

ROI區塊之自動曝光機制

李朱慧
朝陽科技大學
資訊管理系
chlee@cyut.edu.tw

黃俊銘
國家實驗研究院
晶片系統設計中心
cmhuang@cic.narl.org.tw

柳俊毓
朝陽科技大學
資訊管理系
s9814622@cyut.edu.tw

摘要

由於現今數位相機(Digital Camera, DC)拜科技發展所賜，從過去的底片式轉變成數位式之外，在結構與外型上也越來越精細。為了讓人們能更容易可以拍出合適情境的照片，現在的數位相機都會內建很多種情境模式，讓人們可以選擇適合的場景模式來拍攝。但在預設的情境模式下，所拍攝出的照片常會是不理想的曝光值，像是過度曝光或曝光不足等等。再加上大多數測光系統僅以畫面的中心區域做為主要測光區域。因此，想拍出理想的照片，就必須靠使用者的經驗累積。有鑑於此，本研究提出一個自動曝光機制，在使用者拍攝時，透過離散餘弦轉換(Discrete Cosine Transform, DCT)、標準差(Standard Deviation, STD)以及選取感興趣區域(Region of interest, ROI)進行區域頻譜分析，開發一套自動找出最佳曝光值的系統，讓使用者可以拍攝出接近實體色彩的好作品。

關鍵詞：曝光、離散餘弦轉換、標準差、感興趣區域。

1. 前言

在過去，傳統的相機是經由底片而且無法即時瀏覽拍攝好的照片，且要拍出有質感的照片需要有一定的專業知識，造成使用者在使用上面的困難度。因此，過去會接觸到相機，通常是對於拍攝有興趣或者是對相機有專業認知的人們。不過，由於現今的數位相機(Digital Camera, DC)結構越來越精巧且科技日新月異，進而將過去底片式進化成數位式，幾乎在數位影像中，壓縮儲存格式都是定義為 JPEG，它被廣泛用於網路和影像資料庫中[5]。其中

的影像感光元件是電荷耦合元件(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，用來取代底片的影像感光功能。而目前市面上的數位相機都是以簡單使用做為設計重點，因此，現在數位照片越來越普及化，無論老少都會使用數位相機來拍攝照片，例如：人、物、風景等等。為了讓人們能更容易可以拍出合適情境的照片，目前的數位相機裡面都會內建很多種情境模式，供人們選擇適合的模式來拍攝，不過因為是預設的情境模式，所以在拍攝方面，調整對焦、快門以及光圈，幾乎全部由相機自動判定。因此大多數的測光系統是以影像中心為主要重點，所以當使用者希望突顯其他區域，就必須把中心畫面移到想要拍攝的區域，加上如果不考慮天候情況下，其餘的地方就無法得到最佳的曝光值，導致拍攝出的照片之曝光值都不理想，例如：曝光過度或者曝光不足等的數位照片。

由此可知使用者要拍出很好的影像作品必須要反覆的一直練習，雖然現在的數位相機都有內建很多種情境模式，但還是無法補足。截至目前為止，在市面上所販售的數位相機尚未能有對此一問題提供較佳的解決方式，所有的機種不論廠牌皆是以中心點之測光重心，並且離中心點愈遠的區域利用加權計算的方式或可能有不予考慮的情形，功能強大一點的機種會附加上使用者自行手動微調的功能，但對此一問題始終沒有一個較佳的處理方式。因此，假如現在有一個數位相機的測光輔助系統可以幫助使用者自動判斷出最佳的曝光數值範圍，如此一來使用者便不需再去煩惱曝光失焦的問題[1]，便可以專心在場景構圖的成像部份。

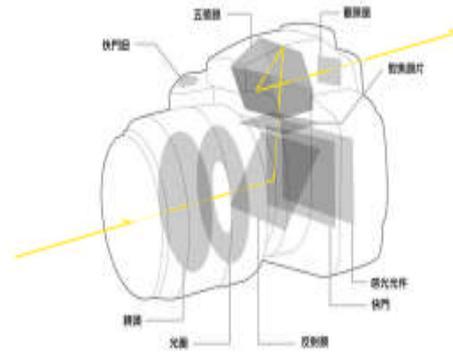
有鑑於此，本研究針對上述問題與需求，提出一套能適用在任何場景的自動曝光機制主要著重在探討自動決定最佳曝光值的研究，讓一些較為瑣碎的微調可以交由數位相機自動偵測判斷，協助使用者能拍攝出一張好作品的成功率，降低一些人為可能產生的曝光錯誤。本研究所提出的方法，將於拍攝時，進行離散餘弦轉換 (Discrete Cosine Transformation, DCT) 與標準差 (Standard Deviation, STD) 進行影像特徵之曝光值分析，系統將利用取得的曝光值自動找出該區塊之最佳曝光值，讓曝光機制更加精確且具有彈性，讓使用者對於數位相機的使用門檻更進一步的降低。而本研究先切割等分區塊來做分析，觀察結果好壞。再者，先前相關研究是將影像進行小區塊切割再執行離散餘弦轉換 [3][6]，例如：4×4 區塊 [3]，其中太多的切割過程會增加複雜性和計算需求。因此，本研究所提出的一個大區塊自動曝光分析的方法，將於拍攝時，透過離散餘弦轉換 (Discrete Cosine Transformation, DCT) 與標準差 (Standard Deviation, STD) 進行影像特徵之曝光值分析，系統將利用取得的曝光值自動找出該區塊之最佳曝光值，讓曝光機制更加精確且具有彈性，讓使用者對於數位相機的使用門檻更進一步的降低。

本研究的架構如下：第二節主要介紹相機的基本知識、離散餘弦轉換與標準差等相關理論；第三節為本研究之研究架構及實驗結果分析，呈現本研究方法如何進行自動曝光分析，以拍攝出最佳曝光影像；第四節為本研究結論。

2. 相關工作

2.1 相機的基本構造

數位相機稱為「靜態式數位照相機」 (Digital Still Camera, DSC)，原本只包含拍照的功能，現今的數位相機已經漸漸的加入動態式數位相機，增加錄影的功能；因為它的內部採用了許多數位控制晶片，並使用數位技術儲存影像資料。而數位相機



圖一. 相機構造示意圖[8]

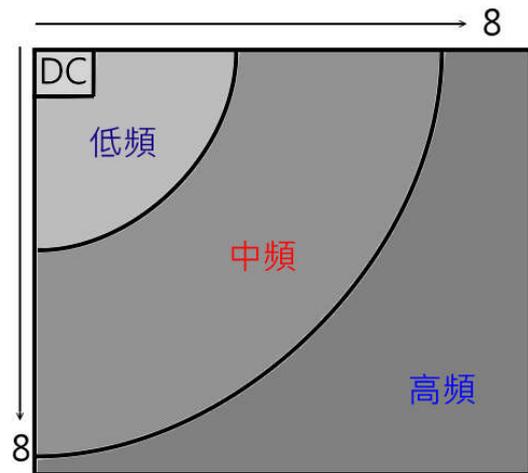
包含了「攝像光學系統」與「光電感測系統」；而攝像光學系統這部分其實和傳統底片相機相當類似，像是鏡頭、閃光燈、光圈、快門、焦距與觀景窗都是相同的構造 [1]。一般的傳統相機是透過底片感光來保存影像，而目前我們所見的數位相機，裡面有一個內建的感測器，稱為感光元件系統，有 CCD 與 CMOS。而 CCD 和 CMOS 的差異與不同點在於，CCD 比較耗電，成本也比較高，可是它的影像擷取品質卻是比 CMOS 好很多 [10]。而不論透過 CCD 或是 CMOS 元件來感光，都是對欲拍攝的物體來進行掃描 (感測因光照射而產生電荷)，進而產生一道道的反射光線，經過放大電路變成電壓 (也就是轉換成電波信號的強弱)，然後經過類比/數位轉換器將其信號轉換成數位信號，接著再交給信號處理晶片進行影像壓縮與特殊的影像處理，最後再將所得到影像儲存到數位相機的記憶體中 [10]。相機基本構造，如圖一所示。

一般而言，數位相機種類大致可分類成：(1)消費型數位相機 (2)類單眼數位相機 (3)單眼數位相機。以上這三種，功能方面上最強大的為 (3)單眼數位相機，由於它本身的快門速度、光圈、對焦以及鏡頭等等，皆可按照使用者的喜好做調整，因此使用者大部分都是對於拍照的高度要求才會選擇這產品，也因此單價相較其他兩個要貴上許多，缺點在於機身比較笨重。接受度方面上最普遍的為 (1)消費型數位相機，因為使用上容易且內建許多場景模式，可按照所拍攝的場景調整為合適模式，所以在

接受性與使用性方面，不分男女年齡都越廣泛，也因為價格親民便宜、機身輕巧，不需要對於拍照有充分的了解便可使用。但是，由於是內建模式的關係，快門速度、光圈、景深以及對焦等等，無法像(3)單眼數位相機這樣可以自由的調整所需的細節設定，所以相較之下在拍攝出來的效果，單眼數位相機效果還是會好一點，相對的，設定上也會比較繁複。而(2)類單眼數位相機在最近已經慢慢追趕上單眼數位相機的腳步，因為有兩者的優點，輕巧時尚且可以更換鏡頭，已成為使用者另一種選擇。

2.2 離散餘弦轉換 (Discrete Cosine Transform)

網路發達加上數位媒體快速增加，在網路上常見的照片或圖片，我們都稱為數位化影像，而數位化影像資料可分為空間域 (Spatial Domain) 影像資料與頻率域 (Frequency Domain) 影像資料。空間域和頻率域分別為空間域是人類眼睛即可分辨的影像，而頻率域則是由空間域影像轉換而成。在空間域轉換頻率域的方法中最常見的就是「離散餘弦轉換 (Discrete Cosine Transform, DCT)」與「離散小波轉換 (Discrete Wavelet Transformation, DWT)」[1]。透過離散餘弦轉換，其目的在於將數位化影像的空間域進行運算後轉換成頻率域的轉換方法，此方法是與傅立葉轉換相關的一種轉換方法，並類似於離散傅立葉轉換 (Discrete Fourier Transform, DFT) [9]。因此透過離散餘弦轉換的頻率域轉換過程中，可將數位化影像資料中不同頻率過濾出來，由於 DCT 具有良好的能量壓縮和集中之特性[2]，數位化影像資料會呈現能量高低分佈，頻率域影像中分為低頻以及中、高頻三個部分，如圖二所示。DC 係數代表影像之平均值能量，其中影像的低、中頻區域，對於敏感的人類眼睛，這是重要的影像索引，也是人類眼睛感官最敏感的區域，而影像的高頻區域則無法察覺。本研究是使用數位單眼相機進行拍攝之實驗影像，所產生出來的數位影像是經



圖二. 離散餘弦轉換示意圖 [2]

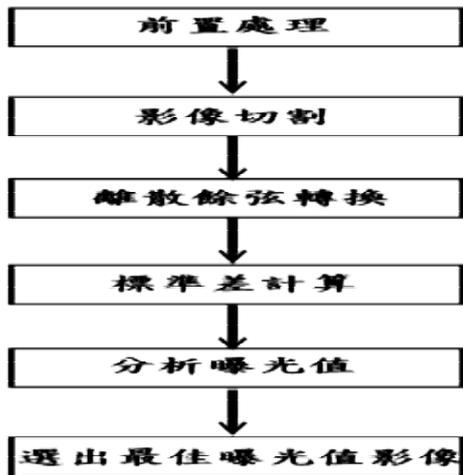
由離散餘弦轉換方式轉換而成。因此，本研究採用離散餘弦轉換為研究架構方法之一。

2.3 標準差 (Standard Deviation)

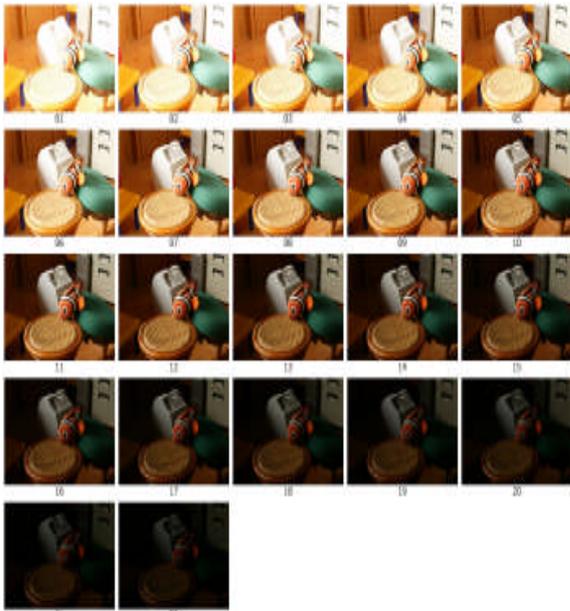
標準差的觀念是由卡爾·皮爾遜 (Karl Pearson) 引入到統計中，是一種表示分散程度的統計觀念，在機率統計中最常使用作為統計分佈程度 (Statistical Dispersion) 上的測量。標準差亦可當作不確定性的一種測量[7]，例如在物理科學中，做重複性測量時，測量數值集合的標準差代表這些測量的精確度，當要決定測量值是否符合預測值，測量值的標準差佔有決定性的重要角色，如果測量平均值與預測值相差太遠，則認為測量值與預測值互相矛盾，因為如果測量值都落在一定數值範圍之外，可以合理推論預測值是否正確。簡單來說，標準差是一組數值自平均值分散開來的程度的一種測量觀念。一個較大的標準差，代表大部分的數值和其平均值之間差異較大；一個較小的標準差，代表這些數值較接近平均值[7]。因此使用標準差可以來觀察實驗樣本的分佈情況。

3. ROI 最佳曝光值測量

本研究實驗影像採用 Canon-Eos-1Ds 單眼數位相機所拍攝，原始實驗影像樣本大小皆為 4064×2704 維度的 PNG 圖像檔，



圖三. 本研究之研究架構圖



圖四. 實驗影像同場景之不同曝光值

經由前置處理將同場景不同曝光值取樣，影像集共 22 張。然而本研究設立方法，將影像進行切割，提供給使用者自行選取感興趣區域(Region of interest, ROI)進行拍攝的曝光分析，再利用離散餘弦轉換將空間域轉為頻率域，以利進行曝光值計算，最後經由曝光值自動分析選出最佳曝光像。本研究之研究架構，如圖 3 所示。

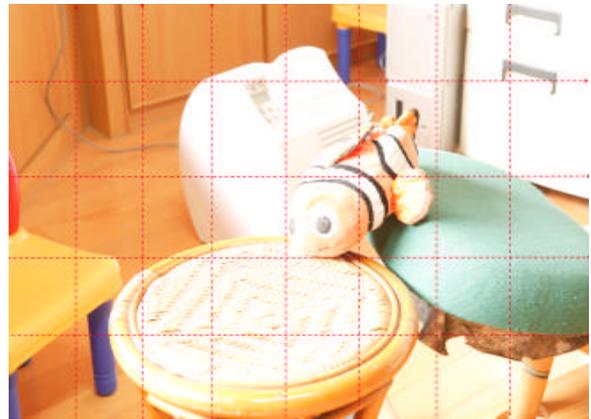
3.1 前置處理

本研究所採用的實驗影像樣本大小皆為 $i \times j$ ，總共拍攝 m 張同場景而不同曝光值的實驗影像樣本，分別由曝光度亮到暗

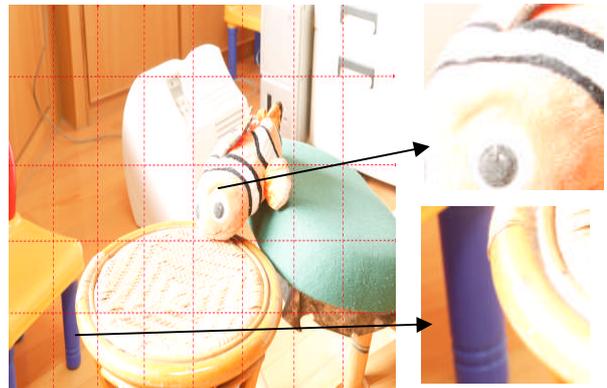
的排列順序來做觀察。如圖四所示，實驗影像樣本順序為左至右，上而下排列，分別由曝光度亮到暗的排列順序。前兩張影像樣本是曝光值最明顯的，可以觀察出曝光過度，而最後兩張影像樣本則明顯的曝光不足。

3.2 影像切割

為增加拍攝時的自動曝光彈性，首先將原始檔大小為 $i \times j$ 切割成 r 個子區塊，其中每個子區塊大小為 $x \times x$ ，如圖五中紅色虛線部分所示。本研究提供使用者對影像自行選擇 ROI 區塊，如圖六中黑色實線部分所示。選擇感興趣的 ROI 子區塊共有 m 張，曝光度由亮到暗的影像。每張影像切割成相同的 ROI 區塊分別為 $r_1, r_2, r_3 \dots r_m$ 。共提取 r_m 張影像，由曝光度最亮到最暗，接著由 3.3 部分中的離散餘弦轉換以及 3.4 中的標準差分別計算出各張影像子區塊的曝光值，觀察變化的值，找出比較接近原始實體顏色的影像。



圖五. 切割原始實驗樣本影像之示意圖



圖六. 使用者選取之區塊例圖

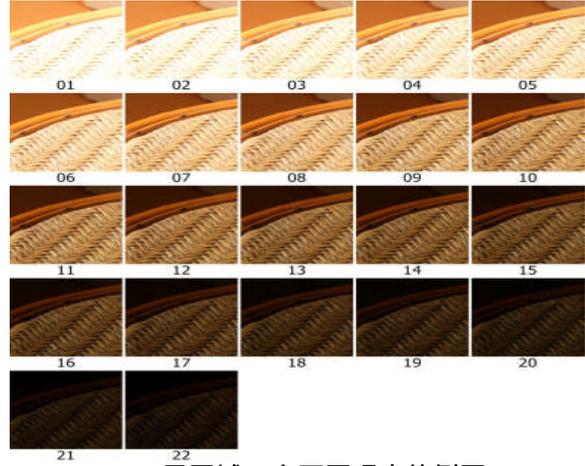
3.3 離散餘弦轉換

首先經過前置處理，從所拍攝的 m 張實驗影像樣本，執行切割數個等分子區塊的動作，切割為 r 個子區塊，接下選取感興趣之 ROI 子區塊，取出 m 張圖同一 ROI 子區塊，實驗影像樣本表示為 $r_1, r_2, r_3 \dots r_m$ 張影像，總共有 m 張實驗影像樣本，各子區塊中的 r_m 張實驗影像樣本，而本研究之實驗影像樣本皆為二維影像，因此使用二維之離散餘弦轉換(2D-DCT)將影像從空間域轉換成頻率域，如公式(1)。運行離散餘弦轉換(DCT)將實驗影像樣本從空間域轉換成頻率域，並會產生頻率域的 DCT 影像定義為 $D(i, j)$ 。由於轉換好的 DCT 影像中含有許多細節資訊，因此要分析這些頻率域的資訊，本研究透過 3.4 介紹中使用 STD 來分析曝光值。二維離散餘弦轉換，如公式(1)所示[2]。

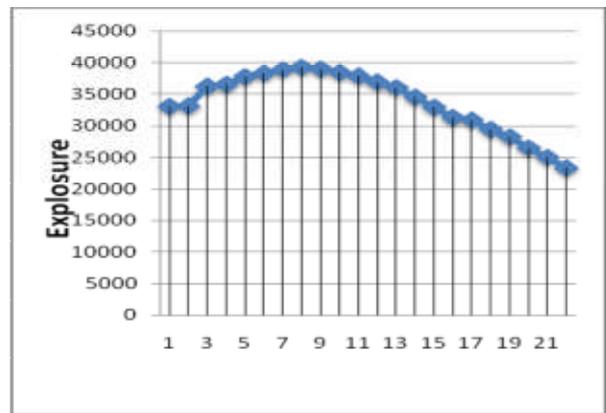
$$D(i, j) = \frac{1}{\sqrt{2N}} C(i)C(j) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} I(x, y) \cos\left[\frac{i(2x+1)\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{j(2y+1)\pi}{2N}\right] \quad (1)$$

3.4 曝光值計算

標準差計算是分別計算分析出各張子區塊之 DCT 影像的值，本研究先透過 DCT 轉換成頻率域影像，而 $D(i, j)$ 的值特別高的話代表該影像在第 $I(i, j)$ 個 DCT 係數基底的頻率較集中，曝光好的影像，細節特徵會較明顯，因此係數會集中在特定基底上，所以本研究透過 STD 來評估 DCT 係數的變化。 $I(x, y)$ 為轉換後的 DCT 空間係數矩陣； $D(i, j)$ 為頻率係數矩陣，分別為 $x_1, x_2, x_k, \dots, x_n$ ； x_1 為 DC 值， μ_i 為 $n-1$ 個 AC 值加總平均，是將轉換後的 DCT 頻率域影像取 AC 係數扣除 DC 係數做運算並分析及觀察變化值。而 AC 係數部分是包含頻率資訊，描述影像之各種細節內容，而本研究注重在 AC 值的部分，也就是中高頻的分佈做為主要觀察的重點。在 3.3 的部分中說明了 DCT 轉換後的實驗結果。接著利用標準差來測量是否符合預測值，每個 r_i ， $1 \leq i \leq m$ 子區塊都計算出其標準差 σ_i ，如



(a) 子區域-1 之不同曝光值例圖



(b) 子區域-1 之相對應之曝光值
圖七. 子區域-1 曝光值分析

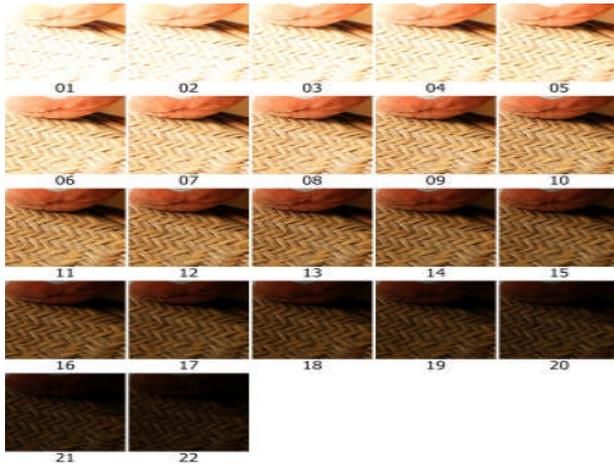
下列公式(2)、(3)所示。平均值公式如公式(2)；子區域之標準差公式如公式(3)，其中 $N = x \times x$ 為子區塊大小。由於曝光正確的影像，細節會較多；因此 AC 值的係數會較大，其標準差值也會較大，由此可得標準差最大的影像即為曝光值最佳之影像。接下來的實驗中，將以計算出來標準差 σ_i 代表第 i 張影像在 ROI 區塊的曝光值。

$$\mu_i = \frac{1}{N-1} \sum_{j=2}^N \chi \quad (2)$$

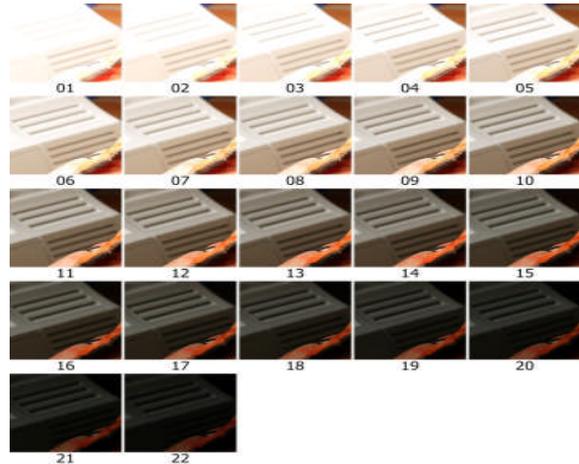
$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{N-2} \sum_{i=2}^N (x_i - \mu_i)^2} \quad (3)$$

3.5 分析曝光值

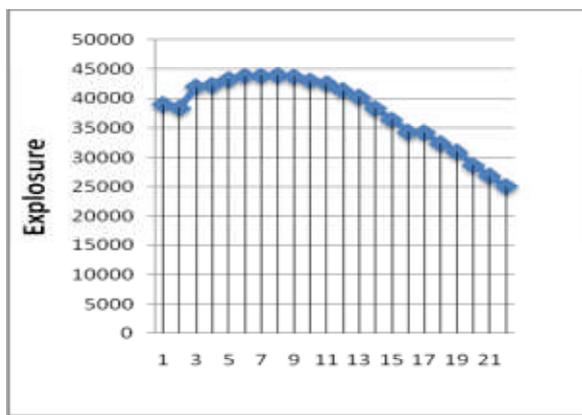
計算出各張影像的標準差後，進而觀察標準差變化，找出比較接近原始實體顏色的影像。而本研究選出這幾個實驗影像樣本做說明，共拍攝 22 張曝光值由亮到暗之影像，圖七、圖八與圖九的(a)部份分別為本研究 3 個 ROI 區塊，編號 01 是曝光



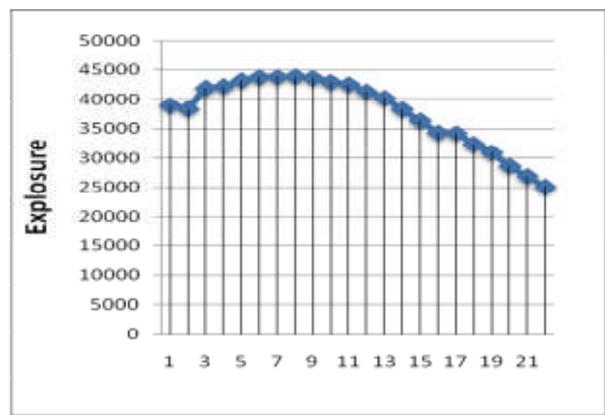
(a) 子區域-2 之不同曝光值例圖



(a) 子區域-3 之不同曝光值例圖



(b)子區域-2 之相對應之曝光值
圖八. 子區域-2 曝光值分析



(b) 子區域-3 之相對應之曝光值
圖九. 子區域-3 曝光值分析

值最亮，編號 22 是曝光值最暗。分別由左至右，上至下排列，也可以觀察出是由過度曝光到曝光不足的排序，方便做觀察的動作，從圖中可了解在不同曝光度的區域，曝光值的結果也會不同。例如：圖七(a)影像樣本中從肉眼觀察 07、08 和 09 這三張圖，都很接近實體顏色，而本研究透過 DCT 轉換與曝光值分析，亦可以選出 08 影像才是正確的。圖七、圖八與圖九的(b)部分是本研究的分析結果。其中以本研究所提的方法，分別可選出圖七的最佳曝光影像是第 08 張；圖八的最佳曝光影像為第 08 張；圖九的最佳曝光影像為第 08 張。經由以上不同區塊不同曝光值分析例圖，可以了解本研究的實驗結果，分析出最佳曝光值結果都與目測一致。因此本研究可以幫助使用者分析，選出與實體顏色接近之影像，從曝光值中可以觀察出，最高的值為細節最多之影像。另外，本研究也發

現如果在不同區塊中，曝光值的量也會隨著不同區塊之曝光值而有所不一。所以並不是每張影像最佳都在 08 張，未來將分析不同大小之區塊來達到更有彈性的曝光值系統。

4. 結論

數位相機隨著科技的發達，變得相當的便利，幾乎人人手上都有數位相機的設備，因此數位圖片內容大量增加，但常常拍攝照片時會有過度曝光或者曝光不足的影像產生，造成曝光結果可能不符合使用者需求，本研究藉由相機對同一場景影像，並取得前後不同曝光的實驗影像樣本張數進行本實驗，藉由整張影像的特徵向量，經過離散餘弦轉換和標準差計算，分析出曝光值之後，自動分析之最佳曝光值，以協助使用者能更輕易拍攝出好的影像作品。

未來研究部份，可以考慮針對不同大小之區塊做研究，如 8×8 或 16×16 ，探討計算效能與區塊大小的關聯性。本研究提出一自動判斷曝光之機制，且能應用於各種不同的場景情境，唯在運算的負載上較為吃重，對即時分析的反應時間有待改進。在後續的研究上，本研究期望能找出有效改善本方法運算負載過重的解決方案，讓在保有精確度的同時也能有可以被接受的運算效能。

致謝

本研究感謝國科會計劃 NSC 99-2221-E-324-042-所補助。

參考文獻

- [1]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。
- [2]M. J. Hsiao, Y. P. Huang, and T. W. Chiang, “A region-based image retrieval approach using block DCT,” Proc. of the Second International Conf. on Innovative Computing, Information and Control, pp. 218, 2007.
- [3]X. Y. Huang, Y. J. Zhang, and D. Hu, “Image retrieval based on weighted

texture features using DCT coefficients of JPEG images,” Proc. of the 4th Int. Conf. on Information, Communications and Signal Processing, and the 4th Pacific Rim Conference. on Multimedia, Vol. 3, pp.1571-1575, 2003.

- [4]A. Mohamed, F. Khellfi, Y. Weng, and, J. Jiang, S. Ipson, “An efficient image Retrieval through DCT histogram quantization,” Proc. of the International Conf. on CyberWorlds, pp.237-240, 2009.
- [5]A. W. M. Smeulders, M. Worring, S. Santini, A. Gupta, and R. 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.
- [6]G. Sorwar and A. Abraham, “DCT Based Texture Classification Using Soft Computing Approach,” Malaysian Journal of Computer Science, Vol. 17, No. 1, pp. 13-23, 2004.
- [7]http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_Deviation, 2010.
- [8]<http://mcbiohazard.pixnet.net/blog/post/9571178>, 2010.
- [9]<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/DCT>, 2010.
- [10] <http://www.minton.com.tw/main.php?Nav=CameraBasic>, 2010.