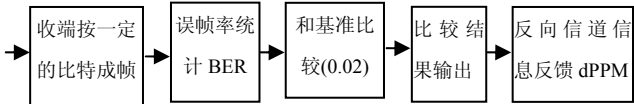


图4 自适应dPPM的简单原理

(1) 把收到的信号按一定的比特数n成帧，比特数n可以根据需要进行调整，n越大，调整越慢，但统计比较客观；n越小调整越快，比较片面；

(2) 对每一帧的误比特率进行统计；

(3) 把统计的误比特率BER和基准进行比较，在本例中为0.02，列出不同的EbNo、BER、dPPM的位移量的关系；

(4) 如果BER比0.02大，则根据表格升一级，反之降一级。在本例总共只列举4个级别；

(5) 根据输出结果，通过反向信道把调整信息反馈到发送端，使之按要求调整不同dPPM位移量的(PHY)传输模式。

这样，假设统计出来的结果能够代表信道的真正模型，而且能够通过反向信道完全无误地反馈到发射端，那么必然带来了频谱效率增加。按上面的参数计算，也就是说，在Eb/No在4~10 dB波动的信道，满足BER=0.02的要求时，如果利用自适应dPPM调制技术，在同样的条件下，可以提高传输速率45.25%。(不同的信道结果不一样)。

2 结语

综上所述，自适应调制技术是根据信道的变化动态调整各项传输参数，在信道衰落中，可以大幅度提高频谱利用率。自适应PPM调制技术是解决信道衰落一种新方法，但需要做的事情还很多，随着技术的进一步完善，将在未来的无线通信系统中得到更加灵活的运用，并在通信技术领域发挥其重要的作用。必须指出：(1) 自适应dPPM调制，只适合非适时的数据传输，不适合对实时较强的语音或电视信号传输；(2) 本文只对自适应dPPM调制的方案和理论的框架作了仿真和简单的描述，整个系统都不是在最佳的模式下进行的，得出的数据会有偏差，后续还可优化；(3) 信道编码只用简单的重复码，可以引入性能更好的编码方式；(4) 只对点对点简单的通信进行分析，没有对多用户通信或整个系统性能进行分析。

参考文献

[1] 葛田跃. 自适应调制编码技术及其在移动通信中的应用[J]. 现代电子技术, 2004(02): 34-36.

[2] 单超, 张邦宁. 自适应调制编码技术[J]. 军事通信技术, 2005(01): 46-50.

[3] 魏红红. 移动通信技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005: 110-111.

[4] Maria-Gabriella Di Benedetto Guerino Giancola. Understanding Ultra Wide Band Radio Fundamentals[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006(01): 21.

作者须知 (2)

参考文献请尽量选用最近5年的论文，尤其注意国内外权威期刊是否已经刊登了应该引用的论文，以免由于没有引用造成不应有的误会和影响、甚至出现侵权行为。

参考文献的著录项目必须齐全，不得缺项。国外著者(作者)的著录格式同中国人一样也是姓前名后，姓不缩写，名可缩写。在著录著者(作者)时，请注意：多于三位作者的才在第三位作者后加“等”字，不得在第一作者或第二作者后加“等”字，前三位作者应一一列出，作者之间用逗号隔开。每条参考文献的序号请用方括号括起来，即[1]。

① 专著

[序号]著者. 书名[M]. 版本, 出版地: 出版者, 出版年: 起止页码。

② 期刊

[序号]作者. 题名[J]. 刊名, 出版年, 卷号(期号): 起止页码。

③ 论文集

[序号]编者. 论文集名[C]. 出版地: 出版者, 出版年: 起止页码。

[序号]作者. 论文题名[C] // 论文集编者. 论文集名. 出版地: 出版者, 出版年: 起止页码。