

成大資訊系第112級專題展

**視血框膜：使用無線手持式超音波達成之頸動脈篩檢**  
**Carotid Artery Screening by Wireless Handheld Ultrasound**

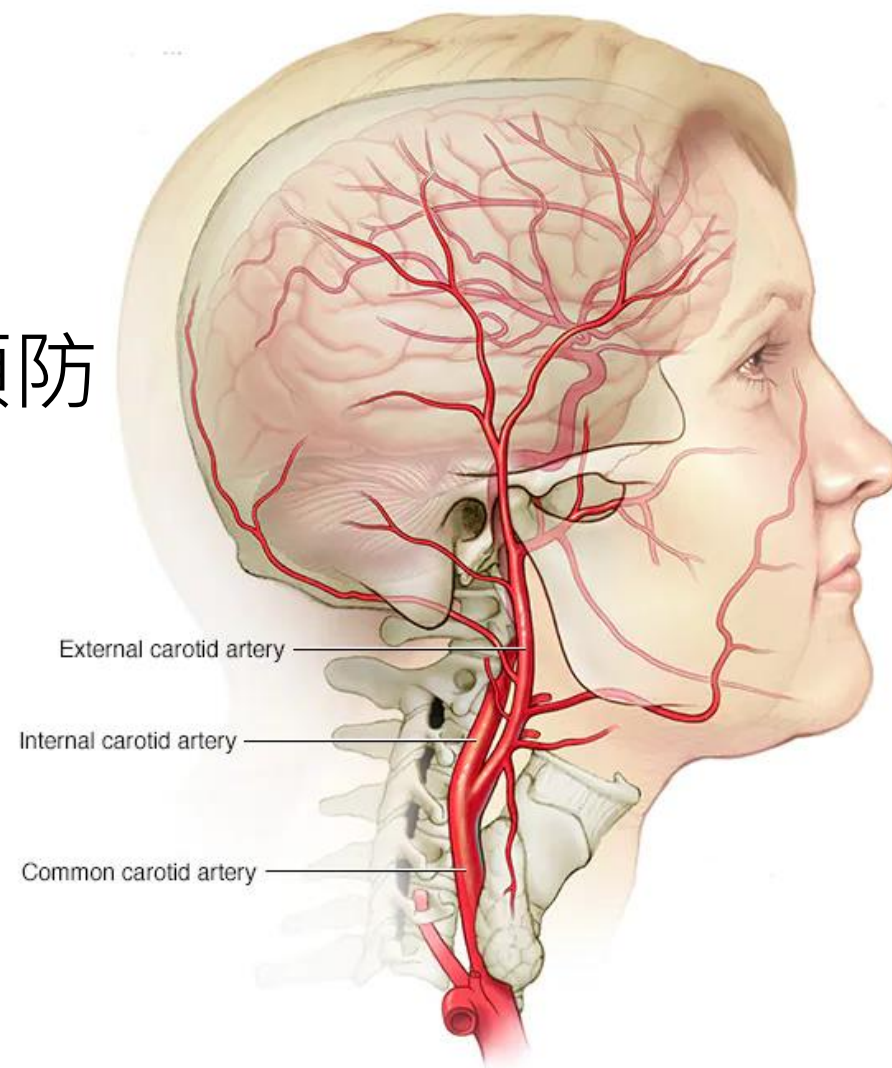
張祝維 黃子芸 吳逸邦 蘇恩質

指導教授：吳明龍



# 動機

- 頸動脈對腦、心血管疾病的預防
- 頸動脈篩檢意願
  - 行動、交通不便
  - 經濟負擔



# 欲解決問題

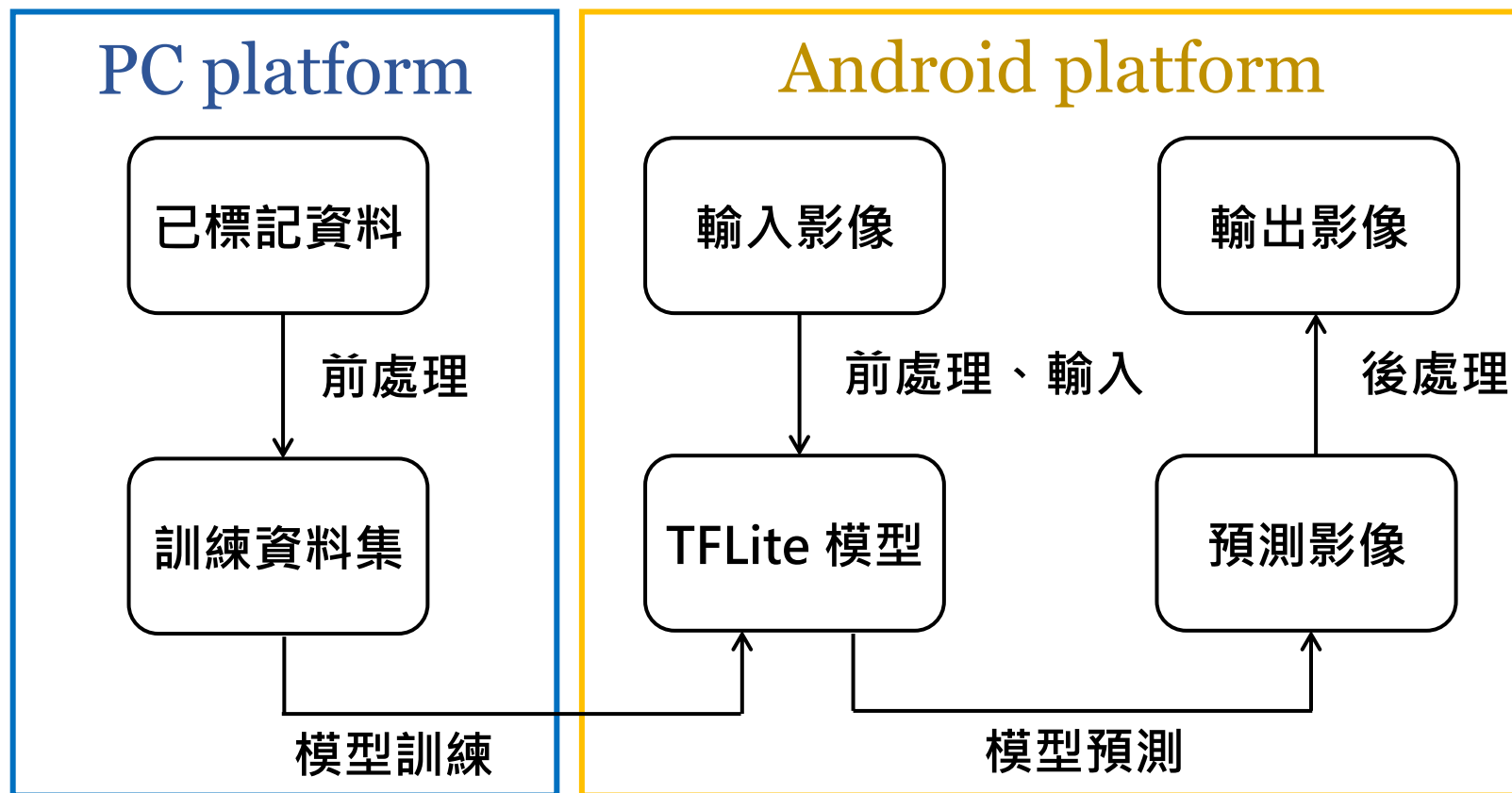
- 增加篩檢意願
- 促進頸動脈篩檢普及
- 減少醫療、經濟負擔

- 目標：

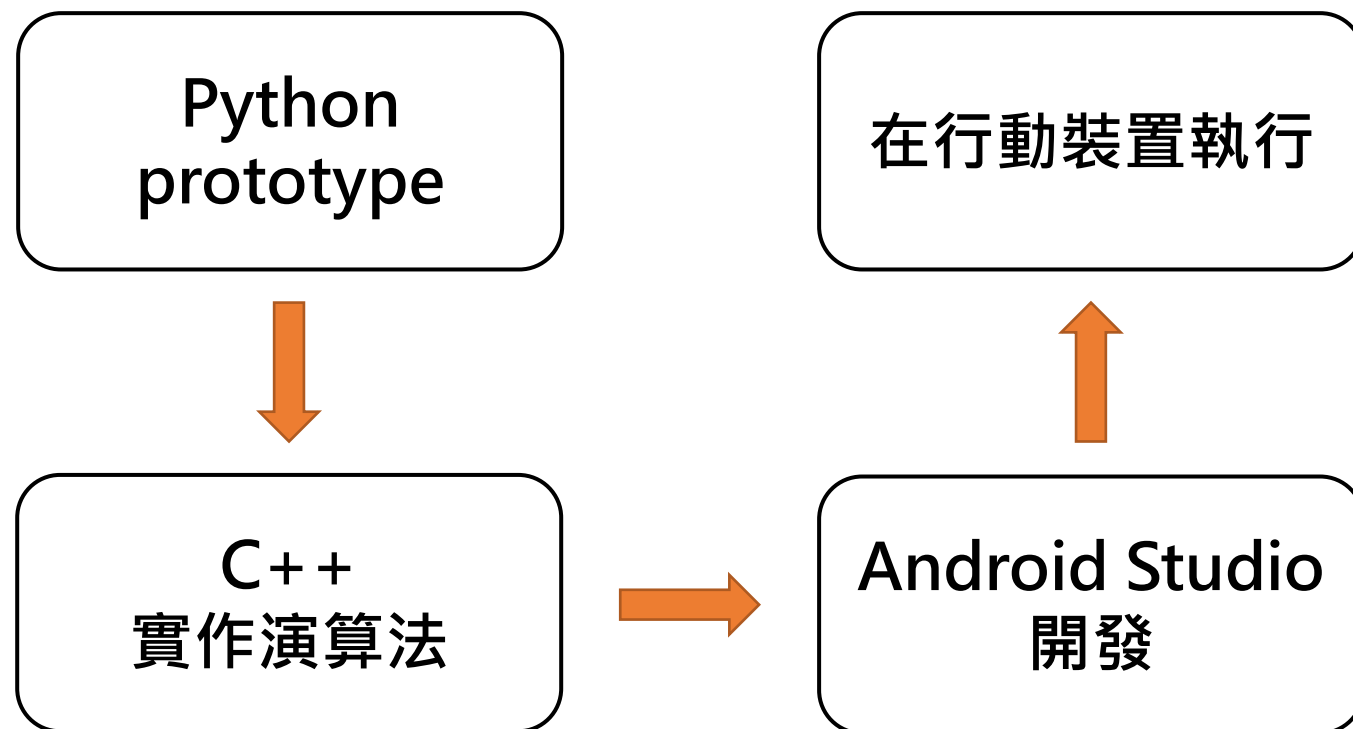
1. 將頸動脈參數檢查以自動分析演算法實現
2. 將自動分析演算法移植到無線手持式超音波平台上，以提高檢查系統之便攜性。



# 系統架構圖



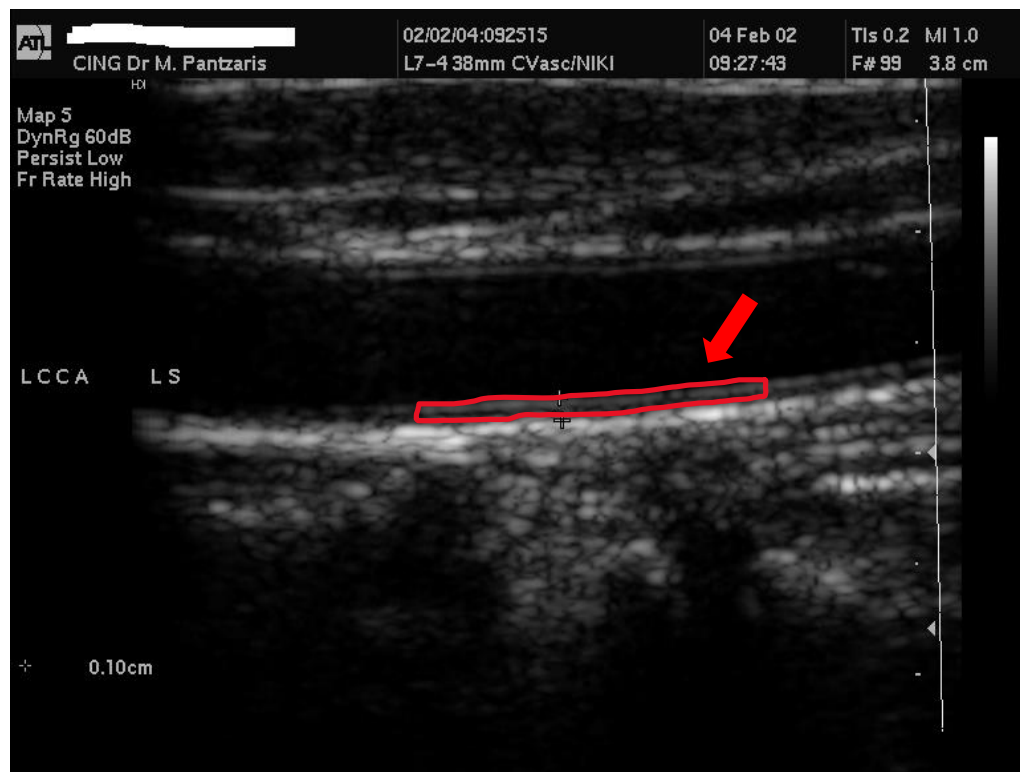
# 編寫過程



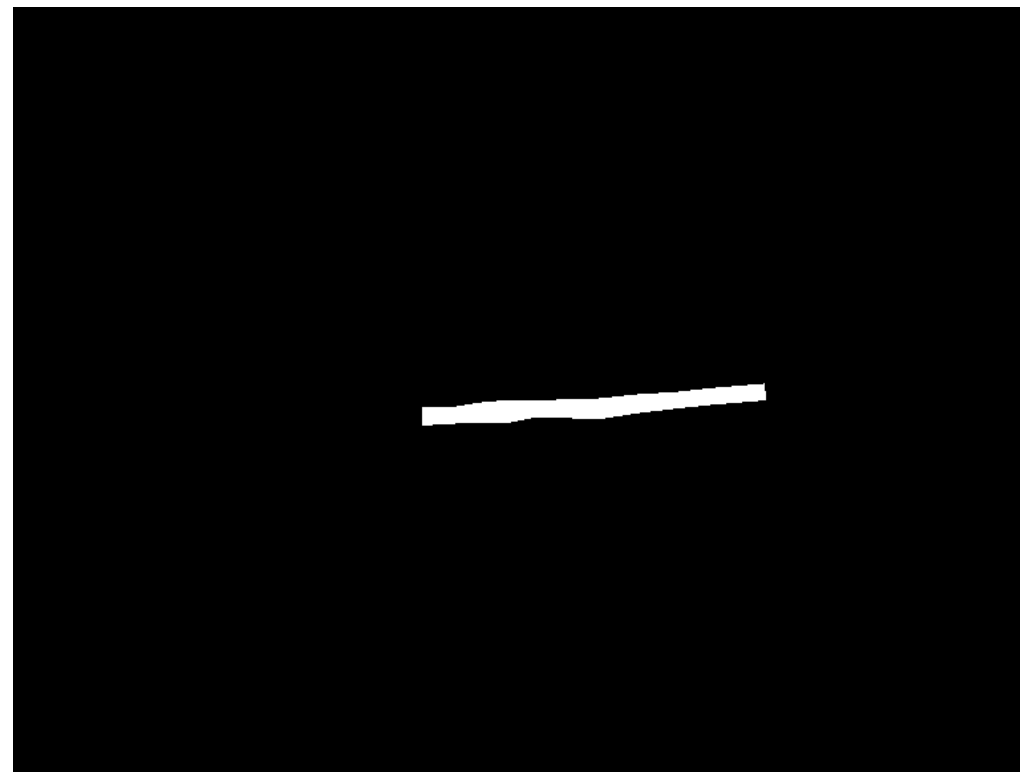
# 資料集

- 約100張的頸動脈超音波影像及下血管內膜的標記[\(檔案連結\)](#)

(頸動脈)

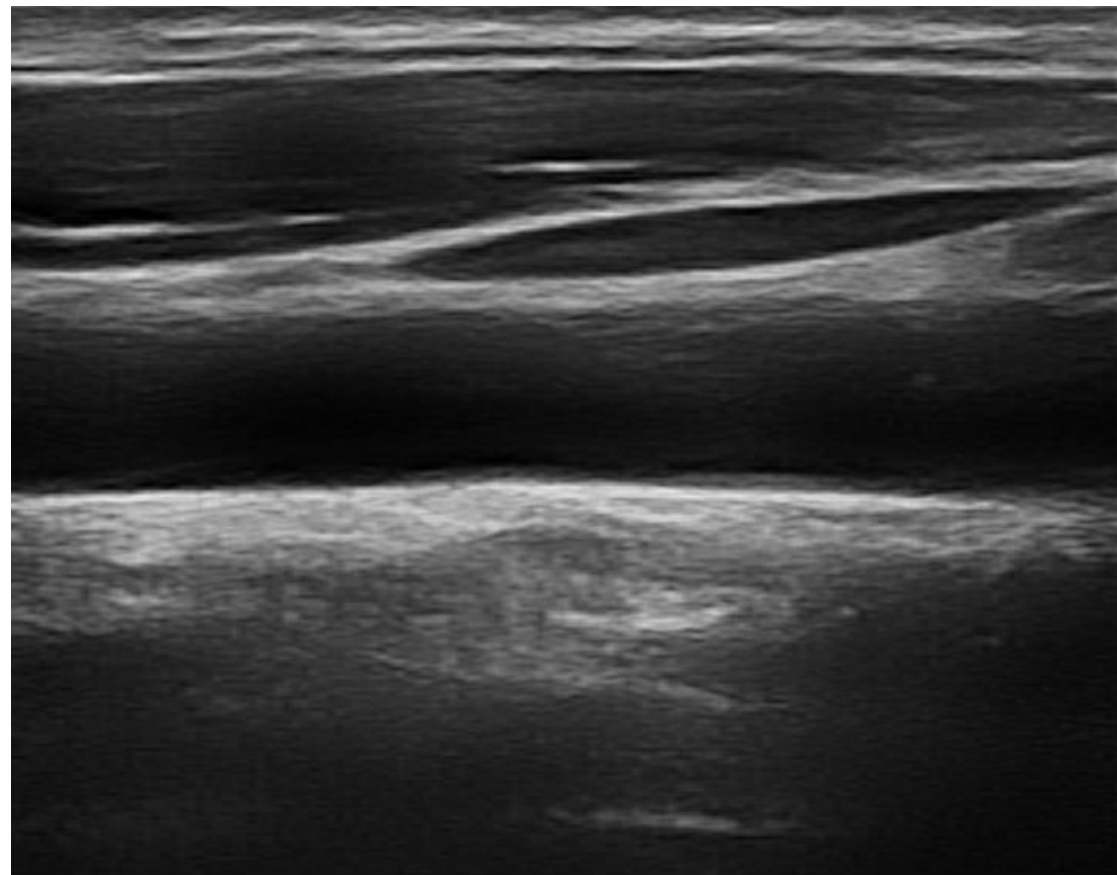


(內膜標記)

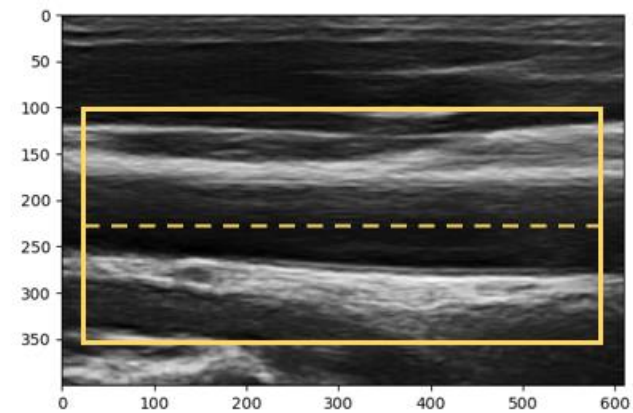


# 應用資料集

- 由奔騰生醫的手持超音波裝置掃描出的超音波影像
- Apache C62
- L154 Convex Linear Array, 2~6MHz. 64通道



- 前處理

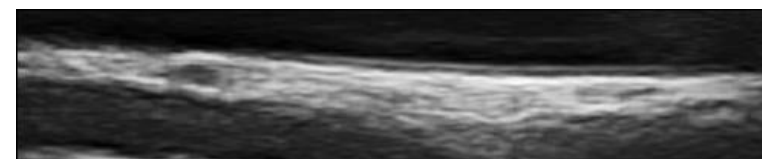
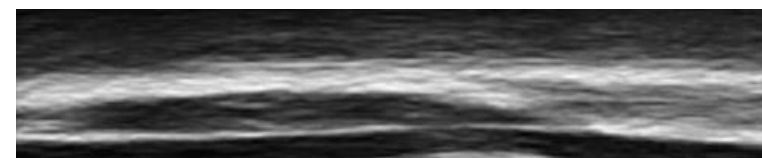
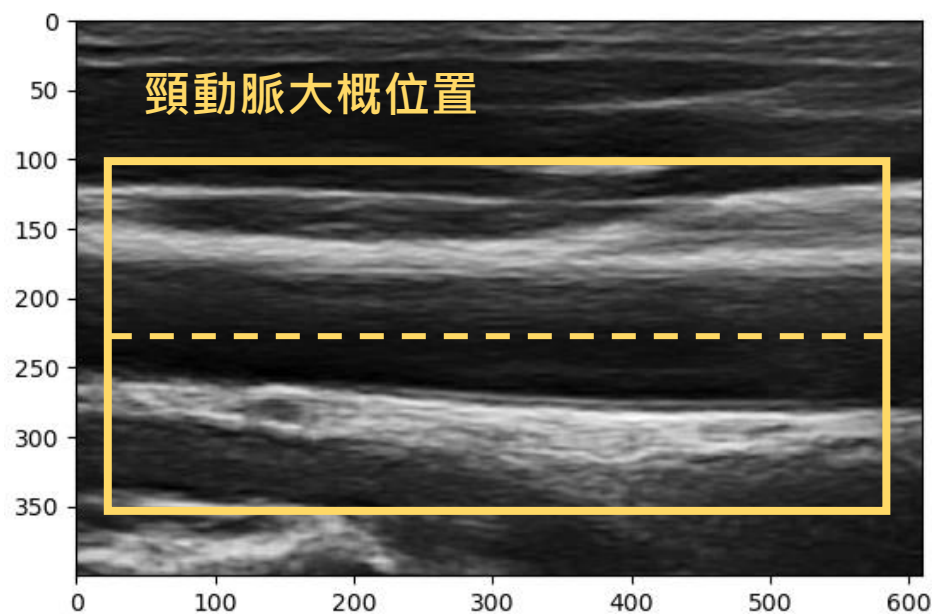




# 找出頸動脈ROI

前處理(1/8)

1. 找出頸動脈ROI(region of interest)
2. 將頸動脈裁切成上下兩半
3. 將上半部上下翻轉 → 利用對稱特性方便模型預測



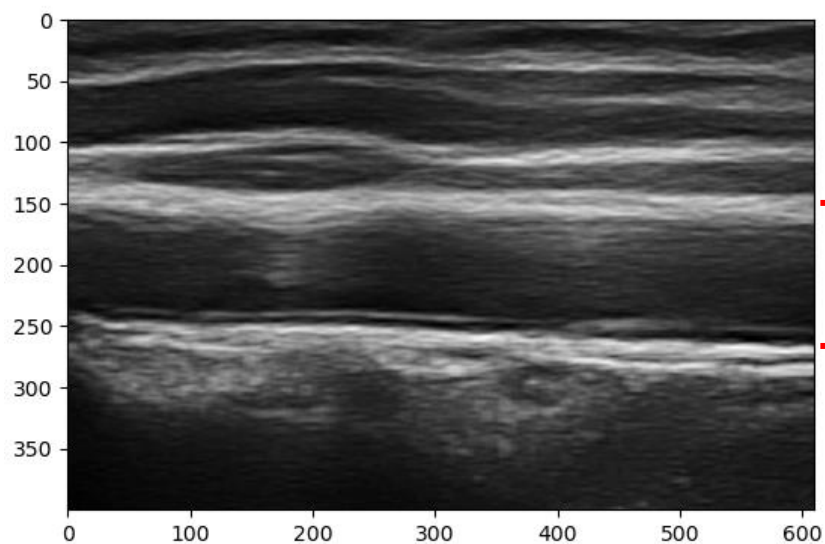
上下  
翻轉



# 計算ROI方法

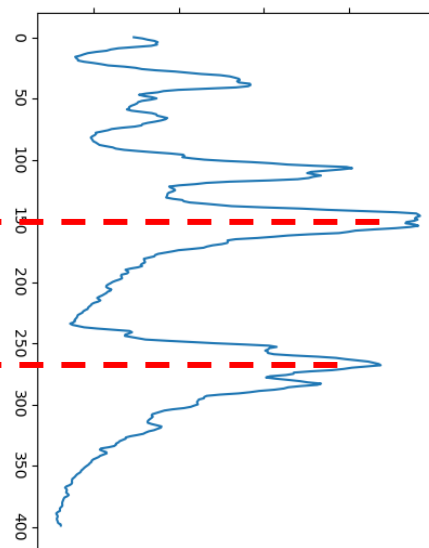
前處理(2/8)

## 1. 原始圖片



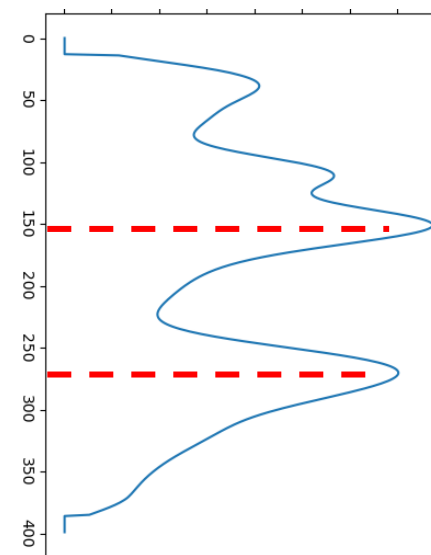
## 2. 利用projection

計算圖片中每列像素強度值  
(intensity value)總和



## 3. 用triangular smooth

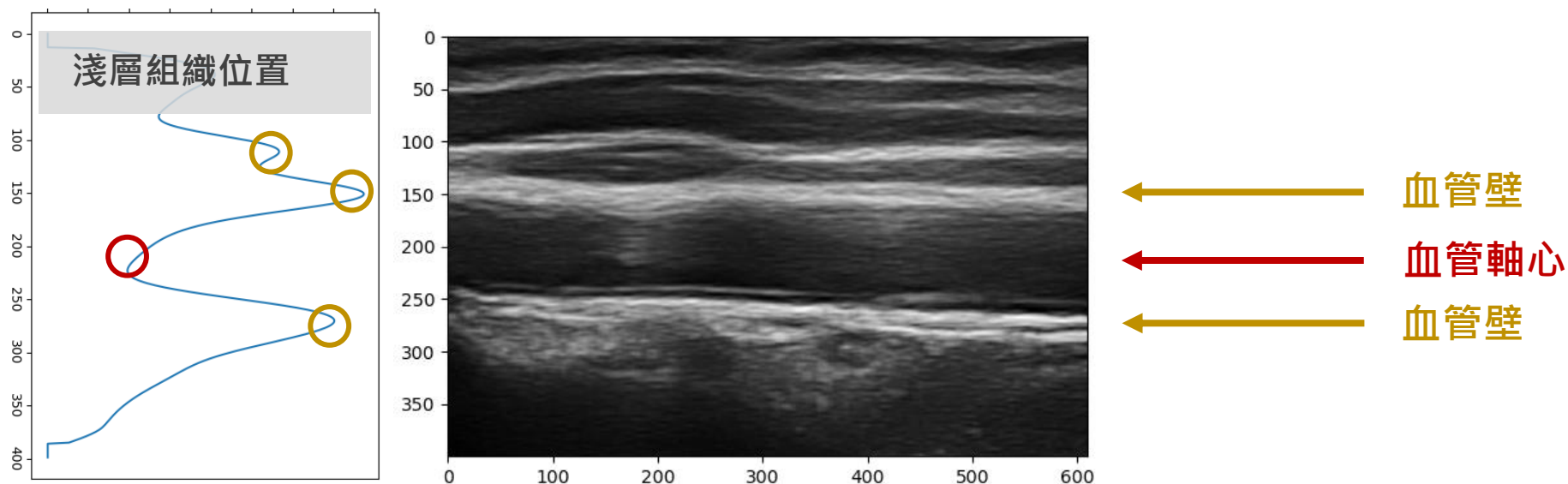
使結果平滑



# 計算ROI方法

前處理(3/8)

3. 圖片最上方1/5不計，避免將淺層組織誤認為血管
4. 取出值前三大的local maximum(黃色圓圈)
5. 找出任兩組local maximum的正中央，像素強度值總和最低者(紅色圓圈)
6. 最低者推測為血管軸心，該組local maximum為上下血管壁位置

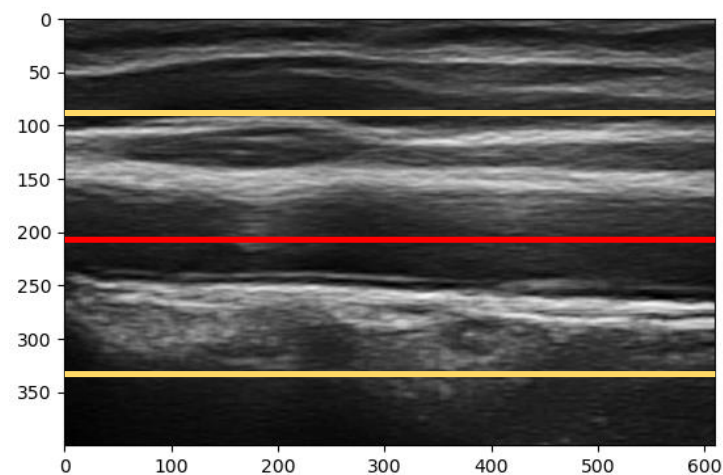
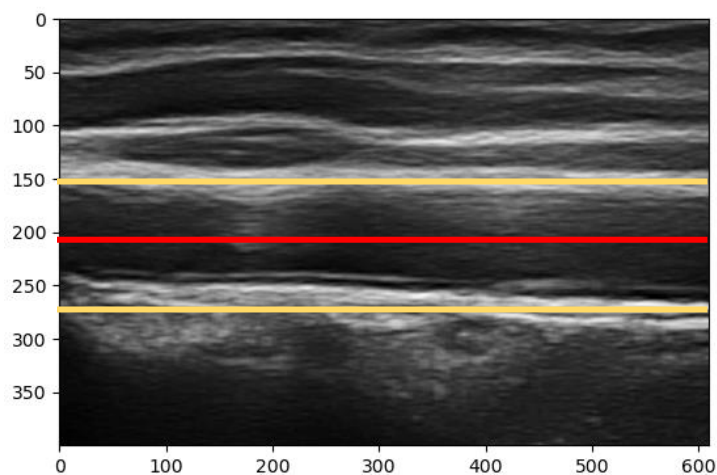


# 計算ROI方法

前處理(4/8)

7. 基於找出的三條軸，分別以上下血管壁為中心

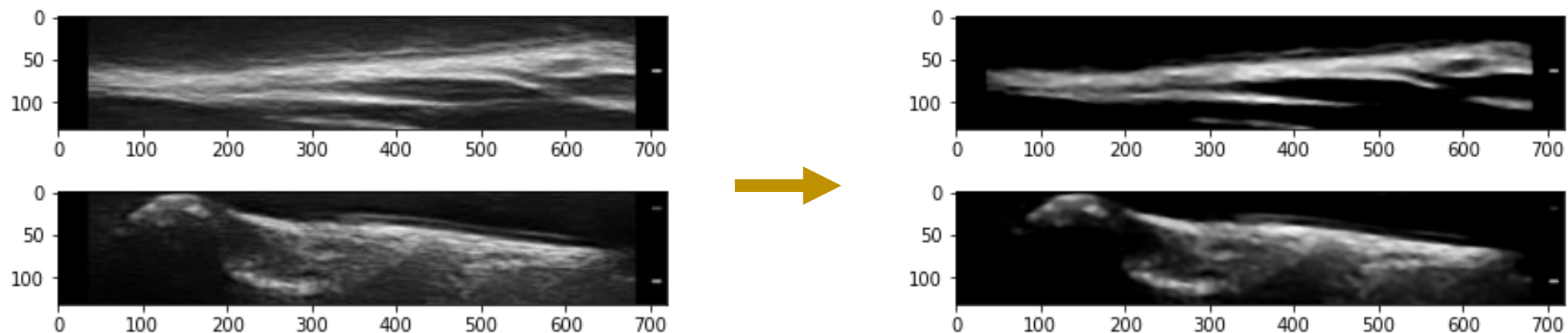
血管軸到血管壁的距離，裁切出最後ROI



# 應用資料集之前處理

前處理(5/8)

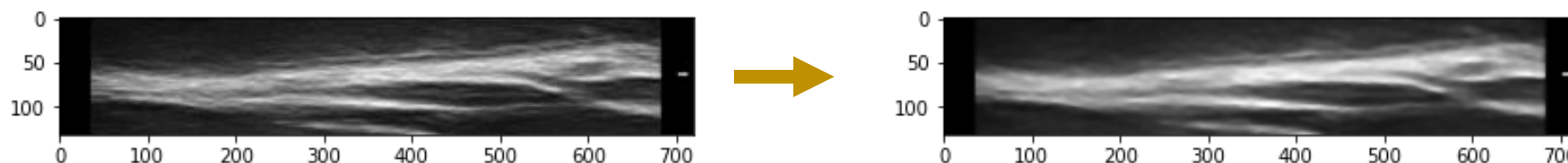
因為無線手持式超音波比原始資料集中的超音波圖片還要有更多的假影，因此透過假影的亮度較低的特性來去除假影。



# 假影去除方法

前處理(6/8)

1. 利用Bilateral filter將假影模糊化(半徑 = 9,  $\sigma_s = \sigma_r = 50$ )



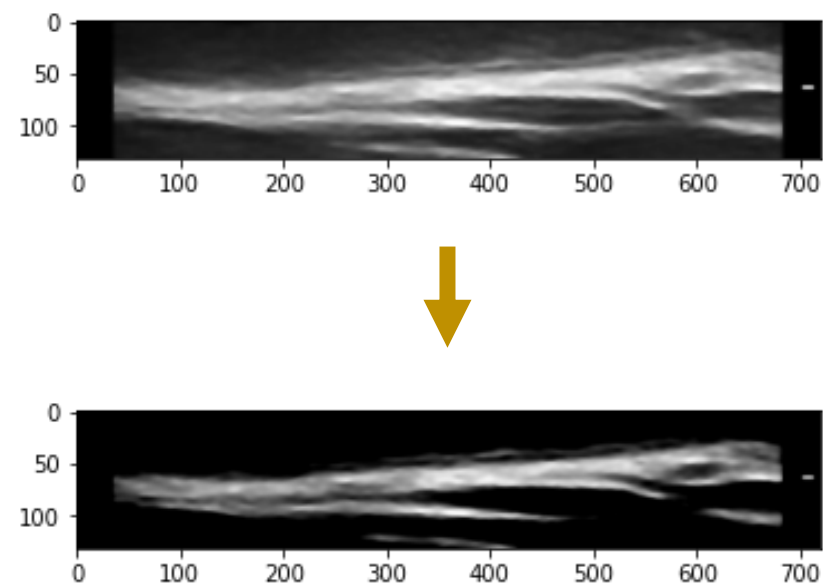
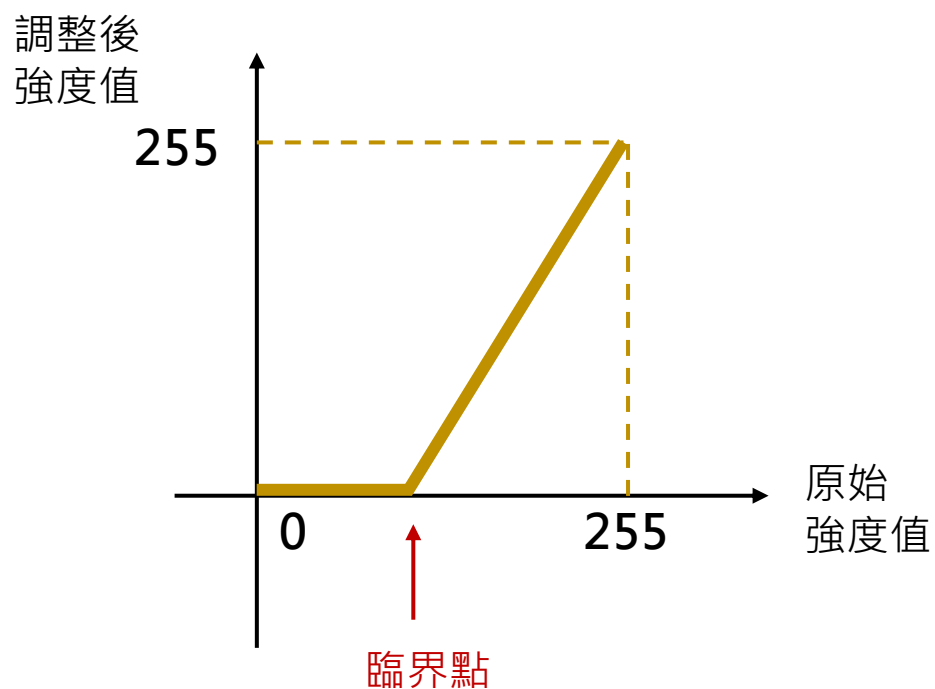
2. 將圖片中過暗的區域 (像素強度值 < 20) 去掉不計
3. 計算**剩餘**像素的強度值的**百分位**來推算**假影亮度臨界點(threshold)**  
上方內膜假影較多 → 取第60百分位做為假影臨界點  
下方內膜假影較少 → 取第15百分位做為假影臨界點



# 假影去除方法

前處理(7/8)

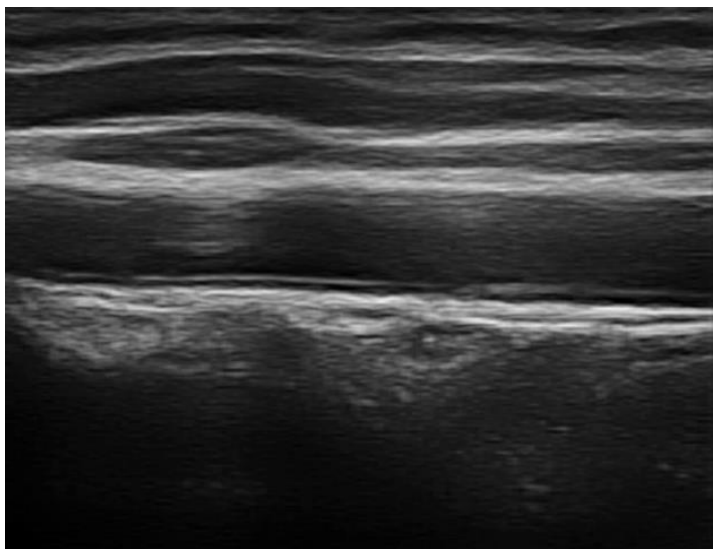
4. 根據臨界點設定函式，將低於臨界點的假影去除



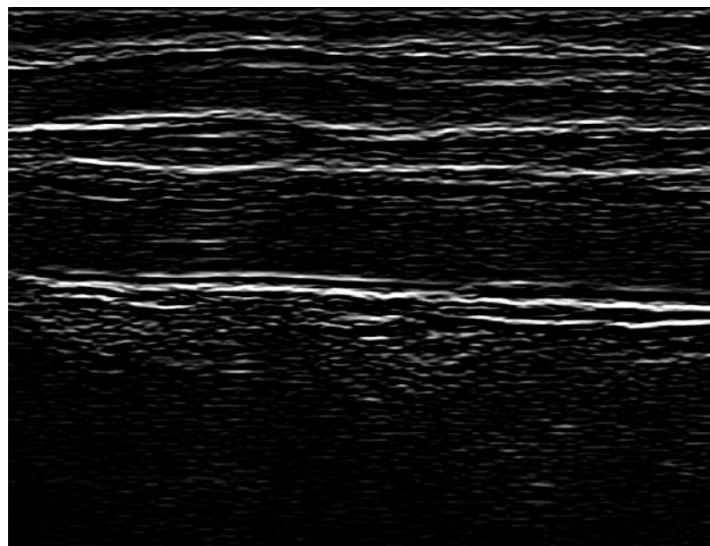
# 濾波器 Sobel filter & Prewitt filter

前處理(8/8)

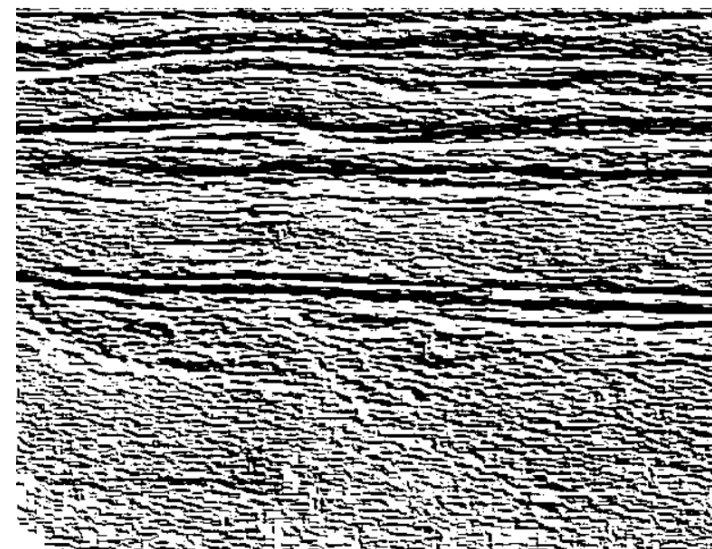
- 使用 Sobel filter 和 Prewitt filter 做邊緣偵測，將一些比較需要注意的細節 (ex:血管內膜位置) 變得更加明顯，助於提升模型訓練上的預測準確度。



原圖



Sobel filter



Prewitt filter







# 模型訓練

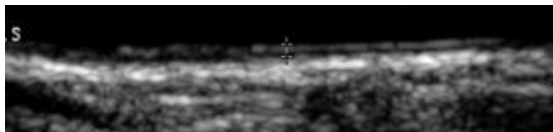
因資料集樣本較少，採用以下方法增加訓練資料  
(Data Augmentation)

- 旋轉
- 平移



# 旋轉

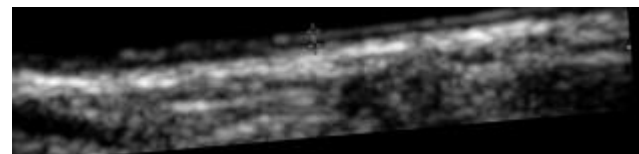
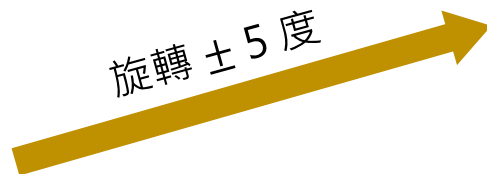
原影像



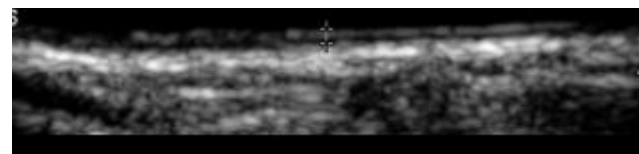
原標記



旋轉  $\pm 5$  度



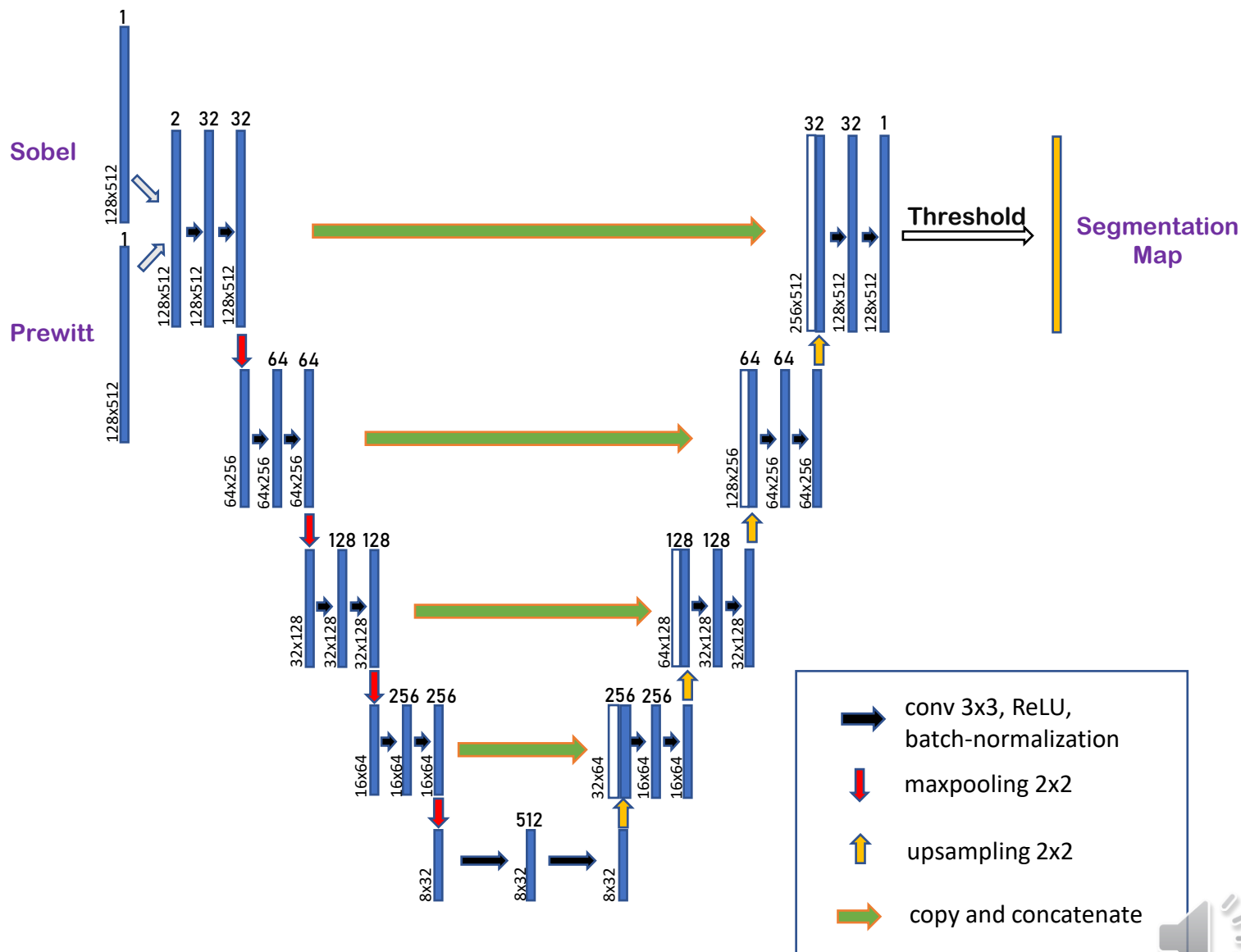
垂直水平移動  $\pm 15$  pixel



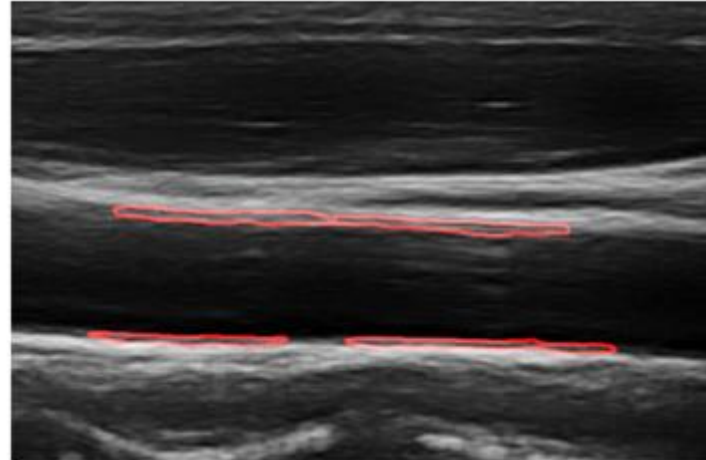
# 模型架構：U-net

模型部份我們採用U-net，因其具下列優點：

1. 所需數據量較少
2. Decoder(右半部)較不會失去淺層提取的特徵
3. 模型架構通用且不算太大，適合在手持裝置上使用



- 後處理



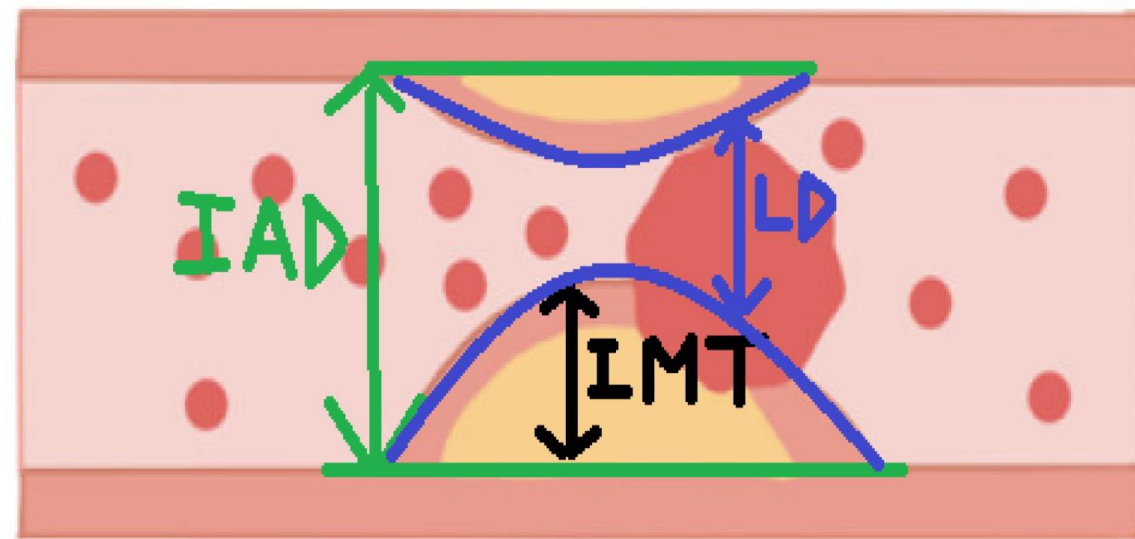
# 計算最終結果

後處理(1/5)

- IAD: inter-adventitial diameter, 血管外膜間直徑(兩綠色線距(mm))
- LD: lumen diameter, 血管管腔直徑(兩藍色線距(mm))
- IMT: Intima Media Thickness, 動脈內膜-中層厚度(黑線厚度(mm))

從model predict的圖，算出下方資訊並標記在原圖血管壁上

1.  $LD(mm) / IAD(mm)$
2.  $IMT(mm)$



# 尋找血管內膜的位置

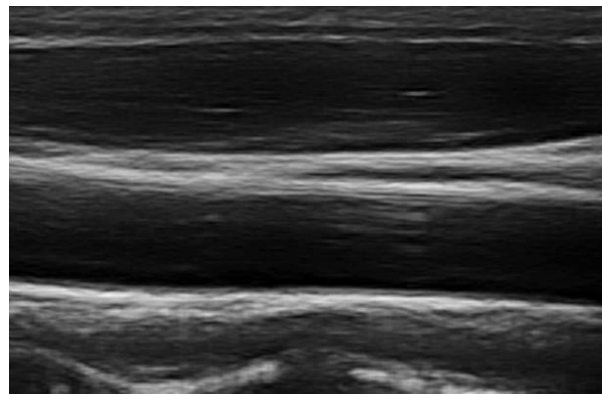
後處理(2/5)

- 由於model predict出來的結果無法盡善盡美，所以要找出血管壁的位置
1. 以pre-processing的上下血管的分割線(綠)為界
  2. 分割線往上(下)找到區域面積大且靠近分割線的地方推測為上下血管壁(紅圈)
  3. 距離步驟2的區域上下太多距離的不要標記(黃圈)，距離一定範圍內就標記(藍圈)



# 將正確堆積部位標回原圖

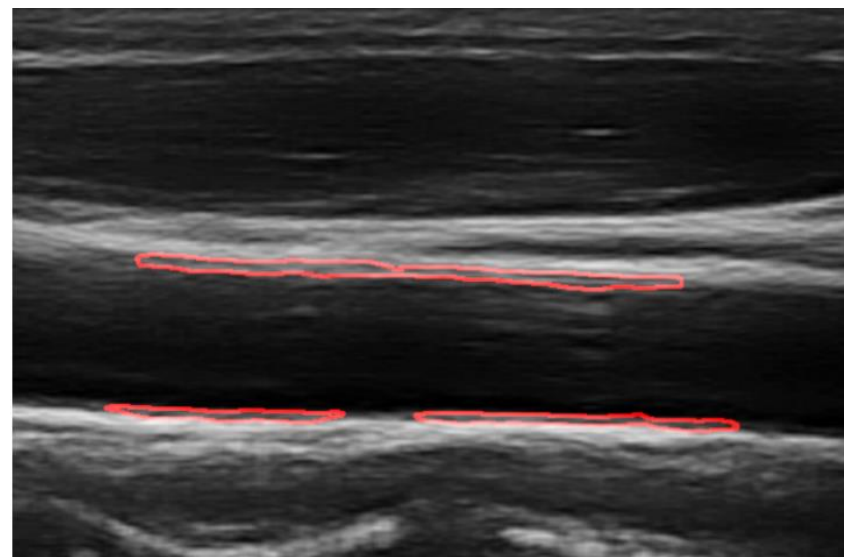
後處理(3/5)



原圖



模型預測  
結果



結果





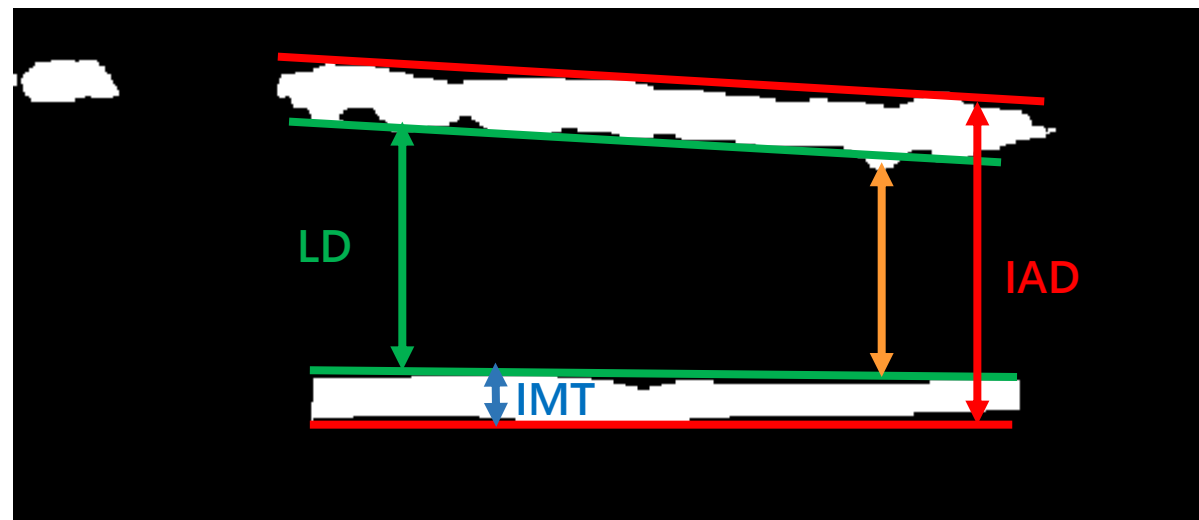
# 計算 (LD / IAD) 和 IMT

後處理(4/5)

- 四種數值方便觀察受試者血管狀況
  1. Average LD/IAD(平均堆積比例)
  2. Min LA/IAD(全血管中堆積比例最厚的部分)
  3. Median LD/IAD(找出中位數的部分)
  4. IMT(藍色間距)

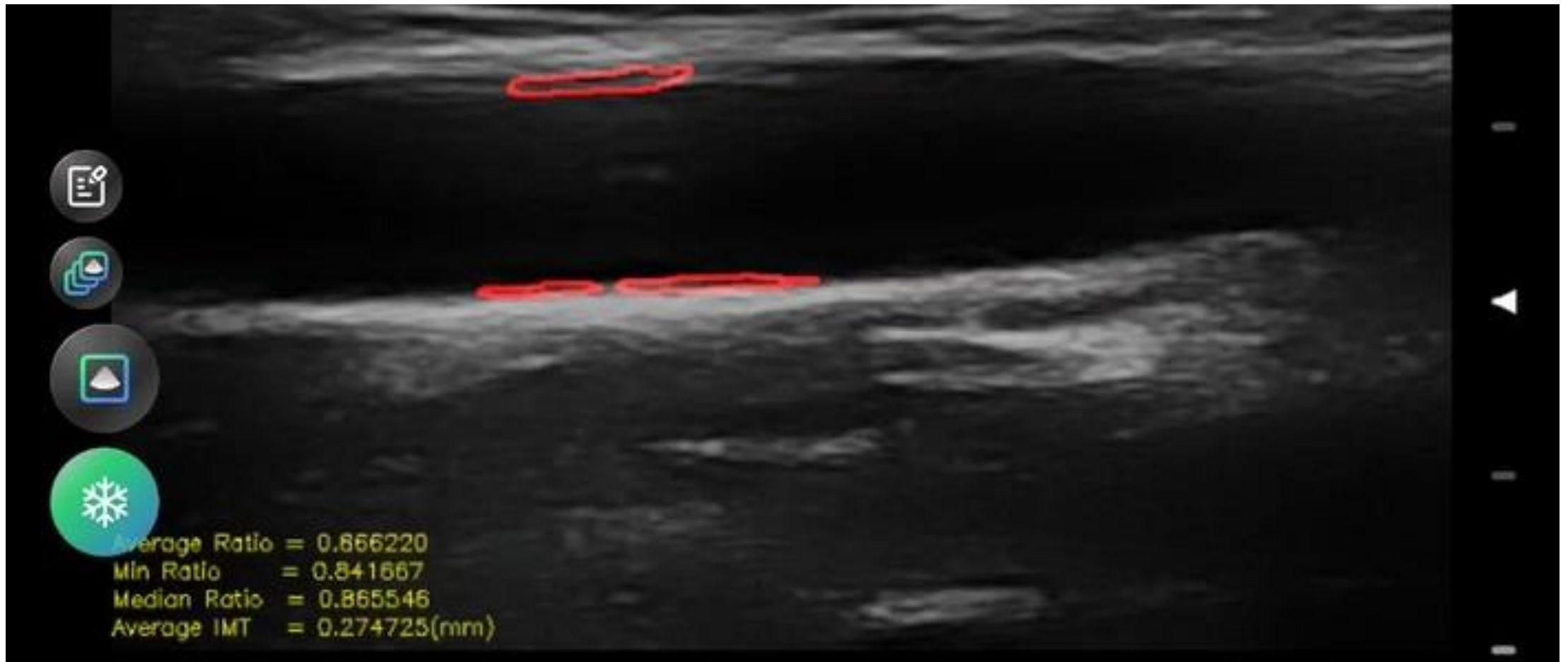
標準值:  $IMT < 0.9cm$

$LD/IAD > 70\%$



# 將計算結果顯示在圖上

後處理(5/5)



# DEMO



# 結論

- 完成：

實現通過深度學習對無線手持式超音波的頸動脈影像進行血管內膜標記

( 經由GPU加速後，計算時間約為：255ms )

- 貢獻：

- 促進頸動脈篩檢普及
- 增加無線手持式超音波的實用性
- 為其他部位的篩檢標記提供先例



# 未來展望

- 自動校正掃描角度及導航功能
- 提升標記準確度、即時風險評估與回饋
- 與臨床醫師合作，對頸動脈狹窄族群進行研究測試
- 對更多部位進行篩檢標記



# 規格

- 平台：

- 模型訓練：Google Colab python 3.7
- 裝置移植：Android Studio Bumblebee 2021.1.1 Patch 3

- 儀器：

- 行動裝置：Samsung Galaxy S8+
- 超音波儀器(感謝奔騰生醫支援!)：
  - Apache C62
  - L154 Convex Linear Array, 2~6MHz. 64通道



**感謝您的聆聽！**

