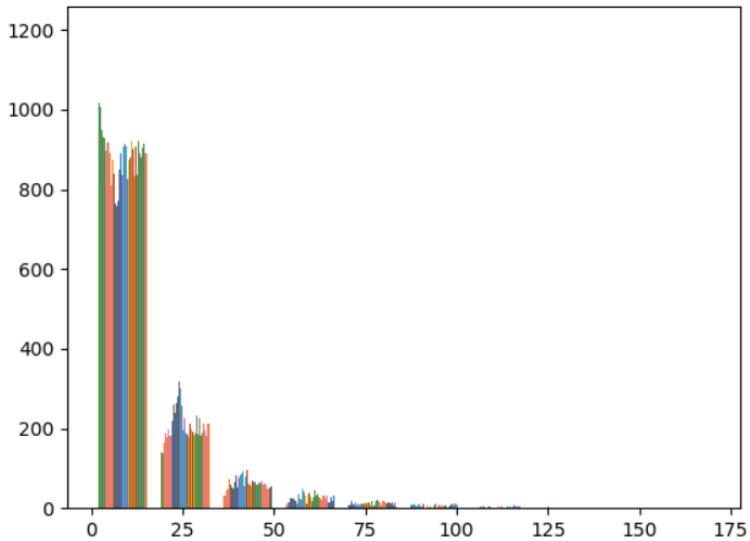
Prob 1 edge detection

(a)

(sample1.jpg)

先做 first order edge detection，一開始嘗試了 3 points approximation，也嘗試了 4 points approximation，最後嘗試了 9 points approximation 覺得效果最好，再來算出 magnitude 和 orientation 之後，將 magnitude 的 histogram 畫出來得到以下:

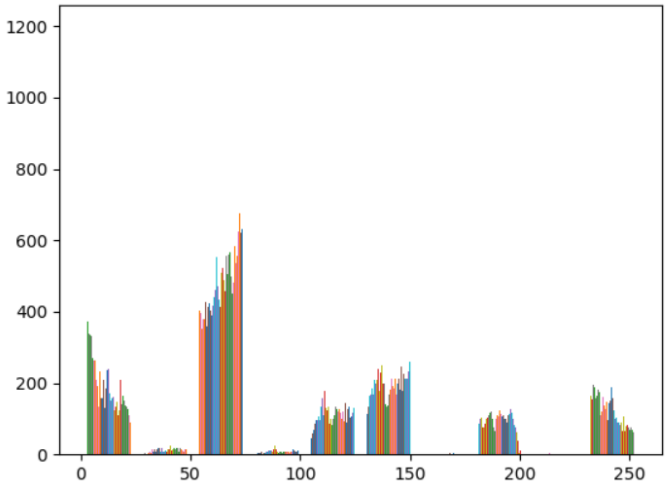


嘗試了幾次 threshold 之後，最後得出 threshold 設在 18 或 36 時能得到效果較好的 edge map:

第一張為 threshold 設在 36 的 edge map，可以看到一些較明顯的邊被描繪出來，但是有些邊被忽略掉了

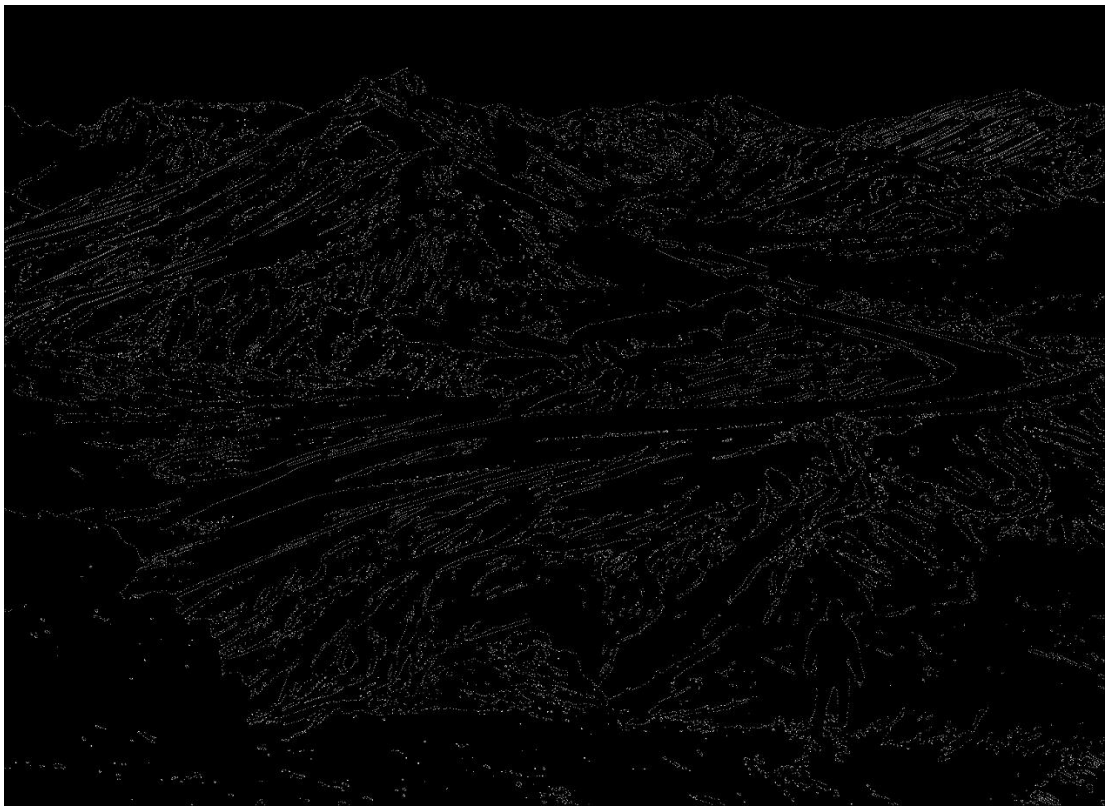
第二張則為 threshold 設在 18 的 edge map，可以發現一些相較於上一張，一些不明顯的邊也被帶出來，但是缺點則是較為複雜，沒辦法簡單快速判斷出邊的位置。

接下來做 second order edge detection，這邊也嘗試了 LOG，8-neighbor Laplacian ，4-neighbor Laplacian。最後採用 4-neighbor 因為 threshold 的控制較好掌握，做完 Laplacian 接著做 zero crossing detection 先繪出 histogram



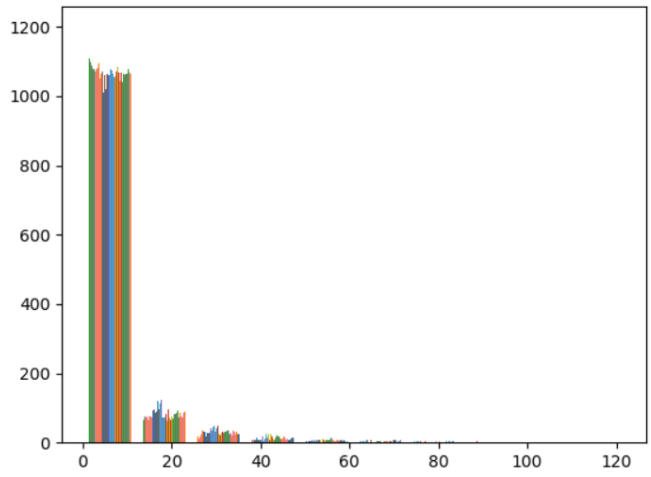
經由平移之後，將 threshold 設在 25 和 100 區分出 zero point 和 non-zero point 最後再去測試 zero point 處是否真的發生 zero crossing。

可以看到雖然解決了 first order 因為不是很明確而出現的粗白邊問題，但是許多線段未被表示出來，且較為分散。

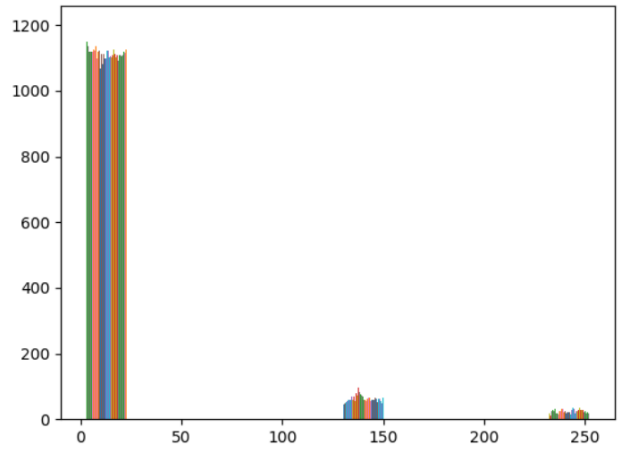


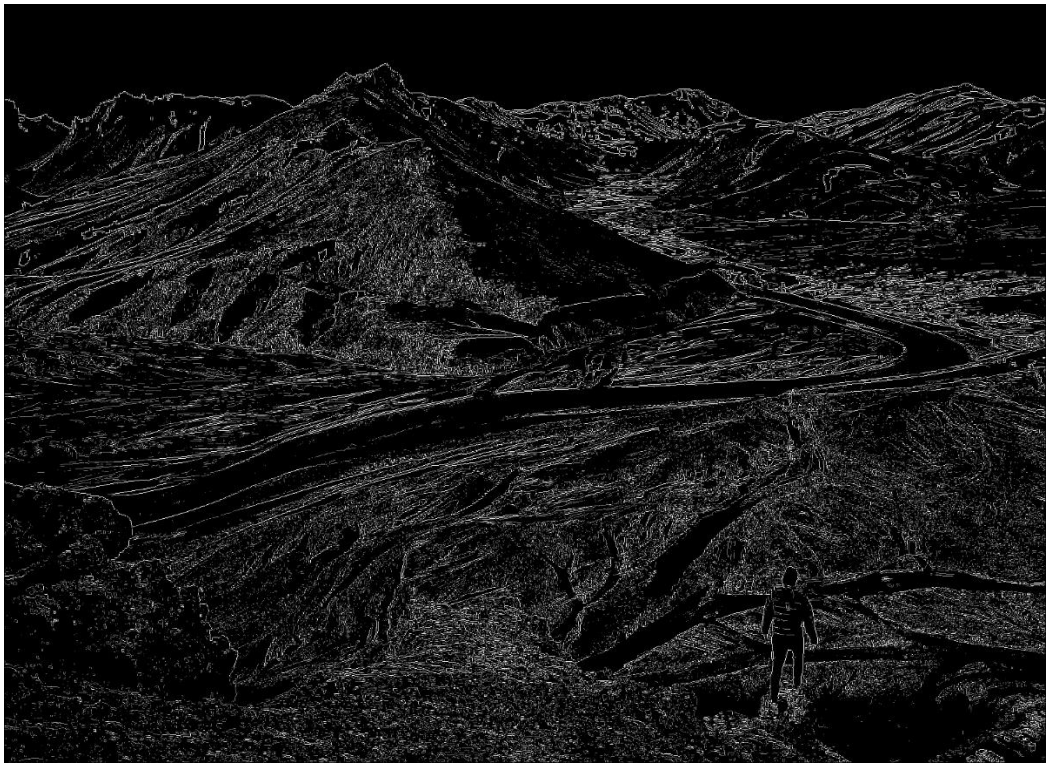
最後做 canny edge detection

第一步驟，先用 3*3 的 low-pass filter 去做 noise reduction，接下來一樣使用 9-points approximation 去計算 magnitude 和 orientation。再來作 Non-maximal suppression 用剛剛得到的值，去經由角度，跟相鄰的點比，來確認是否為 maximum，接下來繪出 histogram 之後



去設置兩個 threshold T(H),T(L)，區別出一定為邊的部分，一定不為邊的部分和可能為邊的部分

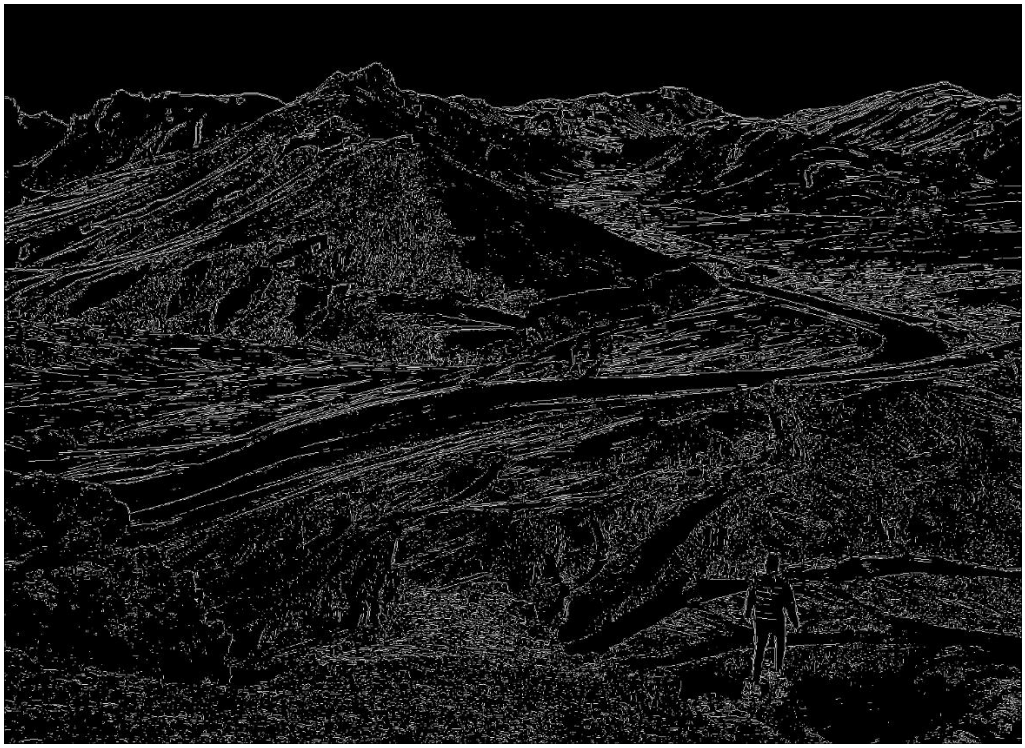




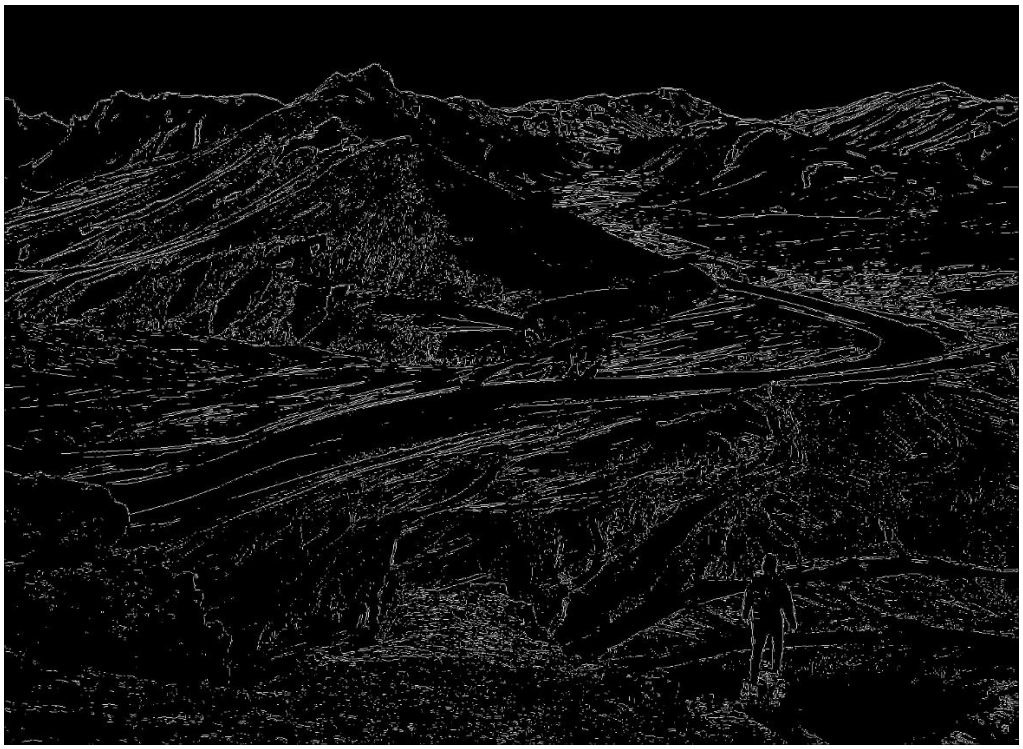
白線為邊，灰線則為可能為邊的部分。

最後則做 connect component 決定那些可能為邊的地方是否為邊，得到下圖:

第一張則為 threshold 設在 12 和 36 的結果，可以發現 edge 的呈現很多很細緻，但是由於太複雜，比較無法一眼辨認。



而第二張為 threshold 設在 18 和 36 的結果，可以看到呈現的邊較 first order 來的細緻，且邊的完整度也比 second order 好



所以使用 canny edge detection 做出的結果最滿意。

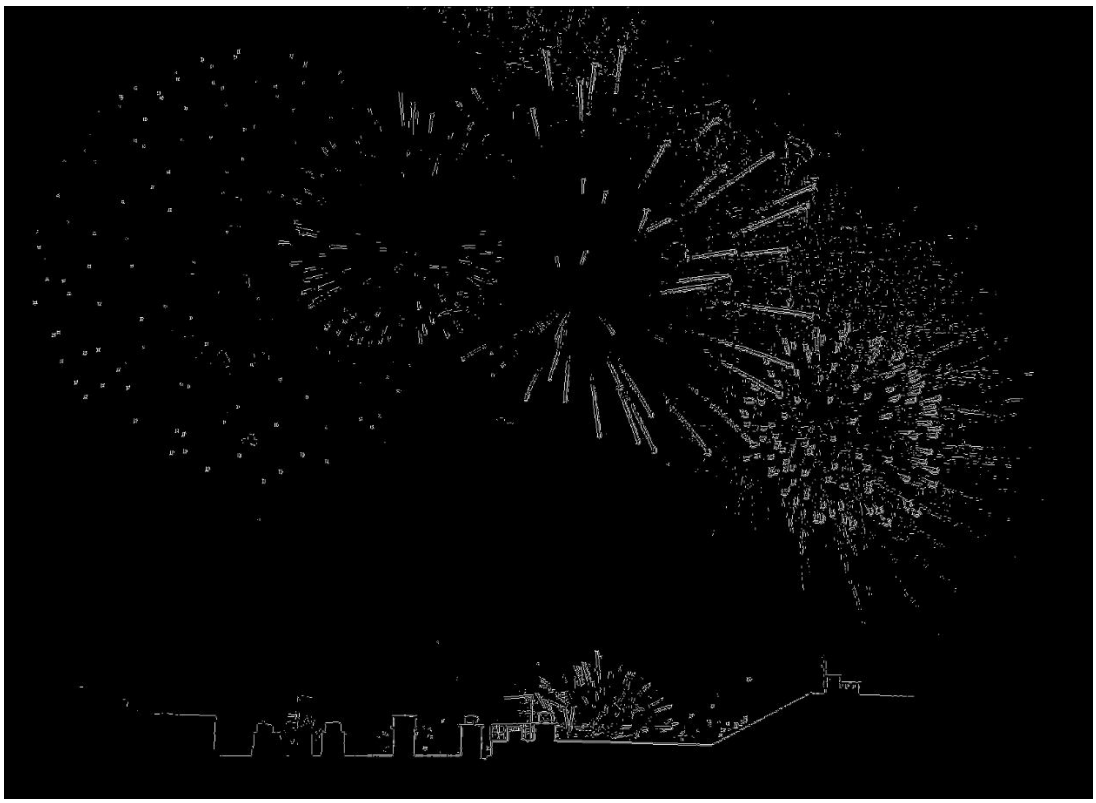
(b)

(sample2.jpg)

一開始先做 edge crispening，經由 all-pass filter 扣掉 low-pass filter 的方式得出 result4.jpg。

可以看到一些細微的邊被強調出來。

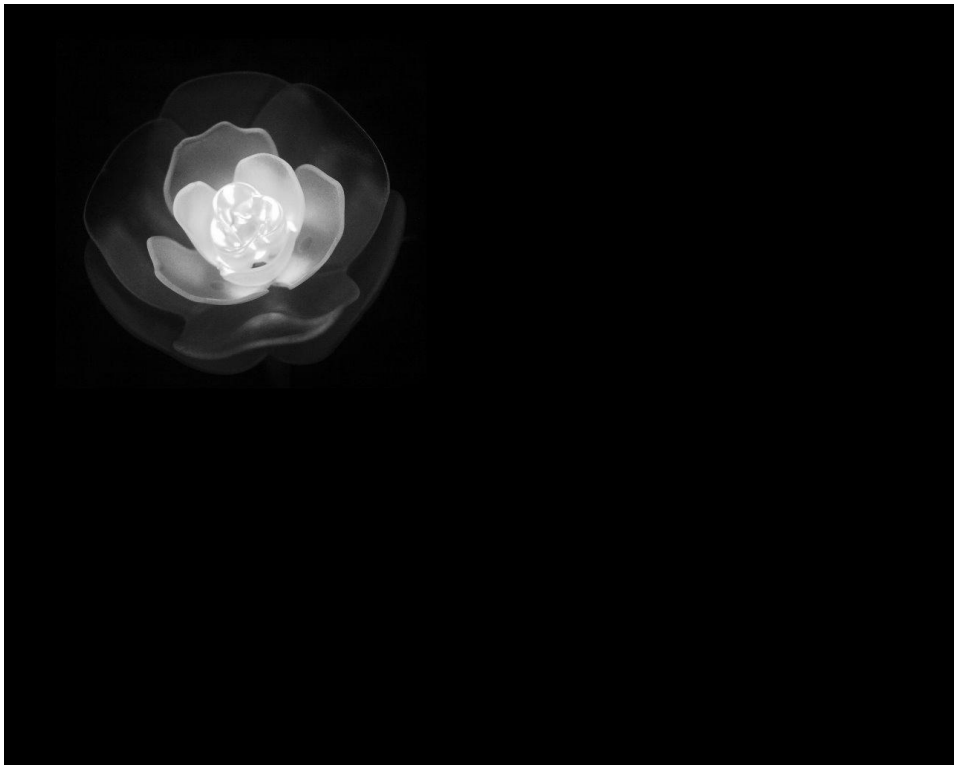
再來我用 canny edge detection 來做 sample2 和 result4 的 edge map，經由和上一題相似的步驟，去挑選過程。得到以下:



可以發現經由 edge crispening 之後再去做 edge detection 得出的第二張 edge map 煙火的邊的重點部分較第一張 edge map 來的清楚明瞭，不太會有雜點的感覺，但比較可以可惜的部分是，圖片下面兩側比較不清楚的房子則表現得較為不好。

Prob 2 geometrical modification

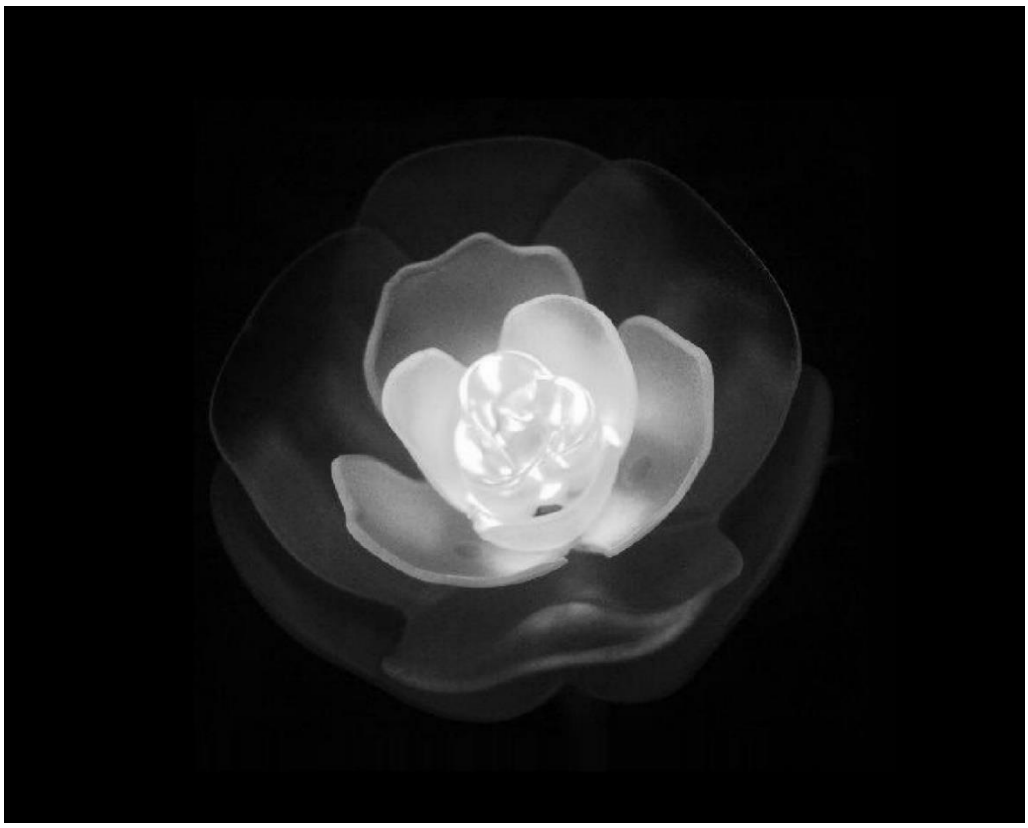
(a)



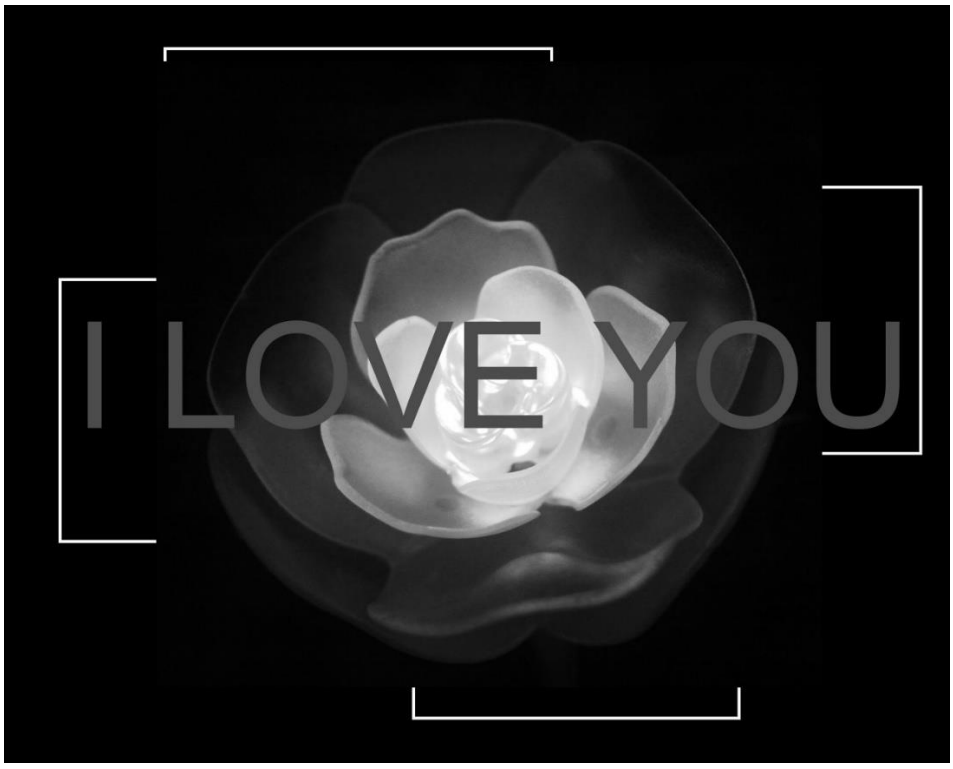
(sample3.jpg)

要將這張圖變得跟 sample4 一樣，需要將圖內的物件(1)移動到中間且(2)放大，在這邊我選擇先放大，經由測量物件的長寬都放大約 1.8 倍，由於 1.8 非整數倍，計算當中，pixel 可能出現空值，這時候將相鄰的 pixel value 去做運算，再填入，放大完成後再將物件移到圖片中央。

得到下圖:



(b)



(sample5.jpg)

一開始我的想法是讓原始圖的 pixel 值在 spatial coordinate y 不變的情況下，讓 coordinate x 值上下波盪，得出結果。

但經過嘗試未做出波紋成功圖片，以下是失敗結果: