### 信号与系统实验报告

名 称： 数字信号卷积和的实现及应用

学 院： 计算机科学与工程学院、软件学院、人工智能学院

专 业： 计算机科学与技术

学 号： 09019106

姓 名： 牟倪

日期： 2021 年 4 月 7 日

评分：

1. 实验目的
2. 掌握Matlab中相关函数的使用，程序代码编制与调试的流程。
3. 熟悉卷积和的运算规则及其意义，加深对离散时间信号分析的理解。
4. 实验任务
5. 完成实验内容全部题目，分析解决调试代码过程中出现的问题。
6. 认真完成本次实验小结，思考卷积和的应用。
7. 主要设备、软件平台
8. 硬件：计算机
9. 软件：Matlab
10. 实验内容
11. 输出杨辉三角。
    * + 1. 函数编写
        2. 控制台输出
        3. 循环语句、条件语句
        4. 程序运行、调试

我的思路：

编写一个函数printyh(n)，此函数返回void，输入为杨辉三角的阶数，会打印出对应阶数的杨辉三角。杨辉三角的下一行中首尾为1，其余每个数都是上一行旁边两个数相加。利用这一性质迭代得到杨辉三角的每一行，此处会应用循环语句和条件语句。然后将杨辉三角逐行输出。

我们进一步提升程序的空间利用率。可以每生成一行就打印一行，这样只需在函数的循环体中维护一个“新行”和“老行”，同时注意循环的终止条件，不需要把每一行都记录下来。

代码：

1. function printyh(n)
2. % 打印对应阶数的杨辉三角形, 输入为阶数，无输出
3. yh=1;disp(yh);
4. for j=2:n
5. old=yh;
6. yh=ones(1,length(old)+1);
7. for k=2:length(old)
8. yh(k)=old(k-1)+old(k);
9. end
10. disp(yh);
11. end

改进：

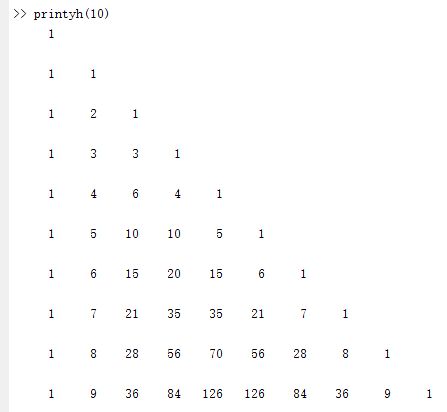
在网上查阅资料发现更好的做法：既然新行中的数为老行中旁边两个数的和，可以认为新行为老行错位相加的结果。这样得到的代码更加精简，如下所示：

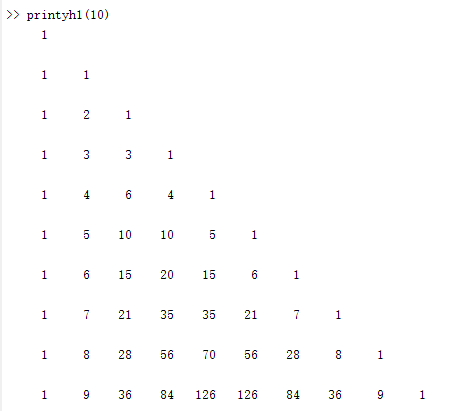
1. function printyh1(n)
2. % 打印对应阶数的杨辉三角形, 输入为阶数，无输出
3. yh=1; disp(yh);
4. for k=2:n
5. yh=[yh,0]+[0,yh];
6. disp(yh);
7. end

参考资料：<https://zhidao.baidu.com/question/60380137.html>

运行结果：

控制台输出如下：





两个函数都输出了正确的结果。

1. 编程实现信号，间的卷积和运算函数，并绘制出下列信号卷积和波形。
   * + 1. ，
       2. ，
       3. ，

我的思路：

首先编写两个数组的卷积和运算函数。输入为两个数组，输出为卷积的结果。由离散时间信号的卷积和定义，我们应对每一个n遍历k的取值，将两个数组对应位置元素的成绩相加，得到卷积结果数组n位置的数值。因为输入都为有限长的序列，故，即。对于超出此范围的k，x或h为0，乘积自然为0，不需要考虑。当或即时，k的取值范围为空集，此时输出应为0。故输出数组的长度n为。注意matlab中数组的索引从1开始，与离散时间信号不同，需要进行处理。输出和绘图在控制台进行。

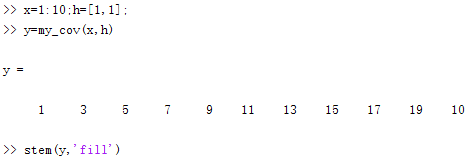
代码：

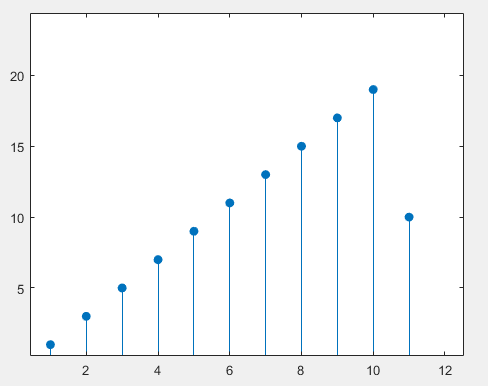
1. function [y]=my\_cov(x,h)
2. % 返回两个数组的卷积和，x和h是数组，函数体内没有输出
3. y=zeros(1,length(x)+length(h)-1);
4. for n=0:length(x)+length(h)-2
5. for k=max(0,n+1-length(h)):min(length(x)-1,n)
6. y(n+1)=y(n+1)+x(k+1)\*h(n-k+1);
7. end
8. end

输出结果：

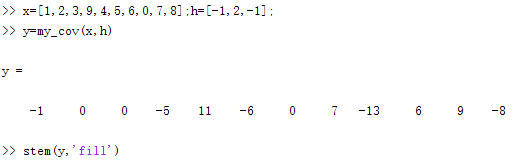
从控制台进行输入输出和画图。

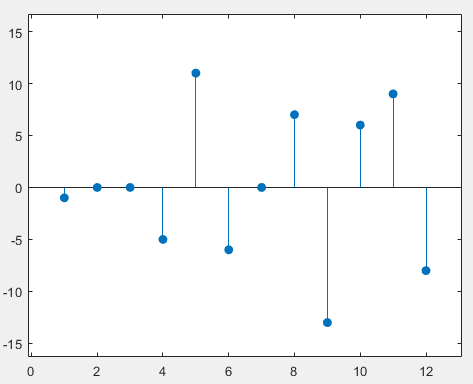
第一组：



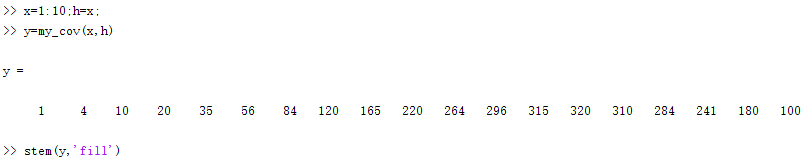


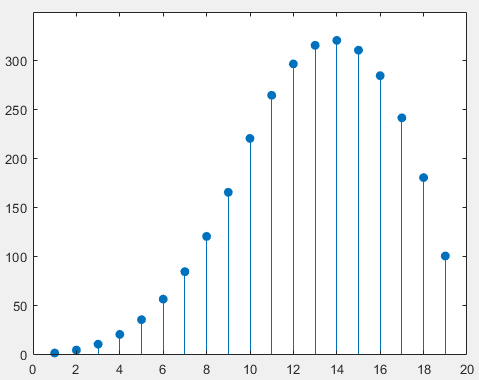
第二组：





第三组：





与matlab提供的卷积函数conv相比较，运行结果完全一样。函数编写正确。

1. 设计游戏时，若对小怪使用一次技能的效果是“小怪会在接下来5秒内持续掉血，每秒掉血量分别为[5 4 3 2 1]”；如果间隔1秒连续发动3次技能，请绘制出每次攻击后小怪的累计掉血量情况。

我的思路：

题目的意思是“间隔一秒发动一次技能，连续发动3次技能”，即“在0、1、2秒发动技能”。我们要求的是掉血量而不是小怪的血量，掉血量值应该不小于0。根据题目，可以知道小怪每一时刻的掉血量为3次技能的叠加效果。题目要求我们绘制累计掉血量，则应把每一时刻的掉血量累加。（版本1）

事实上，我们可以将这个情景理解为卷积运算，小怪每一时刻的掉血量为[1,1,1]和[5,4,3,2,1]的卷积。因此，直接调用前文编写的函数my\_cov也可以得到正确答案。（版本2）

代码：

版本1：翻译题目意思。

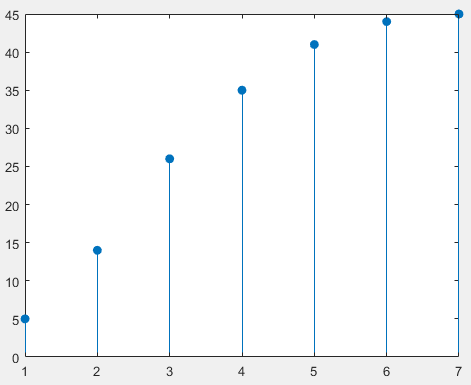
1. skill=[5,4,3,2,1];
2. hurt=[skill,0,0]+[0,skill,0]+[0,0,skill];
3. total=zeros(1,length(hurt));
4. total(1)=hurt(1);
5. for i=2:length(hurt)
6. total(i)=total(i-1)+hurt(i);
7. end
8. disp(total);
9. plot([0:length(total)-1],total);

版本2：直接调用my\_cov。

1. skill=[5,4,3,2,1];
2. acti=[1,1,1];
3. hurt=my\_cov(skill,acti);
4. total=zeros(1,length(hurt));
5. total(1)=hurt(1);
6. for i=2:length(hurt)
7. total(i)=total(i-1)+hurt(i);
8. end
9. disp(total);
10. plot([0:length(total)-1],total);

输出结果：

![C:\Users\cwc1\AppData\Roaming\Tencent\Users\3469959471\QQ\WinTemp\RichOle\E8JLC](0R@]SU0)CJ2VW[WJ.png](data:image/png;base64,)



1. 探究拓展
2. 给定一个如下所示的二维矩阵，实现其自身的卷积运算。



我的思路：

二维卷积的定义如下：

参考资料：<https://blog.csdn.net/kilotwo/article/details/88403079>

编写一个函数，输出为两个矩阵的二维卷积结果，输入为两个矩阵。设f的行数为rf、列数为cf；g的行数为rg、列数为cg；因为x与y的取值不相互影响，我们直接使用前文对一维卷积的讨论结果：

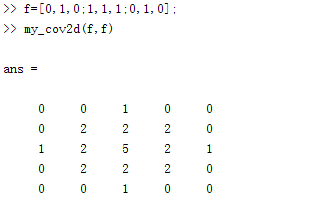
输出矩阵的行数和列数可以由此确定。对于输出矩阵每一行每一列进行遍历，求出对应位置的结果，需要两层循环。对于输出矩阵的某一个特定位置，遍历k1和k2的取值，需要两层循环。一共需要4层循环。

输出在控制台进行，函数体内没有输出。

代码：

1. function [a]=my\_cov2d(f,g)
2. % 输出为两个矩阵的卷积结果，输入为两个矩阵，函数体内没有输出
3. [rf,cf]=size(f);[rg,cg]=size(g);
4. a=zeros(rf+rg-1,cf+cg-1);
5. for x=0:rf+rg-2
6. for y=0:cf+cg-2
7. for k1=max(0,x+1-rg):min(rf-1,x)
8. for k2=max(0,y+1-cg):min(cf-1,y)
9. a(x+1,y+1)=a(x+1,y+1)+f(k1+1,k2+1)\*g(x-k1+1,y-k2+1);
10. end
11. end
12. end
13. end

输出结果：



进一步的探索：

matlab提供了计算二维卷积的函数conv2。

conv2有3种用法：

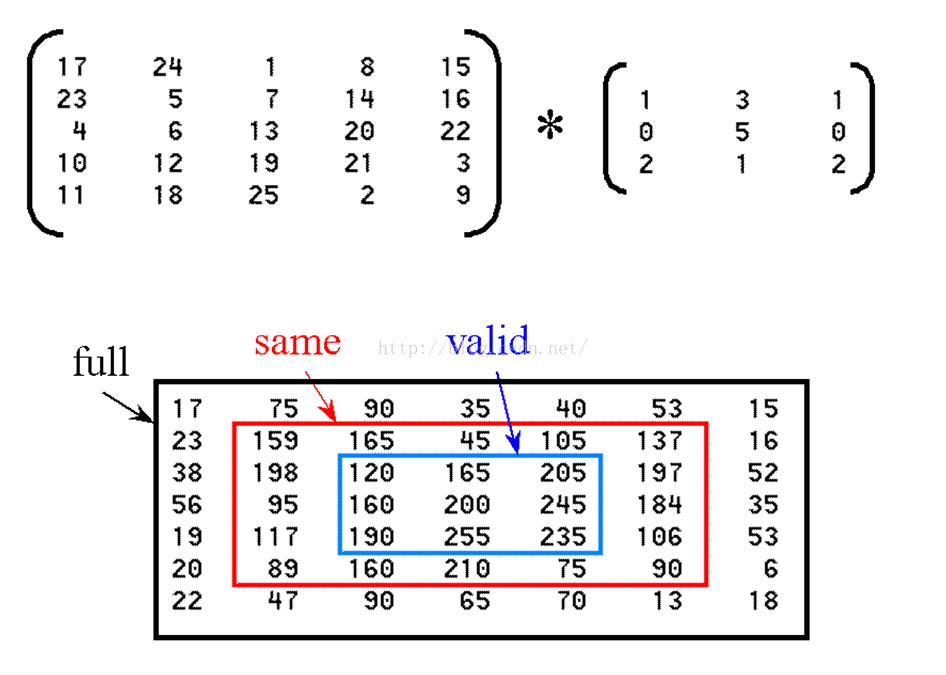
* C = conv2(A,B)
* C = conv2(u,v,A)
* C = conv2(A,B,shape)

其中，第一种用法与我编写的函数功能完全相同。第二种用法的功能是：首先求A的各列与向量u的卷积，然后求该结果的各行与向量v的卷积。

第三种用法根据shape返回卷积的子区。参数shape可取值如下：

* ‘full’为缺省值，返回二维卷积的全部结果，也就是第一种用法。
* ‘same’返回二维卷积结果种与A（第一个输入）大小相同的中间部分。在图像处理的场景下，会得到与图像大小相同的矩阵。
* ‘valid’返回在卷积过程中未使用边缘补0进行计算的卷积结果部分。

下图生动地说明了shape的用法（图源网络）：



参考网址：

<https://ww2.mathworks.cn/help/matlab/ref/conv2.html>

<http://blog.sina.com.cn/s/blog_8aad22fc01013hk9.html>

<https://blog.csdn.net/majinlei121/article/details/50256049>

matlab还提供了n维卷积函数convn。n维卷积的定义与二维相似。拿三维卷积举例：

convn有两种用法：

* C = convn(A,B)
* C = convn(A,B,shape)

对参数shape的约定与二维卷积相同。

参考网址：<https://ww2.mathworks.cn/help/matlab/ref/convn.html>

1. 实验小结

收获：

加深了对离散时间信号卷积和运算的理解，了解了matlab的基本语法和初步使用，学习了二维卷积运算的定义，探索了matlab中二维卷积运算函数conv2的用法。

经验总结：

1. matlab中使用length函数得到数组长度；
2. 了解了matlab中函数的定义方式；
3. 初步了解了matlab的绘图函数plot和stem；
4. matlab中数组索引从1开始；
5. matlab中矩阵的索引为先行后列，也是从1开始；