

A. 程式執行說明

1.

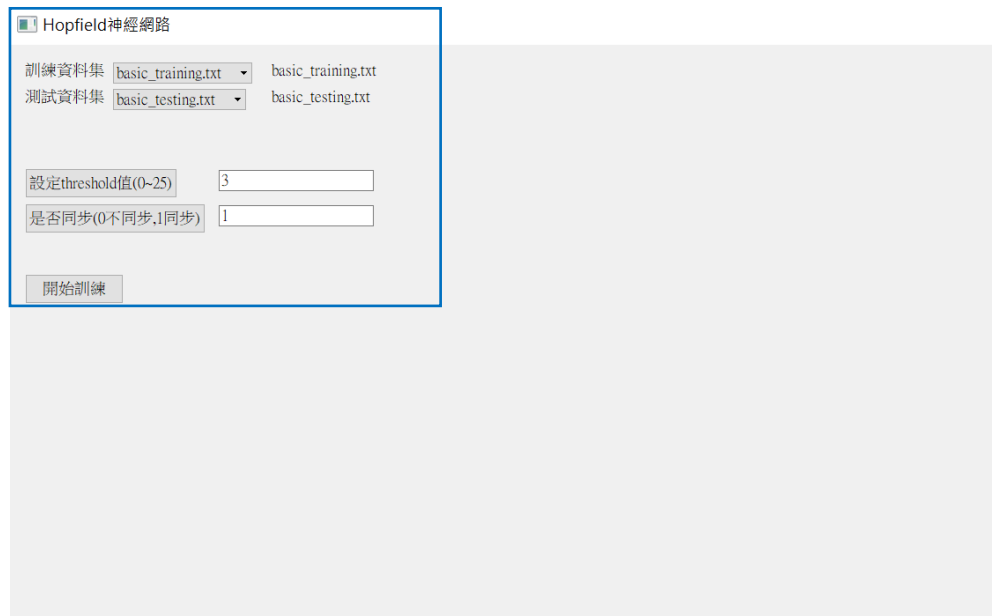
共有一個執行檔，名稱為 Hopfield_QT.exe、兩份 python 程式、兩個資料夾，名稱分別為 train 和 test，train 資料夾裡有所有助教給的訓練檔案，test 資料夾裡有所有助教給的測試檔案，執行執行檔時務必把 train 資料夾和 test 資料夾一起和執行檔放在同一個目錄下執行。

2.

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

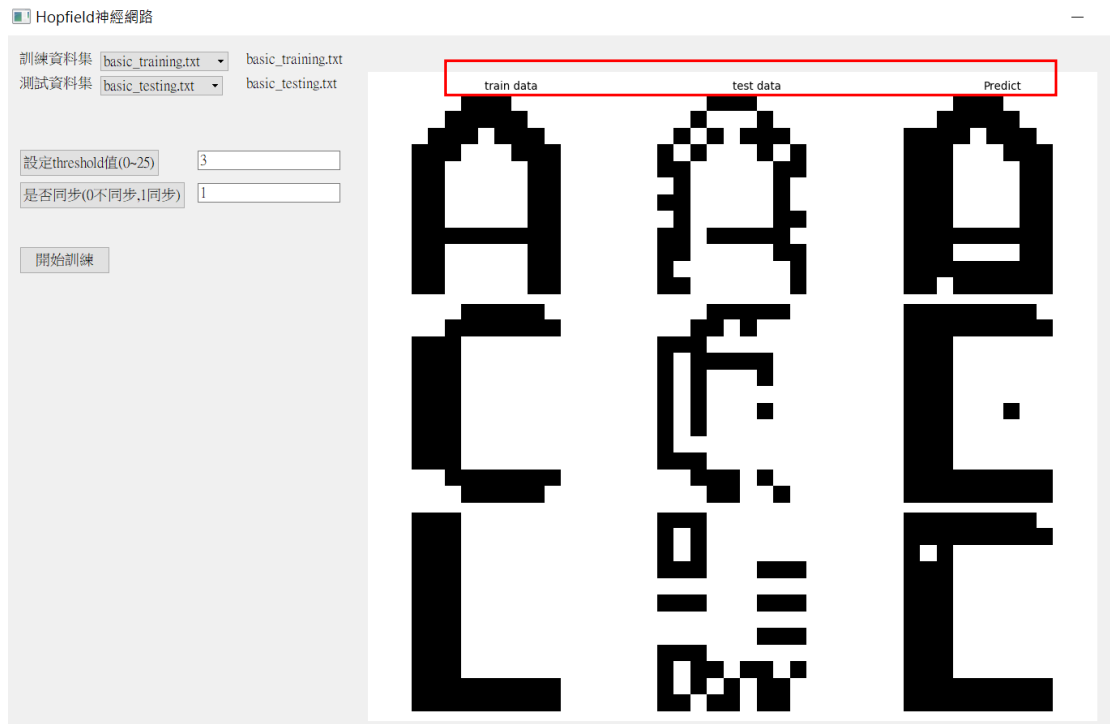
3.

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、測試資料集、Hopfield 網路的 threshold 值、以及是否同步。



(圖一)

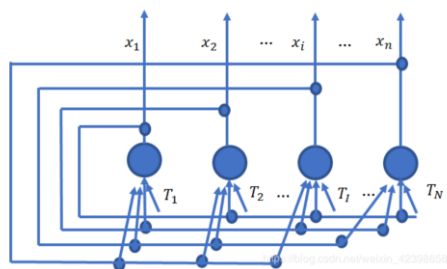
設定完參數之後，按下開始訓練按鈕，會開始訓練並把結果視覺化(圖二)，紅色框會顯示訓練資料，測試資料，以及 hopfield 網路回想的結果。



(圖二)

B. 程式簡介

由 Hopfield_QT.py 和 network.py 兩份 python 程式組成，Hopfield_QT.py 是編寫 GUI 圖形介面程式，network.py 則是 Hopfield 神經網路，使用者可以藉由圖形介面設定 threshold 值及是否同步。設計多層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. 實作非同步工作方式

$$x_j(t+1) = \begin{cases} \text{sgn}[\text{net}_j(t)], j = i \\ x_j(t), j \neq i \end{cases}$$

2. 實作同步工作方式

$$x_j(t+1) = \text{sgn}[\text{net}_j(t)]$$

3. 定義網路的能量函式為：

$$E(t) = -\frac{1}{2}X^T(t)WX(t) + X^T(t)X$$

4. 計算 ΔE

$$\Delta E(t) = -\Delta x_j(t) \left[\sum_{i=1}^n (w_{ij} - T_j) \right] - \frac{1}{2} \Delta x_j^2(t) w_{ij}$$

C. 實驗結果

以下是對 Hopfield 設定：

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：

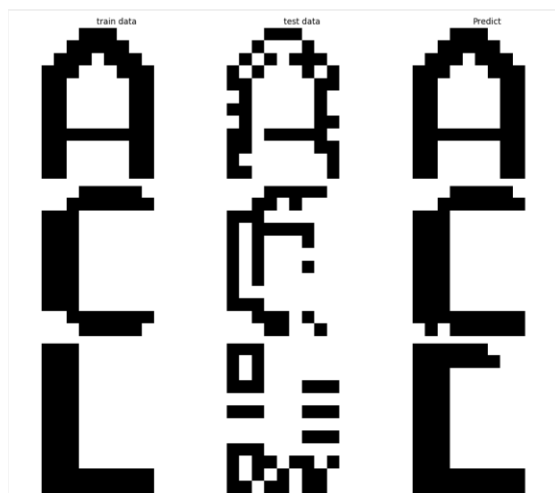
1. basic_training.txt 檔案和 basic_testing.txt 檔案：

網路參數：

Threshold:15

是否同步:同步

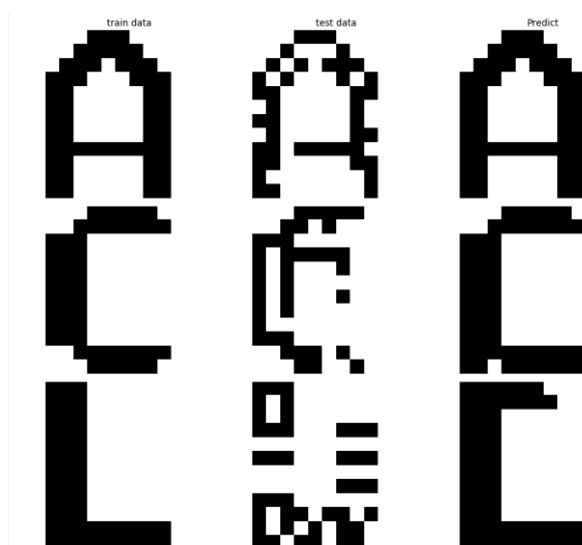
實驗結果：



網路參數：

Threshold:15

是否同步:不同步



結論: 在 threshold 值為 15 的情況下，無論是同步還是不同步，A 字母可以正確回想，C 和 L 雖然無法 100%回想，但至少可以回想到 80% 左右。

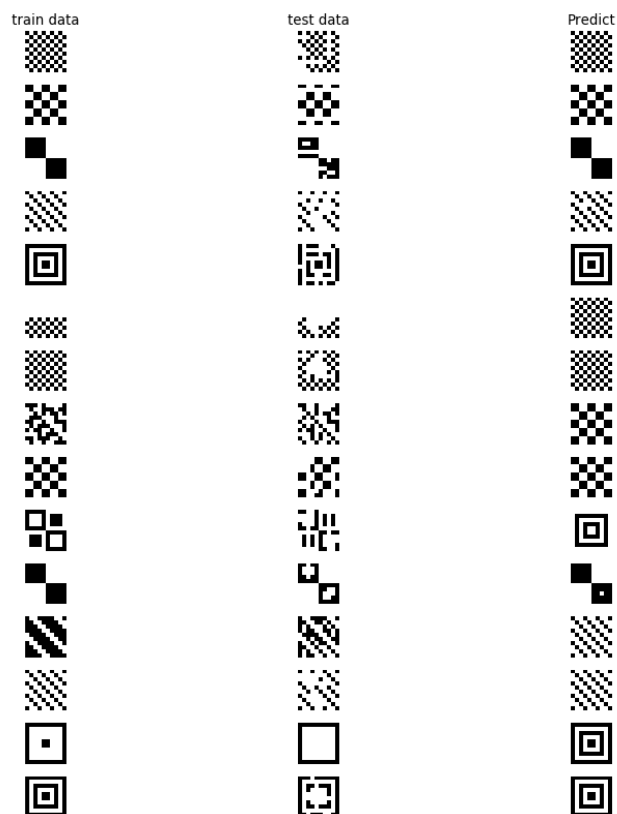
2. bonus_training.txt 檔案和 bonus_testing.txt 檔案:

網路參數:

Threshold:3

是否同步:同步

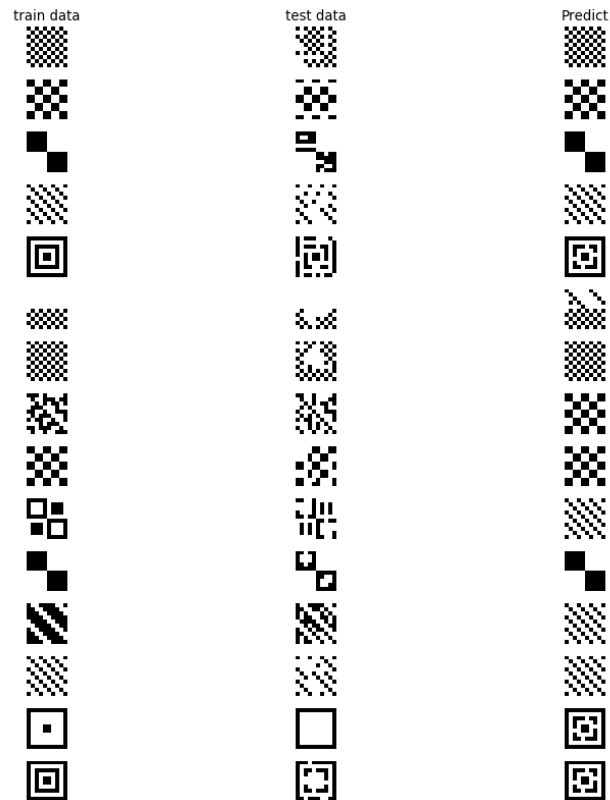
實驗結果:



網路參數:

Threshold:3

是否同步:不同步



結論: 一半資料可以 100%回想正確，另一半資料也可以回想的正確率也可以到 60%。

D. 實驗結果分析與討論

由上述實驗可以發現，當 Hopfield 網路參數設定不同步時，回想的結果一次就可以達到收斂，但設定不同步時，可能要訓練幾次回想值才會收斂。且這不同 threshold 值回想的結果也會有很大不同，但回想結果的相似度至少可以達到 80%以上。

E. 預計可以完成的加分項目

A. 可以訓練 Bonus_Training.txt 和對 Bonus_Testing.txt 資料進行回想