

# Wireless Communication

## Project 1

410786004 通訊四 蘇家駒

### 1. Abstract

使用 matlab 模擬 Doppler fading。

### 2. Introduction

透過 matlab 產生頻域訊號並在頻域去操作，模擬在 Doppler 之下的 Rayleigh fading channel 是如何表現的。

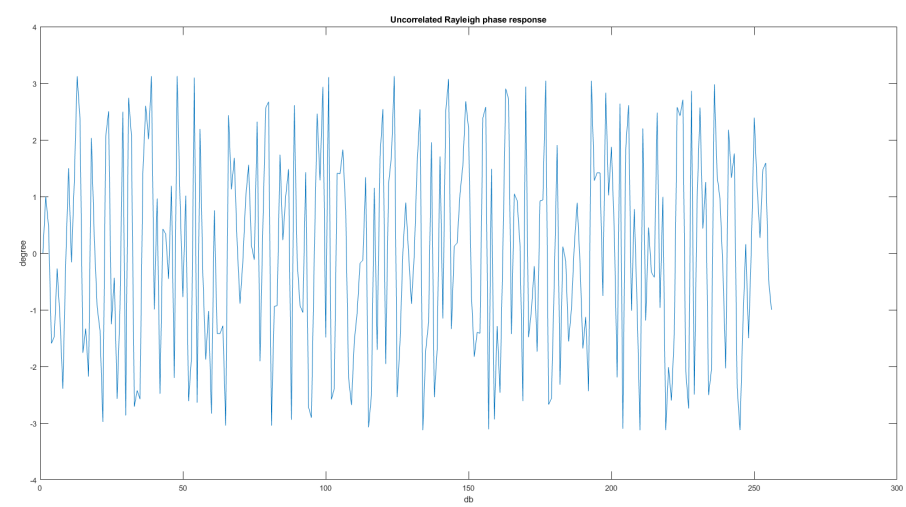
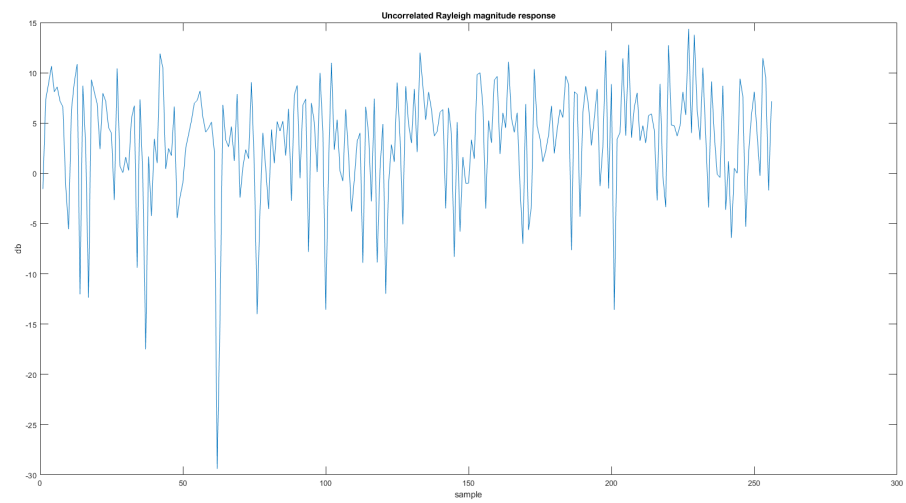
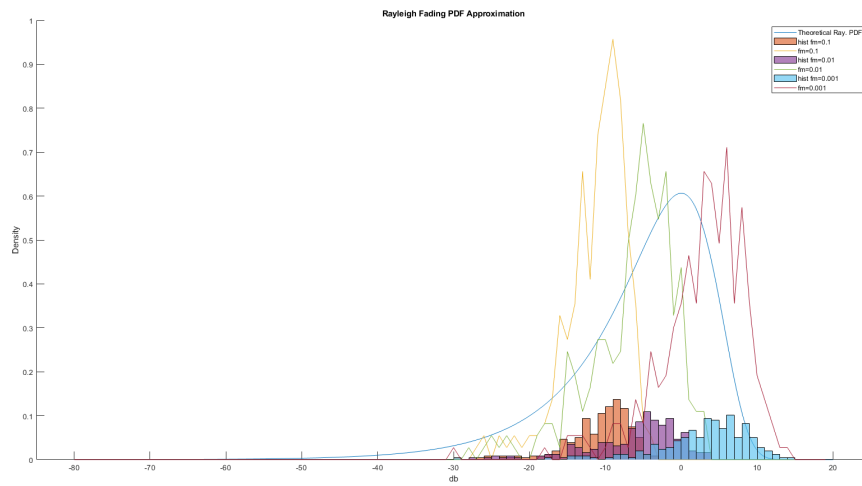
### 3. Methodology

首先產生兩組 complex Gaussian 並將其反轉共扼並連接在一起，成為一個對稱的頻譜。再來根據 Doppler effect 的公式產生出  $S(f)$ ，開根號後與先前產生的 complex Gaussian 相乘，之後個別進行 ifft 並將其結果平方後相加再開根號，該結果即為所求的 Doppler fading channel 的頻率響應。

其中由於 Rayleigh distribution 可表示為兩個 Gaussian 的平方相加開根號，因此才會產生 complex Gaussian 並將其實部虛部平方相加開根號。

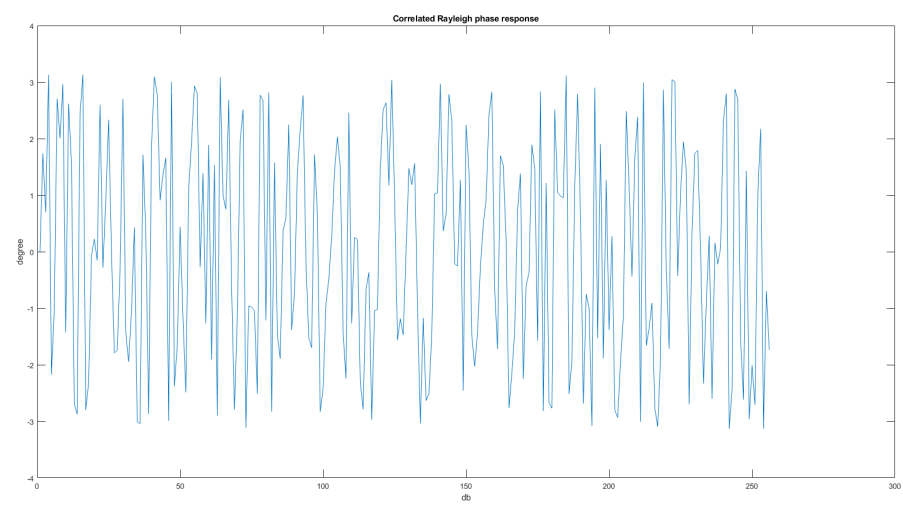
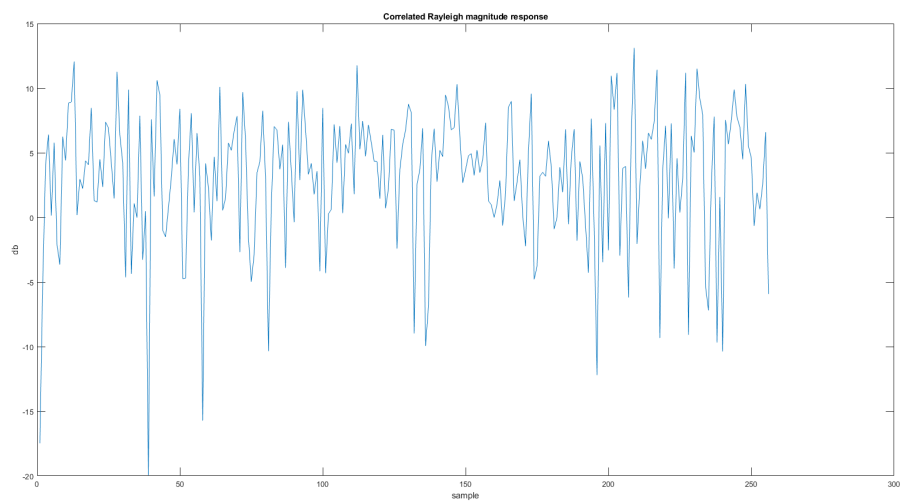
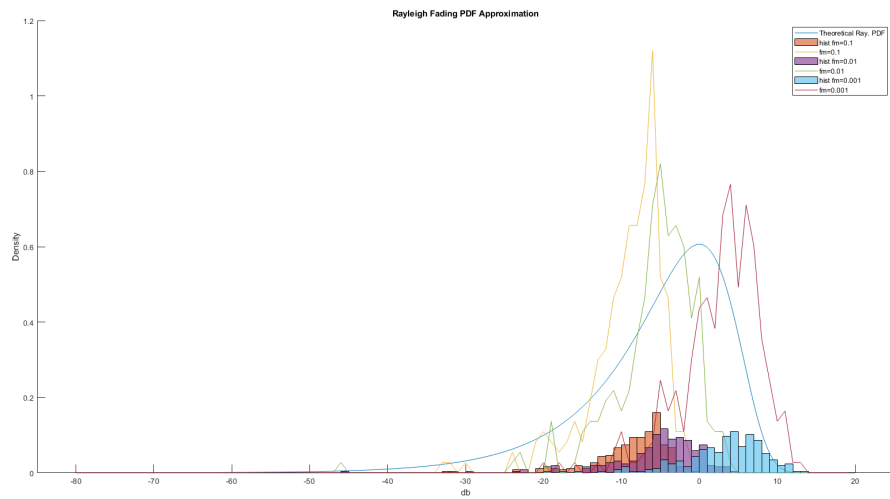
### 4. Conclusion

- 實驗結果
  - 第一組  
N: 256, uncorrelated Rayleigh

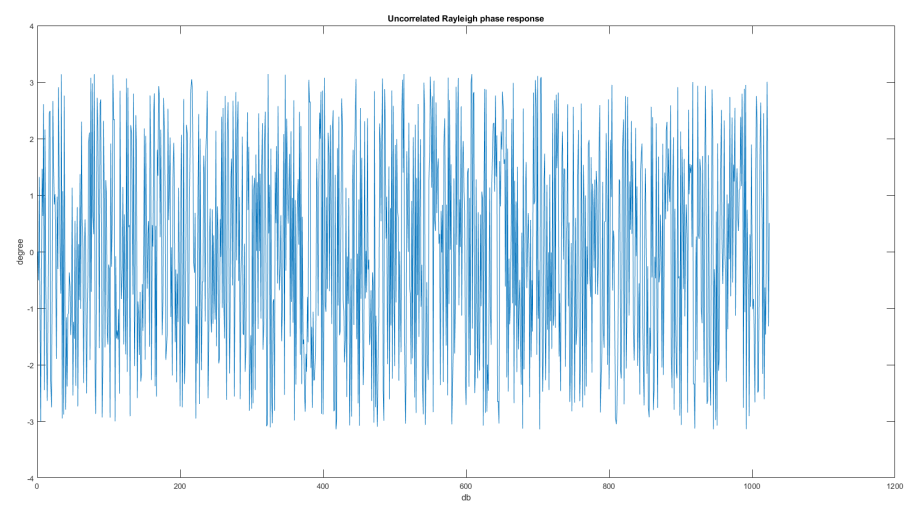
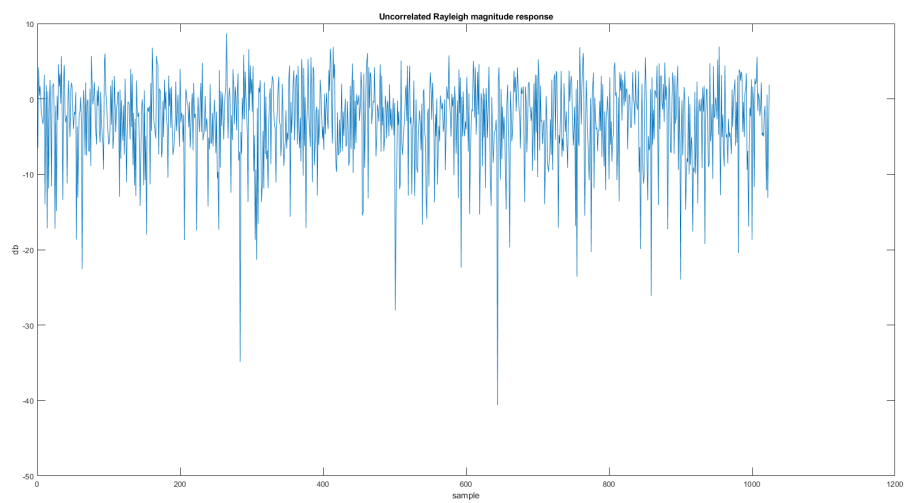
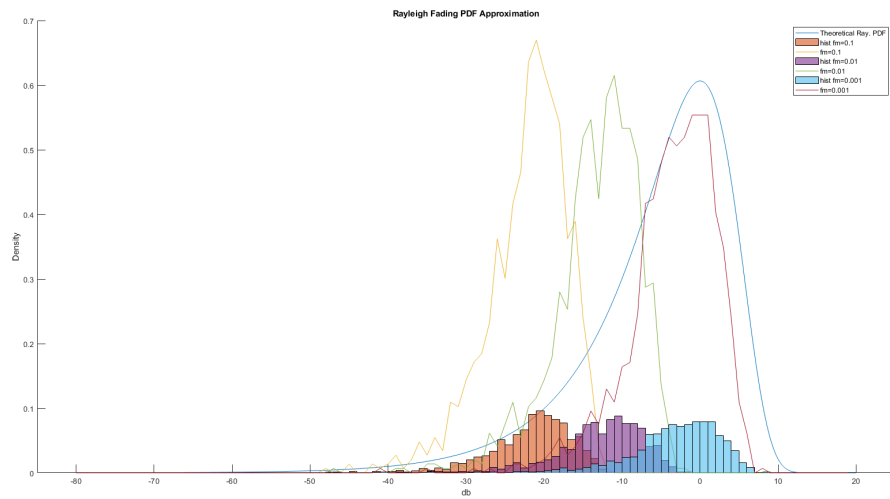


■ 第二組

N: 256, correlated Rayleigh

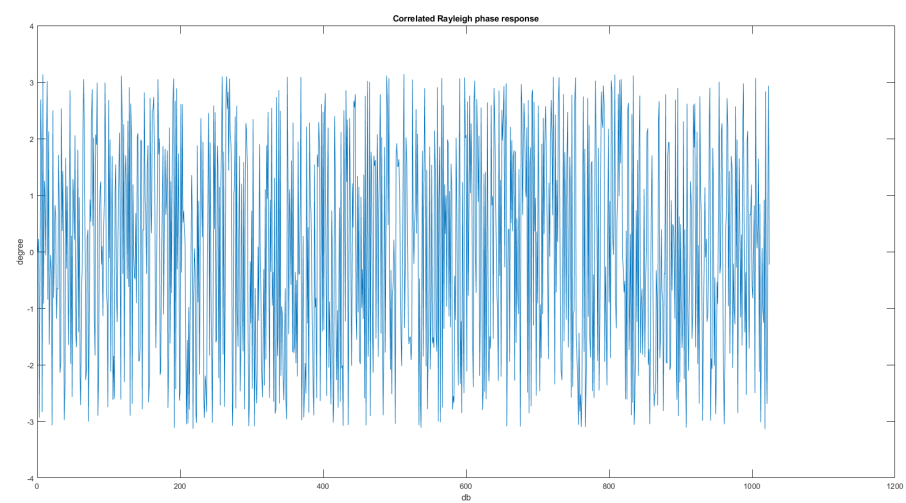
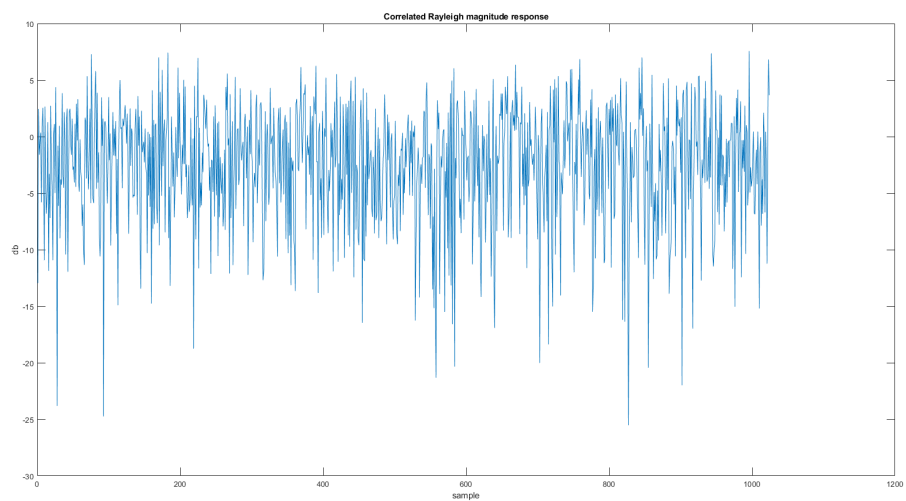
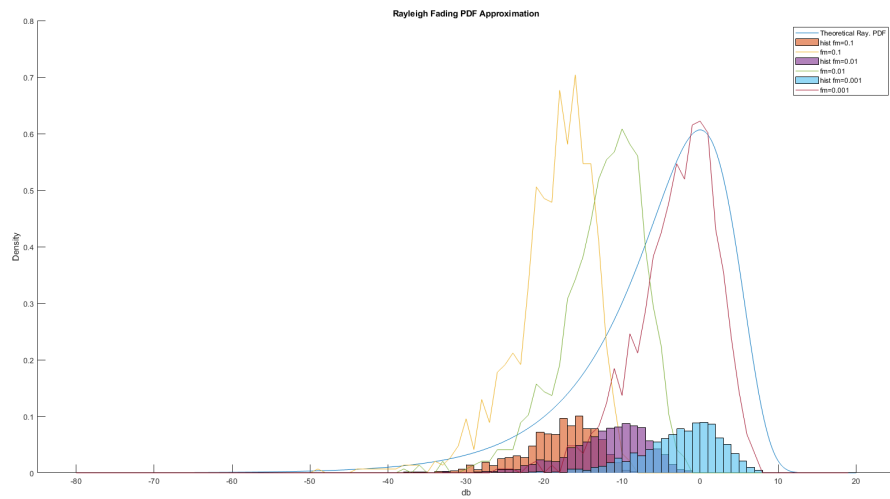


■ 第三組  
N: 1024, uncorrelated Rayleigh



■ 第四組

N: 1024, correlated Rayleigh



● 觀察

本次實驗可以分為兩個面向作觀察：

1.  $f_m$

從觀察  $f_m$  可以發現，當  $f_m$  越大則圖形會越向理論值靠近，在  $f_m=0.001$  的時候最為靠近。

2.  $N$

從觀察模擬的點數可以發現，當  $N$  越大時，模擬出的 pdf 圖形會越好，越趨近真實的情況

## 5. Code

### i. Given correlation matrix

```
R = [1 0; 0 1];          R = [1 0.75; 0.75 1];
L = chol(R);             L = chol(R);
M1 = randn(N/2,2);       M1 = randn(N/2,2);
M1 = M1*L;               M1 = M1*L;
M1 = M1.';               M1 = M1.';

M2 = randn(N/2,2);       M2 = randn(N/2,2);
M2 = M2*L;               M2 = M2*L;
M2 = M2.';               M2 = M2.';
```

其中一個有 correlation (0.75)，一個沒有，接著產生一連串的隨機取樣。

### ii. 產生隨機且對稱的頻譜取樣

```
X1(:,1:N/2) = M1(1,:) + j*M1(2,:);
X1(:,N/2+1:N) = fliplr(conj(M1(1,:) + j*M1(2,:)));
X2(:,1:N/2) = M2(1,:) + j*M2(2,:);
X2(:,N/2+1:N) = fliplr(conj(M2(1,:) + j*M2(2,:)));
|
```

### iii. 產生 $S(f)$

```
S=zeros(1,N);
i = 1;
for fd=-fm:2*fm/(N-1):fm
    S(i)=C/(2*pi*fm*sqrt(1-(fd/fm)^2));
    if S(i) > 1000
        S(i) = 1000;
    end
    i=i+1;
end
S = sqrt(S);
```

#### iv. 將 blockgram 的數學式串起來

```
f1=X1.*S;  
f2=X2.*S;  
  
fft1=abs(fft(f1));  
fft2=abs(fft(f2));  
  
fr1=fft1.^2;  
fr2=fft2.^2;  
r = sqrt(fr1+fr2);
```

#### v. 畫圖

繪出逼近的 Rayleigh PDF

```
edge=[-80:1:20];  
data = mag2db(abs(r));  
h=histogram(data, edge, 'Normalization','pdf');  
value = h.Values*7;  
bin = h.BinEdges;  
bin=bin(1:length(bin)-1);  
plot(bin, value);
```

繪出 amplitude response

```
% plot amp response  
figure(2);  
plot(x, data);  
title('Correlated Rayleigh magnitude response');  
xlabel('sample');  
ylabel('db');
```

繪出 phase response

```
%plot phase response  
figure(3);  
plot(angle(fft(r)));  
title('Correlated Rayleigh phase response');  
xlabel('db');  
ylabel('degree');
```