**核安全综合保障**

**基于SPH方法的U材料力学性能探究**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 姓名 |  | 祝韶阳 |
| 学号 |  | 201900501010 |

# 练习1：基于SPH方法的导数求解器

## 1.SPH方法基本原理

SPH方法采用光滑核函数，对Dirac delta函数进行近似。与Dirac delta函数可以表示函数类似，光滑核函数可以近似表示函数f(x)：

(1a)

经典的光滑核函数有三次样条、五次样条、钟形函数等，它们分别具有不同的近似精度。本练习中使用的光滑核函数是二维情况下的钟形函数:

(1b)

其中的由下式给出:

(1c)

通过光滑核函数表示的,在进行微分、积分运算的时候，可以转化成关于光滑核函数的一个黎曼和表达式，从而可以利用计算机进行数值模拟:

(1d)

## 2.基于 SPH方法的导数求解器原理

由公式(1d)，得到只有一个自变量x时候，表达式：

(2a)

自变量一维的时候，

(2b)

(2c)

上式中的为，是对求梯度，是对或者求梯度。则:

(2d)

由之前的表达式(1b)，可以计算出:

(2e)

其中，

(2f)

将式(2c),(2d),(2e)，代入式(2a),得到基于SPH方法计算导数的原理式:

(2g)

其中，

(2h)

## 3.可执行源代码

图表, 折线图

描述已自动生成计算结果

主程序

#include

import matplotlib.pyplot as plt

from sympy import \*

import math

#a,b=(input("请输入下界和上界:").split())

#d=(input("请输入维度:"))

#h=(input("请输入步长:"))

a=-math.pi\*2

b=math.pi\*2

d=1

dx=(b-a)/100

h=2\*dx

x=[]

y=[]

y1=[]

y2=[]

if d==1:

    a4=5/4/h

if d==2:

    a4=5/3.14/h/h

if d==3:

    a4=105/16/3.14/h/h/h

for i in range(0,100):

    x.append(a+i\*dx)

    y.append(sin(a+i\*dx))

    y2.append(cos(a+i\*dx))

for i in x:

    sum=0

    for j in x:

        if i!=j:

            r=abs((i-j))/h

            if r>1:

                dew=0

            else:

                dew=a4\*(1-r)\*(1-r)\*(-12\*r)\*(i-j)/sqrt((i-j)\*\*2)/h

                #dew=(3\*(1-r)\*\*3-((1-r)\*\*2)\*(1+3\*r))\*a4/h\*r/sqrt(r\*\*2)

                #print(dew)

            sum=sum+dx\*sin(j)\*dew

        #print(sum)

    y1.append(sum)

plt.xlabel("x")

plt.ylabel("y")

plt.plot(x,y)

plt.plot(x,y1)

plt.legend([r"sin(x)",r"cos(x)"],fontsize=18,edgecolor="black",loc="low right",frameon=True)

#plt.plot(x,y2)

plt.show()

其他定义函数

练习2：三物块弹簧链接动力学计算

## 基本物理模型

三个物块，质量分别为1kg、2kg、3kg，由两个弹性系数为k=10N/m的弹簧连接。

计算在给定初始条件(1)、(2)下，此系统在0-10s内的位移-时间图像、能量-时间图像。

## 

1. v0=3m/s, x0=0m
2. v0=0m/s, x0=1m

## 2. 计算方法

将时间细分成许多时间段，由此刻的位移，计算出此刻的加速度，利用差分近似的方式，由加速度计算出下一时刻的速度，再利用这一时刻的位移、这一时刻的速度，计算出下一时刻的位移，以此类推，直至将各个时刻的运动参量计算出来。

最后，为了检验结果是否正确，计算各个时刻的动能、弹性势能，看看总能量是不是和一开始的总能量相等。

## 3. 可执行源代码

计算结果:

1. v0=3m/s, x0=0m

图表

描述已自动生成

1. v0=0m/s, x0=1m

图表, 图示, 直方图

描述已自动生成

计算程序代码

close all;

clear;clc;

%--------------------------------------------------------------------------

%初始化%--------------------------------------------------------------------

%质量 单位kg

m1=1;

m2=2;

m3=3;

dt=0.0001;%时间步长，单位s

t=[0:dt:10];%时间范围0-10s

n=length(t);%格数n

%位移 单位m

x1=zeros(n,1);x1(1,1)=0;

x2=zeros(n,1);x2(1,1)=5;

x3=zeros(n,1);x3(1,1)=10;

%

%速度 单位m/s

v1=zeros(n,1);v1(1,1)=3;

v2=zeros(n,1);v2(1,1)=0;

v3=zeros(n,1);v3(1,1)=0;

%能量 单位J

k=10;%弹性系数N/m

ek=zeros(n,1);ek(1,1)=0.5\*m1\*v1(1,1)^2;

ep=zeros(n,1);ep(1,1)=0.5\*k\*(x1(1,1)-5)^2;

et=zeros(n,1);et(1,1)=ek(1,1)+ep(1,1);

%

%--------------------------------------------------------------------------

%--------------------------------------------------------------------------

%差分计算%------------------------------------------------------------------

for i=1:n-1

%计算这一时刻三个物块的加速度

%物块1

k=10;

a1=k\*(x2(i,1)-x1(i,1)-5)/m1;%弹簧1原长5m，k=10N/m

%物块2

a2=-k\*(x2(i,1)-x1(i,1)-5)/m2+k\*(x3(i,1)-x2(i,1)-5)/m2;

%弹簧1、2原长5m，k=10N/m

%物块3

a3=-k\*(x3(i,1)-x2(i,1)-5)/m3;%弹簧2原长5m，k=10N/m

%计算下一时刻这三个物块的位置

%物块1

x1(i+1,1)=x1(i,1)+v1(i,1)\*dt;

%物块2

x2(i+1,1)=x2(i,1)+v2(i,1)\*dt;

%物块3

x3(i+1,1)=x3(i,1)+v3(i,1)\*dt;

%计算下一时刻这三个物块的速度

%物块1

v1(i+1,1)=v1(i,1)+a1\*dt;

%物块2

v2(i+1,1)=v2(i,1)+a2\*dt;

%物块3

v3(i+1,1)=v3(i,1)+a3\*dt;

%计算此时刻体系的能量

ek(i,1)=0.5\*m1\*v1(i,1)^2+0.5\*m2\*v2(i,1)^2+0.5\*m3\*v3(i,1)^2;

ep(i,1)=0.5\*10\*(x2(i,1)-x1(i,1)-5)^2+0.5\*10\*(x3(i,1)-x2(i,1)-5)^2;

et(i,1)=ep(i,1)+ek(i,1);

end

%--------------------------------------------------------------------------

%画图%---------------------------------------------------------------------

%位置图像

subplot(1,2,1)

plot(t,x1,'r','LineWidth',2,'MarkerSize',2);

hold on;

plot(t,x2,'g','LineWidth',2,'MarkerSize',2);

hold on;

plot(t,x3,'b','LineWidth',2,'MarkerSize',2);

hold on;

legend('x1','x2','x3')

xlabel('时间/s')

ylabel('位置/m')

set(gca,'fontsize',14,'linewidth',2);

%能量图像

subplot(1,2,2)

plot(t,ep,'r','linewidth',2,'MarkerSize',2);

hold on;

plot(t,ek,'g','linewidth',2,'MarkerSize',2);

hold on;

plot(t,et,'b','linewidth',2,'MarkerSize',2);

hold on;

legend('ep','ek','et')

xlabel('时间/s')

ylabel('能量/J')

set(gca,'fontsize',14,'linewidth',2);