

跳频扩频通信系统的仿真研究

范莉花^{1,2}

(1. 合肥工业大学 计算机与信息学院, 安徽 合肥 230009;

2. 安徽职业技术学院 信息学院, 安徽 合肥 230051)

摘 要:扩频通信技术具有抗干扰性强, 抗截获, 抗多径等特点, 使其越来越受到通信行业的重视。文章主要对跳频扩频通信系统进行仿真设计, 通过对跳频扩频通信系统各仿真模块的参数进行系统设计, 达到了预想的仿真效果, 对以跳频通信为理论基础的现代化通信技术的理论研究具备一定的借鉴意义。

关键词:扩频通信; 跳频通信; 伪随机码; 频率合成器

中图分类号: TN914.43

文献标识码: A

文章编号: 1672—9536(2016)03—0012—04

Abstract: Spread spectrum communication technology has strong anti-interference, anti interception, anti multipath and other characteristics, which makes it more and more attention by the communications industry. This article mainly carries on the design of frequency hopping spread spectrum communication system simulation, Through the system design of the parameters of the simulation module of frequency hopping spread spectrum communication system, to achieve the desired simulation results, the frequency hopping technology has a good practical significance in the practical application.

Key words: frequency hopping communication; spread spectrum communication; pseudo-random code; frequency synthesizer

随着通信技术的发展, 现代通信已经成为人类社会进入信息时代的重要标志。通信干扰问题一直是通信技术发展过程中学术界关注的重点问题。解决通信干扰问题成为了建立有效、可靠的通信网络的重要内容。本文根据扩频通信技术的抗干扰性强, 抗截获, 抗多径的特点, 对其中的跳频扩频通信进行仿真研究。

1 跳频扩频通信系统组成

在发送设备中, 信号源产生的信息流 $a(t)$ 与

载频进行调制后, 得到射频信号。频率合成器产生的载频频率受伪随机码 PN 控制, 按照伪随机码的规律进行跳变。而在接收设备中, 通过天线接收到的信号(包括干扰与噪声)经高放后送至接收端混频器, 信号经过混频后, 可以得到相同的中频信号, 进而对中频信号进行解调, 从而得到原始信号。发送设备和接收设备中都有频率合成器, 它们产生的载频和本振信号的跳变规律相同, 并且这两个频率合成器的频率既相对应, 但又不完全相同, 它们之间或高于或低于频率为 f_1 的频率,

收稿日期: 2016—09—07

作者简介: 范莉花(1982—), 女, 江苏金坛人, 安徽职业技术学院讲师, 主要研究方向: 移动通信。

而该频率恰好是接收机的中频频率^[1]。只要用发送和接收的伪随机代码实现同步,就能够确保双方频率合成器产生跳变频率同步,而干扰信号并

不清楚跳变频率的变化规律,因此干扰信号无法进入中频通道,不能对跳频系统形成干扰,从而提高跳频扩频系统的抗干扰能力。^[2]如图1所示。

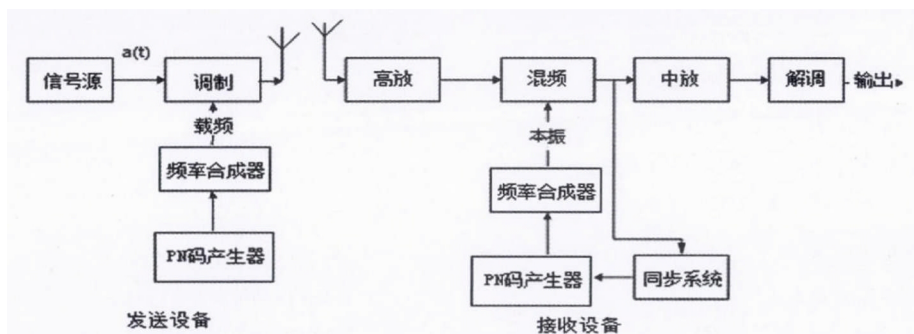


图1 跳频扩频通信系统组成

2 跳频扩频通信系统设计

跳频器的实现和跳频同步是跳频通信的关键环节,需要在常规的定频通信的基础上,解决调制解调设计、跳频序列设计、跳频同步设计、跳频频率合成以及解跳设计等关键技术问题。本跳频系统通过2FSK(二进制频移键控)进行调制解调,采用m序列产生伪随机码,采用自同步法进行跳频同步设计,解跳一般有相干检测和非相干检测两种方法,而跳频信号的解跳一般采用非相关检测的方式来实现,由于跳频信号的每一个频率都是不同的,很难做到每个频率初相一致,用相干检测的方法很难实现。

3 跳频扩频通信系统仿真各模块设计

本跳频扩频通信系统属于慢跳频系统,跳频

频率间隔为50跳/秒,设置32个跳频点数,产生的跳频输出信号带宽为 $50 \times 32 = 1600\text{Hz}$,并由此可得其等效低通信号的频率范围为 $800 \sim 800\text{Hz}$ 。为了使仿真观测到的频谱范围更大,能够达到 $2000 \sim 2000\text{Hz}$,则设置信号采样率为4000次/秒,每个符号的仿真采样点数为40点。仿真中采用m序列作为伪随机码序列,通过序列码转换和D/A转换,每5个字节将伪随机码转换为一个随机整数(0~31),从而达到对跳频载波输出频率的控制^[3]。同时假设接收端伪随机码是理想同步的,即接收端的载波良好地跟踪了发端载波变化,且信道不存在时间延迟,那么在仿真模型中直接用发送端的伪随机码作为接收端恢复的伪随机序列。在此基础之上搭建Simulink仿真模型,并在Simulink平台上搭建的跳频扩频通信系统仿真模型^[4]如图2所示。

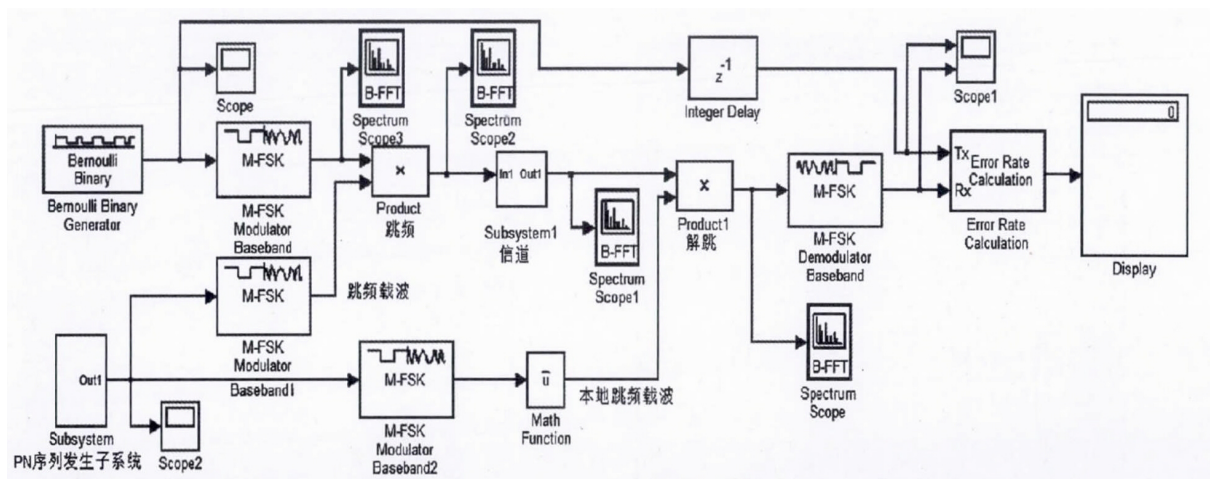


图2 Simulink搭建跳频仿真模型

各模块参数设计与仿真如下:

(1)信息源模块:用二进制伯努利序列发生器模块产生信号源。参数设置如下:

Probability of a zero:0.5。

Initial seed:初始化随机种子。

Sample time:0.01s。

(2)调制模块:采用 2FSK 进行调制,参数设置如下:

M-ary number:2。

Frequency separation:100Hz。

Samples per symbol:40。

Input type:bit。

(3)跳频模块:调制元数为 32,输入信号数据类型为 int,频率间隔为 50Hz,采用点数为 80,此模块仿真后将得到在 32 个频率点上跳频速率为 50 次/s 的伪随机信号。

(4)信道模块:在信道模块中加入加性高斯白噪声,并采用 simulink 中的 AWGN 模块搭建,通过改变模块信噪比,可以了解信噪比对跳频通信的影响。其中,AWGN 模块参数设置如下:

Initial seed:加性高斯白噪声信道模块的初始化种子。

Mode:Variance from mask 模式,设置 Variance 方差为 1。

(5)解调模块中参数的设置:

M-ary number:2。

Frequency separation:100Hz。

Samples per symbol:40。

Input type:bit。

信号通过解调器后输出的信号应该和原始信号一致,通过仿真波形可以看出,解调器很好地实现了其解调功能。如图 3 所示。



图 3 解调后信号与原信号

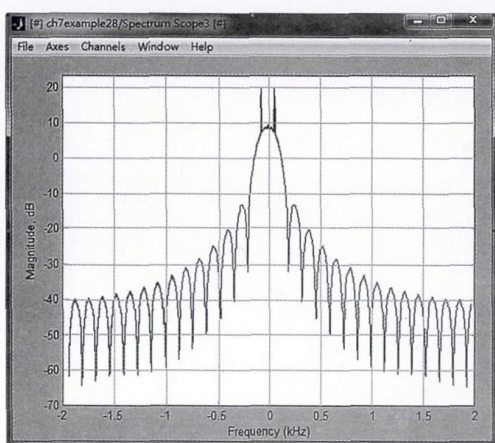


图 4(a) 2FSK 调制频谱图

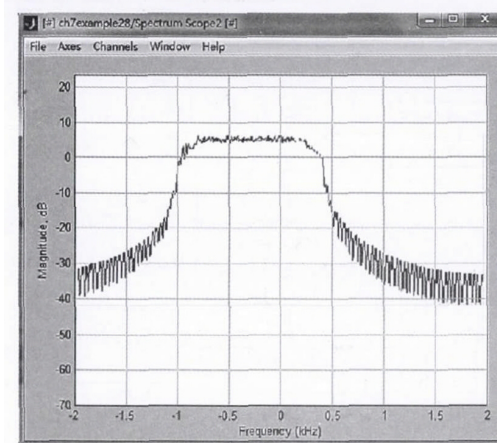


图 4(b) 跳频扩频后信号频谱图

(6)干扰产生器:采用宽带阻塞干扰,在 Simulink 中由 Gaussian Noise Generator 模块产生。

4 跳频扩频通信系统仿真波形

在宽带阻塞干扰下,跳频扩频通信系统仿真波形如图 4(a)、4(b)所示。

波形图 4(a)为经 2FSK 信号调制后的频谱图,频率间隔为 100Hz。波形图 4(b)为跳频扩频的信号频谱。

通过跳频解跳得到输出信号频谱图,如图 5 所示。

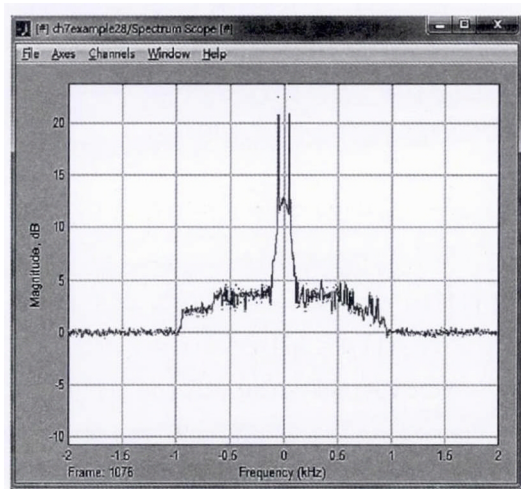


图5 跳频解跳输出信号的频谱

由图 5 可以看出,经解跳后,原始信号得到了很好的恢复。图 5 两侧的波形图是干扰和噪声的频谱被再次扩展后的频谱,可以明显看出噪声已经基本上被阻隔。中间的波形图是解跳后恢复的窄带信号的频谱。

通过对各仿真模块参数的设计,较好地实现了跳频通信系统的仿真,同时人为加入宽带阻塞干扰,并通过解调跳频输出的波形观察,实现了良好的抗干扰能力,达到了预想的效果。

5 结束语

跳频通信系统具有较强的抗截获、抗干扰的能力,因此该技术的发展和运用受到各国军方的重视,并在军事通信领域中取得巨大成功。在民用通信中,随着多种新兴通信方式的出现导致频带资源紧缺,而跳频通信的频谱利用率高促使其快速融入民用通信中。因此对跳频通信的研究和设计具有重要的现实意义。

本文实现了工作在宽带噪声干扰下跳频通信系统的仿真,仿真所得波形良好,达到预期的效果,发现其有良好的抗干扰性能,对研究以跳频通信为理论基础的现代化通信技术有一定的理论应用价值。

参考文献:

- [1] 何世彪,谭晓衡. 扩频技术及其实现[M]. 北京:电子工业出版社,2007:1.
- [2] 曹志刚,钱亚牛. 现代通信原理[M]. 北京:清华大学出版社,1992:5—37.
- [3] 曾兴雯,刘乃安,孙献璞. 扩展频谱通信及其多址技术[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2004:11—12.
- [4] 徐明远,邵玉斌. MATLAB 仿真在通信和电子工程中的应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2005:324—326.

(责任编辑:孙玉)