

# 虛擬實境應用於司法科學證據研究之初探

黃建榮\*、方圓\*\*、蔡佩芬\*\*\*、李承龍\*\*\*\*

## 目 次

- 壹、前言
- 貳、文獻探討
- 參、實驗方法
- 肆、結論
- 伍、謝誌

## 摘 要

犯罪現場勘查，礙於傳統搜證工具的限制，目前仍以 2D 紀錄跡證與犯罪現場，與真實的 3D 證物或犯罪現場相較，可能丟失關鍵的證據資訊，如何彌補此一問題，是鑑識科學亟待解決的問題。掃描 3D 的犯罪現場，架構虛擬實境的立體現場，解決傳統 2D 影像難以呈現不同視角的複雜犯罪空間的真實情況，讓觀察者感受 3D 的空間真實感。

本研究旨在介紹 3D 掃描、建模等技術整合虛擬實境 (VR, Virtual Reality) 運用於犯罪現場調查領域。透過說明傳統犯罪空間二維 (2D, two dimensions) 紀錄的問題，強調三維 (3D, three dimensions) 掃描技術的運用，可增強證物 3D 的比對效果；與傳統 2D 的犯罪現場空間呈現比較，毋需憑藉想像，快速建立的 3D 模型。另可搭配虛擬實境眼鏡 (VR Glasses)，即使不方便親臨犯罪現場，亦能觀察不同視角場景之犯罪現場空間的各種跡證。未來可參考搭配使用 VR 技術，將刑案現場重建從平面的文件或相片，

\* 國立中正大學，犯罪防治研究所博士班

\*\* 國立陽明交通大學，資訊管理研究所博士候選人

\*\*\* 亞洲大學，財經法律系副教授，國立中正大學法律系博士

\*\*\*\* 臺灣警察專科學校，刑事警察科副教授，國立清華大學生醫工程與環境科學博士，美國紐海芬大學李昌鈺刑事司法與鑑識科學學院訪問學者，卡達警官學院特聘鑑識專家，Email 通訊作者 (電子郵件：[lce0315@gmail.com](mailto:lce0315@gmail.com))

轉為可隨使用者之需求放大、縮小或移動，且更符合實際狀況之虛擬實境，期能協助刑事偵查，進而提升案件偵辦效率。

**關鍵字：犯罪現場調查、犯罪現場重建、3D 掃描技術、虛擬實境**

# **Preliminary Study on the Application of Virtual Reality in Forensic Science Evidence**

Chien-Jung Huang, Yuan Fang, Pei-Fen Tsai, Cheng-Lung Lee

## **Abstract**

Due to the limitations of traditional evidence search tools, crime scene investigations are still using 2D (two-dimensional) record evidence for crime scenes. Compared with real or virtual 3D (three-dimensional) evidence for crime scenes, critical 2D evidence information may be lost. How to remedy this problem is an urgent need to solve in forensics. Scanning 3D crime scenes, constructing 3D scenes of VR (virtual reality), and solving the difficulty of traditional 2D images to present the real situation of complex crime spaces with different perspectives allow observers to experience the realism of 3D spaces.

This research aims to introduce 3D scanning, modeling and other technologies to integrate VR in the field of crime scene investigation. By explaining the problems of traditional 2D recording of crime spaces, and emphasizing the use of 3D scanning technology, the effect of 3D comparison of evidence can be enhanced; compared with traditional spatial presentation of 2D crime scenes. It is no need to rely on imagination to build a 3D model quickly. It can also be equipped with virtual reality glasses, even if it is not convenient to visit the crime scenes in person, investigators can observe various evidence of the crime scenes in different perspectives. In the future, they can refer to the use of VR technology to reconstruct the scene of a criminal case from a flat file or photos for a virtual reality that can be zoomed in, zoomed out or moved according to the user's needs. It is more in line with the actual situations for criminal investigations in order to further improve the efficiency of case solutions.

**Key Words: Criminal-scene investigation, Criminal-scene Reconstruction, 3D scanning technology, Virtual Reality**

## 壹、前言

以往記錄犯罪現場空間，僅可透過2D平面攝影的方式，然傳統的平面記錄，除難顯示完整立體空間的資訊外，也漏失了立體跡證比對的優勢。舉凡子彈飛行的方向、射穿物件所留下彈孔痕跡和被害人中彈倒地的過程等，在在屬於3D立體空間的互動行為，採用立體情境展示，方能呈現真實犯罪情境！近年來，3D技術已廣泛地運用於各領域，從科技偵查思維，使用無人載具搭配全景照相功能進行現場紀錄；或以3D雷射激光掃描，協助犯罪現場空間記錄等等，都是發展迅速的現代科技，對犯罪現場空間記錄方式的創新。

實務上，犯罪現場的勘查人員已導入3D掃描、建模與列印等技術，應用於犯罪現場空間記錄與犯罪現場重建等工作。在法醫學上，運用電腦斷層掃描(Computed Tomography，簡稱CT掃描)或3D掃描技術，更可協助第一線的法醫解剖工作，將上述的掃描資料匯入電腦後，配合3D列印技術，即可客製化印出被害者頭顱碎裂的情形，此類的3D列印成品，送至法庭，當作證據，足讓法官更了解被害人的慘狀，有助法官對歹徒惡行與犯罪手法的確認，形成審判的心證。另外在「藝術鑑識」學上，運用骨顱的臉孔重建技術(復顏術)，傳統上只有一顆頭顱，極其珍貴，也無法分送其他專家協助「復顏」重見面貌，如今科技的發達，佐以電腦輔助與3D列印，即可客制化複製出一模一樣的頭顱，分送世界各國的專家協助，即可更快速做出被害人的相貌以供指認，先確認無名屍體的身份，很多案件都可進一步發展偵查線索，進而緝兇破案。

當使用者穿戴特殊顯示裝置，進入透過電腦技術模擬出立體、高擬真的3D空間，令人產生身處現實的錯覺，這就是我們常說的虛擬實境(Virtual Reality，簡稱VR)。「身臨其境」的技術，為現場調查與司法人員提供另一種「勘驗」方式，讓他們進入虛擬的犯罪現場空間內，親身體驗犯罪現場的3D空間觀察環境，而這些都是傳統單純使用平面照片和證人證詞，無法充分描述犯罪現場立體空間的狀況；亦無法讓參與案件調查和審判人員，捕捉詳細犯案的過程。

2018年3月，北京市第一中級人民法院的檢察官，首開中國先例，於法庭上讓目擊證人戴上虛擬實境(以下簡稱VR)眼鏡、手持VR設備，透過證人的陳述，及與證人視角對應之3D模擬場景，將案發時當事人爭執的現場畫面、相關證據等兇案現場過程，栩栩如生地透過VR系統演示呈現更完整的現場重建。緊接著同年四月份，武漢市公安局也率先引入VR技術，運

用在犯罪現場調查的實務工作上，上述連續兩個司法單位的實務案例，正說明警政學術的理論研究，可引導司法工作實踐的交互驗證，正展現此技術在司法工作和鑑識科技的運用潛力無窮。

2017年的「司法改革國是會議」多次提到國內司法科學教育極為欠缺，建議成立「國家級司法科學委員會」，強化司法發現真實的能力、減少冤獄發生。會中更提出九大具體改革方案，其中的第一項「使用先進的檢驗科技，加強法醫與鑑識效能」。傳統的犯罪現場調查過程，礙於蒐證工具和硬、軟體的限制，目前還是以一般的2D相機、數位相機或錄影機，從事紀錄犯罪現場和蒐證工作。現場勘查報告仍以平面的照相、現場描繪、錄音、錄影等方式紀錄犯罪現場，最後彙整證人訪查筆錄和蒐集的資訊，撰寫成勘察報告，再附上現場測繪圖和照片，即完成一份現場勘察卷宗，然而這些傳統照相或證人描述的資訊，很難讓未到過犯罪現場的檢察官或法官，達成真實體驗犯罪現場的目標。傳統犯罪調查的專案資料，其中的「現場勘察報告書」最為關鍵，這份報告書，通常是負責偵查的刑警撰寫「刑案移送書」、檢察官撰寫「起訴書」和法官撰寫「判決書」時，對於瞭解犯罪現場與案情的主要參考依據。試想倘若撰寫「現場勘察報告書」者的文筆不佳、用詞不當甚至詞意不通，可能會導致偵辦的刑警、檢察官與法官無法瞭解犯罪現場狀況，甚至想像錯誤，搞錯現場狀況或誤解鑑識人員想要描述的原意，導致一份相同的「現場勘察報告書」，不同讀者出現不同的解讀，見解不一，各自表述，但審判者參考「現場勘察報告書」後，造成自由心證的差異，也會影響審判的結果，誤解現場勘查報告，可能間接成為冤獄的成因。此結果絕非鑑識人員撰寫「現場勘察報告書」的初衷，但語焉不詳的勘查報告，的確可能造成上述的遺憾，因此如何善用科技彌補上述的問題，是當前防範冤獄，尋求司法正義的關鍵。

科技來自人性的需求，善用科技，能讓原本落後的社會，以蛙跳式，跨越過中間階段的陣痛期，直接超前躍進。司法科學不是旁門小技，而是一種司法改革的利器，善用科技有助發現真實，是維護司法正義的法寶。此外，司法院也多次強調並積極推動科技化法庭的制度，希望善用科技來提升司法的透明度及辦案的效率。例如新北地院為落實「司法e化」，積極推動「科技法庭」，希望有爭議疑慮的案件，能運用科技在法庭上讓案情真相大白，增加民眾對司法的信賴度。如上所述，司法改革應該是全民關心的議題，不僅是法律人的職責，科學人也應該扮演輔佐推動的角色，未來的司法人員對於新的科技的發展不僅要認識，更應該與科技人合作，更進一步整合運用並融入偵查、審判工作的需求。

本研究整理3D掃描、建模等技術，整合虛擬實境(VR)運用於犯罪現

場調查領域，比較二維(2D)／三維(3D)於犯罪現場調查之差異及優缺點，另外使用三維(3D)模型搭配動畫技術，錄製成可當案例教材的影片，達成善用科技重現犯罪現場之目標。將新興科技，運用於偵查、審判工作，以期加強鑑識效能，協助司法發現真相、減少冤獄發生，從而提升民眾對司法的信賴度；同時拋磚引玉，期待未來有更多科技研發能量，運用於法學領域，跨越「科技」與「法律」的鴻溝，為眾人期盼的司法正義，共創雙贏的局面、貫徹「司法改革國是會議」的目的。

## 貳、文獻探討

### 一、虛擬實境 (Virtual Reality, VR)

虛擬實境(VR)，為一種結合電腦圖形、電腦仿真、人工智慧、感應、顯示及網路並列處理等技術的發展成果，利用電腦模擬產生三維空間的虛擬世界，提供使用者包括聽覺、觸覺等綜合可感知的人工環境，使得在視覺上產生一種沉浸於這個環境的感覺，可以直接觀察、操作、觸摸周圍環境及事物的內在變化，並能與之互動，讓使用者彷彿身歷其境。

該技術利用電腦製作3D虛擬空間，透過視覺效果，讓配戴VR眼鏡的使用者彷彿置身該虛擬空間，不啻定點觀看，使用者亦可移動至虛擬空間的任何位置。除視覺外，若搭配其他硬體設備，諸如耳機、手套等，更可有其他感官體驗、強化身歷其境的效果，美國德州農工大學卡達分校的工程計算中心(TASC)虛擬實境實驗室，擁有CAVE洞穴式虛擬實境系統，可以把犯罪現場的資訊投影到牆面、天花板和地面上，包括真實犯罪現場中的臥室，這套系統即將其3D全景展現在實驗室裡，如同真實的臥室一般大小，充分展示虛擬實境教學的範例。實務上在犯罪現場也可利用「較低成本」的3D與VR技術，來進行準確的尺寸測量和記錄。

VR應用範圍廣泛，舉凡娛樂、購物、教育訓練、軍事、交通、醫學及設計等，坊間VR產品多屬娛樂性質，如情境模擬遊戲、電影及賽事直播；其他常見用途則有博物館展演、房地產銷售與模擬駕駛等。國外除規劃將VR技術延伸至醫療訓練、軍事模擬外，數位鑑識及其教育訓練、犯罪矯正、刑事偵查皆為應用範疇，例如司法人員讓嫌犯進入一個模擬仿真虛擬實境的犯罪場景，透過檢測嫌犯的各種生理與精神反應，藉以分析其口供或證詞的真偽。理論上在110度的視角下，設備具有良好的沉浸效果。犯罪現場

所有潛在證據之搜集到進行沉浸式和交互式調查，即使當事人舊的傷口已被治癒，也能透過多種可視化3D模型，來瞭解查看當時受傷的情況，此類重現事故現場之立體、沉浸式和交互式之效果，其原理為利用頭部方向、正確的視角計算場景，佐以3D可視化呈現，達成犯罪現場之紀錄、重建、保存與日後演練，也是本研究重點。

## 二、空間平面圖與攝影技術

傳統上，製作空間平面圖，多以人工測量佐以軟體繪製方式進行；也有支援手持裝置(手機或平版電腦)使用之應用程式(Application，簡稱App)，例如 Sweet Home 3D 及 Floorplanner (空間設計軟體，輕鬆畫出精美的2D/3D設計圖)等，讓使用者透過觸控拖曳的方式，配合軟體內建的上百種家具模型，自行完成簡易的室內繪圖。此外，例如空間設計應用程式 MagicPlan 更推出除手繪功能外，更可利用「拍照」的方式(如圖1)，直接繪製出所需現場圖，可省卻使用者徒手量測、描繪等傳統測繪較為耗時耗力之步驟。

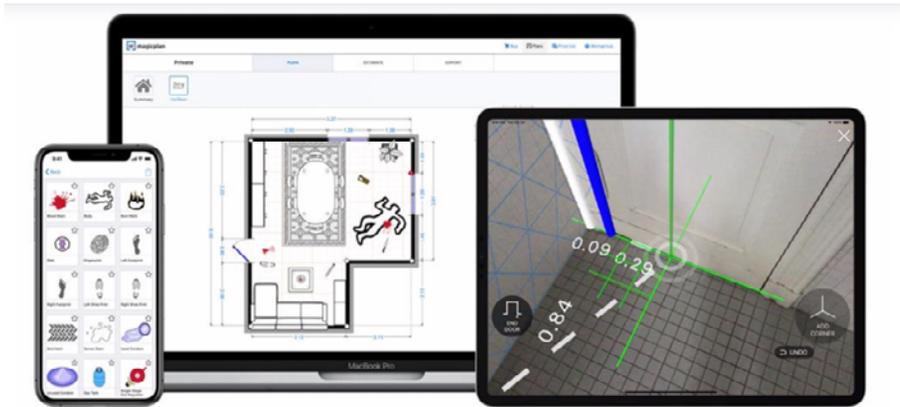


圖1 MagicPlan 空間設計應用程式建置房間平面圖標記牆角錨點與編輯房間平面圖之示意

紀錄、繪製現場的工作，除手工操作的問題外，如何自動化，一直是測繪科技發展的重點。英國 Durham 大學曾自行研發「MABMAT」機器人，協助拍攝犯罪現場360度視角的照片及影片(如圖2)，此種「MABMAT」的主要設計，僅使用兩個低成本的微型控制器，搭配鏡頭拍攝，整體價格不到400美元，即可產生較傳統照相更佳的全景效果，呈現更為完整的犯罪現場空間紀錄，值得國內實務單位參考採購，尤其針對測繪具高危險性的爆裂物

或輻射現場。此外，繪製完成的立體現場圖，如何搭配現場重建，呈現3D的立體現場影像，也是發展虛擬實境(VR)的關鍵，VR虛擬實境眼鏡(或稱頭戴式顯示器)是進入虛擬實境(VR)的唯一媒介，不論是遊戲或看運動直播，只要戴上VR眼鏡就能仿如置身其中(如圖3)。目前較為人所知的VR眼鏡商品有HTC的Vive、臉書的OculusVR、Sony的PlayStation VR、Google的Cardboard等。



圖2 由MABMAT拍攝之犯罪現場360度照片

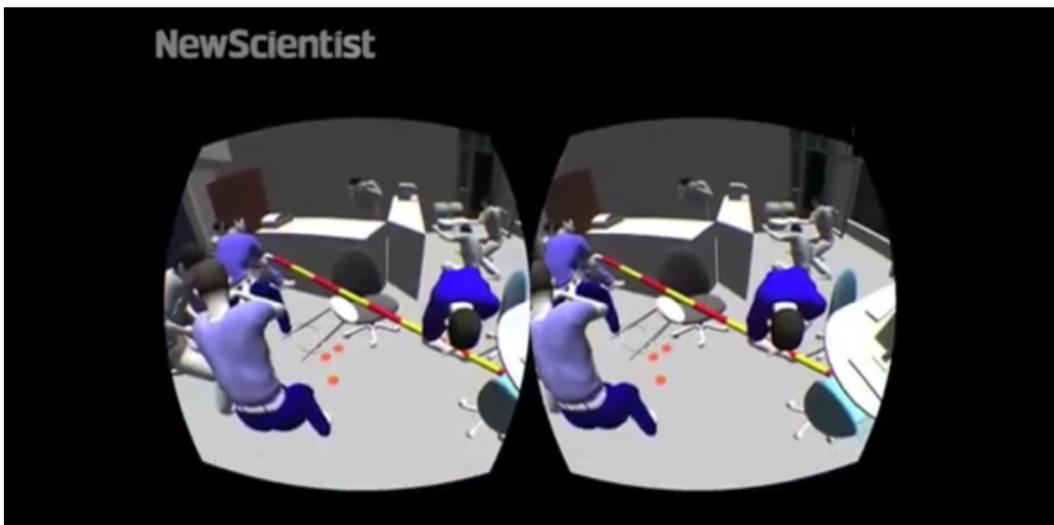


圖3 透過VR頭盔，重獲犯罪現場的VR畫面

### 三、3D 電腦繪圖、建模與列印

3D 拍攝技術主要可以分為兩種。第一種為「陣列式攝影」，3D 效果主要是利用雙眼的視差，讓兩眼分別看到不同的畫面建構出立體感。利用此原理，同時以兩台以上的攝影機，模擬人類的雙眼視覺拍攝左右眼的畫面（也可使用單一攝影機進行多次不同角度的拍攝），兩台攝影機的距離必須等同於雙眼間的距離（約 6-7 公分）。播放時透過 3D 顯示器分別顯示左右眼的畫面，即可營造出立體影像的效果。此種拍攝方式所得到的影像格式稱為「傳統立體視訊」（Conventional Stereo Video, CSV）。第二種方式為「深度攝影」，除了傳統攝影機之外，同時以「深度攝影機」進行拍攝，除了 2D 畫面之外，深度攝影機會發出紅外線光源，透過紅外線光源碰到拍攝物體反射的時間，判斷物體與攝影機之間的距離，而得出畫面中物體遠近的「深度圖」（depth image / depth map），深度圖為一灰階值 0-255 的影像，顏色愈深表示距離鏡頭愈近，使用深度圖的距離資料，將所對應的 2D 畫面立體化。此種方式也是目前最常用的立體影像格式之一，稱為「2D + D」（2D + Depth）。此外，目前可透過全景錄像功能擷取影像；或利用「人工智慧」，將 2D 影像轉換成 3D。傳統圖形領域長期以來一直關注從幾何模型合成圖像的問題，即通過模擬光與物質的相互作用，從幾何場景描述，產生圖像。

傳統三維計算機圖形領域，長期以來一直關注從幾何模型合成圖像的問題，即通過模擬光與物質的相互作用，從幾何場景描述，產生圖像。L. McMillan (1997) 研究的核心論點為「只使用圖像和圖像就可以合成三維計算機圖形，用透視圖像取代幾何場景描述，並用數據插值代替模擬過程」。建立三維電腦圖形的過程順序分為下列三個基本階段 - 建模、場景布局和動畫、繪製。

以下介紹幾套目前市面上使用的 3D 建模程式 (APP) 與 3D 呈現的原理和運用：

SketchUp 是一套針對建築師、都市計畫專家、製片人、遊戲開發者以及相關專業人員的 3D 建模程式該軟體在 Google Earth 上的建模也十分方便。它比其他三維 CAD 程式更直觀，靈活以及易於使用；基於便於使用的理念，它擁有一個非常簡單的介面。SketchUp 世界中一個眾所周知的特性便是 3D Warehouse，用戶可以利用自己的 Google 帳戶來上傳建立的模型，並且瀏覽線上其他的元件和模型。亦有學者對於 3D 可視化應用軟體進行評估，並以 Google SketchUp 和 ArcGIS 為例，討論 3D 可視化城市資訊和建模議題，最後實踐 3D 模型構建。

Vizard 則為一款虛擬現境開發平台軟體，基於 C/C++，運用 OpenGL 拓展模塊開發出的高性能圖形引擎。當運用 Python 語言執行開發時，Vizard 同時自動將編寫的程式轉換為位元組碼抽象層 (LAXMI)，進而運行渲染核心。圖形效能的最大化在視體剔除 (view frustum culling) 和紋理及材質屬性分類的演繹中得以體現。隨著圖形處理器 (GPU) 運算速率的不斷提升，LAXMI 可助在運用過程中充分利用圖形流水體系的技術優勢。WorldViz 虛擬實境系統主要致力於心理認知相關的科學研究，包括社會心理學、視覺、空間認知等。

WorldViz 自稱為 VR 行業的先驅，憑藉在 VR 領域超過 20 年的經驗，為使用動態 VR 技術及相關研究人員提供了創新 VR 解決的方案，並適用於社會心理學、空間認知、感知、犯罪現場調查和其他不同領域的研究。若搭配 VR 軟體 (運動捕捉系統、3D 數位人物庫) 和硬體 (有增強現實系統、NVIS 資料頭盔，5DT 資料手套、cyber glove 資料手套和 Intersense 追蹤器等)，採取紅外追蹤的方法，結合已經搭建的各類犯罪現場的三維虛擬場景，即可實現人與 VR 的交互和行為生理資料的記錄與分析，能滿足多種心理學領域的研究的要求。既可用於人類複雜認知和行為研究：如交通安全、火災逃生、空間認知等領域，也可用在心理健康的研究：如心理疾患的評估和早期干預、創傷後應激障礙的干預與治療等。

Sweet Home 3D 針對想要重新規劃房屋或辦公室的使用者，迅速完成其設計，透過 2D 平面圖的擺設，同時轉換成 3D 透視圖閱覽。可讓使用者從零開始，於一個或多個現有平面的圖像上繪製房屋的牆壁和房間；更改牆壁、地板和天花板的顏色或紋理；並能自行匯入所需樣板圖片；最後，可將完成之平面圖與 3D 圖，匯出成 PDF，PNG，JPEG，SVG，OBJ 格式的文件，利於其他軟體重複使用。

「3D 建模」通常使用電腦及輔助軟體，建模軟體有 3ds MAX、Maya、SketchUp 等建置出三維空間的 3D 模型；而另一種則是利用 3D 掃描，獲取點雲資料，再使用 3D 建模軟體貼圖，去除多餘線條以及修正破圖。若將 3D 掃描技術，運用於記錄犯罪現場空間，則可解決人工繪製失誤或造假的疑慮，針對傳統攝影方式無法充分呈現犯罪現場的空間感與深度等立體資訊遺失的問題也可一併解決。以往使用影像技術所製作出的立體模型，需要拍攝數張照片，再透過電腦軟體加以處理，才能建構模型。如今，只要整合 3D 掃描、繪製與 3D 列印技術，即可快速完成呈堂證據-犯罪現場空間之 3D 立體模型。

有關「3D 列印」技術透過不斷研發，配合多元化的印製材料，諸如金屬、石膏、玻璃、塑膠、水泥等，製成品除陸、海、空外，亦應用於外太空

的環境；美國海軍陸戰隊使用 3D 列印技術，客制化印製武器的零件；美國太空總署 (NASA) 使用 3D 列印印製衛星；美國麻省理工學院 (MIT) 科學家們印製出一體成型的機器人，印製完成後就能行走；加州理工學院則於 2018 年，成功印製出奈米尺度的結構金屬，這些都是 3D 列印技術的提升。

整合 3D 建模與 3D 列印技術，建立 3D 模型 - 利用切層軟體將模型切成數層，設定參數匯到 3D 列印機進行印製，即可運用於犯罪現場模型的客制化需求。2008 年 10 月，為調查一件警槍殺人案，內政部警政署刑事警察局也曾使用「3D 雷射掃描儀」，重建刑案現場、比對彈道，這也是國內鑑識人員首次於刑案現場運用 3D 雷射掃描儀技術的成功案例。3D 掃描儀器還能掃描犯罪現場的咬痕、指紋、鞋印、工具痕跡等等，再透過 3D 列印技術，即可印製立體證據，不僅能保存模型並可提供比對傷口與工具痕跡等 3D 證據的資訊，讓鑑識人員依照這些數位資訊來重建犯罪現場，並推測最有可能使用的工具、兇器和可能的犯罪行為。3D 掃描為一「逆向工程」，藉由透過光照或接觸方式為實體物件運算出立體圖檔，可以數位化保存、編輯或直接用於 3D 列印的生產。目前市面上有多種 3D 掃描技術，從小型的工具零件、中型的人體四肢或大型的汽車到地景環境，各有其應用範圍。美國材料試驗協會 (ASTM International, 簡稱 ASTM) 則於 2009 年將 3D 列印正名為積層製造 (Additive Manufacturing, 簡稱 AM) 並細分為下列七大類型：

1. 粉末床熔融成型技術 (Powder Bed Fusion, PBF)：列印材料金屬粉末，鋪一層金屬粉末，利用雷射燒結其圖形，重複鋪一層粉末，雷射一層粉末層層堆疊而成 3D 立體成品。應用於金屬零件、異形水路模具、生醫植入物、表面處理等。
2. 黏著劑噴印成型技術 (Binder Jetting, BJ)：列印材料塑膠、金屬、粉末，液體黏著劑選擇性沉積並接合粉末。
3. 光聚合固化技術 (VatPhoto Polymerization, VP)：列印材料光敏樹脂、聚合物，以紫外光或雷射光照射使 3D 列印機槽內的光敏樹脂、聚合物，使其固化成型。
4. 疊層製造成型技術 (Sheet Lamination, SL)：列印材料塑料薄膜、金屬，片狀材料被黏結而結合成型。
5. 材料擠製成型技術 (Material Extrusion, ME)：列印材料塑膠、石膏，材料經由噴嘴擠出層層印製成型。
6. 材料噴塗成型技術 (Material Jetting, MJ)：列印材料樹脂、臘，建構材料選擇性噴塗沉積成型。
7. 指向性能量沉積技術 (Directed Energy Deposition, DED)：列印材料金屬，以及中熱能來融化材料，使材料融化沉積成型。

## 參、實驗方法

### 一、Sweet Home 3D

本軟體為一免費、開放源碼(open source)的室內設計軟體，其易於上手、支援多國語言、能與其他3D相關軟體整合等特性，近年來發展迅速，不啻建築產業，實務上，亦有不少現場勘查人員，以該軟體快速繪製現場立體圖。該軟體除於官方網站(<http://www.sweethome3d.com/zh-tw/download.jsp>)免費下載、安裝使用外；另有線上版，註冊後免費登陸使用；及App付費軟體。以下簡述該軟體基本功能，並以實例，繪製現場立體圖。

#### (一) 開新檔案 3D

介面包括工具列、選單、傢具視窗、平面圖視窗、已傢具清單視窗和3D 示圖視窗等，如圖4所示。

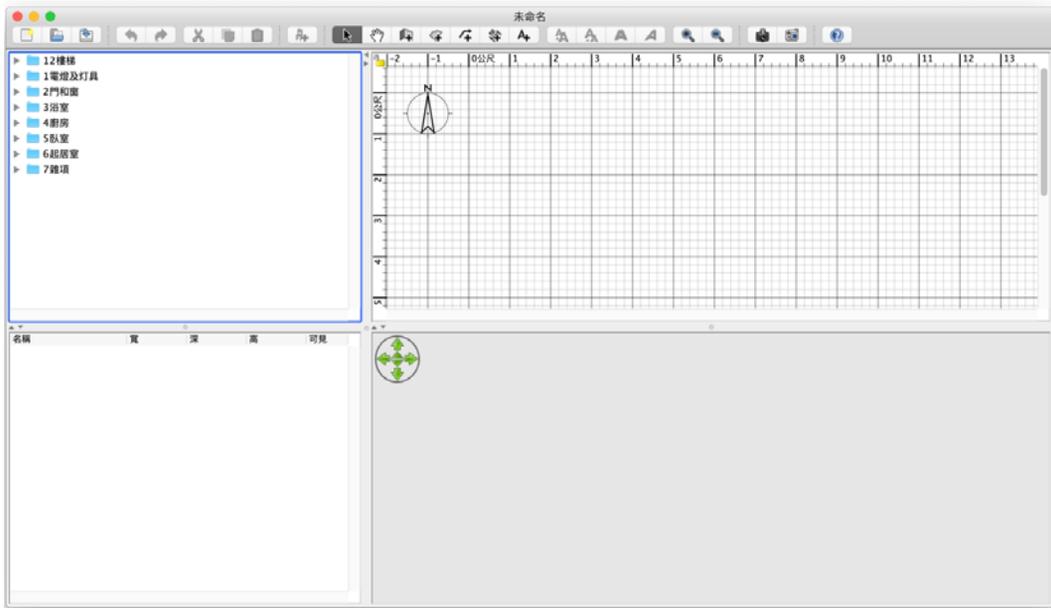


圖4 Sweet Home 3D 開新檔案畫面

#### (二) 插入背景圖像(導入原現場平面圖)

將傳統刑案現場平面圖導入軟體(過程如圖5、結果如圖6)，以繪製比例完全正確之現場平面圖，並可同時以「3D鳥瞰模式」、「虛擬觀看模式」方式呈現。

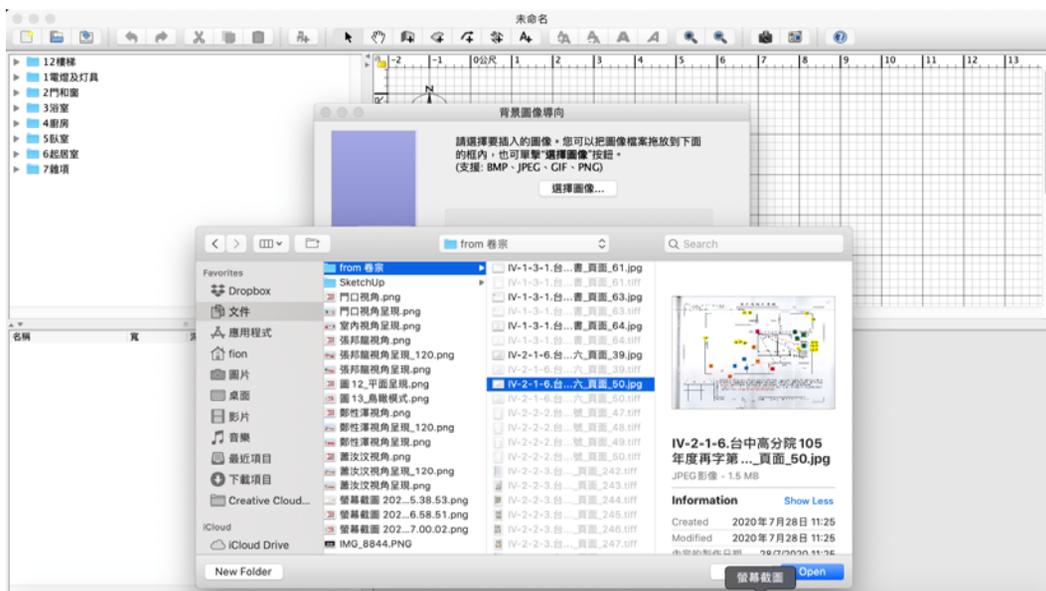


圖 5 導入原現場平面圖

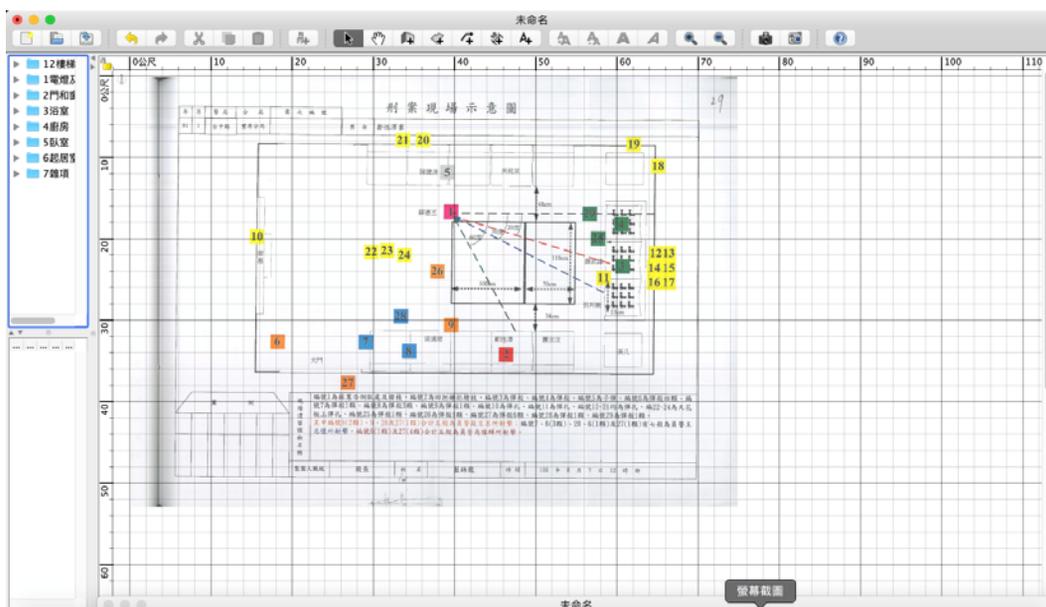


圖 6 成功匯入傳統刑案現場平面圖

### (三) 依傳統刑案現場平面圖繪製比例相同之現場圖

依實際狀況繪製牆體、房間、增加門窗、拖曳物件模型等；若軟體內建模型不敷使用，還可導入外部物件模型，支援格式包括 OBJ、DAE、KMZ、3DS。完成圖如圖 7 所示。

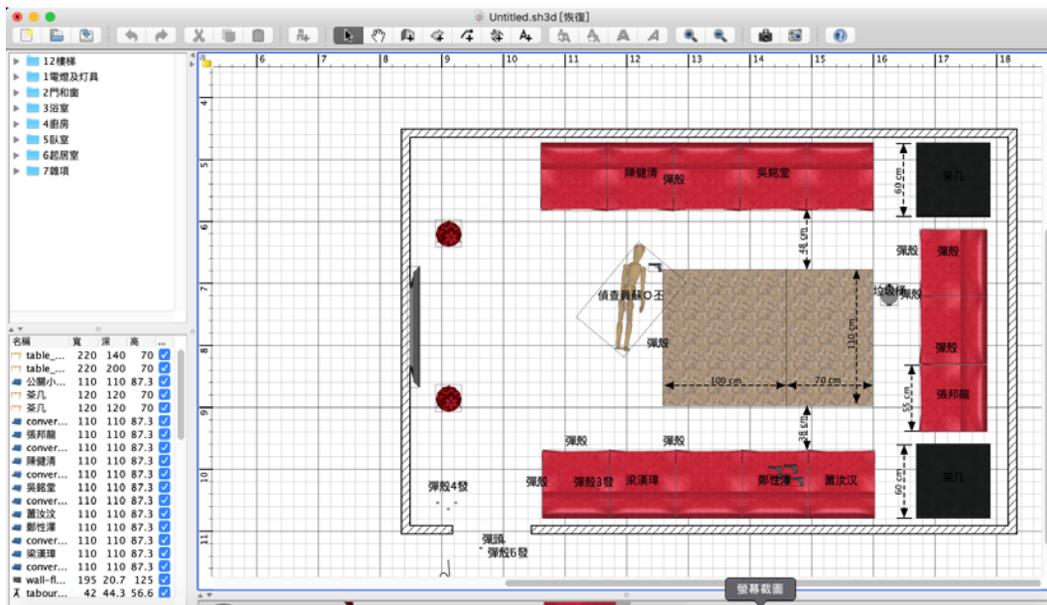


圖 7 依傳統刑案現場平面圖繪製比例相同之現場圖

繪製完成後，即可透過軟體修改 3D 視點功能，由不同角度(如下列案例所提之門口視角、張 OO 視角、鄭 OO 視角、蕭 OO 視角)模擬當時場景。

## 二、實際案例探討與說明

### (一) 十三姨 KTV 殺人事件

#### 1. 案情摘要：

鄭 OO 案，又稱為十三姨 KTV 殺人事件，2002 年 1 月 5 日晚上，羅 OO 與鄭 OO 等七人在豐原市某 KTV 持槍濫射並與前往處理之員警發生槍戰，造成其中一名員警殉職，羅被擊斃、鄭則腿部中彈。法院認定，殺警之人非已死亡之羅 OO 而是鄭 OO，鄭被判死刑確定，案情詳見最高法院刑事判決(九十五年度台上字第二八五三號)。

鄭 OO 向冤獄平反協會申冤，該協會指出，法官僅依據鄭 OO 的自白，及當時鑑識組長與地檢署法醫的證詞，忽略凶槍上沒有鄭嫌的指紋、空間走道狹小障礙以及人證問題，並且當時火藥殘跡僅作定性分析而無定量分析，此室內槍擊案件火藥殘跡嚴重交叉污染，若無火藥殘跡之定量分析數據，而僅以定性結果研判，其可靠性顯有疑義，最後粗糙地利用彈殼位置及蘇姓被害人右顴骨槍傷之槍擊方向即研判鄭嫌為槍手，便草率判決。案發後，鄭 OO 被移送地檢署，即刻翻供，向檢察官表示沒有開槍，因警方刑求而自

白。因為當時有法醫鑑定報告但內容與事實有諸多出入，且法醫在法庭上翻供造成證詞前後不一致，另鄭腿部中彈，難以移動位置，地面亦無血跡拖行痕跡，鄭遭刑求方自白認罪等等理由，提出再審。歷經21次開庭，鄭均表示自己已是無辜且被刑求。

2014年3月12日，監察院李復甸委員提出鄭OO案的調查報告，認為鄭OO殺警案偵辦過程重大違法瑕疵，要求法務部轉請最高法院檢察署等研提非常上訴及再審。2017年10月26日，臺灣高等法院臺中分院再審終結，改判無罪；同年11月21日，檢察官未上訴，鄭OO無罪確定。

## 2. 建模方法概述：

本研究使用 Sweet Home 3D 軟體，依刑案現場平面圖(圖8)及刑案現場示意圖(圖9)繪製KTV現場平面圖(圖10)，包括偵查員蘇O丕、鄭OO等在場人士位置及蘇O丕配槍、彈殼散落場所。軟體同時以3D方式呈現(圖11)，透過不同視角、高度等觀看視點，模擬重現當時場景(圖12)；成果更能匯出至 Unity，透過VR呈現。

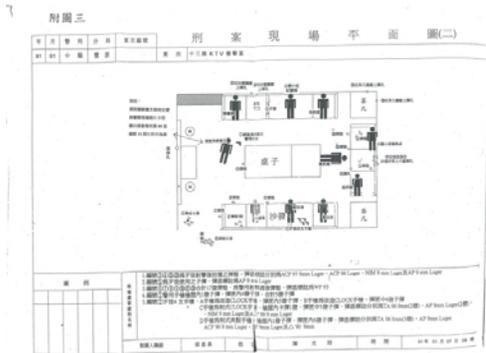


圖8 傳統刑案現場平面圖

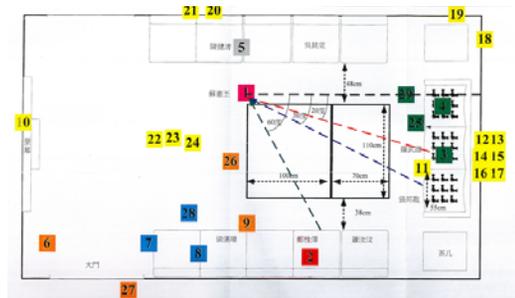


圖9 刑案現場示意圖

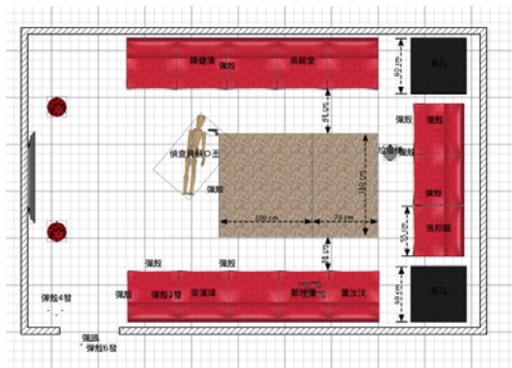


圖10 透過 Sweet Home 3D 繪製 2D 平面圖

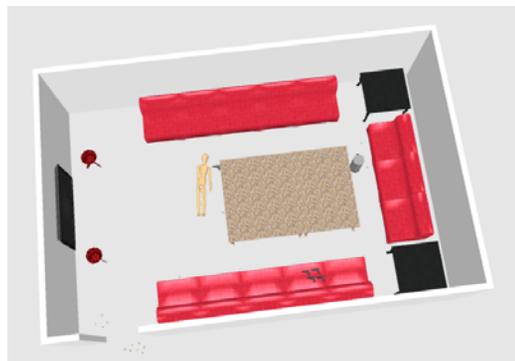


圖11 以3D鳥瞰方式呈現

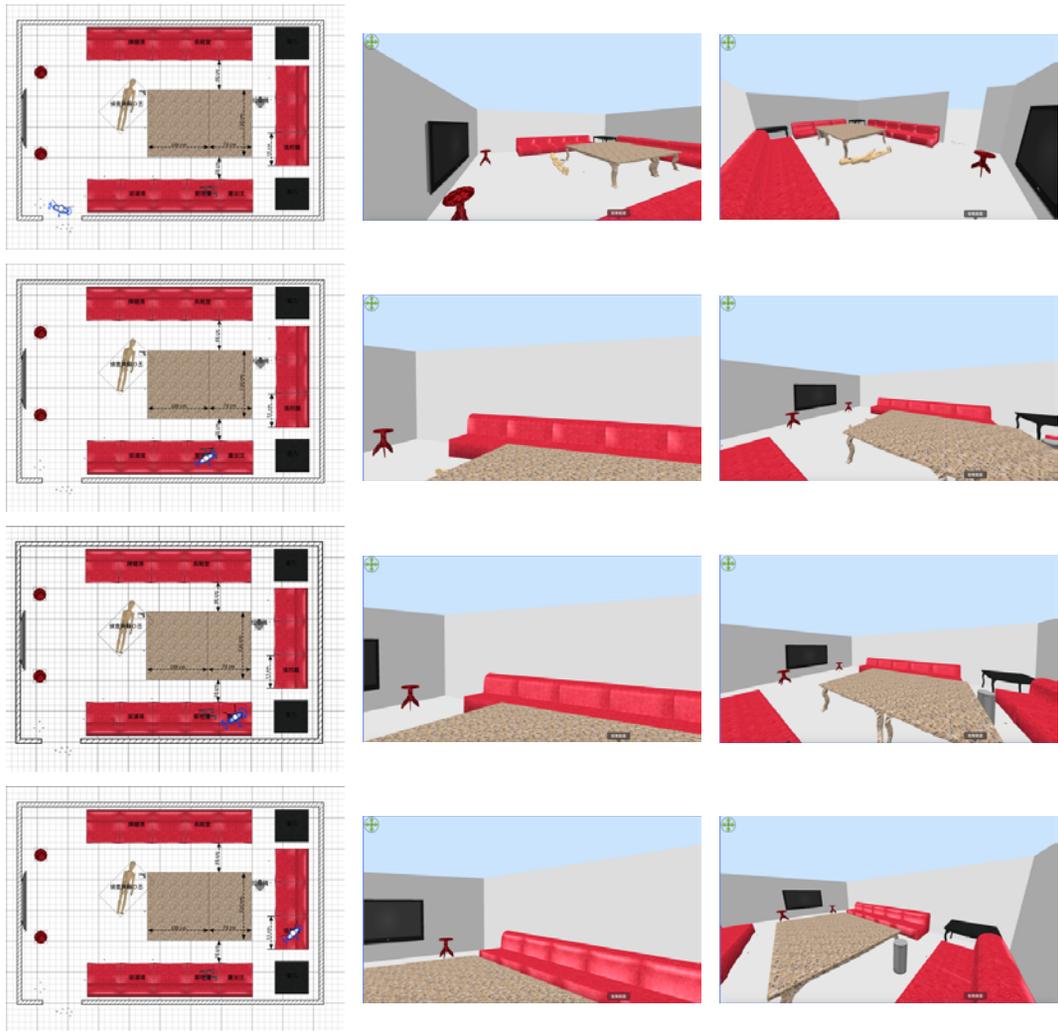


圖 12 進入虛擬刑案現場，模擬不同位置視角呈現

## (二) 三死囚案案

### 1. 案情摘要：

蘇OO案，又稱三死囚案，是1990年代台灣震驚社會，轟動一時的重大刑事案件，犯罪現場採獲跡證比對出已經槍決伏法的王OO外，另外蘇OO、劉OO及莊OO三人也以「結夥強盜、強姦、殺人」等罪名宣判死刑。三人歷經21年的訴訟，2012年8月31日，台灣高等法院的再更三審判決無罪，依刑事妥速審判法的規定，檢察官不得上訴，本案定讞。

旅美的國際刑事鑑識專家—李昌鈺博士受臺灣高等法院囑託，為汐止吳OO、葉OO夫婦遭強盜姦殺案做現場重建，還原犯罪過程。李昌鈺博士

依現場的血跡分布情況及採獲的指紋和血鞋印，經檢視被害人刀傷分布及精確計算犯罪現場空間後，推斷命案現場的空間狹小，不可能如判決書所描述的多人行兇過程，該空間狹小，根本無法容納四人刀棍齊下、同時行凶的可能，因此推論該案極可能是王OO一人所為。這項結果得到高院再更二審合議庭採納，成為蘇OO等三人獲判無罪的關鍵，這也是國內第一宗由民間鑑定專家，成功推翻國家司法鑑定單位的冤獄平反案件。

## 2 建模方法概述：

本研究將3D模型、動畫，整合虛擬實境的3D影像合成，運用在犯罪現場調查與重建之領域。藉由建立之3D犯罪現場技術，改善傳統2D犯罪現場無法詳實記錄3D立體空間紀錄的缺點(如圖13)，首先以SketchUp軟體建模(圖14、圖15、圖16)，再利用Vizard 3D，配合同比例放大成同尺寸的真實刑案現場相片，利用貼圖的技術，重建擬真三維模型的犯罪現場環境(圖17、圖18)，另開發虛擬實境的3D動畫重現犯罪的過程。參與審判者，即可藉由VR眼鏡的輔助，融入虛擬實境觀察犯罪現場的情境和擬真的行兇過程，本研究希望將新科技運用在法庭上，以科學的方式讓審判者體驗模擬現場環境和重建的結果，有助研判嫌犯是否涉案？涉案程度？是否無辜？並期待新科技的發展，能為法官的決策或心證，提供重要參考依據。

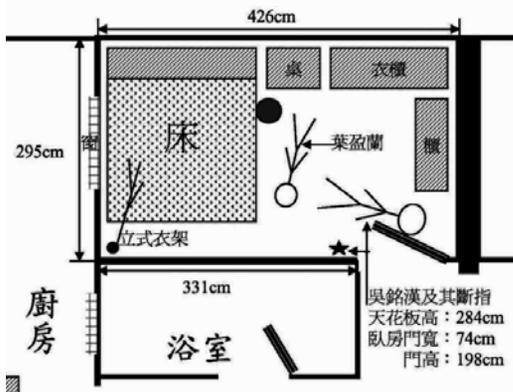


圖 13 傳統 2D 方式描繪現場

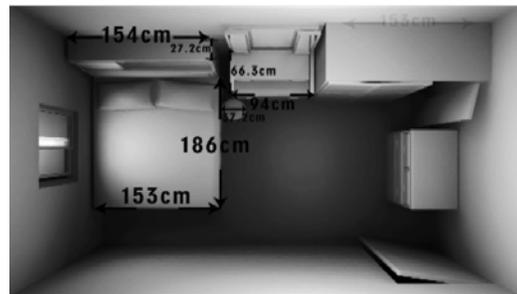


圖 14 透過 SketchUp 軟體建模

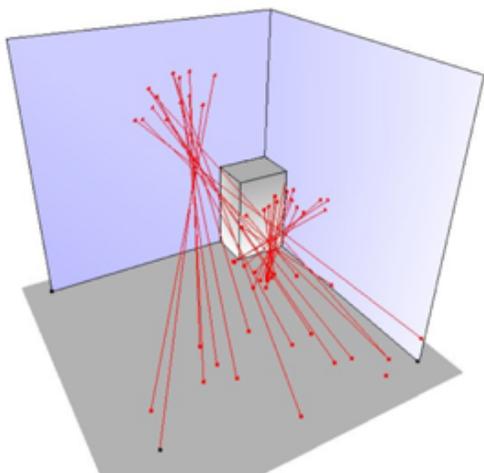


圖 15 依據照片，描繪血跡點



圖 16 建模還原刑案現場(由 3D 視角呈現)



圖 17 進入虛擬刑案現場，對照真實刑案現場相片



圖 18 透過 3D 實際呈現，狹小的空間，存在四名嫌犯又同時揮刀殺害被害人的擁擠情況

## 肆、結論

早在二十年前，筆者在新竹市警察局刑警隊鑑識組，從事第一線犯罪現場調查工作時，正好也在清華大學博士班進修，已極力推廣運用新科技在警政的革新，引進「公用電腦資料庫」的觀念，許多鑑識單位仿效迄今。後續也曾指導交通大學科技管理研究所研究生提出「犯罪現場行動搜證和鑑識雲端之整合研究」、「3D 技術於犯罪現場調查之應用」、「巨量資料在犯罪預防與犯罪偵查之應用」、「穿戴式智慧裝置導入於犯罪現場調查之應用」、「科技運用在犯罪現場調查之研究」等多篇論文，另與新北市政府警察局資訊室合作，推廣運用到「鑑識雲端」資料庫。因為在實務工作上，第一線的鑑識人員面對複雜慌亂的刑案現場，更需要新科技的協助，方可取得即時資訊，運籌帷幄，掌握全域的態勢，在第一時間提供相關資訊，指揮、協助現場勘查人員蒐集相關跡證，奠定後續現場重建與法庭舉證的基礎。

本文強調利用新興科技，提升、解決傳統 2D 刑案現場證據呈現不夠真實具體的問題。初步研究虛擬實境應用於司法科學證據之技術，主要說明利用 VR 技術在重現犯罪現場立體空間之虛擬場景及其在法庭的運用，為將該科技引進法庭的第一環節。警方傳統的勘查報告中，犯罪現場測繪圖是最直接能表達犯罪環境的平面空間關係，因此警方繪製現場的測量和繪圖的結果，扮演非常重要的角色，以往是由現場人員量測物體與空間距離後，依據實際距離手繪草圖，再使用電腦繪圖軟體產出完稿圖，此類作法，除了無法準確標示比例外，過程繁瑣，花費時程較長，也不符合時間成本效益。本研究透過 3D 掃描技術，內建比例尺，即可輕易解決上述的困擾。

電腦軟體來創建 3D 動畫和電腦生成的圖像，幫助重新建置 3D 立體的犯罪場景。透過 3D 的呈現，為偵查、司法和審判人員提供另一種方式，可

以讓他們進入虛擬的犯罪現場內觀察，親身體驗犯罪現場的氛圍，而這些都是傳統調查過程或在法庭作證時，單純使用平面照片和證人證詞，均無法充分描述現場狀況，亦無法讓偵查和審判人員充分感受案件或事故的模擬重建過程，捕捉詳細犯案過程。另外，「真實的犯罪現場可能因為時間的自然變化，讓犯罪的現場看起來與案發當初不一樣」。但是在虛擬的環境中，現場物體與痕跡，卻不會因為時間的變化而有所差異。在這種情況下，虛擬的犯罪現場可能比真實現場的本身，更能夠代表真實的情境，更為貼近原始的案發現場。是以，「虛擬實境」技術之犯罪現場，其證據能力、證明力與反覆可驗證性，更勝傳統刑案現場平面圖。

「犯罪現場是物證的寶庫」，詳實記錄現場是破案的關鍵，故犯罪現場保全之重要性不言而喻，若能善用新興技術，協助犯罪現場調查工作，不僅提高效率、降低現場受到破壞的可能性，更能完整記錄犯罪現場空間，落實科學辦案之精神。VR 技術，不僅能進入現場觀看事故與 3D 重建的過程，互動式技術的成熟，甚至可讓偵查和審判人員與現場內部的元素進行虛擬互動，不僅可以拾取證物，近距離觀察證物或從不同角度檢視現場、兇嫌和證物的相對情況。紐約州立大學人機互動的教授達米安·斯科菲爾德亦云，「我們看到互動顯示器的技術，可能在虛擬世界中協助重建整個犯罪現場。」對於法律界來說，虛擬實境的運用前景看好，相信未來在實務單位能看到更多的運用。

「國民法官法」於今(109)年7月，立法院三讀通過，除部分條款(第5條第1項第1款)，其餘條文自112年施行。對於未受司法專業訓練之國民，能與法官共同參與刑事審判。如何透過「虛擬實境」技術，讓國民法官(們)客觀地返回刑案現場，避免做出帶有偏見、歧視、差別待遇之評議，則是未來司法與科技偵查另一個努力的目標。

## 伍、謝誌

本研究感謝科技部「一般專題研究計畫」- 虛擬實境應用於司法科學證據研究之初探(MOST 108-2410-H-261-001-)的研究經費支持。

## 參考資料

- 李承龍、方圓、黃以馨、李思濤、牟展佑、蔡明達、王明志，〈3D 技術整合情境虛擬在犯罪現場空間的運用〉，第 28 屆國防科技學術研討會，國防大學主辦，桃園（2019）。
- 李承龍、方圓，「3D 新科技在犯罪調查與警政教育的運用」第十四屆海峽兩岸暨香港、澳門警學研討會論文集。大陸、瀋陽主辦，（2019）
- 李承龍、方圓、李思濤、王明志，〈新科技在犯罪現場調查的運用〉，108 年刑事警察科學術與實務研討會，臺灣警察專科學校，臺北（2019）。
- 李承龍、謝昌宏、方圓，2018，「科技偵查情資整合運用在犯罪現場調查」，臺灣警察專科學校警專學報，第六卷第八期：第 13-34 頁，民國 107.12
- 李承龍、方圓，2018，「簡介虛擬實境（VR）技術及犯罪現場調查之運用—德州農工大學 3D 競賽研究紀要」，警專論壇，第 29 期，第 135-146 頁，12 月。
- 李承龍、方圓，2018，「虛擬實境與 3D 動畫應用於犯罪現場重建之初探」，中國司法鑑定，第 05 期，第 80-87 頁，8 月。
- 李俊億（2015）. 鄭性澤殺警案槍彈鑑定之評析. 台灣法醫學誌, 7(1), 67-75.
- Cheng-Lung Lee, Yuan Fang and Ming-Chih Wang.” The Application of Modern Technology in Crime Scene Investigation”, 2019 AAPS Annual Conference, December 6-9 2019, Central Police University, Taiwan.
- Cheng-Lung Lee, Yuan Fang, Yi-Hsin Huang, Szu-Hao Lee and William Chen-Chung Yeh.”CSI Technology Group Application of Wearable Devices in Crime Scene Investigation and Virtual Reality”, 2019 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI), December 6-9 2019, Xiamen, China.
- Jeff Cheng-Lung Lee, Yi-Hsin Huang, Haw-Lih Su, Szu-Hao Lee, Yuan Fang,” 3D scientific visualization techniques apply in forensic science”, International Computational Science and Engineering Conference (ICSEC19). Doha, Qatar, Oct 21.(2019)
- Jeff Cheng-Lung Lee,” Strengthening Law Enforcement and trends of new technologies.”, the 3rd International Law, Forensics, Investigation, and Education Conference 第三屆國際司法警政刑偵科學教育文化會議, held on Oct 17th and 18th, 2019 in Rugao city, Jiangsu, China by Rugao

- Municipal Government. (2019)
- Jeff Cheng-Lung Lee, Yi-Hsin Huang, Garng Morton Huang, Yuan Fang, Haw-Lih Su, Szu-Hao Lee and Sheng-Jie Nie, "VR, AR and 3D Technologies for Strengthening Traffic Education and Safety", International Traffic Safety Conference, Doha, Qatar, (2018).
- McMillan, L. (1997). *An image-based approach to three-dimensional computer graphics* (Doctoral dissertation, University of North Carolina at Chapel Hill).
- Mertens, R., & Allen, J. J. (2008). The role of psychophysiology in forensic assessments: Deception detection, ERPs, and virtual reality mock crime scenarios. *Psychophysiology*, 45(2), 286-298.
- Xu, H., Badawi, R., Fan, X., Ren, J., & Zhang, Z. (2009, October). Research for 3D visualization of digital city based on SketchUp and ArcGIS. In *International Symposium on Spatial Analysis, Spatial-Temporal Data Modeling, and Data Mining* (Vol. 7492, p. 74920Z). International Society for Optics and Photonics.
- Poelman, R., Akman, O., Lukosch, S., & Jonker, P. (2012, February). As if being there: mediated reality for crime scene investigation. In *Proceedings of the ACM 2012 conference on computer supported cooperative work* (pp. 1267-1276).
- Ebert, L. C., Nguyen, T. T., Breitbeck, R., Braun, M., Thali, M. J., & Ross, S. (2014). The forensic holodeck: an immersive display for forensic crime scene reconstructions. *Forensic science, medicine, and pathology*, 10(4), 623-626.
- Van Gelder, J. L., Otte, M., & Luciano, E. C. (2014). Using virtual reality in criminological research. *Crime Science*, 3(1), 10.
- Casey, P., Lindsay-Decusati, R., Baggili, I., & Breitingner, F. (2019). Inception: Virtual Space in Memory Space in Real Space—Memory Forensics of Immersive Virtual Reality with the HTC Vive. *Digital Investigation*, 29, S13-S21.
- Karabiyik, U., Mousas, C., Sirota, D., Iwai, T., & Akdere, M. (2019, October). A Virtual Reality Framework for Training Incident First Responders and Digital Forensic Investigators. In *International Symposium on Visual Computing* (pp. 469-480). Springer, Cham.
- Koller, S., Ebert, L. C., Martinez, R. M., & Sieberth, T. (2019). Using virtual reality for forensic examinations of injuries. *Forensic science international*, 295, 30-35.

- Lee, C. L., Fang, Y., & Wang, M. C. The Application of Modern Technology in Crime Scene Investigation. In 2019 Asian Association of Police Studies (AAPS) Annual Conference
- Lee, C. L., Fang, Y., Huang, Y. H., Lee, S. H., & Yeh, W. C. C. (2019, December). Application of Wearable Devices in Crime Scene Investigation and Virtual Reality. In *2019 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)* (pp. 206-210).
- Sieberth, T., Dobay, A., Affolter, R., & Ebert, L. (2019). A toolbox for the rapid prototyping of crime scene reconstructions in virtual reality. *Forensic science international*, 305, 110006.
- Sieberth, T., Dobay, A., Affolter, R., & Ebert, L. C. (2019). Applying virtual reality in forensics—a virtual scene walkthrough. *Forensic Science, Medicine and Pathology*, 15(1), 41-47.
- Süncksen, M., Teistler, M., Hamester, F., & Ebert, L. C. (2019). Preparing and guiding forensic crime scene inspections in virtual reality. In *Proceedings of Mensch und Computer 2019* (pp. 755-758).
- Wang, J., Li, Z., Hu, W., Shao, Y., Wang, L., Wu, R., ... & Chen, Y. (2019). Virtual reality and integrated crime scene scanning for immersive and heterogeneous crime scene reconstruction. *Forensic science international*, 303, 109943.
- Floorplanner – 線上免費空間設計軟體，輕鬆畫出精美的 2D/3D 設計圖，  
<https://steachs.com/archives/12727>
- 中国科学院北京生命科学大型仪器区域中心，WorldViz 虚拟现实系统  
[http://bbc.kjtj.cas.cn/yqgx/201303/t20130327\\_108968.html](http://bbc.kjtj.cas.cn/yqgx/201303/t20130327_108968.html)
- 3D 掃描大剖析：5 種技術比較懶人包，  
<https://3dsmart.com.tw/news/3d-scanner-knowledge>
- MagicPlan- 繪製空間平面設計圖很難，用手機拍照就幫你畫好 - 就是教不落，  
<https://steachs.com/archives/14324>
- TASC/ Advanced Scientific Computing Center – A research center of TEES/ Texas A&M Engineering Expert，  
<https://tasc.qatar.tamu.edu>
- VR 機器人 MABMAT：這款最具正義感的機器人，讓不在現場的法官「浸入」犯罪現場的每一個角落，  
<https://kknews.cc/zh-tw/world/ro99gn.html>
- VR 功用再進化 模擬犯罪 360 度無死角，  
<https://www.chinatimes.com/tube/20160916003211-261410?chdtv>
- 重建刑案首見 3D 雷射掃描儀，  
<https://news.ltn.com.tw/news/society/paper/>

<https://www.facebook.com/justice.needjury/posts/1058733774245958/>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/SketchUp>

<http://www.twword.com/wiki/Vizard>

<http://www.worldviz.com/virtual-reality-industries-academic-research/>

<http://www.sweethome3d.com/zh-tw/userGuide.jsp>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/蘇建和案>