数字通信第一次作业-信道

姓名：王浩

学号：MG20230081

专业：通信与信息系统

## 一．基本概念

1.高斯信道：常指加权高斯白噪声（AWGN）信道。这种噪声假设为在整个信道带宽下功率谱密度（PDF）为常数，并且振幅符合高斯概率分布。

2．瑞利信道：瑞利衰落信道（Rayleigh fading channel）是一种无线电信号传播环境的统计模型。这种模型假设信号通过无线信道之后，其信号幅度是随机的，即“衰落”，并且其包络服从瑞利分布。

3.莱斯信道：相比瑞利信道，莱斯信道中存在一个固定的直射分量。直射分量所占的比例通常用K来表示。

## 二．运行结果

### 2.1高斯信道



图1.通过AWGN信道，信噪比为5的星座图



图2.通过AWGN信道，信噪比为10的星座图



图3.通过AWGN信道，信噪比为15的星座图



图4.通过AWGN信道，信噪比为20的星座图

**结果分析：**从上面四张图可以看出，信噪比越高，接收到的星座点越靠近理想星座点，星座图解映射时被误判的概率也更小。

### 2.2瑞利信道



图5.通过Rayleigh信道，信噪比为15的星座图

**结果分析:**瑞利信道下由于衰落较为严重，接收端收到的信号大部分为AWGN噪声，星座点是近似以坐标原点为中心。

### 2.3莱斯信道



图6.通过Rician信道，信噪比为15，K = 5的星座图



图7.通过Rician信道，信噪比为15，K = 10的星座图



图8.通过Rician信道，信噪比为15，K = 15的星座图



图9.通过Rician信道，信噪比为15，K = 20的星座图

**结果分析**：相比瑞利信道，莱斯信道由于直射分量的存在，接受星座图要理想很多。而且信噪比不变的情况下，K越大，直射分量所占的比重越高，也就信道衰落越不明显，直观上星座点也更加集中。

## 三．附录代码

### 3.1高斯信道

clc;clear all;close all;

N=1000;

s = source(N); %信源产生，序列个数为N

Eb = 1/2;

mu = 0;

SNR = [5,10,15,20];

N0 = Eb./(power(10,SNR/10));

sigma = sqrt(N0/2); %计算噪声的标准差

for i =1:length(sigma)

n = normrnd(mu,sigma(i),[2,N/2]); %产生服从高斯分布的双路噪声

n\_c=n(1,:);n\_s=n(2,:);

s1\_c=zeros(1,N/2);s1\_s=zeros(1,N/2);

for c=1:N/2

s1\_c(c)=s(2\*c-1);

s1\_s(c)=s(2\*c);

end %将信源分解成双路信号

[s\_c,s\_s] = QPSK(s1\_c,s1\_s); %进行QPSK编码

r\_c = s\_c + n\_c;r\_s = s\_s + n\_s;

figure(i)

scatter(r\_c,r\_s)

xlabel('In-phase');

ylabel('Quadrature-phase');

title(sprintf('AWGN,SNR = %d',SNR(i)));

end

### 3.2瑞利信道

clc;clear all;

N=1000;

s = source(N); %信源产生，序列个数为N

Eb = 1/2;

mu = 0;

SNR = 15;

N0 = Eb./(power(10,SNR/10));

sigma = sqrt(N0/2); %计算噪声的标准差

for i =1:length(sigma)

n = normrnd(mu,sigma(i),2,N/2); %产生服从高斯分布的双路噪声

n\_c=n(1,:);n\_s=n(2,:);

s1\_c=zeros(1,N/2);s1\_s=zeros(1,N/2);

for c=1:N/2

s1\_c(c)=s(2\*c-1);

s1\_s(c)=s(2\*c);

end %将信源分解成双路信号

[s\_c1,s\_s1] = QPSK(s1\_c,s1\_s); %进行QPSK编码

h = normrnd(0,sqrt(1/2),2,N/2); %产生瑞利乘性噪声

h\_i = h(1,:);h\_q = h(2,:);

s\_c = s\_c1.\*h\_i - s\_s1.\*h\_q ;s\_s = s\_c1.\*h\_q + s\_s1.\*h\_i;

r\_c = s\_c + n\_c;r\_s = s\_s + n\_s;

figure(i)

scatter(r\_c,r\_s)

xlabel('In-phase');

ylabel('Quadrature-phase');

title(sprintf('Rayleigh,SNR = %d',SNR(i)));

end

### 3.3莱斯信道

clc;clear all;

N=1000;

s = source(N); %信源产生，序列个数为N

Eb = 1/2;

mu = 0;

SNR = 15;

N0 = Eb./(power(10,SNR/10));

sigma = sqrt(N0/2); %计算噪声的标准差

for i =1:length(sigma)

n = normrnd(mu,sigma(i),2,N/2); %产生服从高斯分布的双路噪声

n\_c=n(1,:);n\_s=n(2,:);

s1\_c=zeros(1,N/2);s1\_s=zeros(1,N/2);

for c=1:N/2

s1\_c(c)=s(2\*c-1);

s1\_s(c)=s(2\*c);

end %将信源分解成双路信号

[s\_c1,s\_s1] = QPSK(s1\_c,s1\_s); %进行QPSK编码

K = [5,10,15,20];

for j = 1:length(K)

r = normrnd(0,sqrt(1/2),2,N/2); % 产生瑞利乘性噪声

h = zeros(2,N/2);

%h = ones(2,N/2).\*sqrt(K(j)/(K(j)+1)) + r.\*sqrt(1/(K(j)+1));

h(1,:) = ones(1,N/2).\*sqrt(K(j)/(K(j)+1)) + r(1,:).\*sqrt(1/(K(j)+1));

h(2,:) = r(2,:).\*sqrt(1/(K(j)+1));

h\_i = h(1,:);h\_q = h(2,:);

s\_c = s\_c1.\*h\_i - s\_s1.\*h\_q ;s\_s = s\_c1.\*h\_q + s\_s1.\*h\_i;

r\_c = s\_c + n\_c;r\_s = s\_s + n\_s;

figure(j)

scatter(r\_c,r\_s)

xlabel('In-phase');

ylabel('Quadrature-phase');

title(sprintf('Rician,SNR = %d,K = %d',SNR(i),K(j)));

end

end

### 3.4功能函数

#### 3.4.1 信源产生

function [S]=source(L)

S=rand(1,L);

for i=1:L

if S(i)<0.5

S(i)=0;

else

S(i)=1;

end

end

#### 3.4.2 QPSK调制

function [s\_c,s\_s] = QPSK(s1\_c,s1\_s)

N = length(s1\_c);

s\_c = zeros(1,N);s\_s = s\_c;

for i = 1:N

if s1\_c(i) == 0 && s1\_s(i) == 0

s\_c(i) = sqrt(2)/2;s\_s(i) = sqrt(2)/2;

elseif s1\_c(i) == 0 && s1\_s(i) == 1

s\_c(i) = -sqrt(2)/2;s\_s(i) = sqrt(2)/2;

elseif s1\_c(i) == 1 && s1\_s(i) == 1

s\_c(i) = -sqrt(2)/2;s\_s(i) = -sqrt(2)/2;

elseif s1\_c(i) == 1 && s1\_s(i) == 0

s\_c(i) = sqrt(2)/2;s\_s(i) = -sqrt(2)/2;

end

end