

# DP Homework 4

R10521804 土木測量碩一 莫詒雯

## 1. For a blurred image,

### (1) How to judging whether it is caused by motion, diffraction, defocus, or other effect?

在解釋該如何判斷各種影響前，可先從真實照片看它們的現象及各效應本身發生的原因去探究，才更能從一張照片去判斷。根據題目所給的順序，由下列一一去解釋。

#### ● Motion effect (動態效應)：

該現象發生的原因，主要有兩大，第一是拍攝物件或是攝影機的晃動所造成，另一輔佐的原因則為快門速度慢導致影像光線模糊，若要減少動態效應的產生，在足夠的光線下加快速快門速度或是在燈光不足時，減少相機的晃動拿三腳架架設，判斷影像中的模糊是否為動態效應，只要能看出影像有明顯的雙重影像，就是動態效應。



圖 1 Motion Effect

圖 1 可以清楚看到動態效應所產生的雙重影像或是重影，若整張影像看起來都呈現雙重影像的話，表示動態的來源主要是由相機移動而造成的，若影像中某一部分呈現雙重影像，則是由影像所拍攝的物體移動而造成(如圖 2)。



圖 2 Motion Effect by object

● **Diffraction effect (繞射效應)：**

繞射是一種光學效應，產生的原因為光是直線前進，當光線在行進過程中穿過一小孔徑時，光會呈現繞射的現象。以攝影為例，相機的光圈就可視為孔徑，而繞射直接影響攝影的解析度，一般情況下該效果能夠忽略，調小光圈能夠減少透鏡的像差進而提高解析度，但其產生的繞射影響更明顯。從圖 3 能看到光在經過孔徑後，產生繞射，而在成像上有些因為完全互相抵銷而呈現黑色，有些許影響則呈現模糊的情況，進而造成影像模糊。

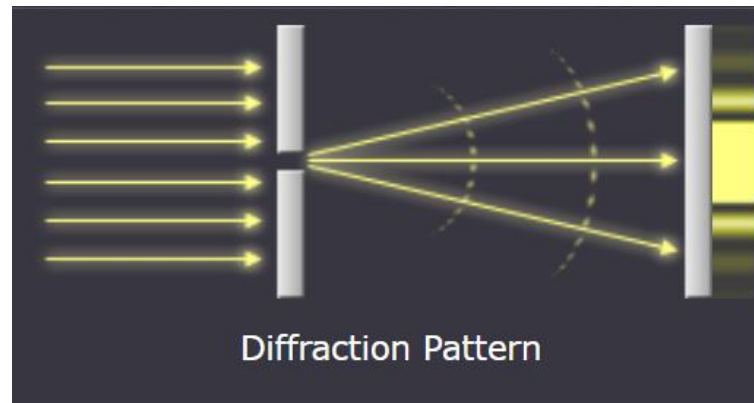


圖 3 Diffraction effect(McHugh, 2018)

根據上述說明，能得知繞射會限制影像解析度，不能透過調小光圈而改善，取決於 f-number。理想的孔徑可稱作艾瑞盤(Airy disk)，透過影像本身像元大小及 f-number 的設定能夠明顯看出是否會在影像上看到繞射而產生的模糊。圖 4 能夠看到，在同一個相機、同解析度拍攝下(像元大小相同)，若設定不同的 f-number，所產生的艾瑞盤有明顯的差異，若設定大光圈(f/1.4)，其艾瑞半徑為  $1.9\mu m$ ，遠小於像元半徑，因此繞射現象不會在影像上看到，若調整光圈至 f/32 時，此時艾瑞半徑為  $42.6\mu m$ ，比像元半徑大快十倍，也可以明顯看到其模糊範圍的大小，涵蓋超過十個像元以上，因此能在影像上看到細節被模糊的情況。

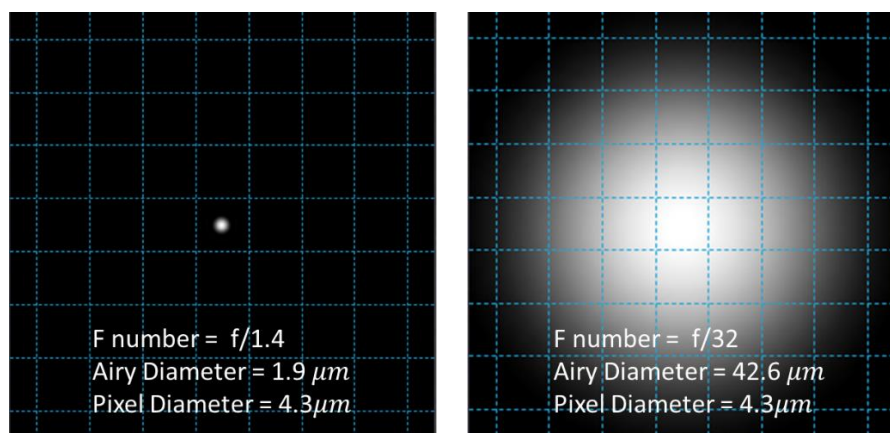


圖 4 f-number 與像元大小比較(McHugh, 2018)

該如何辨認影像是否受到繞射效應之影響，以圖 5 做說明。圖 5 兩張影像的參數只有 f-number 和曝光時間不同，在影像上需要放大檢視，就能看出繞射效應的現象。從紅框中的土木館磁磚來看，磁磚上有一條又一條的條紋，如同右邊影像那樣，但是當 f-number 設定成 f/22 時，其條紋明顯看不出來，並且磚塊之間白色邊界也不如右邊尖銳，原因為繞射效應模糊了磁磚條紋及邊界，因此辨認該效應相對於動態是比較困難的，因為要放大檢視影像才能夠看出繞射的作用。

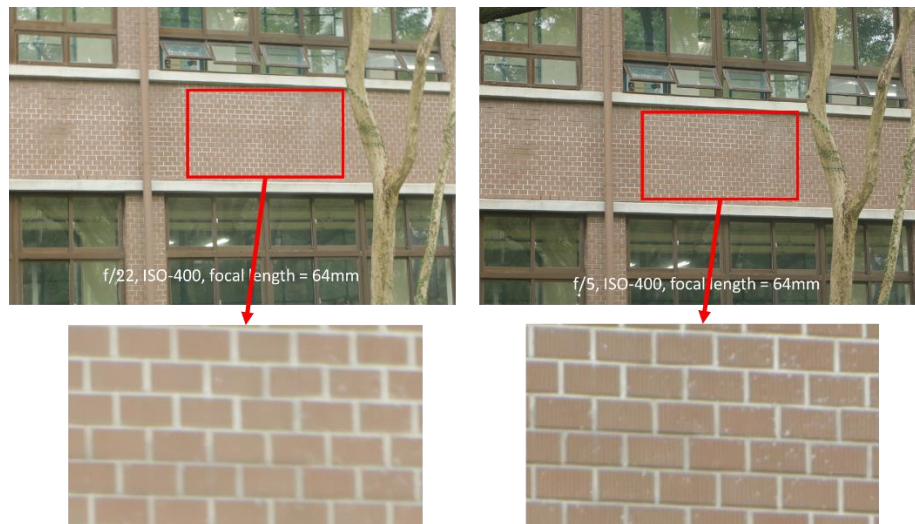


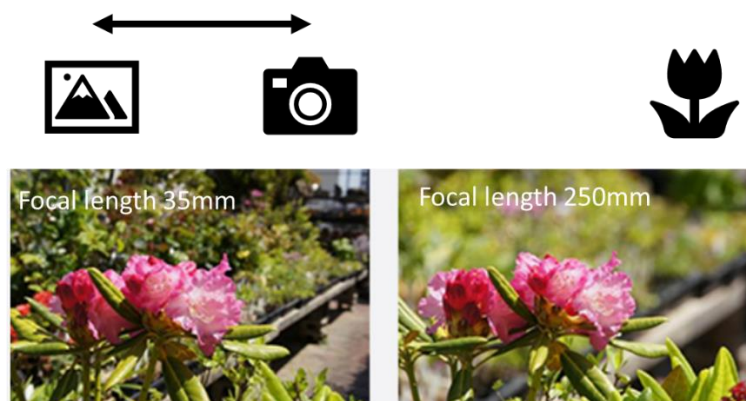
圖 5 繞射效應實例照片

### ● Defocus effect (失焦效應)：

在一張影像上，有關失焦效應的產生，一般情況有很大的原因是為了要凸顯主體，讓主體更加深刻而使背景或是前景失焦。造成失焦的來源，主要有四個參數影響，像主距、光圈、對焦距離(相機與主體的距離)及背景距離(主體與背景距離)。

該如何判斷失焦，以圖 6 舉例真實拍攝的影像，有一部分的影像會模糊，但是不像動態效應會讓影像形成雙影的樣貌並且看到會使眼睛不舒服的感覺，如果再仔細從圖 6 的模糊部分來看，能看到類似一圈一圈的模糊效應。

Focal length  $\approx$  Principal distance



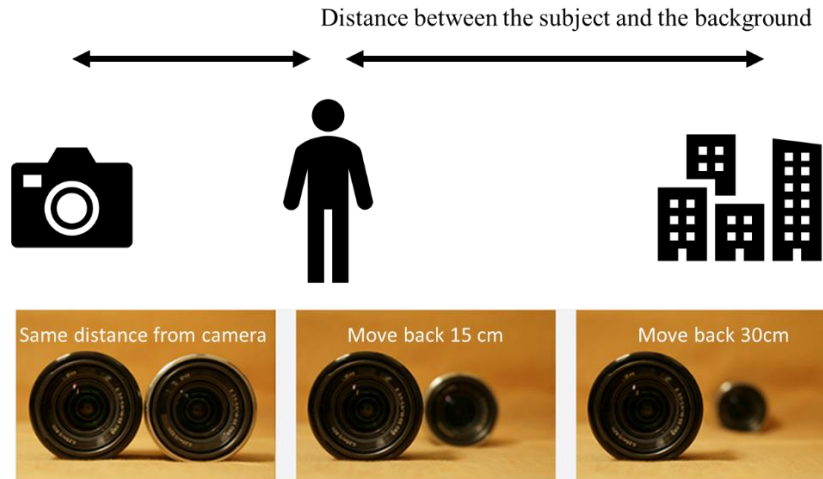


圖 6 失焦效應實例照片 (圖片:Sony, 2021)

以像主距為例，若調高像主距則背景會呈現失焦；若固定像主距，而某物體背景距離增加時，能看到該物體失焦。

綜觀上述，各效應都有自身的特色，在影像上雖然都造成模糊的樣貌，但透過模糊的樣態可以去判斷是何種效應造成的。

**(2) Can the blurred image be processed and become a clear one? If yes, how?  
(You need to discuss all three cases, namely, motion effect, diffraction effect, and defocus effect)**

可以，透過影像反摺積(Image Deconvolution)把模糊影像反轉成正常影像。在拍攝影像的過程中就是建立在光學系統上。光學系統包含光線、鏡片以及感光元件。當光線照射到感光元件時，其在元件上呈現的樣貌則稱作點擴散函數(Point Spread Function, PSF)，描述點物體的擴散程度，能夠衡量成像系統質量的一種指標。在頻率域中，則稱為脈衝響應(Impulse Response)，其形狀被光圈影響，並且圖形的大小和焦距與物距差成正比。在感光元件上的成像結果(影像)，可以當作針孔成像與 PSF 卷積的結合。

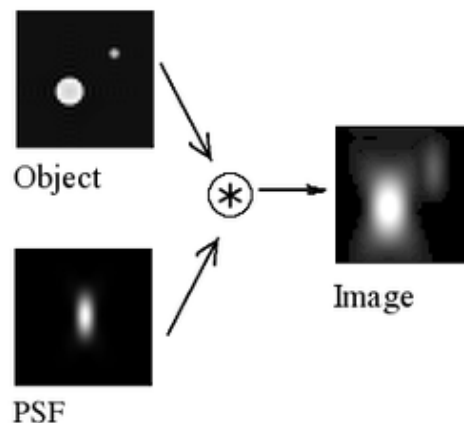


圖 7 成像示意



從上述說明，可以得知在模糊影像中，PSF 則呈現暈開的現象；相對地，清晰影像的 PSF 為一個小單點，難以造成模糊。影像反摺積則是求取 PSF 解釋模糊原因的濾波器，藉由反摺積去求得近似於原始的清晰影像，讓模糊影像可以變成清晰的樣態，也可想成是一種影像還原的過程。模糊影像寫成數學式子如式 1 所示：

$$g(x) = \mathcal{N}\{f(x) * h(x)\} \quad (1)$$

上述式子， $g$  為獲得的模糊影像、 $f$  為原始影像、 $h$  為影像模糊的濾波器，事實上就是 PSF，其定義為給定影像中的像素  $f(x)$  如何從中心擴散至相鄰像素  $g(x)$ ，而  $\mathcal{N}$  為影像中的雜訊，而影像復原即是求得近似於  $f$  的估計值  $\hat{f}$ 。

藉由程式，分別針對題目所列的三個效應去模擬模糊影像，說明有關影像反摺積，意即將模糊影像變成清晰影像的過程。在程式中，不管是何種效應，都需要建立一個特定的 PSF，在一般情況模糊化影像，都會以高斯函數來模擬 PSF，但在該題根據不同的效應適用不同的 PSF 濾波器，先將影像模擬模糊化，獲得模糊影像，再透過反摺積將影像還原，下圖為程式中所用的原始影像。

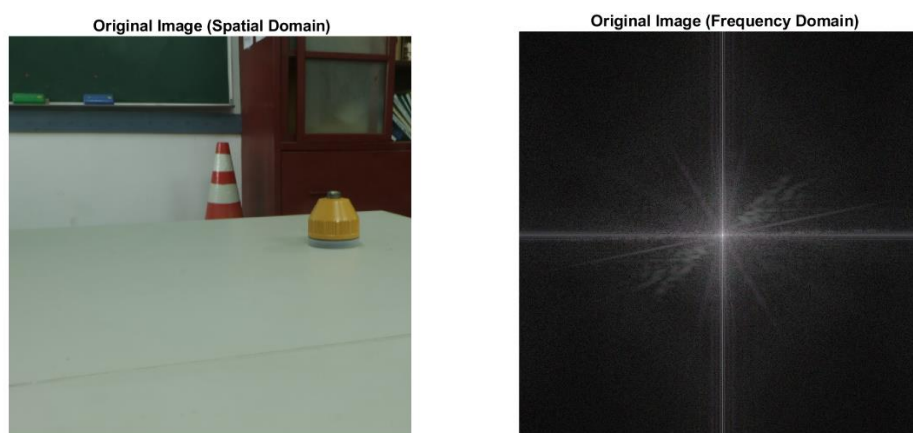



圖 8 原始影像

● **Image Deconvolution - Motion effect:**

說明	圖例
<p>1. 製作 PSF，產製模糊影像</p> <pre>%CREATE PSF LEN = 150; % length of the motion THETA = 270; % angle of motion (degree) PSF = fspecial('motion',LEN,THETA); % motion</pre> <p>在 motion 的 PSF 裡有兩個參數，一個是動態長度(LEN)；一個為晃動的角度(THETA)，以度為單位。能得知若 LEN 愈大，則照片中的物體移位愈多，THETA 則決定晃動的方向。</p>	<p>Blurred Image (Motion)</p> 
<p>2. 影像還原</p> <pre>% RESTORE IMAGE wnr1 = deconvwnr(blurred, PSF);</pre> <p>使用 Wiener Deconvolution 頻率域的濾波器。</p>	<p>Restored Blurred Image (Motion)</p> 

● **Image Deconvolution - Diffraction effect:**

說明	圖例
<p>1. 製作 PSF，產製模糊影像</p> <pre>PSF = fspecial('average',5); % diffraction</pre> <p>為了製造有關繞射的效果，選用平均濾波器，讓照片的細節變得模糊化，但遠看照片時與原始影像一樣，因此在該過程會特地放大影像中的物體去比較。</p> <p>該 PSF 中有一參數，若為N，則濾波器的大小為N×N，每個像元的值為<math>\frac{1}{N \times N}</math>，因此所設的值愈大，影像解析度不變，但愈加模糊。</p>	<p>Blurred Image (Diffraction)</p> 

## 2. 影像還原

`% RESTORE IMAGE`

`wnr1 = deconvwnr(blurred, PSF);`

使用 Wiener Deconvolution，在頻率域中所使用的。




## 3. 比較細節



在上列比較中，一張影像上需要放大檢視才能看到繞射效應所造成的模糊現象，左圖為原始影像，能夠清楚看見一條條的線段，但經過 PSF 後，線段不如之前的明顯，甚至有些線段看不清界線，如同第一題有關實際影像的例子，當經過反摺積後，能看到右圖與原始影像有極相似的細節。

## ● Image Deconvolution - Defocus effect:

說明	圖例
<p>1. 製作 PSF，產製模糊影像</p> <p><code>PSF = fspecial('disk',9) % defocus</code></p> <p>製造失焦的效果，選用環狀平均濾波器，讓整個照片變得模糊，不用特地放大影像中的物體才能看出模糊的細節。</p> <p>該 PSF 中有一參數，若設為 <math>r</math>，則濾波器的大小為 <math>(2r + 1) \times (2r + 1)</math>，在四邊的像元值為 0，其餘根據距離中心點的長度而改變像元值，所設</p>	A photograph of a yellow traffic cone on a white surface, with a red and white striped cone and a chalkboard in the background. The image is labeled 'Blurred Image (Defocus)' at the top.

<p>的值愈大，愈加模糊。</p>	
<p>2. 影像還原</p> <pre>% RESTORE IMAGE wnr1 = deconvwnr(blurred, PSF);</pre> <p>使用 Wiener Deconvolution， 在頻率域中所使用的。</p>	

**2. Share your best learning part in DP with JJ. You need to elaborate on why you consider it is the best part and how it would help you in DP or other aspects.**

有關 best learning part，我認為有兩大項，其中一項我覺得不僅是在 DP 上，有關口頭表達方面，從以前到現在對於上台表達這件事，自認非常吃力，以往都會需要拿著像是筆記或是在 ppt 上打備忘錄才能夠講得出報告的內容，又或是因為上台很緊張而腦袋空白，若是以英文報告那就更不用說了；另一方面我覺得之所以會吃力的原因也是對報告內容本身不熟悉，才會導致這樣的結果。很慶幸的是，老師的每一堂課都會鼓勵大家輪流用英文表達 group discussion 的意見，甚至是每一場報告也是以英文的方式向大家呈現，一直很認同 practice makes perfect 這句話，所以現在對於上台報告這件事不會像以前一樣沒有自信或是緊張到腦袋空白，甚至會認為英文報告相對於中文來的比較得心應手，同時對報告內容熟悉或是更進一步的了解才能與上述相輔相成使得報告更順利。

另一項我想應該是對於 DP 這個領域本身有更深入的認識，自己以為在大學所習得到的知識，足以涵蓋整個 DP，上完老師的課才知道還有更多延伸的議題是我以前從沒碰觸過，若真的要講哪一內容最讓我獲益良多的話，肯定是有關數位影像處理的部分，像是卷積過程或是各項 filter 的介紹，因為在大四下就有上過數位影像處理的課程，但是一直認為自己還沒開竅，所以對每個 filter 並不熟悉又或是覺得複雜，頻率域完全搞不懂也不想更進一步了解，甚至也不知道影像處理的精華在哪，但到研究所之後，上過電腦視覺跟數值影像處理就對這部分很有興趣，讓我產生一種信念就是任何領域都有它迷人之處的地方。



以上就是我認為在 DP 的 best learning part，雖然很多知識我可能過了半年一年就會忘記，但是對於學習這件事情，老師都會在大家報告完或是下課前分享一些自己的心得，老師所講的話我都會記的一清二楚！

最後還有一個對這門課的小小建議，希望之後的學弟妹可以在 DP 課程中獲益更多，就是 group discussion 的形式，我想可以顛倒過來，像是教學課程與 group discussion 對調，先聽完老師的課程再將最後一堂課，短短一小時的時間進行討論，我想除了對於時間的掌控可以更完整之外，也可以讓同學們之間的討論更深入也更能回答到老師心目中的解答。以我舉例，往往一開始看到抽到的題目，事實上我沒有太多的想法，當然一股腦都會往老師的講義翻來翻去，但後來發現每個題目都要對於 DP 本身有一定的了解，才可以回答到題目的核心，如果能夠先聽完老師的課程，我想或多或少都可以幫助同學們之間的討論，這是我認為這門課可以改進的地方。

#### 參考文獻

- Adahbingee., (2016). Image Deconvolution: An introduction. Algorithm notes. URL: <https://www.phototalks.idv.tw/academic/?p=836>. (last date accessed: 15 April 2018).
- McHugh, S. T. (2018). Understanding photography: Master your digital camera and capture that perfect photo. No starch press.
- Sony., (2021). Basic knowledge: Factors of Defocus. Sony Official Website. URL: <https://www.sony.com/electronics/support/articles/00267923>. Sony Group Corporation. Tokyo.