

110年第2學期 智慧計算實驗

Computational Intelligence Laboratory

人工智慧

物聯網

電腦視覺

網路通訊

東華大學電機工程學系





課程大綱

COURSE OUTLINE

1

智慧計算(Computational Intelligence)

2

人工智慧(Artificial Intelligence, AI) 理論與實作

3

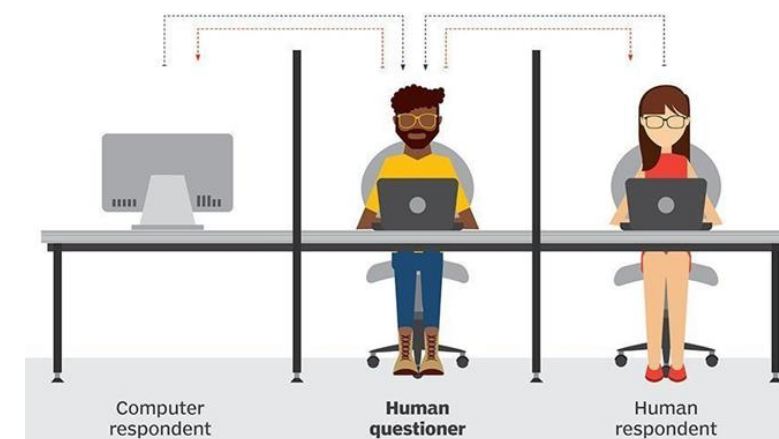
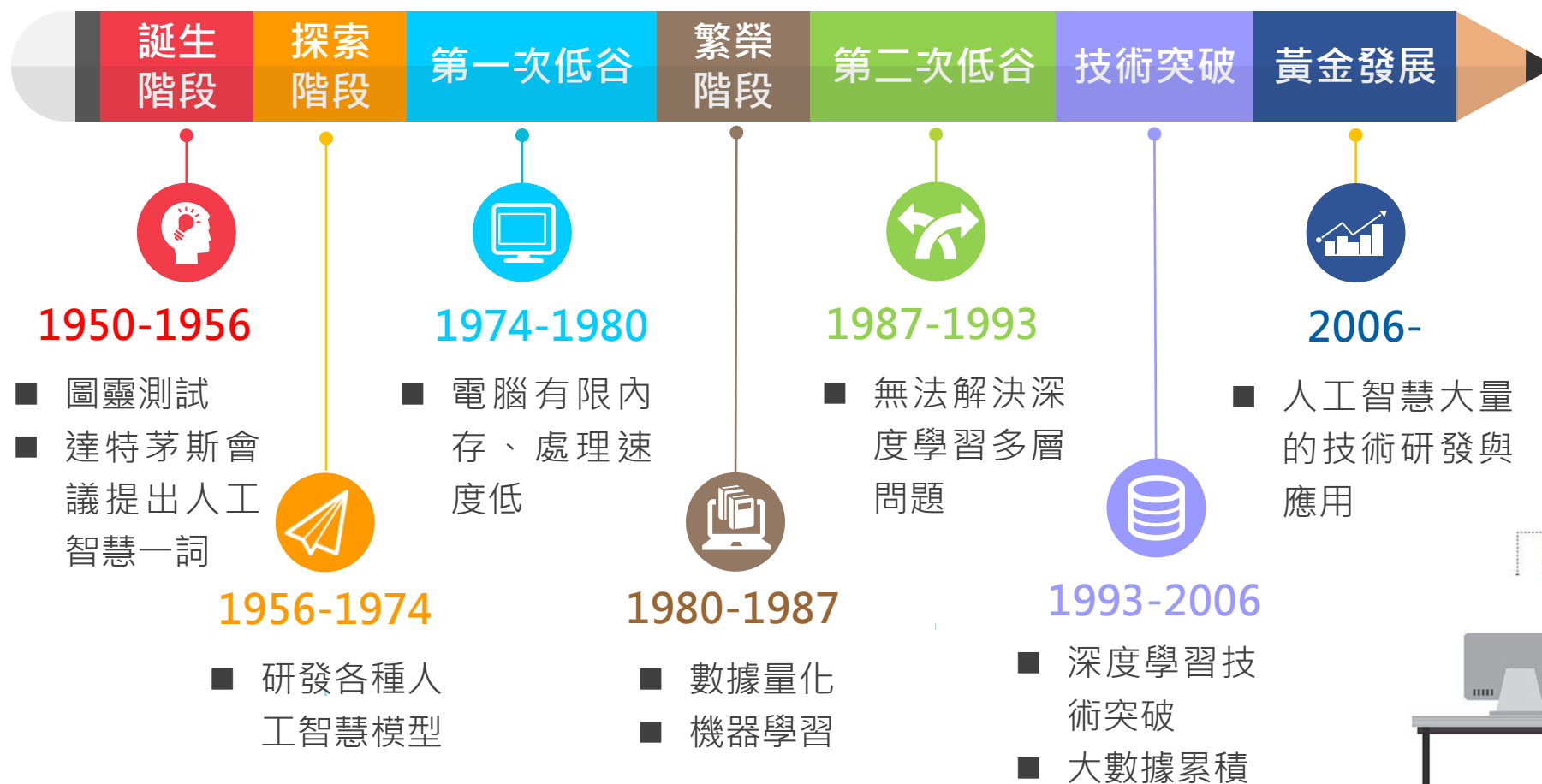
人工智慧在電腦視覺、網絡通訊與物聯網上的最新應用

註

應先修課程：程式設計(一)

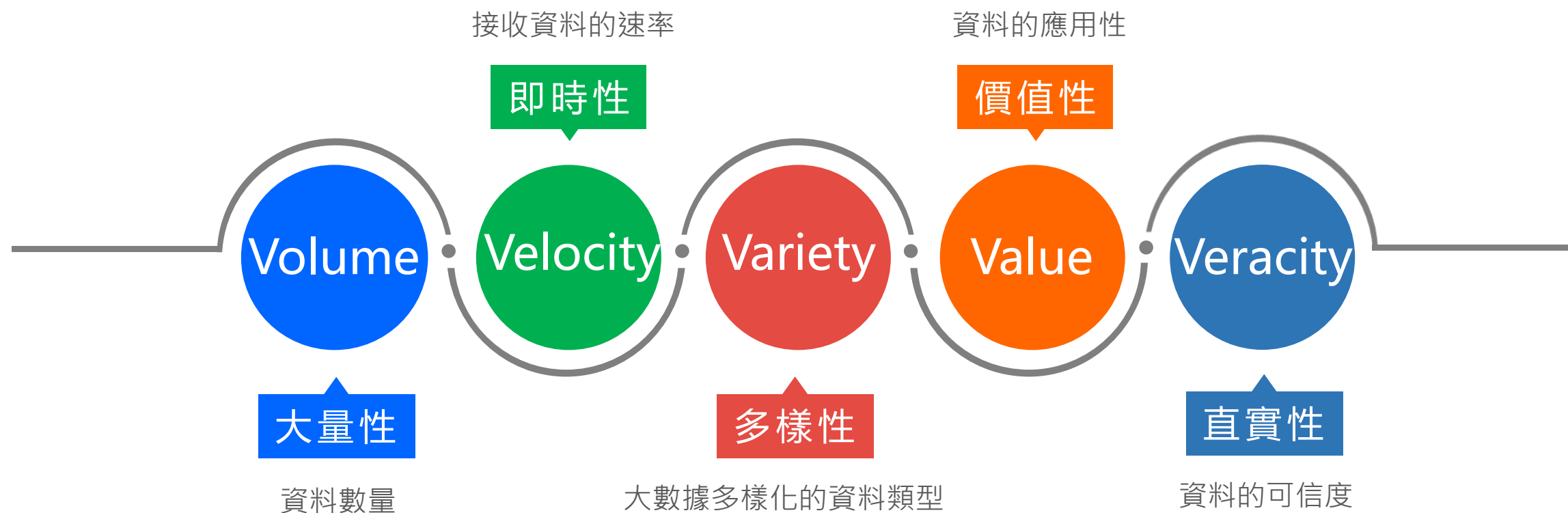


01 發展歷程



02 大數據

指更龐大且更複雜的資料集，使傳統的資料處理軟體已無力招架



03 人工智慧



弱人工智慧

Weak Artificial Intelligence

- 限定領域
- 解決特定問題



強人工智慧

Strong Artificial Intelligence

- 通用領域
- 能勝任人類工作



超人工智慧

Super Artificial Intelligence

- 超越人類智慧

04 學習任務

機器學習：透過大量的資料來讓機器(模型)，學習到如何正確預測及判斷

在數學定義上是找到一函數，能讓資料輸入函數得到輸出值，其值與實際值越相近

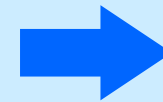
輸入

函數

輸出

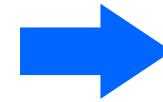
回歸

PM_{2.5}、CO、SO₂等



呼吸道感染人數

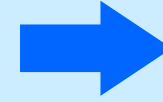
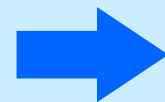
分類



貓 (0) / 狗 (1)

類別

分類
定位



影像的像素值

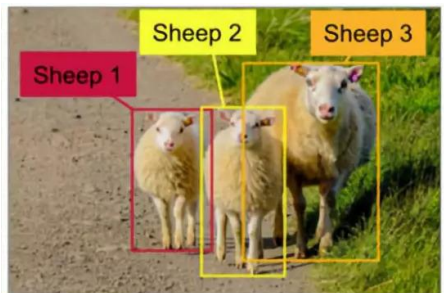
目標物的類別及其位置

04 學習任務 (電腦視覺)



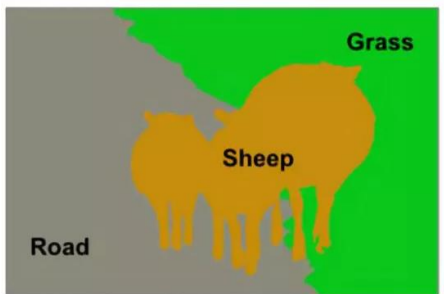
分類 (Classification)

- 只判別是否有該類別，無法得知位置與數量
- 輸出為類別



物件偵測 (Object Detection)

- 又稱為目標檢測，具有分類與定位 (回歸)
- 輸出為數個預測框與其類別

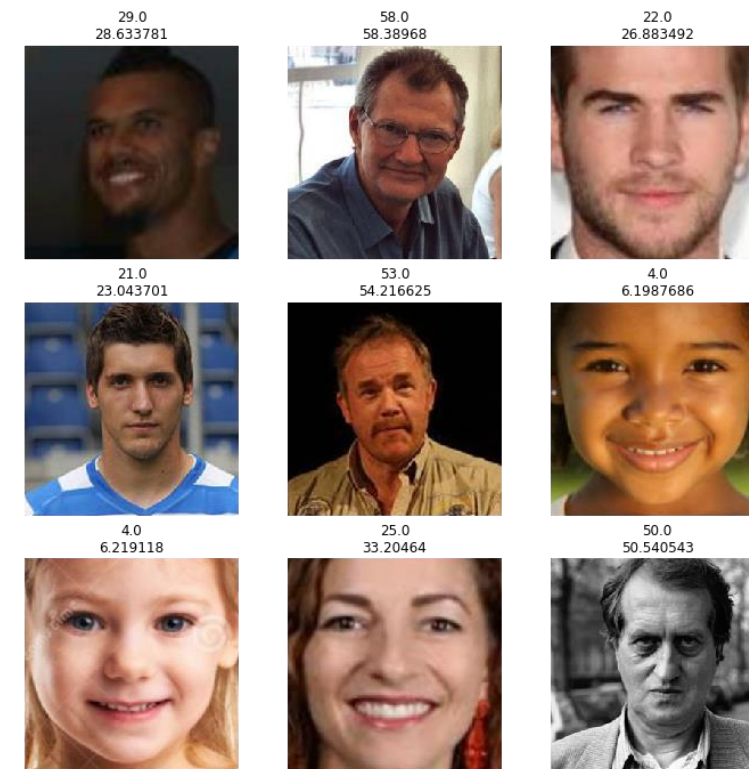


影像分割 (Image Segmentation)

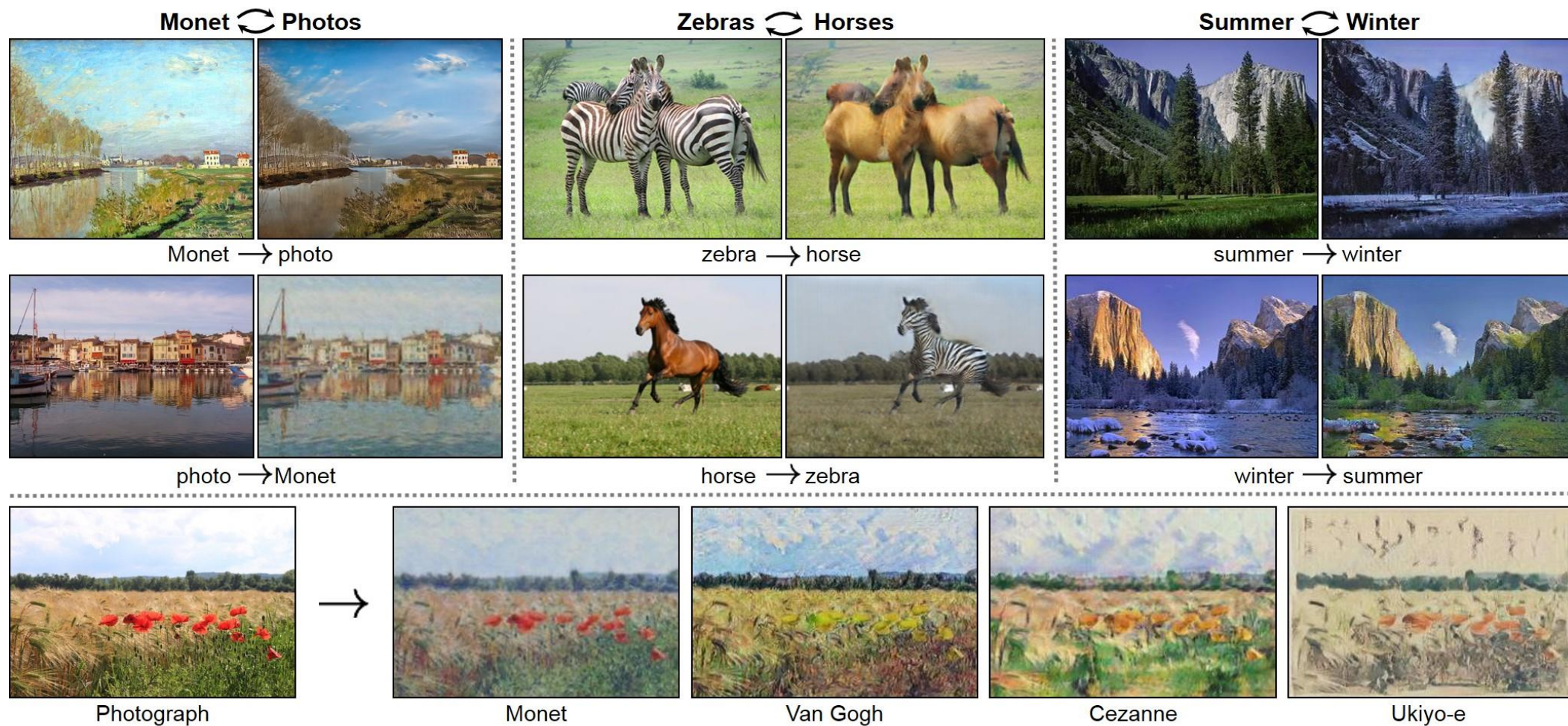
- 又有分語義分割、實例分割 與 全景分割
- 輸出為每個像素的類別

回歸 (Regression)

- 輸出是任一連續數值

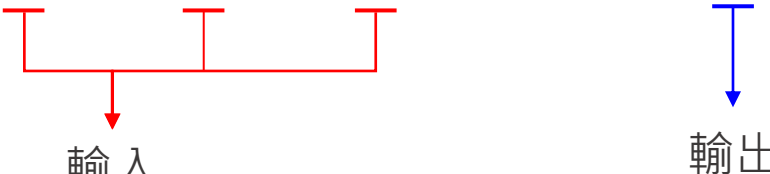


04 學習任務



[1] J.-Y. Zhu, T. Park, P. Isola, and A. A. Efros. "Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks", *IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2017.

05 回歸 機器學習判斷身體質量指數

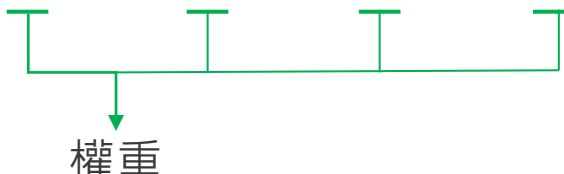
$$f(x) = w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + \cdots + w_0 = y$$


輸入

輸出

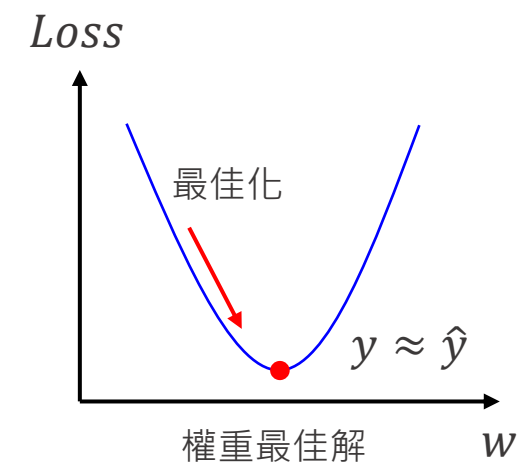
ID	身高 x_1	體重 x_2	年齡 x_3
1	160	47	22
2	180	90	32
3	157	55	18
⋮	⋮	⋮	⋮
999	168	65	21
1000	178	89	60

AI訓練：透過資料尋找最佳函數，即最佳權重解

$$f(x) = w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + w_0 = y$$


權重

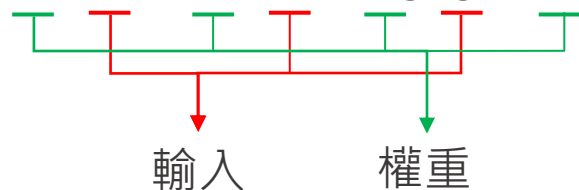
BMI (\hat{y})	y
18.36	18.63
27.78	28.61
22.31	21.98
⋮	⋮
23.03	22.88
28.09	28.78



$$f(x) = -22.416 \times x_1 + 0.336 \times x_2 + 0.002 \times x_3 + 38.655$$

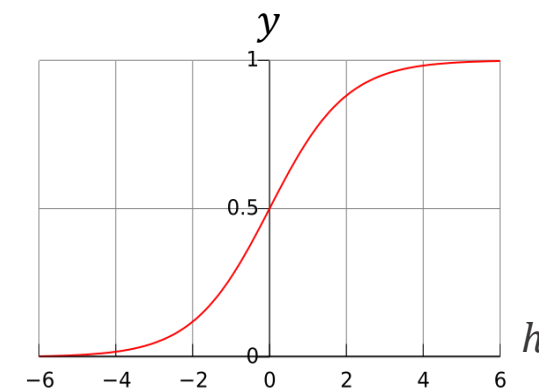
06 分類 機器學習判斷胖瘦

$$f(x) = w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + w_0 = h$$



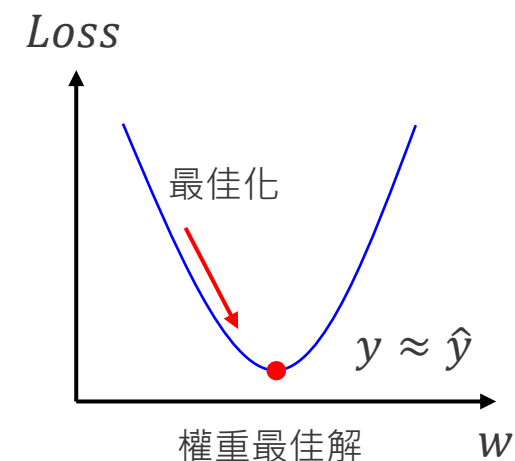
$$\text{Sigmoid}(h) = \frac{1}{1 + e^{-h}} = y$$

輸出



ID	身高 x_1	體重 x_2	年齡 x_3	胖1/瘦0 \hat{y}	y
1	160	47	22	0	0.1
2	180	90	32	1	0.9
3	157	55	18	0	0.2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
999	168	65	21	0	0.2
1000	178	89	60	1	0.8

AI訓練：透過資料尋找最佳函數，即最佳權重解

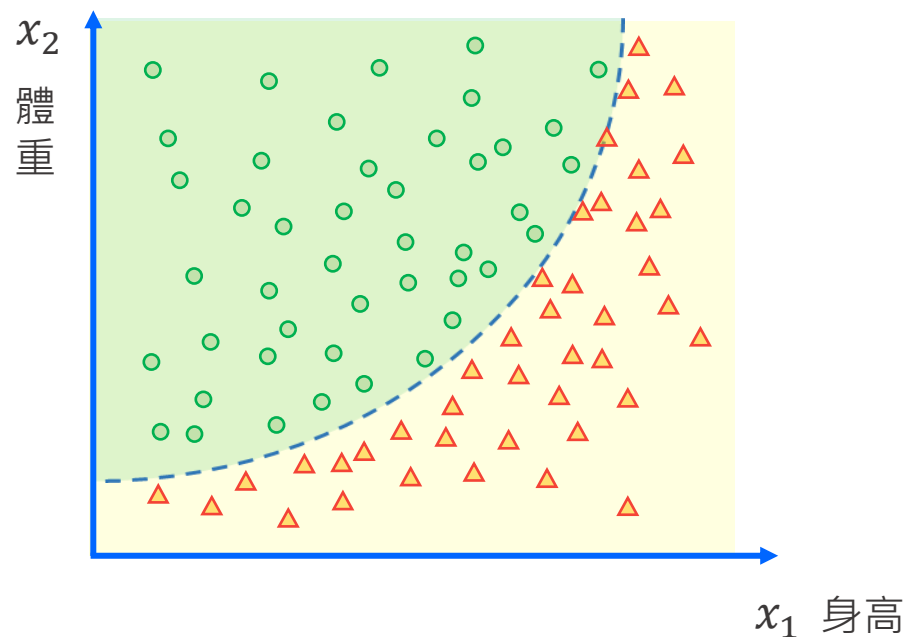


設置臨界值(Threshold)，若輸出 y 大於該值則預測為1，反之，預測為0。通常設為0.5

06 分類 機器學習判斷胖瘦

☑ 2D散布圖：兩個輸入，函數為曲線或直線

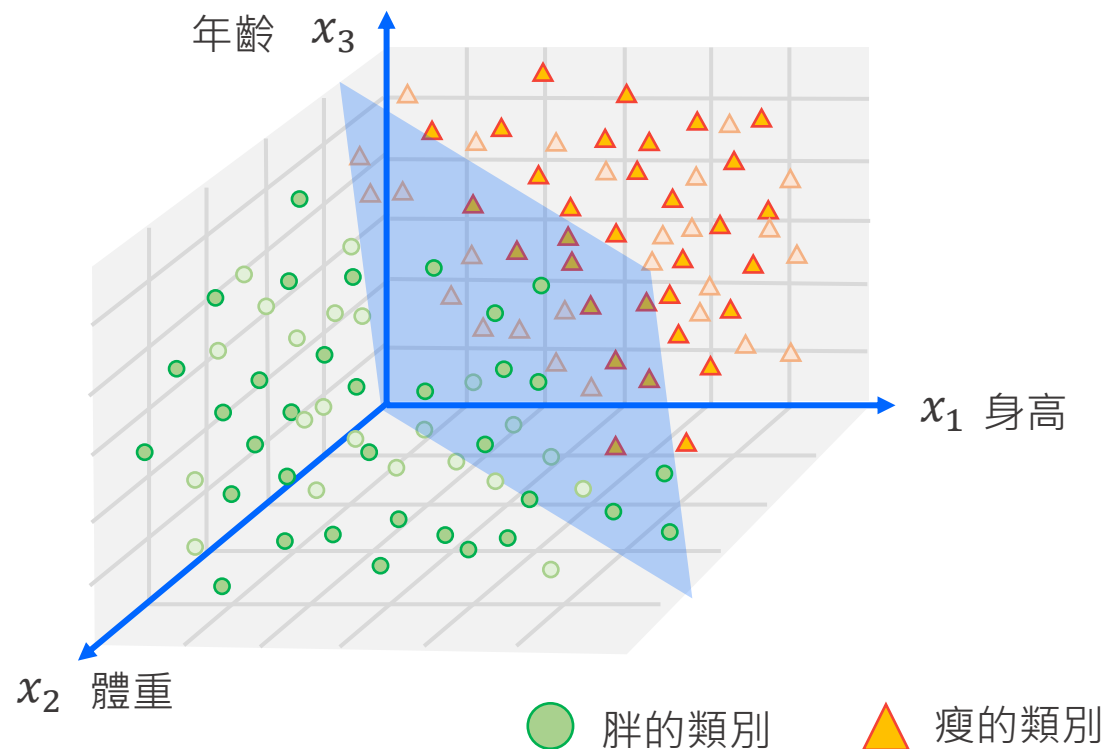
$$f(x) = -22.416 \times x_1 + 0.336 \times x_2 + 38.655$$



☑ 多維散布圖：多元輸入，函數為超曲面或超平面

☑ 3D散布圖：三個輸入，函數為曲面或平面

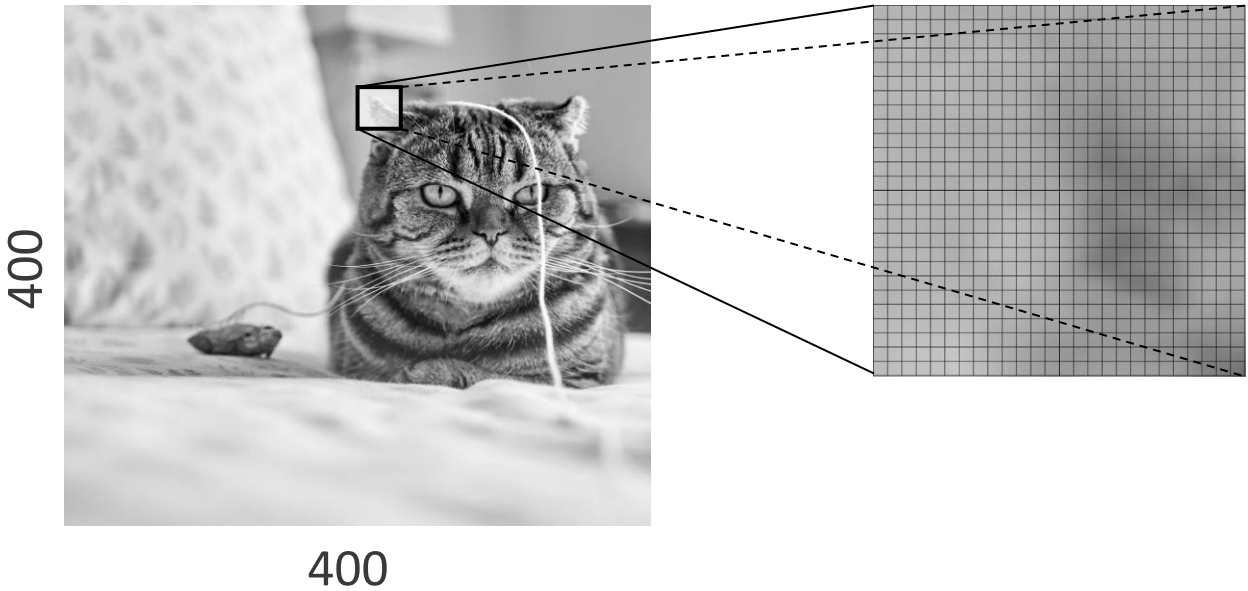
$$f(x) = -22.416 \times x_1 + 0.336 \times x_2 + 0.002 \times x_3 + 38.655$$



06

分類

機器學習判斷灰階影像



400

400

175	174	173	169	...	167
168	165	159	156	...	159
160	157	132	145	...	112
162	158	131	129	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	...	49	52
149	146	124	...	48	50

Image	Pixel 1	Pixel 2	Pixel 3	...	Pixel 400	Pixel 401	...	Pixel 159999	Pixel 160000	類別 \hat{y}
1	175	174	173	...	167	168	...	48	50	貓 0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮


AI訓練：透過資料尋找最佳函數，即最佳權重解

$f(x) = w_{160000}x_{160000} + \cdots + w_0 = h$

$Sigmoid(h) = \frac{1}{1 + e^{-h}} = y$

06 分類 機器學習判斷彩色影像

400



400

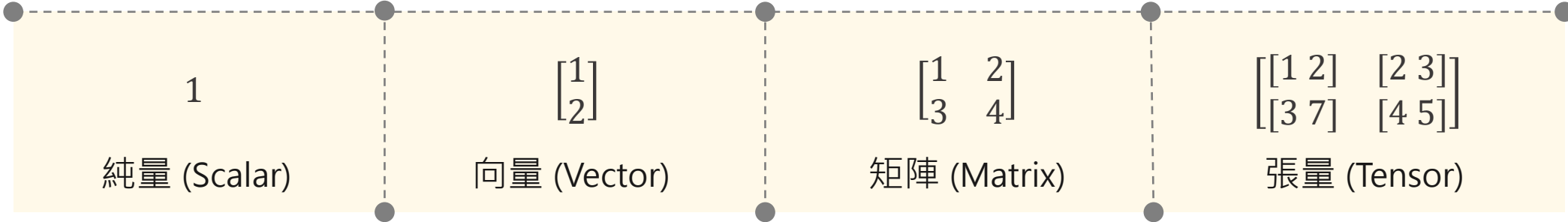
數位彩色影像每個像素值由RGB三個通道的數值所決定的

$$\begin{bmatrix} [175 & 160 & 175] & [174 & 174 & 174] & [173 & 173 & 173] & [169 & 169 & 179] & \dots & [167 & 167 & 167] \\ [168 & 165 & 167] & [165 & 165 & 175] & [159 & 109 & 189] & [156 & 156 & 156] & \dots & [159 & 169 & 159] \\ [160 & 120 & 150] & [157 & 157 & 147] & [132 & 122 & 132] & [145 & 145 & 125] & \dots & [112 & 111 & 122] \\ [162 & 102 & 80] & [158 & 158 & 148] & [131 & 100 & 131] & [129 & 102 & 119] & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ [149 & 255 & 100] & [146 & 255 & 152] & [124 & 124 & 124] & \dots & [49 & 169 & 200] & [52 & 252 & 252] \\ & & & & & & & & [48 & 148 & 255] & [50 & 250 & 240] \end{bmatrix}_{400 \times 400 \times 3}$$

$$\begin{bmatrix} 175 & 174 & 173 & 169 & \dots & 167 \\ 168 & 165 & 159 & 156 & \dots & 159 \\ 160 & 157 & 132 & 145 & \dots & 112 \\ 162 & 158 & 131 & 129 & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & 49 & 52 \\ 149 & 146 & 124 & \dots & 48 & 50 \end{bmatrix}_{400 \times 400} \quad \mathbf{R}$$

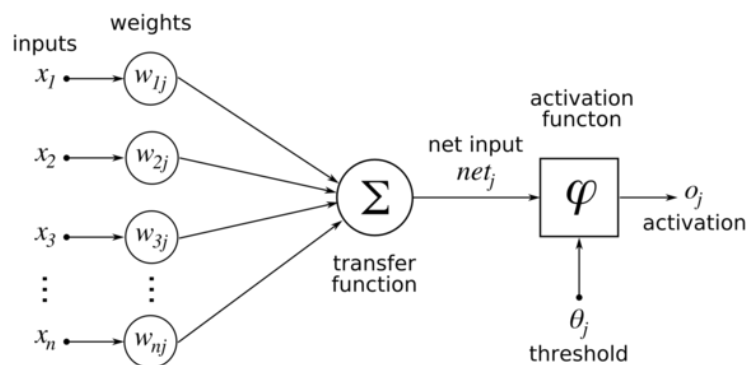
$$\begin{bmatrix} 160 & 174 & 173 & 169 & \dots & 167 \\ 165 & 165 & 109 & 156 & \dots & 169 \\ 120 & 157 & 122 & 145 & \dots & 111 \\ 102 & 158 & 100 & 102 & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & 169 & 252 \\ 255 & 255 & 124 & \dots & 148 & 250 \end{bmatrix}_{400 \times 400} \quad \mathbf{G}$$

$$\begin{bmatrix} 175 & 174 & 173 & 179 & \dots & 167 \\ 167 & 175 & 189 & 156 & \dots & 159 \\ 150 & 147 & 132 & 125 & \dots & 122 \\ 80 & 148 & 131 & 119 & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & 200 & 252 \\ 100 & 152 & 124 & \dots & 255 & 240 \end{bmatrix}_{400 \times 400} \quad \mathbf{B}$$

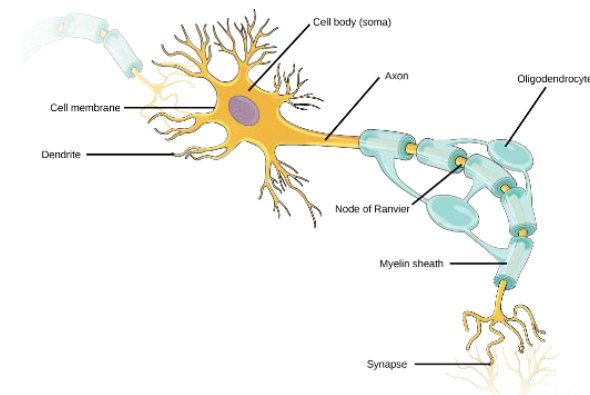


07 深度學習 – 神經元 與 神經網路

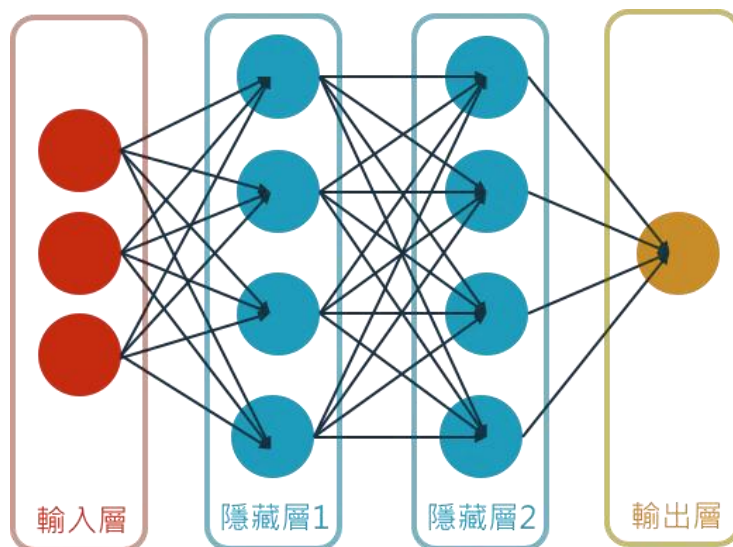
單層



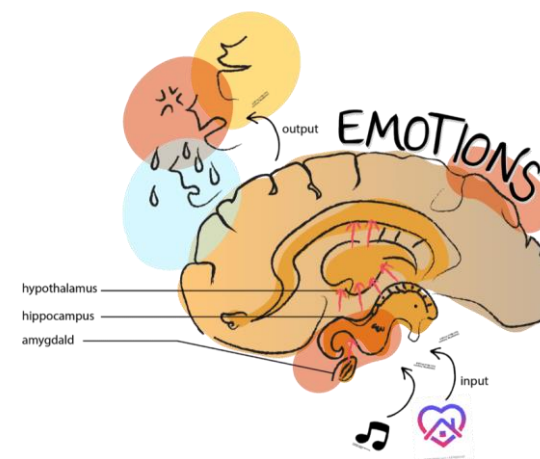
神經元



多層

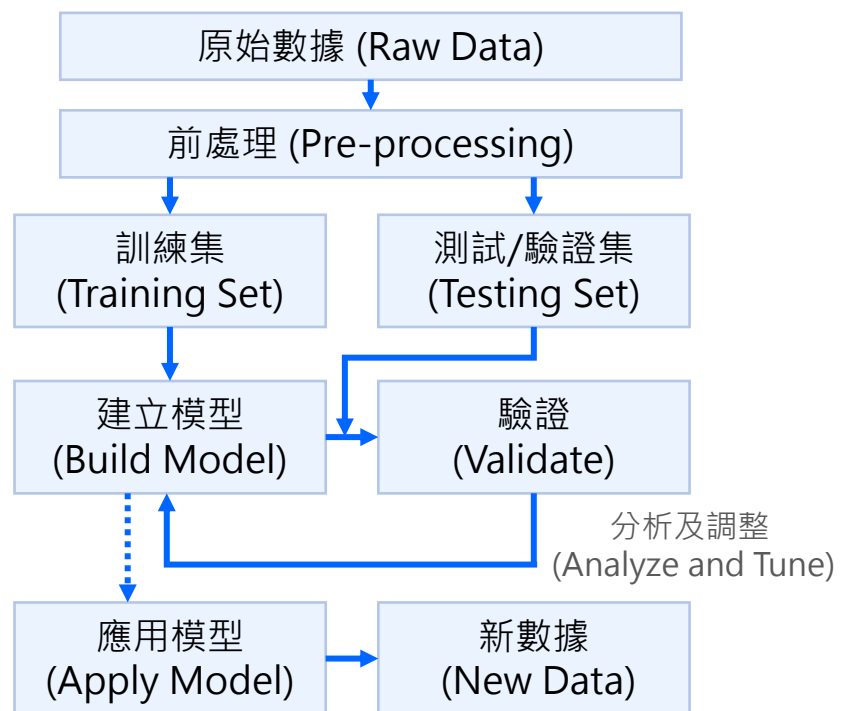


大腦



08 學習方法 – 監督式學習

☑ 監督式學習 (Supervised Learning)



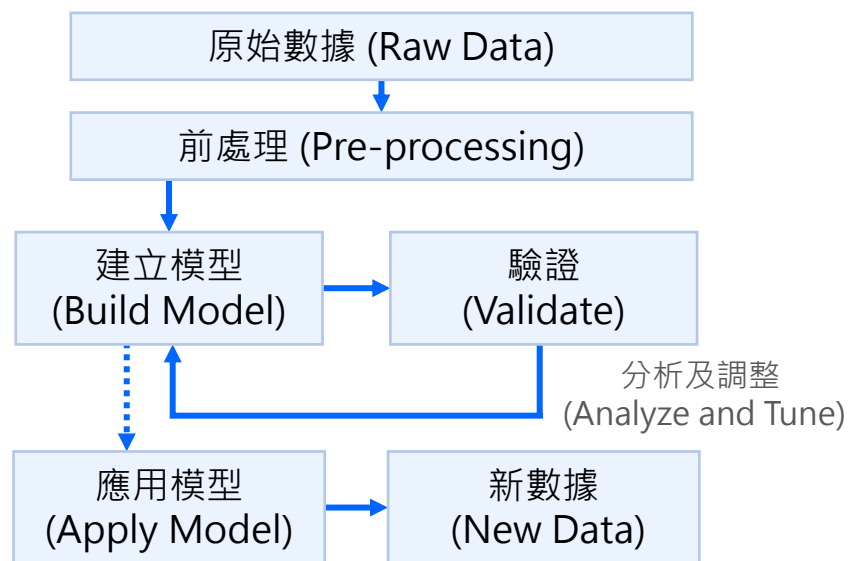
監督式學習是電腦從標籤化(Labeled)的資訊中分析模式後做出預測的學習方式

常見的監督式學習模型為：

1. 線性回歸
2. 邏輯回歸
3. 決策樹
4. 隨機森林
5. 支持向量機
6. 多層感知器
7. 卷積神經網路

08 學習方法 – 非監督式學習

☑ 非監督式學習 (Unsupervised Learning)



非監督式學習不需事先以人力處理標籤，機器面對資料時，做的處理是依照關聯性去歸類、找出潛在規則與套、形成集群

常見的非監督式學習模型為：

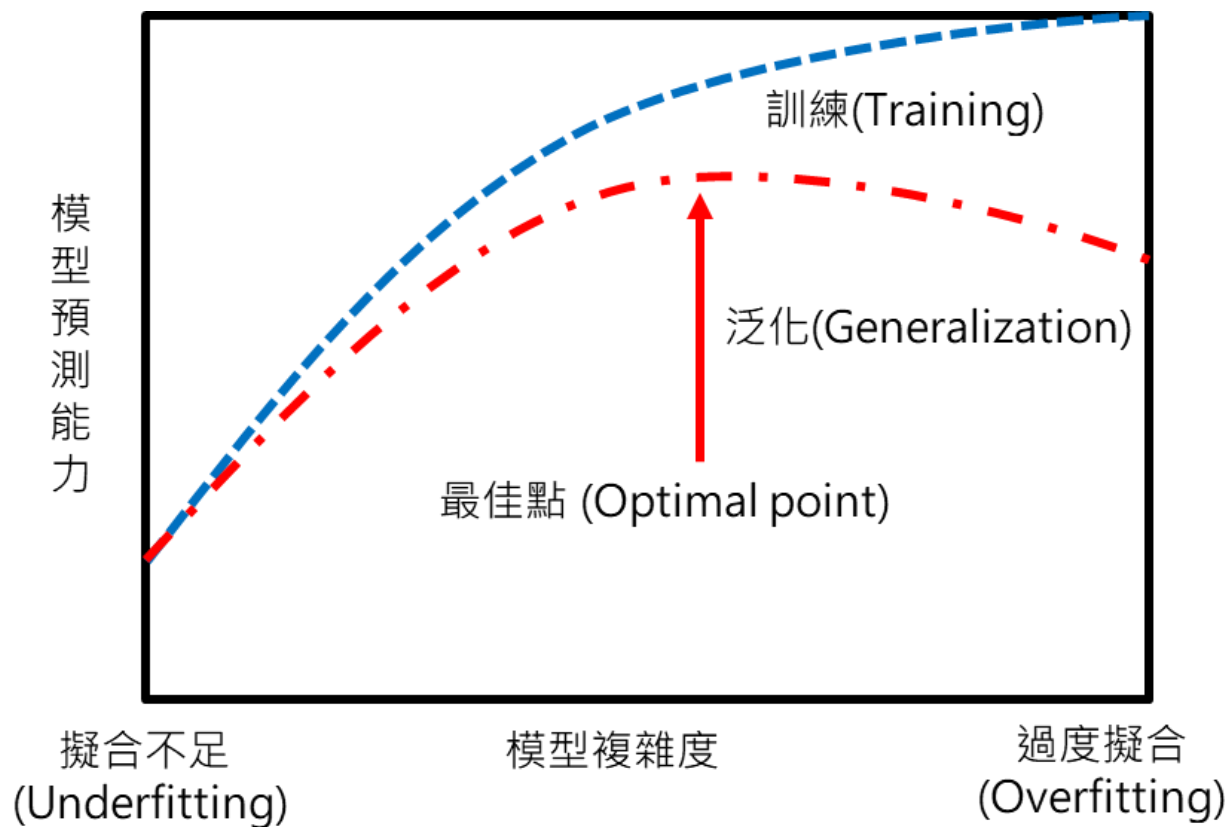
1. K平均演算法
2. 主成分分析
3. 孤獨森林
4. 單類別支持向量機
5. 自編碼器
6. 生成對抗網路

08 泛化能力



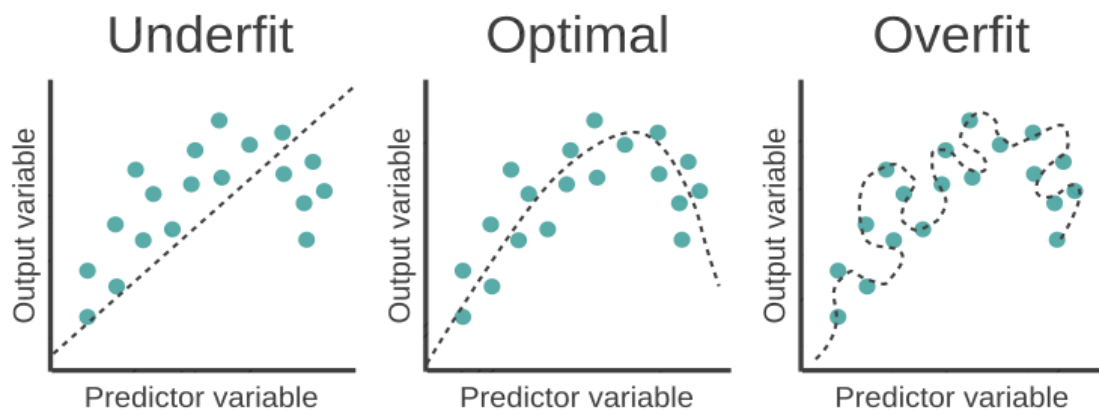
泛化能力(Generalization Ability)是指模型適應新數據的能力。以下方法可以提高泛化能力：

1. 資料樣本增大
2. 資料前處理
3. 調降低整模型**超參數**來模型複雜度

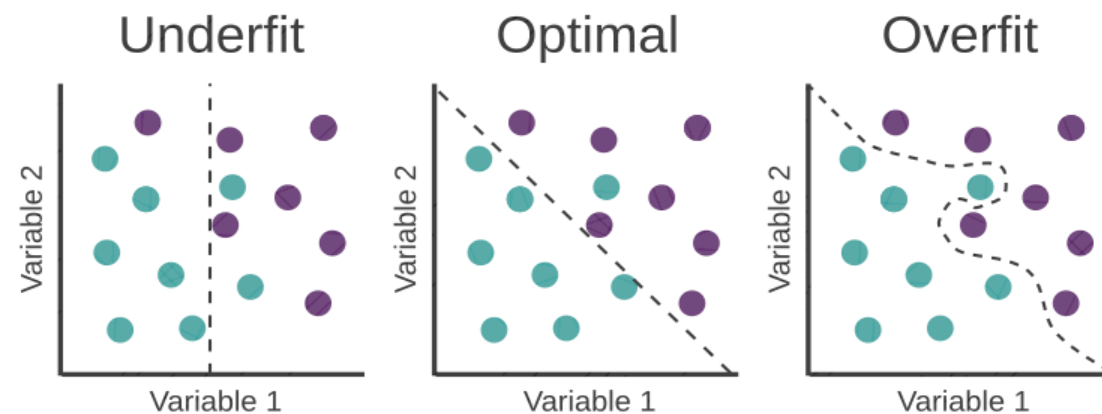


08 泛化能力


☑ 回歸



☑ 分類



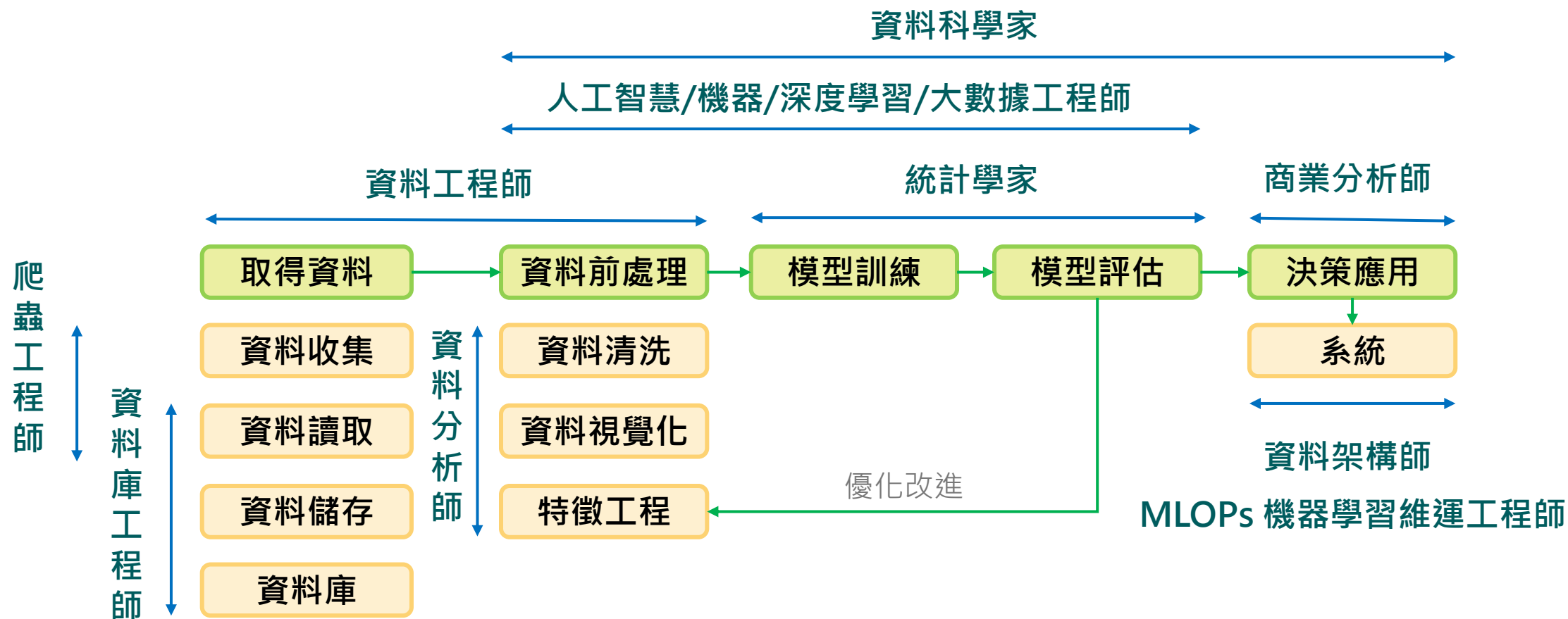
09 了解資料

 在數據分析與人工智慧模型訓練前的第一步，就是要了解資料與蒐集資料，目前常見的資料格式分為**結構化**、**半結構化**與**非結構化**資料：

	結構化資料 (Sturctured Data)	半結構化資料 (Semi-Structured Data)	非結構化資料 (Unstructured Data)
定義	嚴謹定義為資料可以被呈現在資料庫表格的行與欄，即已被整理過的資料	便於資料交換，其特性同時具備欄位概念與欄位可拓展性，可透過欄位查詢資料，並可根據使用者需求來增減欄位	形式自由且不遵循標準的格式規範，一團沒有組織的數據，即未經整理過的資料
優缺點	查詢資料快速，佔用存儲空間少；缺點是拓展新的欄位比較麻煩，在資料交換上的規定也比較嚴格	利於資料交換與傳輸，並可以增減欄位；缺點每筆資料的結構可能會不一致	佔用更多存儲空間，無法直接用於數據分析、未規則性的資料很難處理與整理
範例	關聯式資料庫(MySQL, Oracle等)的資料	CSV、JSON與XML	文字、圖片、音樂、影片、PDF等

- 人工智慧所訓練的資料為結構化的張量資料，如何將非結構化轉化為結構化資料是AI前的必要步驟

10 AI相關的工程師



PART

2



線性回歸

- 參數與超參數
- 損失函數
- 梯度下降法
- 學習速率
- 批量、隨機與小批量梯度下降法

PART

1

人工智慧安裝篇

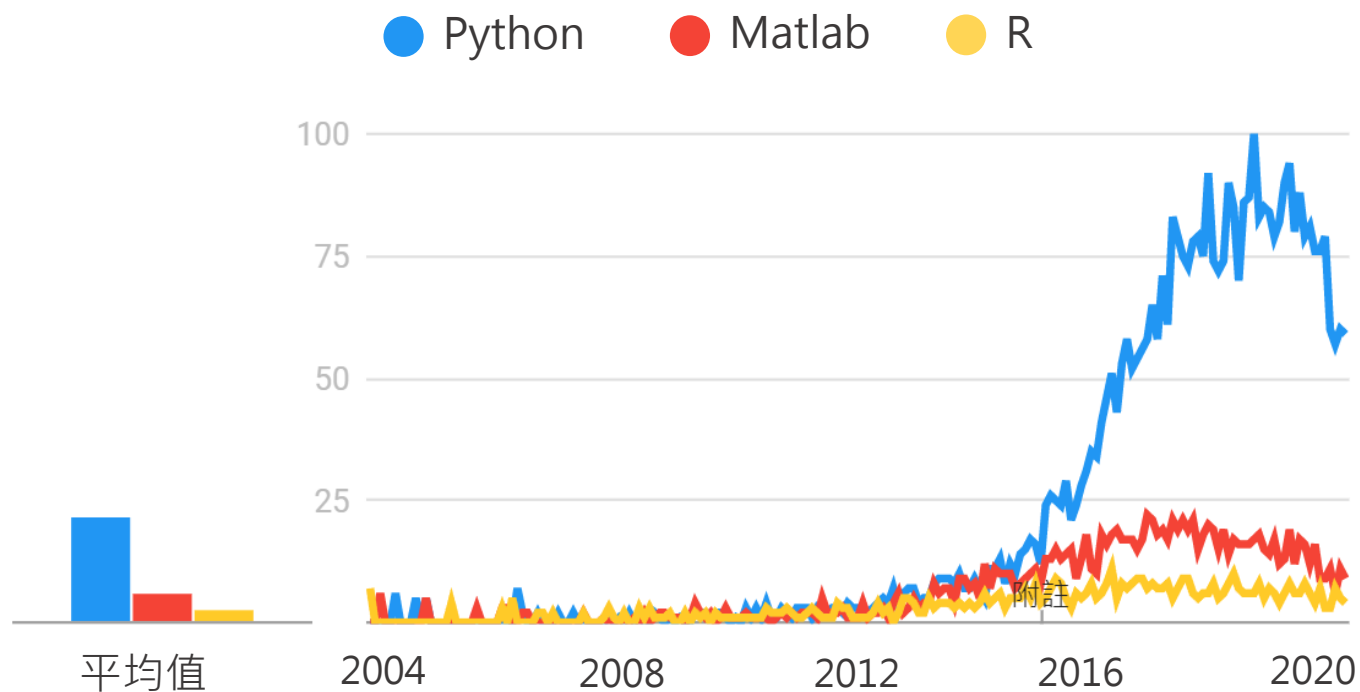
- 編程語言
- 深度學習框架
- 本機安裝Python
- Jupyter Notebook 自動補上語法
- 安裝套件



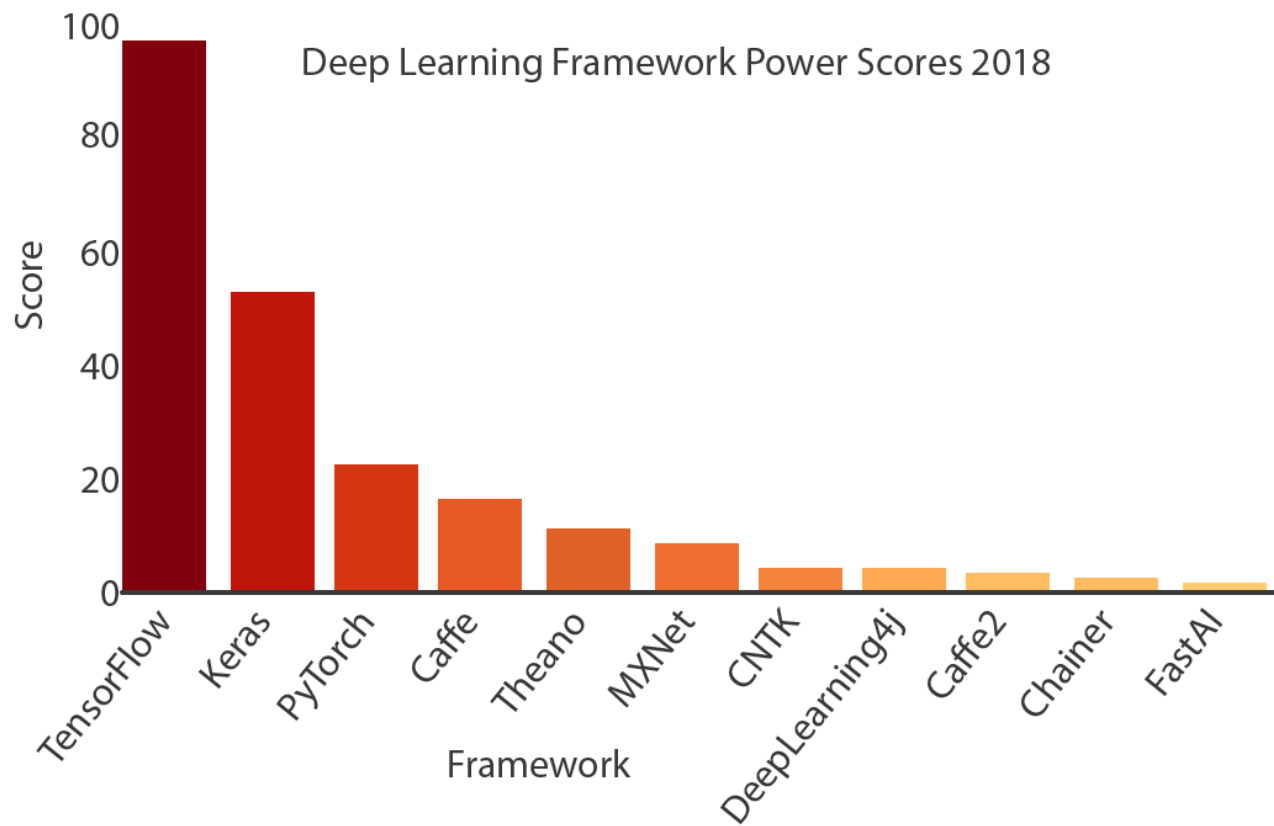
01 編程語言

01 人工智慧安裝篇

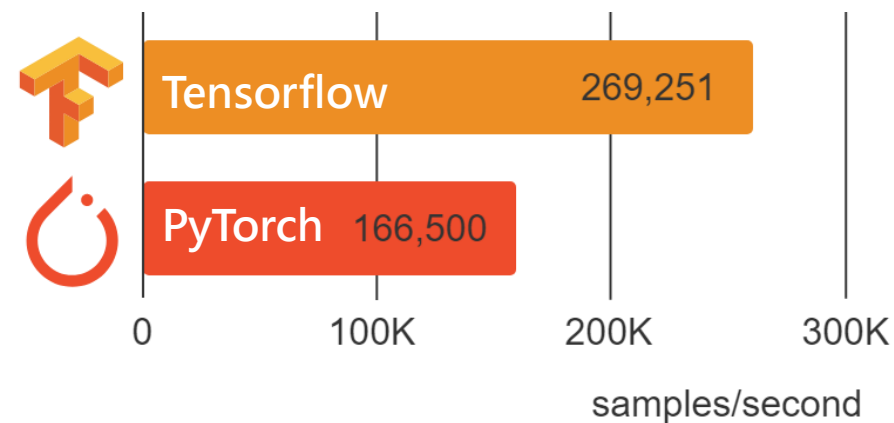
Google Trends 全球搜索詞彙：Machine and Deep Learning



02 深度學習框架



01 人工智慧安裝篇



	Tensorflow	PyTorch
Training time	01:01:54	01:40:06
Epoch time (seconds/epoch)	3.714	6.006
Training speed (samples/second)	269,251	166,500

03 本機安裝Python

- 從Anaconda官網中選擇下載電腦系統支援的安裝檔案(目前Anaconda的最高Python版本為3.9)
<https://www.anaconda.com/products/individual>
- 執行安裝檔，環境變數需要打勾文字成紅色，其餘都按下一步即可
- 安裝完成後，將Anaconda以右鍵以「系統管理身分執行」
- 由於考量本教材使用的套件大多只支援**Python3.6**，所以創建Python 3.6的環境：
 1. Environments中在base(root)根環境，以左鍵點擊三角形選擇執行「Open Terminal」執行命令提示字元(CMD)
 2. 在CMD中輸入 `conda create -n py36 python=3.6 anaconda`，開始創建名稱為py36與Python版本為3.6的環境
 3. 安裝完後，在Environments中點擊py36的環境，並轉換到「Home」，點擊安裝程式編譯器Jupyter Notebook「install」
 4. 完成後Environments中在py36環境，以左鍵點擊三角形選擇執行「Open with Jupyter Notebook」可以開始撰寫程式



04 Jupyter Notebook 自動補上語法

在 py36 環境中開啟命令提示字元執行下列指令：

■ 安裝 nbextensions

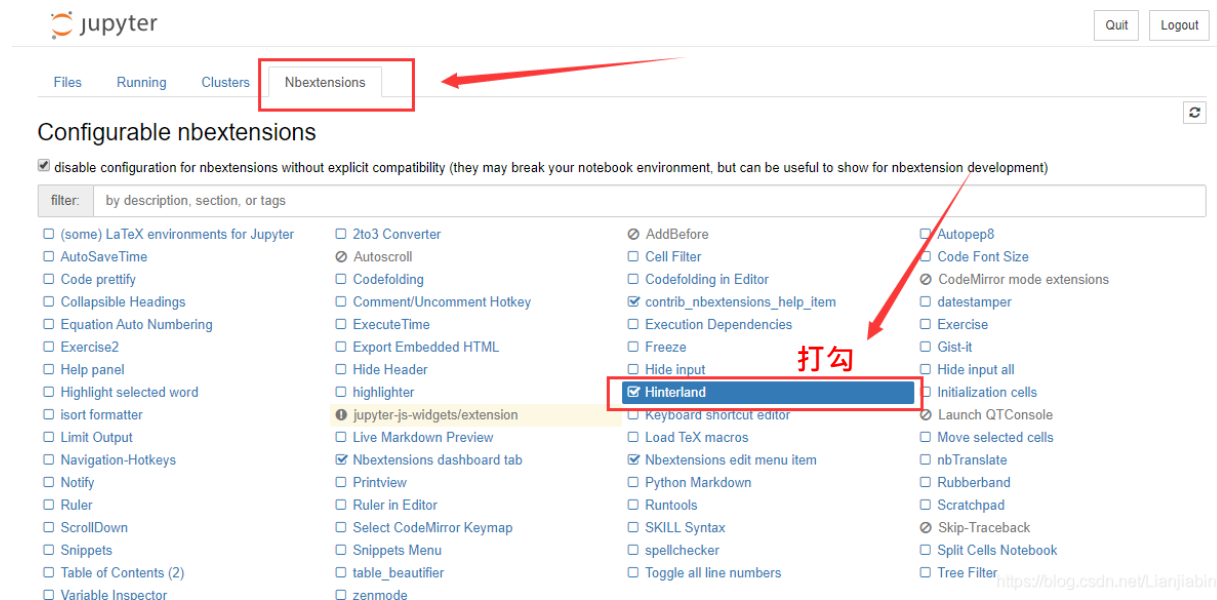
- ✓ `pip install jupyter_contrib_nbextensions`
- ✓ `jupyter contrib nbextension install --user`

■ 安裝 nbextensions_configurator

- ✓ `pip install jupyter_nbextensions_configurator`
- ✓ `jupyter nbextensions_configurator enable --user`

■ 完成上述安裝後，請重新啟動 Jupyter Notebook，在彈出的 Home 裡面中，能看到增加了 Nbextensions 標籤頁，在這勾選 Hinterland 即啟動語法自動補全

- 補充：若要程式碼的左邊顯示行數，點擊「View」中的「Toggle Line Number(切換行數)」，預設為關閉



05 安裝套件

兩種安裝方式：

1. 可至PyPI網站（ <https://pypi.org/> ）上尋找套件名稱，並複製 `pip install package_name` 輸入至該環境的命令提示字元中



- 補充：pip 默認將 Python 包安裝到系統目錄，有時會需要系統管理訪問權限。
添加 `-user` 指令是不需要任何特殊權限，`pip install package_name --user`
- 2. 在該環境中選擇「Not Installed」，對預安裝的套件點擊方框，並選擇「Apply」來安裝。或是使用 `conda install package_name`
- 補充：安裝方式 pip 與 conda 在環境中的依賴方面有所不同
 1. pip安裝時會在遞歸的串行循環中安裝依賴項。可能無法確保同時滿足所有套件的依賴性。如果較早安裝的套件與稍後安裝的套件具有不兼容的依賴性版本，則可能導致破壞環境
 2. conda使用可確保滿足環境中安裝的所有套件的所有要求。此檢查可能需要額外的時間，但有助於防止創建破壞環境

PART

2

資料讀取與處理

- 純文字文件
- 常見傳遞資料格式
- 影像
- 影片與攝影機串流



01 純文字文件

☑ 步驟：開啟 — 寫入/讀取 — 關閉

1. 開啟 `file_obj = open(file, mode= "r")`

r 開啟檔案只供讀取，為預設值

w 開啟檔案供寫入，如果原先檔案有內容，其內容將被覆蓋

a 開啟檔案供寫入，如果原先檔案有內容，新寫入的資料將附加在後面

x 開啟一個新的檔案供寫入，如果所開啟的檔案已經存在則會產生錯誤

2. 讀檔 `file_obj.readlines()` 一次讀一行，以列表呈現

`file_obj.read()` 一次讀全部

3. 寫檔 `file_obj.write(str)`

`print(str, file=file_obj)`

4. 關閉 `file_obj.close()` 每次開啟檔案，請必要執行關閉

若使用with as 開啟檔案，以下程式執行完會自動關閉 `with open(file, mode= "r") as file_obj:`

02 常見傳遞資料格式

✓ Pandas 是一個資料處理與資料分析常用的開源套件 (<https://pandas.pydata.org/docs/index.html>)

1. 給予資料與欄位字串，建立一DataFrame

```
df = pd.DataFrame(data, columns = [str])
```

2. 呈現DataFrame資料：前n筆資料(n預設為5)

```
df.head(n=5)
```

後n筆資料(n預設為5)

```
df.tail(n=5)
```

3. 從DataFrame中取得一欄位的資料：

```
data_column = df[str]
```

4. 儲存DataFrame資料：

- csv `df.to_csv(path, index = bool)`
- excel `df.to_excel(path, index = bool, sheet_name = str)`
- json `df.to_json(path)`
- xml `df.to_xml(path)`

index為第一欄位編號是否存取

sheet_name 為工作表的名稱

備註：pandas 版本為 1.3.0 以上才能使用

02 常見傳遞資料格式

5. 讀取資料：

■ csv `df = pd.read_csv(path)`

■ excel `df = pd.read_excel(path, engine='openpyxl')`

openpyxl 支持較新的試算表格式

■ json `df = pd.read_json(path)`

■ xml `df = pd.read_xml(path)`

6. 新建欄位

`df[str] = data`

單欄新增，若str是以存在的欄位，其資料內容則會被取代

`df.insert(index,str,data)`

單欄新增，index為插入的欄位位置

`df = df.assign(str1 = data1, str2 = data2, ...)`

多欄新增

7. 新建資料(列)

`df2 = df2.append(df1)`

多列新增，df1的欄位名稱要與df2相同，此方法較多限制

03 影像



處理影像的套件常見的如下五個：

	OpenCV (cv2)	Matplotlib	Scipy
讀取資料	<code>cv2.imread(path)</code>	<code>matplotlib.image.imread(path)</code>	<code>scipy.misc.imread(path)</code>
資料型別	<code>numpy.ndarray</code>	<code>numpy.ndarray</code>	<code>numpy.ndarray</code>
顯示影像	<code>cv2.imshow(Title, img)</code>	<code>matplotlib.pyplot.imshow(img)</code> <code>matplotlib.pyplot.matshow(img)</code> <code>matplotlib.pyplot.show()</code>	<code>scipy.misc.imshow(img)</code>
儲存影像	<code>cv2.imwrite(path, img)</code>	<code>matplotlib.pyplot.imsave(path, img)</code>	<code>scipy.misc.imsave(path, img)</code>

	PIL	Tensorflow (tf), Keras
讀取資料	<code>PIL.Image.open(path)</code>	<code>tf.keras.preprocessing.image.load_img(path)</code>
資料型別	PIL	PIL
顯示影像	<code>img.show()</code>	<code>img.show()</code>
儲存影像	<code>img.save(path)</code>	<code>tf.keras.preprocessing.image.save_img(path, img)</code>

03 影像

1. PIL轉為陣列，可用兩種方法：`tf.keras.preprocessing.image.img_to_array(img)`，`numpy.array(img)`

2. OpenCV讀取影像的彩色通道為BGR。顯示影像也為BGR。

若要轉換彩色通道時，可以使用 `dst = cv2.cvtColor(src, code)`

- `dst` 表示輸出影像，與原始輸入影像具有同樣的資料類型與深度
- `src`表示原始輸入影像
- `code`是色彩空間轉換碼，常見的如右表 與 網站 [[連結](#)]：

補充：色彩空間的通道表示如下

- RGB 與 BGR：為光的三原色即紅、綠、藍色
- HSV：H為色調，S為飽和度，V為亮度
- YUV：又稱為YCrCb，Y為亮度，UV 表示色度，即色調與飽和度，分別用Cr和Cb來表示

說明	轉換碼
RGB與BGR轉換	<code>cv2.COLOR_BGR2RGB</code>
	<code>cv2.COLOR_RGB2BGR</code>
RGB/BGR與灰階轉換	<code>cv2.COLOR_BGR2GRAY</code>
	<code>cv2.COLOR_RGB2GRAY</code>
RGB/BGR與HSV轉換	<code>cv2.COLOR_BGR2HSV</code>
	<code>cv2.COLOR_RGB2HSV</code>
	<code>cv2.COLOR_HSV2BGR</code>
	<code>cv2.COLOR_HSV2RGB</code>
RGB/BGR與YUV轉換	<code>cv2.COLOR_BGR2YUV</code>
	<code>cv2.COLOR_RGB2YUV</code>
	<code>cv2.COLOR_YUV2BGR</code>
	<code>cv2.COLOR_YUV2RGB</code>

04 影片與攝影機串流

1. 初始化 `cap = cv2.VideoCapture(ID)`

初始化攝影機並存至`cap`變數中，其中ID為攝影機的ID號。預設值為-1，表示隨機選取一個攝影機。設為0為第一個攝影機，設為1為第二個攝影機，依此類推。ID也可以給予影片的位置來初始化預播放的影片

2. 捕捉畫面 `hasFrame, img = cap.read()`

`hasFrame` 表示捕捉是否成功，如果成功則該值為`True`，不成功為`False`。`img` 是傳回的捕捉到的畫面，如果沒有畫面被捕捉，則該值為空

3. 播放視訊時每一畫面的持續停留時間，該參數的單位為ms `cv2.waitKey(1)`

4. 釋放 `cap.release()`

5. 銷毀視窗 `cv2.destroyAllWindows()`

```
1 cap = cv2.VideoCapture(0)
2 while True:
3     hasFrame, img = cap.read()
4     cv2.imshow("Frame", img)
5     if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
6         break
7 cap.release()
8 cv2.destroyAllWindows()
```

作業

02 資料讀取與處理

1. (20%) 打印三角形聖誕樹 (右圖)，使用for迴圈打印，並儲存至純文字文件：

- 樹葉為底十個 * 字號，依序減二，最高為兩個 * 字號且皆置中
- 樹幹為高寬兩個 *

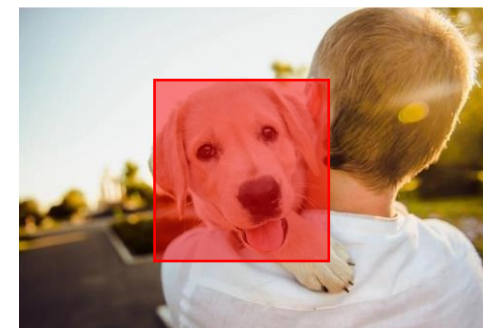
```
  **
 ****
*****
*****
*****
  **
  **
```

2. (20%) 表格 (左圖) 再新增欄位為 BMI，其數值為身高與體重所計算的，型別為浮點數取小數點兩位 (右圖)

	age	city	height	weight	sex	SBP	DBP
0	23	Japan	175	68	M	120	85
1	18	Taiwan	168	55	F	114	90
2	30	USA	173	75	M	145	75
3	25	Taiwan	158	50	F	110	78



	age	city	height	weight	sex	SBP	DBP	BMI
0	23	Japan	175	68	M	120	85	22.20
1	18	Taiwan	168	55	F	114	90	19.49
2	30	USA	173	75	M	145	75	25.06
3	25	Taiwan	158	50	F	110	78	20.03



3. (20%) 右圖影像轉為陣列裁減至左上角(140, 220)至右下角(450, 520)的矩形，並用Matplotlib顯示其裁減影像並儲存

4. (20%) 以OpenCV讀取影像，不能使用 `cv2.cvtColor()` 而是以陣列取代方式來實現BGR轉RGB通道，並用Matplotlib顯示
5. (20%) 讀取影像並調整影像亮度提高20%與降低20%，並用Matplotlib顯示
6. (20%) 開啟攝影機：
 - 在畫面中繪製紅色正方形在畫面左上角位置(100, 100) 到 右下角位置(200, 200)
 - 將純紅色正方形改為透明度60%的紅色



PART

3

身體質量指數 回歸

- 讀取資料
- 特徵、標籤、特徵名稱與標籤名稱
- 資料視覺化
- 分類模型訓練



Body Mass Index



PART

4

鳶尾花 分類

- 讀取資料
- 特徵、標籤、特徵名稱與標籤名稱
- 資料視覺化
- 分類模型訓練



01 鳶尾花資料集

04 鳶尾花 分類

```
1  from sklearn import datasets
2  iris = datasets.load_iris()
3  print(iris.keys())
4
5  features = iris.data
6  label = iris.target
7  features_name = iris.feature_names
8  label_name = iris.target_names
9
10 print("標籤類別數量 :", Counter(label))
11 print("特徵名稱 :", features_name)
12 print("標籤名稱 :", label_name)
```



PART

5

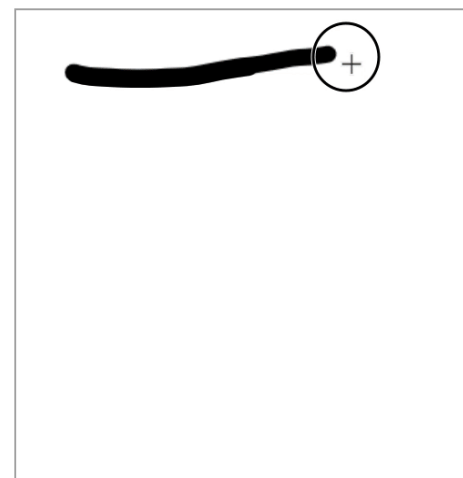
數字手寫影像 分類

- 讀取資料
- 特徵、標籤、特徵名稱與標籤名稱
- 資料視覺化
- 分類模型訓練

01

數字手寫影像資料集

05 數字手寫影像 分類



Draw a single digit (0-9) in the empty box.

Clear

