

Image Sharpening

408410071 謝明煌

Dec. 4, 2021

Technical description

請執行 main.m 或 image_process_hw2.exe 來執行程式碼。

每個 filter 都已做成一個 function 檔的形式方便閱覽及彙整程式碼，執行 main.m 即會自動呼叫那些 function 來處理影像。

註：這些 function 並非內建的，而是自己寫的。

1. Laplacian operator in spatial domain

對應檔案：laplacianSpatial.m

首先，先產生一個有 padding 的影像陣列，並將原始影像複製至該陣列，如此可用來防止取上下左右數值時出界。接著，依序對每個像素做處理，將該像素自身乘以 5，再減去上下左右像素的值，即為該像素 filter 後的新值。

2. unsharp masking (此 filter 僅適用於 spatial domain)

對應檔案：unsharpSpatial.m

首先，先用 box filter 產生模糊的影像，具體作法為以該像素為中心，框出 5x5 大小的 window，然後取這 25 像素平均值作為該像素 filter 後的新值。

然後，再把原始影像的每個像素減去對應的模糊影像像素，即可得到 mask。

最後，再把原始影像加上 mask 即可得到銳化的影像。

3. high-boost filtering in spatial domain

對應檔案: hbSpatial.m

首先，選定一個值 A ，做為強化的強度。

然後，將自身像素值乘以 $(A+8)$ ，再減去左上、上、右上、左下、下、右下的像素，即為該像素 filter 後的新值。

4. Laplacian operator in frequency domain

對應檔案: laplacianFreq.m

(過程過於繁瑣，詳細過程已寫在程式碼註解，此處僅作簡述)

將原始影像 padding 至兩倍大小以防止 undersampling，然後做前置處理，也就是將每個像素乘以 $(-1)^{(x+y)}$ ，接著進行 FFT 轉換至頻域。再來產生 filter ($H(u,v)$)，filter 定義為

$$1 + 4 \times \pi^2 \times (\text{該像素位置到中心的距離})^2$$

，然後再將 $F(u,v)$ 乘以對應的 $H(u,v)$ ，再將其透過 inverse FFT 轉回空間域，然後在做後置處理，也就是再次乘以 $(-1)^{(x+y)}$ ，即可得到濾波後的影像。

5. high-boost filtering in frequency domain

對應檔案: hbFreq.m

過程與 Laplacian 頻域處理相似，不同之處在於 filter 的設計。先產生一個 ideal highpass filter，產生方式為計算該點

置中心的距離，若在 cut-off frequency 以內則設為 0，以外設為 1。然後再選定一個值 A，做為強化的強度，接著產生 filter ($H(u, v)$)，filter 定義為

$(A-1) + \text{ideal_highpass_filter}(\text{對應的像素})$

，接著再將 $F(u, v)$ 乘以對應的 $H(u, v)$ ，接下來與之前相同，做 inverse FFT 然後後置處理即可得到濾波後的影像。

Experimental results

original



Laplacian (spatial)



unsharp masking (spatial)



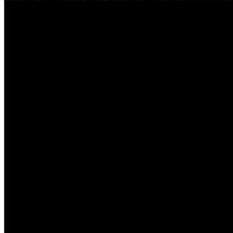
high-boost filtering (spatial)



Laplacian (frequency)



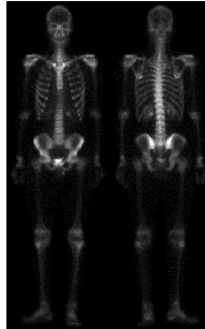
unsharp masking only apply in spatial domain



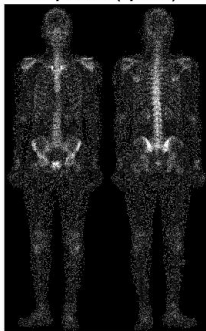
high-boost filtering (frequency)



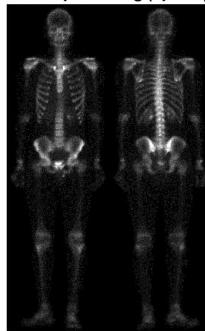
original



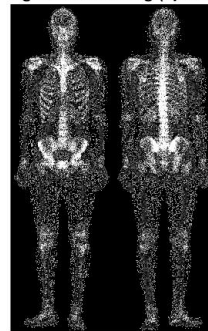
Laplacian (spatial)



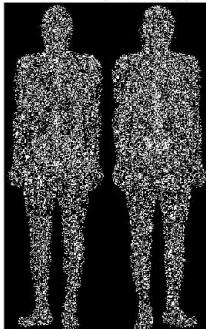
unsharp masking (spatial)



high-boost filtering (spatial)



Laplacian (frequency)



unsharp masking only apply in spatial domain



high-boost filtering (frequency)



Discussions

從結果可以發現，由於 skeleton_orig 這張照片的原始影像對比度本來就不佳，再加上有很多雜訊，因此雜訊部分在通過銳化處理後

被凸顯了出來，也就是高頻細節被放大了，尤其以 Laplacian in frequency domain 最為嚴重。因此，雜訊較多的照片不適合直接做銳化處理，應先去雜訊後再進行銳化。

References and Appendix

程式碼參考：

Samudrala Jagadish (2021). Filtering of an image in frequency domain (<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/53250-filtering-of-an-image-in-frequency-domain>), MATLAB Central File Exchange.

Retrieved December 4, 2021.