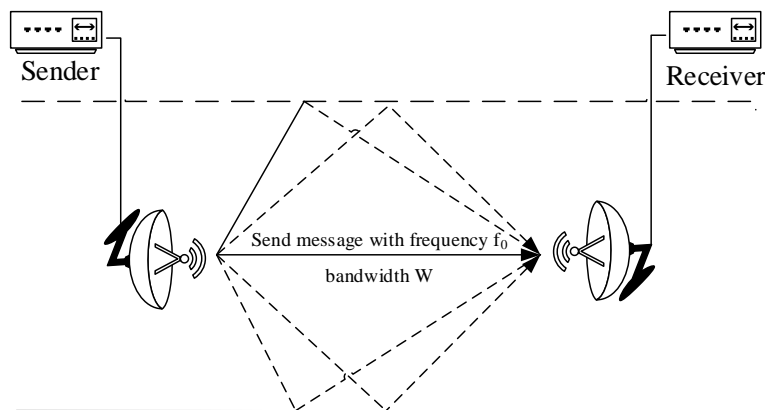


水声通信仿真报告

Underwater acoustic communication Simulation report

1. 水声通信仿真模型



图一、水声通信仿真模型

2. 调制方式及信道设置

要求：MFSK、带宽 20kHz-30kHz、采样率 80kHz、通信速率 2kbps。

2.1 调制方式设置

① 4FSK

采用 4FSK 调制方式，码元速率为 1000 波特，通信速率为 2kbps。码元宽度为 1ms，其中保护间隔为 0.2ms，采样频率为 80KHz。选取的载波频率为 12kHz、19kHz、25kHz 和 32kHz，通信带宽约为 20kHz。

② 8FSK

采用 8FSK 调制方式，码元速率为 1000 波特，通信速率为 2kbps。码元宽度为 1ms，其中保护间隔为 0.2ms，采样频率为 80KHz。码元结构为 LFM 同步信号-信息码元-LFM 同步信号。选取的载波频率为 12kHz、15kHz、18kHz、21kHz、24kHz、27kHz、30kHz 和 32kHz，通信带宽约为 20kHz。

2.2 信道设置

① 莱斯信道

莱斯信道：采样频率选取80Khz，由于水声信道衰弱可以暂时简化，只考虑五条路径，路径长度假设为[100, 115, 130, 160, 220, 250]。由于水下声速大概为1450-1540m/s, 因此相较于直线传播的时延设置为[0 15 30 60 120 150]/1.5e3。信道增益设置为 [0 -10 -13 -15 -18 -22]。k=5 莱斯信道K-factor ,k为标量的时候第一条路径服从莱斯分布, 其余路径服从瑞利分布
采用Matlab自带函数构造莱斯信道：

```
chan = ricianchan(Ts, fD, k, pathDelays, avgPathGains);
```

② 瑞利信道

瑞利信道：采样频率选取80Khz，由于水声信道衰减可以暂时简化，只考虑五条路径，路径长度假设为[100, 115, 130, 160, 220, 250]。由于水下声速大概为1450-1540m/s, 因此相较于直线传播的时延设置为[0 15 30 60 120 150]/1.5e3。信道增益设置为[0 -10 -13 -15 -18 -22]。

采用Matlab自带函数构造瑞利信道：

```
chan = rayleighchan(Ts, fD, pathDelays, avgPathGains);
```

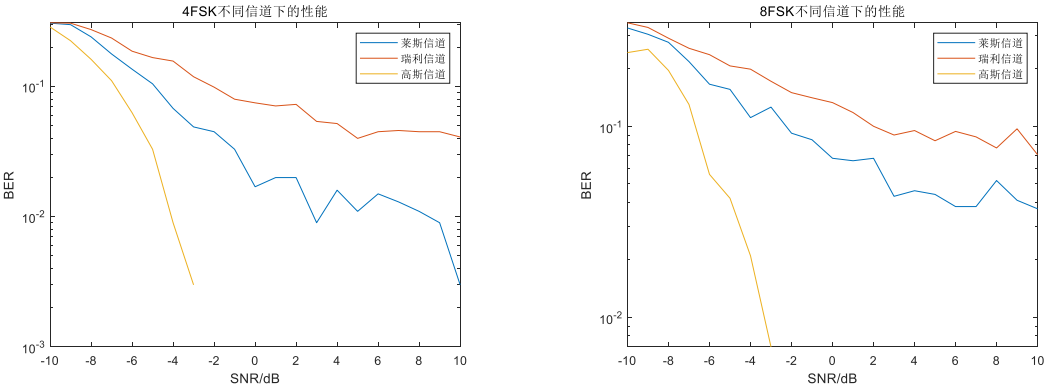
③ 高斯信道

高斯信道即为恒参信道，即信号通过信道后叠加一个高斯噪声，其中k为信噪比单位为dB，如下所示：

```
y2=awgn(y1, snr(k), 'measured');
```

3. 仿真结果

① 4FSK、8FSK 在高斯信道、瑞利信道和莱斯信道，不同信噪比下的误码率：



a. 4FSK 不同信道下误码性能对比

b. 8FSK 不同信道下误码性能对比

② 4FSK、8FSK 在 [-10, 10] 噪声强度下的平均误码率对比

	4FKS	8FSK
高斯信道误码率	0.0425	0.0452
瑞利信道误码率	0.1201	0.1609
莱斯信道误码率	0.0764	0.1144

分析：

- 1、4FSK在莱斯信道中传播误码率相比8FSK降低了7.4%。
- 2、4FSK在瑞利信道中传播误码率相比8FSK降低了21.07%。
- 3、4FSK在高斯信道中传播误码率相比8FSK降低了20.2%。

通过仿真结果可以看出，误码率随着信噪比的升高而降低，与符合理论计算值。实验中加入了保护间隔，序列长度为 1000。

结论：

- 1、 4FSK 在相同信噪比时，不论是在高斯信道、瑞利信道还是莱斯信道误码率都要小于 8FSK，说明 4FSK 相比 8FSK 的抗噪性能会更好。
- 2、 同样的信噪比下不论是通过 4FSK 还是 8FSK 调制，高斯信道的误码率要小于莱斯信道小于瑞利信道。