计算机模拟点电荷系电场电势分布与电荷运动及相关应用

计算机科学与技术学院
15级 庄涛

汇报

1 目的

2 内容

目的

why

1 内容

2 整合

3 创新

4 联系

1. 目的

内容

整合

1 2

3 4

创新

联系

内容

what

1 电势

2 电场

3 运动

4 应用

电势

1 目标

2 原理

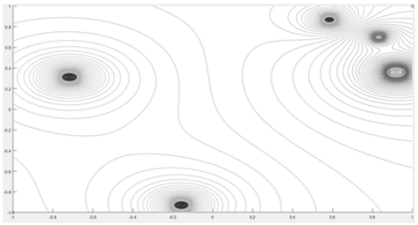
3 模拟

4 演示

1. 电势

目标 1

平面点电荷系等势线分布图



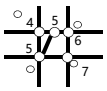
1. 电势

原理

- 叠加性

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i}{|r - r_i|}$$

- 等值线
  - 数据网格化
  - 选值并插值
  - 连线
  - 平滑



1. 电势

模拟

网格化

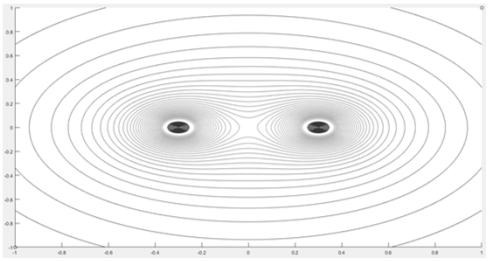
求电势

绘制

```
1   function void = plotUField_2D( pointList, Q, range )
2
3       % 输入
4       %   pointList : [ m x 2 ] or [ m x 3 ]
5       %   Q         : [ m x 1 ]
6       %   range     : [ 1 x 1 ]
7       %               确定作图的范围，即 [-range, range] x [-range, range]
8
9       [X,Y] = meshgrid( -range:0.01:range );%每隔0.01取一个点，计算其电势值
10      U = zeros(size(X));
11      for i = 1 : size(X,1),
12          for j = 1 : size(X,2),
13              U(i,j) = getU( pointList, Q, [X(i,j),Y(i,j)] );
14          end;
15      end;
16      contour( X, Y, U ./ max(abs(U(:))), [-0.7:0.01:0.7] );
17      %画出相对电势大小的等电势图
```

1. 电势

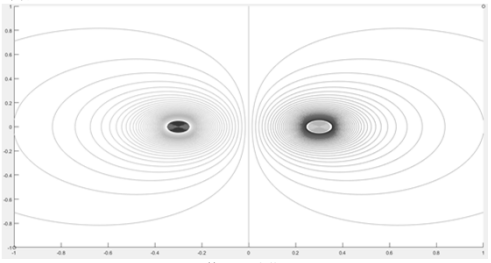
演示



等量同号电荷

1. 电势

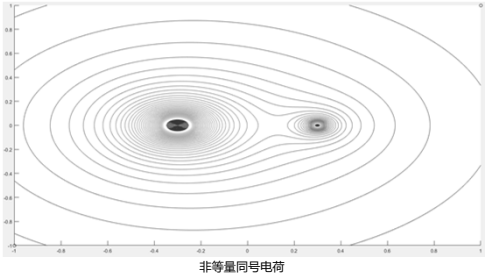
演示



等量异号电荷

1. 电势

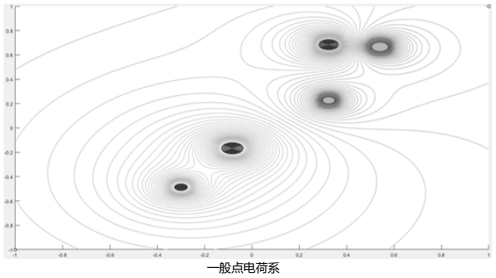
演示



非等量同号电荷

1. 电势

演示



一般点电荷系

1. 电势

目标 1

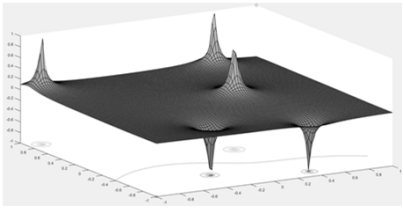
平面点电荷系等势线分布图

完成

1. 电势

目标 2

平面点电荷系电势的三维视图



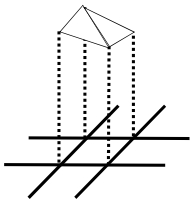
1. 电势

原理

- **平面数量场**

$$Z = U(x, y)$$

- **三维平面图**
  - 数据网格化
  - 映射
  - 填充



1. 电势

模拟

网格化

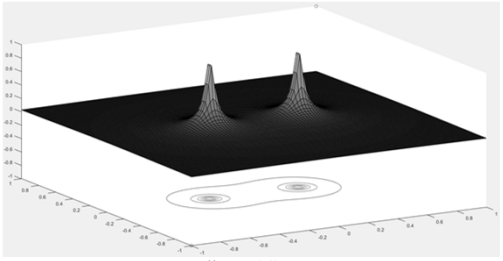
求电势

绘制

```
1   function [ result ] = plotUField_3D( pointList, Q, range )
2
3       % 输入
4       %   pointList : [ m x 2 ] or [ m x 3 ]
5       %   Q         : [ m x 1 ]
6       %   range     : [ 1 x 1 ]
7
8       [X,Y] = meshgrid( -1:0.02:1 );%每隔 0.02 取一个点，计算其电势值
9       U = zeros( size(X) );
10      for i = 1:size(X,1),
11          for j = 1:size(X,2),
12              U(i,j) = getU( pointList, Q, [X(i,j),Y(i,j)] );
13          end;
14      end;
15      surf( X, Y, U ./ max(abs(U(:))) );%作出 Z = U(x, y) 的曲面方程
```

1. 电势

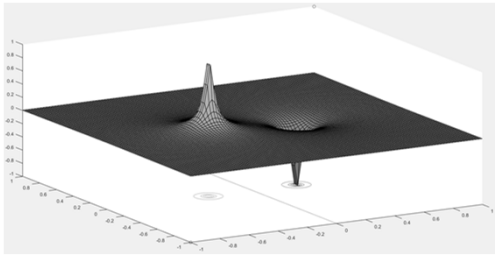
演示



等量同号电荷

1. 电势

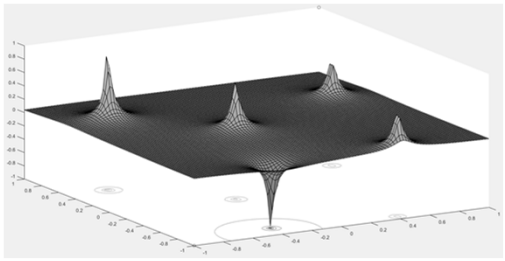
演示



等量异号电荷

1. 电势

演示



一般点电荷系

1. 电势

目标 2

平面点电荷系电势的三维视图

完成

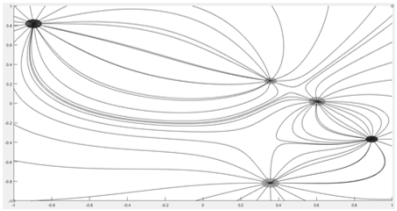
电场

1. **目标**
2. **原理**
3. **模拟**
4. **展示**

2. 电场

目标 1

平面点电荷系电场线分布图



2. 电场

原理

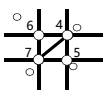
- **负梯度**

$$\mathrm{E} = (E_x, E_y, E_z) = -\nabla \mathrm{U} = -\left(\frac{\partial U}{\partial x}, \frac{\partial U}{\partial y}, \frac{\partial U}{\partial z}\right)$$

- **偏导计算**

$$\begin{cases} E_x = -\dfrac{\partial U}{\partial x} = -\lim\limits_{\Delta x \to 0} \dfrac{U(x+\Delta x, y, z) - U(x-\Delta x, y, z)}{2\Delta x} \\ E_y = -\dfrac{\partial U}{\partial y} = -\lim\limits_{\Delta y \to 0} \dfrac{U(x, y+\Delta y, z) - U(x, y-\Delta y, z)}{2\Delta y} \\ E_z = -\dfrac{\partial U}{\partial z} = -\lim\limits_{\Delta z \to 0} \dfrac{U(x, y, z+\Delta z) - U(x, y, z-\Delta z)}{2\Delta z} \end{cases}$$

- **流线**
  - 数据网格化
  - 选定起点
  - 从起点开始绘制下降路线
  - 平滑



2. 电场

模拟

网格化

求电场

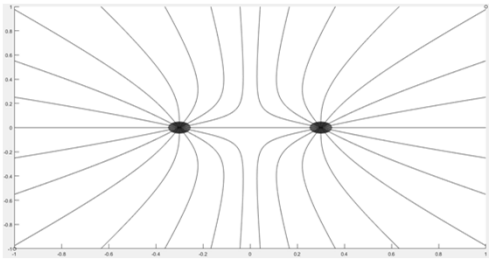
求电场线起点

绘制

```
function [ result ] = plotEField_2D( pointList, Q, range )

    % 输入
    %   pointList : [ m x 2 ] or [ m x 3 ]
    %   Q         : [ m x 1 ]
    %   range     : [ 1 x 1 ]

    [X,Y] = meshgrid( -range:0.01:range );%每隔 0.02 取一个点，计算其电场强度
    for i = 1 : size(X,1),
        for j = 1 : size(X,2),
            [Ex(i,j), Ey(i,j)] = getE( pointList, Q, [X(i,j), Y(i,j)] );
        end;
    end;

    maxLine = 20;
    r0 = 0.01;
    for i = 1:size(Q,1),
        line = ceil(maxLine * abs(Q(i)) / max(abs(Q)));%计算电场线条数
        theta = 0:2*pi/line:2*pi;%获取角度间隔
        startX = [startX,r0*cos(theta)+pointList(i,1)*ones(1,line+1)];
        startY = [startY,r0*sin(theta)+pointList(i,2)*ones(1,line+1)];
    end;

    streamline( X, Y, Ex, Ey, startX, startY );%绘制电场线
```

2. 电场

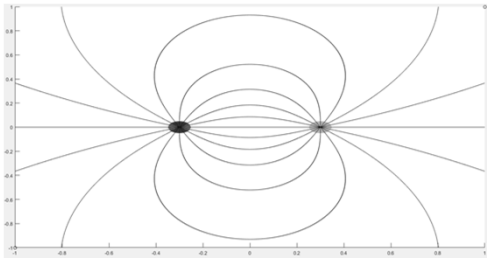
演示



等量同号电荷

2. 电场

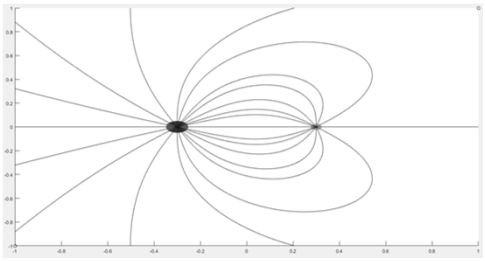
演示



等量异号电荷

2. 电场

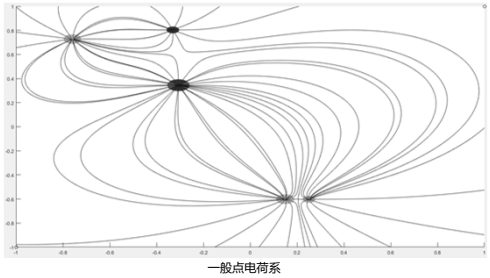
演示



非等量异号电荷

2. 电场

演示



一般点电荷系

2. 电场

目标 1

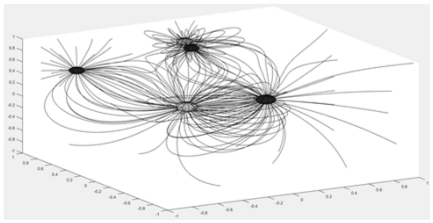
平面点电荷系电场线分布图

完成

2. 电场

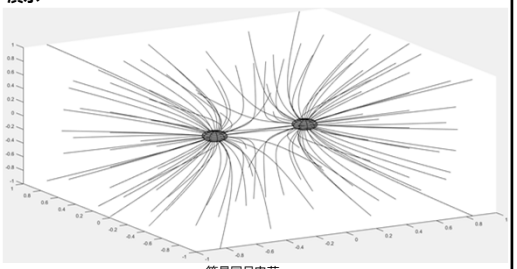
目标 2

空间点电荷系电场线分布图



2. 电场

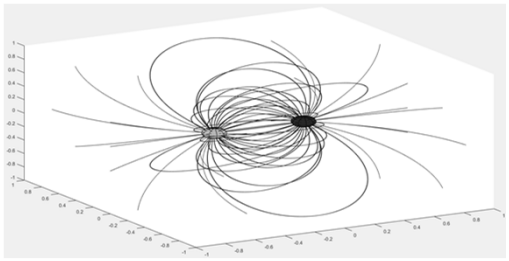
演示



等量同号电荷

2. 电场

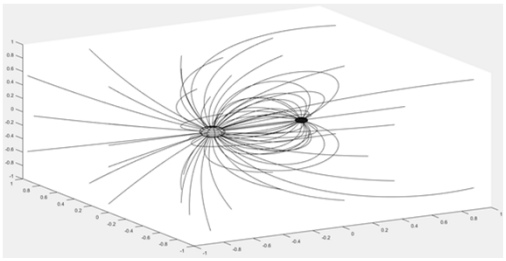
演示



等量异号电荷

2. 电场

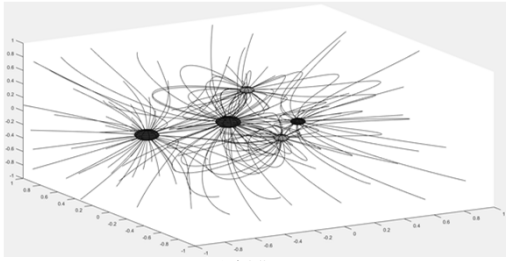
演示



非等量异号电荷

2. 电场

演示



一般点电荷系

2. 电场

目标 2

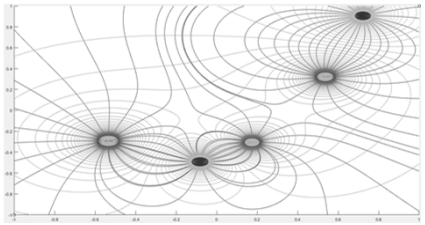
空间点电荷系电场线分布图

完成

2. 电场

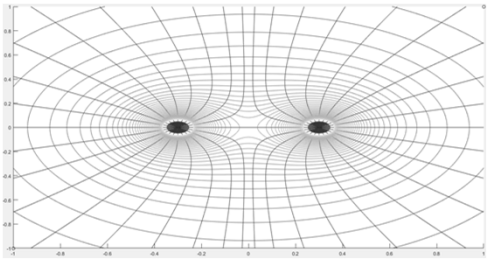
目标 3

平面点电荷系等势线与电场线叠加图



2. 电场

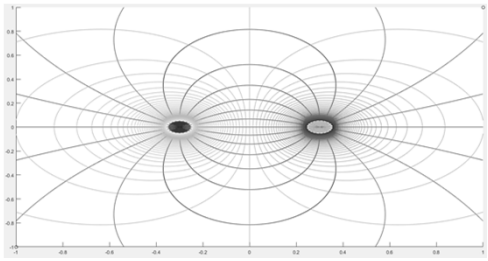
演示



等量同号电荷

2. 电场

演示



等量异号电荷

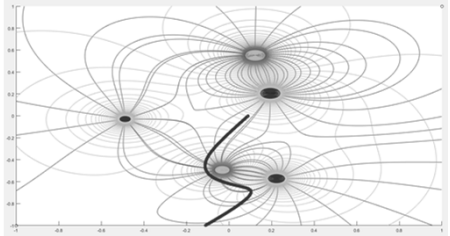
运动

1. **目标**
2. **原理**
3. **模拟**
4. **展示**

3. 运动

目标 1

模拟平面点电荷系电场中带电粒子的运动



3. 运动

原理

- **近似**
  运动过程分割，分割的过程内视电场强度不变
- **优化**
  动态调整分割细度
- **牛二律**
  根据牛顿第二定律，可得第 n 个运动过程的运动方程为

$$\begin{cases} x_n = x_{n-1} + Vx_{n-1}\Delta t + \frac{1}{2}kE_x\Delta t^2 \\ y_n = y_{n-1} + Vy_{n-1}\Delta t + \frac{1}{2}kE_y\Delta t^2 \\ z_n = z_{n-1} + Vz_{n-1}\Delta t + \frac{1}{2}kE_z\Delta t^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} Vx_n = Vx_{n-1} + kE_x\Delta t \\ Vy_n = Vy_{n-1} + kE_y\Delta t \\ Vz_n = Vz_{n-1} + kE_z\Delta t \end{cases}$$

其中 $k = {q_0}/{m_0}$，q_0，m_0为试探电荷的电荷量与质量，将 k 视为 1。

x_{n-1}，y_{n-1}，z_{n-1}，Vx_{n-1}，Vy_{n-1}，Vz_{n-1} 为第 n 个运动过程的初始状态

x_n，y_n，z_n，Vx_n，Vy_n，Vz_n 为第 n 个运动过程的终止状态

3. 运动

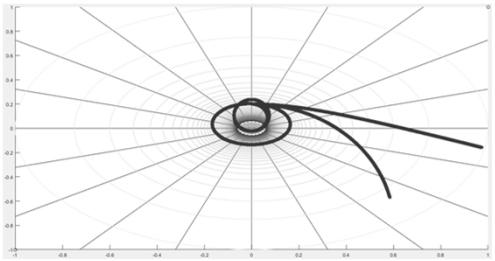
模拟

```
function [result] = plotMovePoint_2D( pointList, Q, point, V, range )

    % 输入
    %   pointList : [ m x 2 ]
    %   Q         : [ m x 1 ]
    %   point     : [ c x 2 ]
    %               c 为试探电荷的数目
    %   V         : [ c x 2 ]
    %   range     : [ 1 x 1 ]

    while true,
        for j = 1:size(point,1),%对每一个试探电荷进行迭代
            deltaT = getT(pointList, Q, point(j,:), V(j,:));%动态调整时间间隔
            [point(j,:),V(j,:)] = movePoint(pointList,Q,point(j,:),V(j,:),deltaT);
            %模拟试探电荷的运动
            pause( deltaT*9.9 );%模拟时间流逝
            plot( point(j,1), point(j,2), 'ro' );
        end;
    end;
```

动态调整时间分隔
模拟试探电荷运动
绘制

3. 运动

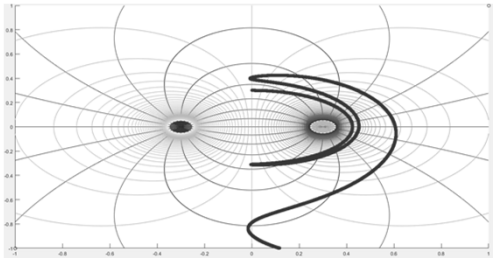
演示



同起点不同初速度的电荷的运动情况

3. 运动

演示



误差积累演示图

3. 运动

目标 1

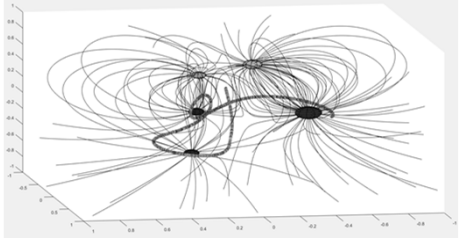
模拟平面点电荷系电场中带电粒子的运动

完成

3. 运动

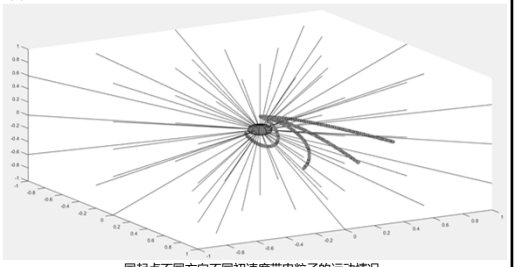
目标 2

模拟空间点电荷系电场中带电粒子的运动



3. 运动

演示



同起点不同方向不同初速度带电粒子的运动情况

应用

音乐情感可视化

1 目的

2 原理

3 演示

4. 音乐情感可视化

目的

现有的音乐可视化工具一般都是基于音乐的相关物理方面的特征来作为可视化的输入信息。

然而音乐并非是物理特征的简单组合，而是由其产生的主观感受，因而仅靠物理特征难以表现音乐情感方面的本质。

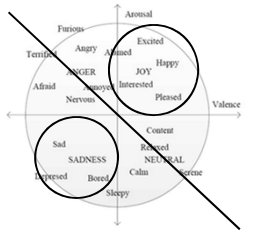
因此，若能够将与音乐情感相关性较高的参量作为可视化的输入信息，或许能更好反映音乐情感

前文中所绘制的图像存在着一定的自然美，因此接下来将利用上述图像作为可视化的一种方式，达到一定的视觉效果

4.音乐情感可视化

原理

情感模型

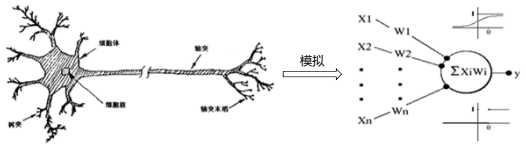


Arousal (激活度) —— Valence(效价) 情感空间

4.音乐情感可视化

原理

神经网络模型

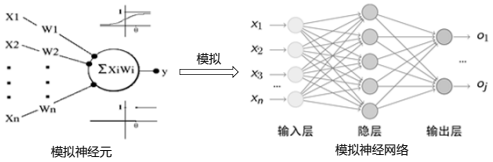


神经元　　模拟神经元

4.音乐情感可视化

原理

神经网络模型

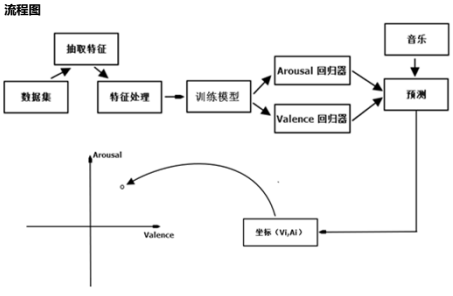


模拟神经元　　模拟神经网络

4.音乐情感可视化

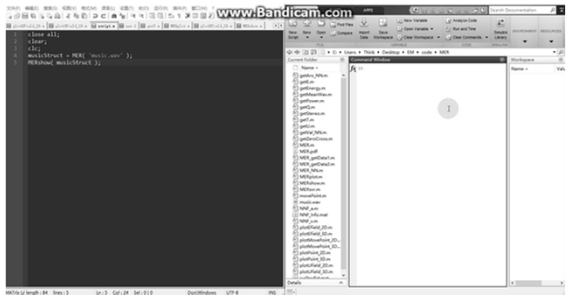
原理

流程图



4.音乐情感可视化

演示



THANK YOU

计算机科学与技术学院
15级 庄涛