

HW4 Report

102062138 陳嘉茹

● Residual image & SAD value

一開始為了計算上的方便，我用 `rgb2gray` 將所有讀進來的圖片都轉成了灰階。而之後我又做了一個 RGB 都納入考量的版本，也驗證了 SAD 大約是灰階的三倍，而我上傳的為 RGB 的版本。

在單一張圖中，我發現 `block size` 較小，或者是 `search range` 較大的搜尋，都會有比較小的 SAD，其原因是當 `block size` 較小時，便能更精確地去比較畫面中 每一小塊的相似度，而較大的 `search range` 也能在畫面中物體位移較大時有 較好的搜尋結果。而整體的結果來說，`full search` 的 `total SAD` 也較 `log search` 的 `total SAD` 小，下圖為 `frame_0039.png` 所做出來的結果：



Introduction to multimedia

其中下標 s 後的數字為 **search range**，下標 b 後的數字為 **block size**，最後的下標 f 或者 l ，表示 **full** 或者 **log** 的搜尋方式，從 **residual image** 也可以看出來在 **block size** 和 **search range** 皆為 16 時出現的亮點最多，而上排 **log search** 的圖整體來說也較下面 **full search** 的圖來得亮，表示與原圖的差異也較大，下圖則為 **frame_0043** 所做出來的結果，從 **residual image** 就可以看出來比 **frame_0039** 所做出來的亮很多，每一張圖的 **total SAD** 也都較 **frame_0039** 的大很多，表示當 **target** 與 **reference** 相差越多時這樣的還原越不精確，另外我也發現在 **residual image** 中，白色的部分大多呈現在邊界上。

下圖為 **frame_0043** 之結果：



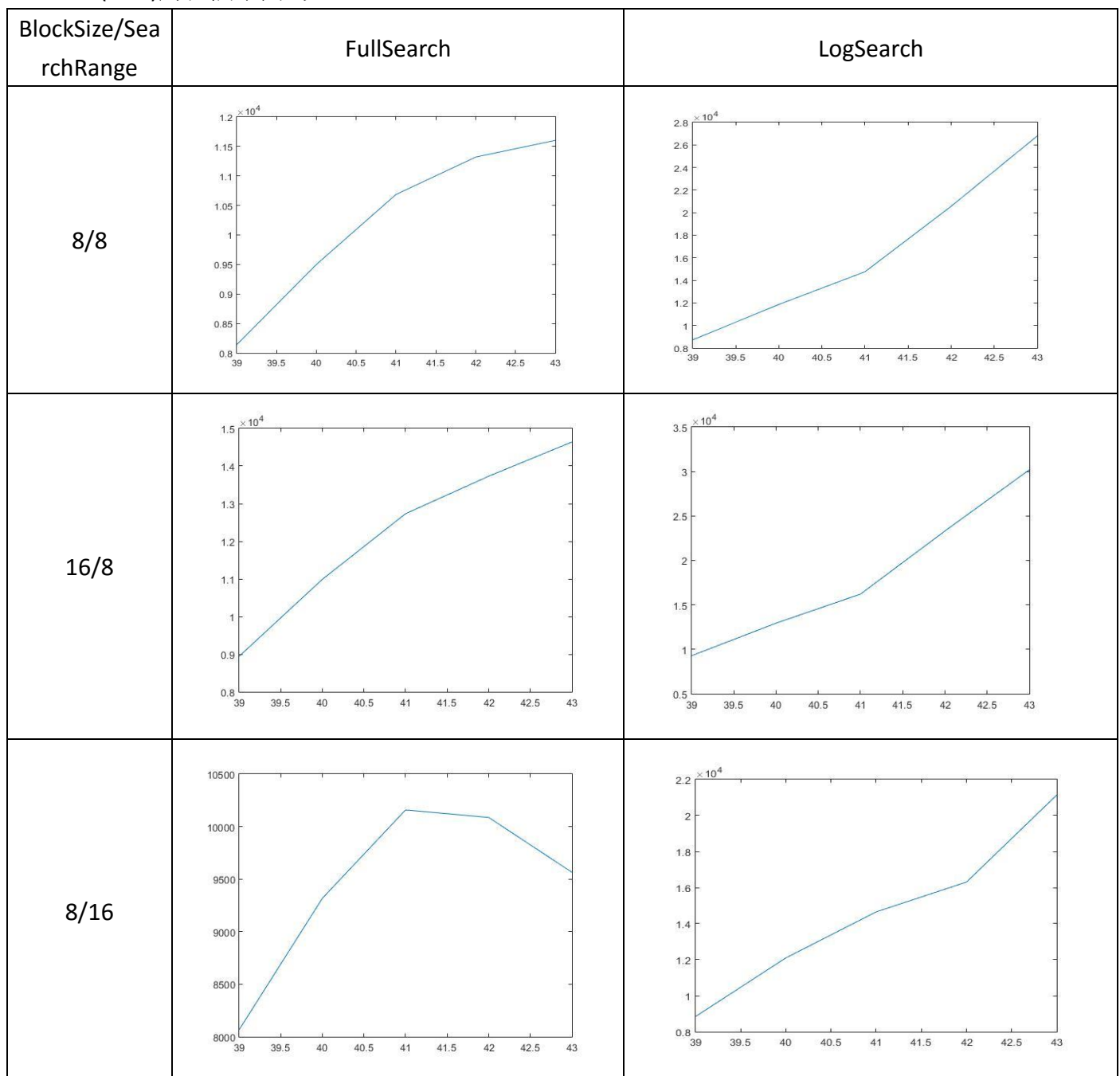
比較任一 frame_0039、frame_0043 的 residual image 我們可以清楚知道 43 與 reference image 差異較大，所以 residual image 較 39 明顯。

而 BlockSize/SearchRange/Method 這三個的改變於 residual image 較看不出來，但仍可以稍微觀察到當 BlockSize 越大 SearchRange 越小 則還原程度較差，反之 BlockSize 越小 SearchRange 越大，則還原程度越好。可以從差異最大的 8/16(最好) 16/8(最差)看出差異。而在 method 的比較上，FullSearch 較為精準，2-D LogSearch 較為粗糙。同時亦可由 SAD 看出各個參數不同的明顯差異。

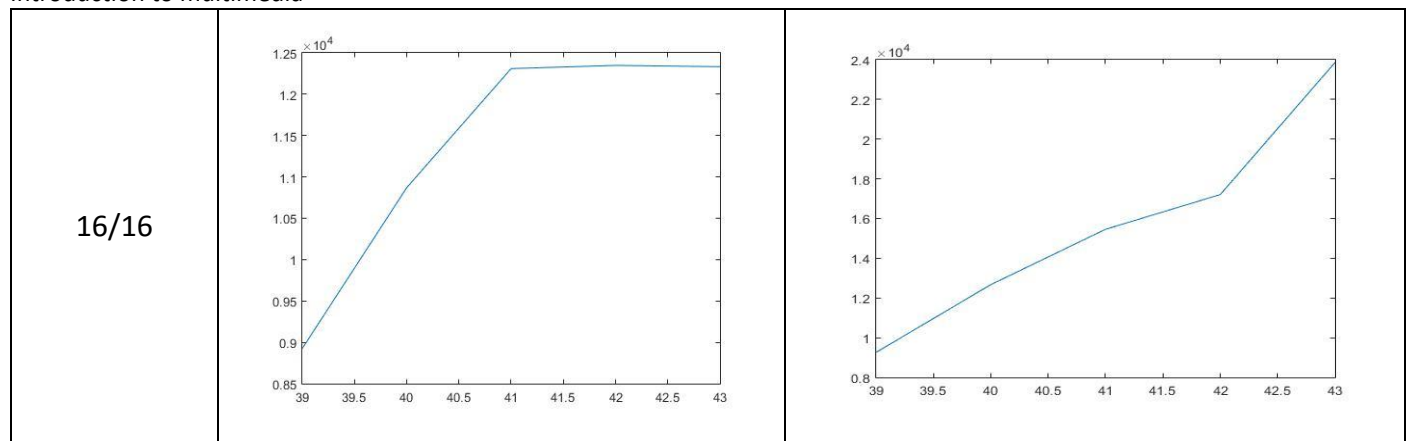
首先比較 method，我們可以清楚看到 LogSearch 的 SAD 較 FullSearch 高出許多，尤其在差異較大的 43 最明顯。甚至由於 LogSearch 較為粗糙的搜尋，在 searchRange 為 16 時，更可以看出 LogSearch 的搜尋方法的精準性並不如 FullSearch 來的好。

而在 BlockSize 及 SearchRange 的改變如上述，我們可以在 SAD 上清楚看出差異。

● SAD(RGB)對各個不同的 frame

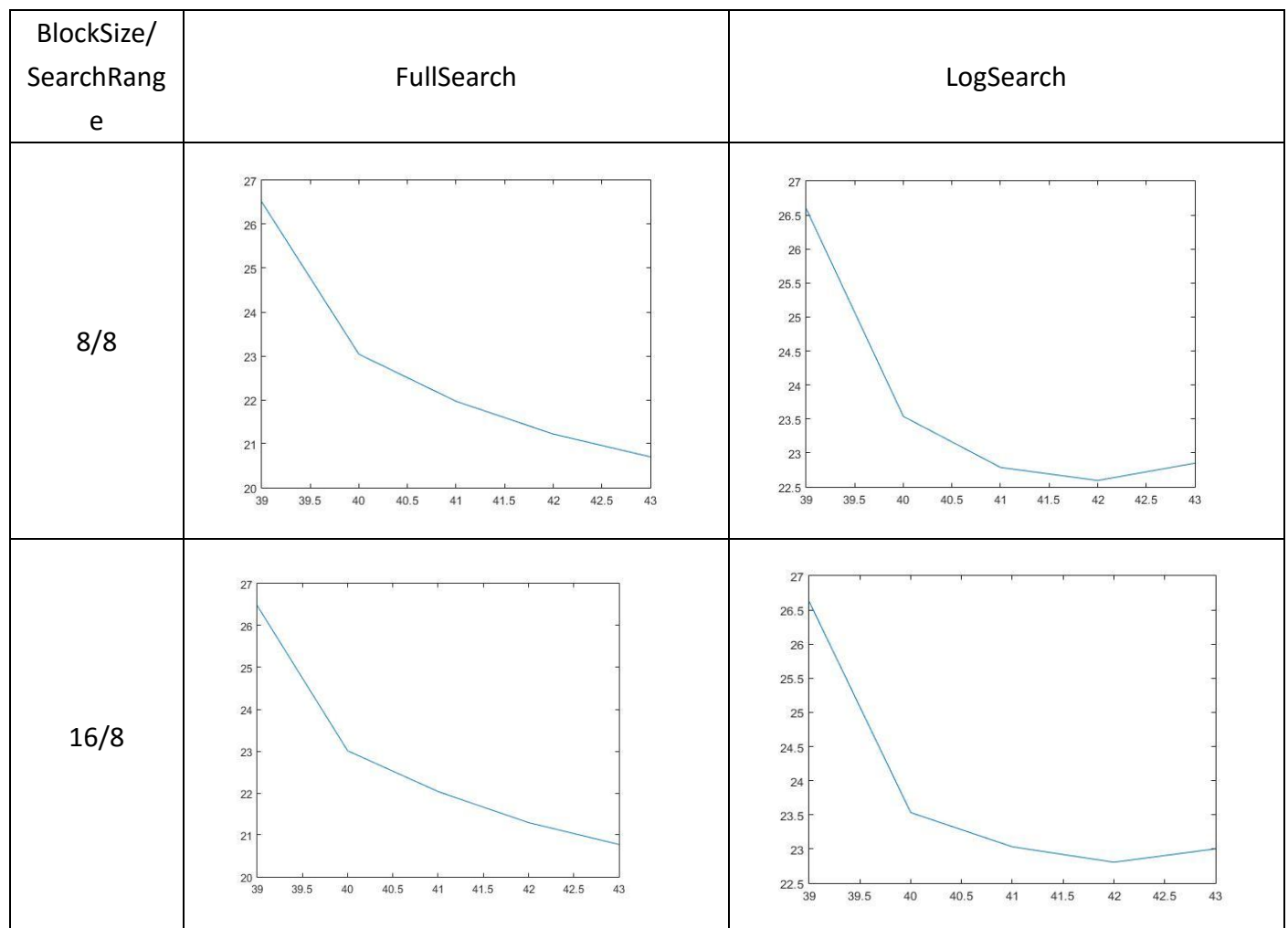


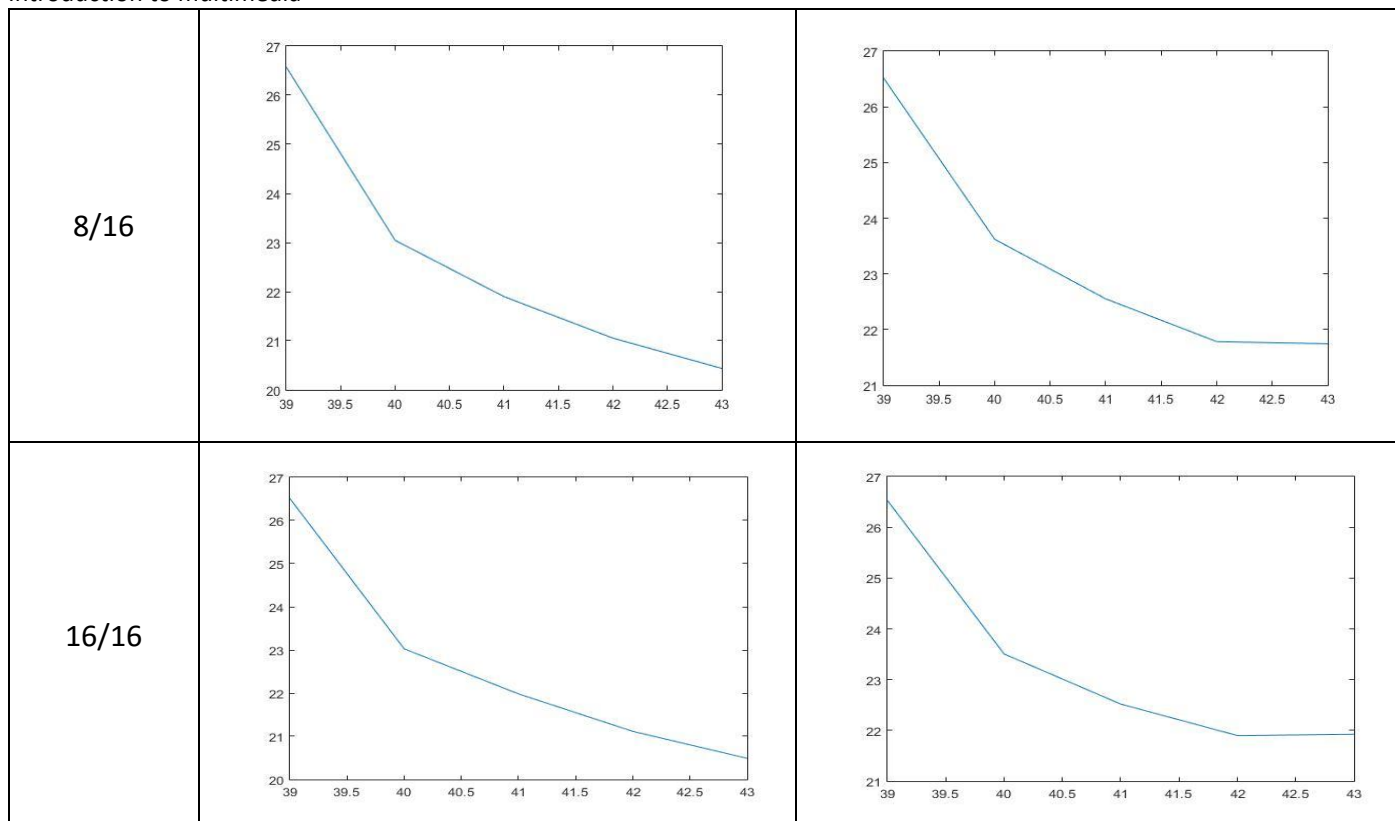
Introduction to multimedia



(b)

● PSNR





從 PSNR 來看我們可以看到與 reference 差異越大，PSNR 值越小(還原程度較差)。而對於 blocksize 與 searchRange 及 method 的差異並不是很明顯，因為 PSNR 計算過程中會取 log 故差異性會減少。但我們還是可以觀察到 blocksize 變大 PSNR 值會變小。

(c)

● Execute time

所有的執行時間，因為我分別針對 frame_0039~frame_0043 都各自做，因而總共有 $5 \times 8 = 40$ 組時間，如下所示：

BlockSize = 8, SearchRange = 8, Full Search

Elapsed time is 14.967134 seconds.

Elapsed time is 14.826655 seconds.

Elapsed time is 15.126760 seconds.

Elapsed time is 15.070249 seconds.

Elapsed time is 15.009449 seconds.

BlockSize =16, SearchRange = 8, Full Search

Elapsed time is 4.934674 seconds.

Elapsed time is 4.877838 seconds.

Elapsed time is 4.885298 seconds.

Elapsed time is 4.903667 seconds.

Elapsed time is 4.863606 seconds.

BlockSize = 8, SearchRange = 16, Full Search

Elapsed time is 54.860502 seconds.

Elapsed time is 54.927808 seconds.

Introduction to multimedia

Elapsed time is 55.071443 seconds.

Elapsed time is 54.844939 seconds

Elapsed time is 54.544056 seconds.

BlockSize =16, SearchRange = 16, Full Search

Elapsed time is 17.639834 seconds.

Elapsed time is 17.837197 seconds.

Elapsed time is 17.636035 seconds.

Elapsed time is 17.622944 seconds.

Elapsed time is 17.641074 seconds.

BlockSize = 8, SearchRange = 8, 2D Log Search

Elapsed time is 1.175925 seconds.

Elapsed time is 1.176390 seconds.

Elapsed time is 1.175296 seconds.

Elapsed time is 1.192731 seconds.

Elapsed time is 1.186730 seconds.

BlockSize = 16, SearchRange = 8, 2D Log Search

Elapsed time is 0.377746 seconds.

Elapsed time is 0.379165 seconds.

Elapsed time is 0.397604 seconds.

Elapsed time is 0.384935 seconds.

Elapsed time is 0.380291 seconds.

BlockSize = 8, SearchRange = 16, 2D Log Search

Elapsed time is 1.188400 seconds.

Elapsed time is 1.183316 seconds.

Elapsed time is 1.206908 seconds.

Elapsed time is 1.232531 seconds.

Elapsed time is 1.265218 seconds.

BlockSize = 16, SearchRange = 16, 2D Log Search

Elapsed time is 0.396295 seconds.

Elapsed time is 0.392318 seconds.

Elapsed time is 0.397046 seconds.

Elapsed time is 0.404834 seconds.

Elapsed time is 0.421211 seconds.

平均而言：

BlockSize/SearchRange	FullSearch	LogSearch
8/8	14.826655 seconds	1.175296 seconds.
16/8	4.885298 seconds.	0.397604 seconds.
8/16	55.071443 seconds.	1.206908 seconds.
16/16	17.636035 seconds.	0.397046 seconds.

我們可以看到 BlockSize 變大時，因搜尋次數減少，故執行時間會減少。而 SearchRange 變大時，由於搜尋範圍增大，搜尋次數也相對的會增大，故執行時間會增加。而 2-D LogSearch 由於搜尋次數少於 FullSearch 很多，所以執行時間也就相對的小很多。

● BigO

FullSearch:

Time complexity: $\text{SearchRange}^2 \times \frac{M}{\text{BlockSize}} \times \frac{N}{\text{BlockSize}} \times \text{BlockSize}^2$ (MxN 的圖)

BigO N^2

因為 blockSize 會互相抵消，故基本上時間只與 SearchRange 與圖像大小有關，但實際跑出來 blockSize 越大時間會越快，應該是由於矩陣運算在 memory 裡有 spatial locality，所以會有優化的效果。在 BlockSize^2 的部分時間會縮短，導致 blockSize 越大時間越快。

LogSearch:

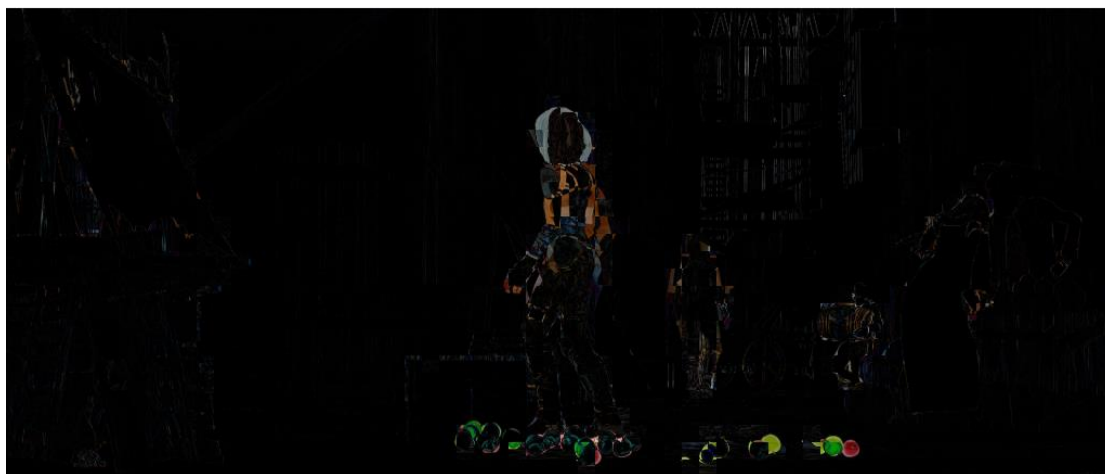
Time complexity: $n \times \log_2 (\text{SearchRange}/2) \times \frac{M}{\text{BlockSize}} \times \frac{N}{\text{BlockSize}} \times \text{BlockSize}^2$ (n: 搜尋 n 次後)

SAD 最小值在到中心點)

Big-O: $N \log N$

*****附註*****

我最後附上的 code 是 RGB 三個 channel 都計算，SAD 與 PSNR 計算亦是基於此，但報告上的 Residual image 數值是用灰階計算，最後在跑 code 時出來的 Residual image 則是彩色的，如下：



而後來的 SAD 則是從 frame_0039 計算到 frame_0043，包含了作業要求的 frame_0039 跟 43。