

# 應用於監視系統之視訊畫面對比度增強暨銳化方法

## The Contrast Enhancement and Sharpening for Image Sequences in the Surveillance System

陳昭和、丁文新、陳聰毅

國立高雄應用科技大學電子工程系

E-mail:{thouho, 1101305147, chentso}@kuas.edu.tw

### 摘要

隨著數位影像/視訊處理技術的蓬勃發展，使得數位視訊監控系統在近幾年間迅速普及，但由於一般影像成像元件普遍存在著感光動態範圍不足的問題，以致造成在背光或光線不足情況而使攝取畫面看起來昏暗不清，且一般監控攝影機因為成本考量，普遍非使用寬動態範圍成像元件而造成攝取影像有模糊現象。故為提供低成本而能有寬動態範圍影像品質，本文提出一種應用於視訊畫面之寬動態及影像銳化方法，主要包含 3 部份：計算色調映射曲線、移動物切割、銳化，本文方法特徵是根據輸入影像來設定映射曲線並事先產生資料表，之後再對背景與前景(移動物)做不同的色調映射處理及銳化處理，如此可大幅降低整體運算量以達即時監控系統之畫面增強目的。

**關鍵詞：**視訊增強、寬動態範圍、移動物切割、銳化、色調映射。

### Abstract

With the advance of digital image/video processing, the digital video surveillance system has become more and more interesting and spread widely. Due to lack of wide dynamic range (WDR) for image sensors, the captured images always appear indistinct in the backlighting or poor-light situations. For providing low-cost and appearance with WDR, this paper presents a method for contrast enhancement and sharpening in image sequences of the surveillance system. The proposed method is composed of calculation of tone mapping curve, moving object segmentation, sharpening. The tone mapping curve is generated according to the input image and is stored in a look-up table. For reducing a large amount of operations, both background and foreground (moving object) have their respective ways of tone mapping and sharpening in order to achieve video enhancement in the real-time surveillance system.

**Keywords:** Video enhancement, Wide dynamic range, Moving-object segmentation, Sharpening, Tone mapping

## 1. 前言

近年來隨著數位影像蓬勃發展，連帶使得數位安全監控逐漸普及也方便導入許多數位影像處

理的技術，但由於一般數位攝影機的感測器(CCD)動態範圍(Dynamic Range)普遍低於人眼，所以會造成像下圖 1、2 只要場景稍微昏暗或背光就會使得畫面中的人物無法辨識，延伸到數位監控之中的話，就會使得畫面中的一些重要的資訊辨識困難或是根本無法辨識，現今有許多雖然有許多品質很好的色調映射技術[1,2,4,7-12]，但大多數都太過於複雜不利於應用於視訊之中，故本文提出一演算法結合視訊的優勢以及利用查表法來達到節省運算量的目的，並可以達到即時運算。



圖 1. 場景昏暗示意圖



圖 2. 背光環境示意圖

## 2. 研究方法

本文研究方法如下圖 3 所示，主要分為移動估測、色調映射、銳化。

### 2.1 移動估測

首先輸入影像轉換成灰階影像，並將影像分成  $m \times m$  且不重疊的區塊，利用兩張影像之間的平均絕對差值(Mean Absolute Difference)來決定區塊間是否有變動，其公式如下式 1，若  $m \times m$  區塊內 MAD 大於一門檻值則將整個區塊都視為移動物，本文將  $m$  設定為 8，門檻值設為 10，結果如下圖 4(b)。

接下來再利用形態學填補不完全的移動物並將移動物框選起來(結果如下圖 4(c)、4(d))。後續影像增強部分，除了第一張影像全部增強之外，其餘影像則只針對移動物進行增強。

$$Block \quad Mad = \frac{1}{m * m} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m |I_{x,y,t} - I_{x,y,t-1}| \quad eq.1$$

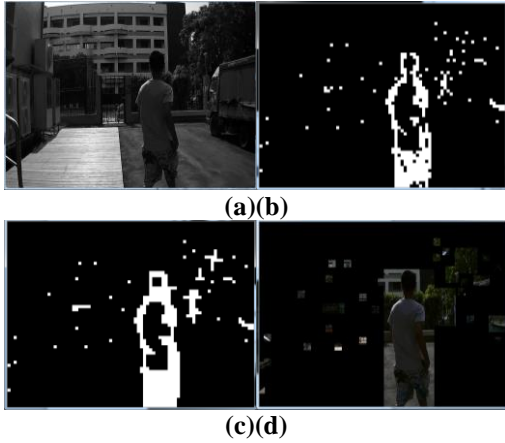


圖 4.移動估測各階段結果圖;(a)輸入影像;(b)區塊比對結果;(c)形態學處理結果;(d)所框選出的移動物

## 2.2.色調映射

本文提出一個以兩條拋物線所組成的色調映射曲線，可針對亮的區域以及暗的區域分開做處理，其公式及參數設定如下。

首先決定起點(x1,y1)、中間點(x3,y3)及高度(height)並帶入下列公式(3~8)解出 a、b 以及 c，再將其代回公式 2 產生初始映射曲線如下圖 5，最後利用座標旋轉(下式 9)將映射曲線調整回 0-255 之間如(下圖 6)，公式內的高度(height)將會直接決定增強的強度，但在不同的影像中所需要的增強的強度不同，故使用下式 10(Pixel<sub>max\_count</sub> 為區間內總數最多的像素)來動態調整高度。

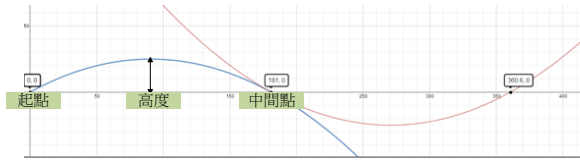


圖 5.初始映射曲線

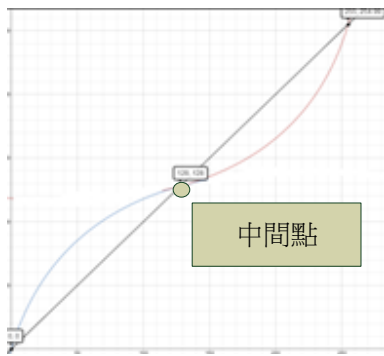


圖 6.座標旋轉後映射曲線

$$f(x) = ax^2 + bx + c \quad eq.2$$

$$width = abs(x3 - x1) \quad eq.3$$

$$x2 = x1 + width / 2 \quad eq.4$$

$$y2 = y1 + height \quad eq.5$$

$$b = \frac{(y1 - y3) * (x1^2 - x2^2) - (y1 - y2) * (x1^2 - x3^2)}{(x1 - x3) * (x1^2 - x2^2) - (x1 - x2) * (x1^2 - x3^2)} \quad eq.6$$

$$a = \frac{(y1 - y2) - b * (x1 - x2)}{x1^2 - x2^2} \quad eq.7$$

$$c = y1 - a * x1^2 - b * x1 \quad eq.8$$

$$\begin{bmatrix} x_{new} \\ y_{new} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad eq.9$$

$$height = \frac{width - pixel_{max\_count}}{4} \quad eq.10$$

## 2.3.銳化

銳化部分使用 Unsharp Masking[5]如下式

11(S 為銳化過後的影像，I 為輸入影像 $\alpha$ 為權重值，E 為邊緣資訊)來對畫面進行銳化，由於監控攝影機在昏暗環境之下會造成邊緣資訊過少的問題，故在經過色調映射處理之後才進行銳化的動作，但增強過後還是會出現邊緣資訊不足的問題(下圖 7(b))，故再使用標準差來動態調整取得邊緣的遮罩(下式 12，t1 及 t2 為門檻值，本文分別設定為整張影像標準差除以 10 以及整張影像標準差，local stddev 為 3\*3 視窗內標準差，結果圖如下圖 7(c))，以及利用相像素周圍邊緣資訊的平均值來動態調整權重值(下式 13，m 為視窗內像素總數，視窗大小為 2n-1，本文 n 為 1，m 為 9)來達到自適應的效果

$$S(x, y) = I(x, y) + \alpha * E(x, y) \quad eq.11$$

$$E(x, y) = \begin{cases} 6 * I(x, y) - 1.5 * I(x-1, y) - 1.5 * I(x+1, y) - 1.5 * I(x, y-1) - 1.5 * I(x, y+1) & , local\_stddev \leq t1 \\ 4 * I(x, y) - I(x-1, y) - I(x+1, y) - I(x, y-1) - I(x, y+1) & , t1 < local\_stddev \leq t2 \\ 2 * I(x, y) - 0.5 * I(x-1, y) - 0.5 * I(x+1, y) - 0.5 * I(x, y-1) - 0.5 * I(x, y+1) & , else \end{cases} \quad eq.12$$

$$\alpha = \log_{10} \left( \frac{1}{m} \sum_{-n}^n \sum_{-n}^n E(x+n, y+n) \right) \quad eq.13$$

## 3.實驗結果

本研究以一般 CCD 攝影機以及手持式攝影機拍攝之不同環境下之測試影片在 INTEL I7-4770 CPU 上執行本演算法進行增強如下圖 8(背光之環境)、下圖 9(昏暗之環境)以及與不同方法比較執行時間如下表 1。

由下圖 8 可以看出人物以及報紙上的文字在增強後可以有效的辨識，圖 9 的人物則較為明顯，兩張結果圖在經過銳化後也變得比較清晰。

在執行時間上(下表 1)可以看出優於其他方法。

表 1.執行時間比較

	HE	Gamma Correction	Drago F[3]	Kao W[6]	本文方法
執行時間	27 ms	50ms	105ms	35ms	23-32 ms

參考文獻

1. B- R. Lim, R-H Park, "High Dynamic Range for Contrast Enhancement ", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 52, No. 4, 2006, pp.1454 – 1462.
2. Debevec, P. E., & Malik, J., "Recovering high dynamic range radiance maps from photographs." *ACM SIGGRAPH classes*, p. 31 , 2008
3. Drago, F., Myszkowski, K., Annen, T., & Chiba, N. "Adaptive logarithmic mapping for displaying high contrast scenes." *Computer Graphics Forum*, Vol. 22, No. 3, 2003, pp. 419-426.
4. E.P. Bennett, L. McMillan, "Video Enhancement Using Per-Pixel Virtual Exposures" *ACM SIGGRAPH*, pp845-852, 2005.
5. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2007). *Digital image processing*.
6. Kao, W. C., Huang, X. T., Wang, H. C., Pan, C. C., & Yang, F. C. , "Real-time tone reproduction for video recording." *IEEE 16th International Symposium on Consumer Electronics (ISCE)*, pp. 1-2 , 2012
7. Lee, C-H., L-H. Chen, and W-K. Wang. "Image contrast enhancement using classified virtual exposure image fusion." *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Volume:58, No. 4, 2012, pp. 1253-1261
8. Lee, J. W., Park, R. H., & Chang, S., "Tone mapping using color correction functions and image decomposition in high dynamic range imaging.", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, pp. 2772-2780. 2010
9. Rahman, Z. U., Jobson, D. J., & Woodell, G. A. "Retinex processing for automatic image enhancement." *International Society for Optics and Photonics.*, pp. 390-401, 2002
10. Reinhard, E., Stark, M., Shirley, P., & Ferwerda, J., "Photographic tone reproduction for digital images." *ACM Transactions on Graphics* Vol. 21, No. 3, 2002, pp. 267-276
11. Shan, Q., Jia, J., & Brown, M. S.. "Globally optimized linear windowed tone mapping." *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 16 No.4, 2010, 663-675.
12. Tao, J., Pingxian, Y., Peng, G., & Wang, W., "An Enhancement Algorithm for Video Surveillance Image Based on Multi-scale Retinex.", *International Conference on Computational and Information Sciences*, pp. 22-25, 2011

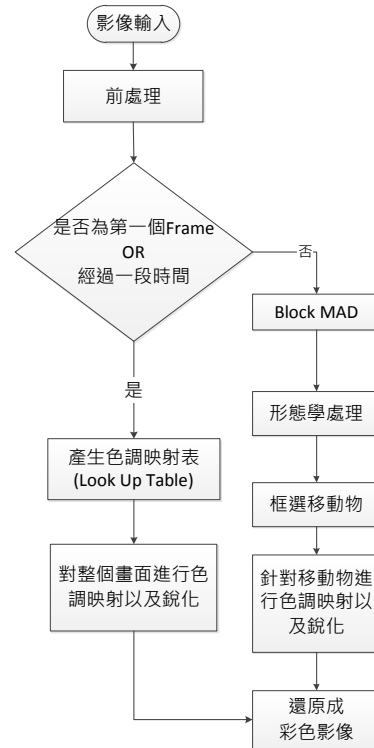


圖 3.系統流程圖



(a)



(b)

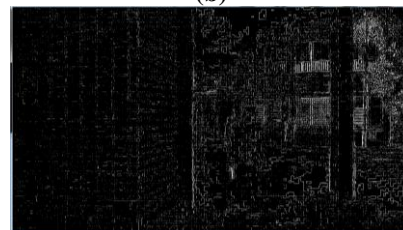


圖 7. (a)輸入影像；(b) 增強後使用固定遮罩取出邊緣結果圖；(c)增強後並動態調整遮罩取得邊緣資訊結果圖



(a)



(b)



(c)

圖 8.結果圖 1;(a)輸入影像;(b)色調映射後影像;(c)色調映射後並銳化之影像



(a)



(b)



(c)

圖 9.結果圖 2;(a)輸入影像;(b)色調映射後影像;(c)色調映射後並銳化之影像