

# 機器學習技術 Lab4

0116F137 陳廣能

## 一、實驗目的

本實驗旨在理解感知器 (Perceptron) 及多層感知機 (MLP) 的原理, 並透過 Python 與 TensorFlow 實作, 觀察其在二元分類(線性可分與非線性可分, 如 XOR 問題)上的表現。

## 二、實驗方法

### 1. 感知器 (Perceptron)

- 以純 Python/Numpy 手刻感知器類別, 實作單層線性分類器。
- 訓練資料為 sklearn `make\_blobs` 產生的二元分類資料。
- 訓練流程: 初始化權重與偏差、線性組合、Heaviside step function、依據誤差修正權重與偏差。
- 主要程式碼片段如下:

```
```python
class Perceptron():
    def train(self, X, y, learning_rate=0.05, n_iters=100):
        self.weights = np.zeros((X.shape[1],1))
        self.bias = 0
        for i in range(n_iters):
            a = np.dot(X, self.weights) + self.bias
            y_predict = self.step_function(a)
            delta_w = learning_rate * np.dot(X.T, (y - y_predict))
            delta_b = learning_rate * np.sum(y - y_predict)
            self.weights += delta_w
            self.bias += delta_b
...
```
```

- 訓練後以訓練集/測試集評估準確率, 並繪製決策邊界。

### 2. 多層感知機 (MLP) - TensorFlow

- 以 TensorFlow Keras Functional API 建立 MLP, 解決 XOR 非線性分類問題。
- 結構: 輸入層(2) → 隱藏層(16, tanh) → 隱藏層(8, relu) → 輸出層(1, sigmoid)
- 使用 SGD + momentum, loss 為 binary\_crossentropy。
- 主要程式碼片段如下:

```
```python
inputs = tf.keras.Input(shape=(2,))
x = tf.keras.layers.Dense(16, activation='tanh')(inputs)
x = tf.keras.layers.Dense(8, activation='relu')(x)
outputs = tf.keras.layers.Dense(1, activation='sigmoid')(x)
xor_mlp = tf.keras.Model(inputs=inputs, outputs=outputs)
xor_mlp.compile(
    optimizer=tf.keras.optimizers.SGD(learning_rate=0.1, momentum=0.9),
    loss='binary_crossentropy',
    metrics=['accuracy']
)
history = xor_mlp.fit(X_xor, y_xor, epochs=2000, verbose=0)
```
```
- 訓練後輸出預測結果與 loss 曲線。

### 三、實驗結果

#### 1. 感知器 (Perceptron)

- 對線性可分資料集, 訓練與測試準確率皆接近 100%, 決策邊界明顯。
- 對於非線性可分(如 XOR)問題, 單層感知器無法正確分類。

#### 2. 多層感知機 (MLP)

- 對 XOR 問題, MLP 可達到 100% 準確率, 預測結果與真實標籤完全一致。
- 訓練 loss 曲線平滑下降, 顯示模型成功學習非線性邏輯。

### 四、討論與心得

透過本次實作, 我更深入理解了感知器的運作原理及其限制, 尤其是單層感知器無法處理非線性問題。進一步利用 TensorFlow 建立多層感知機, 發現只要增加隱藏層與非線性激活函數, 模型就能成功學習 XOR 這類非線性分類問題。這讓我體會到深度學習模型的強大彈性與表現力, 也熟悉了 Keras API 的實際應用。實驗過程中, 調整學習率、層數與激活函數對模型收斂速度與準確率有明顯影響, 這些經驗對未來設計神經網路模型很有幫助。

### 五、結論

本實驗比較了單層感知器與多層感知機在不同分類問題上的表現, 證實 MLP 能有效解決非線性問題, 是現代深度學習的基礎。