專題

黑色素擬合實驗

指導老師:林家弘

姓名:許晉愷

班級:光電三

學號:107650044

[緒論 4](#_Toc17400)

[研究動機 4](#_Toc11005)

[研究題目說明 4](#_Toc11992)

[所需工具 4](#_Toc19704)

[預期成效 4](#_Toc14389)

[文獻探討 5](#_Toc7573)

[研究方法 6](#_Toc20572)

[實驗方法 6](#_Toc18113)

[經費規劃 6](#_Toc20754)

[團隊分工 7](#_Toc23695)

[研究期程 7](#_Toc8695)

[品質管理 7](#_Toc9360)

[實驗分析 8](#_Toc17668)

[程式碼流程圖 8](#_Toc18654)

[蒙地卡羅算法 9](#_Toc13284)

[程式碼 10](#_Toc23683)

[結果討論 18](#_Toc32065)

[結論 20](#_Toc1066)

[研究結論 20](#_Toc18739)

[研究檢討 20](#_Toc27961)

[參考文獻 21](#_Toc26231)

## 緒論

### 研究動機

現在醫美產業越來越發達，醫美雷射的店面也越開越多家，我們如果可以用測量結果量化美白產品的效果，像是擦了什麼霜可以白多少程度、保養經過幾周後白了多少，抑或是雷射治療的效果在施打前後的對比數值，有一個可以量化的標準在的話，我們就可以比較各個醫美產品的價值，做這個研究的目的就在於我們希望可以藉由反射光強來估算我們皮膚表層的黑色素濃度，進而比較所照區域的皮膚到底有多黑，這樣子就能用來對非色素淡化的療程進行評估，例如黑斑治療、胎記治療...等等可以得到很具體的數字。

### 研究題目說明

通過光纖得到反射光強的特性曲線，我們可以透過此曲線進行公式的擬合，從文獻中我們得知，擬合公式中可以推算出帶氧血(oxyhemoglobin)濃度,去氧血(deoxyhemoglobin)濃度,黑色素(melanin)濃度。我們在實驗室中對合作夥伴進行活體實驗，使用實驗室的光纖得到數十個不同部位的資料，使用matlab進行公式擬合，通過蒙地卡羅方法，用迴圈不斷對隨機數(random value)產生的範圍收斂，得到最符合公式的結果。

### 所需工具

硬體設備:

CCD光譜儀(在波長450~900nm，這一段有最名顯的特徵曲線)、光纖探棒，反射光源，電腦，用於紀錄與計算資料。

應用軟體:

Matlab(本實驗使用R2021a版本)、Excel等試算表軟體。

### 預期成效

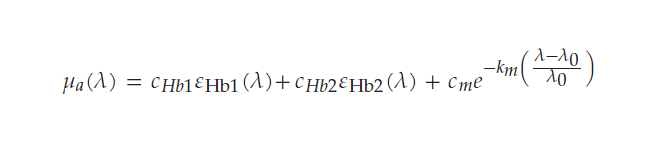
1. 程式可以擬合出與測量結果相似的曲線。
2. 程式的效率在1分鐘以內(為了可以計算更大面積的細胞組織資料)
3. 為了讓結果更加可信，每次計算出來的數值在一定的誤差範圍內，並且數值可以接近所參考的論文更好。

## 文獻探討

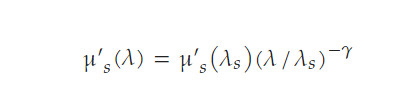
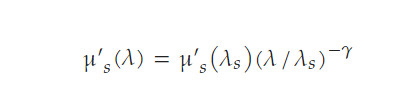
依據參考文獻(1)中所提供的漫反射公式

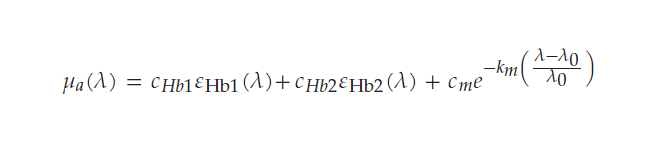


Rp為反射光強，k1、k2為光纖探棒的幾何結構的參數， 在本實驗中使用k1=0.25mm-1, k2=0.057, 為吸收光譜, 為散射光譜, 其經驗公式為:



以及





CHb1CHb2為帶氧血紅素濃度以及去氧血紅素濃度，為其係數(與波長相關)，Cm為黑色素濃度，km為冪次方係數。

為散射光譜，其中為常數，在本實驗中使用1000nm，的範圍為 0.20<<4.0，其範圍是根據推論結果決定的，值越小，散射體越大，值越大，散射體越小。

## 研究方法

### 實驗方法

我們使用了實驗室中的光譜儀、光譜儀、光纖探棒進行實驗，實驗對象為實驗室中的11名研究生及老師，分別量測了手心及手背，共22組數據進行公式擬合，去驗證公式產生出的結果是否準確。

實驗流程架構以及步驟

1. 校正光源

將光源全反射到光譜儀，電腦自動進行校正程序，每次實驗光強都可能有些微不同，使用校正可讓光強在同一環境下進行實驗。

1. 測量

將探棒輕放在手心及手背上，待光譜儀顯示之光強反射特性曲線穩定後儲存光譜儀資料。

1. 擬合

將存下來的資料整理過後，以Matlab編程，使用了蒙地卡羅法進行擬合。

實驗在同一天不同時進行，並且在光源不重啟的狀況下進行，實驗環境會比較穩定。

### 經費規劃

本實驗借用學校實驗室，並且使用個人電腦進行擬合，再說實際組員只有一人，基本上不需要經費規劃。

### 團隊分工

請研究室的學長幫忙收集實驗室中各個研究生的實驗資料，組員編程。

### 研究期程

實際實驗時間為2021年1月~4月，4月後只對擬合程序進行校正及優化。

1月規劃

在論文的基礎上有更多的了解，並且初步開始編程及收集自己的資料來實驗程序是否有用。

2~3月規劃

在能給出一定的擬合結果的基礎上，收集了研究生的資料進行大量的驗證程序，尋找問題並且優化程序

4月~6月

以能給出更接近論文的資料為目標進行合理的數值校正。

### 品質管理

實驗初期每周與老師討論實驗擬合的數據以及論文上公式數字的意義，為了能夠更快速的有成果，每天都會進行各種的方法的驗證，並且使用網路上的資源進行專案管理，保留過去的版本以免改了之後發現前面的方法比較有效，並且將實驗資料進行備份。.

## 實驗分析

### 程式碼流程圖

Run

匯入資料

把資料定義一個矩陣

把資料去頭去尾留下450~850nm與其對應光強

蒙地卡羅算法

匯出圖片與資料

END

### 蒙地卡羅算法

Run

印出結果

迴圈=10

留下前100組誤差較小的亂數陣列

定義亂數陣列

(下面使用100000組)

設定亂數邊界值

取100000組中最大最小值  
(第一次為其設定邊界值)

在最大值與最小值中間產生亂數(100000組)

100000組誤差排列

亂數丟進論文參考的公式中與量測的資料相減計算其誤差

迴圈計數+1

END

### 程式碼

% % -------從excel選取量測出的數據-------

[file,path] = uigetfile('\*.xlsx') ;

% for st = 1:6

%開始計時

timeall = tic;

%從Excel匯入檔案

[status,sheets] = xlsfinfo(fullfile(path, file));

wavelength\_reflection = xlsread(fullfile(path, file),-1);

% light\_source = xlsread("C:\Users\kyo.hsu\Desktop\109\source.xlsx",'a1:b2048');

sheetname = string(sheets);

%資料庫資料

wavelength = [450;480;500;510;520;530;538;540;542;550;554;560;568;570;576;578;580;590;600;630;660;680;700;750;775;800;805;840;845];

% Reflectance\_with\_oxyhemoglobin = [62816 26629.2 20932.8 20035.2 24202.4 39956.8 51712 53236 53292 43016 36815.2 32613.2 40172 44496 55540 54728 50104 14400.8 3200 610 319.6 277.6 290 518 677.2 816 844 1022 1050];

% Reflectance\_with\_deoxyhemoglobin = [103292 14550 20862 25773.6 31589.6 39036.4 45092 46592 48148 53412 54520 53788 46948 45072 40092 38467.6 37020 28324.4 14677.2 5148.8 3226.56 2407.92 1794.28 1405.24 1213 761.72 730.28 692.36 691.76];

Reflectance\_with\_oxyhemoglobin = [0.162 0.0672 0.0515 0.0488 0.0598 0.1035 0.139 0.1432 0.1452 0.1201 0.1017 0.0877 0.105 0.1168 0.1526 0.1536 0.1442 0.0426 0.0096 0.0011 0.0008 0.0009 0.0009 0.0014 0.0017 0.002 0.0021 0.0025 0.0025];

Reflectance\_with\_deoxyhemoglobin = [0.1351 0.0335 0.0434 0.0538 0.0648 0.0804 0.0994 0.105 0.1109 0.1297 0.1334 0.1309 0.1185 0.1144 0.1007 0.0962 0.0919 0.0687 0.0374 0.0106 0.0081 0.0061 0.0044 0.0039 0.0029 0.002 0.002 0.0019 0.0019];

Reflectance\_with\_oxyhemoglobin = Reflectance\_with\_oxyhemoglobin\*2.303\*100\*1000/15900;

Reflectance\_with\_deoxyhemoglobin = Reflectance\_with\_deoxyhemoglobin\*2.303\*100\*1000/15900;

%將匯入資料變成反射率

% for i = 1:size(wavelength\_reflection,1)

% wavelength\_reflection(i,2) = wavelength\_reflection(i,2);

% end

%定義陣列，濾除極端訊號的陣列以及平均點的陣列

Smoothing\_1 = zeros(size(wavelength\_reflection,1),1);

Smoothing\_2 = zeros(size(wavelength\_reflection,1),1);

Measurement\_average = zeros(29,1);

% % % --------複製兩行量測數據--------

for i=1:size(wavelength\_reflection,1)

Smoothing\_1(i,1)= wavelength\_reflection(i,2);

Smoothing\_2(i,1)= wavelength\_reflection(i,2);

end

%%

% -------去除突起之雜訊-------------

for i = 2 : size(wavelength\_reflection,1)

if Smoothing\_1(i, 1) > Smoothing\_1(i - 1, 1) && Smoothing\_1(i, 1) > Smoothing\_1(i + 1, 1) && Smoothing\_1(i - 1, 1) > Smoothing\_1(i + 1, 1)&& 4>abs((Smoothing\_1(i-1,1)+Smoothing\_1(i+1,1))/Smoothing\_1(i,1))

Smoothing\_2(i, 1) = (Smoothing\_1(i-1, 1) + Smoothing\_1(i + 1, 1))/2;

end

if Smoothing\_1(i, 1) > Smoothing\_1(i - 1, 1) && Smoothing\_1(i, 1) > Smoothing\_1(i + 1, 1) && Smoothing\_1(i - 1, 1) < Smoothing\_1(i + 1, 1) && 4>abs((Smoothing\_1(i-1,1)+Smoothing\_1(i+1,1))/Smoothing\_1(i,1))

Smoothing\_2(i, 1) = (Smoothing\_1(i-1, 1) + Smoothing\_1(i + 1, 1))/2;

end

if Smoothing\_1(i, 1) < Smoothing\_1(i - 1, 1) && Smoothing\_1(i, 1) < Smoothing\_1(i + 1, 1) && Smoothing\_1(i - 1, 1) < Smoothing\_1(i + 1, 1) && 4>abs((Smoothing\_1(i-1,1)+Smoothing\_1(i+1,1))/Smoothing\_1(i,1))

Smoothing\_2(i, 1) = (Smoothing\_1(i-1, 1) + Smoothing\_1(i + 1, 1))/2;

end

if Smoothing\_1(i, 1) < Smoothing\_1(i - 1, 1) && Smoothing\_1(i, 1) < Smoothing\_1(i + 1, 1) && Smoothing\_1(i - 1, 1) > Smoothing\_1(i + 1, 1) && 4>abs((Smoothing\_1(i-1,1)+Smoothing\_1(i+1,1))/Smoothing\_1(i,1))

Smoothing\_2(i, 1) = (Smoothing\_1(i-1, 1) + Smoothing\_1(i + 1, 1))/2;

end

% if Smoothing\_1(i, 1) > Smoothing\_1(i - 1, 1) && Smoothing\_1(i, 1) > Smoothing\_1(i + 1, 1) && Smoothing\_1(i - 1, 1) > Smoothing\_1(i + 1, 1)

% Smoothing\_2(i, 1) = Smoothing\_1(i - 1, 1);

% end

%

% if Smoothing\_1(i, 1) > Smoothing\_1(i - 1, 1) && Smoothing\_1(i, 1) > Smoothing\_1(i + 1, 1) && Smoothing\_1(i - 1, 1) < Smoothing\_1(i + 1, 1)

% Smoothing\_2(i, 1) = Smoothing\_1(i + 1, 1);

% end

%

% if Smoothing\_1(i, 1) < Smoothing\_1(i - 1, 1) && Smoothing\_1(i, 1) < Smoothing\_1(i + 1, 1) && Smoothing\_1(i - 1, 1) < Smoothing\_1(i + 1, 1)

% Smoothing\_2(i, 1) = Smoothing\_1(i - 1, 1);

% end

%

% if Smoothing\_1(i, 1) < Smoothing\_1(i - 1, 1) && Smoothing\_1(i, 1) < Smoothing\_1(i + 1, 1) && Smoothing\_1(i - 1, 1) > Smoothing\_1(i + 1, 1)

% Smoothing\_2(i, 1) = Smoothing\_1(i + 1, 1);

% end

end

x = zeros(size(wavelength\_reflection,1),1);

for i = 1:size(wavelength\_reflection,1)

x(i,1) = wavelength\_reflection(i,1);

end

for i = 1:size(wavelength\_reflection,1)

Smoothing\_1(i, 1)=Smoothing\_2(i, 1);

end

%

% % -------計算450-845nm之量測平均------

avn = 3;k=2;

wavelm = zeros(fix(size(wavelength\_reflection,1)/avn),1);

for j = fix(avn/2)+1:avn:size(wavelength\_reflection,1) %從第一個點平均會有BUG因為平均是挑j的前面跟後面

ds=0;

if j >= size(wavelength\_reflection,1)-avn

break;

end

for i= -fix(avn/2):fix(avn/2)

ds = ds+Smoothing\_1(j+i,1);

end

Measurement\_average(k,1) = ds / avn;%平均點值 = 周圍點反射率和/周圍點數量

wavelm(k,1) = wavelength\_reflection(j,1);

k=k+1;

end

% wl =wavelength\_reflection(800:2048,1);

% I = wavelength\_reflection(800:2048,2);

% % -------計算660-845nm之量測平均------

% for j = 21 : 29

% dn = 0;

% ds = 0;

% ws = wavelength(j,1) - 10;

% wl = wavelength(j,1) + 10;

% for i = 1 : size(wavelength\_reflection,1)

% if wavelength\_reflection(i,1) > ws && wavelength\_reflection(i,1) < wl

% dn = dn + 1;

% ds = ds + Smoothing\_1(i,1);

% end

% end

% Measurement\_average(j,1) = ds / dn;

% end

%

% %將平均後的29點陣列插值

% x = wavelength;

xi = 450:0.25:845;

Measurement\_average\_fit = interp1(wavelm,Measurement\_average,xi,'pchip');%量測資料的插值

Reflectance\_with\_oxyhemoglobin\_fit= interp1(wavelength,Reflectance\_with\_oxyhemoglobin,xi,'pchip');%資料庫帶氧血插值

Reflectance\_with\_deoxyhemoglobin\_fit = interp1(wavelength,Reflectance\_with\_deoxyhemoglobin,xi,'pchip');%資料庫脫氧血插值

% % plot(x,Measurement\_average,'o',xi,Measurement\_average\_fit,xi,...

% % Reflectance\_with\_oxyhemoglobin\_fit,xi,Reflectance\_with\_deoxyhemoglobin\_fit)%畫出量測資料之插值

%

% figure

% plot(xi,Measurement\_average\_fit);

% figure

% plot(wavelm,Measurement\_average,'.',wl,I);

%------6係數min及max填入格中---------

%%

ns = 100000; %number of sets: 取6係數的組數

nsave= 100; %number of saving:保留的組數

worksheet1 = zeros(ns,1);worksheet1(2) = 10;

worksheet2 = zeros(ns,1);worksheet2(2) = 5;

worksheet3 = zeros(ns,1);worksheet3(2) = 50;

worksheet4 = zeros(ns,1);worksheet4(2) = 10;

worksheet5 = zeros(ns,1);worksheet5(2) = 15;

worksheet6 = NaN(ns,1);worksheet6(2) = 4;worksheet6(3) = 0.2;

worksheet7 = zeros(ns,1);

program\_fitting = zeros(1581,1);

step = 15;

loop\_num = 10;

BIG\_LOOP = zeros(loop\_num,1);

for i = 1:loop\_num

BIG\_LOOP(i,1) = i;

end

% rang\_rms = zeros(loop\_num,1);

%

%

% %計算誤差的間隔

% %%

%--------Montecarlo----------

for f = 1:loop\_num

for kk = 1

fprintf('%d/%d\n',f,loop\_num);

%----------取六係數值的範圍-----------------

%min&max 自動尋找最大值與最小值

comin = min(worksheet1);%co:Cohb=>oxhemoglbin(帶氧血紅素) concentration

cdmin = min(worksheet2);%cd:Cdhb=>deoyhemoglobin(脫氧血紅素) concentration

cmmin = min(worksheet3);%cm:Cm=>melanin(黑色素) concentration

kmin = min(worksheet4);%km=>exponential decay constant

umin = min(worksheet5);%u=>us(landa)

gmin = min(worksheet6);%g=>gama

comax = max(worksheet1);

cdmax = max(worksheet2);

cmmax = max(worksheet3);

kmax = max(worksheet4);

umax = max(worksheet5);

gmax = max(worksheet6);

% -------6係數取亂數--------------

ni = nsave; %亂數保留前一次的最佳結果，如果是第一次就從1開始

if f==1 %%判斷是否第一次使用Monte Carlo

ni=1;

end

for i = ni : ns

worksheet1(i,1) = comin + rand \* (comax - comin);

worksheet2(i,1) = cdmin + rand \* (cdmax - cdmin);

worksheet3(i,1) = cmmin + rand \* (cmmax - cmmin);

worksheet4(i,1) = kmin + rand \* (kmax - kmin);

worksheet5(i,1) = umin + rand \* (umax - umin);

worksheet6(i,1) = gmin + rand \* (gmax - gmin);

end

%%-------------帶入公式計算誤差---------------------

% for i = ni:ns

% co = worksheet1(i, 1); cd = worksheet2(i, 1); cm = worksheet3(i, 1);

% km = worksheet4(i, 1); us = worksheet5(i, 1); gm = worksheet6(i, 1);

% sumdr = 0; %%差值平方總和

% twl = 0; %%波長總數

%複製插值資料ns筆

mdata = Measurement\_average\_fit.\*ones(ns,1);

% for j = 1 : step: 1581 %根據帶入插值波長數計算誤差

% if xi(1, j) ~= 0

% wl = xi(1, j); eo = Reflectance\_with\_oxyhemoglobin\_fit(1, j);

% ed = Reflectance\_with\_deoxyhemoglobin\_fit(1, j); % mdata = Measurement\_average\_fit(1, j);

dr = mdata - worksheet5.\* (xi / 1000).^ (-worksheet6)./ (0.25 + 0.057 \* (worksheet1.\* Reflectance\_with\_oxyhemoglobin\_fit + worksheet2.\* Reflectance\_with\_deoxyhemoglobin\_fit + worksheet3.\* exp(-worksheet4.\* (xi - 400) / 400)));

dr = dr.^2;

sumdr = sum(dr,2);

% end

% end

worksheet7 = sumdr.^(1/2)/ 1581;

% end

%-------依誤差值由小到大整組排列(注意：範圍)--------

B = [worksheet1 worksheet2 worksheet3 worksheet4 worksheet5 worksheet6 worksheet7];%建立一個六變數和rms的組合二維陣列

A = sortrows(B,7);%依照rms排列

% rang\_rms(f,1) = A(nsave,7) - A(1,7);

%-------刪除及縮小6係數的範圍------

for i = nsave : ns

for j = 1:7

A(i,j) = NaN; worksheet1(i,1) = NaN; worksheet2(i,1) = NaN; worksheet3(i,1) = NaN;...

worksheet4(i,1) = NaN; worksheet5(i,1) = NaN; worksheet6(i,1) = NaN; ...

worksheet7(i,1) = NaN;

end

end

for i = 1:nsave %留下最佳的前nsave組

worksheet1(i,1) = A(i,1); worksheet2(i,1) = A(i,2); worksheet3(i,1) = A(i,3);

worksheet4(i,1) = A(i,4); worksheet5(i,1) = A(i,5); worksheet6(i,1) = A(i,6);

worksheet7(i,1) = A(i,7);

end

end

end

%%

%--------------Drawing-------------------

%依照最好結果畫圖

co = A(1, 1); cd = A(1, 2); cm = A(1, 3);

km = A(1, 4); us = A(1, 5); gm = A(1, 6); rms = A(1,7);

for j = 1:1581

wl = xi(j); eo = Reflectance\_with\_oxyhemoglobin\_fit(j);ed = Reflectance\_with\_deoxyhemoglobin\_fit(j);

program\_fitting(j) = us \* (wl / 1000) ^ (-gm) / (0.25 + 0.057 \* (co \* eo + cd \* ed + cm \* exp(-km \* (wl - 400) / 400)));

end

% %%

% Us = zeros(length(xi),1);

% for i = 1:length(xi)

% Us(i) = us(1)\*(xi(i)/1000)^(-gm);

% end

%

% Ua = zeros(length(xi),1);

% for i = 1:length(xi)

% Ua(i) = co \* eo + cd \* ed + cm \* exp(-km \* (xi(i) - 400) / 400);

% end

%

% figure

% plot(xi,Ua);

%

% figure

% plot(xi,Us);

% title('Us-wavelength curve')

% xlabel('wavelength,nm');ylabel('Us,1/mm')

% %在commond window印出結果

% fprintf('co = %f cd = %f cm = %f km = %f us = %f gm = %f \n rms = %f ',co,cd,cm,km,us,gm,rms);

%

%畫出結果與圖表設定

figure

plot(xi,Measurement\_average\_fit,'.', xi, program\_fitting);

xlabel('wavelength,nm');ylabel('reflection,%')

legend('original','program\_ fitting');

title('r%-wavelength')

% figure

% plot(BIG\_LOOP,rang\_rms);

% %在commond window印出時間

fprintf('overall time %f sec\n',toc(timeall));

% xlabel('loop');ylabel('Δrms')

% title('convergence curve')

% %寫入檔案

xlsFile = 'C:\Users\kyo.hsu\Desktop\matlab\testfile\Book1.xlsx';%檔案路徑(不會自己產生需要先新增一檔案)

data = {co,cd,cm,km,us,gm,rms,toc(timeall),sheetname};%我沒有設定header

C = readcell(xlsFile);

D = vertcat(C,data);

writecell(D,xlsFile);

%

% xlsFile = 'C:\Users\kyo.hsu\Desktop\matlab\testfile\us.xlsx';%檔案路徑(不會自己產生需要先新增一檔案)

% writematrix(Us,xlsFile);

%

% xlsFile = 'C:\Users\kyo.hsu\Desktop\matlab\testfile\ua.xlsx';%檔案路徑(不會自己產生需要先新增一檔案)

% writematrix(Ua,xlsFile);

% %開啟檔案指令

% % dos(['start ' xlsFile]);

% %

%

% end

### 結果討論

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | co | cd | cm | km | us | gm |
| 01手心 | 0.39336 | 0.17683 | 5.38 | 6.3796 | 9.8344 | 1.4568 |
| 01手背 | 0.35026 | 0.54074 | 22.2217 | 5.9297 | 11.3839 | 1.0712 |
| 02手心 | 0.66964 | 5.9934 | 7.8875 | 4.8501 | 9.5323 | 1.8193 |
| 02手背 | 0.81492 | 1.0712 | 37.3127 | 6.578 | 11.9946 | 1.0271 |
| 03手心 | 0.13887 | 0.76703 | 7.6763 | 5.6639 | 11.4611 | 1.4459 |
| 03手背 | 0.54741 | 0.44918 | 6.4671 | 6.0489 | 9.932 | 1.5579 |
| 04手心 | 1.4758 | 0.17282 | 10.2146 | 6.1369 | 9.506 | 1.5188 |
| 04手背 | 0.79005 | 1.2392 | 23.2495 | 6.0204 | 12.6366 | 1.0957 |
| 05手心 | 0.67828 | 0.27944 | 9.1873 | 6.0379 | 11.0185 | 1.5472 |
| 05手背 | 0.37321 | 0.4367 | 16.2726 | 5.5818 | 14.361 | 1.2405 |
| 06手心 | 0.50709 | 0.45176 | 7.9657 | 5.4954 | 9.7981 | 1.5956 |
| 06手背 | 0.52074 | 0.30468 | 19.2024 | 6.1285 | 12.6182 | 1.202 |
| 07手心 | 0.14834 | 0.20176 | 5.8671 | 6.3313 | 10.6419 | 1.4605 |
| 07手背 | 0.10218 | 0.72006 | 20.8066 | 6.1011 | 11.1705 | 1.3054 |
| 08手心 | 0.78242 | 0.21769 | 8.2885 | 5.5407 | 9.296 | 1.9503 |
| 08手背 | 0.29321 | 0.42866 | 13.7894 | 6.0396 | 11.3315 | 1.2858 |
| 09手心 | 1.0134 | 0.35731 | 4.2074 | 3.7787 | 12.2936 | 1.6535 |
| 09手背 | 0.07939 | 0.15653 | 9.0511 | 5.6242 | 10.3113 | 1.3381 |
| 10手心 | 0.48201 | 0.98851 | 10.1009 | 5.7464 | 12.4117 | 1.5448 |
| 10手背 | 0.38704 | 0.83453 | 26.287 | 6.5906 | 11.9969 | 1.0466 |
| 11手心 | 0.78112 | 0.12053 | 9.2291 | 3.9331 | 8.3436 | 1.1863 |
| 11手背 | 0.32659 | 0.82083 | 31.2818 | 5.8314 | 10.8165 | 1.0438 |

表1. 11人結果圖

我們重點先看cm(黑色素濃度)就好，除了第3個樣本以外基本上手心都比手背的數值還小，這可以給出的比較合理的解釋可能是因為樣本02是女性，手背比較白一點，因此才會出現手心比手背高的數值，另外目前cm還無法校正數值到每次算出來都差不多，會有正負2左右的誤差，像這樣兩個在差不多的數值我會視為這黑白程度其實是差不多的，不過超過2的話就有很高機率兩者中間視覺上看得出黑白差異，這代表有一定程度上我們確實可以透過這個方法判斷一個人的黑白程度，通常手心會比手背還白。但是看到第11個樣本，他是我們實驗室唯一的黑人，照理來說視覺上是最黑的，但樣本02的手背數值卻超過他，有可能的解釋是他的手背特別的黑或者是照到了誌之類的地方，因此才會有特別高的數值。

## 結論

### 研究結論

從這樣一個簡單的手心對比手背來說確實可以得到一個大概的比較，手心比較白因此黑色素濃度數值比較低，手背通常比較黑因此黑色素濃度數值比較高，在上面表1中確實符合這樣的假設，就我們一開始的實驗來說，這樣的結果對於我們想要使用在治療皮膚的結果上是有效的。

研究省思與檢討

控管預算的結果

沒花到半沒錢也沒砸壞儀器就是最好的結果。

研究限制

因為程式的結果還沒有說很穩定，所以只能小規模測試，因此只有少量收集數據。在實際的觀看上我覺得也需要收集照片來對比實際視覺上的黑白程度與數值上的差別。另外其實論文上面也沒有提供非常具體的作法與全部實驗的數據，因此很多數值其實不太知道怎麼定義的，像是論文中沒提到帶氧、去氧血紅光譜，或者它的光強的大小光源的強度這些論文都沒提，這其實蠻重要的，因為會影響到數值的比例，像我們把光譜儀積分時間調長一點光強就會變高，cm算出來的也會更大。

### 研究檢討

在程式上我覺得一開始去找資工系的朋友問的話或許在程式上可以省很多時間，因為原本的計算方式要超過5分鐘才能算出一個結果，在這上面花了四五十個小時才把時間壓到一分鐘以內。

在研究的安排上，剛開始花了很多的時間，中途放假之後就覺得好像已經有了成果了於是就開始怠惰了，再加上實習結果沒什麼力去處理，後來中間回來把最後的結果校正得到了比較正常的血氧濃度之後把東西整理一下就草草結束了這個實驗，要一個人做專題真的需要很大的自制力，還好一開始有學長幫忙，不然我可能到最後也沒做出什麼。

### 參考文獻

[G. Zonios and A. Dimou, “Light scatteringG. Zonios and A. Dimou, “Light scattering spectroscopy of human skin in vivo,” Opt. Express 17, 1256–1267 (2009). spectroscopy of human skin in vivo,” Opt. Express 17, 1256–1267 (2009).](http://www.osapublishing.org/abstract.cfm?&uri=oe-17-3-1256)

G. Zonios and A. Dimou, “Modeling diffuse reflectance from semi-infinite turbid media: application to the study of skin optical properties,” Opt. Express, 14 (19), 8661 –8674 (2006).

[W.G Zijlstraa](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305049197002307" \l "!) ,”[ABuursmab](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305049197002307" \l "!) Spectrophotometry of Hemoglobin: AbsorptionSpectra of Bovine Oxyhemoglobin, Deoxyhemoglobin,Carboxyhemoglobin, and Methemoglobin” Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology Volume 118, Issue 4, December 1997, Pages 743-749