

實際過程

111 學年度「機電實作專題成果展」

構想書

三維 CT 影像冠狀動脈鈣化分析

Analysis of Three-dimensional Computed
Tomography image for coronary artery calcium

國立中山大學/ 機械與機電工程學系/ 吳怡萱/ B083022014

國立中山大學/ 機械與機電工程學系/ 唐若婷/ B083022020

國立中山大學/ 機械與機電工程學系/ 李奕勳/ B083022051

國立中山大學/ 機械與機電工程學系/ 黃啟桓/ B083022053

指導教授:嚴成文

主辦單位:國立中山大學機械與機電工程學系

一、摘要

本專題基於人工智慧的影像辨識技術作為研究基礎，利用 DeepMedic 作為自動辨識系統，對低劑量電腦斷層掃描影像(LDCT)進行特徵學習與辨識，可快速的簡易判斷該病患是否有冠狀動脈鈣化及其嚴重程度，以協助醫師進行初期診斷。以標準劑量電腦斷層掃描影像(SDCT)最佳化模型訓練與 LDCT 影像端預處理(如：切割、高斯模糊濾波)為主要研究方向，調整各項訓練參數與模組，觀測與探討其影響並藉由設計實驗進一步驗證。根據實驗結果歸結提高辨識準確度的辦法，以追求最佳的訓練效果與模型性能。

關鍵字: LDCT、冠狀動脈、深度學習、高斯濾波

二、動機與目的

造成心血管疾病的主因為冠狀動脈鈣化，通常以標準劑量電腦斷層掃描影像(Standard-Dose Computed Tomography, SDCT)為醫師判斷依據。然而，其花費金額較高且輻射劑量高易對身體造成不良影響。而低劑量電腦斷層掃描影像(Low-Dose Computed Tomography, LDCT)為檢查肺炎、肺癌常用之輔助影像，其掃描出來的畫質較 SDCT 低，不易用於檢驗心臟。

基於上述情況，本計畫希望透過深度學習的方法去研究低劑量電腦斷層掃描影像，將影像還原到與標準劑量相當的清晰度，使其可用於分析心臟冠狀動脈鈣化的情形，以協助醫師對患者進行初期評估，而病人也只需做一次低劑量電腦斷層掃描就能同時檢查兩個部位，不只降輻射劑量的危害、減少醫療成本及時間，還達到「及早發現、及早治療」的效果。

三、研究內容

(一)電腦斷層掃描影像篩選

本研究之電腦斷層掃描影像資料將由高雄榮民總醫院提供。在篩選資料的過程中，由於許多資料的完整度不足，其影像有過度模糊或過度曝光的現象，或是也有些病人的安裝心臟支架情形過度嚴重，導致人工點選鈣化區域做黃金標準時造成判斷誤差。

因此將這些資料經過人工篩選後，完整成對資料有 300 筆。標準劑量電腦斷層掃描影像共有 17693 張；低劑量電腦斷層掃描影像共有 21419 張。

(二)高斯濾波架構

- (1) 從LDCT nii檔中取得其原圖層。
- (2) 將LDCT原圖層經過高斯濾波[1](設定 $\sigma = 2$, $\text{kernal_size} = 5$)做雜訊去除。
- (3) 再將高斯濾波進行二值化(以灰階值 0~255而言，閾值設定為95)，使灰階值95~255(很大可能為鈣化區)的數值調整為True，其他區域為False，方便九宮格判斷。
- (4) 以該點九宮格區域周圍超過(含)4個數值為True。其意義在於 "保留九宮格區域周圍超過(含)4個像素灰階值大於100的灰階值" 所形成的遮罩。
- (5) 形成的遮罩層將作為雜訊的判斷，保留區視為非雜訊；反之非保留區則視為雜訊。
- (6) 遮罩層的保留區保留LDCT圖檔的原圖層；非保留區使用高斯濾波的像素。使得關注的"可能鈣化區"原圖被保留，不在意的區域也可以進行消除雜訊。
- (7) 生成輸出圖檔(簡稱為LDCT*)。

(三)人工標註驗證

使用 LIFEX[2]此軟體將上述濾波過後 LDCT*做人工標註血管位置。標註方法如下所述，從第一張影像開始看，能先看到綠色動脈漸漸往右上方移動、黃色動脈逐漸往右下方移動，接著觀察到紅色動脈從左上方出現往下與黃色動脈會合。

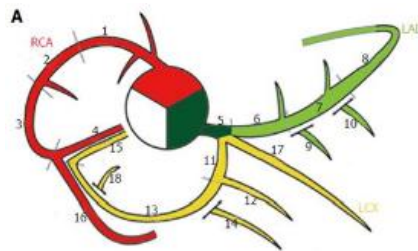


圖 5.1、冠狀動脈標註示意圖

接著將人工標註過後的 LDCT*利用文獻探討中介紹到的 Agastone Score[3]計算，比較其鈣化分數與 SDCT 分數判斷以上的高斯濾波成效如何。

四、結果與討論

如下圖，將 300 筆計算過後完整成對的 LDCT*與 SDCT 鈣化分數資料做比較，可看出透過數位濾波器改善影像畫質的 LDCT*，經由人工標註所得到的分

數與原始 SDCT 分數極為接近。但發現仍有些案例分數會相距甚遠，因此我們針對下途中分數相差太多的案例作個別比較及分析。

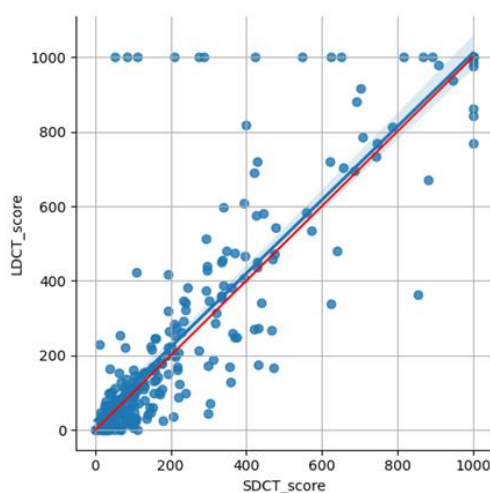
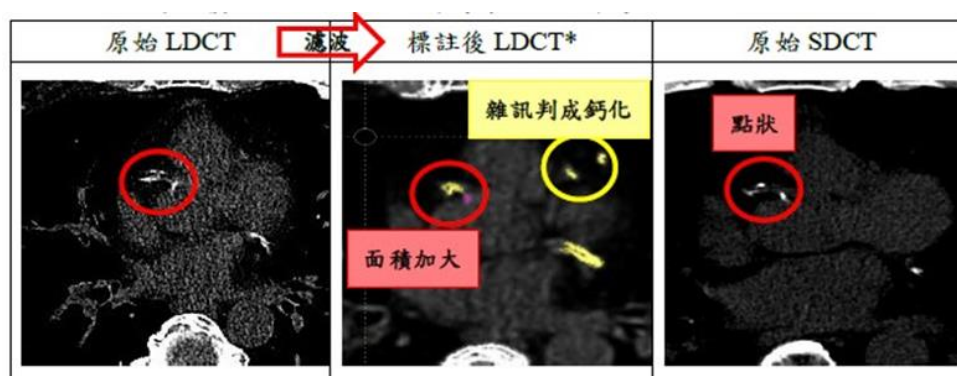


圖4.2、LDCT*與SDCT鈣化分數比較回歸線圖

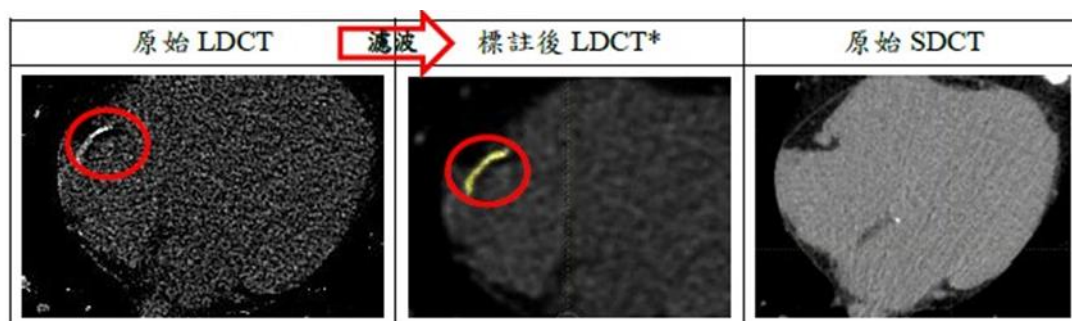
以案例 15197827 為例分析，計算出的 SDCT 鈣化分數為 1471，LDCT*鈣化分數為 2504；計算鈣化面積大小，SDCT 鈣化區面積為 149，LDCT*鈣化區面積為 383。

可以看出濾波後的 LDCT*和原始 SDCT 與 LDCT 相比，經人工標註後有面積加大與雜訊被誤判成鈣化區的問題發生。



以案例 16385210 為例分析，計算出的 SDCT 鈣化分數為 894，LDCT*鈣化分數為 1545；計算鈣化面積大小，SDCT 鈣化區面積為 121，LDCT*鈣化區面積為 233。

將原始 LDCT、標註後 LDCT*與 SDCT 比較，可發現在相對應的位置時，由於 LDCT 與 SDCT 切片密度的不同，在原始 SDCT 中並沒有看到任何鈣化面積，而 LDCT 呈現長條狀。



總結:

以相同方法分析其餘案例，造成鈣化分數誤差的原因可分為以下幾點:

- (1) **切片密度問題:** SDCT 和 LDCT 切片密度不同。例如:同一鈣化區域在 LDCT 可能有 5 張，但在 SDCT 只有 2 張，因而造成誤差。
- (2) **人工標註的失誤:** 在不同人判斷 LDCT*可能導致雜訊與鈣化區的判斷不同。
- (3) **本身 SDCT 分數有誤:** 標準 SDCT 在早期標註時出現失誤，需再經過修正。

五、致謝

感謝指導教授嚴成文教授在各方面有耐心且細心的教導並引導研究方向，還有劉欣哲及蔡孟哲兩位學長不厭其煩的為我們解釋程式上的問題，讓這個專題計畫能順利進展，也讓我們學到不少專業知識和研究的態度。

六、參考文獻

- [1] ShengYuTalk (2022). Python OpenCV cv2.GaussianBlur 高斯濾波。
檢自: <https://shengyu7697.github.io/python-opencv-gaussianblur/>
- [2] LIFEX 官方網站。
檢自: <https://www.lifexsoft.org/>
- [3] Agatston, A. S., Janowitz, W. R., Hildner, F. J., Zusmer, N. R., Viamonte, M. Jr., & Detrano, R. (1990). Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. J Am Coll Cardiol, 15(4), 827-832