

自動化都普勒血管取樣框定位系統

An Automated System for Doppler Ultrasound Vascular Sampling Frame Localization

組別：C3
指導教授：吳明龍

專題成員：沈至萱、黃紀琇、曾歆瑜、葉家臻、李泳霈

一、專題簡介

- 評估血管功能並及早發現狹窄或血栓
- 臨床高度依賴經驗
- 發展自動化定位與角度校正系統

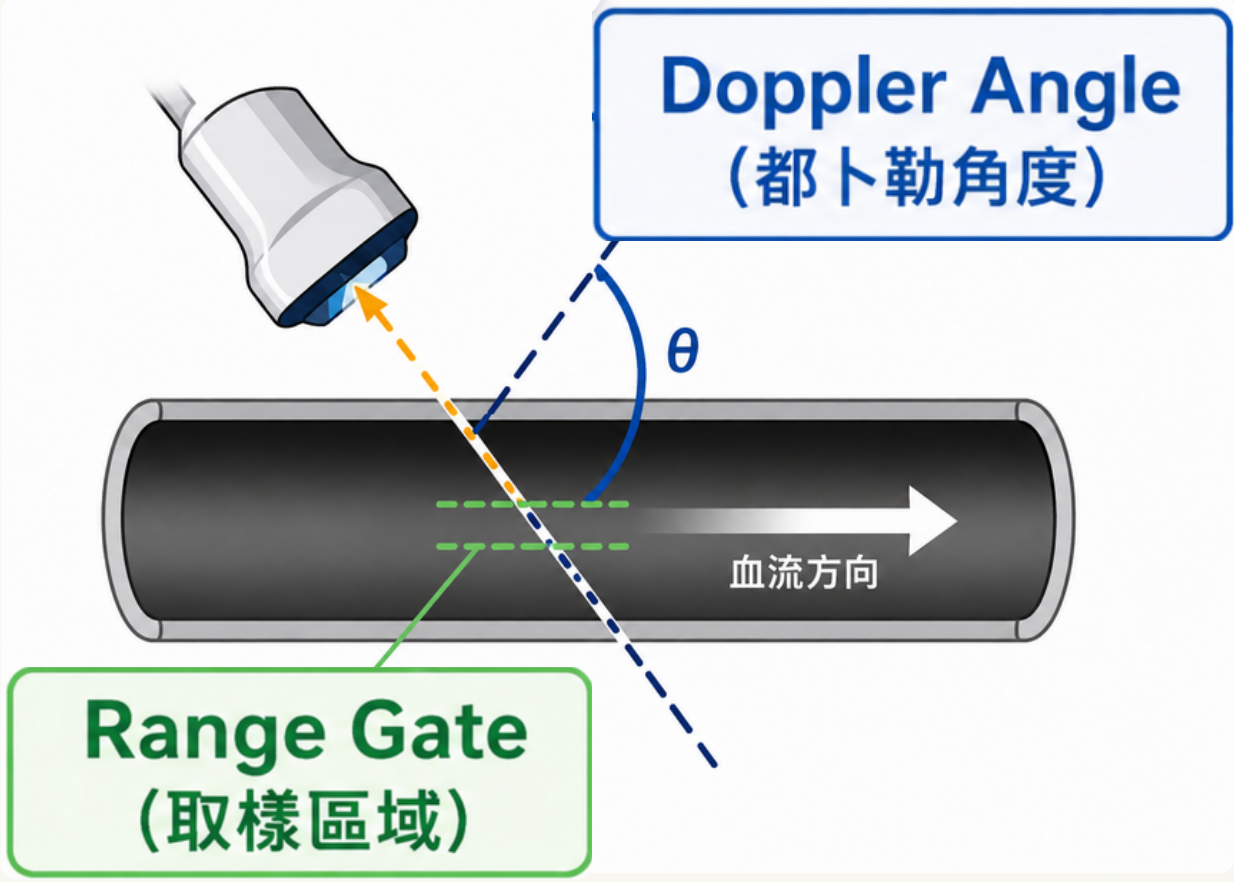


圖 1、取樣框與都普勒角說明

二、研究與實驗方法

資料概覽：

- 7 位洗腎病人的真實影片，選其中 194 幀
- 以「病患」為單位分成 Fold1 (55張)，Fold2 (46張)，Fold3 (43張)，Fold4 (52張) 做交叉驗證

資料清洗與前處理：

裁切影像大小至 900 × 700、去除 UI 並記錄原本超音波音束的資訊、填補並縮放大小至 224 × 224、做直方圖強化。

模型選擇：

- UNET
- MobileNetV3Small(encoder), UNET(decoder)
- MobileNetV3Large(encoder), UNET(decoder)

資料增廣：

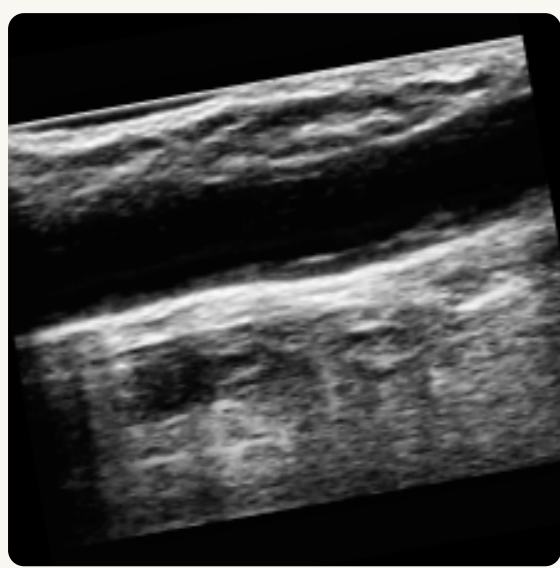


圖 2-1、
旋轉 ±10 度

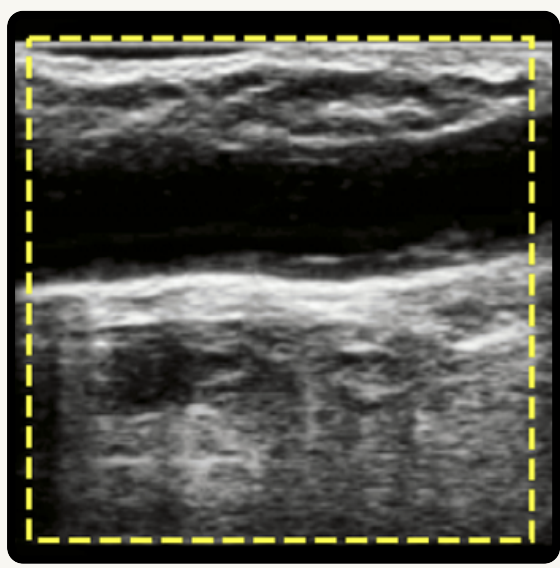


圖 2-2、
非等比例拉伸

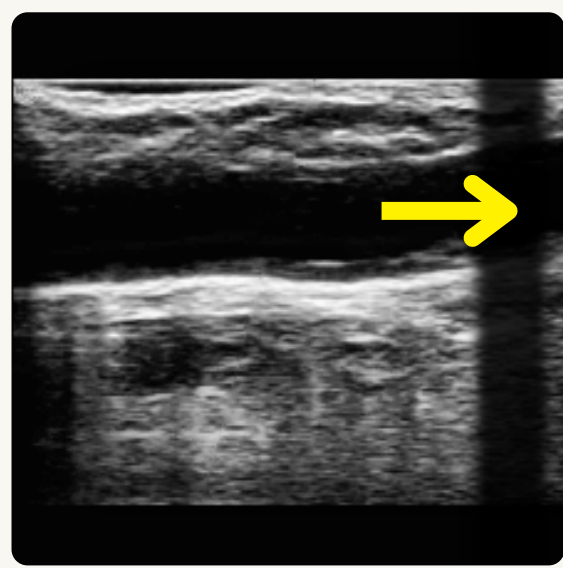


圖 2-3、
加入黑帶

後處理：

1. 中心線演算法：

- 方法一：多區域連通分量標記與脊線提取
- 方法二：形態學骨架提取與毛刺去噪法
- 方法三：OpenCV 骨架提取與多分支主線篩選法

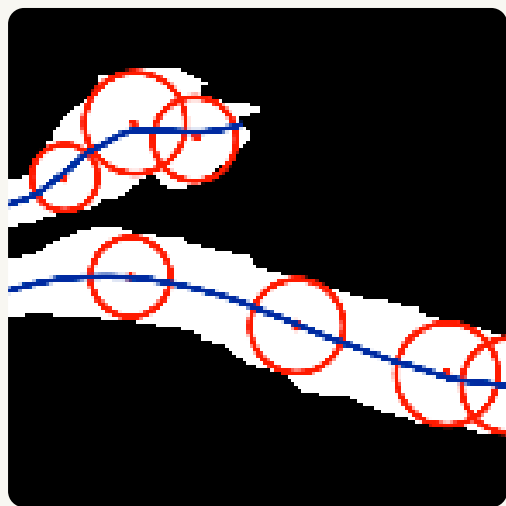


圖 3-1、方法一說明

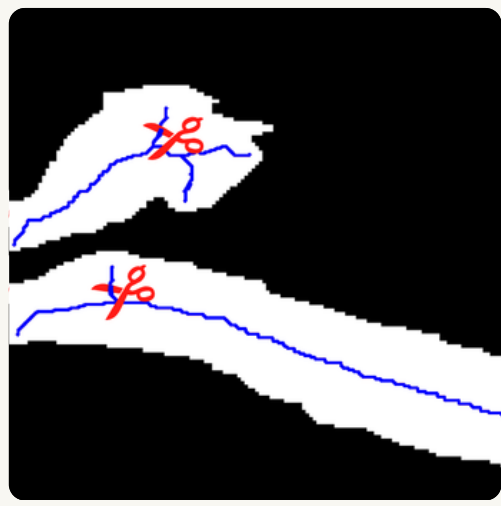


圖 3-2、方法二、三示意圖

2. 取樣框放置與都普勒角計算：

- 結合影像分割與中心線結果
- 血管走向與角度估算
- 沿超音波束交會路徑搜尋
- 邊緣約束做取樣框定位

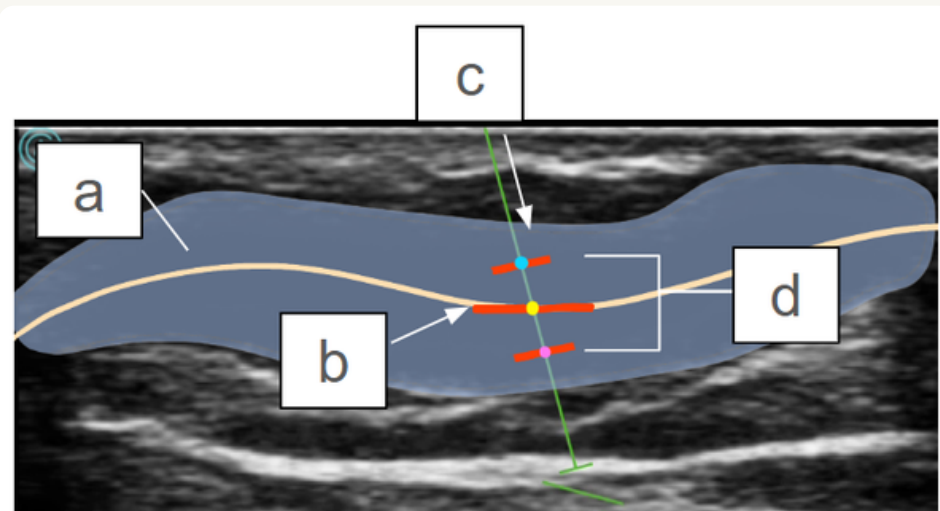


圖 4、步驟說明

三、結果

模型表現：

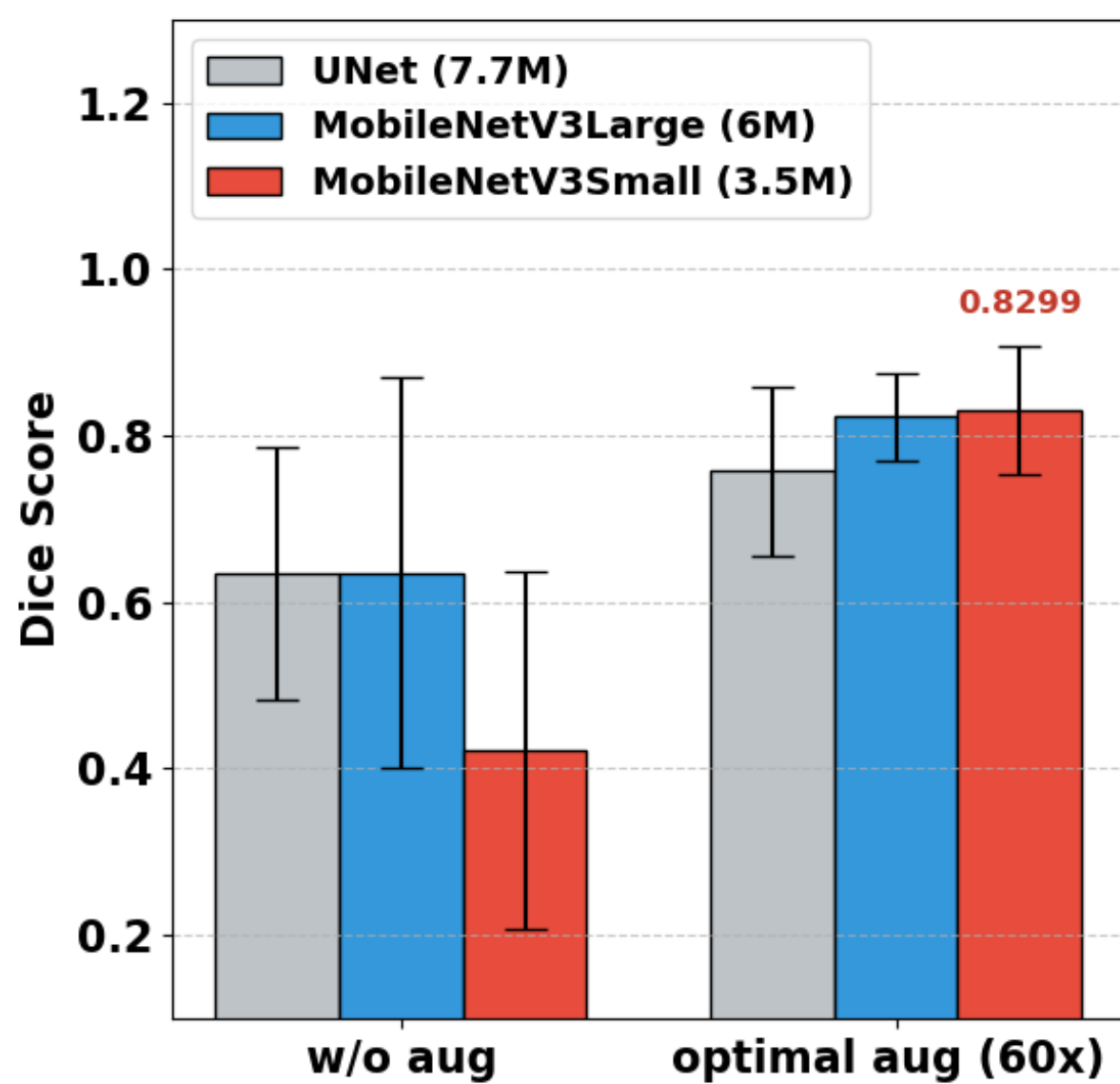


圖 5、資料增廣在不同模型上的表現

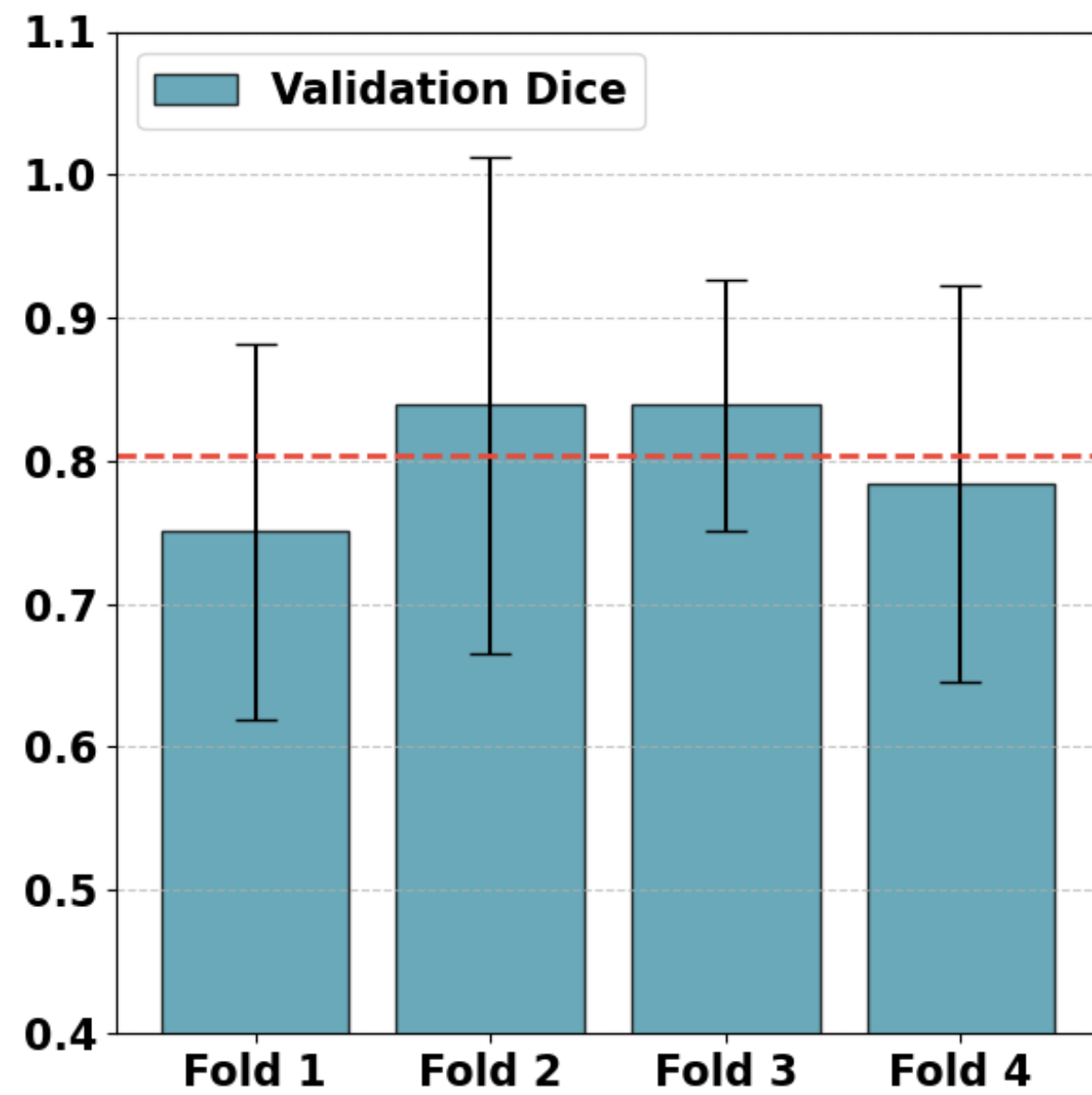
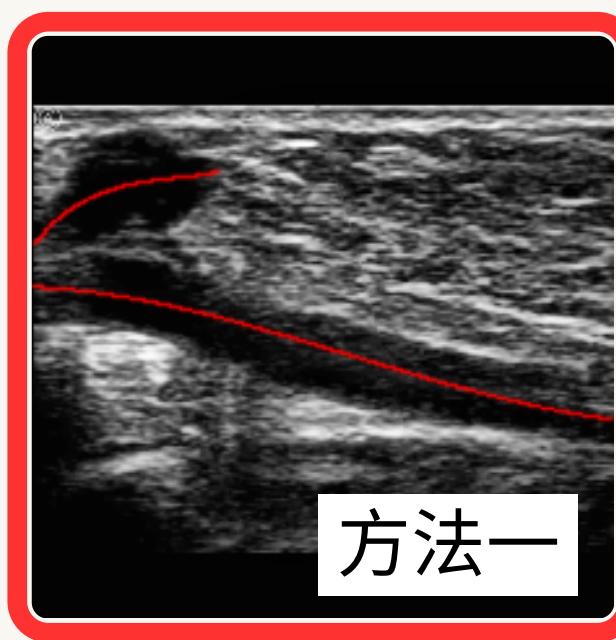


圖 6、資料增廣下交叉驗證的表現

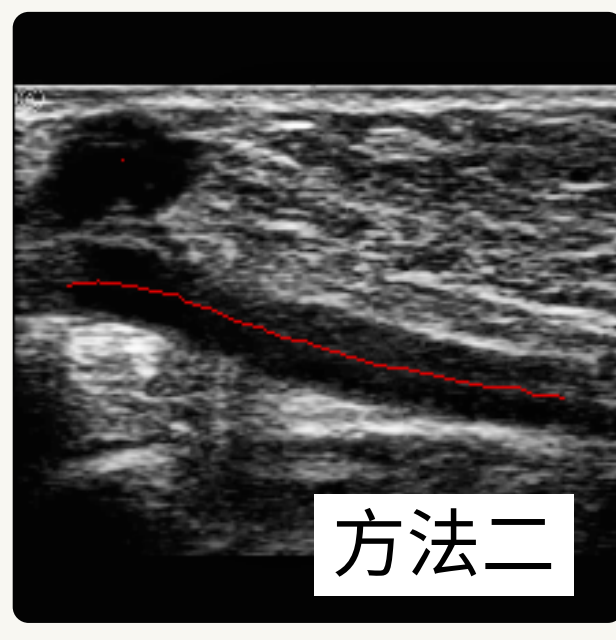
- 根據圖 5 結果及參數量大小選擇模型及資料增廣方法
- 交叉驗證結果顯示模型具有一定的泛化能力

後處理：

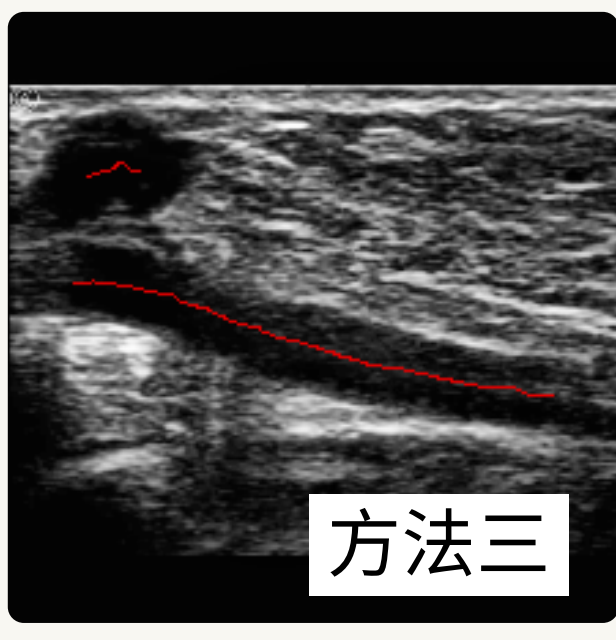
1. 中心線演算法：



方法一



方法二



方法三

圖 7、三種中心線演算法計算結果

2. 取樣框與都普勒角計算結果：

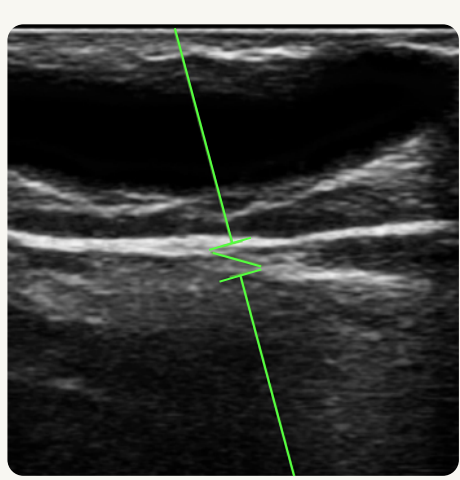


圖 8-1、
原影像



圖 8-2、
預測結果

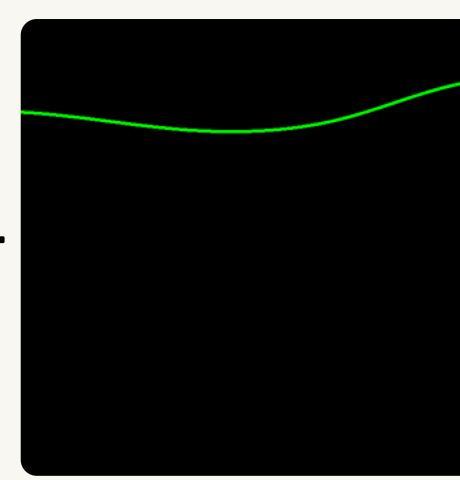


圖 8-3、
中心線計算

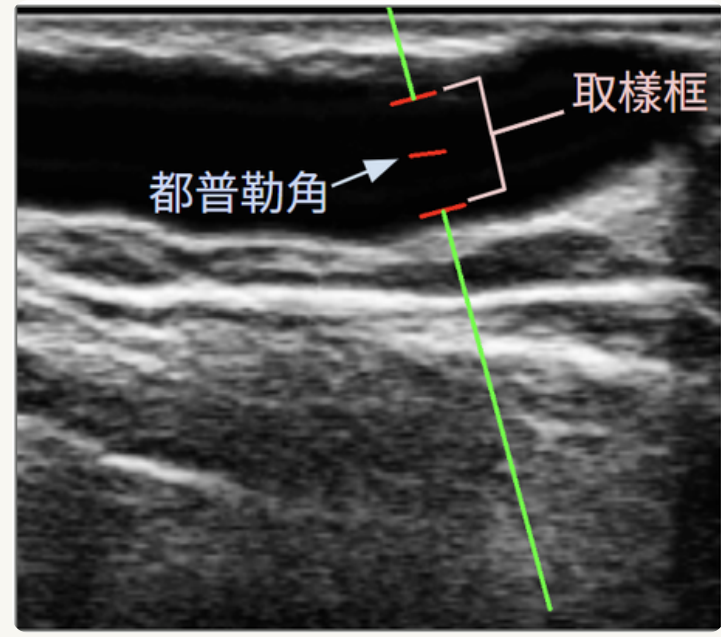


圖 8-4、取樣框與
都普勒角顯示結果

四、結論

藉由深度學習模型和前後處理達成自動化都普勒血管取樣框定位系統的目標，並移植於行動裝置上。

貢獻：

1. PW Doppler 角度自動調整
2. 將量測時間從 2 至 3 分鐘降低至約 0.1 秒
3. 提升偏鄉與非專業操作情境的準確性

未來目標：

1. 自動校正掃描角度及導航功能
2. 對更多部位進行自動血流量測