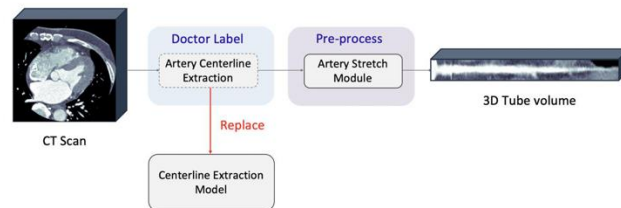


共享模型說明書

模型編號	H17-HM08		
模型名稱	CCTA 冠脈影像最佳相位選取 AI 模型		
提供單位	臺大醫學院	提供者	王宗道教授團隊
共享模式	申請者與模型提供者共同申請研究計畫經倫委會核准共同執行。		
模型功能分類	圖像處理/ 圖像優化		
聯絡人	專任助理王穎平	聯絡電話	02-33668119

技術簡介	<p>冠狀動脈電腦斷層(CCTA)在冠心病診斷上已能達到>90%之準確度，然因心臟跳動影像晃動影響，以目前的技術進行檢查，常還是有部分血管無法獲得清晰不模糊的影像，放射科醫師需要組出許多組不同心臟相位(phase)的影像，耗時判讀。以目前臨床常規，將原始資料進行篩選，只留下比較好的影像，會損失其他相位的寶貴資訊。本團隊領先世界，進行多相位血管中心線標註以及血管影像品質排序分數標註，使用卷積類神經網路深度學習模型為基礎，開發自動偵測工具，建構冠狀動脈多相位品質分數與排名預測模型，由 AI 模型自動找出具有判讀價值的相位。針對品質較好的血管分段影像進行重組，提供臨床醫師判讀參考，輔助醫師診斷。</p>
技術說明	<p>1. 冠狀動脈血管中心線擷取</p> <p>在臨床使用上，病患拍攝完電腦斷層影像後，醫師會先手動標注每條冠狀動脈血管分支的中心線，再使用醫學</p>

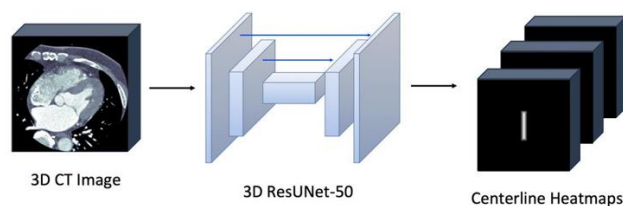
影像軟體將血管影像拉直，如圖一所示。由於整個流程很耗時費力，因此本案提出一個自動化中心線擷取的方法，使用深度學習模型自動將中心線找出來，並將其轉成拉直後的血管影像。



圖一、心臟 CT 血管影像拉直流程圖

在現有的文獻中，幾乎都須先設置中心線起始點，再由模型一步一步預測接下來的中心線點。這樣的方法有三個主要的缺點，第一點是起始點若設置錯誤，接下來預測的點也有很大的機率會是錯誤的；第二點是每預測一個點都需要跑一次模型，較為耗費時間，也難以決定終點為哪一點；第三點是血管容易有許多分支，模型預測的點有可能會走到較小的分支而影響最終預測結果。因此在技術方法上，我們提出了一個兩階段(two stage)的深度學習模型，如圖二所示，輸入是 CT 影像，輸出則是三條冠狀動脈血管中心線之熱區圖，經過骨架化等後處理即可直接取得三條血管之中心線。而網路架構的

部份我們使用的是 3D ResUNet-50，損失函數(loss function)則是 L1 loss 再加上 masked binary cross entropy loss。而模型的第一階段會預測出血管外框，第二階段再利用外框對原始影像作裁切，針對個別血管做精準化預測(refinement)。



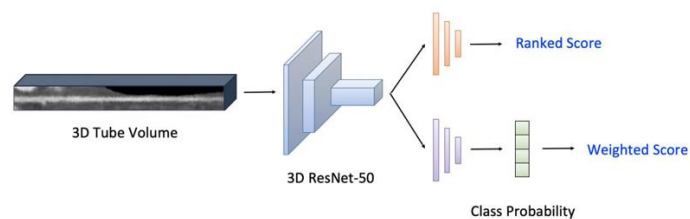
圖二、血管中心線擷取之深度學習模型網路架構圖

與現有文獻相比，此模型推論(inference)時不需要重複跑上百次即可取得三條血管之中心線，也不容易受到一個點的預測錯誤而導致後續的點皆預測錯誤，或是只抓到單一血管分支，而是能夠將血管分支都擷取出來。

2. 多相位冠狀動脈血管影像品質分析

我們開發了一個用來作多相位血管品質預測的深度學習模型，如圖三所示，輸入是拉直後的血管影像，輸出則是加權後的品質分數與排序分數。而網路架構的部份 backbone 我們使用的是 3D ResNet-50，head 分為 classifier head 以及 ranking head，損失函數(loss

function)則使用與分類任務相關的 soft cross entropy loss，再加上與排序任務相關的 pair-wise ranking loss 以及 RankNet loss。在執行模型推論(inference)時，會依序將多相位血管依序輸入進模型中，即可得到每條血管的品質分數以及總排名。



圖三、血管影像品質分析之深度學習模型網路架構圖

另一方面，當模型將輸入影像分類成某一個類別(class)時，我們能透過類別活化映射(class activation mapping, CAM)模組(module)得知是影像中哪些區域讓模型將此影像判斷成該類別。而在血管影像品質預測中，可利用此模組提供醫師血管品質分段(section)的參考分數，如圖四所示，即每個分段的 CAM 熱區圖影像中，我們可以取所有類別中亮度最高的分數類別，當作該分段的分數。這樣的方法優點在於醫師不用針對每個

	<p>血管分段作標註，可大量減少標注人力與時間。</p>  <p>圖四、血管影像分段之品質預測視覺化結果圖</p>
<p>使用限制</p>	<p>本產品僅限於影像數據分析，平行於常規醫療流程，建議具執行判讀資格之醫師使用。本產品的判讀不是診斷，也不可作為診斷的唯一依據。</p> <p>本產品不適用於下列電腦斷層影像：</p> <p>非胸部、有施打顯影劑、電腦斷層影像有嚴重晃動無法判讀者、接受過心臟開刀手術、罹患先天性心臟病、放置心率調節器或植入式心律去顫器</p>
<p>設備需求</p>	<p>軟體需求</p> <p>作業系統：Ubuntu 16 以上, x64 (Linux)</p> <p>驅動程式：NVIDIA Driver 460.73.01 以上</p> <p>運行環境：Docker 19.03.12 以上, NVIDIA Docker 2</p> <p>程式語言：Python 3.6 以上</p> <p>運行套件：NVIDIA Clara Train SDK 3.1</p> <p>硬體需求</p>

	<p>建議配備：</p> <p>處理器：CPU Intel i7</p> <p>記憶體：32GB 以上</p> <p>硬碟空間：100GB 以上</p> <p>GPU：NVIDIA T4 x 1</p> <p>最佳配備：</p> <p>處理器：CPU Intel Xeon or AMD 7742, 64 cores</p> <p>記憶體：256GB 以上</p> <p>硬碟空間：1TB 以上</p> <p>GPU：NVIDIA A100 80GB x 4</p> <p>網路頻寬：1 GB/sec 以上</p>
影像需求	<ul style="list-style-type: none"> • 影像大小：512 x 512 像素 • 影像格式：DICOM(*.dcm) • 掃描機型，至少為 128 切以上 • 電腦斷層冠狀動脈攝影影像重組 field-of-view (FOV)大小為 22cm 或以下，重組厚度須小於 1mm。 • 冠狀動脈鈣化分數檢查影像重組 field-of-view (FOV)大小為 25cm 或以下，重組厚度須小於或等於 3mm。

	<ul style="list-style-type: none">• 主動脈的顯影亮度，至少要 250 Hounsfield Units (HU)以上。• 影像類型：包含冠狀動脈鈣化分數檢查以及電腦斷層冠狀動脈攝影之影像• 視野 (Field View)：覆蓋整個胸腔• 沒有接受過心臟開刀手術、• 沒有放置心率調節器或植入式心律去顫器• 沒有罹患先天性心臟病• 本產品可接受並處理遵守以上規格的影像，已測試過電腦斷層掃描儀型號與造影參數包含包含 GE (Lightspeed VCT, Revolution CT)、Siemens (Somaton Definition AS), Canon (Aquilion PRIME)等。
--	---