

國立高雄應用科技大學



100-101 年度獎勵科技大學及技術學院

教學卓越計畫

產學及研究成果轉專題製作教材

夜間影像處理

夜間影像處理

(科系) (指導教授) (學生)

電機系 黃敬群老師 學生 陳信樺

蘇建穎

教卓計畫:優化教學品質與活

100C9097A

摘要

在本研究中，我們預備增強一般行車紀錄器的夜間影像顯示功能提升行車紀錄器在夜間監控錄影的功效，現今，雖然已有許多擁有夜間良好視野的行車紀錄器，當然價錢也隨著效能而更昂貴。計畫中，我們將嘗試透過軟體演算法的實作，或搭配取像硬體的改善，來修正夜間影像照度不足，產生的影像品質不良的缺陷。此外，本計畫將以平價的行車記錄器為實驗平台，在一定硬體成本的控制下，透過軟體演算法的改進，提升整體行車紀錄器的取像品質，我們一開始嘗試過全域處理的演算法來處理影像，例如：伽瑪校正以及直方圖等化的方式來修整影像，結果我們發現動態範圍過大的影像無法適用，接著，根據盧俊良^[2]的整理，我們學習了 Retinex 演算法，此種方法屬於局部影像處理，可以針對亮度值較低的像素提高亮度，並且不會使原本亮度值高的部分更亮，根據 Retinex 又分了許多種方法，例如 SSR、MSR、IMSR 等方法，用這些方法來對影像進行處理之後。

一、動機及目的

由於一般行車紀錄器用於拍攝夜晚的路況時，因為照度不足產生畫面不清晰，導致無法辨識人事物，也就無法達到行車紀錄器的功用。因此，我們將透過各種強化影像的方法提高夜間影像的辨識度及清晰度，當然高價的行車紀錄器已經能達到高品質的攝影，但我們希望能夠藉由軟體的改進來達到同樣或者接近的高價行車紀錄器的品質，已達到成本降低的目的

二、研究方法

首先我們對影像做了調整使用了許多方法像是對直接對影像對比度調整的伽瑪校正，或是讓這些色彩平均分布在影像的直方圖均衡化，還是根據 Retinex 演算法所推倒出的一連串強話夜間影像的方法，在之後本章節將會介紹上述幾種方法。

1. 全域處理方法

(1) 伽瑪校正(gamma correction)

對圖像的伽瑪曲線進行校正，以對圖像進行非線性色調校正的方法，檢驗出圖像信號中的深色部分和淺色部分，並使兩者比例增大，從而提高圖像對比度效果。

傳統的伽瑪校正公式(1)如下式：

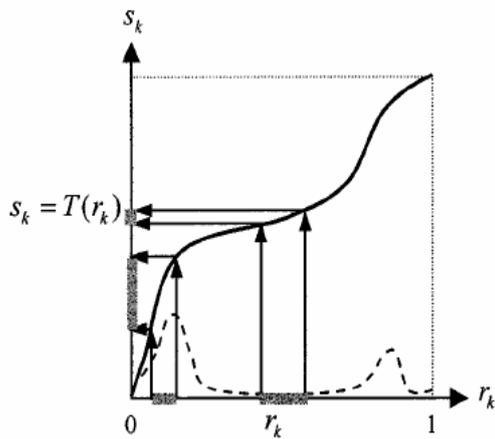
$$Output = 255 \left(\frac{Input}{255} \right)^{\gamma} \quad (1)$$

其中 Input 是輸入影像的 RGB 值

(2) 直方圖均衡化 (histogram equalization)

直方圖:對於彩色影像而言,直接使用此方法處理影像是非常不容易的事,只有將影像的基本色調給分別處理分析才能知道影像的資訊狀況與色彩分布狀況。

而直方圖均衡化是影像是過高的亮度或者是過低的亮度又或者是過低的對比度的話,影像的基礎色在處理分析圖表內之中的分布圖將會聚集在某一處,直方圖均衡化的目標就是為了讓這些色彩平均分布在影像上的處理影像之中一種方法,處理後的影像會是高對比容易讓肉眼觀賞的影像。



Transformation function for histogram equalization.

圖(1) 本圖將在算法中解釋^[8]

$$S_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^k P_r(r_j) = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n} \quad (2)$$

$$0 \leq r_k \leq 1 \text{ and } k = 0, 1, \dots, L - 1$$

$P_r(r_j) = \frac{n_j}{n}$:輸入圖像的 j 階層的概率密度函數 (PDF)

n :在輸入圖像的總像素數

n_j : j 階層的輸入像素數

對照圖(1)算法:

(1)將影像從檔案從三維轉成二維的陣列,並且計算出RGB三色的直方圖表和Y值的直方圖表。

(2) 將算法(1)所得到的直方圖表計算得出累進分布表(CDF)。

(3) 將算法(2)中所得的結果計算得出轉換表。

(4) 將算法(3)中所得的結果將原始影像做轉換得出新的高對比度影像,並且計算轉換後的亮度(Y)值直方圖表。

2. 局部處理方法

首先生介紹 Retinex^{[2][3][4][5][6][7]}演算法的基本概念公式(3):

$$I'(x_i) = I(x_i) + \log(\rho^{x_i}) - \log(\rho^{x_j}) \quad (3)$$

$I'(x_i)$ 為影像中的像素, $\log(\rho^{x_i})$ 為計算中像素的照明參數, $\log(\rho^{x_j})$ 為計算中像素周圍的像素的照明參數,由此概念發展出下列各種演算法。

(1)Single Scale Retinex(根據盧俊良^[2]的整理)

高斯濾波器對影像進行濾波如下式(4):

$$R(x, y) = \log I(x, y) - \log [F(x, y) * I(x, y)] \quad (4)$$

$I(x, y)$ 是影像的灰階值, *代表旋轉積 (Convolution) 運算, $F(x, y)$ 是高斯周圍函數(Gaussian Surround Function):

$$F(x, y) = Ke^{-\frac{(x^2+y^2)}{c^2}} \quad (5)$$

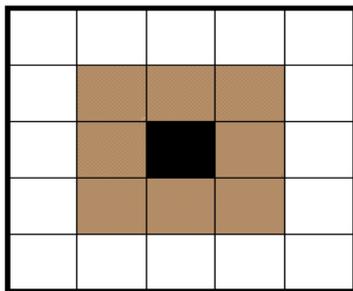
在上式(5)高斯函數的當中, $x^2 + y^2$ 是與中心點的距離, 而 c 值是常數, 用來決定高斯函數所包含的範圍, 另外 K 是常數, 滿足下列公式(6):

$$\iint F(x, y) dx dy = 1 \quad (6)$$

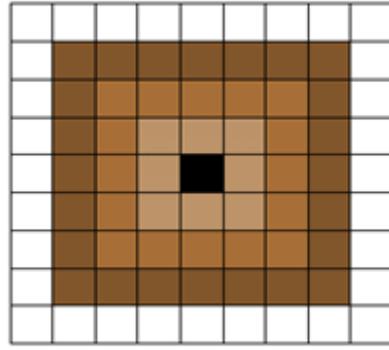
所以c 值的大小，決定了高斯函數計算後的結果，進而影響了Retinex演算法的處理效果，當c 值越大的時候，所包含的像素範圍較大，可以保留較多的色彩資訊，c 值較小時，所包含的像素範圍較小，雖然可以強化影像的邊緣資訊，但是所保留的色彩資訊較少，如此一來會造成無法兩全其美的結果，不是保留的色彩資訊太少，亦或是沒有強化影像的邊緣資訊，之所以又產生MSR演算法來改進SSR的美中不足。

(2)Multi Scale Retinex(根據盧俊良^[2]的整理)

由於 SSR 沒辦法兼顧色彩與邊緣資訊又發展出 MSR 演算法，Woodell^[8]提出了利用不同規模的高斯函數，發展出新的演算法，稱為 Multiple-Scale Retinex (MSR)，運作的方式是以不同的權重，給予各個不同大小的高斯函數，同時對影像的邊緣與色彩資訊做保留，而圖(2)與圖(3)為 SSR 與 MSR 計算範圍的示意圖，黑色的區塊為目前所要計算的像素點。



圖(2)SSR示意圖(只有一個濾波)



圖(3)MSR示意圖(多個濾波)

在圖(3)中，有三個不同的顏色區域，為三個規模的高斯函數，每個高斯函數都給予不同的權重值，而權重值的總和等於 1，經由這樣的方式，改善了 SSR 演算法因為 c 值所造成的缺點，小的高斯函數保留影像的邊緣資訊，大的高斯函數保留影像色彩資訊，以此方式將同時達到保留邊緣資訊，和保留色彩資訊的效果。

$$R(x, y) = \sum_{k=1}^K W_k (\log I(x, y) - \log [F(x, y) * I(x, y)]) \quad (7)$$

如上式(7)，其中 W_k 代表第 k 個 SSR 的權重值，且 $\sum_{k=1}^K W_k = 1$ ， $F(x, y)$ 是高斯函數，即每個高斯函數乘上各自的權重值之後，再加起來。

$$R_{MSR}(x, y) = \sum_{k=1}^K W_k R_{SSR}(x, y) \quad (8)$$

上式(8)皆針對於灰階影像來作處理，如果要對彩色影像，Retinex 在做運算時，必須將 RGB 三個色頻分開來處理，分別的對每個色頻做強化，再合併這三個色彩空間的資訊作輸出，但是將 RGB 三個色頻合併輸出影像之後，會造成下列這些缺點：

- (1)可能無法呈現出正常的顏色

- (2)整張影像飽和度下降
- (3)若原影像本身有色偏，則經過程序之後，色偏會更嚴重
- (4)光暈現象。
- (5)當影像中明度區域佔大多數時，對於比例較小的暗部做增強時，效果不是那麼明顯。
- (6)在做影像增強時，影像中暗部或陰影中的雜訊也會跟著增強。

(3)Multi Scale Retinex with color Restoration(根據盧俊良^[2]的整理)

由於 MSR 這方法缺點是無法完整保存原圖的色彩資訊，所以接著發展出這種方法，其概念是，考慮到原始影像的 RGB 資訊，再藉由 MSR 的結果在進行調整，將進行 MSR 之後 RGB 色頻的資訊拉回到原本影像的 RGB 色頻值一定程度，如公式(9):

$$R'_{MSR_i}(x, y) = R_{MSR_i}(x, y) \times I'_{i(x,y)} \quad (9)$$

其中 $I'_i(x, y)$ 是由下列公式(10)給定，

根據 RGB 資訊在影像上的比例作調整:

$$I'_i(x, y) = \beta \log\left(\alpha \frac{I_i(x, y)}{\sum_{i=1}^3 I_i(x, y)}\right) \quad (10)$$

$I'_i(x, y)$ 代表 R, G, B 的像素值，而 α 、

β 代表常數。

即使如此，MSRCR 雖然有調整過 RGB 的數值，但還是沒辦法近似原本影像的顏色之所以又發展出下列的方法。

(4)Integrated Multi-Scale Retinex

為了保持色彩的平衡又發展出 IMSR 這方法，其中理念是將亮度單獨取出作調整，下列為程序的公式(11):

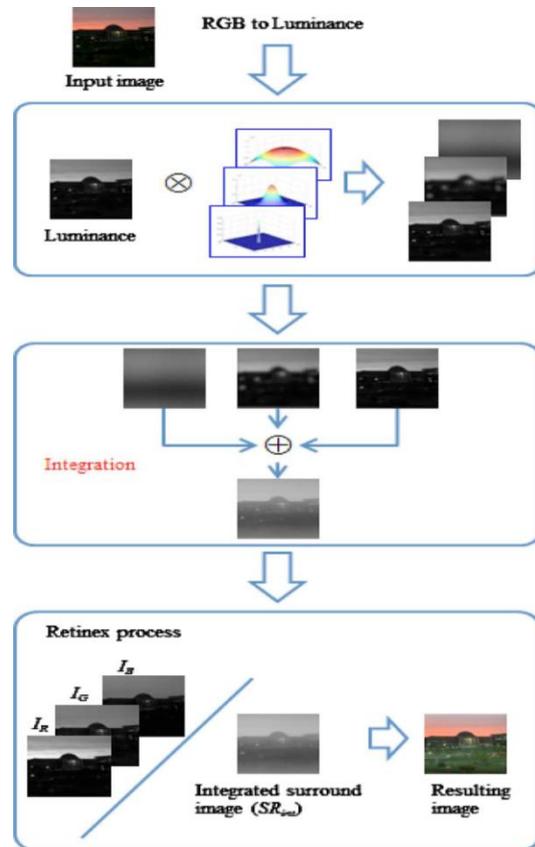
$$SR_{sum}(x, y) = A \frac{I_i(x, y)}{S_{sum}(x, y)} \quad (11)$$

其中 I 是 RGB 輸入影像，i 是 RGB 通道的索引值，A 為增益係數。

$$S_{sum}(x, y) = \sum_{m=1}^M w(\sigma_m) S_m(x, y, \sigma_m) \quad (12)$$

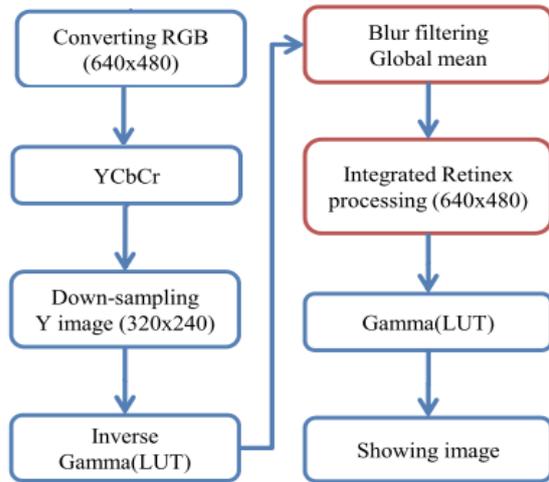
$$S_m(x, y, \sigma_m) = G_m(x, y) \otimes Y(x, y) \quad (13)$$

$G_m(x, y)$ 為高斯濾波器，Y 為影像的亮度資訊。



圖(4) IMSR 流程圖

(5) Integrated Multi Scale Retinex (with blur filter)



圖(5) IMSR 簡化版的流程圖

由 Wang-Jun Kyung 等人[1]提出的方法

因為 IMSR 所需的計算時間過長，進而衍生出此方法。本方法採用一個縮小 2 倍的影像當作過濾的樣本並且用 YCrCb 得出亮度樣本，對此亮度樣本作模糊濾波(Sblur)，此模糊濾波(Sblur)採用的是 3*3 的模糊濾鏡以便減少計算時間，之後再計算整張影像的亮度平均值(GM)，下一步再把模糊影像加全域平均值(GM)得到模糊影像(SGM)，之後利用 IMSR 來得到所要的結果。

下列是簡化版 IMSR 的公式

$$S_{blur}(x, y) = B(x, y) \otimes Y_D(x, y) \quad (14)$$

$$GM = \frac{\sum_{n=0}^N \sum_{m=0}^M S_{blur}(n, m)}{NM} \quad (15)$$

$$SR_{BM}(x, y) = A \frac{I_i(x, y)}{SGM_{blur}(x, y)} \quad (16)$$

$$SGM_{blur}(x, y) = w_1 S_{blur}(x, y) + w_2 GM \quad (17)$$

因為本方法會使用到伽瑪校正以計算每一像素是很花時間，為了減少程式執行時間我們可以事先做出查找表來減少所需時間。

Y values	Gamma values	iGamma values
0	0	0
1	12	0
2	21	0
3	28	0
4	33	1
⋮	⋮	⋮
253	254	1005
254	254	1014
255	254	1024

表(1) gamma correction 查找表

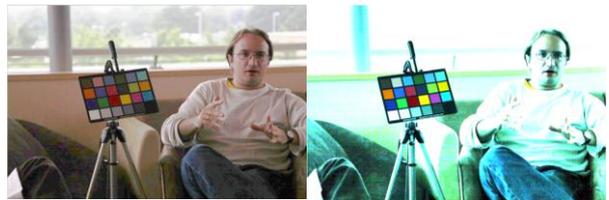
三、實驗結果

實驗一：我們先對一般亮度不足影像做測試



圖(6)原本影像

圖(7)伽瑪校正



圖(8)直方圖均衡化

圖(9)MSR



圖(10) MSRCR

圖(11)IMSR

實驗一結果比較：

目前實驗的影像，在色彩方面的資訊較多因此做全域處理時會發現所做出的影像比做局部處理的影像更適合人眼觀看。

圖(7)為伽瑪校正處理影像在色彩方面比較沒有失去,但是跟其他影像相比亮度還是不足且原圖影像色彩資訊豐富雜訊較少所以在處理過後雜訊較不易看見。

圖(8)為直方圖均衡化處理影像雖然亮度有上升但是在色彩方面卻失去了原本的色彩,對於夜間色彩較少的圖像將會造成顏色的失真和雜訊強化。

圖(9)為MSR處理影像亮度太高使得色彩都失真了無法呈現正常顏色,對於處理夜間圖像的過程中陰影的雜訊也會跟著增強。

圖(10)為MSRCR為MSR的改善版本考慮到圖像的RGB資訊,所以圖像色彩資訊會保留下來但是還是會造成色偏現象。

圖(11)為IMSR為MSRCR的改善版本,單獨提出亮度做調整使得圖像色彩不失去,但是因為使用高斯濾波器圖像像素差距過大時會造成圖像小部分的失去。

實驗二:接著針對行車紀錄器拍出來的夜間影像做處理



圖(12)原本影像

圖(13)伽瑪校正



圖(14)直方圖均衡化

圖(15)MSR



圖(16)MSRCR

圖(17)IMSR

實驗二結果比較:

圖(13)為經過伽瑪校正的影像,雖然影像亮度已經提升,能辨識到部分物體,但會產生部分地方亮度過高的情形。

圖(14)為經過直方圖等化的結果,很明顯直方圖均衡化用在夜間影像亮度資訊不足的影響會產生亮度過高以及增強雜訊的問題。

圖(15)為經過MSR處理的結果,色彩資訊嚴重的飽和與失真。

圖(16)為MSRCR結果,雖然比經過MSR的顏色資訊修正了許多,但還是有許多色彩資訊飽和與失真。

圖(17)為IMSR的結果,經過比較可明顯看出來比上述幾種方法更優越,更加能保存色彩資訊以及提升亮度的功用,較適合處理夜間影像。

四、參考文獻

- [1]Dae-ChulKim, Wang-JunKyung and Yenong-Ho Ha, "Real-time Multi-scale Retinex to Enhance NightScene of VehicularCamera"
- [2] 盧俊良, "Face Recognition Under Illumination and Facial Expression Variation"
- [3]Z. Rahman, D. Jobson, and G. Woodell, "Retinex processing for automatic imageenhancement", The Human Vision and Electronic Imaging VII Conference, Vol. 4662, pp. 390-401, 2002.
- [4]E. Land, "An alternative technique for the computation of the designator in the Retinex theory of colorvision", in Proceedings of the National Academy of Science, 83, pp. 3078-3080, 1986.
- [5]Brian Funt, Kobus Barnard, Michael Brockington, and Vlad Cardei, "Luminance-

based multiscale Retinex, AIC Color 97 Kyoto to 8th Congress of the International Color Association, May 1997. Conference, Vol. 46-62, pp. 390-401, 2002.

[6]E. Land, The Retinex, American Scientist, 52, pp. 247-264, 1964.

[7]E. Land, "The Retinex theory of colorvision" , Proceedings of The Royal Institution of Great Britain, 47, pp. 23-58, 1974.

[8]<http://ccy.dd.ncu.edu.tw/~chen/course/vision/ch2/02.htm>