

实验二 离散信号的时域分析

1.实验目的

- (1) 学习 MATLAB 软件及其在信号处理中的应用，加深对常用离散时间信号的理解。
- (2) 利用 MATLAB 产生常见离散时间信号及其图形的显示，进行简单运算。
- (3) 熟悉 MATLAB 对离散信号的处理及其应用。

2.实验原理

离散时间信号是时间为离散变量的信号。其函数值在时间上是不连续的“序列”。

(1) 单位抽样序列

$$\delta(n) = \begin{cases} 1 & n = 0 \\ 0 & n \neq 0 \end{cases}$$

如果序列在时间轴上面有 K 个单位的延迟，则可以得到 $\delta(n-k)$ ，即：

$$\delta(n-k) = \begin{cases} 1, & n = k \\ 0, & n \neq k \end{cases}$$

该序列可以用 MATLAB 中的 zeros 函数来实现。

(2) 正弦序列

$$x(n) = A \sin(2\pi fn / Fs + \varphi)$$

可以利用 sin 函数来产生。

(3) 指数序列

$$x(n) = a^n \varepsilon(n), a \in R$$

在 MATLAB 中通过： $n = 0:N-1$; 和 $x = a.^n$; 来实现。

3.实验内容及其步骤

- (1) 复习有关离散时间信号的有关内容。
- (2) 通过程序实现上述几种信号的产生，并进行简单的运算操作。

单位抽样序列

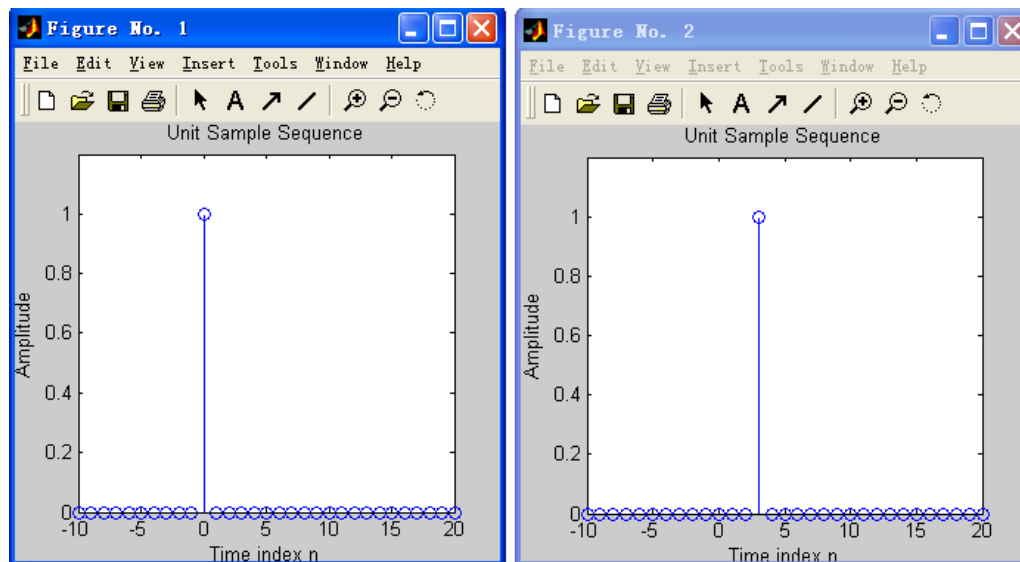
$$\delta(n) = \begin{cases} 1 & n = 0 \\ 0 & n \neq 0 \end{cases}$$

参考：% Generation of a Unit Sample Sequence

```
clf;
% Generate a vector from -10 to 20
n = -10:20;
% Generate the unit sample sequence
u = [zeros(1,10) 1 zeros(1,20)];
% Plot the unit sample sequence
stem(n,u);
xlabel('Time index n');ylabel('Amplitude');
title('Unit Sample Sequence');
axis([-10 20 0 1.2]);
```

如果序列在时间轴上面有 K 个单位的延迟，则可以得到 $\delta(n-k)$ ，即：

$$\delta(n-k) = \begin{cases} 1, & n = k \\ 0, & n \neq k \end{cases}, \text{ 通过程序来实现如下所示结果。}$$



正弦序列

$$x(n) = A \sin(2\pi f n / F_s + \varphi)$$

参考：% Generation of a sinusoidal sequence

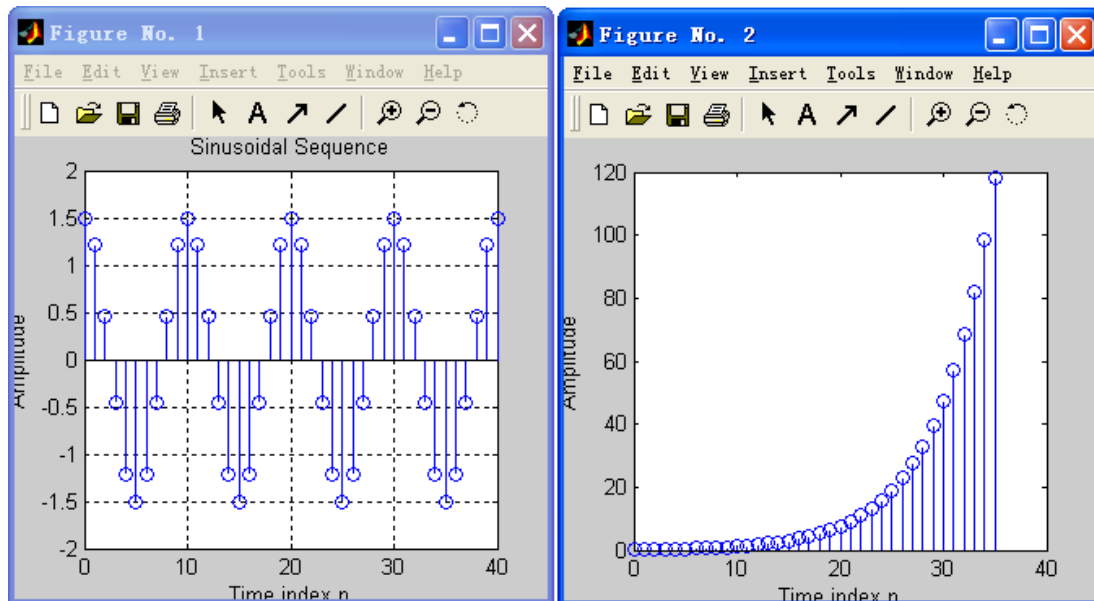
```
n = 0:40;          f = 0.1;
phase = 0;          A = 1.5;
arg = 2*pi*f*n - phase;  x = A*cos(arg);
clf;                % Clear old graph
stem(n,x);          % Plot the generated sequence
axis([0 40 -2 2]);  grid;
title('Sinusoidal Sequence'); xlabel('Time index n');
ylabel('Amplitude'); axis;
```

指数序列

$$x(n) = a^n \varepsilon(n), a \in R$$

参考：% Generation of a real exponential sequence

```
clf;      n = 0:35;    a = 1.2;    K = 0.2;
x = K*a.^n;          stem(n,x);
xlabel('Time index n'); ylabel('Amplitude');
```



(3) 加深对离散时间信号及其特性的理解，对于离散信号能进行基本的运算（例如信号加、乘、延迟等等），并且绘出其图形。

参考：信号加。信号 x_1 和 x_2 应该具有相同的长度，位置对应才可以进行相加运算，否则须先通过 `zeros` 函数左右补零后方可运算。

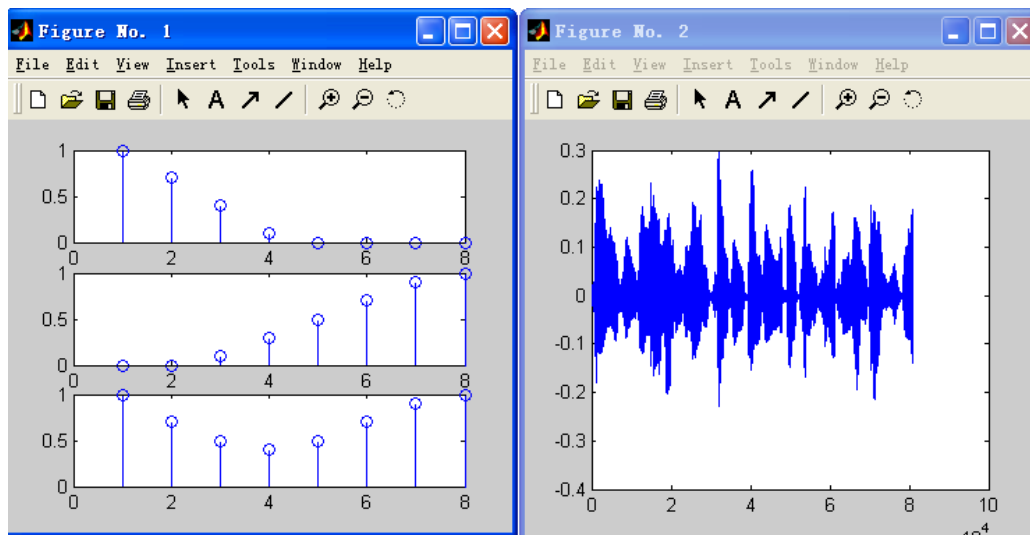
```
n1=1:5; x10=[1 0.7 0.4 0.1 0];
n2=3:8; x20=[0.1 0.3 0.5 0.7 0.9 1];
n=1:8;
x1=[x10 zeros(1,8-length(n1))];%右边补 3 个零
x2=[zeros(1,8-length(n2)) x20];%左面补 2 个零
x=x1+x2;
subplot(3,1,1);stem(n,x1);
subplot(3,1,2);stem(n,x2);
subplot(3,1,3);stem(n,x);
```

(4) 通过实际的操作应用，实现对一段语音信号的简单处理。

对于一段语音信号，从中截取数秒以“.wav”形式进行保存，并且对语音信号进行读入、波形显示等操作。

参考：对于一段存放在“C:\MATLAB6p5\work\speech\”语音信号“f3.wav”，进行操作：

```
x=('C:\MATLAB6p5\work\speech\f3.wav');y=wavread(x);plot(y);sound(y,16000)
```



4. 实验用 MATLAB 函数介绍

其中在实验过程中常用到的 MATLAB 指令（函数名）有：clf, zeros, ones, length, wavread, sound 命令等，具体调用格式参看“help”或者查阅相关书籍。另外，在具体的实验过程中也可以根据实际需要自己定义函数。

5. 思考题

- (1) 离散时间信号在时域上有何特点。
- (2) 总结实验过程中所得到的结论，并能进行分析处理。
- (3) 对实验过程中所涉及的问题进行分析，对于信号经过时延之后，试编写和修改相应的程序，得出最终正确的结果和波形图，并对实验报告进行整理分析。
- (4) 对于离散时间信号进行计算。

6. 实验报告要求：

- (1) 明确实验目的以及实验的原理。
- (2) 通过实验内容分析离散时间信号的性质。
- (3) 完成思考题的内容，对实验结果及其波形图进行分析对比，总结主要结论。

实验内容：

1. 产生单位阶跃信号（用 ones 函数）
2. 产生指数序列 $x(n)$ 。 $x(n) = 2(-1)^n e(n)$ 。
3. 产生一个周期正弦函数
4. 已知： $x[n] = \{-4 \ 5 \ 1 \ -2 \ -3 \ 0 \ 2\}$, $-4 < n < 4$;
 $y[n] = \{6 \ -3 \ -1 \ 0 \ 8 \ 7 \ -2\}$; $-2 < n < 6$;
 编程计算 $x[n-1]$ 和 $y[-n]$ 的内积
5. 求 $y[n] = a[n] * b[n]$ 用编程实现两个因果离散信号的卷积