

実践演習 1-1

```
(ア) size(P, 'c')  
(イ) :,i
```

実践演習 1-2

```
[mindist, ans] = min(sqrt(sum((P-repmat(x,[1,size(P,'c')]))).^2,'r'))
```

実践演習 1-3

```
clear;  
P = [[0,1,1,1,0,...  
      1,0,0,0,1,...  
      1,0,0,0,1,...  
      1,0,0,0,1,...  
      0,1,1,1,0]','...  
      [0,0,1,0,0,...  
      0,0,1,0,0,...  
      0,0,1,0,0,...  
      0,0,1,0,0,...  
      0,0,1,0,0]','...  
      [0,1,1,1,1,...  
      1,0,0,1,0,...  
      0,0,1,0,0,...  
      0,1,0,0,0,...  
      1,1,1,1,1]','...  
      [0,1,1,1,0,...  
      1,0,0,0,1,...  
      0,0,1,1,0,...  
      1,0,0,0,1,...  
      0,1,1,1,0]','...  
      [0,0,1,0,0,...  
      0,1,0,0,0,...  
      1,0,0,1,0,...  
      1,1,1,1,1,...  
      0,0,0,1,0]'];  
  
x = [0,0,0,1,0,...  
      0,0,0,1,0,...  
      0,0,0,1,0,...  
      0,0,0,1,0,...  
      0,0,0,1,0]';  
  
function feature = feature_extraction(data)  
    feature = [];  
    for i = 1:size(data, 'c')  
        img = matrix(data(:,i), 5, 5)';  
        feature = [feature, [detect_line(img), detect_line(img')]]';  
    end  
endfunction  
  
function val = detect_line(m)  
    val = 0;  
    for i = 1:size(m,'c')  
        if regexp(strcat(string (m(:,i))), '/111/') > 0  
            val = val + 1;  
        end  
    end  
endfunction  
  
F = feature_extraction(P);
```

```
x2 = feature_extraction(x);

[mindist, ans] = min(sqrt(sum((F-repmat(x2,[1,size(F,'c')]))).^2,'r')));
disp("Ans = "+string(ans-1))
```

実践演習 2-1

- (ア) y, x
- (イ) y-1:y+1, x-1:x+1

実践演習 2-2

```
clear;

// 画像データの読み込み
im = im2double(imread('test1.pgm'));
// 2次元配列 im のサイズ取得
[h w] = size(im);
// 結果格納用の配列 resultim を用意
resultim1 = ones(im);
resultim2 = ones(im);

// フィルタ適用
for y = 2:h-1
    for x = 2:w-1
        resultim1(y, x) = median(im(y-1:y+1, x-1:x+1));
        resultim2(y, x) = mean(im(y-1:y+1, x-1:x+1));
    end
end

// 結果の表示とファイルへの出力
imshow([im, resultim1, resultim2])
imwrite([im, resultim1, resultim2], 'out.png');
```

実践演習 2-3

```
clear;

// 画像データの読み込み
im = im2double(imread('test1.pgm'));
// 2次元配列 im のサイズ取得
[h w] = size(im);
// 結果格納用の配列 resultim を用意
resultim = ones(im);
// Sobelフィルタの定義
dx=[-1,0,1; -2,0,2; -1,0,1];
dy=[1,2,1; 0,0,0; -1,-2,-1];

// フィルタ適用
for y = 2:h-1
    for x = 2:w-1
        resultim(y, x) = sqrt(sum(im(y-1:y+1, x-1:x+1) .* dx).^2+...
            sum(im(y-1:y+1, x-1:x+1) .* dy).^2);
    end
end

// 結果の表示とファイルへの出力
imshow([im, resultim])
imwrite([im, resultim], 'out.png');
```

実践演習 2-4

```
clear;

// 画像データの読み込み
im = im2double(imread('test1.pgm'));
// 2次元配列 im のサイズ取得
[h w] = size(im);
// 結果格納用の配列 resultim1,2 を用意
resultim1 = zeros(im);
resultim2 = [];
// Sobelフィルタの定義
dx=[-1,0,1; -2,0,2; -1,0,1];
dy=[1,2,1; 0,0,0; -1,-2,-1];

// Sobelフィルタ適用
for y = 2:h-1
    for x = 2:w-1
        resultim1(y, x) = sqrt(sum(im(y-1:y+1, x-1:x+1) .* dx)^2+...
            sum(im(y-1:y+1, x-1:x+1) .* dy)^2);
    end
end

// maxプーリング
for y = 1:2:h-1
    for x = 1:2:w-1
        resultim2(ceil(y/2), ceil(x/2)) = max(resultim1(y:y+1, x:x+1));
    end
end

// 結果の表示
imshow(resultim2);
```

実践演習 3-1

- (ア) size
- (イ) mean
- (ウ) stdev
- (エ) m
- (オ) s
- (カ) pca

実践演習 3-2

```
clear;
M = csvRead('iris.csv');
X = M(:,1:4);
[n d] = size(X);

// 標準化
m = mean(X, 'r');
s = stdev(X, 'r');
normX = (X - repmat(m, [n,1])) ./ repmat(s, [n,1]);

// 主成分分析
[l, f, c] = pca(normX);
plot2d(c(1:50,1), c(1:50,2), style=-3, rect=[-4,-4,4,4])
plot2d(c(51:100,1), c(51:100,2), style=-4)
```

```
plot2d(c(101:150,1), c(101:150,2), style=-5)
```

実践演習 4-1

```
clear;
X = [1.0; 0.5; -0.2; -1.3]; // 学習データ
y = [1 1 2 2]'; // 正解クラス
w = [0.2; 0.3]; // 初期重み
roh = 0.5; // 学習係数
flag = %T; // 重みに変更があれば TRUE(%T)
[n, d] = size(X);
X = [ones(n,1), X]; // x_0 軸を追加

while flag
    flag = %F;
    for i = 1:n
        x = X(i,:)'
        g = w' * x;
        disp(w');
        if y(i) == 1 & g < 0
            w = w + roh * x;
            flag = %T;
        elseif y(i) == 2 & g > 0
            w = w - roh * x;
            flag = %T;
        end
    end
end
printf("Results: w0=%6.3f, w1=%6.3f\n",w(1), w(2));
```

実践演習 4-2

```
clear;
X = [1 4; 2 3; 4 3; 5 4; 2 1; 3 2; 3 3; 4 1]; // 学習データ
y = [1 1 1 1 2 2 2 2]'; // 正解クラス
k = 3;
x = [3 4]'; // 入力
[n, d] = size(X);

// 入力と学習データとの距離を計算
dist = sqrt(sum((X-repmat(x', [n,1]))).^2, 'c'));

// 上位 k 個のクラスを取得
[A, B] = gsort(dist, 'g', 'i');
near = y(B(1:k));

// 多数決
[val, ind] = max(members([1,2],near))
printf("Result: class %d", ind);
```

実践演習 4-3

```
clear;
X = [1 4; 2 3; 4 3; 5 4; 2 1; 3 2; 3 3; 4 1]; // 学習データ
y = [1 1 1 1 2 2 2 2]'; // 正解クラス
k = 3;
x = [2.1 3]'; // 入力
[n, d] = size(X);

// 入力と学習データとの距離を計算
```

```

dist = sqrt(sum((X-repmat(x', [n,1])) .^2, 'c'));

// 上位 k 個のクラスを取得
[A, B] = gsort(dist, 'g', 'i');
near = y(B(1:k));

// 重み付き多数決
v = zeros(1,2)
for i=1:k
    v(near(i)) = v(near(i)) + 1/A(i);
end
[val, ind] = max(v);
printf("Result: class %d", ind);

```

実践演習 5-1

(ア) $\text{inv}(X' * X) * X' * y$ // $w = \text{lsq}(X, y)$; でもよい

実践演習 5-2

(ア) $w - \rho * \text{sum}(X .* \text{repmat}((X * w - y), [1,2]), 'r'))$;
 (イ) $\text{abs}(\text{olderr} - \text{sqrerr})$;

実践演習 5-3

図 8.4 のデータでは、 $w_0 = -0.44, w_1 = 0.00, w_2 = 0.22$ となり、識別面の式は $0.22x_2 - 0.44 = 0 \Leftrightarrow x_2 = 2$ となります。また、点 (3, 3.9) をクラス ω_2 に加えると、 $w_0 = -0.57, w_1 = -0.00, w_2 = 0.21$ から、識別面は $x_2 = 2.71$ となり、点 (3, 3.9) を誤識別します。

実践演習 6-1

```

Kernel used:
Poly Kernel: K(x,y) = <x,y>^3.0
Classifier for classes: 1, -1
BinarySMO
- 0.2073 * <4 3 > * X]
+ 0.4911 * <3 3 > * X]
+ 0.0359 * <4 1 > * X]
- 0.3197 * <2 3 > * X]
+ 14.661

```

実践演習 6-2

```

--> function y=f(x), y= - 0.2073 * ([4 3] * x)^3 + 0.4911 * ([3 3] * x)^3 + ..
0.0359 * ([4 1] * x)^3 - 0.3197 * ([2 3] * x)^3 + 14.661, endfunction
--> f([1 4]')
ans =
- 35.8533
--> f([2 1]')
ans =
13.2706

```

```
-->f([3 4]')
ans =
- 20.4211
-->f([3 1]')
ans =
9.4553
```

実践演習 6-3

実践演習 6-1 のデータファイルにおいて、class 属性が取り得る値を -1, 0, 1 のようにして、いくつかのデータのクラス属性の値を変更します。SMO を実行すると、Classifier output 領域に以下のように表示されるので、1 対 1 の分類器をクラス対毎に作っていることがわかります。

```
Classifier for classes: 1, 0
BinarySMO
```

実践演習 7-1

デフォルトのパラメータでは 1 つのデータを誤識別します。trainingTime を 5000 に増やすと誤識別が 0 となります。

実践演習 7-2

デフォルトのパラメータでは 3 つのデータを誤識別します。hiddenLayers を 6, 6 （中間層を 2 層で構成。それぞれ 6 ユニット）、trainingTime を 5000 に増やすと誤識別が 0 となります。

実践演習 7-3

たとえば、hiddenLayers を 6, 6, 6, 6, 6 とすると、ほとんど学習が進みません。教科書 p.221 演習問題の解答 7.2 も参照のこと。

実践演習 7-4

教科書 p.222 演習問題の解答 7.3 参照。

実践演習 8-1

```
clear; clf();
function z=normal(x,y)
    z = 1/((2*pi) * det(S)^(0.5))...
        * exp(-0.5 * ([x;y]-m)' * inv(S) * ([x;y]-m));
endfunction

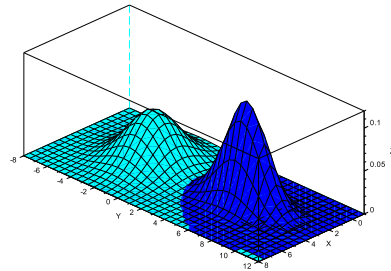
X1 = [3 4; 3 8; 2 6; 4 6]; // クラス1のデータ
X2 = [3 0; 1 -2; 5 -2; 3 -4]; // クラス2のデータ
// 各クラスの平均ベクトルと共分散行列
m1 = mean(X1, 'r');
m2 = mean(X2, 'r');
```

```

S1 = cov(X1);
S2 = cov(X2);

x = [-1:0.5:8]; y = [-8:0.5:12]; // プロットする範囲
m = m1; S = S1;
fplot3d(x,y,normal,flag=[2,2,4]);
m = m2; S = S2;
fplot3d(x,y,normal,flag=[4,2,4],alpha=89.5,theta=-62);

```



実践演習 8-2

```

clear;
c = 10; // クラス数
function z=normal(x,y)
    z = 1/((2*pi)*det(S)^(0.5))...
        *exp(-0.5*([x,y]-m)*inv(S)*([x,y]-m)');
endfunction

function result=recog(x)
    score = [];
    for i = 1:c
        m = mv(:,i)';
        S = cm(:, :, i);
        score = [score, normal(x(1), x(2))];
    end
    [high arg] = max(score);
    result = arg - 1;
endfunction

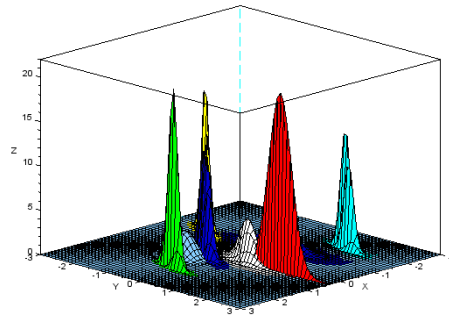
M = csvRead('numbers.csv');
X = M(:,3:4);
y = M(:,9);
[n d] = size(X);

// 識別関数を求める
mv = zeros(d,c);
cm = zeros(d,d,c);
x1 = [-3:0.1:3]; x2 = [-3:0.1:3];
for i=1:10
    data = X((i-1)*10+1:i*10, :);
    mv(:,i) = mean(data,'r')';
    cm(:, :, i) = cov(data);
    m = mv(:,i)'; S = cm(:, :, i);
    fplot3d(x1,x2,normal,flag=[i+2,2,4]);
end

// 識別
y2=[];
for i=1:100 do
    y2 = [y2; recog(X(i,:))];
end

```

```
printf("result = %.1f%%\n", 100*(n-nnz(y-y2))/n);
```



実践演習 9-1

// クラス内分散・クラス間分散比の計算

```
function result = wcbc(va, vb)
    wc = 0;
    bc = 0;
    for i=1:10:100
        Xi = [va(i:i+9), vb(i:i+9)];
        mi = mean(Xi, 'r');
        wc = wc + sum((Xi - repmat(mi,[10,1])).^2);
        bc = bc + 10 * sum(mi.^2);
    end
    result = bc / wc;
endfunction
```

実践演習 9-2

// 定性的評価

```
[J2 ind] = gsort(J);
for i = 1:3
    f2 = ceil(ind(i)/d);
    f1 = ind(i) - (f2 - 1)*d;
    printf("Best %d: f1 = %d, f2 = %d\n", i, f1, f2);
    subplot(3,1,i);
    for j=1:10:n do
        plot2d(X(j:j+9,f1), X(j:j+9,f2), style=-ceil(j/10), rect=[-2,-2,2,2])
    end
    legend(['0','1','2','3','4','5','6','7','8','9'],-1);
end
```

実践演習 9-3

// 1-NN 法による認識率計算

```
function result = knn(va, vb)
    y2 = [];
    for i=1:n
        x = [va(i) vb(i)]; // i 番目のデータ
        proto = [va(1:i-1) vb(1:i-1); va(i+1:$) vb(i+1:$)]; // i 番目以外のデータ
```



```

    [a b] = min(sqrt(sum((proto-repmat(x, [n-1,1])).^2,'c')));
    y2 = [y2; y(b)] ;
end
result = 100*(n - nnz(y-y2)) / n;
endfunction

```