**MỤC LỤC**

[**BÀI THỰC HÀNH SỐ 2** 2](#_Toc56585332)

[**I.** **Mục đích:** 2](#_Toc56585333)

[**II.** **Nội dung:** 2](#_Toc56585334)

[**Bài tập 1***:* Xây dựng một phân lớp dựa trên histogram 2](#_Toc56585335)

[**Bài 3:** Tính mean và variance của các vector 4](#_Toc56585336)

[**Bài 4:** Tính covariance matrix của các vector 6](#_Toc56585337)

[**Bài 5:** Tạo hàm mật độ của phân bố Gauss với mean là 5 và variance là 3 7](#_Toc56585338)

[**Bài 6:** Tạo hàm mật độ của phân bố Gauss khác với mean là 2 và variance là 1.5. 9](#_Toc56585339)

[**Bài 7:** Tạo hàm mật độ phân bố Gauss 2 chiều với mean [1 3] và variance [2 2]. 9](#_Toc56585340)

[**Bài 8:** Xây dựng bộ classifier sử dụng 1 đặc trưng có sẳn. 11](#_Toc56585341)

[**Bài 9:** Thực hiện tương tự như bài 8 với 2 tập dữ liệu cho trước 16](#_Toc56585342)

[**BÀI THỰC HÀNH SỐ 3** 19](#_Toc56585343)

[**I. Mục đích:** 19](#_Toc56585344)

[**II. Báo cáo:** 19](#_Toc56585345)

[**Bài 1:** Xây dựng bộ classifier với 2 đặc trưng. 19](#_Toc56585346)

[**Bài 3:** Xây dựng bộ classifier với 2 lớp, 2 đặc trưng. 29](#_Toc56585347)

[**BÀI THỰC HÀNH SỐ 4** 36](#_Toc56585348)

[**I.** **Mục đích:** 36](#_Toc56585349)

[**III.** **Nội dung:** 36](#_Toc56585350)

[**Bài 1:** Xây dựng bộ classifier dựa trên Parzen window: 36](#_Toc56585351)

[**Bài 2:** Lặp lại bài 1 với hàm cửa sổ Gauss 40](#_Toc56585352)

# **BÀI THỰC HÀNH SỐ 2**

1. **Mục đích:**

Để sử dụng và hiện thực các hàm cơ bản ứng dụng trong thống kê và các classifier đơn giản với 1 đặc trưng và 2 lớp. Histogram được sử dụng để xác định biệt số (discriminant) sao cho tối thiểu misclassification.

1. **Nội dung:**

**Bài tập 1***:* Xây dựng một phân lớp dựa trên histogram, với tập dữ liệu sau:

* + in\_time = [(0, 27), (1, 25), (2, 16), (3, 19), (4, 26), (5, 20), (6, 19), (7, 17), (8, 10), (9, 5), (10, 4), (11, 4), (12,2)]
  + cls\_late = [(5,3), (6, 5), (7, 8), (8, 15), (9, 17), (10, 18), (11, 19), (12,16), (13, 9), (14, 8), (15, 8)]

Kiểm tra kết quả nếu rời nhà lúc 6:34, 6:35, 6:36, 6:37, 6:38.

*Bước 1*: Import thư viện cần sử dụng:

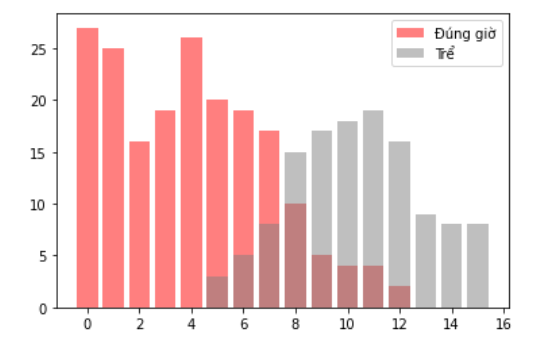
|  |
| --- |
| import **numpy** as np  import **matplotlib**.pyplot as plt  from **collections** import Counter |

*Bước 2:* Khai báo 2 danh sách các điểm dữ liệu in\_time và cls\_late theo yêu cầu đề bài:

|  |
| --- |
| **in\_time**=[(0,27),(1,25),(2,16),(3,19),(4,26),(5,20),(6,19),(7,17)  ,(8,10),(9,5),(10,4),(11,4),(12,2)]  **cls\_late** = [(5,3), (6, 5), (7, 8), (8, 15), (9, 17), (10, 18),  (11, 19), (12,16), (13, 9),(14, 8), (15, 8)] |

*Bước 3:* Sử dụng thư viện **matplotlib** biểu diễn dữ liệu bằng biểu đồ histogram nhằm trực quan hóa dữ liệu:

|  |
| --- |
| X, Y = **zip**(\*in\_time)  X2, Y2 = **zip**(\*cls\_late)  bar\_width = 0.8  plt.bar(X, Y, bar\_width, **color**="red", **alpha**=0.5, **label**="Đúng giờ")  plt.bar(X2, Y2, bar\_width, **color**="gray", **alpha**=0.5, **label**="Trể")  plt.legend(loc='upper right')  plt.show() |



*Bước 4:* Sau khi quan sát biểu đồ histogram, dễ thấy ngưỡng để phân loại dữ liệu vào 2 tập “đúng giờ” và “trễ giờ” là 1 điểm.

|  |
| --- |
| def **pre\_sum**(A):  cur=0  res=np.zeros((len(A)))  for i in range(len(A)):  cur+=A[i]  res[i]=cur  return res  def **back\_sum**(A):  cur=0  n=len(A)  res=np.zeros((n))  for i in range(n):  cur+=A[n-i-1]  res[n-i-1]=cur  return res |

|  |
| --- |
| **pre\_sum**(vi\_dat) |
| Out:array([1. , 2. , 3. , 4. , 5. ,  5.86956522, 6.66123188, 7.34123188, 7.74123188, 7.96850461,  8.15032279, 8.32423584, 8.43534695, 8.43534695, 8.43534695]) |

|  |
| --- |
| **back\_sum**(vi\_dat) |
| array([8.43534695, 7.43534695, 6.43534695, 5.43534695, 4.4353469  5, 3.43534695, 2.56578173, 1.77411506, 1.09411506, 0.69411506,  0.46684234, 0.28502415, 0.11111111, 0., 0.]) |

|  |
| --- |
| vi\_dat = np.array(vi\_dat)  def **find\_thresh\_holding**(A,B):  sumA = np.sum(A)  sumB = np.sum(B)  AA = back\_sum(A)  BB = pre\_sum(B)  C = np.**zeros**((len(A)))  print(C)  for **i** in range(len(A)-1):  C[i] = (sumA-AA[i+1]+sumB-BB[i])  for i in range(len(A)-1):  if(C[i+1]<C[i]):  **return** [i,C[i]] |

|  |
| --- |
| thresh,\_\_ = **find\_thresh\_holding**(vi\_dat,1-vi\_dat) |

|  |
| --- |
| def **testt**(a):  if a>thresh:  **print**('Ket qua luc 6:{} la tre'.**format**(30+a))  else:  **print**('Ket qua luc 6:{} la dung gio'.**format**(30+a)) |

|  |
| --- |
| test = [4,5,6,7,8]  for i in test:  **testt**(i) |
| Ket qua luc 6:34 la dung gio  Ket qua luc 6:35 la dung gio  Ket qua luc 6:36 la dung gio  Ket qua luc 6:37 la dung gio  Ket qua luc 6:38 la tre |

### **Bài 3:** Tính mean và variance của các vector đặc trưng sau:

1. [1 2 4 6 9 10 20 7]
2. [0 2 4 6 8 … 100]; tất cả các số chẳn từ 0 đến 100.
3. [1 3 25 … 9801]; tất cả bình phương các số lẻ từ 1 đến 100.
4. 

|  |
| --- |
| def **mean**(x):    s = 0    for i in x:      s += i    return s/len(x)  def **variance**(x):    mu = **mean**(x)    s = 0    for i in x:      s += (i - mu)\*\*2    return s/**len**(x) |

|  |
| --- |
| import **numpy** as **np**  a = [1,2,3,4,6,9,10,20,7]  print("Trung bình của a là:")  print(**mean**(a))  print("Variance của a là:")  print(**variance**(a)) |
| Trung bình của a là:  6.888888888888889  Variance của a là:  29.876543209876544 |

|  |
| --- |
| b = **list**(range(2,101,2))  print("Trung bình của b là:")  print(mean(b))  print("Variance của b là:")  print(variance(b)) |
| Trung bình của b là:  50.0  Variance của b là:  850.0 |

|  |
| --- |
| c = list(**range**(1, 100, 2))  def **power**(my\_list):      return [x\*\*2 for x in my\_list]  c = **power**(c)  print("Trung bình của c là:")  print(**mean**(c))  print("Variance của c là:")  print(**variance**(c)) |
| Trung bình của c là:  51.0  Variance của c là:  833.0 |

|  |
| --- |
| def **mean\_2D**(x):    s = 0    l = 0    for i in x:      for j in i:        s += j        l += 1    return s/l  def **variance\_2D**(x):    mu = **mean\_2D**(x)    s = 0    l = 0    for i in x:      for j in i:        s += (j - mu)\*\*2        l += 1  **return** s/l |

|  |
| --- |
| d = [[2,4], [3,7], [4,6], [5,5], [2,3]]  print("Trung bình của d là:")  print(**mean\_2D**(d))  print("Variance của d là:")  print(**variance\_2D**(d)) |
| Trung bình của d là:  4.1  Variance của d là:  2.4900000000000007 |

### **Bài 4:** Tính covariance matrix của các vector đặc trưng sau:

X=[2 3 6 3 7 8] và Y=[5 7 9 6 7 8].

|  |
| --- |
| X = [2, 3, 6, 3, 7, 8]  Y = [5, 7, 9, 6, 7, 8]  matrix\_1 = [X, Y]  print("Gộp 2 ma trận:")  print(matrix\_1) |
| Gộp 2 ma trận:  [[2, 3, 6, 3, 7, 8], [5, 7, 9, 6, 7, 8]] |

|  |
| --- |
| print("Tính trung bình ma trận:")  avg\_matrix = [**sum**(matrix\_1[0])/**len**(matrix\_1[0]), **sum**(matrix\_1[1])/len(matrix\_1[1])]  print(avg\_matrix) |
| Tính trung bình ma trận:  [4.833333333333333, 7.0] |

|  |
| --- |
| print("Hiệu ma trận ban đầu với trung bình:")  matrix\_2 = []  for i in **range**(len(**matrix\_1**)):    line = []    for j in **range**(len(matrix\_1[i])):      line.**append**(**matrix\_1**[i][j] - **avg\_matrix**[i])    matrix\_2.append(line)  print(**matrix\_2**) |
| Hiệu ma trận ban đầu với trung bình:  [  [-2.833333333333333, -1.833333333333333, 1.166666666666667,  -1.833333333333333, 2.166666666666667, 3.166666666666667],  [-2.0, 0.0, 2.0, -1.0, 0.0, 1.0]  ] |

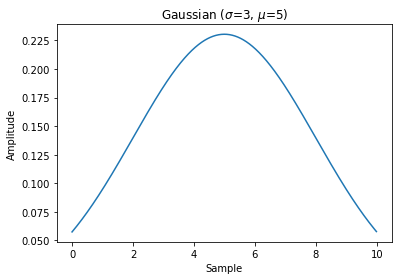
|  |
| --- |
| matrix\_2 = np.asarray(**matrix\_2**) |

|  |
| --- |
| N = 6  print("Ma trận hiệp phương sai với N = " + str(N))  print((1/(N-1))\*np.dot(**matrix\_2**, **matrix\_2**.T)) |
| Ma trận hiệp phương sai với N = 6  [[6.16666667 2.6 ]  [2.6 2. ]] |

### **Bài 5:** Tạo hàm mật độ của phân bố Gauss với mean là 5 và variance là 3. Plot hàm kết quả.

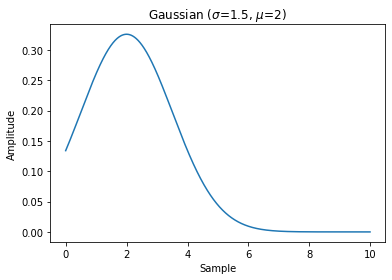
|  |
| --- |
| def gauss(x, mean, variance):    return (1/(math.sqrt(2\*math.pi\*variance)))\*math.exp((-1/2)\*((x-mean)/variance)\*\*2) |

|  |
| --- |
| import **numpy** as np  import **matplotlib.pyplot** as plt  import **math**  mean = 5  variance = 3  list\_x = np.arange(0, 10, 0.01)  list\_y = []  for x in list\_x:    list\_y.append(**gauss**(x, mean, variance))  plt.plot(list\_x, list\_y)  plt.title(r"**Gaussian** ($\sigma$="+ str(variance) + ", $\mu$=" + str(mean) + ")")  plt.ylabel("Amplitude")  plt.xlabel("Sample")  plt.show() |



### **Bài 6:** Tạo hàm mật độ của phân bố Gauss khác với mean là 2 và variance là 1.5. Plot hàm này trong cùng cửa sổ với hàm được tạo ra ở câu 3. Cho nhận xét.

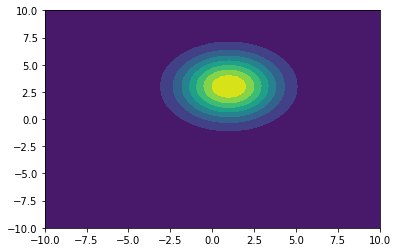
|  |
| --- |
| mean = 2  variance = 1.5  list\_x = np.arange(0, 10, 0.01)  list\_y = []  for x in list\_x:    list\_y.append(gauss(x, mean, variance))  plt.plot(list\_x, list\_y)  plt.title(r"Gaussian ($\sigma$="+ str(variance) + ", $\mu$=" + str(mean) + ")")  plt.ylabel("Amplitude")  plt.xlabel("Sample")  plt.show() |



Nhận xét: biểu đồ bị lệch sang trái so với biểu đồ có mean = 3 và variance = 5

### **Bài 7:** Tạo hàm mật độ phân bố Gauss 2 chiều với mean [1 3] và variance [2 2]. Plot hàm này trên lưới [-10 10] x [-10 10] và tính khoảng cách Mahalanobis đối với các mẫu [0 0], [3 4], và [1 2].

|  |
| --- |
| import **numpy** as np  def **gaus2d**(x=0, y=0, mx=0, my=0, sx=1, sy=1):      return 1. / (2. \* np.pi \* sx \* sy) \* np.exp(-((x - mx)\*\*2.  / (2. \* sx\*\*2.) + (y - my)\*\*2. / (2. \* sy\*\*2.)))  x = np.linspace(-10, 10)  y = np.linspace(-10, 10)  x, y = np.meshgrid(x, y)  z = **gaus2d**(x, y, 1, 3, 2, 2)  plt.**contourf**(x,y,z)  plt.**show**() |



|  |
| --- |
| **sample\_1** = [0,0]  **list\_x1** = []  for i in range(50):    list\_x1.append(**sample\_1)**  m1 = np.asarray(list\_x1)  print("Khoảng cách mahalanobis của điểm [0,0]:")  print(np.dot(np.dot(m1.T,np.cov(z)), m1))  print()  sample\_1 = [3,4]  list\_x1 = []  for i in range(50):    list\_x1.append(sample\_1)  m1 = np.asarray(list\_x1)  print("Khoảng cách mahalanobis của điểm [3,4]:")  print(np.dot(np.dot(m1.T,np.cov(z)), m1))  print()  sample\_1 = [1,2]  list\_x1 = []  for i in range(50):    list\_x1.append(sample\_1)  m1 = np.asarray(list\_x1)  print("Khoảng cách mahalanobis của điểm [1,2]:")  print(np.dot(np.dot(m1.T,np.cov(z)), m1))  print() |
| Khoảng cách mahalanobis của điểm [0,0]:  [[0. 0.]  [0. 0.]]  Khoảng cách mahalanobis của điểm [3,4]:  [[0.24855543 0.33140724]  [0.33140724 0.44187632]]  Khoảng cách mahalanobis của điểm [1,2]:  [[0.02761727 0.05523454]  [0.05523454 0.11046908]] |

### **Bài 8:** Xây dựng bộ classifier sử dụng 1 đặc trưng có sẳn.

* + - ***Load data:***
  + Load 2 file tương ứng cho 2 class là: *class1.txt* và *class2.txt*.
  + Cho biết số mẫu và số đặc trưng của mỗi class.
  + Tính mean, variance, và covariance của các vector đặc trưng.
  + Trích chọn 1 đặc trưng.

|  |
| --- |
| def **covariance**(x):    N = len(x)    TB = mean(x)    M = []    for i in x:      M.append(i - TB)    D = np.asarray(M)  **return**  (1/(N-1))\*D\*D.T |

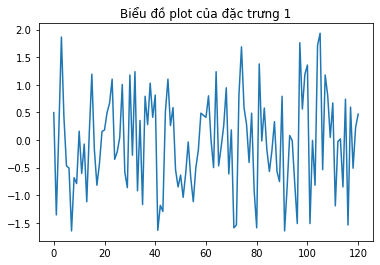
|  |
| --- |
| datContent = [i.strip().split()  for i in open("twoclass.dat", "r").readlines()]  print("Số mẫu là: " + str(len(datContent)))  print("Số đặc trưng của mỗi class là: "  + str(len(datContent[0][:-2])))  for i in range(len(datContent[0][:-2])):    print("Trung bình của đặc trưng " + str(i+1) + " là: "  + str(mean([float(row[i]) for row in datContent])))    print("Phương sai của đặc trưng " + str(i+1) + " là: "  + str(variance([float(row[i]) for row in datContent])))    print("Hiệp phương sai của đặc trưng " + str(i+1) + " là: "  + str(np.cov([float(row[i]) for row in datContent])))    print()  # Chọn đặc trưng 1  feature\_1 = [float(row[0]) for row in datContent]  feature\_2 = [float(row[1]) for row in datContent]  feature\_3 = [float(row[2]) for row in datContent]  feature\_4 = [float(row[3]) for row in datContent]  class\_1 = [int(row[4]) for row in datContent]  # Tạo list index  idx = np.arange(0, len(feature\_1))  # Ranđom lại list index  np.random.shuffle(idx)  # Lấy ra phân nửa list index đã random  idx\_train = idx[:len(feature\_1)//2]  idx\_test = idx[len(feature\_1)//2:]  # Tách tập train  feature\_1\_train = [feature\_1[i] for i in idx\_train]  feature\_2\_train = [feature\_2[i] for i in idx\_train]  feature\_3\_train = [feature\_3[i] for i in idx\_train]  feature\_4\_train = [feature\_4[i] for i in idx\_train]  class\_train = [class\_1[i] for i in idx\_train]  # Tách tập test  feature\_1\_test = [feature\_1[i] for i in idx\_test]  feature\_2\_test = [feature\_2[i] for i in idx\_test]  feature\_3\_test = [feature\_3[i] for i in idx\_test]  feature\_4\_test = [feature\_4[i] for i in idx\_test]  class\_test = [class\_1[i] for i in idx\_test] |
| Số mẫu là: 242  Số đặc trưng của mỗi class là: 4  Trung bình của đặc trưng 1 là: 0.06021218181818183  Phương sai của đặc trưng 1 là: 0.8578042003907271  Hiệp phương sai của đặc trưng 1 là: 0.8613635539193196  Trung bình của đặc trưng 2 là: 0.055756892561983476  Phương sai của đặc trưng 2 là: 1.0511796321486822  Hiệp phương sai của đặc trưng 2 là: 1.055541373360918  Trung bình của đặc trưng 3 là: 1.4545952520661152  Phương sai của đặc trưng 3 là: 4.234982801030213  Hiệp phương sai của đặc trưng 3 là: 4.252555343773077  Trung bình của đặc trưng 4 là: -1.388338768595042  Phương sai của đặc trưng 4 là: 4.359071929443203  Hiệp phương sai của đặc trưng 4 là: 4.377159364835083 |

* + - ***Xây dựng classifier ứng với 1 đặc trưng được chọn:***
  + Chia tập dữ liệu thành 2 tập con, tập huấn luyện gồm 50%.
  + Tính histogram và plot:
* Xác định giá trị biệt số (ngưỡng). Ứng với histogram được tính, chọn biệt số sao cho giá trị misclassification là nhỏ nhất.
* Đánh giá trên tập dữ liệu test: ứng với giá trị ngưỡng được chọn (biệt số), chúng ta cần phải đánh giá trên 1 tập dữ liệu khác (dữ liệu không được dùng trong huấn luyện); tập dữ liệu test. Dựa vào các giá trị đặc trưng tưng ứng cho các mẫu test và giá trị ngưỡng được xác định, tính phần trăm lỗi.

Tương tự, thực nghiệm với các cách phân chia tập dữ liệu khác nhau (tập dữ liệu huấn luyện là 60%, 70%, và 80%) và các bin của histogram khác nhau.

Cho biết đặc trưng có khả năng phân loại tốt nhất.

|  |
| --- |
| import matplotlib.pyplot as plt  plt.**hist**(feature\_1\_train)  plt.**title**("Biểu đồ histogram của đặc trưng 1")  plt.**show**()  plt.**plot**(feature\_1\_train)  plt.**title**("Biểu đồ plot của đặc trưng 1")  plt.**show**() |

|  |
| --- |
| def **find\_thresh**(x, label):    thresh = None    num\_errors = 999999    for i in x:      errors = 0      for d, l in **zip**(x, label):        if d > i and l == 1:          errors += 1        elif d <= i and l == 0:          errors += 1      if **errors** < **num\_errors**:        num\_errors = errors        thresh = i    return (**thresh**, **num\_errors**)  def **find\_error\_with\_thresh**(x, label, thresh):    num\_errors = 0    for d, l in **zip**(x, label):      if d > thresh and l == 1:        num\_errors += 1      elif d <= thresh and l == 0:        num\_errors += 1  **return** num\_errors |

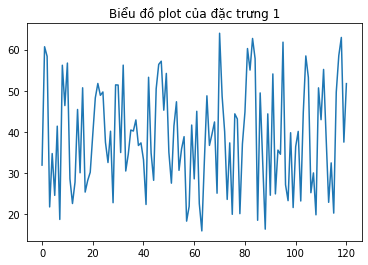
|  |
| --- |
| # Đặc trưng 1  **fea\_1\_test** = **find\_thresh(**feature\_1\_train, class\_train)  print("Ngưỡng tìm được từ tập train đặc trưng 1 là: "  + str(fea\_1\_test[0]))  print("Số lỗi tìm được từ tập train đặc trưng 1 là: "  + str(fea\_1\_test[1]))  print("Số lỗi tìm được từ tập test đặc trưng 1 là: "    + str(find\_error\_with\_thresh(feature\_1\_test, class\_test,  fea\_1\_test[0])))  print()  # Đặc trưng 2  **fea\_2\_test** = **find\_thresh**(feature\_2\_train, class\_train)  print("Ngưỡng tìm được từ tập train đặc trưng 2 là: "  + str(fea\_2\_test[0]))  print("Số lỗi tìm được từ tập train đặc trưng 2 là: "  + str(fea\_2\_test[1]))  print("Số lỗi tìm được từ tập test đặc trưng 2 là: "  + str(find\_error\_with\_thresh(feature\_2\_test, class\_test,  fea\_2\_test[0])))  print()  # Đặc trưng 3  **fea\_3\_test** = **find\_thresh**(feature\_3\_train, class\_train)  print("Ngưỡng tìm được từ tập train đặc trưng 3 là: "  + str(fea\_3\_test[0]))  print("Số lỗi tìm được từ tập train đặc trưng 3 là: "  + str(fea\_3\_test[1]))  print("Số lỗi tìm được từ tập test đặc trưng 3 là: "  + str(find\_error\_with\_thresh(feature\_3\_test, class\_test,  fea\_3\_test[0])))  print()  # Đặc trưng 4  **fea\_4\_test** = **find\_thresh**(feature\_4\_train, class\_train)  print("Ngưỡng tìm được từ tập train đặc trưng 4 là: "  + str(fea\_4\_test[0]))  print("Số lỗi tìm được từ tập train đặc trưng 4 là: "  + str(fea\_4\_test[1]))  print("Số lỗi tìm được từ tập test đặc trưng 4 là: "  + str(find\_error\_with\_thresh(feature\_4\_test, class\_test,  fea\_4\_test[0])))  print() |
| Ngưỡng tìm được từ tập train đặc trưng 1 là: 1.761705  Số lỗi tìm được từ tập train đặc trưng 1 là: 55  Số lỗi tìm được từ tập test đặc trưng 1 là: 66  Ngưỡng tìm được từ tập train đặc trưng 2 là: 2.284433  Số lỗi tìm được từ tập train đặc trưng 2 là: 57  Số lỗi tìm được từ tập test đặc trưng 2 là: 64  Ngưỡng tìm được từ tập train đặc trưng 3 là: 7.060067  Số lỗi tìm được từ tập train đặc trưng 3 là: 57  Số lỗi tìm được từ tập test đặc trưng 3 là: 66  Ngưỡng tìm được từ tập train đặc trưng 4 là: 2.397017  Số lỗi tìm được từ tập train đặc trưng 4 là: 57  Số lỗi tìm được từ tập test đặc trưng 4 là: 65 |

Từ kết quả trên ta có thể thấy là đặc trưng 1 và 4 là cho kết quả tốt nhất. Vì số điểm lỗi trên tập train với thực tế chỉ cách nhau thấp nhất.

### **Bài 9:** Thực hiện tương tự như bài 8 với 2 tập dữ liệu là cross (cross.dat) và twoclass (twoclass.dat). Chú ý dữ liệu cho các class đều gom chung 1 file và 2 đặc trưng cuối để chỉ ra class, ví dụ [1 0] tương ứng cho class1 và [0 1] tương ứng cho class2.

|  |
| --- |
| **datContent\_cross** = [i.strip().split()  for i in open("**cross.dat**", "r").readlines()]  print("Số mẫu là: " + str(len(**datContent\_cross**)))  print("Số đặc trưng của mỗi class là: "  + str(len(**datContent\_cross**[0][:-2])))  for i in range(len(**datContent\_cross**[0][:-2])):    print("Trung bình của đặc trưng " + str(i+1) + " là: "  + str(**mean**([float(row[i]) for row in datContent\_cross]))):    print("Phương sai của đặc trưng " + str(i+1) + " là: "  + str(variance([float(row[i])  for row in datContent\_cross]))):    print("Hiệp phương sai của đặc trưng " + str(i+1) + " là: "   str(np.cov([float(row[i]) for **row** in **datContent\_cross**])))  # Chọn đặc trưng 1  **feature\_1\_cross** = [float(row[0]) for row in **datContent\_cross**]  **feature\_2\_cross** = [float(row[1]) for row in **datContent\_cross**]  **class\_1\_cross** = [int(row[2]) for row in **datContent\_cross**]  # Tạo list index  idx = np.arange(0, len(feature\_1\_cross))  # Random lại list index  np.random.shuffle(idx)  # Lấy ra phân nửa list index đã random  idx\_train = idx[:len(feature\_1)//2]  idx\_test = idx[len(feature\_1)//2:]  # Tách tập train  **feature\_1\_train\_cross** = [feature\_1\_cross[i] for i in idx\_train]  **feature\_2\_train\_cross** = [feature\_2\_cross[i] for i in idx\_train]  **class\_train\_cross** = [class\_1\_cross[i] for i in idx\_train]  # Tách tập test  feature\_1\_test\_cross = [**feature\_1\_cross**[i] for i in idx\_test]  feature\_2\_test\_cross = [**feature\_2\_cross**[i] for i in idx\_test]  **class\_test\_cross** = [class\_1\_cross[i] for i in idx\_test] |
| Số mẫu là: 200  Số đặc trưng của mỗi class là: 2  Trung bình của đặc trưng 1 là: 40.38131579000002  Phương sai của đặc trưng 1 là: 157.35237854889428  Hiệp phương sai của đặc trưng 1 là: 158.14309401898927  Trung bình của đặc trưng 2 là: 40.393948170000016  Phương sai của đặc trưng 2 là: 171.44175718153042  Hiệp phương sai của đặc trưng 2 là: 172.30327354927695 |

|  |
| --- |
| import **matplotlib.pyplot** as plt  plt.hist(**feature\_1\_train\_cross**)  plt.title("Biểu đồ histogram của đặc trưng 1")  plt.show()  plt.plot(**feature\_1\_train\_cross**)  plt.title("Biểu đồ plot của đặc trưng 1")  plt.show() |

****

|  |
| --- |
| # Đặc trưng 1  fea\_1\_cross\_test = **find\_thresh**(feature\_1\_train\_cross,  class\_train\_cross)  print("Ngưỡng tìm được từ tập train đặc trưng 4 là: "  + str(**fea\_1\_cross\_test**[0]))  print("Số lỗi tìm được từ tập train đặc trưng 4 là: "  + str(**fea\_1\_cross\_test**[1]))  print("Số lỗi tìm được từ tập test đặc trưng 4 là: "  +str(**find\_error\_with\_thresh**(feature\_1\_test\_cross,  class\_test\_cross, fea\_1\_cross\_test[0])))  print()  # Đặc trưng 2  fea\_2\_cross\_test = **find\_thresh**(feature\_2\_train\_cross,  class\_train\_cross)  print("Ngưỡng tìm được từ tập train đặc trưng 4 là: "  + str(fea\_2\_cross\_test[0]))  print("Số lỗi tìm được từ tập train đặc trưng 4 là: "  + str(fea\_2\_cross\_test[1]))  print("Số lỗi tìm được từ tập test đặc trưng 4 là: "   str(**find\_error\_with\_thresh**(feature\_2\_test\_cross,  class\_test\_cross, fea\_2\_cross\_test[0]))) |
| Ngưỡng tìm được từ tập train đặc trưng 4 là: 33.264324  Số lỗi tìm được từ tập train đặc trưng 4 là: 34  Số lỗi tìm được từ tập test đặc trưng 4 là: 32  Ngưỡng tìm được từ tập train đặc trưng 4 là: 32.043167  Số lỗi tìm được từ tập train đặc trưng 4 là: 35  Số lỗi tìm được từ tập test đặc trưng 4 là: 26 |

Từ kết quả trên ta có thể thấy là đặc trưng 2 là cho kết quả tốt nhất. Vì số điểm lỗi trên tập test thấp.

# **BÀI THỰC HÀNH SỐ 3**

**I. Mục đích:**

Xây dựng classifier và biệt thức dựa trên luật Bayes.

## **II. Báo cáo:**

### **Bài 1:** Cho 2 tập dữ liệu class A (classA.mat) và class B (classB.mat). Xây dựng bộ classifier với 2 đặc trưng. Giả sử hai tập dữ liệu có dạng phân bố Gauss có cùng ma trận hiệp phương sai là SIGMA=[1 0; 0 1].

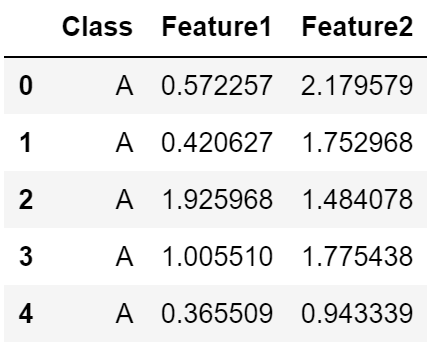
* *Bước 1:* Import thư viện:

|  |
| --- |
| import **numpy** as np  from **scipy.io** import loadmat  import **pandas** as pd  from **matplotlib** import pyplot as plt  import **matplotlib.colors** as colors  import **seaborn** as sns  import **itertools**  from **scipy.stats** import norm  import **scipy.stats**  from **sklearn.naive\_bayes** import GaussianNB  import **scipy.io**  from **sklearn.model\_selection** import train\_test\_split  from **sklearn.metrics** import confusion\_matrix |

*- Bước 2:* Load dữ liệu: Load 2 file tương ứng cho 2 class là: *classA.mat* và *classB.mat*.

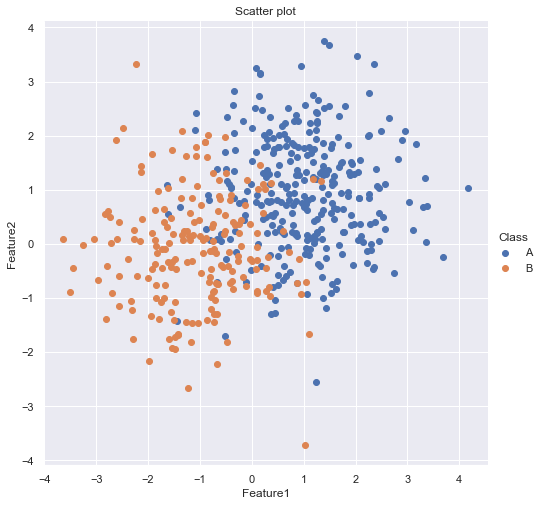
|  |
| --- |
| columnsName = ['Feature1','Feature2']  classA = pd.**DataFrame**(loadmat("classA.mat")['classA'],columns =  columnsName)  classB = pd.**DataFrame**(loadmat("classB.mat")['classB'],columns =  columnsName) |

|  |
| --- |
| #Merge data  classAB = pd.**concat**([classA,classB], keys=['A', 'B']).**reset\_index**()  .**drop**('level\_1', axis=1).**rename**(columns = {'level\_0': '**Class**'})  classAB.**head**() |



* *Bước 3:* Plot dữ liệu.

|  |
| --- |
| sns.**FacetGrid**(**classAB**, hue="Class", height=7).**map**(plt.scatter,  "Feature1","Feature2",).add\_legend()  plt.**title**('Scatter plot')  plt.**show**() |



* *Bước 4:* Xác định số mẫu của mỗi class.

|  |
| --- |
| #Estimating the data  nA = len(**classA**)  nB = len(**classB**)  print("Số mẫu của class A là :",**nA**)  print("Số mẫu của class B là :",**nB**) |
| Số mẫu của class A là : 300  Số mẫu của class B là : 195 |

* *Bước 5:* Phân chia tập dữ liệu thành 2 tập con: tập huấn luyện (60%) và tập kiểm thử (40%).

|  |
| --- |
| train\_set, test\_set = **train\_test\_split**(**classAB**, train\_size=0.7)  print("Số lượng của tập train là :",len(**train\_set**))  print("Số lượng của tập train là :",len(**test\_set**)) |
| Số lượng của tập train là : **346**  Số lượng của tập train là : **149** |

**Huấn luyện**

- Tính mean tương ứng cho từng class.

|  |
| --- |
| #Estimating the parameters  mu\_list = np.split(**train\_set**.groupby(**'Class'**).**mean**().**values**,[1])  cov\_list = np.split(**train\_set**.groupby(**'Class'**).**cov**().**values**,[2])  pi\_list = **train\_set**.iloc[:,0].value\_counts().values / len(train\_set)  print("Mean của từng class A trong train set là : ",mu\_list[0][0])  print("Mean của từng class B trong train set là : ",mu\_list[1][0]) |
| Mean của từng class A trong train set là : [1.02409221 0.89535824]  Mean của từng class B trong train set là : [-1.02802323 -0.11705038] |

* *Bước 6:* Xây dựng biệt thức (discriminant function).

Áp dụng công thức cho trường hợp ∑i bất kỳ:





|  |
| --- |
| #Build discriminant functions  def **DF**(X,mu\_list,cov\_list,pi\_list):  **scores\_list** = []  **classes** = len(mu\_list)  for p in range(**classes**):  Wi = (-1/2)\*np.linalg.inv(cov\_list[p])  wi = np.linalg.inv(cov\_list[p])@mu\_list[p][0]  wi0 = (-1/2)\*np.transpose(**mu\_list**[p][0])@np.linalg.inv(**cov\_list**[p])@**mu\_list**[p][0]  + (-1/2)\*np.log(np.linalg.norm(**cov\_list**[p]))  + np.log(**pi\_list**[p])  score = np.transpose(X)@**Wi**@**X** + np.transpose(**wi**)@**X** + **wi0**  # print(np.transpose(X)@**Wi**@**X**)  scores\_list.append(**score**)  # print(**scores\_list**)  return np.argmax(**scores\_list**) |

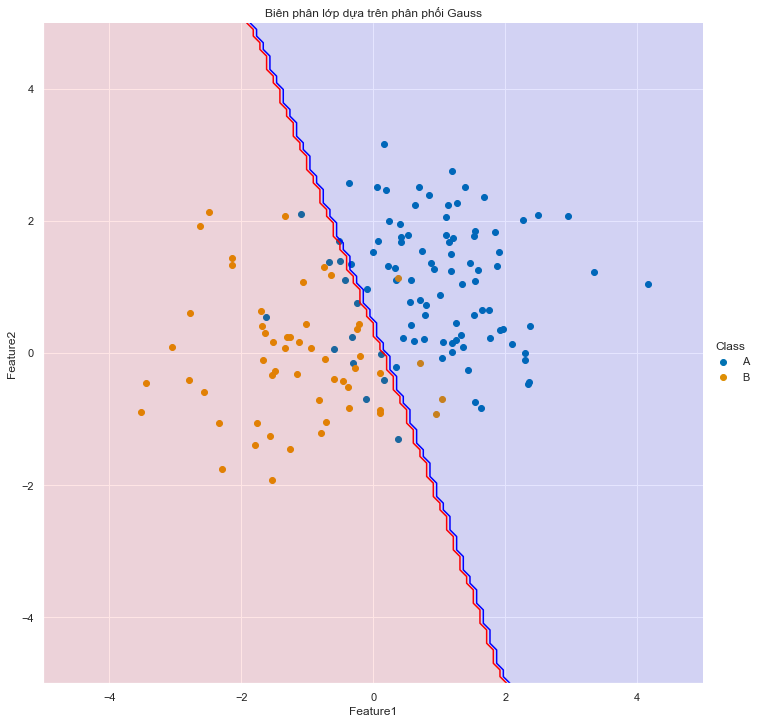
*- Bước 7:* Đánh giá:

Đánh giá trên tập dữ liệu test. Tính độ chính xác cho từng tập và xây dựng confusion matrix.

|  |
| --- |
| prediction = ["A" if **DF**(np.array([x,y]).reshape(-1,1),mu\_list,  cov\_list, pi\_list)==0 else "B"  for x, y in test\_set[["**Feature1**","**Feature2**"]].values]  label = list(test\_set['Class'].values)  print(pd.**DataFrame**(**confusion\_matrix**(label, prediction),index=  [**'Class A'**, **'Class B'**], columns=[**'Class A', 'Class B'**])) |
| Class A Class B  Class A 82 13  Class B 4 50 |

* *Bước 8:* Plot dữ liệu testing của 2 lớp và đường biên phân lớp trên cùng một hình.

|  |
| --- |
| #Plot with boundary contours  N = 100  X = np.linspace(-5, 5, N)  Y = np.linspace(-5, 5, N)  X, Y = np.**meshgrid**(X, Y)  #Configure plot  color\_list = ['Blues','Reds']  g = sns.**FacetGrid**(test\_set, hue="Class", height=10, palette =  'colorblind', hue\_order=["A","B"]).map(plt.scatter,  "Feature1","Feature2",).add\_legend()  my\_ax = g.ax  #Computing the predicted class function for each value on the grid  zz = np.array( [**DF**( np.array([xx,yy]).reshape(-1,1),mu\_list,  cov\_list, pi\_list)  for xx, yy in zip(np.ravel(X), np.**ravel**(Y)) ] )  #Reshaping the predicted class into the meshgrid shape  Z = zz.reshape(X.shape)  #Plot the filled and boundary contours  my\_ax.**contourf**( X, Y, Z, 1, alpha = .1, colors = ('blue','red'))  my\_ax.**contour**( X, Y, Z, 1, alpha = 1, colors = ('blue','red'))  # Addd axis and title  my\_ax.set\_xlabel(**'Feature1'**)  my\_ax.set\_ylabel(**'Feature2'**)  my\_ax.set\_title('Biên phân lớp dựa trên phân phối Gauss')  plt.show() |



**Trường hợp tập dữ liệu huấn luyện là 75%:**

* *Bước 1:* Chia tập dữ liệu vào train và test:

|  |
| --- |
| #Split train and test  train\_set, test\_set = **train\_test\_split**(classAB, train\_size=0.75)  print("Số lượng của tập train là :",len(**train\_set**))  print("Số lượng của tập train là :",len(**test\_set**)) |
| Số lượng của tập train là : 371  Số lượng của tập train là : 124 |

* *Bước 2:* Tính mean tương ứng cho từng class.

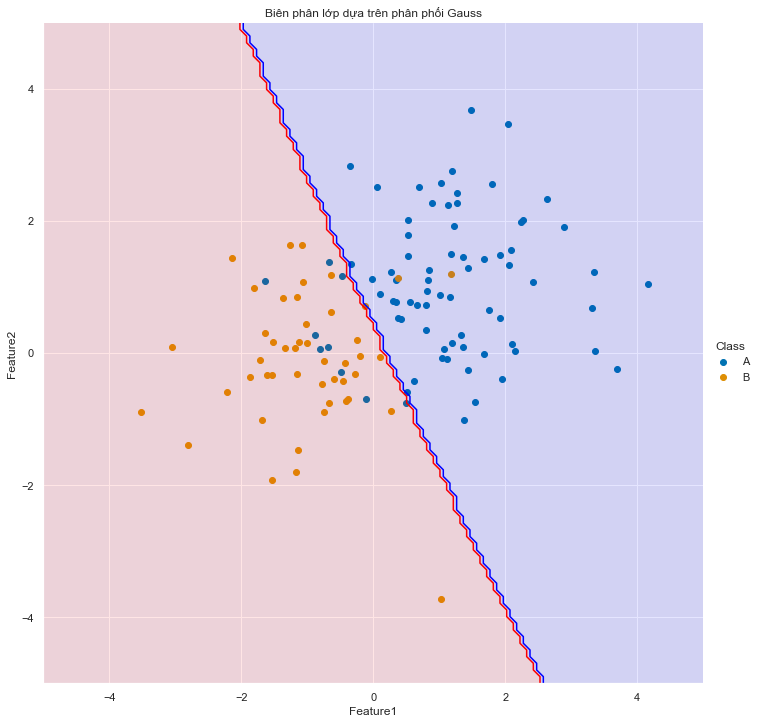
|  |
| --- |
| #Estimating the parameters  mu\_list = np.split(**train\_set**.groupby('Class').mean().values,[1])  cov\_list = np.split(train\_set.groupby('Class').cov().values,[2])  pi\_list = train\_set.iloc[:,0].value\_counts().values / len(train\_set)  print("Mean của từng class A trong train set là : ",mu\_list[0][0])  print("Mean của từng class B trong train set là : ",mu\_list[1][0]) |
| Mean của từng class A trong train set là : [0.96513234 0.91431234]  Mean của từng class B trong train set là : [-1.09776943 -0.10862826] |

* *Bước 3:* Đánh giá trên tập dữ liệu test. Tính độ chính xác cho từng tập và xây dựng confusion matrix.

|  |
| --- |
| #Confusion matrix  prediction = ["A" if **DF**(np.array([x,y]).reshape(-1,1),mu\_list, cov\_list, pi\_list)==0 else "B"  for x, y in test\_set[["**Feature1**","**Feature2**"]].values]  label = list(test\_set[**'Class'**].values)  print(pd.**DataFrame**(**confusion\_matrix**(label, prediction), index=[  'Class A', 'Class B'], columns=['Class A', 'Class B'])) |
| Class A Class B  Class A 68 9  Class B 3 44 |

* *Bước 4:* Plot dữ liệu testing của 2 lớp và đường biên phân lớp trên cùng một biểu đồ.

|  |
| --- |
| #Plot with boundary contours  N = 100  X = np.**linspace**(-5, 5, N)  Y = np.**linspace**(-5, 5, N)  X, Y = np.**meshgrid**(X, Y)  #Configure plot  color\_list = ['Blues','Reds']  g = sns.**FacetGrid**(test\_set, hue="Class", height=10, palette = 'colorblind', hue\_order=["A","B"]).map(plt.scatter,  "**Feature1**","**Feature2**",).add\_legend()  my\_ax = g.**ax**  #Computing the predicted class function for each value on the grid  zz = np.array( [**DF**( np.array([xx,yy]).reshape(-1,1),mu\_list,  cov\_list, pi\_list)  for xx, yy in zip(np.**ravel**(X), np.**ravel**(Y)) ] )  #Reshaping the predicted class into the meshgrid shape  Z = zz.**reshape**(X.shape)  #Plot the filled and boundary contours  my\_ax.**contourf**( X, Y, Z, 1, **alpha** = .1, **colors** = ('blue','red'))  my\_ax.**contour**( X, Y, Z, 1, **alpha** = 1, **colors** = ('blue','red'))  # Addd axis and title  my\_ax.set\_xlabel(**'Feature1'**)  my\_ax.set\_ylabel(**'Feature2'**)  my\_ax.set\_title('Biên phân lớp dựa trên phân phối Gauss')  plt.show() |



Trường hợp tập dữ liệu huấn luyện là 80%:

* *Bước 1:* Chia tập dữ liệu thành 2 tập train và test:

|  |
| --- |
| #Split train and test  **train\_set, test\_set** = **train\_test\_split**(**classAB**, train\_size=0.8)  print("Số lượng của tập train là :",len(**train\_set**))  print("Số lượng của tập train là :",len(**test\_set**)) |
| Số lượng của tập train là : 396  Số lượng của tập train là : 99 |

* *Bước 2:* Tính mean tương ứng cho từng class.

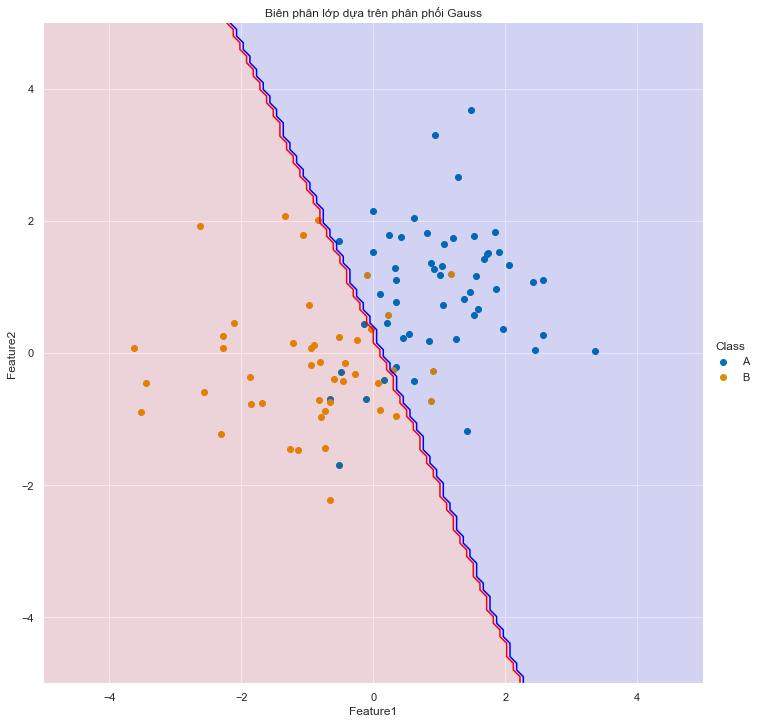
|  |
| --- |
| #Estimating the parameters  mu\_list = np.split(train\_set.groupby('Class').mean().values,[1])  cov\_list = np.split(**train\_set**.groupby('Class').cov().values,[2])  pi\_list = **train\_set**.iloc[:,0].value\_counts().values / len(**train\_set**)  print("Mean của từng class A trong train set là : ",mu\_list[0][0])  print("Mean của từng class B trong train set là : ",mu\_list[1][0]) |
| Mean của từng class A trong train set là : [1.00020499 0.9389721 ]  Mean của từng class B trong train set là : [-1.10655257 -0.09811678] |

* *Bước 3:* Đánh giá trên tập dữ liệu test. Tính độ chính xác cho từng tập và xây dựng confusion matrix.

|  |
| --- |
| #Confusion matrix  prediction = ["A" if **DF**(np.array([x,y]).reshape(-1,1),mu\_list,  cov\_list, pi\_list)==0 else "B"  for x, y in test\_set[["**Feature1**","**Feature2**"]].values]  label = list(test\_set[**'Class'**].values)  print(pd.**DataFrame**(**confusion\_matrix**(label, prediction), index=  ['Class A', 'Class B'], columns=[**'Class A'**, **'Class B'**])) |
| Class A Class B  Class A 48 6  Class B 7 38 |

* *Bước 4:* Plot dữ liệu testing của 2 lớp và đường biên phân lớp trên cùng một hình.

|  |
| --- |
| #Plot with boundary contours  N = 100  X = np.**linspace**(-5, 5, N)  Y = np.**linspace**(-5, 5, N)  X, Y = np.**meshgrid**(X, Y)  #Configure plot  color\_list = ['Blues','Reds']  g = sns.**FacetGrid**(**test\_set**, hue="Class", height=10, palette = 'colorblind', hue\_order=["A","B"]).map(plt.scatter,  "**Feature1**","**Feature2**",).add\_legend()  my\_ax = g.ax  #Computing the predicted class function for each value on the grid  zz = np.array( [**DF**( np.array([xx,yy]).reshape(-1,1),mu\_list,  cov\_list, pi\_list)  for **xx, yy** in **zip**(np.ravel(X), np.**ravel**(Y))])  #Reshaping the predicted class into the meshgrid shape  Z = zz.reshape(X.shape)  #Plot the filled and boundary contours  my\_ax.**contourf**( X, Y, Z, 1, **alpha** = .1, colors = ('blue','red'))  my\_ax.**contour**( X, Y, Z, 1, **alpha** = 1, colors = ('blue','red'))  # Addd axis and title  my\_ax.**set\_xlabel**(**'Feature1'**)  my\_ax.**set\_ylabel**(**'Feature2'**)  my\_ax.**set\_title**('Biên phân lớp dựa trên phân phối Gauss')  plt.show() |



### **Bài 3:** Xây dựng bộ classifier với 2 lớp, 2 đặc trưng. Giả sử tập dữ liệu có dạng phân bố Gauss. Tập dữ liệu huấn luyện là class1\_train.mat và class2\_train.mat. Tập dữ liệu đánh giá là class1\_test.mat và class2\_test.mat.

**• *Load data:***

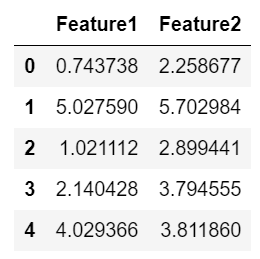
* *Bước 1:* Import thư viện:

|  |
| --- |
| import **numpy** as np  from **scipy**.io import loadmat  import **pandas** as pd  from **matplotlib** import pyplot as plt  import **matplotlib**.colors as colors  import **seaborn** as sns  import **itertools**  from **scipy**.stats import norm  import **scipy**.stats  from **sklearn**.naive\_bayes import GaussianNB  import **scipy**.io  from **sklearn**.model\_selection import train\_test\_split  from **sklearn**.metrics import confusion\_matrix |

* *Bước 2:* Load 2 file tương ứng cho 2 class là: *class1\_train.mat* và *class2\_train.mat*. Sử dụng lệnh:

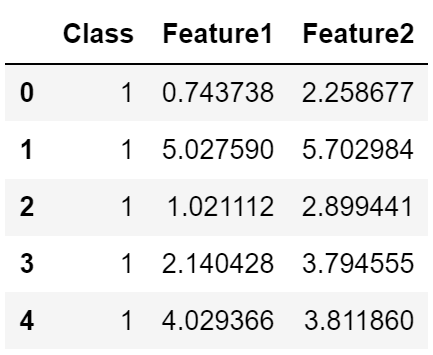
|  |
| --- |
| #Load data  columnsName = ['Feature1','Feature2']  class1\_train = pd.DataFrame(loadmat(**'class1\_train**.**mat**')[**'class1\_train'**],  columns = columnsName)  class2\_train = pd.DataFrame(scipy.io.loadmat(**'class2**\_**train**.**mat'**)['class2\_train'],  columns = columnsName)  class1\_test = pd.**DataFrame**(scipy.io.loadmat(**'class1**\_**test**.**mat'**)['class1\_test'],  columns = columnsName)  class2\_test = pd.DataFrame(scipy.io.loadmat(**'class2**\_**test**.mat')['class2\_test'],  columns = columnsName) |

|  |
| --- |
| **class1\_train**.head() |



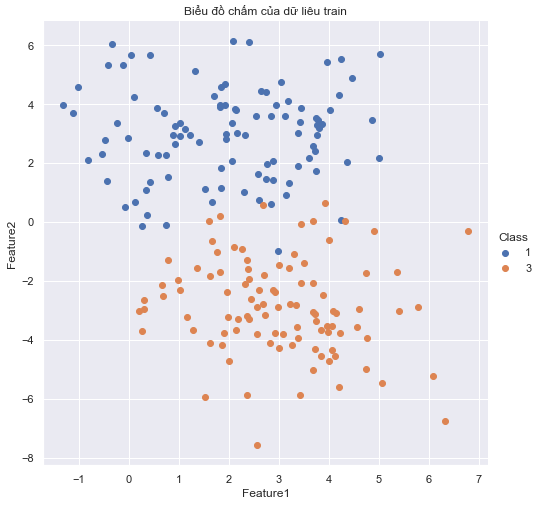
|  |
| --- |
| #Merge data  trainMerge = pd.concat([class1\_train,class2\_train],  keys=['1', '3']).reset\_index().drop('level\_1',  axis=1).rename(columns = {'level\_0': 'Class'})  testMerge = pd.concat([class1\_test,class2\_test],  keys=['1','2']).reset\_index().drop('level\_1',  axis=1).rename(columns = {'level\_0': 'Class'}) |

|  |
| --- |
| trainMerge.head() |

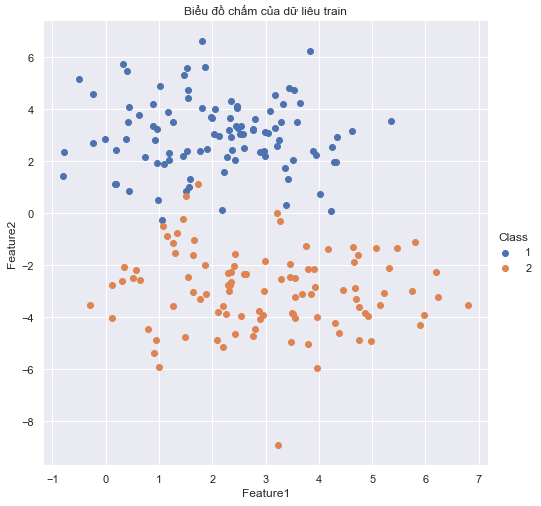


* *Bước 3:* Plot dữ liệu.

|  |
| --- |
| #Plot data  sns.set()  sns.**FacetGrid**(trainMerge, hue="Class", height=7).**map**(plt.scatter,"Feature1","Feature2",).add\_legend()  plt.title('Biểu đồ chấm của dữ liêu train')  plt.show() |



|  |
| --- |
| #Plot data  sns.set()  sns.FacetGrid(testMerge, hue="Class", height=7).map(plt.scatter,"Feature1","Feature2",).add\_legend()  plt.title('Biểu đồ chấm của dữ liêu train')  plt.show() |

****

*- Bước 4:* *Xây dựng classifier****:***

Tính mean, và covariance tương ứng cho từng class.

|  |
| --- |
| #Estimating the parameters  mu\_list = np.split(**trainMerge**.groupby(**'Class'**).mean().values,[1])  # cov\_list = np.split(np.array([1,0,0,1]\*2).reshape(-1,2),[2])  cov\_list = np.split(**trainMerge**.groupby(**'Class'**).cov().values,[2])  pi\_list = **trainMerge**.iloc[:,0].value\_counts().values / len(**trainMerge**)  print("Mean của từng class A trong train set là : ",**mu**\_**list**[0][0])  print("Mean của từng class B trong train set là : ",**mu**\_**list**[1][0]) |
| Mean của từng class A trong train set là : [1.97909027 2.97947776]  Mean của từng class B trong train set là : [ 3.01056198 -2.87167377] |

* *Bước 5:* Xây dựng biệt thức (discriminant function).

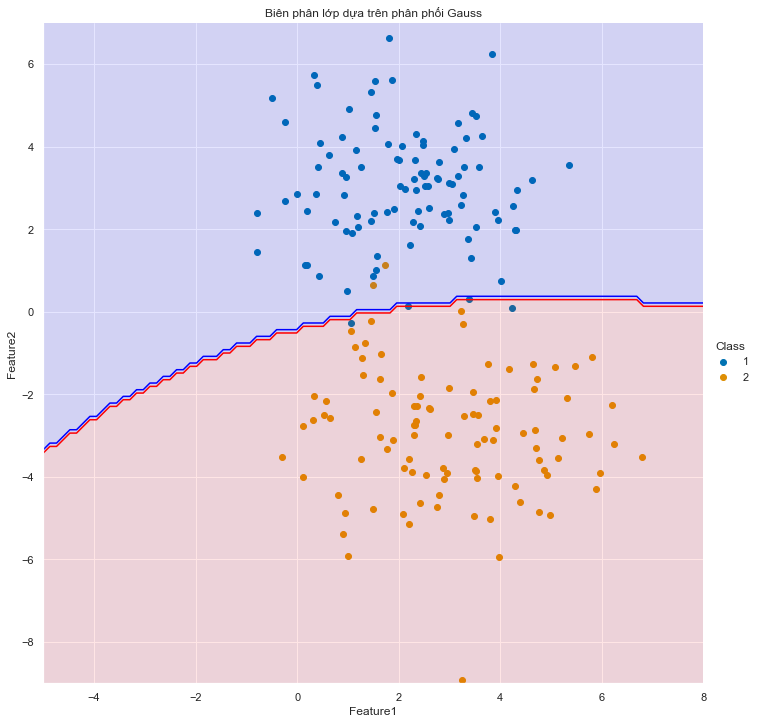
|  |
| --- |
| #Build discriminant functions  def **DF**(X,mu\_list,cov\_list,pi\_list):  scores\_list = []  classes = len(**mu**\_**list**)  for p in range(**classes**):  Wi = (-1/2)\*np.linalg.inv(**cov**\_**list**[p])  wi = np.linalg.inv(**cov**\_**list**[p])@**mu**\_**list**[p][0]  wi0 = (-1/2)\*np.transpose(mu\_list[p][0])  @np.linalg.inv(cov\_list[p])@mu\_list[p][0]  - (-1/2)\*np.log(np.linalg.norm(cov\_list[p]))  + np.log(pi\_list[p])  score = np.transpose(X)@Wi@X + np.transpose(wi)@X + wi0  scores\_list.append(score)  return np.argmax(scores\_list) |

* *Bước 6:* Đánh giá trên tập dữ liệu test, *class1\_test.mat* và *class2\_test.mat*. Tính độ chính xác cho từng tập và xây dựng confusion matrix.

|  |
| --- |
| #Confusion matrix  prediction = ["1" if **DF**(np.array([x,y]).reshape(-1,1),mu\_list, cov\_list, pi\_list)==0 else "2"  for x, y in **testMerge**[["Feature1","Feature2"]].values]  label = list(**testMerge**['Class'].values)  print(pd.**DataFrame**(**confusion**\_**matrix**(label, prediction), index=['Class 1', 'Class 2'], columns=['Class 1', 'Class 2'])) |
| Class 1 Class 2  Class 1 98 2  Class 2 2 98 |

* *Bước 7:* Plot dữ liệu testing của 2 lớp và đường biên phân lớp trên cùng một hình.

|  |
| --- |
| #Plot with boundary contours  N = 100  X = np.linspace(-5, 8, N)  Y = np.linspace(-9, 7, N)  X, Y = np.meshgrid(X, Y)  #Configure plot  color\_list = ['Blues','Reds']  g = sns.**FacetGrid**(**testMerge**, hue="Class", height=10, palette =  'colorblind', hue\_order=["1","2"]).map(plt.scatter,  "Feature1","Feature2",).add\_legend()  my\_ax = g.ax  #Computing the predicted class function for each value on the grid  zz = np.array( [DF( np.array([xx,yy]).reshape(-1,1),mu\_list, cov\_list, pi\_list) for xx, yy in zip(np.ravel(X), np.ravel(Y))])  #Reshaping the predicted class into the meshgrid shape  Z = zz.reshape(X.shape)  #Plot the filled and boundary contours  my\_ax.**contourf**( X, Y, Z, 1, alpha = .1, colors = ('blue','red'))  my\_ax.**contour**( X, Y, Z, 1, alpha = 1, colors = ('blue','red'))  # Addd axis and title  my\_ax.**set**\_**xlabel**('Feature1')  my\_ax.**set**\_**ylabel**('Feature2')  my\_ax.**set**\_**title**('Biên phân lớp dựa trên phân phối Gauss')  plt.**show**() |



# **BÀI THỰC HÀNH SỐ 4**

1. **Mục đích:**

Xây dựng bộ classifier dựa trên ước lượng Parzen Window và các tiếp cận khác.

1. **Nội dung:**

### **Bài 1:** Xây dựng bộ classifier dựa trên Parzen window:

* + Load 2 file *classA.txt* và *classB.txt*.
  + Phân chia tập dữ liệu thành 2 tập con training (70%) và testing (30%).
  + Huấn luyện bộ classifier sử dụng dữ liệu 2 chiều, 2 lớp từ tập training. Áp dụng Parzen window với hàm cửa sổ hypercube



và *h*=1.

* + Sử dụng tập testing để đánh giá hiệu quả của bộ classifier.

Lặp lại với *h*=0.5 và 1.5.

**Giải:**

|  |
| --- |
| import **numpy** as **np**  import **pandas** as **pd**  from **matplotlib** import **pyplot** as **plt**  import **matplotlib**.**colors** as **colors**  import **seaborn** as **sns**  import **itertools**  from **scipy**.**stats** import **norm**  import **scipy**.**stats**  from **sklearn**.**naive**\_**bayes** import **GaussianNB**  import **scipy**.**io**  from **sklearn**.**model**\_**selection** import **train**\_**test**\_**split**  from **sklearn**.**metrics** import **confusion**\_**matrix** |

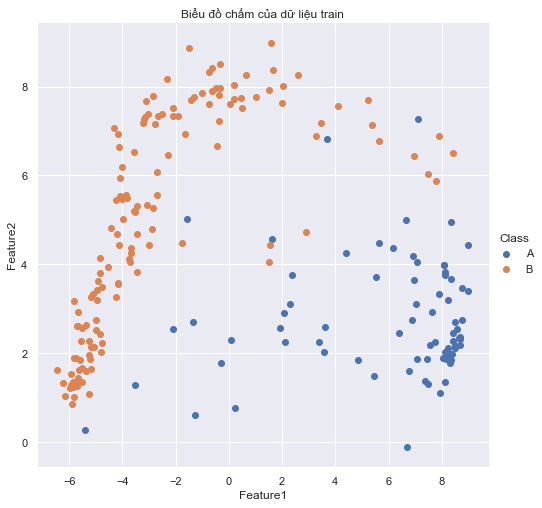
* *Bước 1:* Import thư viện cần sử dụng
* *Bước 2:* Load 2 file *classA.txt* và *classB.txt*.

|  |
| --- |
| #Load data  columnsName = [**'Feature1'**,**'Feature2'**]  f = open("**classA**.**txt**", "r")  classA = pd.**DataFrame**(np.array(f.read().split()).astype('float64')  .reshape(-1,2),columns = **columnsName**)  f = open("**classB**.**txt**", "r")  classB = pd.**DataFrame**(np.array(f.read().split()).astype('float64')  .reshape(-1,2),columns = **columnsName**) |

|  |
| --- |
| #Merge data  classMerge = pd.**concat**([**classA**,**classB**], **keys**=['A', 'B']).reset\_index().drop('level\_1', axis=1).rename(columns = {**'level**\_**0**': **'Class'**}) |

* *Bước 3*: Biểu diễn đồ thị bằng biểu đồ 2 chiều nhằm trực quan hóa các điểm dữ liệu.

|  |
| --- |
| #Plot data  sns.set()  sns.**FacetGrid**(**classMerge**, hue="**Class**", height=7).map(plt.scatter,"**Feature1**","**Feature2**",).**add**\_**legend**()  plt.title('Biểu đồ chấm của dữ liệu train')  plt.**show**() |



* *Bước 4:* Phân chia tập dữ liệu thành 2 tập con training (70%) và testing (30%).

|  |
| --- |
| #Split train and test  train\_set, test\_set = **train\_test\_split**(classMerge, train\_size=0.7)  print("Số lượng của tập train là :",len(**train\_set**.index))  print("Số lượng của tập train là :",len(**test\_set**.index)) |
| Số lượng của tập train là : 151  Số lượng của tập train là : 65 |

* *Bước 5:* Huấn luyện bộ classifier sử dụng dữ liệu 2 chiều, 2 lớp từ tập training. Áp dụng Parzen window với hàm cửa sổ hypercube



và *h*=1.

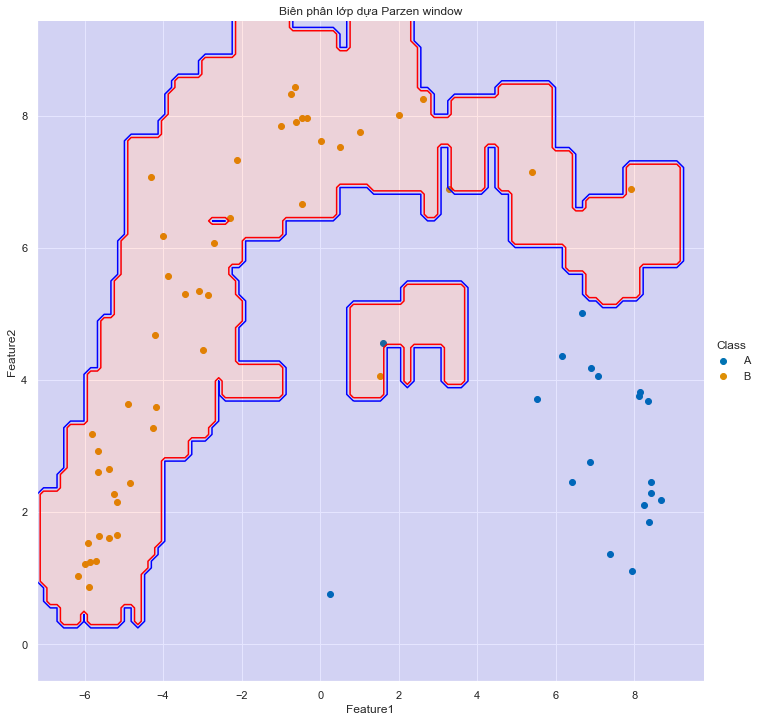
|  |
| --- |
| #Build classifier functions  h = 1.5  def **phi**(x):  if ((np.**absolute**(x)>1/2).any()):  return 0  else:  return 1  def **PW**(X,data\_train):  scores\_list = []  for **p** in **train\_set**.groupby('Class'):  **score** = 0  for x in **p**[1][[**'Feature1'**,**'Feature2'**]].to\_numpy():  **score**+=phi((X-x.reshape(-1,1))/h)  **scores\_list**.append(**score**)  return np.argmax(**scores\_list**) |

* *Bước 6:* Sử dụng tập testing để đánh giá hiệu quả của bộ classifier.

|  |
| --- |
| #Confusion matrix  **prediction** = ["A" if **PW**(np.array([x,y]).reshape(-1,1),**train\_set**)==0  else "B"  for x, y in **test\_set**[["**Feature1**","**Feature2**"]].values]  label = list(test\_set['Class'].values)  print(pd.DataFrame(**confusion\_matrix**(label, prediction),  index=[**'Class A'**, **'Class B'**], columns=[**'Class A'**, **'Class B'**])) |
| Class A Class B  Class A 18 1  Class B 1 45 |

* *Bước 7:* Vẽ biểu đồ thể hiện biên phân lớp của dữ liệu.

|  |
| --- |
| #Plot with boundary contours  N = 100  maxv = **classMerge**[["Feature1","Feature2"]].max().values  minv = **classMerge**[["Feature1","Feature2"]].min().values  len = maxv - minv  X = np.**linspace**(minv[0]-len[0]\*0.05, maxv[0]+len[0]\*0.05, N)  Y = np.**linspace**(minv[1]-len[1]\*0.05, maxv[1]+len[1]\*0.05, N)  X, Y = np.**meshgrid**(X, Y)  #Configure plot  **color\_list** = ['Blues','Reds']  **g** = sns.**FacetGrid**(test\_set, hue="Class", height=10,  palette = 'colorblind', hue\_order=["A","B"]).map(plt.scatter,  "**Feature1**","**Feature2**",).add\_legend()  my\_ax = **g**.ax  #Computing the predicted class function for each value on the grid  zz = np.array( [**PW**(np.array([**xx,yy**]).reshape(-1,1),**train\_set**)  for **xx**, **yy** in **zip**(np.**ravel**(**X**), np.**ravel**(**Y**))])  #Reshaping the predicted class into the meshgrid shape  Z = zz.reshape(X.shape)  #Plot the filled and boundary contours  my\_ax.**contourf**( **X, Y, Z**, 1, alpha = .1, colors = (**'blue'**,**'red'**))  my\_ax.**contour**( **X, Y, Z**, 1, alpha = 1, colors = (**'blue'**,**'red'**))  # Addd axis and title  my\_ax.set\_xlabel(**'Feature1'**)  my\_ax.set\_ylabel(**'Feature2'**)  my\_ax.set\_title('Biên phân lớp dựa Parzen window')  plt.**show**() |



### **Bài 2:** Lặp lại bài 1 với hàm cửa sổ Gauss



**Giải:**

* *Bước 1:* Import thư viện cần sử dụng:

|  |
| --- |
| import **numpy** as np  import **pandas** as pd  from **matplotlib** import pyplot as plt  import **matplotlib**.colors as colors  import **seaborn** as sns  import **itertools**  from **scipy**.stats import **norm**  import **scipy**.stats  from **sklearn**.naive\_bayes import **GaussianNB**  import **scipy**.io  from **sklearn**.model\_selection import **train\_test\_split**  from **sklearn**.metrics import **confusion\_matrix** |

* *Bước 2:* Load tập dữ liệu từ file classA.txt và classB.txt

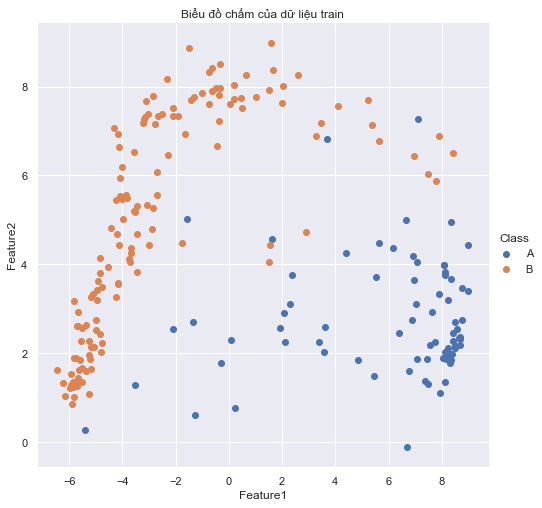
|  |
| --- |
| #Load data  columnsName = [**'Feature1'**,**'Feature2'**]  f = open("**classA**.**txt**", "r")  classA = pd.**DataFrame**(np.array(f.read().split()).astype('float64').reshape(-1,2),columns = columnsName)  f = open("**classB**.**txt**", "r")  classB = pd.**DataFrame**(np.array(f.read().split()).astype('float64').reshape(-1,2),columns = columnsName) |

* *Bước 3:* Gộp 2 tập dữ liệu lại

|  |
| --- |
| #Merge data  **classMerge** = pd.**concat**([**classA**,**classB**], keys=['A', 'B']).reset\_index().drop('level\_1', axis=1).rename(columns = {**'level\_0'**: **'Class'**}) |

* *Bước 4:* Biểu diễn dữ liệu trên đồ thị

|  |
| --- |
| #Plot data  sns.**set**()  sns.**FacetGrid**(**classMerge**, hue="**Class**", height=7).map(plt.scatter,  "**Feature1**","**Feature2**",).add\_legend()  plt.title('Biểu đồ chấm của dữ liệu train')  plt.**show**() |



* *Bước 5:* Chia tập dữ liệu sau khi gộp thành 2 tập train và test.

|  |
| --- |
| #Split train and test  **train**\_**set,** **test**\_**set** = **train**\_**test**\_**split**(classMerge, train\_size=0.7)  print("Số lượng của tập train là :",len(**train\_set**.index))  print("Số lượng của tập train là :",len(**test\_set**.index)) |
| Số lượng của tập train là : 151  Số lượng của tập train là : 65 |

* *Bước 6:* Xây dựng window function dựa trên phân bố chuẩn với h=0.5:

|  |
| --- |
| #Build classifier functions  h = 0.5  def **phi**(x):  return np.exp(-np.transpose(**x**)@**x**)/2  def **PW**(X,data\_train):  scores\_list = []  for **p** in **train\_set**.groupby(**'Class'**):  **score** = 0  for x in **p**[1][[**'Feature1'**,**'Feature2'**]].to\_numpy():  **score**+=**phi**((X-x.reshape(-1,1))/h)  **scores**\_**list**.append(**score**)  return np.argmax(**scores**\_**list**) |

* *Bước 7:* Sử dụng tập testing để đánh giá hiệu quả của bộ classifier.

|  |
| --- |
| #Confusion matrix  **prediction** = [**"A**" if **PW**(np.array([x,y]).reshape(-1,1),**train\_set**)==0  else "**B**"  for **x, y** in **test\_set**[["Feature1","Feature2"]].values]  **label** = list(test\_set[**'Class'**].values)  print(pd.DataFrame(confusion\_matrix(**label**, **prediction**), index=['Class A', 'Class B'], columns=['Class A', 'Class B'])) |
| Class A Class B  Class A 22 3  Class B 3 37 |

* *Bước 8:* Biểu đồ hóa dữ liệu tập test:

|  |
| --- |
| #Plot with boundary contours  N = 100  **maxv** = classMerge[["Feature1","Feature2"]].max().values  **minv** = classMerge[["Feature1","Feature2"]].min().values  len = maxv - minv  X = np.linspace(minv[0]-len[0]\*0.05, **maxv**[0]+len[0]\*0.05, N)  Y = np.linspace(minv[1]-len[1]\*0.05, **maxv**[1]+len[1]\*0.05, N)  X, Y = np.**meshgrid**(X, Y)  #Configure plot  color\_list = ['Blues','Reds']  g = sns.**FacetGrid**(test\_set, hue="Class", height=10, palette =  'colorblind', **hue\_order**=["A","B"]).map(plt.scatter,  "Feature1","Feature2",).add\_legend()  my\_ax = **g**.ax  #Computing the predicted class function for each value on the grid  zz = np.array( [**PW**(np.array([**xx,yy**]).reshape(-1,1),**train\_set**)  for **xx, yy** in **zip**(np.ravel(**X**), np.ravel(**Y**))])  #Reshaping the predicted class into the meshgrid shape  Z = zz.reshape(X.shape)  #Plot the filled and boundary contours  my\_ax.**contourf**( X, Y, Z, 1, alpha = .1, colors = ('blue','red'))  my\_ax.**contour**( X, Y, Z, 1, alpha = 1, colors = ('blue','red'))  # Addd axis and title  my\_ax.set\_xlabel(**'Feature1'**)  my\_ax.set\_ylabel(**'Feature2'**)  my\_ax.set\_title('Biên phân lớp dựa trên Parzen window với cửa sổ Gauss')  plt.**show**() |

