

Machine Learning

Assignment 2

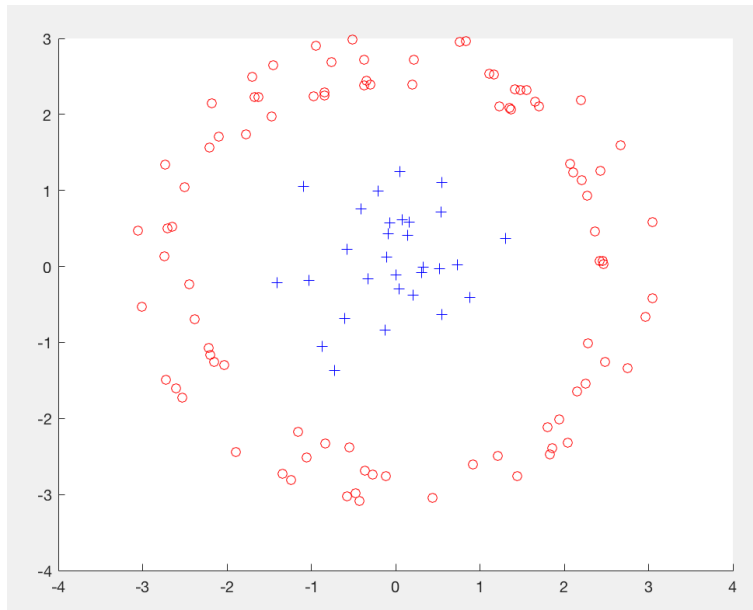
CLO3 Exercise 18

Ida Bagus Dwi Satria Kusuma
1301140297

October 31, 2017

1. In this exercise we will implement SVM for non-linearly separable data.
 - (a) **(5 points)** Load the selected data set. Visualize all data points using scatter plot. Use different color or symbol for each class. Use attribute 1 as x -axis, attribute 2 as y -axis.

Jawab: Visualisasi data menggunakan *scatter plot*, di mana simbol '+' biru adalah data dengan kelas '1' dan simbol 'o' merah adalah data dengan kelas '-1'.



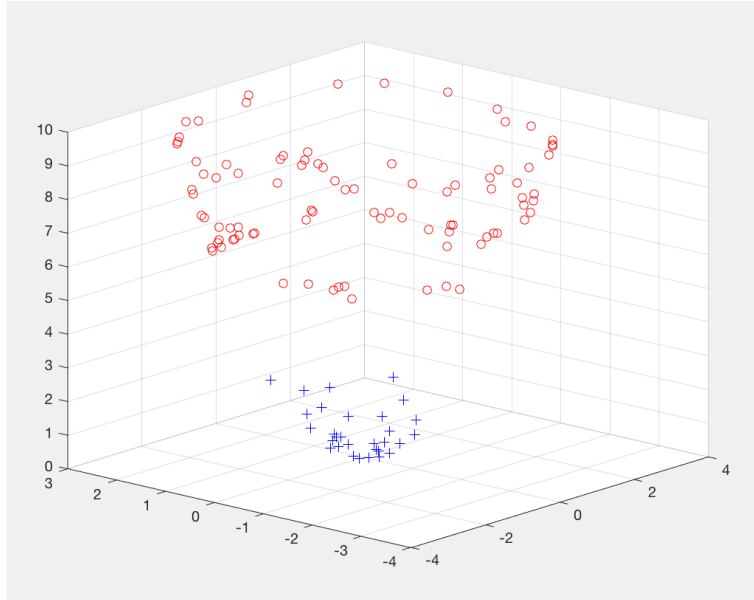
- (b) (10 points) Create a function that implements polynomial kernel. Inputs for the function are attributes $(x_1$ and x_2). The function transforms data from original feature space into new feature space. Here we transform data from 2 dimensional space into 3 dimensional space, $\Phi : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^3$, that is transforming $\mathbf{x} = (x_1, x_2)$ into $\mathbf{z} = (z_1, z_2, z_3) = (x_1, x_2, x_1^2 + x_2^2)$.

```
function [ X3 ] = polynomial_kernel( X1 , X2 )
% CREATED BY : I.B. Dwi S. K. / 1301140297
% Fungsi : POLYNOMIAL-KERNEL
% Fungsi ini merubah bidang 2 dimensi menjadi bidang 3 dimensi.
% Misal matriks dua dimensi X mempunyai dua atribut yaitu X1 dan X2,
% maka untuk merubah matriks X menjadi 3 dimensi dapat menggunakan rumus
% atribut 1 = x1 , atribut 2 = x2, dan atribut 3 = x1^2 + x2^2
% INPUT : Atribut 1 (X1) dan atribut 2 (X2) dari matriks X.
% OUTPUT : Matriks 3 dimensi X3.

X3 = [X1(:,1) X2(:,1) (X1(:,1).^2 + X2(:,1).^2)];

end
```

- (c) (5 points) In a new feature space, \mathbb{R}^3 , visualize all data points using scatter plot in one color, and use different symbols for each class, for example class -1 uses symbol o while class 1 uses symbol +).



Kelas '-1' direpresentasikan dengan simbol 'o' merah, dan kelas '1' direpresentasikan dengan simbol '+' biru.

- (d) (20 points) Using quadratic programming library, find the vector \mathbf{w} and b that construct the hyperplane for classifying the data set in \mathbb{R}^3 ,

Jawab: Untuk mencari nilai \mathbf{w} dan b , kita dapat menggunakan *quadratic programming*, namun sebelumnya, kita harus mentransformasikan data dari \mathbb{R}^2 menjadi \mathbb{R}^3 . Untuk detail lebih jelasnya, menggunakan code berikut :

```

data = csvread('non-linear_7.csv');

% mentransformasikan data ke dalam bentuk 3 dimensi menggunakan polynomial
% kernel
data3 = polynomial_kernel(data(:,1),data(:,2));
data3 = [data3 data(:,3)];
% menghitung jumlah data contoh atau data latih.
jumlahContoh = size(data3,1);
% menghitung n atau jumlah data
jumlahAtribut = size(data3,2) - 1;

% memasukkan semua atribut ke dalam matriks X.
X = data3(:,1:jumlahAtribut);
% memasukkan semua keterangan kelas ke dalam matriks data_kelas
data_kelas = data3(:,jumlahAtribut+1);

% Memisahkan data menjadi dua kelas, yaitu kelas 1 dengan nama X_A dan
% kelas -1 dengan nama X_B
X_A = X(find(data_kelas==1,:),:);
X_B = X(find(data_kelas==-1,:),:);

% membuat parameter masukan untuk fungsi quadratic programming
% H adalah matriks identitas dengan ukuran (n+1)*(n+1) di mana n adalah
% jumlah data
H = eye(jumlahAtribut+1);

% untuk memastikan kita meminimalkan hanya vektor berat w, bukan konstan b
H(jumlahAtribut+1, jumlahAtribut+1) = 0;

% MEMBUAT PARAMETER QUADPROG
f = zeros(jumlahAtribut+1,1);
Z = [X ones(jumlahContoh,1)];
A = -diag(data_kelas)*Z;
c = -1*ones(jumlahContoh,1);

% mencari vektor w dengan menggunakan fungsi quadprog
w = quadprog(H,f,A,c);

% meng-assign masing-masing nilai vektor w ke w1, w2, w3 dan b
w1 = w(1,1);
w2 = w(2,1);
w3 = w(3,1);
b = w(4,1);

% membuat persamaan hyperplane untuk kasus ini menggunakan w2, w3, dan b
% yang telah dicari menggunakan fungsi quadratic programming

% membuat persamaan hyperplane untuk kasus ini menggunakan w2, w3, dan b
% yang telah dicari menggunakan fungsi quadratic programming
syms x;
hyper = symfun(-(w2.*x+b)/w3, x);

% memvisualkan penyebaran data dan garis hyperplanenya.
figure;
hold on;
scatter3(X_A(:,1), X_A(:,2), X_A(:,3),'^','red');
scatter3(X_B(:,1), X_B(:,2), X_B(:,3),'o','blue');
fsurf(hyper);

```

Setelah itu, kita mendapatkan masing-masing nilai w_1, w_2, w_3 dan b

W =

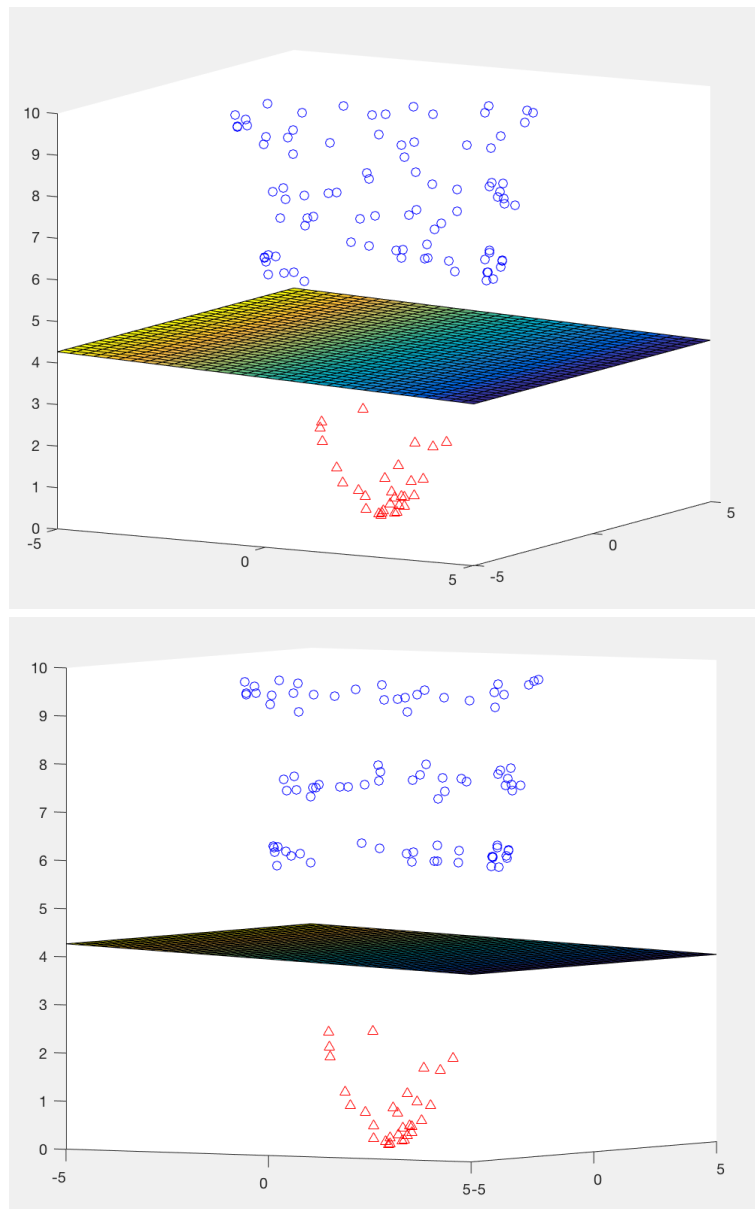
**0.0090
-0.0223
-0.5815
2.3703**

$w_1 = 0.0090$, $w_2 = -0.0223$, $w_3 = 0.5815$ dan $b = 2.3703$. Persamaan hyperplanenya adalah

$$\begin{aligned} \text{hyperplane} &= \frac{-(w_2 \times x + b)}{w_3} \\ &= \frac{-(-0.0223 \times x + 2.3703)}{-0.5814} \end{aligned}$$

- (e) (5 points) Now visualize the hyperplane on the scatter plot that is created on 18(d). One of online articles that you could learn on how to visualize the hyperplane for this exercise using Octave/Matlab is here or go to next url: <https://se.mathworks.com/matlabcentral/answers/104248-implementation-support-vector-machine-nonlinear-case-with-quadprog-function-in-matlab>. For python, Java, C++ and so on, you could search it on internet.

Jawab: Dengan menggunakan persamaan *hyperplane* pada nomor 18(d), visualisasi dari *hyperplane*-nya :



Referensi

- [1] https://id.wikipedia.org/wiki/Regresi_Linier
- [2] Introduction to Data Mining - Panning Tan, M. Steinbach
- [3] https://en.wikipedia.org/wiki/Nonlinear_regression
- [4] Regression book

- [5] Regression slide
- [6] <http://www.nickgillian.com/wiki/pmwiki.php/GRT/MLP>
- [7] Machine Learning - Tom Mitchell
- [8] <https://medium.com/towards-data-science/activation-functions-and-its-types-which-is-better-a9a5310cc8f>
- [9] Slide ANN-MLP Machine Learning
- [10] https://www.mathworks.com/help/optim/ug/quadprog.html#inputarg_f
- [11] <http://www.robots.ox.ac.uk/~az/lectures/ml/matlab2.pdf>
- [12] <https://se.mathworks.com/matlabcentral/answers/104248-implementation-support-vector-machine-nonlinear-case-with-quadprog-function-in-matlab>