**安徽大学人工智能学院**

**《数字信号处理》**

**实验案例设计报告**

**课程名称：** 数字图像处理实验

**专 业：** 机器人工程

**班 级：** 3班

**学 号：** WA2224013

**姓 名：** 郭义月

**任课老师： 谭春雨**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 实验名称 | 实验3 | 实验次序 | 3 |
| 实验地点 | 笃行南楼A104 | 实验日期 | 10.30 |
| 实验内容：  **例5.3**  某因果线性时不变系统（LTI）由下面差分方程描述：    试求系统对单位阶跃信号的响应  **实验目的：**  先通过z变换与z反变换手动计算出单位冲激响应，再通过卷积求单位阶跃响应，再将仿真数据与理论推导数据进行比较。  **实验原理：**  filter函数，z变换与z反变化，卷积的性质  **实验代码：**  clc;clear;close all;  b = [1, 0, -1];a = [1, 0, -0.81];  x = ones(1,100);  y = filter(b,a,x);  plot(y,'k-x')  xlabel('n');ylabel('y(n)');hold on;  n = 0:99;v = -0.0556\*(-0.9).^n +1.0556\*(0.9).^n;  plot(v,'b--o');  legend('仿真数据','理论推导数据');grid on;  hold off;  **实验结果：**    **实验内容：例5.5**  求二阶系统对100点随机噪声的响应曲线  **实验目的：**  通过给定系统的传递函数，利用随机噪声作为输入信号，分析系统的输出响应曲线，以理解系统在噪声输入下的动态行为。  **实验原理：**  Dlsim()函数和impz，conv函数的使用  **实验代码：**  方法一：直接调用disim()函数实现，matlab程序为：  clc;clear;close all;  b = [2,-3.4,5.5];  a = [1,-1.2,0.8];  x = randn(1,100);  y = dlsim(b,a,x);  plot(y);  title('随机噪声响应曲线');  xlabel('t/s');ylabel('幅度')  方法二：利用卷积实现，首先用impz（）函数求出系统的冲激响应h(n)，然后利用conv函数求出系统信号x(n)与h(n)的卷积获得系统的y(n)，matlab代码为;  clc;clear;close all;  b = [2,-3.4,5.5];  a = [1,-1.2,0.8];  h = impz(b,a);  subplot(2,1,1);stem(h);  xlabel('n');ylabel('h(n)');  title('系统单位冲激响应');  x = randn(1,100);  y = conv(x,h);  subplot(2,1,2);plot(y(1,1:100));  title('随机噪声响应曲线');  xlabel('t/s');ylabel('幅度')  **实验结果：**      **实验内容：6-2**  设，求离散时间序列傅里叶变换，并画出他的幅度和香味，计算x(n)的11点DFT  **实验目的：**  理解DTFT和DFT在频域分析中的应用及差异。  **实验原理：**  DFT和DTFT的变换原理及规律。  **实验代码：**  clc;clear;close all;  n = -5:5;x = (-0.9).^n;  k = -200:200;w = (pi/100)\*k;  X = x\*(exp(-j\*pi/100)).^(n'\*k);  magX = abs(X);angX = angle(X);  subplot(2,1,1);plot(w/pi,magX);grid on;  axis([-2,2,0,15]);  xlabel('\omega(x\pi)');ylabel('幅度|H(e^j^\omega)|)');  subplot(2,1,2);plot(w/pi,angX);grid on;  axis([-2,2,-1,1]);xlabel('\omega(x\pi)');ylabel('相位(幅度/\pi)');  计算x(n)的11点DFT，matlab的程序如下：  clear; clc; close all;  n = -5:5; xn = (-0.9).^n;  k1 = 0:1000; w = (pi/500) \* k1;  X = xn \* (exp(-j \* pi / 500)) .^ (n' \* k1);  magX = abs(X); angX = angle(X);  Xk = DFTmat(xn);  N = length(xn); k = 0:N-1;  Xk1 = Xk .\* exp(j \* 2 \* pi \* 5 \* k / N);  magXk = abs(Xk1); angXk = angle(Xk1);  subplot(2,1,1); plot(w/pi, magX,'--'); hold on; stem(2 \* k / N, magXk);  hold off; axis([0, 2, 0, 15]); grid on;  xlabel('\omega/\pi'); ylabel('|X(e^{j\omega})| 幅度');  subplot(2,1,2); plot(w/pi, angX/pi,'--'); hold on; stem(2 \* k / N, angXk/pi);  hold off; axis([0, 2, -1, 1]); grid on;  xlabel('\omega/\pi'); ylabel('相位(\angle X(e^{j\omega}) / \pi)');  function Xk = DFTmat(xn)  N = length(xn);  n = 0:N-1;k = n;nk = n'\*k;  WN = exp(-j\*2\*pi/N);  Wnk = WN.^nk;  Xk = xn\*Wnk;  end  **实验结果：**      **实验内容：例6-3**  设x(n)是4点序列：     1. 计算离散时间傅里叶变化，并画出他的幅度和相位 2. 计算x(n)的四点DFT   **实验目的：**  理解DTFT和DFT在频域分析中的应用及差异。  **实验原理：**  对于长度为N的有限长序列的傅里叶变换的频谱分析，采用离散傅里叶变换来实现，频谱只有N个独立谐波成分，大小定义为    其中，X(k)代表k次谐波，注意，在使用离散傅里叶变换时，所处理的有限长序列都是作为周期序列的一个周期来表示的，即离散傅里叶变换隐含由周期性，周期为N。  **实验代码：**  问题1：  clc;close all;clear;  N = 1000;w = [0:N-1]\*2\*pi/N;  X = (sin(2\*w)./sin(w/2)).\*exp(-j\*3\*w/2);  magX = abs(X);angX = angle(X);  subplot(2,1,1);plot(w/pi,magX);grid on;  xlabel('\omega(x\pi)');ylabel('幅度|H(e^j^\omega)|)');  subplot(2,1,2);plot(w/pi,angX);grid on;  xlabel('\omega(x\pi)');ylabel('相位(幅度/\pi)');  问题2代码：  clear;clc;close all;  n=0:3;xn=[1,1,1,1];k1=0:1000;w=(pi/500)\* k1;  X=xn\*(exp(-j\*pi/500)).^(n'\*k1);magX=abs(X);angX=angle(X);N=length(xn);  nl=0:N-1;k=nl;nk=nl'\*k;WN=exp(-j\*2\*pi/N);Wnk=WN.^nk;  Xk=xn\*Wnk;magXk=abs(Xk);angXk=angle(Xk);  subplot(2,1,1);plot(w/pi,magX,'k--');hold on;stem(2\*k/N,magXk);hold off; axis([0,2,0,5]); grid on;  xlabel('\omega(x\pi)');ylabel('幅度|X(k)|');  subplot(2,1,2);plot(w/pi,angX/pi,'k--');hold on;stem(2\*k/N,angXk/pi);hold off;axis([0,2,-1,1]); grid on;  xlabel('\omega(x\pi)');ylabel('相位/\pi');  **实验结果：**      **实验内容：6.4**  设，试分析下列情况的频谱特性   1. 若令，求出并画出x1(n)的离散傅里叶变换 2. 若令，求出并画出x2(n)的离散傅里叶变换 3. 若令，求出并画出x3(n)的离散傅里叶变换   **实验目的：**  通过计算并比较其截取部分、补零延长以及原始序列的离散傅里叶变换，理解DFT在处理有限长序列时的频谱泄露和分辨率特性。  **实验原理：**  对于长度为N的有限长序列的傅里叶变换的频谱分析，采用离散傅里叶变换来实现，频谱只有N个独立谐波成分，大小定义为    其中，X(k)代表k次谐波，注意，在使用离散傅里叶变换时，所处理的有限长序列都是作为周期序列的一个周期来表示的，即离散傅里叶变换隐含由周期性，周期为N。  **实验代码：**  第一题：  clear;clc;close all;  n = 0:99;x = cos(0.48\*pi\*n) + cos(0.52\*pi\*n);  n1 = 0:9;x1 = x(1:10);N = length(x1);  X1 = DFTfor(x1);  k = n1;w = 2\*pi\*k/N;  magX1 = abs(X1);  subplot(2,1,1);stem(n1,x1);ylabel('x(n)');xlabel('n');grid on;  subplot(2,1,2);stem(w/pi,magX1);  ylabel('|X\_1\_0(k)|');xlabel('\omega(x\pi)');grid on;  function X=DFTfor(xn)  N = length(xn);  X = zeros(1,N);  for k = 0:N-1  for n = 0:N-1  X(k+1) = X(k+1) + xn(n+1) \*exp(-j\*2\*pi\*n\*k/N);  end  end  end  第二题：  clear;clc;close all;  n = 0:99;x = cos(0.48\*pi\*n) + cos(0.52\*pi\*n);  x2 = [x(1:10),zeros(1,90)];  N = length(x2);  X2 = DFTfor(x2);  k = n;w = 2\*pi\*k/N;  magX2 = abs(X2);  subplot(2,1,1);stem(n,x2);ylabel('x(n)');xlabel('n');grid on;  subplot(2,1,2);stem(w/pi,magX2);  ylabel('|X\_1\_0(k)|');xlabel('\omega(x\pi)');grid on;  function X=DFTfor(xn)  N = length(xn);  X = zeros(1,N);  for k = 0:N-1  for n = 0:N-1  X(k+1) = X(k+1) + xn(n+1) \*exp(-j\*2\*pi\*n\*k/N);  end  end  end  第三题：  clear;clc;close all;  n = 0:99;x3 = cos(0.48\*pi\*n) + cos(0.52\*pi\*n);  N = length(x3);  X3 = DFTfor(x3);  k = n;w = 2\*pi\*k/N;  magX2 = abs(X3);  subplot(2,1,1);stem(n,x3);ylabel('x(n)');xlabel('n');grid on;  subplot(2,1,2);plot(w/pi,magX2);  ylabel('|X\_1\_0(k)|');xlabel('\omega(x\pi)');grid on;  function X=DFTfor(xn)  N = length(xn);  X = zeros(1,N);  for k = 0:N-1  for n = 0:N-1  X(k+1) = X(k+1) + xn(n+1) \*exp(-j\*2\*pi\*n\*k/N);  end  end  end  **实验结果：**        **实验内容：7.1**  已知一个11点序列   1. 画出样本； 2. 画出样本； 3. 画出样本   **实验目的：**  深刻理解和验证循环移位在信号处理中的应用  **实验原理：**  圆周移位的是指对有限长序列进行如下操作：首先。对序列做周期延拓，形成周期序列，然后对周期序列做m点移动，最后取移动后的序列的主值序列，获得圆周移位序列。  **实验代码：**  clc;clear;close all;  n = 0:10;xn = 10\*0.8.^n;  m = 0:14;  xn1 = [xn,zeros(1,15-11)];  yn1 = xn1(mod(-m,15)+1);  subplot(2,2,1);stem(n,xn);ylabel('x(n)');xlabel('n');  subplot(2,2,2);stem(m,yn1);ylabel('x((-n))\_1\_5');xlabel('n');  yn2 = cirshftt(xn,6,15);  yn3 = cirshftt(xn,-4,15);  subplot(2,2,3);stem(m,yn2);ylabel('x((n-6))\_1\_5');xlabel('n');  subplot(2,2,4);stem(m,yn3);ylabel('x((n-6))\_1\_5');xlabel('n');  function y = cirshftt(x,m,N)  if length(x)>N  error('N must be >= the length of x')  end  x = [x,zeros(1,N-length(x))];  n = 0:N-1;  n = mod(n-m,N);  y = x(n+1);  end  **实验结果：**    **实验内容：7.2**  已知序列，，试求  7点，10点  **实验目的：**  本实验的目的是通过时间域和频域卷积计算两个已知序列的循环卷积，并对比时间域和频域方法的结果。  **实验原理：**  时间域循环卷积通过直接计算每个点的卷积和来实现，而频域循环卷积则利用离散傅里叶变换（DFT）和逆离散傅里叶变换（IDFT）来实现。  **实验代码：**  clc;clear;close all;  x1 = [1,1,1];x2 = [1,2,3,0,0,0,4];  y1 = abs(circonvtim(x1,x2,7))  y2 = abs(circonvfre(x1,x2,10))  function y = cirshftt(x,m,N)  if length(x)>N  error('N must be >= the length of x')  end  x = [x,zeros(1,N-length(x))];  n = 0:N-1;  n = mod(n-m,N);  y = x(n+1);  end  function Xk = DFTmat(xn)  N = length(xn);  n = 0:N-1;k = n;nk = n'\*k;  WN = exp(-j\*2\*pi/N);  Wnk = WN.^nk;  Xk = xn\*Wnk;  end  function y = circonvtim(x1,x2,N)  n = 0:N-1;  x1 = [x1,zeros(1,N-length(x1))];  x2 = [x2,zeros(1,N-length(x2))];  x3 = x2(mod(-n,N)+1);  for m =0:N-1  x4 = cirshftt(x3,m,N);  x5 = x1.\*x4;  y(m+1) = sum(x5);  end  end  function yn = circonvfre(x1,x2,N)  x1 = [x1,zeros(1,N-length(x1))];  x2 = [x2,zeros(1,N-length(x2))];  Xk1 = DFTmat(x1);  Xk2 = DFTmat(x2);  Yk = Xk1.\*Xk2;  n = 0:N-1;k = n;nk = n'\*k;  WN = exp(j\*2\*pi/N);Wnk = WN.^nk;  yn = Yk\*Wnk/N;  end  **实验结果：**    Y2中可能出现复数，虚部是0.000i，这是由于计算误差造成的，为了去除虚部，可以用abs函数对其求模。  **实验内容：7.3**  已知序列，，试验证线性卷积和与圆周卷积和的关系  **实验目的：**  本实验的目的是验证线性卷积和循环卷积之间的关系。通过计算两序列的线性卷积和不同长度下的循环卷积，分析并比较其结果。  **实验原理：**  线性卷积用于非周期信号的卷积，而循环卷积用于周期信号的卷积。线性卷积的结果长度为两个序列长度之和减一，而循环卷积的结果长度取决于周期延拓的周期长度。  **实验代码：**  clc;clear;close all;  x1 = [1,1,1];x2 = [1,2,3,4,5];  ylin = conv(x1,x2);  y1 = circonvtim(x1,x2,5);  y2 = circonvtim(x1,x2,5);  y3 = circonvtim(x1,x2,7);  y4 = circonvtim(x1,x2,8);  subplot(5,1,1);stem(ylin);  axis([1,8,0,20]);title('y(n)=x\_1(n)\*x\_2(n)');  subplot(5,1,2);stem(y1);  axis([1,8,0,20]);title('y\_1(n)=x\_1(n)\*x\_2(n)');  subplot(5,1,3);stem(y2);  axis([1,8,0,20]);title('y\_2(n)=x\_1(n)\*x\_2(n)');  subplot(5,1,4);stem(y3);  axis([1,8,0,20]);title('y\_3(n)=x\_1(n)\*x\_2(n)');  subplot(5,1,5);stem(y4);  axis([1,8,0,20]);title('y\_4(n)=x\_1(n)\*x\_2(n)');  function y = cirshftt(x,m,N)  if length(x)>N  error('N must be >= the length of x')  end  x = [x,zeros(1,N-length(x))];  n = 0:N-1;  n = mod(n-m,N);  y = x(n+1);  end  function Xk = DFTmat(xn)  N = length(xn);  n = 0:N-1;k = n;nk = n'\*k;  WN = exp(-j\*2\*pi/N);  Wnk = WN.^nk;  Xk = xn\*Wnk;  end  function y = circonvtim(x1,x2,N)  n = 0:N-1;  x1 = [x1,zeros(1,N-length(x1))];  x2 = [x2,zeros(1,N-length(x2))];  x3 = x2(mod(-n,N)+1);  for m =0:N-1  x4 = cirshftt(x3,m,N);  x5 = x1.\*x4;  y(m+1) = sum(x5);  end  end  **实验结果：**    由以上结果可以得出以下结论：若两个有限长序列的长度分别为N1，N2，当圆周卷积和长度大于等于N1+N2-1时，线性卷积和可由圆周卷积和替代；当圆周卷积和长度小于N1+N2-1时，会产生序列混叠误差，这是因为N点圆周卷积y(n)是由线性卷积y1(n)以N为周期的周期延拓的主值序列。  **出现的问题及解决方法：**  一直出现sinc函数参数有问题，检查自己并没有名为sinc的.m文件，重启matlab依然没有用，搜集资料发现是因为我使用的sinc函数是在Signal Processing Toolbox中的，而我并没有安装此附加功能，因此需要在Matlab工具箱中安装此功能。    装上Signal Processing Toolbox这个包之后就解决了。 | | | |