

中華大學資訊工程學系系統開發專題報告

應用影像融合演算法於夜間影像之強化

專題組員:余若玢

指導老師:李建興老師

專題編號: PRJ2012-CSIE-10105

執行期間:101 年 2 月 至 102 年 1 月

1. 摘要

利用伽瑪校正 (Gamma Correction) 來取得多張不同亮度的影像，再利用 Sobel 演算法，來進行影像的邊緣偵測，最後，使用不同結果來進行影像融合，來獲得強化後的夜間影像。

2. 簡介

隨著時代的進步，相機更新的節奏也越演越烈，先是從傳統相機進步到數位相機，接著是各種五花八門的功能被累加在數位相機當中。

拍出成功的照片，光線是個很重要的因素之一，它對影像的視覺品質影響甚深，在使用傳統的底片相機拍照後，並不能馬上得知拍出後，照片的好壞與否，須等到洗出後才能知道，照片的光線是否均勻，尤其是夜間影像，是否有因為曝光不夠，而導致照片成像過暗。

然而，現今我們所使用的數位相機的功能雖然豐富，也能夠直接在相機的小螢幕上看到自己拍攝的影像，但將照片放入電腦裡面整理觀看時，往往會發現因為照片過亮或者是過暗，而造成瑕疵，尤其是夜間所拍攝的影像，往往有過暗的情況，進而造成不佳的視覺品質。

所以本專題的目的是透過經由影像融合與影像增強的技術來將昏暗甚至於夜間的那些不清楚或是亮度不均的照片加以分析後，重新組合成一張清楚並且細節明顯的照片。

3. 專題進行方式

◆ 專題程式撰寫：余若玢

◆ 時間規劃：星期二 20:00~22:00

分析與設計

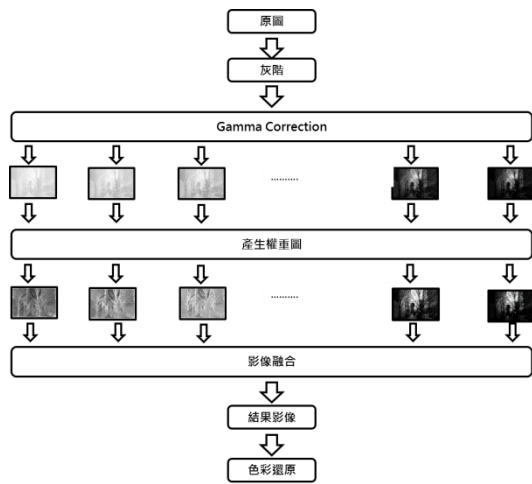


圖 1 主要架構圖

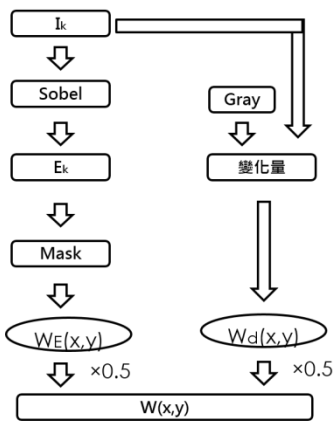


圖 2 權重架構圖

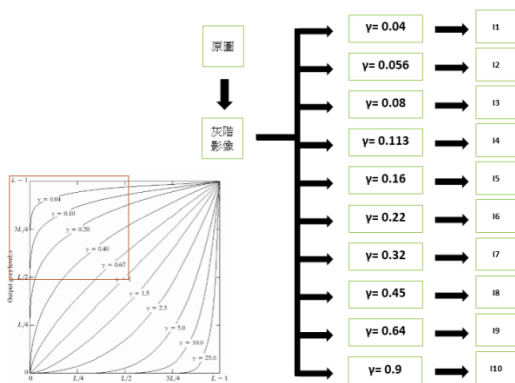


圖 3 Gamma Correction 示意圖

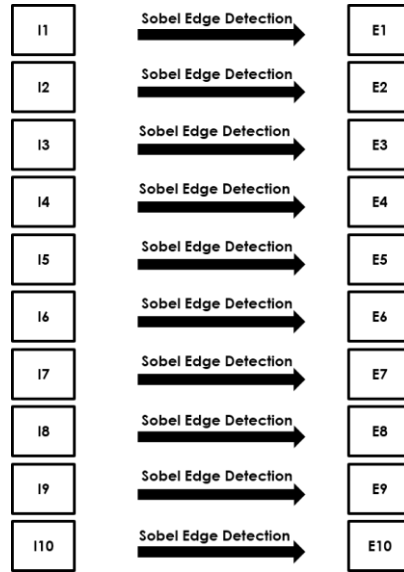


圖 4 Sobel 演算法示意圖

首先，先將輸入影像灰階化（式一），由於過黑的夜間影像常會出現 RGB 值過小的像素點，導致灰階化後的運算值小於 1，使輸出的灰階值為零，如果直接帶入傳統的伽瑪校正(Gamma Correction)公式（式二），會造成運算後仍然為零（Ex. $R = 1, G = 1, B = 0$ 帶入式一，運算後取整數值，Gray 等於零 0，在帶入式二的 Input 運算後，Output 仍等於零），造成當帶入很小的 Gamma 值時，所輸出的 Gamma 結果圖，會出現多處明顯黑點（如圖一左），Input 所以在這裡將帶入修改過的伽瑪校正(Gamma Correction)公式（式三），Gamma 初始值為 0.04，以 $\sqrt{2}$ 倍的等比級數帶入公式，產生十張不同亮度的結果圖。

$$\text{Gray} = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B \quad (\text{式一})$$

$$\text{Gamma} = 255 \times \left(\frac{\text{gray}}{255}\right)^{\gamma} \quad (\text{式二})$$

$$\text{Gamma} = 255 \times \left(\frac{\text{gray} + 1}{256}\right)^{\gamma} \quad (\text{式三})$$



圖 5 $\gamma = 0.04$ ，左圖帶入式一造成多處明顯黑點，而右圖帶入式二，黑點消失。

再來，分別將這十張結果圖利用一個水平和一個垂直遮罩(式四、五)來計算影像的水平梯度及垂直梯度，來進行影像的邊緣偵測，得到新的結果影像，最後帶入(式六)來得到邊緣偵測後的結果圖。

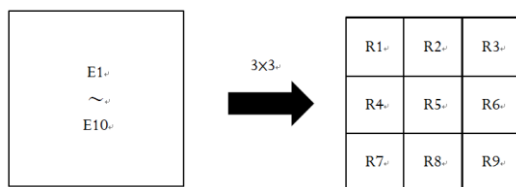
$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \text{Gamma}(\text{式四})$$

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \times \text{Gamma}(\text{式五})$$

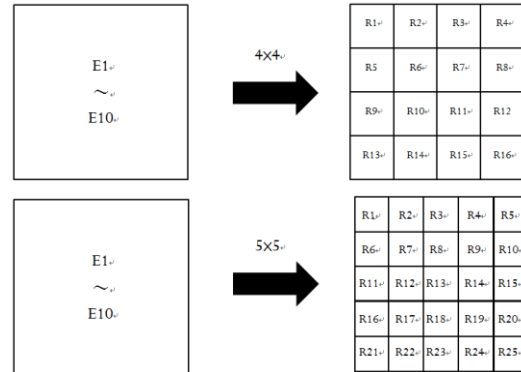
$$G = \sqrt{x^2 + y^2} (\text{式六})$$

方法一、

分別將這十張結果影像等分切割成 9 宮格、16 宮格以及 25 宮格，統計切割後各個區域的邊緣數值。



將 E1~E10 等分切成九宮格(十六宮格/二十五宮格)後，在將各區域內所有像素的邊緣值加總，得到十組 T1~T9。



根據上個步驟所挑出的各區域最大值 T1'~T9'，對應回影像 1~影像 10 中，找出每個區域的最大值所在的 Gamma 影像，最後重新合成一張新的 Gamma 影像。

方法二、

跟方法一一樣，先分別將這十張結果影像等分切割成 9 宮格、16 宮格以及 25 宮格，統計切割後各個區域的邊緣數值，但是有別於方法一直接挑出各區域最大值所在的影像，在這裡採用計算權重值的方式，先利用各區域的區域值算出每個區域的權重值，再將各張 Gamma 結果圖乘上權重值再加以計算後，最後再把十張運算後的像值相加，來得到影像結果圖。

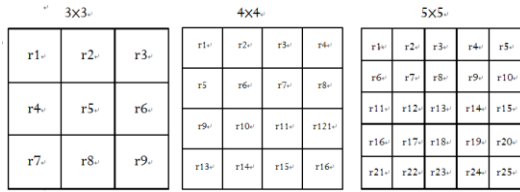


圖 6 方法二結果示意圖

方法三、

在方法三中，不像方法一和方法二用等分切塊的方式，來計算各個區塊的邊緣總和，而是利用多種不同大小的遮罩 (ex. 5x5/7x7/9x9)，來計算 Sobel 結果圖中每個像素點的邊緣總和。

然後再算出在每張影像中，每個像素點的邊緣權重，最後將每張伽瑪校正後的影像乘上該影像的權重值。

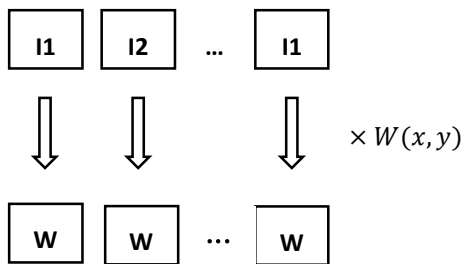


圖 7 將每張伽瑪校正後的影像乘上該影像的權重值

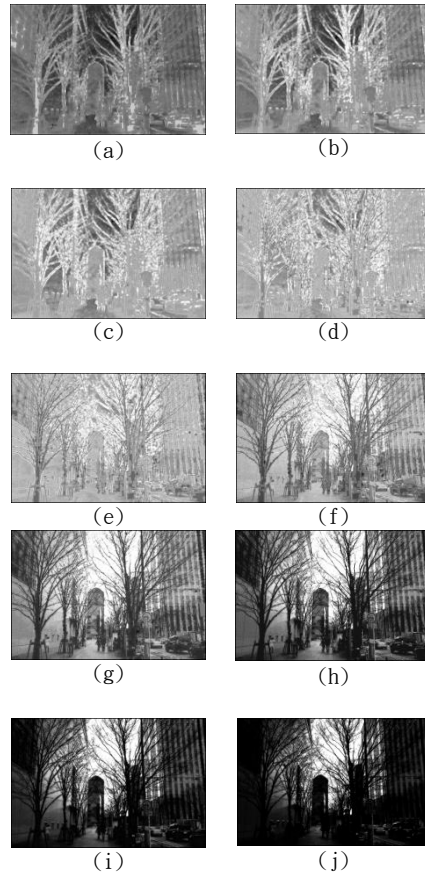


圖 8 (a)-(j) 權重圖

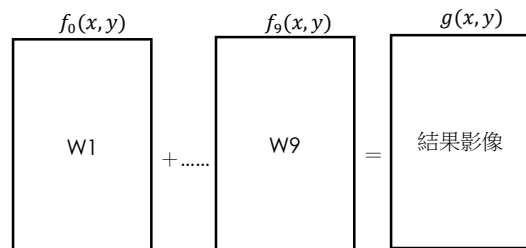


圖 9 結果圖進行影像融合

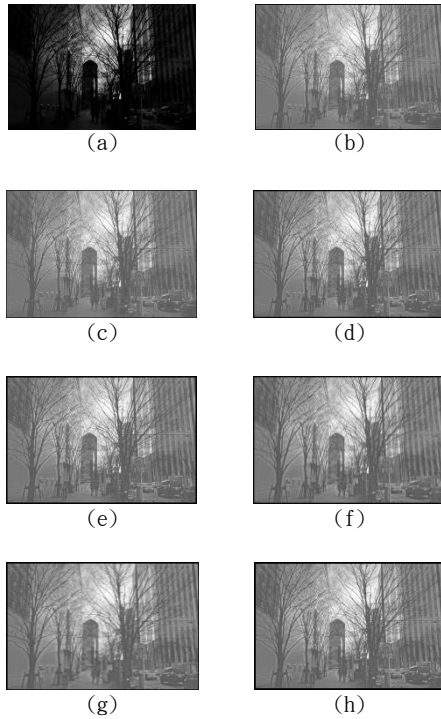


圖 10 (a)灰階(b)mask 5x5(c)mask 7x7
(d)mask 9x9(e)mask 11x11(f)mask 13x13(g)mask 15x15
(h)mask 17x17

色彩還原

依下列公式，對灰階結果圖進行彩色還原。

$$R^r = \frac{1}{2} \left\{ \begin{array}{l} \frac{Y_{HE}(x,y)}{Y(x,y)} (R(x,y) + Y(x,y)) \\ + R(x,y) - Y(x,y) \end{array} \right\}$$

$$G^r = \frac{1}{2} \left\{ \begin{array}{l} \frac{Y_{HE}(x,y)}{Y(x,y)} (G(x,y) + Y(x,y)) \\ + G(x,y) - Y(x,y) \end{array} \right\}$$

$$B^r = \frac{1}{2} \left\{ \begin{array}{l} \frac{Y_{HE}(x,y)}{Y(x,y)} (B(x,y) + Y(x,y)) \\ + B(x,y) - Y(x,y) \end{array} \right\}$$

圖 9 色彩轉換公式

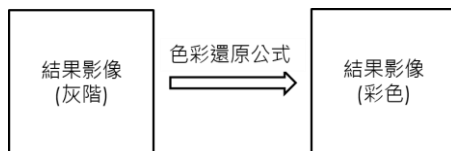


圖 10 色彩轉換示意圖

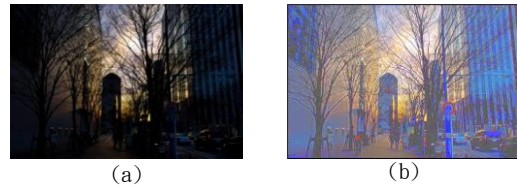


圖 11 (a)原圖 (b)色彩還原後結果圖

方法四、

由方法三結果圖發現，原來的權重計算方式，讓影像過度被強化，所以在這個方法中，藉由計算不同亮度影像與原灰階圖的變化量，在對算出的距離取指數，另外增加 α 值來控制指數的曲線。對計算完的 w' 做正規化

$$d = |Gamma(x,y) - gray(x,y)|$$

$$w' = e^{-\alpha d}$$

$$weight = \frac{(w + w')}{2}$$

圖 方法四權重公式

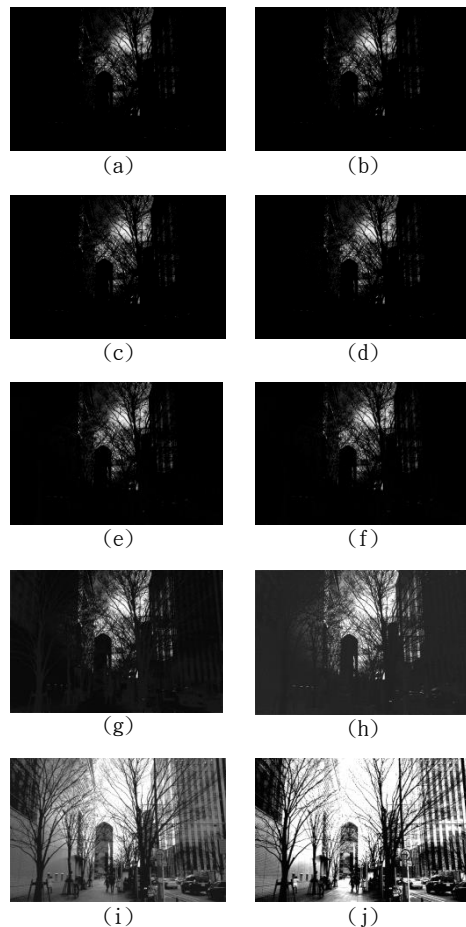


圖 13 (a)-(j)正規化權重圖

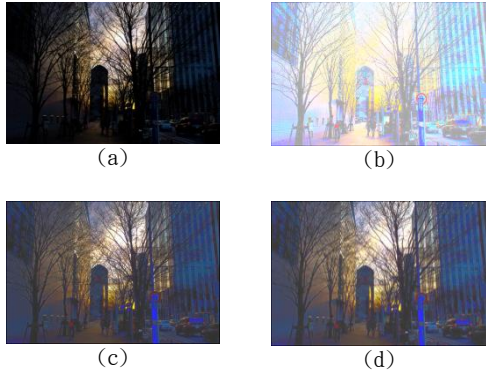


圖 14 色彩還原結果影像(a)原圖
(b) $\alpha=0.01$ (c) $\alpha=0.1$ (d) $\alpha=0.05$

方法五、

方法四調整後結果影像依舊過度強化，所以將方法四的原圖與結果圖取平均。

$$g(x, y) = \frac{f_{he}(x, y) + f_{orig}(x, y)}{2}$$

圖 15 平均公式

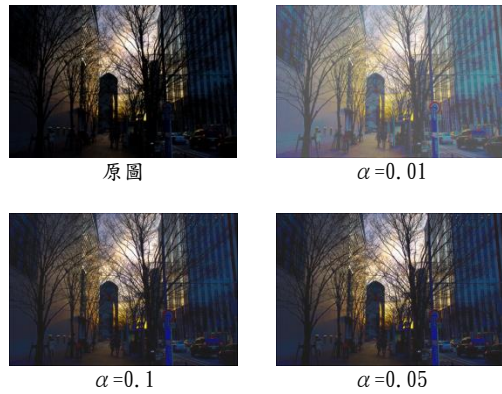


圖 16 平均權重後還原色彩的結果

4. 主要成果

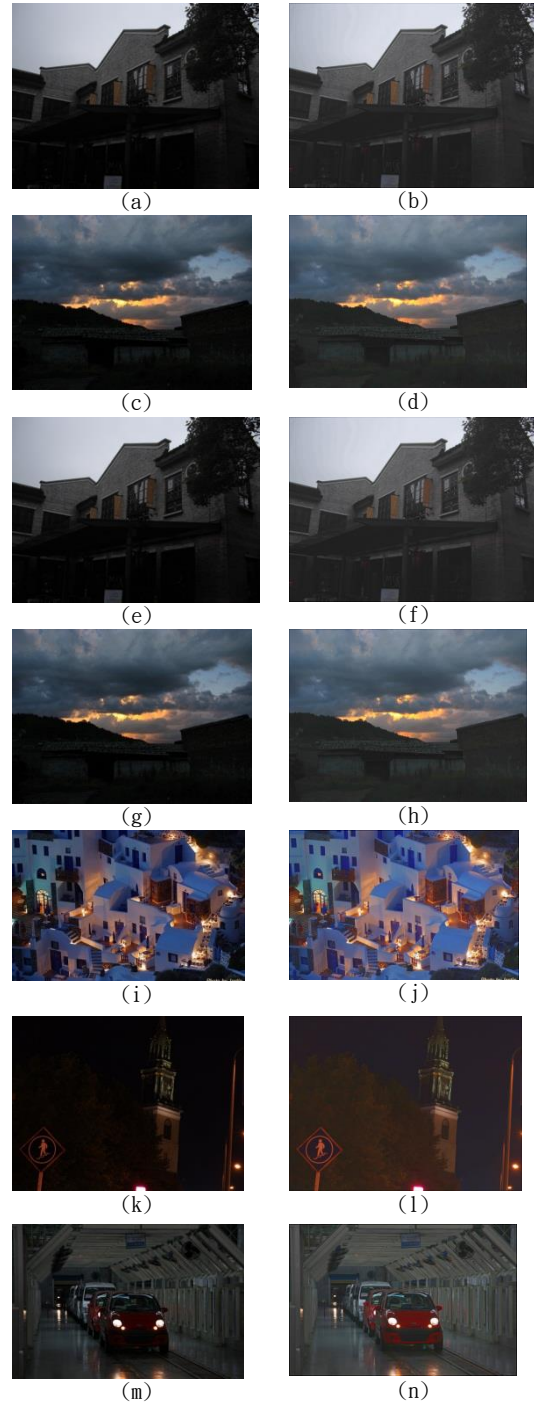


圖 17 (a)(b)原圖(左)修改後(右) $\alpha=0.05$ 、(c)(d)原圖(左)修改後(右) $\alpha=0.05$ 、(e)(f)原圖(左)修改後(右) $\alpha=0.05$ 、(g)(h)原圖(左)修改後(右) $\alpha=0.05$ 、(i)(j)原圖(左)修改後(右) $\alpha=0.05$ 、(k)(l)原圖(左)修改後(右) $\alpha=0.05$ 、(m)(n)原圖(左)修改後(右) $\alpha=0.05$ 。

5. 評估與展望

原先預期的成果是可以將亮度較低的車牌號碼辨識出來，或是黑暗細部的亮化。但實際成效卻只能做到大幅度的亮化。並沒有讓車牌或是細節被清晰展示出來。且原先並無考慮到圖片的解析度大小也會影響成果的清晰度變化。

未來此研究在辨識夜間影像之細部清晰化應大幅增加令研究圖像的人員更能快速、清楚與明瞭的分析圖中之物，擴展方向應朝向”夜間連續影像之強化”的目標前進，並予應用於車旅產品之中。

學生在此專題的研究過程中，學習到大量的程式碼轟炸、演算法的纏繞、圖像的型態運用或放大縮小、與指導老師會談時的進退、專題報告的撰寫與細節充實以及最重要也是最後一項的專題發表。

6. 結語

對本作品我可以非常有自信地說：我真的盡了百分之兩百的力了！寫程式時，每每遇到了困境、BUG 或是意外發生，我總是會先想到是不是自己在這方面還有很多事情沒有學會，在這種心情之下，我不斷的逼迫自己去翻書、上網找資料或詢問同學與學長姐們。尤其是明明很簡單的地方，卻又發生意外的結果(而且是往並不是很好的方向前進)，我更是對自己說，加油！妳可以做到的，但是現在還學的不夠多，俗話說穫萬兩、耕萬頃，事情沒有學到底的一天，所以我告訴自己：

“加油！！！”

銘謝

感謝李建興教授對我的悉心指導
感謝中華大學的培養
感謝資訊工程學院的老師們
感謝替我說明的助理們
感謝不停在旁鞭策我的好朋友們
感謝愛我的人
謝謝大家，謝謝。

參考文獻

- [1] Rafael C. Gonzalez & Richard E. Woods (2002), "Digital image processing", 2nd edition, Prentice Hall.