

# 多重曝光影像融合機制

李朱慧  
朝陽科技大學  
資訊管理系  
chlee@cyut.edu.tw

林家弘  
朝陽科技大學  
資訊管理系  
sky791211@gmail.com

## 摘要

在現今這個影像處理技術日新月異的時代，所能呈現出來的畫面越來越細緻，拍照所用的樣式也越趨多樣化。但因為許多時候在眾多因素影響下，常常導致影像過度曝光或是曝光不足等等曝光問題，再加上大多數的測光系統，只是將拍攝畫面中心作為主要的測光區域。因此想要拍出心中所想的影像畫面，需要使用者的經驗累積下才有可能達成。有鑑於這方面的問題，本研究提出一個曝光融合機制，先透過 HSV(即色相、飽和度、明度)轉換，再經由離散小波轉換(Discrete Wavelet Transform)處理與標準差(Standard Deviation, STD)的篩選下，幫使用者找出最佳曝光區塊並融合成優良曝光影像的系統，讓使用者可以得到一張曝光良好的影像照片。

**關鍵詞：**曝光、離散小波轉換、標準差、最佳曝光區塊、融合。

## 1. 前言

從前，人們不管是想要保存眼前的美好景色，或者是為特別的人事物做下紀錄，都會藉由名為相機的工具來達成。過去的傳統相機的使用，是透過物理與化學的作用下，使之在底片上留下影像。但在使用傳統相機時，無法即時瀏覽也無法即時預覽，因此在使用者想要拍出心中所想要的理想畫面，有著一定的困難度，若沒有這方面的專業知識，則無法達到拍攝影像的理想畫面。所以在從前的時代，會接觸到相機的人，通常都是最攝影有著一定興趣或是有專業認知的人們。如今，科技的快速躍進下，傳統的相機進化為數位相機(Digital Camera, DC)，其內部構造也越來越精細繁雜，功能樣式越趨多樣化，過去的底片留存方式，也變化為數位化，已被許多人們廣泛的使用[1][2]。而在數位相機中的影像感光元件為電荷

耦合元件(Charge Coupled Device, CCD)或互補式金屬-氧化層-半導體或互補式金氧半導體(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor, CMOS)所組成，以此用來取代底片的影像感光功能。而在市面上的數位相機大都以簡單使用為出發點來設計，因此，現在數位化照片越來越普及，無論老少都可以使用數位相機來拍攝想要的照片，如：人物、物品、景色等等。為了讓使用者更容易拍出適合當時情境畫面的照片，在其他拍攝的設定值方面，如：調整對焦、快門以及光圈，通常都是經由相機自動判定。故大多數的測光系統皆以畫面中心為主要重點，除非使用者希望凸顯的為其他區域，此時就必須把中心畫面移到想要拍攝的區域，因此不考慮天氣好壞的因素下，這時非在測光範圍裡的區域，常常無法得到最佳的曝光值，導致影像的曝光不足或是過度曝光的數位影像照片。

由此可知相機的使用者若想要拍出心中理想的畫面，需要時間上的練習與經驗的累積，才有可能達到拍攝目的。雖然在市面上的數位相機內建情境模式越趨多樣，但仍不足以應付多變的環境。故本研究著重在良好曝光值的擷取與融合，能替使用者免去影像的部分曝光不足或是部分過度曝光問題，讓使用者有個良好的曝光影像[13]。

現今在許多學者的努力研究下，多媒體影像領域已然萌生出 High Dynamic Range (HDR) 融合技術，讓影像的融合有更進一步的發展，不管是影像的景深焦距問題或是影像曝光的處理，皆有不錯的結果呈現。一般影像在進行融合後，常常會產生區塊融合後的殘像，而我們可以利用不同的 HDR 融合的技術，將這類的情形降低甚至消失。這眾多學者所提出的影像曝光融合處理，也是本研究所參考的依據之一，進而衍生出屬於我們自己的影像曝光融合方法[9][11]。

對於影像曝光的問題，本研究提出一個能用於任何場景，為使用者找出最佳曝光區塊並融合成完整曝光場景畫面，減少使用者拍攝完

後製的時間，同時也提高得到良好影像照片的成功率。

## 2. 相關文獻

這幾年來影像技術飛躍的快速發展下，傳統的底片相機已然蛻變，已然不是單純的光學構造與化學變化，皆以精細小巧多變，也從底片的模式轉換成數位化，減少底片應用的同時也較為環保降低底片的浪費，使用者只須著重在某些拍攝技術下手即可。而在多方技術的進步下，本研究旨在探討如何讓使用者得到一個全面良好曝光照片，與本研究所提出的擷取良好曝光值並融合的機制應用。

### 2.1 HSV 色彩空間

本篇研究在於顏色模式的使用上，採取 HSV(Hue, Saturation, Value)，即色相、飽和度與明亮度，又稱為 HSB(Hue, Saturation, Brightness)[14]。色相(H)所代表的是顏色的基本屬性，如：藍色、綠色等等。飽和度(S)是指顏色的純度高低，若飽和度越高，則所呈現出來的顏色越純，反之，越低則會產生逐漸變灰的效果，其值範圍在 0-100%之間的數值。明亮度(V)則代表顏色的亮度，其值越高，則顏色所表現的色彩感覺會越亮，反之，明亮度越低則會越趨向黑色，以上如圖 1 所示[14]。因我們的主要研究方向為探討接近於真實的曝光亮度做最終融合，因此採用將 RGB 色彩模式轉換成 HSV 色彩模式，進而提取出亮度值，並進行其數值比較選取出優良的曝光值。

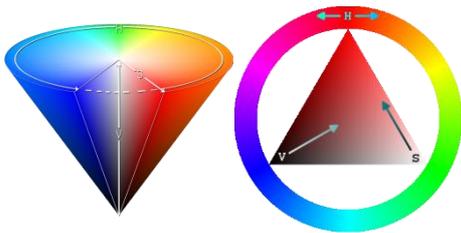


圖 1 HSV 色彩空間示意圖[14]

### 2.2 離散小波轉換

離散小波轉換(DWT)是將影像經由空間域轉換為頻率域的技术[8]。當我們把一張影像經過 DWT 的處理後，會分別析分出四個高低不同的次頻帶，分別為低頻(LL)、低高頻(LH)、高低頻(HL)、高高頻(HH)。其中 LL 為低頻部分，低頻係數為整張影像中蘊含較多重要資訊

的部分，同時人眼對於低頻的敏感度也較高，因此也較接近原影像資訊。另外 LH、HL 與 HH 這三個部分較高頻的頻帶，高頻係數越高其所代表影像較粗糙的部分，而這也是影像內容邊緣紋理的地方，人眼對於高頻的敏感度較低，但對於影像來說，卻是含有著豐富的細節資料部分。

### 2.3 標準差

標準差(Standard Deviation, STD)這個數學觀念是由學者卡爾·皮爾遜(Karl Pearson)引入到統計中，它在數學統計概念裡是用以呈現資料的分佈程度(Statistical Dispersion)[5][6]。由於標準差可被用來檢視極端值之間的差距為多少，若是標準差越大代表極大值與極小值之間落差很大，反之，標準差越小代表極大值與極小值之間相差並不大。而運用標準差的好處是不會因為得知平均數而忽略了部分的極端值。目前標準差的觀念被廣泛運用在股票以及共同基金投資風險的衡量上，主要是根據基金的淨值或是股價在一段時間內，其波動的情況計算而來。

由此可知，經由計算所求得的標準差越大，其代表大部分數值與其平均值(Mean)之間差異較大；相反的，求得的標準差越小，則代表這些數值與平均值的落差較為接近。因此使用標準差的概念可以用來觀察實驗樣本，可以明確地觀察出分布情形。在 Lee 學者的研究中，可以發現如果將 AC 值透過運算後的標準差越大，其影像相對清晰[6]。

### 2.4 影像融合

影像融合(Image Fusion)之技術主要是將兩張或是兩張以上的影像，經由特定的方法擷取出影像中相對重要的資訊，並將這些被擷取出來的資訊作融合的技术[3]。

圖 2 為影像融合方法的流程[4]，通常都是先利用不同的方式來對原始影像作分析，例如把影像分成多個區塊或利用轉換的方法，將資料轉換成差異性較大且有利於比較的型態，再之，使用適當的聚焦測量方法對分析過的區塊或是影像進行測量或是計算，而逐一對測量的結果進行比較，例如：類神經網路(Artificial Neural Networks, ANN)、取最大值(Choose Max)、最近鄰居法(K-Nearest Neighbor, KNN)與加權平均(Weighted Average)等等，經過逐一

得比較後，將最後的結果放在同一張影像之上，再進行結合或是反轉，即會得到融合之後的最終結果影像[7][10]。在此篇研究中將會利用 Lee 學者對焦測量的方法，將其應用於我們的融合技術中。

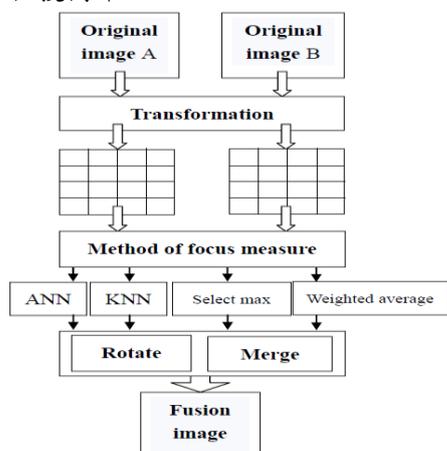


圖 2 一般進行影像融合之過程[4]

### 3. 曝光影像融合

本研究實驗所採用之影像皆利用 Canon 單眼數位相機型號 600D 所攝，原始的實驗影像樣本大小都設為 3184×3456 維度的 TIF 影像檔。

而本研究所採用的方法為利用離散小波轉換(DWT)方法，進而分析出影像區域內的特徵，轉換後再使用標準差(STD)方法來判斷影像區域內曝光資訊的豐富程度。在這部份我們假設經過標準差的運算後，其值越大則代表影像區域內的曝光值越適中，相反地，區域若經過計算後的值越小，代表曝光為不足或過曝[6]，透過以上的推演導論，我們將其運用在影像融合的技术上，比較在相對上的兩張影像所對應之區域，選擇標準差大者當作影像融合的基底。實驗流程如圖 3 所示：



圖 3 本研究之研究架構

### 3.1 前置處理

一開始本研究利用兩張原影像中的背景與主體景物皆為相同，不同的部分為拍攝時快門的進光時間。因為拍攝時會依照拍攝者對於哪些主體物件感興趣，而給予其較佳的快門時間來獲取較好的曝光值，因而兩張實驗用的原始影像中曝光適中、過度曝光和曝光不足的部分將會有所不同。每一組實驗會利用兩張前、後景相同但是曝光程度不同的影像，接下來將使用我們的方法按照步驟一一將之實現影像的融合。

### 3.2 HSV 色彩轉換

本研究實驗樣本影像後，會經由程式碼公式將之由 RGB 色彩模式轉換成 HSV 色彩模式，轉換後再從此模式中，單獨的取出明亮度(V)的值，依此開始進行曝光研究的分析[14]。

### 3.3 區塊化切割

通常在進行多媒體影像處理研究時，會先將影像分割成多個固定大小的區塊，而這些切割的區塊大小通常由研究者自行定義，一般也會根據不同研究而選擇合適的區塊大小。[12]

本研究對於過去學者在進行影像處理時，皆使用像素層級的大小進行處理這方面，提出一些能夠加快進行的想法。通常在進行影像研究時，認為將樣本區塊取得越小越細，其得到的效果佳，但卻忽略了分析得越細而數據越是龐大，進而會影響到在運算時所耗費的時間。因此本研究在進行區塊分割時，會選擇進行大區塊的分割，在進行運算時也比像素層級大小區塊來得快。本研究在進行區塊的分割時，會分別將影像原始圖進行 3×3 的切割數量，因此原始影像會變為 9 個區塊影像，以便下個階段的進行。

### 3.4 離散小波轉換(DWT)

本研究在此部分將會利用二維的離散小波轉換方法，將上步驟的各個區塊進行 DWT 轉換，轉換後會分別取得各區塊的低頻(LL)、低高頻(LH)、高低頻(HL)、高高頻(HH)，而本研究在於低頻部份的數值不列入考慮，因此執行更進一步的分析時，便不會使用到與低頻相關的參數。

### 3.5 標準差(STD)計算

取得各個區塊的低高頻(LH)、高低頻(HL)、高高頻(HH)後，先將每個區塊的 LH、HL、HH 進行絕對值的轉換，再之將這三個頻帶加總後進行標準差(STD)的運算，則每個區塊即會得到各個權重的 STD 值。

### 3.6 影像融合

本研究透過上個步驟的 STD 的運算與取得其值後，會進行最後的一個步驟，將每個區塊的曝光 STD 值進行比較，把兩張影像各 9 個的區塊挑選出曝光良好的部分，使之保留下來，最後進行融合，進而得到一張全區域曝光良好的影像，如圖 4 所示。

左上影像(a)為前景曝光正常，而後景曝光為過曝狀態，因而前景的紋理較為清晰，顏色也比較正常，所以可以看到石磚的細紋，後景則因過度曝光導致部分紋理消失，顏色也較為不自然。右上影像(b)為前景曝光不足導致過暗，紋理也因此而不見，同時顏色也都偏黑；在後景部分，紋理與顏色皆以自然的狀態呈現。

進行本研究的曝光影像融合方法後，可以看到影像(c)融合後的影像，前、後景皆呈現曝光適中的狀態，紋理細節與顏色以自然的狀態呈現。與影像(a)、(b)相比較之下，很明顯的可以看出影像(c)為較佳的結果。經過此實驗後，可驗證本研究提出的方法是有效且不錯的。

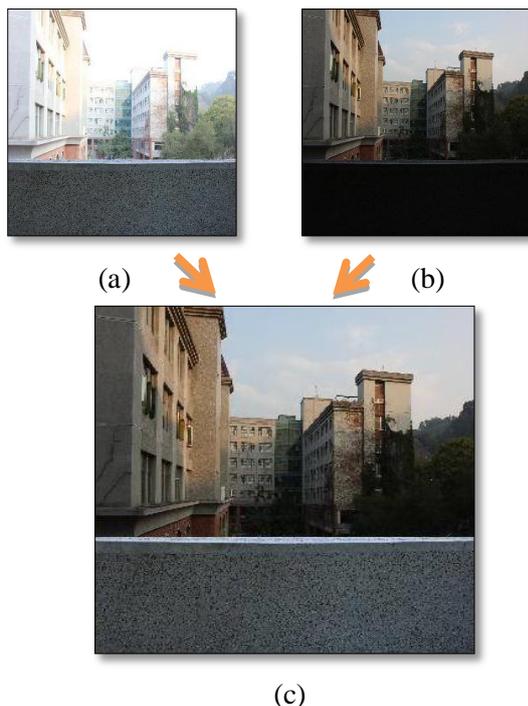


圖 4 本研究進行曝光融合後最後結果

## 4. 結論

隨著時代的推移，人們可以接觸到相機的機會也隨之提高，因此多媒體影像技術也就跟著迅速發展。但為了追求影像的高完整度，例如影像呈現出來的畫面與使用者心中所想的樣子等等問題，是許多學者所探討解決的方向。本研究所探討與提出的方法，是替使用者解決在影像拍攝時，常常遇到的曝光問題。一張擁有良好曝光的照片，有助於提升其他影像參數，使之呈現出自然且良好的畫面。

本研究在未來的研究方向，為降低運算曝光量的執行時間效率，讓曝光影像融合的結果更加完善。在影像分割區塊的大小部分，區塊的大小適用於何種場景，也是未來需要去探討研究的方向之一，這可以用來減少影像融合時的運算時間。

### 致謝

本研究感謝國科會計畫 NSC 102-2221-E-324-031-所提供的補助。

### 參考文獻

- [1] Aamer Mohamed, F. Khellfi, Ying Weng, and, Jianmin Jiang, Stan. Ipson, "An efficient image retrieval through DCT histogram quantization," Proc. of the International Conf. on CyberWorlds, pp.237-240, 2009.
- [2] Aronld W. M. Smeulders, Marcel Worring, Simone Santini, Amarnath Gupta, and Ramesh Jain, "Content-based image retrieval at the end of the early years," IEEE Transactions, on Pattern Analysis and machine intelligence, Vol.22, No. 12, pp.1349-1380, 2000.
- [3] Bin Yang and Shutao Li, "Multifocus image fusion and restoration with sparse representation," Journal of Instrumentation and Measurement, Vol. 59, No. 4, pp. 884 - 892, 2010.
- [4] Chu-Hui Lee and Zheng-Wei Zhou, "Comparison of Image fusion based on DCT-STD and DWT-STD," in Proc. International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists, Hong Kong, 14-16 Mar. 2012.
- [5] Chu-Hui Lee, Chun-Ming Huang and Jyun-YuLiou, "Automatic exposure mechanism for a region of interesting," in

- Proc. of Conference on Business and Information, Bangkok, Thailand, July 4-6, 2011.
- [6] Chu-Hui Lee, Meng-Feng Lin, Chun-Ming Huang and Chun-WeiHsu, "A ROI focusing mechanism for digital cameras," in Proc. of Conference on Engineers and Computer Scientists, pp. 584 - 588, Hong Kong, 2011.
  - [7] Chu, J. Li and W. Zhu, "A novel support vector machine-based multifocus image fusion algorithm," International Conference on Communications Circuits and Systems Proceedings, pp. 500 - 504, 2006.
  - [8] Tianhorng Chang, C.-C. J.Kuo, "Texture analysis and classification with tree-structured wavelet transform," IEEE Transactions Image Processing, vol. 2, pp. 429-441, Oct. 1993.
  - [9] Shutao Li, Xudong Kang, "Fast multi-exposure image fusion with median filter and recursive filter," IEEE Transactions, Consumer Electronics, Volume. 58, pp. 626-632, 2012.
  - [10] Shou-Kuo Dai, Yen-Chih Wu, Yee-Jee Jan and Shu-Chuan Lin, "Segmentation and classification for fusion HCC biopsy images," International Conference on ICICE Information and System Society Technical Committee on Medical Imaging, Vol. 108, no. 385, pp. 191 - 196, Japan, 2009.
  - [11] Wei Zhang, WaiKuen Cham, "Reference-guided exposure fusion in dynamic Scenes," Journal of Visual Communication and Image Representation, Volume 23, pp. 467-475, April 2012.
  - [12] Yung-Chieh Lin, Yu-Pao Tsai, Yi-Ping Hung and Zen-Chung Shih, "Comparison between immersion-based and toboggan-based watershed image segmentation," Journal of Image Processing, Vol. 15, No. 3, pp. 632 - 640, 2006.
  - [13] 吳得豪，2008，「自動曝光機制之研究」，朝陽科技大學資訊管理系碩士論文。
  - [14] <http://zh.wikipedia.org/wiki/HSV%E8%89%B2%E5%BD%A9%E5%B1%9E%E6%80%A7%E6%A8%A1%E5%BC%8F>, 2014.