

Гузенко А.М. Группа 7.2. Вариант 4

Лабораторная работа №2

Распознавание образов, описываемых гауссовскими случайными векторами с одинаковыми матрицами ковариаций

Цель работы

Синтезировать алгоритмы распознавания образов, описываемых гауссовскими случайными векторами с одинаковыми матрицами ковариаций. Исследовать синтезированные алгоритмы распознавания с точки зрения ожидаемых потерь и ошибок.

Задание

1. Получить у преподавателя вариант задания.
2. Написать код реализующий алгоритм распознавания образов, описываемых гауссовскими случайными векторами с заданными параметрами.
3. Получить матрицы ошибок на основе аналитических выражений и вычислительного эксперимента.
4. Провести анализ полученных результатов и представить его в виде выводов по проделанной работе.

Код программы

```
%Синтез и анализ алгоритмов распознавания ГСВ с одинаковой
%матрицей ковариации (двумерный вектор признаков)
clear all; close all;

%1.Задание исходных данных
n=2; M=3; %%размерность признакового пространства и число классов
K = 200; %количество статистических испытаний

m = [0 -1; -4 2; -1 2]'; % координаты центров классов
% априорные вероятности классов (доля образов каждого класса в общей выборке)
pw = [0.333, 0.333, 0.333];
nr=sum(pw); pw=pw/nr;

C = [3 -2; -2 3]; % матрица ковариаций классов
C_ = C^-1;
D = C(1,1);

% 1.1. Визуализация исходной совокупности образов
N = K * M;
NN = zeros(M, 1);
for k = 1 : M - 1
    NN(k) = uint16(N * pw(k));
end;
NN(M) = N - sum(NN);
label = {'bo', 'r+', 'k*', 'gx'};

IMS = []; %общая совокупность образов
figure; hold on; title('Исходные метки образов');
```

```

for i=1:M,%цикл по классам
    ims = repmat(m(:,i), [1, NN(i)]) + randncor(n,NN(i),C); %генерация K
    образов i-го класса
    if (n == 2)
        plot(ims(1, :), ims(2, :), label{i}, 'MarkerSize', 10, 'LineWidth',
1);
    elseif (n == 3)
        plot3(ims(1, :), ims(2, :), ims(3, :), label{i}, 'MarkerSize', 10,
'LineWidth', 1);
    end;
    IMS = [IMS, ims]; %добавление в общую совокупность образов
end;

%2.Расчет разделяющих функций и матрицы вероятностей ошибок распознавания
G=zeros(M,n+1); PIJ=zeros(M); l0_=zeros(M);
for i = 1 : M,
    G(i,1:n)=(C_*m(:,i))'; G(i,n+1)=-0.5*m(:,i)'*C_*m(:,i);
    for j=i+1:M,
        l0_(i,j)=log(pw(j)/pw(i));
        h=0.5*(m(:,i)-m(:,j))'*C_*(m(:,i)-m(:,j)); sD=sqrt(2*h);
        PIJ(i,j)=normcdf(l0_(i,j),h,sD); PIJ(j,i)=1-normcdf(l0_(i,j),-h,sD);
    end;
    PIJ(i,i)=1-sum(PIJ(i,:));%нижняя граница вероятности правильного
распознавания
end;

% 2.1. Визуализация результатов распознавания образов
figure; hold on; title('Результат классификации образов');
for i = 1 : N,%цикл по всем образам совокупности
    z = [IMS(:, i); 1]; %значение очередного образа из общей совокупности
    u=G*z+log(pw');%вычисление значения разделяющих функций
    [ui,iai]=max(u);%определение максимума (iai - индекс класса)
    if (n == 2)
        plot(IMS(1, i), IMS(2, i), label{iai}, 'MarkerSize', 10, 'LineWidth',
1);
    elseif (n == 3)
        plot3(IMS(1, i), IMS(2, i), IMS(3, i), label{iai}, 'MarkerSize', 10,
'LineWidth', 1);
    end;
end;

%3.Тестирование алгоритма методом статистических испытаний
x=ones(n+1,1); Pc_=zeros(M);%экспериментальная матрица вероятностей ошибок
for k=1:K,%цикл по числу испытаний
    for i=1:M,%цикл по классам
        [x_,px]=randncor(n,1,C);
        x(1:n,1)=m(:,i)+x_;%генерация образа i-го класса
        u=G*x+log(pw');%вычисление значения разделяющих функций
        [ui,iai]=max(u);%определение максимума
        Pc_(i,iai)=Pc_(i,iai)+1;%фиксация результата распознавания
    end;
end;
Pc_=Pc_/K;
disp('Теоретическая матрица вероятностей ошибок');disp(PIJ);
disp('Экспериментальная матрица вероятностей ошибок');disp(Pc_);
%4.Визуализация областей принятия решений для двумерного случая
if n==2,
    xmin1=-4*sqrt(D)+min(m(1,:)); xmax1=4*sqrt(D)+max(m(1,:));
    xmin2=-4*sqrt(D)+min(m(2,:)); xmax2=4*sqrt(D)+max(m(2,:));
    x1=xmin1:0.05:xmax1; x2=xmin2:0.05:xmax2;
    axis([xmin1,xmax1,xmin2,xmax2]);%установка границ поля графика по осям
    figure; hold on; grid on;
    [X1,X2]=meshgrid(x1,x2); %матрицы значений координат случайного вектора

```

```

x12=[X1(:),X2(:)];
for i=1:M,
    f2=mvnpdf(x12,m(:,i),C); %массив значений плотности распределения
    f3=reshape(f2,length(x2),length(x1)); %матрица значений плотности
    распределения

[Ch,h]=contour(x1,x2,f3,[0.01,0.5*max(f3(:))],'Color','b','LineWidth',0.75);
clabel(Ch,h);
    for j=i+1:M,%изображение разделяющих границ
        wij=C_*(m(:,i)-m(:,j));
        wij0=-0.5*(m(:,i)+m(:,j))*C_*(m(:,i)-m(:,j));
        f4=wij'*x12'+wij0;
        f5=reshape(f4,length(x2),length(x1));
        [Ch_,h_] =
contour(x1,x2,f5,[l0_(i,j)+0.0001],'Color','k','LineWidth',1.25);
        end;
    end;
set(gca,'FontSize',13);
title('Области локализации классов и разделяющие
границы','FontName','Courier');
xlabel('x1','FontName','Courier'); ylabel('x2','FontName','Courier');
strv1=' pw='; strv2=num2str(pw,'% G');
text(xmin1+1,xmax2-1,[strv1,strv2],
'HorizontalAlignment','left','BackgroundColor',...
[.8 .8 .8],'FontSize',12); legend('wi','gij(x)=0');hold off;
end;

```

Результаты выполнения задания

1. Получена теоретическая и экспериментальная матрица ошибок, размерность матрицы – 3x3, кол-во испытаний - 200. Значения элементов примерно совпадают.

```
>> pr52_res_gaus_eq
```

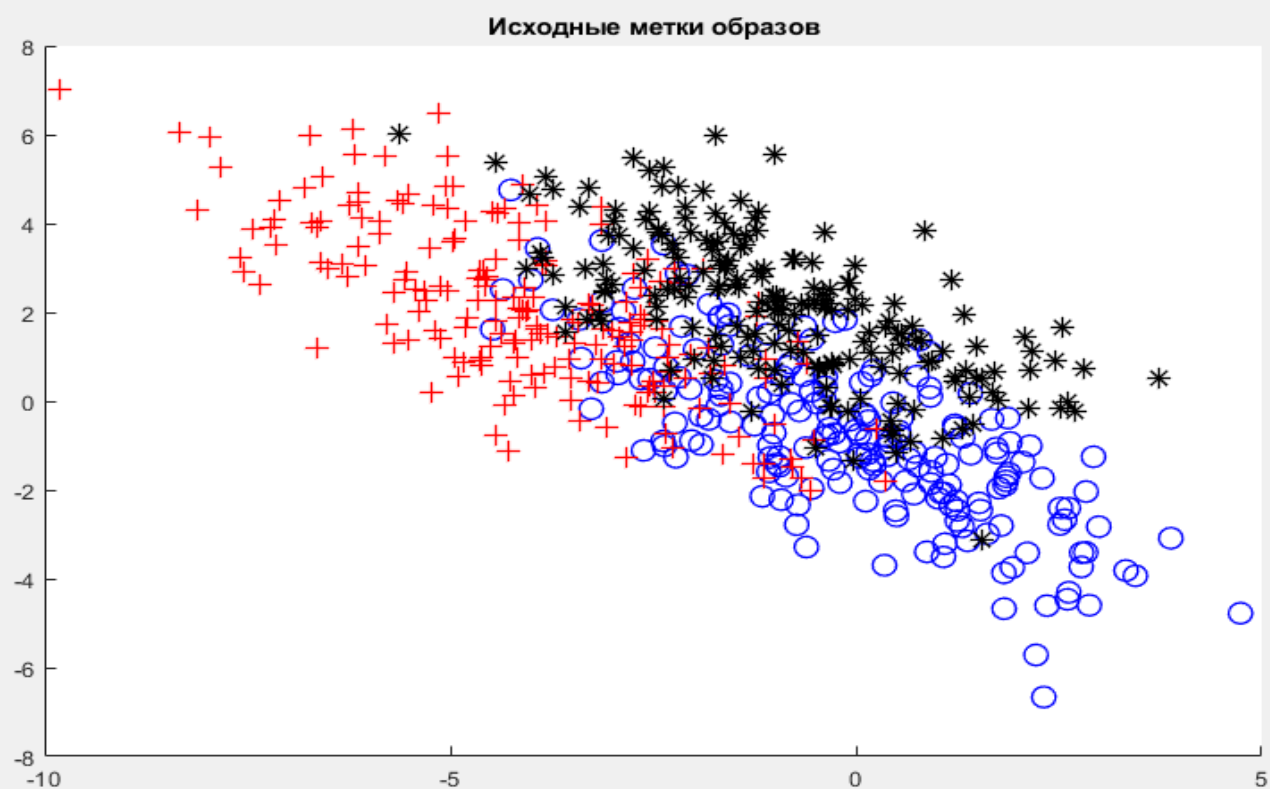
Теоретическая матрица вероятностей ошибок

| | | |
|--------|--------|--------|
| 0.7060 | 0.1226 | 0.1714 |
| 0.1226 | 0.7547 | 0.1226 |
| 0.1714 | 0.1226 | 0.7060 |

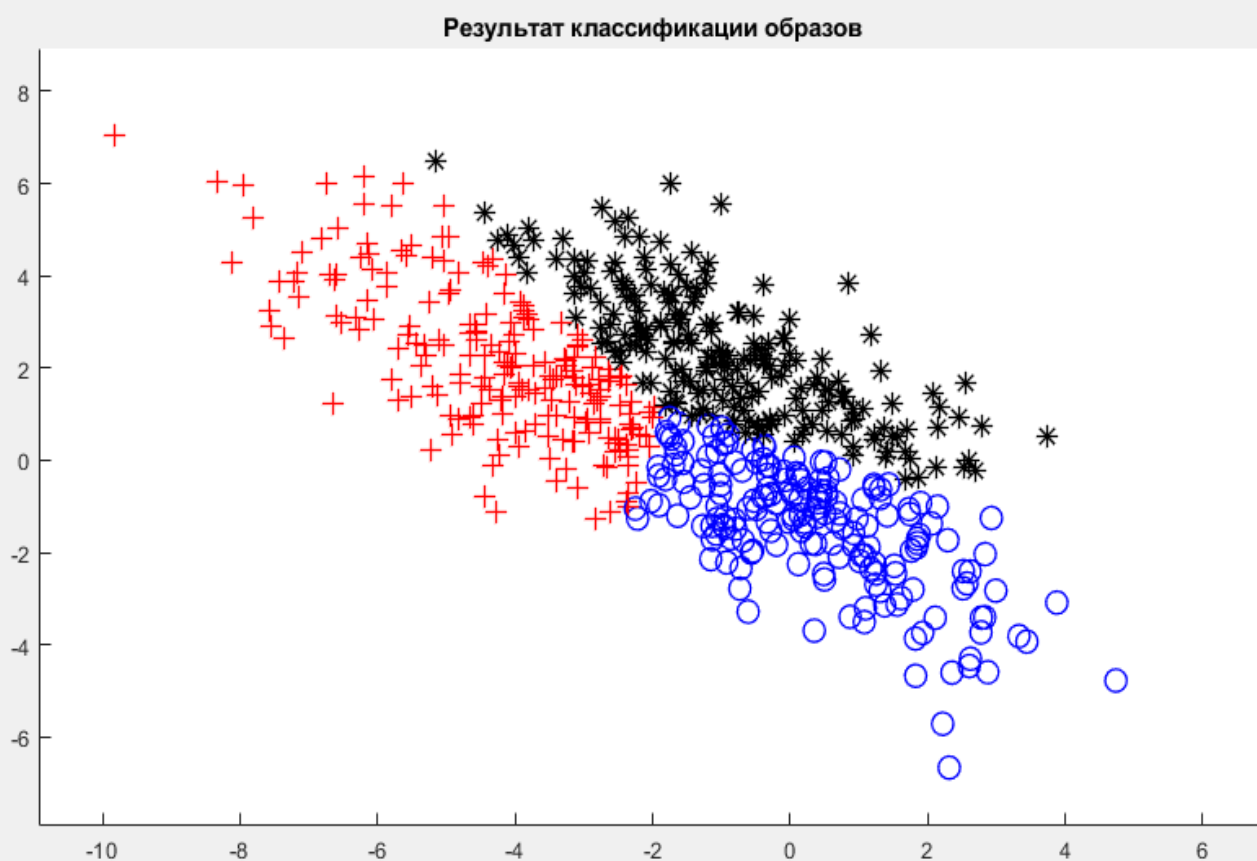
Экспериментальная матрица вероятностей ошибок

| | | |
|--------|--------|--------|
| 0.8000 | 0.0950 | 0.1050 |
| 0.0900 | 0.7950 | 0.1150 |
| 0.1650 | 0.0850 | 0.7500 |

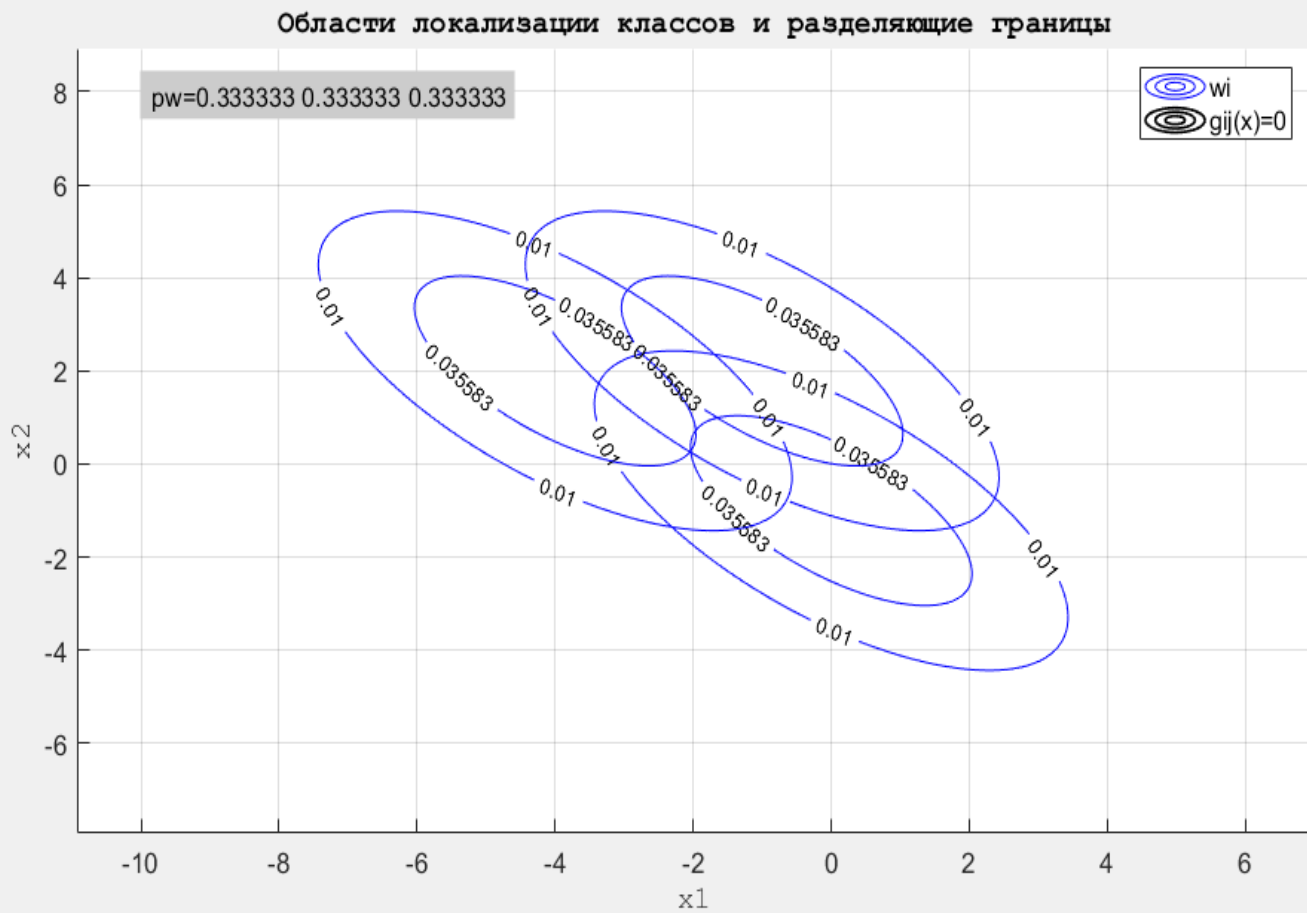
2. Исходные метки.



3. Результат классификации.



4. Области локализации классов и разделяющие границы.



Вывод

В пункте 2 и 3 мы можем увидеть, что метки успешно прошли классификацию. В пункте 1 значения элементов полученных матриц теоретических и экспериментальных ошибок примерно совпадают.