

基于 MATLAB 扩频通信系统的性能仿真

王晶

渤海大学工学院 辽宁锦州 121000

摘要: 扩频通信系统是一种特殊的通信系统,这种系统中信号自身的宽带要远小于传输信号的信号宽带,并且这种通信方式相比传统通信方式更加具有优势,如抗多径衰落、码分多址、信号隐蔽性、保密性等方面,同时该种通信方式在民用和军用通信方面都得到广泛应用。Matlab 软件具有很大科学计算能力、精确电路仿真能力以及很大系统仿真能力,实现扩频通信系统的性能仿真。本文主要论述了扩频通信概述、直扩通信系统性能仿真分析以及跳频通信性能仿真分析。

关键词: 扩频通信;直扩通信;跳频通信;仿真性能

DOI:10.19301/j.cnki.znecs.2017.02.239

扩频通信又被叫做扩展频谱通信,将高频率的信号作为随机码对信号范围进行扩展,使得产生更宽频带的信号,从而增大发射信号能量,使得系统不易被发现,不容易受到外界的干扰。信号接收端通过使用错误的随机码对信号进行扩散,使得原始数据能够恢复。扩频通信系统可以按照频谱扩展方式不同分为直接序列扩频、跳变频率方式、混合方式。就目前而言,直接序列扩频工作方式是最常用、最具代表性的工作方式。

1 扩频通信概述

1.1 普通数字通信系统

普通数字通信系统是由五部分构成的,分别为信源/信宿、信道编码/译码、调制/解调、通信信道和同步。其中信源就是起始端利用计算机等设备将数字信息输出,信息输出往往采用二进制或者多进制。信宿指的是信息发送的终点,通过完整的信息传递,达到传递信息的目的。信道编码就是在信息数字输入序列的过程中添加校验码,添加校验码就是为了在信息码和校验码之间建立联系。译码就是接收端利用这种关联可以及时发现或者纠正信息中的一些错误,降低译码错误率,从而保证信息传递的正确性。调制就是将基带信号转换成适合信道传输已调信号,保证数字信息有效传输。因为基带信号中低频、直流信号居多,这些信号能够进行短距离的传递,不能在无线信道中直接传播。因此,若实现无线传送,必须将传输信号频谱转移到较高频率范围内,信号与后面传输通路中的信号相同。解调就是进行反变换的调制,通过变换,恢复之前的基带信号,恢复原始数字信息。通信信道就是处理传输信息,是调制到解调的整个过程。编码信道是指编码到译码的过程。同步是关键环节,它决定着通信系统是否能够顺利进行。利用载波同步、位同步等方式来收发两端的载波、码元速率,保证各个定时标志处于同样的时间,确保系统的正常、有序的工作。

1.2 扩频数字通信系统

扩频通信系统就是在起始发送端,通过使用计算机等设备输入相关信息,将信息转变成数字信号,然后通过扩频码发生器产生伪码,从而达到扩展宽带数字信号频谱的目的,进而再对其进行载波调制,最后将信息发送出去。当然,最终接收端需要将接受的到信号与本地伪码进行对比,然后进行解扩,对接收的信号进行解调,达到还原原始基带信息的目的。扩频数字通信系统与传统的数字通信系统相比,扩频系统中增加了扩频调制和扩频解扩两部分,同步部分增加了伪码同步。扩频过程需要将等待信号与高速伪码系列对比,扩宽等待传送信号频谱的宽度,功率谱密度就可以大大减少,从而完成扩频过程。解扩就将接收端的

信号与发送端的伪码信号相乘,使得有用频谱宽度能够恢复,同时在信道中传送中混入的加性噪声、干扰在解扩时也与伪码相乘,频谱也被扩大,从而会导致有用信号频谱重叠部分干扰能力降低,功率也下降。信号频外的噪声和干扰信号只有经过带通滤波器才能被制止,从而实现抗干扰能力的增强。伪码同步就是发送端的伪码序列与接收端本地序列在码率、码型等各个方面保持一致,如果不一致,会导致有用信息的丢失,发出令人烦躁的噪声。所以,发送端和接收端应该提前说明使用一样的伪码信号,从而保持两者的一致性,进而使得信息能够安全、可靠运输,获得准确、有用信息。

2 直扩通信系统性能仿真分析

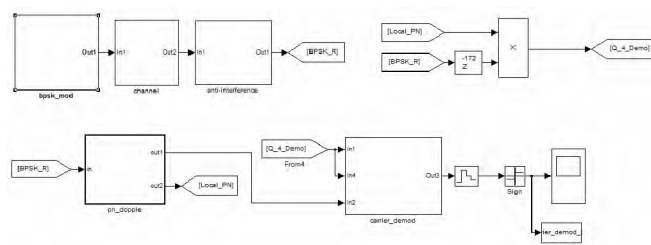
扩频通信系统仿真是一个非常意义的应用型工程项目,直扩通信系统是扩频通信系统中常有的一种,信号的发射功率较小,对外界的抗干扰能力较强,同时能够有效抵抗跟踪信号的干扰,对远近效应能够有效抑制,下面将介绍直扩通信系统仿真分析:

2.1 系统仿真构成

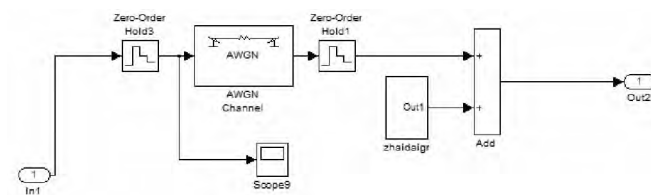
直扩通信系统仿真主要包括三部分,分别是发送端、信道、接收端。发送端开始对信源输出的原始数据进行 LDPC 信道编码,然后调制扩频和 BPSK,进而将有用信息传送给信道,信号在信道中回混入高斯白噪声、窄带单频干扰。接收端在接收到信号后,可以将信号输入到干扰一直模板,再对其进行同步,同步后将信息进行解扩,经过解调得到了基带的数据信息,通过 LDPC 译码显示出最初的原始序列的信息。直扩通信系统总体仿真主要包括 LDPC 信道编码模块、扩频调制模块和载波调制模块、通信信道模块、抗干扰模块、PN 同步模块、载波同步模块、LDPC 译码模块。系统总体仿真相关参数:数据码速率 666b/s;信道编码方式 LDPC(756,39)码,码率 2/3,编码后码速率 1kb/s;扩频调制,PN 码码长 255bit;BPSK 调制方式,载频 510kHz;信噪比 10dB;信干比 -30dB;PN 码同步时间“两个数码码片(0.2ms)。

2.2 直扩通信系统仿真步骤

第一步:在 SIMULINK 系统中选中 channel 模块,对这个模块进行双击,如图所示:



第二步:就是在弹出的界面中双击 AWGN Channel 模块,如图所示:



第三步: 将信噪比值设置成 10

第四步: 将仿真时间设置为 0.8 再操作界面上方的按钮进行运行

第五步: 程序运行结果如图所示, 其中 DERR 表示译码前错误位数, err 表示 LDPC 译码过后错误位数。如图所示:

```
derr =
    0

err =
    0
```

2.3 系统仿真分析

基带信号频谱的宽度一般为 1kHz, 经过扩频后, 频谱宽度达到 255kHz, 经过载波调制后, 信号的频率会到达 510kHz, 并在此处加入窄带干扰, 以便除去干扰分量, 因为在信道中加入的 -30dB 的窄带经过信号的抑制后, 产生的剩余部分不能够全被出掉, 重复使用 FFT 频域陷波抗窄带干扰算法会继续对信号产生损害, 然后出现信号不清楚的现象, 解扩完成后会在 510kHz 的位置将有用信号进行恢复, 进而会得到一部分基带信号。如果解调后信号没有出现一些杂声, 星座图将在时域 +1 和 -1 两处都存在点, 在解调后信号中出现嘈杂的声音, 解调之后的信号会出现上下起伏的图像, 星座图中表现形式就是 +1 和 -1 处各有一组紧挨着的离散点。

3 跳频通信系统分析

跳频系统与直扩通信系统存在许多不同, 为了能让人们更加了解扩频通信系统, 以下将要介绍跳频系统三个方面, 分别是调频系统分析、原理、序列产生。

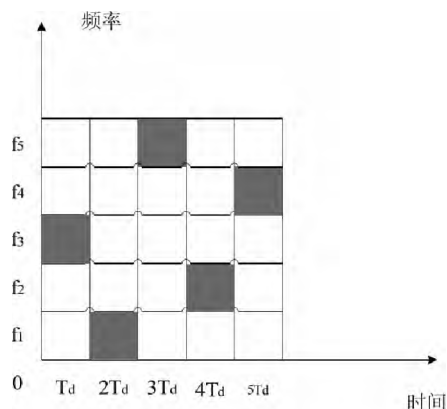
3.1 跳频系统分析

跳频系统通过随机变化发送载波频率实现其功能的, 载波频率通过不断变化出现多频频移键控, 我们将跳频变化规律称作是跳频图案。跳频的速度每秒频率跳变次数。在每一跳跃阶段, 信息调制跳频信号只存在唯一的载波频率。只占有一个通道的信息调制跳频信号被称为单信道调制, 占有多个通道的信息调制跳频信号被称为多信道调制。单信道调制有 PSK、ASK 等, 多信道调制包括 2FSK、MFSK 等。根据跳频系统频率对系统进行分类, 分别为快跳频和慢跳频。快跳频系统中只要发送符号, 频率就发生一次跳变。对于二元通信而言, 快跳频的跳频速率要比数据比特速率大。慢跳频指至少发送两个符号才能出现频率的变化, 频率变化没有快跳频明显。跳频系统被广泛应用在军事领域, 特别是在电磁领域干扰和抗干扰领域应用较广, 能够覆盖的频谱范围大, 敌人很难发现我们的行踪, 具有很强干扰性。

3.2 跳频系统原理

3618230304800 信源输出的信号为双极性二进制码, 载波信号是由使用频率合成器合成的, 其中直接数字频率合成器是最常用的合成器, 并且这种数字频率合成器能够对输入的数值进行分析, 输出相应频率的载波, 保持二者的统一性。跳频系统是伪随机对发送载波频率进行变化, 通过使用跳变频率来调制基带信号, 从而得到不断变化的调频信号, 将输出的信号传送到信道中。跳频序列就是跳频系统中频率随时向变化的规律, 如图所示:

横坐标表示时间, 纵坐标表示频率, 整个平面称为时频域, 频率段与时间段构成棋盘格, 其中黑格子表示棋子方案, 称为跳频图案, 其根本涵义是在什么时间段用什么频率进行通信, 不一样



的时间频率也是不尽相同。接受信号经过相关器与本地信号相连, 经过信号的过滤, 将信号输送到同步系统中进行判断, 同步系统会对本地伪码系统进行调整, 进而能够得到有用信号, 否则将会获得噪音信号, 无法被人们使用。跳频系统性能指标主要包括跳频带宽、信道间隔、跳频频率的数量、跳频处理增益、跳频速率、跳频周期、跳频序列周期。

3.3 跳频序列产生

跳频系统的使用方式与直扩系统不同, 在跳频系统中, 扩频码控制频率的变动, 但是不会参与到信息运算中, 其中跳频序列作用: 一是控制频率跳变从而达到扩频的目的; 二是跳频组网时用做地址码。通过对设计理念的分析, 找出跳频序列设计的限制要素; 另一方面设计出相近的跳频序列。跳频系统的性能会受到跳频序列性能的制约, 因此跳频序列设计在调频你系统中起到一个关键性作用。一般跳频序列间隔设计的过小, 在军事领域不太适用, 太小的设计容易被敌人发现踪迹, 暴露目标, 不能满足军事需求。所以针对军事通信系统来说, 跳频序列应该设计成宽间隔的, 进而能够满足军事方面需求。跳频序列设计成宽间隔有许多优势: 首先可以抗单频干扰、窄带干扰和部分干扰; 如果跳频系统受到单频的干扰, 宽间隔跳频系统不会同时丢失几个时隙信息, 丢失的信息还能够通过一定的手段进行修复。其次对抗跟踪干扰; 跳频跨度越大, 就会延长敌军干扰器搜索信号的时间, 对我方就越有利。干扰器搜索跳频频率时间越长, 对跳频电台的威胁力度就越小。最后有助于抗多径衰弱, 不同频率上传送同样的信息, 要想达到频率分集的目的, 就要保证信道相关带宽比频率间隔小, 只有这样, 才能达到理想的效果。

4 总结

MATLAB 是通信系统中非常有用的工具, 能够在短时间能进行系统的设计, 这样大大降低了系统的开发时间, 提升系统的工作效率, 不断推进通信行业的发展。随着科技水平的不断提高, 通信系统设计的关键向着软件仿真的方向发展, 所以扩频通信系统性能仿真有研究的意义。通过 MATLAB 软件对扩频系统仿真, 可以了解到信源通过发送端扩展、调制, 在经过具有抗干扰信道传送, 然后在接收端进行混频、解扩、解调后准确恢复出原始信息数据, 从而可以看出, 扩频系统不仅提高了通信系统的抗干扰性, 还可以获得更加准确、可靠信息, 为我国军事做出了重大贡献。

参考文献

[1] 孙海欣, 石要武, 于晓辉等. 基于扩频相位编码的变换域通信系统多址接入能力[J]. 吉林大学学报(工学版), 2013, 43(1): 223-228.

作者简介: 王晶, 1995 年生, 女, 汉族, 籍贯: 辽宁, 渤海大学工学院通信工程专业, 在读本科生。