

數位影像處理技術於

偵查與鑑識



近年來，數位影像處理技術已被大量應用在刑事偵查與鑑識工作上，無論是監視錄影畫面車牌號碼的解析、指紋與鞋印照片的強化、犯罪嫌疑人人貌的比對與身高的估算、或是物證影像資料庫的建立與搜尋等，數位影像處理技術著實扮演著重要的角色。雖然偵查與鑑識必須緊密合作，然而它們的目的卻是不大相同，在應用數位影像處理技術時，必須了解它們之間的差異，以避免誤用而減低其效能。偵查的主要目的是發掘真相，而鑑識的主要目的則是確認事實。當我們自處理過後的影像獲得新資訊時，獲得之資訊有可能因為對影像處理方法或參數設定的不同而造成差異時，此時除非有其他（例如其他間接證據）的資訊輔

助，否則處理的結果將僅能做為偵查上的參考；相反的，若獲得之資訊，並不會因對影像處理方法或參數的不同而造成差異時，此項處理的結果成為證據的可能性將大增。簡單地說，鑑識影像處理技術，其目的是用來改善影像所含資訊的可讀性；輔助偵查影像處理技術，則是用來評估影像所含資訊的可能性。

近年來，鑑識科學領域的認證工作逐漸受到重視，其主要目的是使鑑定的結果能獲得大眾的認可與信任，並順利成為法庭上的證據。針對數位影像鑑定部分，有關證物的傳遞與保存以及進行處理的方法等，提供不少的建議與認證規範，目的為維護證物鏈(chain of custody)的完整性與提供正確的影像資訊。而其中最值得一提者，為進行數位影



工作之應用

溫哲彥/中央警察大學鑑識科學學系教授

像鑑定所使用的方法與技術必須是被公認有效的(valid)，而非任何新開發或研究中的方法與技術。以下對數位影像處理技術在偵查與鑑識工作中所扮演的角色進行說明。

▶▶ 影像鑑識上常見的問題

由犯罪現場所獲得的數位影像資料，例如：車牌號碼、鞋印、指紋、現場照片與監視錄影帶等，除了可做為現場記錄與輔助偵查外，並常成為破案的重要關鍵。然而這些資料往往由於犯罪現場客觀條件，例如：相機(或攝影機)取像角度不當、光源不足、設備的限制或人為操作等因素，需要利用數位影像處理技術進行處理並獲取其中之資訊。

在影像鑑識上遇到的問題是多樣性的，然而最主要問題是影像不清晰，無法從中獲得所需的資訊。而影像不清晰的主要原因包

括：亮度不足、色彩對比太低、解析度太低、拍攝角度不佳、畫面模糊、雜訊過多等等。進行影像處理之前，必須先了解造成該影像不清晰的原因，再選擇適當的方法與技術，否則將無法獲得預期的效果。例如當影像的亮度不足或是色彩對比太低時，我們就必須使用影像強化的相關技術；而遇到影像的解析度太低、拍攝角度不佳、畫面模糊、雜訊過多時，則是要使用影像還原的技術。影像強化與影像還原的目的是相同的，都是改善影像的可讀性，然而兩者的技術差異相當大，稍後再做說明。

車牌號碼解析是刑事偵查與鑑識實務上最常見的工作，由於影像大都來自於戶外街道監視錄影系統，車牌號碼在畫面中占有的比例都過低，多數需要進行處理與解析。

若是一眼即可辨視出號碼的話，就不需要處理。原因是戶外街道上所設置的監視錄影系統，並非做為車牌號碼解析之用，而是用來記錄較廣泛的全景。舉例說明，我們可從影像中看到車禍發生的過程，然而肇事車輛的車牌號碼就不見得能夠完整的確認，因此，國內外有許多關於如何適當地設置監視錄影系統的文件（例如[1]）。總而言之，監視錄影系統的設置，每一個鏡頭畫面都必須有其設置的目的，並且根據其目的做適當的調整，簡單地說，需要看全景時，就可能需要捨棄車牌號碼的解析度；而需要明確辨視車牌號碼時，就可能無法看到全景的畫面。近年來，有些新發展的技術可以用來整合多個鏡頭來達到看到全景與車牌號碼的目的（例如[2]）。在此須強調一點，大多數經由影像還原技術處理過後所獲得的車牌號碼資訊，主要仍是扮演輔助偵查的角色。

另一項偵查與鑑識實務上常見的工作則是人貌比對，也就是監視錄影畫面、照片、以及本人之間的比對。首先，我們必須有個正確的認知，亦即人的面貌是三維的立體幾何形狀，而人貌的二維(2D)影像則只能呈現部分的資訊（有關三維(3D)影像的探討，將在稍後說明），因此，拍攝影像的解析度、角度、以及距離等變數對於比對的正確與否有極大的影響。此外，若是由拍攝影像所獲得的資訊不足以提供比對所需時，正確的比對仍有其困難度，例如：外型極相似的雙胞胎、比對影像樣本間的拍攝時間相差太長以致外貌差異太大、表情的影響、當事人整形等等，均會造成比對上之困難。因此，實務上盡量以特徵比對做為判斷比對結果是否相似的依據。

影像測量的問題也是實務上常見到的，例如：現場狀態的描述、嫌疑人身高的估

算、建築物的高度與寬度、物體之間的距離、物體幾何特性的推測、車輛行進速度的推估等等。雖然在實務經驗上，除非有其他的資料可供佐證，經過影像測量後所獲得的資訊成為證據的機會並不太高，然而做為輔助偵查的重要參考資料卻是經常可見。「影像分析」一詞具有較廣泛的意義，簡單地說，就是對於影像的內容做分析、識別與解讀。在進行分析的過程中，可使用各種影像處理技術與任何有用的資料與資訊，甚至可經由其他的實驗結果來協助分析目標影像。而撰寫鑑定報告時，亦可提出相關實驗經過與結果，以提供更多的資訊給法院，做為審理時之參考。

除了上述問題外，數位化資料除容易傳遞、方便儲存、容錯性強之外，最大的優點即是容易修改。市面上已有許多提供修改與合成數位影像的工具與方法，這些工具與方法所使用的技術相當成熟，因此要尋找被修改後所留下的痕跡相當不容易。然而當有人使用修改與合成數位影像做為其犯罪工具時，相關鑑定工作就變得非常重要。因此，關於「如何進行影像偽造與變造的偵測」的研究即成為數位鑑識研究領域中重要的課題之一。

▶▶ 數位影像處理技術

數位影像處理技術已發展多年，相關資料相當的多，在此只舉幾項做為說明：

1. 影像強化與影像還原

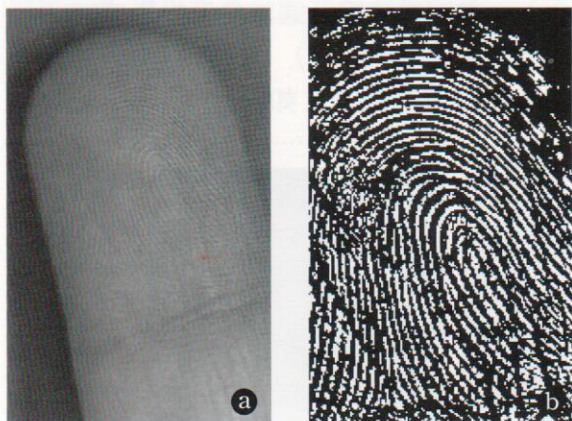
影像強化與影像還原技術兩者的目的是相同的，均是改善影像品質，以利獲得資訊，但是兩者所使用的方法與在法庭上所扮演的角色截然不同。簡單地說，進行影像強化時，若不改變原有資訊，只調整影像資料的情況下，其結果有機會成為證據，例如圖

一(a)是手指的照片，利用影像強化技術將指紋的紋路做較清楚的呈現（如圖一(b)），在此例子中，並未改變原有指紋的資訊，而只是凸顯紋路，讓視覺上較易做判讀。

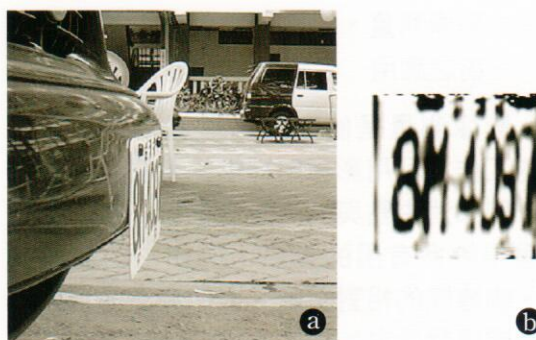
進行影像還原時，經常需加入其它資訊或參數，甚至是數學模型，因此，在大部份的情況下，只能當成犯罪偵查的參考，例如圖二(a)為拍攝角度不佳之影像[3]，經過三維旋轉還原處理後之影像如圖二(b)，提高了車牌號碼之可讀性。又如圖三(a)為影像資料不同步的情形，可抽取部分資料並進行內插（interpolation）處理，結果如圖三(b)，雖然只使用了一半的資料，但仍可改善影像的可讀性。

2. 彩色影像處理

由於目前的影像資料大都為彩色，而且有時候顏色資訊可提供重要的參考依據，例如監視錄影畫面中當事者或車輛的顏色判斷。此外可應用顏色分離的技術來改善影像的可讀性，例如圖四(a)為指紋與文字混雜的影像，經過顏色分離處理後之影像如圖四(b)與(c)，提高了指紋與文字之可讀性。



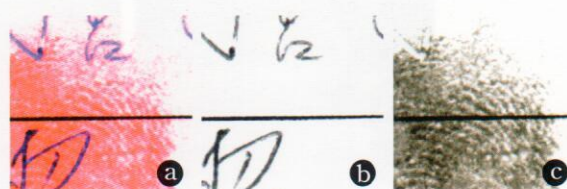
圖一
(a)手指照片
(b)指紋的紋路經影像強化結果



圖二
(a)拍攝角度不佳之影像
(b)經三維旋轉還原處理後之影像



圖三
(a)不同步的影像資料
(b)抽取部分資料進行內插處理結果



圖四
(a)指紋與文字混雜的影像
(b)與(c)經顏色分離處理後之影像

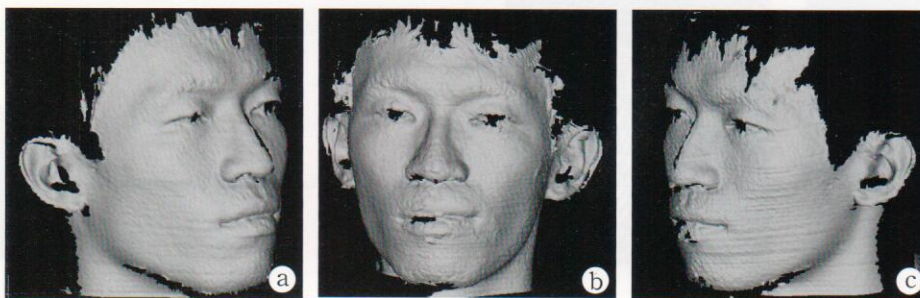
3. 影像測量、人貌比對與3D影像處理技術之應用

影像測量是偵查與鑑識實務中相當常見的工作，利用影像所提供的資料與相關技術，例如消失點與消失線之推算，可以估算並獲得許多有用的資訊，例如：物體的長度、物體間的相對距離、人的身高等，應用這些資訊我們對於現場的狀況能有更進一步的了解。而人貌比對是影像測量的另一項應用，其技術可大致區分為兩類：幾何分析與能量分析。在幾何分析方面，主要是使用五官的形狀、大小等幾何特徵作為辨識的依據，比較類似人工的直接比對方式；而在能量分析方面，主要是將影像轉換成能量頻譜，藉由能量的分佈情形做為特徵比對的依據，此兩類均有電腦自動比對的系統。然而，如同之前所提到的，由於二維影像只能對於三維物體做部分的描述與紀錄，因此應用二維影像來推估三維幾何的資訊時，必須考慮之間的差異與限制。雖然在實務經驗上，除非有其他的資料可供佐證，否則經過影像測量後所獲得的資訊成為證據的機會並不太高，然而，在案件偵查的過程中，卻可做為重要的輔助參考資料。

近年來，3D技術已被成功的應用在許多地方，並大致可分為兩大領域：視覺與建模。在視覺上，主要是模擬人眼所見，

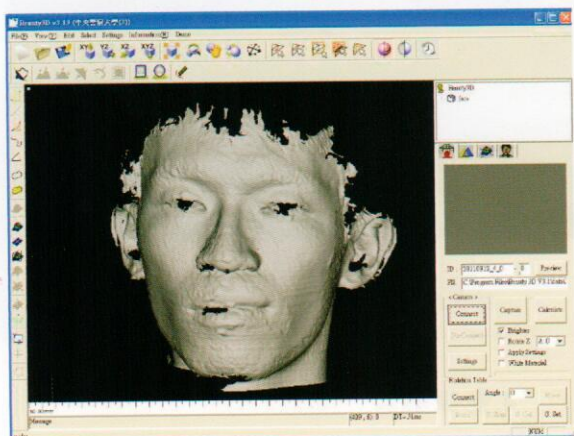
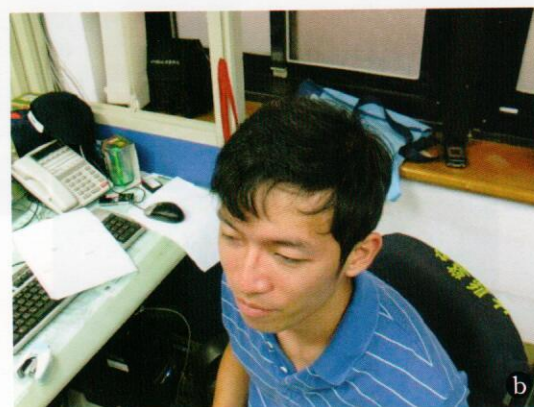
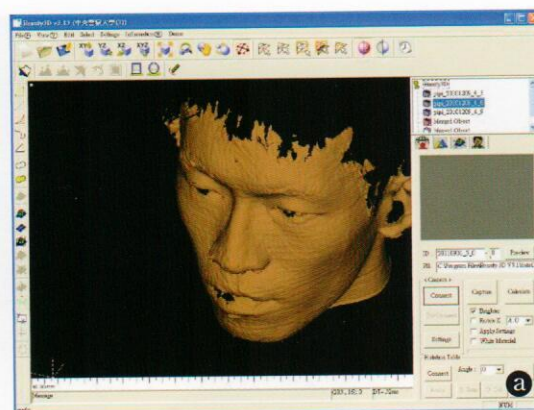
例如：電影、電視、網路街景、與建築物的3D場景展示等等。而在建模方面，主要是建立3D空間資料，例如：建築與物品外型、物體內部資料等等，許多相關技術均與電腦圖學有著密不可分的關係。若要獲得外型資料，可應用雷射式、光柵式、視差法（利用不同影像間的幾何關係）等方法獲得3D點雲資料（point cloud）。若是要獲得物體內部資料（立體像素voxel, i.e., volumetric picture element），可應用Computed tomography (CT)、Magnetic resonance imaging (MRI) 等方式獲得。而在處理相關資料時，由於3D資料（無論是點雲資料或是立體像素）與2D影像資料（pixel, picture element）相當不同，除了將2D影像處理技術的觀念延伸至3D資料處理外，許多技術必須重新開發，而這正是近年來，相關研究蓬勃發展的原因。

目前已有嘗試應用在鑑識工作的3D處理技術，法醫上的輔助人貌重建已漸被重視，經由頭骨的3D模型為基礎，可估算原來的面貌為何。在人貌比對方面，圖五是三個不同角度所獲得之3D人貌點雲資料，可應用疊合技術將其整合為一個較完整之人貌（如圖六），並將其旋轉至適當角度投影成2D平面影像（如圖七（a）），之後與由監視錄影系統所獲得之照片（如圖七（b））進行比



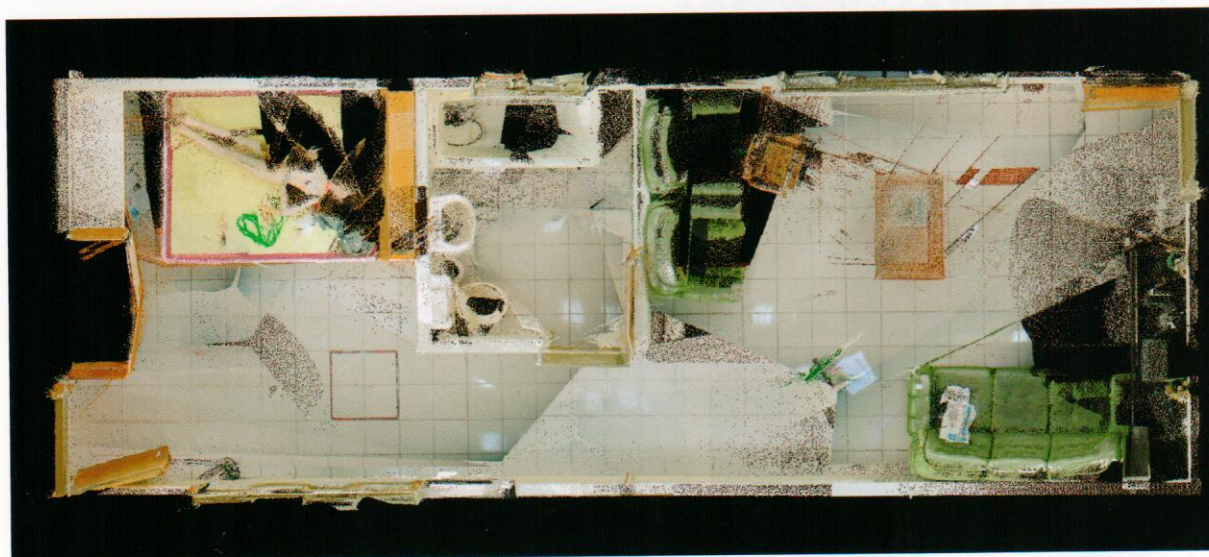
圖五
三個不同角度所獲得之3D人貌點雲資料

對。又如圖八為利用3D雷射掃描器所獲得之現場點雲圖，我們可將其旋轉進行不同角度之觀察，並可測量資料中任兩點間的距離（如圖九）。此外，經由其他3D繪圖軟體，可繪製等比例之3D現場模型（如圖十）。目前，可應用3D現場資料輔助描繪現場或相關測量等等，未來相關資料甚至可延伸應用在動畫與模擬上，相信相關技術未來將可成為鑑識或偵查工作的有用工具。

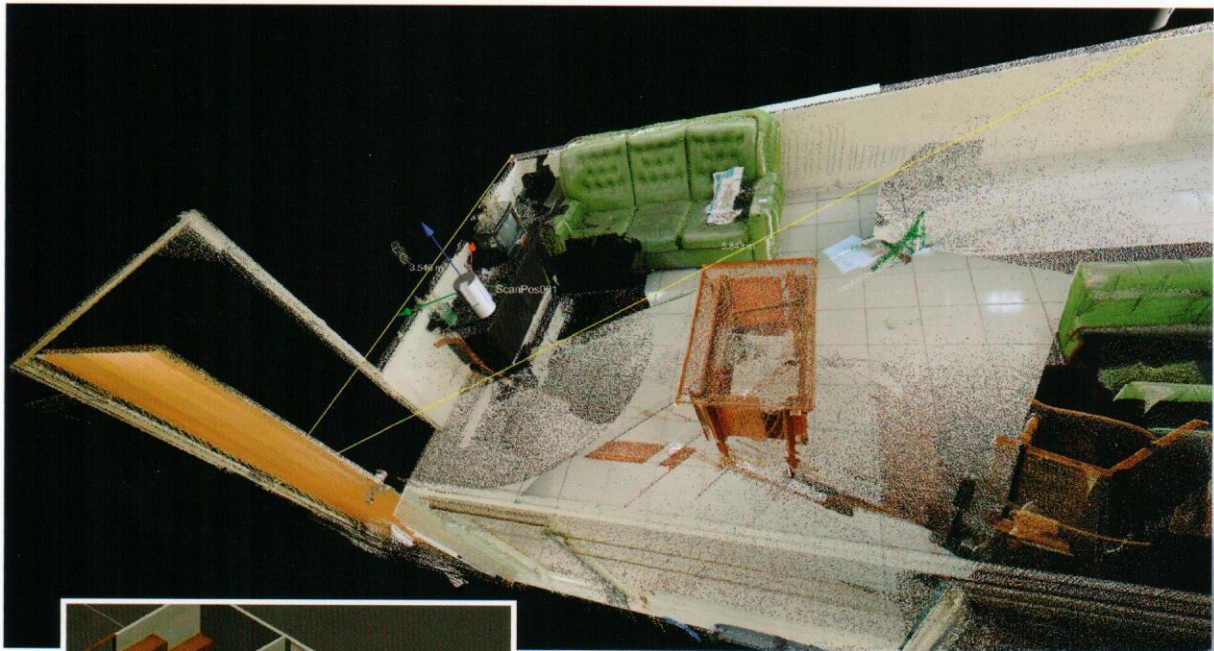


圖六
圖五之3D人貌點雲資料整合為一個較完整之人貌

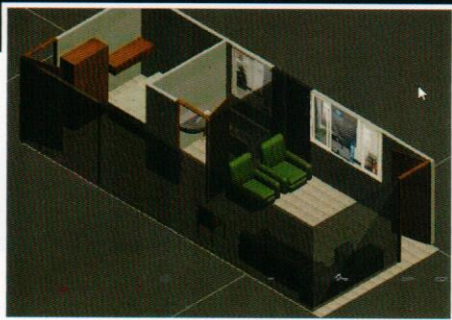
圖七
3D人貌(a)與監視錄影系統照片(b)進行比對



圖八
利用3D雷射掃描器所獲得之現場點雲圖



圖九
測量現場點雲資料中任兩點間的距離



圖十
利用現場點雲資料繪製等比例之3D現場模型

4. 影像融合

影像融合主要是將數張不同來源（或光源）的影像整合成一張影像，以方便我們觀察或獲取影像內之資訊，例如圖十一(a)與(b)的光源來自不同方向[5]，因此影像中的部分資訊不易觀察，應用影像融合將其疊合在一起後（如圖十一(c)），影像中鞋印的資訊就較能完整的呈現。



圖十一
(a)與(b)的光源來自不同方向，部分資訊不易觀察，將兩影像融合成資訊較完整的鞋印影像(c)。



本文介紹數位影像處理技術於偵查與鑑識工作之應用，除了說明影像鑑識上常見的問題外，並簡要整理一些在偵查與鑑識工作上的常用的數位影像處理技術。當然，相關技術與應用非常廣泛，無法完整地說明與介紹，包括影像偽（變）造之偵測與預防、浮水印技術之應用（加、解密）、電腦輔助鑑識（例如圖樣分析於測謊圖譜之應用）等等，如何應用相關技術在偵查與鑑識科學的工作，仍需要大量人力與物力的投入。然而，我們必須要了解，雖然數位影像處理技術是輔助鑑識工作非常有用的工具，對於影像所提供給的資訊，仍然有賴於鑑識人員進行專業地判讀與應用，才能讓它在法庭上扮演重要的角色。FACT

參考文獻：

[1] 周俊銘、溫哲彥, "以執法觀點評述商用閉路電視監視錄影系統 (closed-circuit

Television, CCTV) 的設置標準," 刑事科學, 第五十八期,Mar., pp.133-146.

[2] Shih-Hsuan Chiu, Chuan-Pin Lu, and Che-Yen Wen, "Motion Detection Based Framework for Improving Image Quality of CCTV Security Systems," *Journal of Forensic Sciences*, Vol.51, No.5,pp.1115-1119,Sep,2006.

[3] Che-Yen Wen, Chiu-Chung Yu, Zi-De Hun, 2002, "3-D Transformation to Improve the Legibility of License Plate Numbers," *Journal of Forensic Sciences*, 47(3), p.578-585.

[4] Che-Yen Wen, Jun-Kai Chen, 2004, "ulti-resolution Image Fusion Technique and its Application to Forensic Science," *Forensic Science International*, Vol.140, Issues:2-3 pp. 217-232.