

# 建築數位化工作流程指南

Architecture Digitization Procedures Guidelines

# 出版序

「數位典藏國家型科技計畫」於西元 2002 年開始執行，衆多機構計畫與公開徵選計畫的工作夥伴紛紛加入我們的團隊，進行種類繁多而又數量鉅大的數位化工作，第一期五年計畫於民國 2006 年圓滿結束。次年，即與「數位學習國家型科技計畫」整合為「數位典藏與數位學習國家型科技計畫」(TELDAP, <http://teldap.tw/>)，以「呈現台灣的文化與自然多樣性」為總體目標，持續拓展各方面重要數位資源，並更有系統地往教育、研究與產業等面向推廣數位成果；同時，還準備更積極結合民間力量，推動相關產業的成長，既藉以保存我國重要文化資產，也加速創造數位時代新文化。

作為「數位典藏與數位學習國家型科技計畫」的分項計畫，我們也由第一期「內容發展分項計畫」改名「拓展台灣數位典藏計畫」(<http://content.teldap.tw/>)，更積極地拓展數位內容來源，向民間公私立單位甚至是個人收藏，廣泛徵集有關檔案、考古、語言、地理、族群、藝術、民間生活與動物、植物等數位化計畫，並希望能更好地整合這些自然與人文不同性質的數位內容，製作成兼具趣味性與啟發性的數位素材，既供民衆免費下載進行教育與研究之用，也便利廠商與公私典藏者發現彼此在商業加值方面的合作機會。「拓展台灣數位典藏計畫」與「數位典藏與數位學習國家型科技計畫」其他分項計畫的相互協力，將加速我國數位內容由典藏保存跨入教育、研究與商業加值的過程，以利呈現台灣的文化與自然多樣性，並讓更多國內外民衆體會並珍視我國歷史文化之富盛與自然生態之茂美。

在典藏與加值數位內容的同時，無論是於「內容發展分項計畫」或是於「拓展台灣數位典藏計畫」時期，本計畫同仁都持續調查與記錄公私立機關與公開徵選計畫等工作夥伴從事各類物件數位化的工作流程及相關技術，並結合各項符合國際標準的數位化技術與工作流程資訊，編撰一系列「數位化工作流程叢

書」。自西元 2005 年以來，我們即先精選諸如瓷器、書畫、古籍等單一類型的數位化物件，綜合不同典藏計畫從事此項單一物件數位化的工作經驗，並輔以國內外相關理論與實務成果，陸續撰寫了 20 冊不同主題的數位化工作流程指南（這 20 冊內容都可自「拓展台灣數位典藏」網站的「數位化書籍」主題下載全文電子檔）。

自 2008 年以來，我們即持續修訂擴充這套「數位化工作流程叢書」，希望增加流通管道，以供更多博物館、圖書館、機構與個人參考。我們的準備工作，主要分為修訂既有「精選物件」指南以及新撰「共通原則」指南兩方面；前者指的是修訂既有的 20 冊工作流程指南，特別是針對數位化新技術與規範的引進、更實用的軟硬體設備以及數位內容保護機制等層面做修訂，預訂於今年出版完畢。至於新編的「共通原則」指南，則重點放在導入數位資訊「生命週期」與「品質管理」等關鍵概念，以「跨物件」而非單一精選物件為探究對象，採用共通原則做為架構該指南的數位化工作流程內容；這裏所謂的共通原則，指的是諸如專案規劃、整合性工作流程、以像資料、影音資料、文字資料、色彩管理、委外製作和數位內容保護機制與授權，這八項共通原則都成為我們調查、研究與撰寫指南的主題內容，預計於 2012 年完成出版。

在規畫寫作精選物件指南與共通原則指南的同時，我們為這兩大類指南設定了一種相輔相成的關係。共通原則指南著重在分析數位化工作的各項重要主題，引導讀者對數位化的利弊得失做通盤而深入的思考。精選物件指南則描述特定物件的數位化實務與技術，便利讀者針對單一物件，選擇最合適、最有效益的數位化工作流程。透過這套「數位化工作流程叢書」叢書的出版，相信可為更多有志投入數位化工作的單位與個人，提供一套富有整體性思惟並且又能循序漸進的實用指南。要特別強調的是：這套叢書的主要立論基礎，仍在於多

# 引言

年來陸續加入我們的機構與公開徵選計畫工作團隊多年累積的各種寶貴經驗，這些經驗讓更多的數位內容可以用更精緻的品質以及更合宜的成本來製作、展示與維護，從而豐富我國數位典藏與數位學習事業。在陸續出版這套「數位化工作流程」叢書的同時，我們要感謝接受訪問的工作夥伴以及參與寫作的同仁，也衷心感謝協助我們審查與諮詢數位化工作流程指南的所有學者專家。最後，也盼望讀者隨時給我們指正與建議，讓我們的工作可以做的更好。

拓展臺灣數位典藏計畫是致力於建置足以呈現臺灣多樣性數位內容的國家型計畫。透過歷年的機構型計畫與公開徵選計畫的努力，截至目前已彙整了相當數量的數位化成果，包含了文獻檔案、生物自然、生活文化、人文藝術等各類數位資源，而在眾多珍貴的內容中，我們透過「建築」主題，可以看到臺灣人民生活文化的發展差異，了解社會發展與自然環境互動的各種面貌，看到建築藝術的區域特色，是展現臺灣多樣性的重要內容之一。

在資源的整合上，我們透過「地圖與建築小組」的主題式討論，將空間測量、製圖、圖資管理及網站建置等資訊科技，應用到建築與聚落空間的研究上。另外，我們也廣邀相關領域的專家學者共同參與討論，鼓勵珍貴典藏素材加入公開徵選計畫，拓展更豐富的數位典藏內容。針對數位資源的整合，透過各建築相關學者共同研討統合之策略，並就教於文化建設委員會、客家委員會等執行建築保存的相關單位，共同合作討論。在數位化技術方面，我們舉辦過 3D 雷射掃描、環景攝影、測繪建模等數位化技術工作坊，廣邀各方相關學者做經驗分享，以共同學習，期望能透過各方的合作，共同建置足以呈現臺灣建築特色的數位化資源。

目前國科會已建置的建築主題典藏內容，除了有文獻、建築圖的數位資料外，也有建築本體的環景攝影檔、點雲檔、立體建模檔等。各數位化技術皆有其不同的條件限制，以及執行技術流程的困難度。由於目前尚乏建築數位化技術的國際標準，因此我們透過各不同執行計畫的經驗彙整，紀錄關於建築空間結構、設計全貌、裝飾細部等每一不同物件的數位化流程，集結為《建築數位化工作流程指南》。內文首先就建築主題的資源討論，定義建築資源的範疇，以製作最具價值與效益的數位內容；設定數位化的目標後，建議了一套數位化專案工作流程，妥適安排時間與人力、考量設備與經費，期能符合不同使用目

數位典藏與數位學習國家型科技計畫  
拓展台灣數位典藏計畫 · 數位內容建置與整合子計畫

計畫主持人  謹誌

中華民國 100 年 3 月 29 日

的，而又兼具維持一定資料品質。關於建築數位典藏資源建立，需考慮到後續資源運用。龐大的資料量若無妥善的管理，找任何一項資料，都像大海撈針般的翻遍圖書館中的每本書，是故，我們訂定了共同的後設資料欄位標準，以提昇資料的管理和搜尋效率。

建築資料，依不同的目標需有不同的數位化方式。雖然沒有一定的數位化作業，但是各計畫應遵守共同的數位化標準，也應參考先進的數位化技術與呈現方式，以能更完整的典藏與呈現出建築的價值。透過參與國科會建築數位典藏各單位的執行經驗，我們彙整了目前普遍運用的各類技術作為經驗分享。對於建築，只用單一技術的呈現難以全方位的表現出建築特色；透過對各數位化技術的了解，可利用各種資源互相輔助，才能建立更完整的數位內容。數位化成果可以用於典藏、幫助古建築的修復、呈現臺灣建築聚落空間、顯現臺灣建築之美；除此之外，將數位資源運用於教學，作為產業發展的素材，皆能深化臺灣文化創意產業的內涵。

彙整關於建築主題的數位化技術流程並非容易之事，經過歷年公開徵選計畫的徵選，透過臺灣各建築相關學系與地方文史工作單位的努力，集結了各專案的經驗成果以做為經驗交流。本書內文的撰寫歷時近一年，該書完成非計畫團隊努力即可成，感謝成功大學建築系徐明福老師擔任內容審稿人；感謝淡江大學黃瑞茂老師擔任地圖與建築小組共同召集人，提供專業的諮詢；感謝成功大學數位典藏中心工作團隊提供的各方資訊；感謝中央研究院地理資訊研究中心對於地理資訊與建築空間整合的經驗交流；感謝國立科學博物館周明主任、中國科技大學閻亞寧老師的研究室團隊、中國文化大學徐明景老師所指導的環景攝影研究團隊，共同的賜稿與指教。作為臺灣建築數位化工作流程之專書，尚有許多不足之處需要繼續討論。本專書旨在拋磚引玉，希望能促成更多的交

流討論，而技術日新月異，不可能停留在出版的當下，未來尚需要收集更多國內外相關資源，繼續討論，尚請各方專家學者給予批評指教。

國立成功大學都市計劃學系教授兼規劃與設計學院院長  
拓展臺灣數位典藏計畫地圖與建築小組召集人



2011年5月

# 目錄 | CONTENTS

出版序	01	伍、測量與數位模型建置	077
引言	04	一、測繪建模與呈現	078
壹、建築範疇定義	010	二、3D雷射掃描	093
一、建築內容分析	011	陸、數位資源展示	110
二、建築數位化技術運用現況	019	一、建築類資料庫資源	111
貳、數位化工作流程	025	二、建築類3D媒體呈現	118
一、專案規劃	026	三、數位建築套疊地圖實例	126
二、數位化工作流程	027	柒、數位成果加值與運用	139
參、後設資料建置	033	一、產業加值運用	140
一、臺灣建築後設資料系統之架構	034	二、學術運用與成效	143
二、建築後設資料之參考欄位	035	三、建築數位資源與地方觀光結合	148
肆、數位影像擷取與呈現	044	四、建築數位化的未來發展	151
一、建築類文件掃描	046	捌、結語	153
二、數位影像紀錄	056	參攷文獻	159
三、環場攝影	061	附錄	163
四、街景攝影測量	068	附錄一、參與數位典藏與數位學習國家型科技計畫建築類相關專案	164
		附錄二、建築數位資源相關網站	166

# 壹、建築範疇定義

建築體，是城市的意象，你知道長城與哪個國家的對應，也知道清真寺的建築意義；建築結構，是地域的特色，你可從中了解風土民情，更可以感受各地不同的生活模式；建築裝飾，是建物無聲的語言，你可以從各不同圖像感受到文化的意涵，更可透過圖像符號解讀各民族的精神信仰；營造者，由一個龐大團隊所組成，各路工班施展絕學，是成就建築最重要的實踐者；而建築師，透過各不同專業知識與人文要素所養成，是將理想和價值實現在建築體上的靈魂推手。一個國家，從城市到聚落，縱向的來看，會因時空背景，而有不一樣的發展；橫向則受地理位置、環境氣候等因素影響，而有不同的區域特色。建築，就是其中呈現的要素之一。

## 一、建築內容分析<sup>1</sup>

牛津英文字典將「Architecture」解釋為"the art and study of designing buildings"，建築物的藝術與學問，包括建築學、建築設計、建築樣式、建築術。建築涉及領域涵蓋美學、藝術、人文科學及工程科學；其相關內容包含建築歷史、設計、美學、景觀、法規、經營、結構、構造、材料、施工、建築物理、設備、都市計畫及設計、交通、土木工程等。我國建築法第四條定義建築物：「凡定著於土地上或地面下具有頂蓋、樑柱或牆壁、供個人或公眾使用之構造物或雜項工作物。」<sup>2</sup>依此觀點，建築物是指有計畫、有方法地實行各種築造工程之建構，然而，若提到建築物之典藏，建築的定義就並非只有「築造工程之建構」如此狹義之概念。

建築常被視為一個工法過程、一項專門技術或是一件歷史文物：作為一個工法過程，建築是指設計及建造房屋，廣義而言，包含了整體建築環境的設計，從最宏觀結合一個建築的周圍地景，如城市規劃、都市設計及地景建築，

<sup>1</sup> 臺大城鄉所賴怡臻、拓展臺灣數位典藏計畫褚如君撰寫，國立成功大學都市計畫學系教授兼規劃與設計學院林峰田院長指導。

<sup>2</sup> 法務部，〈主管法規查詢系統〉，<http://girs.moi.gov.tw/LawContentDetails.aspx?id=FL003824&KeyWordHL=建築法95&styleType=1>，檢索日期：2011年3月。

到最微觀的建物構造細節與裝飾；就一項專門技術而言，建築是由一群人或器材提供建築相關的服務，包含了許多大小不同、繁簡不一的技術工作；就一件歷史文物來看，包括了與建築共存的相關物件，如建築圖、附著於建築體的文物，以及與建物正在進行的行為或已被塑造的精神象徵。許多專家學者均表示，建築的定義和範疇，簡單而言雖指「建築物本體」，但有時候，建築本體與它周邊的人與環境亦有相互影響的關係。梁思成在其《中國建築史》一書中提到：「建築活動與民族文化之動向實相牽連，互為因果者也」。<sup>3</sup>各族群的發展有其地域性的差別，建築與人、環境的關係是雙向的，隨著時間的發展，建築物周遭環境亦會跟著改變。

每一建築物呈現之特色與其對環境所造成的影響不盡相同，有些建築是因本身之意義、功能、造型、形式、技術等方面受到重視，有些建築則與周圍環境有良好的互動，形成整體的地景文化等特色，又或者因歷史脈絡等因素而有典藏之價值。不同的著眼觀點，使得典藏之目的、意義與重點也有所差別，了解建築本體及其與環境的關係，才能使典藏時更能完整的顯現資料之珍貴與意義。

#### （一）數位典藏指涉之建築定義

建築有廣義與狹義等不盡相同的範疇與解釋，廣義而言，建築常包含整體建築環境的設計；狹義則僅將建築指為築造工程建構之概念。在數位典藏計畫中之定位與意義可分為三個層次探討：1. 建築及構造物本體，亦包含建築與周圍環境之整體地景，即實體史料的典藏。2. 建築相關文獻圖面資料、歷史衍生產物之典藏，即文獻史料的典藏。3. 與建築共存之相關人事發展，即口述史料之典藏。以下分別就三個層次說明數位典藏建築之範疇與定義。

##### 1. 實體史料：

建築是滿足機能的需求，經由結構、構造的方式，而達到美的一

種人為造型。某些建築因本身之價值而值得典藏，這些價值的產生可能肇因於此建築之歷史年代、風格特色、工法技術、或具有某種意涵的代表性等，故有需要將建築本體作典藏保存。在此種典藏保存工作中，建築之定義偏向狹義的觀點，亦即供使用、器械工程等部分都包含在內，如：道路系統、防禦建設等都是屬於這定義中的一部分，可以將它當作是本體或構造物的一部分。

建築與其周圍環境間的關係密不可分，典藏建築，必須將整個環境或地景一併納入典藏計畫中。在這個觀點下，整個建築典藏的定位擴大為「聚落」或「街區」的概念，不僅是針對單一的建築本體，並嚴格評估與建物依存緊密、深具價值的地景，此種層次的典藏除原本建物本體外，還包含了非硬體的歷史紋理、人文景觀等保存內容，甚至在這些建築地景的使用活動中，也牽涉到當地的民情風俗與習慣等。在整個地景層次的建築典藏中，建築的定義便呈現較為廣泛的範疇，即「建築除狹義的指單體築造工程之建構物外，更廣泛的包含了整體建築環境的設計及生活場域的相關事件與活動，宏觀的結合一個建築的周遭地景，如城市規劃、都市設計及地景建築、人文歷史脈絡等，可被視為一個包含各種設計系統與人文史料的事件」。

##### 2. 文獻史料：

在建築典藏中，尚有一種典藏類型是針對建物的文獻圖面資料作保存，有些重要建物在現今已不復存在，但過去曾有相關圖稿文獻，如有構造圖、手繪稿等對該建築做詳實記錄，則此些文獻圖面資料便有著珍貴參考保存之價值。又如古地圖文獻資料，說明建物曾存在的空間環境，亦能協助建物存在空間的推演，因此，典藏相關的文獻資料來輔佐建築歷史的考據，能更豐富建築文化的內涵。

##### 3. 口述史料：

在此層面中的建築典藏，不是針對實體建物或環境地景，而是將與該建物有關的人事透過訪談、口述，以錄音、錄影形式記錄之工

3 梁思成，《中國建築史》，天津，百花文藝出版社，2002年，第12版。

作，以作史料留存典藏。口述史料是歷史的再現、針對原始資料的收集，與建築共存的人是歷史的活字典，有一些高齡的匠師，參與過重要的建築工程，透過對他們的訪談，能瞭解他們曾參與其中的過往，了解關於建築過去的歷史；老匠師們有著豐富的施作經驗，透過訪談，能瞭解各項技藝的演變發展，在這些寶貴經驗尚未形諸文字記載，有必要以口述歷史之方式，盡速加以記錄。

## (二) 建築分類之原則

### 1. 建築常見之分類方法

分類的價值在於透過合理而有意義的共同基準，呈現出事物之間的脈絡關係，並方便其搜尋與查考，建築亦不例外，且其分類方法相當多元。在建築的語典、百科或建築類書籍中，較常見的有依年代、文化、功能等不同的分類方式，分述如下：

#### (1) 依年代分類：

以年代作區分，是依時間的演進將建築作歸納。如此編年式排序的特點是可以清晰呈現建築文化的發展脈絡，例如《世界建築圖鑒》<sup>4</sup>即依年代分成：遠古建築（約西元前3000年）、古希臘建築（西元前800年～西元前30年）、古羅馬建築（西元前30年～西元4世紀）、中世紀建築（西元4世紀～13世紀）、文藝復興建築（西元14世紀～16世紀末）、16～19世紀建築（西元16世紀～19世紀末）、現代建築（西元19世紀末～20世紀末）等類別。

#### (2) 依文化分類：

行政院文化建設委員會所資助的「建築語典」計畫，被視為近年最大規模臺灣建築基礎研究，把原住民到近現代的臺灣建築，作全面與正確的解釋。2004年開始由建築學者林會承、邱博舜、徐

明福、黃俊銘與傅朝卿等人所撰寫的《臺灣建築語典》<sup>5</sup>，將史前至近現代的臺澎金馬建築，包括南島語系民族、荷西、漢式、清末洋式、日式與近現代等六個文化期，再分就形制變遷、建築類型、形式作法、空間使用及營建系統等五個面向，將各時期內與建築有關的人事時地物分條分目編寫，是一種將建築按文化作分類的說法。例如，臺灣漢式建築受中國各方移民所影響，在《中國傳統民居建築》<sup>6</sup>中，將形式分為方形土樓、環形土樓、福建民居、廣東民居、干欄式…等22大形式類別。不同的環境及影響建築呈現面貌，臺灣漢式建築也受福建、廣東等地的影響，參考分類仍要追溯至發展根源。

#### (3) 依建築類型分類：

以生活中的實用面向當作思考點，依建築所提供的功用當作分類依據，如日本所出版的《日本知名建築精選圖鑑》<sup>7</sup>，建築內容的挑選是從象徵日本走向西化與近代化的明治時期、到現今的平成時代，圖鑑中以「治（官廳、地方自治體、金融、警署、郵局、稅務機關）」、「產（辦公設施、工廠、倉庫、店舖）」、「集（車站、大會堂、劇場、博物館、美術館、水族館、競技場、塔、觀測所、展示場）」、「學（學校、教堂）」、「居（飯店、旅館、宿舍、集合住宅、豪門大院、醫院）」、「軍（鎮守府、軍品社、兵工廠遺跡）」區分為六大類別，對足以作為象徵精神的建築物逐一作介紹。

《台灣古建築圖解事典》<sup>8</sup>中則將漢文化傳統建築分為：「城郭類(城門

4 陝西師範大學編輯部，《世界建築圖鑒》，陝西師範大學出版社，2008年10月。

5 林會承、邱博舜、徐明福等，《臺灣建築語典》，臺南：文建會文資中心籌備處，2007年。

6 王其鈞，《中國傳統民居建築》，北市，南天書局有限公司，1993年。

7 內田青藏編輯，《日本知名建築精選圖鑑500 日本の建築》，日本，昭文社，2008年。

8 李乾朗，《台灣古建築圖解事典》，遠流出版事業股份有限公司，2003年11月。

樓、馬道、水關…等)」、「防禦類(砲台、觀測所、隘門…等)」、「文教類(孔廟、書院、講堂…等)」、「祠廟類(廟、祠、寺、宮、堂、府…等)」、「宅第類(竹篙厝、街屋、牌樓厝…等)」、「園林類(樓閣、水榭、移、花牆…等)」、「牌坊類(聖旨碑、事蹟坊、夾住石…等)」、「碑碣類(龜趺、碑首、碑林…等)」、「古墓類(墓丘、后土、石像生…等)」。

上述各書籍的邏輯編排方式，是作者或編者們依據收錄建築的範疇為基礎所做的分類方式，有的是為了凸顯不同建築在時間軸上所扮演的角色；有的是為了彰顯不同文化、建築風格之間的差異性；有的強調的不是脈絡重要性而是建築存在的使用意義為何，因此以分類的目的來看，分類對區分建築的硬體種類是有幫助的。在回歸到建築典藏的分類意義作思考時，國內建築學者則認為當前雖有許多建築分類方法，但普遍還是以年代時間、形式、功能用途等概念為最常用的方法。

## 2. 數位典藏建築分類原則

建築典藏工作將建築做分類的主要目的，是為了在統整建築資源時能有準則依尋，另外也協助典藏內容的資料庫建置後可有效的搜尋，亦即與後設資料建置有高度相關。為讓使用者方便理解，分類系統通常多採用樹狀結構的展開方式呈現，可清楚了解內容的各層級結構。根據前述常見的建築分類方式，再回歸到建築典藏的分類意義作思考時，國內建築學者認為當前有許多建築分類方法，無論是從建築類書籍的分類方式來觀察，或是擷取建築專業學者的意見看法，建築的分類方式都相當多樣且多變，可以從時間年代、不同時期的風格、形態機能或是功能用途來區分，甚至可以混合在一起當作延伸使用。然而不管何種分類方法，都希望可以達到分類目標的意義，不僅讓每一棟建築都找到自己的定位，也讓使用者方便又快速的找到欲搜尋的建築物資料。因此，綜觀各分類情況與專家學者觀點，本文建議建築

典藏時之分類原則如下：

- (1)可同時就時代、文化及功能等面向，分別建立其分類系統，然後就各面向細分成各子細項，建構不同面向的樹狀分類體系。
- (2)為考量將來典藏的建築會不斷累積增加，分類時應保留未來增減的彈性，俾使每一個建築都可順利歸檔。

## (三) 建築數位典藏篩選建議原則

放眼臺灣，可供典藏之建築物甚多，而恰當的篩選擇則牽涉到建築之優先性與急迫性，因此，在選擇典藏的對象前，宜有統一的篩選標準依循。

### 1. 建築典藏之面向

依據相關資料與專家學者之意見，本研究由歷史性、稀少性、急迫性、及代表性等四個方面來討論值得典藏之建築。

- (1)歷史性：以目前典藏情形，建築典藏主要以已被指定古蹟為主，古蹟常因時間發展的久遠，而在建築史、生活史、構造史等方面有其相當的重要性與代表性，能連結社會、文化發展中重大歷史事件的發生或重要思想的轉變。因此，典藏古蹟不僅能展現過去的集體記憶，亦可讓生活於現今的人們，藉此了解與認識過去某類型的生活方式、行為或特殊的建構技術等。

現存部分在歷史上有重大意義而應做典藏之建築，並不一定達到標準而被劃定為古蹟，但其確實是歷史發展上之重要建物而有典藏價值，此種建築一則可能不為大眾所知而被忽略；二則可能涉及政治、軍事等敏感性議題而不易典藏，如橫山指揮所、總統府等類型之建物。這些有歷史代表性之建築應透過某些組織或方式找尋出來，並透過相關機構進行典藏工作。

- (2)稀少性：某些建築物因具有世界性價值與稀少性，除容易受時間或年代變遷影響外，也會因文化或技術上的失傳而消失，如臺灣目前的原住民建築及殖民時代的建築，均具備了文化特色與數量

之稀少性，因此有典藏之必要。

(3)急迫性：在各類建築中，面臨消失危機而有急迫修護與典藏必要之建築不在少數，有許多未被指定為古蹟的建物，在時間的流逝下，面臨被拆除、傾圮或馬上有消失可能的危機，如蘭嶼當地之習俗，在蘭嶼人過世後，便將其生前住屋拆除，此種因習俗等因素造成建築的消失，若需典藏則有時間上之限制；再者，尚有因自然或人為災害而導致重要建築損毀者，便需急切性的投入典藏工作。無論是年代久遠、習俗或是災害等因素，此類型之建築均因有消失之危機而需要優先被典藏。

(4)代表性：上述提及值得典藏之建築，大多為已有相當年代之歷史建築，具備歷史之意義、稀少性特色、或有典藏之急迫性，然而仍有其他具有不同代表性之現代（當代）建築，亦應是建築典藏中需被關切的部分。此外，現代建築也可能在歷史上具有重大意義，如101大樓等，此種建築目前看來因仍可能存在許久，並無典藏之急迫性，然也應避免追古忘今。典藏可分批進行，如先將建造史部份資料作典藏，且現代建築設計時均已電腦化作業，相對留有完整圖檔與相關記錄，可透過相關辦法或規定，促使建築規劃設計單位提供數位檔，對於典藏工作更為容易且有利。

## 2. 建築典藏之篩選建議原則

依據上述，根據重要性的優先順序，擬訂建築典藏之篩選準則如下：

- (1)具有世界性價值或稀少性特色之建築。
- (2)在文化或技術等方面有失傳可能，及有被拆除、傾頹等消失危機之重要建築。
- (3)未被指定或登錄為文化資產，但在文化、政治、軍事或其他等各方面

有重大意義之建築。

- (4)建築經指定為古蹟或登錄為歷史建築，應依序典藏之。
- (5)具有不同時期代表性之重要建築。

國科會「數位典藏與數位學習國家型科技計畫」推動多年，主要目標為「典藏多樣臺灣、深化數位學習」，並透過國際整體性合作或跨國計畫的運作，積極推動國際合作交流，至今在建築領域已累積相當豐碩的成果（參考附件一），但仍有許多是未建置數位資源，期能依上述原則，繼續擴增典藏資源之豐富性，以收統合之效。

## 二、建築數位化技術運用現況<sup>9</sup>

創立於1965年的「國際文化紀念物與歷史場所委員會(ICOMOS)」<sup>10</sup>是個文化紀念物保存的國際協會，下設置若干專業國際科學委員會，在全世界有近七千位的各類型文化遺產專家學者，協助各方面意見審查諮詢。由ICOMOS下所設置的國際科學委員會是以建立在「科學」觀念之上做文化相關的保存，如「遺產文件國際委員會(CIPA)」、「建築遺產結構之修復與分析國際委員會(ISCARSAH)」、「風土建築國際委員會(CIAV)」、「歷史城鎮與聚落國際委員會(CIVVIH)」、「泥土造建築遺產國際委員會(ISCEAH)」等，是更聚焦在建築主題上的委員會。<sup>11</sup>ICOMOS以「科學」為導向，研究各種數位科學技術落實於文化產物的紀錄與修護，朝建立全世界文化遺產保存與維護專業平台的目標在努

9 圖·文/中國科技大學 林泰宇、楊文斌，中國科技大學建築系副教授閻亞寧指導。

10 International Council on Monuments and Sites, 簡稱ICOMOS, 是文化紀念物保存的國際協會, 1965年在波蘭華沙成立, 為聯合國教科文組織下的委員會, 是世界上推動文化遺產保護最具影響力的機構, 目前總部位於法國巴黎。

11 「遺產文件國際委員會(CIPA)」<http://cipa.icomos.org/>、「建築遺產結構之修復與分析國際委員會(ISCARSAH)」<http://iscarsah.icomos.org/>、「風土建築國際委員會(CIAV)」<http://www.icomos.org/ciav/>、「歷史城鎮與聚落國際委員會(CIVVIH)」<http://civvih.icomos.org/>、「泥土造建築遺產國際委員會(ISCEAH)」<http://isceah.icomos.org/>, 檢索日期: 2011年1月。

力。2008年ICOMOS第十六次大會於加拿大魁北克舉行，會議中通過了「文化遺產場所的詮釋與呈現憲章」，憲章更完整定義資料處理、呈現方式等，以多媒體、網路、數位科技等工具運用的重要性。

建築遺產保存的觀念已由早期以實體為主、文字圖像為輔的作法，朝向以數位工具輔助保存為主要的方向。詮釋應能展現各種口述或文字紀錄、物質遺產、傳統訊息以及基地上各種有意義的象徵，任何與此基地有關係的訊息，都應該被記錄與建檔，並使民衆易於理解。對於資料的建立，透過視覺重新建構的訊息，無論是由藝術、建築師或電腦建模呈現，都應基於對環境、考古、建築、歷史等資料，進行各種口述、文字、圖像、影像等詳細且有系統的分析。藉上述資料所作的視覺詮釋，其過程應有清楚的記錄，當其更新時，亦應依此原則進行，並在可能情況下接受檢證。

建築運用數位化技術之轉換，依不同類型的物件，可能的產出類型大致可分為：書寫符號、影像與聲音等類型。書寫符號可大致分為文字、數字與建築符號資訊的轉換，如用於建築相關公文法規、史料與基地調查之資料，或以軟體將文獻資料轉為數位檔，或直接數位建檔紀錄；影像資料則為圖像化資料的累積，分為動靜態，為方便理解與視覺化之相關資料，應用於建築上的產出有CAD圖、照片與3D模型、影片等；聲音資料則如在田野調查間的訪談，透過數位化的方式記錄口述之資料。

#### (一) 書寫符號資料

意指傳統書寫符號，轉換成電腦所能讀取的語言，以便資料在電腦上顯現與判別。書寫符號應用於建築資料上可用在說明、紀錄、整理與保存，協助管理者對物件的統合，幫助使用者對物件的搜尋瀏覽，如關於建築相關文獻書籍的文字數位化，或如典藏物件的後設資料，建置關於物件的人、事、時、地、物等主軸描述物件的數位資料，可幫助達到不同知識層次後設資料的分析與詮釋，因而物件內容以數位化記錄成為保存數位資料的重要基礎。

#### (二) 影像資料數位化技術

影像資料依表現形式類型的不同，可分為二維靜態影像、三維靜態影像與

動態影像三種，二維是平面的呈現，而三維則是立體的空間表現，如下詳細說明：

##### 1. 二維影像

所謂的二維靜態影像的應用可細分如：照片、圖表、圖形等圖像資訊，因數位化技術的發達，以往費時製作的圖像資料，透過電腦數位化變得更加容易製作。二維靜態影像大至分為點陣與向量兩種數位化技術，所謂點陣圖是以像素陣列來表示影像，每個像素都一有組顏色資訊(如RGB、CMYK等模式)，依顏色資訊的所需可透過32、16、8等位元來表示，點陣圖像優點在於色彩較細緻和檔案相容性較高，適合照片與投影片等圖像。一般常見的二維點陣式圖像數位化格式可分為jpg、gif、bmp、tif、png與raw等，其中raw檔為數位相機原始檔案，包含了圖像感測器上每個像素的訊息；向量數位化影像技術是透過點線面的幾何來呈現圖像，以數學運算的方式來構成影像，適合建築領域常用於平面、剖面圖等的製作，向量最大的優點是不易失真、檔案較小且尺寸較為精準。

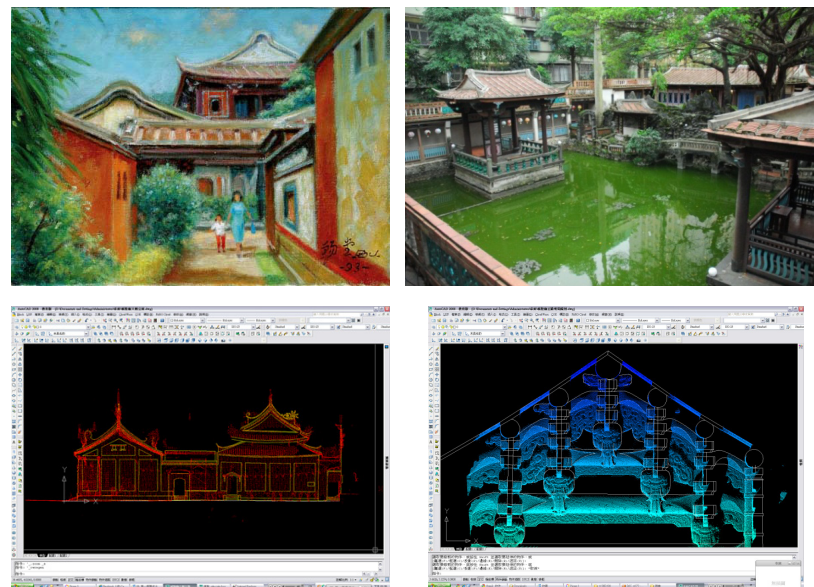


圖 2-2-1、建築數位化影像(作品、照片影像與CAD圖資)

## 2. 3D數位模型

在建築領域上，最常使用的技術為三維模型的方式來呈現建築的空間與設計。三維資訊包括了幾何座標、尺寸、顏色、紋理、材質、光源等基本資訊，三維模型即是利用所收集的三度空間資料將現實中的三維物體進行重建，以在電腦上模擬物件空間。<sup>12</sup>隨著科技的進步，三維資訊的收集也從傳統的人工測量到以科技技術直接收集數值，以達到更準確的三維模型建置，此種以「逆向工程」的方式建模，最常使用的數位化技術為3D雷射掃描技術。

3D雷射掃描是利用雷射光的反射原理來計算三維空間並收集相關的三維資訊，掃描後會產生大量點雲<sup>13</sup>(Point Cloud)組成的初步資料，點雲是將物體可看見的表面經過數位化後所產生數位文件，每個點都有三維坐標系的數據，以X、Y和Z座標定義，同時，點雲檔也可將色彩紀錄於資訊中，產出具有高精準度、數值化且仿真的三維坐標，利用這些特性，除了應用在建築體的建模外，更可以在工業設計建模、土木建築監測、考古遺址紀錄、醫療等領域運用。搜集物件完整資訊後，也可透過精準之特性產出CAD圖、點雲動畫與三維模型等資訊。

三維模型可強調空間資料並將它以視覺化的方式呈現，在輔助建築設計規劃上，比起二維圖像的顯示，三維模型的空間資訊更能讓人一目了然，透過三維模型建立更可利用於文化創意產業、修復模擬、RP<sup>14</sup>與地理資訊系統<sup>15</sup>等應用之上。



本研究成果

圖 2-2-2、三維模型工程順序圖

## 3. 3D動畫與虛擬實境

不同於靜態影像，3D動畫或虛擬實境加入了時間與空間的表現，可透過電腦的模擬建立一個三維的虛擬空間，讓使用者能享有視覺、聽覺、觸覺等感官的模擬，能更清楚表現建築空間場景分佈。在建築數位典藏或教學應用上，常為表現空間資訊、場所文化等呈現方式，藉由3D動畫或虛擬實境，能增加使用者對於空間的互動性，更視覺化的清楚說明，可以及時且無限制地觀看三度空間內的事物。

## 4. 動態影像

動態影像為影片、動畫與視訊等數位資訊，影像的構成，是透過數

12 呂慈純、陸明、張真誠，《多媒體安全技術》，全華圖書股份有限公司，2007年10月。

13 點雲(Point Cloud)為3D雷射掃描儀所產生之資料，由多個點組成來呈現物體，每個點都具有自己的座標(X、Y、Z)，方便測量與運算。

14 快速成型技術(Rapid Prototyping,RP)，透過電腦輔助設計軟體、雷射掃描技術等，快速產生實體模型。

15 地理資訊系統(GIS, Geographic Information System, GIS)，為運用數位化科技來輔助地理資料的輸入、存取、分析及展示的資訊系統，為一個綜合科學結合不同領域之系統。

位攝影機、照片等圖像資訊來收集，是以數位化的方式捕捉、紀錄、處理、儲存等各種技術記錄一系列的影像。

### (三) 聲音數位化技術

聲音透過聲波轉換成類比的訊號，隨著數位技術的發達，1960年代已可將類比訊號轉成數位訊號，採取數位化的保存與傳播等方式。音訊標準規格與三維動態影像中的視訊類似，因不同的開發組織有不同的檔案格式，其中以MP3(Moving Picture Experts Group Audio Layer III)最為廣範。音訊資料除了可以單獨存在外，也可能附加於視訊資料內，在建築相關議題中，除了建築本體，建築相關的人事也以田野調查訪談做紀錄，多以音訊作為保存口述歷史、質性研究等。

在講求全球在地化的今日，文化資產往往成為打造地方意象的媒介，而隨著科技發展日新月異，古蹟、歷史建築等透過數位化，不僅為建築的保存帶來新契機，透過各不同的數位化技術，更能將建築結構中繁複的曲面轉折、虛實空間等具體呈現，提高了使用者對空間的感知力，而各類建築數位資源在學術教育、觀光、產業等層面之跨領域整合應用，將能達到文化與經濟之緊密結合，更能為臺灣建築的未來開創多元化之視野，形塑出更多可能性。

## 貳、數位化工作流程<sup>16</sup>

數位化工作流程的制定，一方面規範了專案的工作內容；另一方面也確立如何去執行、實現工作內容的工作流程。在複雜的數位化工作流程中，一旦建立了工作流程，必能有一套系統化的步驟與方法去執行。有效的掌控流程，可以增進作業的品質；完善的機制，能降低所需成本；精簡的作業流程，更可提昇生產力。

## 一、專案規劃

所謂的「專案(Project)」，根據Project Management Institute (PMI)<sup>17</sup>定義為：「專案是為了開發一特定產品(Product)、服務(Service)或欲得到某一特定結果(Result)所進行之一臨時性投入工作(A Temporary Endeavor)，是在有限的時間與成本中，製作具有獨創性事物、服務或組織的活動。」因此，執行時需要針對各方面進行管理控制，時間的控制上可在規劃時設立目標，並定期檢視工作進度；專案的執行都有預算與成本的考量，人力與時間的配置也影響了經費的運用，因此要在各環節留意以避免經費超出預算；不論數位化工作是委外或是自製，都要確實與工作團隊討論清楚品質控制的方式定期檢驗，避免花費大量時間與人力而徒勞無益。每個專案都在「起始、計劃、執行、控制、結束」五個程序中執行，在縝密的專案規劃與控制之下，能協助專案更有效率的執行，若後續有數位化產出的加值作業，則視為另一專案規劃執行。<sup>18</sup>

建築和其他類型的數位典藏工作一樣，需先有縝密且全面的專案規劃作為基礎，因執行過程中會面對各種變化與進化，專案規劃得以將各項條件控制在最小的差異中，以有效界定一個數位化專案的主題與目標，並控制人力、經費、進度及品質等因素。建築數位化專案規劃的內容包含幾個層面，規劃上需先確定主題目標，在上一章中我們針對建築物件的數位化建議了一些物件挑選

的準則，是希望能將有限資源運用在最佳物件的執行上。確立了專案的執行範圍後，需針對工作內容做出架構分層，針對不同內容，如數位化產出或系統開發等不同的內容與時間點劃分清楚，人力的考量依不同專業領域各司其職，若有經費與人力配置的考量也可考量委外製作<sup>19</sup>。

數位化工作流程的擬定是專案規劃中最重要的一環，流程的設計與規劃是選擇投入、資源、工作動線與方法，將投入的內容轉變成產出成果。它是一套為了達成組織整體或特定目標所定義的程序規則，與組織內外部的參與者，共同建立文件、資訊，完成工作任務所產生的過程。在整體專案的幾個層面中，它源自於專案的目的與目標，承接了內容與架構，並且成為實際執行與品質控管的參考原則。

## 二、數位化工作流程

就數位典藏工作的流程而言，在《數位化工作流程指南-整合性工作流程》<sup>20</sup>一書中，曾歸納各類型物件的數位化過程的異同，將整體流程劃分為前置作業、數位化工作、資料保存及加值運用等階段，進而制訂出可供依循的整合性工作流程圖。其中的前置作業，包含了數位化物件的整理與相關資料的蒐集，同時評估後設資料的需求與標準的選定；數位化工作的階段則涵蓋擷取、處理、後製及輸出等數位化要素，同時也進行後設資料的著錄及資料庫建置，最後將各種執行成果匯入儲存機制，並衍生出各種加值的可能性。

本章透過數位典藏與數位學習國家型科技計畫（以下簡稱：TELDAP）的成果，匯集各種建築數位典藏型態的執行過程，並依循《數位化工作流程指南：整合性工作流程》的「數位化工作流程圖」，歸納出建築類數位典藏的工作流程圖（見圖2-2-1）。

16 圖·文 / 拓展臺灣數位典藏計畫 林芳志。

17 Project Management Institute, <http://www.pmi.org>, 檢索日期：2010年3月。

18 關於數位典藏專案規劃更詳細的內容可參考：褚如君、陳秀華、詹景勛著，《數位化工作流程指南-專案規劃》，臺北市：數位典藏拓展臺灣數位典藏計畫，2010年3月。

19 關於委外製作的考量可參考：高芷彤、陳秀華、陳美智、林芳志，《數位化工作流程指南：委外製作》，2009年4月。

20 王雅萍、陳美智，《數位化工作流程指南-整合性工作流程》，臺北市：數位典藏拓展臺灣數位典藏計畫，2010年3月。

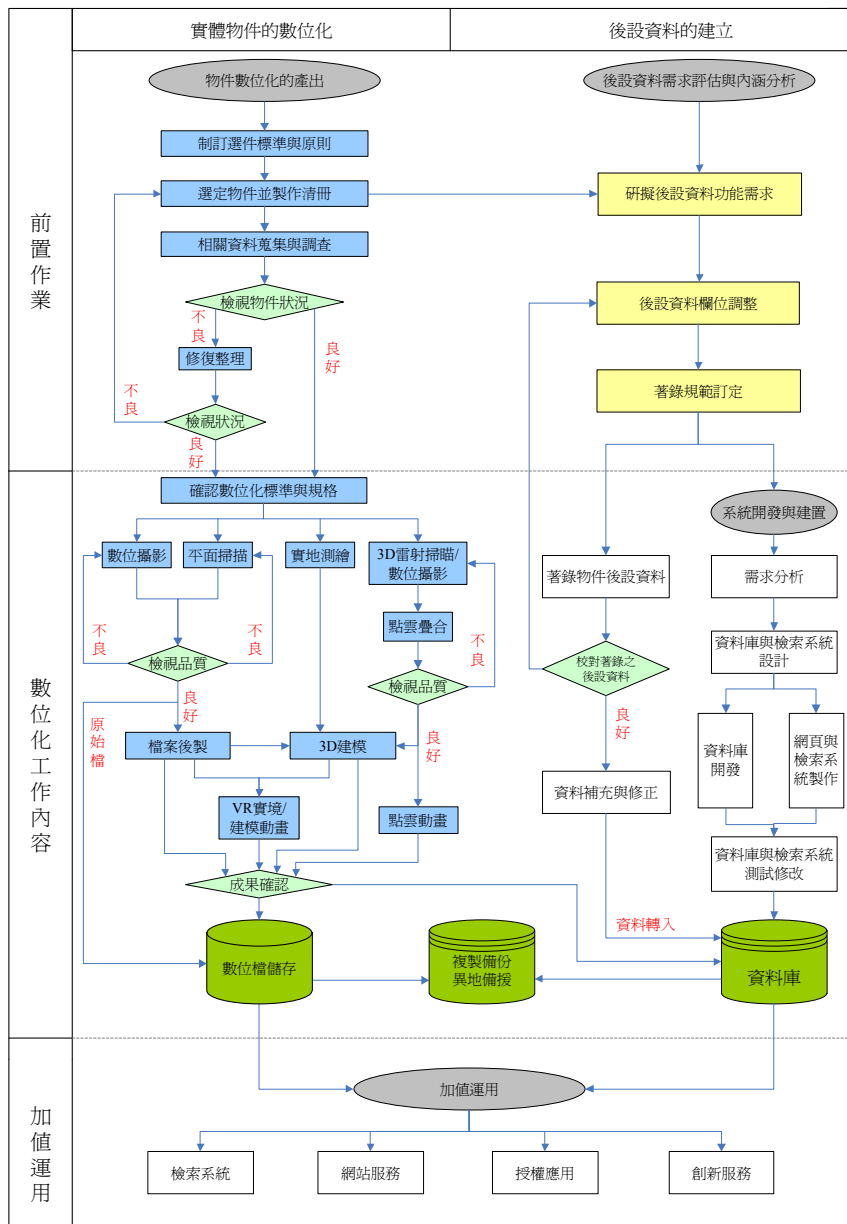


圖 2-2-1、建築數位化工作流程圖

(一) 前置作業

以目前TELDAP中，歸類為建築主題的數位化專案來說，數位化的對象大致上包含建築聚落、建築主體、建築構件及建築相關檔案等，視各種物件的性質，在實際執行時會選擇不同的數位化技術。不論數位化物件及數位化技術為何，在前置作業階段的準備工作是具有共通性的。具體而言，包括制訂數位化物件的標準、選定數位化物件、建立數位化清單及相關資料的蒐集等，都是各類型數位化在前置作業階段必要之準備工作。

以「澎湖花宅傳統聚落之空間建築數位典藏計畫」為例，其數位化對象為整體花宅聚落，準備工作包含相關資料蒐集、文獻回顧、典藏資料之彙整，以作為研究的基礎。過程中主要參考政府及基金會出版之專書，與四本附件《民居建築調查票及測繪圖》，內容包括花宅聚落發展與空間結構，還有民宅空間系統的造型與用材等基礎調查。另外，也收集地方文史資料作為基礎資料，進行實務操作的工作人員則為特定專題所招募的相關科系學生，且須熟悉台語以方便至當地與耆老溝通，並確認文獻的判讀，最後依據各方面的資訊訂出數位化標的。

另外從「鹿港龍山寺大木作數位典藏計畫」來看，其數位化物件為龍山寺於修復過程所拆卸之木作構件。前置作業方面，依現場施工作业與拆卸紀錄之標準數量，初步擬定需拍攝2500筆大木作構件，同時也從書面文獻與現場施工人員口述等方式，進行相關資料的蒐集整理。實際進行數位化拍攝之前，每一大木作構件須依編號查表，再次確認構件的布條編號是否正確，由布條內之匠師使用名稱回溯原先登錄之名稱，再依登錄之名稱查驗編號並登錄於本次之數位典藏資料庫的表格。與此計畫型態接近的「農村藝術博物館數位典藏研究」，是針對拆解之新惠宮舊廟構件進行相關的數位化工作，該計畫在正式拍攝木作構件之前，為確保日後能順利辨識構件的部位，更建立了嚴謹的「構件編碼系統」，成為後續登錄數位化進度之主要架構。（見圖2-2-2）

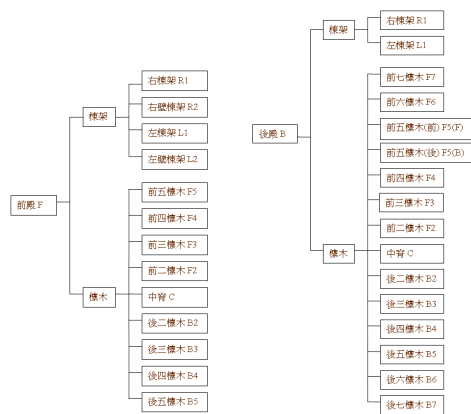


圖2-2-2、農村藝術博物館數位典藏研究編碼樹狀架構圖

某些特定物件需要於前置作業的階段初步進行處理，並於過程再次評估該物件是否適合進行數位化，或者後續的數位化方式是否恰當。例如前述木作構件的拍攝工作進行前，為使構件上的細部忠實呈現，需先清理構件，且過程中需注意工具的選擇及用法，避免外力破壞構件上之雕飾及彩繪圖案（見圖2-2-3）。另外一個顯著的例子，則是建築設計圖的掃描工作，由於建築圖主要以紙類作為媒材，年代久遠的藏品普遍有腐蝕或蟲蛀的狀況，在進行掃描前必須進行修復的動作，以利掃描器材運作的順暢，必要時也可用透明材質予以固定，避免掃描工具對原件造成第二度傷害。



圖2-2-3、各計畫人員對構件進行初步檢視及清理

## (二) 數位化工作內容

根據TELDAP各專案所制訂的目標及各類型數位化原件的特性，各計畫須選擇適用的數位化方式，且在各項前置作業的設定完成後，數位化工作進入實地執行的階段時，就須依據本身採取的數位化技術進行標準的訂定。以建築類的數位化專案來說，常見的數位化方式有數位攝影、平面掃描、測繪建模及3D雷射掃描等<sup>21</sup>。各種數位化技術進行前，需考量後續成果的用途來制訂數位化標準，以供內部人員或委外廠商進行數位化時的依循準則。

數位化後的檔案儲存應以永久保存與網路瀏覽分享為規劃，因此檔案保留原始檔後再針對不同用途轉存，一般拍攝時會保留原始的RAW檔案，掃描則以最精細的TIFF檔作保存。以「日治時期臺北工業學校千千岩助太郎校長台灣原住民建築調查測繪圖稿全集數位典藏計畫」為例，其主要數位化原件為建築圖，所選擇的數位化技術以平面掃描為主。掃描時解析度採用300dpi、色彩深度24bit，掃描輸出數位檔儲存為TIFF格式，之後再視需求轉檔作為一般使用之素材。而一般數位攝影和掃描相同，基本的產出以數位影像為主，亦應於數位化工作執行前，依據數位化器材的規格制訂產出的標準，表2-2-1為制訂標準的範例。

表2-2-1、數位化成果格式標準範例

檔案類型	典藏級	商務級	瀏覽級
影像格式	TIFF或RAW	TIFF	JPG
色彩模式	RGB 24bit	RGB 24bit	RGB 24bit
影像模式	4256x2832像素	4256x2832像素	長邊為1024像素
應用格式	不壓縮圖檔 以高品質儲存為原則	低壓縮圖檔 視輸出尺寸調整轉檔標準	高度壓縮圖檔 檔案不超過500K為原則
檔案目的	原有資料的保存格式	出版及印刷之用	提供網路展示之圖檔

21 「掃描」為利用電子裝置去檢測資料或讀入圖像文字；「3D雷射掃描」設備因具備測量之功能，本書中皆以「瞄」區分。

在數位化工作內容的執行階段，無論採行何種技術，後續均進行各種加工的處理，使數位化過程產出的檔案成為可供應用的素材。以數位攝影和平面掃描而言，產出以數位影像為主，後續均須進行影像的檢視與後製工作，藉此修正或補救數位化過程中的不足，或評估重新執行的必要性；以人工測繪或雷射掃描而言，必須將測量獲取的資訊匯入軟體，以軟體輔助建構出3D模型或各類型動畫，達成數位化的目的。上述各種方式所產出的成果，最後將以不同型態匯入資料庫中，成為可供使用的數位資訊，同時視各單位的政策及技術，以各種方式進行儲存和備份的工作。

在這裡必須強調的是，從圖2-2-1的流程中可以發現，在各階段的執行過程中，後設資料的建立是可以同步進行的。從數位化清單的建立與資訊蒐集的階段，後設欄位需求、制訂或標準選定也在此時定案；而數位化工作的進行期間，則是實地針對產出成果進行記錄的工作，並檢驗在前置作業階段所採用的後設欄位，藉此進行適度的修正，而此時資料庫也著手規劃，其間所建構的後設資料內容也將成為資料庫呈現的要素之一，關於建築類型後設資料的標準與建議，本書第參章將有更全面和深入的說明。

### （三）加值運用

建築類型的數位化工作所匯集的成果類型相當多樣，常見的型態包含了文字資料、數位影像、3D模型、虛擬實境及各類型動畫，而這些成果彼此之間均有相輔相成的作用。目前常見的運用型態主要以展示與教學為主，透過網站或資料庫的建置，將上述成果呈現在網路平台上供大眾使用。以「淡水古蹟博物館數位典藏計畫」為例，即在數位化過程中將取得的資料轉化為3D模型、數位影像、動畫、文字等各種不同的數位媒體，並藉由網路平台以各種不同的技術來呈現成果。目前這些成果已經放置於在計畫網站，並以三種主要功能來提供資訊，分別是古蹟分佈地圖、古蹟點簡介和3D動態導覽，讓使用者可以從區域性的概觀到單一古蹟的細部結構，得到全面性的理解。關於其他計畫執行成果的網站、資料庫內容和其他加值運用面，將在第陸與第柒章中進行介紹。

## 參、後設資料建置<sup>22</sup>

後設資料(Metadata)字面上的意思是「資料的資料」。如果我們把書籍圖書看成是資料，那麼，圖書的後設資料便是圖書目錄；換言之，圖書目錄本身便是一種資料，用於描述書籍圖書資料的一些基本背景資料。就數位典藏而言，將建築物、藝術作品，以及原始地圖等資料加以數位化，這些成果是我們典藏的對象，所以，數位典藏的後設資料是以描述這些數位成果的基本背景資料做為內容。

為了便於典藏資源將來的查詢及加值運用，後設資料必須符合結構化與標準化，分別以語義性、語法性與詞彙性三大特性描述每個典藏品的內涵與特徵，以便數位典藏成果能夠在數位化環境系統中，更有效率而精準地被檢索、呈現、管理、控制與執行相關功能，且順利地與其他數位典藏品進行資源的互通與共享，最後達成數位典藏品的永久保存目的。因此，各執行數位典藏的單位，都將後設資料的規劃與實施視為數位典藏工程中最基礎的資訊建設工作。

## 一、臺灣建築後設資料系統之架構

後設資料的建置，首先依需求評估與內涵分析而規劃，針對各資料的不同的類型而有不同的參考標準。建築數位化的對象，在物件層面包含了聚落、建築本體、建築圖、建築結構、建築裝飾，甚至是建築設計師或匠師等；數位方式包含平面掃描、平面拍攝、3D雷射掃描、3D繪製、錄影、錄音等技術；紀錄內容又因建築類型與風格有其多樣性之差別。對於資料的定義、分類與制訂，在各不同單位有不同的作法，不同的欄位定義可能影響典藏成果在資料庫的連結與推廣應用之成效。

後設資料的建置與物件的分類有高度的相關性，因此，建築內容分析的分類方式可提供給後設資料欄位建置之參考。例如，建築分類主要有依年代、文化、形式、功能等不同的方式，對照到後設資料欄位中，年代、文化、功能便會分別成為整個資料架構下的重要搜尋欄位，而這些欄位就是後設資料中各層

面分類下的次層級項目，以組織樹狀圖的概念，建構完成對物件描述的各層面語言，並讓資料庫系統能分析，以讓資源有效被搜尋。

為期能有效整合建築數位典藏之成果，拓展臺灣數位典藏計畫建築小組透過參與國科會數位典藏各不同建築類型的相關計畫<sup>23</sup>，整合出一個共通性的後設資料參考欄位。內容參酌美國蓋提基金會(The J. Paul Getty Trust，簡稱Getty)所研擬的「藝術與建築索引典(Art and Architecture Thesaurus(R), AAT)」<sup>24</sup>，描述內容知識的各層面與其下之層級概念為結構，配合臺灣建築資料之不同類型，擬定臺灣建築典藏資源後設資料之架構(詳見表3-2-1~表3-2-8)。<sup>25</sup>此架構先列出大方向的層面，再細分各項下之層級，採多元並存的方式設計，由不同角度去切割架構，因此使用者可依不同途徑去搜尋到各不同層級中之資料。透過有系統的建築後設資料庫建置，能有效達到資料的管理與搜尋，除可運用在查詢典藏成果外，更可經由資源整合，擴增典藏內容之價值與效益。

## 二、建築後設資料之參考欄位

建築後設資料參考欄位，基本上擬訂為「檔案資訊」與「物件資訊」兩大類別，分別描述「檔案」與「內容」的基礎資料。其中，檔案資訊層面分為兩個層面：(1)檔案資本資訊，(2)相關檔案；而物件資訊層面分為七個層面：(1)相關概念層面，(2)實質屬性層面，(3)製造層面，(4)風格時期層面，(5)關係者層

23 拓展臺灣數位典藏計畫地圖與建築小組介紹可參考：<http://content.ndap.org.tw/index/?cat=6&team=5#org-content>，檢索日期：2010年12月。

24 Getty是一個國際性的文化與非營利組織，致力於保存和研究有關視覺藝術所有領域的藝術遺產。藝術與建築索引典(AAT)由Getty研發建置，能提供每筆典藏品詞彙的相關知識，包括藝術、建築與文化領域相關詞彙的同義詞、定義，還能更進一步讓使用者輕而易舉地檢索到上下位詞，目前臺灣與美國正進行AAT中文化的研發工作。<http://aattaiwan.teldap.tw/>，檢索日期：2011年1月。

25 本欄位內容曾在2009至2010年間由林峰田召集人所主持，聘請參加過數位典藏計畫的建築界專家學者，包含閻亞寧、盧惠敏、黃瑞茂、黃志弘、黃業強、張玉璜、徐裕健、周明、倪順成、林宜君等建築研究者，經過多次比對與欄位修改所研擬推薦之欄位。

面，(6)活動層面，及(7)相關資料層面。

填寫表格是針對單一筆數位資料為之，若無資料可填寫時，欄位可空白。這些各個層面即為建築後設資料之整體架構；而各層面下又分次層級，即為後設資料之主要搜尋欄位。八個層面與次層級之意義與內容詳如下表，各數位化執行單位在考量欄位建置時，若有內容是無法填寫時，建議先從下列各層面去思考增加填寫欄位的層級。資料類型若單純為影音檔或為文獻檔案資料時，可參考「後設資料工作小組」<sup>26</sup>所整理出其他物件類型之建議欄位。

(一) 檔案資訊

檔案資訊主要針對數位檔案作記錄，並標示出其上下層群組的相關檔案。關於檔案的基礎搜尋，以下表灰色底的欄位為建議必填之欄位。

表3-2-1、檔案資訊欄位

資料層級	層級一	層級二	欄位說明	填寫範例一 (建築)	填寫範例二 (裝飾類)
檔案資訊	檔案基本資料	計畫識別碼	核定之計畫編號。國科會計畫必填。	NSC 99-2631-H-001-015	NSC 99-2631-H-001-015
		資源識別	檔案編號，在給定的脈絡中，可以明確的指示出該資源。	登錄號：188470-0770	登錄號：188470-0801
		主題/題名	資源內容的標題/物件的正式名稱。一件藝術、建築作品或群組作品所給定的標題或名稱，也可包含標題的類型和使用的時間。	臺北孔廟大成殿	四聘-堯聘舜
		別名/副名	其他名稱，EX:俗名、舊名、簡稱。	大成殿	禪讓政治
		數位產出方式	EX：平面掃描、平面拍攝、拍攝底掃、3D雷射掃描、OCR/人工建置、軟硬體轉製、3D繪製、錄影/錄音、影片製作等。	3D掃描	平面拍攝
檔案資訊	相關檔案	上層物件檔案	此筆建築資料之上層關係物件數位典藏檔案的主題/題名/別名或識別碼(登錄號)。	臺北孔廟祭祀圈	孔廟大成殿
		下層物件檔案	此筆建築資料之下層關係物件數位典藏檔案的主題/題名/別名或識別碼(登錄號)。	七級寶塔、丹墀、重簷歇山式屋頂、走馬廊、交趾陶	無

資料層級	層級一	層級二	欄位說明	填寫範例一 (建築)	填寫範例二 (裝飾類)
檔案資訊	檔案基本資料	格式	關於資源實際或是數位的形式，如RAW、TIFF、JPEG、JPEG2000、GIF、PNG、AVI等。	AVI	TIF
		影像媒體畫素	影像解析度長*寬。	640*480	2618*1857
		數位檔案大小	檔案所佔位元組。	144MB	19.2MB
		語言	檔案內容所使用的語言。	中文	中文
		日期	資源週期的事件日期：可為創作日期、有效日期、使用日期、發行日期、變更日期，以供日後增修檔案參考使用。	2010/10/24	2010/11/24
		貢獻者	對於資源內容形成貢獻者。	拓展台灣數位典藏計畫	拓展台灣數位典藏計畫
		管理權	描述資源權利相關的資訊。	國家科學委員會	國家科學委員會
		著作者	編輯資源內容的幾位主要負責人，全部的負責人如需列出可於相關資料欄位中列出。	陳大明	陳大明
相關檔案	相關檔案	版權限制	識別具有使用、展示或複製作品的個人或團體，以及指出有關作品複製、展出或使用上的限制。得列出授權生效日期。填「無」則表沒有限制。	CC授權	CC授權
		上層物件檔案	此筆建築資料之上層關係物件數位典藏檔案的主題/題名/別名或識別碼(登錄號)。	臺北孔廟祭祀圈	孔廟大成殿
相關檔案	相關檔案	下層物件檔案	此筆建築資料之下層關係物件數位典藏檔案的主題/題名/別名或識別碼(登錄號)。	七級寶塔、丹墀、重簷歇山式屋頂、走馬廊、交趾陶	無

(二) 物件資訊

1.物件相關概念層面：

標示物件的類型、地點、其地相關事件等三個方向，類型方面分為文獻、建物、裝飾物等紀錄。地理資訊的內容填寫能幫助未來典藏資源

26 後設資料工作組，<http://metadata.teldap.tw/index.html>，檢索日期：2010年12月。

分布圖的建置，也作為資源分類與分析之基礎資料。在建物相關層級，此處指的是跟建築關係的人物，可能為寺廟中的祭祀神祇或該建築紀念之歷史對象等，屬於精神面的關係人資訊欄位

資料層級	層級一	層級二	欄位說明	填寫範例(建築)	填寫範例(裝飾類)
相關概念層面	類型	類型	資源內容所歸屬的類別。文獻：建築圖、手稿等。建物類別：1.祠堂 2.園林 3.寺廟 4.民居 5.書院 6.城墉 7.砲台 8.墓葬地 9.大樓 10.防禦工事等12 裝飾類別：12-1.雕刻(木雕、磚雕、石雕)12- 2.彩繪 12-3.泥塑 12- 4.交趾陶12- 5.剪黏12-6.組砌 ...等，13.其他，大類別下可自行增加次分類。	寺廟	交趾陶
		古蹟等級	分為國定、直轄市定、縣(市)定三類。標示審定日期。	國定三級古蹟	國定三級古蹟
	地點	地址/地籍/地號	所在地址或地籍地號。可加註原古地名。	臺北市大同區大龍街275號	臺北市大同區大龍街275號
		座標/臺灣	物件所在的臺灣二度分帶XY座標系統。如：1/1000地形圖使用。	無	無
		座標/UTM	物件所在的橫麥卡托經緯度(UTM)座標。如：Google Earth使用之經緯度座標。	( 東 經 121.51，北 緯25.07)	( 東 經 121.51，北 緯25.07)
	其地相關事件	相關人物	與該建築有關之人物，可能為寺廟中的祭祀神祇或該建築紀念之歷史對象等。	孔子	堯、舜
		主體座向	地點位置方向。	座北朝南	無

2.實質屬性層面：

分為布局或配置，指該筆典藏物件製作時的形式與範圍，並以實際測量值定義物件實質的空間範圍。

表3-2-3、實質屬性欄位

資料層級	層級一	層級二	欄位說明	填寫範例(建築)	填寫範例(裝飾類)
實質屬性層面	布局	配置	建物內部隔間與構造：ex 獨棟、一條龍、單伸手、合院並連式、多護龍、多落式、圍龍屋、街屋、棋盤式、大殿居中式等。單一物件指其主體構圖。	四方形宮殿式，面寬五開間，進深六開間	依故事情節左右鋪排
		範圍	資源內容的廣度或範圍，空間與時間，也用來記錄一個作品所在的特殊建築環境或遺址描述。	孔廟祭祀圈	大成殿後迴廊
	測量值	基地面積	建築基地之水平投影面積，以平方公尺為單位。	13,777平方公尺	無
		物件面積/建築面積	物件的總尺寸面積。請標明測量時所使用的單位。	3,000平方公尺	138平方公尺
		物件組數/樓層數	描述物件、作品或群組的組件類型或數量。建築物指本體之實際樓層數。	1F	4組

3. 製造層面：

描述物件當下保存的狀況，並說明典藏時的原狀是屬於新建造、重修建造、重建的何種存在狀態。若物件僅保留影像資料，實物已毀損則盡可能標示毀損年代。就製作的材質層面，依主要使用材料與來源地標明，後續並標示製作的手法，描述製作的形式，並標示是否

有特殊題款標記。 表3-2-4、製造層面欄位

資料層級	層級一	層級二	欄位說明	填寫範例(建築)	填寫範例(裝飾類)
製造層面	時期	保存現況	物件狀態、特質和完整性的評估保存狀態，依外觀等級分為：1.保存完整、2.毀損程度輕/重、3.已毀壞。	保存完整	保存完整
		興修類別	包含新建、整建、修建、重建等。指物件當下為哪一種存在狀態，以西元年份紀錄。	整建	修建
		興修年代	新建、整建、修建、重建等類別的年代	1907年	2005年
		毀損年代	指物件毀損而不能再使用之年代，以西元年份紀錄。	無	無
	材質	材料	作品以特殊材質或特殊技術製造的部份。	花崗石、泉州白石	土、鉛釉
		來源地	材料的來源地點。	泉州、臺灣	台灣黑土、日本鉛釉
	技術	製作手法	對作品製作方法的詳細討論，包含作品的技藝或手法特徵的評估、創作方法的運用或應用特殊的技術。	重簷歇山式屋頂，四周設走馬廊。	塑造、低溫窯燒
		形式描述	描述一件作品及其裝飾在外觀上的顯著特點，包含設計元件和圖案名稱。	七級寶塔、丹墀	水平線平分式構圖
		題款標記	對鑲嵌、貼、蓋印、撰寫、銘刻、或附著於作品上之部份的區別或辨識描述(如匾額)，內容包括記號、字母、評註、文章或標籤。	有教無類	堯聘舜

4.風格時期層面：

承接製作層面，說明關於作品的風格界定層面。風格界定依建築史與美術史判定風格描述，並標明主要設計元素、主要呈現色彩。關於作品內容描述則使用關鍵詞或短文加以補充說明。

資料層級	層級一	層級二	欄位說明	填寫範例(建築)	填寫範例(裝飾類)
風格時期層面	風格	形式風格	對於顯現在藝術作品裡的特徵描述，包括隸屬於何種風格、時期、團體、畫派或運動。EX：依建築體年代或特色定義：1閩南式：漳州、泉州、福州式等。2殖民式：荷西式、日式3.原住民式：泰雅族式、賽夏族式、布農族式、鄒族式、排灣族式、阿美族式、雅美族式4.近代與現代：現代主義建築、巴洛克式、混合折衷式。	閩南式	閩南泉州式
		設計元素	說明物件最主要的設計元素，如文化意涵或重覆形狀及形式安排等特徵。	孔子思想與學說	四聘之堯聘舜
		色彩	物件構成的主要色彩。	黃瓦紅牆	黃袍、平民素衣
	註記	關鍵詞描述	物件內容的解釋，藉由短文或關鍵字、術語描述作品內容。	孔廟主殿，面寬五開間，進深六開間，共四十二根巨柱。	堯因其子品性欠佳，命百官推薦人選以繼承帝位，百官一致推薦以孝而得人心的舜。堯在確信舜的品德與才幹後，特親訪請其接受帝位。此即著名的「禪讓政治」。

5.關係者層面：

承接上面製作與風格時期層面，此為物件製作的關係者，紀錄物件設計者與實際執行製作者、與物件的管理人或單位，並標明該物件的權屬關係。

表3-2-6、關係者層面欄位

資料層級	層級一	層級二	欄位說明	填寫範例(建築)	填寫範例(裝飾類)
關係者層面	人或機構	設計者	指物件之設計者。	王益順	洪坤福
		創作者	參與作品的創作、生產、製造或其他相關活動的個人、集團、企業體或文化群體。	王益順、王樹發	洪坤福、姚自來
		所有權屬	擁有作品的個人或企業體(機構、代理商或團體)的名稱，或是仲介轉讓的代理單位/人名稱。	臺北市政府民政局孔廟管理委員會	臺北市政府民政局孔廟管理委員會
		土地權屬	擁有建築所在土地之所有權機構或組織，	臺北市市有地	臺北市市有地
		管理單位	指目前管理建築之相關機構或單位。	臺北市政府民政局孔廟管理委員會	臺北市政府民政局孔廟管理委員會

6.活動層面：

針對該物件的存在功能做紀錄，若為建築體則就現有或曾有的活動狀態做描述，若為紀錄過往的活動層面則標記日期。

表3-2-7、活動層面欄位

資料層級	層級一	層級二	欄位說明	填寫範例(建築)	填寫範例(裝飾類)
活動層面	狀態	使用	針對物件使用目前形式和呈現結果之描述語，可標示其年代。	祭祀、觀光、休閒活動(2005)	裝飾
		文化性	有關該物件之文化生活活動事件。可標示其年代	臺北孔廟文化季系列活動(2005)	無
		經濟生產性	有關該物件之經濟生產活動事件，可標示其年代。	無	無
		社會權力性	有關該物件之社會權力活動事件，可標示其年代。	無	無

7.相關資料：

補充說明上述欄位填寫時的參考依據，或無法列入欄位中的補充資料。

表3-2-8、相關資訊欄位

資料層級	層級一	層級二	欄位說明	填寫範例(建築)	填寫範例(裝飾類)
相關資料	來源/相關文本參考資料		欄位填寫時主要的參考來源。	《臺北孔廟文化之美》，葉倫會編著。	《臺北孔廟交趾陶之美》，臺灣交趾藝術文教基金會。
	相關數位文獻		以影像的方式提供識別或描述藝術品或建築物的資訊。	<a href="http://www.ct.taipei.gov.tw/">http://www.ct.taipei.gov.tw/</a>	<a href="http://www.ct.taipei.gov.tw/ct.asp?xItem=1071523&amp;CiNode=28629&amp;mp=102141">http://www.ct.taipei.gov.tw/ct.asp?xItem=1071523&amp;CiNode=28629&amp;mp=102141</a>

## 肆、數位影像擷取與呈現

數位化的產生是經過「輸入」、「處理」、「儲存」、「輸出」此四大步驟<sup>27</sup>，在「輸入」階段，須依物件特性選擇不同數位化技術；「處理」過程除解讀或編修影像信號外，亦包含後設資料之建置；「儲存」則分為一般的轉存與永久保存的策略；「輸出」是呈現的一種方式，如螢幕的播放或印出。

選擇建築數位化技術有許多面向需要深入思考，依物件的特性選擇數位化的技術以做最佳的呈現是為重要的基礎。數位化技術之進步，已因應不同物件特性而設計有不同的數位訊號擷取設備，如掃描與拍攝等不同系統設備，各設備又針對不同物件特性而有不同的功能設計。

建築相關物件的數位化，以平面物件來看，如建築設計圖或於建築體上的面，可使用拍攝為數位化方式，而建築圖尚可依圖面大小與經費，選擇掃描或拍攝方式；建築聚落與建築體通常使用數位拍攝來因應不同的呈現，而其中拍攝尚有環場攝影與街景拍攝等不同的設備。表4-1即針對各不同物件特色提供不同的數位化技術作為參考，而本章節討論的數位化技術是以「影像擷取與呈現」為基準，將於下章再繼續介紹兼具典藏影像與數據的3D雷射掃描與測繪建模的數位化技術。

表4-1、依物件屬性選擇作業方式之參考

物件性質	平面		小型立體物件	大型立體空間	聚落空間
	圖	物件			
內容種類	建築圖、裝飾圖...等	建築立面、彩繪壁畫等	構件、裝飾物如木雕、交趾陶等	建築體	聚落、街道
作業方式	拍攝、掃描	拍攝	拍攝、3D雷射掃描	拍攝、錄影、環場拍攝、3D雷射掃描	拍攝、錄影、環景拍攝、3D雷射掃描
備註	依物件特性選擇拍攝與掃描的設備	需要高階數位攝影以解決透視變形與解析度需求	若欲製作3D環物拍攝，需在購買轉盤，或旋轉臂等裝置		

27 徐明景，《數位化工作流程指南：影像》，數位典藏與數位學習國家型科技計畫 拓展臺灣數位典藏計畫，2011年6月。

## 一、建築類文件掃描<sup>28</sup>

### (一) 適用物件

以建築領域涉及的圖像數位化原件而言，常見的資料有照片、文獻、手稿（手繪稿）及建築設計圖（描圖紙或藍曬圖）等。關於照片與手稿的等物件，是各領域常見的數位化原件，文書類物件經常於其他範疇的數位化過程中出現，例如《照片數位化工作流程指南》與《文書檔案數位化工作流程指南》兩書<sup>29</sup>，對於相關數位化流程均有詳細描述。在國科會數位典藏的執行案例中，曾以掃描技術進行數位典藏的案例有：「千千岩助太郎校長台灣原住民建築調查測繪稿全集數位典藏計畫」、「日治時期台北工業學校建築學者田中大作先生研究成果計畫」、「傳統大木師阜許漢珍技藝暨作品典藏計畫」等。



圖4-1-1、建築類型之各式數位化原件

在圖4-1-1的建築類型各式數位化原件中，比較特別的數位化原件為建築設計圖，一般建築設計圖均以「藍曬圖」（藍圖，BluePrint）的型態流通，所謂藍曬圖是以描圖紙繪製成為設計稿原件後，由另外一張具塗料的感光紙與原件重疊，透過感光顯影的技術，複製出與原件一樣的圖面，這樣程序俗稱「曬圖」。此圖面即為藍曬圖，後續以藍曬圖提供多方使用，原設計圖則予以保

存。這樣模式在建築領域延用至今，核心的原理仍依循古法，但設備和技術則有所革新，目前普遍以曬圖機輸出藍圖，大幅提升曬圖的效率、同時降低成本（圖4-1-2）。

由於藍曬圖能夠精確紀錄原設計圖的內容，兼具穩定、可靠及低價的特性，因此長期被使用在營造過程所需的設計圖副本，也留下大量以藍曬圖型態存在的建築設計圖，成為建築類數位典藏專案中較為特別的數位化原件。視不同類型的工程及需求，藍曬圖可能有A2、A1及A0等尺寸，這些尺寸均超過一般掃描器可支援的規格，需藉由專業的大型掃描器始能達成數位化目的。



圖4-1-2、設計圖原稿經由曬圖機輸出藍曬圖

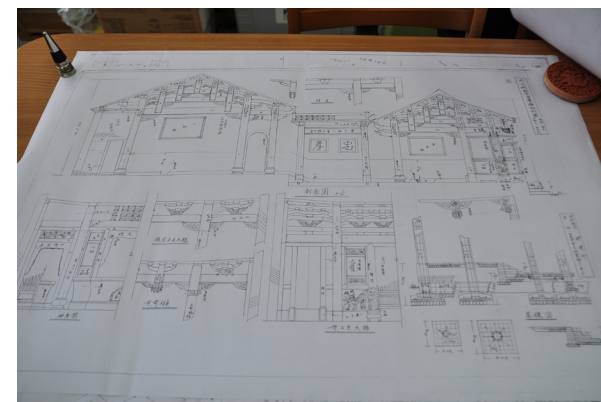


圖4-1-3、水上媽祖宮重建工程設計圖（A1尺寸）

28 圖·文 / 拓展臺灣數位典藏計畫 林芳志，特別感謝臺南市忠盈行陳盈源先生提供建議與指導。

29 參考拓展臺灣數位典藏計畫網站「數位化書籍」，皆有全文電子檔供瀏覽與下載，

<http://content.reldap.tw/index/?p=992>，檢索日期：2011年4月。

(二) 設備選擇與標準

針對各類圖像進行數位化，常見的數位化方式為翻拍或掃描。其中翻拍的架設與拍攝技巧門檻較高，且對於光線的處理也較需要專業技術與經驗來控制，一般用於大型書法或畫作的數位化流程，整體而言，此並不適合用於建築類文件或設計圖的數位化工作。另外針對建築設計圖，則必須考量光學變形的問題，由於建築圖在比例及線條方面的審視標準非常嚴格，些微的變形就會使整體設計圖呈失真的狀態。因此，建築設計圖的數位化方式仍以掃描較為適宜。關於建築類型資料之掃描數位化方案，可參考表4-1-1，以下就適用的掃描器與相關標準進行說明：

表 4-1-1、建築類型資料掃描方案建議表

原件尺寸	適用掃描器類型	輸出標準		
		色彩模式	解析度	格式
小尺寸檔案 (如照片、底片)	平台式掃描器 (需附光罩)	RGB 24bit	視放大倍率	TIFF
A3以下文件	平台式掃描器		300dpi	TIFF
大型建築圖	大尺寸 (彩色) 掃描器		300dpi	TIFF JPG

1. 適用的掃描器類型

影響掃描器的選擇條件主要包含檔案原件狀況、數位影像標準規格等，若從建築類原件常見的類型來考量，數位化時適用的掃描器種類，主要為平台式掃描器和大尺寸彩色掃描器。平台式掃描器普遍支援到A3大小，一般的建築類原件以平台式掃描器即可進行數位化作業。但若涉及建築設計圖之數位化，則多為A0或A1尺寸，須藉由大型掃描器，始能完成數位化工作。

(1) 平台式掃描器

平台式掃描器是現今使用最普遍的掃描器，主要用於照片、圖檔與文件的掃描，通常A3以下之檔案皆使用平台式掃描器進行掃描。部分平台式掃描器有搭配或是選配光罩的功能，則可針對底片類型的原件進行掃描。



圖 4-1-4、平台式掃描機

(2) 大尺寸 (彩色) 掃描器

專為大尺寸文件而設計的掃描器能掃描如A0、A1的尺寸，可以處理大尺寸物件如彩色海報、建築圖、地圖、工程圖及美工圖形等。而支援大尺寸原件的掃描器所費不貲，一般單位通常無法承擔，且為短期需求購買昂貴的掃描器材，也不符合經濟效益，因此常以委外的型態進行數位化。此外，由於大尺寸彩色掃描器採用饋紙式進紙，因此紙質過於脆弱之文件則不適用，或須配合修補與膠膜圖套等處理再進行掃描作業。



圖 4-1-5、大尺寸掃描設備



圖4-1-6、大尺寸彩色掃描器

## 2.適用標準與規格

掃描工作所產生的數位影像，須符合一定的規範與品質。這可從瞭解掃描器的技術指標切入，作為選擇標準與訂定規格的主要原則。掃描器的技術指標主要有光學解析度、色彩位元、動態範圍及掃描速度等項目。以下分別說明之：

### (1)光學解析度

解析度單位為DPI(Dots Per Inch)，可分為光學解析度和最大解析度兩項指標。光學解析度是指掃描器光學系統可以採集的實際信息量，最高解析度則是通過處理器或軟體演算法可以產生的信息量。<sup>30</sup>市面販售之掃描器大部分會同時標示這兩種解析度。須注意光學解析度才是真正衡量掃描精細度的關鍵參數。而視後續應用層面不同，輸出的解析度也有不同設定，但過大的解析度會造成檔案儲存及影像處理之負擔。以建築類型的文件而言，通常將掃描數位化之解析度設定為300dpi即可。

### (2)色彩深度（色彩位元、色彩濃度）

掃描器的顏色深度是測量掃描器可以在數位影像中產生的顏色數目。比如一台色彩深度24bit的掃描器，是由RGB三個通道分

別以8bit的色彩深度形成影像，一個顏色有256種不同的色度，總計可形成 $256 \times 256 \times 256 = 1677$ 萬種不同的色彩。而人類視覺可辨識的顏色約為1千6百萬種。因此選擇24bit色彩深度的掃描器即可滿足大部分的需求。

### (3)動態範圍(Dynamic Range)

通常以D(Dmax)作為數值，是掃描器可以讀取、從最暗到最亮的可見光記錄範圍，另外一種說法是，此乃掃描器所能探測到的最淡顏色和最深顏色間的差值。具有較大動態範圍的掃描器可以產生更多陰影和反白細節，也就是再現色彩細微變化的能力越強，通常超過3.0D即是相當出色的規格。動態範圍與位元深度兩個要項，同時用來判斷掃描器產生色調範圍和色彩範圍的能力。

### (4)掃描速度

為表示掃描單張文件快慢的指標。若選擇以內製的方式自行掃描，當掃描的物件達到一定的數量，工作的時間也會隨之倍增，因此掃描速度為選擇掃描器的重要指標之一。若有大圖掃描的需求，通常會以委外的方式進行。彩色掃描與黑白掃描也會影響掃描的速度，例如成大「傳統大木司阜許漢珍技藝暨作品典藏計畫」委託的掃描廠商，以300dpi的解析度掃描一張A1的黑白建築圖僅需3秒，如改以彩色掃描，則一張需要約15秒左右。

## (三) 掃描工作內容

關於建築類型資料的掃描數位化工作，可由第二章的整體流程圖中，將平面掃描的部分擷取出來（圖4-1-7），依此瞭解到掃描數位化的整體工作內容，大致上涵蓋訂定清單、檢視及修復、物件掃描、成果檢視及檔案後製等階段。茲分別述如下：

30 王雅萍、林彥宏著，《文書檔案數位化工作流程指南》，臺北市：數位典藏拓展臺灣數位典藏計畫，2008年4月，頁24。

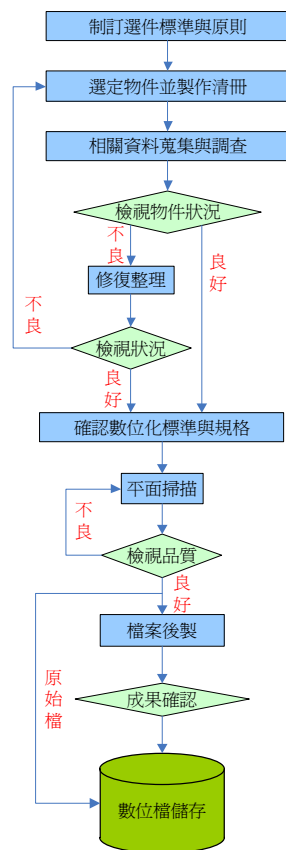


圖 4-1-7、建築類型資料掃描工作流程圖

### 1. 訂定清單

在掃描的前置作業中，必須先建立欲進行掃描之物件清單（圖 4-1-8），並事先確認原件的尺寸及狀態，以作為後續工作流程各步驟的執行依據，並可作為日後成果盤點之用。同時，為了後續整體流程之作業考量，應以物件清單內容制訂檔案命名原則（例如以「年度—主類別—次類別—流水號」為檔名），並依照物件特性劃分存檔或備份的資料夾類別，建立一致的儲存流程，成為日後參與人員之教育訓練內容。

資料名稱	檔案格式	數位典藏品名稱	檔案項目名稱	資料種類	尺寸	數量/備註	計畫 A4 尺寸數量	備註/備
4.1.1.1	影像白線	台南大南門	東門白線	89*76cm	1 張紙、建築平面圖	1	1	15
4.1.1.2	照片	台南東安門	東門白線	79*100cm	1 張紙、建築平面圖	1	1	15
4.1.1.3	照片	台南東安門	東門白線	79*100cm	1 張紙、建築平面圖	1	1	15
4.1.2.1	照片	台南東安門	東門白線	79*100cm	1 張紙、建築平面圖	1	1	15
4.1.2.2	照片	台南東安門	東門白線	79*100cm	1 張紙、建築平面圖	1	1	15
4.1.2.3	照片	台南東安門	東門白線	79*100cm	1 張紙、建築平面圖	1	1	15
4.1.3.1	照片	台南東安門	東門白線	79*100cm	1 張紙、建築平面圖	1	1	15
4.1.3.2	照片	台南東安門	東門白線	79*100cm	1 張紙、建築平面圖	1	1	15
4.1.3.3	照片	台南東安門	東門白線	79*100cm	1 張紙、建築平面圖	1	1	15
4.1.4.1	照片	台南東安門	東門白線	79*100cm	1 張紙、建築平面圖	1	1	15
4.1.5.1	照片	台南東安門	東門白線	79*100cm	1 張紙、建築平面圖	1	1	15
4.1.6.1	照片	台南東安門	東門白線	79*100cm	1 張紙、建築平面圖	1	1	15
4.1.7.1	照片	台南東安門	東門白線	79*100cm	1 張紙、建築平面圖	1	1	15
4.1.8.1	照片	台南東安門	東門白線	79*100cm	1 張紙、建築平面圖	1	1	15
4.1.8.2	照片	台南東安門	東門白線	79*100cm	1 張紙、建築平面圖	1	1	15

圖 4-1-8、「千千岩助太郎校長台灣原住民建築調查測繪圖稿全集數位典藏計畫」清單中列出各種類型物件

### 2. 檢視及修復

以紙質型態存在的原件，會隨時間而更加脆弱與褪色，建築資料的原件也不例外。因此，在數位化過程中，原件的折痕、斷裂或褪色等現象，均會影響產出成果。在掃描進行前，需先進行初步的檢視工作。在提取年代久遠的物件時，為避免原件遭受不必要的侵害，建議使用無酸手套並配戴口罩，且盡可能保持檔案的原況和外觀。此階段主要檢查原件是否有破損或沾附異物等情形，除使用軟毛刷進行原件清理之雜質外，如有紙質脆弱或毀損的現象，須以無酸膠帶加以修補，並於掃描作業時補強保護措施。

### 3. 物件掃描

原件經檢視完成後，即正式進入掃描的階段。首先，依據專案需求及前述掃描器規格來設定輸出格式。例如，「日治時期臺北工業學校千千岩助太郎校長台灣原住民建築調查測繪圖稿全集數位典藏計畫」，在內部掃描圖片時所設定的格式為：解析度300dpi、色彩深度RGB24bit，原始檔則儲存為TIFF檔；而「傳統大木司阜許漢珍技藝暨作品典藏計畫」的專案中，委外掃描大型建築圖時，則將格式設定為：解析度400dpi、色彩深度RGB24bit，原始檔則儲存為JPG檔。

掃描物件的尺寸若為A3以下，可考量購置平台式掃描器，以計畫內部人員經教育訓練後執行掃描數位化工作。掃描流程大致上可分為

以下步驟：

- (1)使用壓縮空氣球和光學棉布清除掃描平台之灰塵及雜物。
- (2)取出原件置於掃描平台，確保原件保持平整的狀態。
- (3)開啓掃描器軟體，並設定各項參數及輸出格式。
- (4)預視掃描成果，並適度調整原件狀態。
- (5)依據前述設定逐一進行掃描工作。
- (6)檢查原件狀態，如經掃描後是否有意外破損或沾附異物等情形。
- (7)按照依數位化清單之編號進行點交歸檔。

至於掃描大尺寸建築圖則需仰賴大型掃描器，一般考量整體效益，也會以委外的方式進行。以「傳統大木司阜許漢珍技藝暨作品典藏計畫」為例，大型建築圖的掃描工作主要有以下步驟：

- (1)脆弱原件使用無酸材質的高透明度圖套予以包覆。
- (2)選擇1~2張建築圖進行預掃。
- (3)透過影像軟體檢視預掃成果，並視狀況調整設定。
- (4)調整完成後，以單張手送方式饋入大型掃描器。
- (5)檢查原件狀態經掃描後是否有意外破損或沾附異物等情形。
- (6)按照依數位化清單之編號進行點交歸檔。

#### 4.成果檢視

檢視輸出之檔案是否達到專案預設的品質，並紀錄具明顯瑕疵的數位檔案（圖4-1-9）。視瑕疵的狀況評估是否應重新進行掃描步驟，或可藉由軟體後製的方式修正。此階段主要的檢視內容大致有下列幾項：

- (1)核對原件典藏號與該件影像檔之編碼是否一致。
- (2)以影像軟體檢查是否可以正確開啓數位影像檔。
- (3)檢查影像檔案大小、解析度、檔案格式、色彩模式。
- (4)檢視影像是否有不明雜點，原件破裂折損處是否確實攤平。
- (5)檢視影像檔之亮度、對比、清晰度及銳利度等。
- (6)檢視影像檔預留邊框大小是否合宜。
- (7)檢視影像檔是否有歪斜狀況。

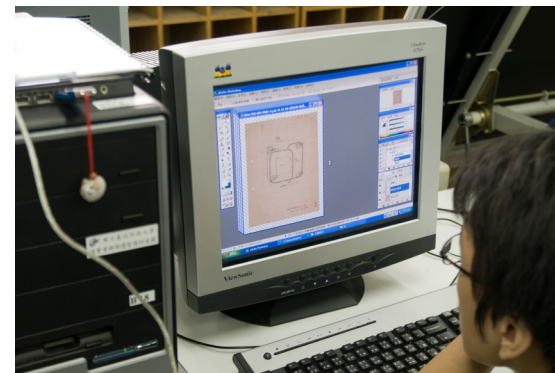


圖4-1-9、以軟體檢視圖像品質

#### 5.檔案後製

掃描產出的數位檔經過檢視之後，即進入後製的工作程序。檢視過程中確認有瑕疵但可藉由軟體修正者，進入影像修正的程序。所有檢視通過及修正無誤之檔案，則須進行轉檔與浮水印等後製作業（圖4-1-10）。

- (1)影像修正：以軟體處理歪斜、雜點、邊框、亮度、對比、銳利度等。
- (2)轉檔：根據影像使用目的及規定之影像規格，進行轉檔或壓縮。
- (3)製作浮水印：為保護著作權，公開展示時可考量以浮水印標示版權。

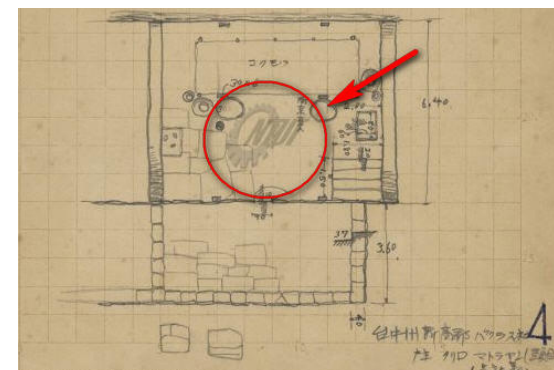


圖4-1-10、於後製階段以軟體建立浮水印

## 二、數位影像紀錄<sup>31</sup>

數位拍攝是目前最為常見的記錄方式。以建築數位化的流程來看，還分為攝影棚內與棚外的拍攝，本章節以走出攝影棚外，鼎立於大自然光下的建築體為主軸，若從建築體上拆卸下的構件，可在室內架設攝影棚拍攝的數位化流程，拍攝方式與器物類的流程相似，可參考系列叢書中其他相關指南<sup>32</sup>。

### （一）物件設定

建築拍攝的主題很廣泛，可為建築群、單棟建築、單一構件或細部，各不同的目標所使用的數位化設備與技術各有差異。進行數位化前須先將拍攝物件列清單，分析拍攝物的各不同特質，並針對物件擬定拍攝流程，固定一套的作業方式能加速作業流程，確保拍攝資 的完整性與正確性，取得均一化的影像品質。若另有特殊的拍攝流程，也需另外分析物件特點，另訂拍攝計畫。

建築所涵蓋的內容多元，若要全面呈現需搭配各種不同設備，目前數位拍攝是最基礎的方式，其能利用各不同機身與鏡頭拍攝物件平面影像，再搭配軟體做不同方式的呈現。在國科會數位典藏的執行案例中，曾做過室外實體建築數位拍攝的案例有：「龍山寺大木作數位典藏計畫」、「台南古蹟數位典藏」、「台灣寺廟建築之美-台中市樂成宮廟宇建築藝術數位典藏計畫」、「澎湖花宅傳統聚落之空間建築數位典藏計畫」…等，是除了建築面的拍攝外，並針對特殊裝飾細節作紀錄。

### （二）設備挑選

建築主題的拍攝不但要表現出建築的空間、層次、質感、色彩和環境，更重要的是作品必須保持視覺上的真實性。拍攝時最需費心的地方，是建築空間會因高度與面積而有所差異，除了因物件高低大小選擇拍攝地點外，還需因應不同物件選擇不同設備，以將影像做最佳的呈現。拍攝設備的挑選，執行單位

31 圖·文 / 拓展臺灣數位典藏計畫 褚如君。

32 如，高芷彤、陳秀華，《瓷器數位化工作流程指南》，數位典藏與數位學習國家型科技計畫 拓展臺灣數位典藏計畫，2009年4月。

需依物件多寡來決定設備的安排。

1. 相機：數位相機目前可分為四大類，分別是「傻瓜數位相機」、「變焦傻瓜型數位相機」、「完整功能型數位相機」、「特殊功能數位相機」<sup>33</sup>，完整功能型的是同時擁有光圈與快門先決、手動曝光與程式自動曝光等具控制功能的數位相機，並有類單眼的功能，是數位典藏專案中最常選擇的類別。

數位相機的功能主要分為感光元件、鏡頭、曝光控制、取景裝置、影像大小、輔助光源系統、色彩校正系統、電力與儲存系統、附屬功能與擴充配件等，而每個細項皆可再細分，選購時在許多不同面向的考量下，可依目標設定比較項目，在數位典藏的工作考量是以精細畫質為標準，因此可在經費與畫質兩大需求面下作考量，又因應建築體相關物件各種不同的拍攝需求，能更換鏡頭的相機是為首選。另外，記憶卡容量與速度是否適用、電池是容易取得可更換的電池或輕薄可充電的離電池，也需依拍攝環境而列入考量。

高畫素、複雜功能的選擇雖代表了數位科技的進步，但若無適當的鏡頭搭配、拍攝技巧、螢幕呈現與列印輸出等，亦仍無法表現出高品質的呈現。

2. 鏡頭：關於建築相關的拍攝有許多不同的條件，變焦鏡頭是最為方便的選擇，如有多重焦距28mm~135mm的鏡頭，即等於同時擁有廣角、標準及望遠三種鏡頭，讓取景構圖更為容易。<sup>34</sup>

(1)標準鏡頭：拍攝視角大約在45度~55度之間，成像在「透視比例」、「距離感」以及遠近物體的「清晰度」等都接近於人眼所見，較無變形問題，適用於建築單一物體或單一立面的拍攝。

(2)長鏡頭：一般又分為「普通長焦距鏡頭」、「中等長焦距鏡

33 林阿嵐，《數位相機採購應用聖經》P29、P326，電腦家庭文化事業股份有限公司。

34 田中希美男等著，《交換鏡頭活用知識大百科》，2011年3月，城邦文化事業股份有限公司 尖端出版。

頭」、「超長焦距鏡頭」三大類。長鏡頭讓影像放大率更大，能拍到較遠的影像，如拍攝廟宇建築屋頂上的細部裝飾。由於長鏡頭體積都較大，為避免相機搖動影響影像清晰度，應使用三腳架支撐，若必須使用手拿拍照，可選擇高速快門速度，提高ISO感光度，並拍攝超過一張以上的數量以提高成功率。拍攝遠景時易受到大氣的影響，目視時雖可看出對比度，然拍攝時卻易朦朧欠缺解像感，其大都是受空氣品質的影響，可盡量選擇大氣中水蒸氣較少的時間及天候光線狀態較佳的時間，亦是清晰拍攝的方法之一。

(3)廣角鏡頭：一般分為「廣角鏡頭」、「超廣角鏡頭」與「魚眼鏡頭」三大類。廣角鏡頭基本的特點是鏡頭視角大，視野寬闊，從某一視點觀察到的景物範圍要比人眼在同一視點所看到的景深更長，可涵蓋住大範圍景物。然而，愈接近鏡頭的景物影像會愈大，相反，離鏡頭遠者其影像會愈小，離鏡頭邊緣愈近的影像，其變形幅度也愈大。

(4)移軸鏡頭：移軸鏡攝影(Tilt-shift Photography)是可透過鏡頭修改畫面的透視或創造出特殊景深的畫面，又叫做「透視控制鏡頭」。移軸鏡頭本身因設有旋轉的功能，能做上下左右與俯仰的角度，主要用來修正透視問題。如拍攝高樓建築時可以修正變形，將被攝體的水平與垂直都確實呈現出來。早期移軸鏡頭僅應用在單眼相機上，隨著數位時代的進步，部分數位相機也開始搭載移軸鏡頭。若因配備增加額外預算，軟體如Photoshop也提供可做調整之功能。

3. 其他相關設備：包括腳架、轉接環、偏光鏡、三腳架、雲台、打燈設備、快門線、反光板、清潔保養用品、收納背包等等。

### (三) 拍攝流程

1. 準備器材：可將所需設備條列清單，於實地拍攝前應確認所有相關設備，避免千里迢迢前往拍攝地點，卻因設備不足而扼腕。
2. 設備架設：室外拍攝有許多的限制，物件有不同的高度與大小，且物件是固定位置無法搬移，拍攝位置即有很多的挑戰，需尋找適合架設相機平坦且安全的位置。架設腳架須確認皆位於平穩位置後才安裝相機，相機架設於三角架之雲台上，除利用水平儀測量相機是否保持水平，也需注意相機與拍攝體是否平行，以確保完整入鏡，並避免透視失真，保持穩定感。因室外自然光源雜亂，且光線角度與時漸移，皆會影響影像的清晰度，因此可架設簡拆裝、能遮擋外界光源的標準光源，以求獲得接近真實之影像。

3. 拍攝注意事項：

- (1)取景構圖：數位典藏的建築拍攝是以紀錄物件真實面貌為首要考量，因此拍攝以清晰明確、檔案符合標準為首要考量。拍攝點的選取應以表現建築體表面、空間、層次為考量，有時候建築與周邊環境有緊密的互動，拍攝時亦會顯示彼此的依存關係，但要避免與建築物沒直接關係的物件，如廣告招牌、發電箱等後現代產物，尋找能充份表現建築的拍攝點，以獲得適切的構圖效果。
- (2)正確用光：拍攝建築時除依拍攝體選擇使用鏡頭外，正確用光更是表現物體的重點，正確用光的含義是指控制光的方向、強度和品質，既要表現出受光面材料的紋理質感，又要能顯示出陰影處的深度而又不失細節。用平面的影像形式來表現立體空間有賴於光與影，與建築物正面成45度的前側光，最能表現細節處，但在表現表面光亮、較易接收反射光的物體時，光照的角度就更靈活掌握，既應避開強烈的反射光，又應表現出材料反射的質感，還要使其表面所反射出來的周圍景物不破壞主題。

拍攝建築室內時，光源不穩定是常見的問題，如「龍山寺大木作數位典藏計畫」的執行，拍攝高度約達8-9公尺，傳統建築裡燈光規

劃較少，拍攝光線相當不足，為取得較佳之品質，工作人員須搭三層施工架，再配合專業級補光燈方能進行拍攝，拍攝時更需注意設備與工作人員、周邊大眾的安全。

#### (四) 影像呈現

建築內部空間有許多的裝飾構件，尤其是傳統建築將藝術與實用合一，更體現出臺灣傳統建築之精神，環場拍攝是最能全面呈現的方式，將於下一節繼續說明。若只使用拍攝記錄更清楚的影像時，需逐一特寫，並依序環繞記錄其空間位置。拍攝環繞的方式可以分為兩種，一種是以攝影者為中心，向四面八方拍照，如記錄空間內各不同角度與各不同物件的存在關係；另外一種是以一個物體為中心，以各種角度拍攝該物品，如針對龍柱等單一立體物件拍攝做360°與上下各角度的呈現。拍攝複雜多樣的物件時，應記錄所有檔案編號與空間位置的對應關係，以協助資料庫的搜尋，然而，對於照片的整理有時候很難依現場的紀錄完整說明。在電腦呈現上，可結合擬真的3D影像或FLASH動畫網頁，然而，要讓每張照片都歸位於正確的空間位置，後製需花費許多時間與人力。

關於環物、環景的圖像整合現在已有許多合成編輯器，應用軟體能以影像重疊的原理，創造一個全景無縫結合的圖像。目前，由微軟所提供的軟體Photosynth<sup>35</sup>，其結合「圖像處理軟體+網路服務」的功能，透過空間場景中的大量照片，找出照片中相似的特徵、角度、位置，直接在線上自動接合，自動拼接完成3D空間照片影像（圖4-2-1）。此就像文章是用關鍵字搜尋一般，圖像藉由點的訊號尋找接合處，重疊不同角度的影像，並處理複雜的空間運算，呈現不同遠近、角度照片間的影像關係，更重要的是，此種方式懂電腦基本操作即可執行，不需透過程式設計師、動畫師即可呈現線上3D影像。

Photosynth找回相片中的真實空間位置，產生大型3D的全景瀏覽圖，跳脫

2D單張觀看模式，而有不同的呈現方式。影像製作時，最重要的是要提供充足的影像資訊進行比對套疊，才能呈現良好畫質的影像。目前微軟提供使用者有20GB免費的空間上傳照片，並有可做基本呈現的平台，不過要注意的是，透過Photosynth處理的成品上傳後，基本上都是公開的，但可以設定分享授權方式。透過微軟圖像社群網站建構完整場景，並提給各地有興趣的人直接瀏覽，對各地知名建築也深具意義。

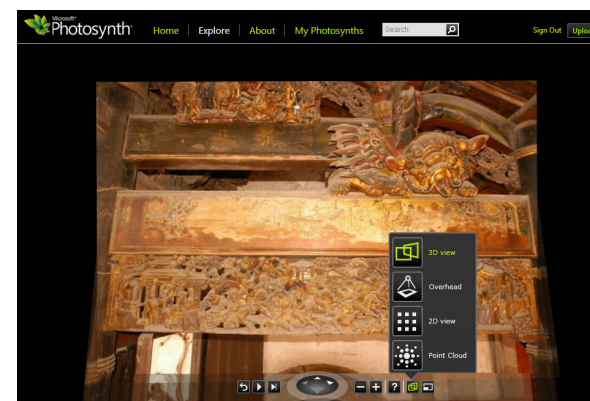


圖4-2-1、澎湖天后宮三川明間右邊第三棟架圖<sup>36</sup>

### 三、環場攝影

#### (一) 適用場合

當單張攝影圖像不足以清楚表達拍攝的場域、環境、建築物本體及建築物相對位置時，環場攝影是一個適用的選擇，尤其在數位相機興起後，透過電腦進行影像比對編輯，透過定位、運算、變形接合的過程，能夠更完整地呈現出其空間位置關係。

36 內容為臺灣藝術大學古蹟藝術修護學系，辦理國立文化資產保存研究中心籌備處所「澎湖天后宮建築裝飾藝術調查計畫」成果影像，圖片由臺灣藝術大學古蹟藝術修護學系提供。更詳細的澎湖天后宮Photosynth圖片瀏覽可參考：<http://content.ndap.org.tw/index/?p=958&page=2>。

37 圖·文 / 彩藝術有限公司張文彬，中國文化大學資訊傳播學系徐明景教授指導。

35 參考Photosynth網站，<http://photosynth.net/>，檢索日期：2011年3月。

## （二）攝影器材及相關設備

環場攝影有多種製作拍攝方法，如以拍攝過程影像張數來區分，可分「單張拍攝環場」、「三張拍攝環場」及「多張拍攝環場」。「單張拍攝環場」拍攝過程中速度較快、器材簡便，完成品檔案畫素較小不利於放大細看。「三張拍攝環場」拍攝過程較為複雜，後續軟體製作相較更費時費工，且較不易完成。「多張拍攝環場」拍攝過程時間較長，但後續製作合成較容易，完成品檔案畫素量較大，有利於放大細看。以下以「多張拍攝環場」為例說明之。

1. 攝影器材及相關設備：數位相機、相機鏡頭、有角度標示水平雲台、相機三腳架、測光錶、色溫錶、記憶卡。

2. 後製設備：

(1)電腦設備：Windows xp、Petium4 2.0G Hz以上、512MB RAM以上、64RAM 32bit顯示卡、80GB硬碟以上、IEEE1394連接埠、USB連接埠、19吋以上顯示器。

(2)軟體部份：VR Tool Box環場影像軟體、Quick Time Player播放軟體、Photoshop影像處理軟體。

## （三）拍攝操作流程與後製

1. 拍攝操作流程

(1)將數位相機裝上適當的角度鏡頭。

(2)將數位相機固定在裝有角度標示水平雲台的相機三腳架上，置於欲拍攝場景中。

(3)調整角度標示水平雲台使相機操作時能保持水平。

(4)以測光錶、色溫錶量測值，控制相機光圈、快門與色溫設定。以單一測量值預備拍攝。

(5)設定對焦點，以預設角度配合軟體，設定順、逆時鐘方向360度多張拍攝之模式。

2. 拍攝注意事項與要領

(1)選擇良好拍攝時間

相同的地點拍攝會因拍攝時間光線不同而產生不同的視覺效果，因此建議如下：

A.室內拍攝：若拍攝點有可能拍攝到門窗戶外影像時，選擇室內外光差較小時段拍攝，如近黃昏、清晨時段拍攝。

B.戶外拍攝：選擇中午左右時段或天空有雲時段拍攝，避免直接拍攝到太陽，或因陽光所產生高反差陰影而影響拍攝影像。

(2)適當的拍攝點

拍攝點的選定影響到環場攝影影像完成品之呈現，不同的拍攝點所呈現的場域、空間不同，會影響到環場攝影主題的表現，因此要慎選拍攝點。

(3)適當角度的鏡頭

不同的鏡頭產生不同透視效果，影響到影像整體的表現與空間的呈現，因此，必須依照所要呈現的影像選擇相機鏡頭。

(4)焦點設定

環場攝影拍攝不能依照單張拍攝而設置不同焦點，必須先確認環場攝影所要拍攝主體，以拍攝主體為標的設置焦點後，以同一焦點進行環場攝影拍攝。

(5)測光值設定

環場攝影拍攝不能依照單張拍攝而設置不同測光值拍攝，必須先確認環場攝影所要拍攝主體，以拍攝主體為標的設置測光值，以同一測光值進行環場攝影拍攝，或以測光平均值進行環場攝影拍攝。

(6)景深控制

環場攝影拍攝必須先確認環場攝影所要拍攝的主體，以拍攝主體為標的設定同一焦點，以同一測光值操作相機，以同一光圈、快門控制景深範圍拍攝。大光圈值拍攝有較大的景深，通常以大光圈

值、低速快門作環場攝影拍攝。如果拍攝的場域、環境有非固定的物體（被風吹動的樹枝、飄動的旗子等），影響環場攝影拍攝時，須適時調整相機光圈、快門控制景深範圍，以同一光圈、快門拍攝。

(7)色溫控制

以環場攝影所要拍攝主體為標的量測之色溫值，或以環場攝影拍攝現場量測之色溫平均值為依據，設定相機拍攝色溫與其一致拍攝。



圖4-3-1、中正紀念堂環場攝影

3.後製合成

依拍攝操作流程、拍攝注意事項與要領所拍攝獲取的圖像，以VR Tool Box環場影像軟體合成製作，並輸出成Quick Time影片(\*.mov)檔案格式。製作流程如下：

- (1)開啓VR軟體並選取環場製作項目。
  - (2)點選製作多張環景圖檔。
  - (3)依拍攝張數點選張數數據。
  - (4)依拍攝時所用鏡頭選取鏡頭參數或自行輸入參數。若非全片幅，需根據機身片幅換算鏡頭參數。
- A.點選Acquire後點選Multiple選取製作環場圖檔。

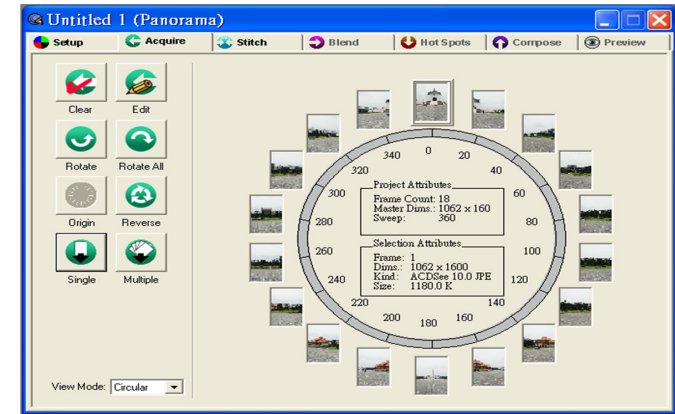


圖4-3-2、環場圖檔製作順序設定

B.點選Stitch，後選點Build，圖檔會呈現排列狀。

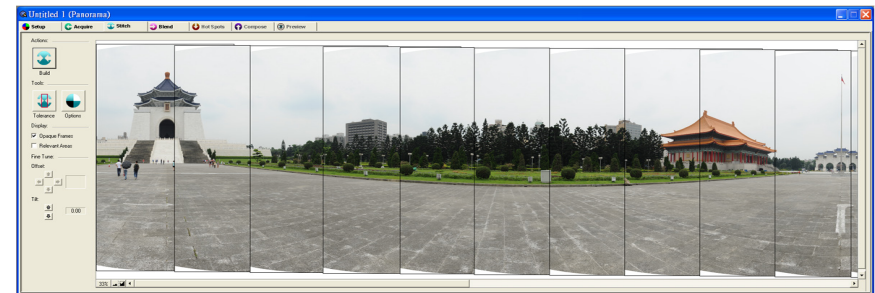


圖4-3-3、環場圖檔製作順序設定

C.點選Blend，後點Build 開始融圖。經過軟體處理，將所選之多張圖檔轉為環場圖檔。

D.依照軟體製作流程步驟前進，最後輸入網路瀏覽影像尺寸，以Quick Time影片(\*.mov)檔案格式完成儲存。



圖4-3-4、環場攝影圖檔製作完成圖

#### (四) 檔案規格與品質標準

##### 1. 檔案規格：

環場攝影影像一般用於網際網路瀏覽，檔案格式與播放軟體應具備普遍性。製作的檔案不宜太大，以能方便快速下載；製作時以能清楚記錄儲存所要呈現內容為前提，以選擇適當的圖檔，播放軟體以使用便捷，瀏覽影像不失真播放順暢為原則。VR Tool Box環場影像軟體輸出格式為Quick Time影片(.mov)檔案格式，Quick Time影片(\*.mov)檔案格式以Quick Time Player播放瀏覽。Quick Time Player是Apple, Inc.在Mac OS和Windows平台推出媒體播放軟體，已為廣泛使用又可免費下載，所以Quick Time影片(\*.mov)檔案格式和Quick Time Player播放軟體是環場攝影實用的檔案格式與播放軟體。

##### 2. 品質標準：

###### (1) 一般環場攝影品質標準

環場攝影影像，所拍攝的單張攝影圖檔品質，即直接影響環場攝影影像品質。所以管控單張攝影圖檔品質即為管控環場攝影影像品質。整體而言，選擇拍攝的時間、地點、鏡頭、焦點與測光值設定、景深控制、色溫控制皆有影響，因此管控好上述各點即能得到較高品質的環場攝影影像。

###### (2) 以高動態範圍(HDR)影像提高環場攝影品質

好的環場攝影影像能顯現所要求的品質，無論環繞瀏覽或放大細部觀察都能清楚表達拍攝的內容，然而，真實世界中光線的明暗差相當大，人眼因瞳孔縮放適應光線強弱變化，對光線的細微

強差感受較小。現有的位相機雖有光圈、快門控制進光，但位相機無法在一張影像上的同部份，以同的曝光拍攝而使拍攝影像與人眼所看見影像相同，如圖4-3-5。

高動態範圍影像(High Dynamic Range HDR)，是以多張以不同曝光值拍攝的同一場景，經過軟體調整動態範圍，使影像暗部以及部的細節都可以展現出。360度的環場攝影幾乎無可避免會涵蓋到天空的部和陰影的暗部，所以經過HDR處理過後的影像能夠展現更多的細節，使其更接近在現場的視覺經驗，如圖4-3-6。



圖4-3-5、文化大學菲華樓單張環場攝影圖檔製作完成圖

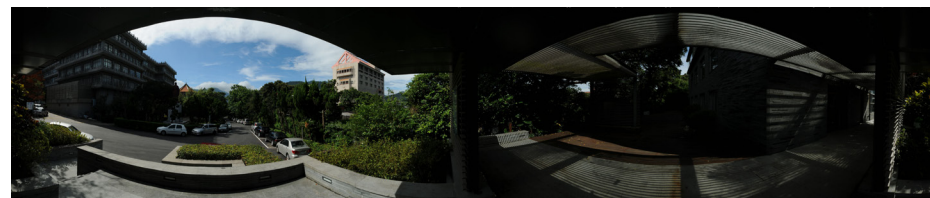


圖4-3-6、文化大學菲華樓HDR (5張) 環場攝影圖檔製作完成圖

## 四、街景攝影測量<sup>38</sup>

### (一) 車載移動測繪系統(街景測量車)

傳統城市規劃依賴二維向量圖、地形等高線、現地相片及房屋樓層數等進行都市計劃或決策，這些規劃設計師們必須有豐富的想像力，才能利用這些平面的資訊來「想像」出真實場景，並在這場景中進行複雜的規劃、管理或決策等工作；而文史工作者亦同樣僅能以相片、文字等平面的方式來進行聚落或建築的保存。

人們不滿足於現況，想要有一種更方便、更直觀也更易懂的模型來做為決策的依據，或是利用此類模型來進行資料的保存，於是便使用紙板及木板等製作等比例尺縮小的城市模型，希望能讓規劃、設計、決策及保存的工作更為方便。這些模型的確提供了一個直觀且富有真實感的場景，但製作擬真模型需耗費大量的時間、材料費昂貴及需有一定的製作技巧方可達成。這類的模型雖帶給規劃人員、決策者及文史工作者極大的便利，但仍有一些無法解決的問題存在。其一是這些模型雖然是以等比例尺縮小製作而成，但我們仍只能想像自己處在這一擬真模型中，換句話說，我們僅能從外圍觀察這個「城市」，而無法真正進入其中；另一個缺點為，這些花費長時間製作的模型幾乎是沒有修改的餘地，若真要進行大幅度的修改，恐怕只能重新製作一個新的模型。

近年來電腦及網路日新月異，為什麼我們不能結合地理資訊系統、遙測技術、網路資料庫、電腦繪圖及多媒體仿真等技術，建立出一個在電腦上的「數位城市」呢？Google和Microsoft首先開了這個大門。2005年Google首先發佈了Google Map及Google Earth網路向量地圖及衛星影像的瀏覽及查詢服務，同年，Microsoft也發佈了Virtual Earth，兩者皆提供了一個能與使用者進行互動，並如親臨現場的「數位城市」。

這兩項服務的推出，可以說是數位城市開始蓬勃發展的濫觴。由於數位城市是結合了地理資訊系統、遙測技術、網路資料庫、電腦繪圖及多媒體仿真等

技術所建立而成，它將帶給需要對空間中的物件進行管理者及都市規劃決策者相當大的幫助。同時，因為可以加入一些仿真的建物模型，我們可以在此類系統上建立一個擬真的古老城市，讓人彷彿穿越時空隧道般，重現某個城市在當代的風光。

該如何建立一個數位城市呢？如何將真實城市中的所有建築、設施、道路等完全地複製到電腦上供眾人觀看呢？利用移動測繪系統(Mobile Mapping System, MMS)可快速且有效率地達成這些目的。

移動測繪系統包含了三個重要的組成要素，即定位感測器、測量感測器，及移動載具。移動載具上裝置了定位感測器及測量感測器，便可一邊移動一邊進行資訊的收集，其中定位感測器建立了移動載具在收集資訊的每一瞬間測量感測器的地理空間位置及傾斜變化，藉由這些資訊可使移動測繪系統在行進間仍維持一個高度精確的3D定位系統，這對於資料收集及後處理相當有幫助。

目前較常見的移動測繪系統有空載移動測繪系統、無人空載移動測繪系統(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)及車載移動測繪系統三種。不同載具各有其優缺點，但一般在建立數位城市時，較常(也較適合)使用車載移動測繪系統。

### (二) 軟硬體挑選

將定位感測器及測量感測器固定於汽車這個載具上，即稱為車載行動測繪系統。定位感測器主要的目的在收集資料時的三維空間位置，以提供後續處理資料時的定位資訊。通常是以一個GPS搭配慣性測量單元(Inertial Measurement Unit, IMU)所組成，有時為了取得更精準的資料，還會再搭配一組輪胎里程計(Odometer)。

測量感測器則分為兩大類，一類為光達(Light Detection And Ranging, LiDAR)感測系統，此類系統可將空間中所有物體以點雲的資訊記錄下來，因資料量大，需耗費較多的時間進行資料的處理，但處理完畢後每個點都可解算出其真實的地理坐標，故此類感測器通常用於精準測量及土木工程上。另一類為影像式感測系統，此類系統以拍照或攝影的方式進行資料收集，所得的照片或影像搭配定位感測器，以航空測量的前方交會概念可得相片上每一點的地理坐標資訊，

38 圖·文 / 中央研究院地理資訊科學研究專題中心 劉濠雄。

但因未考慮景深的概念，此類系統所得資訊的精準度並不如光達感測系統，故通常僅做為GIS空間資料的收集。目前的趨勢是一台載具上同時搭配此兩類的測量感測器，以便在一次作業後得到多元的資料。

現行的車載行動測繪系統相當多，如奧地利的RIEGL、加拿大的Optech、荷蘭的Tele Atlas，或是大家很熟悉的Google街景測量車等等。本文將以日本Topcon公司所推出的整合式影像式感測系統IP-S2 Lite為例進行說明。



圖4-4-1、街景測量車



圖4-4-2、Topcon IP-S2 Lite外觀

如圖4-4-1及圖4-4-2所示，IP-S2 Lite所配戴的測量感測器為加拿大Point Grey的Ladybug 3 CCD環景攝影機，其搭配有六個鏡頭，每次拍攝都能合成一張獨立的環景影像，可支援每秒16張的拍攝速率，每個鏡頭的最高解析度為1600x1200像素。

定位感測器部份其配戴具有D-GPS(SABA)精度的GNSS ANT PG-A1 GPS天線，最高可達次公尺級精度。內藏於IP-S2 Lite控制盒內則有GPS的接收器及GNSS IMU，控制盒負責影像、GPS及IMU的訊號同步，再經由1394b及網路線連結至電腦以利儲存。圖4-4-3、4-4-4說明了IP-S2 Lite各部的連接狀況。

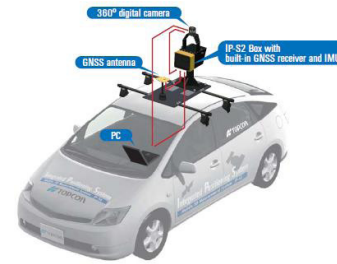


圖4-4-3、Topcon IP-S2 Lite各組件  
(圖片出處: 日本Topcon公司)

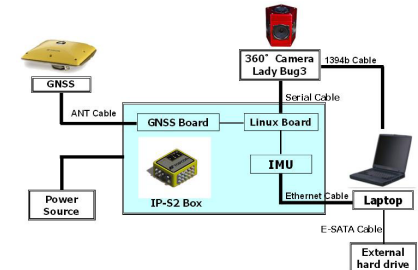


圖4-4-4、Topcon IP-S2 Lite各部連接方式  
(圖片出處: 日本Topcon公司)

由上圖可知，雖然GPS及IMU的資訊和攝影機的資訊是分別獨立，經由不同纜線傳輸進電腦，但其間必須透過IP-S2控制盒進行訊號同步，否則將無法賦予照片精確位置的資訊。若預定拍攝的時間較長，可另外準備外接式硬碟供儲存使用，以每秒16張的速率拍攝，此系統每秒將產生60MB左右的資料量，為避免資料的漏失，必須使用E-SATA介面進行資料的傳輸。

### (三) 技術操作流程

簡易操作流程(圖4-4-5)所示。操作時需要兩人一組，一人負責開車，而另一人則利用車內的筆記型電腦一邊控制系統並擷取資料，一邊注意是否有障礙物干擾拍攝。為利於取得資料之品質，拍攝時盡量避免突然加速或迴轉，同時車速不要太快，以增加每張照片的重疊率，這些都將有助於之後解算的精度。

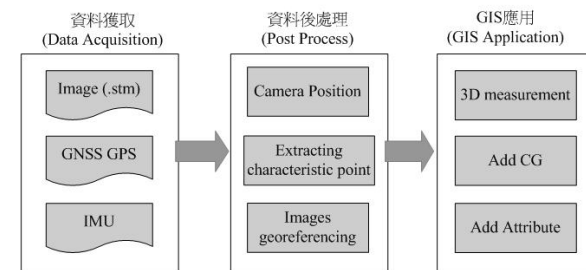


圖4-4-5、街景測量車拍攝簡易操作流程

取得的資料包括以串流資料儲存的影像檔、GPS及IMU資訊，有了這些資訊便可開始進行資料後處理的解算。解算原理類似於航空測量的物空間三維定位（或稱空間前方交會，Space Intersection），故首先必須先解算出每幅影像拍攝時相機的外方位參數(Exterior Orientation)，包含絕對坐標及傾斜資訊，然後在每幅影像上找尋特徵點，並自動匹配成為共軛點。

式(1)為共線條件式，其中 $f$ 為相機焦距， $m_{11} \sim m_{33}$ 為外方位參數構成之旋轉矩陣， $(x_a, y_a)$ 為共軛點影像坐標， $(X_A, Y_A, Z_A)$ 為相機像主點位置坐標，以上資訊皆為已知，故可求解得共軛點地理坐標 $(X_L, Y_L, Z_L)$ 。

$$\begin{cases} x_a = -f \left[ \frac{m_{11}(X_A - X_L) + m_{12}(Y_A - Y_L) + m_{13}(Z_A - Z_L)}{m_{31}(X_A - X_L) + m_{32}(Y_A - Y_L) + m_{33}(Z_A - Z_L)} \right] \\ y_a = -f \left[ \frac{m_{21}(X_A - X_L) + m_{22}(Y_A - Y_L) + m_{23}(Z_A - Z_L)}{m_{31}(X_A - X_L) + m_{32}(Y_A - Y_L) + m_{33}(Z_A - Z_L)} \right] \end{cases} \quad \text{式(1)}$$

由式(1)中可看出，一幅影像可列出兩條方程式，故求解共軛點地理坐標至少需兩幅影像，其求解自由度為1。本移動測繪系統以每秒16個像幅進行拍攝，可得重疊率極高的共軛影像，可大幅提升解算自由度，增加求解精度，除此之外，更提供了彌補拍攝過程中唯一死角地面的有利資訊。

後處理完成，可得出一系列帶有絕對坐標的環景影像，這些影像可經由影片編碼得到360度無死角之環景影片，解析度最高可支援至5400x2700像素。IP-S2 Lite提供了一個支援ArcGIS軟體的套件，使用者可將處理完成之環景影片匯入ArcGIS，並在軟體中進行量測、數化、或是加入一些虛擬模型，建立一個完整的3D GIS系統。

#### (四) 適用物件

與傳統測量方式比較，車載行動測繪系統的測量方法更為快捷、更經濟且資訊更新也操作容易，只要是街景測量車可以進入之範圍，皆可進行作業。車

載行動測繪系統屬近景攝影，可彌補傳統航測垂直攝影時，地面或低樓層建物影像遮蔽問題，並提供較高解析度的影像，但相對的，因其攝影距離較短，因此影像涵蓋範圍較小，對於高樓層的建物則不易處理。

所取得的資料因受限於GPS天線精度的緣故，雖然在良好的攝影環境且距目標物不遠時相對精度最高可達10公分左右，但絕對精度(直接定位精度)僅能維持在公尺級的水準，故本系統並不適用於進行精確的測量工作，但對於都市規劃及管理、快速災害評估、建築及聚落的保存及活動記錄等仍相當有助益，以下針對各項進行說明。

#### 1. 都市規劃及管理 地形圖調繪補測

傳統地形圖調繪補測是以人力親至現場進行量測，所得資訊經內業解算後，再匯入GIS軟體進行編修更新。進行大規模的補測將耗費大量工時與勞力，故其更新頻率便受限制。若改以街景測量車進行資料收集，則可減少大量的外業人力，並由於其時間效力較佳，在資料更新上較為有利。

一般而言，都市地形圖包含道路、建物、植物、公共事業網路等不同圖層屬性資料，測圖精度要求在20cm~30cm間，利用街景測量車拍攝之360度環景影片雖無法達到準確補測，但可提供相當程度的參考價值。

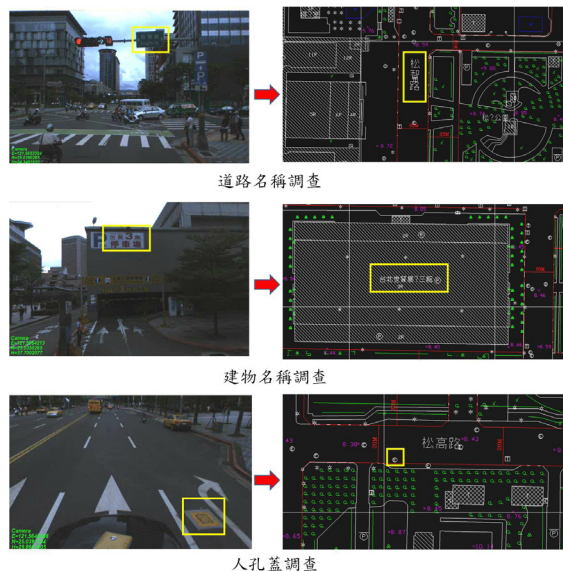


圖4-4-6、利用街景測量車進行地形圖調繪補測

## 2. 聚落保存

街景測量車的另一個用途在於保存具價值但可能會隨時間演變而消失的聚落、建築或老街。以臺南總爺老街為例，這條自清代起便存在的街道，在當時是進入臺灣府城的重要通道，而後逐漸演變為商店街，各式各樣的店家都有，在當時甚至以「九萬二十七千」來形容當地的富庶。但日治以後，隨著政府施行市區改正，總爺老街漸漸失去其重要性，而變成一條街廓中的小街道。

雖然總爺老街是現今臺南市少數保存良好的老街，但隨著時間流逝，難保其可繼續維持現狀。若能利用街景測量車對其作一完整的記錄，並以無死角的環景影片來保存，則此極富歷史價值的老街區便可以數位化的方式保存下來。如此不但保留了歷史街區的原貌，另一方面亦提供了直觀式的數位資源供學術參考，進一步可以應用虛擬實景 (Virtual Reality, VR) 技術將當時重要及具歷史意義的地景地貌進行再建或重建，在電腦的虛擬空間中重現當代的景象。



圖4-4-7、臺南總爺老街街景搭配Google Map

## 3. 活動記錄

除了聚落建築的保存外，街景測量車對於特定活動的記錄及保存亦相當有幫助。以大甲媽祖遶境進香活動為例，此一活動是大甲媽祖國際觀光文化節的高潮重頭戲，每年都吸引數以萬計的人潮湧入大甲參與這場國際性的宗教文化盛事。利用街景測量車，可以三維影片地理資訊整合系統將遶境過程以動態無死角的全景影片記錄下來，忠實呈現此活動的完整過程。除了可讓未參與此活動的民眾能有親臨現場的體驗外，更可配合GIS整合技術，提供更細膩、更多元化的文化活動紀錄。

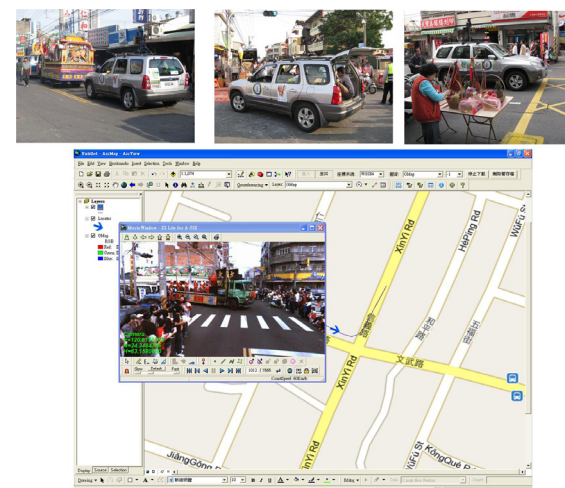


圖4-4-8、大甲媽祖遶境活動記錄

### （五）結論

傳統測量往往要靠大量的前期規劃、作業時間及屬性調查作業，時間較長且需要大量外業人力，成本高。車載行動測繪系統為一整合多種感測器與測量系統，以車輛為載具之移動平台，具靈活的機動性，並提供了一個便利作業環境。此系統雖無法達到現地測量般的精確度，但其利用GPS、IMU等定位感測器亦可將系統整合為一個直接定位系統，使車載系統在行進間仍維持一個高度精確的3D定位系統，賦予測量感測器所得資料坐標資訊。

收集到的資訊可輸出成為具真實地理坐標的環景影像或環景影片，無論是放置於網路上供眾人觀看，或是進一步利用商用GIS軟體進行物件管理，都相當便利。無論是在施工、運輸、管線管理、災害管理、快速災損評估、資訊決策等都市規劃決策方面，或是地景、聚落、建築等文史資料保存及展示等各方面應用上，都提供了更大的可能性。

若能結合擴增實境技術(Augmented Reality, AR)，將可以環場影像為基礎建立三維影像地理資訊系統，取代現有的二維GIS，成為具豐富內容的新世代3D GIS圖台。

## 伍、測量與數位模型建置

Survey and Digital Modeling

我們在第肆章中所介紹的數位化方式，主要是針對「影像擷取與呈現」進行討論，其中使用的數位化技術以平面掃描、平面攝影及各種後續的軟體應用為主。我們從前面的表4-1中可以瞭解到，建築範圍的數位化技術中，原件屬於文獻、設計圖、建築構件、建築裝飾者，大部分可以採用掃描或平面拍攝來達成數位化的目的，後續結合影像軟體，也可構成虛擬實境的數位化成果。

若原件屬於大型建築體、聚落或街道者，利用平面攝影的方式來呈現，會有較大的侷限性，也不易呈現典藏主體的全貌，因此在這個章節中，我們將介紹另外一種模式的建築數位化方案，也就是基於測量獲取數據，並經由軟體繪製建築整體或局部模型的數位化方式，這種方式產生的數位模型，搭配相關套件後已形成創新的加值應用方式，可以在網路環境中與使用者達成高度的互動性，對於學習與理解有事半功倍的效益。在TELDAP的執行經驗中，採用測量建模的方式執行數位化實務者，大致可分「測繪建模」與「3D雷射掃描」兩大部分，以下將進行詳細的說明。

### 一、測繪建模與呈現<sup>39</sup>

在數位典藏流程中採用測繪建模的方式，主要是以三維模型軟體建構虛擬模型，並透過渲染去呈現古蹟的現況及過去的樣貌。其呈現方式包括數位影像與動畫、環場照片等為主要呈現方法，但亦包含基本的文字介紹、照片及圖說，將建築物相關的歷史、人文、地理等資訊，作為網頁(HTML)及Director格式，以超連結(Hyper Link)方式作整體串連，呈現之資訊檔案包括TXT、JPG、GIF、WMV及MOV等檔案等。在TELDAP中，「淡水古蹟博物館數位典藏計畫」是採用測繪建模的方式進行古蹟建築數位化，其主要工作規劃可參考圖5-1-1。

	95年度	96年度	97年度	98年度
古蹟標的		第一年 外僑墓園 馬偕墓園 淡水教會 偕醫館 理學堂大書院	第二年 嘉氏洋行倉庫 水上機場 氣象測候所 海關碼頭	第三年 龍山寺 福佑宮 鄞山寺
應用		優質導覽課程/社團結合淡水古蹟守護知識網Google上傳	定點PDF導覽解說 試擬淡水古蹟守護知識網Google上傳 古蹟周邊地區風貌管制操作	定點PDF導覽解說 試擬淡水古蹟守護知識網Google上傳 古蹟周邊地區風貌管制操作

- 紅毛城
- 領事館
- 滬尾砲台
- 前清淡水關稅務司官邸 (小白宮)

圖5-1-1、淡水古蹟博物館數典計畫執行內容

#### (一) 工具的選擇

##### 1. 軟體

因現有的軟體種類眾多且各有優缺點，因此工作單位在執行工作前必須審慎考慮使用的建模渲染軟體，其重點應該要有三個特性，包括：呈現效果的達成、工作人員的訓練與銜接、普及性與未來性三大項，如未能慎選成熟操作之軟體，可能造成無法呈現或效果不佳之遺憾。

##### (1) 呈現效果的達成

目前建築相關3D建模的軟體中，包括3D MAX、Sketchup、AutoCAD等，目前以3D MAX與Sketchup最為廣泛使用，在訓練過程與操作度而言，Sketchup有「簡易」「快速」之特性，其佔有率與日遽增，預期將在未來成為主要之建模軟體。Sketchup配上渲染軟體如Artlantis可達到建模過程所需影像及動畫效果，且成功率與呈現效果度亦為一般建築實務專業所接受。而在曲面或地形的表現，則是以Rhino軟體作為輔助建模之工具，透過建築與基地地形之結合可使整體效果更佳。

##### (2) 工作人員的訓練與銜接

39 圖·文 / 正修科技大學建築與室內設計系助理教授 倪順成。

如典藏的工作有多年的延續性，即必須考慮工作人員的銜接，一般執行數位典藏的單位因為多為學校系統，在教師主導工作方式中，包含培養學生製作能力亦可成為教學的一部份，應使用普及之軟體，避免另行開發新使用模式造成不必要之變數。

(3)普及性與未來性

需針對未來及延續的方式做思考，以Sketchup為例，其結合Google Earth之後，介面與結合度極高，可成為未來都市導覽古蹟介紹的工具，且其模型未來可共享於都市設計審議及學術研究，實屬目前最適宜之軟體。

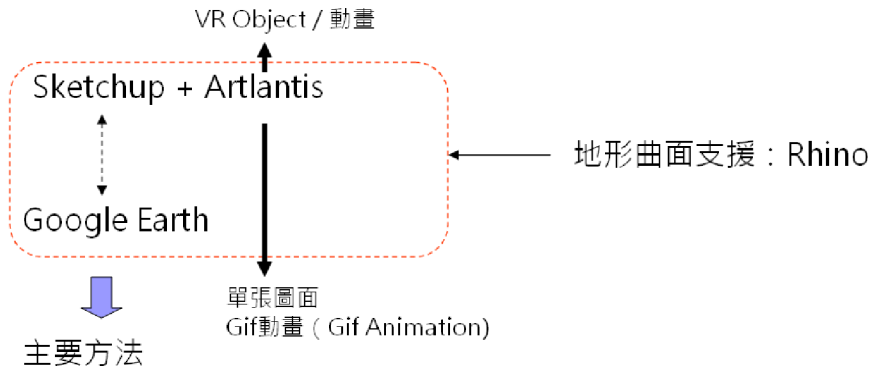


圖5-1-2、建模使用軟體架構

2.硬體

硬體其主要是維持渲染工作與建模之工作平順度，以目前在建模的最基本需求上，需有高效能之顯示卡作為基本的平台；此外需考量網頁架構的伺服器與現場攝影之器材，一般而言無特別規格，即是以工作團隊有人可執行為主。

(二) 建模技術操作流程

有關整個技術操作流程，包括從資料蒐集、測繪與修正過程需有整體工作之標準作業流程，其流程表如下圖：

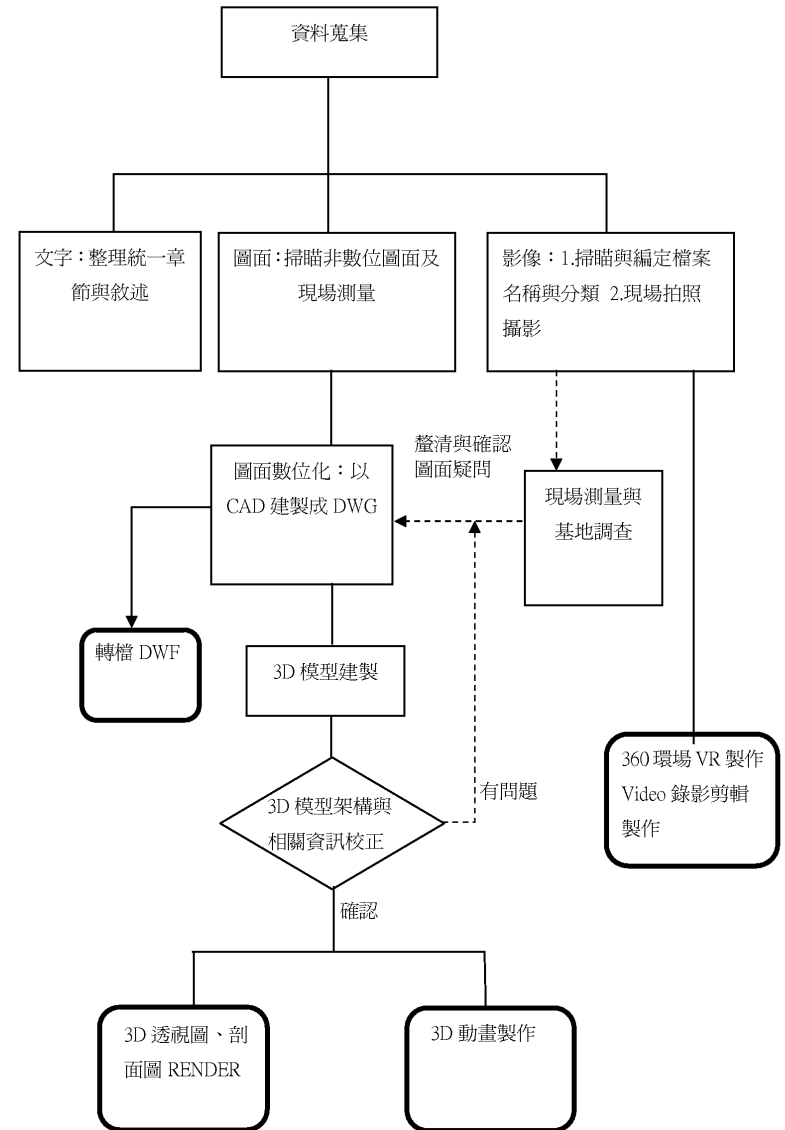



圖5-1-3、整體操作流程圖

### 1. 資料蒐集

資料蒐集為初期的作業，其重要性決定所有工作時程與效率，以各法定古蹟而言，大部分皆有研究報告書等文獻資料，其內容已包含測量繪圖之圖說，而如未有測繪圖說，將使工作效率降低，並增加測繪所需之工作成本。有時部分建築物無法透過測繪圖與外觀觀察瞭解實際狀況，必須透過專家學者的討論與諮詢，才能將部分疑慮解決，因此除測繪外，資料蒐集、田野調查之訪談與專家詢問會議將是重要的工作過程。





編號	姓名	編者	死亡年代	宗教	死因	享年	備註
11	史德明·卡爾·安德遜	Sydemund Carl Andersen	丹麥 1.888		1862~1888		
12	喬漢·傑恩	Johann Kerschelm	德國 1.888		1854~1888		
13	黃治·史密斯	George Smith	英格蘭 1.888		?~1888		
14	蘇菲亞·夏洛特·愛斯頓	Sophie Charlotte Ashton	英格蘭 1.890		?~1890		
15	佛羅倫斯·安·荷蒙	Florence Anne Holland	不詳 1.891		1861~1891		
16	傑克·強·傑米遜	Rev John Jamieson	加拿大 1.891		?~1891		
17	李奧·麥克斯·海爾特	Licart Max Hecht	德國 1.892		1853~1892		
18	M. 漢尼特	M. HECHT	德國 1.894		?~1894		
19	P.W. 彼得森	P. W. Petersen	英格蘭 1.894		1845~1894		
20	喬治·奈比	George Nepton	不詳 1.894		?~1894		
21	E.C. 多斯·聖多斯	E. C. Dos Santos	葡萄牙 1.896		?~1896		
22	C.D. 伯蘭	C. D. Bowen	美國 1.903	潛死	1881~1903		
23	愛德華·哈洛·羅	Edward Harold Low	英格蘭 1.905		?~1905		
24	莉莉恩·珍·傑克	Lilian Jean Jack	加拿大 1.907		?~1907		

圖5-1-4、研究報告文獻與測繪圖說資料

### 2. 測繪

遇到無文獻資料者需實地丈量，並透過繪圖工作，將二維建築圖說整合，其主要目的即是為了使三維建模軟體得以建構。對於有圖說但圖面不清楚之部分，工作人員必須親赴現場測繪與拍照，並以腳架拍攝環場照片，作為製作360度環場的圖片，建議購買雷射測距儀，可方便量測高度太高無法用皮尺丈量之屋頂、牆面等。



圖5-1-5、工作人員現場測繪之工作情形（左、中）與雷射測距儀（右）

### 3. 建模

#### (1) Metadata分類

建構三維模型包括基本建築量體本身與週邊環境資訊整合，並透過整體環境的建置，使單一建築物有了故事性與場景的鋪陳。在數位典藏的工作過程中，對於模型量體的圖層控制與設定相當重要，因為牽涉到未來匯入Metadata的資料庫中，因此必須透過模型的位階與組構程序分類，將其拆解，避免呈現數位場景時無法關閉圖層，使工作困難度增加。

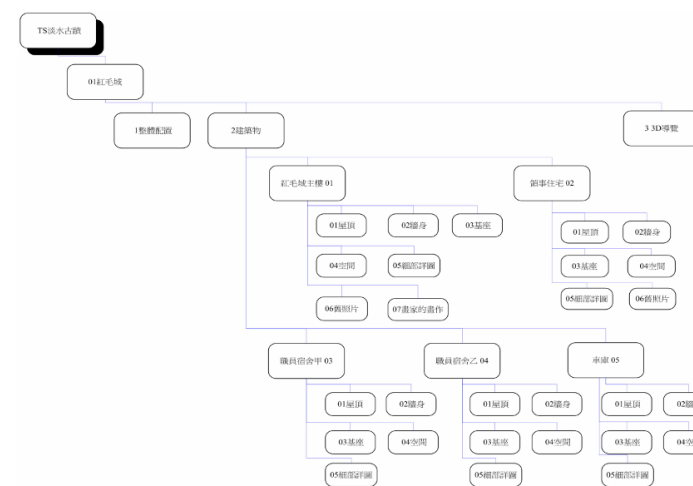


圖5-1-6、古蹟建築的Metadata分類與系統

## (2) 實際建模工作

建模工作是一件耗費整體工作流程時間的步驟，佔所有工作量之四成以上，因為透過建模製作建築的量體，並調整尺寸到正確位置，有時根據文獻資料的圖說建構的模型，在二維繪圖時無法感受其正確性，在三維繪圖中可一目了然，但也浮現出某些問題，如文獻圖說的各樓層無法切合，因而在建模時必須來回現場不斷觀察與討論，才能確保建構的正確性。建模過程必須注意尺寸與建築性質之真實狀況，而對技術性而言，大部分的建築物皆為基本幾何量體，但如有曲面部分，可藉由曲面繪製軟體修正製作。

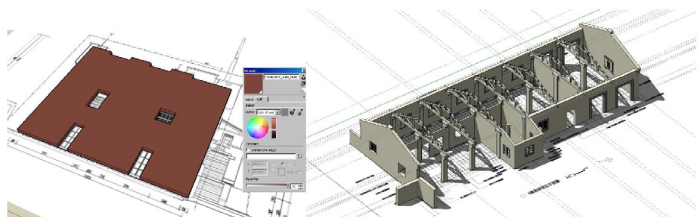


圖5-1-7、建模中的建築物件

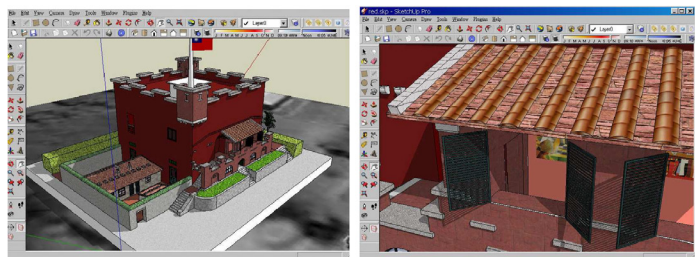


圖5-1-8、以Sketchup建構紅毛城整體及領事館細部繪製

## (三) 影像呈現與編排設定

影像呈現必須要由清楚渲染技術及古蹟建築歷史者，共同主導整個計畫的架構，其中包含各種軟硬體的特性與呈現的角度、光影，必須一律考慮。建築

數位化的建構過程本身就是一種理解，亦包含「復原」與知識累積的相互作用，透過三維建構的程序，不需破壞現有的實體建築去製作建築物或古蹟的場景，是以「再現」的角度去詮釋既有的空間狀況，並以考據的資料、文獻、照片去呈現昔日的面貌。這種處理的手法即是加強古蹟考據過程中，對於昔日各時期演變的建築「相貌」再現，因此在工具與技術上，區隔了以紅外線掃描的點記錄方式，與單純的掃描文件圖片。以紅毛城的數位再現為例，即是以3D軟體渲染與動畫製作，將各時期的建築外觀模擬，企圖在線狀的歷史軸中，使觀看者清楚瞭解各種時期的外觀形式與形成因素，在此則相對地更能讓觀看者理解，亦達到教育的基本意涵。

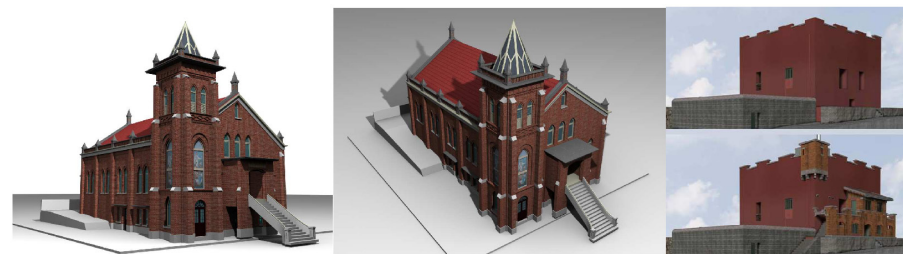


圖5-1-9、各種不易呈現的昔日相貌以三維透視再現與對照

## 1. 渲染技術

渲染技術中介於建模與渲染之間的貼圖，是相當重要的一個流程，他隱含對於古蹟測繪紀錄的程序，即是對於實際建築或環境的材質質感調查，尤其是對於牆面、屋頂、地坪乃至於空間物件的細部，都必須忠於原有的樣貌。

### (1) 貼圖(Mapping)

#### A. 拍攝

在測繪調查階段，為了貼圖階段的呈現效果，通常必須以高階的數位相機作為基本的紀錄工具，並採用腳架攝影，因為一旦使用閃光燈，將使材質的顏色與質感產生失真的狀

況，尤其是在室內拍攝牆面、地坪等材質，需以B快門為輔曝光紀錄，較能呈現真實的材料特性。



圖5-1-10、以15秒B快門曝光的微光空間紀錄

### B.整理與拉正

拍攝的材料圖照片，必須透過影像處理軟體如Photoshop將傾斜度、光線做最後修正，才能作為貼圖的材料(Texture)。



圖5-1-10、以15秒B快門曝光的微光空間紀錄

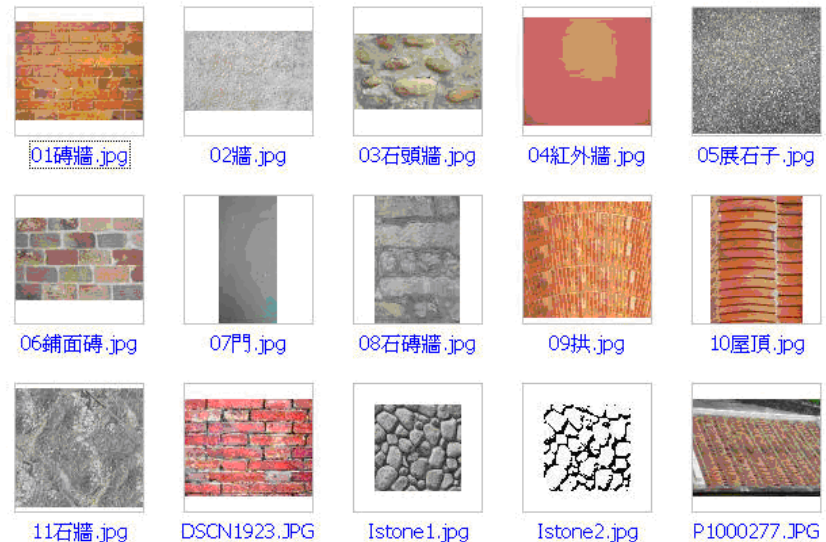


圖5-1-12、處理完成的材料庫

### (2)渲染(Render)

渲染過程亦是個耗時的程序，而其中硬體規格的需求決定了工作效率，建議在經費許可下，建置較高規格之工作站或高效能電腦，在渲染前需不斷調整光線與材質的搭配，並以高解析度之TIF檔作為Render的規格，必要時可轉為JPG檔，增加未來網路呈現的速度。

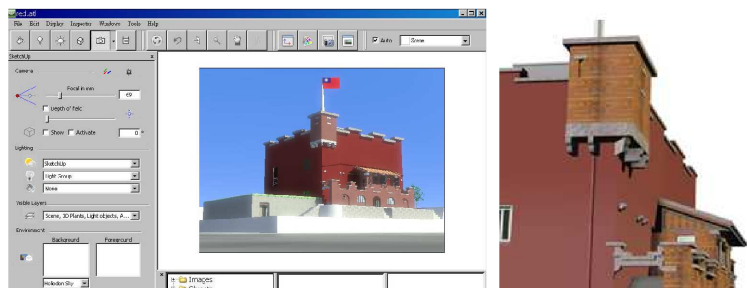


圖 5-1-13、利用Artlantis軟體渲染過程與效果

## 2.渲染效果與畫面設定

以3D建模作為數位典藏最大的特色，即是利用場景設定還原不同時期的空間體驗，並透過文獻回顧瞭解以往的風貌加以後製作，因此企劃及場景的擬定成為重要的步驟，透過類似電影的故事性描繪，將使古蹟呈現的結果更令大眾清楚瞭解。扣除文字輸入與圖片掃描數位化，利用動畫說明導覽是重要的呈現方式，可將不同年代的建築狀況分解、構築，並對細部說明做程序性的呈現。

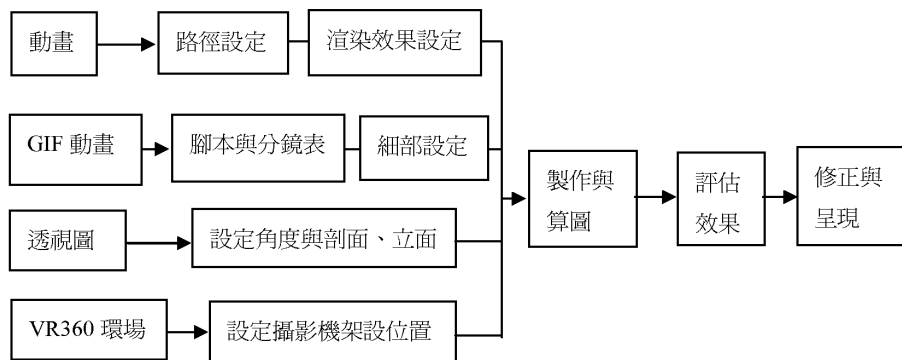


圖 5-1-14、各種檔案相關流程

### (1)企劃架構

在企劃整個動畫導覽的過程中，網頁的樹狀架構即是初步的

設計，呈現的內容，必須設定腳本與撰寫分鏡表，並以詳細步驟分解、組合各種圖說，待所有檔案欲呈現的效果製作後，亦應觀看效果並改進缺失。如何以最簡單的方式讓觀看者清楚明確找到所需的資料是展示平台最重要的概念，虛擬導覽使瀏覽者清楚古蹟建築的各種知識，規劃模擬線上導覽，期達到與現況導覽相同效果，甚至可輔以現場所無法呈現的數位模擬圖說。

編號	名稱	說明	多媒體呈現方式	Rep009	紅毛城雙層樓梯樓梯	1. 雙料上下層不同之組合因勢而析 2. 雙料上下層不同之特色與空間效果 3. 雙料之力量分析	● 雙料之力量分析動畫 ● 雙料之組合過程 (上下層轉90度)
Rep001	地理位置	1. 說明主要的機能與淡水河、淡水橋之關係 2. 說明紅毛城建築主體、領事館與南門之高度	● 以3D動畫描述紅毛城開闢地形場景動畫	Rep010	紅毛城剖面A-A'	1. 說明各空間的關係與空間高度 2. 說明樓板厚度與結構系統	● 動態剖面動畫 ● 以OIP檔分別疊圖顯示各時期與建築之3D透視圖
Rep002	周圍建築之興建順序	紅毛城周圍建築包括南門、紅毛城主體、領事館之興建順序不同	● 以OIP檔分別疊圖顯示各時期與建築之3D透視圖	Rep011	紅毛城剖面B-B'	1. 說明各空間的關係與空間高度 2. 說明樓板厚度與結構系統	● 動態剖面動畫 ● 以OIP檔分別疊圖顯示各時期與建築之3D透視圖
Rep003	位置高程剖面	1. 因建造與建築情況與昔日紅毛城周圍建築與淡水河之間的高度有所不同，透過剖面顯示其地形與開發之演變 2. 紅毛城周圍建築之高度與其表所在	● 模擬以紅毛城位置透視淡水河出海口之3D透視圖+現況疊圖	Rep012	領事館基礎	1. 領事館基礎興建方式與配置、地形之關係 2. 基礎構築方式	● 以OIP檔分別疊圖顯示各時期與建築之透視、剖面圖 ● OIP檔基礎分解圖
Rep004	紅毛城基礎	1. 紅毛城基礎興建方式與配置、地形之關係 2. 基礎構築方式有其特殊方式與過程	● 以OIP檔分別疊圖顯示各時期與建築之透視、剖面圖 ● OIP檔基礎分解圖	Rep013	領事館一樓平面配置	說明一樓空間與動線	● 透視圖配合2D動畫，構成3D層 ● 以OIP檔分別疊圖顯示各時期與建築之3D透視圖
Rep005	紅毛城一樓平面配置	說明一樓空間與動線，在此可呈現各空間的使用機能、面積、尺度及動線	● 透視圖配合2D動畫，構成OIP檔	Rep014	領事館二樓平面配置	說明二樓空間與動線	● 透視圖配合2D動畫，構成3D層 ● 以OIP檔分別疊圖顯示各時期與建築之3D透視圖
Rep006	紅毛城二樓平面配置	說明二樓空間與動線，在此可呈現各空間的使用機能、面積、尺度及動線	● 透視圖配合2D動畫，構成OIP檔	Rep015	領事館整體外觀與形式	1. 以現況材質、顏色呈現目前外觀 2. 從考據文獻中將昔日之構建組合於其上	● 整體分解圖 ● 以OIP檔分別疊圖顯示各時期與建築之3D透視圖
Rep007	紅毛城整體外觀與形式	1. 以現況材質、顏色呈現目前外觀 2. 從考據文獻中將昔日之構建組合於其上 3. 階梯登樓：階梯方式	● 以OIP檔分別疊圖顯示各時期與建築之3D透視圖 ● 整體分解圖	Rep016	領事館中庭樓梯	1. 中庭樓梯在空間中為垂直連接但又是所有動線的中心點 2. 中庭樓梯所構成的空間意趣與空間關係並帶出領事館之場所精神 3. 中庭樓梯之結構設計與結構、構築方式亦為重要之呈現內容	● OIP圖檔呈現樓梯3D模型並拆解部分空間狀態 ● 動畫製作以各種角度呈現行走樓梯時之視聽效果
Rep008	南門	1. 南門位於整體建築群之末端，為現今入口 2. 從昔日之地形與道路轉變，可觀察南門之性質與特色	● 以OIP檔分別疊圖顯示南門在昔日地形與現在交通狀況之關係圖	Rep017	領事館剖面A-A'	1. 說明各空間的關係與空間高度 2. 說明樓板厚度與結構系統	● 動態剖面動畫 ● 以OIP檔分別疊圖顯示各時期與建築之3D透視圖

圖 5-1-15、類似分鏡概念的編排渲染呈現格式表

## (2)各種呈現效果

### A.動畫導覽

動畫導覽的路徑設定，包含鳥瞰的飛行的角度，得以使瀏覽者清楚建築物所處的位置，以淡水古蹟博物館數位典藏計畫呈現紅毛城為範例，就是由山下向上行走的路徑，運鏡過程則是以人的觀點步行上山，最後從外部進入室內，觀看室內氛圍。



圖5-1-16、紅毛城進入室內的各場景分鏡

**B.不同年代的建築狀況**

將不同時期的建築狀況重疊比較，使觀看者清楚理解整個建築的形式變化，對於各種空間的疑問亦可在建築演變的動畫中呈現。

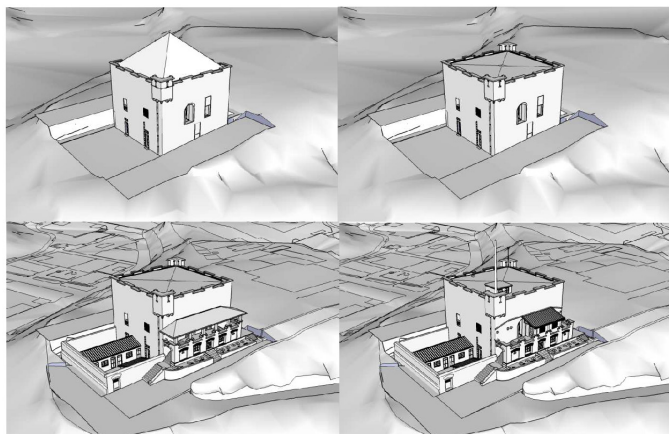


圖5-1-17、各時期的紅毛城外觀演變圖

**C.構築方式解說細部**

許多建築構造繁複，在現場觀看時並無法瞭解其架構方式，因此，透過構築分解組合的過程圖，使觀看者能在網站中得以探知建構的過程。這種程序若是透過實體解釋說明，

易造成古蹟構件損壞，因此透過動畫細部分解與說明，輔以圖式的方式，除減少使用破壞外，亦可增加觀看者對於細部設計的認知。

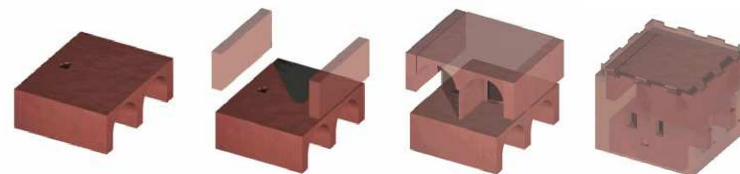


圖5-1-18、紅毛城結構系統雙拱轉90度的分解組構圖



圖5-1-19、淡水福佑宮斗拱的細部



圖5-1-20、淡水福佑宮整體空間剖面圖

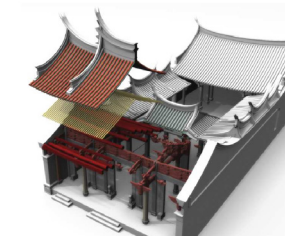


圖5-1-21、淡水福佑宮三川殿屋頂架構組合拆解圖



圖5-1-22、淡水福佑宮斗拱組構程序動畫截圖



圖5-1-23、各種細部的分解圖說

#### (四) 結論

1. 在古蹟的數位化工作中，測繪極為重要，無論是現有的研究報告或其他文獻資料中所記載並非絕對正確，因此現場調查與測繪將是最重要的步驟，針對建物作建模時，現場地點的可及性與到達時效應考量進去。
2. 有關任何說明的動畫、360度環場、GIF動畫及透視圖，應以最清楚的腳本作為解說的基本態度，並透過訪談各種階層的瀏覽者了解其效果。
3. 整個操作過程可能結合社區營造、學術研究、公部門業務，各單位之協調應積極與共同合作。

## 二、3D雷射掃描<sup>40</sup>

利用數位空間資料作為研究應用分析，近年來已引起許多學者高度興趣。舉凡對空間資料進行獲取、儲存、更新、轉換、管理，經統計分析歸納演繹推理後，所獲取足以支援空間決策的有用資訊，都稱為空間資訊。<sup>41</sup>目前普遍使用高精度掃描儀技術獲取歷史建築或古蹟的空間資料，而其向量式資料可經由數位化解析，描述空間資料特徵、數量、現象、位相關係，可在資料獲取過程中同時判視、錄存，或在資料獲取後分析萃取獲得，達到當代科技應用之整合性。

3D雷射掃描儀(3D laser scanner)亦稱光達，為空間資料蒐集工具。由於雷射掃描以主動式光源進行量測，可於黑暗中進行觀測，依機型規格差異，配合目的之不同進行遠近不等距離之掃描，可快速大量且直接地獲取物體表面的3D點雲坐標，將點雲資料所包含的資訊隱藏在點雲分佈之中，亦可同時接收反射的雷射光及可見光，將可見光的強度及色彩敷貼在3D坐標點上，形成所謂的彩色3D影像(3D image)。該資料由大量X, Y, Z, R, G, B坐標的點所組成，為一種類影像的向量數據，透過坐標轉換可將不同角度的點雲資料拼接成為立體的點雲圖形，點雲再經過模型化後端數位處理，可以獲得高精度點位資料，達到典藏與進階使用。

40 圖·文 / 國立成功大學建築系博士後研究員 林宜君。

41 陳永寬，〈森林資源的管理—空間資訊系統〉，《科學發展》，[http://www.nsc.gov.tw/newfiles/popular\\_science.asp?add\\_year=2005&popsc\\_aid=5](http://www.nsc.gov.tw/newfiles/popular_science.asp?add_year=2005&popsc_aid=5)，檢索日期：2011年4月。

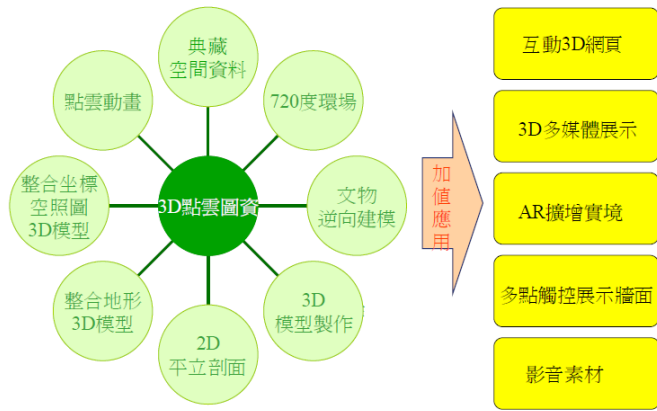


圖5-2-1、點雲圖資經後端數位處理後之應用面

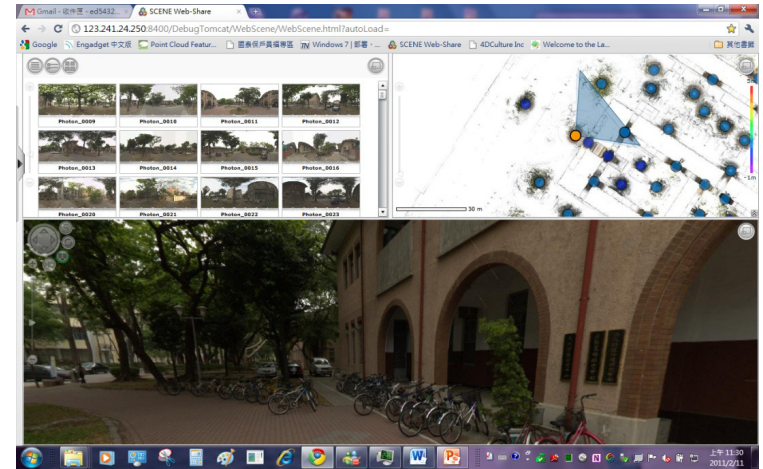


圖5-2-5、720度環場：3D雷射掃描時同時進行同軸拍攝數位影像，使用FARO Webshare、google streetview縫合成720度環場影像

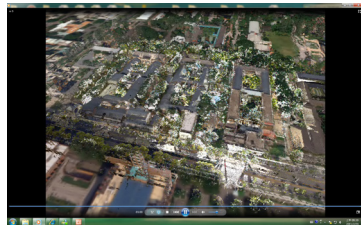


圖5-2-2、點雲動畫：可整合坐標空照圖、地形圖資、3D模型、點雲模型等，以多種3D數位資料表現。

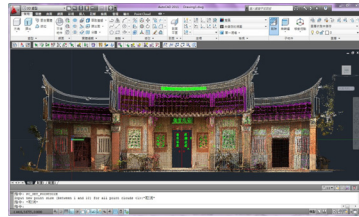


圖5-2-3、2D平立剖面圖：點雲圖資使用pointcloud工具在AutoCAD下繪製。

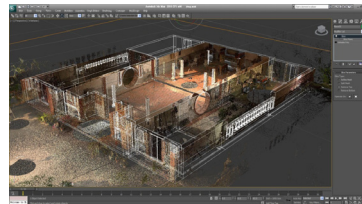
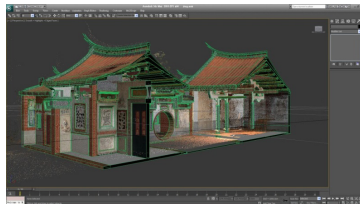


圖5-2-4、3D模型：點雲圖資匯入sketchup、3ds max軟體利用點雲建模

3D雷射掃描儀所獲得為物體表面點雲資料，若被遮蔽的物體面則無法獲得觀測坐標點，因此複雜外型的標的物無法以一個觀測站位掃描，必須採用聯合多觀測站位的掃描方式。多觀測站的點雲資料執行3D模組化會產生觀測坐標系統差異的問題，必須透過坐標轉換才能達成整合觀測點雲的資料。多觀測站位的點雲資料經由坐標轉換，整合為同一坐標之3D點雲模型，配合相關軟體支援，粹取轉化為成為所需的資訊以供應用。

以3D雷射掃描技術所獲取點雲資料，具有高精度、無畸變差特性，可在圖資上進行相關尺寸量測，除了獲取可靠的數據，所量得之空間資訊可提供後續之解讀與分析，資料可靠度優於傳統人工測繪。3D雷射掃描儀的CCD相機可採集掃描目標物紋理疊合於點雲資料，透過插件軟體直接建模，所代表3D空間的意涵亦較二維量測具代表性，符合歷史建築維護倫理中真實性(Authenticity)與歷史性(Historicity)的典藏考量。

利用3D雷射掃描儀所獲得的3D值，目前已有廣泛的研究與探討。常見的應用模型之重建，隧道或自然洞穴的量測、防災與災害調查，水壩變形監控等。尤其對於不規則或大型的目標物3D量化更具特殊意義。近年來，隨著長距離3D

雷射掃描儀技術在多目標空間點陣數據方面的突破，3D雷射掃描儀系統已經在測量和城市3D影像模型建立等方面得到多方應用。目前，3D雷射掃描儀系統在獲取空間訊息方面提供了一種全新的技術，使傳統單點測量採集數據變為連續自動獲取數據，從而提高測量的效率。2001年首次公開發表應用於建築古蹟維護<sup>42</sup>，推廣應用於傳統測繪輔助、建築破壞紀錄與量測、變形監測、修復評估與模擬、古蹟遺址考古紀錄及典藏與展示等領域。



圖5-2-6、建築本體破壞紀錄與量測  
(陳清吉洋樓，金門金沙，1931)

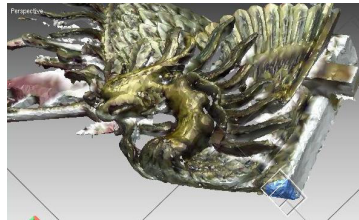


圖5-2-7、建築構件破壞紀錄與量測



圖5-2-8、古蹟變形監測：建置後續3D基準點法比對（共軌點法）模式，利用固定的基準點即為坐標轉換比對法。未來只要基準點不受破壞，即可精確快速的資料比對（臺灣煉瓦株式會社高雄工場（唐榮中都磚窯廠），高雄，1913）

42 參閱Boehler, W., Heinz, G. and Marbs, A., 2001. The Potential of Non-contact Close Range Laser Scanners for Cultural Heritage Recording, Proceedings of CIPA International Symposium, Potsdam, Germany.及<http://cipa.icomos.org/index.php?id=20>。臺灣首次發表相關文獻於2004年。參閱吳宗江、林宜君、徐明福（2004.12）〈3D雷射掃描技術應用於台灣歷史建築測繪之研究〉《測量工程》第四十六卷（4）：77-94，中華民國測量工程學會，臺北。

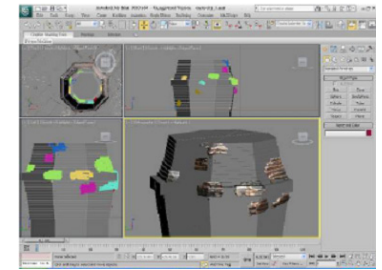
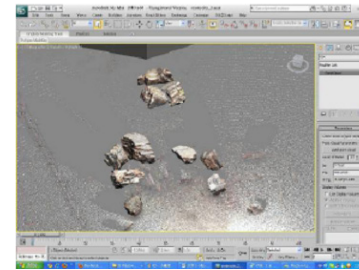
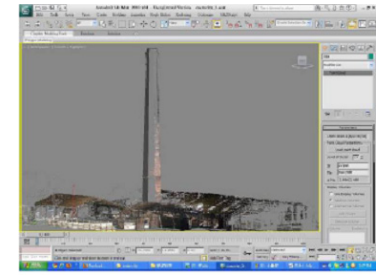
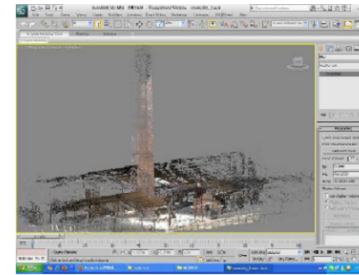


圖5-2-9、古蹟修復評估與模擬

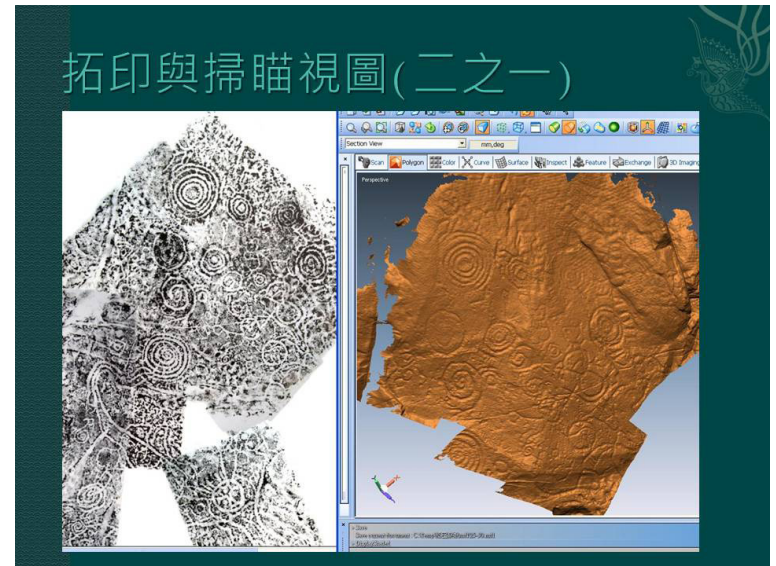


圖5-2-10、孤巴察娥，萬山岩雕

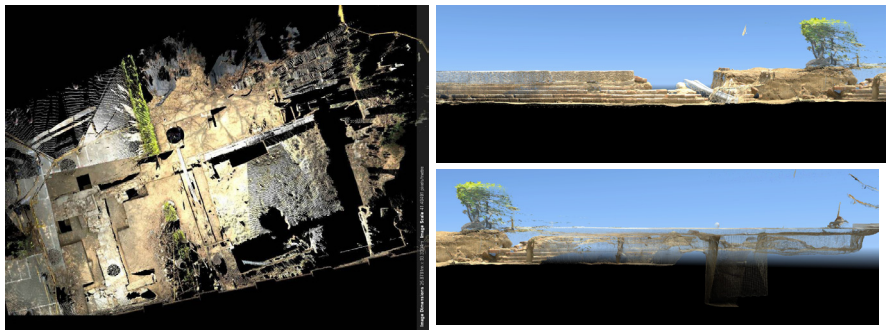


圖5-2-11、古蹟遺址考古紀錄（台灣府城城垣小東門段殘蹟，臺南. 1788）



圖5-2-12、古蹟典藏與展示：以地形景觀為主（澎湖望安花宅，左）及，以單體建築為對象（屏東縣佳冬鄉楊氏宗祠，右）

## （一）工具的選擇

### 1. 外業硬體

欲獲取建築環境、建築物表面材質及構件細部的點雲資料，掃瞄儀位置應於25-30公尺為最佳位置，可選用FARO Photon 80為點雲資料蒐集外業硬體，掃瞄水平角度360° 垂直角度320°規格，有效掃瞄距離為0.6至76公尺，單一觀測距離標準誤差為 $\pm 2\text{mm}/25\text{m}$ ，掃瞄速度最高為每秒12萬筆坐標。<sup>43</sup>

## 2. 內業軟體

### (1) 點雲模組

內業資料處理使用外業儀器硬體相容配套軟體FARO Scene處理點雲模組，可將FARO Photon 80雷射掃瞄儀採集的点雲數據，進行命名、匹配、辨識目標、雜點刪除、點雲資料簡化等工作，自動模組化將各站位3D點雲圖資坐標轉換整合為一個觀測點雲資料。完成點雲資料建模後，可將點雲資料以(\*.xyz)專業檔案格式匯出後，可適用於任何相容點雲軟體再進行資料之進階處理。

### (2) 應用建模

目前使用點雲圖資應用建模方法，包括PlugIn for SketchUp、Pointools plug-for Auto CAD及RapidForm系列XOR3等，輔助專業製圖軟體建模。

## （二）雷射掃瞄技術操作流程

使用3D雷射掃瞄儀數位化作業流程以下幾個項目：1.現勘；2. 外業點雲圖資蒐集；3. 內業模組；4. 掃瞄成果；5. 數位化建模，主要工作規劃可參考（圖5-2-13）。

43 此為FARO Photon 80機型規格，近年來各種距離3D雷射掃瞄儀發展成熟，效能亦陸續提昇。

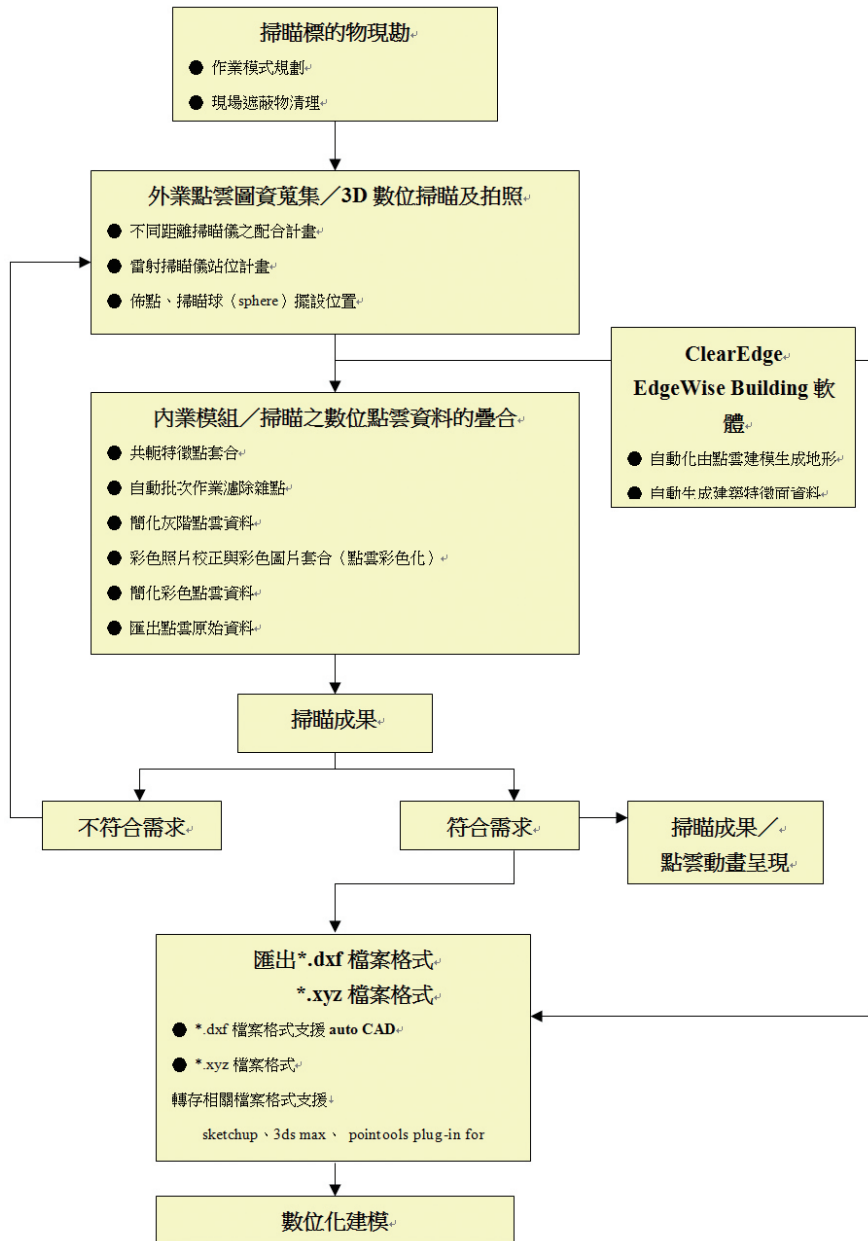


圖 5-2-13、雷射掃描技術操作流程圖

### 1. 現勘

由於3D雷射掃描儀掃瞄若遇被遮蔽的物體面，則無法獲得觀測坐標點。在臺灣傳統大木構架，因祭祀行為長期焚香造成油煙覆蓋木構件表面，且混合蜘蛛網、灰塵及空間塵蹣以致影響雷射光束折返。此外，景觀路樹及寺廟匾額懸掛遮蔽掃瞄標的物，通常必須聯合多測點站位方式完成。透過現場勘查檢討不同距離掃瞄儀之配合、雷射掃瞄站位計畫及共軛掃瞄球(Sphere)擺設位置，以提高外業效率及確保圖資成果符合需求。

### 2. 外業點雲圖資蒐集

3D雷射掃描儀的中心（即雷射光源）為坐標原點，自成一3D坐標系統，開機後儀器會自訂原方向為該站點0度位置。根據右手定則，以掃瞄儀的右側為X方向，正對目標物的方向為Y方向，而垂直軸方向為Z方向，掃瞄時連結電腦內框選擇掃瞄標的物，掃瞄時旋轉產生角度，雷射光發射出去的距離，X、Y值為水平角度與距離關係，Z值為垂直角度與距離關係。若測站之3D坐標為已知，則可求得每一掃瞄點的3D坐標（絕對坐標）。若測站為未知坐標或新設點位，亦可藉由儀器內建之坐標系統，經由雷射光發射和接收的時間差或相位差，計算出雷射光源與掃瞄點之間的距離，配合儀器之水平旋轉及垂直旋轉角度，求得每一掃瞄點的3D坐標（相對坐標），進而依此計算出掃瞄點的3D坐標值。

#### (1)外業作業概念

選擇掃瞄標的進行掃瞄作業規劃時，為確保獲得精確掃瞄成果，除了掃瞄測站的經驗選擇外，同時採用目前可靠度最佳之共軛掃瞄球自動套疊法處理(Conjugate Sphere Method)，精準套疊3D點雲模型，將可免除規標式平面套疊非真正3D之誤差，以及特徵點選擇法造成人為誤差，進而導致對整體3D模型之影響。踏勘掃瞄標的物後於適當位置擺設共軛基準點三點以上，作為不

同測站掃瞄之基準，並作為3D模型建模及未來結構物變形分析之重要依據。<sup>44</sup>進行外業3D雷射掃瞄作業，需依現場標的物狀況調整掃瞄距離，原理係利用儀器發射雷射光撞擊待測點，同時接收自然物表面反射之訊號進行測距，針對每一掃瞄點可測得測站至掃瞄點的斜距，配合掃瞄的水平與垂直方向角，據此計算待測點之三度空間相對坐標位置。

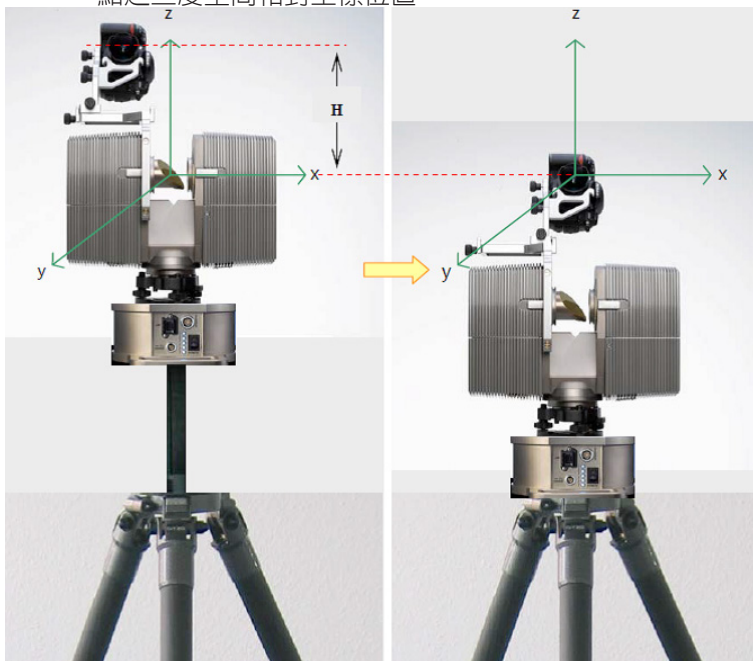


圖5-2-14、FARO Photon 80雷射掃瞄儀外業作業模式：架設雷射掃瞄儀，調伸三腳架進行建築本體掃瞄（左）；單一測站工作結束調降三腳架高度，將Nikon D200數位照相機移至稜鏡位置，通過掃瞄儀軟體控制進行同軸零視差環場彩色數位圖片拍攝（右）。將3D坐標資料搭配彩色模組使用同心同軸立體貼圖技術，自動貼圖高解析及高像素圖片。

<sup>44</sup> 本研究採用共軛掃瞄球法，即在相鄰掃瞄測站之重疊掃瞄區域擺設掃瞄球當成共軛點位，利用雷射光對掃瞄球的特殊反射強度進行加密掃瞄，求得掃瞄球球面點雲坐標群進而推算掃瞄球之球心座標，相鄰兩掃瞄站經三個以上的共同掃瞄球之球心坐標，透過電腦自動辨識掃瞄球及套疊運算，即可計算兩站坐標轉換參數。

## (2)外業作業步驟

踏勘標的物後，於適當位置擺設共軛基準點三點以上，作為不同測站掃瞄之基準，並作為3D模型建模及未來結構物變形分析之重要依據。

進行3D雷射掃瞄，其執行步驟為：(1)擺設共軛基準點，進行共軛基準點之掃瞄，以求得測站與共軛基準點間之相關位置；(2)架設雷射掃瞄儀，調伸三腳架進行建築本體掃瞄；(3)單一測站工作結束調降三腳架高度，將數位照相機移至稜鏡位置，通過掃瞄儀軟體控制進行同軸零視差環場彩色數位圖片拍攝。若僅需獲得單色點雲資訊者，可忽略此一步驟；(4)搬站進行另一角度之掃瞄，重複上述1至3步驟直到掃瞄作業閉合。



圖5-2-15、FARO Photon 80雷射掃瞄儀外業掃瞄作業

## 3. 內業模組

### (1)內業作業概念

外業蒐集之點雲資料為大量之3D坐標值所組成之坐標群，其後續處理可藉由相容套裝軟體或依據所需之程式處理。但因3D雷射掃瞄儀之雷射光不具穿透能力，所以掃瞄物體所取得之點雲資料為掃瞄標的物表面之3D坐標資料，易因遮蔽而導致資料遺漏且掃瞄標的物周遭物體之資料亦將一併獲得。因此，在進行內業資料處理時，

需要將資料的雜訊清除，並進行遺漏資料補償之流程。

點雲資料完成清除雜訊及資料補償的初步處理程序後，依據所需進行點雲資料套疊或是多站資料之比對分析。其中，點雲資料組合的方法係將同掃描物體各個掃描測站之點雲資料透過共軛點位之特性，以「坐標轉換」的步驟，達到「套疊點雲成為數位模型」之目的。

3D點雲模型採用共軛基準點套疊方式，套疊結果呈現共軛基準點誤差愈小，表示3D位模型之套疊誤差愈小、整體之掃描精愈高。因此自動套疊所出之計算精表即為各掃描站及共軛基準點之套合精。

## (2)內業作業步驟

### A. 點雲自動模組化

將外業各測站掃描獲得之3D點雲資料匯入，之後進行以下步驟：(1)進行各測站資料3D自動模組化；(2)進行共軛基準點統計測試，判定各測站間所掃描之共軛基準點精度指標是否符合套疊誤差 $\pm 1$ 公分之要求；(3)若不符合上述精度之要求，則無法自動組成3D模型，改採手動方式進行3D模組化，而無效共軛球時自設共軛特徵點套合；(4)自動批次作業濾除雜點，對於掃描之結果進行雜訊的清除，以獲得所需要之資料；(5)簡化灰階點雲資料；(6)彩色照片校正與彩色圖片套合（點雲彩色化）；(7)簡化彩色點雲資料；(8)匯出數位檔案格式。

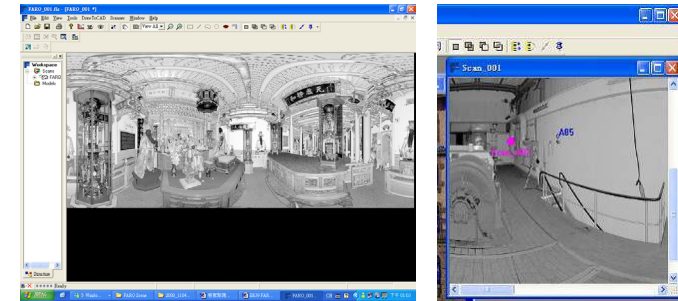


圖5-2-16、內業資料處理，採用共軛掃描球法進行各測站資料3D自動模組化

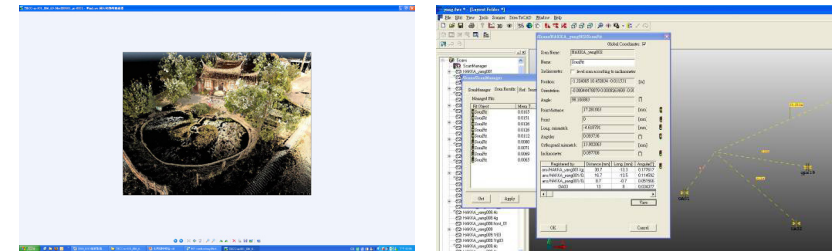


圖5-2-17、屏東縣佳冬楊氏宗祠掃描成果以點雲動畫展示

圖5-2-18、掃描套合及精度計算

### B. 被遮蔽無法獲致完整點雲模型之處理

針對被遮蔽無法獲致完整點雲模型破損部份，選用Point Cloud 軟體提供之工具插件架構於Auto CAD上，將3D點雲資料匯入Auto CAD，並運用Auto CAD精確繪圖特性，參考3D雲點位置直接在圖面上繪製掃描不完整部份，以補強掃描現地遮蔽物所造成掃描不完整情況。接著使用貼圖擬真功能強化視覺模擬效果。資料完備有助於未來進行規劃模擬提供完整現況，用於未來進行3D影像影片主題展示和各種建築視角虛擬實境導覽。

## 4. 掃描成果

由於點雲自動模組化後所匯出之數位檔案非一般作業系統支援格式，故使用Pointools View製作點雲動畫\*.avi檔案格式，可直接針對點

雲資料製作各種不同3D視角、動畫導覽路徑，提供實境導覽、充份發揮掃描儀點雲數位化優點，忠實呈現現存的狀況。另可整合現有2D圖面資料、3D數位模型空拍圖資，提供多媒體製作的素材，呈現不同風格。



圖5-2-19、點雲整合3D模型空拍圖



圖5-2-20、掃描點雲圖資（望安澎湖花宅地面），室外部份（左）及室內部分（右）

### 5. 數位化建模

點雲資料為大量X、Y、Z、R、G、B坐標點集合，所呈現的彩色點雲圖資，提供數位化建模達到擬真的效果。目前應用於數位化建模之相關軟體包括ClearEdge EdgeWise Building、Rapidform XOR3、Pointools plug-for Auto CAD及Pointools plug-in for Sktchup。這些提供數位

化建模技術可分為點雲自動化多邊形(polygon)生成、參考點雲圖資建構繪製2D圖面、應用點雲圖資繪製3D模型等三類作法等，而相容軟體輔助可大量降低格式轉換的時間。

#### (1)點雲自動化生成

ClearEdge EdgeWise Building及Rapidform XOR3軟體支援坐標轉換，可自動由點雲建模生成地形、建築物門、窗、柱、牆體等面的效果，調整點雲分類參數，直接匯出\*.def模型格式，轉存相關檔案格式、支援相關軟體、快速編修完成所需模型。

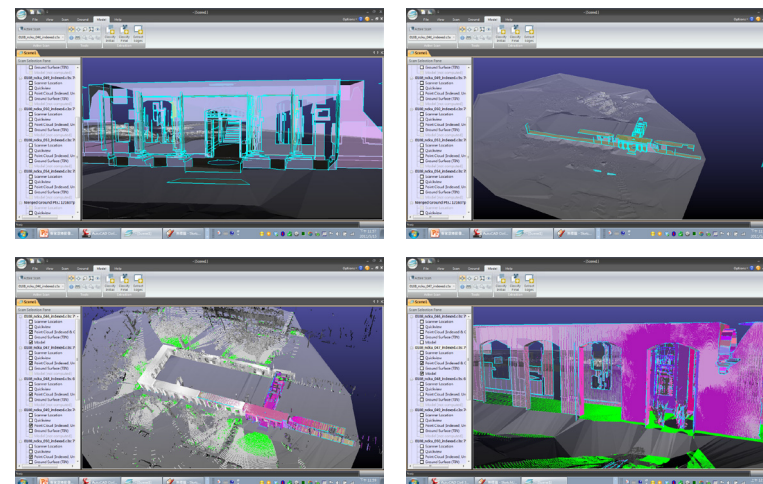


圖5-2-21、ClearEdge EdgeWise Building軟體支援點雲自動化面生成過程

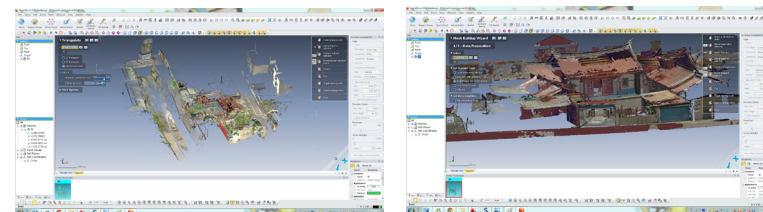


圖5-2-22、Rapidform XOR3軟體參考點雲圖資建構繪製2D圖面

### (2)參考點雲圖資建構繪製2D及3D圖面

Rapidform XOR3軟體與Pointools plug-for Auto CAD皆為輔助專業製圖軟體Auto CAD繪製平、立及剖面圖的專業點雲處理插件軟體，可以大量及快速將點雲讀入Auto CAD，再藉由點雲的坐標數值，於Auto CAD軟體中參考點雲圖資建構繪製2D及3D圖面。雲彩色模組化減點後輸出\*.dxf數位檔案，匯入軟體後，藉由面的分析可瞭解點雲的外觀輪廓以及面的組成範圍與方向，參考面的資料描繪參考線段，而當曲面較為複雜時，也可透過3D描繪工具繪製完成。最後，可透過參考線的建立進行3D實體模型的建構以及透過軟體功能做3D點雲資料及實體模型重疊顯示，進行模型的觀察與分析等工作。

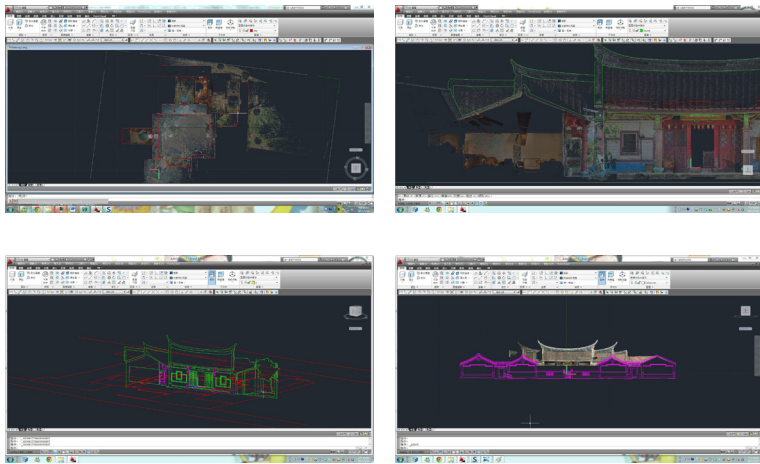


圖5-2-23、Auto CAD軟體軟體參考點雲圖資建構繪製2D圖面

### (3)應用點雲圖資繪製3D模型

點雲彩色模組化後，使用Pointools plug-in for Sketchup的點雲建模軟體插件，直接將點雲資料匯入Sketchup，運用點雲坐標數值直接繪製成面，再運用彩色點雲疊合於面，進而將點雲建構成3D模型。此類作法不同於過去建築物的建模方法，係直接運用

3D點雲資料建立的實體3D模型，具有快速及大量建置3D模型的特點，不僅可避免格式轉換時產生誤差，亦無須使用材質貼圖，在模型的表現上完全呈現擬真情況。

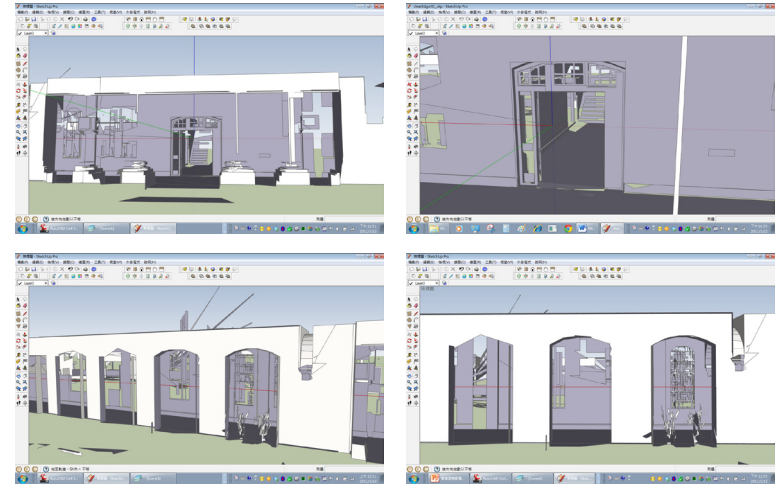


圖5-2-24、ClearEdge EdgeWise Building軟體匯入Sketchup軟體繪製3D模型

## 陸、數位資源展示

在數位典藏與數位學習國家型科技計畫中（以下簡稱TELDAP），各單位執行數位化的目的，除了將珍貴的資產予以保存之外，最重要的一環仍然是資源的推廣與共享，對於計畫的執行成果，必須透過有效的媒介進行傳播，才能落實教育大眾之目的。在這個前提下，將成果呈現給使用者時，所採用的內容及型態是相當重要。若無法有效將知識散播給需要的使用者，那麼數位典藏也就會失去執行的意義。以下我們將由資料庫資源、3D媒體展示及建物與地圖套疊等三方面，說明建築類典藏目前採行之傳播呈現方式及相關技術。

### 一、建築類資料庫資源<sup>45</sup>

網際網路的蓬勃發展，加速了網路使用者的快速成長。在www普及與頻寬增加的趨勢中，多樣化的資料庫服務成為知識傳遞的重要型態之一。正因如此，資料庫的建立與網站的服務也是TELDAP專案裡，各單位執行過程中必須確實交付的一項成果。關於資料庫的內容建置與呈現方式，必須考量的因素主要有兩方面：確立後設欄位與評估計畫成果類型。

建立後設資料的主要目的，是用來描述每個數位典藏品的內涵與特徵，以便數位典藏品能夠達到最佳化資源探索(Resource Discovery)的效能，使之有效率而精準地被檢索、呈現、管理、控制與執行相關功能，且順利地與其他數位典藏品進行資源的互通與共享，最後才能達成數位典藏品的永久保存目的。<sup>46</sup>因此，在數位典藏專案進行之初，就必須先視典藏物件的特性，選擇及訂定標準，並應事先就資料庫未來檢索功能、資料呈現等兩方面的需求進行評估，才能使必要的欄位無所遺漏。<sup>47</sup>各種不同性質的數位化物件會形成不同的描述角度，因此於訂定後設欄位時也將有所差異，例如數位化原件分別為建築主體或

<sup>45</sup> 圖·文/拓展台灣數位典藏計畫 林芳志。

<sup>46</sup> 數位典藏與數位學習國家型計畫後設資料工作組—計畫簡介，

<http://metadata.teldap.tw/introduction/introduction-frame.html>，檢索日期：2011年1月。

<sup>47</sup> 洪淑芬著，《文獻典藏數位化的實務與技術》，臺北：數位典藏國家型科技計畫 訓練推廣分項計畫，2004年2月，頁58-59。

建築構件，其數位化成果在網路上的呈現方式也會有不同的考量，這種考量基本上在訂定後設欄位的階段即應該確立。下面我們從兩種物件的後設欄位中，就可以理解訂定欄位需求的差異，而這也將影響後續建置成果網站的架構。

#### 1. 以建築主體為原件（範例：台北縣古蹟數位典藏計畫）

- 基本資料：編號、古蹟名稱、等級、公告時間、類別、指定理由、地址、地號分區、所有權屬。
- 歷史：創建時間與變遷、相關人物、重要事件、主祀信仰、重要文物、其他。
- 建築：環境、配置格局、外觀形式、主要構造材料、主要結構系統、主要裝飾、流派特色、其他。
- 典藏：圖面、照片。
- 地理資訊：經度、緯度。

#### 2. 以建築構件為原件（範例：鹿港龍山寺大木作數位典藏計畫）

- 構件編號
- 構件名稱：主要名稱、別名。
- 構件區位：大區位、中區位、小區位。
- 材質
- 表面處理
- 構件尺寸：寬、高、深。
- 修護歷程
- 說明：樣式描述、備註。
- 主要影像
- 資料來源

除了事先制訂完善的後設資料欄位，以作為規劃資料庫結構的原則之外，考量資料庫建置的另外一個面向則是成果產出的類型。在TELDAP的執行經驗中，建築類型的數位化成果大致上可由表6-1-1來瞭解。

表6-1-1、建築類型計畫成果與網站呈現型態對應表（各網站網址請參見附錄二）

計畫名稱	數位化物件	數位化成果	網站展示型態
農村藝術博物館 數位典藏計畫	廟宇木作構件	圖片	檢索系統、圖文呈現 3D動畫
鹿港龍山寺大木作 數位典藏計畫	廟宇木作構件	圖片 影片	查詢系統 3D環場互動平台
台北縣古蹟建築 數位典藏計畫	古蹟建築體	點雲動畫 3D模型	查詢系統、目錄式導覽 圖文呈現、3D虛擬實境
澎湖花宅傳統聚落之 空間建築數位典藏計 畫	聚落建築體 無形文化知識	圖片、影片 點雲動畫 3D模型 環場製作	圖文導覽、影音媒體 3D動畫、3D模型
淡水古蹟數位典藏計 畫	建築類文件 古蹟建築體	圖片、影片 動畫 3D模型 環場製作	古蹟分佈地圖 古蹟點簡介 3D動態導覽 虛擬實境
千千岩助太郎原住民 建築測繪圖稿數位典 藏計畫	圖片 建築類文件		目錄式導覽 圖文呈現 互動媒體（建置中）
傳統大木司阜許漢珍 技藝暨作品典藏計畫	設計圖手稿 廟宇建築體 口述歷史	圖片 3D模型	目錄式導覽 圖文呈現

由表6-1-1列出的建築數位化成果呈現型態中，我們可以進一步將其歸納為四大類，這包含查詢服務或目錄導覽、圖文與影音呈現、3D媒體展示及結合地理空間資訊等四項，以下針對各項內容進行說明：

#### （一）查詢服務或目錄導覽

建築類成果網站連結內容的方式大致可分為查詢及目錄兩種。查詢服務是資料庫提供內容的重要功能之一，透過查詢或檢索介面的建立，對相關領域具有先備知識的使用者，得經由關鍵字連結需要的資訊（圖6-1-1）；而檢索功能的建置，其後端乃是仰賴數位化專案所建置關於後設資料的欄位，以及過程中著錄的後設資料內容，因此後設資料標準的建立，關係著網站的結構和查詢方式。網站是否提供查詢功能，必須視計畫性質來取決，並非所有專案的資料庫都適合以檢索功能提供內容，有些單位的成果以選單或目錄的方式呈現，反

而讓使用者更一目了然。最顯著的範例是「淡水古蹟數位典藏計畫」，由於該計畫資料庫主要呈現淡水各古蹟的測繪模型與動畫，目前主要的標的物共計27個，遂選擇將古蹟以清單的方式羅列於網站，提供使用者更直觀的使用經驗（圖6-1-2）。



圖6-1-1、「台北縣古蹟數位典藏計畫網站」檢索及選單介面



圖6-1-2、「淡水古蹟博物館計畫網站」古蹟清單

(二) 圖文及影音

以圖像搭配文字說明是最傳統的內容形式，普遍被使用來呈現與說明各種型態的典藏成果（圖6-1-3、6-1-4）。建築類型的典藏成果，每每結合極致的工藝與美學，例如結構、格局、工法與紋飾等，都是建築典藏的重要環節，而歷

史悠久的建築文化資產，更是蘊藏著深厚的人文與歷史背景，與周遭環境的各種互動也是極重要的紀錄對象。因此，以圖像作為數位化成果的呈現方式，必須搭配對應的文字說明，才能賦予典藏成果更深一層的意義。除圖像與文字的搭配之外，對於與建築相關的無形文化資產，例如慶典、音樂或訪談內容等物件，亦可在剪輯處理過後，成為網站的服務型態，例如「澎湖花宅傳統聚落之空間建築數位典藏計畫」的網站中(圖6-1-5)，即提供關於聚落之環境、生活或習俗等各種影片。



圖6-1-3、「鹿港龍山寺大木作計畫網站」針對構件提供圖文解說



圖6-1-4、「台北縣古蹟計畫網站」針對菁桐車站提供圖文解說



圖6-1-5、澎湖花宅傳統聚落之空間建築計畫於網站提供影片

### (三) 3D媒體

透過各種附加元件的執行，我們將各式3D媒體導入瀏覽器，成為展示典藏成果呈現的型態之一。相較於傳統圖文或影音的呈現方式，3D媒體和使用者之間產生高度的互動性，透過這些媒體的展示，除了可以呈現物件局部或全面的影像，也可以提供使用者身歷其境的感受，讓未能親臨現場的使用者，也可以在網路上欣賞各種建築的樣貌或細部的構造。在建築類型的數位化成果中，常見展示於網站的3D媒體有下列三項，將在下節中作更進一步的說明。

#### 1.3D模型

透過測繪建模及點雲掃描建模，可以建置出各種3D建築模型，它突破2D圖像的限制，使建築物的呈現從平面延伸為空間，所傳遞的資訊將更加直觀而具體。由於3D模型可提供多樣化的視角，因此當使用者經由3D模型來理解一個建築時，也將獲致更立體化的認識與理解。

#### 2.動畫展示

測繪建模或點雲掃描兩種數位化方式，均可透過特定軟體形成動畫，使用者在瀏覽器加載套件後即可觀看。動畫展示的型態有：環視建築體或建築聚落、觀察建築內部空間及介紹建築細部構件等。

#### 3.虛擬實境

虛擬實境具有融入性、互動性、即時呈現性等三種特質，對於數位化應用而言，是一種更能貼近人類生活的數位呈現方式。具體而言，虛擬實境是一個經由繪圖或影像軟體所建構的3D空間，可以模擬

真實世界中的景物。虛擬實境和動畫展示最大的差異在於，使用者可以自由意志進行操控，產生融入感和參與感。

### (四) 結合地理空間資訊

建築和地理空間有著密不可分的關係，因此將建築數位化結合地理空間資訊(GIS)，也成為呈現成果的方式之一。結合地理空間資訊的方式，除了可以在地圖上標示精確的位置之外，進一步還可以瞭解各式建築的分佈狀況，讓歷史和人文的因素融入建築數位化中，於教育面及研究面，都能創造更寬廣的可能性。例如「台北縣古蹟數位典藏計畫」，特別開發了可以結合Google Map API的地理資訊介面，這個介面結合了電子地圖與衛星空照圖，使用者可清楚了解古蹟建築周邊的街道與地理環境，讓使用者對於古蹟建築的了解從點的範圍擴大到面的範圍(圖6-1-6)；而「淡水古蹟博物館數位典藏計畫」也透過Google Earth呈現淡水市鎮的建築量體，具體呈現各古蹟建築與週邊環境的關係(圖6-1-7)。關於建築與地圖的套疊，我們將在第參節中有更詳細的介紹。

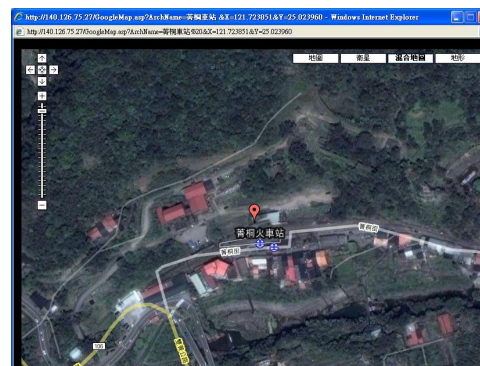


圖6-1-6、台北縣古蹟計畫結合Google Map API之介面

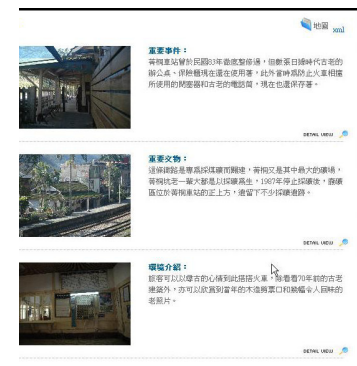


圖6-1-7、淡水古蹟博物館計畫網站以Google Earth呈現建築量體

## 二、建築類3D媒體呈現

針對建築類型的數位化成果，大部分成果圍繞著建築主體、建築構件、建築資料或整體空間的呈現。針對建築構件或建築資料等單一物件，通常透過靜態影像的方式表現，有些立體物件會攝取多角度的影像，以環物拍攝配合軟體接圖的方式，達到3D呈現的目的；針對建築主體或空間，若僅由靜態影像來表現，則無法觀察主體於週邊環境之間的關係，隨著數位化技術的發展，我們現在能利用環景攝影、測繪建模及點雲掃描等方式，形成各式3D媒體成果，而基於這些數位化技術所衍生的動畫展示，也成為建築類型計畫呈現典藏內容的重要手法，不僅更加生動，也能讓建築資源的呈現更為多樣。

以目前TELDAP各計畫執行內容而言，模型及動畫的呈現可分為「測繪建模數位化」及「點雲掃描數位化」兩種。前者首先透過拍攝、實地測繪及文獻蒐集，在建模軟體中繪製出建築量體或局部構件的3D模型，再透過劇本的編排，以特定軟體形成導覽動畫；後者則由3D雷射掃描儀所紀錄的點雲資訊，間接輸入建模軟體後，搭配相機所記錄的表面紋理製成模型，同時亦可以藉由點雲資料的疊和、透過軟體編排成為動畫，以動態的方式呈現實景（表6-2-1）。

表6-2-1、兩種建築數位模型及動畫的形成方式

工作項目	測繪建模數位化	點雲掃描數位化
數位影像	採用高畫素數位相機進行拍攝，並利用影像軟體編修。	配合高畫素數位相機拍攝，亦須經由相關影像軟體編修。
3D模型	須經由測繪工作獲得尺寸數據，並參考設計圖及相關資料，透過建模軟體繪製而成。	直接從點雲轉換，進行網面貼附、補面作業和多邊形體建構即可產生3D模型。
環場及動畫	經3D模型建構或環場數位影像編輯製作。	須由虛擬環場軟體建構。

### （一）測繪建模之3D媒體

3D製作常使用的相關軟體如：SketchUp、Artlantis、VRay、Ulead Cool 360、Adobe Premiere Pro，下列簡介各種呈現方式的製作。

#### 1. 3D模型

透過蒐集的文獻資料，加上過去學者累積的研究成果和數據，經由建模軟體（例如SketchUp）進行3D模型的製作。為掌握繪圖的精準度，均必須實地到建築體的現場進行照相或測繪，以確認既有資料的正確性，並針對資料不足之處再行補充，若建築已不存在，則需研讀文獻資料做推估。形成3D模型的各個面之後，再進入渲染軟體（例如Artlantis）完成渲染的程序<sup>48</sup>，簡單來說就是透過軟體把物件的陰影及材質計算進去，呈現3D透視圖或者是動畫。以淡水古蹟博物館製作的3D透視模型為例，使用者可從各種角度觀察建築物外觀（圖6-2-1），也可以加載QuickTime附加元件之後，在介面上操作3D模型的視角與距離，形成互動性的服務型態（圖6-2-2）。

48 渲染(Render)在電腦繪圖中，是指用軟體從模型生成影像的過程。模型是用格定義的語言或者資料結構對於三維物體的描述，它包括幾何、視點、紋理以及照明資訊。資料來源：Wikipedia 詞條。<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B8%B2%E6%9F%93>，檢索日期：2011年4月。

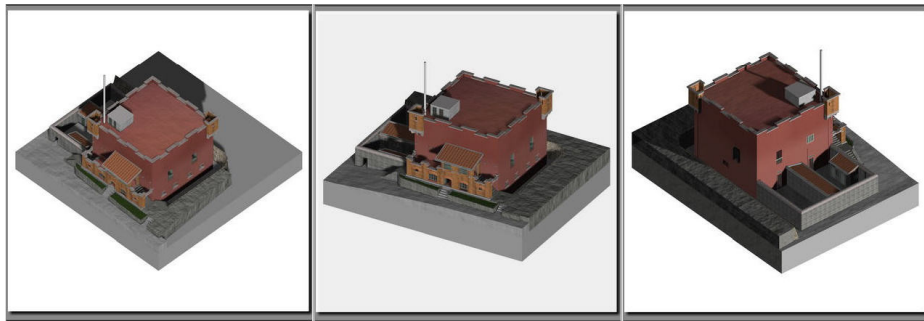


圖6-2-1、以不同角度之3D透視模型觀查古蹟建築

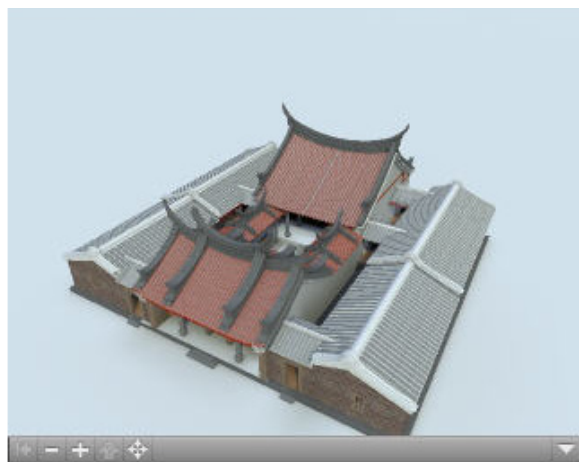


圖6-2-2、藉由QuickTime外掛模組展示3D模型

## 2.3D動畫

### (1)3D動態路徑

利用建構好的3D模型進行導覽，導覽路線由建置者事先擬定腳本（圖6-2-3），使用者在動畫中依循設計好的動線，可以觀賞整體建築的樣貌。這樣的動畫大致上可使用在鳥瞰建築外部形體、環視建築週邊環境及呈現建築內部空間等三種方式。

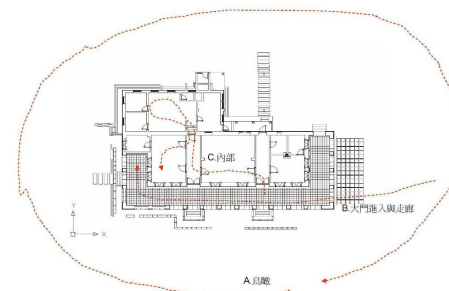


圖6-2-3、動畫腳本之路徑編排



圖6-2-4、淡水禮拜堂一樓外部鳥瞰環視動畫

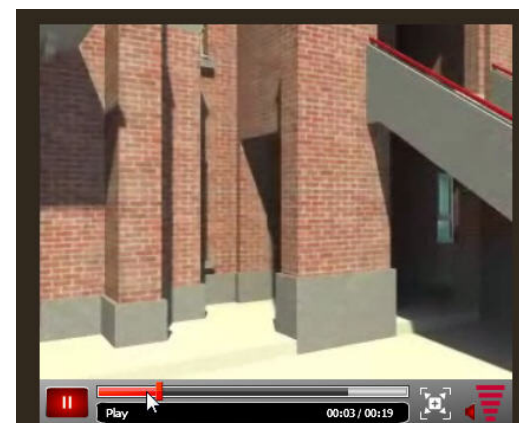


圖6-2-5、淡水禮拜堂一樓內部空間行進動畫

(2)建築結構與演變

以單一建築而言，可以將多張不同內容但同一視角的3D模型透視圖組合成一個gif檔動畫，藉以觀察該建築的營造方式及整體結構（圖6-2-6）；也可透過同樣方式，呈現該建築在不同時期的修築情形，用動畫表達時空變遷對建築的影響（圖6-2-7）。



圖6-2-6、動畫腳本之路徑編排

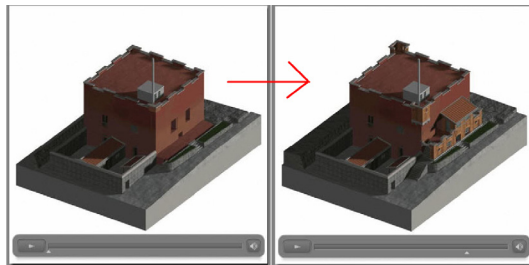


圖6-2-7、淡水禮拜堂一樓外部鳥瞰環視動畫

(3)細部構件拆解：

針對建築的局部構件，諸如防禦結構、門戶開關、窗戶採光及防風等設計，也可利用動畫提供3D解構狀況，讓使用者透過視覺體驗進行瞭解。（圖6-2-8）

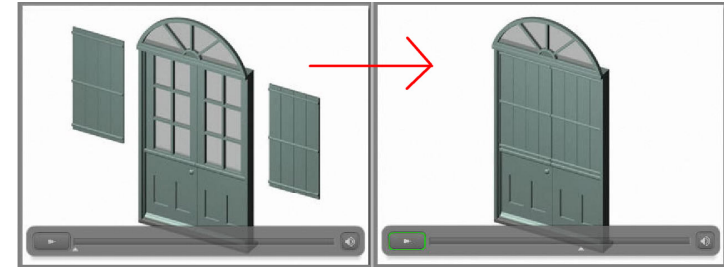


圖6-2-8、淡水禮拜堂一樓外部鳥瞰環視動畫

3.虛擬實境

虛擬實境為最直接之互動式導覽型態。製作時須先設定平面導覽點，於各點進行環場攝影，並以數位影像剪接軟體處理成環場檔案（圖6-2-9）。透過虛擬實境的功能，使用者可以在網站上欣賞到360度虛擬實境的場景，並透過滑鼠自行操作觀看之方向與角度，充分達到互動式導覽的效果。（圖6-2-10）



圖6-2-9、透過COOL 360將環景攝影圖像製作成虛擬實境



圖6-2-10、藉由QuickTime外掛模組操作虛擬實境

(二) 點雲掃描3D媒體展示

相對於測繪建模的方式，3D雷射掃描是利用雷射光束的投影與反射，求得空間座標數位值，並以點雲的形式記錄，透過後端處理來實現3D呈現的效果，

其最大的優點在於精準記錄所有的數據，可供日後修復及進一步的用途。通常我們將現場以3D雷射掃描紀錄點雲的程序稱為「外業」；而相對的「內業」部分，則為點雲疊合與3D建模的執行，也同時衍生出不同的呈現型態，常使用的相關軟體：Pointools View Pro、RiSCAN PRO、Rapidform XOR2、SketchUp、3D MAX、CATIA、Pro/ENGINEER、SolidWorks、EON Rpaptor，茲說明如下：

### 1. 3D模型

在獲取建築標的之點雲檔之後，建置3D模型的方式有兩種。其一是擷取點雲檔所提供的精確數據，在3D建模軟體中以繪製的方式進行建模（如SketchUp或3D MAX，圖6-2-11）。這種建模方式與測繪建模主要差異在於數據的取得方式，分別是點雲掃描與人工測繪兩種技術，而後續的建模工作均須透過建模軟體繪製，再經由渲染的程序建立光源與材質。另外一種建模方式，則是將點雲檔案匯入Rapidform XOR2中，完成雜點篩檢與破面修補後，藉由面的資料以及描繪工具來完成參考線段，最後可透過參考線的建立，進行3D實體模型的建構工作（圖6-2-12），而Rapidform Xor2目前無法進行材質的貼圖工作，仍須將實體模型輸出到其他3D建模軟體進行貼圖的程序。

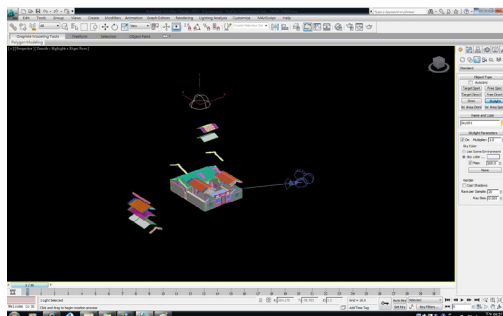


圖6-2-11、基於點雲資料以3D Max建構3D模型



圖6-2-12、將點雲檔匯入 Rapidform XOR2建置3D模型

關於3D模型的網路呈現，除參考測繪建模的呈現方式之外，「台北縣古蹟數位典藏計畫」利用EON Rpaptor網頁精靈發佈工具，將3D模型直接發佈成網頁或輸出成 EON Viewer 供瀏覽使用，也可進一步透過 EON Studio增加使用者與物件之互動行為。使用者在安裝EON插件之後，即可在介面中觀賞該3D模型，亦可調整視角及大小（圖6-2-13）。



圖6-2-13、在網站中透過EON介面展示3D模型

### 2. 點雲動畫

利用點雲資料，透過建模軟體所建置之3D模型，其性質與人工測繪所建置之3D模型是一致的。因此，其網站動畫之呈現方式亦可互為參考。點雲掃描較為特別的一點是，當完成3D掃描的外業程序後，可以直接透過3D雷射掃描儀點雲模型軟體（例如Pointools View Pro，圖6-2-14）形成動畫。以Pointools View Pro製作動畫是由時間軸控制，且該軟體具備完整的製作參數和功能，我們可藉由軟體Camera的架設，擬定視覺移動的路徑，這程序類似測繪建模動畫中的腳本設定。設定完成並檢視過後，即可輸出為avi、wmv或mpeg等各種影像檔格式，以供使用者在任何電腦或播放器觀看，也成為網站呈現典藏成果的素材之一。（圖6-2-15）

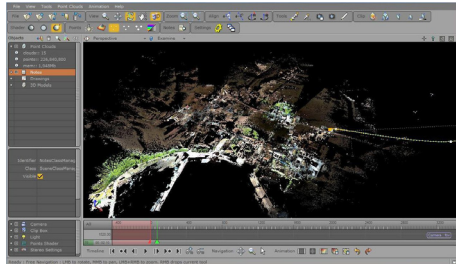


圖6-2-14、透過Pointools view編輯點雲動畫路徑



圖6-2-15、將完成輸出之點雲動畫呈現於網路平台<http://www.youtube.com/watch?v=11J1I7vzZA>

### 三、數位建築套疊地圖實例<sup>49</sup>

一般大眾聽到世界上主要城市名稱時，往往都在腦中會聯想到著名的建築地標，所以在旅遊地圖上常以建築物圖示來代表該城市。例如：法國巴黎鐵塔、澳洲雪梨歌劇院、中國上海東方明珠電塔、日本東京鐵塔及台北101等。其實以一個圖示來代表一個城市或一個建築物，都是地圖使用點的方式表達城市或建築物的空間位置。日後隨著技術的進步及圖資愈來愈詳細，一些建築物的外觀形狀也透過二維平面圖來呈現，當然目前愈來愈多的GIS(Geographic Information System)直接呈現3D建築模型，更能真實地呈現出建築的空間關係。

#### (一) 建築呈現的空間維度

##### 1. 零維-以點呈現建築物

此是使用最簡單的點來表達建築物的空間位置，雖然方法簡單，但是運用廣泛，即使至今仍有許多的地圖及地理資訊系統使用點來呈現建築物，並會用各類的圖示來取代單點以美化地圖。例如：岩波書店在1978年三月版的《世界 -大航海時代

49 圖·文/台灣大學資訊網路與多媒體研究所博士生 林農堯。

50 L·パガーニ著、竹内啓一譯，《プロトレマイオス世界図-大航海時代への序章》，1948年3月出版，日本 岩波書店。

序章》<sup>50</sup>之地圖集中，即有出現類似建築物代表一個地點的圖示（圖6-3-1）。於台灣Google地圖在Zoom Level第十五層之前僅用點來呈現查詢結果（圖6-3-2），而Google地圖在第十六層後不僅有點的查詢結果，底圖還會有建築物的外觀。

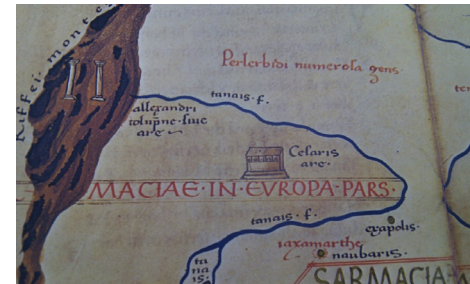


圖6-3-1、プロトレマイオス世界図-大航海時代への序章



圖6-3-2、Google 地圖在第十五層之前僅用點來呈現查詢結果

##### 2. 一維-以線段表示建築物

是使用一維的線段來代表多個排列在一起的建築物。例如：地理資訊系統的地址對位(Address Geocoding)動作，即是用線段代表同路段的建築物，用以計算精細的坐標。透過記錄線段來開始編路及結束編號，即可推算介於這線上地址號碼的坐標位置（圖6-3-3）。這種方式適合在都市中使用，誤差會在合理可接受的範圍中；鄉間則因為建築物彼此不連續，所以計算的誤差較大。



圖6-3-3、Address Geocoding原理，圖片來源 <http://ogrip.oit.ohio.gov/ServicesData/Geocoding.aspx>

### 3. 二維-在地圖上呈現建築型態

使用二維平面的方式呈現建築物位置及形狀，如此使用者可以大略地得知該建築物的外觀形狀、甚至高度。將建築物透過視角稍作傾斜，再將此結果投影至地圖平面上，就能讓平面地圖上的建築物產生類似立體的效果，且這種方式在16世紀即有（圖6-3-4）。

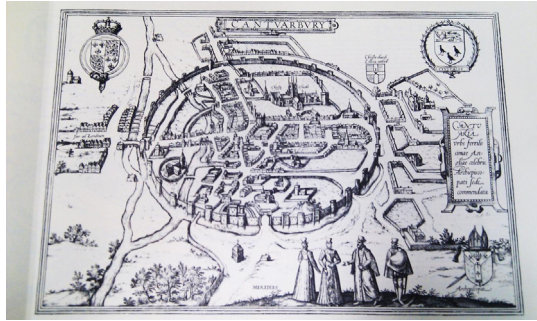


圖6-3-4、十六世紀都市圖集成之中的城市地圖

現在的技術可以使用電腦在地圖上繪出更精細建築物。通常建築物會出現在大比例尺的地圖中。例如Google地圖在台灣16層之後才顯示建築物的形狀（圖6-3-5）。隨著地圖放大，Google使用立體投影的方式也顯示建築物的更多細節（圖6-3-6）。

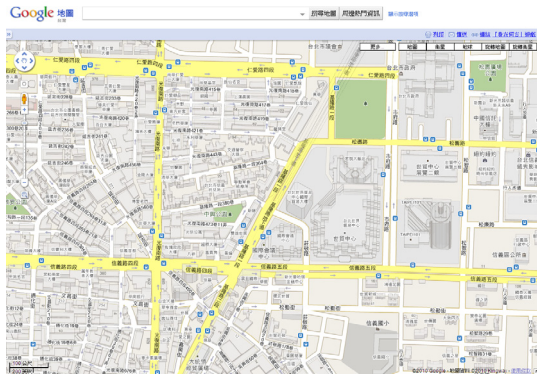


圖6-3-4、十六世紀都市圖集成之中的城市地圖

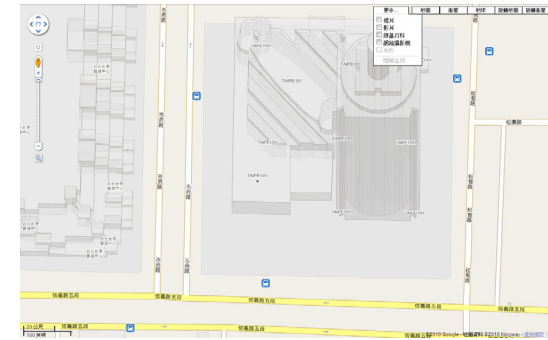


圖6-3-6、Google地圖第20層中可以看出類似3D效果的建築物投影線條

此外，中國的百度地圖更將地圖觀看角度最佳化，投入大量的人力及資金，提供中國主要城市類似3D的地圖，目前支援的城市有北京市、深圳市、廣州市及上海市。這種類3D地圖不僅有形狀，而且有建築物的顏色、材質，甚至有招牌文字。如此使用者非常容易明白建築物與四周的關係，如圖6-3-7及圖6-3-8。不過太高的建築物容易遮蔽其後的較低建築物，以致於無法呈現被遮蔽建築物之空間位置，如上海地區高樓林立，裡面的高樓就可能遮蔽許多區域（圖6-3-9），之後類似的地圖應會朝向用虛線表示被建築物遮蔽的道路，使用東西南北視角的切換，來解決建築物彼此遮蔽的問題。

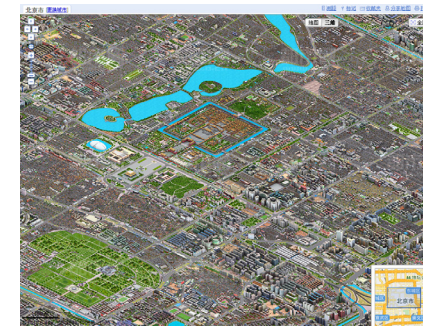


圖6-3-7、百度北京地圖

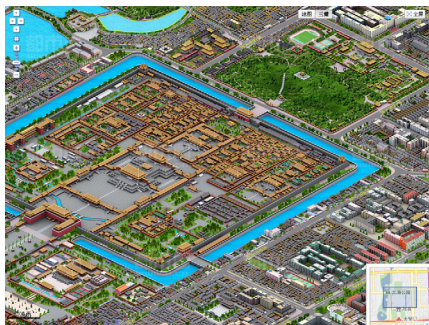


圖6-3-8、百度北京紫禁城地圖

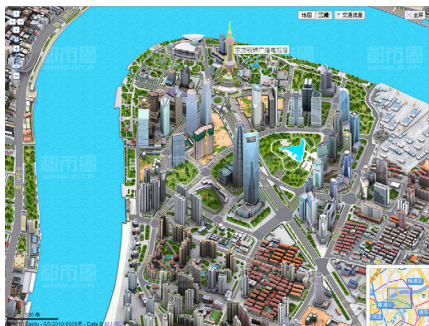


圖6-3-9、百度上海地圖

使用這種類3D技術呈現整個城市的建築物，在Web技術上還是於屬二維的地圖，所以不用額外安裝特殊的軟體，在資料傳輸上，其資料量也遠低於真正的3D技術，雖然沒辦法比得上真正的3D建模的城市，但是在一般使用上已經可以提供接近3D的效果，且有快速呈現與簡單操作等特性，這種3D的WebGIS運用很易於推廣和普及。

#### 4.三維-建築物3D數位模型

一般來說3D的地形再加上3D的建築物、材質及光源即是3D GIS呈現的樣式。但是還有些較特別的方式，也可算是三維的建築物，例如：Google的街景服務與Microsoft的Photosynth技術。透過多張照片的接合計算呈現一個較小範圍的立體空間。簡單的想像，除了照片的

平面資訊，還多了建築物的距離及空間點雲（圖6-3-10、6-3-11）。Google街景中的建築物及道路遠近距離是在街景車拍攝時，就使用測距工具測量且一併記錄下來；Microsoft的Photosynth則是使用多張照片彼此重複的影像，推算出立體的點雲圖後，再將照片放至空間合宜的位置及角度。不論是以上何種技術，都比3D建模技術可以更快速且有效率地將實際建築物的影像與空間距離整合至GIS中。

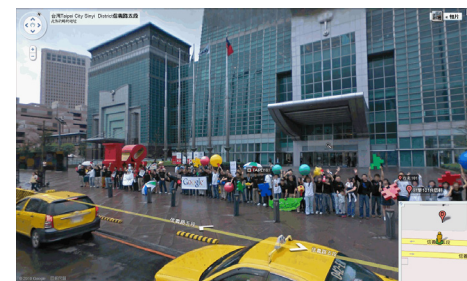


圖6-3-10、Google地圖街景

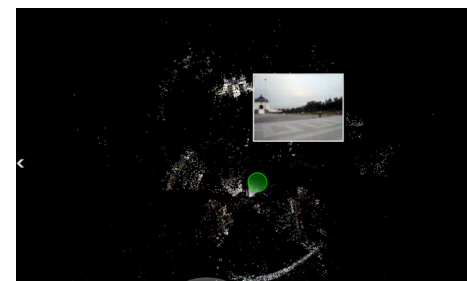


圖6-3-11、Microsoft Bing Map中的Photosynth，圖中中間上方白色點狀物是中正紀念堂的主建築物

透過街景的方式能夠呈現比平面地圖更豐富的資訊，但是街景技術是由固定的地點拍照連線而成，點與點之間若不夠連續，使用者就必須在其中一拍攝點中調整角度才能以斜視角的方式看見點與點中間的街景，如商店的招牌…等。在SIGGRAPH 2010中Microsoft Research提出可以

解決此問題的方法。透過演算法，電腦可自動校正算出點與點之間的正視街景，其成果如圖6-3-12。如此，可以改善現有的街景技術，提供無接縫的街景服務，使用者操作街景經驗也會更貼進真實生活。



圖6-3-12、Street Slide - Browsing Street Level Imagery 圖片來源：[http://research.microsoft.com/en-us/um/people/kopf/street\\_slide/index.html](http://research.microsoft.com/en-us/um/people/kopf/street_slide/index.html)

最能忠實呈現3D建築物的特徵及細節是3D建模，這也是目前很多建築類型數位典藏計畫所採用的呈現方式，相關展示型態在第二節中已提及。但此方法的成本頗高，因為須花費相當的人力、時間及經費，才能完成大量的3D數位模型，當然已有許多論文提出快速建模的方法，但是都有其限制及使用前提。如何將3D模型放在3D GIS中，最多人使用的是Google SketchUp建立模型後，透過Google地球放至Google的平台之上，之後再透過Google Earth或WebGIS版本的Google Earth瀏覽這些模型。Microsoft亦有類似相同產品，如使用TrueSpace建立3D模型，之後透過Bing Map呈現。因為3D數位建模是費時且高成本的作業，即使一間大型的公司也很難獨自建立全球主要城市的模型，於是Google首先採web2.0的模式，提供簡單好用的工具讓網友可以自行建立建築物模型，除了桌面版的SketchUp之外還有網頁版的建模工具，且Google也舉辦城市建模

比賽。透過以上的種種活動設計及簡易工具的免費使用，Google已經是全球最多3D數位模型的公司。這樣的商業競爭活動也對社會產生正面的效益，例如：中小企業及學校有免費的3D建模的軟體可以使用，也影響建築、景觀、室內設計的相關產業。

不論是Google或是Microsoft在WebGIS中呈現3D建築，都需要安裝其外掛程式(Plugins)，如此讓使用門檻提高，較難全面推廣使用。因此yell.com(<http://www.yell.com/maps/MapAction.do>)提出使用Adobe Flash的技術來解決這問題(圖6-3-13)。

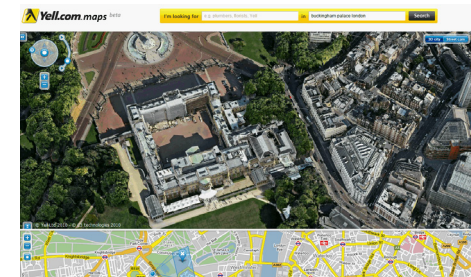


圖6-3-13、使用Flash技術的3D地圖

雖然大部分的瀏覽器都內建Adobe Flash Player，理論上，使用門檻低應該導致許多應用實例，然而使用Flash技術有其缺點，即是3D的執行效率無法像自行開發的瀏覽器plug-in一樣快速。因此Google及Microsoft均使用自行開發的瀏覽器plug-in。除了以上的3D GIS技術與產品，還有ESRI ArcGlobe(圖6-3-14)、Skyline(圖6-3-15)、AutoCAD Map 3D與國內藏識科技(圖6-3-16)。這些產品都可以進行客製化開發，達到運用在不同領域，提供建築物與地理資訊系統整合之目的。

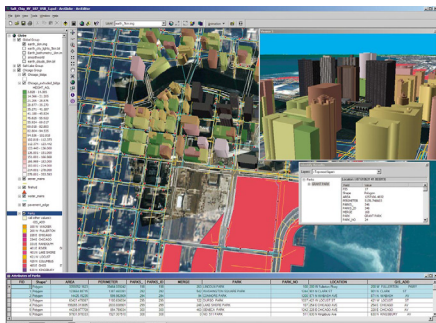


圖6-3-14、ESRI ArcGlobe 產品

圖片來源：<http://www.esri.com/news/arcnews/summer03articles/summer03gifs/p7p2-lg.jpg>

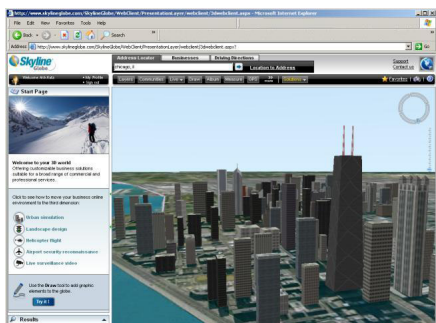


圖6-3-15、Skyline產品

圖片來源：[http://www.skylineglobe.com/SkylineGlobe/Corporate/Products/images/SGEE\\_large-1.jpg](http://www.skylineglobe.com/SkylineGlobe/Corporate/Products/images/SGEE_large-1.jpg)



圖6-3-16、藏識科技之3D GIS產品

圖片來源：[http://www.pilotgaea.com.tw/download.php?f=2010\\_pilotgaea\\_DM.pdf](http://www.pilotgaea.com.tw/download.php?f=2010_pilotgaea_DM.pdf)

## (二) 建築與地圖結合的著名案例

### 1.日本京都

Virtual Kyoto 3D Map由日本京都立命館大學地理系矢野桂司教授 (Professor Keiji Yano)所主導開發提供3D虛擬京都。除了一般3D的都市導覽之外，還可以切換至昭和初期的歷史街道及模型（圖6-3-17）。3D技術運用在整個都市的歷史景觀保存，如此也保存了居民的共有記憶。關於此計畫的更多資訊可以連結至<http://www.ritsumei.ac.jp/acd/cg/lt/geo/coe/index.html>。



圖6-3-17、地理位置京都Minamiza南座週邊，左邊是當代，右邊是昭和初期

圖片來源：<http://www.geo.lt.ritsumei.ac.jp/webgis>

### 2.羅馬古城

Google在2008年11月的推出3D羅馬古城，透過Google Earth即可以回到西元320年，悠遊在君士坦丁大帝統治下的古羅馬城。更多資訊可以連結至<http://earth.google.com/rome/>或<http://www.romereborn.virginia.edu/>。

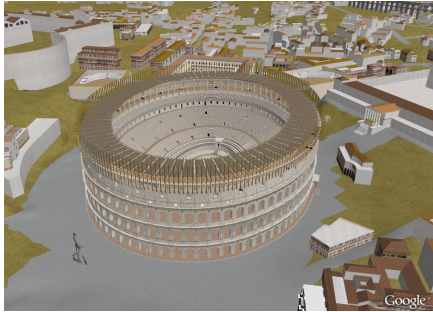


圖6-3-18、Google Earth中呈現羅馬古城

圖片來源：[http://earth.google.com/images/rome1\\_lg.jpg](http://earth.google.com/images/rome1_lg.jpg)

### 3.ShowTaiwan

中華電信ShowTaiwan是使用Skyline產品客製化開發的服務。中華電信有大量網路頻寬資源，所以也提供3D GIS的租賃服務，讓使用者享受快速穩定的3D城市瀏覽經驗。更多資訊可以連結至<http://showtaiwan.hinet.net>。



圖6-3-19、中華電信ShowTaiwan

圖片來源：[http://showtaiwan.hinet.net/ent/industry\\_a\\_4.html](http://showtaiwan.hinet.net/ent/industry_a_4.html)

### (三) 呈現方式

最近幾年擴增實境(Augmented-Reality)及相關技術的進步，除了透過Web Camera在電視螢幕顯示虛擬的3D建築物，還有直接使用行動電話整合空間資料來呈現週遭的虛擬資訊(圖6-3-20)。擴增實境較成熟的服務有Layar ([http://](http://www.layar.com/)

[www.layar.com/](http://www.layar.com/))與中華電信的「hiPage 搜 go!」。預期未來會更多使用擴增實境技術，使得在現實生活中能以更人性化的方式與虛擬建築物之資訊互動(圖6-3-21)。



圖6-3-20、3D建築物群與地形的擴增實境應用

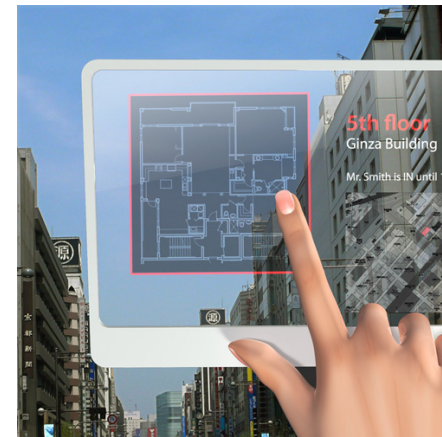


圖6-3-21、未來可以透過擴增實境的方式整合查詢建築物的資訊

圖片來源：<http://mmdays.com/2009/09/25/augmented-reality-for-dummies/>

隨著科技的進步，平面的GIS軟體逐漸可以處理建築物的空間資訊，這種方式簡單且能快速呈現，所以還是目前的主流方式之一。目前使用3D建築物模型呈現在GIS中也是趨勢之一，不過除了建模的高成本之外，為了提供簡單、穩定且快速的網路來呈現，讓許多業者及開發者付出許多成本，所以才會有各種可

替代的解決方式被提出，如環景影像、街景、類3D的平面地圖。未來更可以使用實境加虛擬的方式與建築物資訊互動，讓使用者以最直覺的方式取得建築物資訊。靈活運用以上的各種技術，即可讓建築物與地理資訊系統相互結合，使用者也可以用最簡單的方式取得最合適的建築空間資訊。

## 柒、數位成果加值與運用

Appendix

在繁雜的數位化過程中，建置具品質的數位內容只是建立數位化環境的基礎，是屬於金字塔中的最基層，如何運用數位內容做各面向的利用加值、宣傳推廣、融入教育與生活，以達到永續經營與運用創意轉型再出發，都是未來發展思考的基礎點。臺灣的發展已走進資訊社會的時代，產業面臨著從製造到服務、從硬體到軟體、從有形到無形、從在地到全球、從創新到創意、從產值到價值、從規模到深度的轉型，為了回應全球化知識經濟體系之巨大挑戰，臺灣發展數位內容產業則更為重要。<sup>51</sup>

## 一、產業加值運用<sup>52</sup>

### (一) 數位典藏與文化創意的關聯

「談數位典藏為甚麼要關心創意加值應用？數位典藏為甚麼和產業有所關聯？」問題的答案其實道理很簡單，因為數位典藏的最終目的不僅僅在於消極的「保存」，更重要的是積極「應用」；問題的答案其實很難，在應用這個面向，其所能創造的經濟產能是最被期待的，然而如何做的最適切，激發更多創意與產值，是大家所關切且更要努力的方向。

就在數位典藏國家型科技計畫推動的前後，幾個口號幾乎在同時間被喊得非常響亮—「知識經濟」(Knowledge-Based Economy)、「創意台灣」(Creative Taiwan)、「創意產業CI(Creative Industry)」和「文化創意」(Creative Industries of Cultural)」等，這些名詞的概念曾一度引起社會各界的廣泛關切和期待。文建會也曾在1995年時提出「文化產業」的精神，成為社區總體營造的核心概念，但這項思維過去一直停留在傳統鄉村型的初級產業，直到2002年5月「挑戰2008國家發展重點計畫(2002~2007)」才進一步提出「文化創意產業」，積極以「產業鏈」的概念型態，重新定義文化產業的價值。這麼多的目標被提出，也

奠定了一些基礎，而數位典藏與數位學習國家型科技計畫(TELDAP)如何在眾多的經驗中，加上本身所擁有的眾多典藏資源下，發展出更符合時代的產物，創造出新趨勢，需要更具效益的整合與更多元的激盪。

「創意」一詞是指人類文化定位可被不同型式表現的一項重要方法，因此就創意產業CI(Creative Industry)而言，原起始於個體創意、技巧及才能的產業，透過知識產權的生成與利用後，成為更有潛力創造財富和就業機會的產業。所謂「文化創意產業」，根據臺灣經濟研究院的分類，包括了出版、電影、電視、廣播、手工藝、文物與古董買賣、表演藝術、音樂、社會教育(博物館、美術館及文化設施)、廣告、設計、建築、電腦設計、遊戲軟體設計、文化觀光、婚紗攝影等十六大類產業，如此說來，我們應可立即聯想到，文化創意產業無所不在，TELDAP推動的目的，即在呈現臺灣多元的文化特色風貌，當然其文化創意產業化的契機也就無法忽視！

就文化資產「典藏」的目的而言，藏品本身就是「知識」，「知識」的價值在於對人類社會作出貢獻，因此，透過數位典藏工程再造，讓藏品的知識得以開發應用，應是「知識管理」時代新的專業認知！而隨著「知識經濟」時代的到來，以知識為基礎的經濟將更著重知識的取得、創造、流通及擴散，達到知識經濟產能的創造開發。就數位典藏再造而言，在規劃數位化工作流程裡，針對不同的使用目的會有不同的執行策略，一開始就應該要將加值應用的策略納入考量，即要評估創意加值應用層面與產業化目標實現的可能性，方能將典藏成果發揮到最佳的運用。

承如前述，可以理解所謂「文化創意」應該是指競爭優勢取向的「內容產業」(Content Industries)，也就是以文化為本質的內容，經過創意設計、創造生產、與商品化結合、以需求帶動行銷、創造市場競爭優勢的內容產業。換言之，「文化創意」應該是開拓創意領域、結合人文與經濟，以發展「文化累積」與「經濟效益」目標兼顧的產業。因此，在談到數位典藏創意加值應用與產業化實現的目標的，自然會發現「數位典藏」與「文化創意」兩者的概念、意涵、流程方法和目的等，各方面都有高度的相似與關聯之處：

51 孫文秀，〈掌握數位內容產業核心價值再造台灣風華Controlling the digital content industry's core value and reviving Taiwan's prosperity〉，2008年6月，[http://www.itmag.org.tw/magazine/article\\_single\\_526.htm](http://www.itmag.org.tw/magazine/article_single_526.htm)，檢索日期：2009年12月。

52 圖·文/國立自然科學博物館資訊組主任 周明。

- 1.兩者都是「再造工程」(Re-Engineering)。
- 2.「內容」(Content)才是核心價值與動能潛力。
- 3.數位內容再造與創意再造相輔相成。

## (二)「建築」的文化內容融入產業加值



圖7-1-1、以「雙龍朝珠」及廟宇建築特色為意象之產品設計

由國立科學博物館所承接，於2007年所執行的「台灣民間信仰鄉土文化電子書計畫」<sup>53</sup>，其中有許多廟宇建築與廟會活動藝術素材深具有產業開發的想像空間。該計畫在累積了一定的數位成果後，透過資策會所推動的「數位典藏產業橋接計畫」<sup>54</sup>活動中，在圖像素材中，以廟宇正脊中墩位置上的「雙龍朝珠」(民間俗稱又叫雙龍搶珠或雙龍戲珠)，引起民間設計公司的興趣，經資策會橋接

53 台灣民間信仰鄉土文化電子書計畫所執行「台灣民間信仰FUN電書」  
<http://digicm.nmns.edu.tw/dispDemo/demo.html>，檢索日期：2011年1月。

54 數位典藏產業橋接計畫介紹：  
<http://www.teldapbridge.org.tw/teldap/bridge/siteplan.php>，檢索日期：2011年1月。

初步授權，開發成幸運筆組系列文具產品。在設計手法上「雙龍朝珠」成為筆身的圖案，筆架橫樑兩端和基座部分以臺灣廟宇「燕尾脊」和「抱石鼓」概念化造型作為創意設計，筆組全部以磁鐵的吸力懸掛在筆架上，呈現具有臺灣民俗藝術特色又兼具現代感的文具商品形象，而該產品也正嘗試作為外銷商品的試金石。

臺灣傳統建築的構件，結構上大都具有力學構造的作用，而裝飾上則深具民間巧思，兼有象徵的文化內涵，若以此為基礎所創意發想的設計，能更有認同感與精神象徵。民間藝術之所以易於親近，正因為其源自於生活，所使用的圖案有擷取於自然圖形，運用各種動物、植物、器物創作，有延伸自民俗故事，以神人搭配組合或更具想像空間的創作圖像，包含直接會意、形聲假借、轉注延伸、想像賦予、傳說附會等多樣組合，結合成深具意義的豐富內涵，這些裝飾藝術是老傳統的文化素材，能不能啟動創意加值而推向市場到位的產業化契機，所需的即是一個創意再造的工程導入。

當我們肯定典藏品皆為國家社會文化瑰寶的同時，也被期待這些文化瑰寶不會只是繼續典藏在象牙塔裡面！文化瑰寶的知識光環需要重新點亮再現，諸多社會精英的創意理念更期待這些內容平台的提供以一展身手！數位典藏既為文化瑰寶再造工程的重要元素，自然就是創意加值和產業化的重要平台，期望透過典藏讓設計者接觸更多的元素，發揮更具文化內涵與創意的設計。

## 二、學術運用與成效<sup>55</sup>

### (一) 數位技術的運用

先進衛星定位與3D科技讓一座深藏在瓜地馬拉北部原始森林中，千餘年前的馬雅古城終於重見天日。古城被發現起因於一盜墓賊由該地挖出馬雅面具，從而引起國際研究單位的注意，但經過長期探索並無結果，直到動用最新科技衛星定位與3D影像科技探索才獲得突破。考古學家在掃瞄雨林地貌的數位3D影

55 圖、文：拓展台灣數位典藏計畫褚如君。

像後並排除地表植物，終於發現了神祕消失近十二世紀的馬雅古城荷頓(Holtun)與傳說中「石首(Head of Stone)」的古城遺址，其中有七層樓高的金字塔、祭壇和盜墓賊挖掘的坑道，3D圖像也顯示了一公里長、半公里寬的馬雅市鎮，多棟石砌墓室與近百民居，考古學家所有的推測皆因數位科技而得到了證實。

位技術的運用可壓縮時空造成的影響，追溯既往，並以虛擬的方式呈現建造與構築型態的內涵，幫助建構肉眼可能無法透視瞭解的影像。以「淡水古蹟博物館數位典藏計畫」<sup>56</sup>目前的數位成果來看，分析建築體的營造方式，並對照古今的施工法，以製作動畫來呈現，從建造的角度，具體呈現建築組構的過程(圖7-2-1)<sup>57</sup>，可讓觀賞者更容易了解建造的程序；以修飾的角度，則可看建築各時期所呈現的各種變化與因應環境需求改造所呈現的各不同面貌；以保存的角度，位媒材擁有建築構件無限次虛擬操作的優勢，可減少對文物直接的觸碰。顯而易見的，位媒材於建築遺產保存上的角色將越來越重要，可提供傳統保存方式所無法呈現的一面，打破時間與空間的限制，重現建築保存最核心的建造過程與構築的內涵。

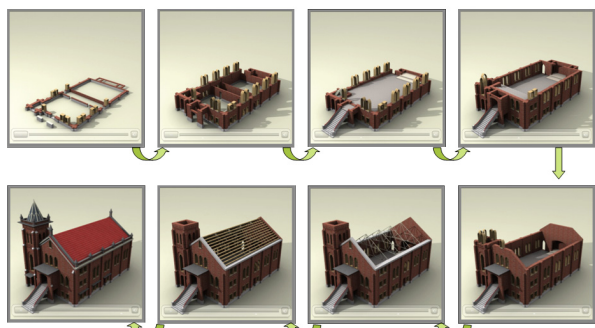


圖7-2-1、淡水禮拜堂3D建造過程

56 淡水古蹟博物館數位典藏計畫網站，<http://tavc.arch.tku.edu.tw/>，檢索日期：2011年1月。

57 淡水禮拜堂3D建構線上動畫可參考：<http://163.13.140.253/3D/d14.htm>，內容除建築各立面圖與剖面圖外，並有以Quick Time VR技術展示現況模擬與當前空間狀態，檢索日期：2011年1月。

跳脫實體建築，相關的資訊仍可以位化與線上化傳播，利用多樣的媒體素材，將調查資料、地圖、結構、影像、模型、文字等結合，呈現建築的完整資料。由國立屏東科技大學景觀暨遊憩管理研究所承接，於2007年執行的「農村藝術博物館數位典藏研究」<sup>58</sup>，因為屏東新惠宮老建築的拆建，屏科大在適時將建築架構數位化，除完整呈現構件影像外，也製作「疊斗式構架3D組合動畫」，將閩南建築疊斗式大木作其精湛之榫卯技術、具科學邏輯的架接方式，藉由3D動畫，將其拆解、組裝的過程予以呈現，可讓觀賞者有效瞭解架構的過程，一窺其中奧妙。

現今，典藏內容呈現於線上網頁具有相當的成效，視覺感官的刺激為其中重要的部分。當要呈現一棟建築的不同面貌與故事時，以頁面作為各不同主題的分頁，每一頁面陳述設計者所欲表達的意圖與文本特性，依據網頁結構的安排，有的採以誘導模式，使用者以被動角色被安排進資料的瀏覽；亦有使用者為主動角色，可建構自己的知識地圖，搜尋自己所需的資料，創造自己所屬的資料，數位媒材還可發揮網路特有的超連結進閱，使得網頁的構築不再為單線模式，而是一種加倍非線性的故事敘述，能幫助學習者更有效率的取得知識內容。

在電影《哈利波特》的魔法世界中，哈利波特閱讀的報紙上，所有圖片都能夠動起來，相片內的人物和動物活靈活現，此令麻瓜們大呼神奇的魔法報紙，在現在電子書、電子紙的發展上，已成為唾手可得的現實。數位呈現在各廠牌致力於閱讀介面的推陳出新，更為電子閱讀推波助瀾，讓數位學習有了更為便捷的方式，古人學富五車，於現今只要一個電子閱讀器即可承載。數位技術運用於教學有很大發展空間，而與數位設備並進的是數位內容的建置，更是電子閱讀器發展重要的內涵。

58 老建築典藏中心網站內可欣賞由數位成果所開發之創意教材，

<http://oarc.npust.edu.tw/>，檢索日期：2011年1月。

## （二）實體建模

還記得在電影《侏羅紀公園》第一集中，一位考古學家使用一台印表機，印出一個立體的迅猛龍頭骨嗎？這種3D印表機又稱為「立體快速成型機」，它可以快速製作出原型實體(Rapid Prototyping, RP)。其以CAD檔或是以3D掃描儀所建立的3D Polygon點座標的數位資料檔為基礎，透過印表機接收數位資料，在噴嘴處加熱融化ABS塑料，然後以極細的顆粒噴出，由下往上累積，如同蓋大樓似地，按照電腦圖形一層一層地把塑料堆疊起來，最後，再噴膠與定型劑以增加雕塑物的強度與光澤度。該技術早已在工業面的廣泛使用，而在建築領域上，也已使用於模型的製作上。

在進行RP模型輸出之前，除了數據的正確性、合理性，另一項重要的工作就是如何將體積過大或分散之構件分段切割、拆解後輸出，以及輸出後構件如何重組、還原，或是與手工模型相結合，完整的呈現出來。RP系統的發展將虛擬設計實體化，是連接數位與真實重要媒介之一。在新的建築設計裡，利用RP輸出，經由虛擬模型轉換到實體模型的相互驗證，來提升設計操作的效率，使構件的物表屬性與建築空間型態得以和媒體形式相互搭配；而對於古建築的虛實轉換，則可對建物作形式記錄，並作為教學補充說明，亦能成為產品開發的基礎。



圖7-2-2、美濃惜字亭RP輸出模型  
(國立成功大學建築系製作)



圖7-2-3、板橋林家花園方鑑齋RP輸出模型  
(中國科技大學建築系製作)

## （三）數位化人才培育

在上述各重要的數位應用製程中，最重要的是，在這些規劃中所培育訓練出的人才，建築領域所要學習的知識廣泛，需要兼備立體空間的規劃、工程力學的知識，還要了解地理環境與社會文化，對於建物的材料特性要成充認識，更要有藝術家的審美眼光等，而為了與時代接軌，數位化技術的學習更是當前無法忽視的策略，在數位典藏與數位學習國家型科技計畫的執行過程中，也無形培育許多數位化人才，達成學術運用的另一個成效。

早期，建築這一行業的符號是丁字尺、三角板，如今已漸消失了，目前的競圖大都以電腦繪圖，特別是用電腦繪製透視圖與動畫，而數位化的階段也非停止於數位模型的建構，數位建築人才的培養將使建築有更廣的發展面向。建築資訊模型(Building Information Modeling, BIM)<sup>59</sup>，建構數位化的建築3D幾何模型，包含所有建築構件資訊或專案的數據，如建築的平面圖、立面、剖面、詳圖、3D立體視圖、透視圖、材料表或是計算每個空間自然採光的照明效果、所需要的空調通風量、四季需要的不同空調電力消耗等等。建築資訊模型涵蓋了幾何學、空間關係、地理資訊系統、各種建築元件的性質及數量，結合眾多圖、表，以各方面的資訊來展示物件。建築資訊模型提供虛擬建築模型，讓設計團隊如建築師、測量師、土木工程師、結構工程師、機電工程師等得到一個良好的溝通平台，各數位資訊的整合更可在各個階段添加各自專業的資訊、更新、追蹤變更和維護此共同單一的模型。

<sup>59</sup> 建築資訊模型(Building Information Model, BIM)一詞由Autodesk所創，目前在市面上已有如Autodesk的Naviswork和Revit系列、Bentley的Smart Plan Review和Tekla Structure等軟體上市。由於，建築工程專案隨著時空條件不同總是獨一無二，加上設計理念、施工材料與方法不同，採取BIM技術的做法、工具與對其功能的需求就會不同，各軟體也附加程式撰寫介面(Application Programming Interface, API)提供了一個擴展的橋樑。目前國立臺灣大學土木工程學系已成立「工程資訊模擬與管理研究中心」(Research Center for Building & Infrastructure Information Modeling and Management, 簡稱BIM研究中心)，以順應國際潮流及回應產業之需求，企圖提供一個能結合技術研發、教育訓練、產業服務、與應用推廣的服務平台，以利BIM相關技術與應用之經驗交流、成果分享、人才培訓、與產官學研之合作。<http://sites.google.com/site/rc4bim/>，檢索日期：2011年3月。

### 三、建築數位資源與地方觀光結合<sup>60</sup>

#### （一）帶動地方觀光

建築帶動地方觀光的案例不可勝數，而令城市起死回生，最成功的例子之一是西班牙畢爾包的古根漢美術館，畢爾包從一個已沒落的港口城市，充斥工業建物，地貌灰暗殘舊，而因北美建築師法蘭克蓋瑞於當地河岸蓋了一座結構壯麗，宛如大型雕塑品的美術館後，從此畢爾包在世界地圖上被標示出來，旅客絡繹不絕，為了參觀蓋瑞設計出來的建築，就像湧進巴黎就為了看蒙娜麗莎的畫作一般。

建築 僅是技術和工程、 僅是實用、 僅是藝術，建築更是這一 的綜合體，包涵了群體的心意與時代的精神，因此建築是城市形象的塑造，是觀光的未來，形塑人們眺望世界的角度，決定生活形式，界定人與環境的關係。然而，一個城市也不可能只有新的建築，對於舊建築的保存與修護同樣構築城市的意象。當建築形塑出重要的空間角色，累積了重要的文化內涵，其與觀光事業的結合則是相輔而行、水到渠成。只是如何保持建築本有的特殊性與內涵，又讓建築的曝光率增加，用何種方式讓建築相關的知識內容能簡而明瞭的傳達，則仍有許多方法策略需討論。

透過數位科技的傳達是當下具效率的重要方式之一，數位典藏留下物件珍貴的影像是數位工作的基礎層次，數位科技的腳步絕非僅停止在此，以淡江大學建築系所執行的「淡水古蹟博物館數位典藏計畫」而言，其所執行的專案不僅在典藏淡水鎮上各珍貴的古蹟資料，更著重在如何利用數位資源推廣地方特色，從其建置的計畫網站上，透過3D技術呈現淡水古蹟昔與今的不同面貌，利用數位科技模擬時空的改變，也運用在未來都市設計的參考，幫助任何要新建的建築體先進行時空模擬，以不妨礙到古蹟特色為規劃原則。更進一步的，有助於引導古蹟周邊建築的特色營造，共同維護淡水的文化特色。「淡水古蹟數位博物館」也透過數位技術，整合淡水文化資源，更透過與淡水社區大學的合

作，利用數位教材培育導覽志工，深度發展觀光旅遊的形象意義，在順應社會型態的轉變及文化資產活化的理念下，架構出博物館未來管理經營的方向及藍圖，營造出多元多樣的生活藝術，也深化了地方文化觀光的內涵。

在網路上的呈現，能夠縮短觀賞的距離，不論建築在何處，透過數位化即能觀賞建築體的面貌。每在旅行前透過網路先瞭解目的地的狀況已成為必備的功課，是否曾透過環景攝影的影像觀看住房環境來做評選呢？利用數位影像呈現了部分實景，做了部份的畫面的建構，但能觀看的畢竟只是特色的幾個角落，若覺得還不夠那就親臨實境吧！數位化間接強化了地方觀光的深度與廣度，就像3D電影「阿凡達」中潘朵拉星球的聖山，靈感來自於中國黃山，卻帶動了不只於黃山的觀光潮。臺灣本土電影描述霧社事件的「賽德克巴萊」，為了力求還原歷史，建築場景皆對照1930年代霧社街景的老照片而建造，想必將再創造另一個觀光景點。

#### （二）街景地圖的運用

建築是位在空間涵構之下的實體物質，與地 空間及周遭環境有 可分的密切關係。依此概 ，由虛擬的世界營造實體空間的 態，地圖的使用即為重現空間環境相當重要的媒介之一。透過地圖與數位建築的呈現，在潛意 中，讓瀏覽者對建築位置、型態與整體區域範圍、各棟建築座 分布有一定的概 及空間觀感。從一張普通標記的地圖，加入3D數位建模的搭配，使用者開始辨 出自己熟悉的位置點、道 名稱，走過的動線、曾經活動的範圍，並且認出 道的建築物、古蹟等，如此，亦能幫助對於地方發展的歷史脈落、空間分布做分析，探查出城市發展、市區、邊緣與鄰近市鎮的相對關係。

60 圖、文 / 拓展台灣數位典藏計畫褚如君。



圖7-3-1、淡水古蹟線上地圖

運用數位技術呈現街景影像，除了用於導航及檢索資料呈現之外，更有潛力的應該是在觀光旅遊面上。Google透過「3D互動虛擬實景」功能，拼接許多張在當地所拍攝、各個角度的實景照片，架構出一個虛擬實境的互動場景。而街景除了在一般道路拍攝外，也開始走入建築、公園、博物館等公共場所，利用「街景三輪車」，去一些街景車無法進入的特定景點，像是古蹟或自行車道的拍攝。如日本，Google街景計畫 就進入京都兩個大學校園以及數個重要寺廟古蹟內拍攝，讓遊客在親訪之前可以先做功課，了解路線動態，事先感受到京都街景中的人文氛圍。下列兩張圖即是透過日本Google地圖街景<sup>61</sup>，進入其中的二 城（）、本願寺（）參觀的景象，除了路線的流覽外，也可使用右上角的「照片集」欣賞更清楚的細部，對於無法親身前往的人來說，是另一種了解世界各國的方式，對於即將起身前往的人來說，事前的瞭解能增加對建築空間更多的感知。

Google致力於提供使用者最全面的街景地圖服務，針對 同的地 環境需求，用 同的交通工具 進 拍攝工作，同時透過Google全球化的地圖平台傳播。在臺灣的觀光街景上，板橋 家花園、萬華剝皮 街、三峽 街等都將運

用街景三輪車進行拍攝，澎湖美麗的海景與深具地方特色的街景也將走進網路上，期待讓 多人認 臺灣的美景。



圖7-3-2、Google京都二 城街景



圖7-3-3、Google京都本願寺街景與細部照片

#### 四、建築數位化的未來發展

對於建築進行數位化有其優缺點，應考慮各不同層面的優缺點取其平衡，讓資源與推廣達到最佳效益，以下分析目前所遇的各優缺點。

##### （一）缺點：

1. 數位檔案的更新：建築體的數位化過程繁複，建築體與相關的環境範圍廣大，常需要花費長久的時間建置，並且，建築是活的，常隨著人的生活而改變，加上經常性的整修，數位典藏只記錄當下，雖是完整保留歷史紀錄，但對於影像更新也需要長久規劃的支持。
2. 數位化技術的更新：數位化技術日新月異，慎選數位化技術能讓成果呈現更具效益，如何讓各成果整合呈現，並在未來技術更新時也能轉換呈現，須不斷的蒐集相關資訊，具更長遠的眼見與更佳的综合力執行之。
3. 對建築體的破壞：數位化過程中，若是採取細部拍攝，因取景而在建築體附近攀爬，可能對建築造成破壞。雖然目前有長鏡頭與雷射光達的數位化技術，但若作細部記錄選擇短距離拍攝時，應以物件保存為最大考量。

61 以Google Map搜尋「nijo castle japan」、「honganji」，檢索日期2011年01月瀏覽。

## (二) 優點：

- 1.數位影像協助研究：建築不只是在結構的設計，更是藝術的呈現。在廟宇建築中有許多裝飾作品，如彩繪作品，在香火鼎盛的寺廟往往有煙燻的問題，撇除修復課題來說，數位拍攝典藏作品當下的面貌，然而透過影像的紀錄、光譜的研究，作品有推算到原始色調與構圖的可能。<sup>62</sup>
- 2.多視角保存：如以3D雷射掃描的記錄，利用點雲呈現建築空間，除了有助於結構的研究外，也改變以前研究調查的方式，加速對建築結構分析。
- 3.多媒體的轉換運用：以數位方式來觀看建築，能站在更整體的角度觀賞全貌，畢竟人站在單一點所能看到的範圍有限，加上建築的高度也會影響視角，數位檔案建置，不論是教學、研究，甚至推廣都有很大的助益。

考量不同的優缺點，並針對缺點進行改進，是讓建築數位化更長遠持續的辦法。目前，除充分了解建築相關的資源外，站在各不同執行經驗上與眾多的數位化成果上，能激盪出更多的可能性。

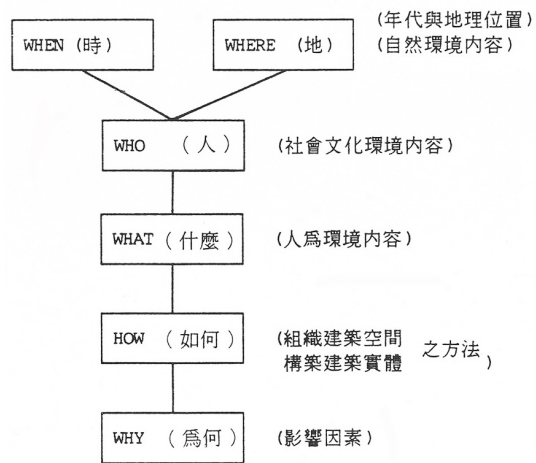
---

62 法國博物館研究修復中心的研究人員，利用多頻光譜分析，發現蒙娜麗莎這幅畫其實是有眉毛的，並分析出其他被覆蓋的構圖。相關資料可參考拓展臺灣數位典藏計畫 藝術與圖像小組專題演講：解譯達文西的多頻譜密碼。<http://content.teldap.tw/index/?p=931>，檢索日期：2011年3月。

# 捌、結語<sup>63</sup>

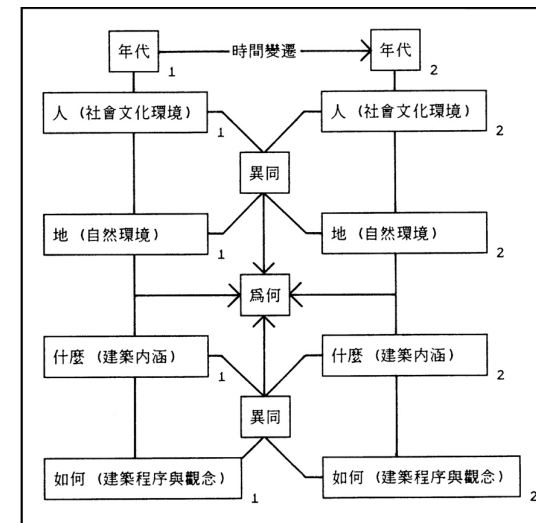
Conclusion

就人類生存於世上的意義而言，建築可廣義地定義為：「人類於自然環境中利用可援用的自然材料所構築出來的人為場所，以容納其身體(Body)，並滿足其心靈 (Soul、Spirit和Mind)，而得定居於世上」。因而，建築可泛指人為環境 (built-environment或man-made environment ) 然就字義而言，建築(Architecture)即 “The Art and Science of Building ” (有關於建築物的藝術和科學)。由此可知，建築並不同等於建築物了。



8-1、建築涉及的面向

依此，由歷史的角度來看，建築就是人類社會文化的一面鏡子。它是某個時代、某個地域、某一群人替自己的社會文化所構築的容身(或生存)場所 (圖8-1)。那麼建築之數位典藏，即是運用現有之數位技術試圖將現存或已消失於世上的人為環境，其由過去至今所遺留下來之史料皆紀錄典藏下來。亦即，在紀錄典藏為何(Why)某類人為環境(或建築)(What)如何(How)於何時(When)何地(Where)被某一群人(Who)構築出來的歷程 (圖8-2)。而史料之類型通常依其存在的形式分為實體史料、文獻史料與口述史料。



8-2、典藏內容的思考面

那麼，建築(或人為環境)可以數位典藏的社會文化意義有那些呢?首先，就人的生物屬性而言，建築滿足人的物理性需求，獲致適合容納身體的實用容器，因而，它具有保護的作用，使人有安全感。這不僅使人免於因天候變化造成的侵擾，且免於野獸及敵人的侵襲。

其次，它具有界定的作用，使人得在自然地景中劃出一個適合的容身場所，容納不同的社會文化生活。這種分隔出內與外的領域，包括了因生產活動所經營的地景(如農田、果園、庭園等)，或因家庭生活所構築的合院，或因防禦活動所構築的城堡等。最後，這些領域會隨著建築的自明作用而產生不同層次的認同感，以分享這些共有的場所。

這三種作用同時滿足人類的心理需求，提供心靈寄託的所在。保護作用使人免於因為對自然未完全了解而有的恐懼，並運用人與自然關係的詮釋(諸如宇宙觀、宗教觀、哲學觀在建築上的轉化物：神廟等)，使人在未知世界裡得到安全感。同樣地，界定作用使人的心靈獲得確實可知的領域(諸如宗教儀式等)。自明作用同時加強領域的內聚認同，使人在族群中產生共識，從而具有集體的意識。(圖8-3)

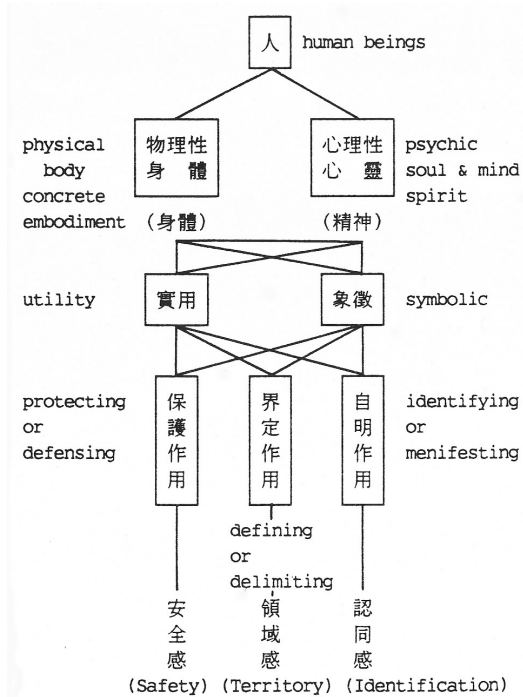


圖8-3、建築與人的依存作用

建築對某社群有意義，是由於建築為他容身(生存)的場所，而使建築語彙成為揭露社會文化意義的工具（包括觀念及程序）。而建築類型的決定因素就是「組織化的空間」和「構築成的造型」兩種語彙。建築之數位典藏即在數位典藏這些建築語彙，如圖8-4所示。

空間的組織化工作是將某社群的各種意圖，配予適合的空間單元，再將這些空間單元，組織成為一個有序的整體空間。空間組織可視為由具有獨特角色（或地位）的空間單元和其間的關係所構成的整體(Unity)，其中所具有的機能，在滿足某種意圖所延伸的特定「活動與行為」或「用途」。各單元之間的關係就是這個整體的內部結構網路，它決定了某種「活動與行為」或「用途」在整體中的空間位置與彼此的聯繫關係。確定角色與關係是組織空間時必經的過程，亦即，空間如何被組合或分化，而後如何產生彼此的關係。

接著，空間如何具體化，而成為具有特色的實體呢？這個具體化的過程，首在如何將材料構築成構件，然後將構件依垂直、水平方向組構成量體。如此構成一個實質的量化形體。然而量化的實體在構築的過程中，亦同時會考慮視覺語彙的運用，包括比例（分類）、質感、光線、虛實（開口）、凹凸處理和組合此實體的細部手法等。如此的綜合體構成該建築的形象(Figure)，再透過人的視覺或感知，人在建築內或外，對此建築的形象會產生某種意象(Image)。也就是這個綜合而成的「意象」，使人能夠透過視覺，區別並感受出不同的建築類型所獨具的不同風格。

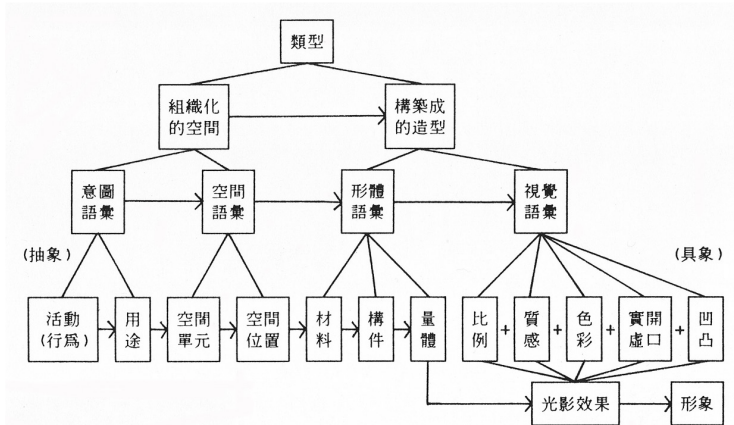


圖8-4、建築典藏的各類語彙

基於人為環境乃人類在自然界中建構出來具體之有形成果，因而，建築之數位典藏紀錄自然而然主以具體有形者之紀錄為要，再由此有形者去探索其無形者（人文意涵）。如何紀錄有形者？正如Bernard Frischer教授所言：「三維模型是視覺化(Visualization)的一種形式。如今跨越所有的知識領域，科學家已發現除了邏輯與質性分析外，視覺化乃是了解與探索的一種強有力工具。」(Frischer, 2008:3)接著，他又說：「視覺化已成為大多科學中一種標準工具。遊戲軟體長時間以來皆已如此-----視覺化才剛開始涉入歷史與人文領域-----我們這些數位化的人文學者渴望去提供模型，而我們學生逐漸期望且需要此模型。----Google

Earth將會滿足學生與學者的這個夢想。」( Frischer, 2008:4-5)

本書已透過各種專業者與各種已有的國內案例，竭盡所能地將各種數位化之類型與方法，以最詳盡的方式呈現於讀者面前。當然，主要著重於建築歷史相關史料之數位化紀錄。而呈現的最後成果即在於已視覺化之三維模型來顯現建築之內與外，以及其建構之過程，並進而呈現其具有歷史動態之變遷過程。因此，建築之數位典藏除以數位方法紀錄史料為其基礎之外，其實最重要的，在於如何呈現出做為人類人為環境構築之歷史真相。亦即，如何呈現出人為環境之真實性(Authenticity)與歷史性(Historicity)，其中借助的最佳呈現方式即為代表其時空的三維模型。Bernard Frischer教授之團隊與其他義大利國內外之團隊所共同完成「羅馬再生」計畫之成果即是最為典型之案例。問題之關鍵並不一定在技術本身，而在於其歷史詮釋，以及其可運用人力和物力之多寡。否則，動畫運用於電影上人為環境之三維模型就無法那麼接近於其真實性與歷史性了。有名之案例可舉出如「神鬼戰士」等。此即是建築數位典藏後加值運用的具體成果之一，而數位加值之成果可能如電影之相關產品一般。

參考資料：

Frischer, B., 2008, “The Rome Reborn Project: How Technology is helping us to study history” , pp.1-5.

## 參考文獻

## 專書

- 文建會，《文化資產執行手冊》，行政院文化建設委員會，2007年。
- 田青 編輯，《日本知名建築精選圖鑑500 日本 建築》，日本，昭文社，2008年。
- 王其鈞，《中國傳統民居建築》，北市，南天書局有限公司，1993年。
- 王雅萍、陳美智，《數位化工作流程指南-整合性工作流程》，臺北市：數位典藏拓展臺灣數位典藏計畫，2010年3月。
- 田中希美男等著，《交換鏡頭活用知識大百科》，2011年3月，城邦文化事業股份有限公司 尖端出版。
- 呂慈純、陸明、張真誠，《多媒體安全技術》，全華圖書股份有限公司，2007年10月。
- 李乾朗，《台灣古建築圖解事典》，遠流出版事業股份有限公司，2003年11月。
- 林志峰，《數位展演建築先例》，臺北，田園城市，2009年。
- 林阿嵐，《數位相機採購應用聖經》，電腦家庭文化事業股份有限公司，2008年。
- 林會承、邱博舜、徐明福等，《台灣建築語典》，臺南：文建會文資中心籌備處，2007年。
- 洪淑芬著，《文獻典藏數位化的實務與技術》，台北：數位典藏國家型科技計畫 訓練推廣分項計畫，2004年2月。
- 徐明景，《數位化工作流程指南：影像》，數位典藏與數位學習國家型科技計畫 拓展臺灣數位典藏計畫，2011年6月。
- 陝西師範大學編輯部，《世界建築圖鑒》，陝西師範大學出版社，2008年10月。
- 高芷彤、陳秀華、陳美智、林芳志，《數位化工作流程指南：委外製作》，2009年4月。
- 梁思成，《中國建築史》，天津，百花文藝出版社，2002年，第12版。

褚如君、陳秀華、詹景勛著，《數位化工作流程指南-專案規劃》，臺北市：數位典藏拓展臺灣數位典藏計畫，2010年3月。

## 期刊論文

- 文化建設委員會，《2010文化資產保存利用與保存科學國際研討會論文集》，2010年10月。
- 成大 究發展基金會 究，《旗山火車站與其周邊生活空間檢測及3D數位模型建構計畫》，高雄縣政府，2006年。
- 吳宗江、林宜君、徐明福（2004.12）〈3D雷射掃瞄技術應用於台灣歷史建築測繪之研究〉《測量工程》第四十六卷（4）：77-94，中華民國測量工程學會，臺北。
- 張玉璜等人， 無形文化資產清查 ，《文化性資產清查操作參考手冊》，文化建設委員會，2008年。
- 楊文斌、鄭鴻銘、游政憲、陳敏彬、陳昶 、閻亞 ，《數位化技術於文化資產保存之程序初探》，數位典藏品質管理研討會，2007/11。
- 溫國忠、林峰田，《數位化空間分析方法之探討》，建築學報第五期，中華民國建築學會，1991年12月。
- 歐陽奇主持，《客家建築數位化與新環境風貌建構》，行政院客家委員會，2003年。
- 韓志蘭，《數位典藏資源資料庫支援課程教學之內容分析探討--以明道中學國中部「臺灣建築古蹟」藝術鑑賞教學為例》，東海大學美術系論文，2009年。

## 網路資源

3D虛擬京都，<http://www.ritsumei.ac.jp/acd/cg/lt/geo/coe/index.html>，檢索日

期：

2010年12月。

The Getty，<http://www.getty.edu/>，檢索日期：2010年3月。

工程資訊模擬與管理研究中心(BIM)，<http://sites.google.com/site/rc4bim/>，檢索日期：2011年3月。

台灣民間信仰鄉土文化電子書計畫，「台灣民間信仰FUN電書」<http://digicm.nmns.edu.tw/dispDemo/demo.html>，檢索日期：2011年1月。

老建築典藏中心網站，<http://oarc.npust.edu.tw/>，檢索日期：2011年1月。

法務部，〈主管法規查詢系統〉，<http://glrs.moi.gov.tw/LawContentDetails.aspx?id=FL003824&KeyWordHL=建築法95&styleType=1>，檢索日期：2011年3月。

後設資料工作組，<http://metadata.teldap.tw/index.html>，檢索日期：2010年12月。

陳永寬，〈森林資源的管理—空間資訊系統〉，《科學發展》，[http://www.nsc.gov.tw/\\_newfiles/popular\\_science.asp?add\\_year=2005&popsc\\_aid=5](http://www.nsc.gov.tw/_newfiles/popular_science.asp?add_year=2005&popsc_aid=5)，檢索日期：2011年4月。

孫文秀，〈掌握數位內容產業核心價值再造台灣風華〉，[http://www.itmag.org.tw/magazine/article\\_single\\_526.htm](http://www.itmag.org.tw/magazine/article_single_526.htm)，檢索日期：2009年12月。

專案規劃，Project Management Institute，<http://www.pmi.org>，檢索日期：2010年3月。

淡水古蹟博物館數位典藏計畫網站：<http://tavc.arch.tku.edu.tw/>，檢索日期：2011年1月。

## 附錄一：參與數位典藏與數位學習國家型科技計畫建築類相關專案

年度	計畫名稱	執行單位	主持人
93	大型歷史建築文物數位保存	國立臺北科技大學建築系	施乃中
94	龍山寺大木作數位典藏計畫(共2年)	東海大學建築系	黃業強 鄭明裕
95	淡水古蹟博物館數位典藏計畫(共4年)	淡江大學建築系	黃瑞茂 倪順成
95	台北縣古蹟建築數位典藏計畫(共3年)	中國科技大學建築系	閻亞寧
95	澎湖匾額文化數位典藏 (跨文獻與檔案小組)	國立澎湖科技大學資訊工程學系	吳培基
96	農村藝術博物館數位典藏研究	國立屏東科技大學	盧惠敏
96	台南古蹟數位典藏	興國管理學院文教學系	蕭靜玫 楊飛
97	千千岩助太郎校長台灣原住民建築調查測繪圖稿(共3年)	國立臺北科技大學 建築與都市設計研究所	黃志弘 宋立堯 楊詩弘
97	花蓮地方文化數位典藏：走入林田山 (跨生活與文化小組)	國立東華大學資訊管理學系	楊維邦
97	澎湖花宅傳統聚落之空間建築數位典藏計畫	成功大學建築系	徐明福 張玉璜
98	傳統大木司阜許漢珍技藝暨作品典藏計畫	成功大學建築系	徐明福 林宜君
98	再現糖業風華-糖業文化數位典藏計畫 (跨生活與文化小組)	國立虎尾科技大學多媒體設計系	廖敦如

年度	計畫名稱	執行單位	主持人
99	澎湖花宅傳統聚落生命史典藏計畫-清末至1950年代	國立成功大學建築學系	徐明福 吳宗江
99	千千岩助太郎台灣原住民建築測繪圖復原模擬 日治時期泰雅族、鄒族部落數位典藏計畫	國立臺北科技大學建築與都市設計研究所	黃志弘
99	日治時期台北工業學校建築學者田中大作先生 研究成果:「台灣島建築之研究」、「台灣建築文化志」之中文化與數位典藏計畫	國立臺北科技大學建築系	楊詩弘
99	典藏金門戰地文化-坑道3D數位化與展示	國立金門大學防災與永續研究所	吳宗江
99	台灣寺廟建築之美-台中市樂成宮廟宇建築藝術 數位典藏計畫	國立自然科學博物館典藏管理組	周明
99	百年歷史印記-數位典藏國定古蹟嘉義舊監獄	國立雲林科技大學文化資產維護系	徐慧民
99	台南總爺老街數位典藏計畫	國立成功大學都市計劃學系	曾憲嫻
99	戰後台灣空間規劃史料-省府時期數位典藏計畫 (跨文獻與檔案小組)	國立臺灣大學建築與城鄉研究所	夏鑄九
99	重現澎湖匠師宮廟鑿花之美-安宅周王廟 (1969-2001) 數位典藏計畫(跨生活與文化小組)	國立澎湖科技大學觀光休閒系	李明儒 蔡明惠
99	台灣木雕大師-李松林數位典藏計畫 (跨藝術與圖像小組)	建國科技大學商業設計系	許世芳 李家豪
99	台灣傳統藝術瑰寶-葉王交趾陶的3D數位典藏 (跨藝術與圖像小組)	國立雲林科技大學文化資產維護系	曾永寬 曾肅良
99	台灣第一所西式醫院-新樓醫院 (跨文獻與檔案小組)	長榮大學資訊管理學系	吳作樂

## 附錄二：建築數位資源相關網站

網站名稱	網址	區域	網站簡介	建置單位
大型歷史建築文物數位保存-台北市大龍峒保安宮數位保存	<a href="http://140.109.23.235/ndap/2003/BOAN/index.asp">http://140.109.23.235/ndap/2003/BOAN/index.asp</a>	北區	以大龍峒保安宮為例，使用 3D 長距離雷射掃瞄器紀錄歷史建築文物外觀及量體，將點雲據以轉換成 3D 電腦模型、剖面圖、外觀線檔圖。	國立臺灣科技大學建築系
淡水古蹟博物館數位典藏計畫	<a href="http://163.13.140.253/">http://163.13.140.253/</a>	北區	呈現淡水地區之具有歷史與人文價值之古蹟、歷史建築與文化遺址等資料，並有 3D 動態導覽。	淡江大學建築學系
臺北縣古蹟建築數位典藏計畫	<a href="http://192.192.82.80/Second/welcome.htm">http://192.192.82.80/Second/welcome.htm</a>	北區	以臺北縣境內的古蹟建築共 52 處為對象，就建築外觀屋脊、外部屋簷、外牆細部等整體掃瞄，建立數位資料，並以後端資料處理達到紀錄典藏目的。	中國科技大學建築系
鹿港龍山寺大木作數位典藏計畫	<a href="http://content.ndap.org.tw/main/plan_detail.php?class_plan=111">http://content.ndap.org.tw/main/plan_detail.php?class_plan=111</a>	中區	以保存「鹿港龍山寺」大木作構件之實際立體構造為目標，並以影像及影片方式將其數位化，繼而建置網路互動平台及網站，以及各構件之文字及多媒體資料庫。	東海大學建築學系
老建築典藏中心	<a href="http://oarc.nptu.edu.tw/">http://oarc.nptu.edu.tw/</a>	南區	典藏屏東縣新園鄉百年古剎「新惠宮」建築解體後的所有構件，呈現分類、編碼、測繪、攝影、構件描述、與相關傳統廟宇建築技術與藝術研究工作。	屏東科技大學景觀暨遊憩管理研究所
一代宗師葉王交趾陶文化館	<a href="http://www.tcgs.org.tw/YW/YehWang/index.html">http://www.tcgs.org.tw/YW/YehWang/index.html</a>	南區	交趾陶是代表臺灣建築的重要裝飾，網站介紹交趾陶派別與作法介紹，將作品的數位影像檔完整呈現，並有葉王經典作品各角度的呈現。	臺南縣學甲慈濟宮

網站名稱	網址	區域	網站介紹	建置單位
臺南古蹟數位典藏計畫	<a href="http://da.sju.edu.tw/trhmda/index.html">http://da.sju.edu.tw/trhmda/index.html</a>	南區	以臺南市古蹟建築及其器物為數位化主體，分別對於開元寺、開基天后宮、臺南三山國王廟、北極殿、兌悅門、四草砲台、臺灣府城隍廟與臺南地方法院等古蹟進行數位典藏及資料庫建構工作。	與國管理學院
傳統大木司阜許漢珍技藝暨作品典藏計畫	<a href="http://140.116.76.200/webseite/she/">http://140.116.76.200/webseite/she/</a>	南區	典藏許漢珍司阜親繪手稿、所藏圖面、文書等，並為其營建生命史間，其認為具備特殊性或價值性之現存建築予以實體數位化，並邀請許司阜親至現場進行訪談及現場導覽口述史料、影音典藏。	國立成功大學建築系
澎湖花宅傳統聚落之空間建築數位典藏計畫	<a href="http://140.116.76.200/huachai/">http://140.116.76.200/huachai/</a>	外島	以典藏澎湖花宅傳統聚落之珍貴建築環境史料為主，建構實體數位化資料、保存維護鄉土教育史料，建構內容數位化資料。	國立成功大學建築系
千千岩助太郎數位博物館	<a href="http://www.ntu.edu.tw/~wwwau/huangchih/">http://www.ntu.edu.tw/~wwwau/huangchih/</a>	全臺	千千岩助太郎是研究臺灣日本時代研究高砂族住屋之泰斗，網站典藏其所繪珍貴的各族原住民建築測繪圖、臺灣山嶽圖、傳統寺廟與其他事蹟手稿。	台北科技大學建築系
台灣廟宇網	<a href="http://www.idn.com.tw/template/">http://www.idn.com.tw/template/</a>	全臺	以臺灣地圖來呈現各地廟宇建築，並紀錄寺廟沿革與慶典、照片瀏覽等。	自立晚報
《臺灣教育會雜誌》暨《臺灣建築會誌》影像資料庫	<a href="http://192.192.13.178/cgi-bin/gfb3/journal.cgi?o=djournal">http://192.192.13.178/cgi-bin/gfb3/journal.cgi?o=djournal</a>	全臺	典藏日治時期《臺灣建築會誌》中關於建築各種事務調查、研究、建築圖書的出版等資料。	國立中央圖書館臺灣分館

網站名稱	網址	區域	網站介紹	建置單位
會	<a href="#">me.htm</a>		展。	基金會
數位典藏與數位學習國家型科技計畫—臺灣建築史	<a href="http://catalog.digitalarchive.tw/dacs5/System/Organization/List.jsp?CID=39485">http://catalog.digitalarchive.tw/dacs5/System/Organization/List.jsp?CID=39485</a>	全臺	簡介臺灣各時期建築特色，透過環景技術呈現台灣特色景點全貌。	國立嘉義大學應用數學系
台灣古蹟學習知識庫	<a href="http://wordpedia.ntl.gov.tw/monuments/copyright.htm">http://wordpedia.ntl.gov.tw/monuments/copyright.htm</a>	全臺	收錄城郭、寺廟、祠堂、孔廟、書院...等 22 類古蹟單元、2700 多個詞條、1700 多張珍貴手繪圖及歷史實景照片、實地拍攝的導覽、單元影片，及虛擬實境、幻燈主題影片、照片放大鏡等多媒體功能，限圖書館內或學校單位使用。	智慧藏學習科技公司
印海街誌	<a href="http://inhexis.blogspot.com/">http://inhexis.blogspot.com/</a>	全臺	收錄臺灣各地的街屋，包含細部拍攝與影片紀錄，並細心提供相關延伸閱讀。	個人部落格
中華古蹟學習知識庫	<a href="http://www.dsinia.com.tw/monuments/">http://www.dsinia.com.tw/monuments/</a>	中華地區	詳實記錄中華文化所涵蓋地區的代表性建築，透過建築圖像和文字介紹古蹟的建築、文化、歷史、藝術與科學各層面的價值，詳實記錄、反映建築的史實面貌。	建築情報雜誌社、中威技術顧問公司、智慧藏學習科技公司

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

建築數位化工作流程指南 / 林峰田等作。  
 — 初版。 — 臺北市：數位典藏拓展臺灣數位典藏計畫， 民100.06  
 面： 公分

ISBN 978-986-02-8257-3(平裝)

1.文獻數位化 2.文物典藏 3.建築  
 4.工作說明書

028.026 100011223

## 建築 數位化工作流程指南

指導單位：行政院國家科學委員會

發行人：林富士

總編輯：邱澎生

執行編輯：林彥宏、林定立、林芳志、高朗軒

作者：林峰田、林宜君、林農堯、林芳志、林泰宇、周明、倪順成、張文彬、楊文斌、褚如君、劉濠雄

審稿者：國立成功大學建築系所 徐明福 教授

發行單位：數位典藏與數位學習國家型科技計畫 拓展台灣數位典藏計畫

地址：115 台北市南港區研究院路二段128號

中央研究院歷史語言研究所

電話：886-2-2782-9555轉288

傳真：886-2-2786-8834

網址：<http://content.teldap.tw>

Email：[content@gate.sinica.edu.tw](mailto:content@gate.sinica.edu.tw)

封面設計：呂佳彥

排版印刷：禾古精緻印刷有限公司

中華民國100年6月初版

ISBN 978-986-02-8257-3

版權所有 非賣品



