

心動分析-

基於深度學習的超音波左心室射血分數評估 Left Ventricle Ejection Fraction Assessment in Echocardiograms Using Deep Learning

指導教授：吳明龍

專題成員：郭沛蓉、陳帛愛、潘冠穎、鄭紹祺

開發工具：Python, TensorFlow, Pytorch, OpenCV, TFLite

測試環境：Windows 11

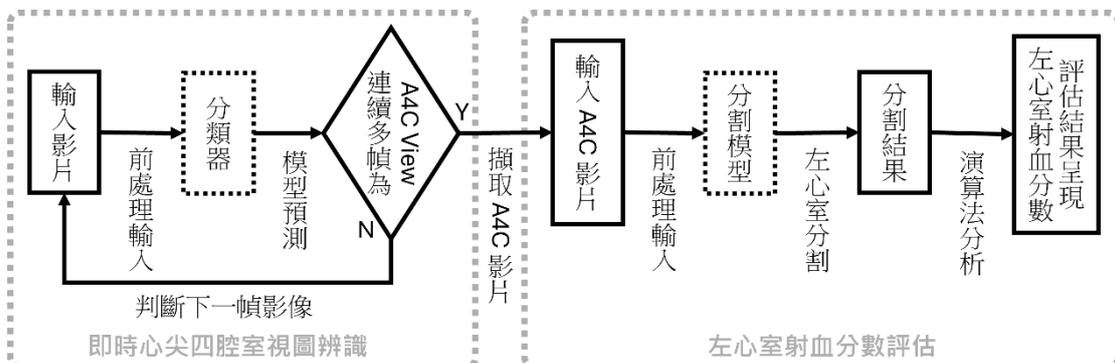
一、簡介

近二十年來，心臟疾病持續位居國人死因中的高位，而心臟衰竭便是其中一項重要課題。射血分數 (Ejection fraction, EF) 是指每次心跳時，心室泵血的程度。當其低於正常水平時，便可能是心臟衰竭的跡象。在臨床上，EF 是評估心臟收縮功能的指標，可以輔助判定病患是否具心臟衰竭的傾向，也能幫助團隊追蹤相關治療效果。因此，本專題希望能夠針對心臟超音波影像進行自動分析，對左心室射血分數進行快速評估，以提供醫療人員關於病患心臟功能的即時輔助資訊。

在本專題中，我們聚焦在以下兩個功能的演算法開發：**即時心尖四腔室視圖 (Apical 4-chamber views, A4C) 辨識**、**左心室射血分數 (Left Ventricle Ejection Fraction, LVEF) 評估**。為使本專案成果更貼近於臨床應用，我們與無線手持超音波廠商奔騰生醫進行合作，以最終能將本專案成果應用於行動裝置上，作為未來發展方向，以達成使用無線手持超音波進行心臟射血分數評估之目標，增進臨床及急救場域之心臟功能評估之效率。

二、系統架構

本專題資料處理流程如下圖一，包括 (1) 經前處理將影像大小調整及影像亮度正規化後，利用深度學習技術訓練模型辨識 A4C 視圖、(2) 判斷為 A4C 視圖後開始擷取 A4C 影片，作為後續計算左心室射血分數的輸入資料、(3) 經前處理

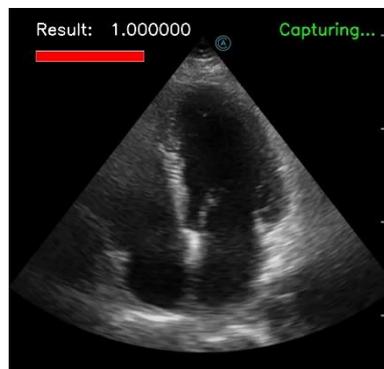


圖一、系統架構圖（黑色虛線方框為深度學習模型）

後，利用深度學習技術訓練模型，分割出左心室動態的二值影像、(4) 根據 Monoplane Simpson's Method 開發自動演算法，計算出左心室射血分數並呈現其他相關分析結果。

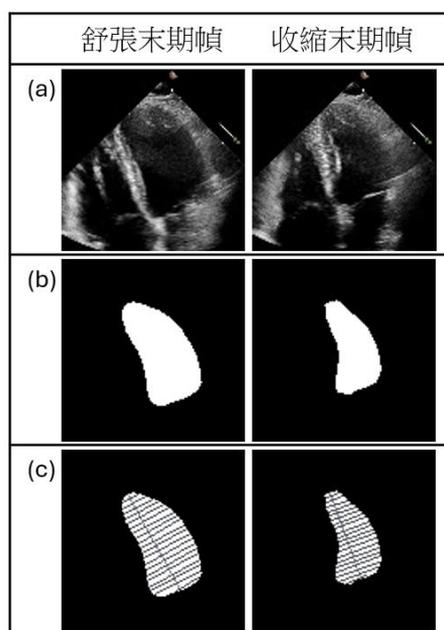
三、實驗結果

如右圖二所示，本系統以手持超音波儀器預先掃描的影片作為輸入，模擬臨床實際應用情境。經前處理後，取單一幀影像依序輸入分類器模型，將其判斷是否為 A4C 視圖的結果即時呈現於超音波畫面左上角，以一介於 0~1 之分數及 score bar 作為輔助參考；分數愈接近 1 代表模型預測其為 A4C 視圖的機率愈高。確認目前掃描平面為 A4C 視圖後，畫面右上角出現” Capturing…”提示，表示正在擷取影片，擷取後的影片接著作為計算左心室射血分數的輸入資料。



圖二、A4C 視圖辨識結果呈現

右圖三中，由上而下分別代表在左心室射血分數 (LVEF) 評估時各個階段的結果，其中(a)圖代表原始影像。首先，將影片的每幀輸入左心室分割模型後，輸出分割後的左心室範圍，以 112*112 二值化的二維陣列儲存。接著，透過演算法計算每個幀分割的心室面積大小，以左心室面積辨識出舒張末期的幀及收縮末期的幀 (即(b)圖)。最後，分別由此二張遮罩找出左心室主軸 (心尖至基部連線)，透過演算法自動切割出垂直於左心室長軸之 20 塊三維圓盤 (即(c)圖)，藉此利用 Monoplane Simpson's Method 推算出 EDV (end-diastolic volume) 和 ESV (end-systolic volume)，再透過公式計算出射血分數，即一個心跳週期中，左心室泵血量佔心室總體積之比例。利用此演算法計算所得的各項數據，與臨床取得的實際結果，進行後續相關的準確度驗證。



圖三、左心室分割結果及射血分數計算

四、參考文獻

1. Ouyang, David, et al. "Video-based AI for beat-to-beat assessment of cardiac function." *Nature* 580.7802 (2020): 252-256.
2. Østvik, Andreas, et al. "Real-time standard view classification in transthoracic echocardiography using convolutional neural networks." *Ultrasound in medicine & biology* 45.2 (2019): 374-384.