

A. 程式執行說明

1.

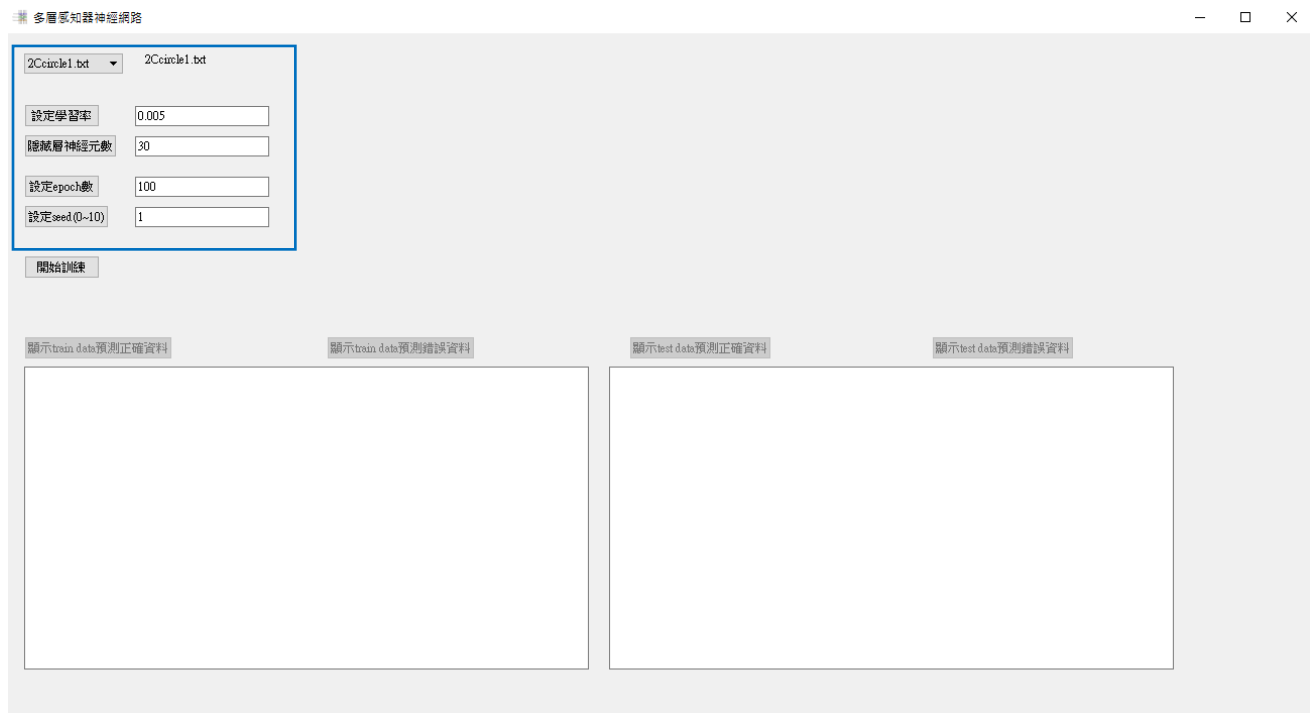
共有一個執行檔，名稱為 MLP_QT.exe、兩份 python 程式、兩張圖片名稱分別為 sorry1.png 和 sorry2.png、一個名稱為 datasets 的資料夾，資料夾裡有所有助教給的測試資料集，執行執行檔時務必把所有檔案及資料夾放在同一個目錄下執行。

2.

執行方式為經由 cmd 到執行檔所在目錄，並輸入 .\MLP_QT.exe，執行執行檔時會花一些時間。

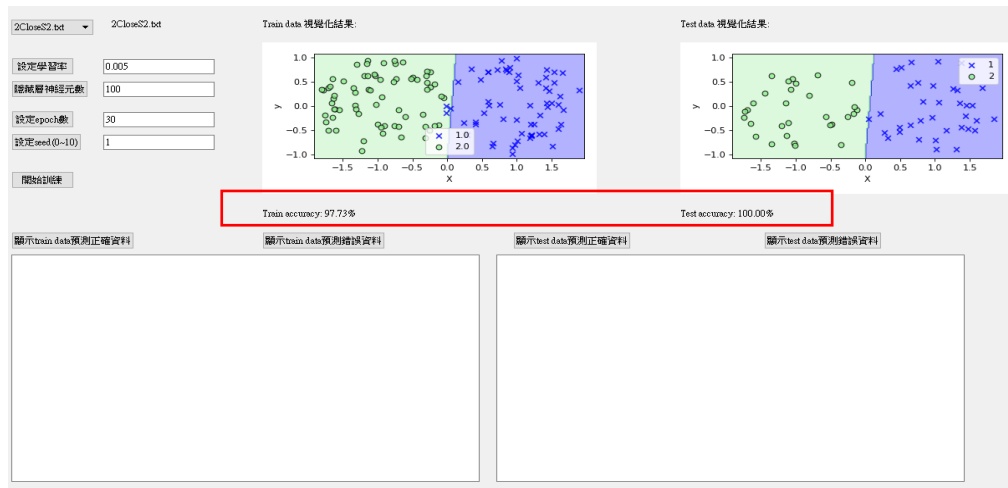
3.

執行程式時會出現如圖一的視窗圖，左上角藍色框部分是選擇要訓練的資料集、及設定神經網路學習率、隱藏層的神經元數目、epoch 數及隨機取訓練資料和測試資料的 seed。



(圖一)

設定完參數之後，按下開始訓練按鈕，會開始訓練並把結果視覺化(圖二)，紅色框會顯示訓練資料的準確率和測試資料準確率。下方紅色框的四個按鈕，是分別顯示訓練資料預測正確筆數的詳細資料、訓練資料預測錯誤筆數的詳細資料、測試資料預測正確筆數的詳細資料、測試資料預測錯誤筆數的詳細資料(圖三)。



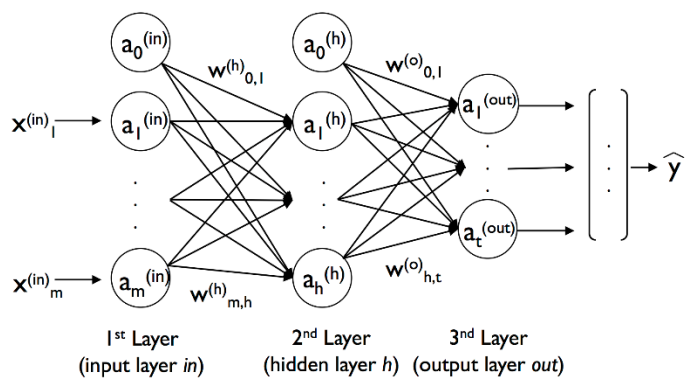
(圖二)

顯示train data預測正確資料	顯示train data預測錯誤資料	顯示test data預測正確資料	顯示test data預測錯誤資料																																																																																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>0</th><th>1</th><th>label</th><th>predict</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>-1.6500</td><td>0.5700</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>-0.7600</td><td>-0.4000</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>0.7800</td><td>0.9400</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0.5900</td><td>0.7100</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>-0.3200</td><td>-0.4200</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>1.6200</td><td>0.2000</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>-1.3300</td><td>0.2800</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>-1.4900</td><td>0.5100</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>1.5200</td><td>0.0300</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>-0.9400</td><td>0.1900</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>0.8900</td><td>0.7100</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>-0.7400</td><td>0.5600</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>-1.3000</td><td>0.8600</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>1.3900</td><td>-0.5800</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0.1500</td><td>0.5000</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1.4600</td><td>0.3200</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1.4300</td><td>0.0700</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>-0.7500</td><td>0.8800</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>1.5400</td><td>0.4800</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0.9400</td><td>-0.9800</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	0	1	label	predict	-1.6500	0.5700	2	2	-0.7600	-0.4000	2	2	0.7800	0.9400	1	1	0.5900	0.7100	1	1	-0.3200	-0.4200	2	2	1.6200	0.2000	1	1	-1.3300	0.2800	2	2	-1.4900	0.5100	2	2	1.5200	0.0300	1	1	-0.9400	0.1900	2	2	0.8900	0.7100	1	1	-0.7400	0.5600	2	2	-1.3000	0.8600	2	2	1.3900	-0.5800	1	1	0.1500	0.5000	1	1	1.4600	0.3200	1	1	1.4300	0.0700	1	1	-0.7500	0.8800	2	2	1.5400	0.4800	1	1	0.9400	-0.9800	1	1		<table border="1"> <thead> <tr> <th>0</th><th>1</th><th>label</th><th>predict</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.4900</td><td>-0.4300</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0.9700</td><td>0.4300</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0.8200</td><td>0.1000</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>-1.1400</td><td>0.0700</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>0.6400</td><td>-0.3900</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0.7500</td><td>0.4800</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>-0.3500</td><td>-0.8000</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>0.7900</td><td>-0.3000</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1.1600</td><td>-0.4900</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1.3800</td><td>-0.4300</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0.6400</td><td>0.4200</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1.8500</td><td>-0.2600</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1.5700</td><td>-0.5000</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>-0.4800</td><td>-0.3700</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>-1.1300</td><td>-0.6000</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>0.7600</td><td>-0.6800</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>-0.6900</td><td>0.6400</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>1.2600</td><td>0.3600</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>-0.5100</td><td>-0.3900</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>-1.4400</td><td>0.2600</td><td>2</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>	0	1	label	predict	0.4900	-0.4300	1	1	0.9700	0.4300	1	1	0.8200	0.1000	1	1	-1.1400	0.0700	2	2	0.6400	-0.3900	1	1	0.7500	0.4800	1	1	-0.3500	-0.8000	2	2	0.7900	-0.3000	1	1	1.1600	-0.4900	1	1	1.3800	-0.4300	1	1	0.6400	0.4200	1	1	1.8500	-0.2600	1	1	1.5700	-0.5000	1	1	-0.4800	-0.3700	2	2	-1.1300	-0.6000	2	2	0.7600	-0.6800	1	1	-0.6900	0.6400	2	2	1.2600	0.3600	1	1	-0.5100	-0.3900	2	2	-1.4400	0.2600	2	2	
0	1	label	predict																																																																																																																																																																								
-1.6500	0.5700	2	2																																																																																																																																																																								
-0.7600	-0.4000	2	2																																																																																																																																																																								
0.7800	0.9400	1	1																																																																																																																																																																								
0.5900	0.7100	1	1																																																																																																																																																																								
-0.3200	-0.4200	2	2																																																																																																																																																																								
1.6200	0.2000	1	1																																																																																																																																																																								
-1.3300	0.2800	2	2																																																																																																																																																																								
-1.4900	0.5100	2	2																																																																																																																																																																								
1.5200	0.0300	1	1																																																																																																																																																																								
-0.9400	0.1900	2	2																																																																																																																																																																								
0.8900	0.7100	1	1																																																																																																																																																																								
-0.7400	0.5600	2	2																																																																																																																																																																								
-1.3000	0.8600	2	2																																																																																																																																																																								
1.3900	-0.5800	1	1																																																																																																																																																																								
0.1500	0.5000	1	1																																																																																																																																																																								
1.4600	0.3200	1	1																																																																																																																																																																								
1.4300	0.0700	1	1																																																																																																																																																																								
-0.7500	0.8800	2	2																																																																																																																																																																								
1.5400	0.4800	1	1																																																																																																																																																																								
0.9400	-0.9800	1	1																																																																																																																																																																								
0	1	label	predict																																																																																																																																																																								
0.4900	-0.4300	1	1																																																																																																																																																																								
0.9700	0.4300	1	1																																																																																																																																																																								
0.8200	0.1000	1	1																																																																																																																																																																								
-1.1400	0.0700	2	2																																																																																																																																																																								
0.6400	-0.3900	1	1																																																																																																																																																																								
0.7500	0.4800	1	1																																																																																																																																																																								
-0.3500	-0.8000	2	2																																																																																																																																																																								
0.7900	-0.3000	1	1																																																																																																																																																																								
1.1600	-0.4900	1	1																																																																																																																																																																								
1.3800	-0.4300	1	1																																																																																																																																																																								
0.6400	0.4200	1	1																																																																																																																																																																								
1.8500	-0.2600	1	1																																																																																																																																																																								
1.5700	-0.5000	1	1																																																																																																																																																																								
-0.4800	-0.3700	2	2																																																																																																																																																																								
-1.1300	-0.6000	2	2																																																																																																																																																																								
0.7600	-0.6800	1	1																																																																																																																																																																								
-0.6900	0.6400	2	2																																																																																																																																																																								
1.2600	0.3600	1	1																																																																																																																																																																								
-0.5100	-0.3900	2	2																																																																																																																																																																								
-1.4400	0.2600	2	2																																																																																																																																																																								

(圖三)

B. 程式簡介

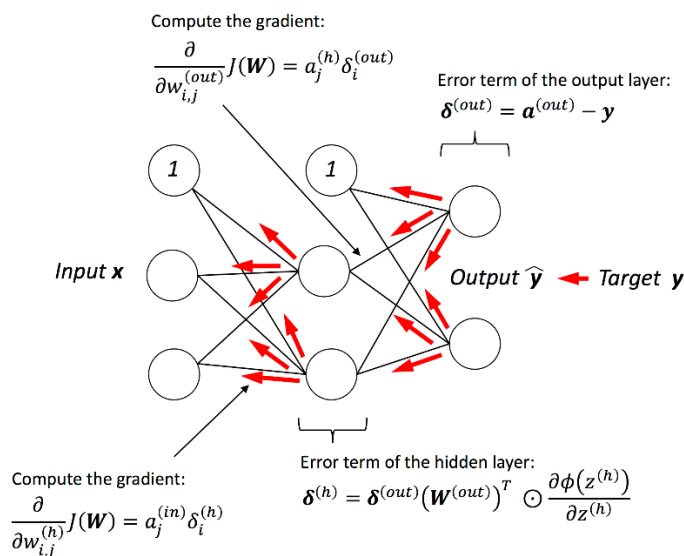
由 MLP.py 和 MLP_QT.py 兩份 python 程式組成，MLP_QT.py 是編寫 GUI 圖形介面程式，MLP.py 則是多層感知機神經網路，包含一個輸入層、一個隱藏層、一個輸出層，使用者可以藉由圖形介面設定隱藏層的神經元數目。設計感知機神經網路架構如圖四，其中包含幾項重要功能



(圖四)

1. 對資料的 label 做 one-hot encoding
2. 實作前饋式神經網路

3. 使用邏輯斯成本函數(logistic loss function)計算神經網路的 loss function
4. 實作反傳遞法更新神經網路的 weight 值(圖五)



(圖五)

C. 實驗結果

以下是對感知器神經網路超參數設定:

學習率: 0.005

隱藏層神經元數: 50

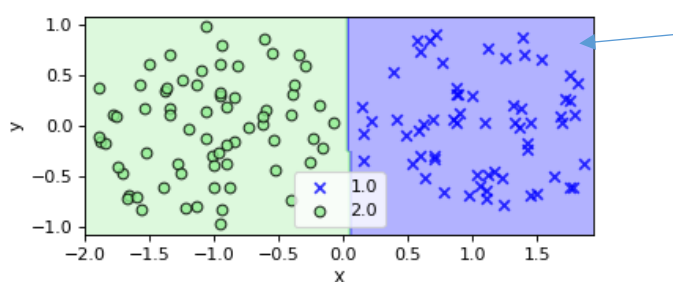
Epoch 數: 100

Random seed: 8

設定好參數之後, 把感知器神經網路對每份資料開始訓練結果如下:

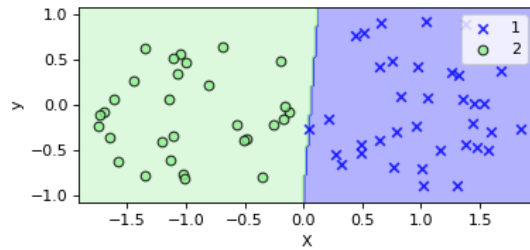
1. 2CloseS.txt 檔案:

Train data 結果:



準確率: 100%

Test data 結果:



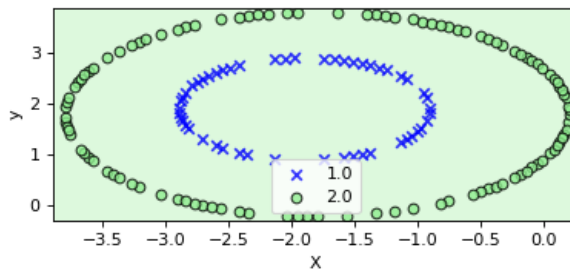
準確率: 100%

結論: 視覺化的結果中，平面的顏色為神經網路對所有資料集的形成二維資料平面，對每個座標點進行預測，並對預測 label 畫上對應顏色，而平面上的標記點和顏色則是實際測試資料座標點的 label，由圖可以看出，神經網路預測是否正確(以下資料以此類推)。

而 2CcloseS.txt 檔案中，神經網路可以對所有的 label 做正確分類

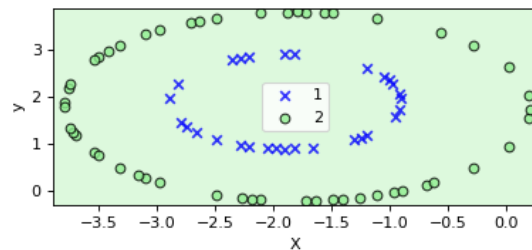
2. 2Ccircle1.txt

Train data 結果:



準確率: 68.12%

Test data 結果:



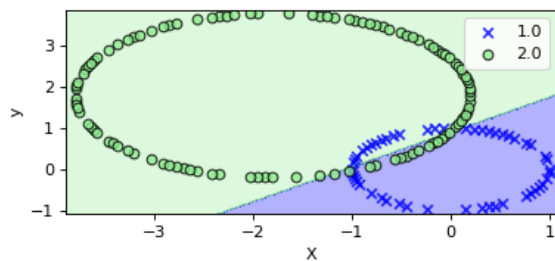
準確率: 63.75%

結論: 神經網路把所有 label 都預測為 2

3.

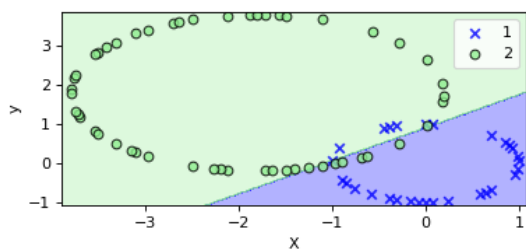
2Circle1.txt

Train data 結果:



準確率:82.50%

Test data 結果:

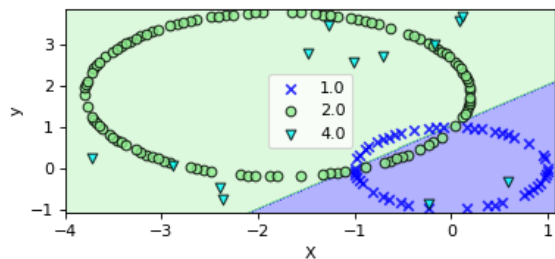


準確率: 83.75%

結論: 可以正確分類 80%以上資料

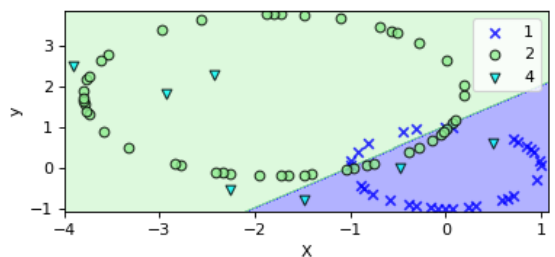
4. 2Circle2.txt

Train data 結果:



準確率: 78.49%

Test data 結果:

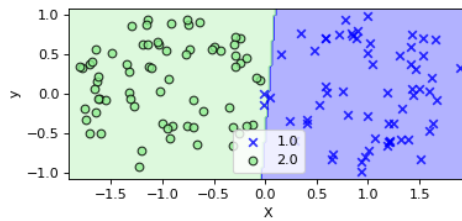


準確率: 73.26%

結論: label 1 和 label 2 大部分資料都有分類正確，但 label4 資料都分類錯誤。

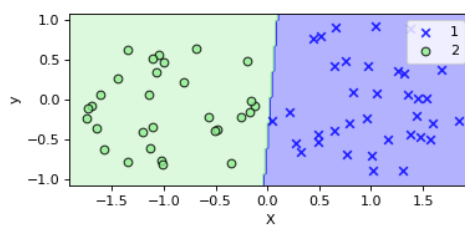
5. 2CloseS2.txt

Train data:



準確率: 98.48%

Test data:

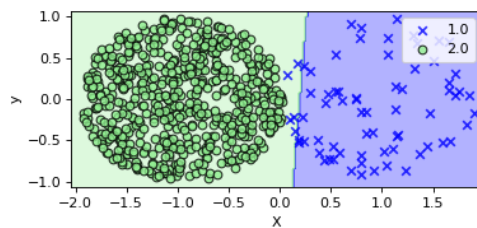


準確率: 100%

結論: 可以接近 100% 分類資料

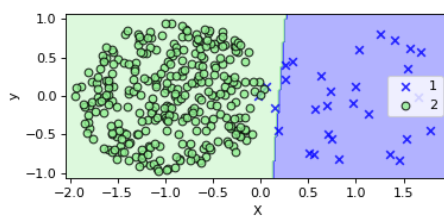
6. 2CloseS3.txt

Train data:



準確率: 99.25%

Test data:

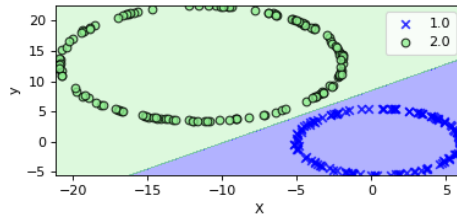


準確率: 99.10%

結論: 可以接近 100% 分類資料

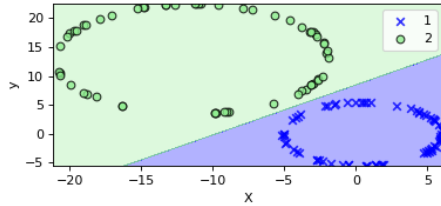
7. 2cring.txt

Train data:



準確率: 100.00%

Test data:

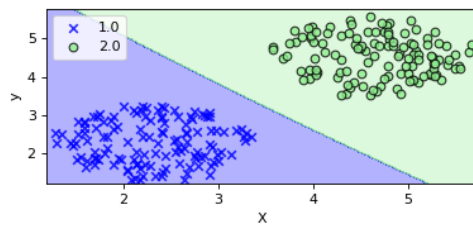


準確率: 100.00%

結論:可以接近 100%分類資料

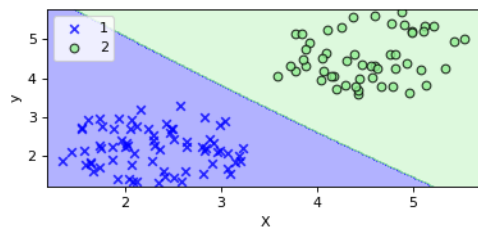
8. 2CS.txt

Train data:



準確率: 100.00%

Test data:

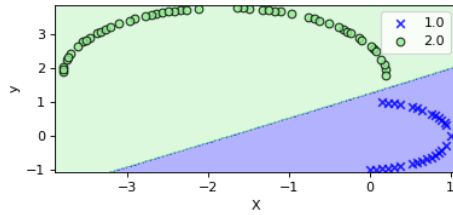


準確率: 100.00%

結論:可以接近 100%分類資料

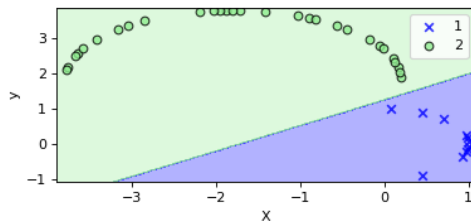
9. 2Hcircle1.txt

Train data:



準確率: 100.00%

Test data:

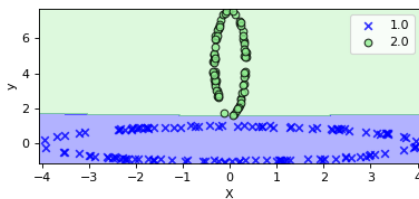


準確率: 100.00%

結論:可以接近 100%分類資料

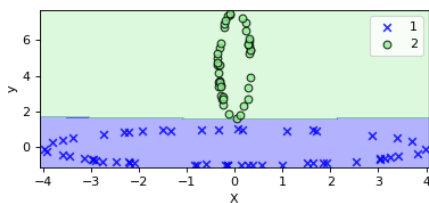
10. 2ring.txt

Train data:



準確率: 100.00%

Test data:



準確率: 100.00%

結論:可以接近 100%分類資料

11. 4-satellite-6.txt

Train data: 因為維度資料超過二維,很抱歉無法視覺化呈現 train data!

準確率: 27.80%

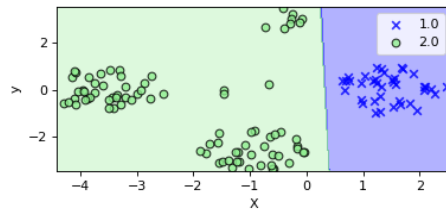
Test data: 因為維度資料超過二維,很抱歉無法視覺化呈現 test data!

準確率: 27.37%

結論:分類結果不好

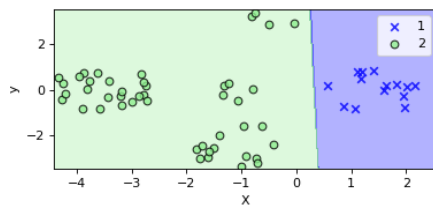
12. 5CloseS1.txt

Train data:



準確率: 100.00%

Test data:



準確率: 100.00%

結論:可以接近 100%分類資料

13. 8XOR.txt

Train data: 因為維度資料超過二維,很抱歉無法視覺化呈現 train data!

準確率: 100.00%

Test data: 因為維度資料超過二維,很抱歉無法視覺化呈現 test data!

準確率: 66.67%

結論:可以分類 66%筆測試資料

14. C10D.txt

Train data: 因為維度資料超過二維,很抱歉無法視覺化呈現 train data!

準確率: 100.00%

Test data: 因為維度資料超過二維,很抱歉無法視覺化呈現 test data!

準確率: 100.00%

結論:可以分類 100%筆測試資料

15. C3D.txt

Train data: 因為維度資料超過二維,很抱歉無法視覺化呈現 train data!

準確率: 100.00%

Test data: 因為維度資料超過二維,很抱歉無法視覺化呈現 test data!

準確率: 100.00%

結論:可以分類 100%筆測試資料

16. IRIS.TXT

Train data: 因為維度資料超過二維,很抱歉無法視覺化呈現 train data!

準確率: 69.00%

Test data: 因為維度資料超過二維,很抱歉無法視覺化呈現 test data!

準確率: 62.00%

結論: 可以分類 60% 筆測試資料

17. Number.txt

Train data: 因為維度資料超過二維, 很抱歉無法視覺化呈現 train data!

準確率: 33.33%

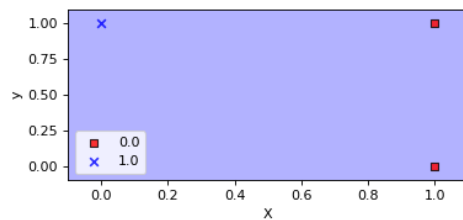
Test data: 因為維度資料超過二維, 很抱歉無法視覺化呈現 test data!

準確率: 0.00%

結論: 資料筆數太少, 導致訓練 overfitting

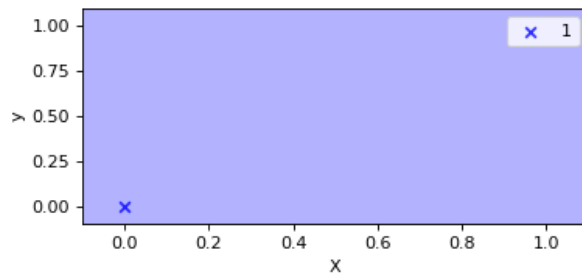
18. Perceptron1.txt

Train data:



準確率: 33.33%

Test data:

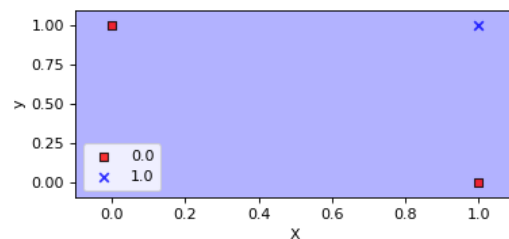


準確率: 100.00%

結論: 資料筆數太少, 導致神經網路訓練 overfitting

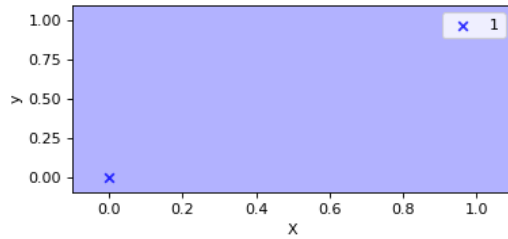
19. Perceptron2.txt

Train data:



準確率: 33.33%

Test data:



準確率: 100.00%

結論: 資料筆數太少, 導致神經網路訓練 overfitting

20. Perceptron3.txt

Train data: 因為維度資料超過二維, 很抱歉無法視覺化呈現 train data!

準確率: 33.33%

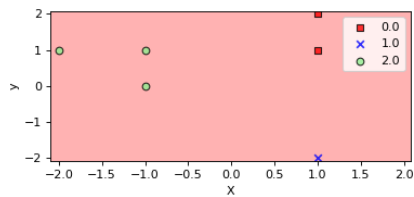
Test data: 因為維度資料超過二維, 很抱歉無法視覺化呈現 test data!

準確率: 100.00%

結論: 資料筆數太少, 導致訓練 overfitting

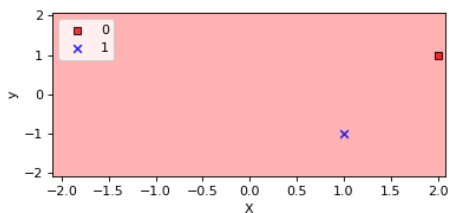
21. Perceptron4.txt

Train data:



準確率: 33.33%

Test data:



準確率: 50.00%

結論: 資料筆數太少, 導致神經網路訓練 overfitting

22. wine.txt

Train data: 因為維度資料超過二維, 很抱歉無法視覺化呈現 train data!

準確率: 35.59%

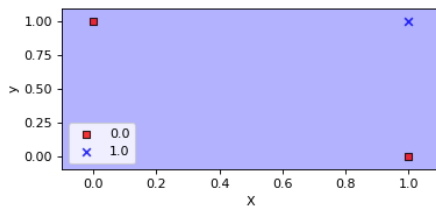
Test data: 因為維度資料超過二維, 很抱歉無法視覺化呈現 test data!

準確率: 27.12%

結論: 訓練結果不好

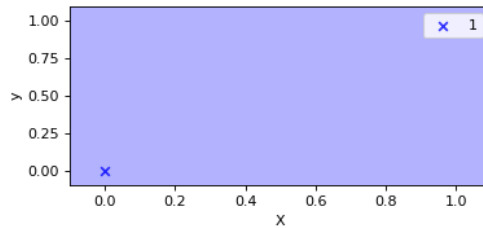
23. xor.txt

Train data:



準確率: 33.33%

Test data:



準確率: 100.00%

結論: 資料筆數太少，導致神經網路訓練 overfitting

D. 實驗結果分析與討論

由上述實驗可以發現，當訓練的資料是不是線性可分割平面時，自己設計的類神經網路都無法完美分割，原因是在於我只有實作一層 hidden layer，因此如果要增進非線性可分割平面資料準確率時，應該要時做多層 hidden layer，這是第一個可以改進的地方。再來如果資料筆數太少，訓練時容易 overfitting，除此之外大部分線性可分割資料及多 label 資料都可以準確分辨 80% 資料。

E. 預計可以完成的加分項目

1. 能夠處理多維資料(四維以上)
2. 可辨識兩群以上的資料 (神經網路可以成功辨 C3D.txt、C10D.txt、IRIS.txt 等資料)