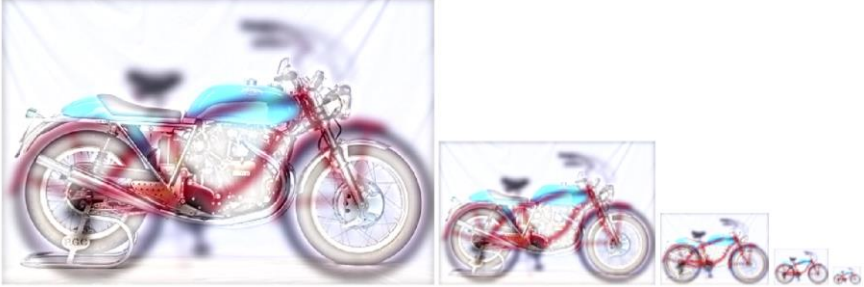

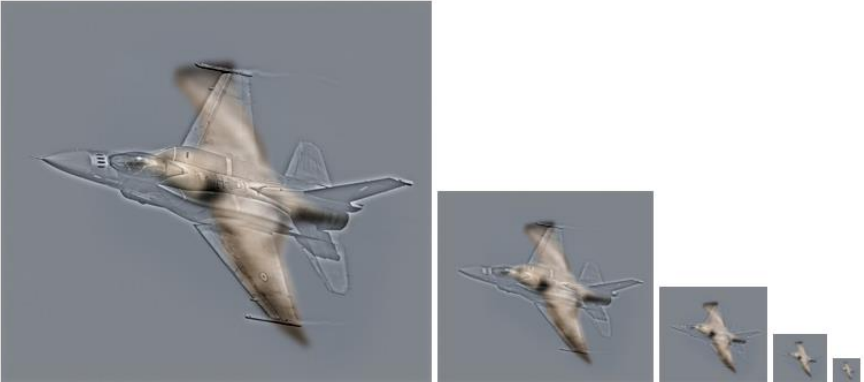
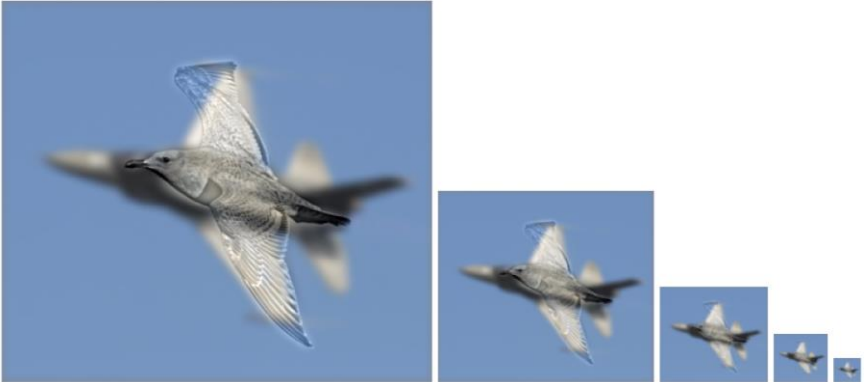



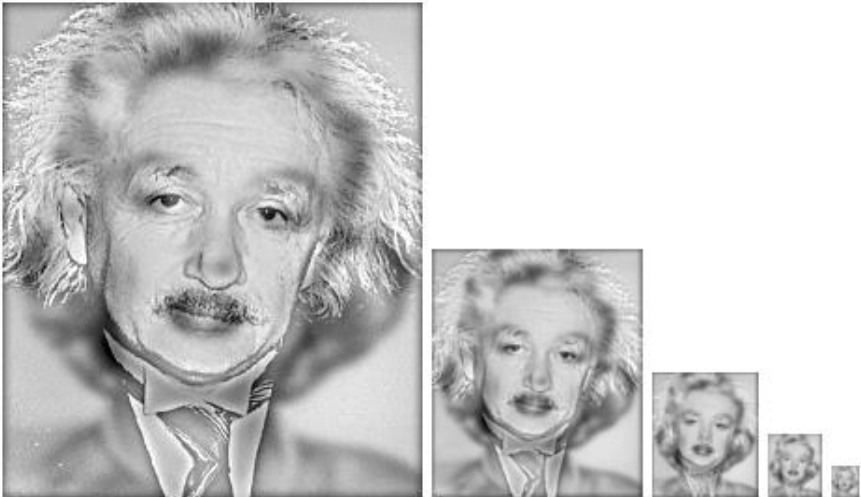


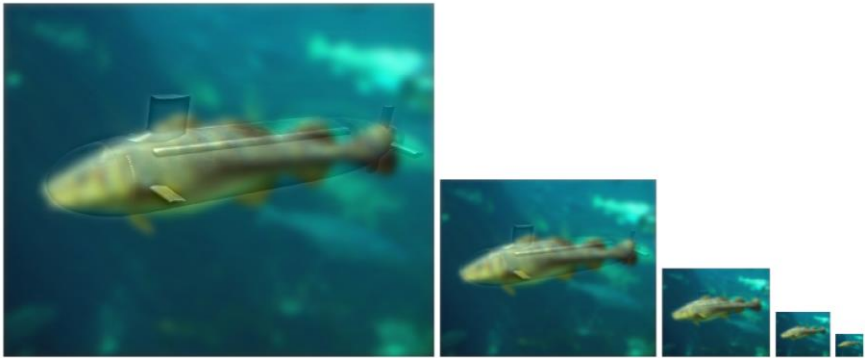
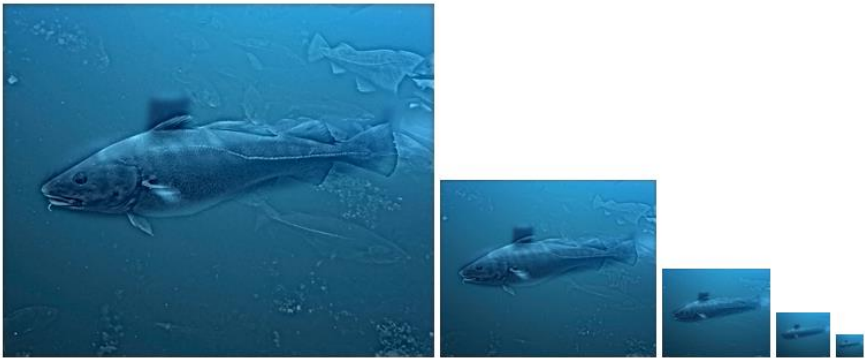
Digital Signal Processing Laboratory

Lab 6 Image Filtering and Hybrid Images

Hybrid image results

<p>Low frequency: bicycle</p> <p>High frequency: motorcycle</p> <p>Cutoff frequency: 5</p>	
<p>Low frequency: motorcycle</p> <p>High frequency: bicycle</p> <p>Cutoff frequency: 2</p>	
<p>Low frequency: Bird</p> <p>High frequency: plane</p> <p>Cutoff frequency: 3</p>	
<p>Low frequency: plane</p> <p>High frequency: bird</p> <p>Cutoff frequency: 4</p>	

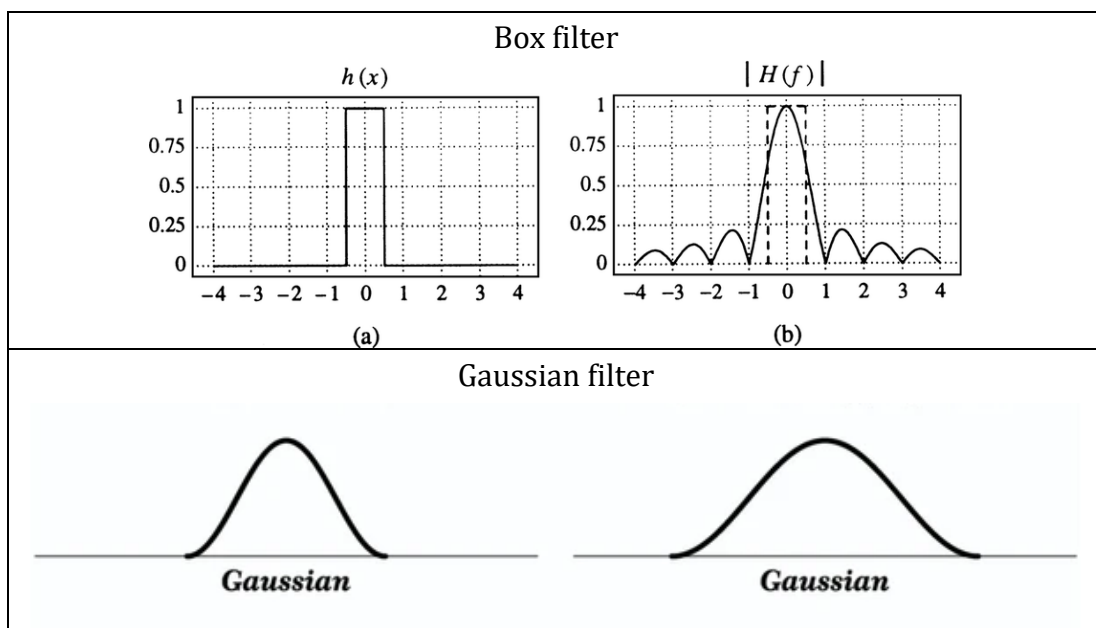
<p>Low frequency: cat</p> <p>High frequency: dog</p> <p>Cutoff frequency: 8</p>	
<p>Low frequency: dog</p> <p>High frequency: cat</p> <p>Cutoff frequency: 5</p>	
<p>Low frequency: einstein</p> <p>High frequency: marilyn</p> <p>Cutoff frequency: 3</p>	
<p>Low frequency: marilyn</p> <p>High frequency: einstein</p> <p>Cutoff frequency: 3</p>	

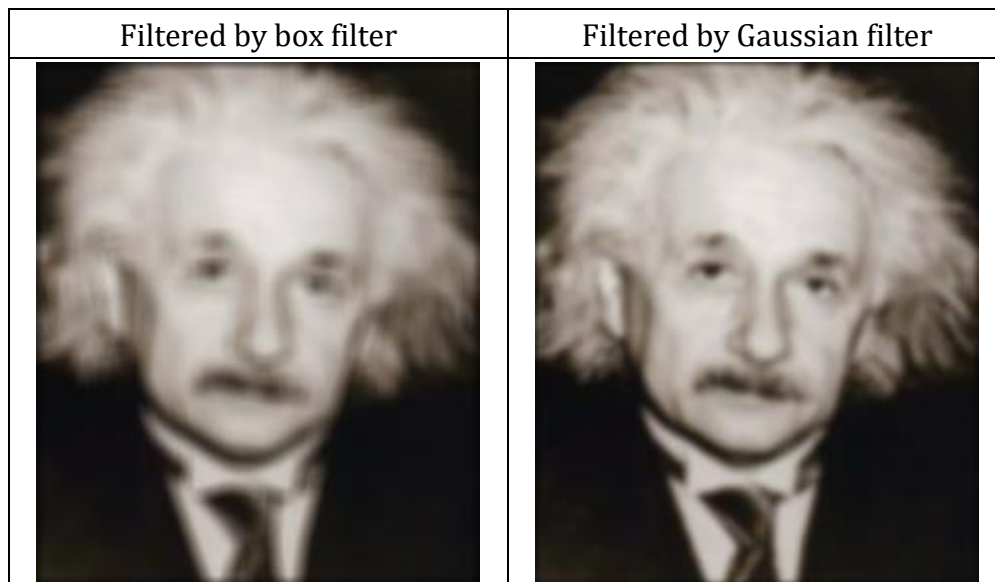
<p>Low frequency: fish</p> <p>High frequency: submarine</p> <p>Cutoff frequency: 4</p>	
<p>Low frequency: submarine</p> <p>High frequency: fish</p> <p>Cutoff frequency: 3</p>	

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

Box filter 雖然在實作上簡單且快速，但他的模糊效果並不好，因為它在頻率響應時不是理想的低通濾波器，也就是有些高頻的訊號會濾不掉，所以圖形容易留下不必要的高頻訊號；而 Gaussian filter 雖然較複雜，但他的低通效果較好，因為高斯函數經過傅立葉轉換後仍然是高斯函數，且除了 kernel size 之外，它還有 sigma 這個參數可以調，而在做 hybrid image 時常常需要調 cutoff frequency，也就是 sigma 值，因此 Gaussian filter 較適合用來產生 hybrid image。




下表為兩者的時域和頻率響應圖，以及使用兩種濾波器產生的圖片比較。





2. Try different settings of the cutoff frequency (Ex: 3, 7, 11...) in proj1.m. Show your results and explain what you observe.

當 cutoff frequency 越大時，Gaussian filter 的 kernel size 也會越大，因此會需要較大的計算量，故 execution time 會越大；而越大的 filter size 和 sigma 會讓圖片越模糊，因為每個 pixel 和其周遭的 pixel 相關性越高。下表列出在不同截止頻率下的 execution time、kernel size、blurred quality，結果和理論上預測的一致。

Cutoff frequency	3	
Execution time	0.2747 sec	
Kernel size	13 × 13	
Cutoff frequency	7	
Execution time	1.2964 sec	
Kernel size	29 × 29	
Cutoff frequency	11	
Execution time	3.2093 sec	
Kernel size	45 × 45	

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

首先，影像的低頻被定義為顏色緩慢變化的部分，也就是看起來連續漸變的區域，通常是影像中的大致輪廓；而高頻的定義是顏色變化很快的部分，也就是相鄰兩點之間差異很大，通常是影像中的邊緣部位。

而當人類看到一張影像時的視覺行為反應，通常會先看整體大範圍的輪廓，接著才會進一步觀察較細緻的部分，且人眼與影像的距離或是影像本身的大小也會影響人們看影像的行為，當影像距離很遠時(相當於影像較小)，人眼通常只能注意到影像的大致輪廓、顏色分布等，而若影像距離很近時(相當於影像較大)，人眼先看到大致輪廓後，就會開始關注影像的細節。

因此當我們在看較大的 hybrid image 時(例如貓狗混和圖，近看是貓、遠看是狗)，雖然從整體來看能大致看到狗狗的輪廓，但我們的眼睛迫使關注細節後，我們的大腦就會被貓的影像所影響，因此會結的看起來比較像貓；當我們看較小的 hybrid image 時，看到大致影像是狗狗之後，由於圖片太小了不夠清楚，因此我們的眼睛就不會再進一步去觀察細節的部份，所以就看不到貓的影子了。



4. Alignment of two images before blending them together is important in implementing hybrid images. Try to create your own alignment flow for two arbitrary images. These two images should be in different scales. The sizes and the locations of the objects in the images that you want to blend should also be different. Please specify the steps and details in your flow. Implement hybrid images with your own flow and show the results.



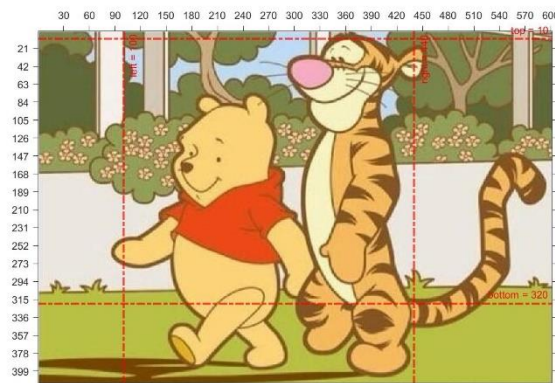
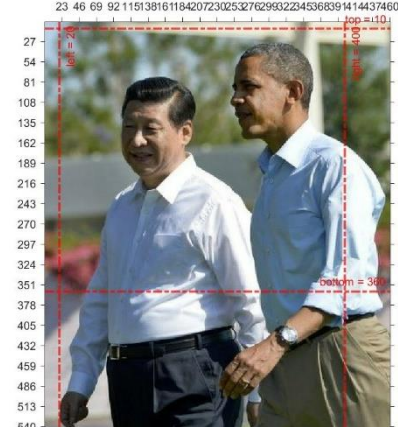




首先，為了框出我所要處理的物件在圖片中的位置，我設定 top, bottom, left, right 四個指標，並且將這四條線和原圖片一起顯示出來，然後慢慢微調到適當的大小。

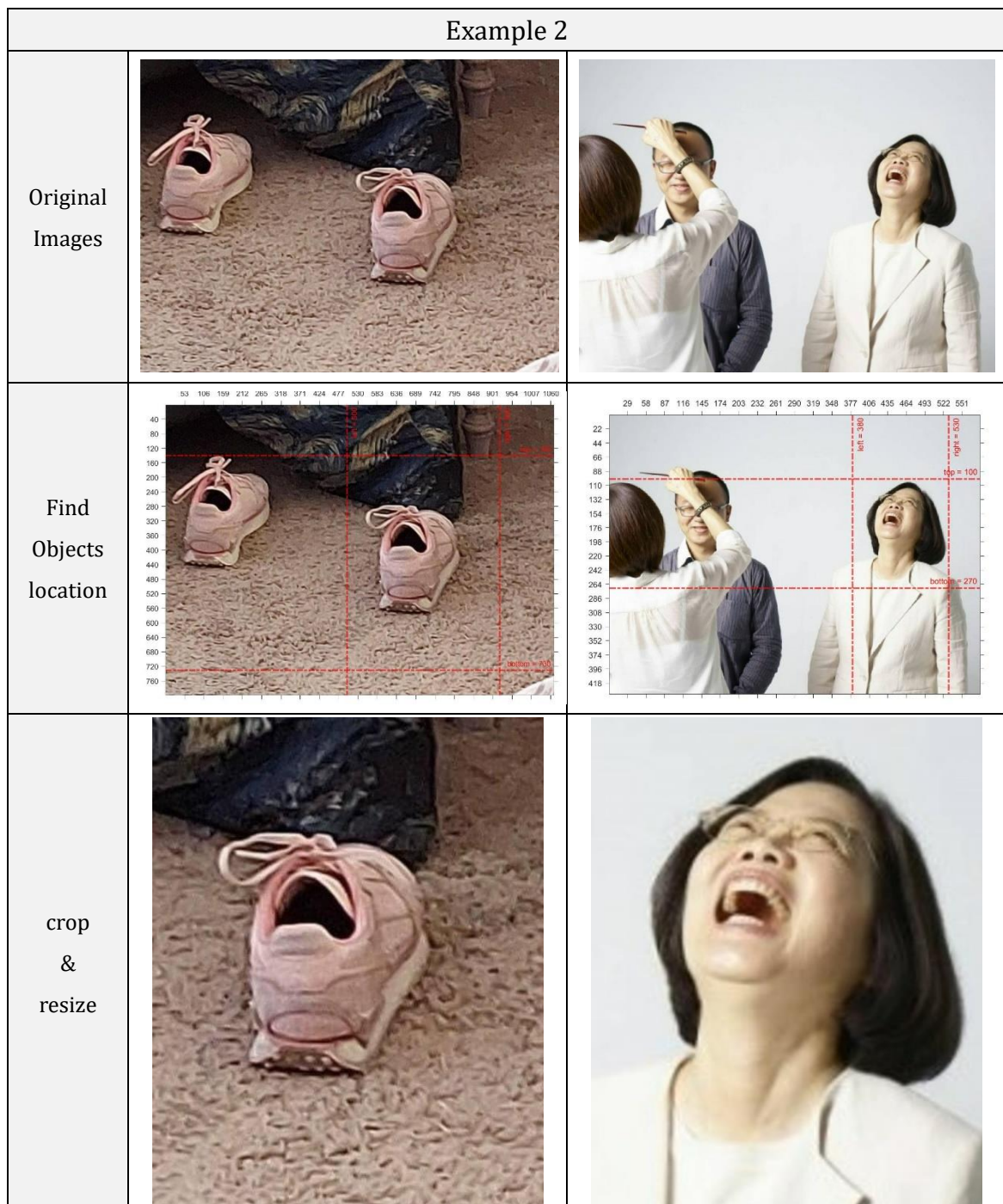
接著在確定物件位置後，我先算出兩者的面積大小，原因是若兩物件的大小差太多時，會影響到合併後的效果，也就是畫面難以對齊。因此我將面積較小的物件 resize 成跟另一張的面積一樣大。





再來，由於要合成 hybrid image 需要長寬一樣的兩張圖片，而剛才做完的圖片長寬並不一致，所以我先求出兩張圖片的中心點並將他們對齊，然後算出兩者之間較大的長與寬當作新的長寬，然後重新裁切得出新的兩張圖片。

最後便是運用前面使用的 hybrid image 演算法，將一張圖通過低通濾波器以得

到模糊的影像、另一張圖通過高通濾波器以得到邊緣強化的高頻影像，然後合併，並透過調整 cutoff frequency 以得出最好的 hybrid 效果。下二表為兩種實作的結果。

Example 1		
Original Images		
Find Objects location		
crop & resize		
filtering	Low frequency	High frequency
		



	Low frequency	High frequency
filtering		
result	 	

5. Conclusion.

經過這次的實驗，我學會如何實作出影像的濾波器、並透過這些濾波器實現 hybrid image，另外我也更理解對影像作卷積的原理和意義。