

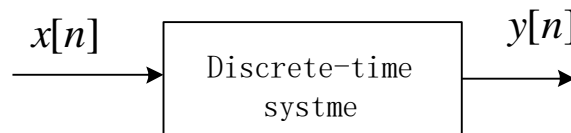
实验三 离散时间系统的时域分析

1. 实验目的

- (1) 理解离散时间信号的系统及其特性。
- (2) 对简单的离散时间系统进行分析，研究其时域特性。
- (3) 利用 MATLAB 对离散时间系统进行仿真，观察结果，理解其时域特性。

2. 实验原理

离散时间系统，主要是用于处理离散时间信号的系统，即是将输入信号映射成的输出的某种运算，系统的框图如图所示：



(1) 线性系统

线性系统就是满足叠加原理的系统。如果对于一个离散系统输入信号为 $x_1(n), x_2(n)$

时，输出信号分别为 $y_1(n), y_2(n)$ ，即：

$$\begin{aligned} y_1(n) &= T[x_1(n)] \\ y_2(n) &= T[x_2(n)] \end{aligned}$$

而且当该系统的输入信号为 $ax_1(n) + bx_2(n)$ 时，其中 a, b 为任意常数，输出为 $T[ax_1(n) + bx_2(n)] = aT[x_1(n)] + bT[x_2(n)] = ay_1(n) + by_2(n)$ ，则该系统就是一个线性离散时间系统。

(2) 时不变系统

如果系统的响应与激励加于系统的时刻无关，则该系统是时不变系统。对于一个离散时间系统，若输入 $x(n)$ ，产生输出为 $y(n)$ ，则输入为 $x(n-k)$ ，产生输出为 $y(n-k)$ ，即：

若 $y(n) = T[x(n)]$ ，则 $T[x(n-k)] = y(n-k)$ 。

通常我们研究的是线性时不变离散系统。

3. 实验内容及其步骤

- (1) 复习离散时间系统的主要性质，掌握其原理和意义。
- (2) 一个简单的非线性离散时间系统的仿真

参考：% Generate a sinusoidal input signal

```
clf;      n = 0:200;      x = cos(2*pi*0.05*n);
```

```
% Compute the output signal
```

```
x1 = [x 0 0];          % x1[n] = x[n+1]
```

```
x2 = [0 x 0];          % x2[n] = x[n]
```

```
x3 = [0 0 x];          % x3[n] = x[n-1]
```

```
y = x2.*x2-x1.*x3;      y = y(2:202);
```

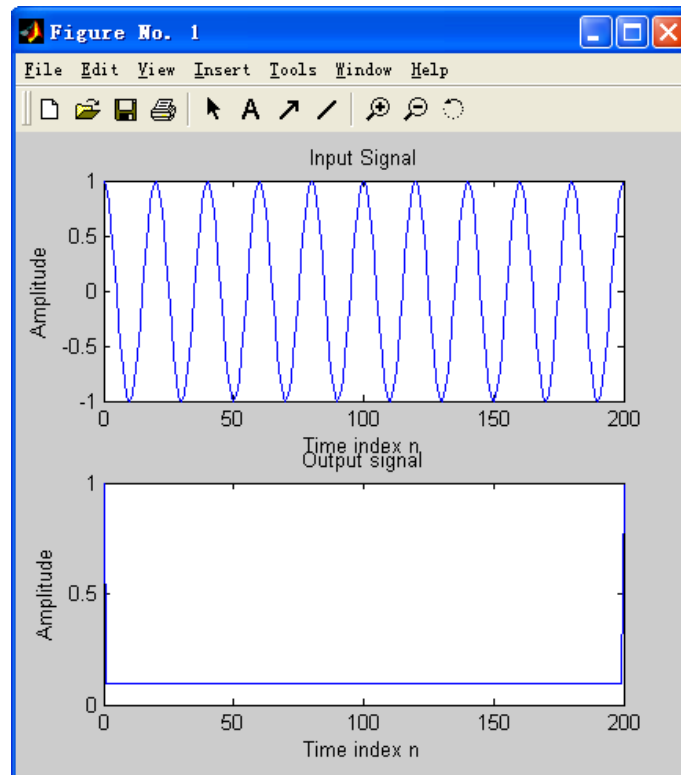
```
% Plot the input and output signals
```

```
subplot(2,1,1)          plot(n, x)
```

```
xlabel('Time index n'); ylabel('Amplitude');
```

```
title('Input Signal')
```

```
subplot(2,1,2)          plot(n,y)
xlabel('Time index n'); ylabel('Amplitude');
title('Output signal');
```



(3) 线性与非线性系统的仿真

参考： % Generate the input sequences

```
clf;      n = 0:40;      a = 2;      b = -3;
x1 = cos(2*pi*0.1*n);    x2 = cos(2*pi*0.4*n);
x = a*x1 + b*x2;
num = [2.2403 2.4908 2.2403];
den = [1 -0.4 0.75];
ic = [0 0];              % Set zero initial conditions
y1 = filter(num,den,x1,ic); % Compute the output y1[n]
y2 = filter(num,den,x2,ic); % Compute the output y2[n]
y = filter(num,den,x,ic);   % Compute the output y[n]
yt = a*y1 + b*y2;          d = y - yt; % Compute the difference output d[n]
% Plot the outputs and the difference signal
subplot(3,1,1) stem(n,y);  ylabel('Amplitude');
title('Output Due to Weighted Input: a \cdot x_{1}[n] + b \cdot x_{2}[n]');
subplot(3,1,2) stem(n,yt); ylabel('Amplitude');
title('Weighted Output: a \cdot y_{1}[n] + b \cdot y_{2}[n]');
subplot(3,1,3) stem(n,d);  xlabel('Time index n'); ylabel('Amplitude');
title('Difference Signal');
```

(4) 时不变与时变系统的仿真

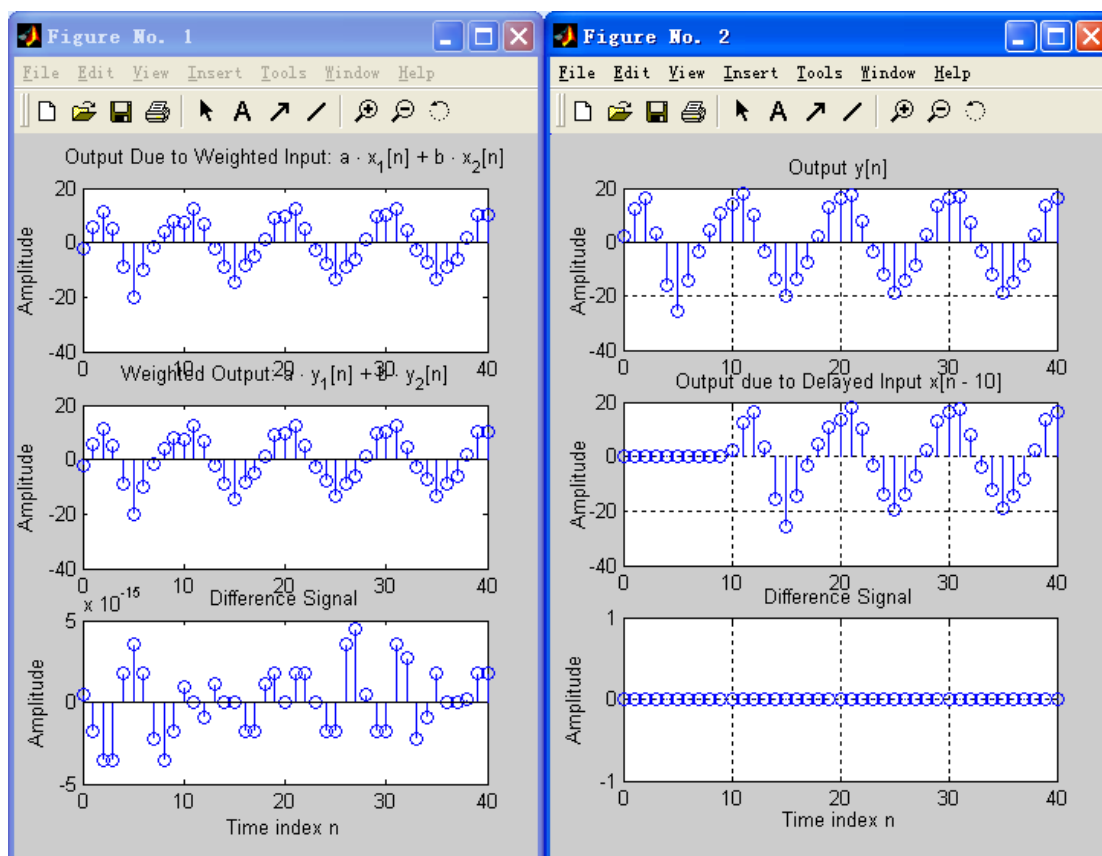
参考： % Generate the input sequences

```
clf;  n = 0:40;  D = 10;  a = 3.0;  b = -2;
```

```

x = a*cos(2*pi*0.1*n) + b*cos(2*pi*0.4*n);
xd = [zeros(1,D) x]; num = [2.2403 2.4908 2.2403]; den = [1 -0.4 0.75];
ic = [0 0]; % Set initial conditions
% Compute the output y[n]
y = filter(num,den,x,ic);
% Compute the output yd[n]
yd = filter(num,den,xd,ic);
% Compute the difference output d[n]
d = y - yd(1:D:41+D);
% Plot the outputs
subplot(3,1,1) stem(n,y); ylabel('Amplitude'); title('Output y[n]'); grid;
subplot(3,1,2) stem(n,yd(1:41)); ylabel('Amplitude');
title(['Output due to Delayed Input x[n - ', num2str(D), ']']); grid;
subplot(3,1,3) stem(n,d); xlabel('Time index n'); ylabel('Amplitude');
title('Difference Signal'); grid;

```



4. 实验用 MATLAB 函数介绍

在实验过程中，MATLAB 函数命令 plot, figure, stem, subplot, axis, grid on, xlabel, ylabel, title, clc 等在不同的情况下具体表述也有所不同，应该在实验中仔细体会其不同的含义。

5. 思考题

- (1) 离散时间系统有何特点。
- (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，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）通过 MATLAB 仿真，研究离散时间系统，对线性、非线性、时变、非时变等系统进行仿真。

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。