

# 作业 2. 调制解调技术

郑琬仪 软02 2020012364

## 一、脉冲间隔信号调制与解调

理解基于脉冲间隔的信号调制与解调方法，编程实现基于脉冲间隔的信号调制函数与解调函数：（2 分）

a) 调制函数的输入为 010011101100101，输出为调制后的声音信号，将声音信号保存成 WAV 格式文件。

b) 解调函数的输入为 a) 中产生的声音文件，输出为解调后得到的二进制符号组合。

c) 参数要求：采样频率 48kHz；脉冲信号频率 20kHz；振幅 1；起始相位 0；脉冲持续时间 10ms；脉冲间隔：20ms（比特 0）、30ms（比特 1）。注：此处“脉冲间隔”指相邻比特信号开始时间的的时间差。

### （一）参数要求处理：

```
% 信号参数
Fs = 48e3; % 采样频率 48kHz
T = 0.01; % 脉冲持续时间 10ms
f = 20e3; % 脉冲信号频率 20kHz
A = 1;
t = 0:1/Fs:T;

% 基础信号
pulse = A*cos(2*pi*f*t); % 脉冲信号
interval = zeros(1,Fs*T); % 间隔 10ms
bit_0 = [pulse, interval]; % 20ms
bit_1 = [pulse, interval, interval]; % 30ms
```

### （二）结果

```
>> hw2_1
声波信号已保存为 modulatedAudio
ans: 0 1 0 0 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0 1
```

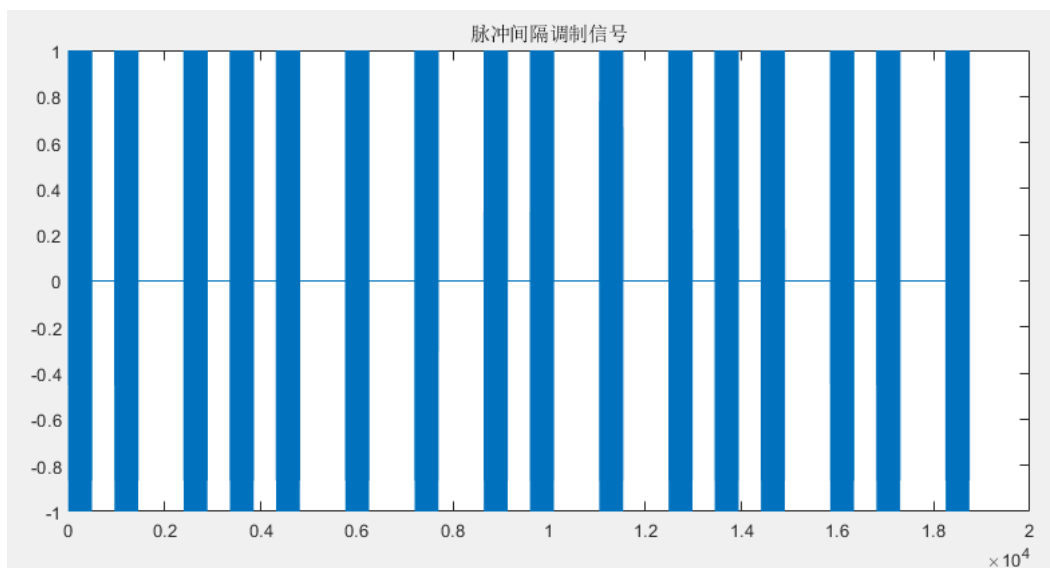
### （三）实验过程

#### 1. 基于脉冲间隔的信号调制

---

```
1 Code_array = [0,1,0,0,1,1,1,0,1,1,0,0,1,0,1]; % 输入的二进制串
2 % 信号调制 function Modulator(Code_array, fileName, SNR)
3 Modulator(Code_array, 'modulatedAudio', 0)
```

---



## 2. 基于脉冲间隔的信号解调

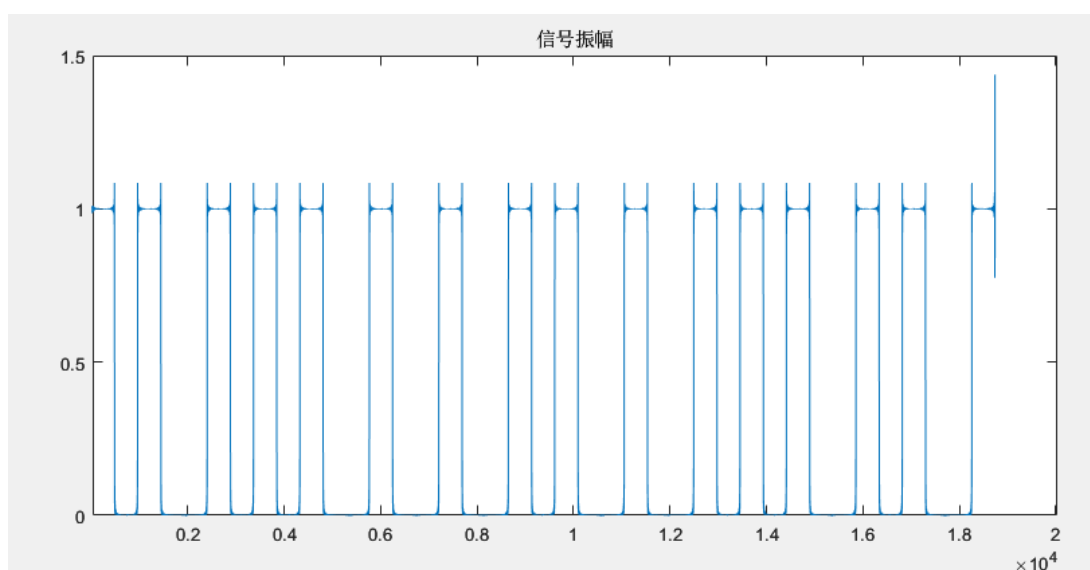
---

```

1 % 脉冲间隔信号解调 Demodulator(fileName)
2 Demodulator('modulatedAudio')

```

---



1. 定义输入的二进制数据序列 `Code_array`

2. 调制 (Modulation) :

- 创建了脉冲信号 `pulse`，这是一个正弦波脉冲信号，以及间隔信号 `interval`。
- 定义了两种基本信号 `bit_0` 和 `bit_1`，分别表示二进制0和1的脉冲间隔信号。
- 通过遍历输入的 `Code_array`，将每个二进制位映射到相应的脉冲信号，然后连接它们以生成最终的脉冲间隔调制信号。

3. 解调 (Demodulation) :

- 使用 Hilbert 变换提取信号振幅，将信号从复数域转换为实数域。
- 寻找脉冲边界：遍历信号，并通过振幅变化来寻找脉冲的起始和结束。
- 根据振幅和脉冲间隔的阈值条件来判断每个脉冲的二进制值（0或1）。

- 打印解调结果。

## 二、BPSK信号调制与解调

理解基于相位特征的信号调制与解调方法，编程实现二元相移键控（BPSK）信号调制函数与解调函数：（3 分）

- a) 调制函数的输入为 0100111011001010，输出为调制后的声音信号，将声音信号保存成 WAV 格式文件。
- b) 解调函数的输入为 a) 中产生的声音文件，输出为解调后得到的二进制符号组合。
- c) 参数要求：采样频率48kHz；信号频率20kHz；振幅1；调制符号长度25ms。

### （一）参数要求

```
Sample_frequency = 48e3; % 采样频率
Symbol_duration = 0.025; % 调制符号持续时间
Base_frequency = 20e3; % 调制信号频率
```

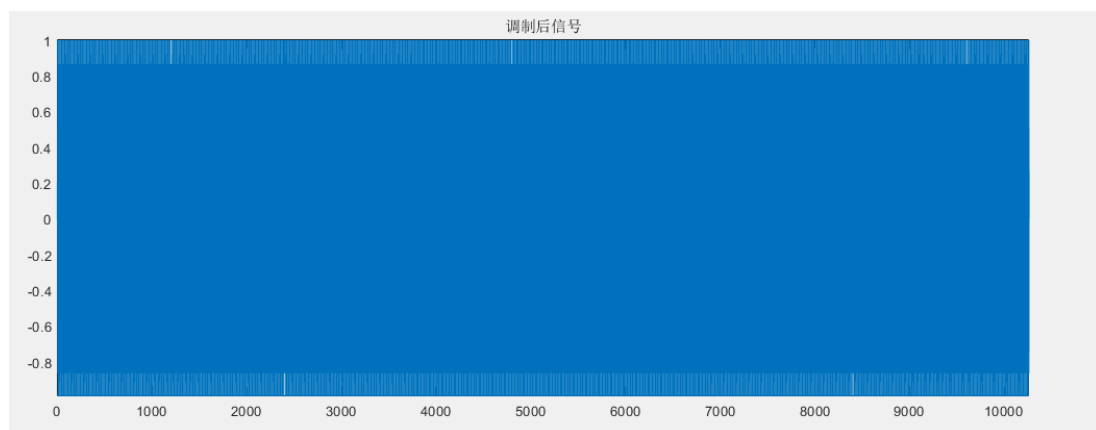
### （二）结果

```
>> hw2_2
声波信号已保存为 bpsk
ans: 0 1 0 0 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0 1 0
```

### （三）实验过程

#### 1. BPSK信号调制

```
1 Code_array = [0,1,0,0,1,1,1,0,1,1,0,0,1,0,1,0]; % 输入的二进制串
2 % 信号调制 function Modulator(Code_array, fileName, SNR)
3 Modulator(Code_array, 'bpsk', 10)
```



#### 2. BPSK信号调制

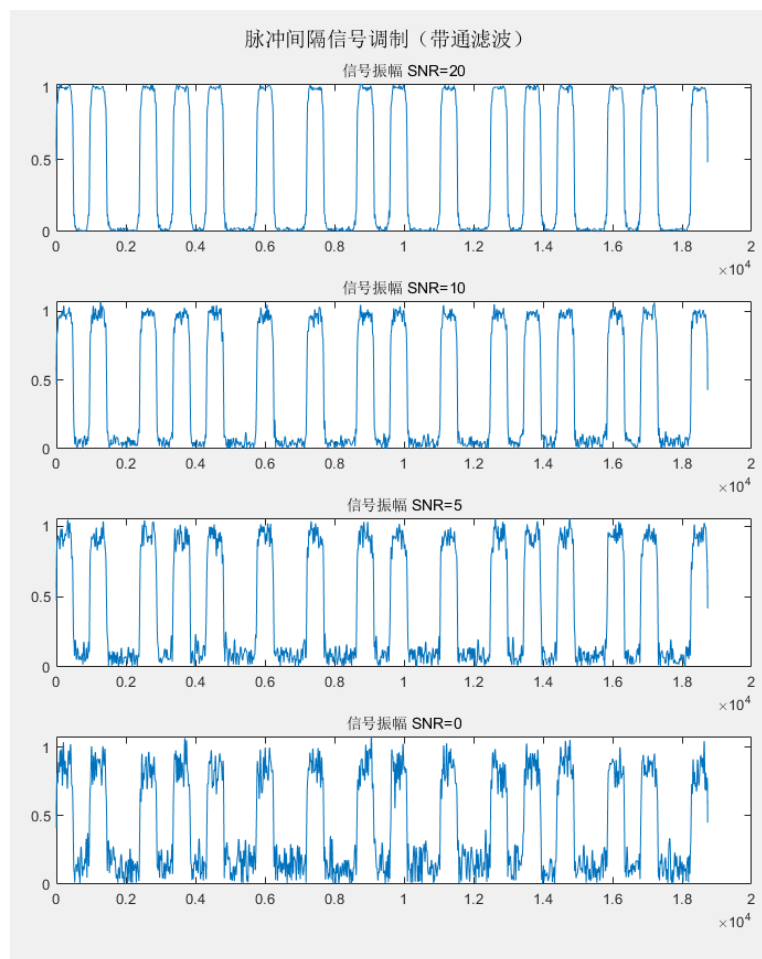
```
1 % BPSK解调 Demodulator(fileName)
2 Demodulator('bpsk')
```



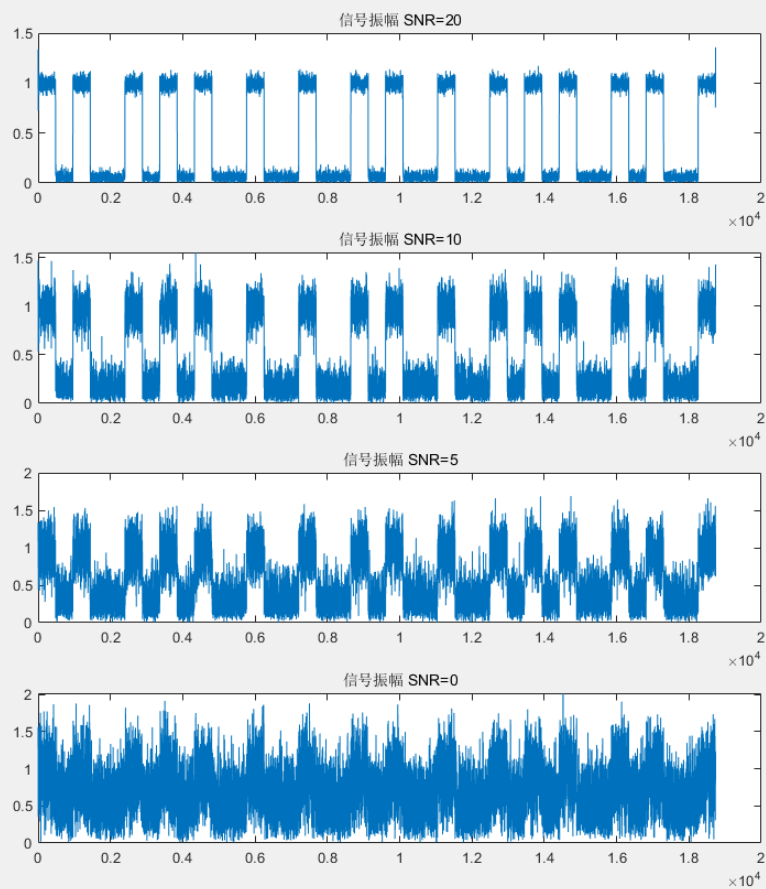
```
1 original:
2 0 1 0 0 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0 1
3 ans:
4 0 0 1 0 0 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0 1 0
5 len: 17
```

总长度为17，比输入前后个多出一个 0，为白噪经过滤波后的误差，去除后准确率仍然为100%。

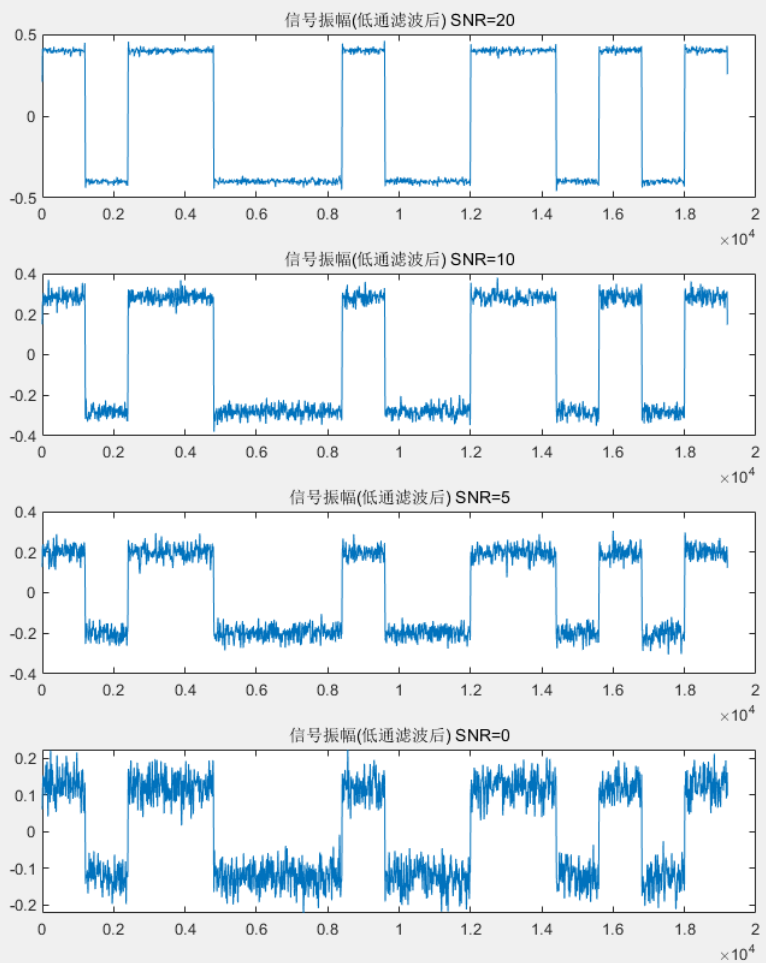
考虑前15位，准确率为 6/15。

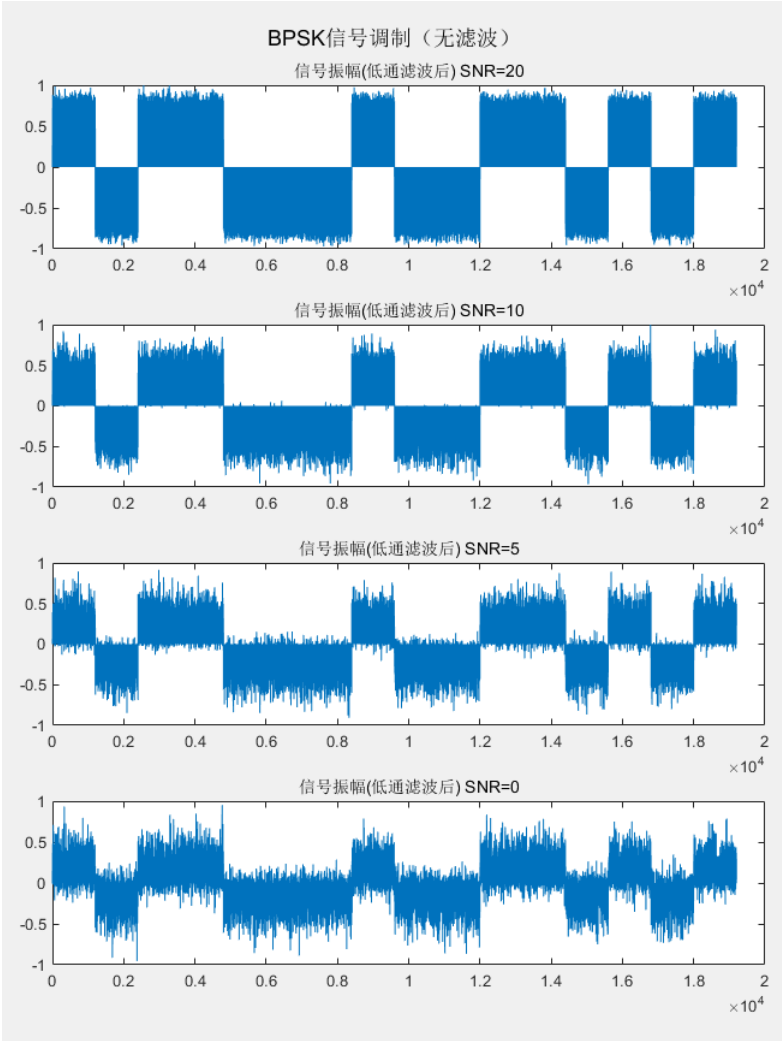


### 脉冲间隔信号调制（无滤波）



### BPSK信号调制（低通滤波）





**（二）BPSK调制符号长度**

b) BPSK 中，调制符号长度对解码正确率有一定影响。修改 BPSK 代码中的调制符号长度，将其调整为原长度的 2 倍、4 倍、8 倍、16 倍，在信噪比为 10dB 时，分别测量上述各符号长度对应的传输成功率。

**1. 结果：**

调制符号长度 (ms)	BPSK (低通滤波)
0.025	100%
0.05	100%
0.1	100%
0.2	100%
0.4	100%

在信噪比为10db下，将调制符号长度修改后，并没有影响BPSK的调制结果和传输成功率。

```
1  声波信号已保存为 bpsk
2  ans: 0  1  0  0  1  1  1  0  1  1  0  0  1  0  1  0
3  len: 16
```

