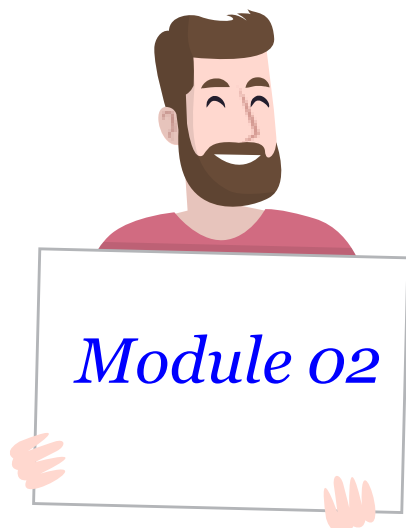




神經元與神經網路



designed by  freepik

Estimated time:
45 min.



資訊工業策進會 Institute for Information Industry

學習目標

- 2-1: 傳統神經元定義
- 2-2: 神經元與神經網路
- 2-3: 深度學習的應用



2-1: 傳統神經元定義

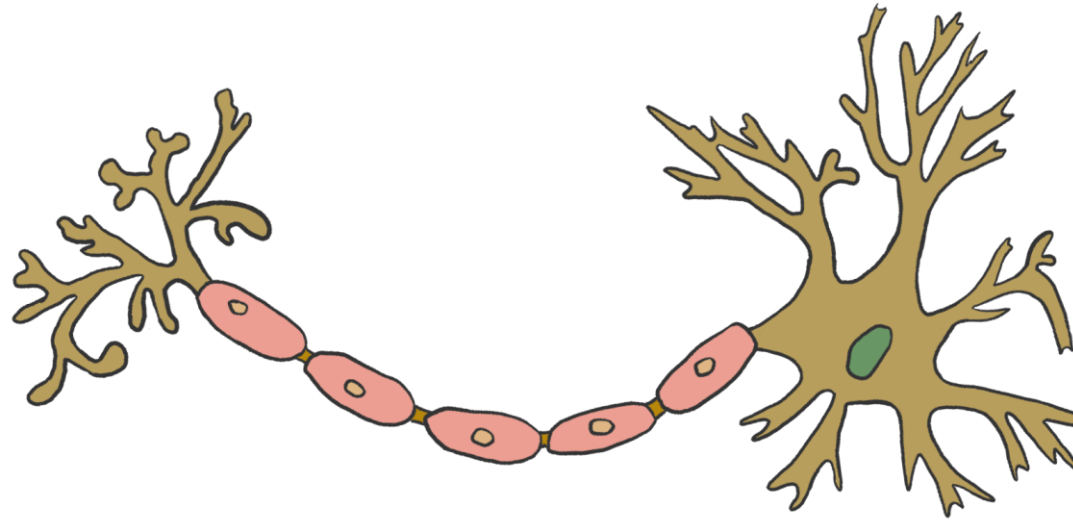
- 神經元的由來
- 傳統神經元的數學定義



designed by freepik

神經元的由來

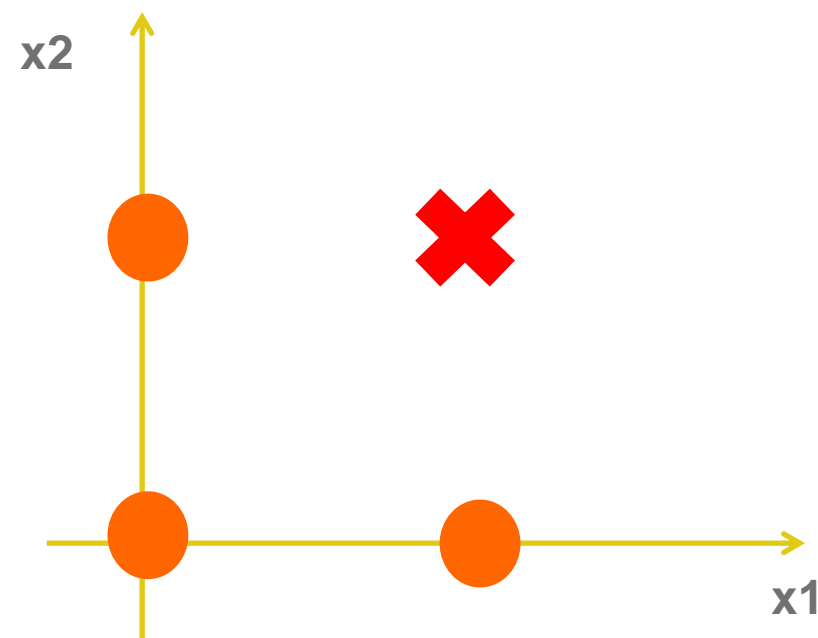
- 神經元又稱做神經細胞，是神經系統的結構與功能單位之一
- 神經元能感知環境的變化，再將信息傳遞給其他的神經元，並指令集體做出反應
- 人腦中的神經細胞約有**860**億個



傳統神經元的數學定義

- 剛開始時，專家們希望能用神經元來模擬邏輯閘
 - 他們就在想是否能用簡單的運算來去模擬如**NAND**邏輯閘這樣的行為
 - 假設我們把邏輯閘的輸入畫在座標軸上，輸出**1**畫圈圈、輸出**0**畫叉

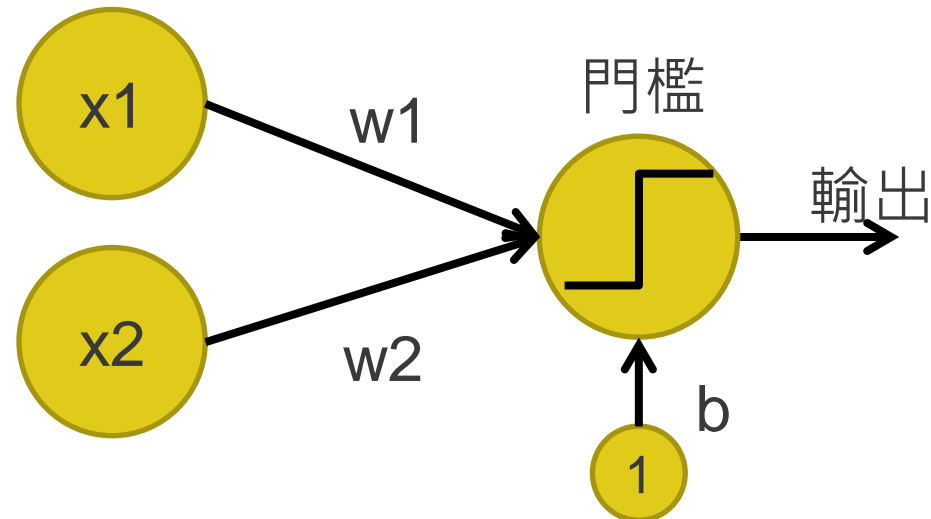
| NAND 邏輯閘真值表 | | |
|-------------|----|----|
| x1 | x2 | 輸出 |
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |



傳統神經元的數學定義

- 但如何用數學式子去定義神經元的運算方法，讓神經網路專家思考了好一陣子
 - 而右下式子則是當初他們剛開始定義神經元的運算方法

| NAND 邏輯閘真值表 | | |
|-------------|----|----|
| x1 | x2 | 輸出 |
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

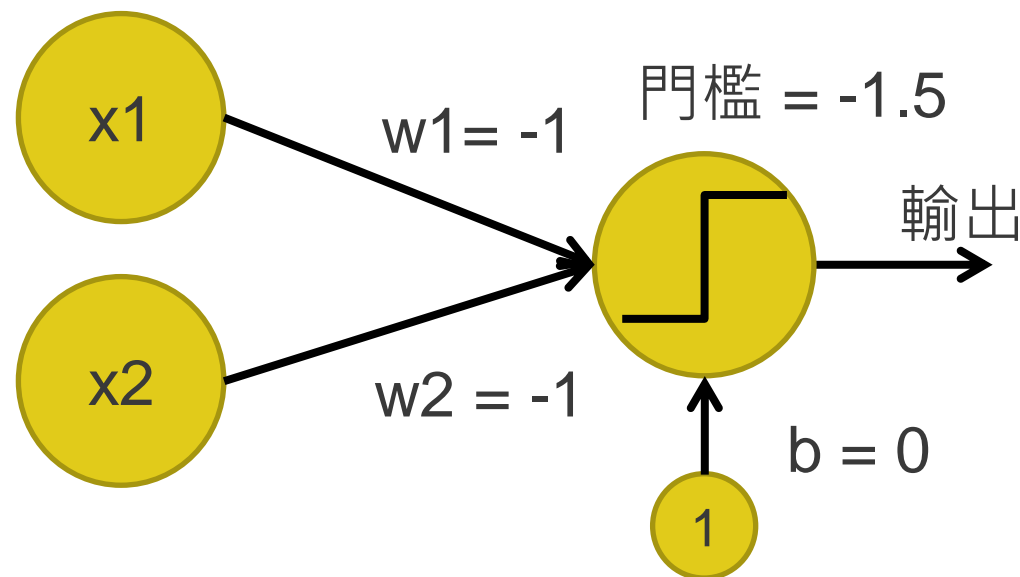


$$\text{輸出} = \begin{cases} 0 & \text{if } x1 * w1 + x2 * w2 + b \leq \text{門檻} \\ 1 & \text{if } x1 * w1 + x2 * w2 + b > \text{門檻} \end{cases}$$

傳統神經元的數學定義

- 專家們很快就發現，很容易找到一組 $w1, w2, b$, 門檻值，使得神經元可以去模擬NAND邏輯閘的行為

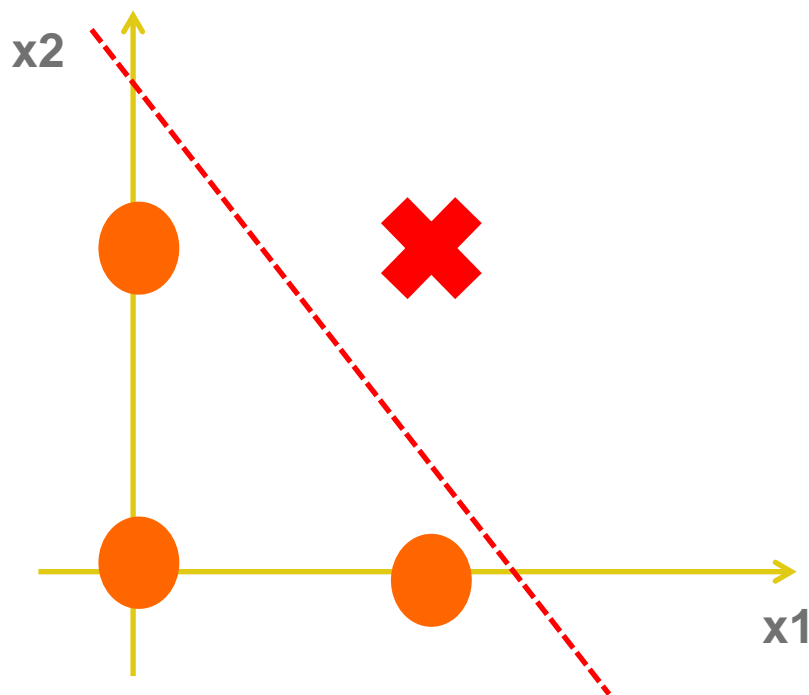
| NAND 邏輯閘真值表 | | |
|-------------|----|----|
| x1 | x2 | 輸出 |
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |



$$\text{輸出} = \begin{cases} 0 & \text{if } x1 * w1 + x2 * w2 + b \leq \text{門檻} \\ 1 & \text{if } x1 * w1 + x2 * w2 + b > \text{門檻} \end{cases}$$

傳統神經元的數學定義

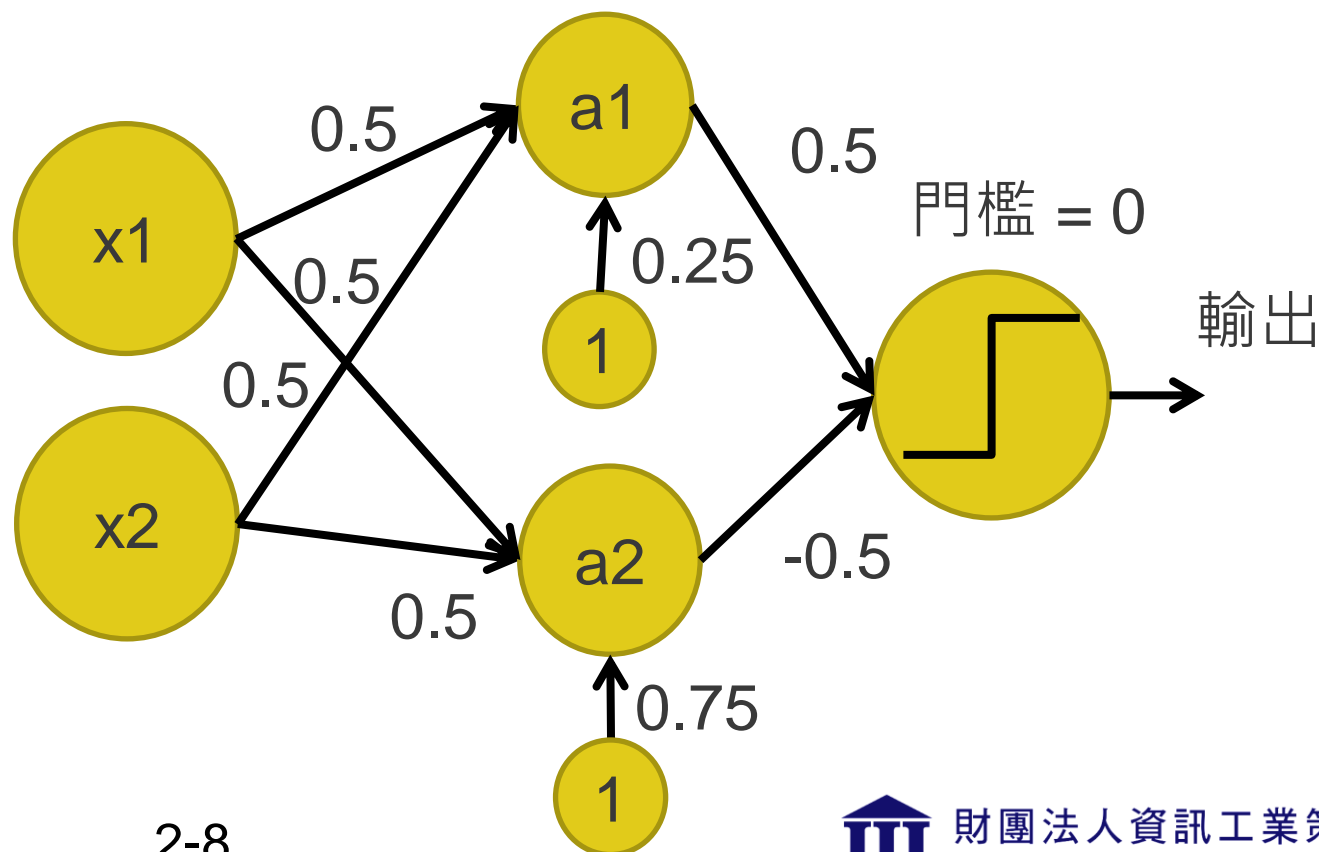
- 其實這組解不唯一，應該還有更多 w_1, w_2, b ，門檻值都能模擬NAND邏輯閘
 - 其實用幾何觀點來看，很容易觀察出任一個滿足的解能把圈的區域與叉的區域分開得很好



傳統神經元的數學定義

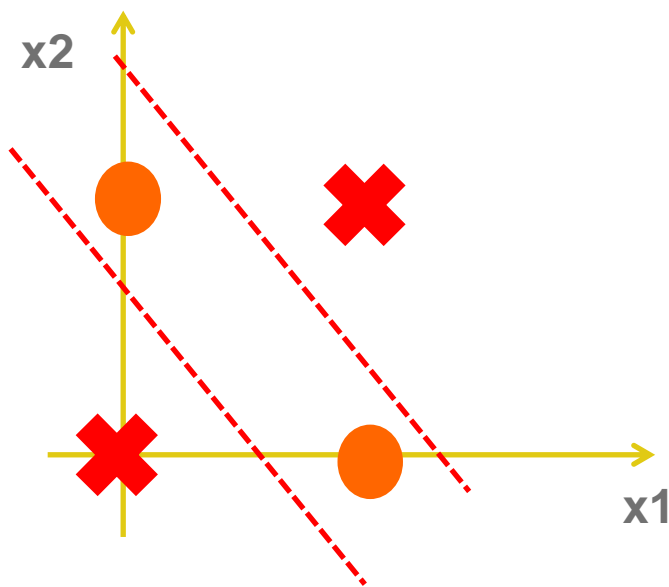
- 但如果我們面臨到更複雜的邏輯閘如XOR這樣的行為該怎麼辦呢
 - 神經網路專家發現只要我們有辦法在寬度方向(上下方向)增加神經元，網路能力似乎就更厲害，更容易找出一組解來模擬XOR行為

| XOR 邏輯閘真值表 | | |
|------------|----|----|
| X1 | x2 | 輸出 |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |



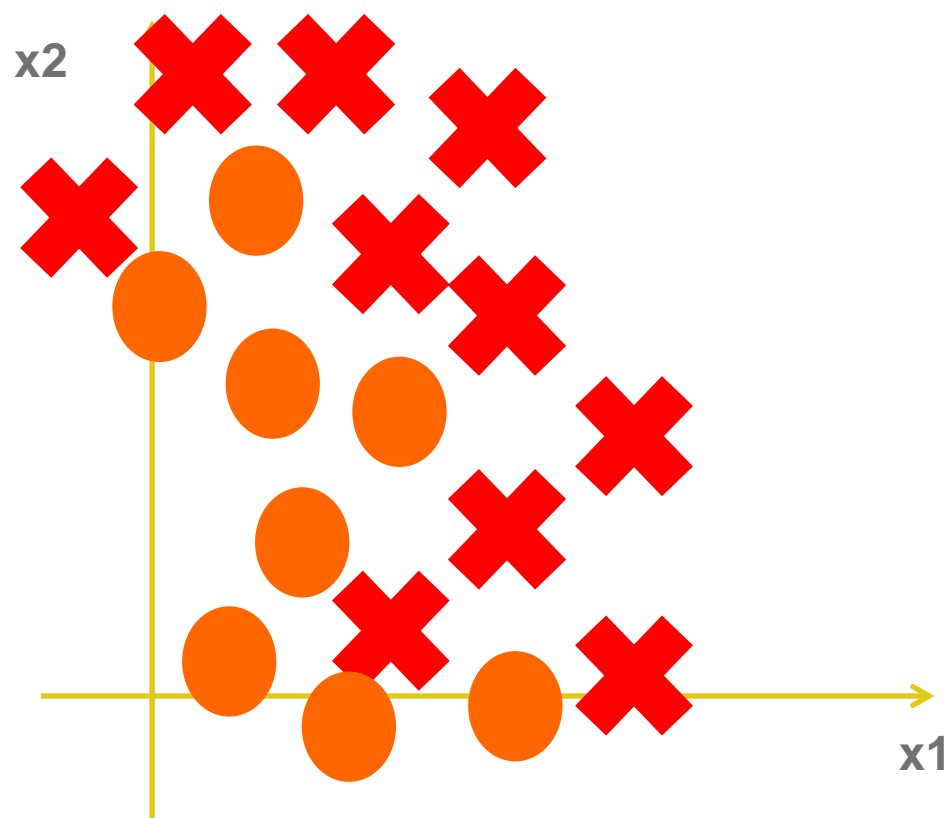
傳統神經元的數學定義

- 從幾何上來看，XOR的圖如下
 - 當我們在寬度的方向增加神經元，就好比可以畫出兩條線，兩條線之間是圈類，兩條線外是叉類
 - 經由這個實驗他們也發現，原來加入的神經元變多，模型能力越強



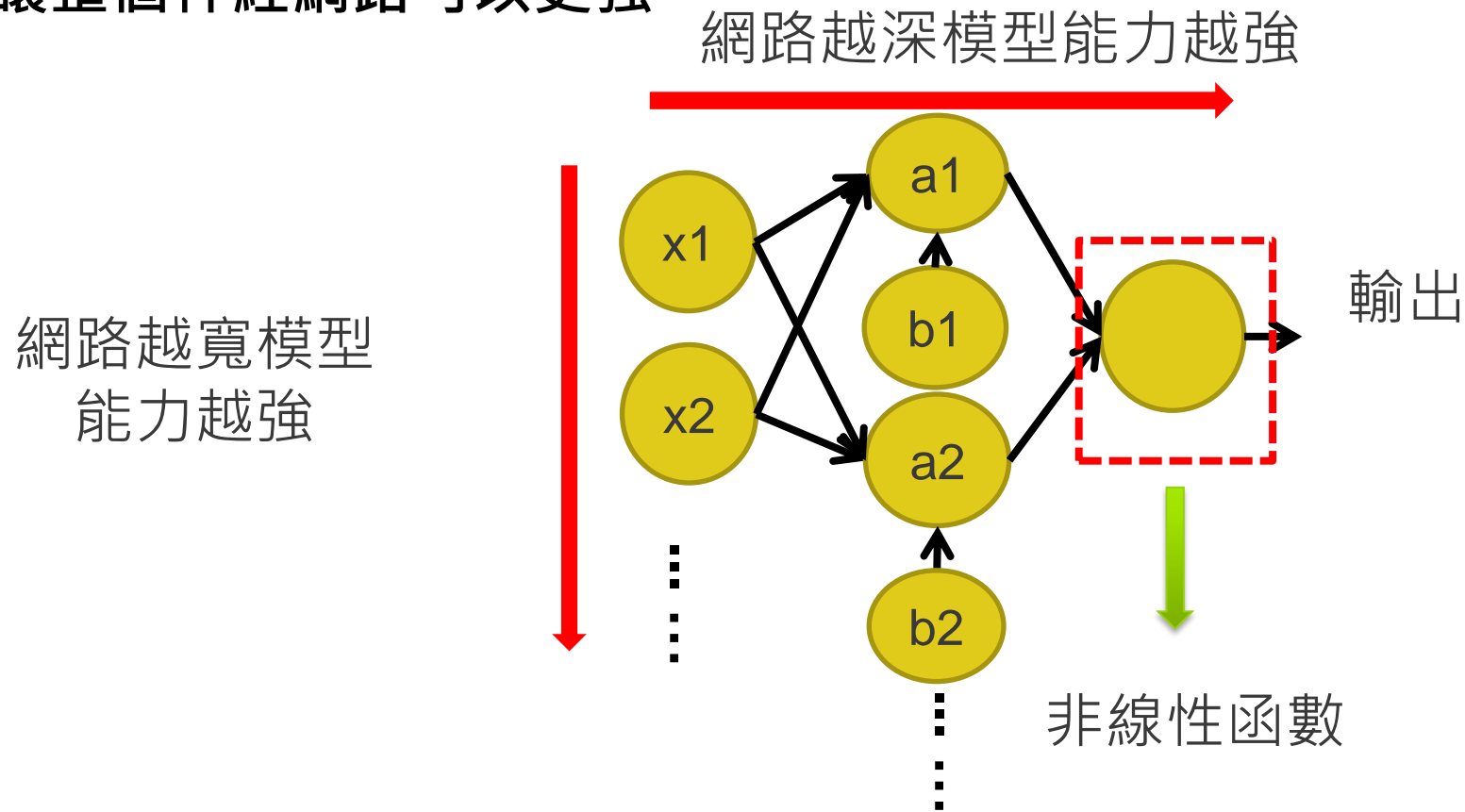
更真實且複雜的情況

- 當我們面臨到又更複雜的強況該怎麼解決呢
 - 像是資料無法線性可分或是此資料集的維度不只二維



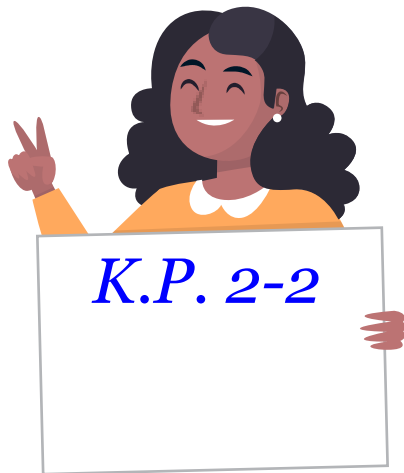
讓多個神經元

- 為了要解決更複雜的問題
 - 我們把網路加得更寬、更深，並且把門檻值拿掉變成一個非線性的函數，讓整個神經網路可以更強



2-2: 神經元與神經網路

- 現代神經元的定義
- 深度神經網路

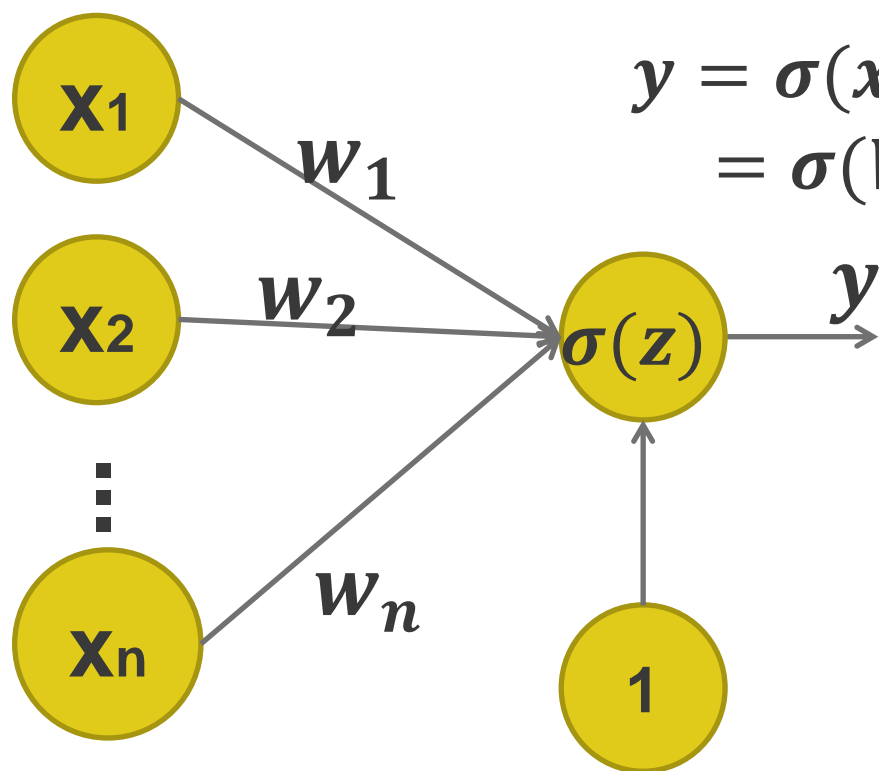


designed by freepik

現代神經元的定義

- 經過一連串的演化，我們現在神經元運算的數學定義如下

$$f: R^N \rightarrow R^1$$

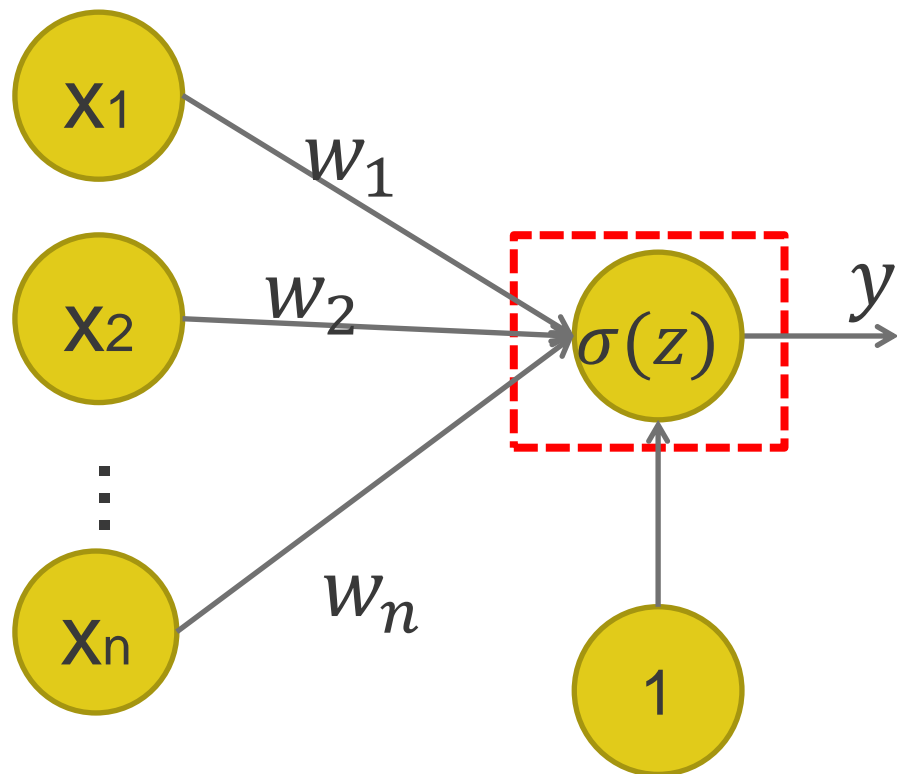


$$y = \sigma(x_1 * w_1 + x_2 * w_2 + \dots + x_n * w_n + b) \\ = \sigma(W^T X + b)$$

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$

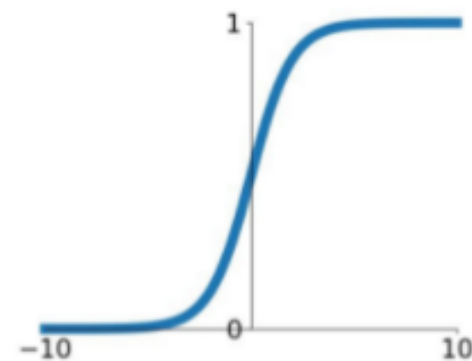
現代神經元的定義

- σ 這個函數有個專有名詞叫做激活函數
 - 它通常是一個非線性的函數，而且長相很像開關(因為從門檻值演化來的)
 - 它賦予神經網路擁有非線性的能力，使得模型更強更好學習，常見激活函數有relu、sigmoid等



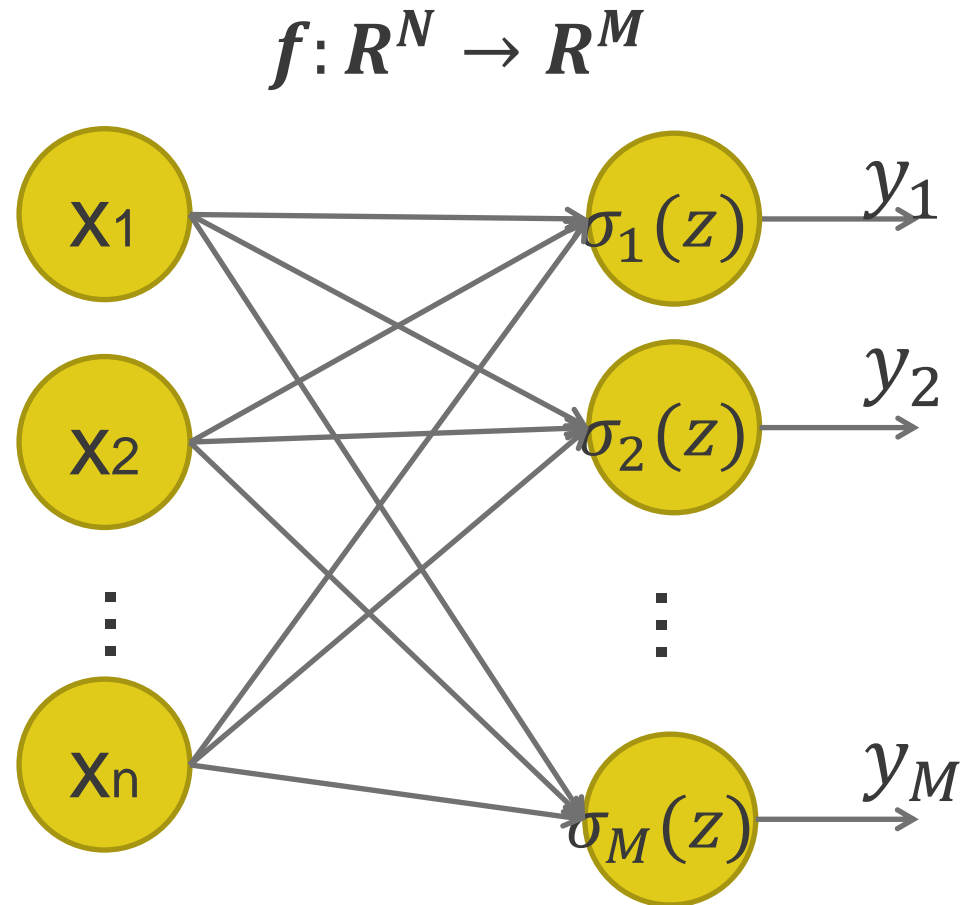
非線性函數(激活函數)

$$\sigma(z) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$



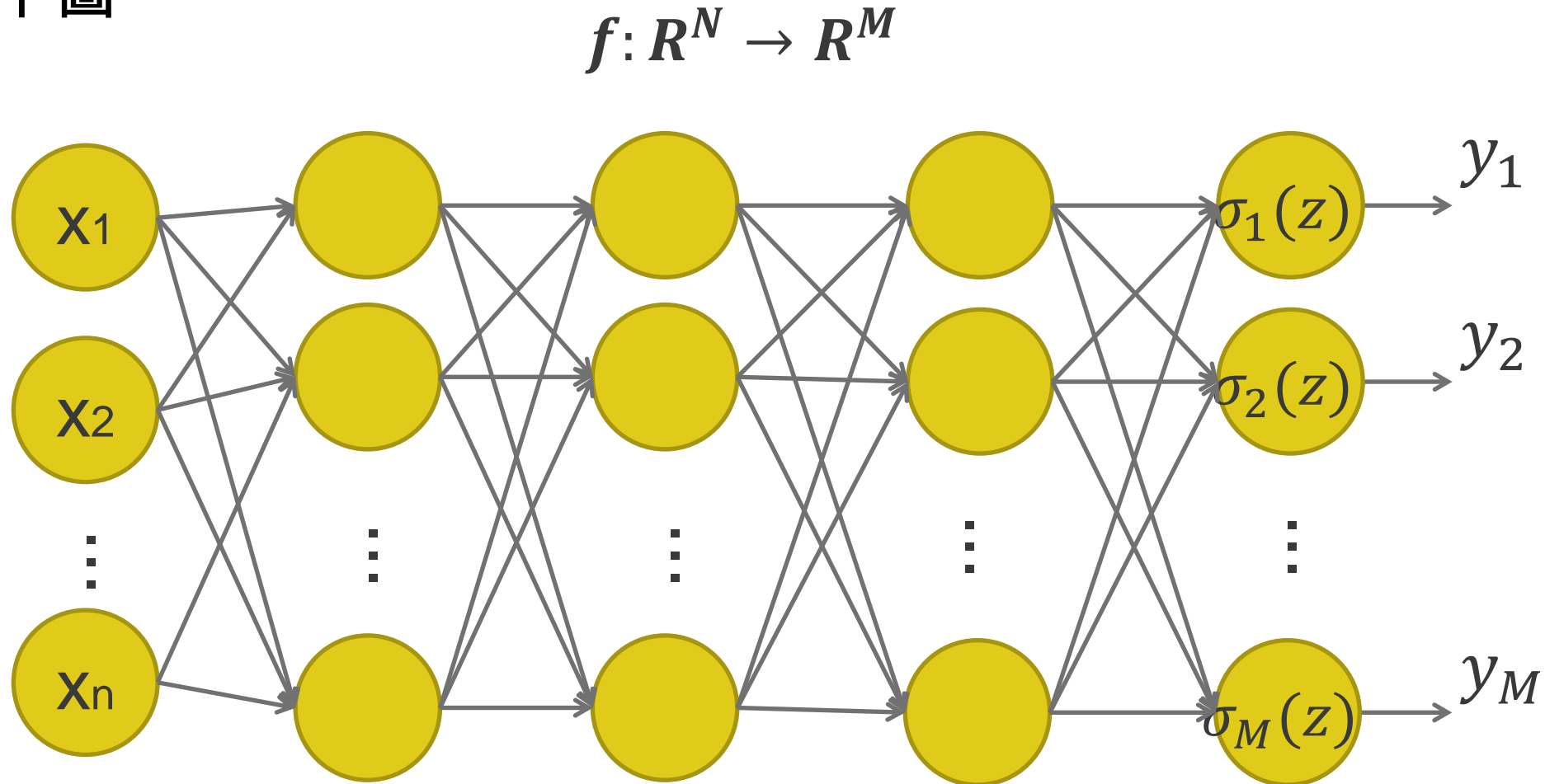
現代神經元的定義

- 將網路疊寬，網路可以變得更強，於是可以得到如下圖



現代神經元的定義

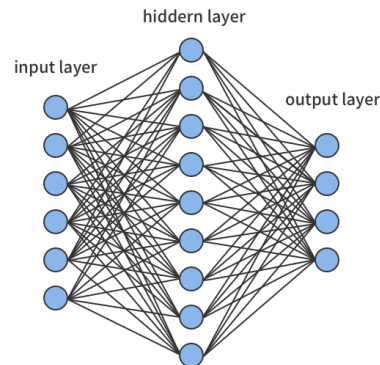
- 除了將網路疊寬外，繼續把網路疊深，模型又更強，於是可以得到如下圖



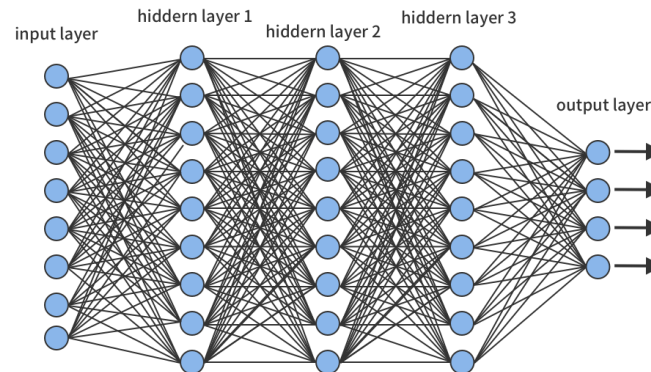
深度神經網路

- 一個深度神經網路包含幾個組成
 - 輸入層、隱藏層、輸出層
 - 隱藏層指的是非輸入層以及非輸出層的所有層
 - 隱藏層 > 1 ，才算是深度神經網路

“Non-deep” feedforward
neural network



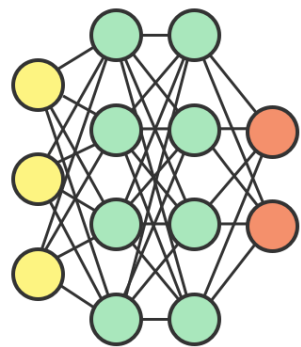
Deep neural network



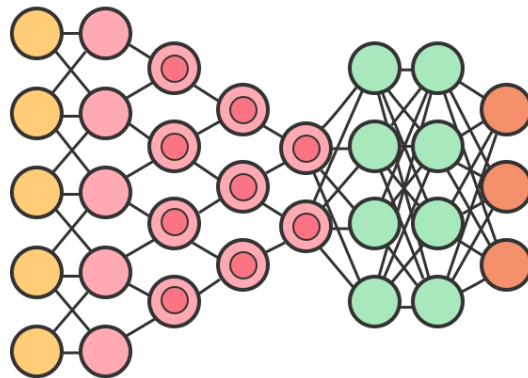
深度神經網路

- 深經網路的種類有非常多，現在每年也有不少新的網路被提出來
 - 我們這門課會教DNN、CNN、RNN、Autoencoder、GAN網路

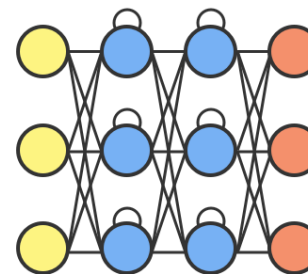
Deep Neural Network
(DNN)



Convolutional Neural Network
(CNN)

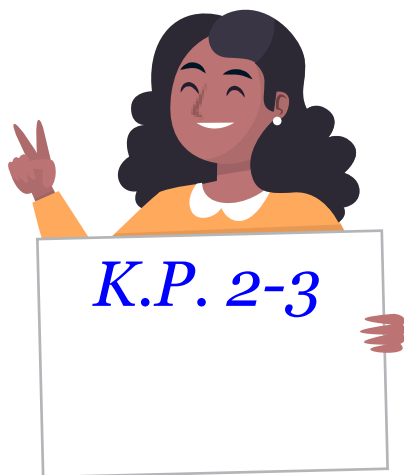


Recurrent Neural Network
(RNN)



2-3: 深度學習的應用

- 深度學習常見應用
- 深度學習有關之產品



designed by freepik

深度學習常見應用

- 影像應用
 - 人臉辨識、物件偵測
- 自然語言處理
 - 語意分析
 - 文字翻譯
- 語音辨識
- 產生文字/圖片/影片
- 玩遊戲

物件偵測

- 給予電腦一張照片，它能把認識的物件都框出來，並且加以分類
 - 非常成熟的應用，目前相關技術已經被大量應用在各個領域
 - <https://arxiv.org/pdf/1506.02640.pdf>

圖片描述

- 給予電腦一張照片，電腦根據這張照片產生一段描述
 - 令人驚訝的是，如中間上面那張圖，當電腦在產生”dog”這個字的時候，其注意力剛好放在狗臉上面



A woman is throwing a frisbee in a park.



A dog is standing on a hardwood floor.



A stop sign is on a road with a mountain in the background.



A little girl sitting on a bed with a teddy bear.



A group of people sitting on a boat in the water.



A giraffe standing in a forest with trees in the background.

<https://arxiv.org/pdf/1502.03044.pdf>

圖片風格遷移

- 給予電腦一張內容照片以及一張風格照片，電腦能將風格照片的風格遷移到內容照片上



文章產生器

- 讓電腦閱讀大量的文章，學習自動產生文章
 - 學習原始作者的寫作風格，並用電腦自己產生一段文章

“郭靖道：‘你這話說得好了？’郭靖一怔，問道：‘怎地你不是？’郭笑道：‘我也是不是。’武修文道：‘我不說，你在他不願……’他話未說完，忽聽得遠處臉上有人低聲道：‘我師妹，你這話可是我的師父，他們便是你的師姊，這是甚麼好手？’周伯通不知如何是她，他自然不會，卻也決不致想起郭靖和武氏兄弟的一番事，他這一生竟會對他不起自己。楊過道：‘我也是你師妹呢？你不知道麼？’郭襄道：‘你說這事還是你師父，你說是你不是？’郭襄一笑，心道：‘你……你……’郭笑道：‘我……我……’他話說得甚是甚是，自是不能不及。這時楊過和郭襄一齊出言譏戰楊過，只得說道：‘我不想娶你。’郭襄道：‘我不是爹爹，他不是我的師叔，他是在這兒……’郭襄道：‘你怎麼要我答應了？你這位郭姑娘不知道。’

深度學習有關之產品

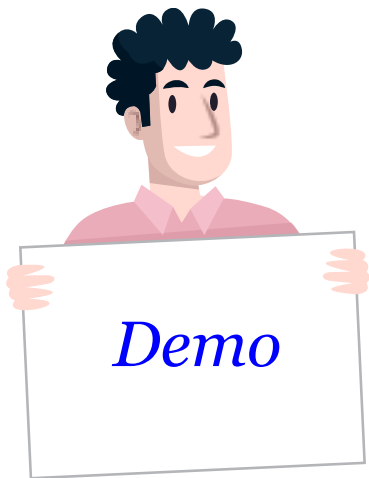
- 語音助理是不少科技廠商想要攻占的市場，這類的裝置可以擺放在家裡並協助使用者的生活
 - 例如可以問語音助理，今天是否會下雨，出門是否需要帶傘等
 - <https://www.amazon.com/Amazon-Echo-And-Alexa-Devices/b?ie=UTF8&node=9818047011>

深度學習有關之產品

- **Google Lens APP**，是Google旗下一款APP
 - 可以辨識不同種類植物、餐廳、著名景點、**Wi-Fi**條碼
 - <https://lens.google.com/>

2-3 Demo

- 開啟Anaconda並將上一模組創建的環境安裝TensorFlow
- 將jupyter notebook開啟並執行Demo_2-3.ipynb



designed by freepik

線上Corelab

- 題目1：請完成程式碼，印出TendsorFlow形式的常數字串"Hello TensorFlow!"
- 題目2：請完成以下程式碼，使用placeholder的形式，在執行session時將"Hello TensorFlow!"字串帶入
- 題目3：請宣告一個變數A，值為776655，請將A變數轉換成tf.float32、tf.int8、tf.string等型態輸出在畫面上

本章重點精華回顧

- 神經元像是邏輯閘一樣
- 現代神經元的運算
- 網路越寬、越深，模型能力越強
- 深度學習在影像、自然語言處理、聲音等都有應用



Lab:TensorFlow 安裝

- Lab01: 安裝TensorFlow
- Lab02: Jupyter Notebook使用教學
- Lab03: TensorFlow hello world

Estimated time:

20 minutes

