**东南大学**

**《协作通信与网络》**

**实验报告**

**论文题目： 路径损耗模型 姓 名 学 号 ： 04016216蒋睿哲**

**姓 名 学 号 ： 04016215陆驿宇**

**姓 名 学 号 ： 61516309 孙雅伦**

**学院名称： 信息科学与工程学院 、吴健雄学院**

**2018年10月28日**

## 一、实验目的

实验工具：Matlab R2017b

实验目的：了解三种路径损耗模型中路径损耗与距离的关系，熟练操作matlab软件

## 二、实验要求

1、根据公式（1.1）、(1.2)、（1.3）及（1.5）给出的数学表达式编写程序，得到需要的关系曲线。

2、列出上机的调试程序。

3、进行实验结果的分析和讨论。

4、简述实验心得体会及其他。

## 三、实验内容

**①自由空间传播**  
1.实验原理  
当无线电在自由空间传播时， 在发射机和接收机之间存在一个视距(LOS)路径，此时信号的反射可以忽略。在这种情况下，接收信号的强度可以表达为  


其中：d是发射机和接收机之间的地理距离，Gt和Gr分别是发射机天线和接收机天线的增益，λc是电磁信号的波长。在这里，接收信号功率随着传输距离d平方衰减。

2.实验程序

Matlab调试程序：

程序1.1“plot\_PL\_general.m”,绘制不同的路径损耗模型

%Yiyu Lu

%Southeast University

%2018.10.28

%plot\_PL\_general.m

clear all

clf

clc

fc=1.5e9;

d0=100;

sigma=3;

distance=[1:2:31].^2;

Gt=[1 1 0.5];

Gr=[1 0.5 0.5];

Exp=[2 3 6];

for k=1:3

y\_Free(k,:)=PL\_free(fc,distance,Gt(k),Gr(k));

y\_logdist(k,:)=PL\_logdist\_or\_norm(fc,distance,d0,Exp(k));

y\_lognorm(k,:)=PL\_logdist\_or\_norm(fc,distance,d0,Exp(1),sigma);

end

%subplot(131)

figure(1)

semilogx(distance,y\_Free(1,:),'k-o',distance,y\_Free(2,:),'k-^',distance,y\_Free(3,:),'k-s')

grid on,axis([1 1000 40 110])

title(['Free PL-loss Model,f\_c=',num2str(fc/1e6),'MHz'])

xlabel('Distance[m]'),ylabel('Path loss[dB]')

legend('G\_t=1,G\_r=1','G\_t=1,G\_r=0.5','G\_t=0.5,G\_r=0.5')

hold on

%subplot(132)

figure(2)

semilogx(distance,y\_logdist(1,:),'k-o',distance,y\_logdist(2,:),'k-^',distance,y\_logdist(3,:),'k-s')

grid on,axis([1 1000 40 110])

title(['Log-distance Path-loss Model,f\_c=',num2str(fc/1e6),'MHz'])

xlabel('Distance[m]'),ylabel('Path loss[dB]')

legend('n=2','n=3','n=6')

hold on

%subplot(133)

figure(3)

semilogx(distance,y\_lognorm(1,:),'k-o',distance,y\_lognorm(2,:),'k-^',distance,y\_lognorm(3,:),'k-s')

grid on,axis([1 1000 40 110])

title(['Log-normal Path-loss Model,f\_c=',num2str(fc/1e6),'MHz,','\sigma=',num2str(sigma),'dB'])

xlabel('Distance[m]'),ylabel('Path loss[dB]')

legend('path 1','path 2','path 3')

程序1.2 “PL\_free”，自由空间的路径损耗模型

function PL=PL\_free(fc,dist,Gt,Gr)

%自由空间路径损耗模型

%输入

% fc：载波频率[Hz]

% dist：基站和移动台之间的距离[m]

% Gt：发射机天线增益

% Gr：接收机天线增益

%输出

% PL：路径损耗[dB]

lamda=3e8/fc;

tmp=lamda./(4\*pi\*dist);

if nargin>2,tmp=tmp\*sqrt(Gt);end

if nargin>3,tmp=tmp\*sqrt(Gr);end

PL=-20\*log10(tmp);%Ê½(1.2)/(1.3)

程序1.3 “PL\_logdist\_or\_norm”，对数距离/正态阴影路径损耗模型

function PL=PL\_logdist\_or\_norm(fc,d,d0,n,sigma)

%对数距离或对数阴影路径损耗模型

%输入

% fc：载波频率[Hz]

% d：基站和移动台之间的距离[m]

% d0：参考距离[m]

% n：路径损耗指数

% sigma：方差[dB]

%输出

% PL：路径损耗[dB]

lamda=3e8/fc;

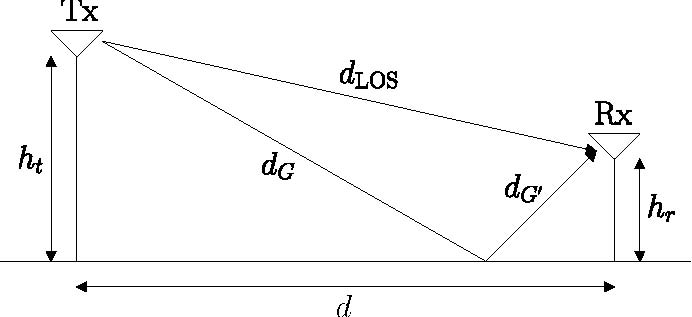
PL=-20\*log10(lamda/(4\*pi\*d0))+10\*n\*log10(d/d0);%Ê½(1.4)

if nargin>4

PL=PL+sigma\*randn(size(d));%Ê½(1.5)

end

**②两径模型**  
1.实验原理



两径模型中，窄带信号的接收功率公式为：

(1.1)

=2()/是直射信号和反射信号的相位差，d表示收发天线的水平距离，表示发射天线高度，表示接收天线高度，关系如下：

*l*= （1.2）

临界距离 ,当距离d远远大于传输天线和接收天线的高度时，接收信号功率近似为：

（1.3）

2.实验程序

Matlab调试程序：

程序1.1“plot\_twoway.m”

%Yalun Sun

%SEU

%2018-10-22

%twoway

clear all

clc

clf

d=1:1:100000;

db=10\*log10(d);

Pr=twoway(d,1);

db\_Pr=10\*log10(Pr)-10\*log10(Pr(1));

plot(db,db\_Pr);

title('两径模型');

xlabel('10log10(d)');

ylabel('接收功率Pr(dB)');

程序1.2 “twoway”

%Yalun Sun

%SEU

%2018-10-15

%plot\_twoway

function [pr,dc] =twoway(d,Gr) %接收功率

Pt=1;%发射功率

%f=900\*10^6;%波频

f=900000000;%波频

c=300000000;%波速

lam=c/f;%波长

R=-1;

ht=50;%发送天线高度

hr=2;%接收天线高度

Gl=1;%发送天线增益

dc=4\*ht\*hr/lam;%临界距离

l=sqrt((ht-hr)^2+d.^2);

x=sqrt((ht+hr)^2+d.^2);

fai=2\*pi\*(x-l)/lam;

e=exp(1);

pr=Pt\*((lam/(4\*pi))^2)\*((abs(sqrt(Gl)./l+R\*sqrt(Gr)\*e.^(-1i\*fai)./x)).^2);%接收功率,并dB化

end

**③一般路径损耗模型**1.实验原理

为实施无线通信系统的分析研究， 在实践中经常采用一个简单的路径损耗模型如下:

 -------------（1）

其中：

d0是参考距离；

K是一个与天线增益和平均信道衰减相关的常数，常数K从参考距离d0处接收功率的经验平均获得；

α是路径损耗指数。

简化的路径损耗模型以分贝单位表示：

-----------（2）

2.实验程序

Matlab调试程序：

程序1.1“PL\_general.m”

%Ruizhe Jiang

%Southeast University

%2018.10.27

%plot\_PL\_general.m

clear all

clf

clc

k=[1 2 3];

distance=[1:2:31].^2;

a=[2 3 4];

d0=100;

for m=1:3

y\_general(m,:)=PLgeneral(a(m),k(m),d0,distance);

end

semilogx(distance,y\_general(1,:),'k-o',distance,y\_general(2,:),'k-^',distance,y\_general(3,:),'k-s')

title(['General PL-loss Model'])

xlabel('Distance[m]'),ylabel('Path loss[dB]')

legend('k=1,a=2','k=2,a=3','k=3,a=4')

hold on

程序1.2 “PLgeneral”

function PL = PLgeneral( a,k,d0,d )

%Ruizhe Jiang

%a为损耗指数

%k是一个与天线增益和平均信道衰减相关的常数

%d0是参考距离

%d是实际距离

PL=k-a\*log10(d/d0);

end

## 四、实验结果 ①自由空间传播

图1.1自由空间路径损耗模型  


图1.2 对数距离路径损耗模型  


图1.3 对数正态阴影路径损耗模型  
②两径模型  
 图1.4两径损耗模型

## ③一般路径损耗模型

图1.5一般路径损耗模型

## 五、实验总结

图1.1显示了在不同天线增益的情况下，自由空间的路径损耗随距离而变化的曲线图，其中载波频率fc=1.5GHz。很明显，天线增益减小时，路径损耗增加。

图1.2所示为式（1.4）在载波频率fc=1.5GHz的对数距离路径损耗。从图中可以清楚地看到，路径损耗随着路径损耗指数n的增大而增大。

图1.3所示为服从对数正态阴影模型的路径损耗，其中fc=1.5GHz，=3dB，n=2。从图中可以清楚地看到，在确定性地对数路径损耗模型上叠加了阴影产生地随机效应。

图1.4显示，当保持两径模型中天线间的斜线距离不变，接收天线增益不变时，接收功率与距离的关系可以分为三个部分。距离较小（d<）时，接收天线功率随距离增加而增加；当距离d处于和dc之间时，接收天线功率出现一系列极大值极小值，跳变剧烈，每十倍距离下降20dB；当距离d>dc时，接收天线功率随距离增大而下降，每十倍距离下降40dB。  
 图1.5显示，在一般路径损耗模型中，路径损耗与距离成对数关系（若将距离用对数表示，则成线性关系）。随着k和a的增加，路径损耗的下降越快。但三条曲线最后在1000米左右是路径损耗基本相同，为-1DB。

通过实验，我们组成员更加了解了三种路径损耗模型的原理，以及信号衰落的具体情况，也能够更加熟练的使用MATLAB。