**东南大学**

**《协作通信与网络》**

**实验报告**

**论文题目： 基于授课内容的AF基本程序的编写**

**姓 名 ：王思薇**

**学 号 ：04016109**

**专业班级：040161**

**学院名称：信息工程与科学学院**

**2018年12月**

## 一、实验目的

实验工具：Matlab R2018

实验目的：本项题目旨在研究多中继环境下采用固定中继的协作系统在采用不同中继结构时的系统性能增益，分析BER及分集增益并通过仿真验证理论分析的正确性。

## 二、实验要求

1、按照课上所讲AF或DF程序框架，自己独立完成AF或DF的基本程序的编写，并根据实验结果完成实验报告；

2、列出上机的调试程序。

3、进行实验结果的分析和讨论。

## 三、实验内容

1.实验原理

### 1.1.1 AF模式基本原理及性能

放大转发模式（Amplify-and-Forward，AF），有文献中也称为前向放大、非再生中继。在AF协议下，中继采用模拟处理，不对接收的信号进行解调和解码，而是直接对接收到的带有噪声的信号进行放大，然后发送给接收端。图1.1所示为单中继AF协议的原理及其基本过程。

D:\郭昌伟毕设\郭昌伟的毕业设计\论文中的插图\图3.1.1 单中继AF协作通信原理.emf

图1.1 单中继AF协作通信原理

AF模式是最简单的一种中继方式，相比于直传方式，AF协作通信总能带来一定的信噪比增益，但是由于中继节点除了转发源节点的有用信息外，引入的噪声也同样被放大转发，因此，当源节点与中继节点之间的链路信道条件较差时，信号几乎淹没在噪声之中，因而转发的大部分为噪声，从而会降低目的节点的接收性能。

### 1.1.2 单中继AF协作通信过程

1．源端广播过程

源节点S以广播的方式向周围发送信号（在程序中表示为x\_s），其中一路直接发送到目的节点D，一路发送到中继节点R。经过信道后，则

中继节点R接收到的信号为（程序中表示为y\_sr）：

式(1-1-1)

目的节点D接收到的信号为（程序中表示为y\_sd）：

式(1-1-2)

其中，源发送的信号的功率为，为源节点与中继节点间信道噪声。

2．中继端放大转发过程

中继节点R直接将收到的来自源节点S的信号以系数β进行功率放大，然后转发给目的节点D（基站）。AF方式可以看成是具有两个发射端的重复码，唯一不同的是中继节点将自身接收到的噪声信号也放大并发送到目的节点。目的节点通过合并两路信号，对源节点的发送信号进行估计。

为保证中继节点功率受限，放大系数β应满足：

式(1-1-3)

可见*β*取决于信道的衰落系数、源发送的信号的功率和噪声功率。

那么，中继放大后的信号为（程序中表示为x\_AF）：

式(1-1-4)

目的节点接收的来自中继的信号为（程序中表示为y\_rd）：

式(1-1-5)

其中为中继节点发送的信号的功率。

3．目的端接收处理

目的节点将接收到的来自源节点的直传信号和来自中继节点的信号，按照MRC方案进行合并，得到信号y（程序中表示为y\_combine\_AF）：

式(1-1-6)

其中、分别为目的节点接收到的来自源、来自中继的信号的加权系数，为：

式(1-1-7)

式(1-1-8)

式中，和分别为协作情况下源节点和中继节点的发送功率，、和分别为源节点与目的节点、源节点与中继节点、中继节点与目的节点之间的瑞利衰落信道系数的复共轭，为噪声功率。

2.实验程序

Matlab调试程序：

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%12/17/2018 Wang Siwei

%一个具有差错检测的AF仿真程序

%并非原创，编解码部分有所借鉴（来自Pudn）

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

echo off;clear all;close all;clc;

tic

N=10;

L=65; %一帧长度

BerSnrTable=zeros(20,5);

for snr=0:25

BerSnrTable(snr+1,1) = snr;

sig=1/sqrt(10^(snr/10));

%temp=0;%

%temp1=0;%

for i=1:N

BitsTx = floor(rand(1,L)\*2);

P=mean(abs(BitsTx(:)).^2);

%BitsTxcrc=CrcEncode(BitsTx);%

BitsTxcnv=cnv( BitsTx);%确定二进制卷积编码器的输出序列

Mod8Tx=mod\_8psk(BitsTxcnv);%8PSK调制

M=length(Mod8Tx);%M=36

%以下为假设信道模型和噪声模型，由于本次仿真重点不在于此，所以做以下简化

H1d=RayleighCH();%RayleighCH信道模型

H12=RayleighCH();

H2d=RayleighCH();

Z1d=randn(1,M)+j\*randn(1,M);

Z12=randn(1,M)+j\*randn(1,M);

Z2d=randn(1,M)+j\*randn(1,M);

%user2接收并解码

Y1d=H1d.\*Mod8Tx+sig\*Z1d;

Y12=H12.\*Mod8Tx+sig\*Z12;

R12=conj(H12).\*Y12;

BitR12=demod\_8psk(R12);%BPSK解调

BitR12viterbi=viterbi(BitR12);%硬判决译码和软判决译码，输出矩阵

BitR12viterbi=BitR12viterbi(1:length(BitR12viterbi)-1);

%[BitR12decrc,error]=CrcDecode(BitR12viterbi);%CrcDecode.m是网上找的开源代码，但是没用上

%error=0,正确解码 error=1，错误解码

%非协作情况

%if(error==1)%

R1d=conj(H1d).\*Y1d;

BitR1d=demod\_8psk(R1d);

BitR1dviterbi=viterbi(BitR1d);

BitR1dviterbi=BitR1dviterbi(1:length(BitR1dviterbi)-1);

%BitR1ddecrc=CrcDecode(BitR1dviterbi);%

%[Num,Ber] = symerr(BitR1ddecrc,BitsTx);%

%BerSnrTable(snr+1,2)=BerSnrTable(snr+1,2)+Num;%

%end%

%协作情况

%if(error==0)%

G=sqrt(P/(P\*abs(H12).^2+2\*sig\*sig));

Bits2d=BitR12viterbi;

%Bits2dcrc=CrcEncode(Bits2d);%CRC编码输出

Bits2dcnv=cnv(Bits2d);%确定二进制卷积编码器的输出序列

Mod8\_2d=mod\_8psk(Bits2dcnv);

Y2d=H2d.\*G\*(Mod8\_2d+sig\*Z12)+sig\*Z2d;

%最大合并比在此处的简化形式

Rd=conj(H2d).\*Y2d+conj(H1d).\*Y1d;

BitRd=demod\_8psk(Rd);

BitRdviterbi=viterbi(BitRd);

BitRdviterbi=BitRdviterbi(1:length(BitRdviterbi)-1);

%BitRddecrc=CrcDecode(BitRdviterbi);%%CRC编码输出

[Num,Ber] = symerr( BitRdviterbi,BitsTx);%求得误比特率

BerSnrTable(snr+1,2)=BerSnrTable(snr+1,2)+Num;%误码数累加

%temp=temp+1;%

%end %

end

BerSnrTable(snr+1,3)=BerSnrTable(snr+1,2)/(L\*N); %求出误码率

%BerSnrTable(snr+1,4)=temp;%

end

semilogy(BerSnrTable(:,1),BerSnrTable(:,3),'r\*-');

xlabel('信噪比(SNR)');ylabel('误码率');title('AF下信噪比与误码率关系');

%figure

%semilogy(BerSnrTable(:,1),BerSnrTable(:,4),'g\*-');

time\_of\_sim = toc

echo on;

## 四、实验结果



## 五、实验总结

此次实验，按照课上所讲AF程序框架，完成AF的基本程序的编写，能够独立运用matlab语言实现其仿真，实验难度不大，但是对于自身意义不小。