

## Technical description

當我們對影像做偵測的時候，無論我們是要做資料分析、判別物件時，皆須要理解影像的特徵。而影像中【邊緣】即是一種特徵，透過 **Laplacian operator** 與 **high-boost filtering** 兩種方法，進行【sharp】，使我們的圖像在輪廓上面更加的清晰，讓我們能輕易的提取所需要的資料或是物件的判別。

### **Laplacian operator:**

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2},$$

且在 **Spatial Filters** 中

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x+1, y) + f(x-1, y) - 2f(x, y)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = f(x, y+1) + f(x, y-1) - 2f(x, y)$$

因此

$$\begin{aligned}\nabla^2 f = & [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] \\ & - 4f(x, y).\end{aligned}$$

利用不同的【Mask】，我們可以實作【sharp】。

常見的 Mask

(1)

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

(2)

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

(3)

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

(4)

---

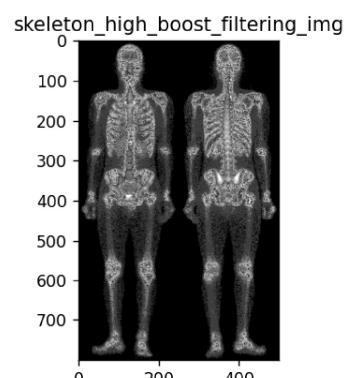
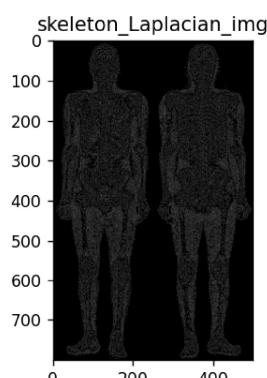
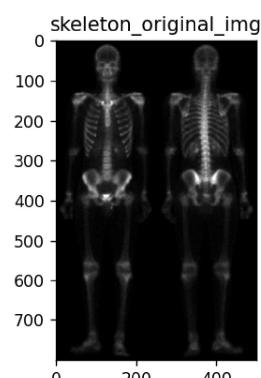
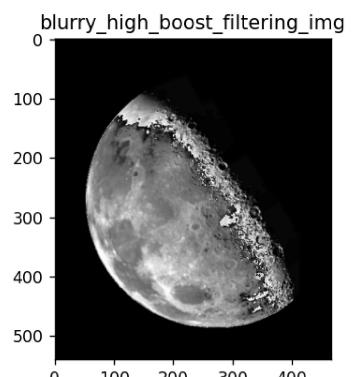
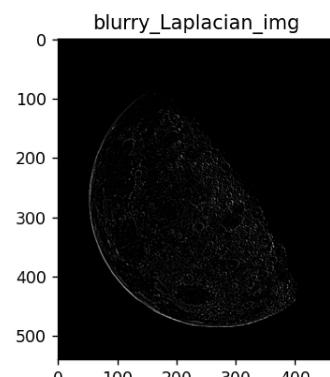
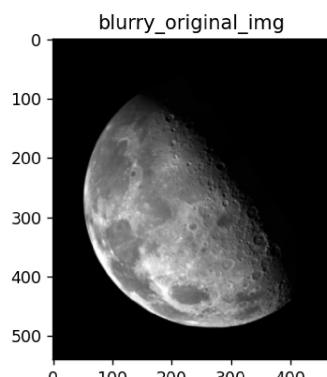
$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

## high-boost filtered:

$$f_{hb} = \begin{cases} Af(x, y) - \nabla^2 f(x, y) \\ Af(x, y) + \nabla^2 f(x, y) \end{cases}$$

因此在 **Laplacian** 的 **mask** 最中間的數要加上數字來調整(**A** 值)可以變化。

0	-1	0	-1	-1	-1
-1	$A + 4$	-1	-1	$A + 8$	-1
0	-1	0	-1	-1	-1



## **Mask:**

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

**high-boost filtered** 的 **A = 2.7**

## **Discussions:**

從圖上可以觀察到經過處理後的圖片明顯的在邊緣上變得十分清晰，這是因為我們使用了**mask** 來調整圖像的結果，這也說明的 **Laplacian operator** 確實有用。且我們在第 **3** 個 **column** 可以觀察到 **high-boost filtering** 會擁有不同的結果在這裡的 **A** 是 **2.7**，這是因為隨著 **A** 值的調整，圖像的 **mask** 造成的結果就不同。具體的程式碼以及 **readme**(操作流程)都會放在資料夾中。