Homework Assignment #3
Super-resolution

1. Test different values of lambda and gaussian std to see the difference of results in Part I, and compare and explain your result with "image/HR_zebra_test.png".

- Result

Single Image	Four Images
	
PSNR = 53.26	PSNR = 46.33


比較兩張不同做法產生的結果，發現four image的做法在細節上效果比single image更好，放大觀察會發現右圖後面的斑馬花紋的super resolution效果明顯比左圖更好。

- Different lambda

Lambda = 0.001	Lambda = 0.01
	

Lambda = 0.1	Lambda = 1
	

$$E(X) = \underbrace{\|D(X \otimes B) - Y\|}_{data\ term} + \underbrace{\lambda \|\nabla X\|_{tv}}_{regulization\ term}$$

$$\|\nabla X\|_{tv} = \sum_p \sqrt{X(p)_x^2 + X(p)_y^2}$$

Lambda是regularization term的係數，由結果觀察到Lambda越大的時候，圖像邊緣也越平滑，但超過一定範圍後，圖像會逐漸失真，呈現色塊狀。

- Different Gaussian std

Gaussian std = 0.1	Gaussian std = 0.5
	

Gaussian std = 5	Gaussian std = 10
	

$$\text{Gaussian filter(i, j, mid\_x, mid\_y)} = \frac{\exp\left(-\frac{(i-mid\_x)^2+(j-mid\_y)^2}{2\sigma_s^2}\right)}{\sum_{(i,j)} Gaussian\_filter(i,j)}$$

Gaussian std和上面的高斯濾波公式有關，std會影響高斯濾波在此取得的kernel。當std越小，影像會出現越明顯的棋盤格狀；而當std越大時，棋盤格狀會逐漸消失並融合在一起。

2. **Compare subjective and objective quality for different interpolation results: bi-cubic, TVL1 (one image), TVL1 (four images), ZebraSRNet-F64B8.**

Bicubic	Zebra SRNet-F64B8
	
PSNR = 24.628	PSNR = 30.530

TVL1(1 image)	TVL1(4 images)
	

這裡透過結果可以明顯看出convolution network的效果比傳統bicubic作法好很多，我使用了scikit image裡面的resize function來做bicubic的up sampling，並且計算其PSNR大約是24.628dB，比convolution network的PSNR結果差了約6dB。此外，觀察圖片會發現TVL4的效果看起來比convolution network的效果還要好。除了PSNR作為標準外，也可以參考SSIM來對圖像相似度做判斷，會更接近人眼的結果。

3. **Test the hidden image in the "/image_hidden", and explain what happens to results and try to improve them by using ZebraSRNet-F64B8.**

LR	SR
	
	
	
	

這部分利用斑馬的training dataset model來對其他物體的圖片做處理，發現大致上的解析度都有提高，看起來更清楚，但是仔細觀察細節會發現在結果的某些部分會出現類似斑馬的條紋，推測是因為training data都是斑馬，因此在我們testing的時候，

model自然會依據所學到的東西來對輸入圖做處理，因此輸出結果會出現類似斑馬的特徵。

4. **Use your own picture to do Super-resolution by using ZebraSRNet-F64B8. Discuss how do you do in the data preprocess and show the result of testing. Remember that training image should be different to testing image.**

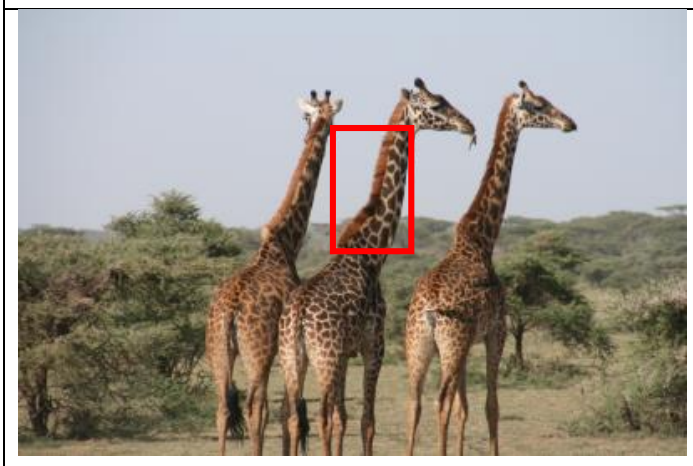
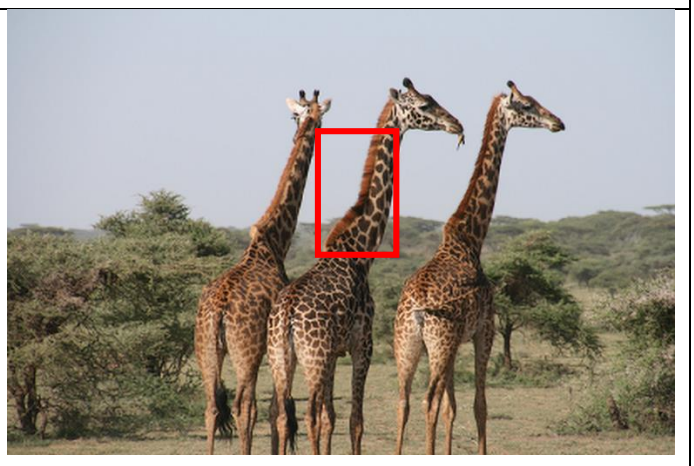
這裡我使用網路上找到的高畫質圖片作為HR的input，HR圖片的大小都不一樣，但是down sampling rate必須一致都設為4，不然model會出現錯誤，推測是因為down sampling rate不一樣時可能kernel size會不相符合，testing時會發現結果很模糊。
取得LR圖片的down sampling方式我試了兩種，一是直接使用線上圖片編輯，二是使用python來做(如下圖)，兩種方式都可以使用。

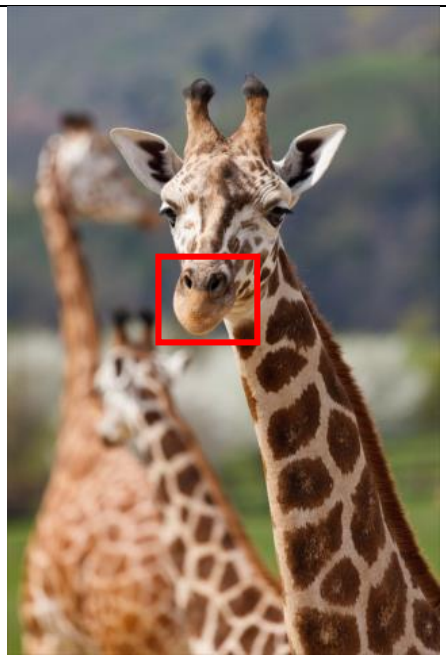
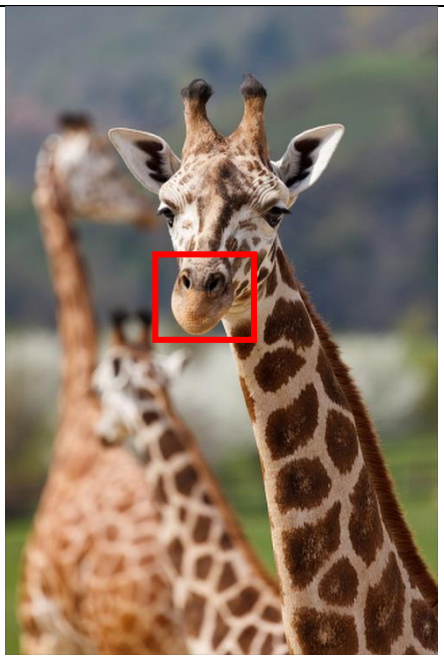
```
image_resized = resize(image, (image.shape[0] / 2, image.shape[1] / 2),anti_aliasing=True)
```

- **Training images**

HR	LR
	
	

Testing images

Test image 1	Result 1
	
PSNR = 33.552dB	


Test image 2	Result 2
	
PSNR = 35.820dB	


Testing data 是由我從網路上找來的 HR 圖片做 down sampling 成 LR 後輸入，這裡測試了兩張 input，PSNR 值與其 HR 圖做比較而得，分別是 33.552dB 與 35.820dB，可以說有達到 super resolution 的效果。