

連續攝影記錄解析技術在交通安全研究之應用

陳高村¹ 楊振遠²

摘 要

隨著電腦科技及影像技術的發展，影像監視系統的設置已有普及的趨勢，目前許多路口或路段即裝有影像監視系統，作為犯罪預防和偵查之用。影像監視系統的連續攝影記錄除了做為治安相關的應用外，另一個關注的焦點在於交通事故發生過程的描述。影像監視系統所記錄的交通事故連續影像，能將事故的發生過程，諸如：碰撞型態、碰撞角度、碰撞位置、碰撞前行駛方向、碰撞後行駛軌跡等作詳實的描述，至於碰撞前行駛速率，由於牽涉時間和空間的相互關係，因此必須進一步進行連續攝影記錄解析，以推估其內涵。

本研究即針對影像監視系統之連續攝影記錄的證據特性加以探討，從連續攝影記錄相關原理，探究其解析鑑識技術，並以畫格為基礎的方法，實際求算兩個交通事故案例中，車輛碰撞前的行駛速率，提供除車輛碰撞行為分析、動量分析與向量分析、能量分析、煞車胎痕長度分析、行車紀錄器分析外，另一種推估車輛碰撞前行駛速率之方式。最後系統化歸納出連續攝影記錄鑑識解析標準作業程序，以運用於肇事重建與原因分析工作上，藉由瞭解影像中時間、空間的意義，輔助肇事重建之進行，完成事故發生過程之時空關係重建，鑑定事故原因與責任，並作為事故現場處理制度與偵查單位設備研究發展之依據，進一步達成改善交通安全之目的。

壹、前 言

目前在許多的社區或道路路口已裝有影像監視系統，除了可嚇阻犯罪，遇有治安、交通事故或其它事件，亦能提供事發過程記錄供警察單位調閱，作為後續犯罪偵查的依據及證據，甚至成為破案的關鍵證物，對警察單位治安維護工作而言有相當大的幫助。當遇到上述情況時，調查單位可能先調閱事發當時的連續攝影記錄，此時除了瀏覽整個事件發生過程外，還必須針對關鍵時刻的影像進行分析，以提供細微跡證作為司法上之證據，透過對連續攝影記錄、影像監視系統的原理、運作作深入的瞭解，將有助於分析工作的進行，並得出正確的分析結果。

或許警察機關在路口或路段上設置的監看設施(甚至金融機構提款機的監看錄影機)，在無心插柳的情況下會巧合的把事故發生過程拍攝下來，有時是事故原因調查過程的重要證物。事故現場的影像監視系統將整個事故發生過程拍攝下來，依其記錄特性，除可以判斷事故現場跡證相對位置與跡證特徵外，尚可藉由涉案車輛之時空關係變化，鑑識解析涉案車輛之交通行為狀態，如何對其解析跡證之意義，並賦予證據之效力為從事鑑識科學研究的重要課題。由於影像監視系統之規格特性，將影響攝影記錄之鑑

1 中央警察大學交通學系暨交通管理研究所副教授。

2 中央警察大學交通管理研究所碩士，目前服務於台中縣警察局交通隊。

識解析與解讀，故有必要系統化歸納出連續攝影記錄之鑑識解析標準作業程序與步驟。

貳、連續攝影記錄之探討

首先針對動態影像之原理、螢幕掃描方式與畫格類型、類比/數位記錄方式作探討，作為探究連續攝影記錄鑑識解析技術之基礎。

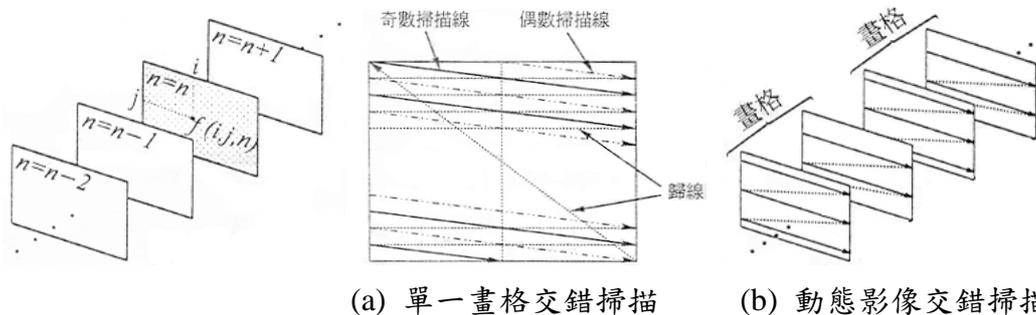
一、動態影像之原理

人眼有視覺暫留的現象，任何光線在光源離開眼睛後仍會停留約 1/16 秒才消失[1]，所以只要每秒鐘連續播放超過 15 張的靜態畫面，就會因為視覺暫留的原因，而認為畫面是連續不斷，動態影像就是由一張張靜態影像快速連續播放而構成，這一張張靜態影像稱為「畫格」(frame)，畫格為影像的最小單位，每秒播放的畫格數則稱為「畫格速率」(frame rate)，單位是「畫格/秒」(frame per second, fps)。一般將每秒播放 15 個畫格視為動態影像，而最佳的畫格速率則為 25~31 fps，以電視畫面的動態影像而言，即是依據系統的不同而在一秒內傳送 25 或 30 個畫格。

包含畫格的影像時間顯示，其方式為 HH:MM:SS.FF(時:分:秒.畫格)，以每秒 30 個畫格的影像而言，第一個畫格的時間顯示為 00:00:00.00，其後依序為 00:00:00.01、00:00:00.02...到第三十個畫格為 00:00:00.29，然後是 00:00:01.00...。

二、動態影像之螢幕掃描方式與畫格類型

動態影像在本質上為水平、垂直、時間(畫格)方向上的三維訊號，可表示為 $f(i,j,n)$ 或 $fn(i,j)$ ，如圖 1 所示[2]。



資料來源:[2]。

資料來源:[3]。

資料來源:[2]。

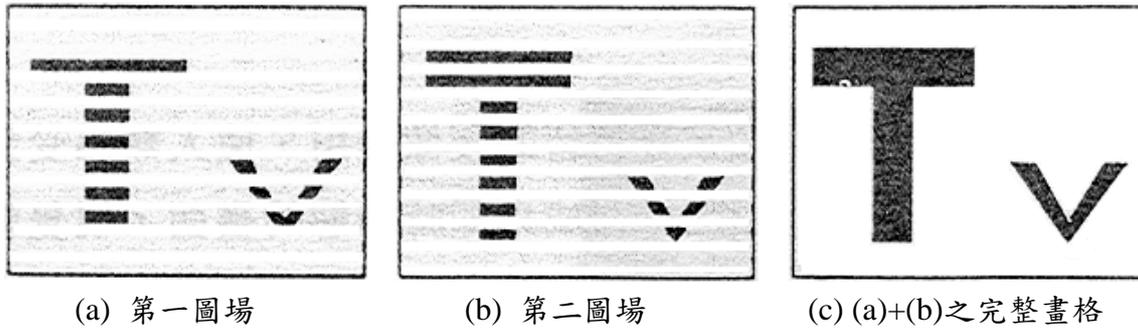
圖1 動態影像示意圖

圖2 交錯掃描示意圖

動態影像的每一個畫格要在螢幕上顯示，必須靠掃描螢幕來達成，電子束由左至右橫方向的逐點移動為水平掃描，掃描所產生的橫線為掃描線，電子束掃描至最右邊必須折返回到左邊，準備進行下一橫線的掃描，折返回來的路徑稱為歸線，而掃描線由上往下依次的下移掃描稱為垂直掃描，水平掃描配合垂直掃描合成完整的掃描即構成畫格[1]，螢幕掃描方式可分為「交錯掃描」(interlaced scanning)和「循序掃描」(progressive scanning)兩種，畫格也因而分成「圖場順序」(field order)和「基於畫格」(frame base)兩種，茲分別說明如下：

(一)交錯掃描

一個畫格是以交錯分兩次掃描所產生，第二次掃描的線條為第一次掃描後所剩之空隙，如圖 2 所示，其每一次的掃描稱為「圖場」(field)，因此一個畫格是由兩個圖場所構成，如圖 3 所示，電視螢幕就是用此方式產生畫面。此種掃描方式的畫格類型為「圖場順序」。



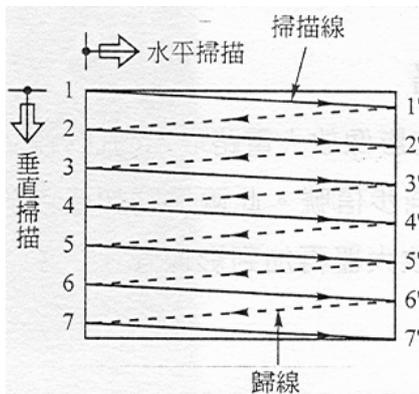
資料來源:[4]。

圖3 交錯掃描圖場與畫格示意圖

根據圖場掃描順序的不同，圖場順序畫格可分為「圖場順序 A」(field A)及「圖場順序 B」(field B)兩種，圖場順序 A 是由第一條掃描線開始掃描，單數掃描線先顯示，雙數掃描線後顯示，亦稱為「odd field first」；圖場順序 B 則是從第二條掃描線開始，雙數掃描線先顯示，單數掃描線後顯示，亦稱為「even field first」，若製作的影像要用於電視播放，應選擇正確的圖場順序，否則可能發生視訊跳動或播放不流暢的情形[5]。

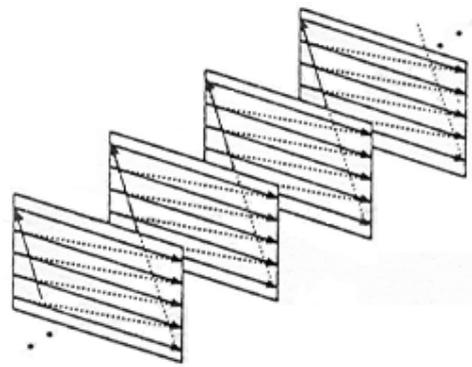
(二)循序掃描

一個畫格以循序一次掃描所產生，由上而下循序的方式一次掃描，一次產生整個畫格，如圖 4 所示[1]、[2]。電腦螢幕就是用此方式產生畫面。目前新規格的電視也有採用此掃描方式，且稱其為「倍頻掃描」，其畫質會較清晰，甚至有十六倍密的高畫質[6]。此種掃描方式的畫格類型為「基於畫格」。



(a) 單一畫格循序掃描

資料來源:[1]。



(b) 動態影像循序掃描

資料來源:[2]。

圖4 循序掃描示意圖

三、動態影像記錄方式

自然界的聲音、光線都是以波的型態存在，要將這些波(資料)記錄起來有兩種方式，一種是類比記錄方式，另一種則是數位記錄方式，下面將探討類比與數位兩種記錄方式的內涵：

(一)類比(analog)

攝影機的攝像元件將光波本身在一數值範圍內的振幅及頻率等數據，全部轉換成強弱不同的電壓，類比記錄即是將電壓記錄下來，用此方式所記錄的影像即稱為類比視訊，V8、Hi8、早期的監控攝影系統等裝置就是用類比方式記錄影像。

類比視訊在重現或轉換時會因讀取或輸出設備的不同而影響影像品質，且類比視訊每複製一次，就損失一些資料，影像訊號也會衰減，因此複本的品质、解析度會比原始影像差，即使將類比視訊擷取並轉換成數位格式儲存，再將數位視訊重新錄回類比視訊，訊號的衰減仍會發生[6]。

(二)數位(digital)

透過 0 與 1 的排列可以代表不同資料，數位記錄方式就是將影像的電氣信號，經由類比數位轉換器(analog digital converter, ADC)變成 0 與 1 二值的數位信號並記錄，用此方式所記錄的影像即稱為數位視訊，DV、MV、DVD CAM 及近期的數位監控系統等裝置就是用數位方式記錄影像。

數位視訊由於是使用電腦的二進位方式表示影像，因此不須透過轉換步驟，即可直接輸入電腦做觀看或編輯動作，同時影像即使經多次複製、儲存，品質也不會劣化。

參、電視廣播系統特性分析

在個人電腦應用上，並沒有嚴格界定畫格速率、影像大小...等視訊規格，因此這些項目可隨意設定，且在各電腦間也能相容播放，不過當電腦與電視欲結合應用時，必須符合電視播放系統的制式規格標準[7]，方能順利進行。目前世界上主要的電視廣播系統可分為 NTSC、PAL 及 SECAM 三種，其掃描線數、掃描頻率、畫格數等規格項目也不盡相同，其規格整理如表 1 所示，各種系統規格說明如下：

一、NTSC (national television systems committee)

由美國國家電視系統委員會所制定之規格，每秒為 30 個畫格，而每個畫格有 525 條水平掃描線，目前為北美及亞洲國家所使用。NTSC 的原始規格是傳送單色信號及聲音的，每個頻道佔用的頻寬為 6MHz，影像頻寬為 4.2MHz，聲音為 FM 調變方式載波傳送。

二、PAL (phase alternation by line)

又名相位交錯系統[6]，方法是將 R-Y、B-Y 兩色差信號中的 R-Y 之相位掃描線交互反向，而 B-Y 則保持固定，特色為可避免相位失真[4]，每秒為 25 個畫格，而每個畫格有 625 條水平掃描線，目前主要為歐洲、南太平洋國家及中國大陸、香港所使用。

三、SECAM (Séquentiel couleur avec mémoire)

由法國人所開發，「Séquentiel couleur avec mémoire」法文字義為「循序色彩與記憶」[2]、[4]、[6]，每秒為 25 個畫格，而每個畫格有 625 條水平掃描線，目前只有法國、部分歐洲國家及前蘇聯地區使用此系統；另中東部分國家如：沙烏地阿拉伯，為了相容 SECAM 規格，使用一種稱為 NTSC4.43 的系統，不過這個規格所製作的影像，以一般的 NTSC 系統觀看，只能看到黑白影像[5]。

表1 電視廣播系統規格表

系統 項目	NTSC	PAL	SECAM
掃描方式	交錯掃描	交錯掃描	交錯掃描
每秒畫格數	30(29.97)畫格	25 畫格	25 畫格
畫面長寬比	4:3	4:3	4:3
水平掃描線數	525	625	625
水平掃描頻率	15.75 KHz	15.75 KHz	15.75 KHz
垂直掃描頻率	60 Hz	50 Hz	50 Hz
頻道寬	6 MHz	8 MHz	8 MHz
影像頻寬	4.2 MHz	5(5.5)MHz	6MHz
色副載波頻率	3.579545 MHz	4.433618 MHz	4.41/4.25 MHz
色副載波 調變方式	載波抑制 正交二相調變	載波抑制 正交二相調變	FM
聲音載波頻率	+4.5 MHz	+5.5 MHz	+6.5 MHz
聲音調變方式	FM	FM	AM(FM)
使用地區	美、日、韓、台灣	歐洲、澳洲、巴西、 中國大陸、香港	法國、前蘇聯

資料來源: [4]、[5]。

各電視廣播系統的規格項目不盡相同，因此 PAL 或 SECAM 系統的訊號無法在 NTSC 系統順利播放影像，反之亦是如此，不過目前已有轉換設備可進行訊號轉換，使不同系統的影像可經由轉換順利播放，例如部分的電視、DVD 播放機具有 NTSC/PAL 系統相切換的功能。

肆、影像處理技術於交通調查之應用

將影像處理技術應用在交通調查包含車輛偵測、車輛分類、車輛追蹤三項重要工作，當透過電腦影像處理技術完成這三項工作時，會再進一步利用電腦的運算能力，自動快速地求算相關交通參數，供交通分析之用，甚至以此資料做為即時交通管理的依據。有關相關交通參數的計算，會依據該系統所調查的地點(如路段中或號誌化路口)及程式編寫而有所不同，然一般而言會得到如下所示之參數：

- 一、微觀車流特性，包括：速率、車頭距、車間距、佔有率、車輛行進軌跡等。
- 二、巨觀車流特性，包括：車輛數、車種、流量、密度、平均速率、平均車間距、平均車頭距、車輛混合比等。

本研究對連續攝影記錄的分析，是著重在事故發生前，車輛隨時間與空間的遞移變化關係，此與利用影像處理技術的交通調查，在求算車輛速率時有異曲同工之妙。根據過去范俊海君[8]、翁森柏君[9]、謝興盛君[10]、王俊明君[11]等人之有關應用影像處理技術於交通調查的研究，可以發現對於速率的求算包括三種方式：

一、取固定的觀測時點間隔

取固定的觀測時點間隔，如翁森柏君[9]取間隔一秒，並分別求得兩時點車輛的所在位置，經由位置的變化量，計算出車速。

二、在觀測路段上設置兩觀測點

在觀測路段上設置兩觀測點，分別記錄車輛通過兩觀測點之時間差，即可求得速度，兩觀測點之距離，日本東京大學發展的系統為4公尺，謝興盛君[10]則認為此範圍大約為10~20公尺，可視當地車流運行狀況、幾何型式及事前資訊(可能之速率範圍)加以決定。

三、車輛追蹤方式

採車輛追蹤的方式，即不取固定觀測時點間隔或固定觀測距離，而是將影像中車輛位移的長度換算成真實世界實際的位移長度，並根據連續影像的間隔時間，計算出車速，採用此法的如范俊海君[8]、王俊明君[11]以及TRIP、SRIT系統[12]。

另外對於平均速率的計算，則可以分成時間平均速率和空間平均速率，在徐天行君[13]的研究中並指出，對於該研究所計算的空間平均速率，其中第*i*輛車的行駛時間(t_i)，可以由影像中車輛進入、離開追蹤區共跨越幾張影像及每張影像的時間間隔來推得。

從徐天行君[13]、王俊明君[11]的研究以及國外之 WADS 系統[12]，可以發現應用影像處理技術於交通調查在求算車速時，對於時間資訊的取得，是根據連續影像的間隔時間，即影像中車輛進入、離開追蹤區共跨越幾張影像及每張影像的時間間隔來推得。本研究對於連續攝影記錄中車輛碰撞前行駛速率的求算，在時間資訊的取得亦以前述連續影像的間隔時間為基礎，至於空間資訊的取得，則是從影像中選取兩標的物，且兩標的物在真實世界中之實際距離，可以從事故現場圖或現場勘查而得知。

伍、影像監視系統之內涵與演進

CCTV 為 Closed Circuit Television 之縮寫，意指封閉的電視系統，CCTV 是由攝影機、傳輸線、監視器構成之獨立系統，攝影機將訊號經由閉合迴路通道傳輸給監視器，有別於一般廣播電視系統。透過 CCTV 對特定之活動進行即時監視或錄影，即為影像監視(video surveillance)，一般應用在犯罪發生機率高的區域、特定之營業場所、重要公共設施處、潛在危險地點、自動提款機、金融機構等地點，以達到嚇阻犯罪或證據說明之功用，然隨著影像處理技術的發展，影像監視也開始應用在其他領域，諸如醫學、刑事鑑識、工業生產、自動化管理...等方面。影像監視系統包括攝影機、傳輸線、監視器、儲存設備四個部份，其演進可以分為三個階段，如表 2 所示，茲分述如下：

一、第一代影像監視系統

由CCTV與VCR所組成，由於攝影機、影像訊號結構、監視器皆為類比型式，因此CCTV為類比式；而VCR為Video Cassette Recorder之縮寫，意為「卡匣式視訊記錄器」，或稱錄影機，其功能為以類比方式儲存攝影機所拍攝的影像畫面。由此可知，第一代的影像監視系統為類比式之組合。

二、第二代影像監視系統

由CCTV與DVR所組成，和前一代一樣，CCTV為類比式，不同的是儲存設備由VCR改為數位影像錄影系統((Digital Video Recorder, DVR)，其功能和VCR一樣，但是以數位方式記錄資料，透過類比數位轉換器將電氣信號轉換為電腦可識別的「0」與「1」二值並記錄於硬碟等儲存媒體中，影像搜尋的速度較第一代影像監視系統快。第二代的影像監視系統為類比與數位之組合，如圖5所示。圖5中數位監控卡內的類比數位轉換器即負責將監視攝影機所傳送的電氣信號二值化，再儲存至監控主機之硬碟等記錄媒體中，結合網路傳輸技術，使用者亦可進行遠端監控。

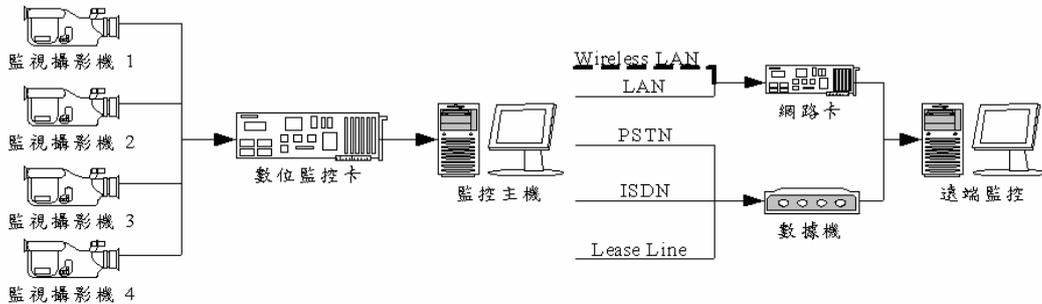


圖5 第二代影像監視系統

三、第三代影像監視系統

為全數位IP-Surveillance，包括攝影機、訊號結構、儲存設備記錄方式皆為數位型式，為數位視訊處理和網路傳輸技術的結合。

表2 影像監視系統演進三階段

	第一代	第二代	第三代
組成	類比 CCTV+VCR	類比 CCTV+DVR	IP-Surveillance
自然界	類比	類比	類比
攝影機	類比	類比	數位
資料結構	類比	類比	數位
儲存設備	VCR 將類比波形資料儲存於影帶上	DVR 將二值化資料儲存於硬碟中	儲存於硬碟、RAID 磁碟陣列、NAS 網路儲存設備、SAN 儲存區域網
記錄搜尋	影帶手動搜尋	較第一代快	智慧化搜尋方式
網路傳輸	無連線能力	無標準 TCP/IP 格式	標準 TCP/IP
顯示	類比電視監視器	數位/類比轉換後顯示於監視器上	數位/類比轉換後顯示於監視器上

資料來源:[14]。

陸、連續攝影記錄在交通安全研究之應用

事故個案原因分析是問題導向交通安全改善策略的首要工作，而從事事故原因分析的相關人員，首先要展開的工作則為肇事重建，在這過程中，需要依靠肇事資料來完成，因此肇事資料蒐集、事故原因分析、肇事重建三者與交通安全研究有密不可分之關係，下面即從此三方面探討連續攝影記錄在交通安全研究之應用：

一、連續攝影記錄在肇事資料蒐集之應用

肇事資料之蒐集主要是透過事故處理人員進行事故現場調查，而交通事故的連續攝影記錄，亦能提供相關資料，包括：肇事逃逸、釐清事故當事人之角色、碰撞過程的相互位置關係、駕駛行為、事故碰撞過程、交通管制設施資料、交通特性資料、道路現場狀況等。連續攝影記錄於肇事資料蒐集的應用說明，整理如表3所示。

表3 連續攝影記錄於肇事資料蒐集應用說明

肇事資料內容	連續攝影記錄應用說明
肇事逃逸	從影像中車輛的牌照號碼、廠牌、車型等特徵找出涉案車輛，並進一步追查事故涉案之相關人。
釐清事故當事人之角色	從影像中人員體型、衣著等特徵達成事故當事人角色之釐清。
碰撞過程的相互位置關係	經由現場遺留之散落物、血跡、煞車痕與刮擦地痕跡...等現場跡證，輔以連續攝影記錄，確定碰撞過程的相互位置關係。
駕駛行為	明瞭駕駛人於事故當時之駕駛行為，判別其責任歸屬。
事故碰撞過程	明瞭車輛、行人事故發生前的行駛或行走方向、路徑，事故發生時當事人之行駛狀態。
交通管制設施資料	得知事故當時管制措施是否明確恰當，當事人有無違反管制規定，鐵路平交道事故則須注意平交道柵欄是否正常升降。
交通特性資料	得知事故地點之交通特性資料，並作為肇事統計時之數據。
道路現場狀況	知道道路現場狀況，藉以了解天候、路況及環境因素對事故當時交通安全之影響性。

資料來源:本研究整理。

二、連續攝影記錄在事故原因分析之應用

事故原因分析需要對整體且大量的事故資訊進行抽絲剝繭，並加以鑑識、比對、推論，事故發生過程在資訊不完全的情況下，充滿了不確定性與差異性，事故原因分析工作很難有系統的歸納出具體可行或固定的分析方法與模式，其分析主體不外乎圍繞在交通構成因素：用路人、車輛、道路與環境等因素，及其彼此間的互動在道路環境中所遺留的種種跡證，來找尋事故為什麼會發生、如何發生的可行答案，如今藉由連續攝影記錄的鑑識解析，將提供更多事故發生過程與現場狀況等相關資訊，幫助找出事故的真正原因，並作為交通安全改善計畫擬定之有效依據。

三、連續攝影記錄在肇事重建之應用

肇事重建的內容是利用所蒐集的現場跡證，將事故發生情形的內涵，諸如碰撞前後肇事人、車在道路上的相關位置、肇事車輛的運行方向、肇事人、車的運行軌跡、肇事車輛的翻滾情形或運行速度推估出來。在具有事故當時連續

攝影記錄的情況下，碰撞前後肇事人、車在道路上相關位置，可由現場跡證與連續攝影記錄之內容推估，其正確性將可大幅提高；而肇事車輛的運行方向或翻滾情形、肇事人、車的運行軌跡，則可經由連續攝影記錄直接看出，至於肇事車輛的運行速度，由於較前揭內涵的空間關係多了時間關係，因此需對現場跡證及連續攝影記錄加以鑑識解析，以推估其內涵。

肇事重建內容依還原的事故階段或車輛碰撞前、後描述內容不同，可區分為撞擊部位重建、碰撞地點重建、碰撞軌跡重建、碰撞過程重建、碰撞型態重建、碰撞過程運動內容重建。在具有事故當時連續攝影記錄的情況下，撞擊部位重建與碰撞地點重建，藉由現場跡證與連續攝影記錄相配合，可提高重建之正確性；而碰撞軌跡重建、碰撞過程重建與碰撞型態重建，則可經由觀看該記錄直接進行重建；至於碰撞過程運動內容重建，由於包含速率與加速度之時間、空間關係資料，故需對現場跡證與連續攝影記錄加以鑑識解析，才能完成重建並提高正確性。

柒、連續攝影記錄解析軟體之探討

影像處理軟體的種類很多，本研究則以 VirtualDub、MediaStudio Pro 7、AVI/MPEG/ASF/MPEG Splitter、Windows Movie Maker 做為分析連續攝影記錄之軟體，其所支援的視訊檔案格式、功能等說明如下，其中所支援的視訊檔案格式僅針對常見的 AVI、MPEG、QuickTime、Windows Media、RealVideo 等五種格式作說明：

一、VirtualDub

主要功能為配合影像擷取卡做即時的動態影像擷取，以及針對視訊檔案做編輯的工作，支援的視訊檔案格式包括副檔名為avi的AVI格式和副檔名為mpg、mpeg、mpv、mlv、dat的MPEG格式，視訊檔案的檢視方式為畫格序列方式，且所有畫格序列能一次擷取成靜態影像檔案，對於後續證據分析及說明具有操作上的便利性。本軟體為免費軟體(freeware)，可以透過網路免費下載及使用。

二、MediaStudio Pro 7

由友立資訊所推出專為桌面處理專家和數位視訊工作者所設計的影片剪輯製作軟體，由Video Capture、Video Editor、Video Paint、CG Infinity、Audio Editor 五個模組構成整套軟體，具備影音檔案的擷取、播放、編輯、剪接、轉檔...等功能，可對廣播、錄影帶、影音光碟、數位影音檔案等進行數位處理、製作。支援的視訊檔案格式包括副檔名為avi的AVI格式；副檔名為mpg、mpeg、mpv、dat的MPEG格式；副檔名為mov、qt的QuickTime格式；副檔名為asf、wmv的Windows Media格式。本研究是以Video Capture進行連續攝影記錄證據分析，將視訊以畫格序列方式檢視，並透過畫格擷取功能將關鍵性畫格儲存成靜態影像檔案，再進一步進行證據分析及說明。

三、AVI/MPEG/ASF/MPEG Splitter

由Boilsoft公司所推出的影像處理軟體，主要功能為分割、修剪影音檔案，支援的視訊檔案格式包括副檔名為avi的AVI格式；副檔名為mpg、mpeg、mlv、m2v的MPEG格式和副檔名為asf、wmv的Windows Media格式，本軟體為對視訊

做特定時點之輸入，以觀看該時點之畫格，與Windows Media Player相同，無法將畫格擷取成靜態影像檔案，因此必須以hardcopy方式將畫格另行儲存。本軟體為共享軟體(shareware)，3.24版註冊費用為美金24.95元。

四、Windows Movie Maker

為Microsoft所推出的影像處理軟體，主要功能為錄製音效及對各種視訊來源進行排列編輯並輸出成副檔名為wmv的Windows Media視訊檔案格式。本軟體為Windows XP作業系統中內建之簡易影像處理軟體，支援的視訊檔案格式包括副檔名為avi的AVI格式；副檔名為mpg、mpeg、mpe、mlv的MPEG格式；副檔名為asf、wmv、wm的Windows Media格式，具有將視訊以單一畫格檢視之能力，但無法將畫格擷取成靜態影像檔案，因此必須以hardcopy方式將畫格另行儲存，整體功能不若MediaStudio Pro 7多樣化。

捌、事故原因與涉案車輛行駛速率解析實例

本案事故發生地點台 19 號公路與雲 158 號公路交岔路口，在路口之西南角(Camera #1)與西北角(Camera #2)分別裝設有路口監視攝影機，經查閱路口監視記錄，事故發生過程被完整紀錄，甲、乙兩車車體發生初始碰觸之時間點，約在錄影機記錄時間 2004/05/16 03:16:25，經檢視錄影記錄，並節錄 Camera #1 錄影記錄長度 17 秒(實際錄影時間 03:16:18~54 約 36 秒)，另節錄 Camera #2 錄影記錄長度 8 秒(實際錄影時間 03:16:23~37 約 14 秒)，並分別命名為 01.mlv 與 02.mlv，下面即對此二連續攝影記錄進行分析，以瞭解事故發生之原因及甲、乙兩車於事故前之行駛速率：

一、事故原因分析

首先以VirtualDub檢視台19號公路、雲158號公路交岔路口西南角Camera #1錄影記錄01.mlv，乙車約於03:16:24通過路口東端停止線，此時雲158號公路號誌為綠燈(乙車行駛之車道)，台19號公路號誌為紅燈，如圖6所示；03:16:26甲、乙兩車發生碰撞，此時雲158號公路號誌仍為綠燈，如圖7所示；03:16:32雲158號公路號誌轉為黃燈，如圖8所示；03:16:38雲158號公路號誌轉為紅燈，台19號公路號誌才轉為綠燈，如圖9所示。據此影像記錄明顯可以判斷號誌運作正常，行駛於台19線的甲車違反號誌管制，於紅燈時段強行通過路口，撞及依號誌指示行駛，正在穿越路口之乙車。



圖6 Camera #1擷取乙車通過路口東端時影像記錄



圖7 擷取Camera #1甲、乙兩車碰撞時影像記錄



圖8 擷取Camera #1路口東端號誌轉換為黃燈時影像記錄

圖9 擷取Camera #1路口東端號誌轉為紅燈、北端轉為綠燈時影像記錄

二、甲、乙兩車行駛速率鑑定解析

首先以VirtualDub分析Camera #2錄影記錄02.m1v，第一個畫格左上角記錄的時間點為2004/05/16 03:16:23(以下日期部份省略)，最後一個畫格記錄的時間點為03:16:37，因此該段影片的實際錄影時間約14秒，然該軟體於最後一個畫格所顯示的時間點為0:00:08.600，又播放一次影片所花費的時間也的確是8秒左右，兩兩相比，可發現實際錄影時間(畫面左上角記錄的時間)與影片長度(軟體下方顯示的時間)並不一致。

由於連續攝影記錄中每一畫格的時間點是依據該檔案格式的畫格速率而定，或說是受限於畫格速率，使得時間點並無據實呈現實際的值，因此影像處理軟體所顯示的時間資訊，並不能作為行駛時間之依據，本研究嘗試以另一種方式得到時間資訊，同樣以VirtualDub分析02.m1v，並以畫格左上方記錄的時間為依據，將影像記錄02.m1v每秒之畫格數整理如表4所示。從表4可看出每秒記錄之畫格數並非固定，除了在03:16:26時系統記錄了30個畫格，其餘每秒的畫格數皆未滿30個畫格，顯見該系統有遺漏畫格之情況。由於視訊檔案之品質，受影像監視系統之系統規格、通訊線路、影像擷取設施與負責儲存之電腦設備所影響，因此任何一部份都有可能造成視訊影像畫格之遺漏。

表4 錄影記錄02. m1v每秒之畫格數

畫格左上角 的時間記錄	該秒之畫格數	畫格左上角 的時間記錄	該秒之畫格數
03:16:23	12	03:16:31	16
03:16:24	20	03:16:32	16
03:16:25	20	03:16:33	12
03:16:26	30	03:16:34	12
03:16:27	22	03:16:35	20
03:16:28	14	03:16:36	18
03:16:29	18	03:16:37	9

03:16:30	20		
----------	----	--	--

資料來源:本研究整理。

甲車通過路口北端停止線如圖10所示，其畫面左上角記錄之時間為03:16:26；當甲車行駛至路口中車頭撞擊乙車右側車身之剎那如圖11所示，其畫面左上角記錄之時間為03:16:26，由此可知甲車於03:16:26該秒內通過路口北端停止線至行駛至路口中車頭撞擊乙車右側車身。如表4所示，數位監視系統於03:16:26該秒內共記錄了30個畫格，因此該秒內之畫格間隔時間為1/30，甲車通過路口北端停止線至行駛至路口中車頭撞擊乙車右側車身共有11個畫格，亦即有10個間隔，該區段所經過的時間為間隔數與間隔時間之乘積，即1/3秒，另根據事故現場重建比例圖顯示該段距離約為9.3公尺，因此可以求算甲車在通過路口北端停止線至路口中車頭撞擊乙車右側車身之剎那的行駛速率約為100.44公里/小時，此即以畫格為基礎求得車輛的行駛時間，再進一步根據行駛距離求算車輛之行駛速率。



圖10 擷取Camera #2甲車通過路口北端時影像記錄



圖11 擷取Camera #2甲、乙兩車碰撞時影像記錄

乙車通過路口東端停止線前之行人穿越道標線如圖6所示，其畫面左上角記錄之時間為03:16:24；乙車行駛至路口中為甲車所撞擊如圖7所示，其畫面左上角記錄之時間為03:16:26，由此可知乙車於03:16:24~03:16:26通過路口東端停止線前之行人穿越道標線至路口中為甲車所撞擊，因此必須針對24、25、26秒之畫格序列計算其間隔數與間隔時間，影像監視系統在24、25、26秒時分別記錄了16、16、26個畫格，乙車通過路口東端停止線前之行人穿越道標線至路口中為甲車所撞擊分別為2、16、13個畫格，因此三段時間分別為2/16、1、12/26，加總即為乙車之行駛時間，約1.5865秒，另根據事故現場重建比例圖顯示該段距離約為24.2公尺，因此可以求算乙車通過路口東端停止線前之行人穿越道標線至路口中為甲車所撞擊的行駛速率約為54.91公里/小時。

三、事故原因與涉案車輛行駛速率解析結果說明

前面首先以VirtualDub影像處理軟體進行02.m1v、01.m1v兩錄影記錄之分析，接著則以「MediaStudio Pro 7 -Video Capture」、「AVI/MPEG/ASF/WMV Splitter」及「Windows Movie Maker」進行分析，以瞭解使用不同的軟體是否會有不同的分析結果，分析的方式如同前節一樣，將檢視錄影記錄之畫格，因此各軟體詳細的分析

過程不再贅述。研究後發現，透過不同的軟體進行闖燈分析、行駛速率分析，其結果皆相同，下面就畫格總數、畫格編號與時間之表示、關鍵性畫格三方面作說明：

(一)畫格總數方面

和VirtualDub相比較，MediaStudio Pro 7 的Video Capture顯示的畫格總數資訊和VirtualDub一樣為539(01.m1v)、259(02.m1v)；AVI/MPEG/ASF/WMV Splitter未顯示此資訊，經由人工計算發現最末兩張畫格未顯現，因此畫格總數少了兩張；Windows Movie Maker同樣未顯示此資訊，經由人工計算發現最末一張畫格未顯現，因此畫格總數少了一張。四個軟體/程式中以VirtualDub和MediaStudio Pro 7 -Video Capture顯現的畫格總數最多，雖然軟體/程式顯現的畫格總數不一，但都是最末畫格顯現上的差異，關鍵性畫格數與該秒內畫格數四者皆相同，因此並不影響行駛時間的分析結果。

(二)畫格編號與時間之表示

VirtualDub能顯示畫格編號以及該畫格的時間點，畫格編號是從0開始，時間顯示則至千分之一秒；MediaStudio Pro 7 -Video Capture能顯示畫格編號，畫格編號是從1開始，但無畫格時間顯示；AVI/MPEG/ASF/WMV Splitter無畫格編號顯示，時間顯示則至千分之一秒；Windows Movie Maker無畫格編號顯示，時間顯示則至百分之一秒。VirtualDub與AVI/MPEG/ASF/WMV Splitter雖然時間顯示皆至千分之一秒，但略有差異，以第二張畫格而言，VirtualDub顯示的時間點為00:033，AVI/MPEG/ASF/WMV Splitter顯示的時間點則為00:034，時間變化的過程也因此而相異。雖然軟體/程式有畫格時間的顯示，但由於研究中是以畫面左上角所記錄的時間為準，因此有無時間顯示並不影響行駛速率的分析。

(三)關鍵性畫格方面

車輛通過參考點至兩車碰撞時的畫格，為推估行駛時間的關鍵性畫格，此部分著重於關鍵性畫格數與該秒內畫格數，因此有無畫格編號或時間的顯示以及顯示的編號或時間有無差異，對於行駛時間的推估皆無影響。不論是01.m1v或02.m1v，四個軟體/程式在關鍵性畫格的分析皆有相同的結果，因此所推估的行駛時間皆相同。以畫格為基礎求得車輛的行駛時間後，即可進一步根據行駛距離求算車輛之行駛速率。

玖、事故影像鑑識解析標準作業程序

對事故影像鑑識解析，研擬標準作業程序，可提昇鑑識解析工作效率，事故影像鑑識解析標準作業程序，如圖 12 所示，其說明如下：

一、確認視訊檔案格式

常用的視訊檔案格式可分為五大種，根據副檔名判斷該檔案屬於何種格式為一簡便之方法。

二、選擇播放軟體或影像處理軟體

根據視訊檔案格式，選擇有支援該格式的播放軟體或影像處理軟體。

三、進行分析

以播放軟體觀看事故發生過程，影像處理軟體則進行關鍵跡證顯示、闖燈

分析及行駛速率分析。

四、擷取畫格

對欲顯示之關鍵跡證所在的畫格、闖燈分析中車輛通過停止線時以及燈號轉換時的畫格、行駛速率分析中關鍵的畫格群，乃透過影像處理軟體的擷取功能或以按「Alt」+「PrintScreen」鍵的方式，擷取成靜態影像檔案，做為證據說明之用。

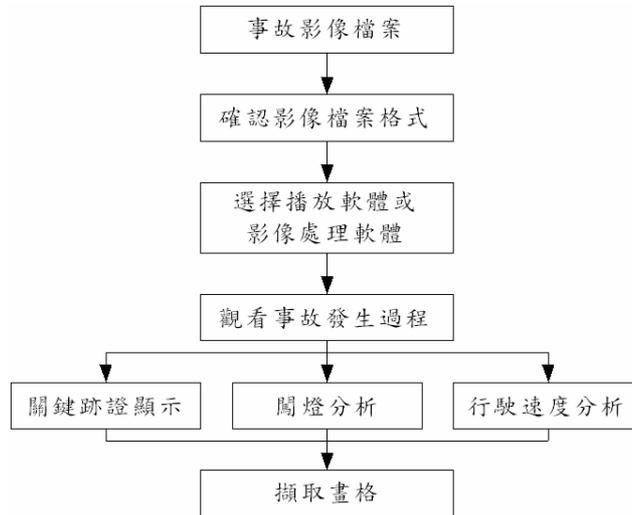


圖12 事故影像鑑識解析標準作業程序

拾、結論與建議

依目前影像監視系統之記錄媒體使用狀況，用來作為證據解析之視訊來源，以經電腦擷取之數位檔案為主，然而此一檔案之視訊品質，受影像監視系統之系統規格、通訊線路、影像擷取設施與負責儲存之電腦設備所影響，任何一部份都有可能造成視訊影像記錄之漏失。對於短時間遞演之重建與鑑識，資料漏失現象影響至鉅，諸如行駛速率的鑑識。

對於事故現場跡證之證據特徵的辨識，取決於攝影設備之良窳、攝影角度、距離、光線亮度、景深與解析度，故欲取得足夠顯示事故現場跡證特徵之影像記錄，應於影像監視系統建置時即有全盤之考量。連續攝影記錄用來說明事故發生過程，取決於取景之角度，由於監視攝影設備通常為固定設施，若為顧及全場之監控，則難滿足微觀之證據特徵採證要件，建議提昇監視攝影設備之解析度與現場環境條件，方能針對某一必要之跡證，進行放大以供辨識解讀。

參考文獻

- 1.劉國棋，電視原理，全華科技圖書，民國92年。
- 2.白執善，影像壓縮技術，全華科技圖書，民國93年。
- 3.賴柏洲等，數位電視廣播與製作系統，全華科技圖書，民國92年。
- 4.高敏雄，現代電視系統技術與應用，全華科技圖書，民國90年。
- 5.詹景森，會聲會影7：影音製作自己來，學貫行銷，民國92年。
- 6.文淵閣工作室，DV數位影音剪輯與光碟燒錄：會聲會影8，文魁資訊，民國93

- 年。
- 7.陳文暉，Wow!會聲會影8：剪輯與燒錄的完美結合，基峰資訊，民國93年。
 - 8.范俊海，影像處理技術建構交通資料收集系統之研究，國立臺灣大學土木工程研究所博士論文，民國79年。
 - 9.翁森柏，車輛運動行為軌跡追蹤之研究，淡江大學土木工程研究所交通組碩士論文，民國82年。
 - 10.謝興盛，影像處理偵測技術應用於號誌化交叉路口車流特性蒐集與分析之研究，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國83年。
 - 11.王俊明，視覺式交通監測系統，國立臺灣師範大學資訊教育研究所碩士論文，民國92年。
 - 12.Rafaul M. Inigo, "Traffic Monitoring and Control Using Machine Vision: A Survey," IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. IE-32, No. 3, pp. 177-185, August 1985.
 - 13.徐天行，動態車輛追蹤與交通參數蒐集系統之研究，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國88年。
 - 14.律基科技股份有限公司，「影像監視(video surveillance)系統的過去、現在與未來」，監視錄影系統介紹及影像處理與鑑定研習會簡報，民國94年。

