

第五章 監控系統上的影像融合

監控系統目的在於監控重要地點的人事物，以防範有危險人物侵入，因此監控系統包含了錄影與監看功能，保全人員在位置上時能夠隨時監看畫面，而保全人員不在位置上時可以啟動錄影模式紀錄，並且能偵測物體移動而作警報提醒。除了全天候不間斷地監控以及完善的功能以外，監控影像的品質也十分關鍵。監控系統主要包含一個鏡頭、CCD 感測器以及影像處理晶片可以擷取情境的影像，並配合自動曝光根據情境亮度的動態範圍作適當的曝光設定，使得擷取的影像亮度最適當，不至於過曝或是過暗，方便保全人員或使用者觀看。

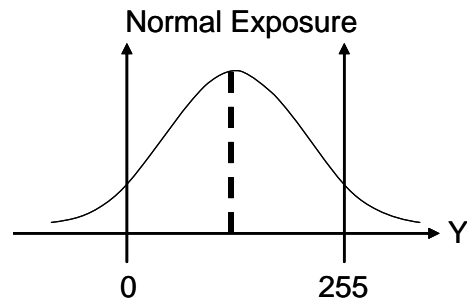
雖然監控系統可以有效利用自動曝光，針對高亮度或是低亮度的情境擷取最佳的動態範圍，但面對同時具有高亮度或低亮度的高動態範圍情境時，由於 CCD 影像感測器的動態範圍遠低於情境，因此使用自動曝光會造成局部的資訊漏失。因此我們提出一個監控系統上的影像融合演算法，藉由多重曝光有效捕捉情境的高動態範圍，並透過影像融合演算法，同時將高亮度與低亮度的資訊含括在單一張影像中，使監控系統不會因 CCD 影像感測器的不足而使監控安全性受到影響。依照圖 3-2 的影像融合系統架構，即時影像融合的演算法流程可分為二次曝光、亮度分佈統計、原始影像來源選擇以及原始影像倍率調整這五個主要步驟，以下分別來說明。

5.1 二次曝光

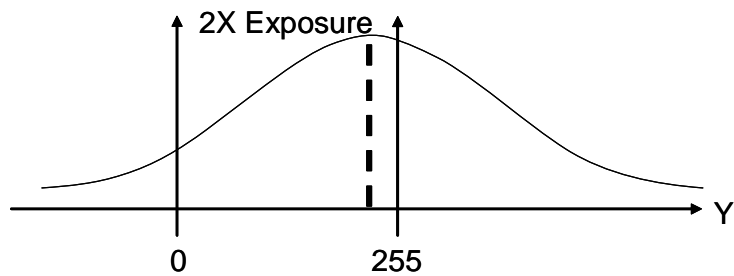
二次不同曝光設定是參考自動曝光的設定，其中一個是兩倍曝光，其設定能將原始影像資料的影像值提高為正常曝光的兩倍，另一個是半倍曝光，其設定能將原始影像資料的影像值降低為正常曝光的一半。因為我們使用的影像來自 Preview Engine 的輸出，因此兩張原始影像資料都需經過 Preview Engine 做完影像處理，輸出的 YCbCr 格式影像資料提供即時影像融合處理。

5.2 亮度分佈統計

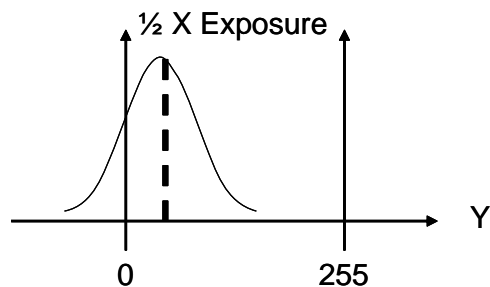
如圖 5-1 所示，根據不同曝光設定拍出的兩張影像，針對每張影像的 Y 統計影像亮度分佈，Y 的值域是 $[0, 255]$ ，統計出值域中由小到大每個 Y 值所占的像素個數。依照此分佈算出兩張影像 Y 的中值(median)，分別為兩倍曝光中值 M_D 、半倍曝光中值 M_H 。



(a) 正常曝光



(b) 兩倍曝光



(c) 半倍曝光

圖 5-1 多重曝光影像亮度分布圖

5.3 影像倍率調整

理論上高倍曝光中值 M_D 會比正常曝光中值高，低倍曝光中值 M_H 比正常曝光中值低，根據 M_D 與 M_H 估測出融合影像的 Y 中值 M_F ，如公式(1)所示。

$$M_F = (M_D + M_H) / 2 \quad (1)$$

想法是將 M_D 與 M_H 調整成 M_F ，得到兩個倍率調整因子 S_D 與 S_H ，如公式(2)、(3)所示，作為原始影像的倍率調整因子。

$$S_D = M_F / M_D \quad (2)$$

$$S_H = (\Phi - M_F) / (\Phi - M_H) \quad (3)$$

5.4 影像來源選擇

最後融合影像是依照兩張影像相同位置的像素去作來源選擇，兩倍曝光影像能夠拉高過暗的情境，半倍曝光影像能夠拉低過曝的情境，因此來源選擇時同時判斷兩邊的像素，偵測到此像素若是屬於偏亮的，則需選擇半倍曝光的像素，若是屬於偏暗的，則需選擇兩倍曝光的像素。融合後的像素是由選擇的像素與影像倍率調整因子計算得到，若選擇兩倍曝光像素，則需要稍微拉低，若選擇半倍曝光像素，則需要稍微拉高，使得融合後能夠有合理的對比度，如公式(4)所示。融合影像的 Y 值均求得後，Cb 與 Cr 的來源選擇應與 Y 值一致，且 YCbCr 在融合前後調整的倍率應保持一致才能使色彩不失真，因此 Cb 與 Cr 在融合前後調整的倍率應與 Y 相等。

$$Y(x) = \begin{cases} M_F + (Y_H(x) - M_H)S_H & \text{if } (Y_H(x) > M_H) \text{ and } (Y_D(x) > M_D) \\ Y_D(x)S_D & \text{if } (Y_H(x) < M_H) \text{ and } (Y_D(x) < M_D) \\ (Y_H(x) + Y_D(x)) / 2 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

5.5 測試與實驗結果

實驗結果如圖 5-2 到圖 5-4 所示，這些影像是從相機平台的監控系統所擷取下來的 YCbCr 影像，從影像可看到兩倍曝光影像比正常曝光亮很多，幾乎有局部過曝的現象，半倍曝光影像比正常曝光暗很多，很多都顯得過暗，經由影像融合之後的結果能將正常曝光的過暗與過曝的資訊尋找回來。



(a) 正常曝光



(b) 兩倍曝光



(c) 半倍曝光



(d) 融合影像

圖 5-2 影像融合結果一



(a) 正常曝光



(b) 兩倍曝光



(c) 半倍曝光



(d) 融合影像

圖 5-3 影像融合結果二



(a) 正常曝光



(b) 兩倍曝光



(c) 半倍曝光



(d) 融合影像

圖 5-4 影像融合結果三