Part1

3.22

(a) $$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 & 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 3 & 6 & 3 \end{bmatrix}$$ 任一个row都可以乘以一常數後可变成另一个row.

(b) $$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 2 & 6 & 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

3.28. (a) yes, ∵ 高斯 filter 經 convolution 後一樣是高斯 filter.

(b) $\sigma = \sqrt{1.5^2 + 2^2 + 4^2} = \sqrt{22.25}$ #

(c) $3 \times 5 \times 7 = 105$ size $= 105 \times 105$

3.44.

(a) $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ can't $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ can't.

(b) $\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ can't $\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ can't

(c) $$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}^T \quad \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}^T$$

4.3 (a) $\delta(t) * \delta(t-t_0) = \int \delta(t-y)\,\delta(y-t_0)\,dy$

$= \delta(t-t_0)$

(b) $\delta(t-t_0) * \delta(t+t_0) = \int \delta((t-y)-t_0)\,\delta(y+t_0)\,dy$

$= \delta(t)$

4.51

	$x-1$	x	$x+1$
$y-1$	0	1	0
y	1	-4	1
$y+1$	0	1	0

$$g(x,y) = f(x,y-1) + f(x-1,y) - 4f(x,y) + f(x+1,y) + f(x,y+1)$$

$$g(x,y) \xRightarrow{F} G(u,v) = F(u,v)e^{\frac{-2\pi v}{N}} + F(u,v)e^{\frac{-2\pi u}{M}} - 4F(u,v) + F(u,v)e^{\frac{2\pi u}{M}} + F(u,v)e^{\frac{2\pi v}{N}}$$

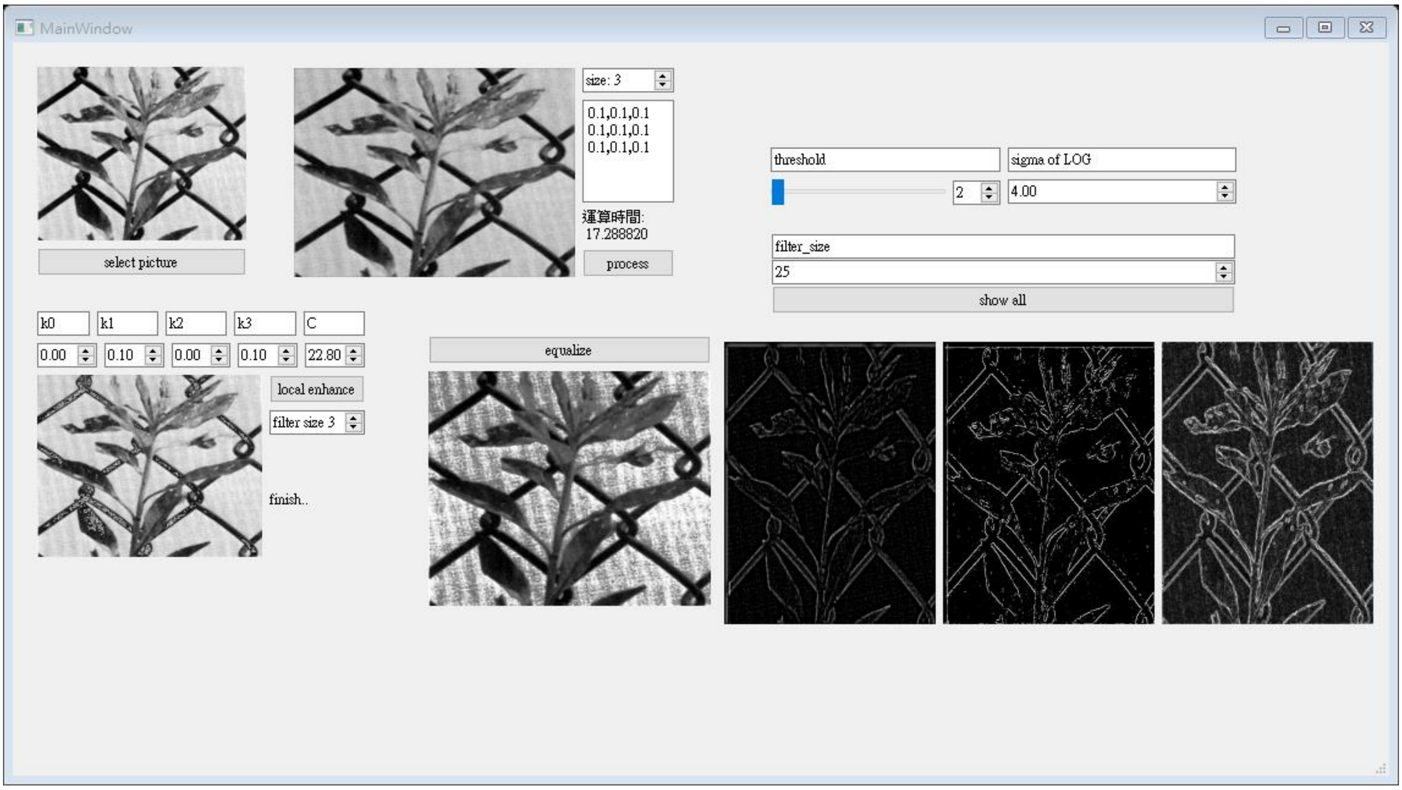
$$G(u,v) = F(u,v)\left[e^{\frac{-2\pi v}{N}} + e^{\frac{-2\pi u}{M}} + e^{\frac{2\pi u}{M}} + e^{\frac{2\pi v}{N}} - 4\right]$$

$$= F(u,v)\left[2\cos\left(\frac{2\pi u}{M}\right) + 2\cos\left(\frac{2\pi v}{M}\right) - 4\right]$$

$$= F(u,v)\left[4\cos\frac{2\pi u}{M} - 4\right] \text{ or } F(u,v)\left[4\cos\frac{2\pi v}{N} - 4\right]$$

將 filter 經轉換成 equivalent frequency filter.
可看出其為一個 High pass filter.

整體介面如圖:

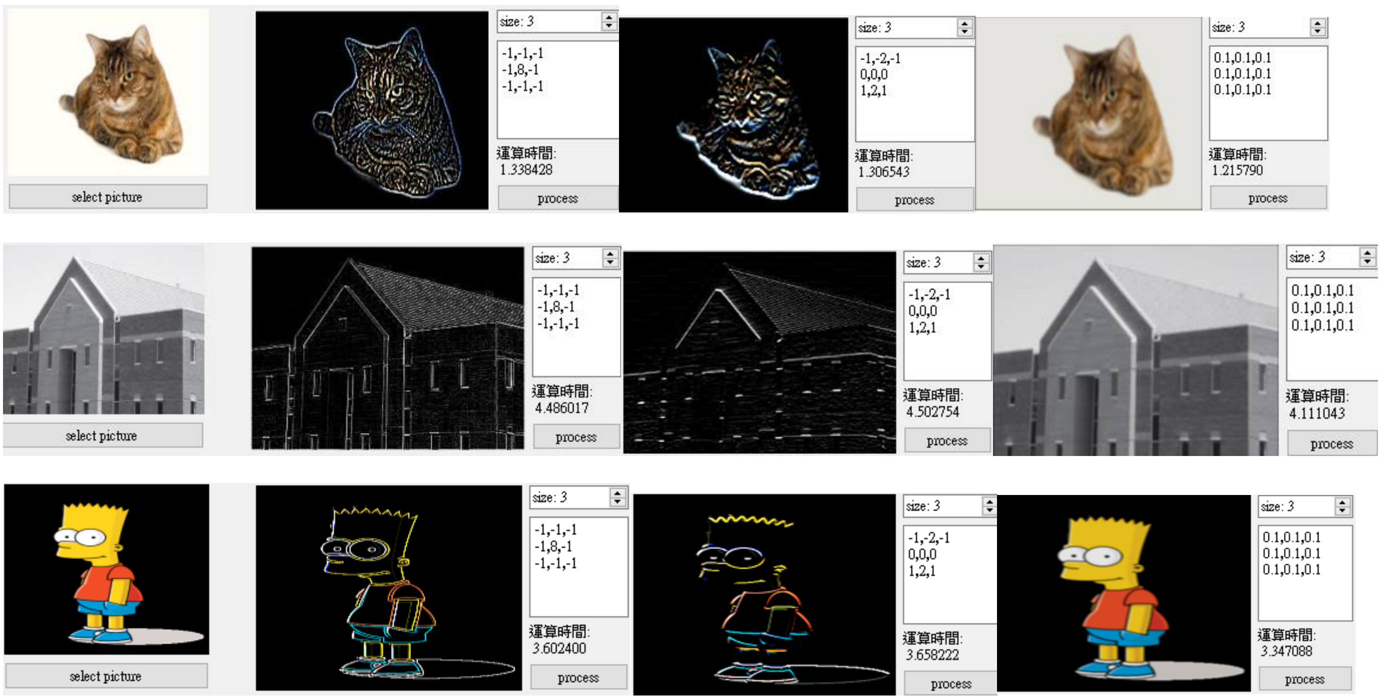


Part2

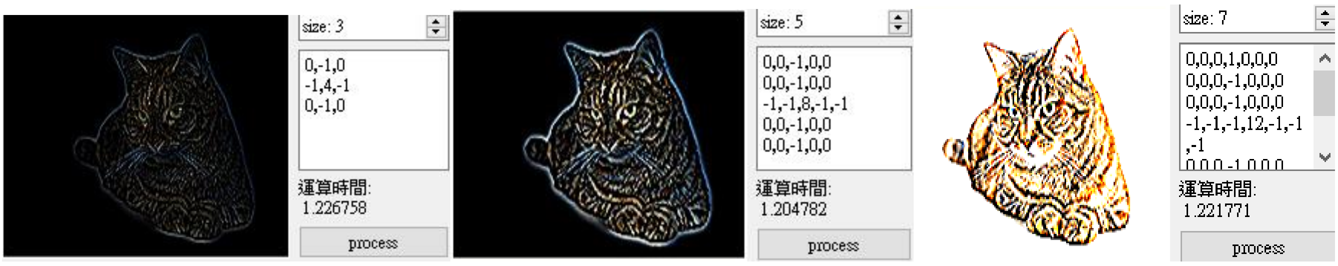
使用三種 filter:

1. high pass/laplacian filter 會將影像特徵提取若加回原圖則會銳化
2. sobel_horizontal 會將影像的水平邊緣提取出
3. low pass filter 模糊化影像

Laplacian sobel_horizontal low pass filter



嘗試將另一種 laplacian filter 做類似擴增的方法，發現到當 filter size 越大，照片越接近真實影像，且亮度也跟著提高到 size=7 時連背景都變白的

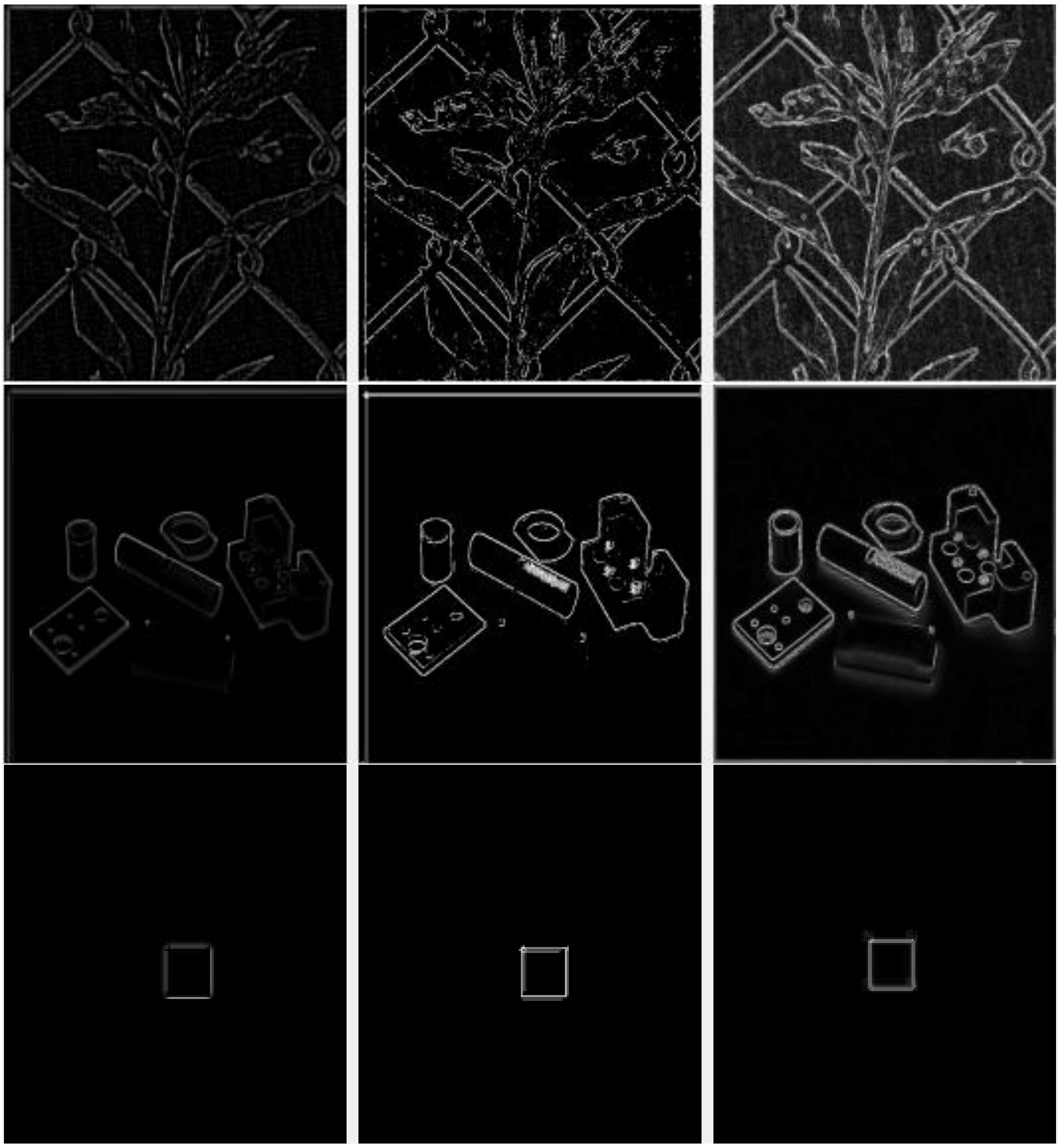


Part3

由左到右分別為 LOG,Zero-cross,sobel 轉換後的影像。

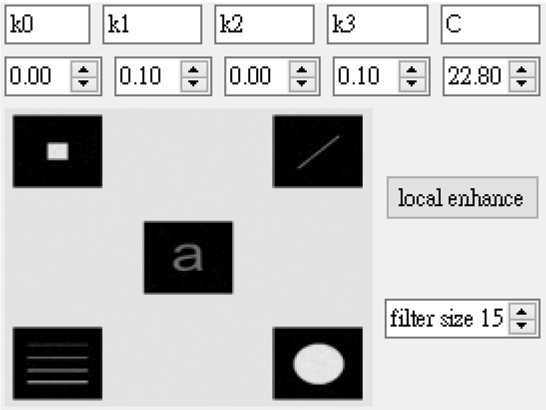
本次參數為 threshold=2,sigma=4,filter size=25，使用 zero-cross 相較 sobel 得到的邊緣明暗變化較為鮮明，整體對比度較高，sobel 整體感局有的濛濛的，但可能是因為參數沒有設定好，所以 zero-cross 的影像有些邊緣沒有偵測出來(如第二列中間影像左下角盒子裡面的洞)

LoG zero-cross sobel



Part4

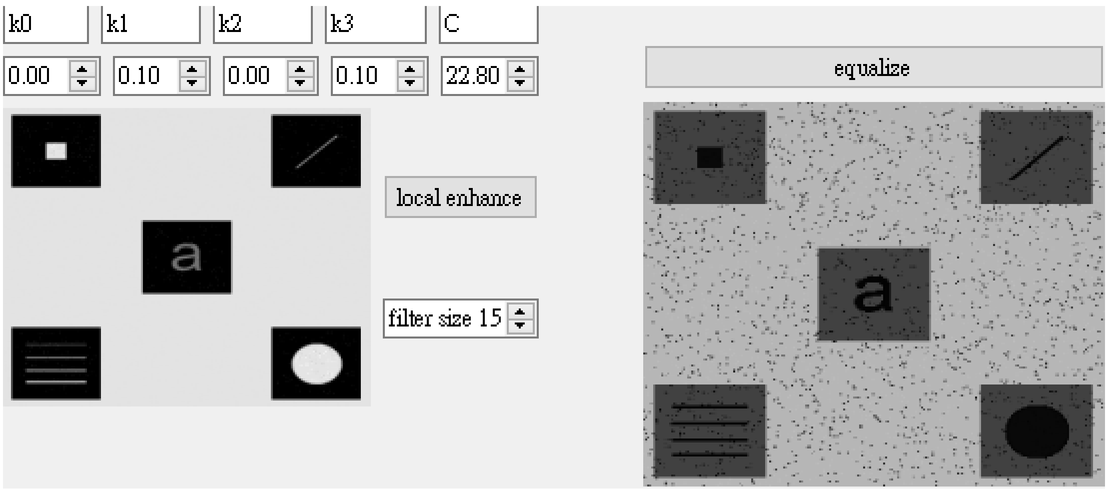
1.

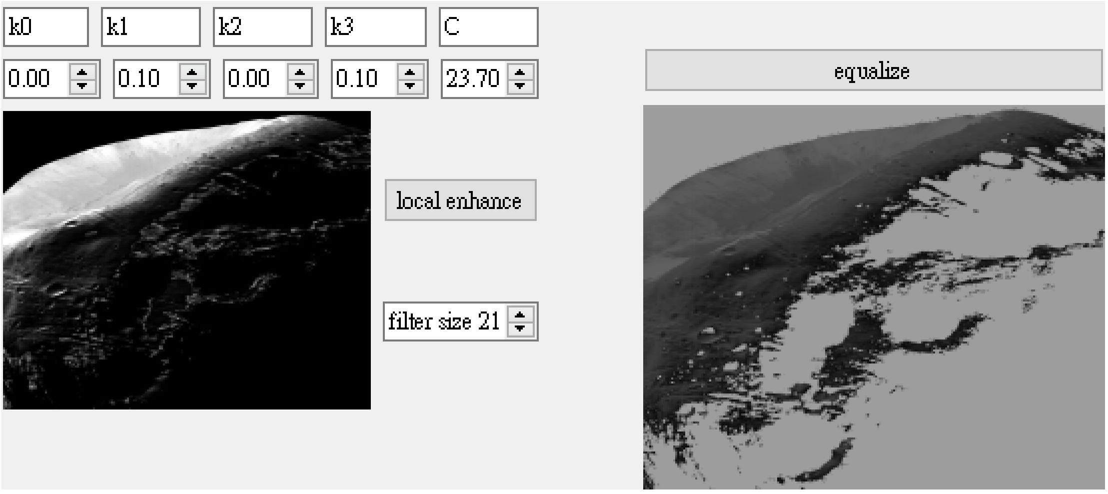


2.

第一列看出 local enhance 將黑與白完美區別開來，而 equalization 有點像加了 pepper noise 且雖然有將原本看不清楚的黑色內部物件顯現出來，但是物件周邊是灰色的，相較左圖還是略為不明顯。再來最大特徵就是，local enhance 是將看不清楚的地方變白色，而 equalization 是將看不清楚的地方一樣是黑的，但物件周圍顏色變淺，才使物件浮現出來。

第二列由於不確定影像內部的物件或是希望呈現的是什麼，所以僅以顏色分布來說明。右圖明顯下半部區域都變白色，而在左圖僅有少許的紋路。而在影像左上方左圖是變白的右圖則是變深色，如第一列 local enhance 將白色保留特徵提出來，而 equalization 則將特徵變黑原本白色地方變灰。

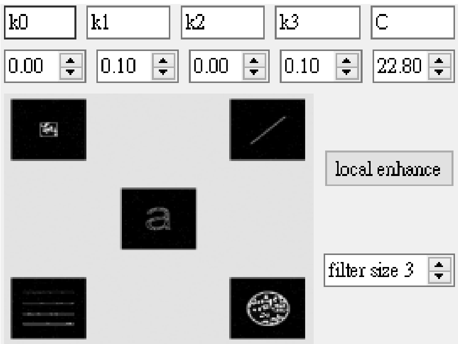




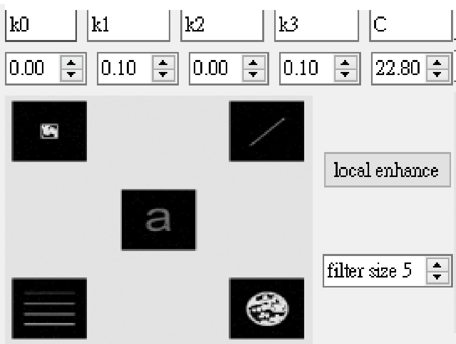
3.

由下圖發現，filter size 越大，越完整將每個黑色方塊內物件提取出來，而到 filter size=15 時已將物件全部完整提取出來了

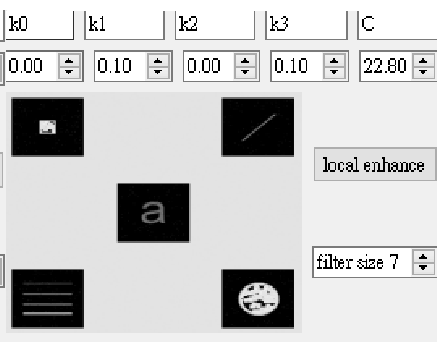
filter size=3



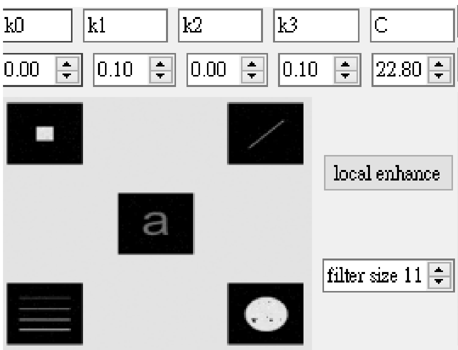
filter size = 5



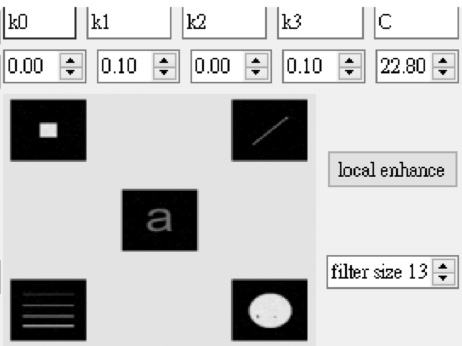
filter size=7



filter size=11



filter size=13



filter size=15