

西安电子科技大学



题 目： _____
学 院： _____
专 业： _____
姓 名： _____
学 号： _____

一. K 均值聚类算法

简述:

K-means 算法是硬[聚类算法](#)，是典型的基于原型的[目标函数](#)聚类方法的代表，它是数据点到原型的某种距离作为优化的目标函数，利用函数求极值的方法得到迭代运算的调整规则。K-means 算法以[欧式距离](#)作为相似度测度，它是求对应某一初始聚类中心向量 V 最优分类，使得评价指标 J 最小。算法采用[误差平方和](#)准则函数作为聚类准则函数。

K 均值聚类算法的基础是误差平方和准则。

若 N_i 是第 i 聚类 Γ_i 中的样本数目， m_i 是这些样本的均值，即

$$m_i = \frac{1}{N_i} \sum_{y \in \Gamma_i} y,$$

把 Γ_i 中的各样本 y 与均值 m_i 间的误差平方和对所有类相加后为

$$J_e = \sum_{i=1}^c \sum_{y \in \Gamma_i} \|y - m_i\|^2$$

J_e 是误差平方和聚类准则，它是样本集 Y 和类别集 Ω 的函数。 J_e 度量了用 C 个聚类中心 m_1, m_2, \dots, m_c 代表 C 个样本子集 $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_c$ 时产生的总的平方误差。

K-均值算法基本流程为:

(1) 选择把 N 个样本分成 C 个聚类的初始划分，计算每个聚类的均值 m_1, m_2, \dots, m_c 和 J_e 。

(2) 选择一个备选样本 y ，设 y 现在在 Γ_i 中。

(3) 若 $N_i = 1$ ，则转向 (2)，否则继续。

(4) 计算

$$\rho_j = \begin{cases} \frac{N_j}{N_j + 1} \|y - m_j\|^2, & j \neq i \\ \frac{N_i}{N_i - 1} \|y - m_i\|^2, & j = i \end{cases}$$

(5) 对于所有的 j ，若 $\rho_k \leq \rho_j$ ，则把 y 从 Γ_i 移到 Γ_k 中去。

(6) 重新计算 m_i 和 m_k ，并修改 J_e 。

(7) 若连续迭代 N 次 J_e 不改变，则停止，否则转到 (2)。

代码及其运行结果:

(1) 对 **sonar** 数据的识别:

```

clc;

clear;

load('sonar.mat');

data = sonar;

K = 2;%聚类数目

[data_n,feature_n] = size(data); %特征样本数(190)*特征数(60)，1 个样本 60 个特征

center = zeros(K,feature_n);%用来存储距离中心点 2*60

dist=zeros(data_n,K);%存储各个样本到中心点的 距离

dist1=zeros(data_n,K);

label=zeros(data_n,1);%存储各个样本的类别标签

max=1000;%设置最大迭代次数


%随机产生 K 个聚类中心

for i=1:K

    center(i,:)=data(floor(rand*data_n),:);%随机产生 K 个聚类中心,floor 为向下取整

end


%开始进行迭代

for n=1:max

    %计算距离矩阵

    for i=1:data_n %1->190

        for j=1:K

            dist1(i,j)=norm(data(i,:)-center(j,:));%一个样本与所有聚类中心的距离

        end %一行代表一个样本，K 列代表与 K 个聚类中心的距离

    end

    for i=1:data_n %1->190

        [dist_sort,val]=sort(dist1(i,:));%将距离由小到大排序,一共 190 组

        label(i,1)=val(1,1);%以距离最近的中心分类

    end

end

```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

```
M=zeros(K,feature_n);%初始化中心点的特征向量 M
```

```
count=zeros(K,1);%为求中心点的特征向量平均值而设定的计数器
```

```
%计算新聚类中心
```

```
for i=1:data_n
```

```
    M(label(i,1),:)=M(label(i,1),:)+data(i,:);
```

```
    count(label(i,1),1)=count(label(i,1),1)+1;
```

```
end
```

```
for k=1:K
```

```
    M(k,:)=M(k,:)/count(k,1);
```

```
    center(k,:)=M(k,:);%更新聚类中心
```

```
end
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

```
error=0;
```

```
for i=1:data_n
```

```
    for k=1:K%如果距离不再变化，即中心点不再变化，或者达到了最大的迭代次数，则停止迭代
```

```
        error=error+norm(dist1(i,k)-dist(i,k));
```

```
    end
```

```
end
```

```
dist=dist1;
```

```
dist1=zeros(data_n,K);
```

```
if error==0%如果所有的中心点不再移动
```

```
    break;
```

```
end
```

```
end
```

```
%输出类标
```

```
for i = 1:data_n
```

```
    fprintf('第%d 个样本属于第%d 类\n',i,label(i,:));
```

```
end
```

```
index1 = 0;index2 = 0;

for i = 1:data_n

    if label(i,:) == 1;

        index1 = index1+1;

    elseif label(i,:) == 2;

        index2 = index2+1;

    end

end

fprintf('属于第 1 类样本个数有%d 个，第 2 类样本个数有%d 个\n',index1,index2);
```

第 1 个样本属于第 1 类

第 2 个样本属于第 2 类

第 3 个样本属于第 2 类

第 4 个样本属于第 2 类

第 5 个样本属于第 2 类

第 6 个样本属于第 1 类

第 7 个样本属于第 2 类

第 8 个样本属于第 1 类

第 9 个样本属于第 1 类

第 10 个样本属于第 1 类

第 11 个样本属于第 1 类

第 12 个样本属于第 1 类

第 13 个样本属于第 1 类

第 14 个样本属于第 2 类

第 15 个样本属于第 2 类

第 16 个样本属于第 2 类

第 17 个样本属于第 2 类

第 18 个样本属于第 2 类

第 19 个样本属于第 1 类

第 20 个样本属于第 1 类

第 21 个样本属于第 1 类

第 22 个样本属于第 1 类

第 23 个样本属于第 1 类

第 24 个样本属于第 2 类

第 25 个样本属于第 1 类

第 26 个样本属于第 1 类

第 27 个样本属于第 2 类

第 28 个样本属于第 1 类

第 29 个样本属于第 1 类

第 30 个样本属于第 1 类

第 31 个样本属于第 1 类

第 32 个样本属于第 1 类

第 33 个样本属于第 1 类

第 34 个样本属于第 1 类

第 35 个样本属于第 1 类

第 36 个样本属于第 1 类

第 37 个样本属于第 1 类

第 38 个样本属于第 2 类

第 39 个样本属于第 2 类

第 40 个样本属于第 2 类

第 41 个样本属于第 2 类

第 42 个样本属于第 2 类

第 43 个样本属于第 2 类

第 44 个样本属于第 2 类

第 45 个样本属于第 2 类

第 46 个样本属于第 2 类

第 47 个样本属于第 1 类

第 48 个样本属于第 1 类

第 49 个样本属于第 1 类

第 50 个样本属于第 2 类

第 51 个样本属于第 1 类

第 52 个样本属于第 2 类

第 53 个样本属于第 2 类

第 54 个样本属于第 2 类

第 55 个样本属于第 2 类

第 56 个样本属于第 1 类

第 57 个样本属于第 1 类

第 58 个样本属于第 2 类

第 59 个样本属于第 2 类

第 60 个样本属于第 1 类

第 61 个样本属于第 1 类

第 62 个样本属于第 1 类

第 63 个样本属于第 2 类

第 64 个样本属于第 2 类

第 65 个样本属于第 2 类

第 66 个样本属于第 2 类

第 67 个样本属于第 2 类

第 68 个样本属于第 1 类

第 69 个样本属于第 1 类

第 70 个样本属于第 1 类

第 71 个样本属于第 1 类

第 72 个样本属于第 2 类

第 73 个样本属于第 1 类

第 74 个样本属于第 1 类

第 75 个样本属于第 1 类

第 76 个样本属于第 1 类

第 77 个样本属于第 1 类

第 78 个样本属于第 1 类

第 79 个样本属于第 1 类

第 80 个样本属于第 1 类

第 81 个样本属于第 1 类

第 82 个样本属于第 1 类

第 83 个样本属于第 1 类

第 84 个样本属于第 1 类

第 85 个样本属于第 1 类

第 86 个样本属于第 1 类

第 87 个样本属于第 2 类

第 88 个样本属于第 2 类

第 89 个样本属于第 2 类

第 90 个样本属于第 2 类

第 91 个样本属于第 2 类

第 92 个样本属于第 2 类

第 93 个样本属于第 2 类

第 94 个样本属于第 2 类

第 95 个样本属于第 1 类

第 96 个样本属于第 1 类

第 97 个样本属于第 2 类

第 98 个样本属于第 2 类

第 99 个样本属于第 2 类

第 100 个样本属于第 2 类

第 101 个样本属于第 2 类

第 102 个样本属于第 2 类

第 103 个样本属于第 2 类

第 104 个样本属于第 2 类

第 105 个样本属于第 2 类

第 106 个样本属于第 2 类

第 107 个样本属于第 2 类

第 108 个样本属于第 2 类

第 109 个样本属于第 2 类

第 110 个样本属于第 2 类

第 111 个样本属于第 2 类

第 112 个样本属于第 2 类

第 113 个样本属于第 1 类

第 114 个样本属于第 1 类

第 115 个样本属于第 1 类

第 116 个样本属于第 1 类

第 117 个样本属于第 1 类

第 118 个样本属于第 1 类

第 119 个样本属于第 1 类

第 120 个样本属于第 1 类

第 121 个样本属于第 2 类

第 122 个样本属于第 2 类

第 123 个样本属于第 2 类

第 124 个样本属于第 2 类

第 125 个样本属于第 1 类

第 126 个样本属于第 1 类

第 127 个样本属于第 1 类

第 128 个样本属于第 1 类

第 129 个样本属于第 1 类

第 130 个样本属于第 1 类

第 131 个样本属于第 1 类

第 132 个样本属于第 1 类

第 133 个样本属于第 1 类

第 134 个样本属于第 2 类

第 135 个样本属于第 2 类

第 136 个样本属于第 1 类

第 137 个样本属于第 2 类

第 138 个样本属于第 1 类

第 139 个样本属于第 2 类

第 140 个样本属于第 1 类

第 141 个样本属于第 1 类

第 142 个样本属于第 1 类

第 143 个样本属于第 1 类

第 144 个样本属于第 1 类

第 145 个样本属于第 2 类

第 146 个样本属于第 2 类

第 147 个样本属于第 2 类

第 148 个样本属于第 1 类

第 149 个样本属于第 1 类

第 150 个样本属于第 1 类

第 151 个样本属于第 1 类

第 152 个样本属于第 1 类

第 153 个样本属于第 2 类

第 154 个样本属于第 2 类

第 155 个样本属于第 2 类

第 156 个样本属于第 2 类

第 157 个样本属于第 2 类

第 158 个样本属于第 2 类

第 159 个样本属于第 2 类

第 160 个样本属于第 2 类

第 161 个样本属于第 2 类

第 162 个样本属于第 2 类

第 163 个样本属于第 2 类

第 164 个样本属于第 2 类

第 165 个样本属于第 2 类

第 166 个样本属于第 2 类

第 167 个样本属于第 2 类

第 168 个样本属于第 1 类

第 169 个样本属于第 1 类

第 170 个样本属于第 1 类

第 171 个样本属于第 2 类

第 172 个样本属于第 1 类

第 173 个样本属于第 1 类

第 174 个样本属于第 1 类

第 175 个样本属于第 1 类

第 176 个样本属于第 2 类

第 177 个样本属于第 2 类

第 178 个样本属于第 2 类

第 179 个样本属于第 2 类

第 180 个样本属于第 2 类

第 181 个样本属于第 1 类

第 182 个样本属于第 1 类

第 183 个样本属于第 1 类

第 184 个样本属于第 2 类

第 185 个样本属于第 2 类

第 186 个样本属于第 1 类

第 187 个样本属于第 1 类

第 188 个样本属于第 2 类

第 189 个样本属于第 2 类

第 190 个样本属于第 2 类

属于第 1 类样本个数有 95 个，第 2 类样本个数有 95 个

(2) 对 Iris 数据的识别：

```
clc;

clear;

load('Iris.mat');

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%初始化

data = Iris(:,1:4);

K = 3;%聚类数目
```

```

[data_n,in_n]=size(data);%data_n 为样本的个数， in_n 为数据特征数

center=zeros(K,in_n);%存储中心点

dist=zeros(data_n,K);%存储各个样本到中心点的距离

dist1=zeros(data_n,K);

label=zeros(data_n,1);%存储各个样本的类别标签

max_iter=500;%设置最大迭代次数

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%随机产生 K 个聚类中心

for i=1:K

center(i,:)=data(floor(rand*data_n),:);%随机产生 K 个聚类中心,floor 为向下取整

end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%开始进行迭代

for n=1:max_iter

    %计算距离矩阵

    for i=1:data_n

        for j=1:K

            dist1(i,j)=norm(data(i,:)-center(j,:));%一个样本与所有聚类中心的距离

        end

        %一行代表一个样本， K 列代表与 K 个聚类中心的距离

    end

    for i=1:data_n

        [distsort,zuobiao]=sort(dist1(i,:));%将距离由小到大排序

        label(i,1)=zuobiao(1,1);%以距离最近的中心分类

    end

    %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

    M=zeros(K,in_n);%初始化中心点的特征向量 M

    geshu=zeros(K,1);%为求中心点的特征向量平均值而设定的计数器

    %计算新聚类中心

    for i=1:data_n

        M(label(i,1),:)=M(label(i,1),:)+data(i,:);

    end

```

```

        geshu(label(i,1),1)=geshu(label(i,1),1)+1;

    end

    for k=1:K

        M(k,:)=M(k,:)/geshu(k,1);

        center(k,:)=M(k,:);%更新聚类中心

    end

    %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

    error=0;

    for i=1:data_n

        for k=1:K%如果距离不再变化，即中心点不再变化，或者达到了最大的迭代次数，则停止迭代

            error=error+norm(dist1(i,k)-dist(i,k));

        end

    end

    dist=dist1;

    dist1=zeros(data_n,K);

    if error==0%如果所有的中心点不再移动

        break;

    end

end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%输出类标

for i = 1:data_n

    fprintf('第%d 个样本为第%d 类\n',i,label(i,:));

end

index1 = 0;index2 = 0;index3 = 0;

for i = 1:data_n

    if label(i,:) == 1;

        index1 = index1+1;

    elseif label(i,:) == 2;

        index2 = index2+1;

    end

end

```

```
elseif label(i,:) == 3;

    index3 = index3+1;

end

end

fprintf('第 1 类样本个数有%d 个，第 2 类样本个数有%d 个，第 3 类样本个数有%d 个\n',index1,index2,index3);
```

第 1 个样本为第 3 类

第 2 个样本为第 3 类

第 3 个样本为第 3 类

第 4 个样本为第 3 类

第 5 个样本为第 3 类

第 6 个样本为第 3 类

第 7 个样本为第 3 类

第 8 个样本为第 3 类

第 9 个样本为第 3 类

第 10 个样本为第 3 类

第 11 个样本为第 3 类

第 12 个样本为第 3 类

第 13 个样本为第 3 类

第 14 个样本为第 3 类

第 15 个样本为第 3 类

第 16 个样本为第 3 类

第 17 个样本为第 3 类

第 18 个样本为第 3 类

第 19 个样本为第 3 类

第 20 个样本为第 3 类

第 21 个样本为第 3 类

第 22 个样本为第 3 类

第 23 个样本为第 3 类

第 24 个样本为第 3 类

第 25 个样本为第 3 类

第 26 个样本为第 3 类

第 27 个样本为第 3 类

第 28 个样本为第 3 类

第 29 个样本为第 3 类

第 30 个样本为第 3 类

第 31 个样本为第 3 类

第 32 个样本为第 3 类

第 33 个样本为第 3 类

第 34 个样本为第 3 类

第 35 个样本为第 3 类

第 36 个样本为第 3 类

第 37 个样本为第 3 类

第 38 个样本为第 3 类

第 39 个样本为第 3 类

第 40 个样本为第 3 类

第 41 个样本为第 3 类

第 42 个样本为第 3 类

第 43 个样本为第 3 类

第 44 个样本为第 3 类

第 45 个样本为第 3 类

第 46 个样本为第 3 类

第 47 个样本为第 3 类

第 48 个样本为第 3 类

第 49 个样本为第 3 类

第 50 个样本为第 3 类

第 51 个样本为第 1 类

第 52 个样本为第 2 类

第 53 个样本为第 1 类

第 54 个样本为第 2 类

第 55 个样本为第 2 类

第 56 个样本为第 2 类

第 57 个样本为第 2 类

第 58 个样本为第 2 类

第 59 个样本为第 2 类

第 60 个样本为第 2 类

第 61 个样本为第 2 类

第 62 个样本为第 2 类

第 63 个样本为第 2 类

第 64 个样本为第 2 类

第 65 个样本为第 2 类

第 66 个样本为第 2 类

第 67 个样本为第 2 类

第 68 个样本为第 2 类

第 69 个样本为第 2 类

第 70 个样本为第 2 类

第 71 个样本为第 2 类

第 72 个样本为第 2 类

第 73 个样本为第 2 类

第 74 个样本为第 2 类

第 75 个样本为第 2 类

第 76 个样本为第 2 类

第 77 个样本为第 2 类

第 78 个样本为第 1 类

第 79 个样本为第 2 类

第 80 个样本为第 2 类

第 81 个样本为第 2 类

第 82 个样本为第 2 类

第 83 个样本为第 2 类

第 84 个样本为第 2 类

第 85 个样本为第 2 类

第 86 个样本为第 2 类

第 87 个样本为第 2 类

第 88 个样本为第 2 类

第 89 个样本为第 2 类

第 90 个样本为第 2 类

第 91 个样本为第 2 类

第 92 个样本为第 2 类

第 93 个样本为第 2 类

第 94 个样本为第 2 类

第 95 个样本为第 2 类

第 96 个样本为第 2 类

第 97 个样本为第 2 类

第 98 个样本为第 2 类

第 99 个样本为第 2 类

第 100 个样本为第 2 类

第 101 个样本为第 1 类

第 102 个样本为第 2 类

第 103 个样本为第 1 类

第 104 个样本为第 1 类

第 105 个样本为第 1 类

第 106 个样本为第 1 类

第 107 个样本为第 2 类

第 108 个样本为第 1 类

第 109 个样本为第 1 类

第 110 个样本为第 1 类

第 111 个样本为第 1 类

第 112 个样本为第 1 类

第 113 个样本为第 1 类

第 114 个样本为第 2 类

第 115 个样本为第 2 类

第 116 个样本为第 1 类

第 117 个样本为第 1 类

第 118 个样本为第 1 类

第 119 个样本为第 1 类

第 120 个样本为第 2 类

第 121 个样本为第 1 类

第 122 个样本为第 2 类

第 123 个样本为第 1 类

第 124 个样本为第 2 类

第 125 个样本为第 1 类

第 126 个样本为第 1 类

第 127 个样本为第 2 类

第 128 个样本为第 2 类

第 129 个样本为第 1 类

第 130 个样本为第 1 类

第 131 个样本为第 1 类

第 132 个样本为第 1 类

第 133 个样本为第 1 类

第 134 个样本为第 2 类

第 135 个样本为第 1 类

第 136 个样本为第 1 类

第 137 个样本为第 1 类

第 138 个样本为第 1 类

第 139 个样本为第 2 类

第 140 个样本为第 1 类

第 141 个样本为第 1 类

第 142 个样本为第 1 类

第 143 个样本为第 2 类

第 144 个样本为第 1 类

第 145 个样本为第 1 类

第 146 个样本为第 1 类

第 147 个样本为第 2 类

第 148 个样本为第 1 类

第 149 个样本为第 1 类

第 150 个样本为第 2 类

第 1 类样本个数有 39 个，第 2 类样本个数有 61 个，第 3 类样本个数有 50 个

二. 模糊 C 均值算法

简述：

同 K 均值类似，FCM 算法也是一种基于划分的聚类算法，它的思想就是使得被划分到同一簇的对象之间相似度最大，而不同簇之间的相似度最小。

模糊 C 均值是普通 C 均值聚类算法的改进，普通 C 均值对数据进行硬性划分，一个样本一定明确的属于某一类，FCM 对数据进行模糊划分，使用隶属度表示一个样本属于某一类的程度。实际聚类中可能会遇到这样的情况，蝴蝶形数据集中样本点的类别不好硬性判断，所以引入隶属度来进行模糊划分。

$\{x_i, i=1,2,...,n\}$ 是 n 个样本组成的样本集合，c 为预定的类别数目，

$m_j, j=1,2,...,c$ 为每个聚类的中心， $\mu_j(x_i)$ 是第 i 个样本对于第 j 类的隶属度函数。

用隶属度函数定义的聚类损失函数可写为：

$$J_f = \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^n [\mu_j(x_i)]^b \|x_i - m_j\|^2, \quad (1)$$

其中， $b>1$ 是一个可以控制聚类结果的模糊程度的常数。

在不同的隶属度定义方法下最小化式①的损失函数，就得到不同的模糊聚类方法。模糊 K 均值方法要求一个样本对于各个聚类的隶属度之和为 1，即

$$\sum_{j=1}^c \mu_j(x_i) = 1, \quad i=1,2,...,n \quad (2)$$

在条件式②下求式①的极小值，令 J_f 对 m_j 和 $\mu_j(x_i)$ 的偏导数为 0，可得必要条件：

$$m_j = \frac{\sum_{i=1}^n [\mu_j(x_i)]^b x_i}{\sum_{i=1}^n [\mu_j(x_i)]^b}, \quad j=1,2,...,c \quad (3)$$

$$\mu_j(x_i) = \frac{\left(1/\|x_i - m_j\|^2\right)^{1/(b-1)}}{\sum_{k=1}^c \left(1/\|x_i - m_k\|^2\right)^{1/(b-1)}}, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, c \quad (4)$$

用迭代法求解式③和④，就是模糊 c 均值算法。算法步骤如下：

① 设定聚类数目 c 和参数 b；

② 初始化各个聚类中心 m_i

③ 重复下面的运算，直到各个样本的隶属度值稳定：

用当前的聚类中心根据式④计算隶属度函数；

用当前的隶属度函数按式③更新计算各类聚类中心。

当算法收敛时，就得到了各类的聚类中心和各个样本对于各类的隶属度值，从而完成了模糊聚类划分。

代码及其运行结果：

(1) 对 sonar 数据的识别

```
clear;

clc;

load('sonar.mat');

w = sonar;

C = 2;

[u,v]=size(w);

q = randperm(u);

m_old = w(q(1,1:C),:);

m_new = w(q(1,1:C),:);

U=zeros(u,C);

b=4;

number=0;

e=0.001;

class=zeros(C,1);

while 1

    J = pdist2(m_old,w,'Euclidean');

    for i=1:C

        for j=1:u

            U(j,i)=(J(i,j)).^(-2/(b-1))./sum(J(:,j).^(-2/(b-1)));
```

%本来采用的是两个循环算和，此处学习了 **sum** 的用法，免去了一次循环。

```
if J(i,j)==0

    U(j,i)=1;

end

%可避免 NaN

end

end

for i=1:C

    ms=zeros(j,v);

    for j=1:u

        ms(j,:)=(U(j,i).^b).*w(j,:);

    end

    m_new(i,:)=(sum(ms))./sum(U(:,i).^b);

end

if abs(m_new-m_old)<e

    break

end

m_old = m_new;

number=number+1;

end

[mmm,s]=sort(U');

for i=1:u

    fprintf('模糊 C 聚类后判别第%d 个样本为第%d 类\n',i,s(C,i));

end

for c=1:C

    if s(C,i)==c

        class(c,1)=class(c,1)+1;

    end

end

end

end
```

```
for c=1:C

    fprintf('第%d 组共%d 个\n',c,class(c,1));

end
```

模糊 C 聚类后判别第 1 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 2 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 3 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 4 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 5 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 6 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 7 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 8 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 9 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 10 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 11 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 12 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 13 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 14 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 15 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 16 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 17 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 18 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 19 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 20 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 21 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 22 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 23 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 24 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 25 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 26 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 27 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 28 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 29 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 30 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 31 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 32 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 33 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 34 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 35 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 36 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 37 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 38 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 39 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 40 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 41 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 42 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 43 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 44 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 45 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 46 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 47 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 48 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 49 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 50 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 51 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 52 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 53 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 54 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 55 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 56 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 57 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 58 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 59 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 60 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 61 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 62 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 63 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 64 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 65 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 66 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 67 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 68 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 69 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 70 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 71 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 72 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 73 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 74 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 75 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 76 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 77 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 78 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 79 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 80 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 81 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 82 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 83 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 84 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 85 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 86 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 87 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 88 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 89 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 90 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 91 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 92 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 93 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 94 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 95 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 96 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 97 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 98 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 99 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 100 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 101 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 102 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 103 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 104 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 105 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 106 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 107 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 108 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 109 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 110 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 111 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 112 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 113 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 114 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 115 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 116 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 117 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 118 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 119 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 120 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 121 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 122 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 123 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 124 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 125 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 126 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 127 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 128 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 129 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 130 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 131 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 132 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 133 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 134 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 135 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 136 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 137 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 138 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 139 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 140 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 141 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 142 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 143 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 144 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 145 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 146 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 147 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 148 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 149 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 150 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 151 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 152 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 153 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 154 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 155 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 156 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 157 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 158 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 159 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 160 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 161 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 162 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 163 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 164 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 165 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 166 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 167 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 168 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 169 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 170 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 171 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 172 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 173 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 174 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 175 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 176 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 177 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 178 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 179 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 180 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 181 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 182 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 183 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 184 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 185 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 186 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 187 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 188 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 189 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 190 个样本为第 1 类

第 1 组共 95 个

第 2 组共 95 个

(2) 对 Iris 数据的识别

```
clear;

clc;

load('Iris.mat');

w =Iris(:,1:4);

C =3;

[u,v]=size(w);

q = randperm(u);

m_old = w(q(1,1:C),:);

m_new = w(q(1,1:C),:);

u=zeros(u,C);

b=4;

number=0;

e=0.001;
```

```

class=zeros(C,1);

while 1

    J = pdist2(m_old,w,'Euclidean');

    for i=1:C

        for j=1:u

            U(j,i)=(J(i,j)).^(-2/(b-1))./sum(J(:,j).^(-2/(b-1)));

            %本来采用的是两个循环算和，此处学习了 sum 的用法，免去了一次循环。

            if J(i,j)==0

                U(j,i)=1;

            end

            %可避免 NaN

        end

    end

    for i=1:C

        ms=zeros(j,v);

        for j=1:u

            ms(j,:)=(U(j,i).^b).*w(j,:);

        end

        m_new(i,:)=(sum(ms))./sum(U(:,i).^b);

    end

    if abs(m_new-m_old)<e

        break

    end

    m_old = m_new;

    number=number+1;

end

[mmm,s]=sort(U');

for i=1:u

    fprintf('模糊 C 聚类后判别第%d 个样本为第%d 类\n',i,s(C,i));

```

```

for c=1:C

    if s(C,i)==c

        class(c,1)=class(c,1)+1;

    end

end

end

for c=1:C

    fprintf('第%d 组共%d 个\n',c,class(c,1));

end

```

模糊 C 聚类后判别第 1 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 2 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 3 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 4 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 5 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 6 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 7 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 8 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 9 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 10 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 11 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 12 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 13 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 14 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 15 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 16 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 17 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 18 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 19 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 20 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 21 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 22 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 23 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 24 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 25 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 26 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 27 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 28 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 29 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 30 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 31 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 32 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 33 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 34 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 35 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 36 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 37 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 38 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 39 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 40 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 41 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 42 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 43 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 44 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 45 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 46 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 47 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 48 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 49 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 50 个样本为第 3 类

模糊 C 聚类后判别第 51 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 52 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 53 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 54 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 55 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 56 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 57 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 58 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 59 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 60 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 61 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 62 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 63 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 64 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 65 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 66 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 67 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 68 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 69 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 70 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 71 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 72 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 73 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 74 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 75 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 76 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 77 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 78 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 79 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 80 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 81 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 82 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 83 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 84 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 85 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 86 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 87 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 88 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 89 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 90 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 91 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 92 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 93 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 94 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 95 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 96 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 97 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 98 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 99 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 100 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 101 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 102 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 103 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 104 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 105 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 106 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 107 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 108 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 109 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 110 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 111 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 112 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 113 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 114 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 115 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 116 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 117 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 118 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 119 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 120 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 121 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 122 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 123 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 124 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 125 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 126 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 127 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 128 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 129 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 130 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 131 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 132 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 133 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 134 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 135 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 136 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 137 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 138 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 139 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 140 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 141 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 142 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 143 个样本为第 2 类

模糊 C 聚类后判别第 144 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 145 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 146 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 147 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 148 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 149 个样本为第 1 类

模糊 C 聚类后判别第 150 个样本为第 2 类

第 1 组共 42 个

第 2 组共 58 个

第 3 组共 50 个