

## ● Execution description :

在 Linear\_Regression.py 所在的資料夾中開啟 terminal，輸入要執行的程式和 dataset 的指令，例如要用 Linear\_Regression 執行 data\_1.txt，則輸入：python Linear\_Regression.py --path ..\2025\_CCU\_ML\_HW3\_Data\data\_1.txt，其中須確保 DataLoader.py 與此程式在相同資料夾下。

程式收到指令後開始讀取輸入的 dataset 是否存在，若不存在，則輸出 File not found, please try again；若存在，則透過 DataLoader 讀取 dataset 送入 Linear\_Regression 函數執行。

接著寫入程式，根據講義上的公式： $W_{LIN} = (X^T X)^{-1} X^T y$  進行計算最優

weights，以及  $E_{in}(w) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (w^T x_n - y_n)^2$  進行 error 的計算，最後再計

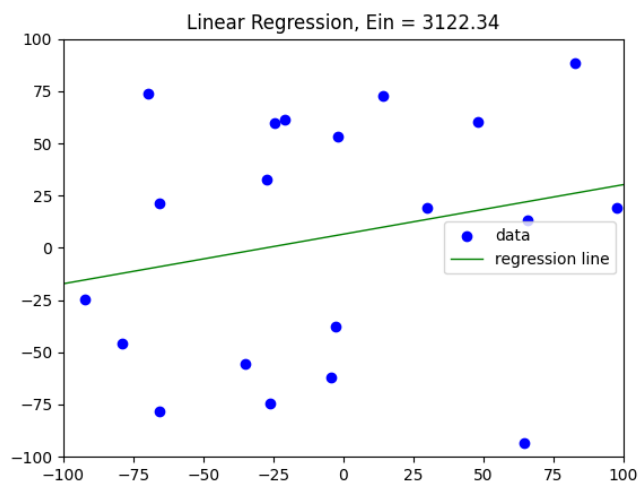
算  $\nabla E_{in}(w) = \frac{2}{N} (X^T X w - X^T y)$  得到 gradient 值，到這 function 結束，回到 main function 繪出 regression line。

## ● Experimental results :

### 1. 回歸直線：

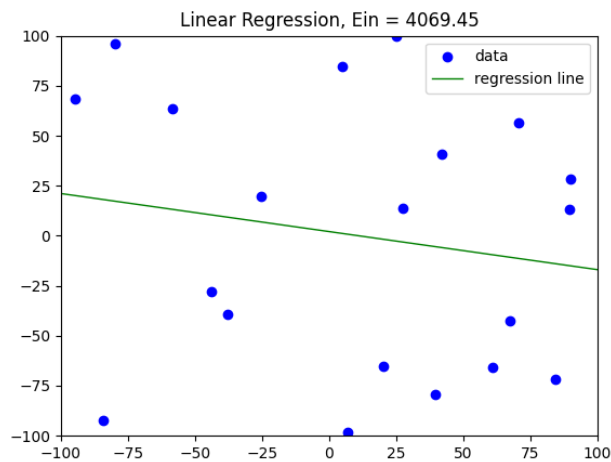
Data\_1.txt 的結果

```
PS D:\下載\碩一下\機器學習\homework\HW3\2025_CCU_ML_HW3_SampleCode> python .\Linear_Regression.py --path ..\2025_CCU_ML_HW3_Data\data_1.txt
Gradient of Ein: [ 3.63797881e-13 -2.84217094e-15]
```



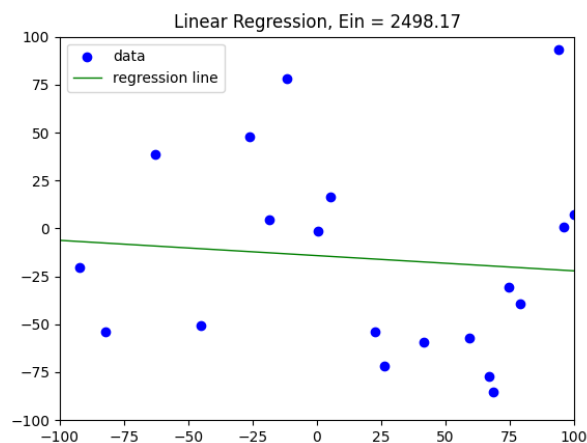
Data\_2.txt 的結果

```
PS D:\下載\碩一下\機器學習\homework\HW3\2025_CCU_ML_HW3_SampleCode> python .\Linear_Regression.py --path ..\2025_CCU_ML_HW3_Data\data_2.txt
Gradient of Ein: [-1.81898940e-13 1.11022302e-15]
```



Data\_3.txt 的結果

```
PS D:\下載\碩一下\機器學習\homework\HW3\2025_CCU_ML_HW3_SampleCode> python .\Linear_Regress
ion.py --path ..\2025_CCU_ML_HW3_Data\data_3.txt
Gradient of Ein: [0.00000000e+00 5.68434189e-15]
```



## 2. In-sample error $E_{in}(w)$

Data\_1.txt 為 3122.34

Data\_2.txt 為 4069.45

Data\_3.txt 為 2498.17

## 3. Gradient $\nabla E_{in}(w)$

Data\_1.txt 為 [ 3.63797881e-13 -2.84217094e-15]

Data\_2.txt 為 [-1.81898940e-13 1.11022302e-15]

Data\_3.txt 為 [0.00000000e+00 5.68434189e-15]

## ● Conclusion :

經由輸出  $\nabla E_{in}(w)$  可以發現兩個元素非常接近 0，對應到講義

ML\_06\_Linear\_Regression\_T 的 p.12 中我們的任務是找到 gradient 值=0 的時刻，這個時刻的 weights 也就是我們想找的 regression line 的參數，因此可以確定這個 weights 及 regression line 就是我們的答案，我們就 weights return 給 main function 即可。

- Discussion :

實作完 function 後，想說 error 怎麼那麼大，是不是寫錯了，還因此去問助教是否怪怪的，問的同時繼續把 gradient 部分寫完，並把他印出來後得到非常接近 0 的數字，就可以得知應該沒有寫錯。除此之外，也從助教那邊得知 error 那麼大是正常的，因為 range 設定為-100~100，導致差值的平方會很大。