Implementation (45%)

1.1 Image filtering (20%)

Please finish the function my_imfilter in the file my_imfilter.py and briefly describe your implementation ideas. Noted that you can not use convolution function from any python built-in libraries (eg. numpy, scipy).

首先獲取輸入圖像和濾波器的維度

```
image_height, image_width, num_channels = image.shape
filter_height, filter_width = imfilter.shape
```

並確保濾波器的維度是奇數

```
if filter_height % 2 == 0 or filter_width % 2 == 0:
    raise ValueError("濾波器的維度必須是奇數。")
```

接者使用零初始化輸出圖像

```
output = np.zeros_like(image)
```

使用 for 迴圈遍歷輸入圖像中的所有像素

```
for i in range(image_height):
    for j in range(image_width):
        for k in range(num_channels):
```

並初始化濾波後的值為 0

```
filtered_value = 0.0
```

接著在 for 迴圈遍歷輸入圖像中的所有像素中，再用一個 for 迴圈遍歷濾波器元素

```
for m in range(filter_height):
    for n in range(filter_width):
```

接著計算在輸入圖像中的座標:在每次跌代中，計算當前像素在圖像中的座標(ii)和(jj)。這是通過將當前像素的行索引(i)與濾波器的行偏移(m)以及當前像素的列索引(j)與濾波器的列偏移(n)進行相加和減去

濾波器的一半高度和寬度所完成的。

```
# 計算在輸入圖像中的坐標
ii = i + m - filter_height // 2
jj = j + n - filter_width // 2
```

完成後並檢查邊界，確保計算出的座標在圖像的有效範圍內，避免有越界的現象出現。

```
if ii >= 0 and ii < image_height and jj >= 0 and jj < image_width:
```

如果在有效範圍內，就進行捲積操作計算，將輸入圖像的像素值 **image[ii, jj, k]**，與濾波器中的對應元素 **imfilter[m, n]**相乘，然後累加到 filtered_value 中。

```
filtered_value += image[ii, jj, k] * imfilter[m, n]
```

捲積結束後，最後輸出像素。

```
output[i, j, k] = filtered_value
```

1.3 Others (5%)

Please list the additional packages and versions required in your implementation and describe how to run your code. (make sure we can run your code)

安裝 python、numpy、matplotlib.pyplot、OpenCV-python，都是最新版本，而如果使用

main_path = os.path.dirname(os.path.dirname(os.path.abspath(__file__)))

沒辦法讀取到圖片時，可以更改使用

main_path = r"c://Users//lulu3//Desktop//HW1"，必須全部都是英文，不能含有中文，助教需要更改為檔案的路徑位置，main_path = r"路徑"。

Experiments (30%)

2.1 Hybrid Image (10%)

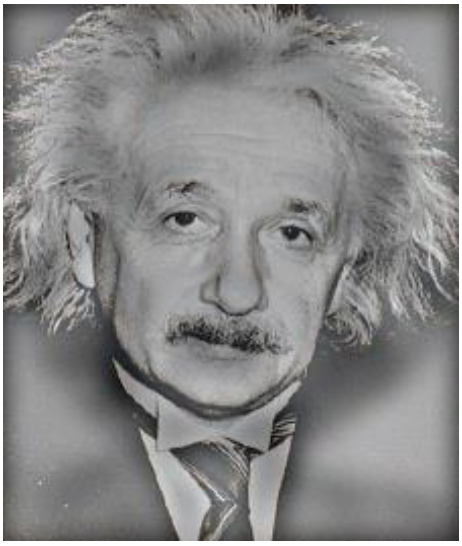
Put your hybrid result from the cat-dog pair and briefly explain your result.

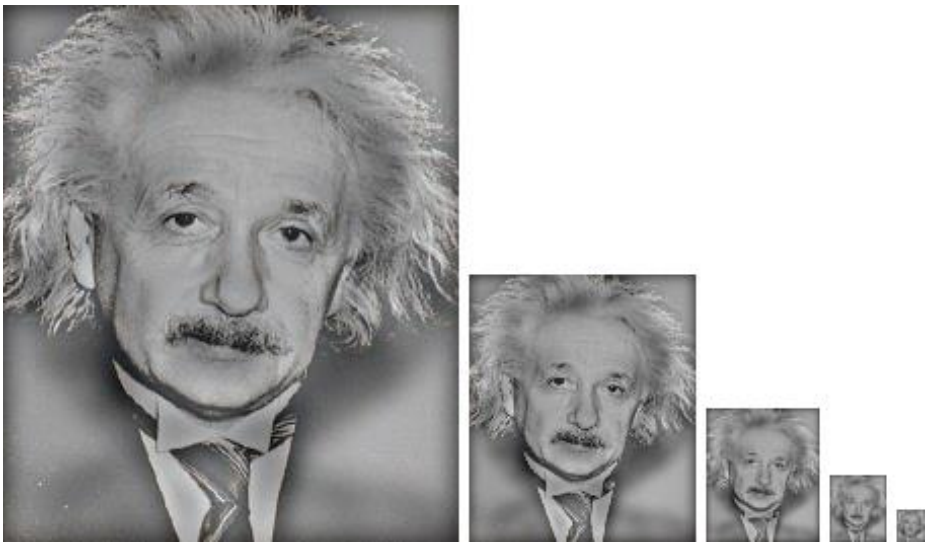
可以清楚觀察到，近看合成照時，會覺得看起來像貓，但遠看時會覺得像狗的模樣。因為我的貓圖像使用高頻濾波器處理，而人近距離觀看主要注意高頻細節，因此可以觀察到更多貓的紋理、邊緣、細微特徵。我的狗圖像使用低頻濾波器處理，而人遠距離觀看主要注意低頻細節，因此觀察到整體的輪廓和大致形狀，所以才看起來

像狗。

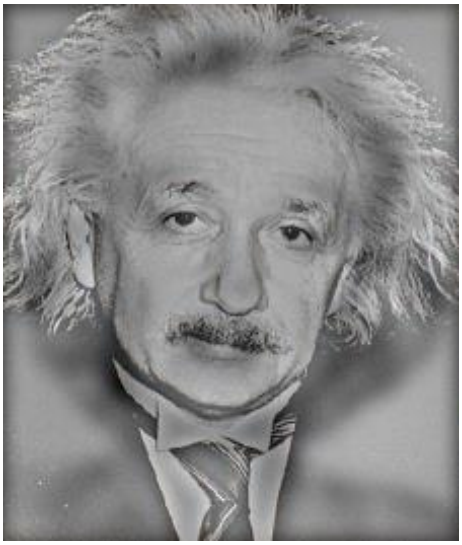
2.2 Other hybrid images (10%)

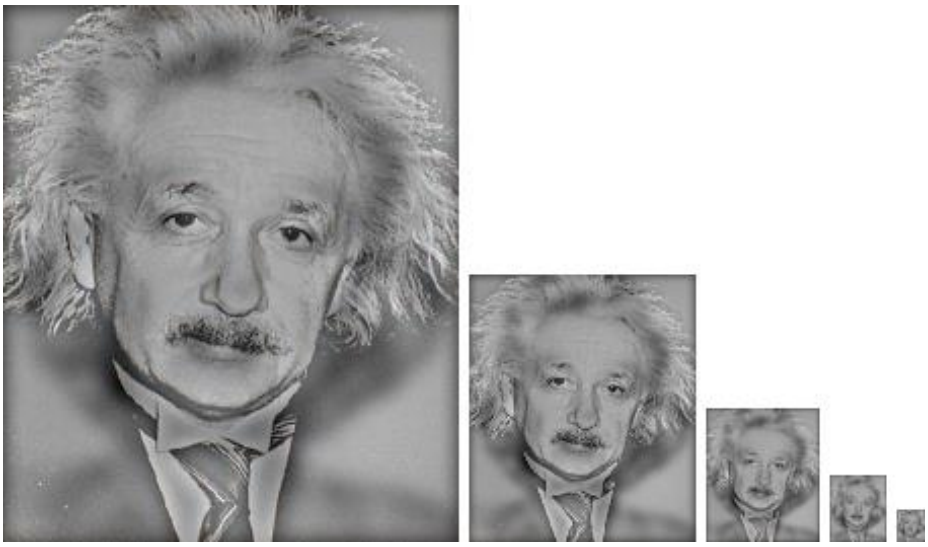
Try different pairs of pictures in the folder /data and put your results here. Comparing the result of Problem 2.1, what's the difference?





Frequency = 7





Frequency = 5

Frequency＝7 時，我覺得差別在於人的高頻部分更明顯觀察，因此到了第三張大小的時候，還是會覺得像愛因斯坦；而貓狗合成圖在第三章的大小時，已經有點像狗的模樣了。因此我們可能需要把頻率值調整小一點，讓高頻紋理模糊一些，而低頻表現明顯一點，因此Frequency＝5 時，可以看到第三章圖已經有瑪莉蓮的模樣出現，合成圖融合的表現更好一點。

2.3 Customized hybrid images (10%)

Gather your own picture pairs and show your results of hybrid results. Briefly explain the difference between customized results and results from Problem 2.1 and 2.2.

Frequency = 9

發現川普和普丁的合成圖所需的 Frequency 要更大一點的值，才能有更好的融合表現。

Discussion (25%)

Do you discover anything special in your experimental results?
What applications do you think this technology can be used for?
Anything you discover while working on your homework

發現調整 Frequency 大小，可以更好的調整合成圖的融合效果，愛因斯坦的合成圖可能需要較小的頻率 Frequency＝5，表現才可能更融合，而貓狗的合成圖所需的頻率較大一點 Frequency＝7，然而川普合成圖所需的頻率有要更大一點 Frequency＝9。不同的圖像所適合的頻率大小都不一樣。

Hybrid image 是一種視覺效果的圖像，因此常常應用於心理學研究，藉由頻率調整，可以探索人類如何感知和處理圖像的不同細節。也可以利用於人臉辨識方面，研究人臉辨識和面部特徵的機制。另外對於藝術創作也很有用處，藉由合成效果，創造更有創意的藝術。