

## 電腦斷層心肌影像分割與資料標註

專題編號：113-CSIE-S025

執行期限：112 年第 1 學期至 113 年第 1 學期

指導教授：謝東儒

專題參與人員：110590009 劉業閎

110590010 沈柏安

110590019 李秉勳

110590031 林暉恩

### 一、摘要

現有的心臟肌肉模型存在一些明顯的瑕疵，尤其是在血管部分的標記上不夠完整且部分缺失，這導致了利用這些模型進行 3D 建模時，訓練出的模型精確度不如預期，無法充分滿足現有醫療應用的需求。為了解決這個問題，本專題旨在建立一個更加完善且精確的心臟肌肉與血管標註資料集，以改善未來模型的訓練質量與效果。

首先，我們將運用演算法對影像資料進行初步的分割與標註。隨後，以手動方式進行更精細標註，以提升標註的範圍的一致性。接下來，再對心臟肌肉周圍的血管部分進行更為詳細且精確的手動標記，藉此提高資料集的整體精確度，並進一步提升對模型訓練效果。

關鍵詞：心臟肌肉、影像標記、3D 建模、資料集

### 二、緣由與目的

目前有關 AI 領域的發展日新月異，但是同樣值得注意的是資料集的處理。好的資料集才能讓演算法更佳的精確，同時復旦大學也有在心臟肌肉影像分割這個區塊有了相當不錯的結果，但是他們的成果僅只有對於心臟肌肉的標示，並沒有對周圍的血管做標記。

文獻[5]中，在影像分割的這一塊已經有了不錯的建樹，但對於其產出結果的正確率仍有些不滿意，故而希望能提升資料集的精確度，以此來訓練出精確度更高的演算法。

### 三、研究報告內容

由文獻[5]中提到的新型網路架構將資料集轉化成初步的心臟模型，並透過 Monai 對 MRI 掃描結果做初步的標記，再使用三標籤法，將心臟肌肉、心臟腔室與非心臟區域分離出來，隨後使用區域生長分割 (region growing segmentation)，將上述三種區域標記出來，並將心臟肌肉單獨分離出，同時使用閾值法(thresholding)調整其閾值以接近原始心臟之模型，最後使用球型筆刷做精修及表面的平滑化(smoothing)。

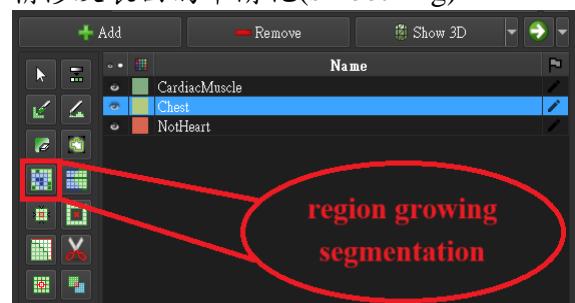


圖 1(上方). 區域生長分割功能

(region growing segmentation)

3D Slicer 中區域生長的功能

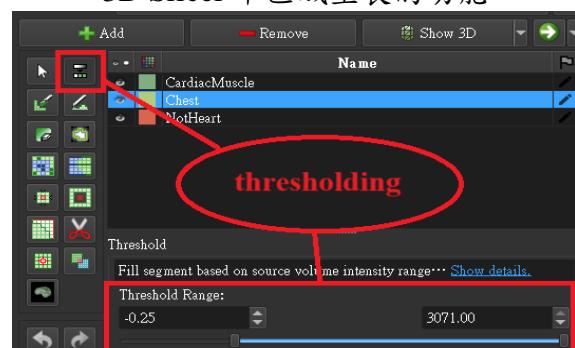


圖 2(上方). 閾值法功能(thresholding)

3D Slicer 中調整閾值的功能

## 四、文獻探討

### (一)用於醫學影像分割的 Bayesian 模型

透過影像和標籤統計增強醫學影像分割的模型通用性，先將影像分解為 spatial-correlated 變量和 spatial-variant 變量，並分配分層 Bayesian 先驗以明確強制它們分別對域穩定形狀和域特定外觀資訊進行建模，發展成了一個變分 Bayesian 框架來推論這些可解釋變數的後驗分佈。

### (二)結合多源圖像的心肌分割混合模型

在文獻[2]中，提出了多元混合模型 (MvMM) 和最大對數似然 (LL) 框架同時配準和分割多源影像的方法，對於影像沒有對準而造成的不一致的數據，MvMM 透過變換來制定，並步推廣用於處理 hetero-coverage 進一覆蓋多模態影像 (HC-MMI)，MvMM 的分割是在虛擬公共空間中執行的，所有影像和未對齊的切片同時註冊到該空間。

## 五、結論

就結果而言，我們希望能夠花更少的時間在資料標註的同時維持穩定的標註結果，而我們產出的資料標註結果並沒有達到我們預期。我們花了許多時間在做資料標註，但是在結合演算法以提升標註效率的這塊領域上的研究成果上略顯不足。

對於未來資料標註效率的提升我們仍希望有所進展，這份研究的進展將對非常多的領域產生深遠的影響。因此我們也由衷的希望未來能夠找出提升足夠多效率的演算法。

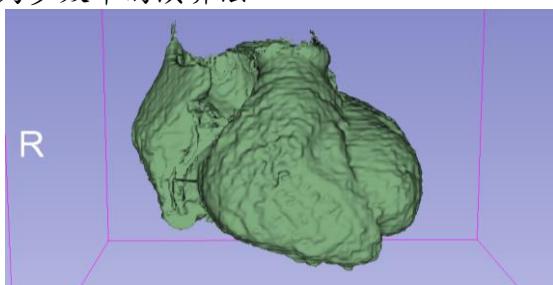


圖 3(上方). 第一階段成果  
大部分的心臟肌肉可以看見清楚的輪廓

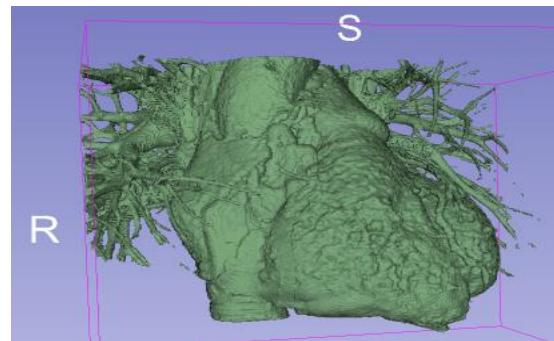


圖 4(上方). 第二階段成果  
相比第一階段的成果增加了血管的標記

## 六、參考文獻

- [1] S Gao, H Zhou, Y Gao, X Zhuang. "BayeSeg: Bayesian Modeling for Medical Image Segmentation with Interpretable Generalizability. Medical Image Analysis 89, 102889, 2023"
- [2] Xiahai Zhuang: "Multivariate mixture model for myocardial segmentation combining *multi-source* images. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 41(12): 2933-2946, 2019."
- [3] X Luo & X Zhuang: X-Metric: "An N-Dimensional Information-Theoretic Framework for Groupwise Registration and Deep Combined Computing. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 45(7): 9206 - 9224, 2023 (IF: 24.314)"
- [4] F Wu & X Zhuang. "Minimizing Estimated Risks on Unlabeled Data: A New Formulation for Semi-Supervised Medical Image Segmentation. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (T PAMI) 45(5): 6021 - 6036, 2023"
- [5] 許世楨。「逐深度卷積收縮與擴展網路三維心臟影像分割」。碩士論文，國立臺北科技大學資訊工程系，2023。<<https://hdl.handle.net/11296/9te9tv>>