

遙感探測作業三

R03521119 測量組碩一 陳立笙

1. 給定一張影像的像元直方圖，請以一組具高斯常態分布直方圖(Gaussian Histogram)為參考(平均值為 8，標準差為 2)，利用直方圖匹配，將給定影像直方圖分布調整成近似參考直方圖的分布的狀態，並產生對應的亮度值轉換表以說明如何進行數值轉換：

首先利用高斯函式(下式 1)，給定 $\mu = 8$ ， $\sigma = 2$ ， $x = 0 \sim 16$ ，產生一組離散的高斯分配機率(共 17 個數值，總和為 1)，而由於影像的像元數在轉換前後是不變的，因此還需要將這組高斯直方圖統一乘以輸入影像的像元數總和。產製出來的參考直方圖如下圖左所示，其累積直方圖則可參考下圖右。

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

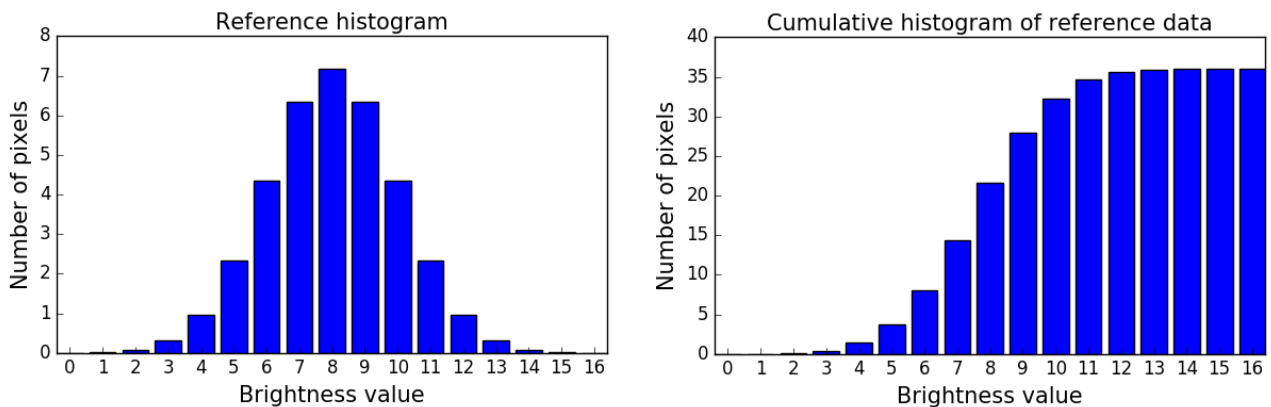


圖 1 參考資料直方圖

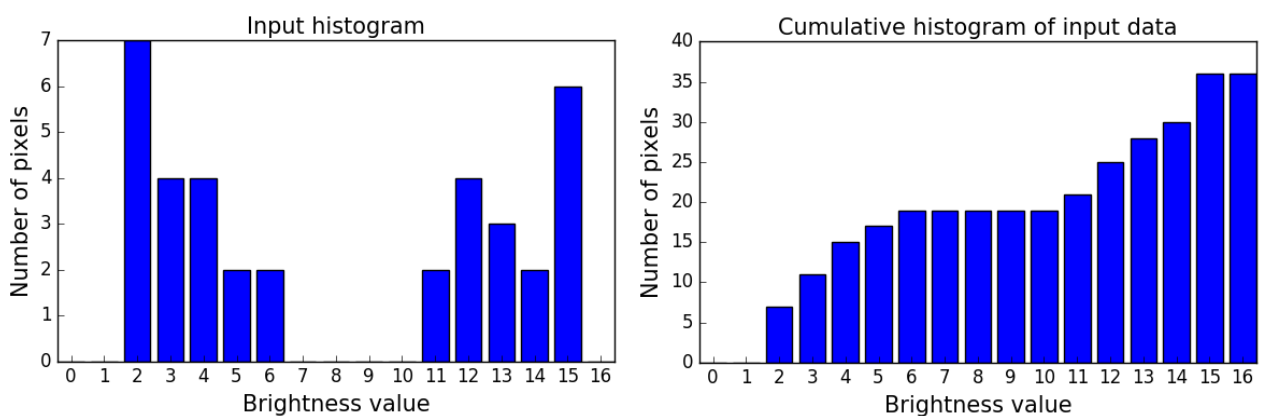


圖 2 原始資料直方圖

同樣將原始資料的直方圖與累積直方圖資訊繪製如上圖 2 所示，並依序將「原始亮度值」、「原始資料像元累計」(圖 2 右)、「參考資料像元累計」(圖 1 右)等三項資訊列於下表 1 中。

表 1 數值轉換表

原始亮度值	原始資料 像元累計	參考資料 像元累計	轉換亮度值
0	0	0.00	0
1	0	0.02	0
2	7	0.10	6
3	11	0.41	6
4	15	1.39	7
5	17	3.72	7
6	19	8.07	8
7	19	14.41	8
8	19	21.59	8
9	19	27.93	8
10	19	32.28	8
11	21	34.61	8
12	25	35.59	9
13	28	35.90	9
14	30	35.98	9
15	36	36.00	16
16	36	36.00	16

上表中最右側的亮度值轉換對應數值可利用前述三項資訊進行推算，舉例來說，若想知道原始數值為 3 的像元之對應轉換數值，首先要先確定其原始像元累計的數值對應至參考資料像元累計的位置，即該列中第二欄的數值對應至第三欄的最近的列數，以此例而言，其原始像元累計為 11，對應至第三欄中最近的參考資料像元累計為第 7 列的 8.07，而該列對應的原始亮度值為 6，因此便可知道原始數值為 3 的像元在經過轉換後對應的亮度值等於 6，以此方式，由上而下便可依序產生表 1 中第四欄的各個對應轉換亮度值。

最後的轉換直方圖成果如下圖 3 所示，可發現原始的資料經過轉換後，其分布較趨向參考資料分布的平均亮度 8，而從累積直方圖亦可看出其成果有較為趨近於參考資料累積直方圖的現象，且最終像元數仍然維持在 36 不變。

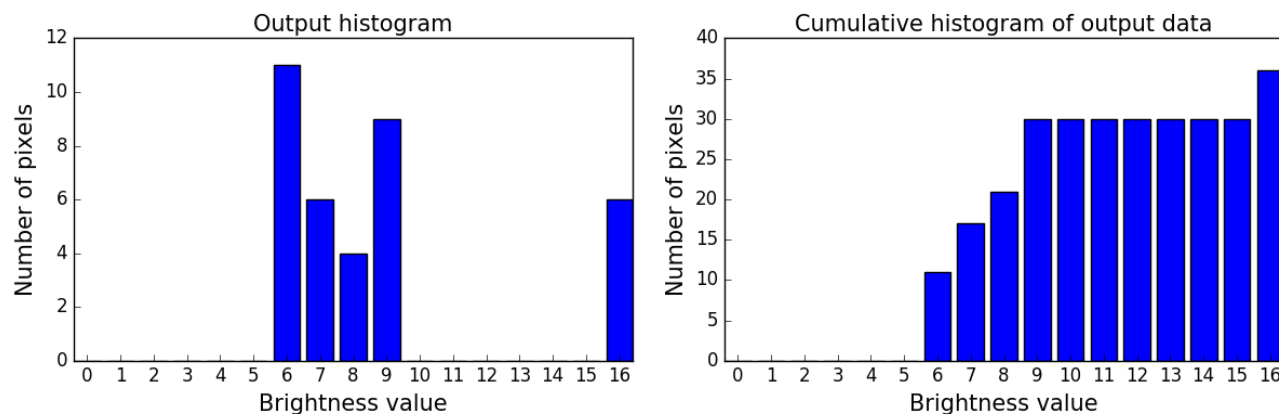


圖 3 轉換後直方圖

2. 給定一張臺大校區的 UAV 影像資料，請以高斯對比影像增強法(Gaussian contrast enhancement method)對該影像作影像增強後以坎尼運算子(Canny Operator)進行邊緣偵測，並比較影像增強前後之成果差異：

在此根據影像的直方圖分布情形，直接使用影像的亮度值標準差 49.5 作為高斯分布的標準差，而平均值則使用 8bit 影像亮度值的中間值 128。轉換前後的直方圖分布如下圖所示，由左而右依序為輸入影像像元直方圖、所參考的高斯分布直方圖以及轉換後的像元直方圖；而由上而下則依序為影像之像元直方圖以及像元累積直方圖。

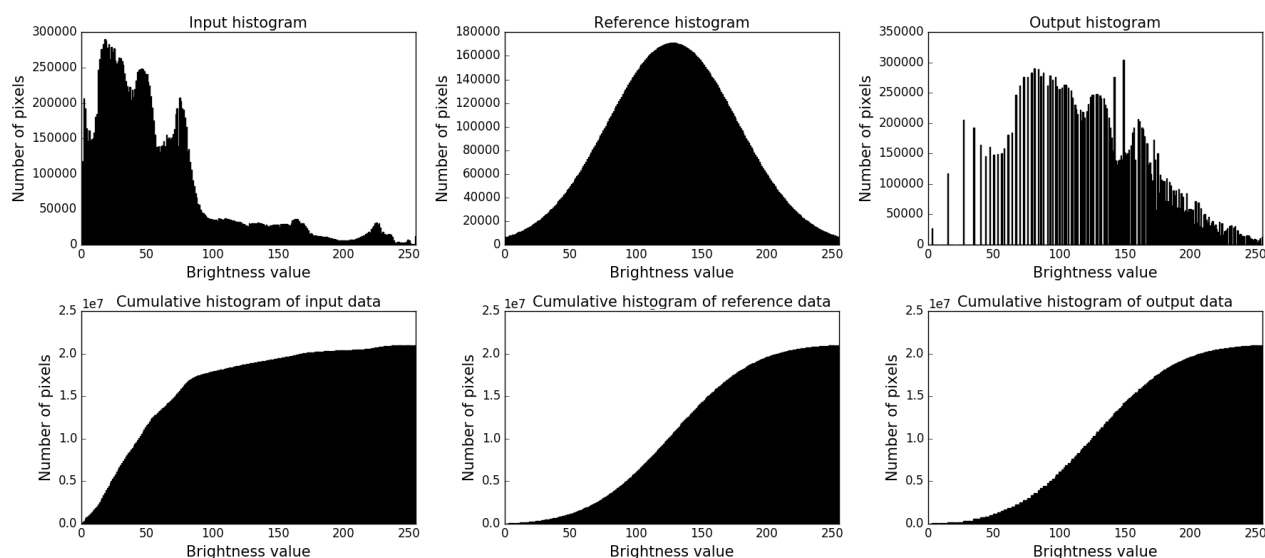


圖 4 影像直方圖轉換

影像增強前後成果如下圖 5 所示，可看出影像增強後圖片整體有變亮的情形，圖上的樹冠、樹陰與道路之邊界也變得較為明顯，但在部分建物的屋頂結構線(如土木系館)反而因影像增強後而受到弱化，變得較為不明顯。



圖 5 影像增強成果
(圖左為增強前影像，圖右為增強後影像)

使用坎尼運算子進行邊緣偵測(門檻值參數分別使用 100 與 200)，其成果如下圖 6 所示，可看出影像增強後以同樣門檻值偵測出來的邊緣線數量有明顯增加的情形，但相對地也讓邊緣線萃取成果變得較為複雜，具有較多沒有意義且雜亂的訊息。

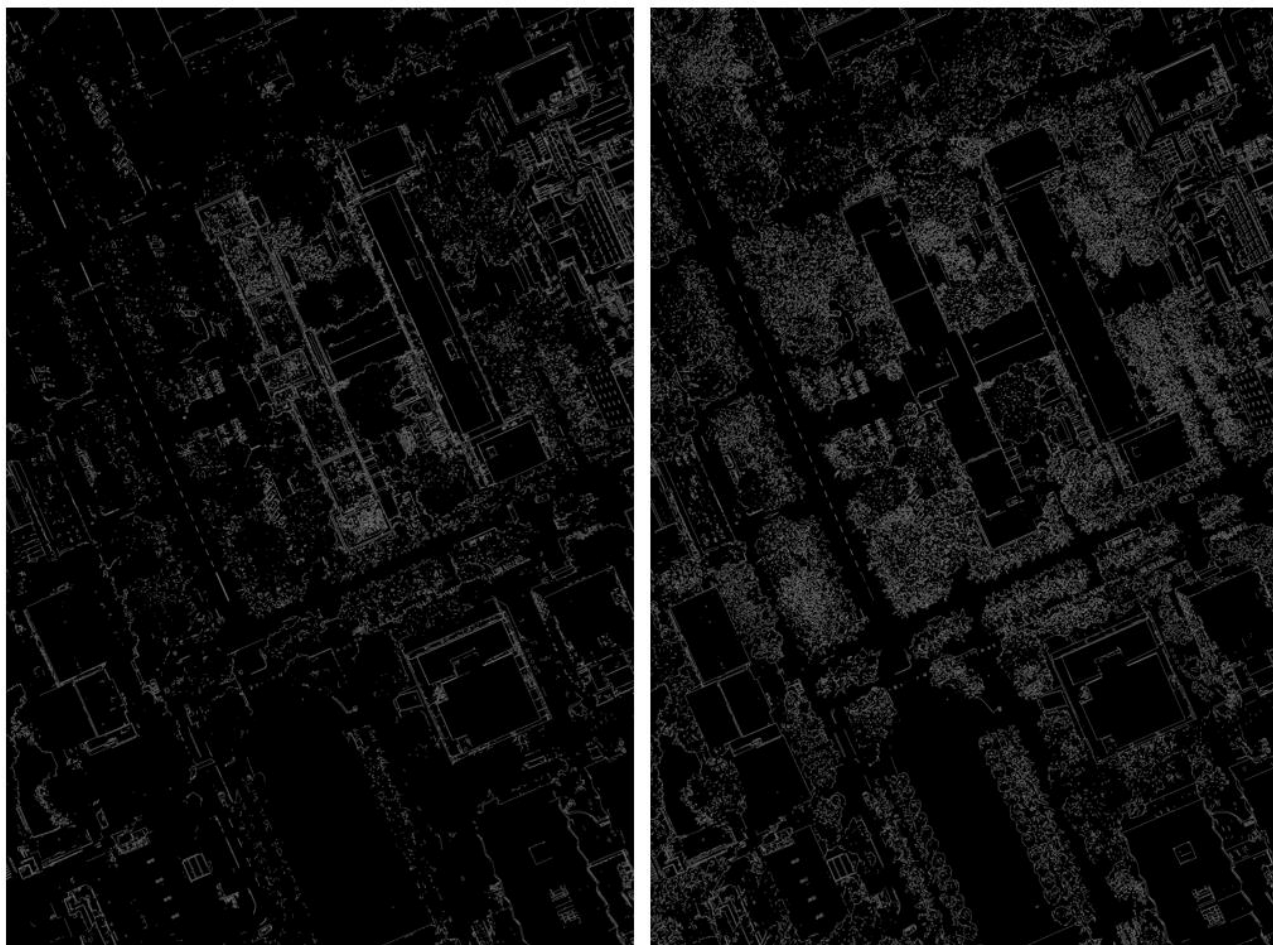


圖 6 邊緣萃取成果

將左下角學生活動中心放大，並比較其成果，可發現在原本較為陰暗的區域在影像增強後其亮度值差異量變大，使得原本無法被偵測到的邊緣線因此得以被偵測出來，也讓下圖紅圈處的屋頂結構線變得更加完整。

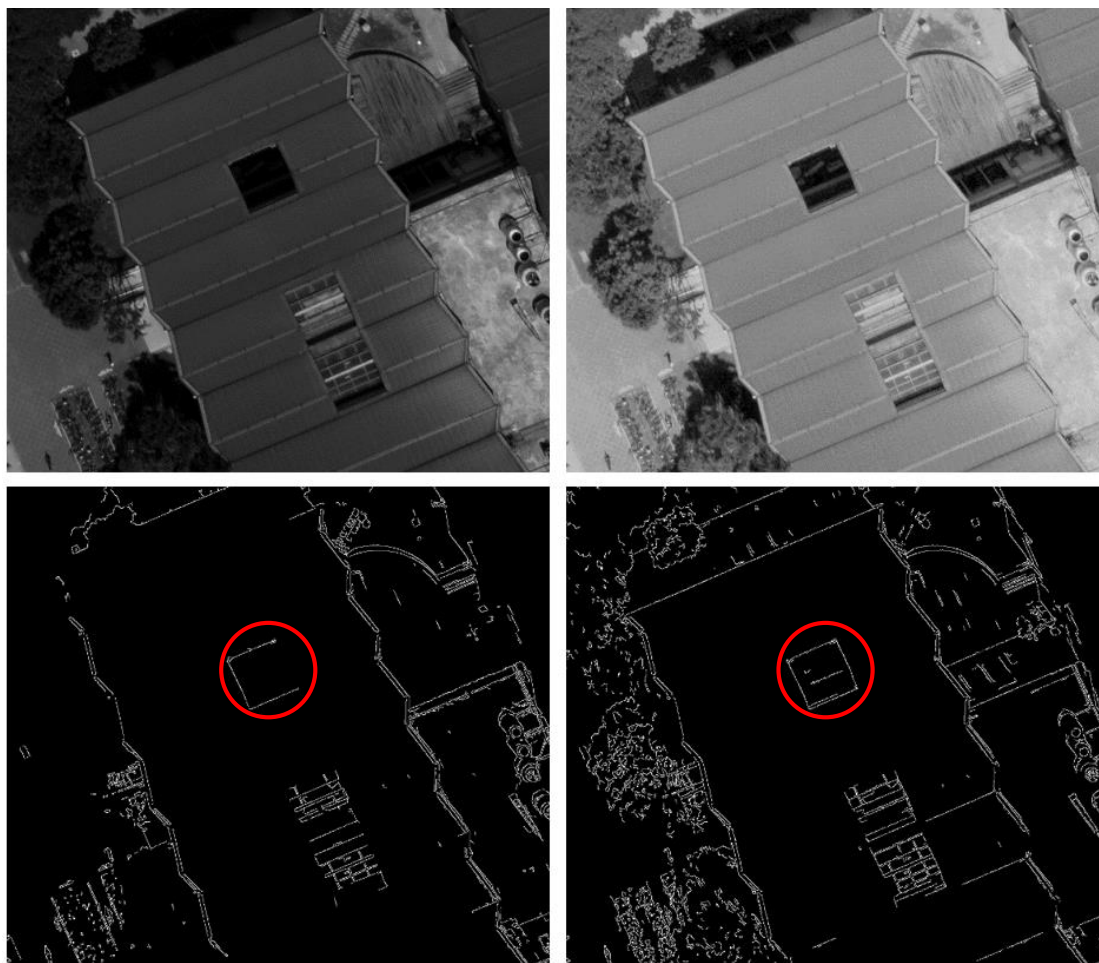


圖 7 影像增強後邊緣特徵強化

將圖 7 中紅圈中物件的亮度值取樣列於下表，可發現在影像增強後，黑色正方形與屋頂之亮度值差異有明顯變大，影像增強後此差異量被放大了約兩倍。

表 2 陰暗區亮度值比較

影像 物件	增強前影像	增強後影像
中心黑色區域	2	17
屋頂	54	136

反之，亦有部分區域影像資訊因影像增強後而流失。如位於椰林大道末端的箭頭標示的邊緣萃取成果便在影像增強後，反而得到較為不完整的成果。此現象主要為原本箭頭亮度值較亮，影像增強後其可調變的幅度不大，因而讓箭頭與地面的亮度值差異變小，以致於最後其特徵線無法被完整地偵測出來。

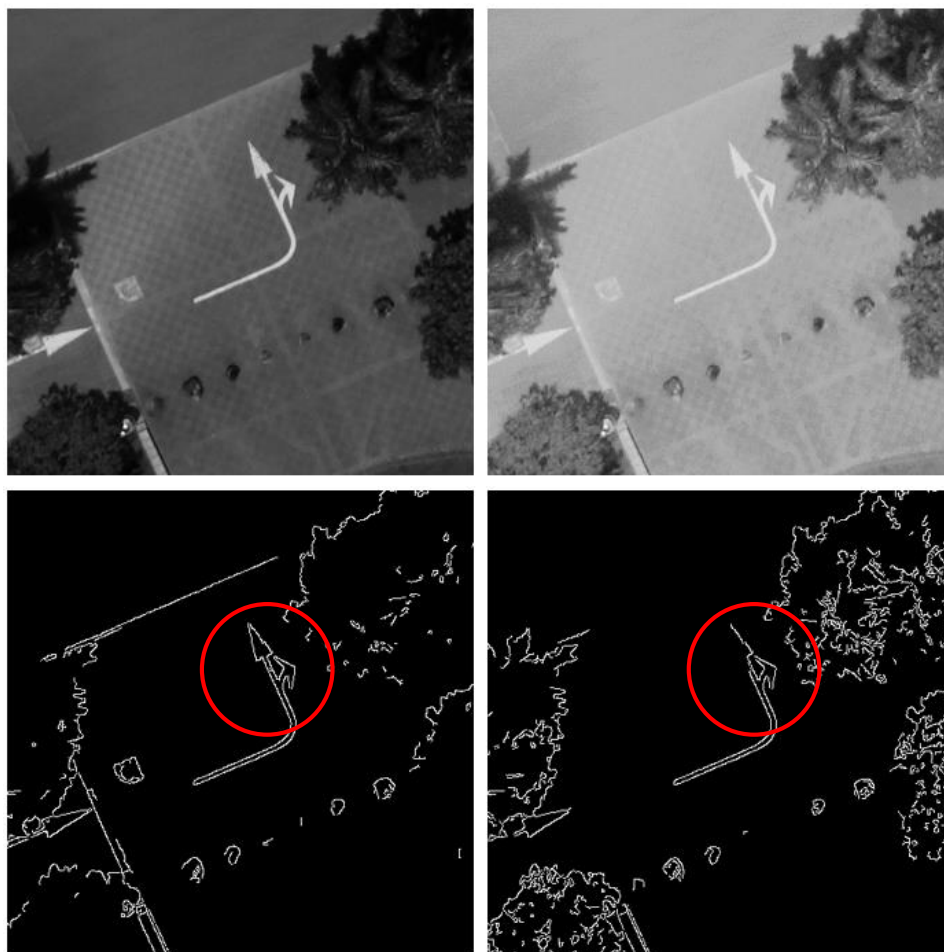


圖 8 影像增強後邊緣特徵弱化

同樣將圖 8 中紅圈中物件的亮度值進行取樣，可看出其亮度值差異反而因影像增強而縮減了約一半，讓此區域的邊緣萃取成果因此變差。

表 3 明亮區亮度值比較

影像 物件	增強前影像	增強後影像
中心黑色區域	208	221
屋頂	90	170

由此可知，影像增強不全然會提升邊緣萃取成果，應視影像特性以及欲偵測的邊緣線特徵來決定影像增強的參數、轉換模式以及邊緣萃取所設定的相關參數，以取得適當成果。