

## 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。

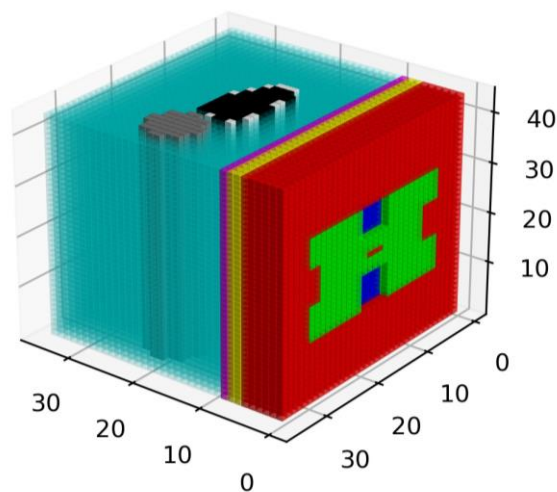
## 3. 動機

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 BLL 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，再搭配設定的採樣數，在此區間進行均勻的採樣，就可以得到多組光學參數組合。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。

表一：硬體層使用的光學參數

組織	$\mu_s$ 上界( $\text{cm}^{-1}$ )	$\mu_s$ 下界( $\text{cm}^{-1}$ )	g
皮膚	280	100	0.9
脂肪	230	100	0.9
肌肉	90	40	0.9
血液	520	230	0.95

表二：組織散射係數

組織	$\mu_s(\text{cm}^{-1})$	$\mu_a(\text{cm}^{-1})$	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

表三：組織吸收係數

組織	$\mu_a$ 上界( $\text{cm}^{-1}$ )	$\mu_a$ 下界( $\text{cm}^{-1}$ )
皮膚	2.58	0.006
脂肪	1.27	0.079
肌肉	0.54	0.046
血液	7.409	2.146

#### 4) 偏移量設定

我們考慮的人為誤差分為兩類，一種是偵測器與光源平行移動，分別模擬：在內頸靜脈正上方，平移 5mm，平移 10mm 與 20mm 的四種情況，另一種則是旋轉，分別為：光源在內頸靜脈(ijv)上方，但偵測器偏移；偵測器在在內頸靜脈(ijv)上方，但光源偏移；還有中心點在內頸靜脈(ijv)上方，但光源與偵測器皆不在的三種情況。表四、五為我們設定的偏移量、選轉角度。

表四，平移

偏移量設定			
平移	5mm	10mm	20mm

表五，旋轉

旋轉設定			
情況	中心點過 ijv	光源在 ijv 上	偵測器在 ijv 上
旋轉角度	10°	10°	10°

## 5. 流程



## 6. 預定完成之工作

- 1) 調整模型，用相同光學參數，將 5mm、10mm、20mm 平移誤差模型和旋轉誤差模型各跑蒙地卡羅(MCX)。
- 2) 光譜訊號萃取，將淺層組織所收到訊號扣掉，留下深層組織訊號。
- 3) 比對各自不同情況所產生的漫反射光譜，比對誤差

## 7. 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.