Color Image Processing　HW2　何柏昇　M11107309

第一題 景深擴張

1. 讀取並顯示對焦在前景(fg)與背景(bg)的兩幅影像，並轉換至 float 格式。
2. 自訂八方向 Laplacian 濾鏡。f = [-1 -1 -1; -1 8 -1; -1 -1 -1]
3. 高通濾波：將兩幅影像由彩色轉換至灰階格式，並分別做 Laplacian 高通濾波後，取絕對值。
4. 分別得到 fg_hipass 與 bg_hipass。顯示這兩張圖，如果看不清楚，將灰階值乘 3。
5. 製作前景遮罩 mask = fg_hipass - bg_hipass
6. 將遮罩做「均值濾波」，濾鏡尺寸要很大，才不至於使區塊破碎。
7. 以 0 為門檻，將前景遮罩二值化。
8. 顯示二值化後的遮罩(可能要調亮)。
9. 根據二值遮罩分別取前景(fg)與背景(bg)的清晰像素，組成景深擴增影像。
10. 顯示並儲存景深擴增影像。

Laplacian 濾鏡

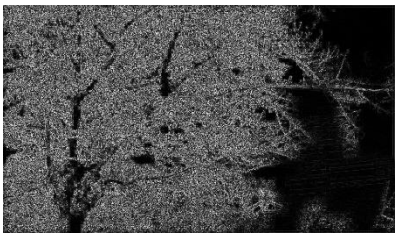
$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Result

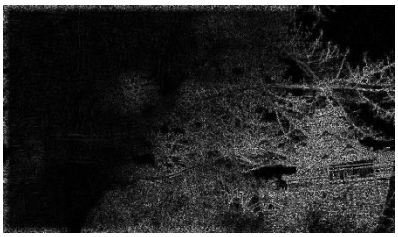
Foreground

Background

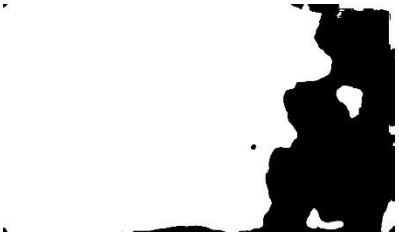
Foreground-HPF



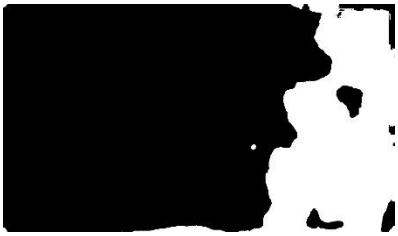
Background-HPF



Foreground-BinaryMask



Background--BinaryMask



Clear

Code

```
import os
import numpy as np
import cv2 as cv
from matplotlib import pyplot as plt
# Load images
bg = cv.imread('images/5bg.jpg')
fg = cv.imread('images/5fg.jpg')

# BGR to GRAY, and uint8 to double[0,1]
fg = cv.cvtColor(fg, cv.COLOR_BGR2GRAY).astype(np.float32)/255
bg = cv.cvtColor(bg, cv.COLOR_BGR2GRAY).astype(np.float32)/255
```

首先使用 OpenCV 來讀取影像，於函式中輸入影像位置，以及 color type：0 為 gray、1 為 RGB。

接著把影像由 RBG 轉換成 Gray，並將資料型態由 int 轉為 double 型態，並且縮放到[0 1]，之後計算時會有較為精準的結果。

```
# High-pass filter (Laplacian)
laplacian = np.array([[-1,-1,-1],[-1,8,-1],[-1,-1,-1]])
fg = abs(cv.filter2D(fg,-1,laplacian))
bg = abs(cv.filter2D(bg,-1,laplacian))
```

建立一個 Laplacian Filter，透過 OpenCV 提供的 filter2D 進行卷積，並取絕對值，及可獲得圖像的高頻特徵，也就是圖像輪廓。

```
# mask = fg_HPF - bg_HPF
mask = fg – bg
# Mean filter, kernel size must be bigger.
img_blur = cv.blur(mask,(20,20))
# Binary the mask
mask_fg = (img_blur>0)
mask_bg = (img_blur<0)
```

透過將前景與背景進行相減獲得一個 mask。並加圖片透過 mean-filter 進行平均濾波，必須要注意 mean filter 的 size 必須要很大。

分別建立前景與背景的二值化遮罩，透過數值的判斷，進行前景與背景得區分。

```
# Relaod images
bg = cv.imread('images/5bg.jpg')
fg = cv.imread('images/5fg.jpg')
# Clear image with binary-mask
fg_clear = cv.merge([fg[:,:,0]*mask_fg, fg[:,:,1]*mask_fg, fg[:,:,2]*mask_fg])
bg_clear = cv.merge([bg[:,:,0]*mask_bg, bg[:,:,1]*mask_bg, bg[:,:,2]*mask_bg])
# clear=fg+bg
clear = fg_clear+bg_clear

# Show clear image
fig = plt.figure()
plt.axis('off')
plt.title("Clear")
plt.imshow(cv.cvtColor(clear, cv.COLOR_BGR2RGB))

if not os.path.exists('images'):
    os.mkdir('images')
cv.imwrite('images/ex2.1.2.jpg', clear)
```

重新載入原圖，分別將前景與背景圖套用各自的遮罩，取得圖像中清晰的區域。

並將前景與背景的結果相加，就可以獲得一張擁有全景對焦的影像。

最後再將結果顯示並儲存。

第二題 視覺異常模擬

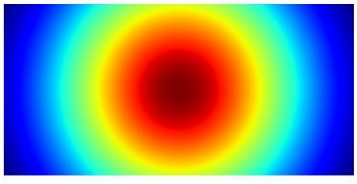
1. 紅綠色盲：自行找一張色彩豐富的圖片，將 RGB 影像轉換至浮點格式，再轉換至 LAB 空間，將 a*設為 0，再轉回 RGB 空間。
2. 黃藍色盲：將 RGB 影像轉換至浮點格式，再轉換至 LAB 空間，將 b*設為 0，再轉回 RGB 空間。
3. 青光眼：讀取 RGB 影像的尺寸，利用 fspecial 函式建立與影像同尺寸的 2D 高斯濾鏡(Gaussain filter)，sigma 值必須很高，才有效果。將濾鏡數值矩陣的每個數值除以其最大值。再將濾鏡點對點乘上影像的 RGB 值。模擬青光眼患者視野狹窄的現象。

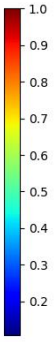
Result

Red-Green color blindness

Blue-Yellow color blindness

Glaucoma





Code

```
import cv2 as cv
import numpy as np
import os
from matplotlib import pyplot as plt

# Red-Green color blindness
img = cv.imread('images/test.png').astype(np.float32)/255.0
lab = cv.cvtColor(img, cv.COLOR_BGR2LAB)
lab[:,:,1] *=0
img = (cv.cvtColor(lab, cv.COLOR_LAB2BGR))*255
img = img.astype(np.uint8)

fig = plt.figure()
plt.axis('off')
plt.imshow(cv.cvtColor(img, cv.COLOR_BGR2RGB))

if not os.path.exists('images'):
    os.mkdir('images')
cv.imwrite('images/ex2.2.1.jpg', img)
```

首先使用 OpenCV 來讀取影像，於函式中輸入影像位置，以及 color type：0 為 gray、1 為 RGB。必須注意，使用 OpenCV 進行影像讀取，影像的顏色型態為 BGR，不同於 RBG。

讀取後將資料型態由 int 轉為 double 型態，並進行正規化壓縮至[0,1]，因為 cvtColor 使用 int 型態時，誤差會很大，所以必須要使用 double 型態，並且有規定輸入的範圍必須為[0,1]。

透過 cvtColor 將 BGR 轉換成 LAB 空間，並將 a 的維度全部設為 0，再轉回 BRG，就可以模擬紅綠色盲。

```
# Blue-Yellow color blindness
img = cv.imread('images/test.png').astype(np.float32)/255.0
lab = cv.cvtColor(img, cv.COLOR_BGR2LAB)
lab[:,:,2] *=0
img = (cv.cvtColor(lab, cv.COLOR_LAB2BGR))*255
img = img.astype(np.uint8)

fig = plt.figure()
plt.axis('off')
plt.imshow(cv.cvtColor(img, cv.COLOR_BGR2RGB))

if not os.path.exists('images'):
    os.mkdir('images')
cv.imwrite('images/ex2.2.2.jpg', img)
```

首先使用 OpenCV 來讀取影像，於函式中輸入影像位置，以及 color type：0 為 gray、1 為 RGB。必須注意，使用 OpenCV 進行影像讀取，影像的顏色型態為 BGR，不同於 RBG。

讀取後將資料型態由 int 轉為 double 型態，並進行正規化壓縮至[0,1]，因為 cvtColor 使用 int 型態時，誤差會很大，所以必須要使用 double 型態，並且有規定輸入的範圍必須為[0,1]。

透過 cvtColor 將 BGR 轉換成 LAB 空間，並將 b 的維度全部設為 0，再轉回 BRG，就可以模擬藍黃色盲。

```
# Glaucoma
img = cv.imread('images/test.png').astype(np.float32)/255.0

# Gaussian kernel
gh ,hr = divmod(np.size(img,0),2)
gw, wr = divmod(np.size(img,1),2)
x, y = np.mgrid[-gh:gh+hr, -gw:gw+wr]
sigma = 14**2
gaussian_kernel= np.exp(-(x**2+y**2)/(sigma**2))

#Normalization
gaussian_kernel = gaussian_kernel / gaussian_kernel.max()
blur = np.zeros(img.shape)
fig = plt.figure()
plt.axis('off')
plt.imshow(gaussian_kernel, cmap=plt.get_cmap('jet'), interpolation='nearest')
plt.colorbar()

blur[:,:,0] = (img[:,:,0] * gaussian_kernel)
blur[:,:,1] = (img[:,:,1] * gaussian_kernel)
blur[:,:,2] = (img[:,:,2] * gaussian_kernel)
blur = (blur*255).astype(np.uint8)

fig = plt.figure()
plt.axis('off')
plt.imshow(cv.cvtColor(blur, cv.COLOR_BGR2RGB))

if not os.path.exists('images'):
    os.mkdir('images')
cv.imwrite('images/ex2.2.3.jpg', blur)
```

首先使用 OpenCV 來讀取影像，於函式中輸入影像位置，以及 color type：0 為 gray、1 為 RGB。必須注意，使用 OpenCV 進行影像讀取，影像的顏色型態為 BGR，不同於 RBG。

讀取後將資料型態由 int 轉為 double 型態，並進行正規化壓縮至[0,1]，降低計算誤差。

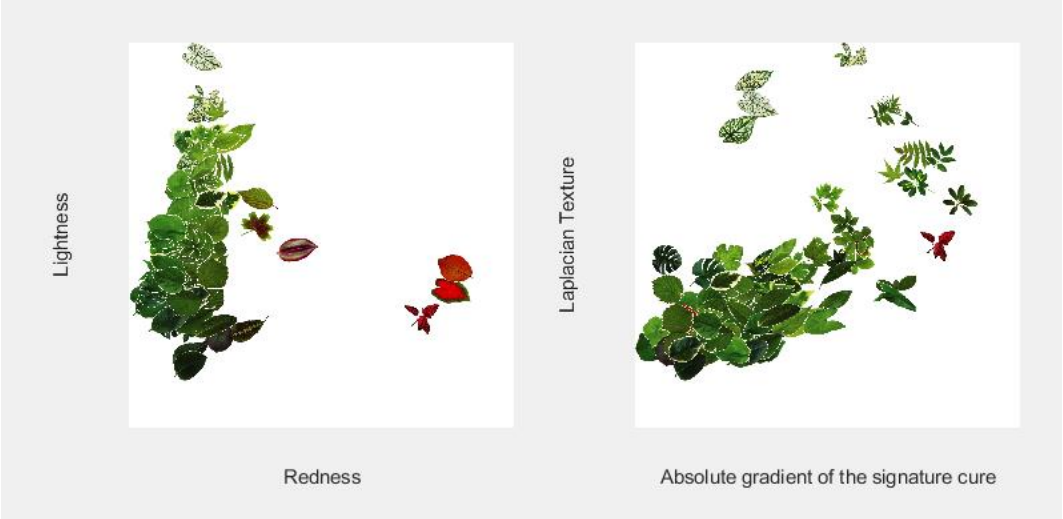
建立一個與圖片大小相同的 Gaussian kernel，並且 sigma 必須很大，使遮罩的中間範圍都還是維持在 1，而外圍才逐漸變小。

最後再將遮罩與圖片進行矩陣內元素相乘，就可以模擬青光眼。

第二題 以多維空間分析樹葉的差異

1. load 90 images
2. foreground mask
3. analysis
   - gradient of signature
   - mean brightness by gray
   - red ratio R/(R+G+B)
   - mean high frequency (Laplacian + abs + mean)
4. 1000*1000 white background
5. plot images to relative position by analysis

Result



Code

leaveFeature.m

```
%image feature extraction: signature
function [signature_gradient, redness, lightness, laplace_texture] =
leaveFeature(path)
%輸入葉片影像
img1 = double(imread(path));
%%中間省略%%
%%中間省略%%
%%中間省略%%
for x=1:h
    for y=1:w
        if mask(x,y) ==1
           theta = mod(atan2(cx-x,y-cy)*180/pi,360); %換算 theta 角
           i = ceil(theta/interval+.01); %0.01 是為了防止 i=0
           r = sqrt((cx-x)^2+(cy-y)^2); %遠離質心 c 的距離
           if r > r_histogram(i)
                r_histogram(i) = r; %更新 r_histogram 中的最大 r 值
           end
        end
    end
end
```

```
%% calculate gradient of signature
signature_gradient = mean(abs(gradient(r_histogram)));
%% Redness
img4 = double(cat(3,mask,mask,mask));
img4 = img1.*img4;
sum_r = sum((img4(:,:,1)),"all");
sum_rgb = sum(img4,"all");
redness = sum_r/sum_rgb;
%% Lightness
img5 = double(rgb2gray(uint8(img1)));
img5 = img5.*mask;
lightness = sum(img5,"all")/sum(mask,"all");
%% Laplace Texture
laplace_filter = fspecial("laplacian");
mean_filter = fspecial("average",size(laplace_filter));
img6 = abs(imfilter(img5, laplace_filter));
img6 = imfilter(img6,mean_filter);
laplace_texture = sum(img6,"all")/sum(img6>0,"all");
end
```

將參考程式進行修改，將加入其他特徵分析：

1. Gradient of Signature
   透過呼叫 gradient 計算各點的梯度，並將計算結果取絕對值，最後計算整張圖片的平均值。
2. Redness
   首先將圖片轉為 double 型態，再進行 sum 的運算，才不會使最大被限制在 255(uint8)，獨立將 red channel 取出來後，將其與 RGB 影像相除，就可以計算出紅色的占比。
3. Lightness
   要計算平均亮度必須先把 RGB 影像轉成 Gray，這樣就能夠直接取得影像的亮度。
4. Laplace Texture
   先將影像轉為 Gray，與 Laplacian Filter 與 Mean Filter 進行濾波，並取絕對值，就可以獲得圖像的高頻特徵(紋理)。

修改完成後，將整個程式包裝成 function，因為總共有 90 張圖片，必須要能夠重複執行。(紅框部分為原參考程式的部分，不對其進行修改。)

featureDistribution.m

```
function white = featureDistribution(rows, colums)

white = ones(1000,1000,3)*255;
for i=1:90
    path=strcat("leaves/",int2str(i),".jpg");

    img=double(imread(path));
    [h w ch] = size(img);
    mask = true(h,w); %建立二值遮罩(mask)
    mask(find(img(:,:,3)>=240)) = 0; %假設影像藍色 channel 為 240 者, 必定為白色。
    mask(find(mask>0)) = 1; %其餘設為 0
    mask = double(cat(3,mask,mask,mask));

    row=uint32(max(rows)-rows(i)+1);
    colum=colums(i);
    white(row:row+h-1,colum:colum+w-1,:) = white(row:row+h-1,colum:colum+w-
1,:).*(not(mask)) + img.*mask;
end
white=uint8(white);
end
```

這邊建立一個 featureDistribution 的 function，用來繪製樹葉特徵分佈圖，首先進行圖片的讀取，取得葉子部分的遮罩，並建立一個空白的矩陣。

輸入計算後的特徵值，作為圖像的座標，作法為將其設為圖像的左上角，這樣只需要以此點出發，取出跟圖像相同大小的矩陣，可以進行繪製。

Main.m

```
%HW2.3
clear;clc;
%feature = [signature_gradient, redness, lightness, laplace_texture]
signature_gradient= zeros(90,1);
redness= zeros(90,1);
lightness= zeros(90,1);
laplace_texture= zeros(90,1);

for i=1:90
path=strcat("leaves/",int2str(i),".jpg");
[signature_gradient(i), redness(i), lightness(i), laplace_texture(i)]=leaveFeature(path);
end
feature = [signature_gradient, redness, lightness, laplace_texture];
% normalization feature = uint32[1:800]
for i=1:4
    feature(:,i) = uint32((feature(:,i)-min(feature(:,i)))/(max(feature(:,i))-min(feature(:,i)))*800+1);
end

figure()
white = featureDistribution(feature(:,3),feature(:,2));
subplot(121)
imshow(white)
xlabel("Redness")
ylabel("Lightness")

white = featureDistribution(feature(:,4),feature(:,1));
subplot(122)
imshow(white)
xlabel("Absolute gradient of the signature cure")
ylabel("Laplacian Texture")
```

此為主程式的部分，透過 for loop 的方式，輸入圖像的路徑，並呼叫 leaveFeature()，計算 90 張葉子圖片的特徵，並將其結果存放在 feature 的 list 中。

為了將特徵值作為分布圖的 x-y 軸，必須先將其正規化至[1~800]，再呼叫 featureDistribution()，繪製其特徵分布圖。