



人類手骨年齡推斷

Age Prediction: Using Human Phalanges of the Hand

Group 5 :109034534 梁芷蘋、109034535 葉子匯、109034536 郭芸如、109034551 林奕辰



CONTENTS

1

背景介紹

1. 前言
2. 5W1H
3. 計畫流程

2

模型訓練與績效

1. 資料蒐集
2. 資料前處理
3. 模型架構
4. 模型訓練
5. 模型績效比較

3

結果與未來展望



背景介紹

前言



李組長眉頭一皺
發覺案情並不單純

- ◆ 運用卷積神經網路(CNN, Convolutional Neural Networks), 來協助人員進行客觀的手指骨骼年齡判斷

情境

- ▶ 刑事案件現場& 考古現場
- ▶ 手指骨骼的年齡判斷有較高難度
- ▶ 培訓人員時間長
- ▶ 專家容易因為指骨體積小而造成誤判或不客觀的判讀結果出現



5W1H

資料分析 & 機器學習

HOW

WHO

WHY

刑案現場鑑識人員、法醫、考古學者

培訓人員時間長，老手也容易誤判

WHAT

WHERE

手骨年齡推斷

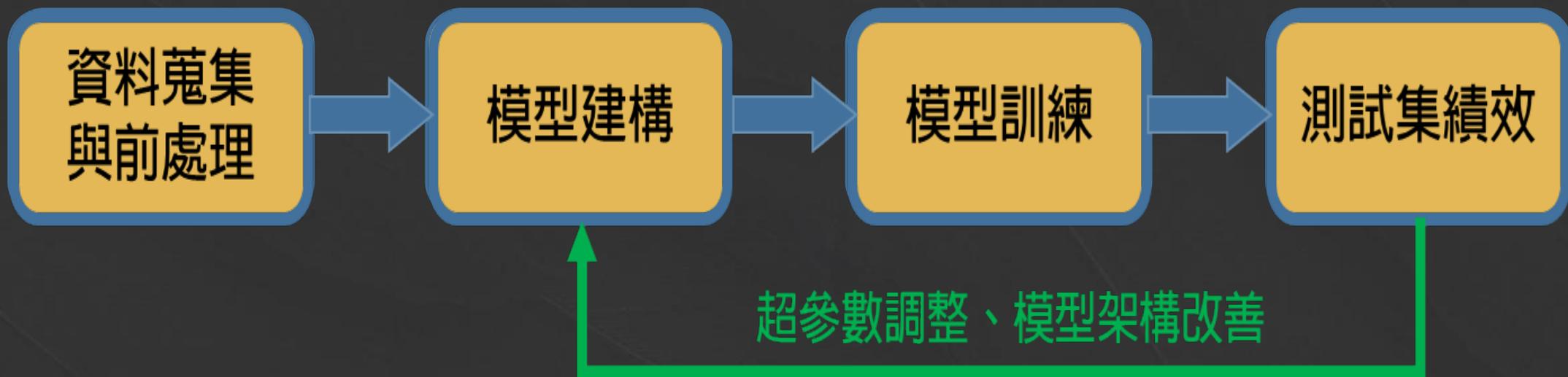
刑案現場 & 考古遺址

WHEN

1. 發現人類骨骼，警方需要找出與死者相關的身分來推動案件進展

2. 考古墓葬現場整理骨骼，協助建構文化現場的歷史脈絡

計畫流程





模型訓練與績效

資料蒐集

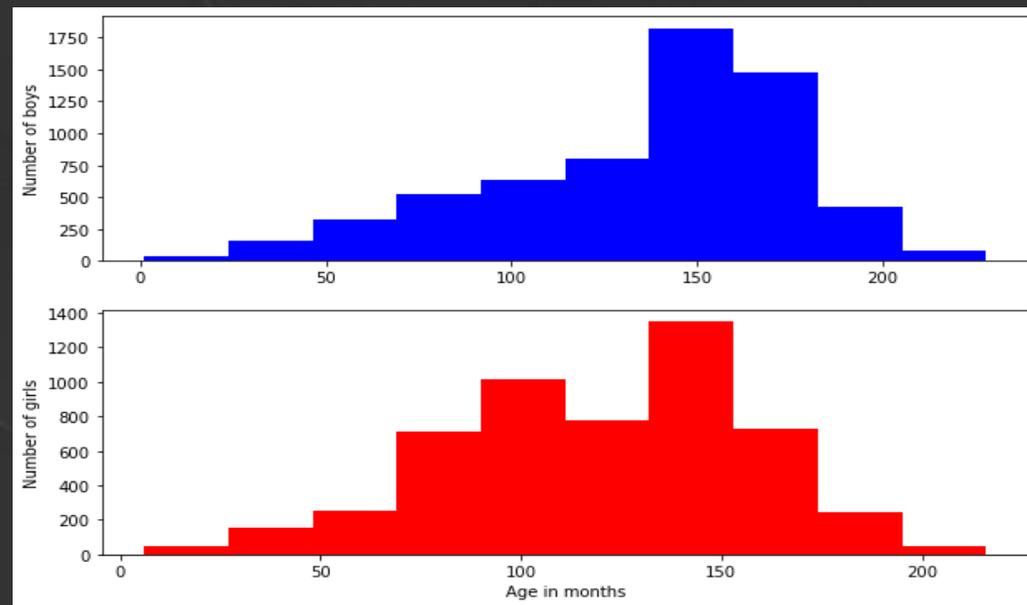


資料來源

Kaggle網站：2017年 RSNA (北美放射學會) Bone Age

原始資料集

共 12,611張手骨X光照片



資料前處理



資料清理

清理以下資料

- (1) 錯誤標示的資料—(人工)
- (2) 重複之資料
- (3) 缺失或空的資料值
- (4) 異常值

```
In [11]:
...: replicate_list=data_df.duplicated()
...: num_of_replicate=0
...: for i in replicate_list:
...:     if i==True:
...:         num_of_replicate+=1
...: if num_of_replicate==0:
...:     print(f'No replicated data in {len(data_df)} data.')
...: else:
...:     print(f'There are {num_of_replicate} replicated data.')
No replicated data in 12611 data.
```

```
In [7]: Emptylist=data_df.iloc[:,0:2].isnull()
...:
...: num_of_empty=0
...: for i in Emptylist:
...:     if i==True:
...:         num_of_empty+=1
...: if num_of_empty==0:
...:     print(f'No empty data in {len(data_df)} data.')
...: else:
...:     print(f'There are {num_of_empty} empty data.')
No empty data in 12611 data.
```

```
In [13]: data_df.describe()
Out[13]:
```

	id	boneage
count	12611.000000	12611.000000
mean	8537.653001	127.320752
std	4108.763993	41.182021
min	1377.000000	1.000000
25%	5074.500000	96.000000
50%	8565.000000	132.000000
75%	12091.500000	156.000000
max	15610.000000	228.000000

資料前處理



資料標準化

骨骼年齡資料標準化

```
In [18]:
...: std_bone_age = data_df['boneage'].std()
...: data_df['bone_age_z'] = (train_df['boneage'] - mean_bone_age)/(std_bone_age)
...: print(data_df.head())
   id  boneage  male  bone_age_z
0  1377     180  False -1.643849
1  1378      12  False -0.186902
2  1379      94  False  1.415739
3  1380     120   True  0.541571
4  1381      82  False  0.832960
```

資料前處理

切割訓練、驗證與測試集



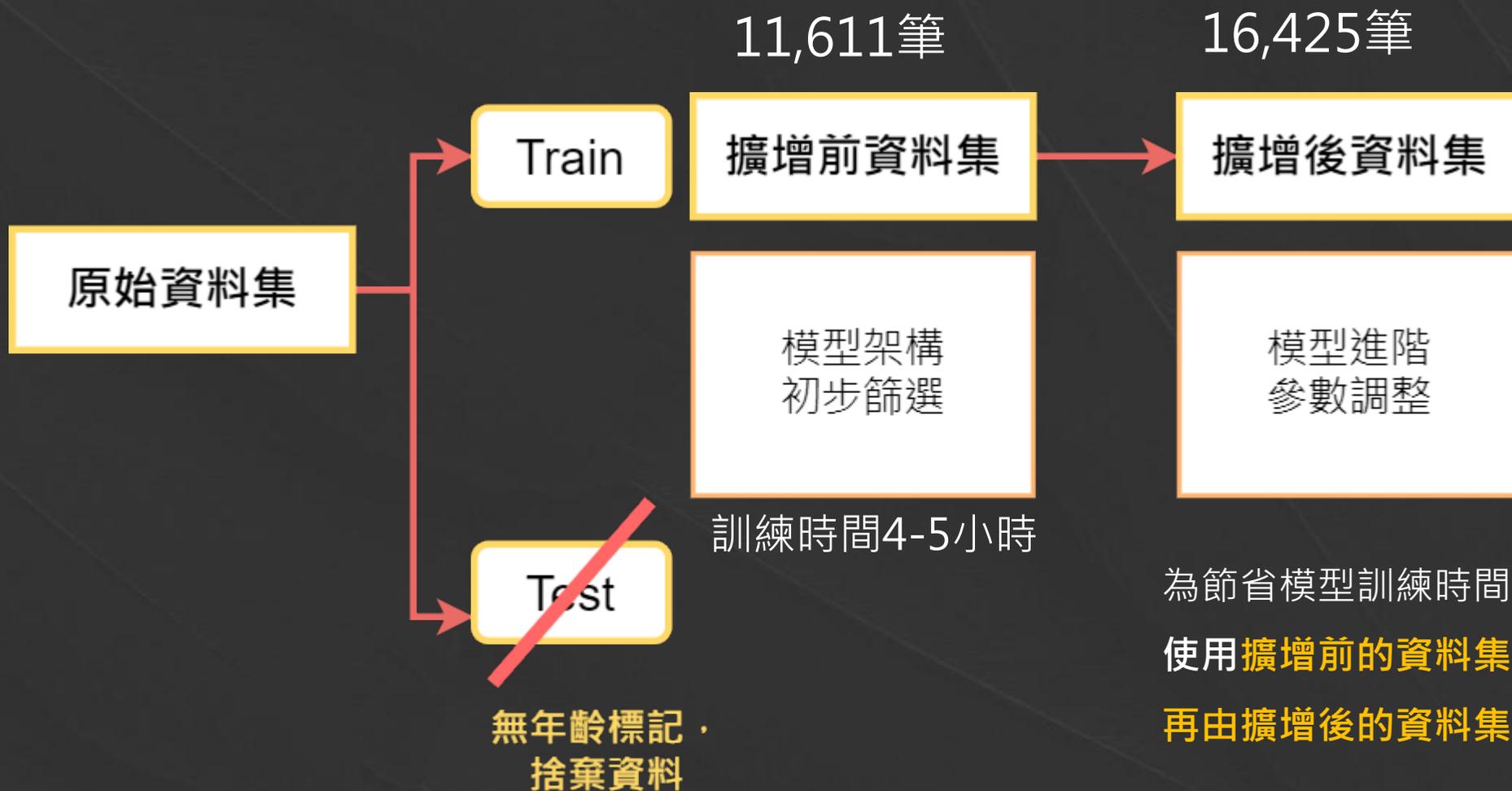
```
df_train,df_test=train_test_split(data_df,test_size=1000,random_state=0)  
df_train,df_valid=train_test_split(df_train,test_size=0.2,random_state=0)
```

df_test	DataFrame	(1000, 3)	Column names: id, boneage, male
df_train	DataFrame	(9288, 3)	Column names: id, boneage, male
df_valid	DataFrame	(2323, 3)	Column names: id, boneage, male

資料前處理

	訓練集	驗證集	測試集
筆數	9288	2323	1000
年齡統計資料	mean 127.905469 std 40.503867 min 1.000000 25% 96.000000 50% 132.000000 75% 156.000000 max 228.000000	mean 126.863539 std 40.545695 min 10.000000 25% 96.000000 50% 132.000000 75% 156.000000 max 228.000000	mean 122.952000 std 48.087796 min 4.000000 25% 94.000000 50% 132.000000 75% 162.000000 max 228.000000
年齡分布 長條圖			

模型訓練流程



為節省模型訓練時間，
使用擴增前的資料集先初步選擇模型結構，
再由擴增後的資料集進行訓練。

擴增前模型架構

層級	說明
Keras model	使用Keras提供之模型。 (如: Inception、Xception等)
Pooling	使用GlobalMaxPooling2D
全連接層	Flatten
隱藏層	Dense(10, activation="relu")
輸出層	Dense(1, activation="linear")

本研究之 X1 模型架構

Layer (type)	Output Shape	Param #
xception (Model)	(None, 8, 8, 2048)	20861480
global_max_pooling2d_4 (Glob	(None, 2048)	0
flatten_4 (Flatten)	(None, 2048)	0
dense_10 (Dense)	(None, 10)	20490
dense_11 (Dense)	(None, 1)	11
Total params: 20,881,981		
Trainable params: 20,827,453		
Non-trainable params: 54,528		

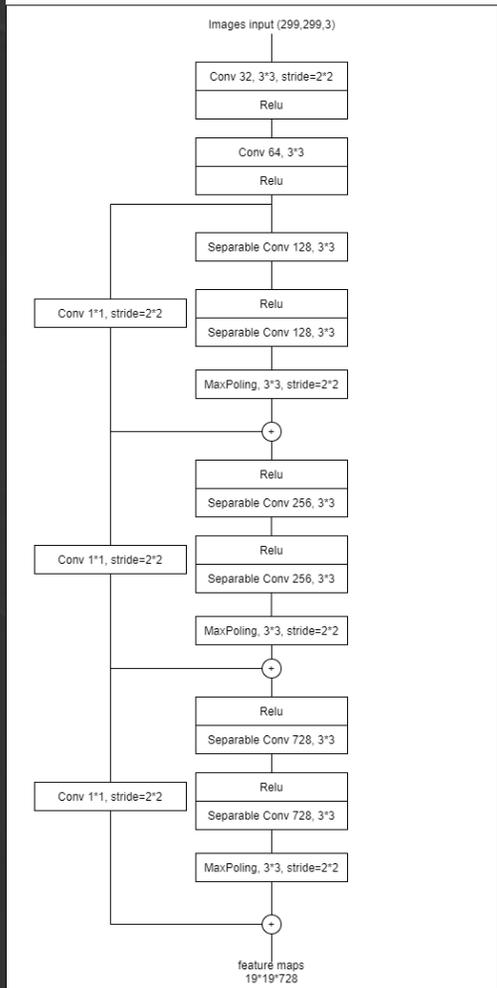
四種Keras模型比較表

選定在競賽中績效較佳且輕量的4種模型作為主結構來設計模型。
VGG16因初步測試時模型無法收斂，後續不考慮使用。

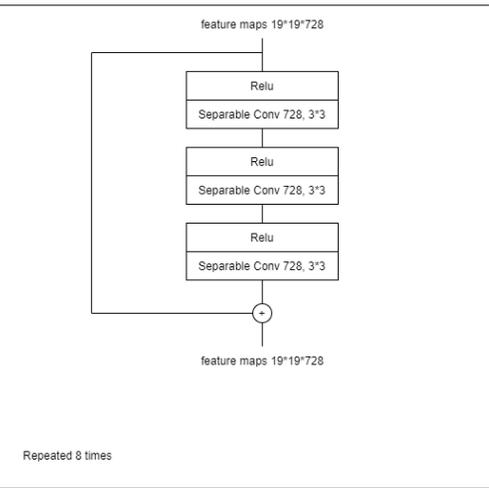
Model	size	top-1 accuracy	top-5 accuracy	Parameters	depth
VGG16	528MB	0.713	0.901	138357544	23
Xception	88MB	0.79	0.945	22910480	126
InceptionV3	92MB	0.779	0.937	23851784	159
InceptionResNetV2	215MB	0.803	0.953	55873736	572

Xception

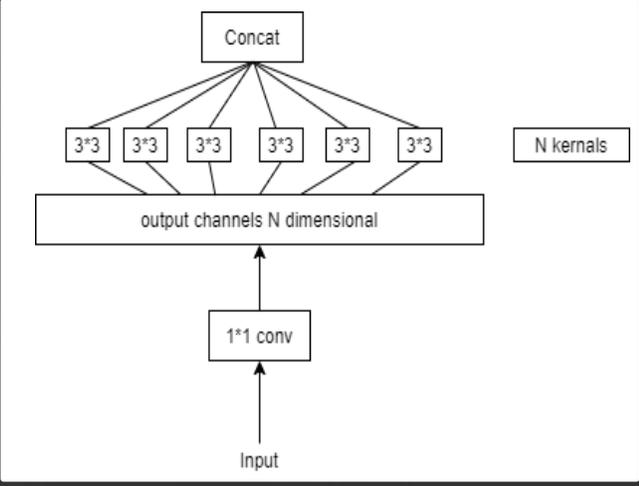
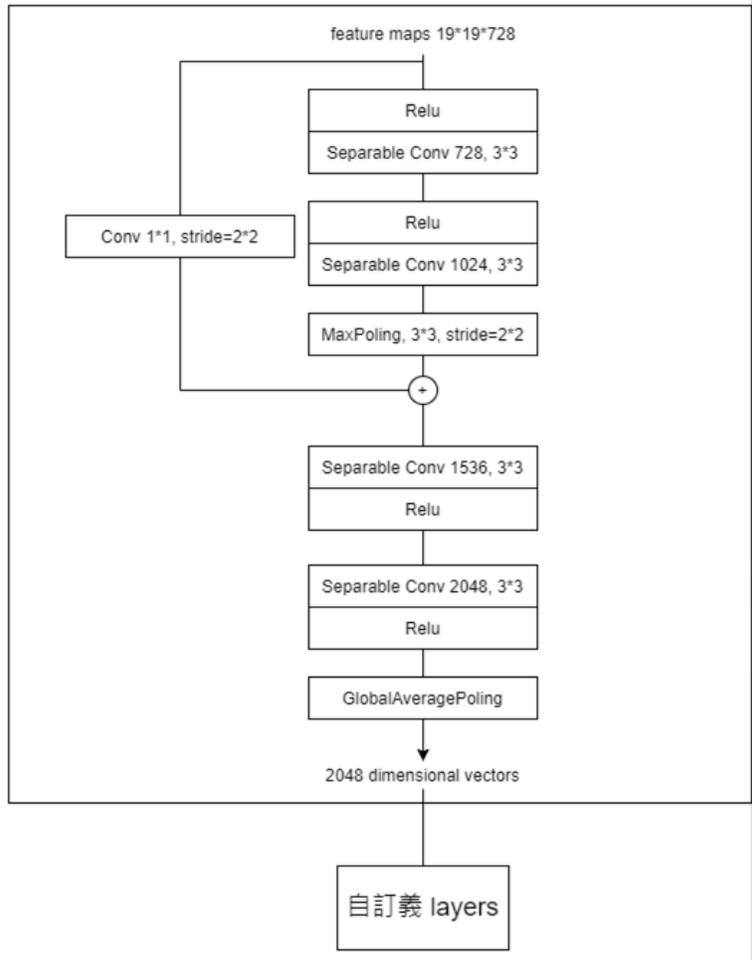
Entry flow



Middle flow



Exit flow



模型訓練

擴增前資料集模型初步篩選

Model ID	X1	X2	X3
BatchNorm Optimizer Loss function	None Adam mse	None Adadelata mae	Yes Adadelata mae
Test MAE	12.41	28.05	14.12

Model ID	In1	In2	In3
BatchNorm Output layer activation	None linear	Yes linear	Yes leaky Relu
Test MAE	38.93	16.1	16.8

Model ID	InR0	InR1	InR2
BatchNorm Optimizer	None Adam	Yes Adam	Yes Adadelata
Test MAE	286.32	54.55	16.8

調整的超參數:

- (1) **BatchNorm**: 是否在Flatten layer後使用Batch Normalization
- (2) **Optimizer**: 使用Adam 或 Adadelata
- (3) **Output layer activation**: 輸出層使用的激活函數，使用linear或是leaky Relu
- (4) **Loss function**: 損失函數定義，使用MSE (mean squared error) 或是MAE (mean absolute error)

初步績效最佳之X1 模型架構

Layer (type)	Output Shape	Param #
exception (Model)	(None, 8, 8, 2048)	20861480
global_max_pooling2d_4 (Glob	(None, 2048)	0
flatten_4 (Flatten)	(None, 2048)	0
dense_10 (Dense)	(None, 10)	20490
dense_11 (Dense)	(None, 1)	11
Total params: 20,881,981		
Trainable params: 20,827,453		
Non-trainable params: 54,528		

模型訓練

擴增後資料集

針對年齡小於100個月與年齡大於175個月的資料，

透過`keras.preprocessing.image.ImageDataGenerator()`函式**翻轉**、**縮放**增加其數量

原圖



擴增1



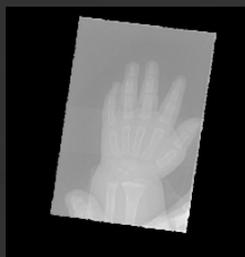
擴增2



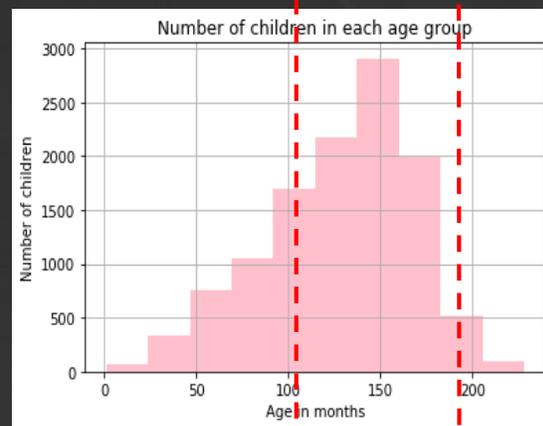
擴增3



擴增4

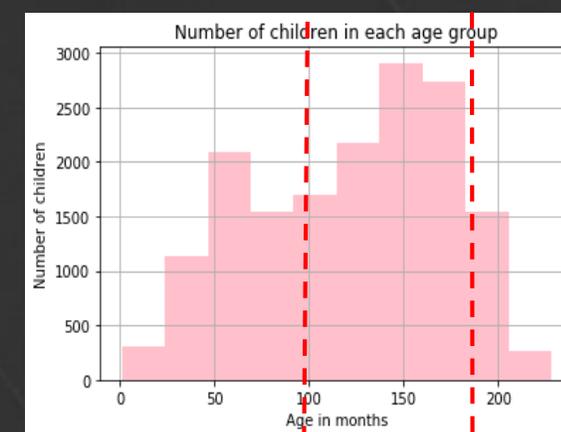


擴增前資料集 : 11611張



原資料集年齡分布

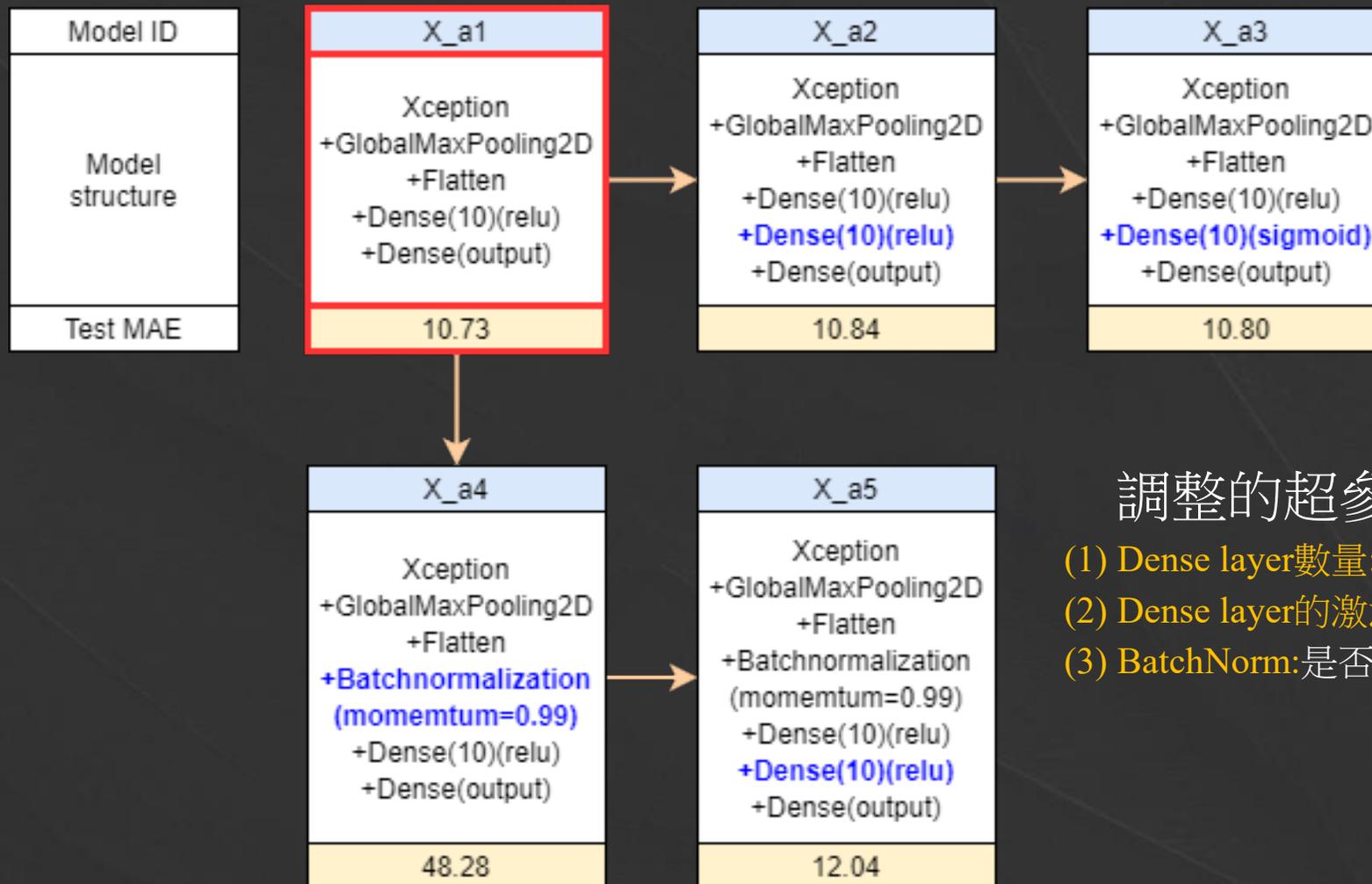
擴增後資料集: 16425張



擴增後資料集年齡分佈

模型訓練

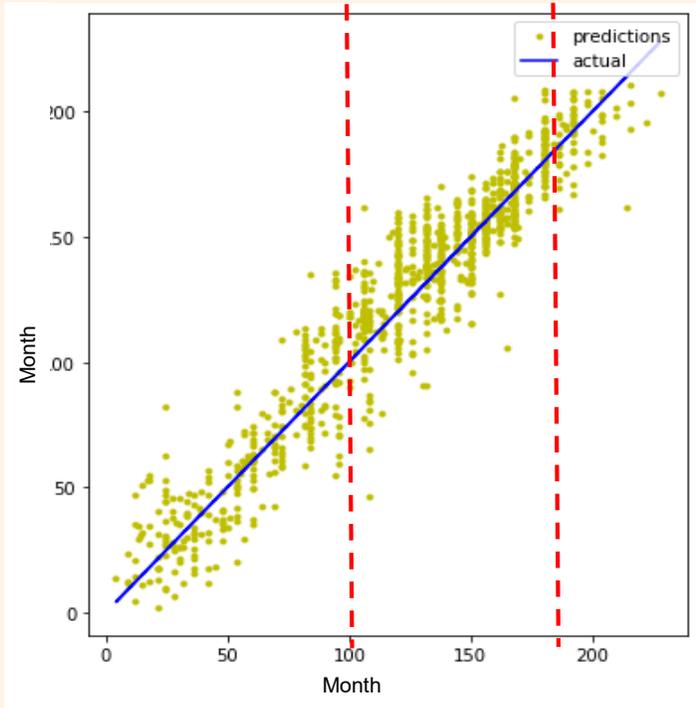
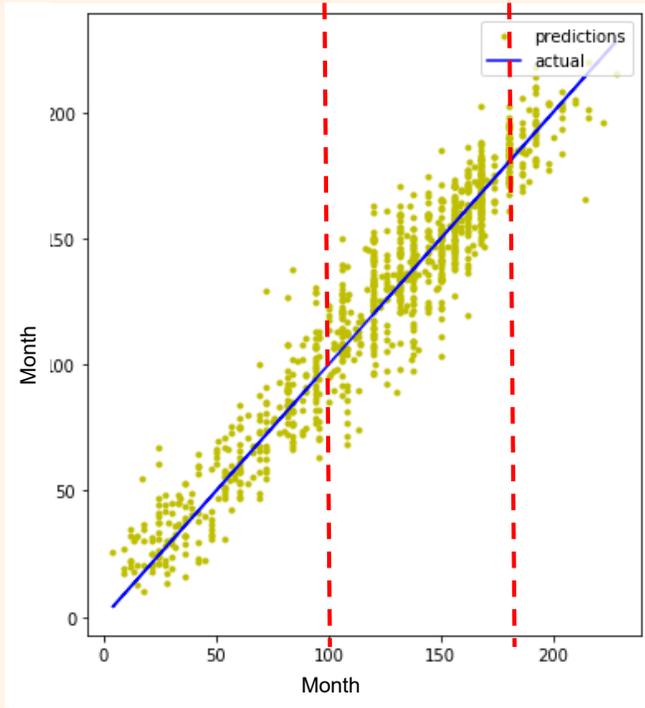
擴增後資料集模型參數調整



調整的超參數:

- (1) **Dense layer**數量: 連接1層或2層
- (2) **Dense layer**的激活函數: 使用relu或sigmoid
- (3) **BatchNorm**: 是否在Flatten layer後使用Batch Normalization

模型績效比較

	資料擴增前	資料擴增後
預測結果與實際值比較圖		
測試集 MAE	12.41	10.73

績效提升13.53%



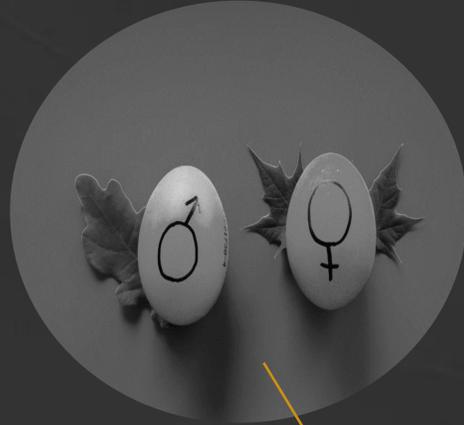
結果與未來展望

結果



最佳模型

X_a1模型在手骨年齡的識別結果最好，**績效可以達到 MAE 10.73 個月**



性別判定效果不佳

性別模型訓練效果不佳
專家：「手骨較無性別表徵」

未來展望



大幅提升現場人員的作業效率!

更多的骨骼辨識

1. 手骨可以用來判斷青年以下的年齡，若要判斷其他年齡，可增加其他部位的骨骼。
2. 增加其他物種的骨骼。
3. 結合穿戴式裝置(例如眼鏡)，於現場即時判斷。



THANKS