选 课 时 间 段 周五3-5

序 号（座位号） 31



杭 州 电 子 科 技 大 学

实 验 报 告

课程名称 数字信号处理实验

实验名称 离散序列圆周卷积以及相关运算

指导教师 吴超

学生姓名 萧化壹

学生学号 21081226

学生班级 21083411

所学专业 通信工程

试验日期 2023.11.24

一：实验目的（5分）

本实验结合教材有关序列圆周卷积与线性相关运算的教学内容，学习掌握序列圆周卷积和序列相关运算的计算原理和实现方法。

二：实验原理（实验所用到的理论课知识，共30分）

设有限长序列x(n)和h(n)，长度分别为N1和N2，N=max[N1,N2]。序列圆周卷积是按照下式计算时，称序列y(n)为序列x(n)和h(n)的N点圆周卷积（或循环卷积）。

圆周卷积的求解过程与周期卷积类似，只是这里的运算都是在主值区间进行的。从圆周卷积公式可以看出，圆周卷积和y(n)求解可按以下步骤进行：

1.序列圆周反褶：首先将h(m)周期延拓，形成周期序列h((m))N，然后将m=0的纵轴为对称轴翻褶形成h((-m))N；

2.序列圆周移位：将h((-m))N圆周移位n（设n为某一给定值，0≤n≤N-1）得到h((n-m))N，然后取主值区h((n-m))NRN(n)；

3.序列相乘：将h((n-m))N与x(m)的相同时刻的序列值对应相乘，得乘积序列w(n)=x(m)h((n-m))N；

4.序列求和：将乘积序列w(n)中的所有的序列值相加就得到y(n)的第n个序列值y(n)=∑w(n)。

5.改变n，重复步骤2、3和4，求得0≤n≤N-1区间上所有对应的序列值y(n)。

频域法求解圆周序列卷积和的具体实现步骤如下：

1.利用离散傅里叶变换(DFT)求出有限长序列x(n)与h(n)的频谱X(k)=DFT[x(n)]和H(k)=DFT[h(n)]；

2.利用式子:

求得圆周卷积和序列y(n)的频谱Y(k)=X(k)H(k)；

3.利用离散傅里叶变换(IDFT)，求出相应的圆周卷积序列y(n)=IDFT[Y(k)]。

在实际应用中，频域法求解圆周卷积和是常用的方法，其原因是DFT和IDFT有快速算法(FFT)。利用快速算法(FFT)可以使求解圆周卷积的速度提高若干倍。

三：预习与参考

1.所使用的主要函数（50分）

1.y=sum(x):序列累加。

2.m=mod(x,y):返回x关于y的余数。

3.圆周移位函数cirshftt(x,m,N):圆周移位是指对有限长序列x(n)进行周期延拓，形成周期序列，然后对周期序列做m点移动后取周期序列的主值序列。

4.圆周卷积函数时域计算circonvtim(x1,x2,N):时域计算N点圆周卷积y(n)=sum(x1(m)\*x2((n-m))N。

5.圆周卷积函数频域计算circonvfre(x1,x2,N):频域计算N点圆周卷积y(n)=sum[(x1(m)\*x2((n-m))N]。

6.线性相关函数[r,m]=lincorrtime(x,y):根据线性相关定义编写出：

7.圆周相关的时域计算函数[r,m]=circorrtime(x,y):

8.圆周相关的频域计算函数[r,m]=circorrfre(x,y):

2．相关函数的应用实例（50分）

1.已知序列x1(n)={1,1,1},0≤n≤2;x2(n)={1,2,3,0,0,0,4},0≤n≤6,试求：y1(n)=x1(n)⑦x2(n)。

|  |  |
| --- | --- |
| main.m | circonvfre.m |
| clc;clear;  x1=[1,1,1];x2=[1,2,3,0,0,0,4];  y2=circonvfre(x1,x2,7);  y2=abs(y2);  y2 | function yn=circonvfre(x1,x2,N)  x1=[x1,zeros(1,N-length(x1))];  x2=[x2,zeros(1,N-length(x2))];  Xk1=DFTfor(x1);  Xk2=DFTfor(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; |

函数输出的卷积结果为：

y2 =

5.0000 7.0000 6.0000 5.0000 3.0000 0.0000 4.0000

四：实验内容以及步骤（10分）

4.1 已知序列x1(n)={2,1,1,2}和x2(n)={1,-1,-1,1}

(1)计算圆周卷积x1(n)○Nx2(n), N = 4,7和8;

(2)计算线性卷积x1(n) \* x2(n)

(3)利用计算结果，确定所需要的最小N值使得在N点区间内有相同的线性卷积与圆周卷积。

五：实验结果与数据处理、分析（40分）

|  |
| --- |
| 圆周卷积计算函数： |
| 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);  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 |

|  |
| --- |
| **第一题** |
| clc;clear;close all;  x1 = [2,1,1,2];  x2 = [1,-1,-1,1];  y1 = circonvtim(x1,x2,4);  y2 = circonvtim(x1,x2,7);  y3 = circonvtim(x1,x2,8);  figure(1);  subplot(3,1,1);  stem(y1,'fill','g','linewidth',1.0);  xlabel('\itn'); ylabel('{\ity}\_1({\itn})');  title('{\ity}\_1({\itn})={\itx}\_1({\itn}) ④{\itx}\_2({\itn})');  subplot(3,1,2); stem(y2,'fill','b','linewidth',1.0);  xlabel('\itn'); ylabel('{\ity}\_2({\itn})');  title('{\ity}\_2({\itn})={\itx}\_1({\itn}) ⑦{\itx}\_2({\itn})');  subplot(3,1,3); stem(y3,'fill','r','linewidth',1.0);  xlabel('\itn'); ylabel('{\ity}\_3({\itn})');  title('{\ity}\_3({\itn})={\itx}\_1({\itn}) ⑧{\itx}\_2({\itn})'); |

|  |
| --- |
| **第二题** |
| clc;clear;close all;  x1 = [2,1,1,2];  x2 = [1,-1,-1,1];  ylin = conv(x1,x2);  figure(1);  stem(ylin,'fill','r','linewidth',1.0);  xlabel('\itn');ylabel('{\ity}({\itn})');  title('{\ity}({\itn})={\itx}\_1({\itn})\*{\itx}\_2({\itn})'); |

|  |
| --- |
| **第三题** |
| Y由仿真结果可知当N≥7（4+4-1）时，不出现混叠，故要使得在N点区间内有相同的线性卷积与圆周卷积，所需要的最小N值为7。 |

六：解答实验思考题（10分）

1、谈谈周期卷积、线性卷积、圆周卷积的区别与联系。

周期卷积通常应用于周期信号的处理，它利用信号在周期内的重复特性，简化了卷积计算。

线性卷积是信号处理中最常见的卷积形式，它描述了一种系统对输入信号进行响应的方式。线性卷积在时域和频域都有重要应用。

圆周卷积通常应用于循环信号的处理，例如频域中的循环卷积定理常用于处理周期信号的频域卷积。

联系：圆周卷积是周期卷积的特殊情况，指的是在一个周期内的卷积操作。线性卷积通常用于非周期性信号的处理，而圆周卷积和周期卷积通常用于周期性信号的处理。

七：实验总结（5分）

本次实验加深了我对圆周卷积的理解，圆周卷积是一种在两个周期序列之间进行的卷积操作。它有助于分析循环信号系统中的信号处理和传输特性,使我更深入地理解了离散信号处理中的重要概念，这对我的信号处理理论知识和实际应用有着重要的促进作用。