

105061254 林士平 數位訊號處理實驗報告 Lab10

1. Introduction, goals of this lab, method (algorithm), results

本實驗有兩個目標：(1) 寫一個 image filtering function，也就是將 matlab **imfilter** 函數的內容給寫出來；(2) 產生 **hybrid image**，也就是產生一個高頻和低頻混和的圖片。

其中，image filtering 做的其實就是 2D 的 convolution，將原本的一維 filter(線)，推廣到二維 filter(面)，利用此 filter 去和圖片做 convolution，讓圖片的每個 pixel 可以被 filter 給濾過。我外層先利用一個雙層迴圈來跑圖片的每個 pixel，內層有個雙層迴圈跑每個 pixel 相對應周圍的 pixel 被 filter 濾過後的結果，將結果加總起來即為該 pixel 被濾過的結果。

Hybrid image 會因為觀者距離圖片的遠近而看到不同的畫面，詳細的原因可以見 5.，整個過程簡單來說就是：(1) 利用 **Gaussian blurs filter** 取得低頻的影像；(2) 將原始影像減掉低頻影像得到高頻影像 (3) 將兩者加起來便可以得到 **Hybrid image** (4) 顯示 hybrid_image 以及 vis_hybrid_image(hybrid_image) 的結果。其中 vis_hybrid_image() 將 hybrid_image 做 **downsampling**，可以模擬遠看和近看 hybrid_image 的狀況。

得到的結果如 2. 所示。

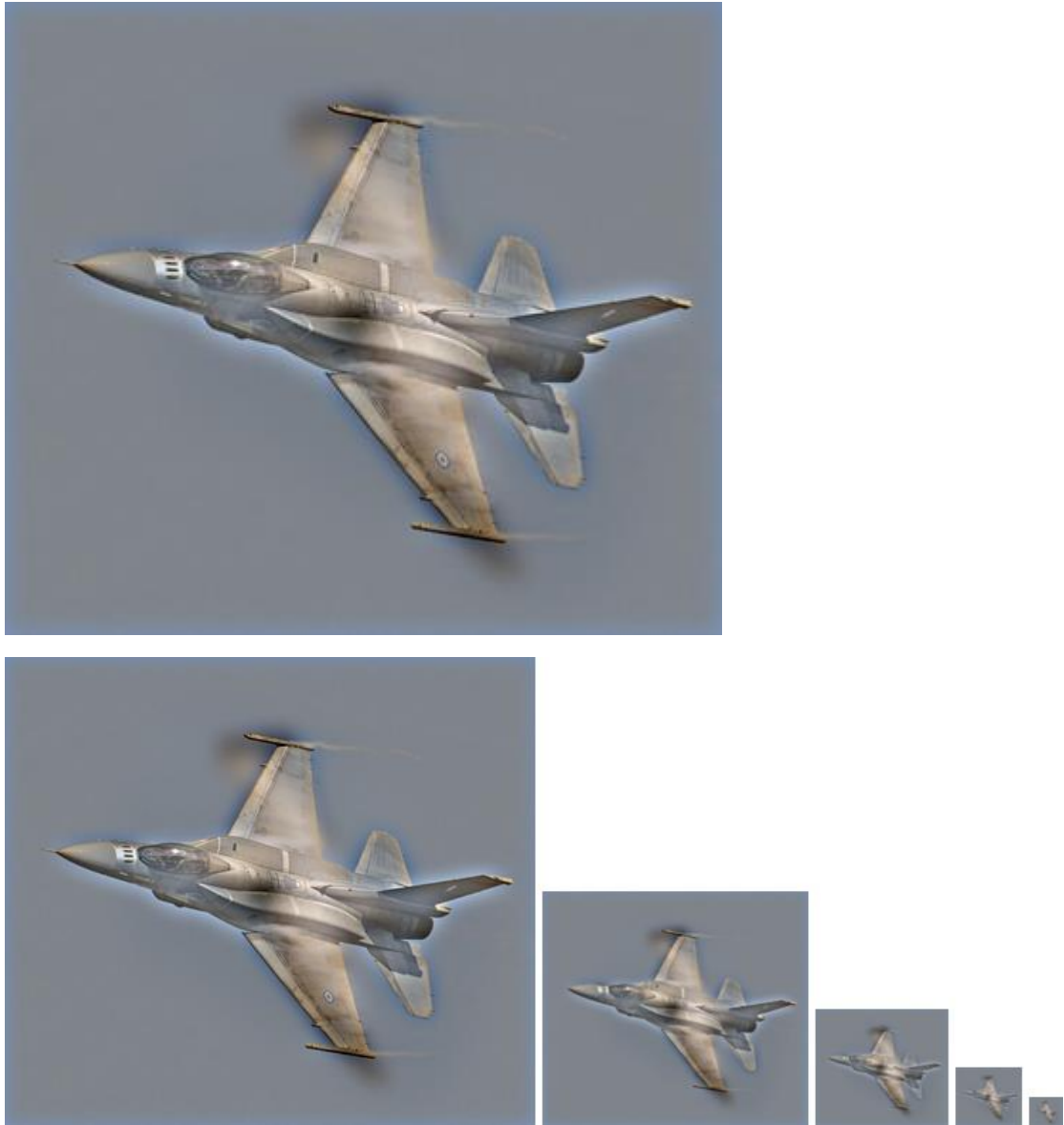
2. Show several examples of hybrid images with high quality

(1) Dog and cat hybrid image





(2) Bird and plane hybrid image



(3) Bicycle and motorcycle hybrid image

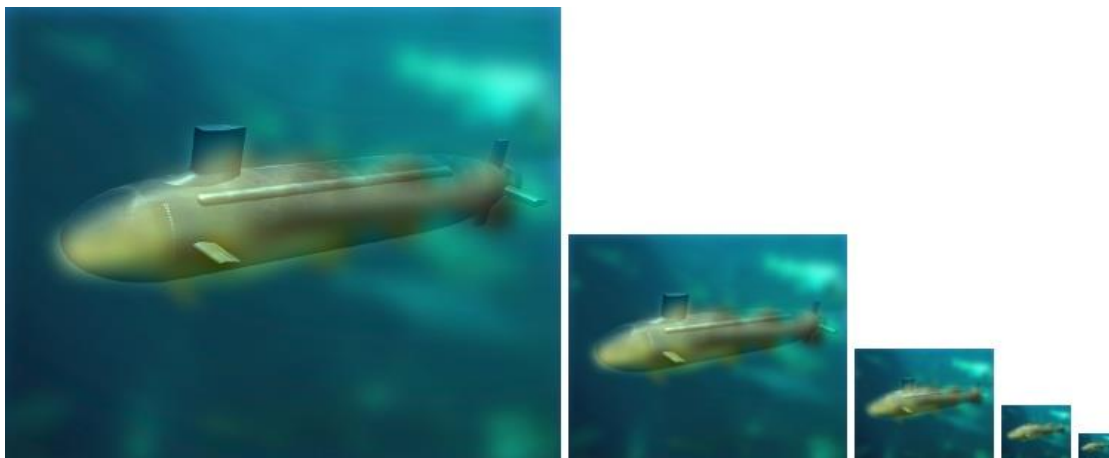
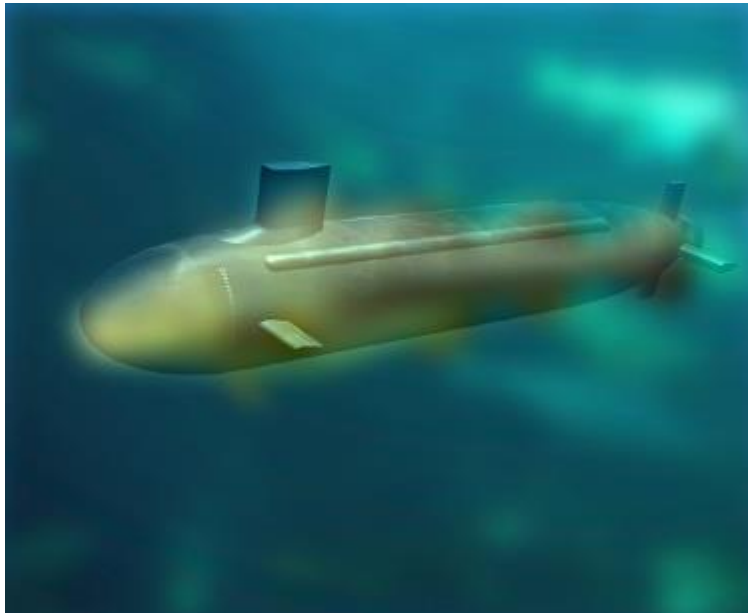


(4) Einstein and Marilyn hybrid image





(5) Fish and submarine image



3. Try different setting of the cutoff frequency (ex:3,7,11) in proj1.m and explain what you observe

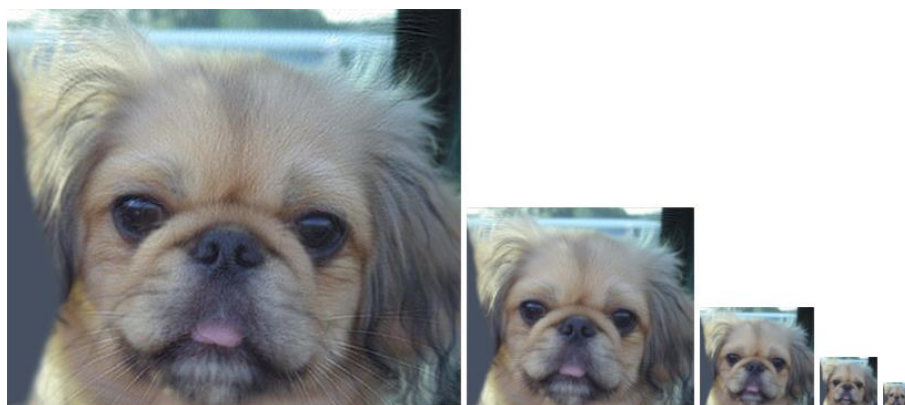
使用不同 cutoff frequency，execute time 會不同，見下表(以 **Dog and cat hybrid image**)為例：

cutoff frequency	3	7	11
execute time	1.849440 (s)	5.847468 (s)	10.338429 (s)

由上表可知 **cutoff frequency** 越大，**execute time** 越長。

另外 filter size 的大小為 $\text{cutoff frequency} * 4 + 1$ ，所以當 **cutoff frequency** 越大，**filter size** 也會增加。

最後，blurred quality 會隨著 cutoff frequency 的增加而變好，所以當 **cutoff frequency** 越大(代表對低頻 blur 的效果好，但對高頻 blur 的效果差)時，高頻的影像會 dominate hybrid image；當 **cutoff frequency** 越小(代表對低頻 blur 的效果差，但過高頻 blur 的效果好)時，低頻的影像會 dominate hybrid image(見下圖)。



↑ cutoff frequency = 1，可見低頻的影像(dog)會 dominate hybrid image。



↑ cutoff frequency = 15，可見高頻的影像(cat)會 dominate hybrid image。

4. Discuss different Low Pass Filter (Box filter and Gaussian filter). Which one is better to generate Hybrid images? Why? Please show some examples or images to explain.

Box filter 最大的缺點是會殘留高頻，所以圖片看起來會有明顯的方格，用訊號處理的方式來說明就是因為 pulse 的 Fourier Transform 是 sinc，sinc 並不能完全濾除高頻的成分。因此 Gaussian filter 會是比较好的選擇，見下圖：



↑ 使用 20×20 box filter 得到的結果，可以看到圖片有方格的感覺。



↑ cutoff frequency = 7 的 Gaussian Blur，可以看到圖片比用 box filter 得到的還要平滑。

5. Explain why the high frequency images will be seen at close distance (larger one) while the low frequency images will be seen in far distance (smaller one)?

高頻可以想成是圖片細節的部份，低頻可以想成與高頻相對較不細節的部份。所以如果從遠處看，會較不容易看清楚圖片細節的部分，可以想成經過了一個 lowpass filter，所以低頻的圖片會看得比較清楚；如果近看的話，在高頻和低頻看得同樣清楚的情況下，我們大腦會優先處理高頻(細節)的部份，所以高頻的圖片會看得比較清楚。