

# 光學診斷技術 Final Project

姓名：蔡亞樺、羅佳蓉

學號：R12945043、R12945060

## 1. 研究主題

評估蒙地卡羅模擬內頸靜脈模型之光源與偵測器位移誤差範圍影響

## 2. 簡介

在臨床上，內頸靜脈的血氧飽和度監測是一項十分重要的任務，因為其顯示的血氧飽和度代表著來自頭部與頸部組織、器官使用氧氣的情況。目前臨床上監測該區域血氧飽和度是透過侵入性的方式，因此本實驗室的目標是開發一個非侵入式的漫反射血氧儀，透過近紅外光譜量測技術，去定量內頸靜脈的血氧飽和度變化量。

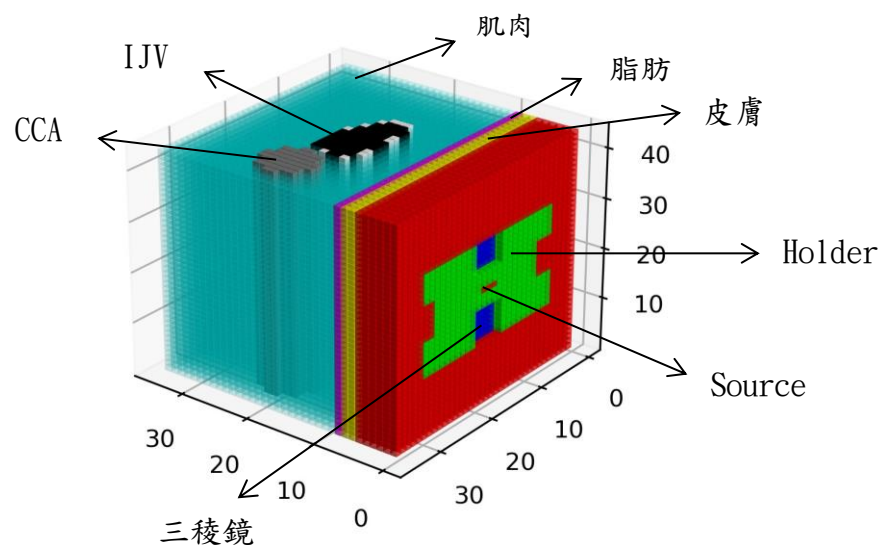
## 3. 動機

準確的血氧飽和度數據可以幫助醫護人員更好地了解患者的氧氣代謝情況，並識別可能地灌流問題，但在擺放偵測器和光源在內頸靜脈上時，可能會出現一定程度上的人為誤差，因此我們利用蒙地卡羅模擬偵測器擺放誤差的幾種情況，去評估擺放誤差所造成的影響。

## 4. 方法

### 1) 超音波模型建立

首先會掃超音波影像，由於內頸靜脈管徑會隨著呼吸、心跳有大小變化，因此會利用量測工具找出處於最大、最小管徑中間值的影像，利用這兩張影像建立一個3D模型。(如圖一)



圖一

### 2) 蒙地卡羅模擬工具

使用MCX，模擬光子在三維異質介質傳遞行為的軟體，先利用白蒙地卡羅(WMC)考慮只有散射係數的情況，然後再利用Beer-Lambert Law(BL)考慮進吸收係數來計算reflectance，並做之後的分析。

### 3) 光學參數設定

我們所使用的吸收、散射係數是統計各個文獻所發表的光學參數，得到波長範圍700-900nm內可能的光學參數上下界範圍。但為了統一性，我們在此區間選擇同一組光學參數進行模擬，表一為硬體層所使用的光學參數，表二為組織散射係數上、下界，表三為組織吸收係數上、下界，表四為本次模擬選擇的光學參數組合。

表一：硬體層使用的光學參數

組織	$\mu_s(\text{mm}^{-1})$	$\mu_a(\text{mm}^{-1})$	n	g
空氣	0	0	1	1
光纖	0	0	1.457	1
PLA	0	0	1.45	1
三稜鏡	0	0	1.51	1

表二：組織散射係數

組織	$\mu_s$ 上界( $\text{mm}^{-1}$ )	$\mu_s$ 下界( $\text{mm}^{-1}$ )	g
皮膚	28	10	0.9
脂肪	23	10	0.9
肌肉	9	4	0.9
血液	52	23	0.95

表三：組織吸收係數

組織	$\mu_a$ 上界(mm <sup>-1</sup> )	$\mu_a$ 下界(mm <sup>-1</sup> )
皮膚	0.258	0.0006
脂肪	0.127	0.0079
肌肉	0.054	0.0046
血液	0.7409	0.2146

表四：選擇的光學參數組合

組織	$\mu_a$ (mm <sup>-1</sup> )	$\mu_s$ (mm <sup>-1</sup> )
皮膚	0.258	28
脂肪	0.127	23
肌肉	0.054	9
IJV	0.7409	37
CCA	0.744	37

#### 4) 偏移量設定

我們考慮的人為誤差分為兩類，一種是光學探頭平行移動，分別模擬：在內頸靜脈正上方，平移1mm，平移3mm與5mm的四種情況，另一種則是旋轉，分別為：光源在內頸靜脈(ijv)中心線正上方，但偵測器偏移；偵測器在在內頸靜脈(ijv)中心線正上方，但光源偏向總頸動脈(CCA)上方；還有光源與偵測器的中心點在內頸靜脈(ijv)中心線正上方的三種情況。表五、六為我們設定的偏移量、旋轉角度。

表五，平移

偏移量設定			
平移	1mm	3mm	5mm

表六，旋轉

旋轉設定			
情況	偵測器為SDS10mm 在ijv中心線	光源在ijv中心線	偵測器為SDS20mm 在ijv中心線
旋轉後 距離IJV中心位 移量	4mm	4mm	4mm

## 5. 流程



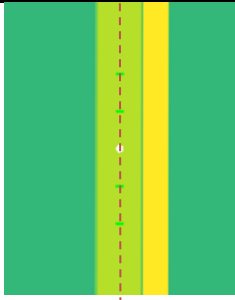
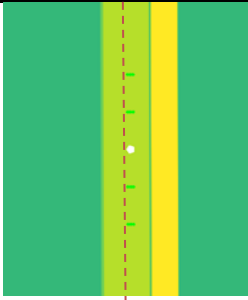
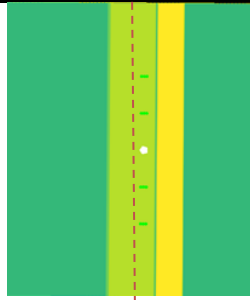
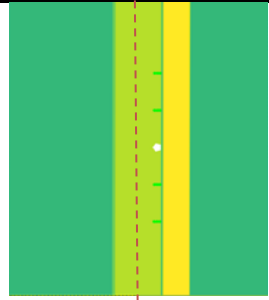
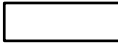





## 6. 預定完成之工作

- 1) 調整模型，使用相同光學參數，將1mm、3mm、5mm平移誤差模型和旋轉誤差模型各跑蒙地卡羅(MCX)。
- 2) 比對各自不同情況所產生的漫反射光譜

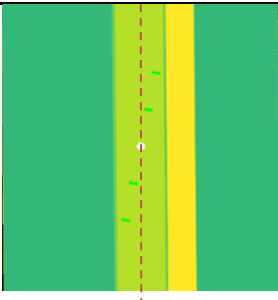
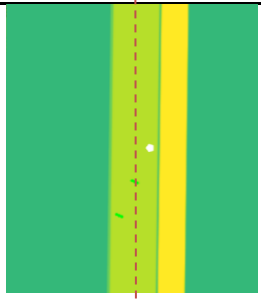
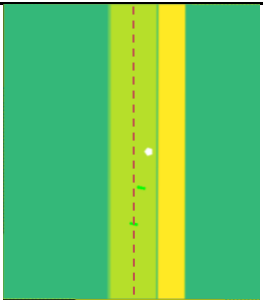
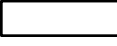





## 7. 結果

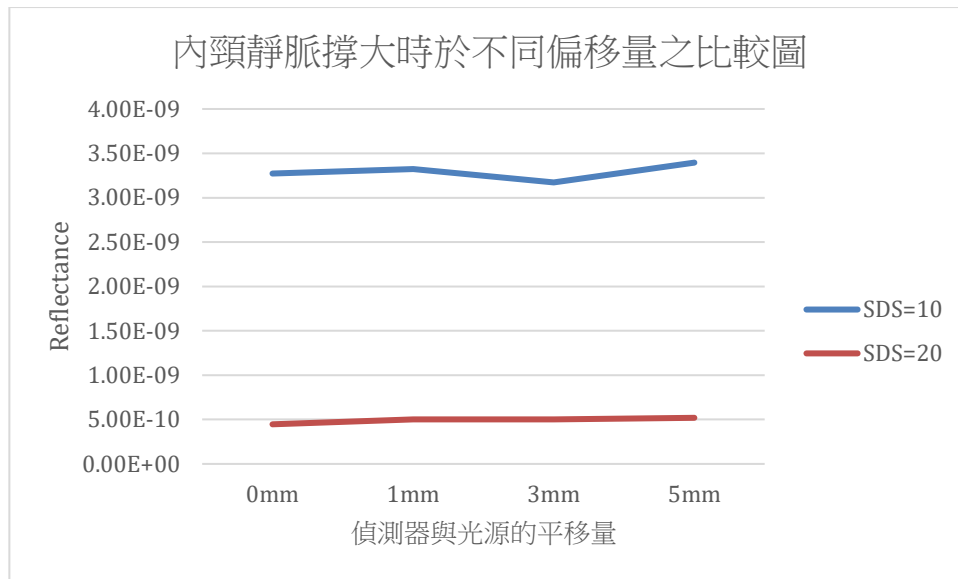
下表七、八是我們跑蒙地卡羅模擬時使用的確切模型，從俯視圖可以看出偏移量以及旋轉角度的改變，而圖二、圖三分別是不同的平移量，內頸靜塌陷與撐大的漫反射值比較，首先，SDS10mm的訊號較SDS20mm訊號量來的高是正常的，因為SDS20mm經過的組織層較深，因此收集到的漫反射值較小。另外，以內頸靜脈舒張(圖二)為例，可以看出不管是SDS10mm還是20mm，在不同位移量下，漫反射值幾乎沒有改變，由此，我們可以知道，在位移誤差值範圍1-5mm中，漫反射值的變化並不顯著，因此推斷此擺放誤差為合理範圍，並且不嚴重影響模擬結果。

表七

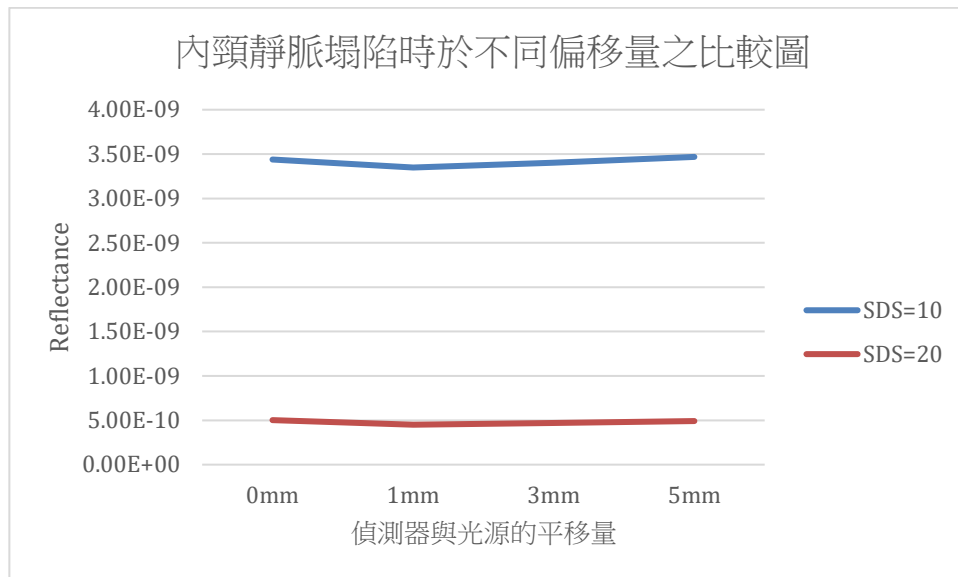
偏移量設定(平移)				
	0mm	1mm	3mm	5mm
MCX Cloud (Preview)				
<div>  光源            偵測器            IJV            肌肉            CCA         </div> <div>  i jv 中心線         </div>				

表八

旋轉設定			
	光源在 i jv 中心線	偵測器為 SDS10mm 在 i jv 中心線	偵測器為 SDS20mm 在 i jv 中心線
MCX Cloud (Preview)			
<div>  光源            偵測器            IJV            肌肉            CCA         </div> <div>  i jv 中心線         </div>			



圖二，內頸靜脈撐大



圖三，內頸靜脈塌陷

## 8. 參考資料

1. [Monte Carlo Modeling of Light Transport in Tissues | SpringerLink](#)
2. 高子佳. 以連續波近紅外光譜與三維模型定量人體腦部光學參數. Master's thesis, 國立臺灣大學, Jan 2021.
3. 孫欽炫. 代理模型加速蒙地卡羅模擬及類神經網路定量內頸靜脈血氧變化量. Master's thesis, 國立臺灣大學, Oct 2023.
4. 許逸翔. 內頸靜脈血氧儀之最佳光源-偵測器距離探討與潛在影響因子分析. Master's thesis, 國立臺灣大學, Nov 2023.