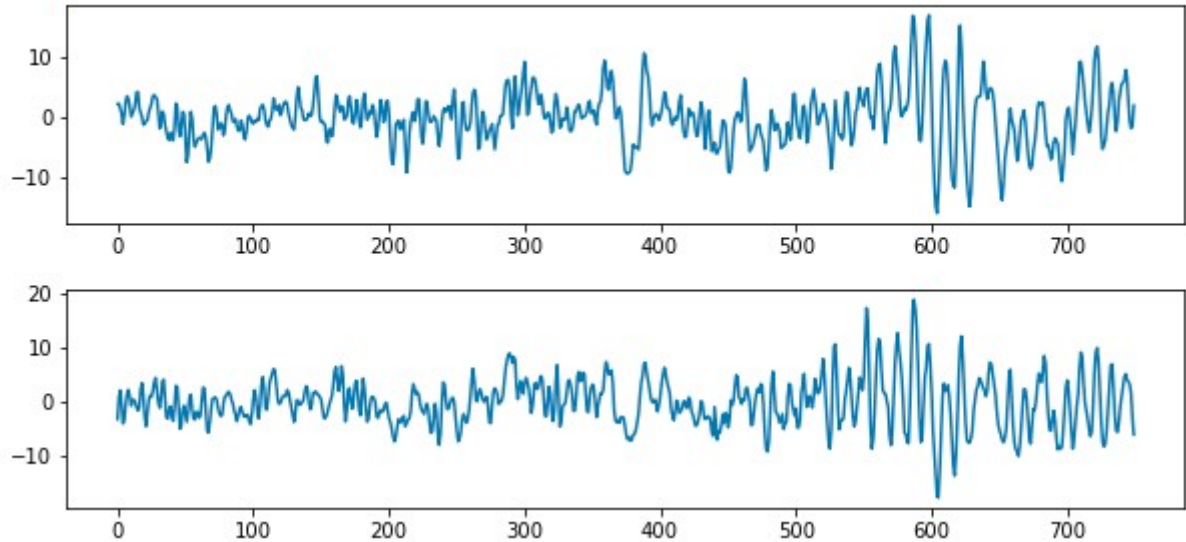


DLP Lab3 EEG classification

1. Introduction

本次 Lab 使用 EEGNet 和 DeepConvNet 解決 classification 問題，這次使用的 dataset 為 BCI competition dataset，activation function 為 ReLU，Leaky ReLU 和 ELU。

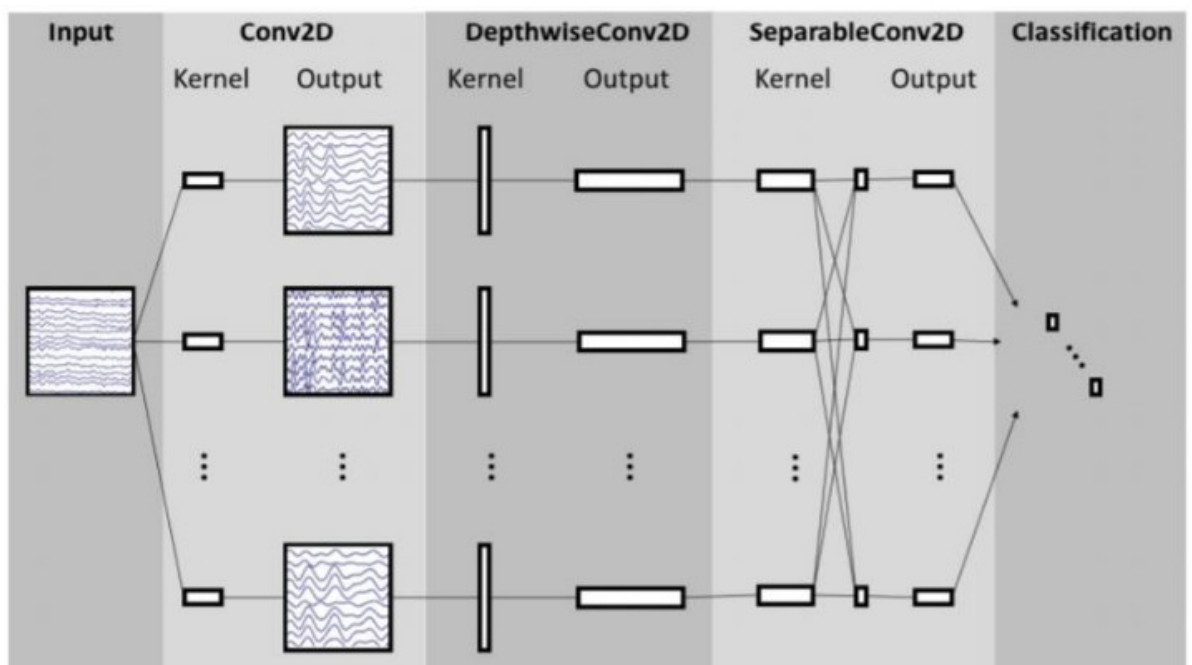
sample_id : 585



2. Experiment set up

- The detail of your model
 - EEGNet

網路架構：



實踐細節：

```
EEGNet(
  (firstconv): Sequential(
    (0): Conv2d(1, 16, kernel_size=(1, 51), stride=(1, 1), padding=(0, 25), bias=False)
    (1): BatchNorm2d(16, eps=1e-05, momentum=0.1, affine=True, track_running_stats=True)
  )
  (depthwiseConv): Sequential(
    (0): Conv2d(16, 32, kernel_size=(2, 1), stride=(1, 1), groups=16, bias=False)
    (1): BatchNorm2d(32, eps=1e-05, momentum=0.1, affine=True, track_running_stats=True)
    (2): ELU(alpha=1.0)
    (3): AvgPool2d(kernel_size=(1, 4), stride=(1, 4), padding=0)
    (4): Dropout(p=0.25)
  )
  (separableConv): Sequential(
    (0): Conv2d(32, 32, kernel_size=(1, 15), stride=(1, 1), padding=(0, 7), bias=False)
    (1): BatchNorm2d(32, eps=1e-05, momentum=0.1, affine=True, track_running_stats=True)
    (2): ELU(alpha=1.0)
    (3): AvgPool2d(kernel_size=(1, 8), stride=(1, 8), padding=0)
    (4): Dropout(p=0.25)
  )
  (classify): Sequential(
    (0): Linear(in_features=736, out_features=2, bias=True)
  )
)
```

使用 depthwise 和 separable convolution，是基於傳統 convolution 的輕量化版本，可降低參數數量，提升 training 和 evaluate 的速度，但不至於影響太多 accuracy。

○ DeepConvNet

實踐細節：

Layer	# filters	size	# params	Activation	Options
Input		(C, T)			
Reshape		(1, C, T)			
Conv2D	25	(1, 5)	150	Linear	mode = valid, max norm = 2
Conv2D	25	(C, 1)	$25 * 25 * C + 25$	Linear	mode = valid, max norm = 2
BatchNorm			$2 * 25$		epsilon = 1e-05, momentum = 0.1
Activation				ELU	
MaxPool2D		(1, 2)			
Dropout					p = 0.5
Conv2D	50	(1, 5)	$25 * 50 * C + 50$	Linear	mode = valid, max norm = 2
BatchNorm			$2 * 50$		epsilon = 1e-05, momentum = 0.1
Activation				ELU	
MaxPool2D		(1, 2)			
Dropout					p = 0.5
Conv2D	100	(1, 5)	$50 * 100 * C + 100$	Linear	mode = valid, max norm = 2
BatchNorm			$2 * 100$		epsilon = 1e-05, momentum = 0.1
Activation				ELU	
MaxPool2D		(1, 2)			
Dropout					p = 0.5
Conv2D	200	(1, 5)	$100 * 200 * C + 200$	Linear	mode = valid, max norm = 2
BatchNorm			$2 * 200$		epsilon = 1e-05, momentum = 0.1
Activation				ELU	
MaxPool2D		(1, 2)			
Dropout					p = 0.5
Flatten					
Dense	N			softmax	max norm = 0.5

這邊使用的 $C = 2$, $T = 750$ 以及 $N = 2$, DeepConvNet 為傳統 CNN 架構, 運作機制為 $C \rightarrow (CBAPD) \rightarrow (CBAPD) \rightarrow (CBAPD) \rightarrow (CBAPD) \rightarrow \text{fully convolution}$

C : convolution

B : batchnormalized

A : activation function

P : max pooling

D : dropout

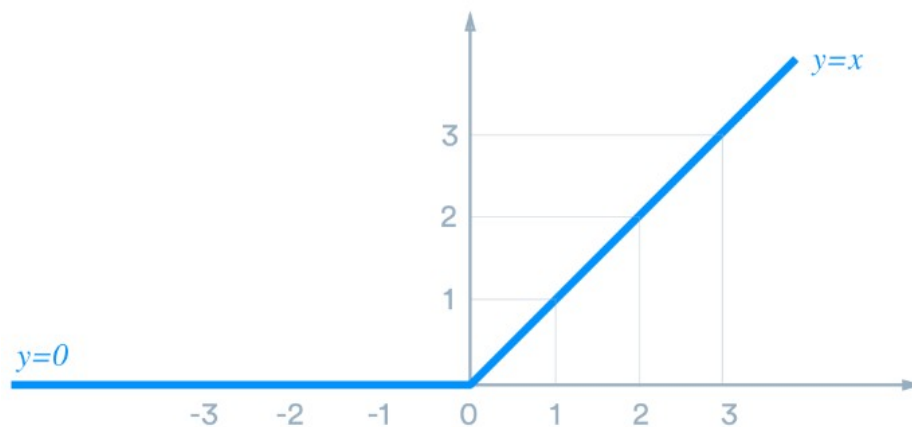
- Explain the activation function

- ReLU

ReLU 在 x 為正值時與 $y = x$, x 在負值時 $y = 0$ 。

數學公式: $\text{ReLU}(x) = \max(0, x)$

圖形:



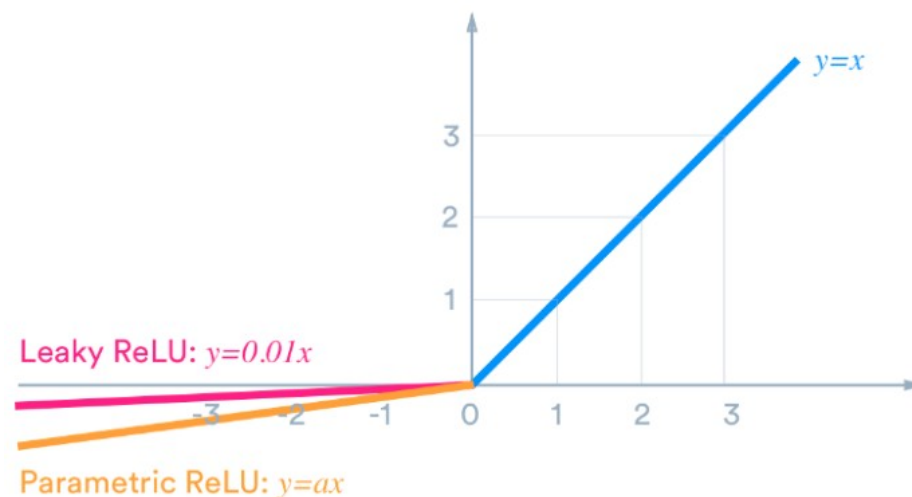
- Leaky ReLU

在 x 為正值時與 ReLU 相同, 不過在 x 為負值時 $y = 0.01x$, 存在極小的斜率。

數學公式:

$$\text{LeakyReLU}(x) = \begin{cases} x, & \text{if } x \geq 0 \\ \text{negative_slope} \times x, & \text{otherwise} \end{cases}$$

圖形:



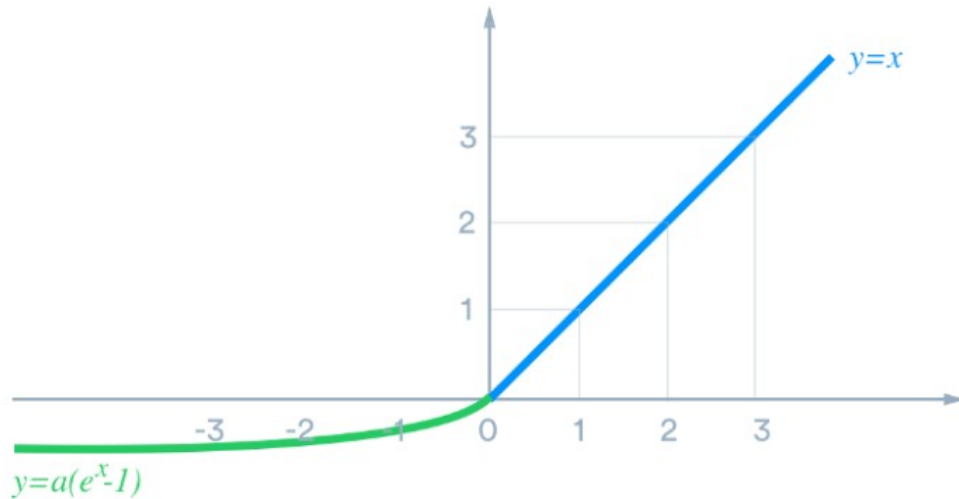
- ELU

在 x 為正值時與 ReLU 和 Leaky ReLU 相同, x 為負值時則和 Leaky ReLU 相同存在一斜率, 不過不是直線, 而是 \log 曲線。

數學公式:

$$\text{ELU}(x) = \max(0, x) + \min(0, \alpha * (\exp(x) - 1))$$

圖形:

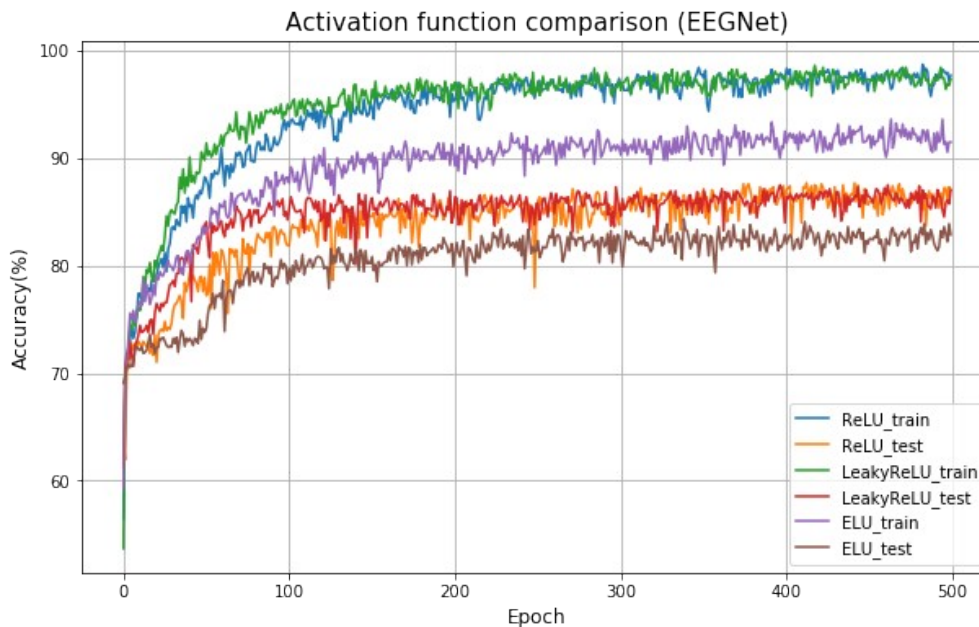


3. Experimental results

- EEGNet

Batch size = 256, Epochs = 500, Learning rate = 0.001

Optimizer: Adam, Loss function: torch.nn.CrossEntropyLoss()

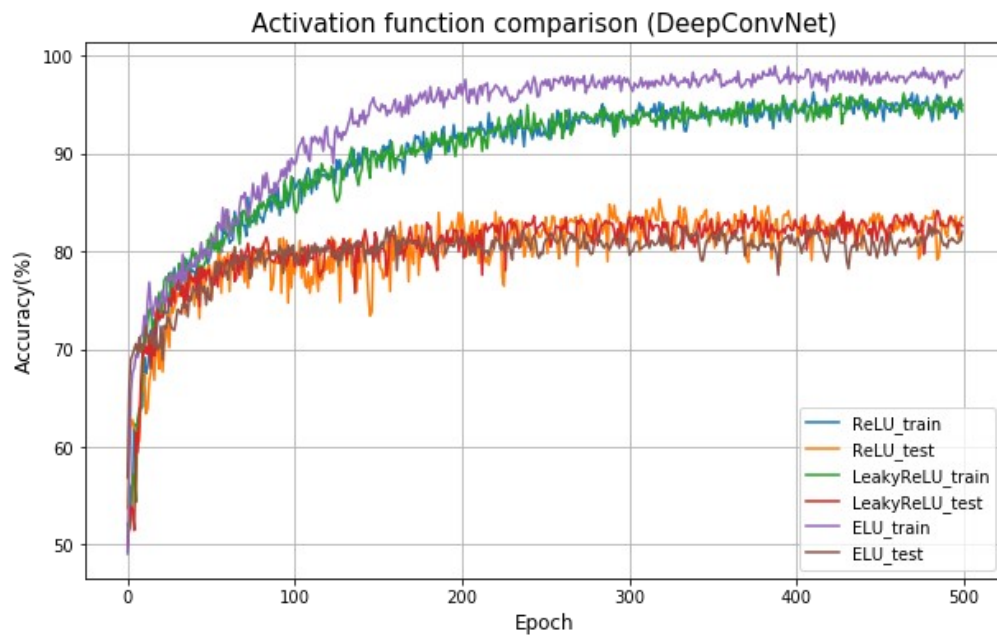


ReLU_train	max acc: 98.70
ReLU_test	max acc: 87.69
LeakyReLU_train	max acc: 98.61
LeakyReLU_test	max acc: 87.50
ELU_train	max acc: 93.61
ELU_test	max acc: 84.35

- DeepConvNet

Batch size = 256, Epochs = 500, Learning rate = 0.001

Optimizer: Adam, Loss function: torch.nn.CrossEntropyLoss()



ReLU_train	max acc: 96.30
ReLU_test	max acc: 85.37
LeakyReLU_train	max acc: 96.20
LeakyReLU_test	max acc: 84.17
ELU_train	max acc: 98.98
ELU_test	max acc: 82.59

4. Discussion

- dataset 需要先經過 TensorDataset()和 DataLoader()才能餵給 model 做讀取。
- 一開始沒將 model 放入 .to(device)用 GPU 跑，計算完 500 個 epochs 大約需要 5 分鐘，之後將 model 放入後用 GPU 跑，只需約 2 分鐘就算完了。
- Optimizer 我嘗試使用 Adam 和 SGD (learning rate = 0.001)去計算，發現 Adam 的 Test accuracy 比較好。
- 在 EEGNet 訓練 300 和 500 個 epochs，500 次的 accuracy 比 300 次的稍微好一些，但 DeepConvNet 訓練 300 和 500 次的效果差不多。