

利用 DSP 平台實現車用 CMOS 攝影機參數調整研究

吳宇祥 陳加增 郭永源
車輛研究測試中心 研發處

摘要

本文主要目的為藉由 DSP 平台控制攝影機參數，分析研究找出參數對與影像品質之影響，藉由分析之結果找出攝影機調整參數與調整策略，期望透過 DSP 調整其 CMOS 攝影機參數，解決車用安全影像系統因 CMOS 影像感測器影像過曝所造成之系統失效。實驗目的用以解決車用影像過曝問題為主；實驗以資訊熵 (Entropy) 及影像平均灰度值 (Average Gray Level value) 當做評估指標，找出曝光量調整參數 EV 及 Gain 之調整策略。實驗結果顯示，資訊熵 4.5 及影像平均灰度值 100 為門檻，來建立曝光量調整參數 EV 之控制曲線；而 Gain 之控制，則以 Gain4 與平均灰階 200，為門檻值，Gain 小於 4 或平均灰度值大於 200 時，代表影像增益過大。最後利用資訊熵及影像平均灰度值設計一利用 DSP 調整 CMOS 曝光參數之系統

關鍵詞：CMOS、曝光調整、資訊熵、平均灰階。

1. 前言

在過去的十年間，CMOS 與 CCD 影像感測元件的應用不斷驅動著許多像行動電話、數位相機等消費性電子產品的需求。然而，在車用市場上，影像感測元件的應用遲遲不如消費性 3C 產品來得普遍。究其原因，在擁有高安全性與穩定性的車用市場中，影像元件的高速傳輸匯流排、高品質顯示介面與專門的影像處理元件等產品並未出現，因而阻礙了過去車用影像感測元件的市場需求。時至今日，由於專責影像元件生產的廠商，不斷針對車用影像需求推出更高品質的影像元件。也引起的許多 Tier-1 廠商的注意，紛紛投入與影像相關的應用開發，以期對車輛的安全與舒適帶來新的革命性發展。

目前車用影像系統的應用，主要可區分為：駕駛視野輔助 (Human Vision) 與電腦/機械視覺 (Machine Vision) 兩大主軸。

前者的應用係利用單顆或多顆攝影機的架設，提供駕駛人在停車、倒車等易產生盲點或死角的駕駛情況之下，提供視覺上的輔助。夜視攝影機的影像呈現，也屬於該範疇之中。Human Vision 的應用，在定義上強調畫面的真實性，需即時的反應攝影機所拍攝到的畫面給駕駛者，並視需要進行影像的處理，因此相對於機械視覺所用之設備，屬於高成本、高解析度之攝影機。

另一應用係屬智慧型的影像系統，這類系統的影像畫面，主要係提供給電腦/機械進行辨識之用，故稱之為機械視覺 (Machine Vision)。目前從廠商端所看到的開發應用包括：車道追蹤 (Lane Tracking)、智慧型安全氣囊 (Seat Occupancy for Smart Airbags)、自動盲點區偵測 (Automatic Blind-spot Detection) 與自動巡航

系統 (Automatic Cruise Control) 等。這類的應用需求，乃視電腦視覺系統開發設計應用之差異而不同。以盲點警視系統為例，該系統的視角可限縮在駕駛盲點區域即可，而無需考量到其他視野影像的清晰度或可視性。另也可能因系統開發之需要，提供單純的黑白或紅外線影像給電腦進行辨認，而這特殊交由電腦辨識的影像，實不為一般駕駛人所易於觀看。因此，這類攝影機之需求，常需視開發者之需要進行更改，較難以單一規格的攝影機加以統一。

由於目前廠商所推出的攝影機多為通用型的設計，而各類不同監控與辨識用途 (甚至是車款與安裝位置)，都為因應客戶之不同需求，而進行不同之設計。而目前的攝影機廠商，多半尚未有足夠的能力應付這些車用影像產品開發商的特殊需求，因而多半屈就於通用型的影像感知器。暫時屈就使用這類通用型的影像感知器會對系統造成多少的影響，仍有待商榷。因此，在應用面上，市場仍存在許多不確定因素，且在車用攝影機市場依舊未出現一龍頭領導廠商。

以現今的影像感測器技術觀之，雖然 CCD 影像感測器已成功切入車用攝影機市場。但 CMOS 攝影機所獨具的成本優勢，更令眾多生產廠商所青睞。且雖然 CMOS 攝影機在影像品質上遠不及發展已久的 CCD 影像感測器，但在最近的發展趨勢上，我們可以觀察到隨著時間的演進，CMOS 影像感測器已漸漸克服前述許多先天上的影像品質缺陷，這也正驅使著越來越多的車用廠商逐漸採用 CMOS 技術的影像感測器

由前面所述，可得到 CMOS 影像自動調整系統之試作可行性評估及方向，將與車用安全影像系統中盲點警視系統及疲勞警視系統來加以結合。CMOS 目前能應用於車用安全影像系統中之優缺點如下：

1. CMOS 攝影機具有可進行 SoC (System on Chip) 設計的彈性，能將影像強化/處理的功能整合在單一晶片上。
2. 目前廠商所推出的攝影機多為通用型的設計，由於車用安全影像系統之應用需求，視電腦視覺系統開發設計應用之差異而不同，進行不同之客製化設計，便難以大量生產來降低成本。
3. HDR (High Dynamical Range) 的調整技術，多已由 CMOS 攝影機晶片廠商製作在 CMOS 感測器元件之上，但價格目前仍偏高，目前市售車用攝影機大多以倒車攝影機為主，其功能主要為觀看倒車之影像，不完全符合車用安全影像系統之使用。

鑒於車用攝影機之未來需求與應用之多樣性，我們先將針對車用攝影機之應用、未來市場成長概況與車用影像安全系統進行探討，評估 CMOS 攝影機參數調整系統之設計方向與車用影像安全系統結合之可行性。最後試作一套利用 DSP 平台實現 CMOS 攝影機參

數調整系統，針對系統進行介紹與實驗，找出適合與車用安全影像系統結合之曝光量調整曲線。

2.調整參數與影像品質評估

本章節主要以 CMOS 調整參數、影像品質評估來介紹本研究影像經參數調整後分析之方式：

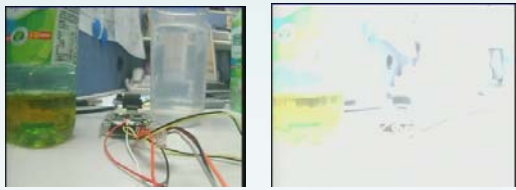
2.1 調整參數

本實驗用之 OV7950-CMOS 攝影機能藉由 register 所調整之參數為，Gain、Red、Green、Blue、EV(Exposure Value)、Gamma curve、Bright、Contrast。

Gain 為調整輸入訊號之增益，可控制之範圍為 1x-32x，其控制數值為 8Bit，轉換式如下：

$$\text{Gain} = (\text{Bit}[7]+1) \times (\text{Bit}[6]+1) \times (\text{Bit}[5]+1) \times (\text{Bit}[4]+1) \times (1 + \text{Bit}[3:0]/16)$$
 (2.1)

圖 1 為 Gain1x 及 Gain32x 之圖



(a)Gain=1x (b)Gain=32x
圖 1 不同 Gain 之圖

Red、Green、Blue 為 RGB 三原色之控制增益，主要能控制 RGB 輸入顏色值之色調。

EV 為曝光值控制，可控制範圍為 0x00-0x82，此參數主要控制 CMOS sensor 之曝光值，由 sensor 硬體端來增加減少進光量，其結果如圖 2 所示：



(a)EV=0x00 (b)EV=0x82
圖 2 不同 EV 之圖

Gamma curve：主要為了顯示，保留住暗部或亮部主要資訊，而捨棄一部份資訊，進行曲線的亮暗變化。

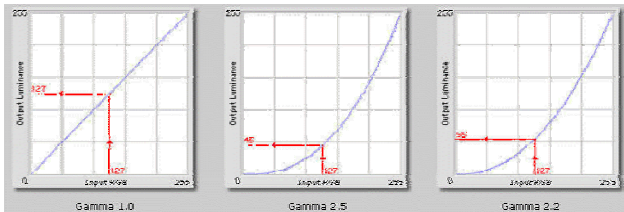


圖 3 Gamma 對應 RGB 顏色明度之示意圖

$$\text{Output Luminance} = 255 \times (\text{輸入 RGB 值} / 255)^{\text{Gamma}}$$

，這樣可以透過數值曲線瞭解 Gamma 值對應 RGB 所產生的變化。現假設一 RGB 值為 127（相當於 50% 灰色），如果使用 Gamma 1.0 線性表示，輸出對應也是 127，但如果改以 Gamma 2.5 代入 RGB 值只剩下 45（相當於 18% 灰色），但顏色變得太黑了，改換成 Gamma 2.2，換算 RGB 輸出還可以保有更多的暗部層次。

攝影機本身有內建 Gamma curve 的調整曲線，必須照其規定之方式來更改曲線之曲率。

Bright 為控制影像之亮暗程度，控制範圍由 0x00 ~ 0xFF，與 EV 之差別為此參數是由晶片軟體端所計算，而不是由原始訊號來控制影像亮暗程度，如果 sensor 輸入之影像畫面曝光時間不足，亦無法調整出畫質佳之效果。

Contrast：主要控制影像之對比，類似影像處理中之銳化與模糊處理效果，可控制範圍為 0x00-0xFF。

2.2 影像品質評估

影像品質評估主要為了解不同調整參數所造成之差異，一般影像常見品質評估可用統計直方圖，如圖 4，來觀察影像灰階之分佈變化情形。

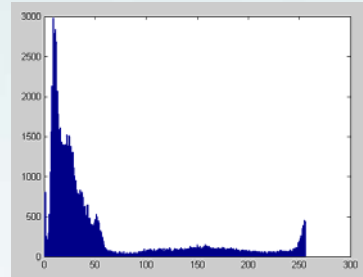


圖 4 影像直方圖

除了影像直方圖之外，另外還有就是計算灰階的平均值和變異數，由於影像直方圖只能表現灰階分佈與變化，考慮一個由 H 表示的影像直方圖，可由基本統計學所得來以下公式：

$$\mu = \sum_{z_i \in S} z_i p(z_i) \quad (2.2)$$

與

$$\sigma^2 = \sum_{z_i \in S} (z_i - \mu)^2 p(z_i) \quad (2.3)$$

其中 z_i 為 H 中像素度的灰階值，而 $P(z_i)$ 是對應的正規化的直方圖值。

上述的評估方式主要評估以灰階變化為主，無法完整表示出畫面受到調整不同參數所造成影像資訊之改變。例如，調整了攝影機參數中的 Red、Green、Blue 之增益，造成色調之改變，使影像之辨識困難，但是整體之灰度平均值與變異數卻沒有明顯之改變。因此，需要以資訊熵的方式來加以表達影像的平均資訊量，其數學表示式如下：

$$En = - \sum_{j=1}^j P(a_j) \log P(a_j) \quad (2.4)$$

此數值稱為影像訊號的不確定性(uncertainly)或熵(entropy)。它定義了訊號所伴隨的資料量，隨著其大小之增加，帶來更多的不確定性及資訊。

因此本實驗將以平均灰度值與資料熵來探討攝影參數調整所造成之差異，以及定義出可行之參數調整方式。

3.實驗設備與方法

本研究主要目的為藉由 DSP 平台控制攝影機參數，找出參數對與影像品質之影響，藉由分析之結果來找出適合車用安全影像系統之調整參數與調整策略，解決曝光過度問題，最後搭配車用安全影像系統

來完成 CMOS 辨識自動調整系統。CMOS 辨識自動調整系統功能主要為透過 DSP 系統調整其攝影機參數解決車用安全影像系統因 CMOS 影像感測器影像過曝所造成之系統失效，能在 CMOS 影像感測器輸入至系統中時，設定符合系統之參數。例如輸入之影像達到系統無法辨識之程度時，適時增加或減少 CMOS 之曝光量，改善系統受到影像品質所造成之失效情形。達到如圖 5 所表示之效果：

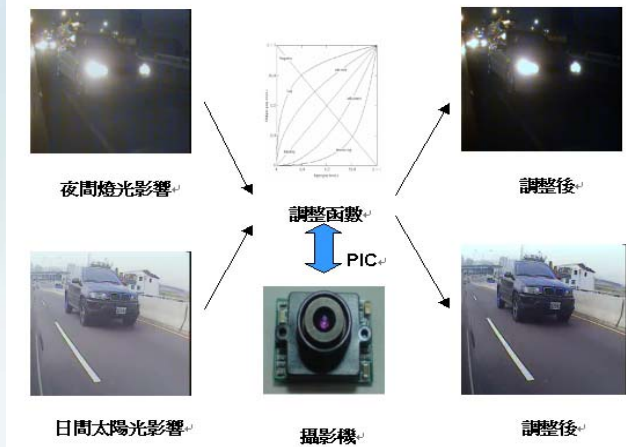
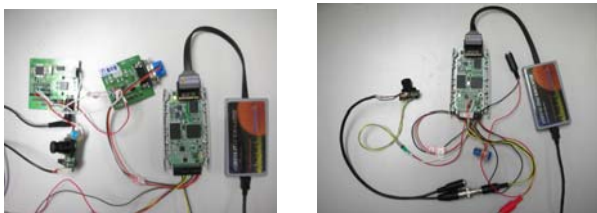


圖 5 系統功能圖

3.1 實驗設備

3.1.1 硬體

系統硬體主要由 DSP、PIC 與 CMOS 攝影機所組成，DSP 為 TI-DM64XX、PIC 使用 Microchip-18F4585、CMOS 攝影機則為 OV9750。系統硬體規劃成兩部份執行，一為利用 DSP 透過 CAN 訊息傳輸給 PIC，最後再經由 PIC 中建立之調整參數來調整 CMOS 影像感測器。一為透過 DSP 上的 I2C 直接傳送位址及參數來填寫 CMOS 影像感測器之 Register，達到調整 CMOS 影像感測器曝光量之效果。



(a) 透過 CAN (b) 透過 I2C

圖 6 DSP 與 CMOS 連結方式

3.1.2 DSP 平台

DSP 處理核心硬體中包含有 TI-DM64xx 處理器、Video Decoder、DDR2、NAND Flash、CAN、GPIO 等元件，以下將介紹各元件在駕駛者狀態監視系統的功用。

DM64xx 處理器: 主要是運算大量的影像資料，以及控制 CAN 及 GPIO 資料的傳送與接收。

DDR2: 儲存 Video Decoder 所解碼出來的影像資料或儲存 DM6437 所處理後的資料。

Video Decoder: CCD 或 CMOS Sensor 所擷取影像為 NTSC 的類比訊號將透過 Video Decoder 轉換成 YUV 的數位訊號。

NAND Flash: 儲存影像演算法的程式，或儲存 DSP 基

本的初始設定值。

CAN: 連接車身訊號，可接收到車輛的車速、車燈等其他訊號。

GPIO: 可透過 GPIO 將警示訊號輸出至 LED 或蜂鳴器，或透過 GPIO 將外部訊號輸入至 DSP 處理器處理。駕駛者狀態監測系統將利用 CCD/CMOS Sensor 擷取 NTSC 類比影像透過 Video Decoder 轉換成 YUV 的數位影像資料，將儲存於 DDR2 記憶體中等待 DM64xx 處理，如影像程式需要車身訊號或其他外部訊號時會透過 CAN 或 GPIO 將外部訊號輸入至 DM64xx 處理，DM64xx 處理完後的資料可儲存於 DDR2 記憶體中或透過 GPIO 驅動 LED 或蜂鳴器等周邊電路，或可利用 Video Out 輸出處理完之影像資料，可提供程式設計人員系統除錯的功能。

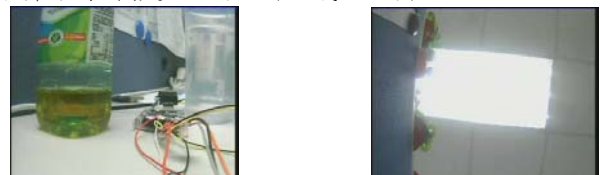
3.2 實驗系統架構

系統架構硬體部份，主要由 DSP 及 CMOS 影像感測器所組成，經過 DSP 板上所連結之 PIC，由 SDA 與 SCL 此二腳位與 CMOS 影像感測器所預留之 SDA 與 SCL 連結，送出 3.3V 的 DATA 訊號來填寫 CMOS 影像感測器之 Registers，達到控制 CMOS 影像感測器之曝光條件參數。軟體部分，主要影像經 GPIO 傳入影像訊號，在盲點警示及疲勞駕駛系統判斷影像同時評估計算目前影像品質，產生出一套適合系統用之曝光量控制曲線，再經由 DSP 之 I2C 傳送函式庫，傳送位址及數值來填寫 CMOS 影像感測器之 Registers，達到控制 CMOS 影像感測器之曝光條件參數。

3.3 實驗場景

實驗場景分為室內一般與室內燈光兩種場景，產生高平均灰階度環境(燈)與一般灰階度平均分散環境，利用平均灰度值與資料熵來分析探討攝影參數調整所造成之差異，用以建立影像明暗控制為主之調整策略方向。

因此，本實驗選定之調整參數，主要為 EV 及 Gain 此二參數來進行攝影機調整，平均灰度值與資料熵來分析探討攝影參數調整所造成之差異。



(a) 灰階度平均分散環境 (b) 平均灰階度環境(燈)

圖 7 測試場景圖

4. 結果與討論

圖 8 為 R、G、B、灰階熵與平均灰度值圖；R 為紅色、G 為綠色、B 為藍色、灰階為黑色，其數值大小以左邊 y 軸表示熵(entropy)值；平均灰度值為黃色，其數值以右邊 y 軸表示。由圖 8 可觀察出 R、G、B 熵與灰階熵在 EV 調整上，並沒有明顯之差異，整體大致落在 4.5-5 之間，因此實驗中利用 EV 參數所調整資訊熵之結果，將以灰階熵來表示。

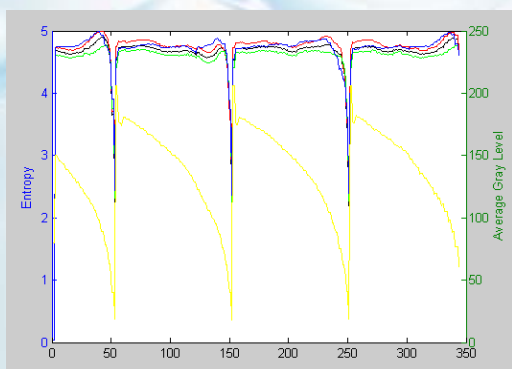
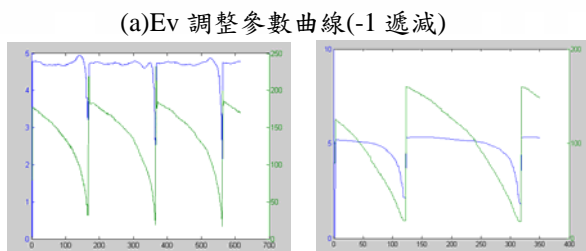
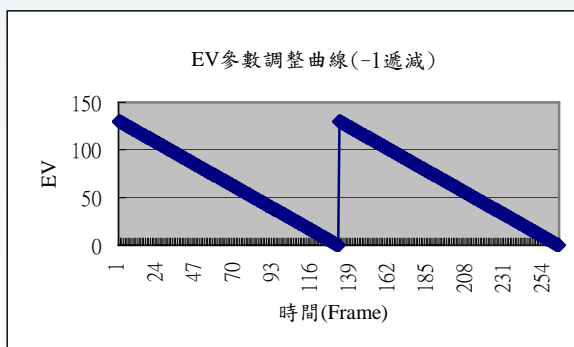


圖 8 R、G、B、灰階熵與平均灰階圖

4.1 EV

下列圖 9-圖 13 中(a)x 軸為時間以 Frame 為單位，y 軸為 EV 值大小；(b)、(c)，藍線代表灰階熵，其數值以左邊 y 軸表示；綠線代表平均灰度值，其數值為右邊 y 軸表示，時間軸則以 frame 為單位，皆以連續 EV 遞減調整為主。

以不同 EV 遞減率來調整，尋找資訊熵及平均灰度值有沒有相對明顯之波形改變。以及不同斜率之 EV 遞減，是否會造成波形之明顯改變。



(b)燈 (c)一般

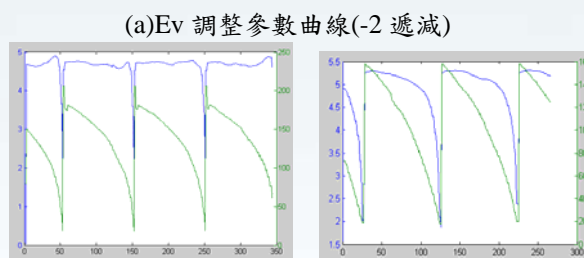
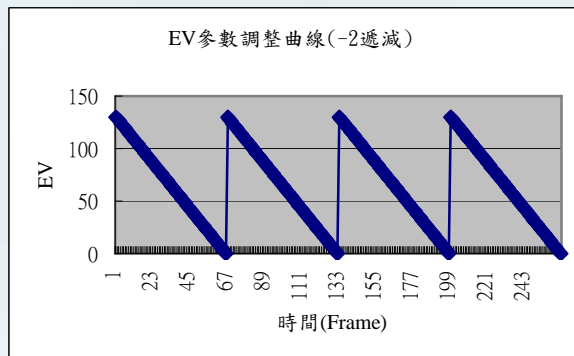
圖 9 EV 以-1 遞減之灰階熵圖

圖 9(a)為 Ev 以-1 遞減調整參數曲線。圖 9(b)顯示 EV 遞減時，在高平均灰階環境下，熵會在平均灰度值接近 50 時快速降低至 3 左右，但是當 EV 恢復至全開時，熵會瞬間又回到 4.5 以上；在圖 9(c)則在平均灰度值大約 100 時，熵由 4.5 開始隨著遞減，大約到平均灰度值至 20 時，會降低到最低點，亦隨 EV 恢復全開時，熵又恢復至 5 左右。由於平均灰度值會隨著 EV 的大小增減，因此可由平均灰度值與熵的變化來加以討論。

圖 10(a) 為 Ev 以-2 遞減調整參數曲線。圖 10(b) 結果大致與圖 9(b)相同。圖 10(c)則在平均灰度值大約 140 時，熵由 5 開始隨著遞減，大約到平均灰度值至 20 時，會降低到最低點，亦隨 EV 恢復全開時，熵又恢復至 5 左右。EV 遞減率為-2，所產生之數值雖然與 EV 遞增率-1 不同，但波形並沒有太大改變，代表更換

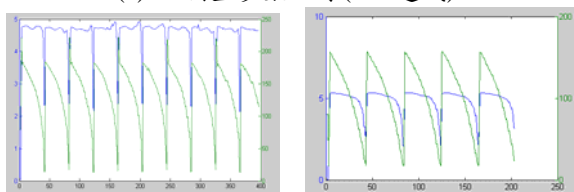
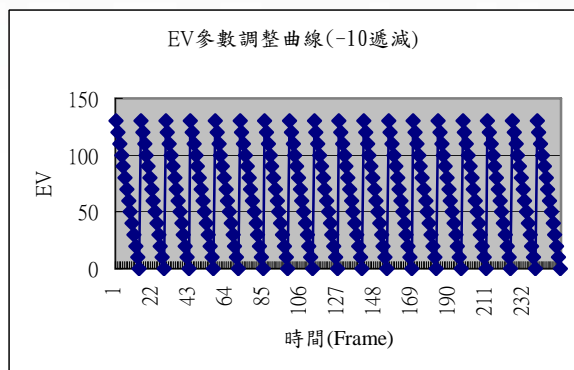
遞減率不會明顯造成影像品質的大差異。

圖 11(a)為 Ev 以-10 遞減調整參數曲線。圖 11(b)與(c)由於遞減率增加，所以調整頻率變快，但整體波形並沒有造成明顯之變化。因此可知道，以等量遞減，不會因為遞減量不同，而造成明顯差異。因此將以不同斜率所產生之曲線產生變化，來看看是否產生波形的不同。



(b)燈 (c)一般

圖 10 EV 以-2 遞減之灰階熵圖



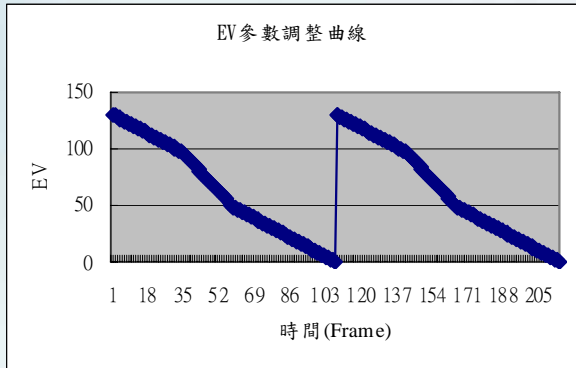
(b)燈 (c)一般

圖 11 EV 以-10 遞減之灰階熵圖

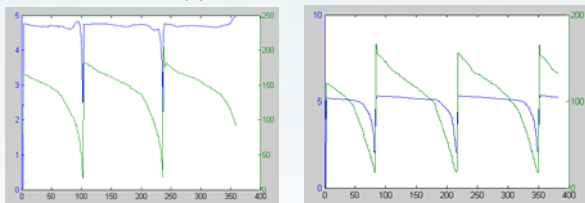
圖 12(a)為 EV 在 0X00-0X30 與 0X60-0X82 以-2 遞減，EV 在 0X30-0X60 以-1 之遞減調整參數曲線。圖 12(b)可以看出在平均灰度值會有不一樣之斜率變化產生，但是造成熵明顯降低，仍有一臨界值，大約在平均灰度值為 50 左右急速降低。圖 12(c)之平均灰度值也有不一樣之斜率變化產生，不同處為熵降低的時間較為延後，且變化斜率較為傾斜。

圖 13(a)為 EV 在 0X00-0X30 與 0X60-0X82 以-1

遞減，EV 在 0X30-0X60 以-2 之遞減調整參數曲線。圖 13(b)可以看出在平均灰度值會有不一樣之斜率變化產生，大約也是在平均灰度值為 50 左右急速降低。圖 13(c)之平均灰度值也有不一樣之斜率變化產生，不同處為熵降低的時間較為提早，但斜率較為緩和。因此可利用調整曲線之斜率不同，來調整熵在臨界值時之降低程度。



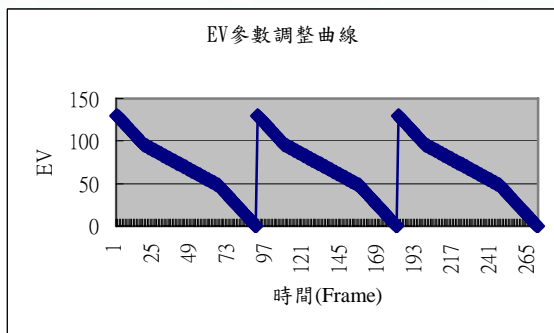
(a)Ev 調整參數曲線



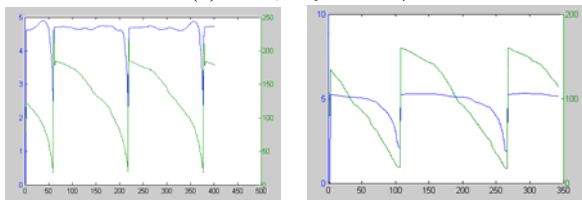
(b)燈

(c)一般

圖 12 EV 在 0X00-0X30 與 0X60-0X82 以-2 遞減，EV 在 0X30-0X60 以-1 遞減之灰階熵圖



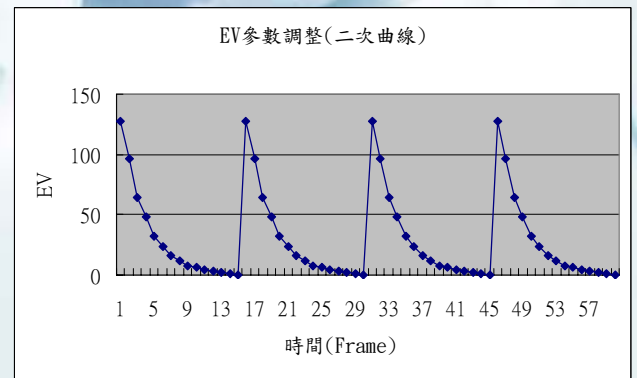
(a)Ev 調整參數曲線



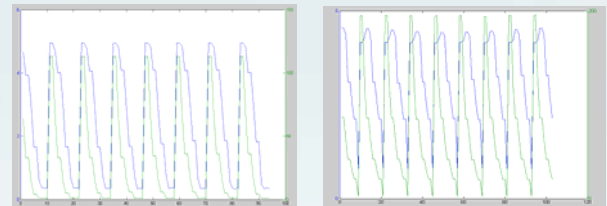
(b)燈

(c)一般

圖 13 EV 在 0X00-0X30 與 0X60-0X82 以-1 遞減，EV 在 0X30-0X60 以-2 遞減之灰階熵圖



(a) Ev 調整參數曲線



(b)燈

(c)一般

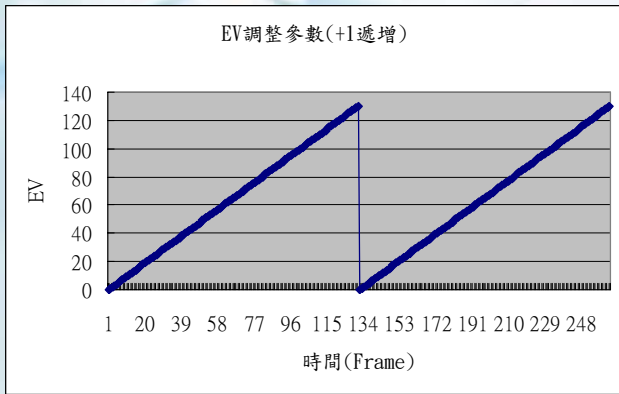
圖 14 EV 以二次曲線遞減之灰階熵圖

由圖 9~圖 13 中，EV 遞減的調整參數，在高平均灰階度環境(燈)(b)與一般灰階度平均分散環境(c)，可以觀察出在高平均灰階度環境(燈)下，且在平均灰度值降至低於 50 時，熵才會快速滑落；也就是說當 EV 接近於 0 時，影像品質才會明顯變差，EV 的調整不會造成明顯之熵下降，因此表示在整體環境偏亮時，可以快速調降 EV 來達成更佳之效果。圖 14 中，當 EV 以二次曲線遞減時，熵會產生快速滑落現象，且不易找到控制門檻值。因此在設計控制遞減曲線時，先不考慮二次曲線控制。

在一般灰階平均分散環境時，到達臨界灰階值，平均灰度值 100 時，整個影像的熵會明顯開始滑落，因此，可用平均灰度值 100 及熵來當成一般灰階平均分散影像調整時之參考值。來得到適合之 EV 參數值。

由上述結果，無論在一般或是高平均灰階環境，在調整參數 EV 時，可以熵 4.5 及平均灰度值 100 當成門檻值，在此門檻值以上時，可以使用較高遞減率之 EV 參數來加以控制，等熵 4.5 或是平均灰度值 100 時再減少 EV 的遞減率，便能達成效果較佳之減光控制。

圖 15、圖 16 為 EV 遞增之灰階熵圖，圖 15 是以 +1 遞增曲線來進行控制，可觀察出平均灰度值在 100 以上時，能有較高之資訊熵，但當平均灰度值高於 200 時，熵便開始快速滑落。因此遞增曲線之控制，將平均灰度值控制在 100-200 之間，會有較好之影像品質。圖 16 為二次曲線遞增調整，結果與遞減類似，雖然能快速調整影像亮度，但因調整之變化量過大，反而讓資訊熵變的不穩定，且不易找到控制門檻值。因此在設計調整曲線時，先不以二次曲線來進行控制。



(a)Ev 調整參數曲線

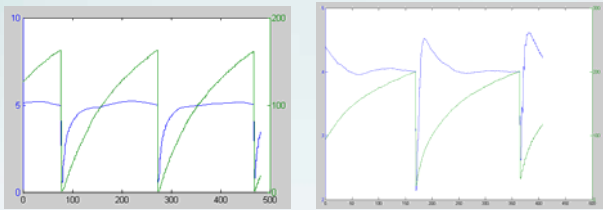
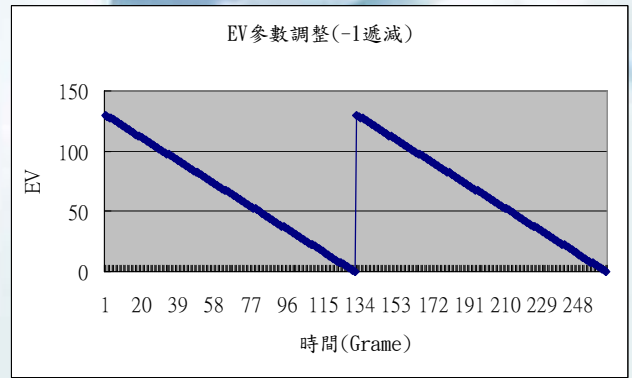


圖 15 EV 以+1 遞增之灰階熵圖



(a)Ev 調整參數曲線

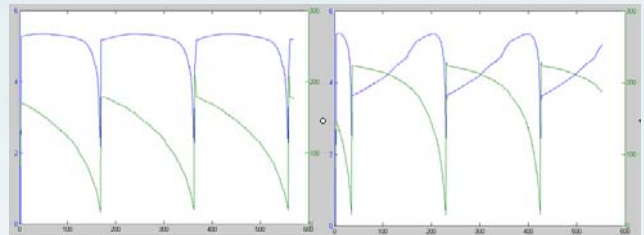
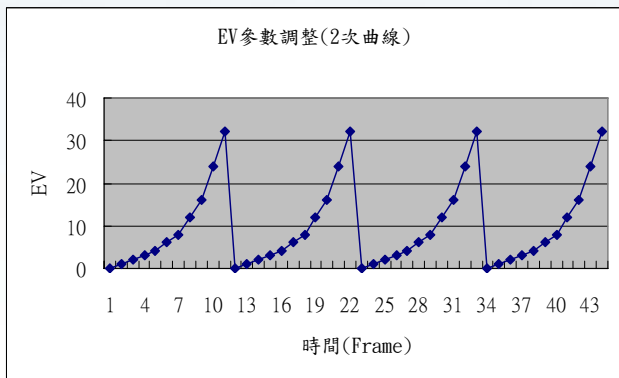


圖 17 EV 以-1 遞減之車內灰階熵圖



(a)Ev 調整參數曲線

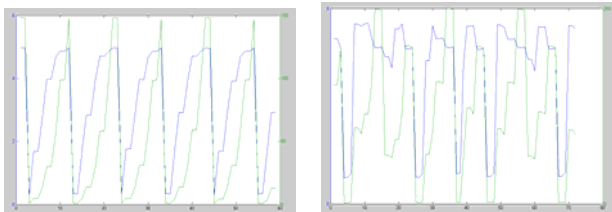
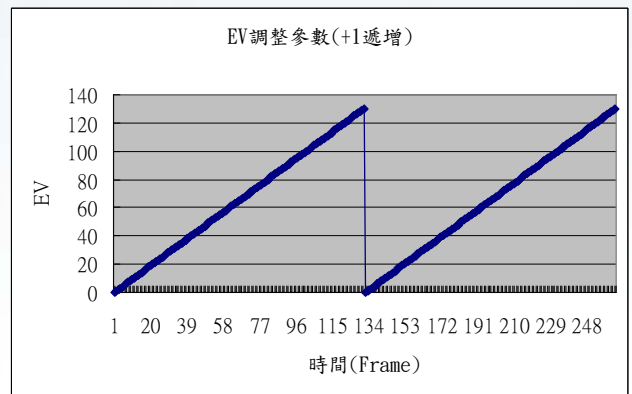


圖 16 EV 以二次曲線遞增之灰階熵圖



(a)Ev 調整參數曲線

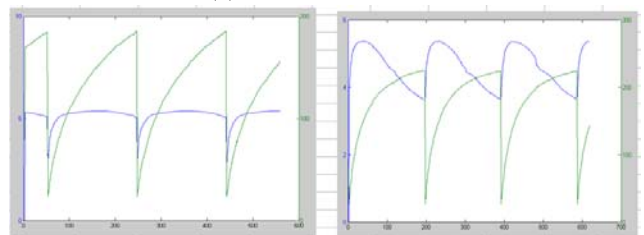


圖 18 EV 以+1 遞增之車內灰階熵圖

圖 17、圖 18 為在室外車內進行人臉背光(b)及人臉面光(c)的環境下進行遞增及遞減之灰階熵圖。可發現人臉背光時，比較類似在高平均灰階度之結果，在人臉面光時，則類似在一般灰階度環境下之結果。因此，控制曲線之設計，可以高平均灰階度場景及一般灰階度場景來進加以進行。

圖 19 為車內影像所產生之 EV 控制曲線比較圖，比較高灰階度與一般灰階度場景時要如何設計，才不會在場景變化時產生明顯資訊熵變化。結果顯示，當影像平均灰階度高於 200 及低於 50 時，熵值會明顯降低。且熵之峰值，大多落於平均灰階度值 100~150 之間。因此，可利用此趨勢來設計一控制曲線，將平均灰階度值控制於 100~150 間，便能得到較佳之熵值，當影像亮度大幅變動，可利用斜率較高之遞減或遞增控制，使影像品質維持在較佳之狀態。

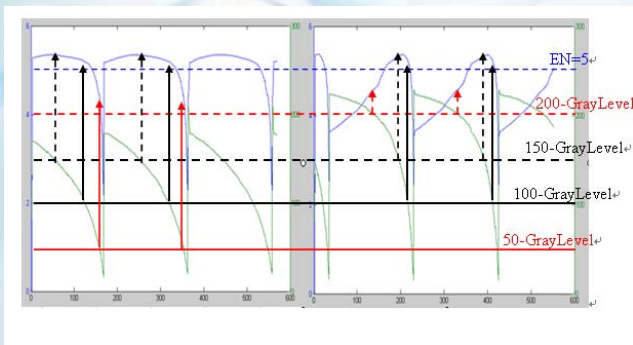


圖 19 EV 控制曲線比較圖

圖 20 為 DSP 控制 EV 之比較圖(室內場景)，使用原廠控制時，攝影機面對到過曝情形，如圖 20(b)時，會控制 EV 使其產生如圖 20(a)之效果，得到明顯之光源內部邊緣，但卻失去非光源之景物，但經由我們設計之控制曲線以 DSP 加以控制後，會得到如圖 20(c)之結果，能將光線邊緣及其他非光源景物清楚展現。圖 21 為原廠控制與 DSP 控制曝光曲線比較圖(車內場景)，由圖 21(a)、(b)、(e)、(f)可看出，在遇到亮度變化時，原廠設定會有快速調整之變化，但造成影像品質較大變動，但在一般畫面時，如圖 21(c)、(d)，就沒有太大的差異。

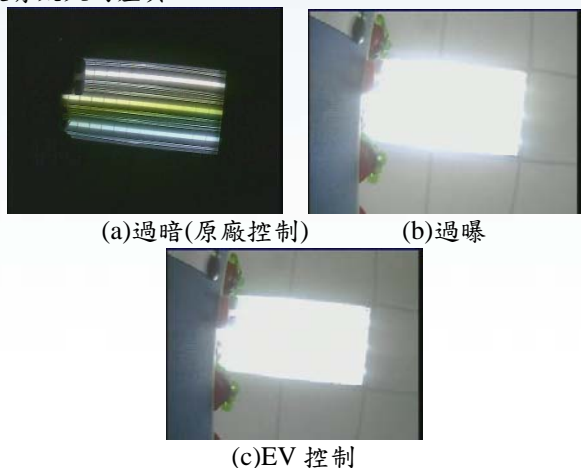
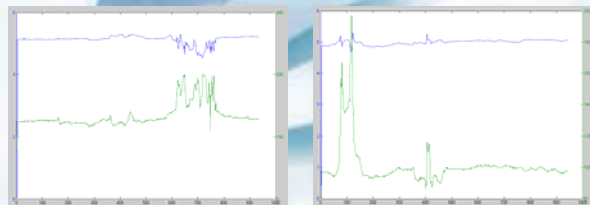


圖 20 DSP 控制 EV 與原廠控制之比較圖(室內場景)



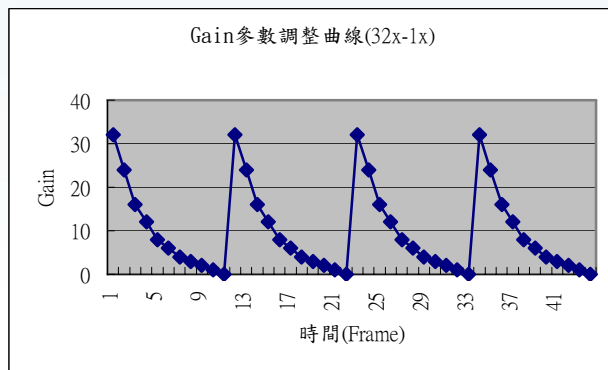
(e)灰階熵變化(原廠控制) (f)灰階熵變化(DSP 控制)
圖 21 原廠控制與 DSP 控制曝光曲線比較圖(車內場景)

4.2 GAIN

在圖 22(a)中，攝影機參數 Gain 是以二次曲線在調整，其範圍由 $1x \sim 32x$ ，由(b)中可以觀察到在高平均灰階度環境時，熵在接近 $Gain=1x$ 的波峰，其值有高於 4 以上。其他熵皆大多小於 4，且平均灰度值大於 200，代表著在高平均灰階度環境時，參數 Gain 的放大，會造成影像過亮，整體影像無法辨識，因此在高平均灰階度環境時，不適合使用 Gain 參數調整。

在圖 22(c)，可以觀察出 Gain 只要放到大至平均灰度值大於 200 以上，影像品質就會明顯滑落，

無論高平均灰階度環境(燈)(b)與一般灰階度平均分散環境(c)，Gain 的大小與灰階熵為反比，代表 Gain 越大，影像資訊越少，Gain 越小，影像品質越好，當影像平均灰度值大於 200 以上或熵小於 4 時，代表 Gain 已經放大過多。



(a)Gain 調整參數曲線

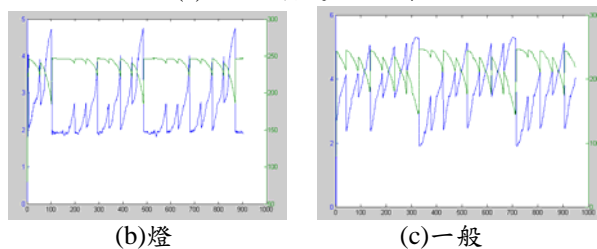


圖 22 EV=0x82, Gain=1x~32x 時之灰階熵圖

5. 結論

(1) 實驗中 R、G、B 熵與灰階熵，在 EV 與 Gain 參數調整中，沒有明顯差異的結果，顯示了 EV 與 Gain 調整不會改變影像色調，在設計控制攝影機 EV 與 Gain 之調整方式時，可以灰階熵及平均灰階來估計出調整參數之好壞。

(2) 無論在一般或是高平均灰階環境，在調整參數 EV 時，可以熵 4.5 及平均灰度值 100 當成門檻值，在此門檻值以上時，可以使用較高遞減率之 EV 參數來加以控

制，熵 4.5 或是平均灰度值 100 時再減少 EV 的遞減率，便能達成效果較佳之減光控制。

(3)在 EV 固定時，Gain 越大，影像資訊熵越少。Gain 越小，影像品質越好。主要因為 EV 固定時，Gain 雖然能放大影像訊號，但同時也放大了雜訊，因此增加 Gain 在影像品質分析中，不能有效增加畫面資訊量。

(4)就影像資訊熵評估結果，無論在高平均灰階或是一般灰階度環境，熵高於 4 以上時，影像品質為可以辨識，熵高於 4.5 時，影像大多為清晰，因此以 EV 及 Gain 參數來調整攝影機輸入影像時，可以考慮以熵 4 及 4.5 來當成門檻值。

(5)最後完成之 DSP 控制 CMOS 攝影機參數系統與原廠設定比較結果，能使影像品質更穩定，減少受到光線變化時之影像品質大幅變動。

6.致謝

本研究承蒙經濟部技術處創新發展計畫 (96-EC-17-A-99-R1-0770)支持，特此致謝。

7.參考文獻

- [1] 米本和也 原著，陳榕庭 彭美桂譯，"CCD/CMOS 影像感測器之基礎與應用"，全華出版社，2005 年 8 月
- [2] Tom Hausken, "Automotive image-sensor business moves forward", Vision Systems Design, Oct, 2007.
- [3] S. Maddalena, A. Darmont, R. Diels, "Automotive CMOS Image Sensors", Advanced Microsystems for Automotive Application, 2005.
- [4] Joseph S. Stam et al., "Wide Dynamic Range Optical Sensor", United States Patent, Dec. 1999.
- [5] Cathy L. Boon, "CMOS Imager with Light Shield", United States Patent, Mar. 2001.
- [6] Orly Yadid-Pecht et al., "Method and Apparatus of High Dynamic Range Image Sensor with Individual Pixel Reset", United States Patent, Jan. 2001.
- [7] Jaroslav Hynecsek, "High Dynamic Range Active Pixel CMOS Image Sensor and Data Processing System Incorporating Adaptive Pixel Reset", United States Patent, Jul. 2006.
- [8] Suji Shimizu, "A NEW ALGORITHM FOR EXPOSURE CONTROL BASED ON FUZZY LOGIC FOR VIDEO CAMERAS", Manuscript received June 5, 1992
- [9] S. Namasivayam, "Optimization of Z-Axis Automatic Exposure Control for Multidetector Row CT Evaluation of Neck and Comparison with Fixed Tube Current Technique for Image Quality and Radiation Dose", AJNR Am J Neuroradiol 27:2221-25, 2006
- [10] Ming Yang, "Face detection for automatic exposure control in handheld camera", Proceedings of the Fourth IEEE International Conference on Computer Vision Systems (ICVS 2006)