

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 期末報告

## 應用小波轉換域之虛擬影像融合法於彩色影像強化之研究

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 101-2221-E-216-033-  
執行期間：101年08月01日至102年10月31日  
執行單位：中華大學資訊工程學系

計畫主持人：李建興  
共同主持人：陳玲慧  
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：黃百祥  
碩士班研究生-兼任助理人員：陳昕宏

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

公開資訊：本計畫可公開查詢

中華民國 103 年 01 月 22 日

中文摘要：近年來，許多人會使用數位相機或智慧型照像手機來拍照，然而受到影像感應器之感光度限制，或是照明曝光環境不理想，導致影像曝光過度或曝光不足之情形，加上不均勻的光線以及空氣粒子所導致的光散射，造成影像的對比度降低，使得許多拍攝之相片並不盡人意，尤其是夜間或是陰雨天所拍攝之照片之對比度不佳。雖然市面上有許多影像處理軟體可以用來調整照片之對比度，或是有些影像強化方法可用來解決這些問題。然而這些影像強化技術由於過度的將對比度拉開，造成真實影像的失真，本計畫中，我們提出基於小波轉換之分類虛擬影像融合法來加強影像之對比，首先，採用模擬光圈級數法來產生數張虛擬影像，對於每一張虛擬影像之每一像素，我們計算其對比值及曝光正確度以計算得到其權重值，然後對每一張虛擬影像執行離散小波轉換得到各頻帶之小波轉換係數，依據權重值將所有虛擬影像之小波轉換係數融合得到融合之小波轉換係數，最後對融合之小波轉換係數執行反離散小波轉換即可得到融合之強化影像。在實驗時，我們以四種不同類別之影像做為實驗結果之比較，並將我們所提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法與下列幾種方法做比較：1)直方圖均化法；2)曝光校正法；3)局部伽瑪校正法；4)陰影校正法；5)小波轉換影像融合法；6)曝光融合法。實驗結果顯示我們所提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法可以得到品質較佳之高對比影像。

中文關鍵詞：影像強化，影像融合，小波轉換，最小可察覺差異值模型

英文摘要：

英文關鍵詞：

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

應用小波轉換域之虛擬影像融合法於彩色影像強化之研究

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 101-2221-E-216-033-

執行期間：2011年08月01日至2012年10月31日

計畫主持人：李建興

共同主持人：陳玲慧

計畫參與人員：黃百祥、陳昕宏

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、  
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

執行單位：中華大學資訊工程學系

中 華 民 國 103 年 01 月 09 日

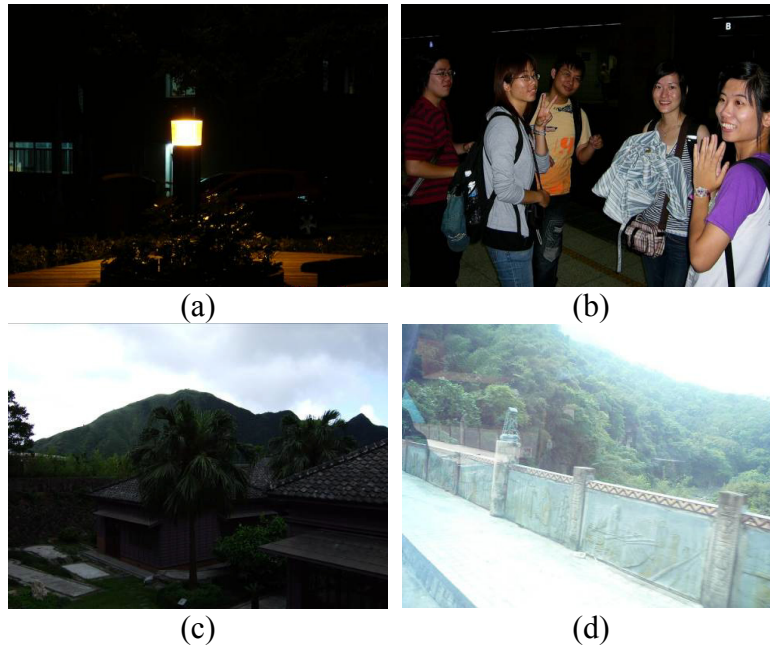
## 摘要

近年來，許多人會使用數位相機或智慧型照像手機來拍照，然而受到影像感應器之感光度限制，或是照明曝光環境不理想，導致影像曝光過度或曝光不足之情形，加上不均勻的光線以及空氣粒子所導致的光散射，造成影像的對比度降低，使得許多拍攝之相片並不盡人意，尤其是夜間或是陰雨天所拍攝之照片之對比度不佳。雖然市面上有許多影像處理軟體可以用來調整照片之對比度，或是有些影像強化方法可用來解決這些問題。然而這些影像強化技術由於過度的將對比度拉開，造成真實影像的失真，本計畫中，我們提出基於小波轉換之分類虛擬影像融合法來加強影像之對比，首先，採用模擬光圈級數法來產生數張虛擬影像，對於每一張虛擬影像之每一像素，我們計算其對比值及曝光正確度以計算得到其權重值，然後對每一張虛擬影像執行離散小波轉換得到各頻帶之小波轉換係數，依據權重值將所有虛擬影像之小波轉換係數融合得到融合之小波轉換係數，最後對融合之小波轉換係數執行反離散小波轉換即可得到融合之強化影像。在實驗時，我們以四種不同類別之影像做為實驗結果之比較，並將我們所提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法與下列幾種方法做比較：1)直方圖均化法；2)曝光校正法；3)局部伽瑪校正法；4)陰影校正法；5)小波轉換影像融合法；6)曝光融合法。實驗結果顯示我們所提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法可以得到品質較佳之高對比影像。

## 一. 報告內容

### 1. 前言

近年來，許多人會使用數位相機或智慧型照像手機來拍照，然而受到影像感應器之感光度限制，或是照明曝光環境不理想，使得許多拍攝之相片不盡人意，一般而言，日常生活中所拍攝之相片會受到下列幾點因素之影響：(1)由於曝光不足使得相片偏暗(圖一(a)) (2)前景物體曝光過度而背景則曝光不足(圖一(b)) (3)由於背光效應而使得背景明亮但是前景陰暗(圖一(c)) (4)受到霧或水氣之影響使得相片之對比不佳(圖一(d))。市面上有許多影像處理軟體(如 Adobe Photoshop 或 Picasa 等)[1-2]或是影像強化方法[3-13]可用來解決這些問題。一般而言，這些方法可以簡單分為四類：直方圖法[3-6]，轉換法[3, 7, 8]，曝光較正法[9, 10]及影像融合法[11-13]。

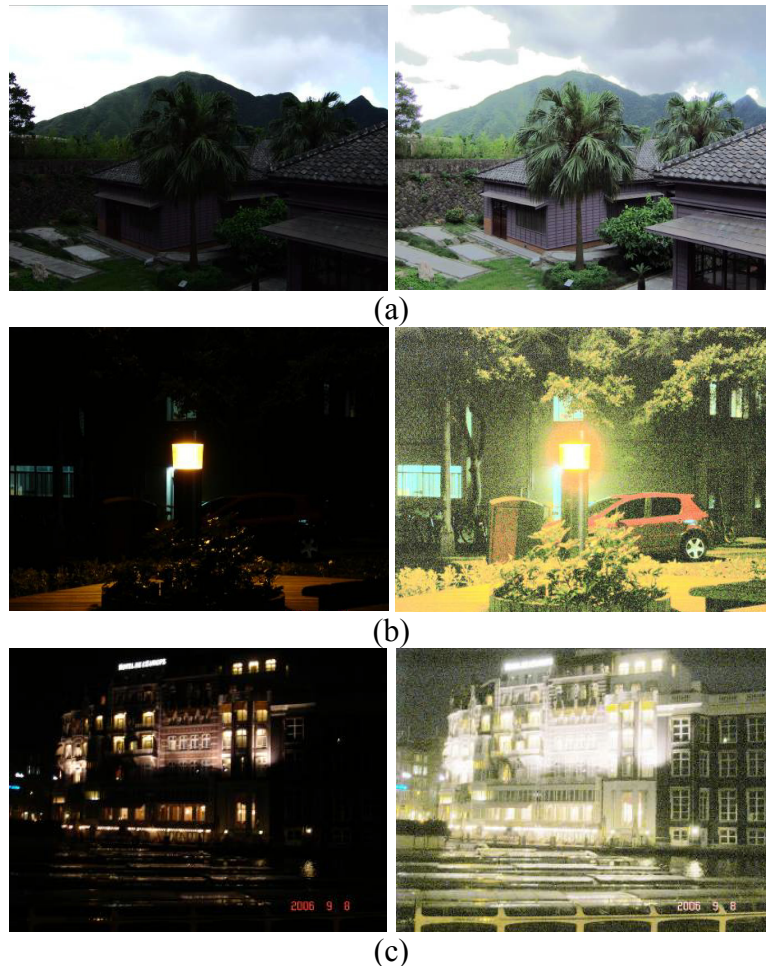


圖一、對比度不佳之相片(a)偏暗之相片 (b)背景偏暗 (c)前景陰暗 (d)對比不佳之相片

目前最廣為應用之影像強化方法應該是直方圖均化法(Histogram equalization, HE)，此方法主要目的是調整影像之直方圖使之趨近於均勻分佈，藉以找到影像亮度值之非線性對應函數，此一方法能將發生機率較高之亮度值拉開且將發生機率較低之亮度值加以壓縮以產生較高對比之影像。然而，直方圖均化法有以下之缺點：(1) 錯誤輪廓(false contour) (圖二(a)) (2) 放大雜訊(圖二(b)) (3) 刷白效應(washed-out appearance) (圖二(c))。因此許多改良之直方圖均化法[4-6]被發展出來解決上述之問題。雙直方圖均化法(bi-histogram equalization)及二元子影像直方圖均化法(dualistic sub-image histogram)將整張影像之直方圖切為二部分，再將直方圖均化法應用於每一子直方圖，這些方法能保留原始影像之整體亮度值至某一程度，對於一些消費性電子產品之影像顯示是一重要因素，然而這些方法會在影像中產生一些鋸齒現象。Pizer 等人[6]提出可調適性直方圖均化法(adaptive histogram equalization, AHE)，首先將一張影像切割為幾個區塊，然後將直方圖均化法應用於每一個區塊，最後再以二次線性內插法來消除區塊間之邊界效應，這些方法之缺點是影像中之某些區域可能被過度強化。

轉換法[3, 7, 8]以一些轉換函數(例如冪次方函數、指數函數或對數函數)來決定每一輸入亮度值之對應輸出亮度值，對於曝光不足或曝光過度之影像，藉由選擇適當之參數，轉換法通常可以得到適當強化對比之影像。然而，如果影像中同時存在曝光不足及曝光過度之區域，轉換法就無法同時對此兩區域產生合適之對比。Moroney[7]提出以像素為基礎之伽瑪校正(gamma correction)之影像強化方法，對每一像素之伽瑪校正值是由

其相鄰像素之亮度值決定，其缺點是在影像邊緣部分會產生光暈效應(halo effect)，因此 Schettini 等人[8]提出依輸入影像做局部性調整之指數校正函數，嘗試以雙側濾波器(bilateral filter)來計算指數校正函數之遮罩值，用以解決光暈效應，然而卻使得整張影像之對比也隨之降低。



圖二、直方圖均化法之缺點(左邊為原影像、右邊是直方圖均化法處理後之影像)(a)錯誤輪廓 (b)放大雜訊 (c)刷白效應

曝光法[9, 10]則是定義光線照度與目標物體亮度間之對應函數，並用以調整影像之曝光度，Battiato 等人[9]利用相機反應曲線(camera response curve)來做曝光校正，首先，找出影像中視覺上較重要之區域並計算其亮度平均值，然後計算此亮度平均值與目標亮度值之差異值，再以此差異值來修正影像中每一像素之亮度值，此方法通常對於目標區域可以得到之不錯之強化效果，但對於其他區域可能產生較差之對比。Safonov 等人[10]則對於不同之曝光缺陷提出全域及局部域之曝光校正法，其方法是依據對比展開法(contrast stretching)和以原影像之亮度及預估之反射亮度值來做半透明影像重疊

(alpha-blending)。曝光法之缺點是無法同時兼顧影像中每一區域，使得部分區域之曝光度不佳。

影像融合法[11-13]嘗試結合同一物景之多張影像資訊，將每一影像之重要資訊擷取出來以產生一張融合影像，使得融合影像相對於每一原始影像包含較豐富之影像資訊內容。在此方法中，通常對於每一張輸入之影像，我們必需先產生數張虛擬影像(pseudo image, virtual image)，然後再以影像融合演算法將這些虛擬影像結合以產生強化對比之融合影像。Hsieh 等人[11]將輸入之原始影像及直方圖均化法強化之影像以線性函數來融合以產生融合影像。Pei 等人[12]首先以輸入之原始影像產生兩張虛擬影像：直方圖均化法強化之影像及以拉普拉斯運算所強化之影像，然後將這兩張虛擬影像分別做離散小波轉換(discrete wavelet transform, DWT)，最後再將其離散小波轉換係數結合以產生高對比之融合影像。Lim 等人[13]首先以輸入之原始影像以強度映設函數(intensity mapping function)產生多張不同曝光度之虛擬影像，再將這些虛擬影像結合以產生融合影像，其提出兩種不同方法來設計強度映設函數：(1)以相同攝影機拍攝多張不同曝光度之影像用以預測該攝影機之相機反應函數(camera response function)；(2)直接以冪次方函數來代表強度映設函數。在方法一中所學習得到之相機反應函數通常僅適用於同一款相機，而方法二必需選定適當之冪次方函數之參數方能產生高對比之融合影像。

本計畫中，我們提出基於小波轉換之分類虛擬影像融合法來加強影像之對比，首先，採用模擬光圈級數法來產生數張虛擬影像，對於每一張虛擬影像之每一像素，我們分析其對比值及曝光正確度並加以結合計算其權重值，然後對每一張虛擬影像執行離散小波轉換得到各頻帶之小波轉換係數，依據權重值將所有虛擬影像之小波轉換係數融合得到融合之小波轉換係數，最後對融合之小波轉換係數執行反離散小波轉換即可得到融合之強化影像。

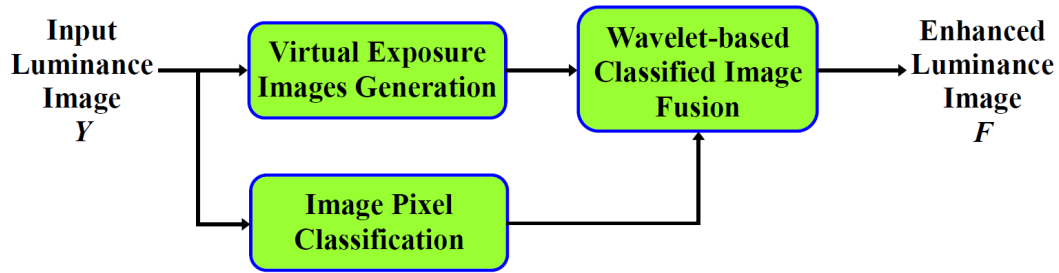
## 2. 研究目的與研究方法

本計畫中，我們提出基於小波轉換之分類虛擬影像融合法以強化一般影像之對比度，由於我們所提出基於小波轉換之分類虛擬影像融合法是強化影像之亮度值，因此我們先對彩色影像之  $R, G, B$  值轉換為亮度值：

$$Y(x, y) = 0.299 \cdot R(x, y) + 0.587 \cdot G(x, y) + 0.114 \cdot B(x, y)$$

接著以此亮度影像為基礎，藉由模擬不同光圈級數(F-stops)來產生數張虛擬影像，同時將亮度影像中之每一像素以多階門檻值(multilevel thresholding)演算法分成三類：偏

暗像素、曝光正常像素、及偏亮像素，最後再以分類影像融合法來產生強化之融合影像，圖三為本方法之架構圖。



圖三、基於小波轉換之分類虛擬影像融合法之架構圖

## 2.1 虛擬影像之產生

在本計畫中，我們採用模擬光圈級數法來產生數張虛擬影像。在攝影時，相片之曝光度主要是由快門速度及光圈大小來控制，快門速度決定快門開啟的時間，而光圈大小則決定光線進入相機之孔洞(光圈)之大小，一般相機都採用標準光圈級數(F-stop)來決定光圈大小，例如 F1.4, F2, F2.8, F4, F5.6, F8, ...，其中 F1.4 之曝光度為 F2 之 2 倍，F2 之曝光度為 F2.8 之 2 倍，以此類推。在本計畫中，我們將模擬不同光圈級數來產生數張虛擬影像，假設原始輸入影像  $Y$  之光圈級數為  $f$ ，則虛擬影像  $Y_k$  之光圈級數為

$$f_k = f + \frac{1}{2} \times k$$

$k$  為整數，如果  $k=1$  代表光圈級數增加 1/2 階，表示曝光度為原來之  $1/\sqrt{2}$  倍，如果  $k=-1$  代表光圈級數減少 1/2 階，表示曝光度為原來之  $\sqrt{2}$  倍。表一顯示代入不同  $k$  值所對應之光圈級數， $k$  值每相差 1 則代表光圈級數相差 1/2 階。因此虛擬影像  $Y_k$  之每一像素之亮度值可以用下列方程式表示：

$$Y_k(x, y) = \begin{cases} Y(x, y) \times (\sqrt{2})^k, & \text{if } Y(x, y) \times (\sqrt{2})^k < 255 \\ 255, & \text{otherwise} \end{cases}$$

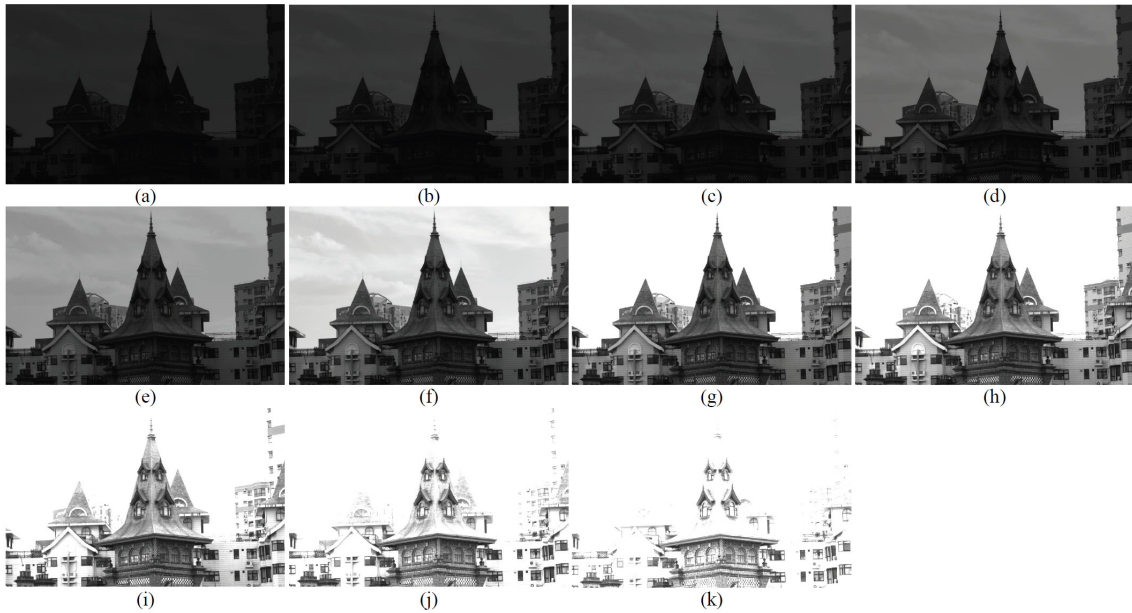
表一、代入不同  $k$  值所對應之光圈級數值( $f_k$ )

$k$	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
$f_k$	$f-2.5$	$f-2.0$	$f-1.5$	$f-1.0$	$f-0.5$	$f$	$f+0.5$	$f+1.0$	$f+1.5$	$f+2.0$	$f+2.5$

在本計畫中，我們先產生  $N$  張增加曝光度之較亮影像( $k = -N, -N+1, \dots, -1$ )以及  $N$  張減少曝光度之較暗影像( $k = 1, 2, \dots, N$ )，圖四顯示用模擬光圈級數法所產生之虛擬影像，我們可以發現原來曝光度不足之區域(如中央之建築物)隨著曝光度之遞增而變得更



清晰，而原來較亮之區域(如天空)隨著曝光度之遞增而逐漸呈現曝光度飽和狀態。



圖四、模擬不同光圈級數所產生之虛擬影像(a)  $k=5$  (b)  $k=4$  (c)  $k=3$  (d)  $k=2$  (e)  $k=1$  (f)  $k=0$  (原始影像) (g)  $k=-1$  (h)  $k=-2$  (i)  $k=-3$  (j)  $k=-4$  (k)  $k=-5$ .

## 2.2 選擇執行影像融合運算之虛擬影像組合

為了避免同時選擇曝光度不足或曝光過度之影像來來產生融合影像，我們先選定一最佳曝光度之影像，稱為基準影像(anchor image)，以其為中心，再加入  $M$  張低曝光度之影像及  $M$  張高曝光度之影像，將此  $2M+1$  張影像加以融合以產生融合影像，此基準影像是以每一影像之亮度平均值  $\mu_k$  ( $k = -N, \dots, 0, \dots, N$ ) 來決定，假設  $\mathbf{Y}_{anc}$  代表基準影像，則其指標  $anc$  之決定方式如下：

$$anc = \arg \min_{k=-N, \dots, N} |\mu_k - 128|$$

因此  $\mathbf{Y}_{anc-M}, \mathbf{Y}_{anc-M+1}, \dots, \mathbf{Y}_{anc}, \dots, \mathbf{Y}_{anc+M-1}, \mathbf{Y}_{anc+M}$  就是一組用於影像融合之虛擬影像。

## 2.3 影像像素之分類

在本計劃中，我們先將原亮度影像  $\mathbf{Y}$  中之全部像素分成三類：偏暗像素、曝光正常像素、及偏亮像素，最後再以分類影像融合法來產生強化之融合影像。我們將以 Liao 等人提出之多階門檻值(multilevel thresholding)演算法[14]來找出兩個門檻值  $Thd_0$  及  $Thd_1$  ( $Thd_0 < Thd_1$ )，依據這兩個門檻值可以將亮度影像  $\mathbf{Y}$  分解成  $\mathbf{Y}_L$ ,  $\mathbf{Y}_M$  及  $\mathbf{Y}_H$ ，其包含之像素定義如下：

$$\mathbf{Y}_L = \{Y(x, y) \mid Y(x, y) < Thd_0\}$$

$$Y_M = \{Y(x, y) \mid Thd_0 \leq Y(x, y) \leq Thd_1\}$$

$$Y_H = \{Y(x, y) \mid Y(x, y) > Thd_1\}$$

圖五顯示將圖四(f)之影像像素分類後之結果，依據此分類結果，對於不同類別之影像像素，我們將以不同之融合法則來產生高對比之融合影像。



圖五、圖四(f)之原始影像像素分類後之結果

## 2.4 基於小波轉換之分類影像融合演算法

在本計畫中，我們先計算每一虛擬影像中每一像素之權重值，然後依據這些權重值將每一虛擬影像之離散小波轉換係數結合以產生高對比之融合影像。

### 2.4.1 權重圖之產生

權重圖主要用來記錄每一像素對於融合影像之貢獻度，我們分析每一像素之對比值(contrast)及曝光正確度(well-exposedness)並加以結合以計算每一像素之權重值。假設像素  $\mathbf{p}$  之空間座標為  $(x, y)$ ，以像素  $\mathbf{p}$  為中心點，計算  $3 \times 3$  視窗中所有像素之最大值、最小值及平均值，分別表示為  $Y_{max}(x, y)$ ,  $Y_{min}(x, y)$ , 及  $Y_{avg}(x, y)$ ，然後計算最大值與最小值間之差異值：

$$Y_{dif}(x, y) = Y_{max}(x, y) - Y_{min}(x, y)$$

此差異值可以簡單描述像素  $\mathbf{p}$  周圍之對比值，如果此差異值小於人類視覺系統之最小可察覺差異值(just-noticeable-difference, JND)，代表不存在人眼可察覺之明顯邊緣或紋理，否則即是有邊緣或紋理出現於像素  $\mathbf{p}$  周圍，因此我們定義像素  $\mathbf{p}$  之對比值  $C'(x, y)$  如下：

$$C'(x, y) = \begin{cases} 1/256, & \text{if } Y_{dif}(x, y) < JND(Y_{avg}(x, y)) \\ (Y_{dif}(x, y) + 1) / 256, & \text{otherwise} \end{cases}$$

其中  $JND(\bullet)$  代表人類視覺系統之最小可察覺差異值函數，我們將以 Chou 及 Li[15] 所提出之模型來計算  $JND$  函數值：

$$JND(g) = \begin{cases} T_0(1 - (g/127)^{0.5}) + 3, & \text{if } g \leq 127 \\ \gamma(g - 127) + 3, & \text{otherwise} \end{cases}$$

其中參數  $T_0$  及  $\gamma$  依觀測者與螢幕之距離調整，我們依其論文之設定將這些參數值分別設為 17 及  $3/128$ 。

曝光準確度是用來評估每一像素之曝光度正常與否，一般而言，像素之亮度值應該遠離其最小值(0, 代表曝光不足)及最大值(255, 代表曝光過度)，因此廣泛認知之最佳亮度值應該是中間值(128)，所以 Merten 等人[16]以下列之高斯函數來計算每一像素之曝光正確度  $E'(x, y)$ ：

$$E'(x, y) = \exp\left(-\frac{(Y(x, y) - 128)^2}{2\sigma^2}\right)$$

其中  $\sigma$  為高斯函數之標準差(一般設定為  $0.2 \times 255$ )，因此在影像融合過程中對於亮度值越接近 128(稱為期望亮度值)之像素，其權重值越大，而亮度值越接近 0 或 255 之像素，其權重值越小，如此會造成融合影像中所有像素之亮度值往中間值(128)調整，無法提高像素間之對比值，因此本計劃採取先將影像中所有像素分成三類：偏暗像素、曝光正常像素及偏亮像素，對於不同類別之影像像素，我們將以不同之期望亮度值來計算其曝光正確度，以提高融合影像之對比度。首先，分別計算  $\mathbf{Y}_L$ ,  $\mathbf{Y}_M$  及  $\mathbf{Y}_H$  中每一類別之影像像素平均值( $\mu_L, \mu_M, \mu_H$ )及標準差( $\sigma_L, \sigma_M, \sigma_H$ )，接著定義偏暗像素之期望亮度值  $Y'_L$  如下：

$$Y'_L = \begin{cases} 64, & \text{if } \mu_L > 64 \\ \mu_L, & \text{if } 32 \leq \mu_L \leq 64 \\ 64, & \text{if } \mu_L < 32 \text{ and } r_L > 0.5 \\ r_L \times 128, & \text{if } \mu_L < 32 \text{ and } 0.25 \leq r_L \leq 0.5 \\ 32, & \text{if } \mu_L < 32 \text{ and } r_L < 0.25 \end{cases}$$

其中  $r_L$  為所有偏暗像素佔整張影像之比例：

$$r_L = \frac{N_L}{N_L + N_M + N_H}$$

$N_L$ ,  $N_M$  及  $N_H$  為偏暗像素、曝光正常像素及偏亮像素之個數。其次，曝光正常像素之期望亮度值  $Y'_M$  定義如下：

$$Y'_M = 128$$

最後，定義偏亮像素之期望亮度值  $Y'_H$  如下：

$$Y'_H = \begin{cases} \mu_H, & \text{if } \mu_H > 224 \\ 224, & \text{if } 192 \leq \mu_H \leq 224 \\ 192, & \text{if } \mu_H < 192 \end{cases}$$

依據以上對不同類別像素所定義之期望亮度值，我們可以計算每一像素之曝光準確度：

$$E^t(x, y) = \frac{1}{\omega_L(x, y) + \omega_M(x, y) + \omega_H(x, y)} \left\{ \omega_L(x, y) \exp\left(-\frac{(Y(x, y) - Y'_L)^2}{2\sigma_{d,L}^2}\right) \right. \\ \left. + \omega_M(x, y) \exp\left(-\frac{(Y(x, y) - Y'_M)^2}{2\sigma_{d,M}^2}\right) + \omega_H(x, y) \exp\left(-\frac{(Y(x, y) - Y'_H)^2}{2\sigma_{d,H}^2}\right) \right\}$$

其中  $\sigma_{d,L}$ ,  $\sigma_{d,M}$  及  $\sigma_{d,H}$  為每一類別高斯函數之期望標準差(我們將其設定為  $\sigma_{d,L} = 32$ ,  $\sigma_{d,M} = 64$  及  $\sigma_{d,H} = 32$ )， $\omega_L(x, y)$ ,  $\omega_M(x, y)$  及  $\omega_H(x, y)$  分別代表  $Y(x, y)$  屬於  $\mathbf{Y}_L$ ,  $\mathbf{Y}_M$  及  $\mathbf{Y}_H$  類別之機率值：

$$\omega_L(x, y) = \exp\left(-\frac{(Y(x, y) - \mu_L)^2}{2\sigma_L^2}\right)$$

$$\omega_M(x, y) = \exp\left(-\frac{(Y(x, y) - \mu_M)^2}{2\sigma_M^2}\right)$$

$$\omega_H(x, y) = \exp\left(-\frac{(Y(x, y) - \mu_H)^2}{2\sigma_H^2}\right)$$

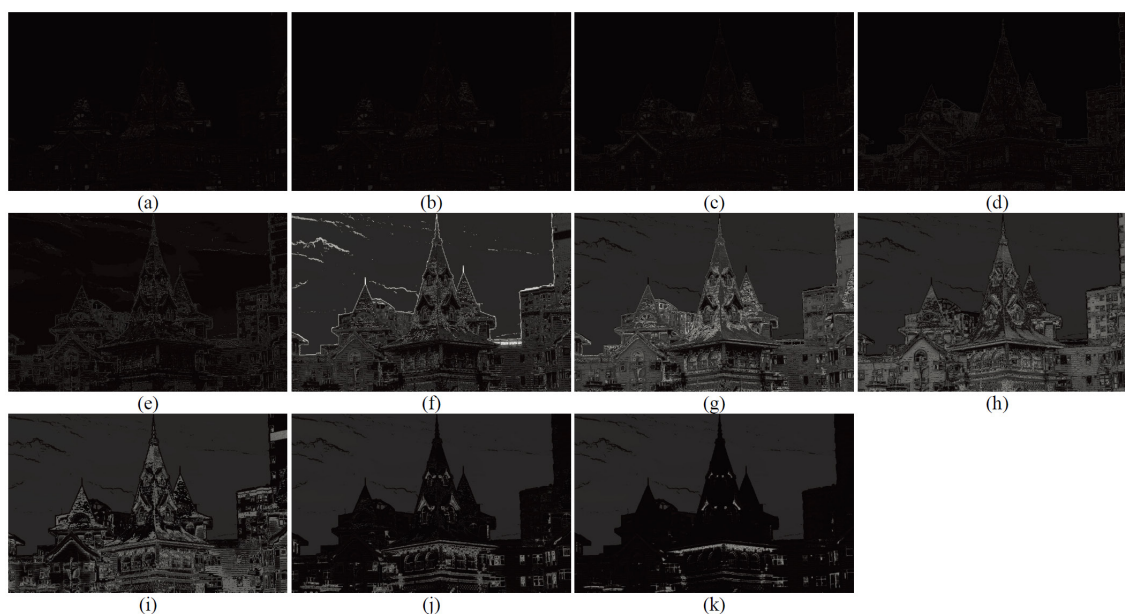
最後我們計算每一像素之權重值如下：

$$W^t(x, y) = C^t(x, y) \times E^t(x, y)$$

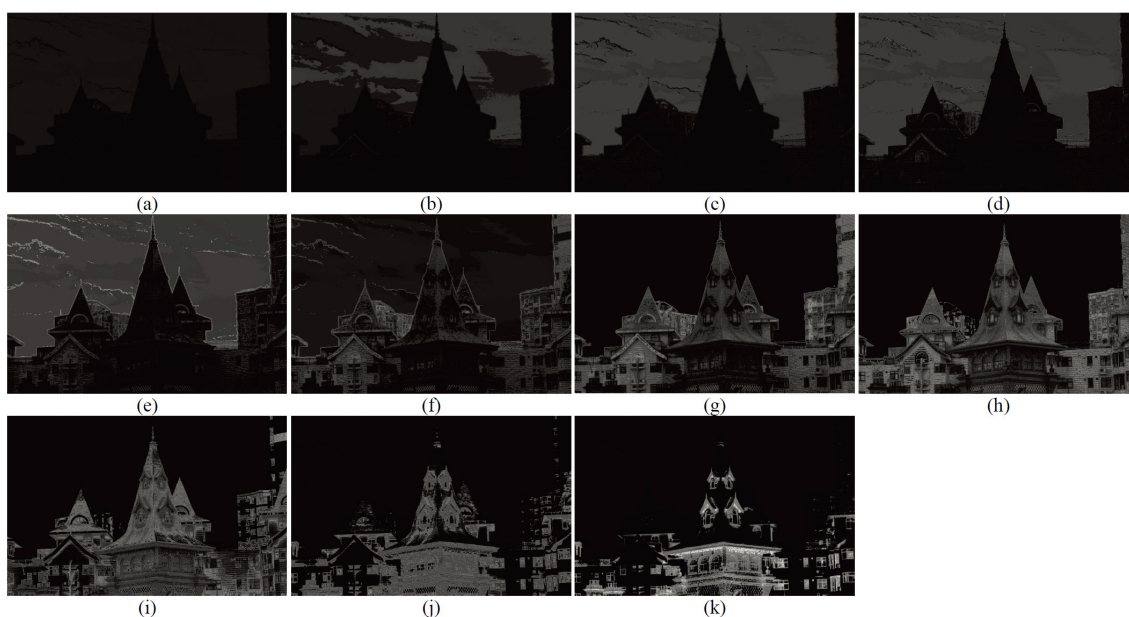
假設  $\mathbf{W}_k^t$  代表虛擬影像  $\mathbf{Y}_k$  ( $k = anc-M, \dots, anc+M$ ) 之權重圖，我們將全部  $2M+1$  張權重圖中位於相同位置之權重值加以正規化使得權重值總合等於 1：

$$W_k(x, y) = \frac{W_k^t(x, y)}{\sum_{i=anc-M}^{anc+M} W_i^t(x, y)}$$

圖六及圖七顯示以我們的像素分類法及 Mertens 的方法[16]計算出來每一張虛擬影像之權重圖，由圖七我們可以觀察得到低曝光度虛擬影像之天空部分相對於高曝光度虛擬影像之天空部分有較大之權重值，如此會造成融合影像之天空部分偏暗(請參考圖八(g))，另一方面，我們的像素分類法就沒有這種問題(請參考圖八(h))。



圖六、以我們的像素分類法計算出來每一張虛擬影像之權重圖 (a)  $W_5$  (b)  $W_4$  (c)  $W_3$  (d)  $W_2$  (e)  $W_1$  (f)  $W_0$  (g)  $W_{-1}$  (h)  $W_{-2}$  (i)  $W_{-3}$  (j)  $W_{-4}$  (k)  $W_{-5}$ .



圖七、以 Mertens 的方法[16]計算出來每一張虛擬影像之權重圖(a)  $W_5$  (b)  $W_4$  (c)  $W_3$  (d)  $W_2$  (e)  $W_1$  (f)  $W_0$  (g)  $W_{-1}$  (h)  $W_{-2}$  (i)  $W_{-3}$  (j)  $W_{-4}$  (k)  $W_{-5}$ .

#### 2.4.2 基於小波轉換之分類影像融合演算法

本計劃之基於小波轉換之分類影像融合演算法是針對每一虛擬影像之離散小波轉換係數加以融合以避免權重圖中劇烈變化處造成融合影像出現雜訊。首先，將每一虛擬影像  $Y_k$  執行  $L$  階之離散小波轉換，假設  $Y_k^{l,\theta}$  為第  $l$  ( $1 \leq l \leq L$ ) 階中方向為  $\theta$  ( $\theta \in \{LL, LH, HL, HH\}$ ) 之離散小波轉換影像。接著，將每一權重圖  $W_k$  建構  $L$  階之高斯金字塔(Gaussian

pyramid)，假設  $\mathbf{W}_k^l$  為高斯金字塔中第  $l$  階之權重圖，我們將以下列方程式將所有虛擬影像之離散小波轉換係數加以融合得到融合影像之離散小波轉換係數：

$$F^{l,\theta}(x, y) = \sum_{k=anc-M}^{anc+M} Y_k^{l,\theta}(x, y) W_k^l(x, y)$$

最後將融合之離散小波轉換係數執行反離散小波轉換即可得到高對比之融合影像  $\mathbf{Y}^r$ 。

## 2.5 色彩重建

由於我們只對影像之亮度值  $\mathbf{Y}$  調整而得到強化之亮度值影像  $\mathbf{Y}^r$ ，為了避免色相偏移或降低色彩飽和度，我們將影像之 R, G, B 值依下列公式[17]來調整：

$$R^r(x, y) = \frac{1}{2} \left( \frac{Y^r(x, y)}{Y(x, y)} (R(x, y) + Y(x, y)) + R(x, y) - Y(x, y) \right)$$

$$G^r(x, y) = \frac{1}{2} \left( \frac{Y^r(x, y)}{Y(x, y)} (G(x, y) + Y(x, y)) + G(x, y) - Y(x, y) \right)$$

$$B^r(x, y) = \frac{1}{2} \left( \frac{Y^r(x, y)}{Y(x, y)} (B(x, y) + Y(x, y)) + B(x, y) - Y(x, y) \right)$$

## 3. 實驗結果與討論

在實驗時，我們以四種不同類別之影像做為實驗結果之比較：1)一般正常曝光之影像但有些許區域之曝光稍微不足；2)背光拍攝之影像，因此存在曝光過度之區域或曝光不足之區域；3)由於照明或曝光不佳所造成拍攝之影像之對比不佳；4)夜間拍攝之影像，因為燈光效應而使得前景物體陰暗不明。此外，我們將所提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法(classified virtual exposure image fusion, CVEIF)與下列幾種方法做比較：1)直方圖均化法(histogram equalization, HE) [3]；2)曝光校正法(exposure correction, EC) [9]；3)局部伽瑪校正法(local gamma correction, LCC) [8]；4)陰影校正法(shadow correction, SC) [10]；5)小波轉換影像融合法(wavelet-based image fusion, WIF) [12]；6)曝光融合法(exposure fusion, EF) [16]等。

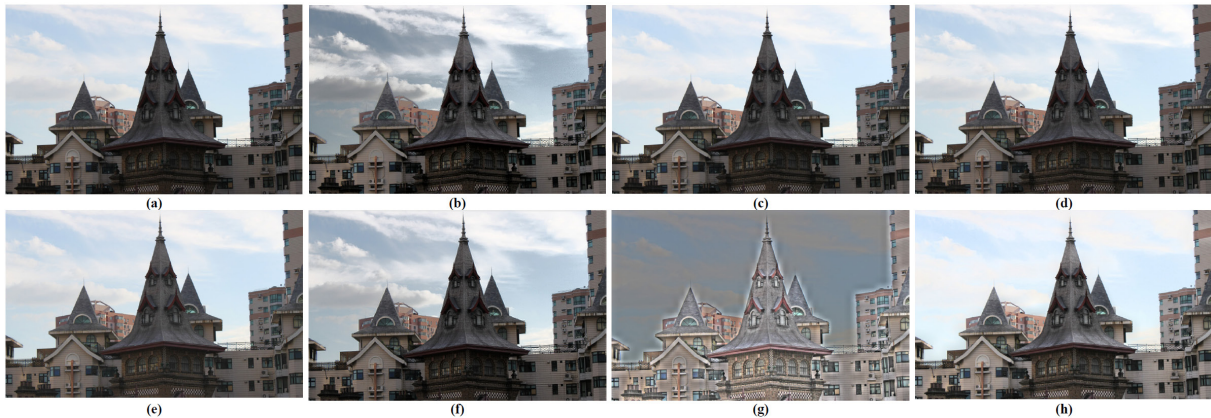
### 3.1 正常曝光影像之強化

圖八顯示一張正常曝光之影像及應用各種方法強化後之影像，圖八(a)是原始影像，我們可以觀察得到，除了中央建築物有一點偏暗外，整張影像之曝光度是正常的；應用

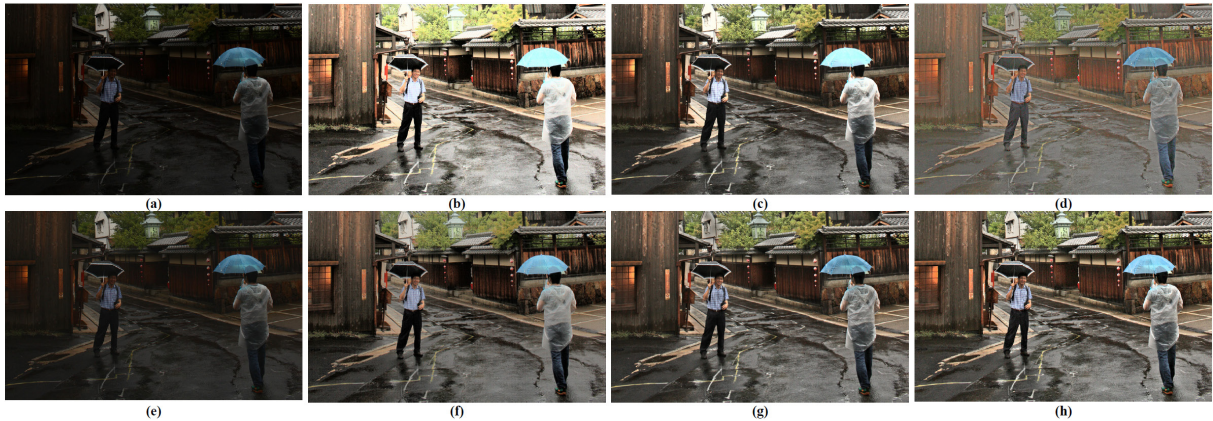
直方圖均化法所強化之影像有較明顯之對比，但是其天空部分之色調也有些微改變(參考圖八(b))；同時我們發現曝光校正法、局部伽瑪校正法、及小波轉換影像融合法可以使中央建築物變得稍微清楚一點，但是仍究顯得不夠清晰(參考圖八(c), (d), (f))；由圖八(e)，中央建築物變得清楚了，但整張影像之對比似乎降低了；由圖八(f)，我們觀察得到曝光融合法產生了不自然之低對比影像，而我們所提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法可以得到較佳之高對比影像(參考圖八(h))。

### 3.2 低對比影像之強化

圖九顯示一張曝光不足之低對比影像及應用各種方法強化後之影像，圖九(a)是原始影像，我們可以發現原始影像曝光不足，因此整張影像明顯偏暗；由圖九(b)，應用直方圖均化法可以加強影像之對比，然而原來偏亮區域之色彩飽和度變得不足；局部伽瑪校正法因為刷白效應而使得強化後之影像看起來不自然(參考圖九(d))；陰影校正法強化後之影像只比原始影像稍為好一點，但仍不夠清晰(參考圖九(e))；當我們仔細觀察圖九(f)，白色的房屋牆壁變成灰色的；最後，我們所提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法、曝光校正法、及小波轉換影像融合法所強化後之影像之品質是最好的(參考圖九(c), (f), (h))。



圖八、正常曝光影像及應用各種方法強化之影像 (a) 原始影像 (b) 直方圖均化法(HE) (c) 曝光校正法(EC) (d) 局部伽瑪校正法(LCC) (e) 陰影校正法(SC) (f) 小波轉換影像融合法(WIF) (g) 曝光融合法(EF) (h) 我們提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法(CVEIF)



圖九、低對比影像及應用各種方法強化之影像 (a) 原始影像 (b) 直方圖均化法(HE) (c) 曝光校正法(EC) (d) 局部伽瑪校正法(LCC) (e) 陰影校正法(SC) (f) 小波轉換影像融合法(WIF) (g) 曝光融合法(EF) (h) 我們提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法(CVEIF)

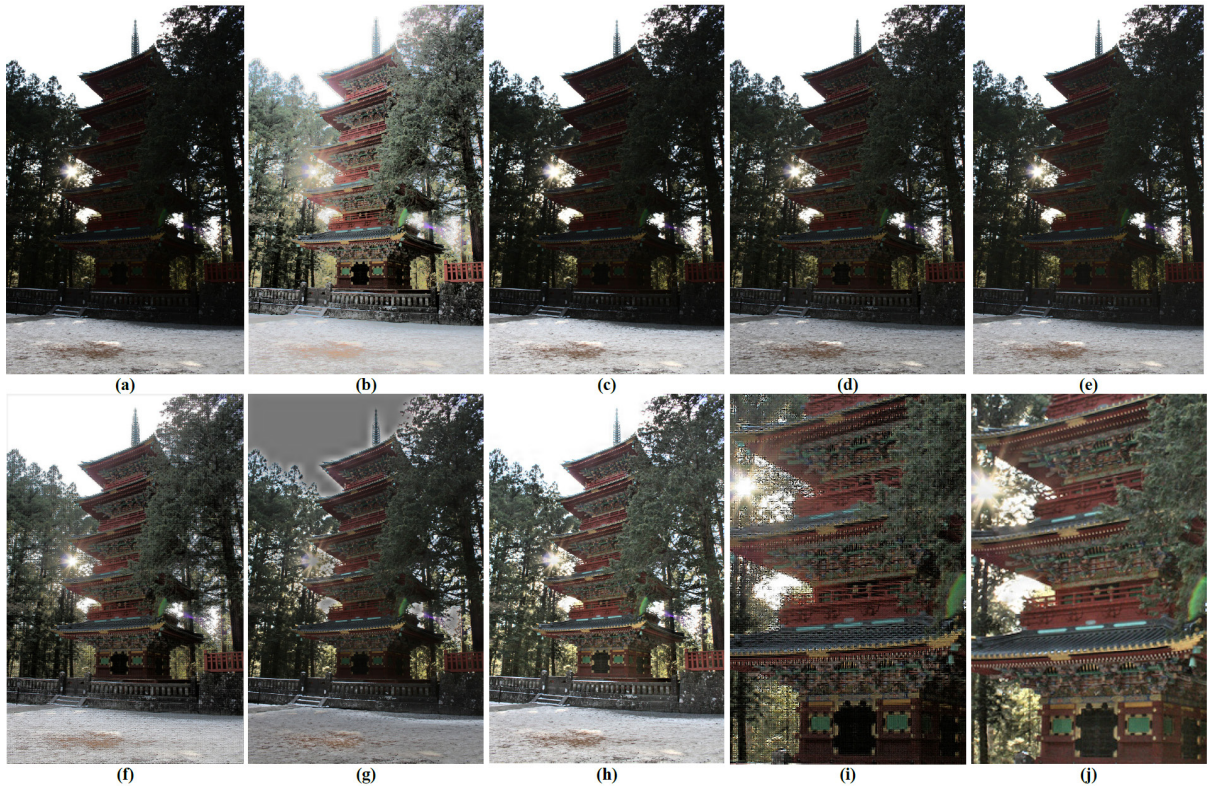
### 3.3 背光拍攝影像之強化

圖十顯示一張背光拍攝之影像及應用各種方法強化後之影像，圖十(a)是原始影像，因為背景天空相當明亮，因此造成前景之寶塔及樹木曝光不足而明顯偏暗；由圖九(b)，應用直方圖均化法可以加強影像之對比產生清晰之影像，然而也同時產生刷白效應(請觀察透過陽光之樹葉邊緣)；曝光校正法、局部伽瑪校正法、及陰影校正法可以稍為強化前景之寶塔及樹木，但整張影像之對比仍舊顯得不足(參考圖十(c), (d), (e))；觀察圖十(g)，我們依然可以發現曝光融合法強化後影像之天空變成暗灰色；我們所提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法及小波轉換影像融合法所強化後之影像之品質是最好的(參考圖十(f), (h))，但是若將這兩張影像做局部區域放大，我們可以發現小波轉換影像融合法之鋸齒狀效應(blocking artifacts)相當明顯(參考圖十(i))。

### 3.4 夜間拍攝影像之強化

一般而言，夜間拍照時，如果背景有明亮的燈光而且沒有使用閃光燈拍照，前景之物體會顯得陰暗不清，圖十一顯示一張夜間拍攝之影像及應用各種方法強化後之影像；圖十一(a)是原始影像，因為背景有相當明亮之燈籠，因此造成前景之人物臉部曝光不足而明顯偏暗；比較各方法強化後之影像，我們可以發現直方圖均化法、小波轉換影像融合法、及我們提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法可以加強人物臉部之曝光，但是直方圖均化法會降低色彩之飽和度(參考圖十一(b)之燈籠)，小波轉換影像融合法之缺點是會產生明顯之鋸齒狀效應(參考圖十二(a))。

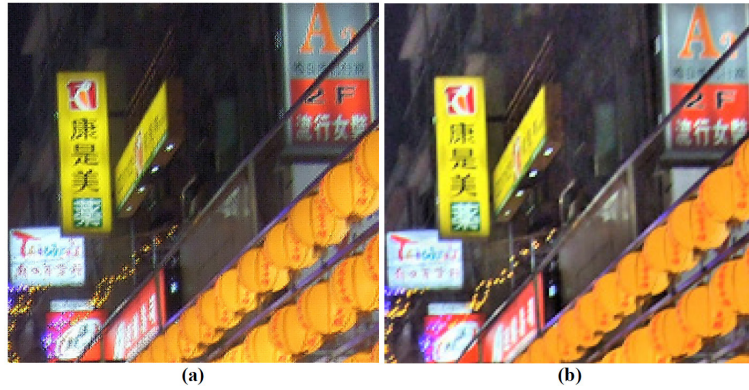




圖十、背光拍攝影像及應用各種方法強化之影像 (a) 原始影像 (b) 直方圖均化法(HE) (c) 曝光校正法(EC) (d) 局部伽瑪校正法(LCC) (e) 陰影校正法(SC) (f) 小波轉換影像融合法(WIF) (g) 曝光融合法(EF) (h) 我們提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法(CVEIF) (i) (j)



圖十一、夜間拍攝影像及應用各種方法強化之影像 (a) 原始影像 (b) 直方圖均化法(HE) (c) 曝光校正法(EC) (d) 局部伽瑪校正法(LCC) (e) 陰影校正法(SC) (f) 小波轉換影像融合法(WIF) (g) 曝光融合法(EF) (h) 我們提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法(CVEIF)



圖十二、圖 10(f)及圖 10(h)之局部區域放大 (a) 小波轉換影像融合法(WIF) (b) 我們提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法(CVEIF)

## 二. 參考文獻

- [1] Adobe Photoshop : <http://www.adobe.com/products/photoshop>, Adobe Systems Inc.
- [2] Picasa : <http://picasa.google.com>, Google, Inc.
- [3] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 2nd ed., New Jersey : Prentice-Hall, 2002.
- [4] Y. T. Kim, “Contrast enhancement using brightness preserving bi-histogram equalization,” *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. 43, no. 1, pp. 1–8, Feb. 1997.
- [5] Y. Wang, Q. Chen, and B. Zhang, “Image enhancement based on equal area dualistic sub-image histogram equalization method,” *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. 45, no. 1, pp. 68–75, Feb. 1999.
- [6] S. M. Pizer, E. P. Amburn, J. D. Austin, R. Cromartie, A. Geselowitz, T. Greer, B. H. Romeny, J. B. Zimmerman, and K. Zuiderveld, “Adaptive histogram equalization and its variations,” *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, vol. 39, no. 3, pp. 355–368, Sep. 1987.
- [7] N. Moroney, “Local colour correction using non-linear masking,” in *Proc. IS&T/SID Eighth Color Imaging Conf.*, 2000, pp. 108-111.
- [8] R. Schettini, F. Gasparini, S. Corchs, F. Marini, A. Capra, and A. Castorina, “Contrast image correction method,” *J. Electronic Imaging*, vol. 19, no. 2, 023025, Apr.-June 2010.
- [9] S. Battiato, A. Bosco, A. Castorina, and G. Messina, “Automatic image enhancement by content dependent exposure correction,” *EURASIP J. Applied Signal Processing*, vol. 2004, no. 12, pp. 1849-1860, 2004.
- [10] I. V. Safonov, M. N. Rychagov, K. Kang, and S. H. Kim, “Automatic correction of

- exposure problems in photo printer,” in *Proc. IEEE Tenth Int. Symp. Consumer Electronics*, 2006, pp. 1-6.
- [11] C. H. Hsieh, B. C. Chen, C. M. Lin, and Q. Zhao, “Detail aware contrast enhancement with linear image fusion,” in *Proc. 2nd Int. Symp. on Aware Computing*, 2010, pp. 1-5.
- [12] L. Pei, Y. Zhao, and H. Luo, “Application of wavelet-based image fusion in image enhancement,” in *Proc. 3rd Int. Cong. Image and Signal Processing*, 2010, pp. 649-653.
- [13] B. R. Lim, R. H. Park, and S. Kim, “High dynamic range for contrast enhancement,” *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. 52, no. 4, pp. 1454-1462, Nov. 2006.
- [14] P. S. Liao and T. S. Chen and P. C. Chung, “A fast algorithm for multilevel thresholding,” *J. Inform. Sci. Eng.*, vol. 17, no. 5, pp. 713-727, 2001.
- [15] C. H. Chou and Y. C. Li, “A perceptually tuned subband image coder based on the measure of just-noticeable-distortion profile,” *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 5, no. 6, pp. 467-476, Dec. 1995.
- [16] T. Mertens, J. Kautz, and F. V. Reeth, “Exposure fusion,” in *Proc. 15th Pacific Conf. on Comput. Graph. and Applicat.*, 2007, pp. 382-390.

### 三. 計畫成果自評

本計畫中，我們提出基於小波轉換之分類虛擬影像融合法來加強影像之對比，首先，採用模擬光圈級數法來產生數張虛擬影像，對於每一張虛擬影像之每一像素，我們計算其對比值及曝光正確度以計算得到其權重值，然後對每一張虛擬影像執行離散小波轉換得到各頻帶之小波轉換係數，依據權重值將所有虛擬影像之小波轉換係數融合得到融合之小波轉換係數，最後對融合之小波轉換係數執行反離散小波轉換即可得到融合之強化影像。在實驗時，我們以四種不同類別之影像做為實驗結果之比較：1)一般正常曝光之影像但有些許區域之曝光稍微不足；2)背光拍攝之影像，因此存在曝光過度之區域或曝光不足之區域；3)由於照明或曝光不佳所造成拍攝之影像之對比不佳；4)夜間拍攝之影像，因為燈光效應而使得前景物體陰暗不明。我們將提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法與下列幾種方法做比較：1)直方圖均化法；2)曝光校正法；3)局部伽瑪校正法；4)陰影校正法；5)小波轉換影像融合法；6)曝光融合法。實驗結果顯示我們所提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法可以得到品質較佳之高對比影像。本計畫完成之工作項目如下：

1. 以模擬光圈級數法產生虛擬影像之方法。
2. 影像像素之分類法。
3. 基於小波轉換之分類影像融合演算法。
4. 色彩重建演算法。

近年來我們已經發表與影像強化相關之論文如下：

期刊論文 (Journal Papers)：

- [1] C. H. Lee, L. H. Chen, and W. K. Wang, "Image Contrast Enhancement Using Classified Virtual Exposure Image Fusion", *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Vol. 58, No. 4, Nov. 2012, pp. 1253-1261.
- [2] C. H. Lee, P. Y. Lin, L. H. Chen, and W. K. Wang, "Image Enhancement Approach Using the Just-Noticeable-Difference Model of the Human Visual System", *Journal of Electronic Imaging*, Vol. 21, No. 3, July-Sep. 2012, 033007 (1-14).
- [3] C. H. Lee, L. H. Chen, and W. K. Wang, "Image Contrast Enhancement Using Gray-Level Grouping Based on the Just-Noticeable-Difference Model of the Human Visual System", *Journal of Information Technology and Applications*, Vol. 6, No. 1, Mar. 2012, pp. 18-22.

研討會論文 (Conference Papers)：

- [1] C. H. Lee, J. L. Shih, C. C. Lien, and C. C. Han, "Adaptive Multiscale Retinex for Image Contrast Enhancement", in *Proc. of Int. Conf. on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS'2013)*, Dec. 2-5, 2013, Kyoto, Japan, pp. 43-50.

# 國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：103 年 01 月 20 日

計畫編號	101-2221-E-216-033-		
計畫名稱	應用小波轉換域之虛擬影像融合法於彩色影像強化之研究		
出國人員姓名	李建興	服務機構及職稱	中華大學資訊工程學系教授
會議時間	自民國 102 年 05 月 30 日 至 102 年 05 月 31 日	會議地點	日本 東京
會議名稱	(中文) (英文) International Conference on Image, Signal and Vision Computing (ICISVC 2013)		
發表論文題目	(中文) (英文) Gender Classification Using an NFS-SVM Classifier		

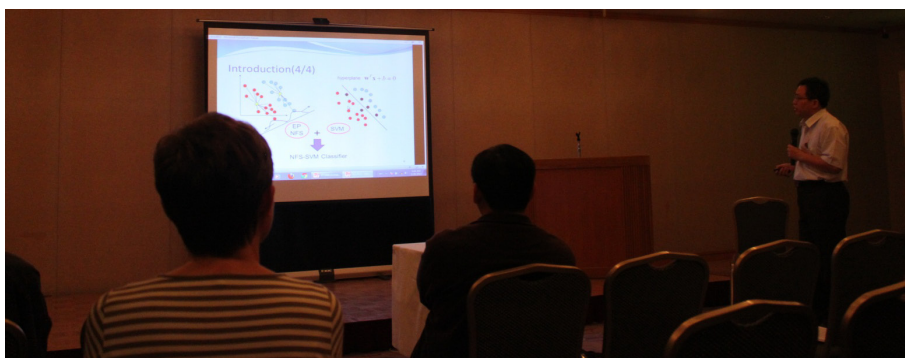
## 一、參加會議經過

ICISVC 2013 國際學術研討會於 2013 年 05 月 30 日至 05 月 31 日在日本東京的 Narita Tobu Hotel Airport 舉辦，為期兩天，主要是和影像、訊號與視覺計算等研究領域相關，此次參加會議歷程如下：

2013/05/29：搭乘長榮航空班機前往日本東京成田機場，住宿東京市區飯店。

2013/05/30-31：至會場報到、參與會議討論、並發表論文。

2013/06/02：自東京成田機場搭機返台。



## 二、與會心得

本次研討會(ICISVC 2013)由 WASET(World Academy of Science, Engineering, and Technology) 學會主辦，本年度一共有 27 個國家，141 篇的 oral 論文與 50 篇的 poster 論文發表，本次我們發表論文題目：Gender Classification Using an NFS-SVM Classifier，主要研究主題為分類器設計，並應用於人臉影像之性別辨識系統。在本篇論文中，我們將類別分佈矩陣(class scatter matrices)分為四大類，並且嘗試將其嵌入至向量支稱機(Support Vector Machine, SVM)的最佳化程序中，而且將最近特徵空間距離評估(nearest feature space, NFS)嵌入至向量支稱機最佳化程序，重新設計一個全新的 NFS-SVM 分類器，並將其應用於人臉影像之性別分類上。此外針對比較優秀的論文，則直接經過評審審查後推薦至該學會的期刊刊登，本論文也獲得推薦發表於該期刊。

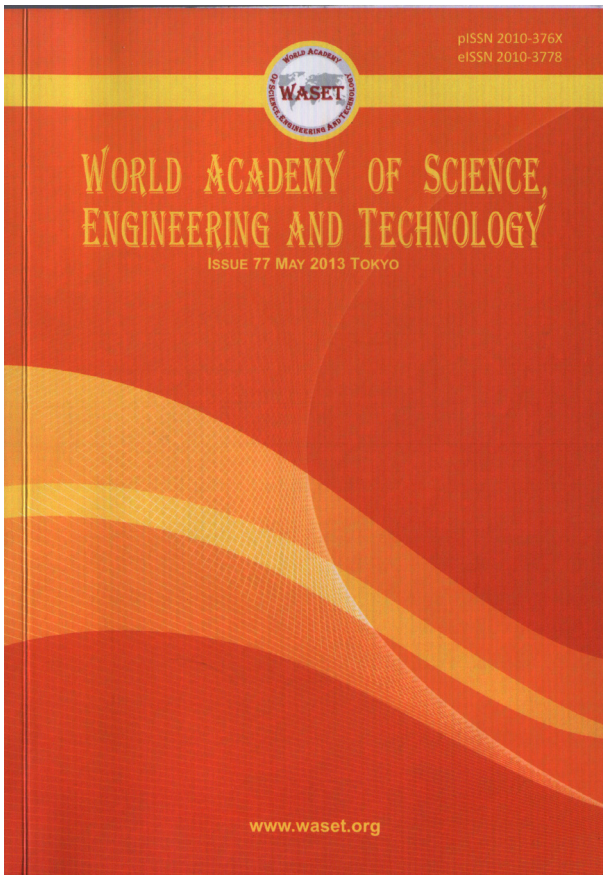
### 三、考察參觀活動(無是項活動者略)

### 四、建議

本研討會是由 WASET 學會舉辦之例行性研討會，每年於全世界各地舉辦多場研討會，參與者來自眾多國家，藉由彼此交流，可以互相瞭解各國之科學技術發展現況，對於增進國際合作助益良多。WASET 學會每年能持續性的舉辦研討會，提供論文投稿的平台，給予相關研究學者例行的交流機會，相當難得，由於舉辦研討會需要相當多的人力及資源投入，若能持續性的舉辦，其經驗可以累積，值得國內的各個學會效法。

### 五、攜回資料名稱及內容

1. 研討會會議議程及論文摘要集一本。
2. 研討會會議論文全文光碟片一片。



### 六、其他

非常感謝國科會之補助得以參加該研討會。

# 國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：103 年 01 月 20 日

計畫編號	101-2221-E-216-033-		
計畫名稱	應用小波轉換域之虛擬影像融合法於彩色影像強化之研究		
出國人員姓名	李建興	服務機構及職稱	中華大學資訊工程學系教授
會議時間	自民國 102 年 09 月 26 日 至 102 年 09 月 27 日	會議地點	日本 北九州市
會議名稱	(中文) (英文) 2013 IEEE/IIAE International Conference on Intelligent System and Image Processing (ICISIP 2013)		
發表論文題目	(中文) (英文) Combination of Variant 2D Cepstral Features for 3D Model Retrieval		

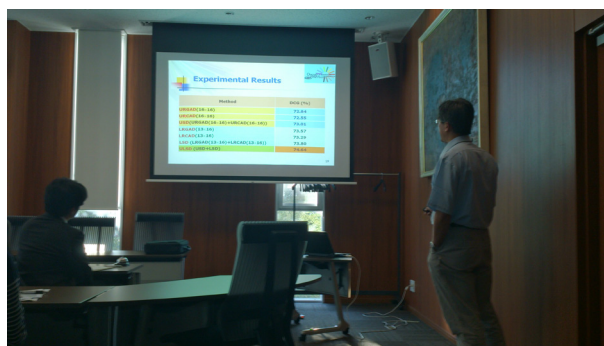
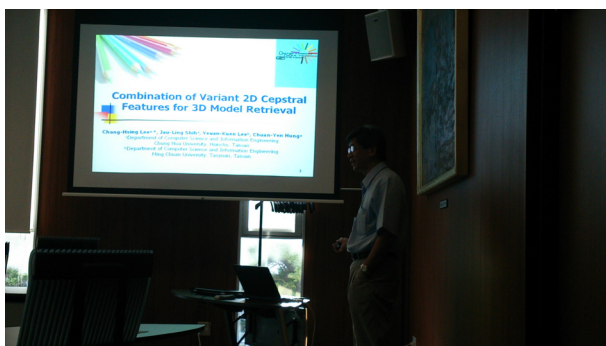
## 一、參加會議經過

ICISIP 2013 國際學術研討會於 2013 年 09 月 26 日至 09 月 27 日在日本北九州市的九州工業大學舉辦，為期兩天，主要是和影像處理及智慧系統等研究領域相關，此次參加會議歷程如下：

2013/09/25：搭乘長榮航空班機前往日本福岡機場，住宿福岡市區飯店。

2013/09/26-27：至會場九州工業大學報到、參與會議討論、並發表論文。

2013/09/29：自日本福岡機場搭機返台。



## 二、與會心得

本次研討會(ICISIP 2013)由日本產業應用工學會(The Institute of Industrial Applications Engineers, IIAE)主辦，IEEE 協辦之第一屆國際研討會，主要是和影像處理及智慧系統等研究相關領域，包含智慧型感測系統(Intelligent Sensing System)、智慧影像處理(Intelligent Image Processing)、檢測系統(Measurement System)、硬體系統(Hardware System)、影像處理方法(Image Processing Method)、人員追蹤(Human Tracking)、影像辨識(Image Recognition)、軟體系統(Software System)等。本年度一共有 15 個國家，39 篇的 oral 論文與 10 篇的 poster 論文發表，本次我們發表論文題目：Combination of Variant 2D Cepstral Features for 3D Model Retrieval，本論文主題是結合各式二維倒頻譜特徵於三維模型之檢索，首先將三維模型擺正後投影至六個不同觀測角度之投影平面(前面、後面、左邊、右邊、上面、下面)得到六張灰階影像，每張灰階影像之亮度值代表三維模

型至投影平面之最短距離，接著以二維傅立葉轉換將每張灰階影像轉換至頻率域得到其二維頻譜圖，我們再將二維頻譜圖依據不同之徑度(radius)及角度(angular direction)分割為各種頻帶，對每一頻帶計算其對數能量值後再執行二維反傅立葉轉換即可得到每一灰階影像之二維倒頻譜特徵，最後將各種頻帶分割之特徵向量計算距離再加總後用來檢索相似之三維模型，實驗結果顯示本方法之執行效果比目前已知之所有特徵值還好。

### 三、考察參觀活動(無是項活動者略)

### 四、建議

本研討會是由日本產業應用工學會(IIAE)主辦，IEEE 協辦之第一屆國際研討會，主要是和影像處理及智慧系統等研究相關領域，研討會地點為九州工業大學之戶畑校區(工學部)，其校門建築風格與台灣大學極為相似，該校區主要是工學院及電腦資訊相關學系，本研討會主要是日本產業應用工學會之全國大會，2013 年第一次和 IEEE 學會合辦之第一屆國際研討會，因此參加之外籍人士並不太多(約 15 個國家)，但九州工業大學之軟硬體設施配合不錯，加上有第一年之經驗後，我相信未來應該會逐漸壯大，越辦越好，我想這也值得國內的各個學術研究學會參考效法。

### 五、攜回資料名稱及內容

1. 研討會會議議程一份。
2. 研討會會議論文行動碟一片。



### 六、其他

非常感謝國科會之補助得以參加該研討會。



# 國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2014/01/22

國科會補助計畫	計畫名稱: 應用小波轉換域之虛擬影像融合法於彩色影像強化之研究
	計畫主持人: 李建興
	計畫編號: 101-2221-E-216-033- 學門領域: 影像/視訊處理與電腦視覺
無研發成果推廣資料	

101 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：李建興		計畫編號：101-2221-E-216-033-				計畫名稱：應用小波轉換域之虛擬影像融合法於彩色影像強化之研究	
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 （本國籍）	碩士生	2	2	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	1	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 （外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果</p> <p>(無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>本計畫中，我們提出基於小波轉換之分類虛擬影像融合法來加強影像之對比，首先，採用模擬光圈級數法來產生數張虛擬影像，對於每一張虛擬影像之每一像素，我們計算其對比值及曝光正確度以計算得到其權重值，然後對每一張虛擬影像執行離散小波轉換得到各頻帶之小波轉換係數，依據權重值將所有虛擬影像之小波轉換係數融合得到融合之小波轉換係數，最後對融合之小波轉換係數執行反離散小波轉換即可得到融合之強化影像。在實驗時，我們以四種不同類別之影像做為實驗結果之比較：1)一般正常曝光之影像但有些許區域之曝光稍微不足；2)背光拍攝之影像，因此存在曝光過度之區域或曝光不足之區域；3)由於照明或曝光不佳所造成拍攝之影像之對比不佳；4)夜間拍攝之影像，因為燈光效應而使得前景物體陰暗不明。我們將提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法與下列幾種方法做比較：1)直方圖均化法；2)曝光校正法；3)局部伽瑪校正法；4)陰影校正法；5)小波轉換影像融合法；6)曝光融合法。實驗結果顯示我們所提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法可以得到品質較佳之高對比影像。</p> <p>本計畫之部分成果已發表一篇國際期刊論文及一篇國際研討會論文，另外本計畫提出之影像強化方法可以應用於數位相機或照像手機上，甚至可以應用於各類數位影像顯示設備等相關產業。</p>
---	--

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

# 國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表  未發表之文稿  撰寫中  無

專利： 已獲得  申請中  無

技轉： 已技轉  洽談中  無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本計畫中，我們提出基於小波轉換之分類虛擬影像融合法來加強影像之對比，首先，採用模擬光圈級數法來產生數張虛擬影像，對於每一張虛擬影像之每一像素，我們計算其對比值及曝光正確度以計算得到其權重值，然後對每一張虛擬影像執行離散小波轉換得到各頻帶之小波轉換係數，依據權重值將所有虛擬影像之小波轉換係數融合得到融合之小波轉換係數，最後對融合之小波轉換係數執行反離散小波轉換即可得到融合之強化影像。在實驗時，我們以四種不同類別之影像做為實驗結果之比較：1)一般正常曝光之影像但有些許區域之曝光稍微不足；2)背光拍攝之影像，因此存在曝光過度之區域或曝光不足之區域；3)由於照明或曝光不佳所造成拍攝之影像之對比不佳；4)夜間拍攝之影像，因為燈光效應而使得前景物體陰暗不明。我們將提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法與下列幾種方法做比較：1)直方圖均化法；2)曝光校正法；3)局部伽瑪校正法；4)陰影校正法；5)小波轉換影像融合法；6)曝光融合法。實驗結果顯示我們所提出之基於小波轉換之分類影像融合演算法可以得到品質較佳之高對比影像。

本計畫提出之影像強化方法可以應用於數位相機、照像手機、或行車記錄器等，甚至可以應用於各類數位影像顯示設備上，用來加強影像之對比，特別是夜間拍攝之低亮度對比影像。