1-1 实验一 连续时间系统的时域分析——卷积计算

一、实验步骤：

1.选择输入激励 x(t)的形式

本实验中给出了四种激励形式，有单位冲激信号 δ(at-b)、阶跃信号 u(at-b)、三角信号 Triangle(center,width)和门函数 Gate(center, width)。

2.给出输入激励 x(t)的波形参数

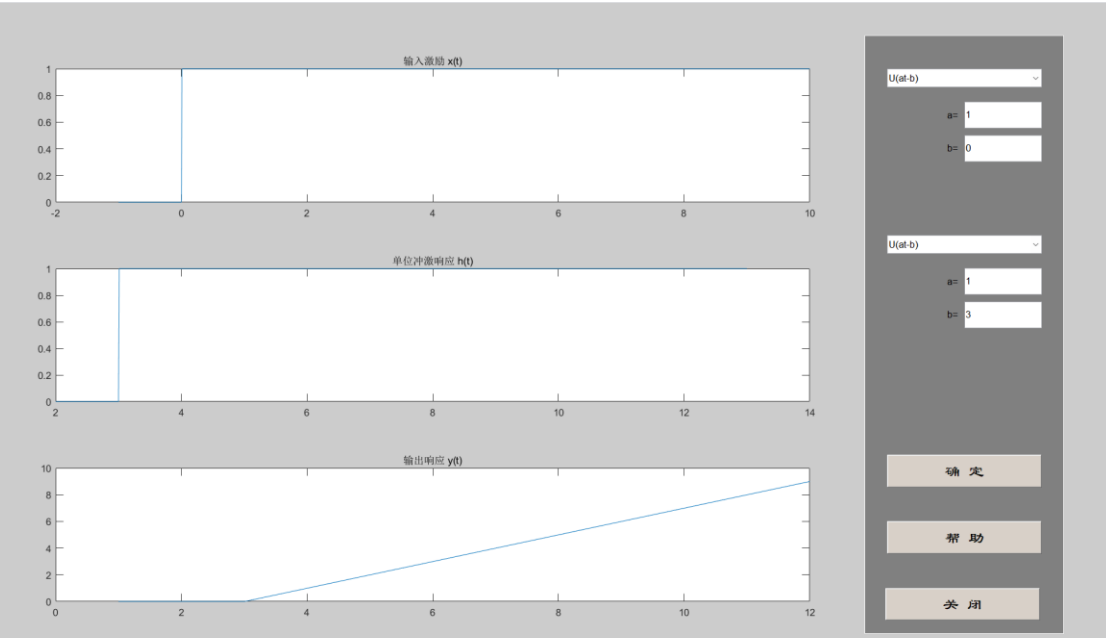
其中三角信号和门函数的波形参数 center 控制波形中心位置，波形参数 width 控制波形宽度。

3.选择单位冲激响应 h(t)的形式，并给出波形参数

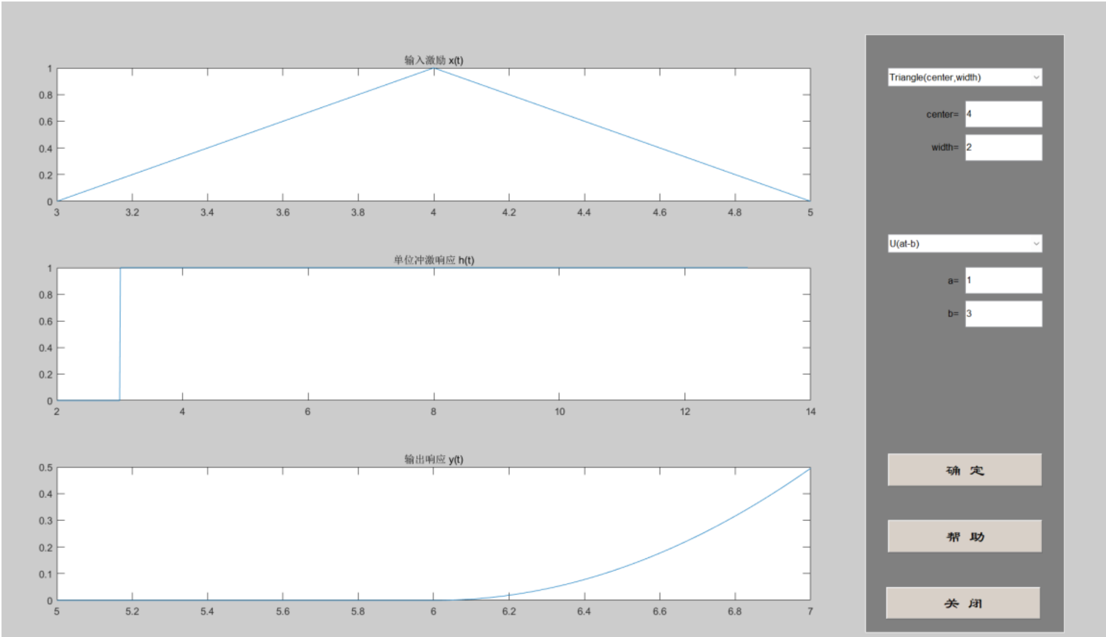
方法同输入激励 x(t)的操作。

二、实验内容：

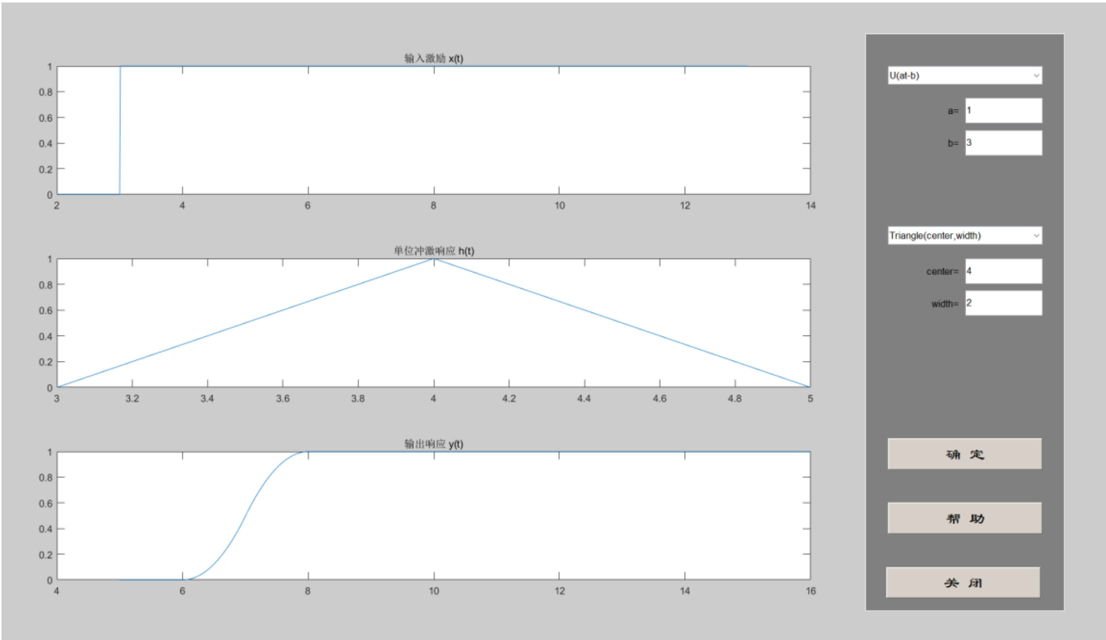
1.U(t)*U(t-3)



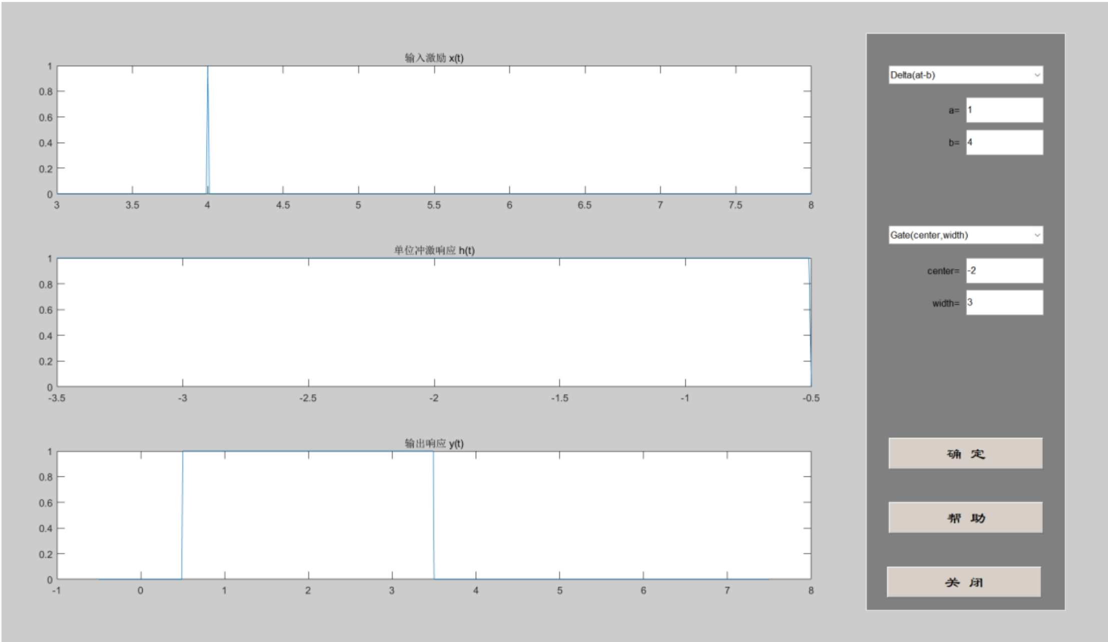
2.Triangle(4,2)*U(t-3)



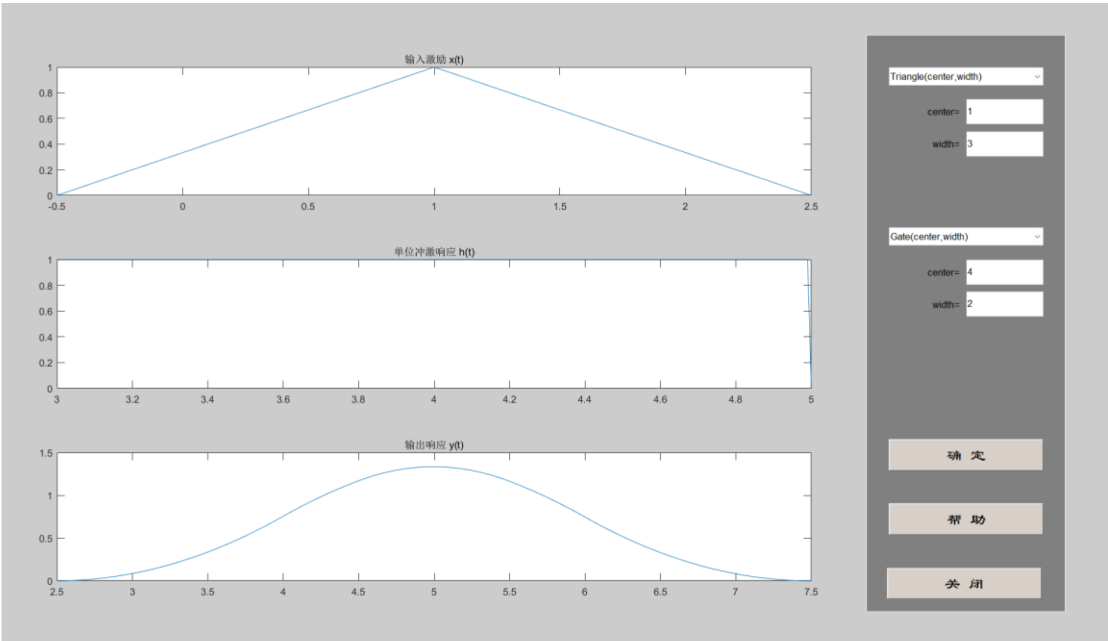
3. U(t-3)*Triangle(4,2)



4. Delta(t-4)*Gate(-2,3)



5. Triangle(1,3)*Gate(4,2)



三、结果与分析

1 中将两个阶跃信号 U(t)和 U(t-3)相卷积,得到了起始时间为 t=3+0=3 的一次函数信号；2 和 3 中将三角波信号 Triangle(4,2)与阶跃信号 U(t-3)相卷积，得到了相同的二次函数信号，验证了卷积运算的交换律；4 中将冲激信号 δ(t-4)与门信号 Gate(4,2)相卷积，验证了冲激信号的波形搬移性质；5 中将三角波信号 Triangle(1,3)与门信号 Gate(4,2)相卷积，得到了起始时间为 t=3-0.5=2.5，终止时间为 t=5+2.5=7.5 的响应。以上实验验证了卷积运算的正确性。

1-2 实验一 连续时间系统的时域分析——微分方程求解

一、实验步骤：

1. 选择激励电压源的形式

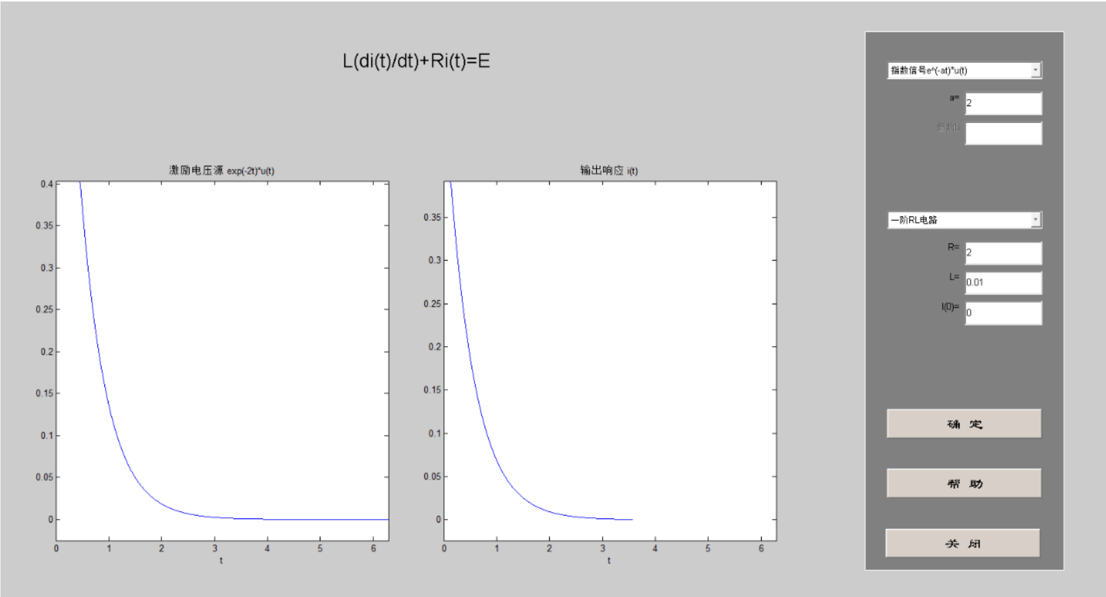
本实验中激励电压源有三种形式可供选择:au(t)、exp(-at)u(t)、asin(wt)u(t)。波形参数 a、w 由键盘输入。

2. 选择电路组成形态

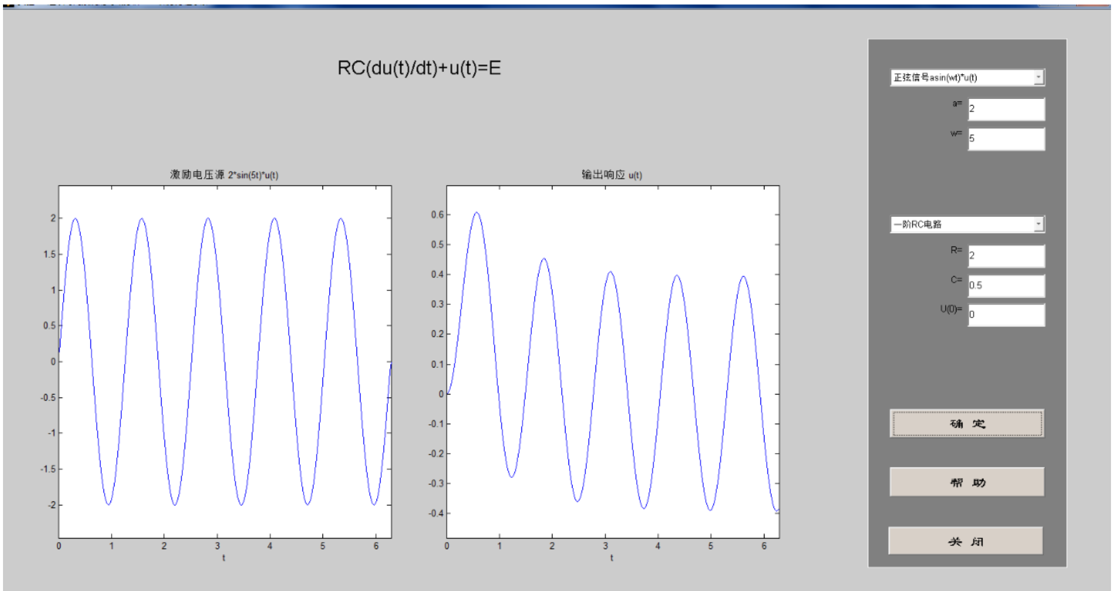
实验者可以选择分析一阶 或一阶 RC 电路来进行分析,由键盘输入电路参数。包括:电阻值 R、电感值 L(或电容值 C)和电感电流初始值 I(0)(或电容电压 U(0))。

二、实验内容:

1. 激励电压源:指数信号 e^(-2t)*u(t),一阶 RL 电路 R=2,L=0.01,I(0)=0



2. 激励电压源:正弦信号 2sin(5t)*u(t),一阶 RC 电路 R=2,L=0.5,U(0)=0



三、结果与分析

1 中选取激励电压源为指数信号 e^(-2t)*u(t),一阶 RL 电路参数 R=2,L=0.01,I(0)=0,得到输出响应也呈指数衰减;2 中选取激励电压源为正弦信号 2sin(5t)*u(t),一阶 RC 电路参数 R=2,L=0.5,U(0)=0,得到输出响应逐渐从暂态转换为稳态响应。

在一阶 RL 电路中,若激励为电压源 E(t),输出响应为电感电流 I(t),则描述系统的微

分方程为:L*dI(t)/dt+R*I(t)=E(t)。只要给定 E(t)和初始状态 I(0)的值，就可以求出完全响应 I(t);

在一阶 RC 电路中，若激励为电压源 E(t)，输出响应为电容电压 u(t),则描述系统的微分方程为:R*C*dU(t)/dt+u(t)=E(t)。只要给定 E(t)和初始状态 U(0)的值，就可以求出完全响应 U(t)。在本实验中通过输入激励电压 E(t)和电路参数 R、L、C 得到不同形式下的系统输出响应。

2-1 实验二 信号的 Four ier 分析——周期信号的频谱分析

一、实验步骤:

1.选择周期信号波形

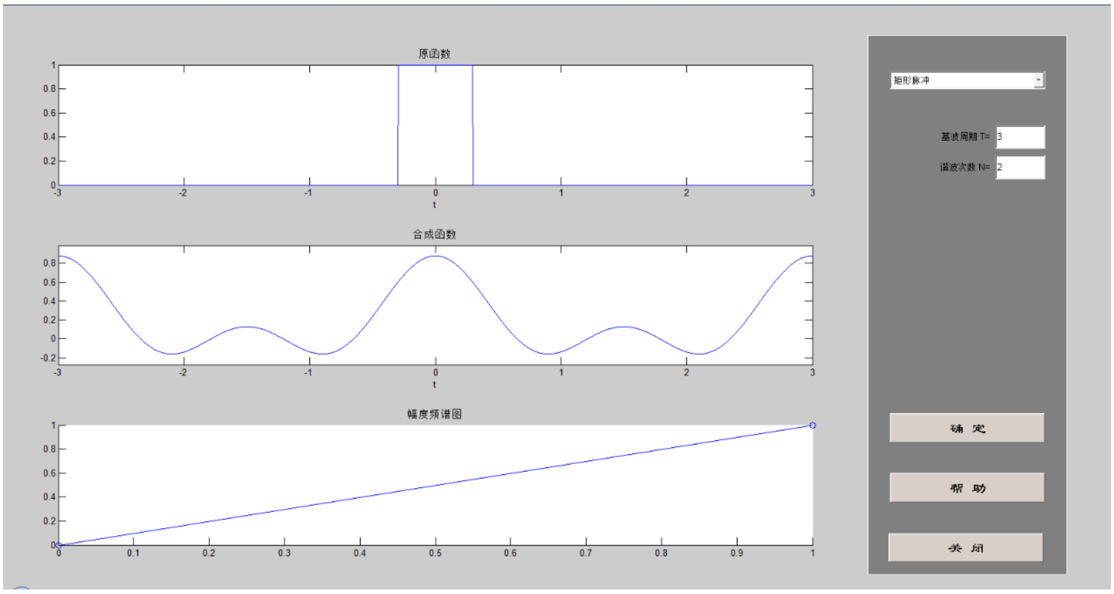
本实验提供了四种周期波形的 Fourier 级数逼近:矩形脉冲、半余弦脉冲、锯齿波和方波，包括了偶、奇函数，偶谐、奇谐函数的波形。实验者可由直观图形观察它们所包含的谐波分量的特点。

2.输入参数

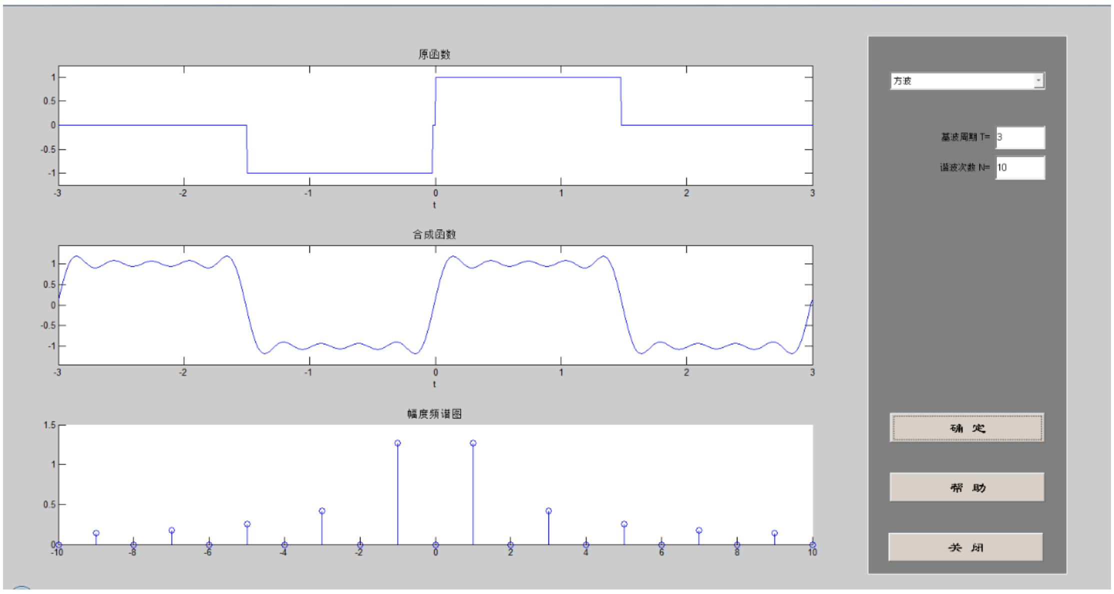
需要输入的参数包括:周期波形的周期 T，希望看到的谐波次数 N。

二、实验内容:

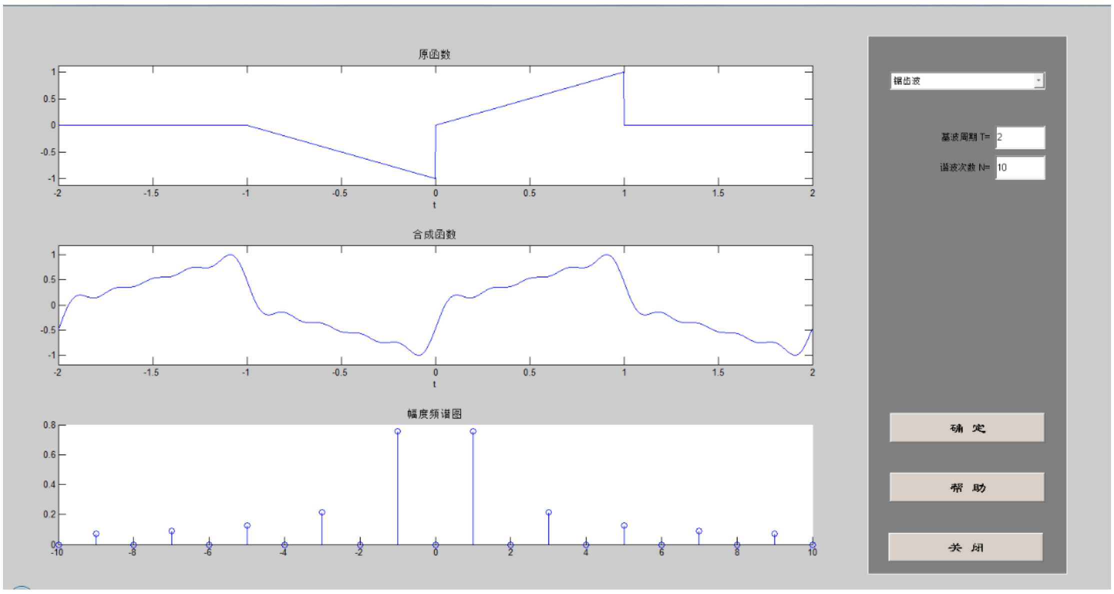
1.矩形脉冲（基波周期 T=3,谐波次数 N=2）



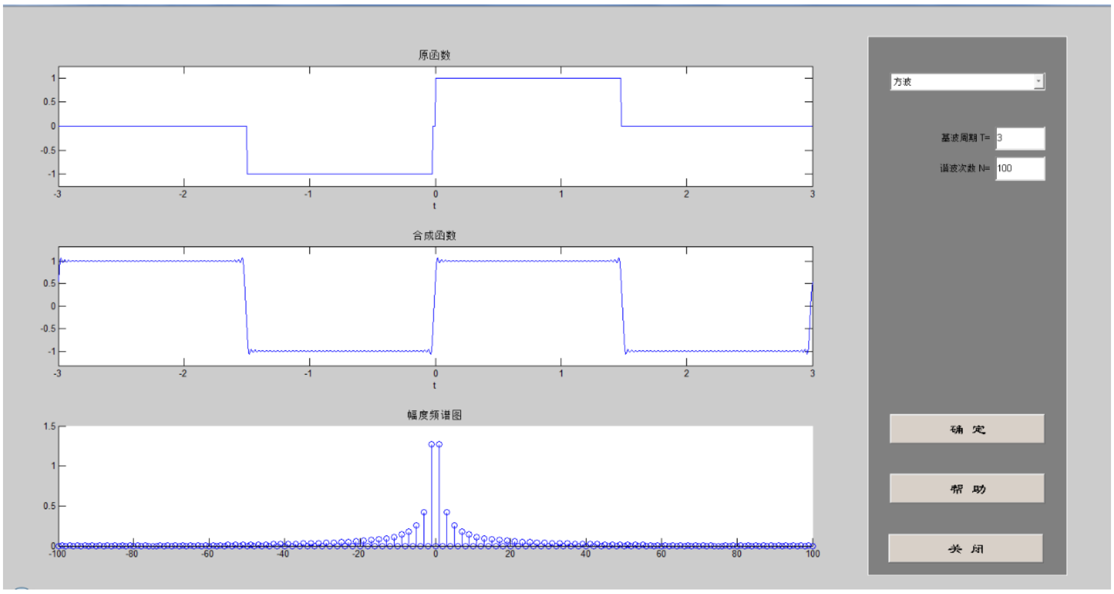
2.方波（基波周期 T=3,谐波次数 N=10）



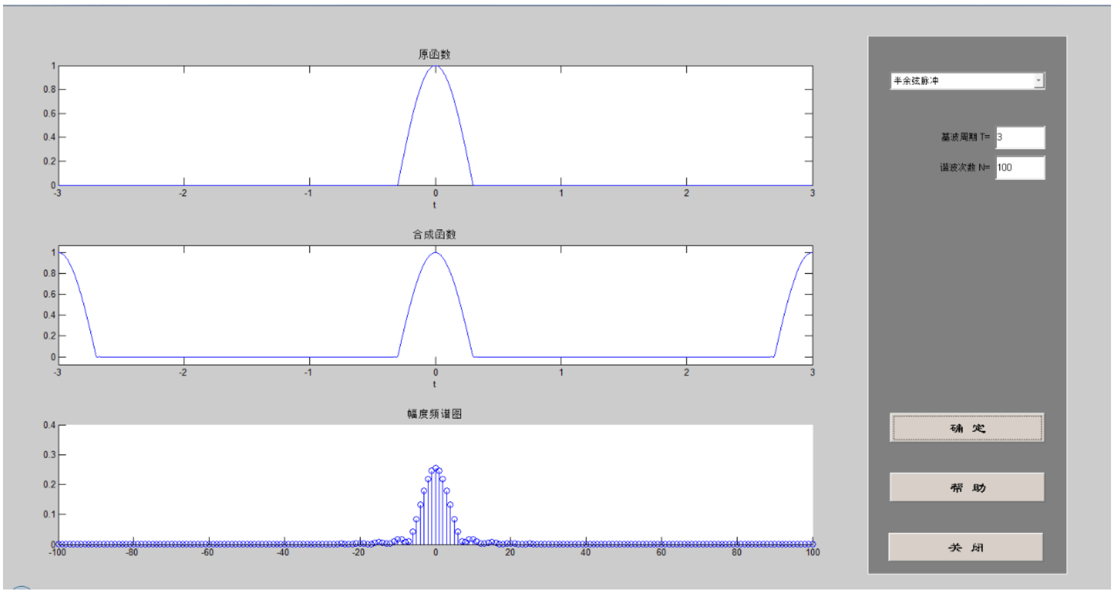
3. 锯齿波（基波周期 T=2,谐波次数 N=10）



4. 方波（基波周期 T=3,谐波次数 N=100）



5. 半余弦脉冲（基波周期 T=3,谐波次数 N=100）



三、结果与分析

在 1 中选取矩形脉冲，基波周期 T=3，谐波次数 N=2，得到的是直流分量与一、二次谐波分量的叠加,由于谐波次数较少,难以反映矩形脉冲信号波形;在 2 中选取谐波次数 N=10，波形明显得到改善；3 中选取锯齿波，基波周期 T=2，谐波次数 N=10，同样大致能体现锯齿波波形；4 中选取方波，基波周期 T=3，谐波次数 N=100，波形与原波形非常接近，幅度频谱较为密集，同时也可以观察到 Gibbs 现象；5 中选取半余弦脉冲，基波周期 T=3，谐波次数 N=100，波形与原波形非常接近，幅度频谱较为密集。

Fourier 级数的理论告诉我们:任何周期信号只要满足 Dirichlet 条件，就可以表示为许多指数分量之和(指数 Fourier 级数)或许多正弦、余弦分量之和(三角 Fourier 级数)。一般情况下，任意周期信号表示为 Fourier 级数时，需要无穷多项才能完全逼近原函数。实际应用经常采用有限项级数来代替无限项级数,所选项数越多,有限项级数越逼近原函数,均方误差越小。选取的 Fourier 级数项越多，所合成的波形 N(t)中的峰值越靠近 f(t)的不连续点。理论上，随着项数 N 的增加，该峰值趋于一个常数，约等于跳变值的 9%,并从

不连续点开始逐渐震荡衰减，此即 Gibbs 现象。

2-2 实验二 信号的 Fourier 分析——Fourier 变换的性质及应用（无法运行）

3-1 实验三 连续时间系统的频率分析——连续时间系统的频域分析

一、实验步骤：

1. 输入分子多项式的系数向量

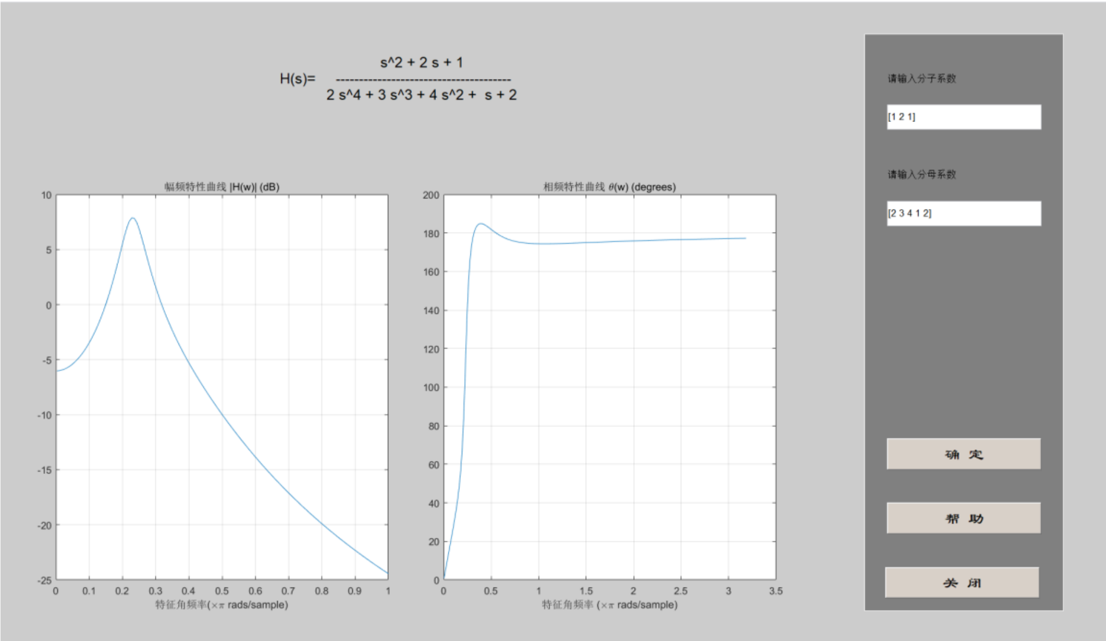
按照 s 降幂的顺序输入。

2. 输入分母多项式的系数向量

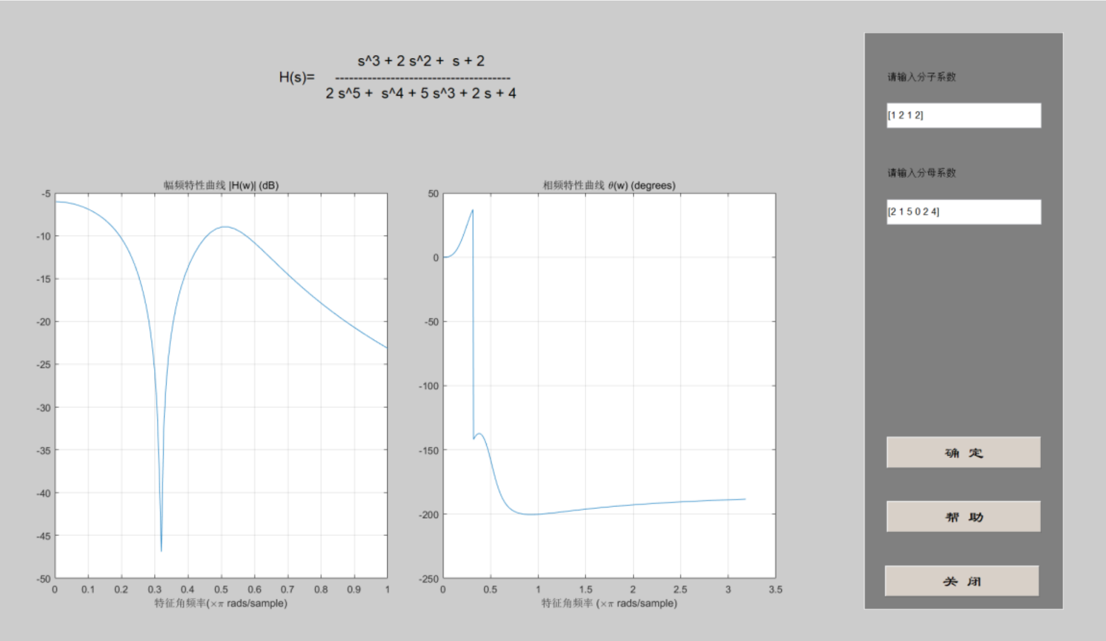
按照 s 降幂的顺序输入。

二、实验内容：

1. 分子系数[1 2 1],分母系数[2 3 4 1 2]



2. 分子系数[1 2 1 2],分母系数[2 1 5 0 2 4]



三、结果与分析

1 中选取分子系数[1 2 1],分母系数[2 3 4 1 2]，构造出了一个带通滤波器，且在通带范围相频响应(0.15-0.33×pi rads/sample)内基本呈线性；2 中选取分子系数[1 2 1 2],分母系数[2 1 5 0 2 4]，构造出了一个带阻滤波器(陷波器)。

利用系统函数 H(s)s=jw 来确定系统的频率特性 H(jw)，其中系统函数 H(s)为有理函数，分子、分母为多项式。幅度响应为 H(jw)，相位响应为 arg[H(jw)]

4-1 实验四 Laplace 逆变换及应用——Laplace 变换的性质

一、实验步骤：

1. 输入系统增益系数

系统增益系数不能为零。

2. 输入由系统零点构成的零点向量

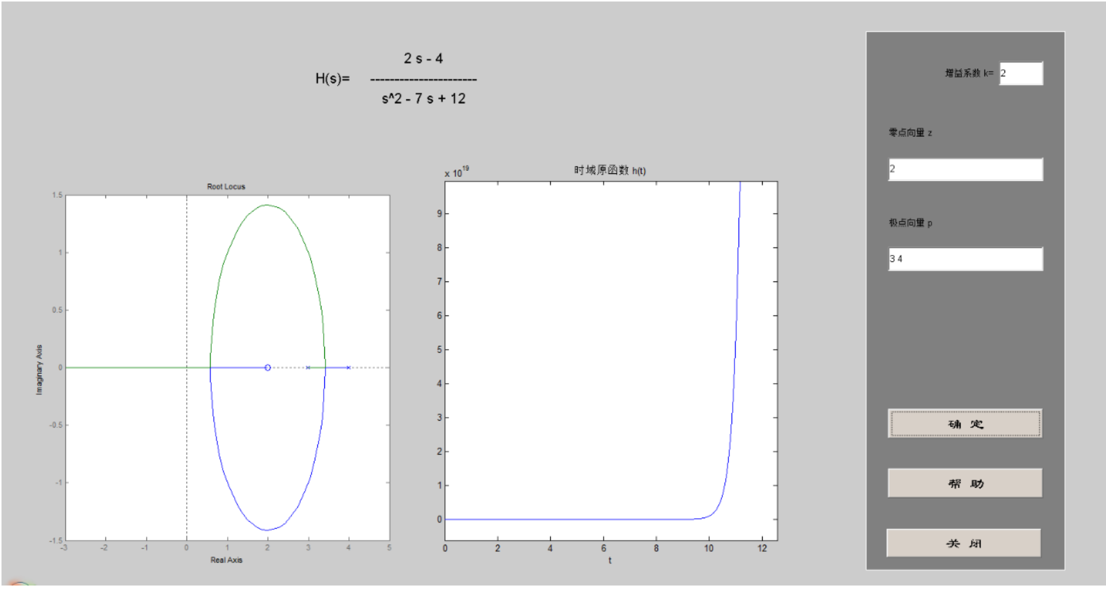
如果系统无零点，请不要输入任何值因为如果输入零，系统将认为有一个取值为零的零点。

3. 输入由系统极点构成的极点向量

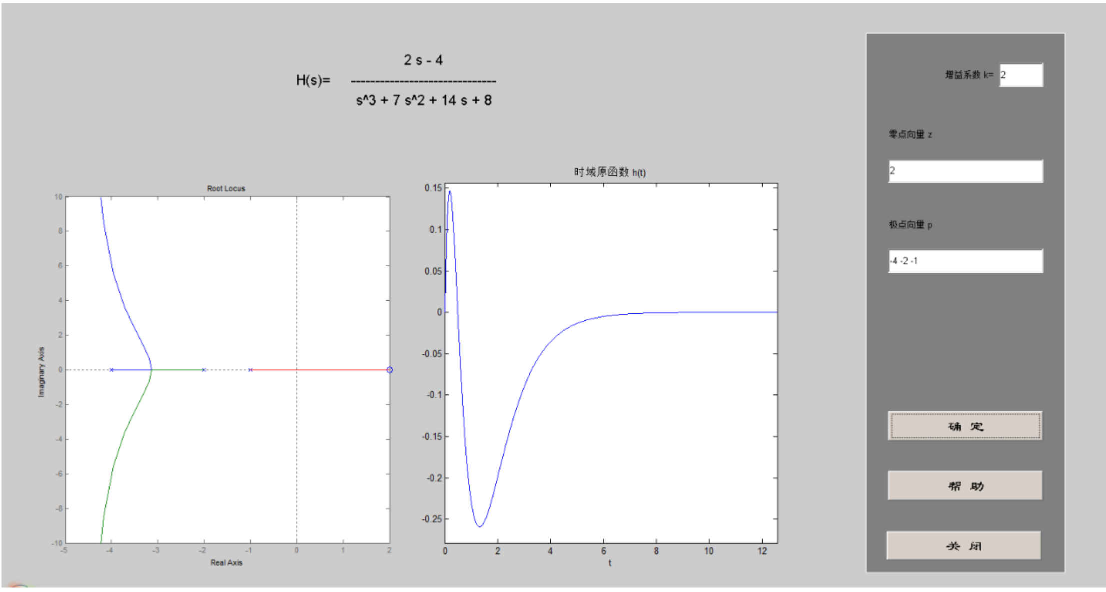
如果系统无极点，请不要输入任何值。因为如果输入零，系统将认为有一个取值为零的极点。

二、实验内容：

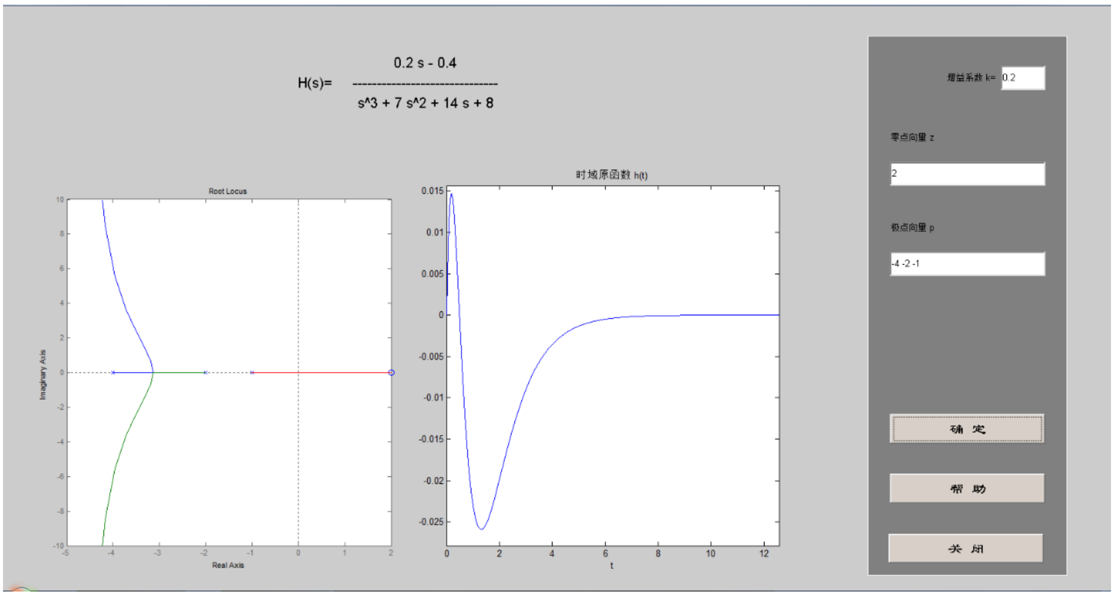
1. 增益系数 k=2，零点向量 z=[2]，极点向量 p=[3 4]



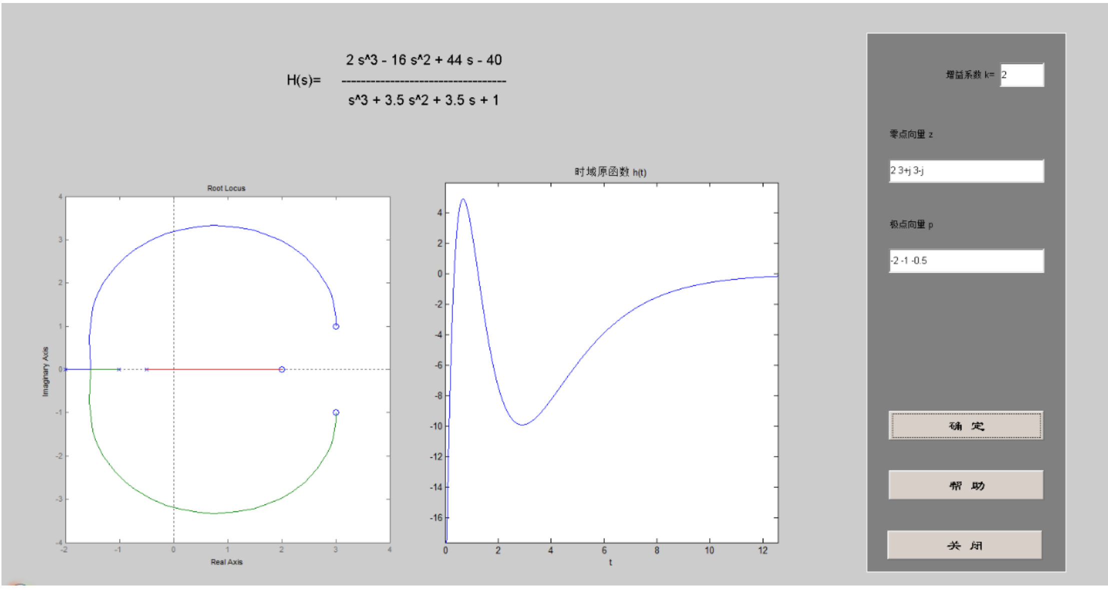
2. 增益系数 k=2，零点向量 z=[2]，极点向量 p=[-4 -2 -1]



3. 增益系数 k=0.2，零点向量 z=[2]，极点向量 p=[-4 -2 -1]



4. 增益系数 k=2, 零点向量 z=[2 3+j 3-j], 极点向量 p=[1 3 3 1]



三、结果与分析

1 中选取增益系数 k=2，零点向量 z=[2]，极点向量 p=[3 4]，得到时域函数为两指数信号的叠加；2 中选取增益系数 k=2，零点向量 z=[2]，极点向量 p=[-4 -2 -1]，得到时域函数收敛；3 中将 2 的增益系数 k 调整为 0.2，时域波形也收敛，为 2 中信号取值的 0.1 倍，验证了 Laplace 变换的线性；4 中选取增益系数 k=2，零点向量 z=[2 3+j 3-j]，极点向量 p=[1 3 3 1]，得到时域波形包含了两指数信号乘 t 后的线性叠加。

4-2 实验四 Laplace 逆变换及应用——高速 Laplace 逆变换算法

一、实验步骤：

1. 输入分子多项式的系数向量

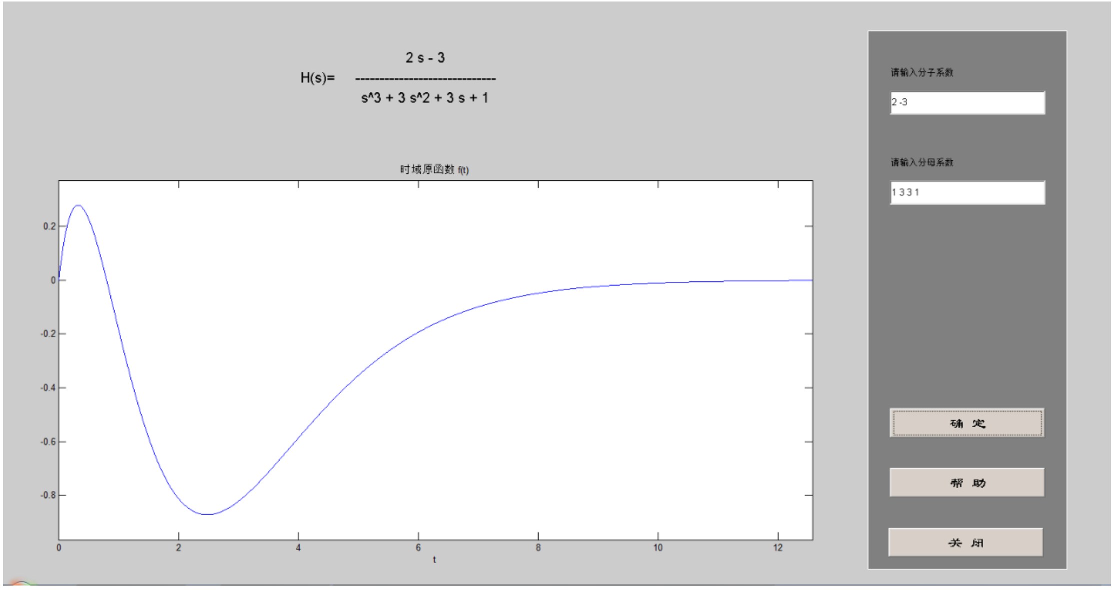
按照 s 降幂的顺序输入。

2. 输入分母多项式的系数向量

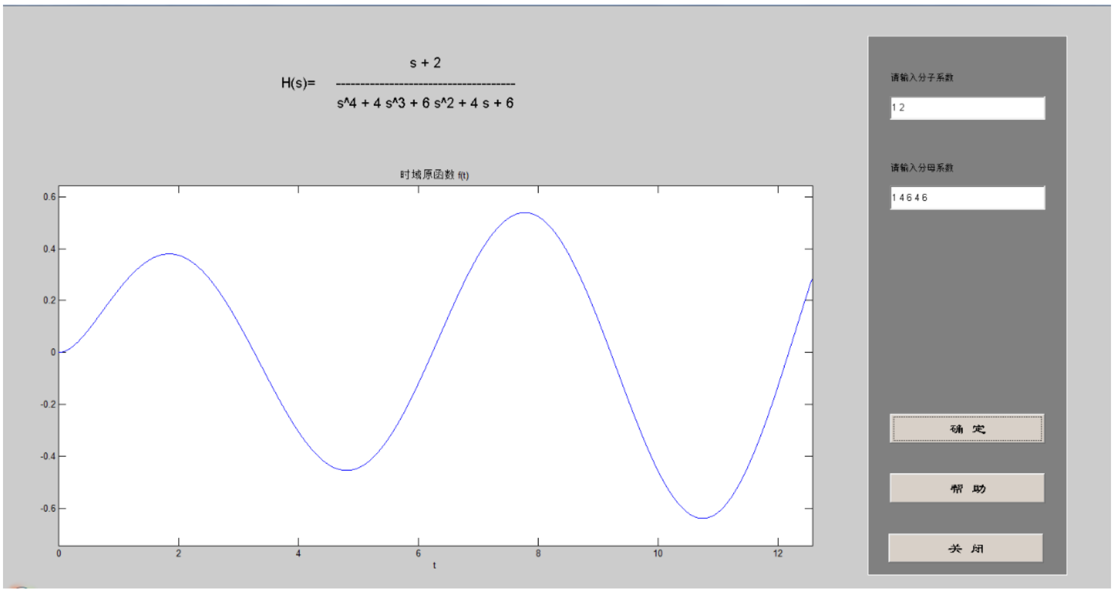
按照 s 降幂的顺序输入。

二、实验内容：

1. 分子系数[-2 3],分母系数[1 3 3 1]



2. 分子系数[1 2],分母系数[1 4 6 4 6]



三、结果与分析

1 中选取分子系数[-2 3],分母系数[1 3 3 1]，得到时域波形包含了 t.^2 与指数信号的叠加；2 中选取分子系数[1 2],分母系数[1 4 6 4 6]，从复频域角度看，分母多项式可表为(s+1).^4+5=s.^4+4.*s.^3+6.*s.^2+6.*s.^1+6,在复频域存在 2 对共轭极点,在时域上呈现出余弦信号振荡。

5-1 实验五 离散时间系统的时域分析——离散卷积计算

一、实验步骤：

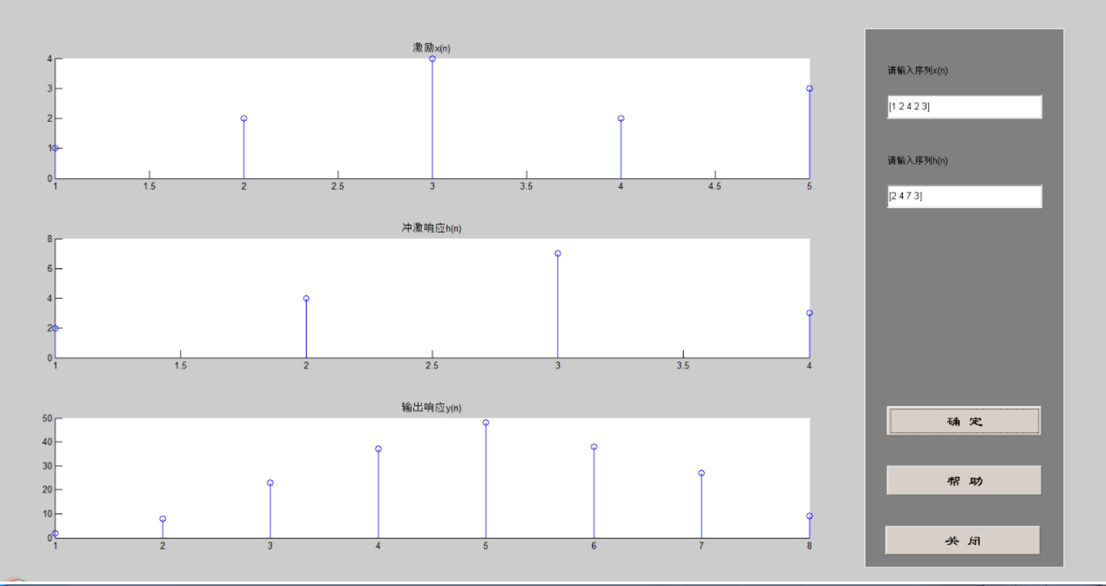
1. 输入有限长序列

以空格分隔数字 x(n)。

2. 输入有限长序列 h(n)

二、实验内容：

1. 序列 x[n]=[1 2 4 2 3]，序列 h[n]=[2 4 7 3]



三、结果与分析

选取序列 x[n]=[1 2 4 2 3]，序列 h[n]=[2 4 7 3]，通过离散卷积计算得到 y[n]。对于线性移不变离散时间系统，如果已经知道了系统的单位冲激响应 h[n]，就可以利用离散卷积求出系统在任何激励 x[n]作用下的零状态响应 Yzs[n]。

5-2 实验五 离散时间系统的时域分析——差分方程求解

一、实验步骤：

1. 输入希望看到的输出样点数
2. 输入差分方程系数向量

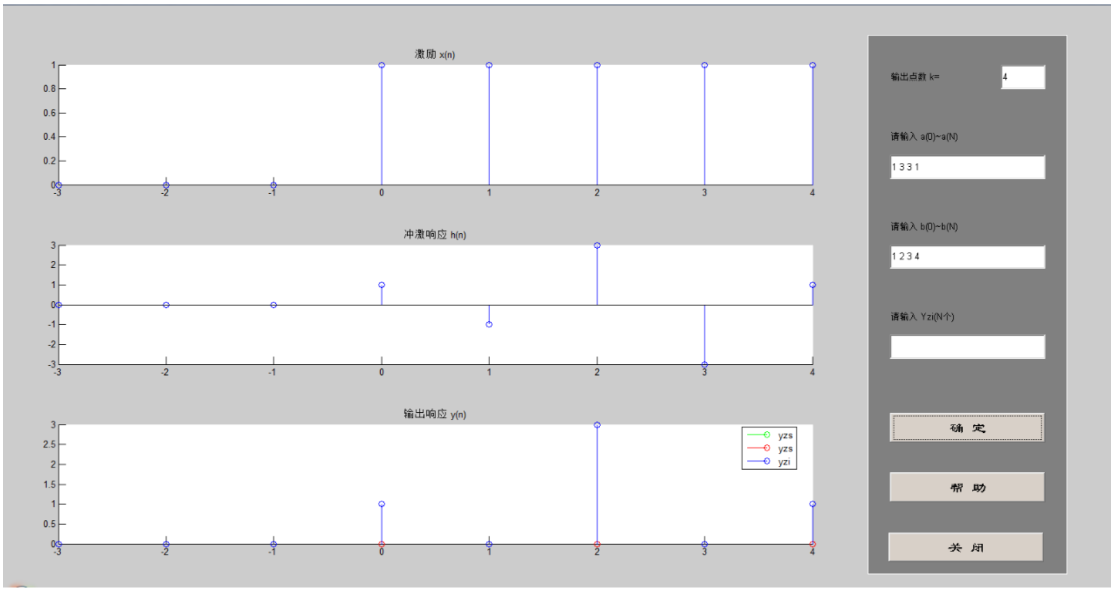
输入顺序为:{a(0) a(1) ... a(N)}，{b(0) b(1) ... b(N)}。其中 N+1 为差分方程两边系数最大数目，如果有一边输入系数个数小于 N+1，将按剩余系数为零计算。

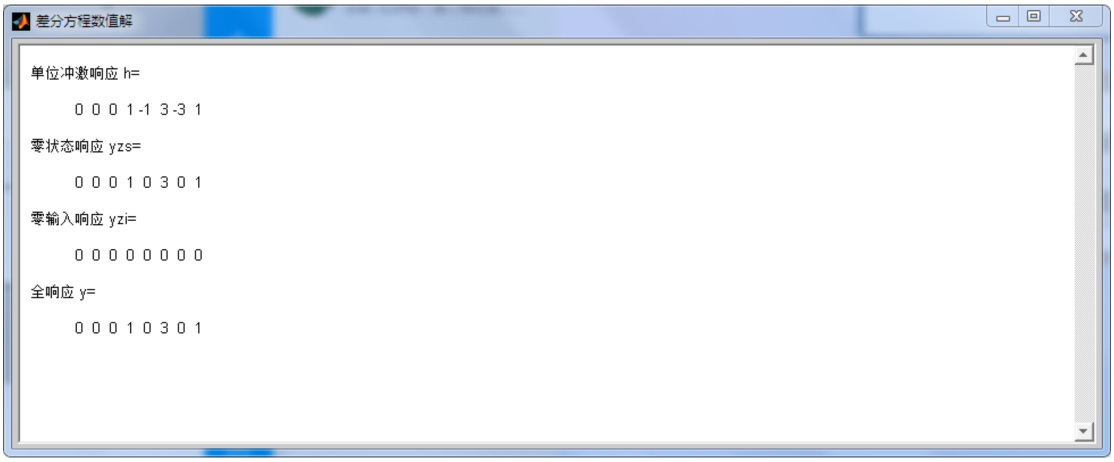
3. 输入系统初始状态向量

输入顺序为{y(0)y(-1)...y(-N+1)}。

二、实验内容：

1. 输出点数 k=4，a=[1 3 3 1]，b=[1 2 3 4]，初始条件为无





三、结果与分析

选择输出点数 k=4, a=[1 3 3 1], b=[1 2 3 4], 初始条件为无，通过求解差分方程得到 y[n]与 x[n]之间的关系，代入 x[n]得到 y[n]。

6-1 实验六 离散系统的 z 域分析——离散系统的 z 域分析

一、实验步骤：

1. 输入分子多项式的系数向量

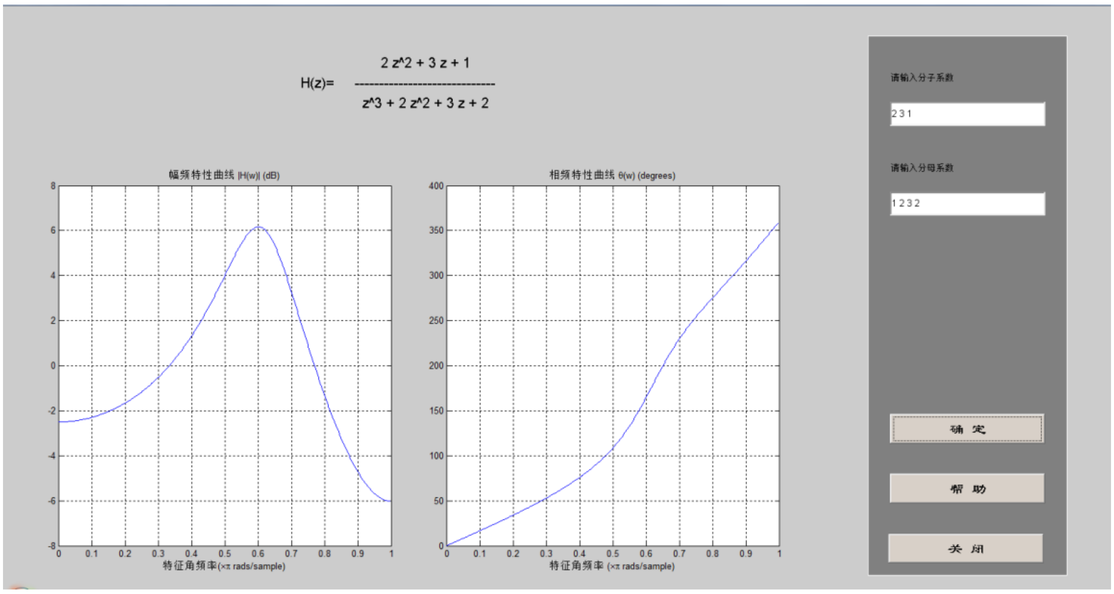
按照 s 降幂的顺序输入。

2. 输入分母多项式的系数向量

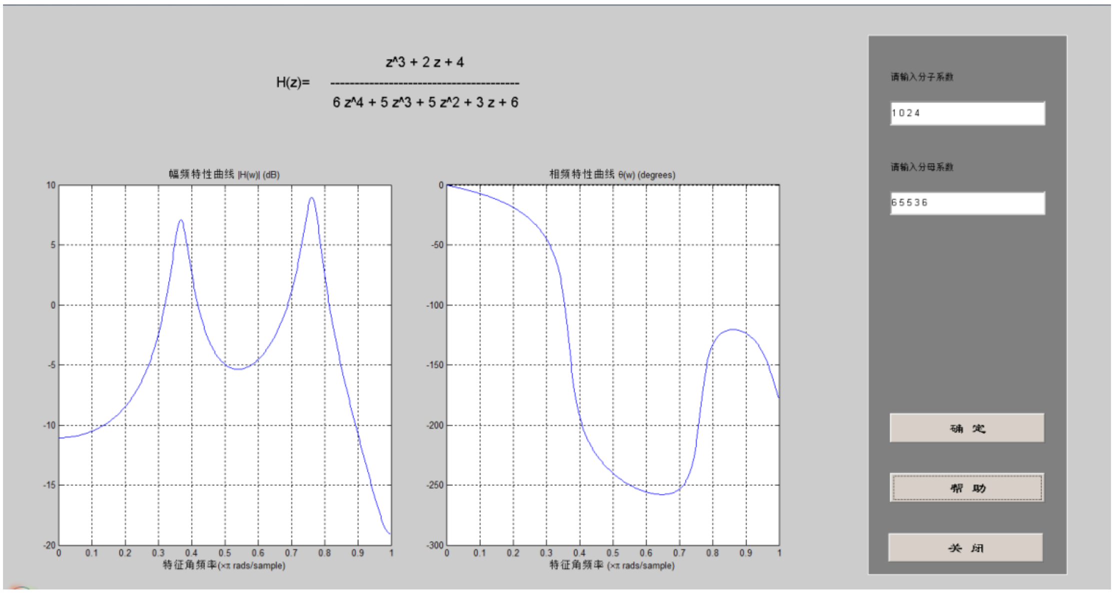
按照 s 降幂的顺序输入。

二、实验内容：

1. 分子系数[2 3 1], 分母系数[1 2 3 2]



2. 分子系数[1 0 2 4],分母系数[6 5 5 3 6]



三、结果与分析

1 中选取分子系数[2 3 1],分母系数[1 2 3 2]，2 中选取分子系数[1 0 2 4],分母系数[6 5 5 3 6]，二者系统稳定，通过代入 r=1 得到离散傅里叶变换，从而获取幅频特性曲线和相频特性曲线。

对于离散时间系统，系统的频率特性 H(e^jw)可以由系统函数 H(z)得到关系式为:H(e^jw)=H(z)|$_{|z|=1}$=e^jw。由于系统频率特性 H(e^iw)具有周期性和对称性，因此研究系统幅频特性|H(e^jw)|、相频特性 arg[H(e^jw)]只要在 0≤w≤pi 范围内讨论即可。

7-1 实验七 状态变量分析法——状态变量分析法

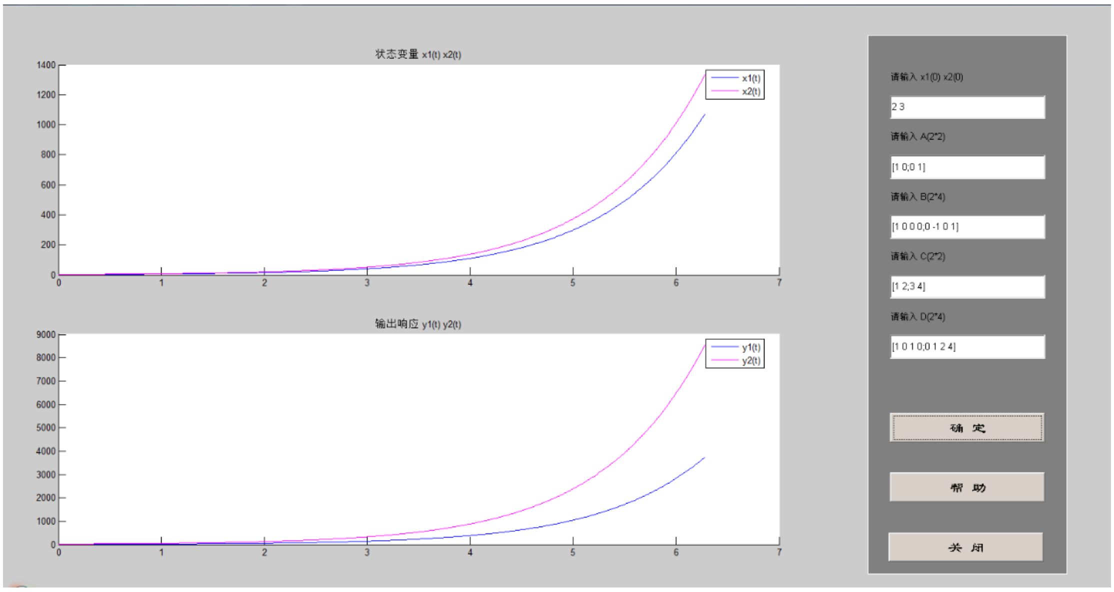
一、实验步骤：

1. 输入时间步长
2. 输入状态变量 x1(t)、x2(t)的初始值 x1(0)、x2(0)

输入系数矩阵 A、B 的值,系数矩阵 A 大小为 2x2，B 大小为 2x4。

二、实验内容：

1. X1(0)=2，x2(0)=3，A=[1 0;0 1]，B=[1 0 0 0;0 -1 0 1]，C=[1 2;3 4]，D=[1 0 1 0;0 1 2 4]



三、结果与分析

输入 X1(0)=2，x2(0)=3，A=[1 0;0 1]，B=[1 0 0 0;0 -1 0 1]，C=[1 2;3 4]，D=[1 0 1 0;0 1 2 4]，即可由输入-输出描述法得到状态变量和输出响应。对于 LTI 系统，状态方程可以表示为状态变量和激励信号的线性组合，即 X’=A*X+B*E。

8-1 实验八 线性系统稳定性分析——线性系统稳定性分析

一、实验步骤：

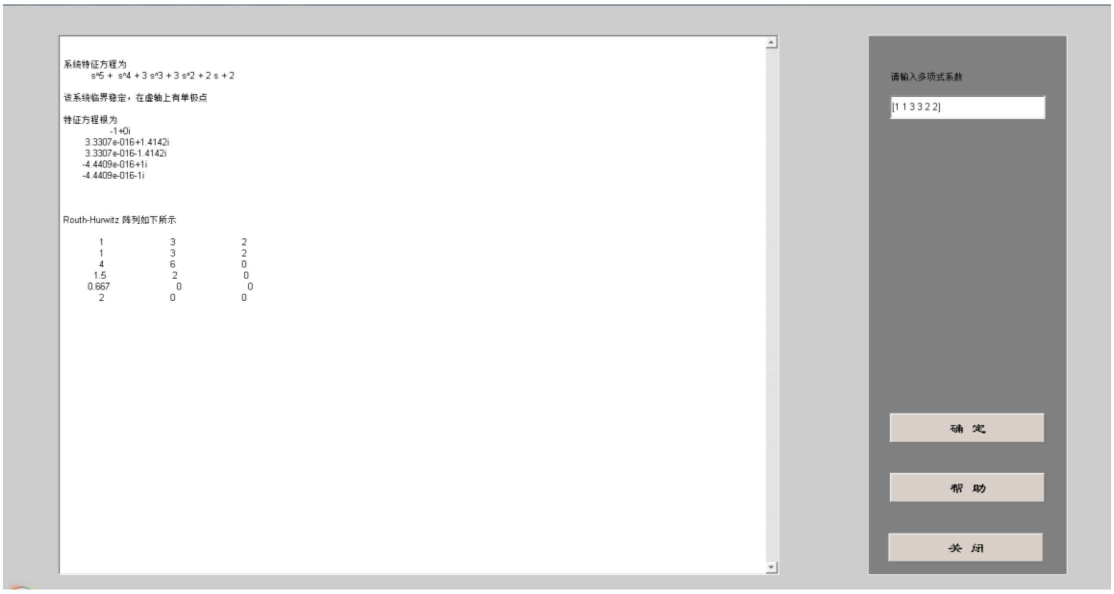
1. 输入特征方程系数向量

a(n)、a(n-1)...a(1)、a(0)

二、实验内容：

1. 多项式系数[1 1 2 2 3]

2. 多项式系数[1 1 3 3 2 2]



三、 结果与分析

1 中选取多项式系数[1 1 2 2 3]，得到系统存在极点在右半平面，系统不稳定；2 中选取多项式系数[1 1 3 3 2 2]，得到系统存在极点位于虚轴，系统临界稳定。

稳定系统是指对于有现有限(有界)激励只能产生有限(有界)响应的系统。在复频域中，要判断一个反馈系统是否稳定，就要看系统函数 H(s)的极点是否全部在左半平面,或者要看系统特征方程的根是否全部为负值。而系统无论有无反馈，其特征方程都可以写成 a(n)*sn+a(n-1)*s (n-1)+...+a(1)*s+a(0)=0。

9-1 实验九 离散 Fourier 变换(DFT)——DFT 计算

一、实验步骤：

1. 输入取样点数

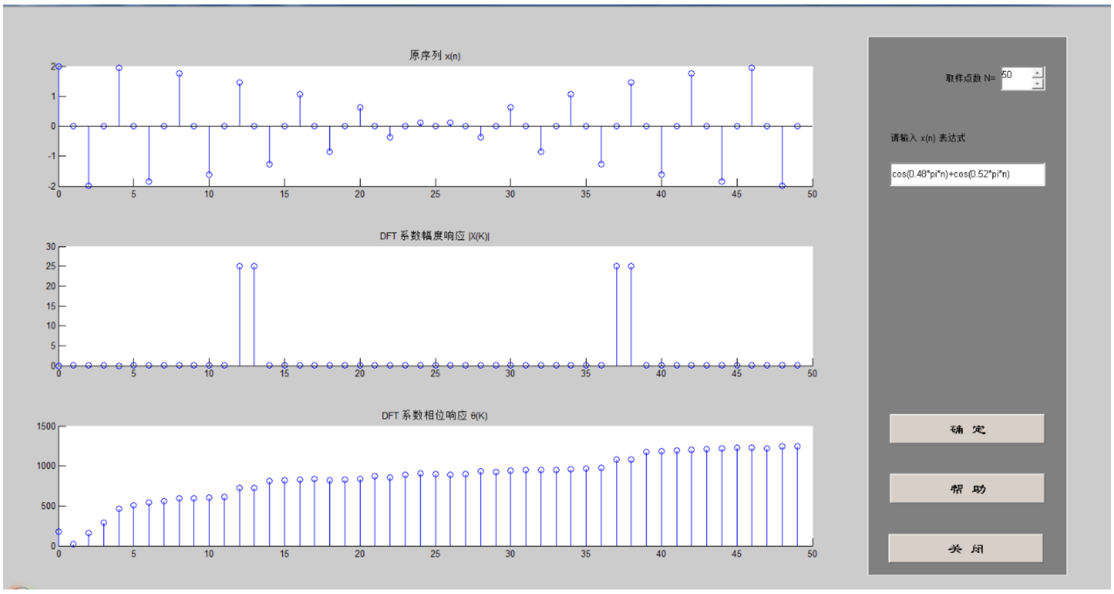
即有限长序列 x(n)的长度。

2. 输入信号表达式

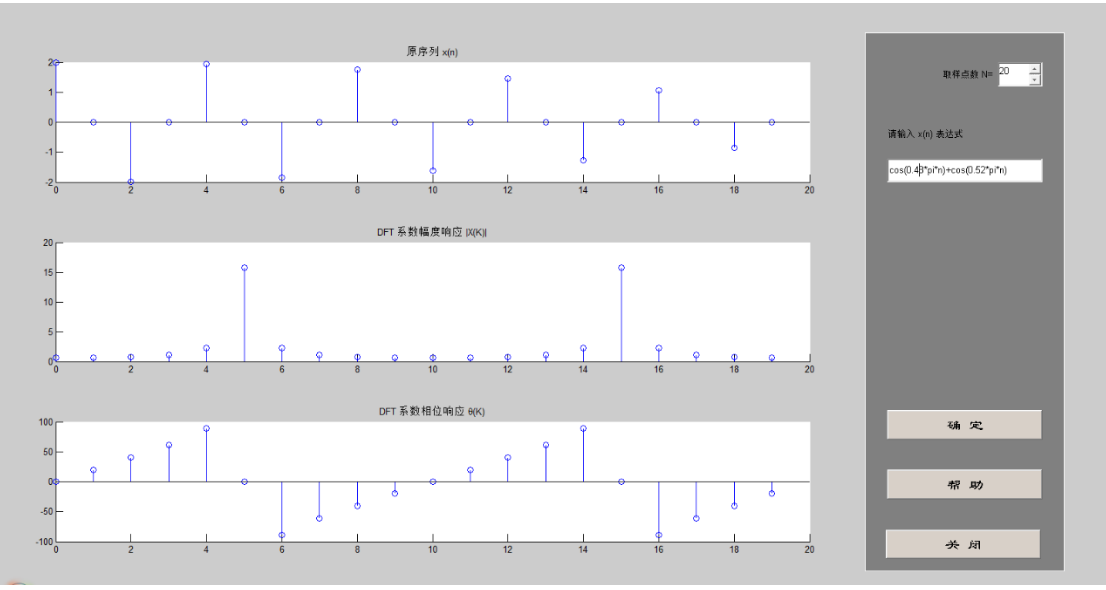
注意自变量为 n。

二、实验内容：

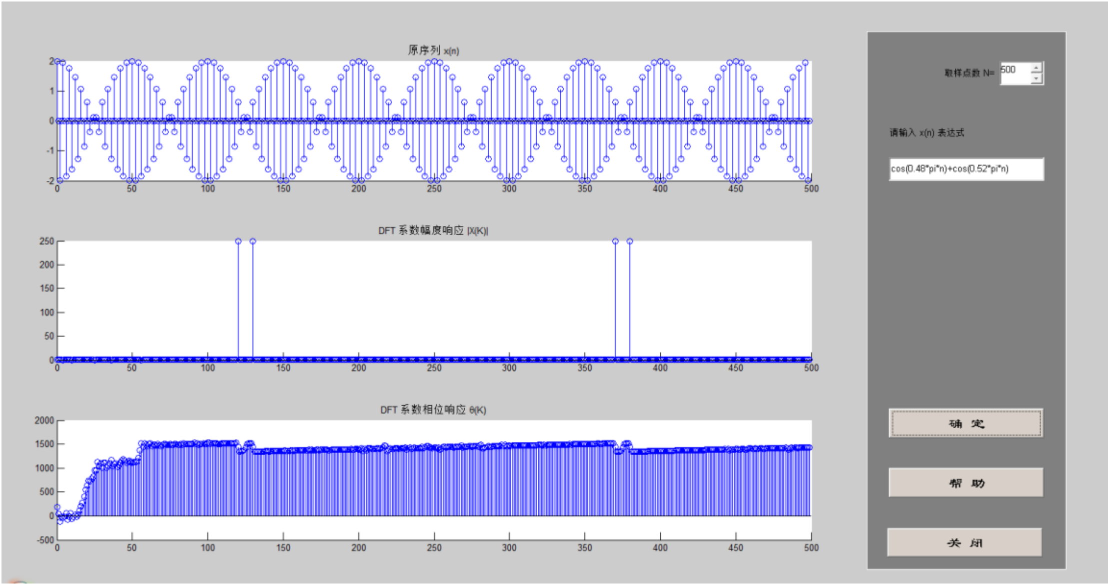
1. 取样点数 N=50, x[n]=cos(0.48*pi*n)+cos(0.52*pi*n)



2. 取样点数 N=20, x[n]=cos(0.48*pi*n)+cos(0.52*pi*n)



3. 取样点数 N=500, x[n]=cos(0.48*pi*n)+cos(0.52*pi*n)



三、结果与分析

1 中选取取样点数 N=50,x[n]=cos(0.48*pi*n)+cos(0.52*pi*n)，2 中选取取样点数 N=20,x[n]=cos(0.48*pi*n)+cos(0.52*pi*n) ， 3 中 选 取 取 样 点 数 N=500,x[n]=cos(0.48*pi*n)+cos(0.52*pi*n),通过离散傅里叶变换得到 DFT 幅频响应和相频响应。对于周期信号而言，其 DFT 信号是离散的。

9-2 实验九 离散 Fourier 变换(DFT)——DFT 的实序列对称性

一、实验步骤：

1.输入取样点数

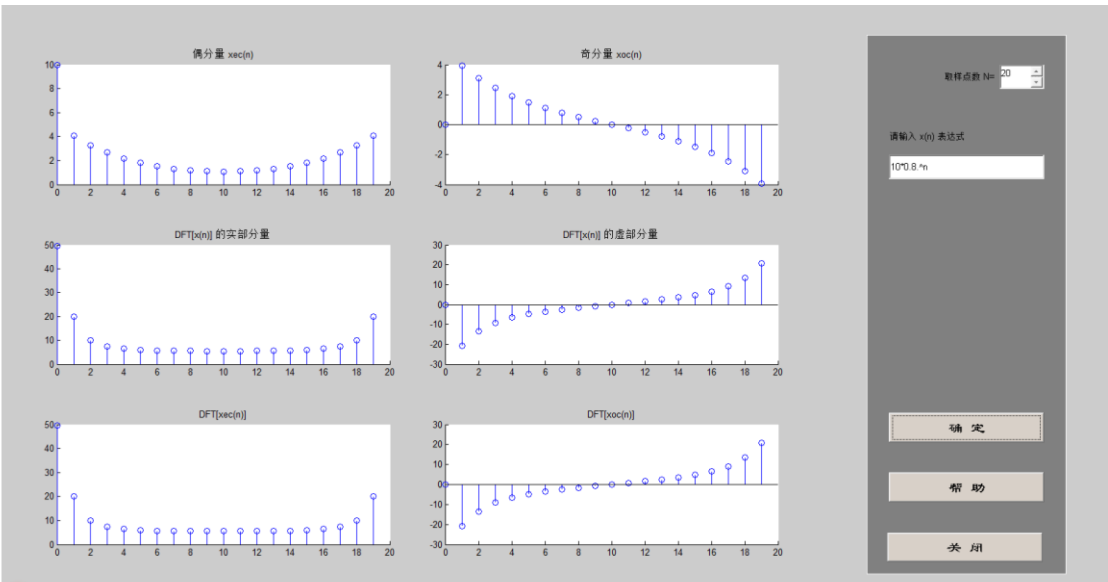
即有限长序列 x(n)的长度。

2.输入信号表达式

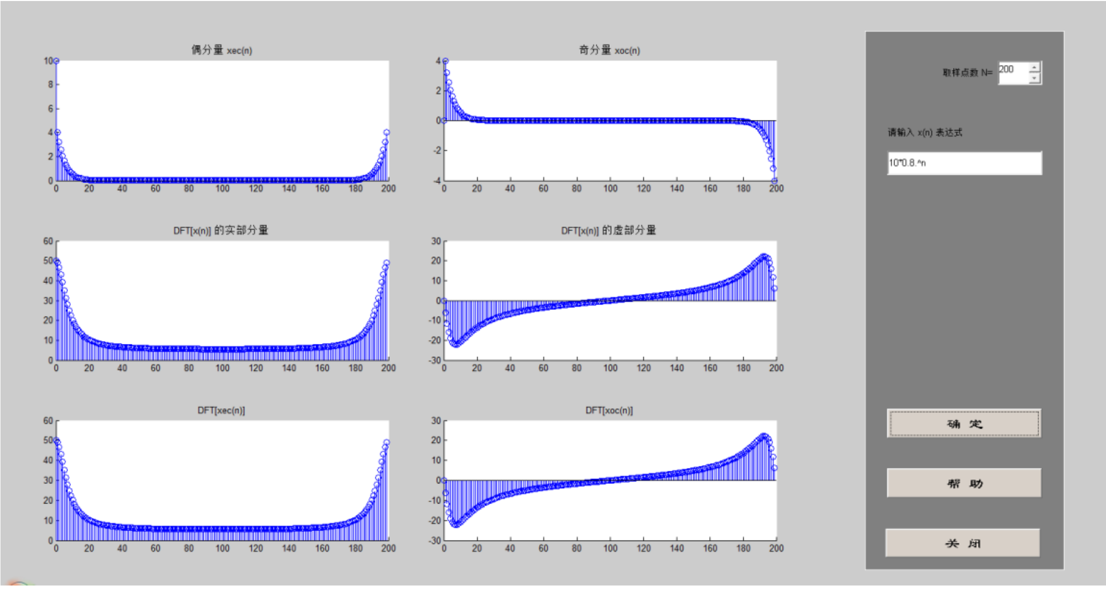
注意自变量为 n。

二、实验内容：

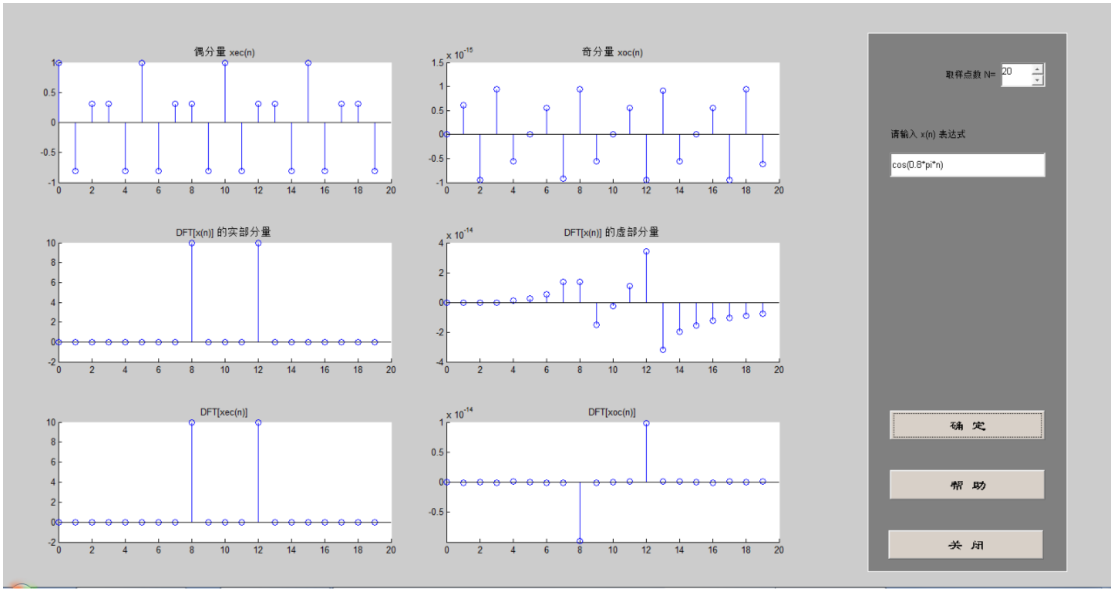
1.取样点数 N=20,x[n]=10*0.8.^n



2. 取样点数 N=200, x[n]=10*0.8.^n



3. 取样点数 N=20, x[n]=cos(0.8*pi*n)



三、结果与分析

1 中选取取样点数 N=20, x[n]=10*0.8.^n，2 中选取取样点数 N=200, x[n]=10*0.8.^n，3 中选取取样点数 N=20, x[n]=cos(0.8*pi*n)，通过呈现各自信号的奇分量、偶分量及各自傅里叶变换波形，展现了傅里叶变换的奇偶虚实性质。

10-1 实验十 快速 Fourier 变换(FFT 及其应用)——FFT 的实现

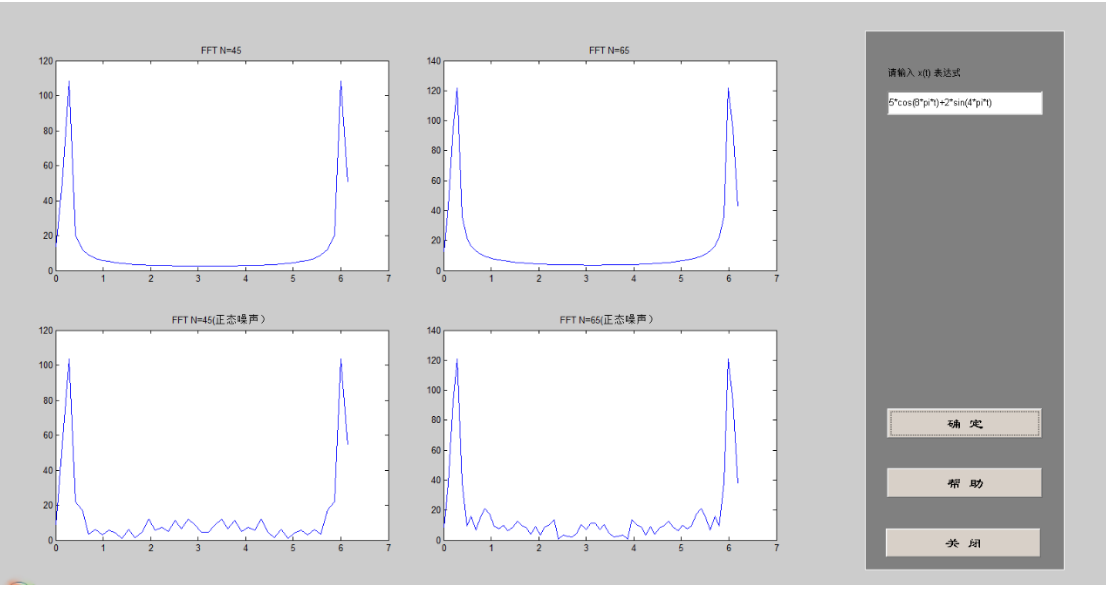
一、实验步骤：

1. 输入信号表达式

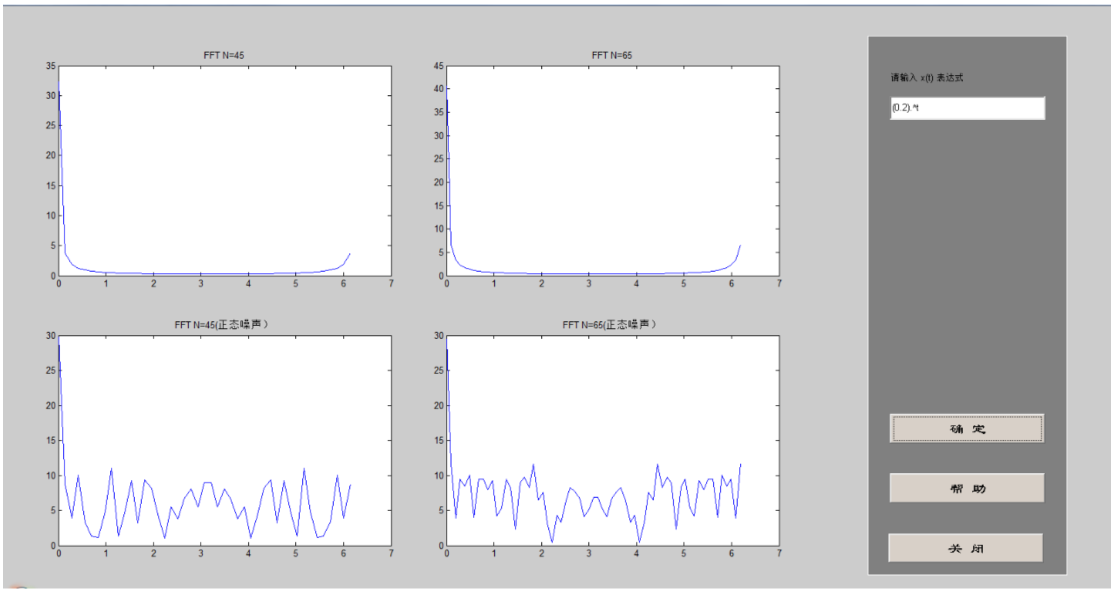
注意自变量为 t。

二、实验内容：

1. x(t)=5*cos(8*pi*t)+2*sin(4*pi*t)



2. x(t)=0.2.^t



三、结果与分析

1 中选取 x(t)=5*cos(8*pi*t)+2*sin(4*pi*t)，2 中选取 x(t)=0.2.^t，分别进行快速傅里叶变换并展示其波形。可以观察到，1 中对于周期信号其呈现出波形并不是离散的，这主要是因为取样点 N 过少，当 N 从 45 变为 65 时，波形有较小改善。同时可看到 FFT 算法受噪声影响较为明显，稳定性不如一般傅里叶变换。

10-2 实验十 快速 Fourier 变换(FFT 及其应用)——应用 FFT 计算线性卷积

一、实验步骤：

1. 输入有限长序列 x(n)

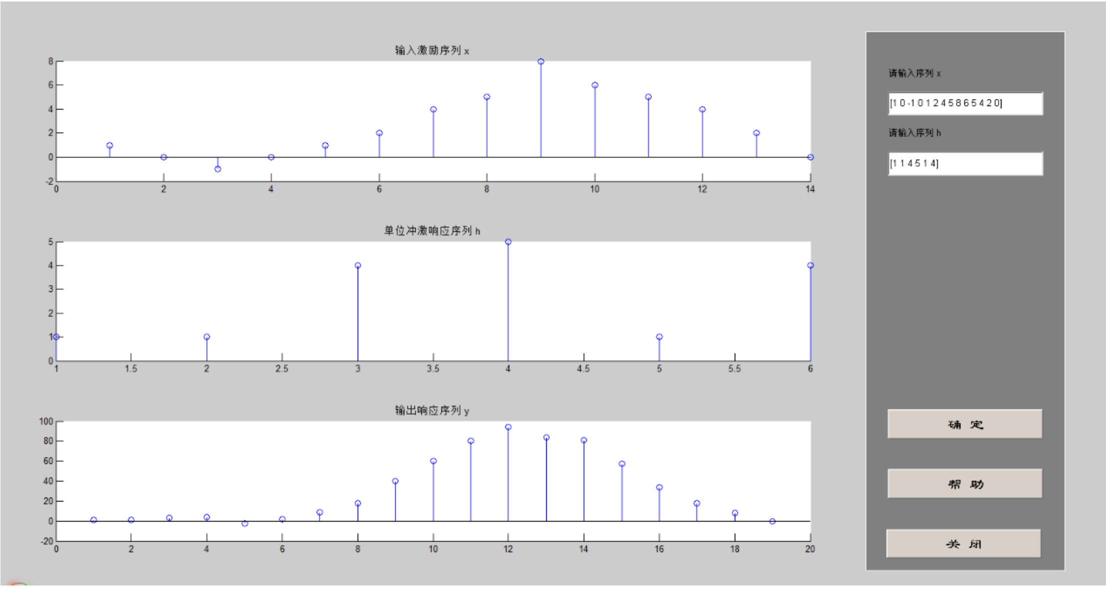
注意以空格分隔输入的数值。

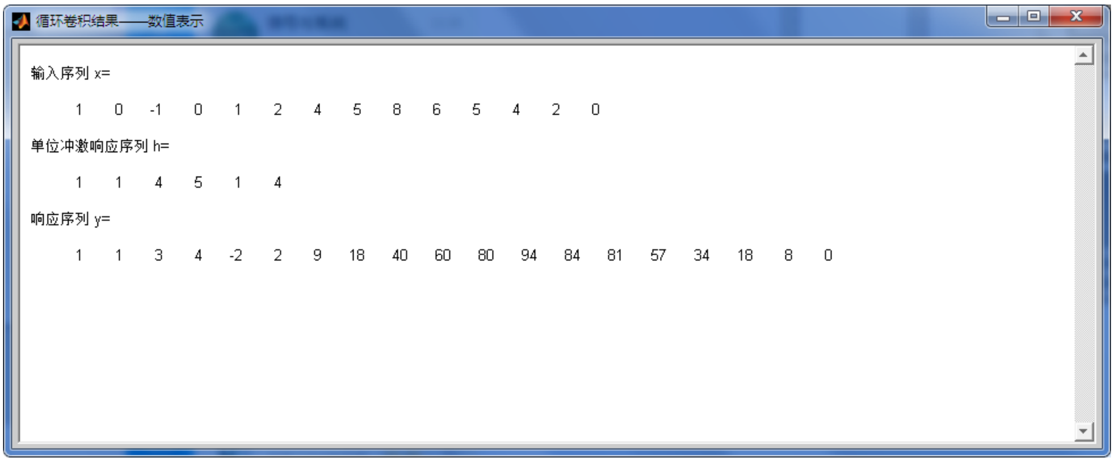
2. 输入有限长序列 h(n)

注意以空格分隔输入的数值。

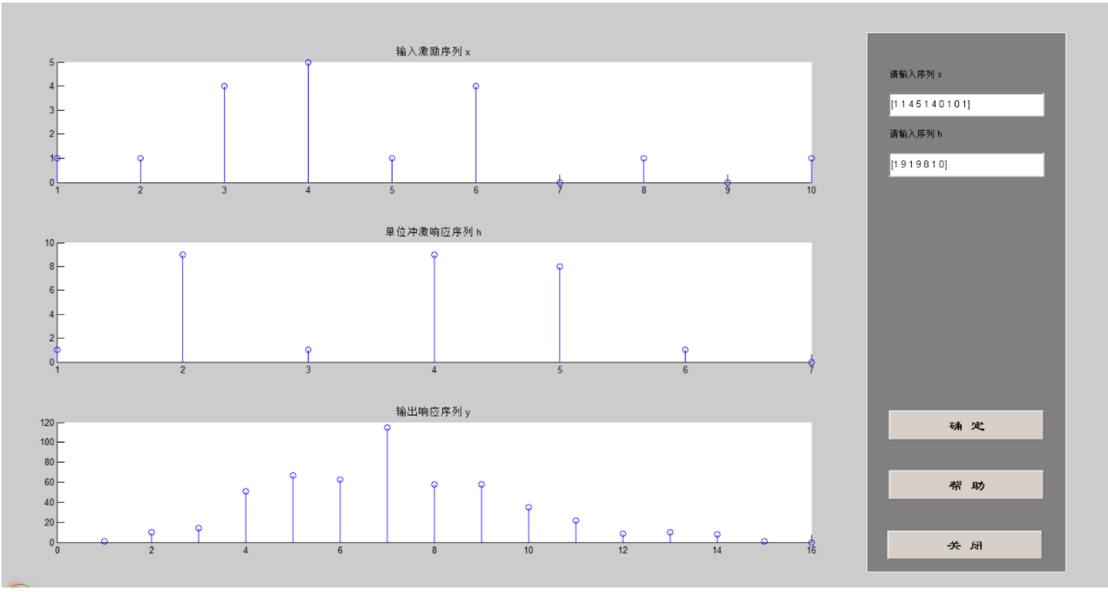
二、实验内容：

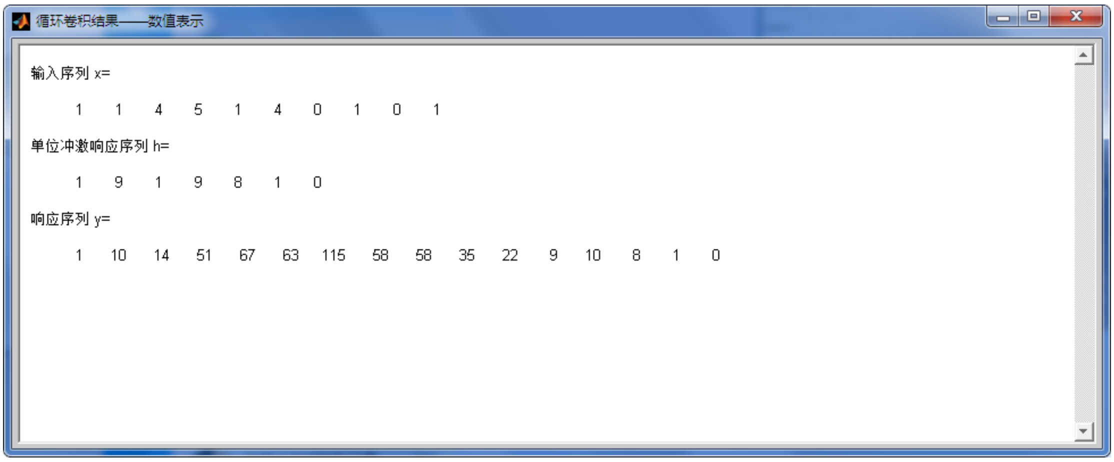
1. x[n]=[1 0 -1 0 1 2 4 5 8 6 5 4 2 0],h[n]=[1 1 4 5 1 4]





2. x[n]=[1 0 1 4 5 1 4 0 1 0 1],h[n]=[1 9 1 9 8 1 0]





三、结果与分析

1 中选取 x[n]=[1 0 -1 0 1 2 4 5 8 6 5 4 2 0],h[n]=[1 1 4 5 1 4]，2 中选取 x[n]=[1 0 1 4 5 1 4 0 1 0 1],h[n]=[1 9 1 9 8 1 0]，通过 FFT 算法结合补零操作快速卷积得到输出 y[n]。