

應用 MATLAB 軟體之影像追蹤概念教學案例 A Teaching Example for the Concept of Image Tracker by Applying MATLAB

陳積德 孫長春*

Chi-The Chen, Chang-Chun Sun*

黎明技術學院數位多媒體系

Department of Multimedia Technology, Lee-Ming Institute of Technology

劉正瑜 宋馭民

Cheng-Yu Liu, Yu-Ming Sung

黎明技術學院數位多媒體系

Department of Multimedia Technology, Lee-Ming Institute of Technology

摘要

數位多媒體系學生部分來自於資處科及設計科等，其對工程之興趣不大且具排斥之特質，是以發展互動式多媒體時，遭受相當之阻力。本論文將應用 MATLAB 軟體，以範例講授數位影像處理課程，而不再由基本理論著手，使學生能產生興趣，進而加以運用。

關鍵詞：數位影像處理、影像追蹤

Abstract

Image tracking is an important required function for interactive multimedia and is applied to many fields. In order to provide an effective teaching to the students who are with design department, this paper presents the concept of image tracker by an example associating with MATLAB. It is helpful for comprehension to the student.

Key Words: digital image processing, image tracking

1. 前言

影像追蹤由於數位相機之設計，以及辨識法則之發展，而有長足之進步，大量應用於實際生活及各式用途，諸如保全系統、生活娛樂、刑事鑑識等，成為生活不可或缺之工具。互動式多媒體為目前極為風行之娛樂、廣告等之工具。其係結合偵測器、電子電路、數位多媒體與人之系統，將人作為驅動系統之動力，而偵測器則為洞察人動作之用。偵測器包含甚廣，溫度偵測、紅外線偵測、壓力感測等均屬之，其中尤以數位相機作為偵測是為大宗。使用數位相機則影像追蹤勢為必要之技術。應用影像追蹤一則成本低廉，二則技術成熟，雖非電子技術人員，亦能應用自如。

互動式多媒體為本系發展之重點之一，培養具跨學群專長之學生。本系招收之學生，除原先電資學群之學生外，尚包含為數不斐之設計學群學生。受限於專業技術，對於影像追蹤之基礎，較難接受。鑑於此，應用 MATLAB 軟體，於不涉及基本理論之原則下，建立講授之案例，以使學生得能了解其內涵。因此本論文將應用 MATLAB(Matrix Laboratory)軟體內建之基本功能，以範例加以介紹數位影像追蹤之重要概念，提高其學習興趣。

MATLAB 是以矩陣運算為基礎之工程軟體，舉凡各學門與矩陣相關之計算法則，均納入其中，在工程應用上極為廣泛，其內包含數十個工具箱(Toolbox)專職各應用學門之功能，數位影像處理為其中之一。[1]以此簡單之範例，建立學生之概念，作為學生自行應用之參考。

2. 數位影像處理基礎

數位影像處理係針對數位影像，利用數位技術進行製作、編輯、修整、分割、合併、變形等相關之處理，以滿足特定需求。本節將僅著重於用於影像追蹤之基礎，加以介紹。

2.1 數位影像之表示

考慮之色彩系統為 RGB(Red, Green, Blue)，即所有顏色均由三原色組成，每一原色由其像素值代表，設 A 為一 $(m \times n)$ 像素之彩色影像，因此其數位影像可以三個二維矩陣表之為

$$A_r = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$A_g = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \cdots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \cdots & g_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{m1} & g_{m2} & \cdots & g_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$A_b = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \cdots & b_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

其中 A_r 、 A_g 及 A_b 分別代表 RGB 之像素值矩陣， r_{ij} 、 g_{ij} 及 b_{ij} 則為彩色影像 A 於 (i,j) 位置之紅、綠及藍像素值，亦即彩色影像 A 於 (i,j) 位置之顏色由 r_{ij} 、 g_{ij} 及 b_{ij} 三者組合而成。因此影像處理由數學觀點，即在依據需求，透過處理法則，適當改變 r_{ij} 、 g_{ij} 及 b_{ij} 之值，亦即將影像處理問題，藉由像素值矩陣之定義，轉換為數值計算問題。

2.2 影像之運算

影像之運算係指像素值之數學計算，以改變影像而達到特定之目的。考慮 $(m \times n)$ 之影像 A 與 B ，像素分別為 a_{ij} 及 b_{ij} ，則兩影像相加表重疊，可表為

$$A + B = \begin{bmatrix} a_{11} + b_{11} & a_{12} + b_{12} & \cdots & a_{1n} + b_{1n} \\ a_{21} + b_{21} & a_{22} + b_{22} & \cdots & a_{2n} + b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} + b_{m1} & a_{m2} + b_{m2} & \cdots & a_{mn} + b_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (4)$$

兩影像相減，表示消除兩影像相同部分，表為

$$A - B = \begin{bmatrix} a_{11} - b_{11} & a_{12} - b_{12} & \cdots & a_{1n} - b_{1n} \\ a_{21} - b_{21} & a_{22} - b_{22} & \cdots & a_{2n} - b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} - b_{m1} & a_{m2} - b_{m2} & \cdots & a_{mn} - b_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (5)$$

2.3 影像之轉換

通常影像之轉換包括：彩色轉換灰階影像、灰階轉特定色階，或經由特定法則轉換為特定之色階等。考慮一 $m \times n$ 影像之像素值矩陣 A 為

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (6)$$

其中 a_{ij} 表 A 於 (i,j) 位置之像素值，其為介於 0 與 255 間之正整數。若將之轉換為黑與白之影像，則定義轉換法則為

$$a_{ij} = \begin{cases} 0 & a_{ij} \leq 128 \\ 255 & a_{ij} \geq 128 \end{cases} \quad 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n \quad (7)$$

則對於原像素值 $a_{ij} \leq 128$ 區域均呈現黑色，其餘則為白色。

因應需要製作影像之負片 (Negative Film)，亦即傳統之底片，或稱之為補色 (Complement)，於特定之設計理念下，可獲得特殊之效果。針對部分區域或特定像素值範圍之影像補色，即

$$a_{ij} = \begin{cases} a_{ij} & p_2 \leq a_{ij} \leq p_1 \quad m_1 \leq i \leq m_2, n_1 \leq j \leq n_2 \\ 255 - a_{ij} & a_{ij} \leq p_2 \text{ or } a_{ij} \geq p_1 \end{cases} \quad (8)$$

其 p_1 、 p_2 為特定之像素值， m_1, m_2, n_1, n_2 均為特定之範圍值，即表示影像內像素值於 $p_2 \leq a_{ij} \leq p_1$ ，其像素值維持不變，其他則黑白對調。

3. 影像追蹤

3.1 方塊圖

影像追蹤 (Image Tracking) 於目前應用極為廣泛，由保全系統以致於遊戲動畫，不一而足。其應用原理則在於在比較前後之影像，將移動位置之物件找出，進行追蹤或執行其他之處理方式。其方塊圖如圖 1 所示。[3, 4]

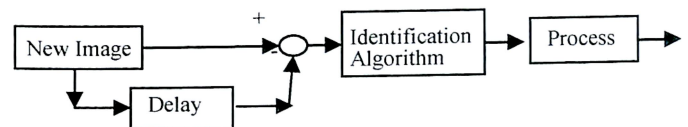


圖 1 影像追蹤之方塊圖

當新影像進入追蹤系統中時，其與前一影像、或前數個影像、甚至活動目標尚未進入影像前之影像進行比對，理論上，經過像素矩陣相減後，差值應只包括活動之目標，是以再由辨識法則加以確認其位置，即完成目標追蹤之程序，後續之處理將依據需求而定。

然畢竟每一張影像攝製時間不同，環境與光線等因素亦隨時間而變，因此並無法如理想之狀況，立時顯現活動目標之型態，而需使用適當之濾波器方能有效滿足需求。

3.2 實例驗證

為求實驗環境之純淨，減少雜訊對實驗結果之影響量，本實例驗證將以球於特定背景下之滾。影片係由一連串之影像所組成，驗證時則取四組影像，其中一組為背景，如圖 2 至 5 所示，球係由畫面右方滾至左方。處理程序如圖 6 所示。則經由此一處理程序，三組影像之直方圖及處理後之影像分如圖 7 至圖 12 所示。

首先圖 3 至 5 之三組影像，係由背景與球所組成，經減去背景而使得圖內僅餘球而已，但事實上，有球之影像與背景之間之光線或拍攝晃動之影響，使得減去背景之影像不只有球存在，而會殘留部分非預期之物件，因此，由圖 7 至 9 之直方圖中，像素值大至分布於 0 至 25 之間，表示減去背景後之影像不全然為黑色，尚摻雜其他未知之影像，再以單向閾值去除殘留影像並反轉，如圖 10 至 12，所得球之影像並不完整，但對於球位置之判斷已足矣，而可確認球係由右滾向左無誤。



圖 2. 球影像背景

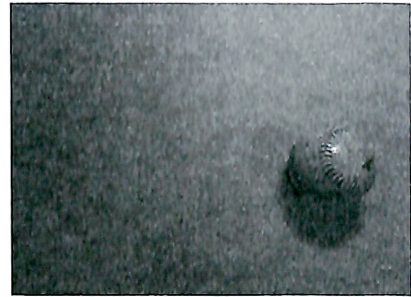


圖 3. 球進入畫面影像(一)

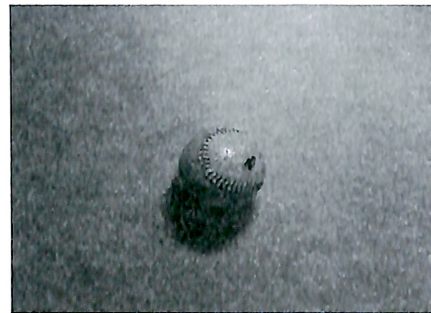


圖 4. 球進入畫面影像(二)



圖 5. 球進入畫面影像(三)

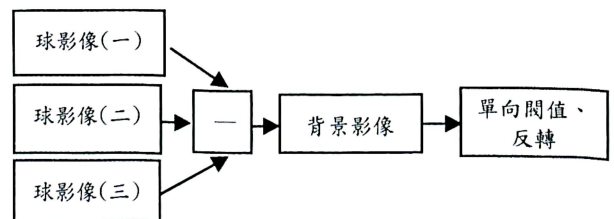


圖 6. 處理程序方塊圖

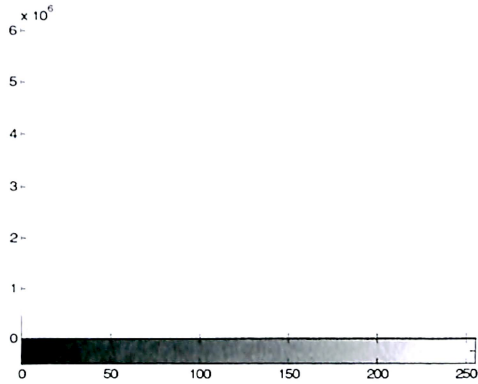


圖 7. 球進入畫面影像(一)扣除背景後之直方圖

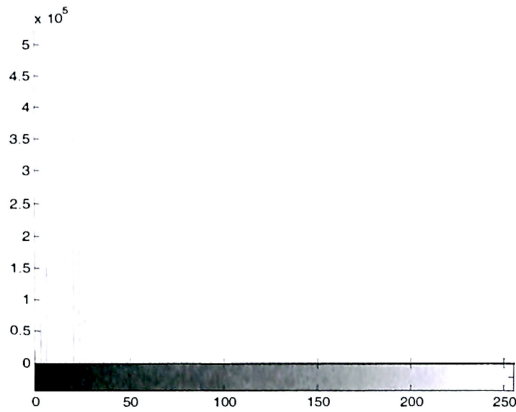


圖 8. 球進入畫面影像(二)扣除背景後之直方圖

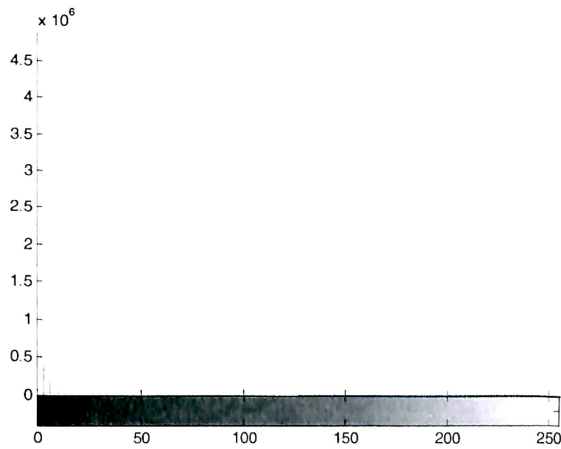


圖 9. 球進入畫面影像(三)扣除背景後之直方圖



圖 10. 球影像(一)扣除背景並經單向閾值反轉後之影像(虛線係指明位置而非球外形)

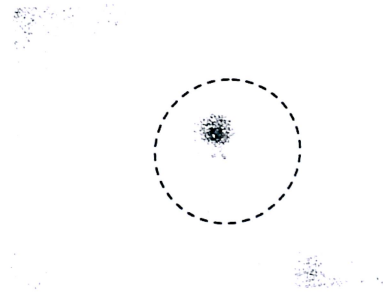


圖 11. 球影像(二)扣除背景並經單向閾值反轉後之影像(虛線係指明位置而非球外形)

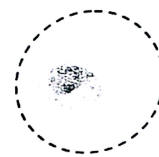


圖 12. 球影像(二)扣除背景並經單向閾值反轉後之影像(虛線係指明位置而非球外形)

4. 結論

影像追蹤應用相當廣泛，在日常生活
中頻繁可見。其後之基礎理論並非困難，
然對設計科系學生則易心生恐懼。本論文
則提供一實例，使設計科畢業之學生得能
輕鬆易懂，以利教學。

致謝

本論文為黎明技術學院獎補助之研
究計畫—利用影像追蹤技術辨識手部行為
法則之研究(計畫編號1023058)，特以申
謝。

參考文獻

1. 徐曉珮譯，數位影像處理，高立圖書有
限公司，台北，2005。
2. A. McAndrew, An Introduction to
Digital Image Processing with MATLAB,
Thomson Learning, Inc., 2004.
3. G. C. Orsak, R. Athale, S. C. Douglas, D.
C. Munson, J. R. Treichler, S. L. Wood,
and M. A. Yoder, Multimedia and
Information Engineering, Pearson
Education, Inc., 2002.
4. VAB INFINITY Labs., Complete DSP
Kits for Education, ICT Texas
Instruments, 2002.