OFDM 频域模型验证

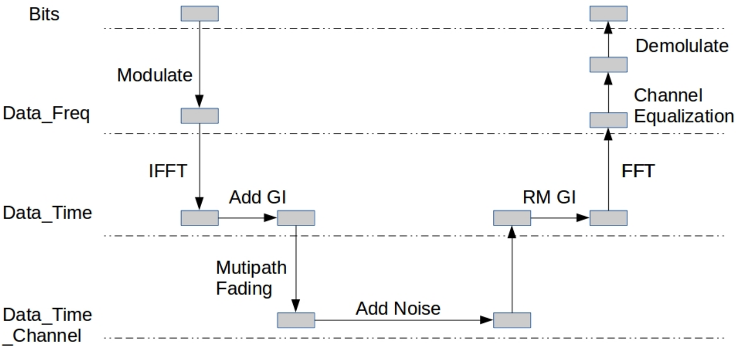
李昊

2018 年 6 月 22 日

通信系统仿真大作业

整体框架

整体框架–流程描述



既然是频域 -> 时域 -> 频域模型，
那么能否将时域部分封装为一个频域的矩阵，
而不必从时域来考虑问题？

整体框架–数学描述

$$\hat{Y} = FHF^{-1}X + FW$$

$$Y = \hat{Y} * \frac{H_0^*}{||H_0||^2}$$

$$H_0 = \frac{P_{Re}}{P_{Tr}}$$

数字实现

数字实现—信道矩阵

方法一: 加循环前缀和循环延时

$HX =$

$$\begin{pmatrix} h(Q-1) & \dots & h(0) & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & h(Q-1) & \dots & h(0) & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & h(Q-1) & \dots & h(0) & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \dots & 0 & h(Q-1) & \dots & h(0) & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & h(Q-1) & \dots & h(0) & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & h(Q-1) & \dots & h(0) & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & h(Q-1) & \dots & h(0) \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} X(-N_{CP}-Q+1) \\ \dots \\ X(-N_{CP}) \\ \dots \\ X(-1) \\ X(0) \\ X(1) \\ \dots \\ X(N-1) \end{pmatrix}$$

$if\ \mathsf{n}<0, then\ X(n) = X(n+N)$

方法二: 由于循环矩阵的特性, 在矩阵运算中可以将其省略

$HX =$

$$\begin{pmatrix} h(0) & 0 & \dots & h(Q-1) & \dots & h(1) \\ h(1) & h(0) & 0 & \dots & h(Q-1) & \dots \\ \dots & h(1) & h(0) & 0 & \dots & h(Q-1) \\ h(Q-1) & \dots & h(1) & h(0) & 0 & \dots \\ \dots & h(Q-1) & \dots & h(1) & h(0) & 0 \\ 0 & \dots & h(Q-1) & \dots & h(1) & h(0) \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} X(0) \\ X(1) \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ X(N-1) \end{pmatrix}$$

数字实现— F, F^{-1}, W

$$F = e^{(-j2\pi(k-1)(n-1)/N)}$$

$$F^{-1} = e^{(j2\pi(k-1)(n-1)/N)}$$

$$W = randn() * NoisePower$$

数字实现— 主函数

```
%%配置参数
rng(100)
Delays = [0 1 2];MaxDelay = max(Delays);
Weights = [3 4 5];
NumCarry = 10;
NumCP = 2;
NumSymble = 4;
Mod_level = 4;
SNR_db = 10;
%%开始运行
X_bits = gen_X(NumCarry, NumSymble*2);
X_data = ofdm.modulation(X_bits, Mod_level);
W = gen_W(NumCarry, NumSymble, SNR_db);
H = gen_H(NumCarry, Delays, Weights);
H_old = gen_H_old(NumCarry, Delays, Weights, NumCP);
Y_data = way_matrix(X_data, H , W);
Y_data_old = way_matrix_old(X_data, H_old , W, NumCP, MaxDelay);
Y_bits = ofdm.demodulation(Y_data, Mod_level);
Y_bits_old = ofdm.demodulation(Y_data_old, Mod_level);
diff_Y_Y_old=sum(sum(Y_bits~=Y_bits_old));
dif_Y_X=sum(sum(Y_bits~=X_bits));
sprintf('两种方法得到的Y_bits差异值为%d', diff_Y_Y_old)
sprintf('在SNR_DB=%d的情况下,␣误比特个数为%d',SNR_db, dif_Y_X)
```

数字实现— 方法二

```matlab

%% 通过矩阵的方式完成一个frame的ofdm, 输入和输出都是调制信号
% input:
%   X:  调制后的发送信号, 格式为[preamble, x1, x2...], preamble, xn 都是列向量
%   H:  信道矩阵
%   W:噪声矩阵
% output:
%   Y:  输出序列
function Y = way_matrix(X, H,  W)
  [NumCarry, NumSymble] = size(X);
  [F, Fi] = gen_F(NumCarry);
  Y = F*(H*(Fi*(X)))+F*W;
  Hi = Y(:,1)./X(:,1);
  Hi = repmat(Hi,[1,NumSymble]);
  Y = Y./Hi;
end
```

数字实现— 方法一

```matlab

%% 通过矩阵的方式完成一个frame的ofdm, 输入和输出都是调制信号
% input:
%   X:  调制后的发送信号, 格式为[preamble, x1, x2...], preamble, xn 都是列向量
%   H:  信道矩阵
%   W:噪声矩阵
% output:
%   Y:  输出序列
function Y = way_matrix_old(X, H,  W, NumCP, MaxDelay)
  [F, Fi] = gen_F(size(W,1));
  X_time = (Fi*(X));
  X_time_CP_Delay = [X_time(end-(NumCP+MaxDelay-1):end,:);X_time];
  X_time_CP_H = H*X_time_CP_Delay ;
  X_time_H_W = X_time_CP_H(1+(NumCP):end,:)+W;
  Y = F*X_time_H_W;
  Hi = Y(:,1)./X(:,1);
  Hi = repmat(Hi,[1,size(X,2)]);
  Y = Y./Hi;
end
```

结果分析

结果分析

```
ans =

两种方法得到的Y_bits差异值为0


ans =

在SNR_DB=10的情况下，误比特个数为2
```

1. 两种方法得到的结果一致, 符合预期
2. 效果相同, 但是方法二明显更加节省资源
3. 统一封装, 一个更大的世界

最后要说的话—广告时间

感谢老师同学们的耐心帮助

https://github.com/lihao2333/mtheme/tree/ofdm

https:
//github.com/lihao2333/TP_TelSimulation/tree/ofdm

期待你的 follow 和 star