

應用擴散模型於 CT 影像上的海馬迴定位

Application of Diffusion Model to Hippocampus Localization on CT Images

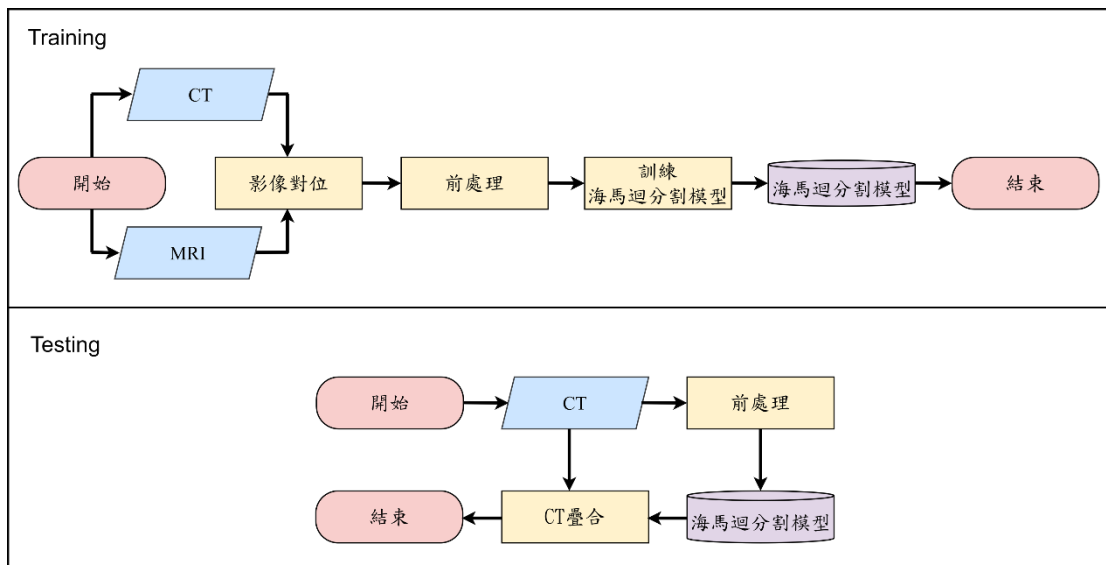
研究生：資訊工程系 吳思辰

指導教授：資訊工程系 張傳育 特聘教授

摘要

海馬迴(hippocampus)位於人類大腦左、右腦半球皮質下方，是構成人類大腦邊緣系統的一部分，負責學習新事物、保存腦部記憶及空間定位。當癌症到晚期時，腫瘤有很高的機率會轉移到腦部，稱為腦轉移，醫師通常會優先選擇為病患安排閃避海馬迴全腦放射治療(Hippocampus-Sparing Whole-Brain Radio-therapy)，但在規劃腦部放射治療時，必須透過電腦斷層(computed tomography, CT)來設計，而海馬迴只能從核磁共振影像(magnetic resonance imaging, MRI)才能正確且精準的辨識海馬迴。為了減少診斷的時間成本，本研究將僅用 CT 影像，自動圈選出海馬迴精確位置，以 diffusion-unet 作為海馬迴分割模型，並將訓練時輸入改為同時輸入 CT、MRI 兩種影像，讓模型學習到海馬迴在 MRI 影像中的特徵。測試僅用 CT 影像預測海馬迴位置，實驗結果顯示，重疊率最高可以達到 94.4%。本方法可以協助醫療團隊執行閃避海馬迴全腦放射治療。

研究方法



本研究提出以 Diff-UNet 作為海馬迴分割模型基礎，以透過對位的 CT 和 MRI 兩種體積影像，和醫師從 MRI 影像進行標註的海馬迴分割標籤作為輸入，接著模型會對分割標籤逐步的加入 t 次雜訊，並將兩種體積影像各自經過特徵提取，最後由 Diff-UNet 的 Denoising Module 來逐步完成去除雜訊，以分割出精確的海馬迴預測結果。

圖 31 本研究系統流程圖

在第一階段中，本研究將 CT 及 MRI 影像經過影像對位，將兩種影像處理成成對資料集，使得兩種影像能夠完全重疊在一起。再將由專業醫療人員提供的 WW、WL 的資訊帶入，用來調整影像的對比度以及明亮度。下一步進行正規化，將影像的灰階值正規化到[0,1]，最後將影像裁切到指定位置和大小，使模型更關注在海馬迴區域。經過前處理後的影像作為輸入，模型會對分割標籤逐步的加入 t 次雜訊，並將兩種體積影像各自經過特徵提取，最後由 Diff-UNet 的 Denoising Module 來逐步完成去除雜訊，以分割出精確的海馬迴預測結果。

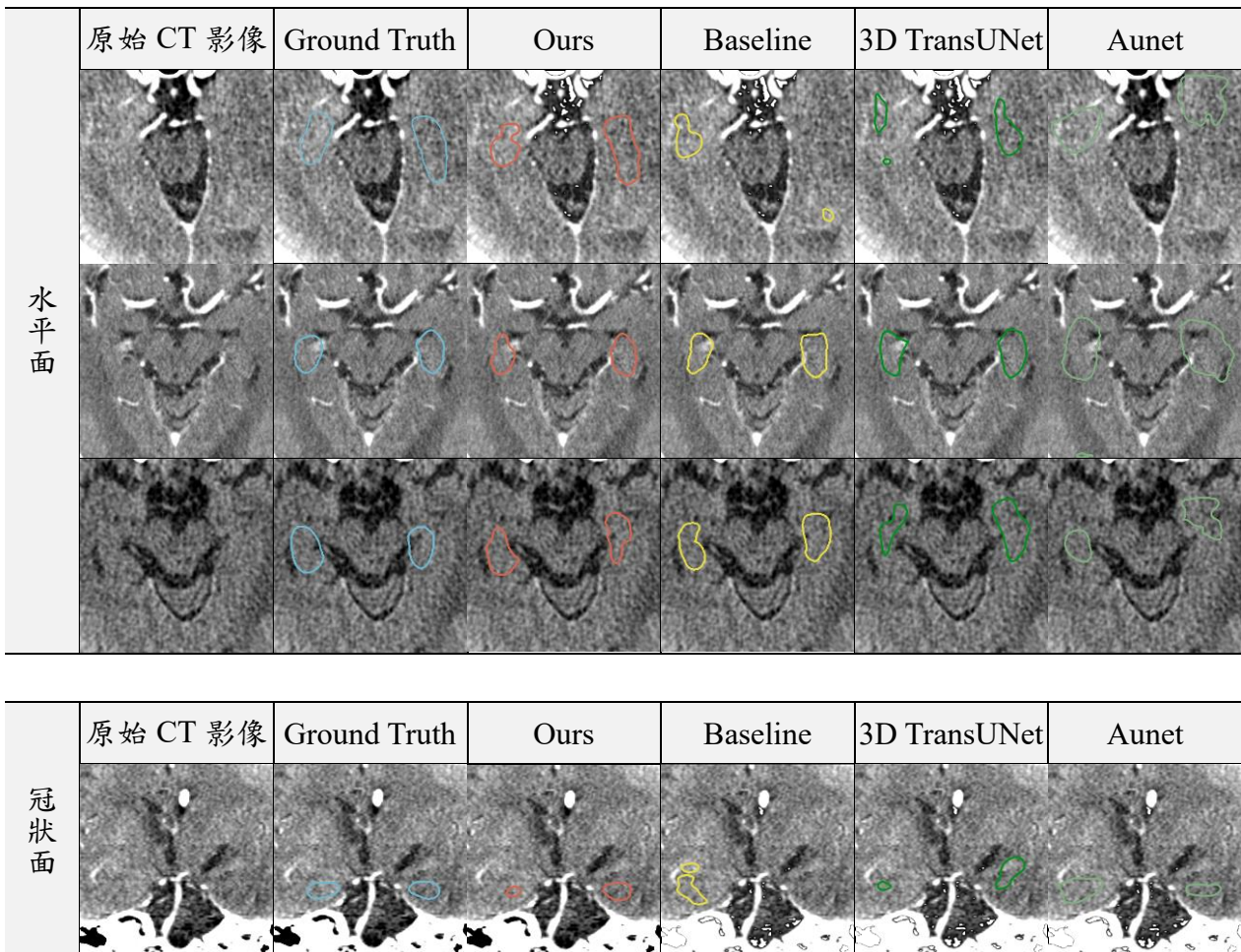
第二階段是測試階段，為系統整體實際運作流程。輸入 CT Dicom，並進行影像前處理，包括使用 WW 與 WL 來調整影像、正規化以及裁切感興趣之區域，接著利用海馬迴分割模型得到海馬迴的區域，並將其疊回輸入的 CT 影像上。

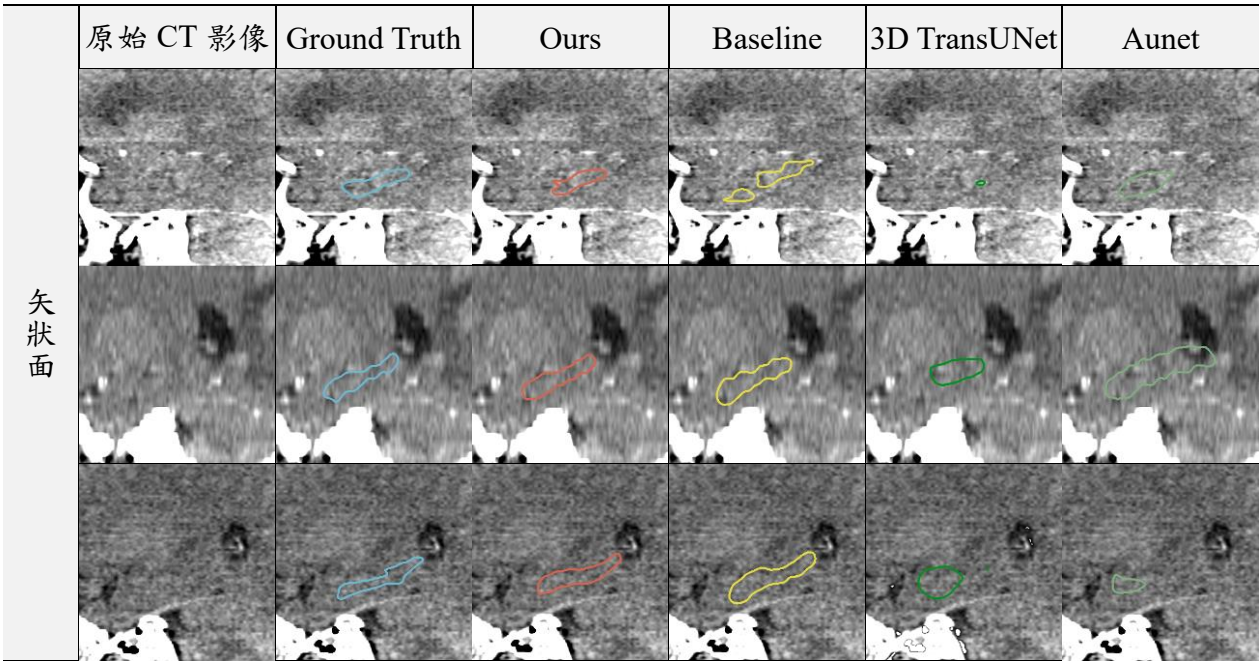
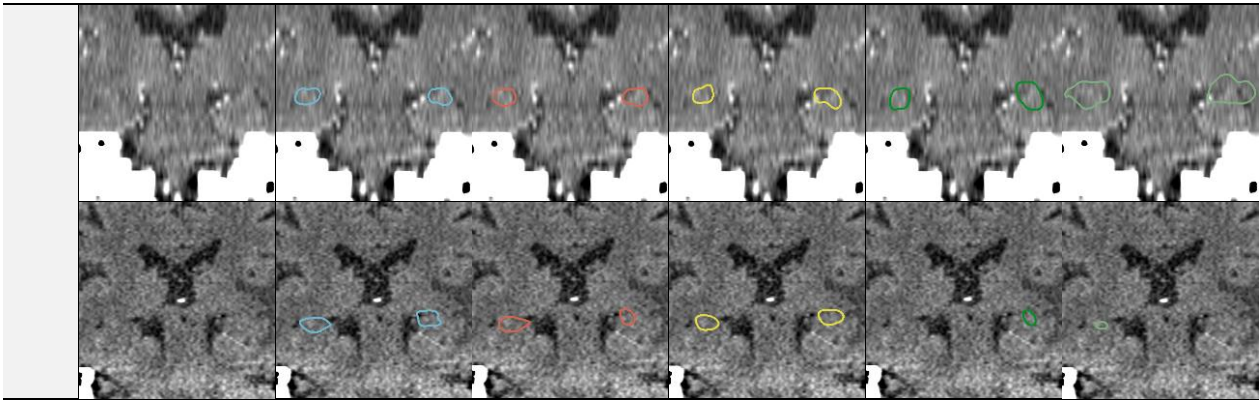
實驗結果

本研究以一組 CT 影像為單位進行海馬迴分割測試，為了評估在 CT 影像上分割出海馬迴區域的效果，本研究採用 Dice 及 HD95(Hausdorff distance 95%)作為評估指標。

Model	Avg.Dice[%]	HD95(↓)
Aunet	32.59	25.91
3D TransUNet	49.76	54.99
Ours	74.39	3.067

下表展示了海馬迴預測結果，分別以水平面、冠狀面及矢狀面呈現。





結論

本研究提出了基於擴散模型並使用兩種模態的資訊，以達到 CT 影像上定位海馬迴的任務。本研究在分割任務上採用了 Diff-UNet 的 3D 模型，有別以往只用單一一種模態影像作為輸入，本研究改用 CT 與 MRI 兩種不同模態的影像作為輸入。加入與 CT 對位的 MRI 影像來加強模型理解 CT 影像上海馬迴的特徵。透過本研究之方法，最高可以達到 94% 以及 Hausdorff distance 95% 最低可達 1。

本論文提出的方法可以減輕在 CT 影像上無法用肉眼找到海馬迴的痛點，並降低在進行閃避海馬迴全腦放射治療的門檻，協助醫師在臨床上作為參考依據，讓更多患者不必拍攝 CT 及 MRI 兩種影像，減輕患者負擔。

此外，在未來的研究中，可以透過蒐集更多成對資料集的方式來加強我們的模型，增加模型預測海馬迴的準確度，以達到專業醫療人員臨床之用途。