

# 出國報告(短期進修六個月)

## 研究人工智慧演算法以開發自動診斷 肝臟腫瘤病灶

服務機關：國防醫學院

姓名職稱：張維洲、中校教師

派赴國家/地區：美國/舊金山

報告日期：109 年 5 月 20 日

出國時間：108 年 11 月 18 日至 109 年 5 月 14 日

## 摘要

在台灣，肝癌（正式名稱：肝細胞癌）是影響國人的重大疾病。根據衛生福利部的統計資料顯示，近二十年來「肝癌」一直是全國十大癌症死因第一或第二名，每年因肝癌而死亡的人數約在 5000～7000 人之間。目前臨床上診斷肝癌可以經由血液檢查、影像檢查和病理組織三方面來進行，由於約 1/3 肝癌病人的甲型胎兒蛋白值（ $\alpha$ -Fetoprotein, AFP）正常，故不能單靠甲型胎兒蛋白來診斷肝癌。其中切片檢查取得病理組織是直接採取病人可疑的肝臟組織加以檢驗，為最準確的診斷方式，但由於進行切片檢查有大量出血及肝癌擴散的危險，因此臨床上可接受以特定的三相式影像學的表徵合併臨床高危險族群(B/C 肝炎帶原)或甲型胎兒蛋白升高來確診。但由於影像檢查對於肝癌診斷準確率高，且對後續病人治療計畫極具參考價值，同時也能彌補血清學（AFP）檢查之不足，因此影像學檢查為目前臨床上診斷肝癌不可或缺的一項重要工具。

原發性肝癌與其他肝臟癌症（non-HCC hepatic tumors）或肝臟轉移性病灶不同的地方在於：肝癌細胞需要大量的血液供給養分，血管學特性特別明顯且具特異性。因此可以經由影像學檢查來診斷肝癌，例如三相式(動脈相、門靜脈相、及延遲相)的電腦斷層(Computed Tomography, CT)或核磁共振(Magnetic Resonance Imaging, MRI)影像檢查。在電腦斷層上，大部分的肝癌會比正常肝組織密度低，搭配注射靜脈的含碘顯影劑後，肝癌在動脈相會呈現明顯的腫瘤顯影，於門靜脈相及延遲相則會出現快速的顯影

消退(wash-out)，此三相的變化加上非顯影相可以用來判斷是否為肝癌及正確顯示出其腫瘤侵犯的範圍。利用肝癌的血管學特性，可以提供腫瘤的位置、與周圍器官的關係、肝門靜脈有無侵犯、週邊器官有無轉移等訊息。對於肝癌的性質可提供準確的訊息，以供臨床上判斷肝癌病人適合接受何種後續治療。目前約 95~97%的病例，大於兩公分以上的肝腫瘤，在做完電腦斷層或磁共振造影檢查時就可確診為肝癌。

根據 GLOBOCAN 惡性腫瘤(癌症)中常見的肝癌不僅為全世界的死亡量第二高，長久以來也位居國人癌症死亡率前二名。目前醫師多採用磁共振造影(MRI)或電腦斷層掃描(CT)做為臨床診斷之工具，然而受限於磁共振造影的取像時間較長，容易因為呼吸而有位移，因此學員此次出國鎖定電腦斷層掃描作為主要的分析影像。目前的電腦斷層掃描影像多半必須依賴放射科醫師判讀並描繪出腫瘤位置，由於每位病人的腫瘤位置、大小及形狀皆不盡相同，因此極為仰賴醫師的經驗判讀，在臨床上難以建立一套準確的指標，因此學員進修目的為學習機器學習與人工智慧模型與演算法協助自動化切割與分類肝臟腫瘤。

# 目次

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 摘 要 .....                         | 2~3   |
| 目 次 .....                         | 4     |
| 壹、目的 .....                        | 5~6   |
| 貳、過程                              |       |
| 一、地點背景 .....                      | 7     |
| 二、指導教授背景 .....                    | 8~9   |
| 三、修習重點                            |       |
| a. 研究主題 .....                     | 10    |
| b. 研究目的 .....                     | 10~11 |
| c. 研究方法 .....                     | 11~15 |
| d. 研究結果 .....                     | 16~18 |
| 參、參與國際會議                          |       |
| 2019 Dec RSNA (北美放射影像醫學會年會) ..... | 19~21 |
| 肆、心得及建議 .....                     | 22~24 |

## 壹、目的

現今對肝臟腫瘤的判別方法大多由放射科醫師以目測進行診斷，需仰賴醫師長期專業訓練與判讀的經驗，除了容易受到人為主觀的因素影響之外，也缺乏一個明確的指標。由於肝臟與腹部其他器官在醫學影像亮度特徵上十分相近，故在電腦自動化分割處理上有一定的困難度。近年來，其相關研究利用類神經網路系統來分割肝臟與腫瘤，不論是 Fully Convolutional Neural Networks (FCN)以及 Convolutional-Deconvolutional Neural Networks (CDNN)，抑或者 Cascaded Fully Convolutional Neural Networks(CFNN)皆達到良好的效果。結合上述研究所提及之 FCN 等卷積神經網路之優點，在肝臟與腫瘤分割上獲得一定的效能。不過，上述方式都是以單一相的影像做切割，難以應用於肝臟不同腫瘤的分類，然而利用注射顯影劑後的三相式影像(tri-phase)做為 multi-channel fully convolutional network(MC-FCN)的輸入，讓 FCN 學習腫瘤與肝臟影像在時間上的變化，因此學習過程與放射師判定腫瘤類別較為相似，出國研究預定參考此一邏輯，利用三相式影像針對腫瘤類別進行偵測與辨識，最後的 3D 建模部分透過 Xiaomeng Li 等人所提出的 Hybrid Densely Connected UNet(H-Dense UNet)演算法達到最佳的效能。學員本次出國進修目的將目前已知相關文獻，加入實作經驗並改善類神經網路的模型，用以提升肝臟切割與腫瘤偵測及分類的效能，達成自動化分割肝臟與各類腫瘤，並藉由 3D 重建技術預判出腫瘤之位置、大小、形狀等病徵。此方法不涉及判讀者的經驗與主觀判定，完全由影像特徵進行自動切割與分類，因此可以提供臨床醫學上診斷腫瘤的輔助工具。

出國期間，學員有機會研究該院肝臟的電腦攝影影像(Computed tomographic imaging)，並學習開發肝臟疾病病人利用機器學習人工智能發展系統，期望未來能在本院診斷腹部疾病，預測肝癌治療預後提供更進一步的影像依據。



## 貳、過程

### 一、地點背景

加州大學舊金山分校 (University of California, San Francisco, 簡稱 UCSF) , 在美國北加州的醫學中心一直以來都被世界公認為最好的 10 所教學醫院之一，同時它也兼顧發展美國境內醫學教育及研究發展的重要機構，尤其是放射診斷部門更是全世界最先進的發展重心。加州大學舊金山分校成立於距今約 150 年前，目前加州大學系統中，唯一只專門招收碩博士醫學研究生的專門院校，而其發展的重點主要在生物醫學及公共衛生相關領域。



### 校園環境

加州大學舊金山分校的教學和科研活動在三個主校區 (Parnassus 校區、Mission Bay 校區、Mount Zion 校區) 和其它 19 個教學或科研點展開。

#### Parnassus 校區：

該校區是 UCSF 的起源地，面積覆蓋 6 個街區，現在仍然是 UCSF 的總部所在地。

#### Mission Bay 校區：

該校區以教學和研究為主。2003 年進駐。短短 10 年時間已經使該校區成為一個至關重要、充滿活力的校園和繁榮的生物技術中心。它將成為舊金山灣區生物技術產業重要的催化劑。

#### Mount Zion 校區：

該校區是 UCSF 主要的醫療中心所在地之一，完全致力於醫療服務。



## 二、 指導教授背景

Benjamin Yeh 是 UCSF 所屬灣區醫學中心精準醫療癌症部門（UCSF Medical Center at

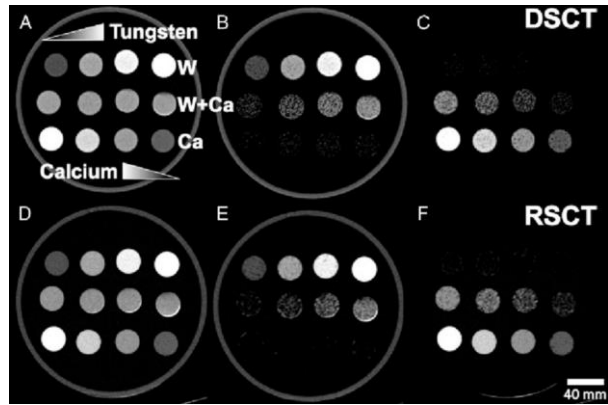
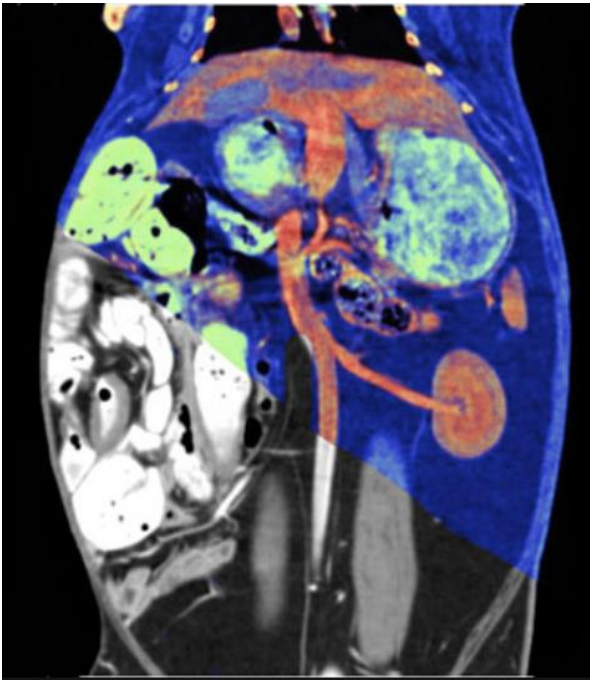


Mission Bay, Baker Precision Cancer Center) 的放射診斷部主任並且他同時也擔任舊金山醫學院專任的放射學教授，主要研究的領域包括有腹部放射診斷影像、腹部的電腦斷層攝影、及新型電腦斷層造影顯影劑的研究與開發。因此從他擔任教

授開始就陸續不斷指導很多博士生及博士後研究生，同時每年也有申請通過國家級（NIH）等大型的研究計劃，他兩年前藉由 NIH 的年度 300 萬美元研究經費，成立 NEXTRAST 顯影劑公司，致力發展新型放射顯影劑，並在這個領域指導來自世界各地訪問學者為期一年至兩年的短期進修，他所研究的新型電腦斷層顯影劑在臨床上的重要性是有目共睹的。Benjamin Yeh 是美國放射線學會在腹部診斷影像的主要編輯群之一，目前仍非常活躍於其所屬的基礎動物研究與臨床電腦斷層研究，尤其是雙能電腦斷層的研究更是有名於世，他同時也參與專書著作及研究，到目前為止，他所獲得每年度美國放射線學會所頒發的重要研究得獎超過 15 座以上，其中最重要的就是於 2009 年獲得 Hounsfield Award, Society of Computed Body Tomography / Magnetic Resonance for best CT paper，除此之外，他每年所發表的論文幾乎均超過十篇，同時也都刊登在世界重要的 SCI 期刊，因此從 2008 開始到迄今的 12 個年頭間，他總共發表了 212 篇有關於腹部放射影像研究及基礎動物實驗研究之相關論文。目前他正致力於雙能電腦斷層新型顯影劑的開發研究。借助雙能 CT（DECT），放射線醫師只

需簡單地獲取高能和低能 X 射線光譜的數據，就可以從第四維度挖掘更多信息。Benjamin Yeh 醫師在與我們討論 DECT 時指出，元素週期表中的每個原子在高能和低能下阻擋 X 射線的方式都稍有不同。借助 DECT，可以使具有不同原子組成的結構（例如碘，鈣和濃密的血液或金屬）區別開來。即使在常規 CT 上具有相同的 HU，使用 DECT 時，不同的材料也會看起來像不同的顏色。電腦斷層成像可為放射科醫生和醫師提供非常有價值的解剖信息。它不僅提供有關病變大小和形狀的 3D 信息，而且還以灰度 Hounsfield 單位（HU）的形式提供信息的大致第四維度。

此外，Dr. Benjamin Yeh 在人工智能發展也有貢獻，他目前利用機器深度學習來強化早期偵測腹部腫瘤。與所有機器學習一樣，深度學習算法旨在通過調整其模型獲得更好的預測結果，從而能夠隨著時間的推移得到改善。它們處理的數據集越多，獲得的結果越好。到目前為止，這個團隊已經對數萬個正常的腹部掃描影像進行了註釋，並且對來自胰腺導管腺癌患者的 1,000 個掃描影像進行了研究。目前，他們正在研究肝癌及胰腺內分泌腫瘤的掃描——這些腫瘤不容易捕捉到，但對早期診斷卻至關重要。



Benjamin M Yeh

### 三、 修習重點

**a. 研究主題:** 由人工智慧演算法開發肝臟病灶自動診斷和肝細胞癌治療成效評估，研究人工智慧，訊號處理，系統整合及資料科學計算，與電腦資工團隊合作，從專業醫師標記的影像資料發展 AI 應用，將影像資料、醫師標註與人工智慧發揮最大效益。

**b. 研究目的:** 目的鎖定於肝臟與腫瘤於電腦斷層掃描(CT)影像上之自動化切割與分類。由於肝臟與其他腹部器官於拍攝電腦斷層掃描時，會因為病患呼吸的影響產生肝臟對位及形狀變化(non-rigid deformation)等因素，影像對位對於三相式影像分析極為關鍵，需要透過影像前處理與演算法進行校正，先針對肝門脈階段影像進行對位及病灶偵測。

1. 利用術前電腦斷層影像，開發自動化肝臟腫瘤的影像對位與偵測及區分腫瘤與正常肝臟的方法。
2. 透過肝動脈血管攝影獲得四相式影像，使用機器學習的方式截取出肝臟影像，並利用神經網路將 2D 影像重建為 3D 模型以利後續藥物栓塞的治療。

3. 對比術前、術後電腦斷層影像之二維影像資料，以及經由第二點之 3D 影像，收集影像資訊透過深度學習找出影響 TACE 治療效果的關鍵因子。

若要整合三相式影像進行偵測，則需要先針對不同相位進行校準，目前不同相位的肝臟校準有以下三種方式：第一種方式是使用傅立葉轉換將影像轉到頻率域上運算，再利用變分法(variation calculus)使兩影像間於頻率域上的聯合能量(joint energy)最小化；第二種方式以圖像的線條與角特徵為基礎的方式，利用特徵點偵測 (Harris corner detector)加上特徵點萃取並比對(Scale-Invariant Feature Transform, SIFT)，將萃取出的重要特徵點進行薄板樣條插值(Thin plate splines, TPS)，提升不同相位影像的擬合度；最後一種方式是擴散模型中的Demons 算法是這一類優秀的演算法類似光流算法(Optical flow) 來判斷兩圖像間的位移，此種方式的運算簡單、效率高且校準結果較好。

### c. 研究方法：

#### (一) 病例納入及排除條件

##### 1. 納入條件：

- 個案年齡於收案時需大於 18 歲。
- 對照組:收集正常肝臟電腦斷層影像(約 250 例)，即在三相式顯影的肝臟電腦斷層影像沒有發現任何病灶的正常影像，此類收案病人須經有兩位放射科醫師確認無病灶。
- 經放射專科醫師確診肝臟至少有一顆大於 2 公分的肝臟腫瘤的個案，包括所有已確知的良性肝臟腫瘤或原發性肝腫瘤或轉移肝腫瘤。
- (計畫預計收集肝癌病人 900 例，其他各種類不同常見的肝臟腫瘤至少需 100 例，而少見的肝臟腫瘤至少需 25 例)。

##### 2. 排除條件：

- 因各種原因造成影像不佳不足以分析者。

- 病人患有腎臟疾病、嚴重之心肺功能不足、或對含碘之顯影劑有嚴重過敏的病史、或其他不適合電腦斷層造影檢查者。
- 兩位放射專科的腹部影像醫師對受試者的肝臟腫瘤病灶位置，大小，或影像診斷，均無法從影像上達成共識。
- 受試者未做三相式肝臟電腦斷層影像，影像品質太差，或呼吸急促等因素造成影像假影，以導致無法診斷之個案。
- 受試者肝臟腫瘤曾經做過電燒或放射性治療。
- 受試者為嚴重脂肪肝(fatty components: > 40%)，血色素沈著症，銅離子代謝異常 (Wilson' s disease)或其他遺傳性或免疫性肝臟疾病。
- 受試者正接受化學治療或服用類固醇藥物(可能影響肝臟脂肪堆積)。

## (二) 影像分析

針對腹部的電腦斷層掃描影像(CT)作為分析影像，透過 CT 影像層層堆疊並利用數位幾何處理的技術，重建出三維斷層面影像。肝臟功能以代謝為主，然而由於肝臟缺乏神經，故病變前期多半無明顯特徵與感覺，因此經常被忽略，發現時病情往往已經進入後期。

常見的肝臟良性腫瘤包含血管瘤、肝臟水泡、腺瘤與局部結節性增生，惡性腫瘤則包括原發性肝細胞癌(HCC)、膽管癌(bile duct carcinoma) 及其他惡性腫瘤轉移。良性腫瘤若沒有壓迫到其他器官一般不會有明顯病徵，然而惡性腫瘤中常見的肝細胞癌(HCC)症狀包括肋骨右側下方的腫塊或疼痛、腹水、黃疸、容易瘀傷、體重減輕以及身體的虛弱。由於良性與惡性腫瘤於靜脈注射顯影劑後的三相式影像上亮度有所差異，因此醫師藉由觀察影像間亮度變化，得以判斷肝臟腫瘤之種類。肝臟與腫瘤的自動切割和分類為本計畫鎖定的題目，研究方法同樣將透過注入顯影劑後的三相式影像亮度之特徵為主，用以自動分類腫瘤之種類。

### 肝臟位置校準

病患照射 CT 影像時需要閉氣但由於每次進氣量不會一致，此時注入顯影劑後造成第二次拍攝結果會有位置的誤差，故要使用不同相位的腹部 CT 影像時，需要先進行各個相位間的對齊，進而提升後續切割與分類上的精確度。現今研究上對於腹部 CT 校準，與利用非剛性轉換微分同胚 Demons 依照影像上的向量與灰度值做校準。最後計算兩張影像間的均方根誤差(root-mean-square deviation, RMSD)，比較影像經過演算法對位後的差異。

### 非剛性轉換(Non-rigid transformation)

CT 影像具有亮度上的連續性，故採用基於亮度的校準方式較為適合。目前最著名的光流模型 Maxell' s Demons 就是一種以像素灰度值進行全自動且穩定性強的校準方法。光流場的概念首先在電腦視覺中提出，其模型表達了圖像的變化，包含目標運動方向，能夠得知不同時間點上兩幅連續圖像之間的物體相對運動。概念是將圖像形變校準視為物理學中的擴散作用，將一靜止的參考圖像(S)中目標的邊界當作可滲透薄膜(Semi permeable membranes)擁有一個固定的輪廓，而欲校準圖像稱為移動圖像(M)視為可形變的網格(Deformable grid)。形變網格在位於薄膜中的作用器(Effector)進行擴散作用。Demons 透過下方公式計算出移動圖像上各像素點的運動方向，通過各個像素點的移動來實現非剛性轉換的校準。

$$\vec{v} = \frac{(m - s)\vec{\nabla}s}{(\vec{\nabla}s)^2}$$

為了防止圖像梯度為 0，在分母加上一項圖像灰度差值。

$$\vec{v} = \frac{(m-s)\vec{\nabla}s}{(\vec{\nabla}s)^2 + (m-s)^2}$$

經由上方公式得到一個小的位移量，透過該公式的多次迭代並且利用高斯濾波器對位移場進行平滑處理，可得下方公式，即得到校準所需的變化。其流程如所示。

$$\vec{v}_{n+1} = G_{\sigma} \otimes \frac{\vec{v}_n + (m-s)\vec{\nabla}s}{(\vec{\nabla}s)^2 + (m-s)^2}$$

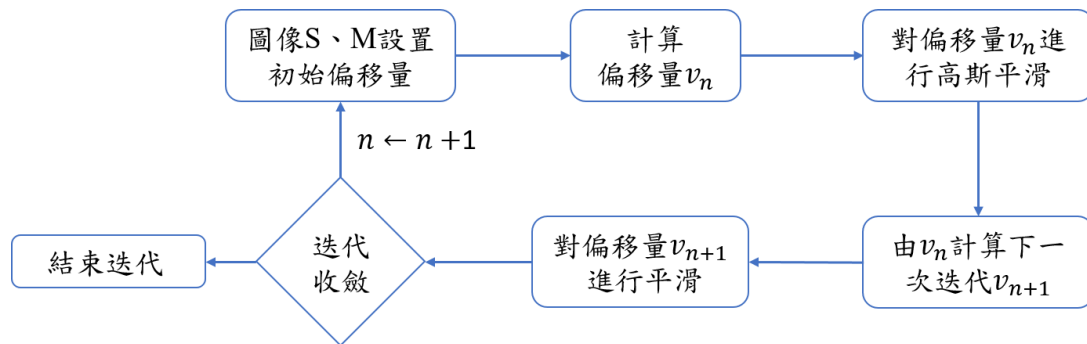
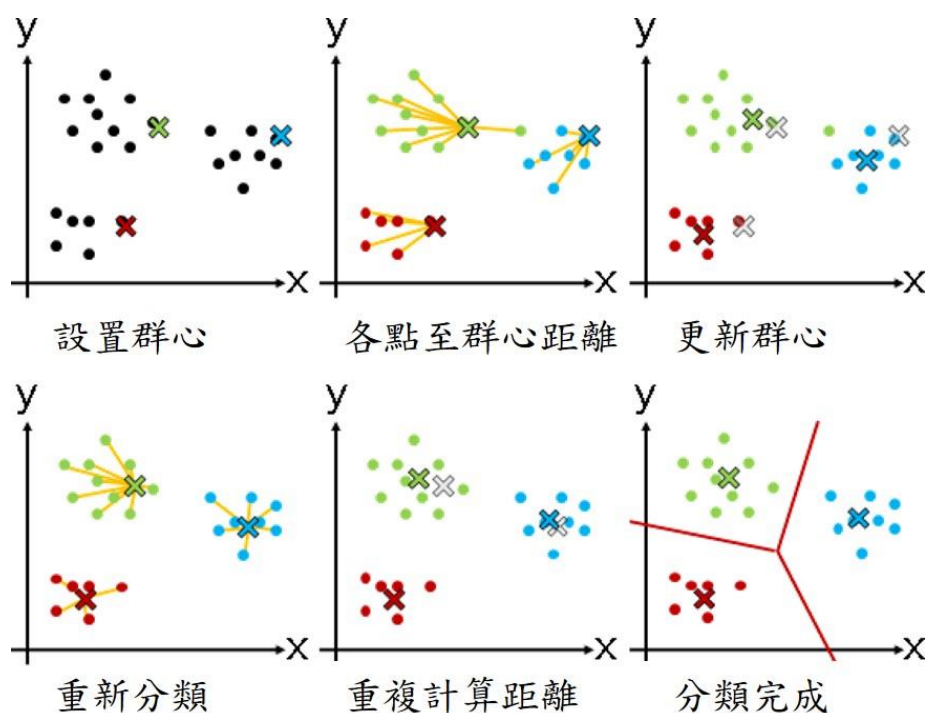


圖 Maxell' s Demons 迭代流程

## K-means 分群演算法

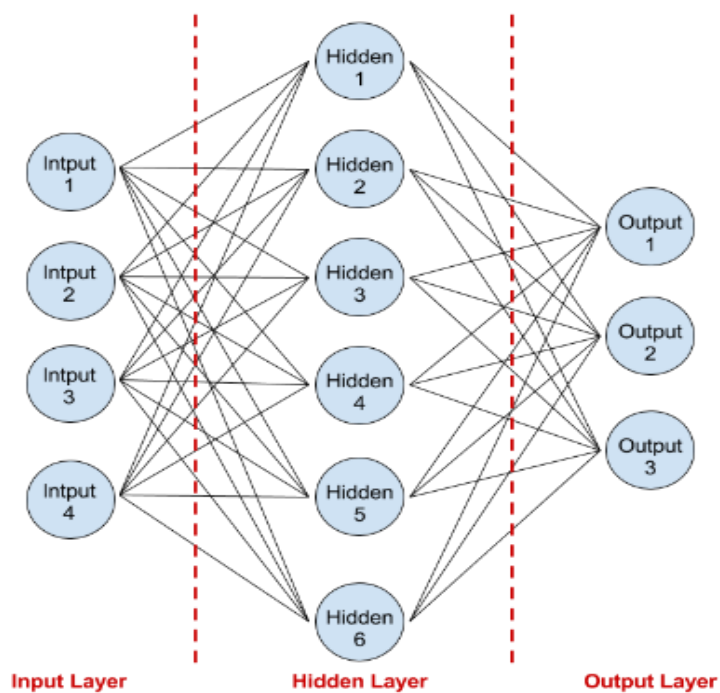
k-means 為機器學習中非監督式分群演算法，目的是把 n 個點樣本點劃分到 k 個群集中，使得每個點都屬於離他最近的群集，以之作為群集的標準。實際運算概念是需先設定分群群數(k)，之後隨機給定 k 個群心，利用“歐氏距離”將每筆資料分類判給距離最近的群心，重複此分類步驟，直到群心不再改變為止。



k-means 圖解說明

## 深度學習架構

類神經網路(Neural Network， NN)為一種機器學習演算法，其原理為模仿生物神經網路結構組成的數學計算模型，因此網路中由大量的神經元聯結進行傳導與計算，透過提供的訓練資料改變神經元之間的聯結網路進行學習，使其得以自動進行特徵萃取與分類。類神經網路一般由三部分所組成，輸入層(Input layer)、輸出層(Output layer)及隱藏層(Hidden layer)。輸入層有眾多神經元負責接收訊息，輸出層是訊息在神經元連結中輸出最後的分類結果，隱藏層則是聯結輸入和輸出層之間的眾多神經元和連結，用以萃取特徵與建立學習網路的層面，神經元數目則依照應用而有所不同。為類神經網路的示意圖。

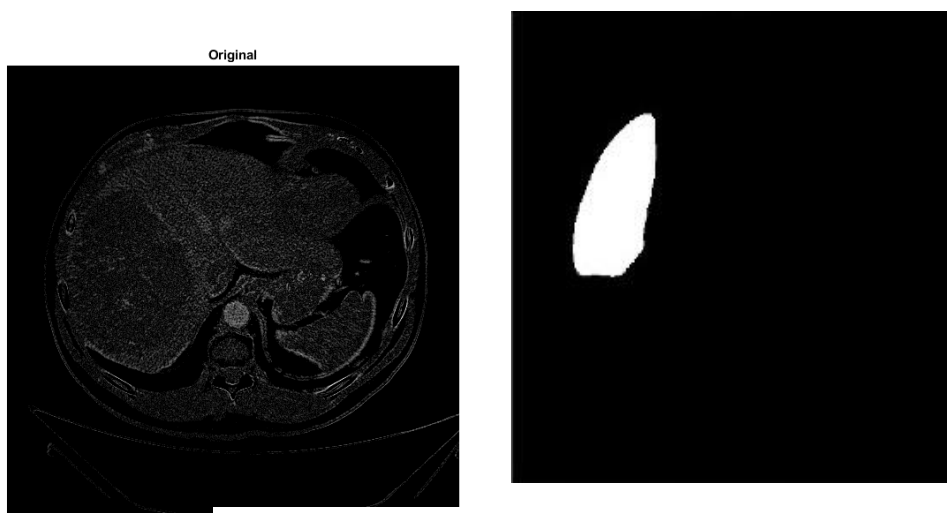


類神經網路基本結構

d. 研究結果：

**U-Net 神經網路切割肝臟遮罩結果**

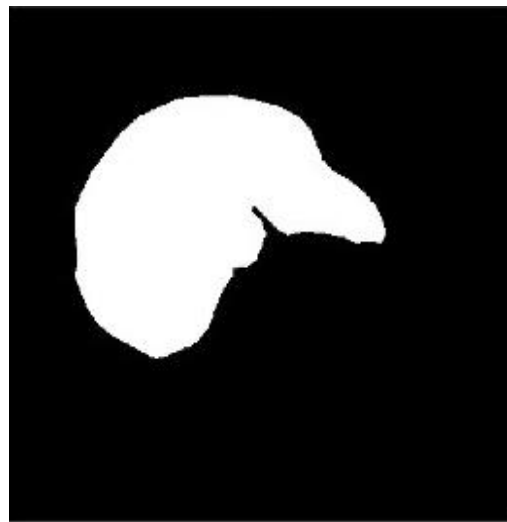
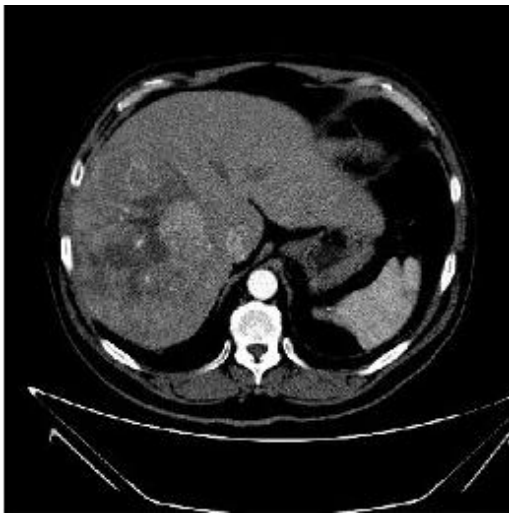
使用 U-Net 神經網路模型可以達到少量資料即可獲得良好切割肝臟成效，並且省去醫師標註肝臟的時間。使用 LiTS 提供的 130 位病人資料，檔案內容為腹部 CT 影像以及每張橫切面的肝臟位置遮罩圖用以訓練 U-Net 神經網路模型。測試 U-Net 神經網路模型切割肝臟結果。



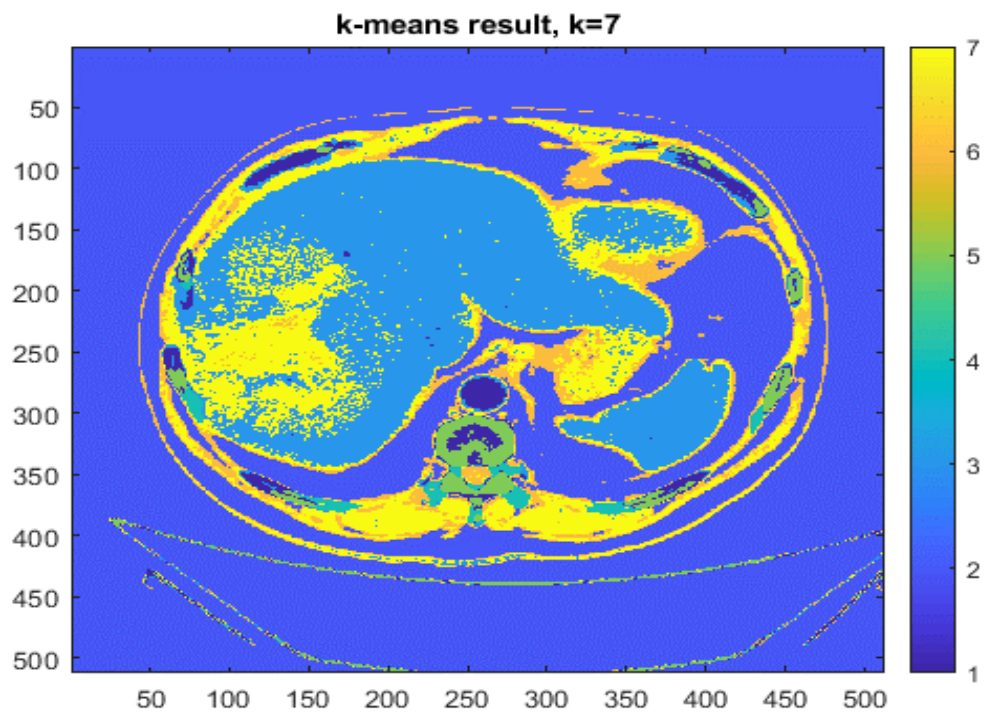
肝臟原圖與 U-Net 切割肝臟遮罩



動脈相與肝門靜脈相校準前、後之差異



肝臟原圖與 U-Net 切割肝臟遮罩



K-means 分群結果，k=7

## 參、參與國際會議

2019 December RSNA (北美放射影像醫學會年會)會議過程

每日均有全身各部位的最新科學論文報告，總共分佈在三個大型的展場，由各投稿人報告過去的科學研究成果。首日(12/1) 8:45到10:00是很精彩的腹部放射專題演講，也是請全球各地知名的學者報告或複習若干重要的觀念，其中也包括很多熱門的話題，非常值得聆聽。當日我選擇了目前我最有興趣的題目聆聽：Dural-Energy CT 是目前電腦斷層的最新儀器，會議於N253室進行，會中針對腹部不同的影像序列做比較與技術介紹；10:30~12:00 同樣在E450B室，聽的是Comparison Low Dose MDCT Colonography & Video Colonoscopy in a Screening Population 主要比較了CTC與Colonoscopy在診斷polyp、mucosa上 sensitivities與specificities的差異性及檢查時有無打顯影劑和slice Thickness不同的比較。下午主要去參觀GE公司的未來館，看到了一些新奇與不同想法所開發出來的產品，如觸控式醫療影像系統，所有的影像、檢查、移動位置都只要用根手指就可搞定。而分子影像電腦斷層則有點像MRI的頻譜分析，利用人體內水分子與其他組織結構密度的不同來判別出鈣化與病灶，跟現行電腦斷層的原理是完全不相同的。

12/2早上8:00在S405AB室聽了一場Refresher Courses- Comprehensive Imaging for Acute Stroke Threatment很詳細的從出血的生理與病理講起再講到CT&MRI Perfusion的應用與判別。接著再到地下室的演講廳N227聽Abdominal Techniques in MR Imaging and MR Angiography，聽到他們以7T的磁場來做Diffusion的研究，真覺得影像技術的發展真的是以光速在進行的。另外，海報展示中心也是很大的一個重點，有幾百個科學研究成果海報展示，在目前的國際會議中，海報的呈現幾乎全部都是採用電子的壁報呈現，還有電腦多媒體展示，內容包羅萬象，舉凡尖端的分子影像研究到臨床實務的各式鑑別診斷都有來自世界各地的報告及心得。我利用12/2下午的時間參觀這些海報展示，展示中心每天開放到晚上7:00，每晚都有很多醫師在此分享、enjoy這些研究成果，偶而還會遇到來自國內其他醫院的醫師。

12/3 早上8:30~12:00於S353A會議室參加了一場介入性影像醫療的一堂課，Interventional Series: Complications in Interventional Oncology-Avoidance, Recognition, and Management. 會中講述許多介入性醫療可能遭遇到的問題並提出解決的

方案並且有多位演講者更是發表最新或更有效積極的治療方法，參加這堂課實在是受益良多。同日下午，安排參觀了目前最新的儀器廠商的展示活動。中心的另一側就是贊助場商的展示區，展場的模式和國內舉辦的大致相同，不同的是有不少新的診斷及治療工具還沒引進國內，例如展場中就有一台可移動式的多切面電腦斷層儀，不但體積小移動方便，而且解析度也很好，這對狀況較差的病人，尤其是住ICU的病人，如果有這台機器就不用的費周章的把病人推到放射科做檢查，病人的風險也可以下降。

12/4 跟 12/5 我主要是參加 AI 人工智慧相關會議，AI 人工智慧近幾年的發展的確相當快速，但是發展 AI 的目的並不是要取代放射線專科醫師，而是要更強化由放射線專科醫師所提供的專業醫療服務，利用它的優勢來為醫學影像增加更多的應用價值和實用性，以達到個人化的精準健康照護 (precision medicine)。過去一年多，在諸多國際醫學影像學術會議上不斷的被提醒，人工智慧 AI 的進步會讓懂得駕馭 AI 的放射線專科醫師更能發揮臨床價值，朝向真正的以價值為基礎的臨床工作 (value-based practice) 邁進；換句話說，未來人工智慧 AI 只會讓放射線專科醫師更加強大，也更有價值。同時，放射線專科醫師除了日常的影像判讀撰打報告之外，目前有越來越多微創手術介入性的診斷和治療。因而，未來放射科專科醫師的角色將更注重溝通能力，以搭起病患、臨床醫師、影像與電腦之間的溝通橋樑。

可以想像，其實人工智慧 AI 的發展必定是會大幅影響未來醫學！AI 可以非常有效率地幫忙放射線專科醫師的事情至少如下所列：事先篩選出懷疑的熱點 (hotspot)、提醒影像上有懷疑的緊急狀況來建議提前撰打發出這份報告、主動提供個人先前撰打類似影像的病理結果、自動化比對在前、後次影像腫瘤體積大小的變化、藉由更精細的以像素為基礎下 (pixel-based) 的探索能夠進入到精準的放射線影像診斷 (radiomics)、線上同步顯示撰打中報告類似影像的文獻參考…等等。

RSNA 放射國際會議每年於芝加哥舉辦，估計大約有 5~6 萬名放射科醫師參與此會，是放射學相關領域年度最盛大的學術研討會，所有最先進的儀器及各領域的研究成果都會在此發表，其中包括基礎影像實驗、臨床影像診斷研究、放射治療研究、到影像分子醫學等等各種放射線學次專科的知識交流。Dr. Benjamin Yeh 今年(2019)在會議中更有兩場精彩的演

講：包括一回朔性研究口服電腦斷層影像對比劑之使用及一前瞻性研究肝硬化嚴重程度與功能性連續灌流電腦斷層影像之動物實驗研究成果。參與此會獲益良多，並且有助於我們擴展國際的視野。

此外，學員目前已將今年研究成果收整完畢，預計 2020 年 12 月再至此年會報告此次進修的研究成果。



## 肆、心得及建議

進入放射診斷部擔任住院醫師至今，我一直抱持看到感興趣的進修機會，總是衝第一個申請，此次為期六個月的短期進修更是我軍旅生涯中的第二次國外進修，雖然期間也遇到了突如其來、蔓延甚廣的新冠病毒肺炎(COVID-19)肆虐美國的疫情，而這個造成全世界流行的病毒對社會各界造成的心理衝擊和恐慌程度前所未有，當然也對我的短期進修造成了很大的影響。在疫情最嚴重的四月及五月期間，我完全是採取了線上遠距的方式與指導教授討論研究方向與進度，當然過程中也體驗了另一種不同型式的學習方式。整體而言，我認為此次的進修為我升任放射診斷部科主任後，再一次出國的機會，所以在專業技術方面，我已經具備了一定的能力，知道如何選擇自己想要且需要，以及重點學習人工智能在放射診斷學上的相關知識。另外也可再一次利用這機會，提升我們醫院的國際能見度。

我初到的幾個月一邊學習一邊幫忙其他人做實驗，不久後則跟Dr. Benjamin Yeh 討論研究主題，進而成為我自己的一個短期進修所要執行的計畫。在完成計畫的過程中，我深入地閱讀了許多相關的論文，讓我累積了許多最新人工智能在腹部疾病上診斷的知識，長時間反覆研究影像更讓我強化了不少臨床診斷的能力。而除了專注在自己的研究之外，我也不時跟 Dr. Benjamin Yeh 或協助臨床腸胃科或介入性治療醫師一起開會討論臨床上遇到的棘手案例。六年前有過的國外進修經驗，雖然也有認識外國朋友，卻當時沒有跟他們成為真正的朋友，回台灣不久後也斷了聯絡。這件事成為我很深的遺憾。那次的經驗讓我知道和不同語言、文化的人交朋友不是件容易的事，即使有相同話題，也很可能因為溝通不順而逐漸冷卻無法深交。因此這次待在國外期間，我積極準備英文能力，這次一定要積極主動的認識學術上的前輩及同事，不排斥在任何可能增加自己能見度的各種學術場合表現自己。

在這半年當中，我能感受到加州大學舊金山分校附設教學醫院(UCSF)對比於國內醫院截然不同的制度及文化。這些制度上的不同設計，可體現各個面向：臨床研究人員、醫學教育制度與養成、或臨床工作責任分配等等。UCSF在舊金山市區分佈有多間醫院，其中最主要的院區是位於舊金山金門公園附近的Parnassus地區，是我主要工作地點，另外，我平日裡也會根據研究的需要，搭乘醫院免費的接駁公車到VA hospital和Mt. Zion hospital，按時去參加他們的病例討論會及指導教授召開的研究會議。在這短短的六個月當中，我觀察到UCSF在腹部放射診斷及介入性治療的分工合作及人員配置幾乎是5-6倍於三軍總醫院的。然而，區分放射診斷及介入性治療兩個不同領域，可以讓病人得到最好的臨床照顧及品質，而對臨床工作而言，也能完整的讓放射診斷醫師擁有足夠的時間跟臨床醫師及病患討論相關病情及後續治療目標。

這幾年，在軍醫局長官的大力支持下，三軍總醫院放射診斷部擁有的影像檢查的軟硬體設備幾乎可以媲美世界一流的醫學中心規模，但由於受限於編制的放射診斷科醫師不足，在滿足目前臨床服務需求的同時，還要達到研究及教學的標準，這其實對於放射科醫師是很大的挑戰，我目前可見的未來，三軍總醫院將會朝這提升醫療服務及研究品質的目標往前邁進，同時也在臨床上漸漸重視放射科醫師的專業，由此一來，可以陸續扭轉近年來放射診斷科醫師臨床工作負荷及醫學研究時間不足問題，進而增加醫學研究的質量。

這半年的第二次出國進修，讓我有了更多的機會熟識來自世界各地的放射醫學的專家。在美國短短半年的時間讓我成長了不少，除了本身英文語言能力的更加提升之外，也融入了美國的文化及生活，然而因為這次新冠疫情，獨自在國外自力更生的收穫更多。我的英文閱讀及會話能力同時也進步很多。我認為人的一生中應多點機會到國外短期進修，認識台

灣以外的世界，增廣見聞。學成歸國後，對事情的見解絕對會有不一樣的角度，很感謝國防部這次能再次提供獎學金，讓我完成我出國理想及增加工作視野。此次出國重點研究內容，為目前最先進的人工智能，以期將來協助診斷腹部疾病之電腦斷層影像，希望能藉此讓病人獲得早期診斷，進而積極治療，並提高病人的生活品質。

我一點都不後悔再來加州舊金山大學醫學中心短期進修，雖然期間新冠肺炎(COVID-19)疫情也的確造成我學習上的困難!這次的進修過程從實驗室、從老師、從朋友、從生活得到的收穫太多太多了，因此我非常鼓勵學弟妹把握機會!但是這趟進修到底值不值得，最後收穫大不大，取決於學員自己的態度。我認為不是先看這趟進修值不值得，也不是聽別人講收穫大不大，才決定要去與否;而是你要先知道你想要獲得的是什麼樣的體驗，你的態度才是決定短期進修值不值得的關鍵。

有關歸國口頭報告部分，我已於回國後(民國109年6月3日)在放射診斷部晨間會議上，將我這半年的所學所得，與本部同仁進行量床工作與學術上的心得報告。