

計畫名稱：機車影像偵測方法發展與比較之研究

計畫編號：NSC 88-2211-E032-016

執行期限：87年08月01日至88年07月31日

主持人：范俊海 淡江大學運輸科學研究所



### 一、中文摘要

本研究採用多線式虛擬追蹤法，加上縱向區域連結技術，成功地發展出 TVA 演算法，其準確率約為 93%，由於演算法吸納了追蹤式與非追蹤式的優點，因此在比較分析上，並未有相同的共同平台可供比較，若單從演算法上，VTA 兼有快速以及追蹤的功能，這是本研究最大的創意。

關鍵詞：虛擬追蹤演算法(VTA)，縱向區域連結技術機車偵測系統。

#### Abstract

This research adopted a multi-line virtual tracking algorithm(VTA), and the vertical area connecting techniques to develop a motorcycle detection algorithm. There are the corrected rate of 93%. The study is combined non-tracking with tracking method. This algorithm will be developed for bicycles and peoples.

Keywords: Virtual tracking algorithm(VTA); Vertical area connecting techniques. Motorcycles detection System.

### 二、影像偵測方法之討論

車輛偵測的方法在偵測手冊上列出來有十四種方法，其中影像式的偵測方法只是其中的一種，在 1978 年美國 FHWA 開始採取影像的方法去偵測車輛，稱之為寬域偵測系統(WADS)。由於影像的偵測方法與其它方法有一項相當不同的特性，那

就是面積式的偵測方式，其取得的資訊，是包括了空間的資訊，雖然其所包括的空間並不是相當大，但是這些短空間的資訊，卻給交通研究人員帶來無限想像空間，因此各式各樣的研究陸續推出，終於在市場上有正式的產品在運用。

然而各國的影像車輛偵測系統，因為其當地的環境因素，大部份都是以小汽車為主的偵測系統，因此忽略掉國內機車應用的限制和發展，本研究也因此動機想建立機車偵測的演算法，以便改善原有偵測對象的限制。一般影像車輛偵測的方法模式，可分為追蹤式以及非追蹤式的，簡單列出如下：

#### (一) 追蹤式

- (a) 特徵匹配法(feature-matching method)
- (b) 色彩追蹤法(color-tracking method)
- (c) 光流演算法(optical flow theory)

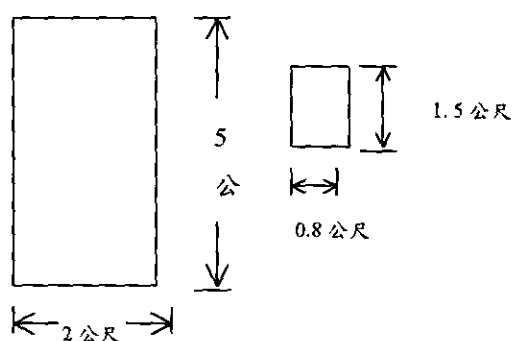
#### (二) 非追蹤式

- (a) 相減法(Subtraction method)
- (b) 虛擬線法(Artificial line method)
- (c) 網格點法(Network point method)
- (d) 類神經網路法(Neural Network method)

針對上述所提的方法發現其各有優缺點，如表 1 所示。

從上述了解不同方法造成不同的結果，其應用的層級當然也有所不同，但是機車的考量，並未加入討論，相當多的系統及方法皆宣稱機車的偵測並不是問，而且的確機車的偵測除了影像式的方式外，其它的方式已不符使用。在影像上小汽車的大小約長 5 公尺、寬 2 公尺、高 1.2 公

尺，而機車約長 1.5 公尺、寬 0.8 公尺及高 1.5 公尺(加上人計算)，若從垂直上方偵測其占有面積比約為 8.3:1，若從單位寬度的比較則為 2.5:1，從覆蓋效應來說小汽車的車高約為 1.2 公尺，且間隔約 1 公尺(靜止)，若是機車的車高約為 1.5 公尺，在靜止的間距可能短至 50 公分或交錯的情形，因此覆蓋情形嚴重，相對的可判別性，顯然其比值與車輛面積的比值相符相成，機車是容易被當成雜訊處理掉，表 2 是機車與小汽車特性的比較表。



$$A_1 : 5 \times 2 = 10 \text{ 平}$$

$$A_2 : 1.5 \times 0.8 = 1.2 \text{ 平方公尺}$$

$$\text{面積} \Rightarrow 10 : 1.2 = 8.3 : 1$$

$$\text{寬度} \Rightarrow 2 : 0.8 = 2.5 : 1$$

小結：由前述的特性探討，機車的偵測方法，顯然比小汽車受到更大的限制，尤其是車速與面積比的衝擊，演算法中追蹤式的偵測方法將首先被排除掉，另外在講求快速至即時(Real time)的系統已是發展此系統最大的要求，因此演算法並不能太過於複雜。從雜訊的特性就是車輛寬度，因此在後面的演算法建立將以此做為設計的要點。

### 三、機車偵測演算法之建立

#### 3.1 演算法流程

從前節中，發現現階段的技術，為了兼

顧各方的要求，因此提出虛擬追蹤演算法(Virtual tracking Algorithm)，何謂 VTA?

VTA 是以相減為基礎，並以面積式的操作建立虛擬的面積法，看似面積法，其實是線條法，並輔以縱向資訊的判斷，決定物體的進或出以及車速、軌跡等特性。VTA 避開傳統的追蹤缺點，卻有追蹤的效果，其演算法流程可如圖 1 所示。

#### 3.2 多線式物體感知原理

##### 3.2.1 單線式物體感知

如圖 2 所示，A-A 線為偵測區域的單一線，在操作開始必須先行紀錄 A-A 線上原始灰度值進行即時相減，若相減的值大於某個門檻(T)時，則判定有物體存在，且紀錄其邊界值(如  $s_1, e_1, s_2, e_2, s_3, e_3, \dots$ )

##### 3.2.2 多線式物體感知

多線式的物體感知，只不過是重複單線式的操作，其示意圖如圖 4 所示，圖中顯示 A-A、B-B、以及 C-C 線，其中由於光線變化以及車輛本身的窗戶效應，以及車身的顏色等等因素，其所感知的部位都會不同，因此在多線式的感知中必須記錄各線的感知點幾何位置與特性，設集合為  $P = \{s_{a1}, e_{a1}, s_{a2}, e_{a2}, s_{a3}, e_{a3}, s_{b1}, e_{b1}, s_{b2}, e_{b2}, s_{b3}, e_{b3}, s_{c1}, e_{c1}, s_{c2}, e_{c2}, \dots\}$

#### 3.3 橫向區域連結與判斷

由於車輛的光線及車身常使得單線上車輛的感知段混淆不清，因此根據車寬的資訊，分別判別感知段是否為獨立或者要連結。

設大車的車寬像元數門檻值 E，小汽車的車寬像元數門檻值 F，機車的車寬像元數門檻值 G，判別法則如下：

- (1) 若感知段大於大車之車寬門檻值判定其為獨立段
- (2) 若感知段與相鄰感知段合併判斷

在 E 與 F 之間，則合併其感知段以及分開感知段，輔以縱向關係判斷之。

- (3) 若感知段與相鄰感知段合併判斷在 F 與 G 之間，輔以縱向關係判斷之。
- (4) 若感知段與相鄰感知段合併判斷在 G 以下，則合併感知段。

### 3.4 縱向區域連結

由於橫向的感知段無法一致，則輔以縱向區域連結，縱向連結的法則主要是依據其每條線上的感知段是否重疊來判斷它，如圖 5 所示。然而縱向連結所碰到最大的問題是擁擠時候如何取斷點？另外是有同物體因某種因素呈現失敗情況如何補救？此處本研究尚未完全解決。

### 四、實例驗證

從第二節及第三節的討論以及演算法建立，機車要偵測成功必須考慮環境以及架設的條件，本研究取白天晴天正向車輛的角度取樣，其開發的桌面以 Visual C++ 為平台，利用錄取的錄影帶為實驗室的測試樣本，其測試的影像範例如圖 6~圖 12 所示。

驗證的結果分析，可從測試的 123 個樣本獲得 115 個追蹤成功案例，其成功率約為 93%，然而測試中最大的問題，還是遮蓋的問題無法解決。

### 五、結論與建議

本研究發展出綜合性的偵測方法，利用虛擬追蹤理論(VTA)成功的偵測追蹤機車。

本研究之準確率初步在小樣本約有

93%，但是大量的樣本測試尚未完成。

3. 本研究在夜間其實也可以試用，只是測試樣本太少，尚待未來完成。
4. 本研究之比較研究，在演算法的發展中，已互相融合，由於其它系統在機車的偵測上，並未加以強調，因此在比較的平台，並無具體比較結果。本研究可從演算法的比較中，看出功能性的差異。
5. 機車與腳踏車有其相似性和共通性，建議應用此演算法到腳踏車偵測以利控制。

### 六、參考文獻：

- 【1】 范俊海，影像處理技術建構交通資料收集之研究，國立台灣大學土木工程學研究所博士論文，民國 79 年 6 月。
- 【2】 翁森伯，車輛運動行為軌跡追蹤之研究，私立淡江大學土木工程研究所碩士論文，民國 82 年 6 月。
- 【3】 廖明燦，樣本點識別方法應用車輛之即時辨識，國立台灣大學土木工程學研究所博士論文，民國 83 年 6 月。
- 【4】 王勝石，影像處理與類神經網路整合模式應用於車種分類之研究，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國 84 年 7 月。
- 【5】 林志宏，視覺化偵測路口內輛轉向參數之研究，私立淡江大學土木工程研究所碩士論文，民國 85 年 6 月。
- 【6】 梁志彬，視覺化行人穿越活動偵知之研究，私立淡江大學土木工程研究所碩士論文，民國 86 年 6 月。
- 【7】 台灣區高速公路車流感測裝置的可行性分析，交通部科技顧問室，民

國 84 年 5 月。

- 【8】 Schlutsmeyer , A.P.,Wide Area Detection Systems (WADS),FHWA-RD-82-144,Federal Highway Administration , September 1982.
- 【9】 Panos G.Michalopoulos,Blake Wolf , and Tobert Benke, “Testing and Field Implementation of the Minnesota Video Detection System(AUTOSCOPE)” , Transportation Research Record 1987.
- 【10】 Suryanarayana Mantri and Darcy Bullock , “Analysis of Feedforward-Backpropagation Neural Networks used in Vehicle Detection “ , Transportation Research C , Vol . 3 , pp161-174,1995.
- 【11】 D.Keller , K . Daniilidis and H. Nagel , “Model - Based Object Tracking in Monocular Image Sequences of Road Traffic Scenes” , International Journal of computer Vision , 10:3,pp257-281,1993.

表 2 機車與小汽車特性的比較表

特性	小汽車(以機車為底)	機車(基底)
面積比	8.3	1
寬度比	2.5	1
覆蓋現象	普通	較嚴重
車速與面積比	8.3	1



圖 2 單線式示意圖



圖 3 單線相減後誤差示意圖

表 1 車輛偵測方法之比較

方法	優點	缺點
追蹤式	1. 功能較多 2. 可定位其軌跡	1. 速度慢 2. 容易誤判
非追蹤式	2. 速度快 3. 容易分析及應用	1. 功能受限 2. 易於其它偵測器功能重疊

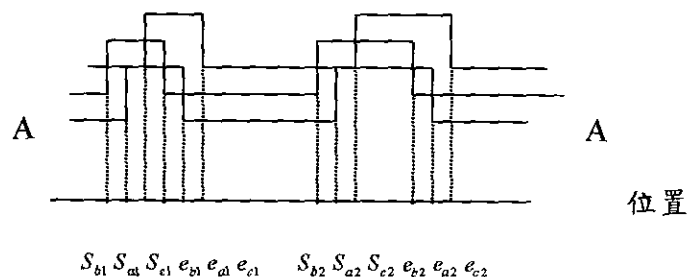


圖 4 多線式相減後誤差示意圖

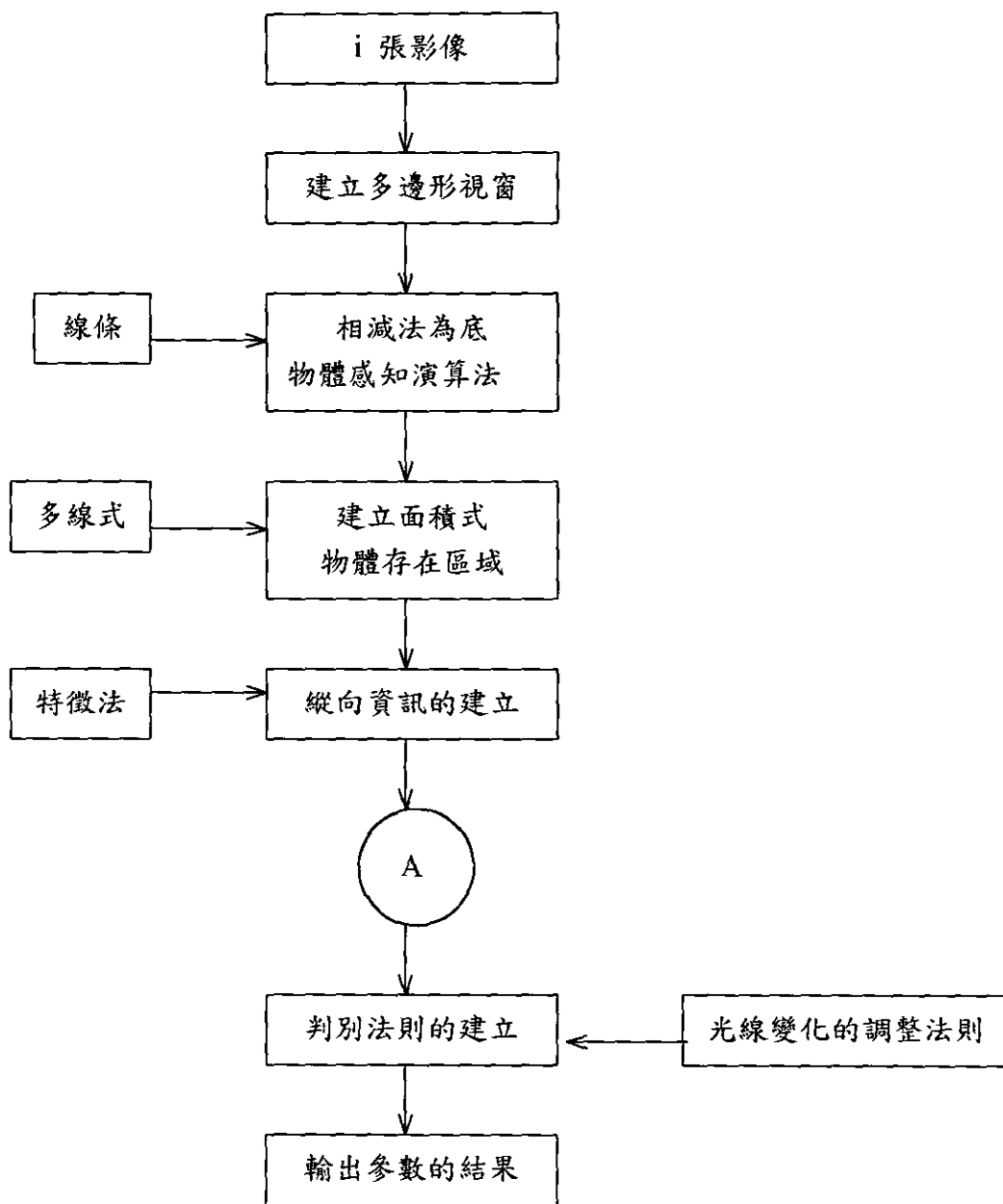
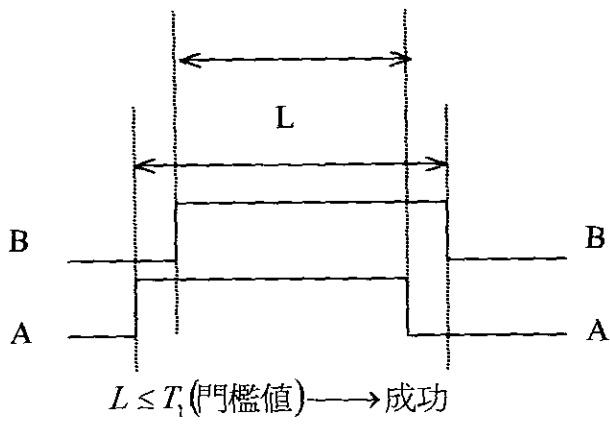


圖 1 機車偵測演算法流程圖



(a) 成功範例

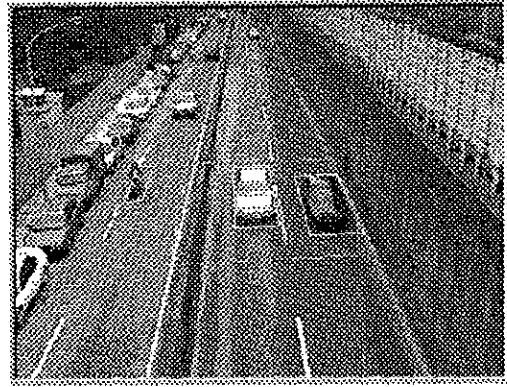
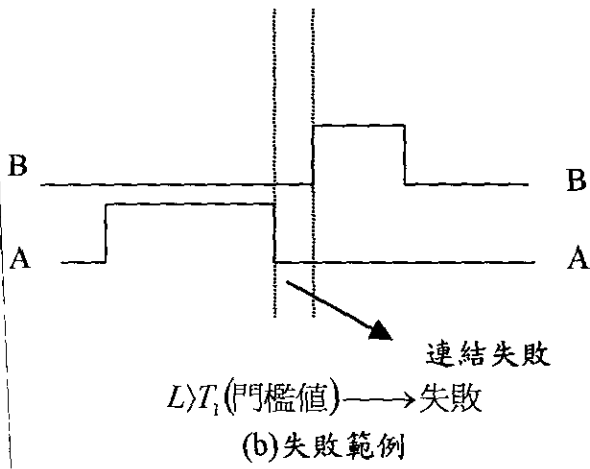


圖 7 縱向連結示意圖



(b) 失敗範例



圖 8 車輛被截取過程(the 5th frame)

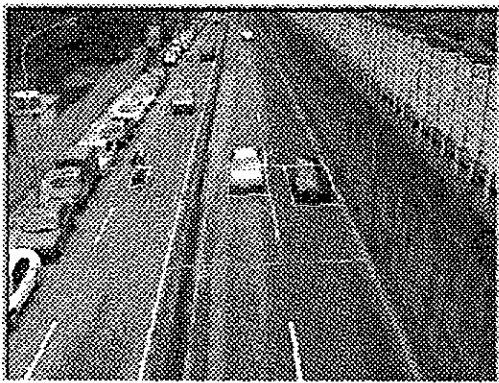


圖 6 機車進入偵測視窗(1 frame)



圖 9 車輛被截取過程(the 10th frame)

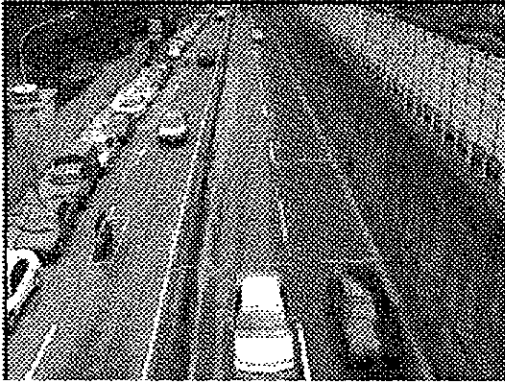


圖 10 車輛被截取過程(the 15th frame)



圖 12 機車完全離開了偵測視窗

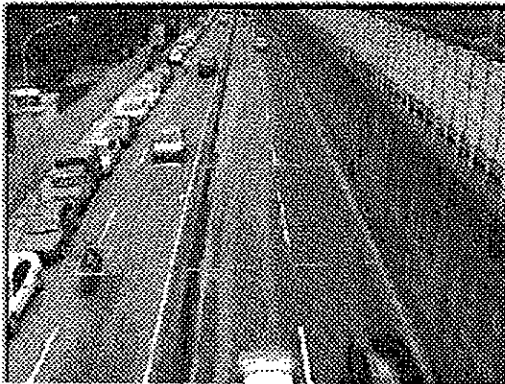


圖 11 車輛被截取過程(the 20th frame)