

南 華 大 學

資訊管理學系

碩士論文

針對視訊串流之多層式背景估測方法

LAYERED BACKGROUND ESTIMATION METHOD FOR  
VIDEO STREAM



研 究 生：陳易顯

指 導 教 授：廖怡欽

中 華 民 國 九 十 六 年 六 月 二 十 五 日

南 華 大 學  
資 訊 管 理 學 系  
碩 士 學 位 論 文

針對視訊串流之多層式背景估測方法

研究生：陳易顯

經考試合格特此證明

口試委員：沈規順  
軒致林  
廖怡欽

指導教授：廖怡欽

系主任(所長)：資訊管理學系 系主任 吳光閔

口試日期：中華民國 96 年 6 月 25 日

# 誌 謝

感謝指導教授廖怡欽博士，老師悉心的教導使我得以一窺數位影像處理領域的深奧，不時的討論並指點我正確的方向，使我在這些年中獲益匪淺。老師對學問的嚴謹更是我輩學習的典範。

本論文的完成另外亦得感謝海洋大學的大力協助，及工業技術研究院的支持。

感謝指導教授廖怡欽博士不厭其煩的指出我研究中的缺失，且總能在我迷惘時為我解惑，也感謝邱舶軒同學的幫忙，恭喜我們順利走過這兩年。

最後，謹以此文獻給我摯愛的雙親。

# 針對視訊串流之多層式背景估測方法

學生：陳易顯

指導教授：廖怡欽

南 華 大 學 資 訊 管 理 學 系 碩 士 班

## 摘 要

隨著視訊設備的普及，視訊內容分析與處理的工作也變得愈來愈普遍。背景估測方法可由連續畫面中估測出背景畫面供後續視訊內容分析與處理過程使用。好的背景畫面可提高視訊內容分析與處理的正確率。為了提高背景畫面估測的正確性。本論文提出一個新的視訊背景估測方法，所提方法可儲存多層背景畫面，當畫面中的背景物件移動時，所顯露出來的背景區域可使用多層背景畫面中的內容來更新，加快背景畫面回復速度及提昇估測得之背景畫面的可用性。實驗結果顯示，當背景畫面內容改變後，所提方法比其它背景估測方法可更快速回復背景。使用所產生的背景畫面進行視訊物件分割，可明顯降低物件分割的錯誤率。

**關鍵詞：**背景估測，物件分割

# LARERED BACKGROUND ESTIMATION METHOD FOR VIDEO STREAM

Student : Yi-Shien Chen

Advisors : Dr. Yi-Ching Liaw .

Department of Information Management  
The M.B.A. Program  
Nan-Hua University

## ABSTRACT

This thesis presents a novel background estimation approach for video stream. The proposed method stores multiple layers of background. In the case that a background object is moved, the disclosed region can be restored using the contents from these layers of background to speed up the background recovery process and to increase the usability of estimated background frame. Experimental results reveal that the proposed method is more rapid than available background estimation methods on background recovery when the background is changed. Applying the estimated background frames to video object segmentation, the error rate of segmented objects is significantly reduced.

**Keywords:** Background Estimation, Object Segmentation

# 目錄

書名頁 .....	I
著作財產權同意書 .....	II
論文指導教授推薦書 .....	III
論文口試合格證明 .....	IV
誌謝 .....	V
中文摘要 .....	VI
英文摘要 .....	VII
目錄 .....	VIII
表目錄 .....	IX
圖目錄 .....	X
<b>第一章 緒論 .....</b>	<b>1</b>
第一節 研究背景 .....	1
第二節 研究動機 .....	2
第三節 研究目的 .....	3
第四節 論文架構 .....	4
<b>第二章 文獻探討 .....</b>	<b>5</b>
第一節 背景抑制方法 .....	5
第二節 CHIEN 背景註冊方法 .....	6
第三節 SPAGNOLO 背景更新方法 .....	13
第四節 COLOMBARI 背景估測方法 .....	14
<b>第三章 多層式背景估測方法 .....</b>	<b>16</b>
<b>第四章 實驗結果 .....</b>	<b>22</b>
第一節 實驗環境 .....	22
第二節 門檻值設定 .....	23
第三節 錯誤率分析 .....	24
第四節 背景層數對錯誤率與時間的影響 .....	25
第五節 實驗結果比較 .....	26
<b>第五章 結論與未來研究 .....</b>	<b>37</b>
<b>參考文獻 .....</b>	<b>39</b>

## 表目錄

表 1·物件區域決策表 .....	10
表 2·範例圖 HALL 的門檻值設定表 .....	24
表 3·範例圖 BLOCK 的門檻值設定表 .....	25
表 4·範例圖 BLOCK 的層數對於時間及錯誤率之關係 .....	26
表 5·各方法之參數設定表 .....	27
表 6·各方法所造成之物件分割錯誤率比較表 .....	35

## 圖目錄

圖 1 · 背景抑制方法處理流程 .....	5
圖 2 · 背景抑制方法範例圖 .....	6
圖 3 · CHIEN 的物件分割演算法主流程圖 .....	7
圖 4 · 陰影效應去除流程圖 .....	12
圖 5 · COLOMBARI 方法示意圖 .....	15
圖 6 · 多層式背景估測方法處理狀態圖 .....	16
圖 7 · 多層式背景估測方法狀態轉移條件 .....	17
圖 8 · 估測得之背景影像：(A)HALL 與(B)BLOCK.....	20
圖 9 · 中位數濾波處理後的背景影像：(A) HALL 與(B) BLOCK.....	21
圖 10 · 測試影片：(A)HALL 與(B)BLOCK.....	22
圖 11 · 各方法產生的背景圖(影片 HALL：第 101 張).....	28
圖 12 · 各方法產生的背景圖(影片 HALL：第 80 張).....	30
圖 13 · 各方法產生的背景圖(影片 BLOCK：第 383 張).....	32
圖 14 各方法產生的背景圖(影片 BLOCK：第 380 張).....	34



# 第一章 緒論

## 第一節 研究背景

近年來，隨著視訊設備的普及，視訊內容分析與處理的工作也變得愈來愈普遍，且視訊可以說是資料量最大的媒體，所以說視訊的處理在多媒體數位訊號處理中是很重要，且是富有挑戰性的，而其中最關鍵的就是如何將這些多媒體中的物件分割出來，如果物件能夠被有效的分割出來，將可大幅度的將有用的物件資訊取出，也可將此物件資訊做有效的追蹤與分析處理，如此便可以大大的提高追蹤與分析的精確度。

視訊內容物件分割主要目的是將視訊內容中感興趣的區域或者是移動中的物件分割出來，分割出來的物件又稱為視訊物件平面(VOP；Video Object Plane)，可供各種視訊處理應用使用，例如：在保全監測系統[1]中，可將可疑的人或物件分割出來後，再加以分析與追蹤，並可對視訊中異常的行為加以監視。在 MPEG-4[2]中，使用物件分割技術將視訊內容分割成前景與背景區域，然後再應用不同的壓縮方式處理不同區域，提高資料壓縮率。在交通監測[3]上，可將區域內違規的車輛分割出來並自動拍照，如此便可以加強取締交通違規，並且可以使用分割出來後感興趣的物件，在車輛肇事後加以分析，得知肇事車輛的

相關資訊。

目前主要的物件分割方法有光學流程(Optical Flow)[4]-[5]和背景抑制物件分割方法(BSS ; Background Suppression Segmentation) [6]-[9]。光學流程方法利用分析像素於不同時間點的運動量，取得像素的移動向量後，利用這些移動向量之間的相似度來判斷物體區域及分割物體。光學流程方法應用範圍較廣泛，可應用在攝影機固定及不固定的環境，但由於光學流程方法須針對視訊中每張畫面計算像素移動向量及分析移動向量的相似度，因此處理時間長，計算複雜度高，針對即時環境，分割時間有限，且影像與影像間的變動不能太大，因此不適合使用在即時環境下，所以通常使用背景抑制物件分割方法來分割物件。背景抑制物件分割方法透過目前畫面與參考畫面中像素的差異值判斷畫面中的像素是背景還是物件。其中，參考畫面對物件分割的效果影響很大。參考畫面通常使用前張畫面或背景畫面，使用前張畫面當作參考畫面，當物件變化速度慢時，前後張畫面相似度高不容易分割物件。使用背景畫面做為參考畫面可避免上述問題，得到較佳的分割效果。

## 第二節 研究動機

目前有許多研究提出不同的背景畫面估測方式[7]-[9]。Chien 等人[7]

使用背景註冊方法估測背景，此方法針對畫面中的每一個像素來做，首先判斷畫面中每一位置於目前畫面與前張畫面像素值是否改變，如果某一位置像素值沒有變動的累積次數超過門檻值，則判斷該位置於目前畫面的像素為背景，因此當有物件進入視訊畫面並且停留一段長時間後物件就會變成背景，當背景物件離開時，背景物件則會變成物件，此時背景畫面會漸漸更新成原先的背景。Spagnolo 等人[8]則計算目前影像與背景影像的像素平均亮度增益值，然後再利用像素平均亮度增益值來調整背景影像，使背景影像能反映光源變化。Colombari 等人[9]統計像素於一連串畫面中的變化情形，再由統計結果找出像素依變動情形排序後位於最中間之像素後，將此像素當成背景像素。此方法需要使用大量的記憶體空間來儲存多張畫面。

現有的背景畫面取得方式[7]-[9]，在當視訊內容有物件進入並停留一段長時間後，物件會被當成背景，當物件離開後，背景需要一段時間才能回復，這段時間會造成物件分割錯誤。

### 第三節 研究目的

為了解決當視訊內容有物件進入並停留一段長時間後，物件會被當成背景，當物件離開後，背景需要一段時間才能回復的問題，本論文提出

多層式背景估測方法。所提方法可以儲存多層背景，當有物件在視訊畫面停留夠久時會建立新層背景，被物件遮住的背景內容仍保留，當畫面中的背景物件移動時，所顯露出來的背景區域可使用多層背景畫面中的內容來更新，新背景可快速補上，加快背景畫面回復速度及提昇估測得之背景畫面的可用性。使用所產生的背景畫面進行視訊物件分割，可明顯降低物件分割的錯誤率。

#### **第四節 論文架構**

本論文其餘內容安排如下，第二章介紹現有背景估測方法，第三章介紹本論文所提出的多層式背景估測方法，第四章提供實驗結果，第五章則是結論與未來研究。

## 第二章 文獻探討

### 第一節 背景抑制方法

背景抑制方法利用目前畫面與背景畫面的差異值來分割物件，主要流程如圖 1 所示。首先計算目前畫面(Current Frame) 與參考畫面(Referenced Frame)的差異值，產生差異值畫面(Frame Difference)；再使用門檻值(Threshold)區分每個像素是物件像素或背景像素產生改變偵測遮罩(CDM；Change Detection Mask)；最後再使用後置處理(Post-Processing)去除改變偵測遮罩的空洞與雜訊，產生物件遮罩(Object Mask)。

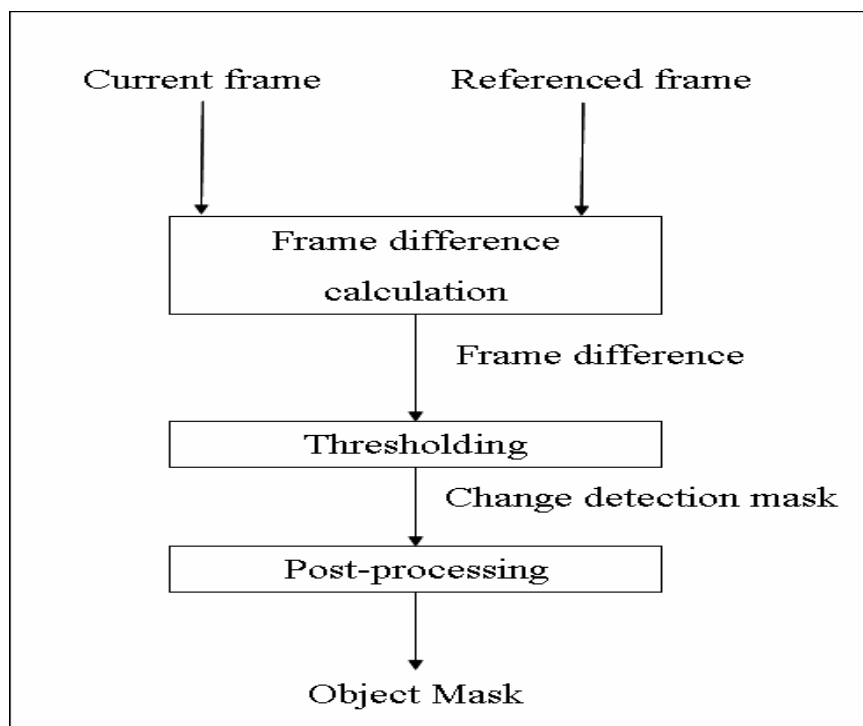


圖 1·背景抑制方法處理流程

圖 2 以 Hall 影片為例，列出物件分割過程中的目前畫面、參考畫面、  
改變偵測遮罩與物件遮罩。

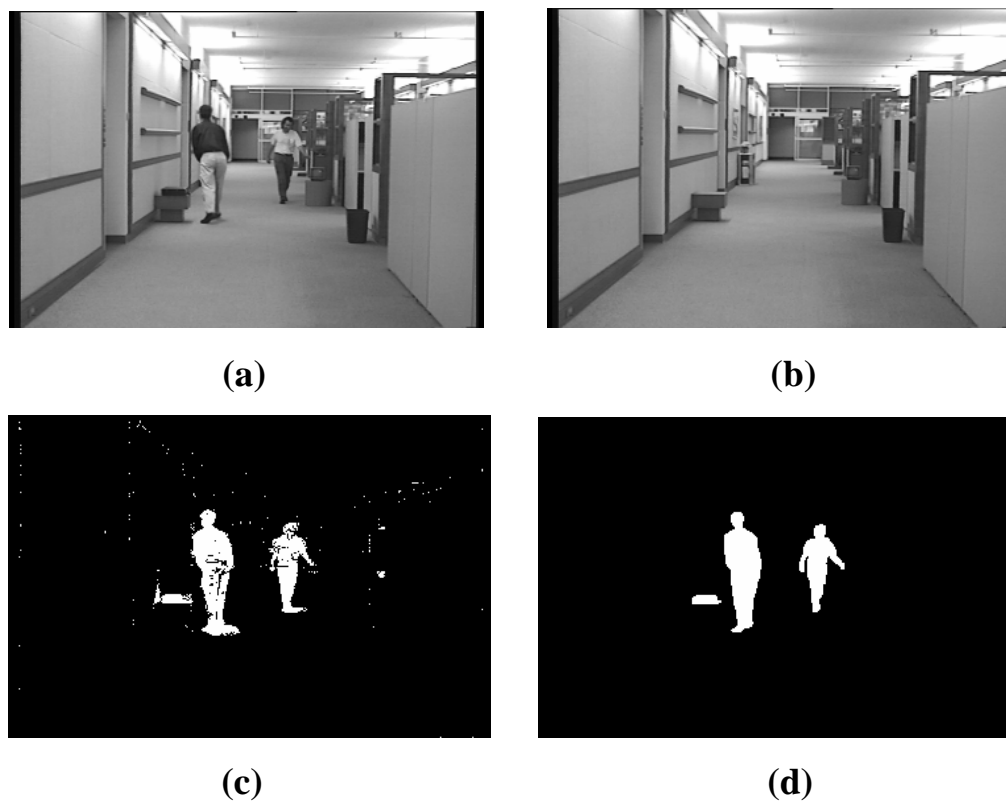


圖 2・背景抑制方法範例圖  
(a)目前畫面, (b)背景畫面, (c)改變偵測遮罩, (d)物件遮罩.

背景抑制方法中使用背景畫面比使用前張畫面效果好，為了有效取得背景畫面，有許多背景估測方法被提出[7]-[9]，以下介紹 Chien、Spagnolo 與 Colombari 等人提出的方法。

## 第二節 Chien背景註冊方法

Chien 等人[7]所提方法的主要流程如圖 3 所示：

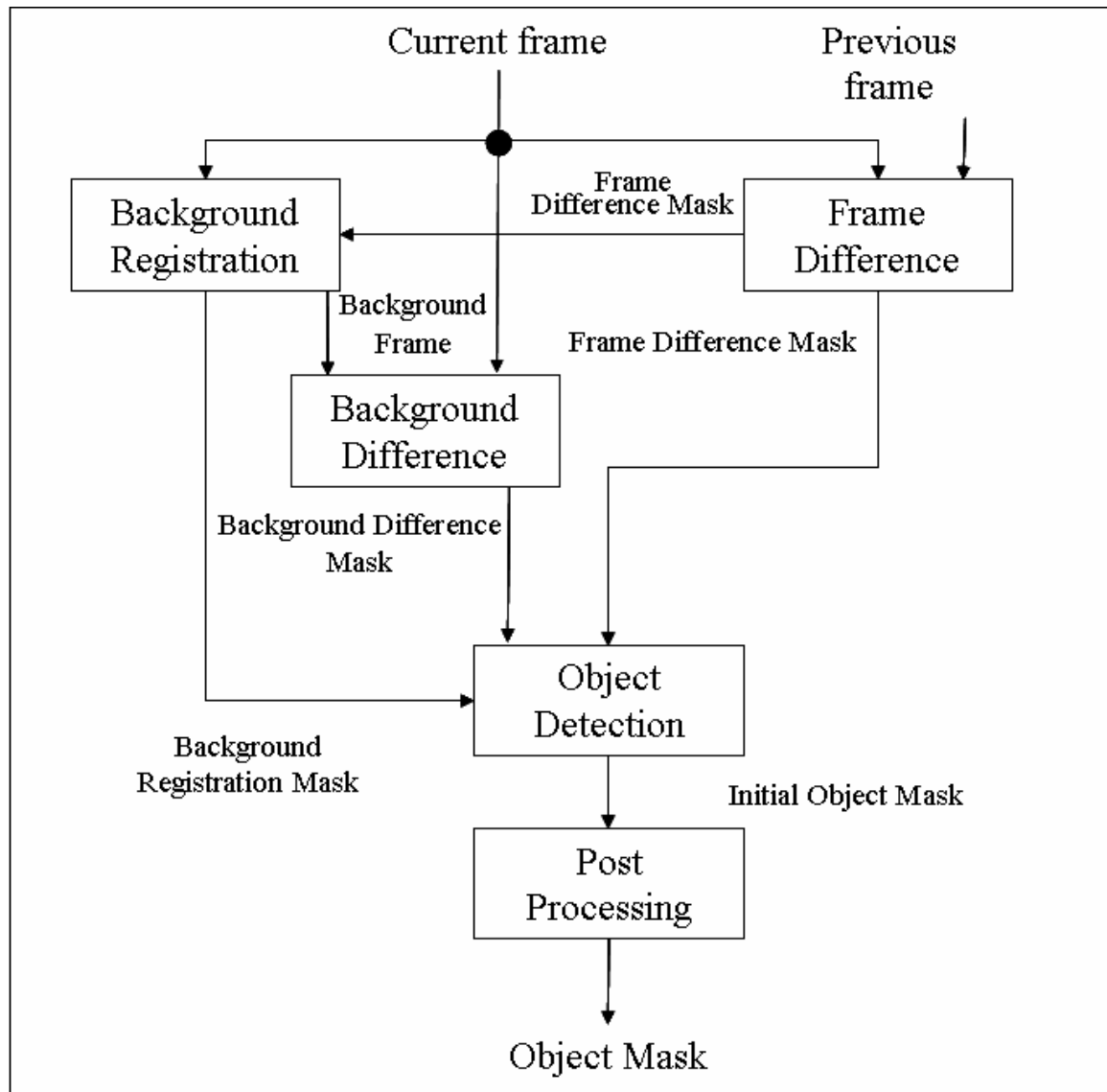


圖 3 • Chien 的物件分割演算法主流程圖

Chien 等人所提方法計算目前畫面(Current Frame)與前張畫面(Previous Frame)產生畫面差異遮罩(Frame Difference Mask)，所產生的畫面差異遮罩提供給背景註冊(Background Registration)方塊估測背景使用以及提供給物件偵測(Object Detection)方塊判斷物件區域使用。

背景註冊方法(Background Registration)負責產生及更新背景畫面，提

供給背景差異(Background Difference)方塊計算目前畫面與背景畫面的差異遮罩(Background Difference Mask)，物件偵測 (Object Detection)方塊則使用畫面差異遮罩、背景差異遮罩及背景註冊遮罩偵測物件區域，利用後置處理(Post Processing)則用來去除雜點及小區域，產生最後的物件遮罩(Object Mask)。

以上功能方塊詳細說明如下：

#### ■ 畫面差異功能方塊(Frame Difference)

此功能方塊有兩個輸入，分別為目前畫面(Current Frame)和前張畫面(Previous Frame)。此功能方塊主要工作是將目前畫面的每個像素和前張畫面相對應位置的像素作相減動作，相減後的差異值如果小於給定的門檻值則設定此像素的畫面差異遮罩為 0 (表示此像素與背景畫面的像素相同)，否則設定此像素的畫面差異遮罩為 1 (表示此像素與背景畫面的像素不同)。此功能方塊輸出畫面差異遮罩(Frame Difference Mask)，內含每個像素的畫面差異遮罩。

我們也可以經由畫面差異(Frame Difference)內的雜訊多寡來判斷給定的門檻值要如何設定，當畫面差異遮罩(Frame



Difference Mask)的雜訊越多門檻值就要設定越大，反之則門檻值設定就要越小。

### ■ 背景註冊功能方塊(Background Registration)

此功能方塊有兩個輸入，分別為目前畫面(Current Frame)和畫面差異遮罩(Frame Difference Mask)，主要工作為計算畫面中每個像素連續幾個畫面不動的次數，也就是要計算靜止累積次數。若像素的靜止累積次數大於給定門檻值，則設定此像素為有背景，然後就將背景註冊遮罩設定為 1，此像素的背景則為此像素於目前畫面中的值。此功能方塊輸出有二，一為背景註冊遮罩(Background Registration Mask)，內含每個像素是否有背景的資訊；另一為背景畫面(Background Frame)，內含每個像素的背景，若某像素無背景，則其背景值為 0。其中，背景註冊遮罩與每個像素靜止次數的初始值皆為 0。

### ■ 背景差異功能方塊(Background Difference)

此功能方塊有兩個輸入，分別為目前畫面(Current Frame)和背景畫面(Background Frame)，此功能方塊的主要工作是將目前畫面和背景畫面相減，相減後的差異值如果小於給定的門檻值

則設定此像素的背景差異遮罩為 0(表示此像素與先前畫面的像素相同)，否則設定此像素的背景差異遮罩為 1(表示此像素與先前畫面的像素不同)。此功能方塊輸出背景差異遮罩 (Background Difference Mask)。

### ■ 物件偵測功能方塊(Object Detection)

此功能方塊有三個輸入，分別為畫面差異遮罩(Frame Difference Mask)、背景差異遮罩(Background Difference Mask)和背景註冊遮罩(Background Registration Mask)，這三個輸入配合表 1 可判斷每個像素是背景或物件，此功能方塊輸出初始物件遮罩(Initial Object Mask)。

表 1·物件區域決策表

背景註冊遮罩	背景差異遮罩	畫面差異遮罩	區域描述	物件遮罩
0	0	0	無法判定	0
0	0	1	移動物件	1
0	1	0	不可能發生	—
0	1	1	不可能發生	—
1	0	0	背景	0
1	0	1	背景(物件離開)	0
1	1	0	靜止物件	1
1	0	1	移動物件	1

## ■ 後置處理功能方塊(Post Processing)

此功能方塊主要目的在去除物件遮罩中的小面積區域、雜點、小洞、及平滑邊緣。去除小面積區域可用傳統元件連接方法[10]找出相連區域並計算各個獨立白色區域(CDM 值為 1)或黑色區域(CDM 值為 0)的面積，並移除小面積的白色區域及填補物件區域中的小面積黑洞；平滑邊緣則使用斷開運算(Open)[11]-[12]及閉合運算(Close)[11]-[12]，球的大小為  $3 \times 3$ ；最後輸出結果即為物件遮罩(Object Mask)。

由於以上方法無法去除陰影，所以作者又提出一個陰影效應去除方法 (Shadow Effect Reduction)，此方法如圖 4 所示：

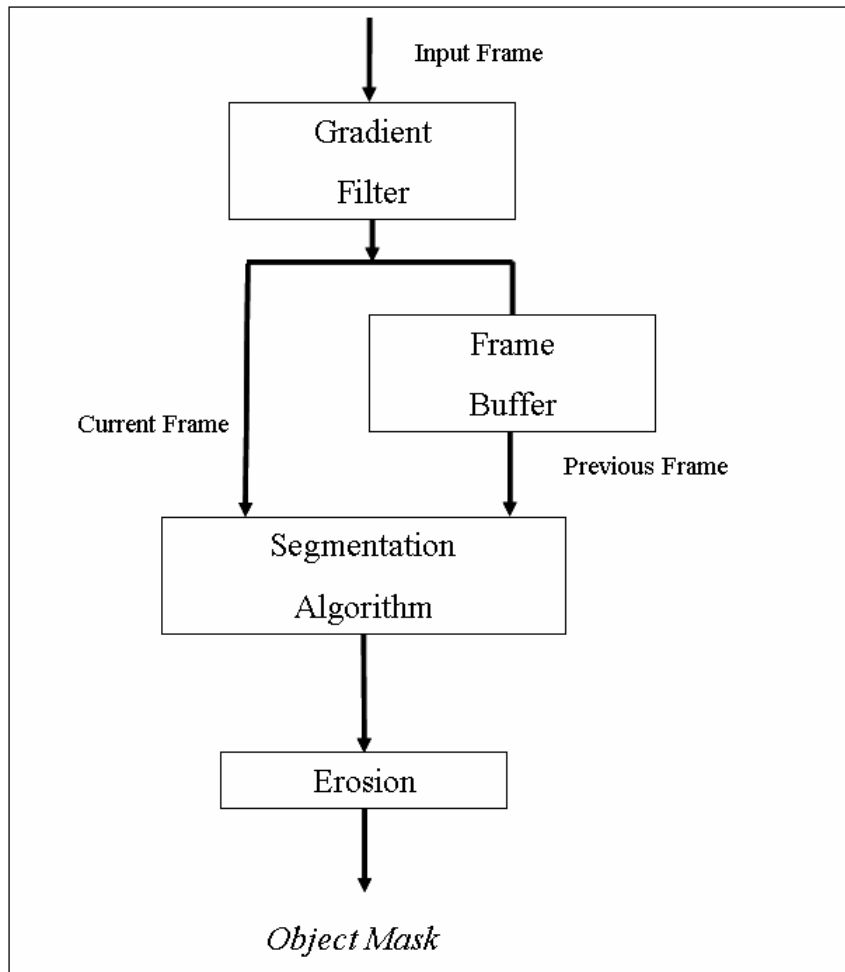


圖 4 · 陰影效應去除流程圖

此方法包含四個功能方塊，分別說明如下：

■ 梯度濾波功能方塊(Gradient Filter)

此功能方塊有一個輸入，為輸入畫面(Input Frame)，將此畫面做梯度(Gradient)處理，梯度處理公式如下所示：

$$G=(I \oplus B) - (I \ominus B) \quad (2-1)$$

其中 $\oplus$ 表型態學(Morphological)[11]-[12]膨脹(Dilation)運算， $\ominus$ 表

型態學侵蝕(Erosion)運算，球的大小為  $3 \times 3$ 。

#### ■ 畫面暫存功能方塊(Frame Buffer)

儲存目前畫面，所儲存的目前畫面(Current Frame)可在處理下個畫面時作為前張畫面(Previous Frame)使用。

#### ■ 物件分割演算法功能方塊(Segmentation Algorithm)

使用如圖 3 所示的方法分割物件。

#### ■ 侵蝕功能方塊(Erosion)

由於梯度處理會將邊緣區域放大，為了將邊緣縮回，此處對物件遮罩使用球大小為  $3 \times 3$  的侵蝕運算。

### 第三節 Spagnolo背景更新方法

Spagnolo 等人[8]計算目前影像與背景影像的像素平均亮度增益值，然後再利用像素平均亮度增益值來調整背景影像，使背景影像能反映光源變化。所提方法使用公式(1)由目前畫面  $I^t$  與背景畫面  $B^{t-1}$  計算出亮度增益值  $\Lambda^{t-1}$ ，其中， $t$  為時間單位， $I^t$  表目前畫面， $I^{t-1}$  表前張畫面，其計算出的亮度增益值也就是目前畫面與背景畫面的相似度，如公式(1)所

示：

$$\Lambda^{t-1}(x, y) = \frac{I^t(x, y)}{B^{t-1}(x, y)} \quad (2-2)$$

由公式(1)可得知哪些位置像素有變動，當畫面位置的亮度增益值為 1 時，表示目前畫面與背景畫面相同；反之，當大於 1 或者小於 1 時表示有變動。接下來利用公式(2)計算背景中具有相同數值之所有像素的平均亮度增益值，如公式(2)所示：

$$\mu(b_i) = \frac{1}{N(b_i)} \sum_{\{(x, y) \in I_s^t | B^{t-1}(x, y) = b_i\}} \Lambda^{t-1}(x, y) \quad (2-3)$$

公式(2)中符號  $N(b_i)$  表示背景畫面中像素值為  $b_i$  之像素個數， $\mu(b_i)$  表示像素值為  $b_i$  之所有像素的平均亮度增益值，所求得平均亮度增益值  $b_i$  可用來更新背景畫面中像素值為  $b_i$  的像素，背景更新公式如公式(3)所示：

$$B^t(x, y) = B^{t-1}(x, y) \mu(B^{t-1}(x, y)) \quad (2-4)$$

公式(3)中符號  $B^t$  代表意思為目前背景畫面。

#### 第四節 Colombari 背景估測方法

Colombari 等人[9]統計像素於一連串畫面中的變化情形，然後將像素

依變化大小排序後取出中位數像素作為背景。此方法需要使用大量的記憶體空間，來儲存及計算像素於一連串畫面的變化情形，其示意圖如圖 5 所示：

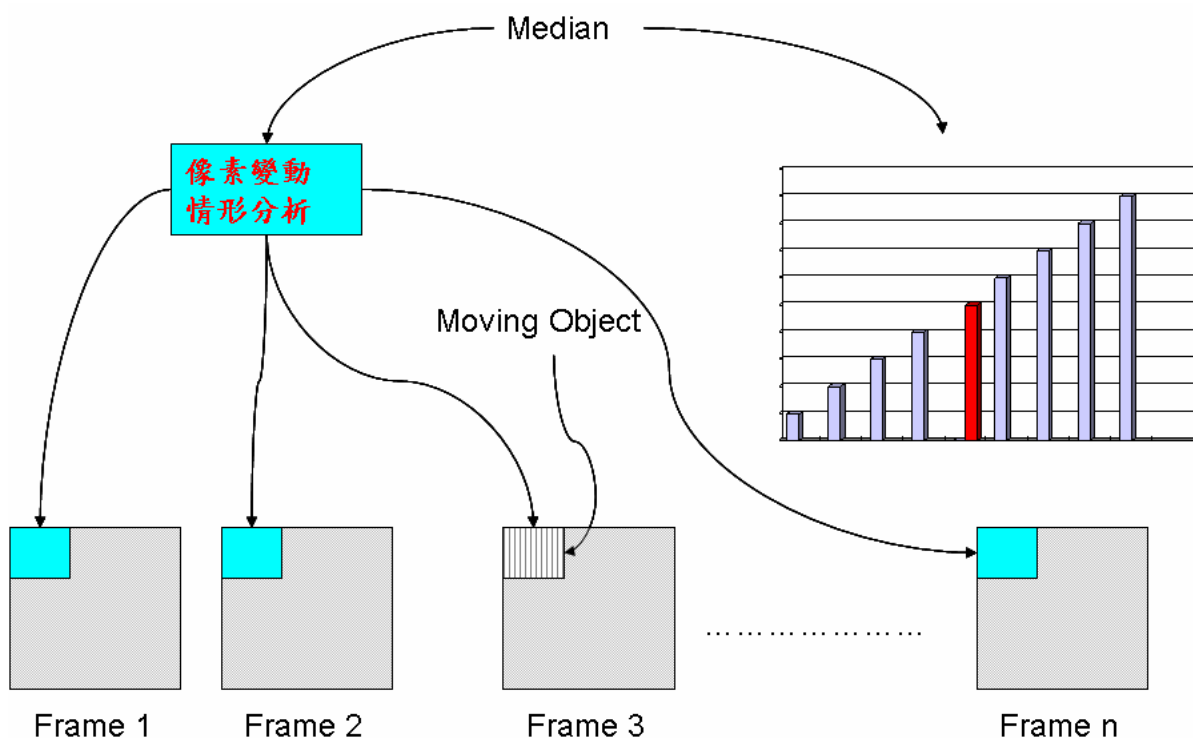


圖 5 • Colombari 方法示意圖

所提方法使用如公式(4)所示之中位數絕對差異(MAD；Median Absolute Difference)公式估測背景。其中， $c_i$ 表示同一像素位置於不同時間點所取得的一個像素值，而 $\bar{c}$ 表示所有 $c_i$ 的平均值， $i$ 為所取的畫面張數的個數。

$$MAD = \text{med}_i \{ |c_i - \bar{c}| \} \quad (2-5)$$

### 第三章 多層式背景估測方法

本章將介紹本論文所提出來的多層式背景估測方法，所提方法可儲存多層背景，當物件在視訊畫面中停留超過一段時間後會被當成新的背景，所提方法可保留原有的背景資訊，並新增一層新背景。如此，當新背景離開後，原背景便可快速回復，降低重新學習背景期間所造成的背景錯誤情況。

由於畫面中每個位置於同一時間點可能有不同的背景資訊，針對畫面中的每一個位置，我們使用如圖 6 所示的狀態圖來更新每個位置的多層背景資訊。

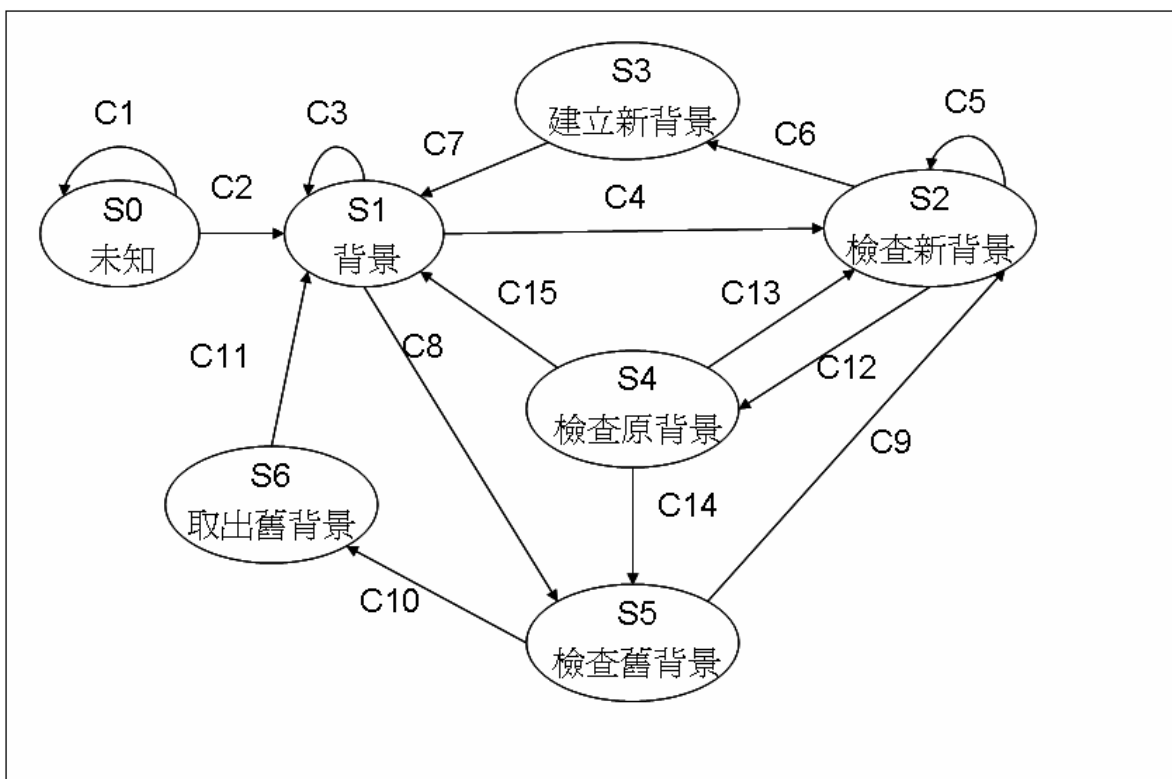


圖 6・多層式背景估測方法處理狀態圖



畫面中每個位置的狀態可能位於圖 6 中的任一狀態(S0-S6)，且當圖 7 中轉移條件(C1-C15)成立時可轉移至轉移條件箭頭所指到的目的狀態。

C1：靜止次數未達門檻值T2
C2：靜止次數已達門檻值T2
C3：目前影像與背景影像的像素差異值小於門檻值T1
C4：像素有變動且無舊背景
C5：靜止次數未達門檻值T2
C6：靜止次數已達門檻值T2
C7：新背景建立完成
C8：像素有變且有舊背景
C9：無符合的舊背景
C10：有符合的舊背景
C11：取出舊背景完成
C12：像素有變動
C13：像素不符合原背景且無舊背景
C14：像素不符合原背景且有舊背景
C15：像素符合原背景

圖 7· 多層式背景估測方法狀態轉移條件

圖 6 所示各狀態分別說明如下：

■ 未知狀態(S0)

背景估測過程一開始，畫面中的每個位置都沒有背景可用，此時每個位置皆處於未知狀態(S0)，且設定靜止累積次數為 0。當某一位置處於未知狀態(S0)時，針對每一個畫面，計算此位置於目前畫面與前張畫面的像素差異值，若差異值小於門檻值 T1，則靜止累積次數加 1，否則靜止累

積次數歸零。若靜止累積次數未達門檻值 T2(條件 C1)，此位置的狀態仍為未知狀態(S0)；否則(條件 C2)設定此位置的狀態為背景狀態(S1)，設定此位置可用背景層數為 1，並設定此位置第一層(最上層)的背景像素為此位置於目前畫面的像素值。

#### ■ 背景狀態(S1)

當畫面中某一位置處於背景狀態(S1)時，表示該位置有背景像素可用。此時該位置作用中的背景像素為其最上層的背景像素。針對每個位於此狀態的位置處理過程為，計算此位置於目前畫面與背景畫面的像素差異值。若差異值小於 T1(條件 C3)，表示此位置於目前畫面中的像素不是物件，此時使用目前畫面中的像素來更新背景像素；若差異值大於 T1 且此位置的背景層數大於 1(條件 C8)，表示此位置的背景改變，由於有其它層背景可用，所以將此位置的狀態改為檢查舊背景狀態(S5)，檢查是否為舊背景出現。若差異值大於 T1 且沒有其它層背景可用(條件 C4)，則須檢查是否有新背景出現或只是物件經過，因此須將此位置的狀態改為檢查新背景狀態(S2)並設定靜止累積次數為 0。此時此位置的背景像素仍可使用。

#### ■ 檢查新背景狀態(S2)

針對每個位於此狀態的位置處理過程為，計算此位置於目前畫面與

前張畫面的像素差異值，若差異值大於 T1(條件 C12)，表示此位置沒有新背景，此時必須檢查此位置目前畫面的像素是否為原來的背景，而需將此位置的狀態改為檢查原背景狀態(S4)；若差異值小於 T1，則靜止累積次數加 1，若靜止累積次數小於 T2(條件 C5)，此位置仍維持在檢查新背景狀態(S2)；若靜止累積次數等於 T2(條件 C6)，則設定此位置的狀態為建立新背景狀態(S3)。

■ 建立新背景狀態(S3)

此狀態處理過程為，若此位置的目前背景總使用層數小於最大可用層數，則設定背景總使用層數加 1，然後將每一層背景往下一層搬，所空出的最上層背景(作用中背景)設定為新背景(此位置於目前畫面的像素值)，新背景建立完成(條件 C7)，設定此位置的狀態為背景狀態(S1)。

■ 檢查原背景狀態(S4)

檢查此位置於原背景(最上層背景)的像素是否與目前畫面中的像素相同(差異值小於 T1)，如果是(條件 C15)，則將最上層的背景像素設定為目前影像中的像素，並且設定此像素的狀態為背景狀態(S1)；否則(條件 C14)，設定此位置的狀態為檢查舊背景狀態(S5)。

■ 檢查舊背景狀態(S5)

檢查除了最上層之外的其它層背景是否與目前畫面中的像素相同(差

異值小於  $T1$ )，檢查順序為由上至下檢查。如有找到符合的背景，即差異值小於  $T1$ (條件 C10)，將狀態設定為取出舊背景狀態(S6)；否則轉移狀態至檢查新背景狀態(C9)並設定靜止累積次數為 0。

■ 取出舊背景狀態(S6)：

將符合的背景層上方各層往下搬，然後將最上層背景設定為此位置於目前畫面中的像素值，再設定目前像素狀態為背景狀態(S1)，完成取出舊背景工作(條件 C11)。

我們的方法在背景更新時，可能會產生雜訊，因為在舊背景取出時，會因為現在的光源或者亮度與先前所儲存的背景亮度不同，而造成雜訊的產生，或者因為背景與物件的顏色相似，而將物件當成背景被取出，因此而產生雜訊，而產生的雜訊如圖 8 所示。

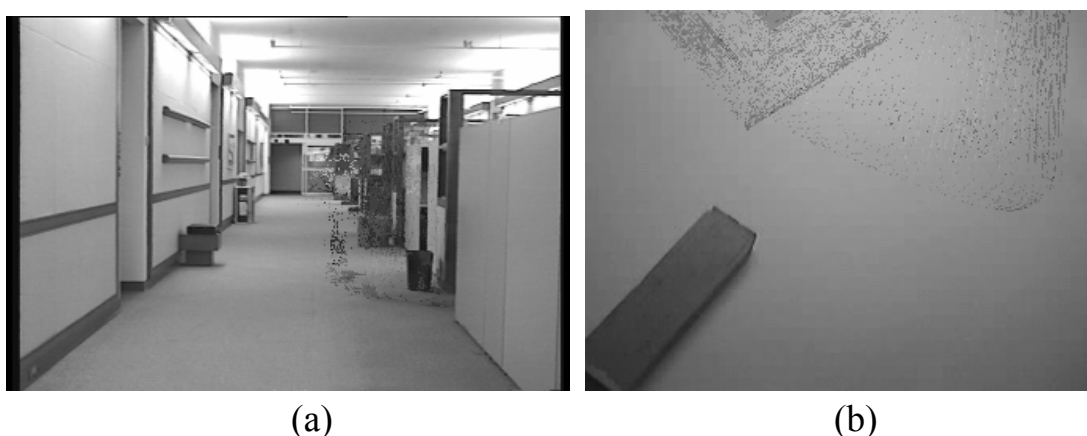
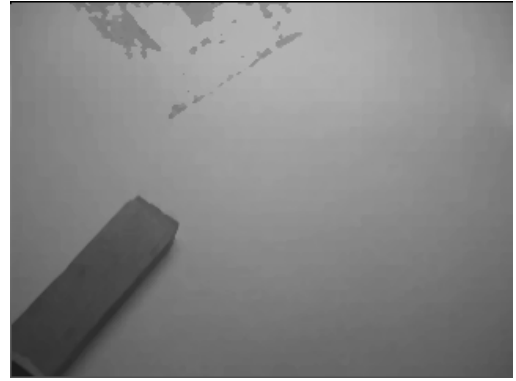


圖 8 • 估測得之背景影像：(a)Hall 與(b)Block.

為了改善上述問題，產生背景畫面後，必須再對背景畫面進行中位數濾波(median filter)[11]處理（使用  $3 \times 3$  遮罩），處理後的結果如圖 9 所示。



(a)



(b)

圖 9 • 中位數濾波處理後的背景影像：(a) Hall 與 (b) Block.

## 第四章 實驗結果

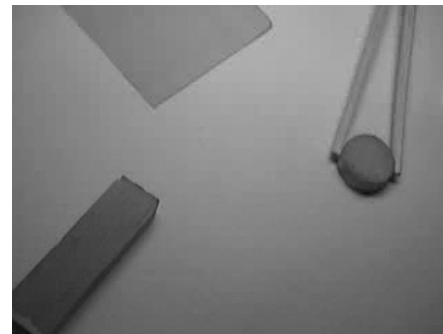
在此章第一節會介紹到我們的實驗環境，裡面提到了我們所使用的測試影片和實驗時所使用的電腦配備與程式開發環境，第二節我們將介紹門檻值的設定，並且描述門檻值對實驗結果的影響，第三節我們會顯示出每組門檻值在執行後所產生的錯誤率，並找出最佳門檻值，第四節則比較最佳背景、Chien 的方法、Spagnolo 的方法、Colombari 的方法、與我們的方法。

### 第一節 實驗環境

為了比較所提方法與現有方法背景估測效果的差異，本章使用 Hall 和 Block 兩段影片做為測試影片（如圖 10 所示），兩組影片我們設定為每秒擷取 29.978 張(Frame rate : 29.978fps)，Hall 與 Block 畫面大小分別為 360x240 與 320x240，Hall 與 Block 的測試影像總張數分別為 110 張與 597 張。



(a)



(b)

圖 10 • 測試影片：(a)Hall 與(b)Block

所有實驗均在同一台個人電腦執行，個人電腦環境為 Pentium4 3.0 GHz CPU、1GB 記憶體、作業系統為 Microsoft Windows XP Professional、程式開發環境為 MATLAB 7.1。

## 第二節 門檻值設定

在我們的方法中，有兩個門檻值要設定，這兩個門檻值會影響到錯誤率，這兩個門檻值分別是  $T1$  與  $T2$ ， $T1$  為兩張畫面中像素差異值來判斷像素是否靜止不動的門檻值， $T2$  為判斷是否為背景的靜止累積次數的門檻值， $T1$  會影響判斷像素是否靜止不動，當  $T1$  設定過大會導致所取得的靜止不動的部份過多，而當中可能包含確實有移動的部份，因此而導致最後的錯誤率提高；但如果設定過小，則會因為一些陰影的改變，而導致像素差異值細微的不同，而將此像素判斷為非靜止像素，這樣也會導致最後的錯誤率提高。

$T2$  的設定會影響畫面中像素靜止累積次數，當靜止累積次數大於  $T2$  後，則將此像素設定為背景像素，當  $T2$  設定過大會導致需要靜止很久才會判斷成背景，則其中可能有幾次物件進入後又離去的時候，可能會造成背景更新資訊不完全；當  $T2$  設定過小時，則很容易將畫面中的像素判斷為背景像素，如此也會造成最後的錯誤率大幅提升，針對 Hall 與 Block

兩組測試影片。

我們在 Hall 的  $T1$  的設定範圍為 5, 10, 20, 30, 40, 50； $T2$  的設定範圍為 5, 10, 20, 30, 40, 50，Block 的  $T1$  的設定範圍為 10, 20, 30, 40, 50； $T2$  的設定範圍為 10, 20, 30, 40, 50，我們所使用的背景層數皆為 4 層。

### 第三節 錯誤率分析

以下為我們方法的門檻值設定，橫軸代表  $T1$ 、縱軸代表  $T2$ ，如表 2 所示為 Hall 影片的門檻值設定；表 3 則為 Block 影片的門檻值設定。

表 2·範例圖 Hall 的門檻值設定表

$T2 \backslash T1$	5	10	20	30	40	50
5	4.24%	1.64%	2.05	2.27	2.38	2.51
10	5.67%	1.67%	1.68%	1.99%	2.16%	2.36%
20	3.59%	2.17%	1.86%	2.28%	2.44%	2.6%
30	2.9%	2.35%	1.93%	2.18%	2.35%	2.51%
40	2.65%	2.42%	2.39%	2.57%	2.71%	2.74%
50	2.57%	2.29%	2.41%	2.57%	2.67%	2.72%



表 3 · 範例圖 Block 的門檻值設定表

$T1 \backslash T2$	10	20	30	40	50
10	6.3%	6.25%	6.54%	6.57%	6.63%
20	6.31%	6.03%	6.51%	6.5%	6.63%
30	6.52%	6.15%	6.64%	6.48%	6.7%
40	6.65%	6.32%	6.8%	6.45%	6.72%
50	6.71%	6.35%	6.95%	6.43%	7.3%

表 2 得知 Hall 影片的最佳門檻值設定 $(T1, T2)=(10, 5)$ ，由表 3 可得知 Block 影片的最佳門檻值設定為 $(T1, T2)=(20, 20)$ 。

#### 第四節 背景層數對錯誤率與時間的影響

由表 4 可以得知設定只有 1 層時錯誤率最高，但是執行時間卻是層數越少執行時間越快，從層數 4 層與層數 3 層來看，執行時間相差不多，但是錯誤率層數 4 層的卻比較好，所以我們就採用層數 4 層來進行實驗，因為我們此實驗使用的程式開發環境為 MATLAB 7.1，所以執行時間會比較長，所以如果使用其他程式開發環境會減少執行時間。

表 4· 範例圖 Block 的層數對於時間及錯誤率之關係

層數	執行時間(單張)	錯誤率
1	2.96 秒	1.93%
2	2.99 秒	1.71%
3	3 秒	1.681%
4	3.01 秒	1.6798%
5	3.018 秒	1.6798%

在我們使用層數 1 時，執行時間與 Chien 的方法執行時間相差不多，而且錯誤率也是相同的，但是當我們層數增加時錯誤率有明顯的下降。

## 第五節 實驗結果比較

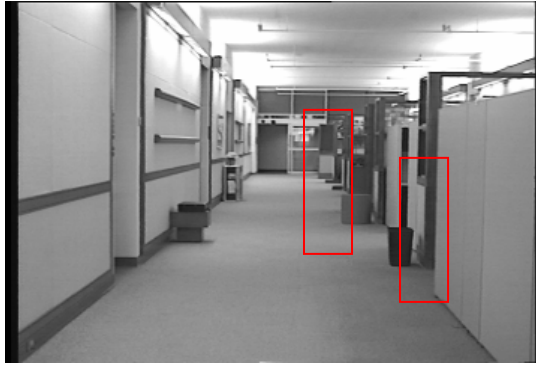
將由圖 11、圖 12 與圖 13 分別列出最佳背景來、我們的方法、Chien 等人的方法、Spagnolo 與 Colombari 等人的方法來做實驗結果的比較。

而上述的 4 個方法所需的門檻值，我們將其整理如表 5 所示：

表 5·各方法之參數設定表

範例影片 各個方法	Hall	Block
我們的方法	T1=10,T2=5	T1=20,T2=20
Chien	T1=10,T2=10	T1=20,T2=20
Spagnolo	不用設定	不用設定
Colombari	i=10	i=20

由圖 11(a)我們可以看到因為圖片中的人物因為曾經在圖 11(a)框起來的地方停留一段時間，所以在取得背景的部分曾經被當成背景一段時間過，但是之後此人又開始移動，所以由圖 11(b)來看，我們的方法已經可以快速的回復成原本的背景，但是圖 11(c)來看，Chien 的方法無法快速的回復背景，所以才會在背景的部分還有把人物當成背景的部分，而圖 11(d)無法有效的更新背景，當物件進入長時間依舊把物件判斷成物件，所以圖 11(d)的背景無法隨著物件停留時間變長，而有效的更新背景，圖 11(e)Colombari 方法是統計連續影像像素取中位數，畫面中人物在一連串影像中已經消失，所以在進行統計時，那時人物已經是不在的情況，所以只剩下右邊紅色框框的部分。



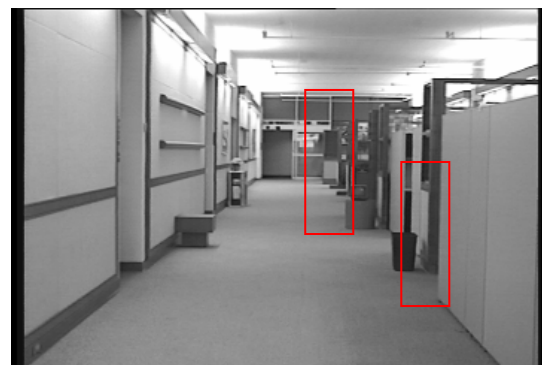
(a)



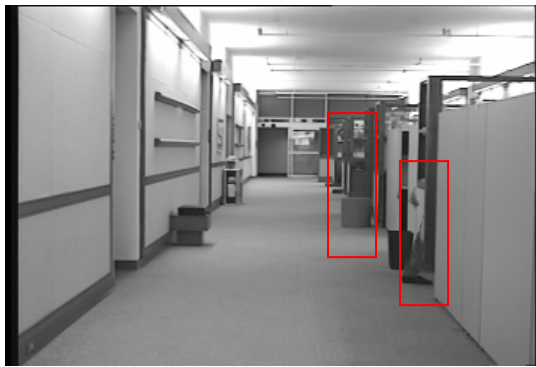
(b)



(c)



(d)

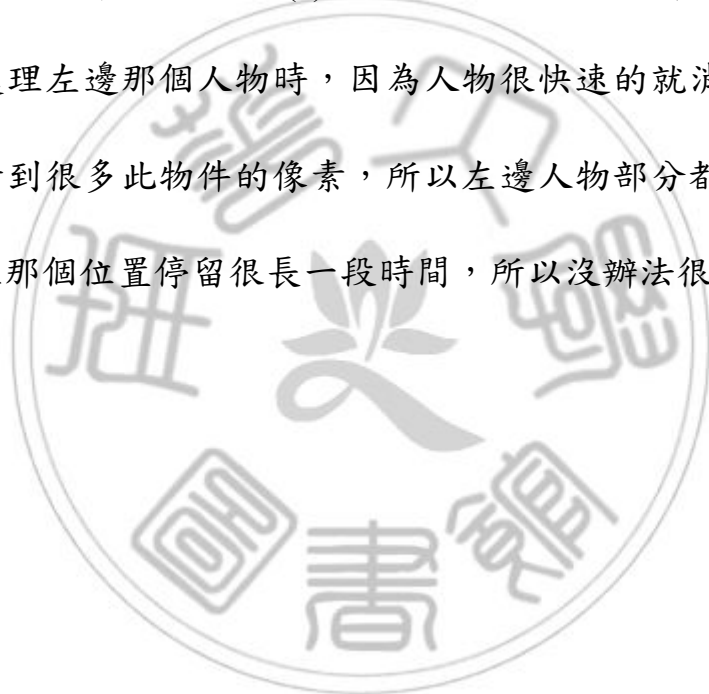


(e)

圖 11 • 各方法產生的背景圖(影片 Hall：第 101 張)  
(a)最佳背景 (b)我們的方法 (c)Chien 的方法，  
(d) Spagnolo 的方法 (e)Colombari 的方法

由圖 12(a)我們可以看到因為圖片中的人物因為曾經在圖 12(a)框起來的地方往前直線走動，衣物部分依然是在同一位置上，因此像素值變動不大，所以那個物件曾經停留在框住部分一段時間，因此此物件被當成

背景，但是之後此人往左邊消失，所以又從背景改變成物件，所以由圖 12(b)來看，我們的方法已經可以快速的回復成原本的背景，但是圖 12(c)來看，Chien 的方法無法快速的回復背景，所以才會在背景的部份還有把人物當成背景的部份，而圖 12(d)無法有效的更新背景，當物件進入長時間依舊把物件判斷成物件，所以圖 12(d)的背景無法隨著物件停留時間變長，而有效的更新背景，圖 12(e)Colombari 方法是統計連續影像像素取中位數，在處理左邊那個人物時，因為人物很快速的就消失在畫面中，所以不會統計到很多此物件的像素，所以左邊人物部分都更新掉了，但是右邊人物在那個位置停留很長一段時間，所以沒辦法很快速的更新。





(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

圖 12 · 各方法產生的背景圖(影片 Hall : 第 80 張)

(a)最佳背景

(b)我們的方法

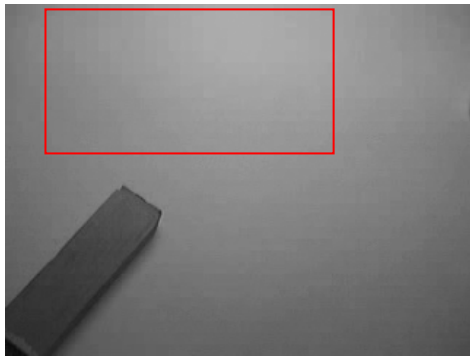
(c)Chien 的方法,

(d) Spagnolo 的方法

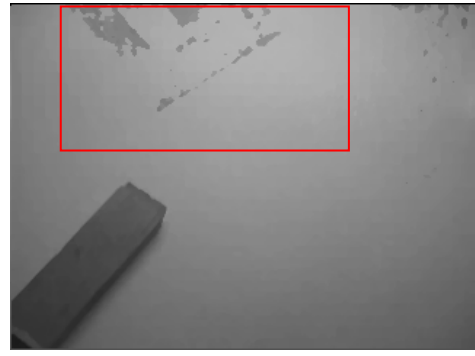
(e)Colombari 的方法

圖 13(a)原本上方有一塊方型色紙，因為方型色紙曾長時間停留才離開，所以被當成背景，但是之後又離開了，所以又從背景變成物件離開了畫面，圖 13(b)可看到我們的方法已經將大部分的色紙部份快速更新成

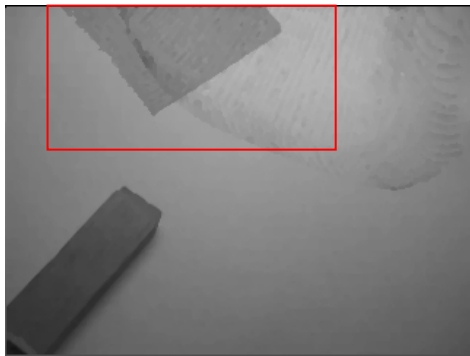
原來背景，因為色紙顏色與背景顏色相近，所以在回復的時候會造成部分錯誤，但是與其他方法相較之下已經回復了大部分的背景資訊，由圖 13(c) Chien 方法的背景圖片可以看到，Chien 的背景回復速度比我們的方法來的慢，圖 13(d) Spagnolo 方法的背景圖片可看到，背景無法隨著物件停留時間變長，而有效更新背景，圖 13(e)Colombari 方法是統計連續影像像素取中位數，圖中方型色紙曾長時間停留才離開，所以被當成背景，在方型色紙上的物件因為離開畫面時是往上離開，所以也是有一部分是短暫停留的，所以也是有部分被當成背景。



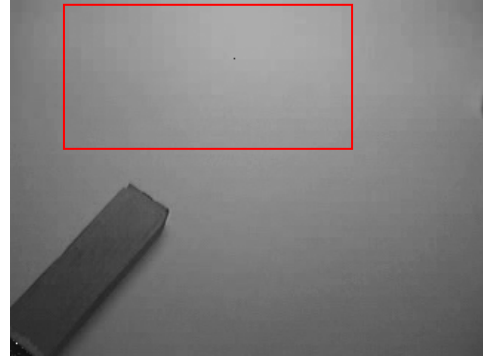
(a)



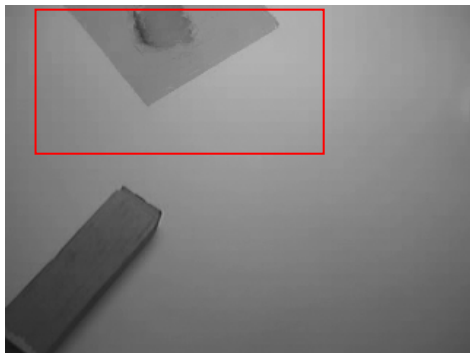
(b)



(c)



(d)



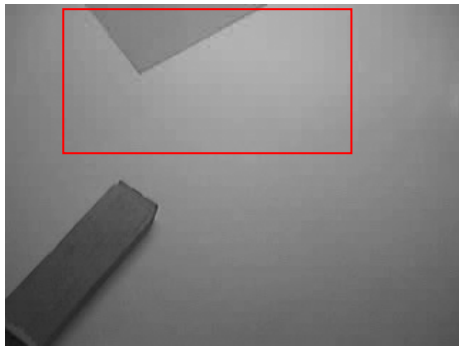
(e)

圖 13 • 各方法產生的背景圖(影片 Block：第 383 張)  
(a)最佳背景            (b)我們的方法            (c)Chien 的方法,  
(d) Spagnolo 的方法    (e)Colombari 的方法

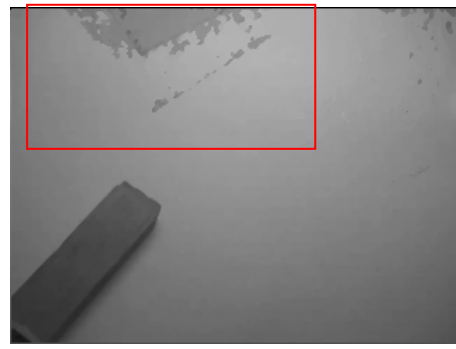
由圖 14(a)可以看到上方有一塊方型色紙，因為進入畫面一段長時間而變成背景，此時方型色紙有一半以上已經離開畫面，所以還有一半是屬於背景部份，圖 14(b)可看到我們的方法已經將大部分移出的色紙部份



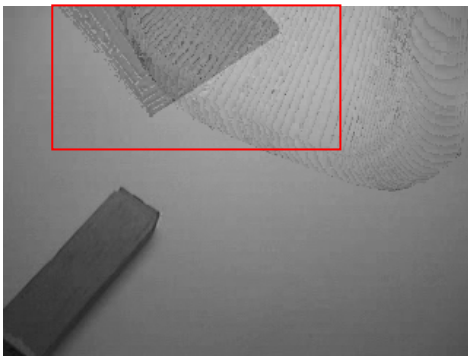
快速更新成原先的背景，圖 14(c) Chien 方法的背景圖片可以看到，Chien 的背景回復速度比我們的方法來的慢，圖 14(d) Spagnolo 方法的背景圖片可看到，此方法主要可更新背景光源變化，但是卻無法有效的更新物件的變化，圖 14(e)Colombari 方法是統計連續影像的像素取中位數，圖中方型色紙曾長時間停留才離開，所以被當成背景，在方型色紙上的物件因為離開畫面時是往上離開，所以也是有一部分是短暫停留的，所以也是有部分被當成背景。



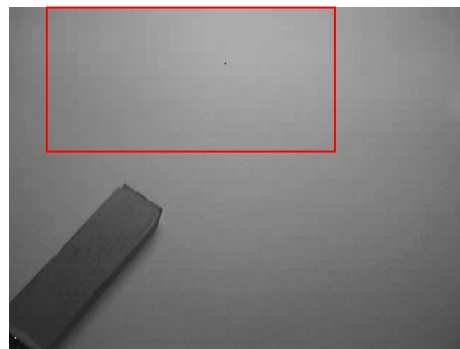
(a)



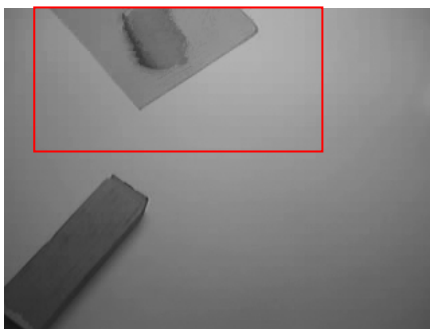
(b)



(c)



(d)



(e)

圖 14 各方法產生的背景圖(影片 Block：第 380 張)

(a)最佳背景                      (b)我們的方法                      (c)Chien 的方法,  
(d) Spagnolo 的方法                      (e)Colombari 的方法

為比較背景估測方法的好壞，我們分別使用四種背景估測方法產生一系列背景畫面，然後使用所產生的背景畫面進行物件分割，物件分割使用 Chien 等人[7]所提出的物件分割方法，最後再分別計算使用兩組背景畫面分割出來的錯誤率。物件分割錯誤率公式定義如公式(5)所示：

$$\text{錯誤率} = \frac{\text{錯誤像素個數}}{\text{一張畫面像素個數}} \quad (4-1)$$

其中，錯誤像素個數包括應為物件而被判斷為背景的像素與應為背景而被判斷為物件的像素。

表 6 所列為使用四種方法所產生之背景畫面進行物件分割後的錯誤率。

表 6・各方法所造成之物件分割錯誤率比較表

	Chien	Spagnolo	Colombari	Proposed
Hall	2.84%	3.37%	4.56%	1.71%
Block	7.91%	8.11%	6.77%	6.35%

由表 6 的結果可見，使用我們的方法所產生的背景畫面分割物件，由於我們的方法產生的背景畫面比 Chien 的方法所產生的背景畫面可提早回復被遮住的背景區域，因此可以得到較低的物件分割錯誤率，而 Spagnolo 的方法只能調整背景光源變化而無法有效的更新背景，所以錯誤率是最高的，Colombari 的方法當有物件停留太久時，在更新時的效果會不佳。

因為我們的方法有使用中位數濾波處理，在此我們也對 Chien 的方法使用中位數濾波來處理，以此來比較我們方法是否較佳，我們使用 Hall 影片與 Block 影片來測試，Chien 的方法在使用中位數濾波後的錯誤

率分別為 1.97%與 7.11%，比原本沒使用的錯誤率更佳，但是效果依然沒有我們的方法來的好。

## 第五章 結論與未來研究

隨著視訊設備的普及，視訊內容分析與處理的工作也變得愈來愈普遍。背景估測方法可由連續畫面中估測出背景畫面供後續視訊內容分析與處理過程使用。好的背景畫面可提高視訊內容分析與處理的正確率。為了提高背景畫面估測的正確性，本論文提出一個新的背景估測方法。所提方法可存放多層背景，當畫面中的背景物件移動時，所顯露出來的背景區域可使用多層背景畫面中的內容來更新，加快背景畫面回復速度及提昇估測得之背景畫面的可用性。實驗結果顯示，當背景改變時，所提方法比現有方法可更快速的回復背景。使用所產生的背景畫面進行視訊物件分割，也可明顯降低物件分割的錯誤率。

本論文中所提的方法預設環境是使用固定式的監視器，所以在未來研究方面可以應用到移動式的監視器，然而移動式的監視器的視訊處理技術是一個非常具有挑戰性的研究，因此希望以後可以提出一個可以應用到移動式監視器的方法，讓此階層式背景估測方法可以應用到移動式監視器的方法。

本論文中所使用的影像為灰階影像，但是影像處理並非都是灰階影像，所以未來研究方面能夠處理彩色影像，雖然彩色影像的處理方式比灰階困難的多，但是所擷取出來的資訊也比灰階影像要來的多，因為所

擷取出來的資訊較多，所以可供分析與處理的東西也越多。

在本論文中容易受到光源變化、影片品質與其它雜訊的影像，而導致背景在更新時而導致背景改變時，舊背景無法完整回復，希望未來研究方面，可以提出更佳的方法或後置處理來解決以上的問題。

因此如果能夠結合上述三點，並且使用本論文所提出的階層式背景估測方法，相信對於物件分割方面會有更大的幫助，並且對於之後的物件追蹤與分析也會有更大的成效。

## 參考文獻

- [1] Po-Nan Cheng, The application of fuzzy inference to the automatic detection and identification of intruders in security system, Master Thesis, Tatung University, Taiwan, June 2003.
- [2] T. Sikora, "The MPEG-4 video standard verification model," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 7, No. 1, pp. 19–31, February 1997.
- [3] Ching-Po Lin, Traffic monitoring based on real-time image tracking, Master Thesis, National Chiao-Tung University, Taiwan, July 2002.
- [4] A. Giachetti, M. Campani, and V. Torre, "The use of optical flow for road navigation," IEEE Transactions on Robotics and Automation, Vol. 14, No. 1, pp. 34-48, February 1998.
- [5] Z. Kalafatic, S. Ribaric, and V. Stanisavljevic, "Real-Time Object Tracking Based on Optical Flow and Active Rays," in Proceedings of MELECON 2000, Cyprus, May 2000.
- [6] J. Stauder, R. Mech, and J. Ostermann, "Detection of moving cast shadows for object segmentation," IEEE Transactions on Multimedia, Vol. 1, No. 1, pp. 65-76, March 1999.
- [7] Shao-Yi Chien, Shyh-Yih Ma, and Liang-Gee Chen, "Efficient moving object segmentation algorithm using background registration technique," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 12, No. 7, pp. 577-586, July 2002.
- [8] P. Spagnolo, T. D’Orazio, M. Leo, and A. Distanto, "Moving object segmentation by background subtraction and temporal analysis" Image and Vision Computing, Vol. 24, No. 5, pp. 411-423, May 2006.
- [9] A. Colombari, A. Fusiello, and V. Murino, "Segmentation and tracking of multiple video object," Pattern Recognition, Vol. 40, No. 4, pp. 1307-1317, April 2007.
- [10] R. M. Haralick and L. G. Shapiro, *Computer and Robot Vision*. Reading, MA: Addison-Welsely, 1992, pp. 28-48.

- [11] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, and Steven L. Eddins 著，數位影像處理—運用Matlab，繆紹綱譯，東華書局股份有限公司，台北市，2005。
- [12] 連國珍，數位影像處理，儒林圖書有限公司，台北市，2004。

