

台北縣古蹟建築數位典藏計畫工作流程簡介

更新日期：2008/06/10

計畫單位：中國科技大學建築系

計畫名稱：台北縣古蹟建築數位典藏計畫

計畫簡介：

古蹟建築是先人所遺留下的重要文化資產，且是人文環境與技術經驗的傳承。然而古蹟建築的保存常因認定程序、時間、經費的關係，無法有效的長久保存，且可能因天災人禍，使古蹟建築在一夕之間消失。2006 年的彰化元清觀、大雪山製材廠、台中武德殿的大火，都是令人扼腕的不幸經驗。因此更應即時針對具價值的古蹟，針對其外觀及界結構進行記錄，為將來爭取修復保存的機會。

目前國內對於古蹟建築圖面建檔，係以照像或人工測繪的方式，再經由人工 Auto-CAD 轉換建立平、立、剖等二維度的數位資料。雖可對日後修復與重建工作提供基本資料，仍缺乏古蹟建築 3D 的數位資訊，無法確實保存古蹟建築之真實性。相對於傳統的人工測繪，雷射掃描則利用雷射光束的投影與反射，求得空間座標值，最後以點雲形式記錄呈現，並經後端數位處理，可以達到典藏與進階使用的功能。

台北縣古蹟建築數位典藏計畫即以 RIEGL LMS-Z420i 3D 雷射掃描器為主要工具，預計針對台北縣轄內 52 處古蹟建築為掃描對象，期望完成下列五項目的：(一)、搜集古蹟建築的歷史文獻資料，包括文字與圖片等整理與數位化。(二)、就建築外觀(屋脊、屋簷、外牆細部等)，採用 3D 雷射掃描器進行整體掃描，並將點雲資料完整數位化建檔，並可提供為日後古蹟建築修復重建之重要參考依據，(三)、將 3D 雷射掃描器掃描之點雲資料轉換成 3D 數位模型檔，(四)、藉 3D 數位模型提供日後不同時間點之結構監測比對的基礎，(五)、利用網路介面可加值成為教育、網路宣傳行銷之重要資料庫，對於國內寶貴文化資產的保存，提出更有價值的貢獻。

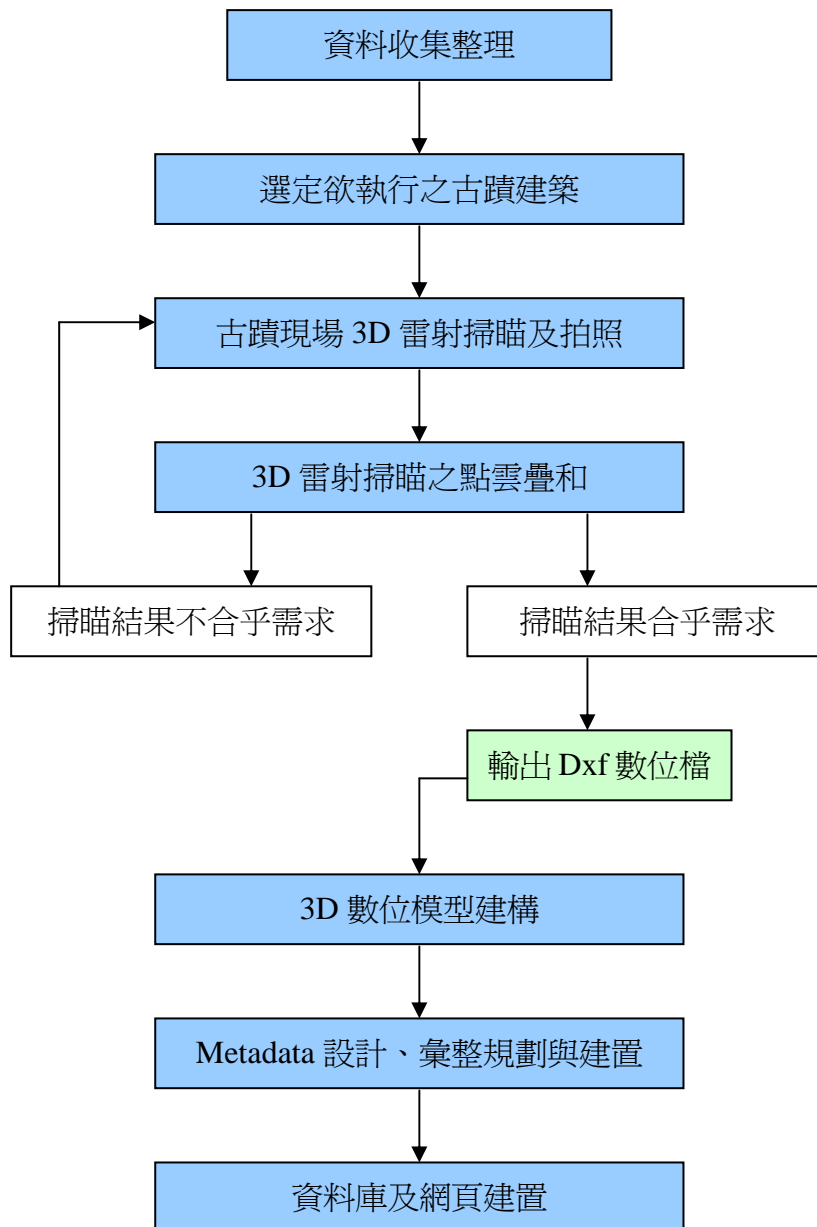
藉以上的研究議題與目的，期待對目前台灣的古蹟建築保存與修復，及時留下可參考的資料，並對保存技術教育的推廣及數位科技等學術研究有所貢獻。

數位化工作流程說明：

本計畫之數位化作業大致上分為以下幾個項目：一、資料的收集；二、古蹟

3D數位掃描及拍照；三、掃描之數位點雲資料的疊合；四、掃描成果呈現；五、數位化資料彙整、六、數位化成果呈現等部分，茲分別介紹如下。

台北縣古蹟建築數位化工作流程圖如下：



一、 資料收集整理

(耗時：約三個月)

主要由文資中心提供，並由台北縣文化局網站蒐集。內容包括古蹟的保存、古蹟建築數位紀錄的方式、3D 數位檔案與點雲資料的彙整，3D 雷射掃瞄器的性能以及相關應用的案例，進行這些準備工作、相關資料蒐集、文獻回顧典藏資料之彙整與技術校正處理，以作為研究的基礎。實務進行的相關工作人員為特定專題所招募的專題生，在實際執行硬體及軟體的操作之前，均受過一定時數的教育訓練。

二、 選定欲執行之古蹟建築

該計畫鎖定台北縣境內的古蹟建築共 52 為對象，預計逐一進行 3D 雷射掃瞄數位化。執行實地掃瞄之前，首先瞭解建築外觀屋脊、外部屋簷、外牆細部等整體資料，評估地形地物、物理環境，考量機器的性能及人力負荷等種種層面之問題，進而選定優先執行掃瞄的對象共 10 處：

- 馬偕墓
- 枋橋建學碑
- 金瓜石礦業圳道及圳橋
- 安坑孝女廖氏嬌紀念碑
- 淡水海關碼頭
- 關渡媽祖石
- 前清淡水關稅務司官邸衙署
- 淡水公司田溪橋遺蹟
- 菁桐車站
- 林本源園邸四角亭

三、 古蹟現場 3D 雷射掃瞄及拍照

(耗時：大型建築約 2-3 天，非建築類約 1-2 天)

(一) 現場環境評估

前往古蹟建築進行實地掃瞄之前，須先確認配備是否帶齊全，配備包含：3D 雷射儀(含電池)、NIKON D200 數位單眼相機、三腳架、三腳架定位框、掃描專用電腦、備用 12V 電池、電流轉換器，反光規標點。

由於校方與台北縣政府之間的古蹟調查合作行之有年，在每次實務工作

進行前均透過台北縣文化局行文該古蹟管理部門，除告知即將在古蹟範圍進行的作業事項之外，亦可尋求相關單位的建議及協助，事先做好因應的措施。到達欲掃瞄之古蹟之後，必須先對環境進行評估，並詳細觀察建築主體的結構和高度等因素，以作為架設掃瞄設備的考量。



圖 1：架設鷹架以配合古蹟主體高度

(二) 規標點設定

進行掃瞄之前必須尋找適當的角度放置反光規標點，以作為掃瞄完成之後，運算執行點雲合成的依據。由於規標點的設定在點雲合成的步驟扮演重要角色，每個建築的掃瞄期間必須配置三個以上的規標點，以便於疊合點雲檔，同時要確保規標點位置的固定，如不慎移動，則所有掃瞄流程必須重新運作。



圖 2：設立規標點

(三) 架設掃描儀器 (RIEGL LMS-Z420i 3D)

該計畫以 RIEGL LMS-Z420i 3D 雷射掃描器進行掃描，並搭配高畫質單眼數位相機 NIKON D200 組合，其測量範圍可至 1000m，精密度最小可至 5mm，為目前國內量測距離最長，精度最高之 3D 雷射掃描器，極為適用於古蹟建築的高精密度測繪需求。



圖 3：掃描儀器：RIEGL LMS-Z420i 3D

先將三腳架架設完成，而後調整掃描高度，確定後將腳架確實鎖緊。由箱子裡取出機身腹部把手，使用內附的六角扳手將把手鎖在機身腹部上，取出時須一人先由機身腹部把手提出，另外二人隨後由機身兩側把手提出放置於腳架平台上，將底部螺絲鎖緊就完成架設。



圖 4：架設掃瞄儀器

（上左助理李學濬先生 上右專助楊文斌先生 右下臨時人員張奇逢先生）

架設完成之後必須確認各個連接線的狀態，檢查項目包含電腦與儀器的連接線、電池與儀器的連接線以及相機與電腦的連接線。



圖 5：掃瞄前需確認各種連接線

(四) 進行掃瞄

全部架設完成後，儀器會旋轉 360 度，該動作完成後，表示儀器架設完成，即可開始掃描。RIEGL LMS-Z420i 3D 進行掃描同時，儀器上架設之數位單眼相機也同時進行拍攝各角度的拍攝，日後可供 3D 模型著色時之比對依據。

目前 RIEGL LMS-Z420i 3D 只能針對大型建築物進行掃描，針對古蹟室內細節構架（例如通、隨、插角、斗拱等木作架構），則需要其他的 3D 影像截取技術，此項問題將透過增購近距掃描儀器克服。



圖 6：RIEGL LMS-Z420i 完成架設開始掃瞄

四、 3D 雷射掃瞄之點雲疊和

（耗時：大型建築約 1-2 天，非建築類約 1 天）

由於每個主體的掃瞄工程浩大，過程中儀器的運輸、人員的移動及管理單位

的協調均相當費時，因此在每個古蹟現場掃瞄執行後，必須立即確認點雲資料的可用性，以防止將來必須再次補掃之可能性，避免不必要的人力、物力浪費。由於確認資料可用性需要高度的運算效能，由配備的手提電腦執行頗為吃力，因而此步驟作業面臨電腦硬體性能的問題。



圖 7：掃瞄現場確認點雲資料的可用性
(助理 李學濬先生)

點雲疊合的部分是利用 RiSCAN PRO 這套軟體，根據各個掃瞄站及相對的規標點進行點雲疊合的工作，疊合完成之後，會將主體周圍未在預設掃瞄範圍內的雜物及雜點去除，並輸出成 Dxf 點雲檔案。茲將軟體操作步驟說明如下：

第一步：

先將各掃描站做結合，接合時順序為由後到前。

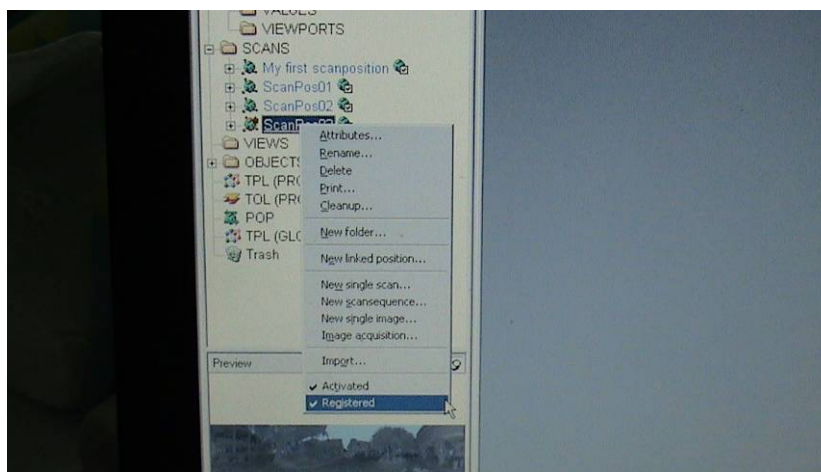


圖 8：連結各掃描站

第二步：

點選第二個掃描站裡面的 TPL(SOCS)，開啟 TPL(SOCS)視窗後上方有一列控制列選擇 Find corresponding points，點完後會出現連結掃描站的視窗

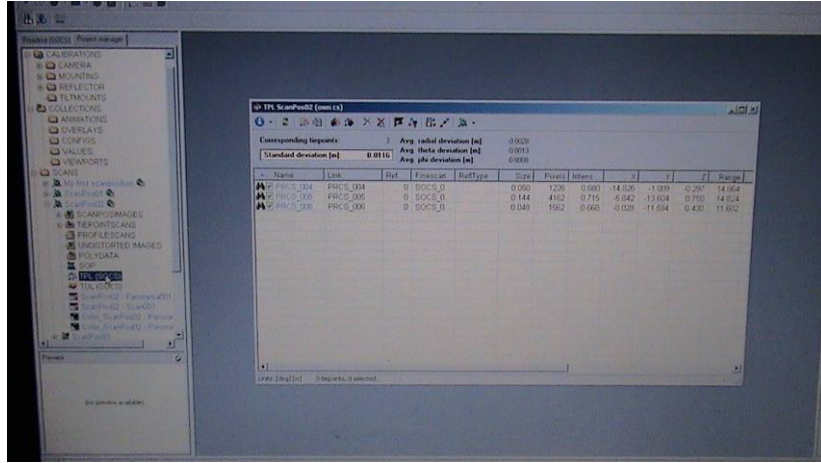


圖 9：掃描站連結清單

第三步：

選取所要連結的掃描站

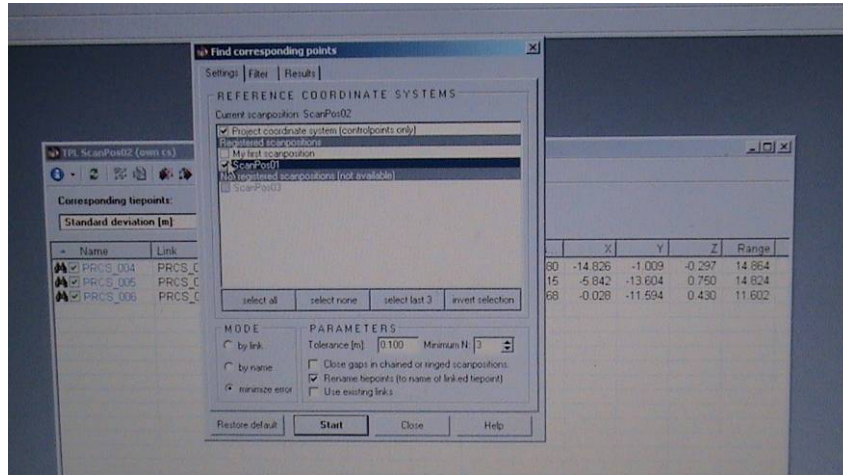


圖 10：選取掃描站畫面

第四步：

接下來要做點雲圖上色的動作，首先開啟掃描時儀器所拍攝的照片做連接的動作，選取照片後需秀出現標點位置，並接合掃描規標點及現場規標點，接合後即進行上色步驟。

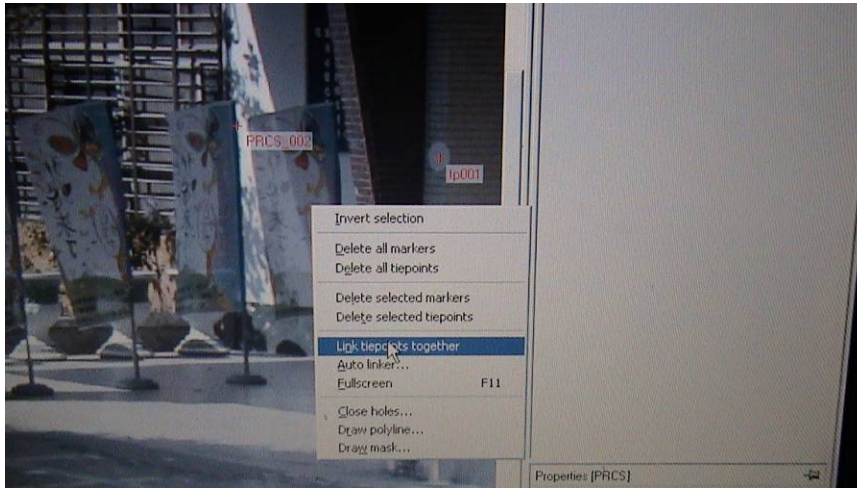


圖 11：連接照片進行點雲上色

第六步：

接下來要做相機參數校正，畫面出現後上方視窗裡會有之前照片規標點連結的參數，至少要有四個連結參數才可做校正，確認後按下 START 即刻校正參數，校正完畢後掃描站裡面就會有上色的點雲圖。

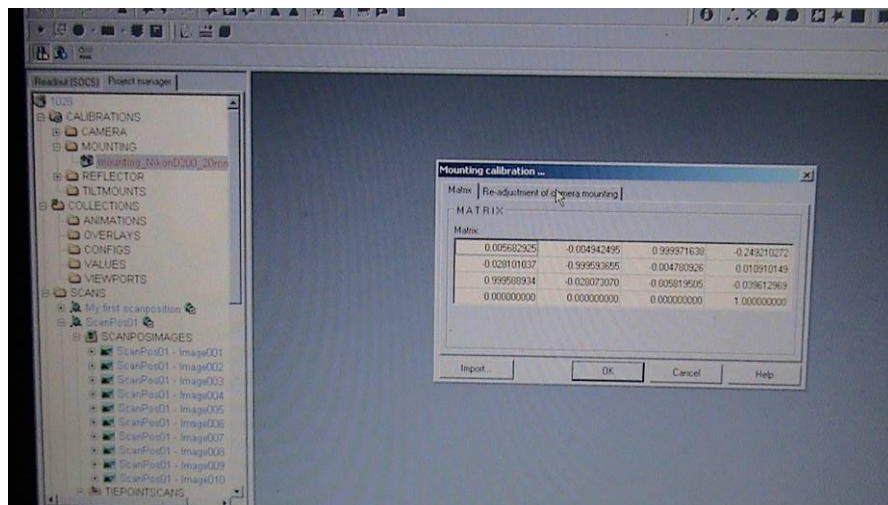


圖 12：相機參數校正畫面

五、 3D 數位模型建構

（耗時：大型建築約 6-8 天，非建築類約 2-4 天）

上述步驟由 RiSCAN PRO 軟體進行點雲疊合，並輸出 Dxf 數位檔案。3D 模型的建構則由 Rapidform XOR2 軟體以匯入 Dxf 檔案格式的方式進行。輸入之前必須依據點雲的數量及密度進行篩減，並完成雜點的去，以便進行編輯。

完成上述工作程序後，可藉由面的分析可瞭解點雲的外觀輪廓以及面的組成範圍及方向，操作者可以藉由面的資料以及描繪工具來完成參考線段，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之工作，上述流程如圖 13 所示。

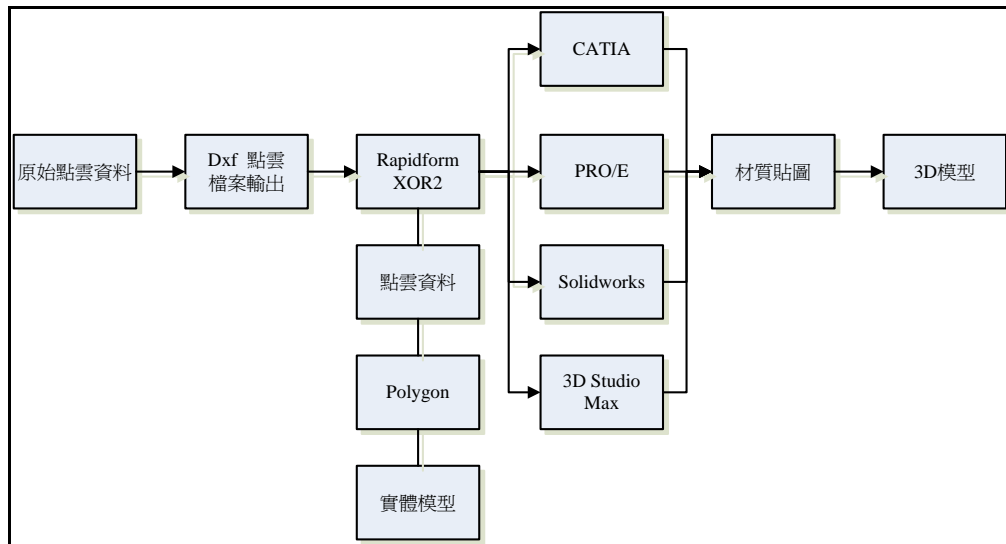


圖 13：3D 建置數位化流程

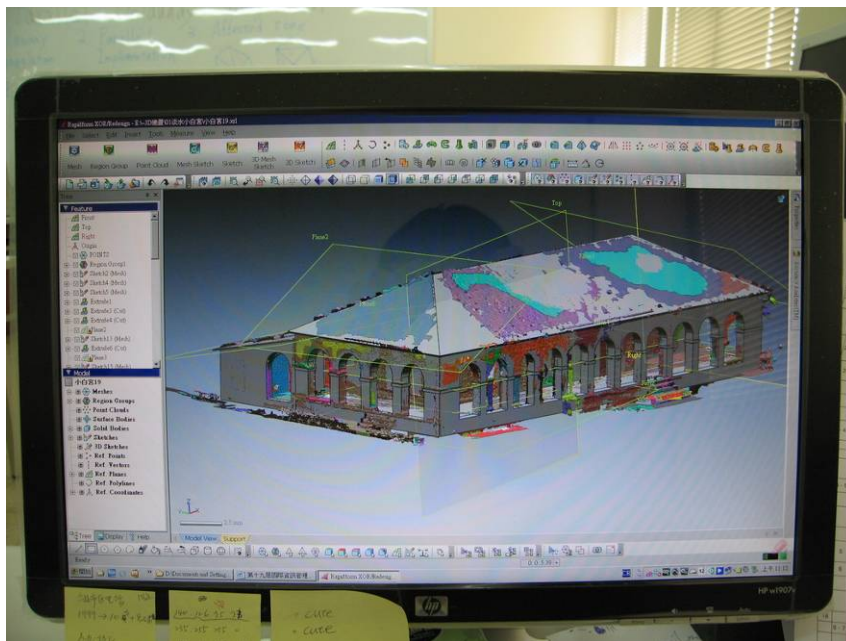


圖 14：RapidformXOR2 建立 3D 數位模型之畫面

六、 Metadata 設計、彙整、規劃與建置

(耗時：約三個月)

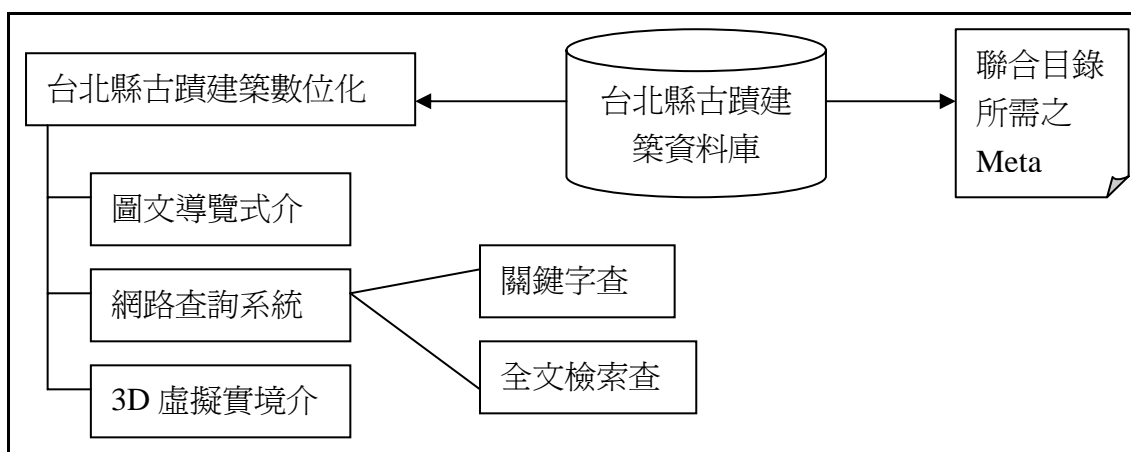
參考數位典藏國家型科技計畫及國內外建築數位典藏個案之 Metadata 格式，並配合本計畫及未來相關個案之需求，進而設計出適用之 Metadata 欄位及內容，進一步供資訊分享與查詢使用。經多次討論及徵詢後，訂定出後設資料欄位如下：

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
	相關訊息
地理資訊	經度
	緯度

七、 資料庫及網頁建置

(耗時：約五個月)

Metadata 格式訂定之後，進一步執行資料庫存取程式的撰寫。根據發展出的後設資料結構，建立古蹟歷史建築後設資料庫，發展台北縣古蹟歷史建築數位典藏資訊檢索系統：包含文獻檢索功能、歷史文物檢索功能以及歷史文物關聯性架構。期望使用者可以依特定條件檢索各項目構件資料，檢索方式包括：資料關鍵字檢索、詳細欄位檢索及分類檢索等。另外也產出台北縣古蹟建築數位化網站系統，系統包括網站平台系統、目錄式圖文導覽介面、網路查詢系統(可關鍵字查詢、全文檢索查詢)、3D 虛擬實境瀏覽界面。



圖：14 台北縣古蹟建築數位典藏計畫成果網站架構圖



圖 15：工作人員建置計畫成果網站
(游政憲老師)

主要根據數位化後的典藏資料發展資訊檢索系統，讓網路使用者得以搜尋到所需的典藏資料。由於數位典藏資料的數量可能因時間累積而不斷成長，使得瀏覽與選取資料變得越來越困難，因此希望可以藉由本計畫所發展之資訊檢索系統提供更友善的使用介面，幫助瀏覽者尋找所需的典藏資料。



圖 16：友善的圖文導覽介面

檢索是採用傳統的文字查詢介面，在使用者選擇或輸入搜尋字串後，根據搜尋字串進行資料的比對篩選，可以透過典藏資料的檔案名稱、關鍵字、文字描述內容與後設資料(Metadata)進行查詢比對，以篩選出符合使用者需求的文獻內容。



圖 17：資料庫內容的檢索介面

在視覺設計部分增加形象頁面之開頭動畫，以視覺情境引領網路瀏覽者進入古蹟建築的領域。在典藏資料檢索系統頁面以典雅之視覺介面呈現，提供清楚且具功能性的導覽模式，讓用戶端能夠迅速找到所需瀏覽之內容，並在網站中感受古蹟建築之美學。



圖 18：網站首頁之動畫畫面

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，使用者可以清楚的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。

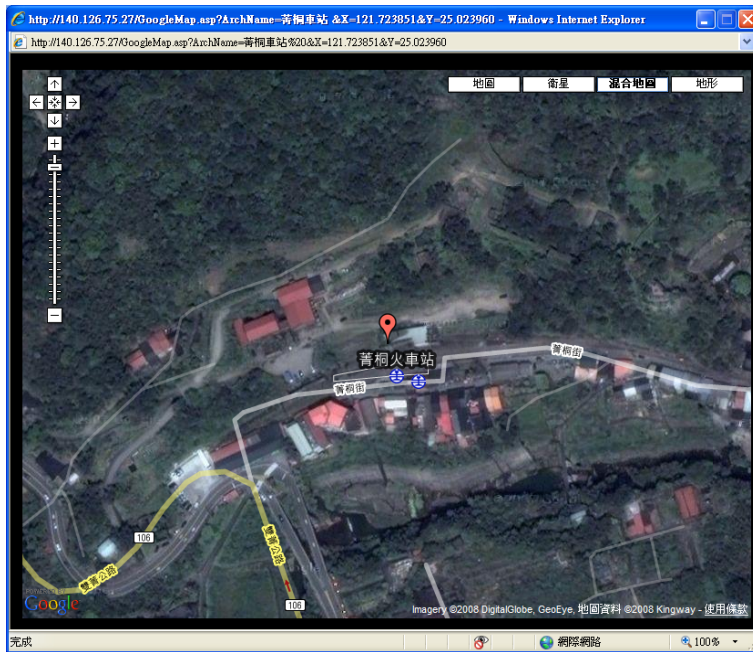


圖 19： Google Map API 地理資訊介面

3D 導覽模式透過 EON 網頁精靈發佈工具，可快速輸出 3D 模型完成網頁格式供民眾瀏覽虛擬實境，提升與之互動的機會與教育。

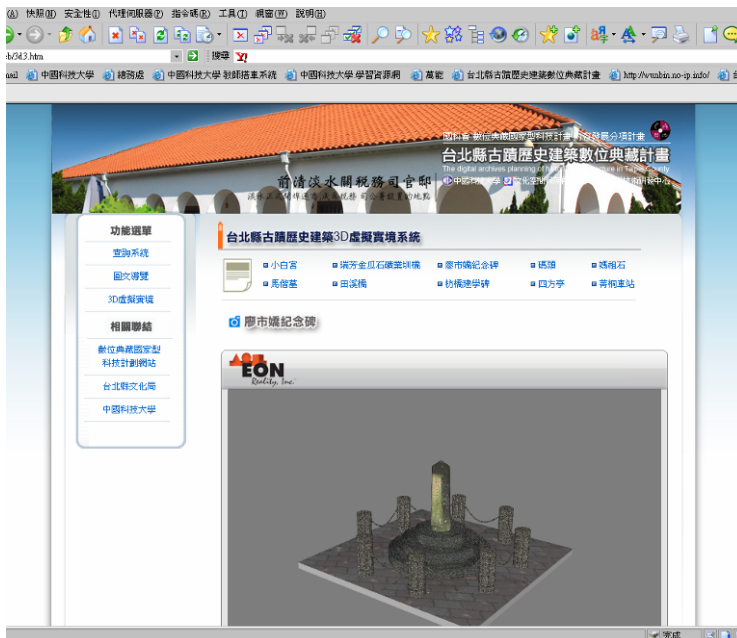


圖 20 3D： 導覽系統介面

- ※ 製作單位：數位典藏國家型科技計畫---拓展台灣數位典藏計畫
中國科技大學建築系---台北縣古蹟建築數位典藏計畫
- ※ 文字撰寫：數位典藏國家型科技計畫---拓展台灣數位典藏計畫
地圖與建築住題小組聯絡人 林芳志
- ※ 圖片拍攝：數位典藏國家型科技計畫---拓展台灣數位典藏計畫
地圖與建築住題小組聯絡人 林芳志
中國科技大學建築系---台北縣古蹟建築數位典藏計畫
專任助理 楊文斌
兼任助理 李學濬
- ※ 圖文編輯：數位典藏國家型科技計畫---拓展台灣數位典藏計畫
地圖與建築住題小組聯絡人 林芳志
- ※ 感謝中國科技大學建築系【台北縣古蹟建築數位典藏計畫】主持人 閻亞寧教授、陳昶良教授、游政憲老師、鄭鴻銘老師及所有現任助理撥冗指教及協助拍攝並提供資料，特別致謝。

數位典藏國家型科技計畫內容發展分項計畫

數位典藏工作流程調查表

單位： 中國科技大學

數位化物件名稱： 古蹟與歷史建築

計畫名稱： 台北縣古蹟建築數位典藏計畫

主持人（負責人）（E-mail、Tel）： 閻亞寧 alexeyen@cute.edu.tw 02-29313416 轉 2407

聯絡人（E-mail、Tel）： 鄭鴻銘 hungmc@cute.edu.tw 02-29313416 轉 2401 ， 楊文斌 wunbin@cute.edu.tw

程序	工作內容	操作人員（數量、專業能力之要求）	硬體（名稱、版本、價格）	軟體（名稱、版本、價格等）	依循標準（技術規範、成品規格、品質要求…等）	耗時	總結（困難、缺失、特色…等）	成本估算	備註
1	資料收集整理	助理一名，具行政、電腦文書作業、資料整理、資料彙編能力者	桌上型電腦	Word 2003，Excel 2003	收集台北縣古蹟文獻資料，以便利數位典藏。	由文資中心專業人員提供以及台北縣文化局網站蒐集。	資料分類，缺乏之文獻資料須另行蒐集。		
2	古蹟現場 3D 雷射掃描及拍照	專業人員一名及兼任助理四名，具掃描軟體操作、拍照、電腦文書作業、資料整理、資料彙編能力者	筆記型電腦	RiSCAN PRO，Word 2003，Excel 2003	掃描時之規標點依據每次掃描立面需同時有三點重複，便於疊合點雲檔。 透過升高架做為輔助工具。	依不同標的物大小，所需時間不同（建築約 2~3 天、非建築類如碑、碼頭，等約 1-2 天）。	遇窄小巷弄、雜物過多及高度過高之屋頂較不容易進行。工作甚為耗時，工地現場環境夏天溫度甚高，工作執行甚為艱辛。		
3	3D 雷射掃描之點雲疊合	兼任助理四名具掃描軟體操作、電腦文書作	繪圖工作站、筆記型電腦	RiSCAN PRO	根據規標點，進行點雲疊合之工作，並去除雜物及雜點後，輸出 Dxf 數位	依不同標的物大小，所需時間不同（建築			

程序	工作內容	操作人員（數量、專業能力之要求）	硬體（名稱、版本、價格）	軟體（名稱、版本、價格等）	依循標準（技術規範、成品規格、品質要求…等）	耗時	總結（困難、缺失、特色…等）	成本估算	備註
		業、資料整理、資料彙編能力者			檔。	約 1~2 天、非建築類如碑、碼頭. 等約 1 天)。			
4	3D 數位模型建構	助理一名, 具電腦 3D 軟體操作、電腦照片修圖、彙編能力者	繪圖工作站	RapidformXOR2 Catia 教育版 Photoshop cs	利用 Dxf 檔輸入 RapidformXOR2, 並進行點雲數轉換 3D 模型數位化之工作	依不同標的物大小, 所需時間不同 (建築約 6~8 天、非建築類如碑、碼頭. 等約 2~4 天)。			
5	資料庫建置	專業網頁設計人員一名, 具網頁設計美工能力, 資料庫建立能力者	桌上型電腦	Macromedia Dreamweaver MX 2004, SQL Server	將數位化各項目及資料依照 Metadata 格式輸入資料庫中。	時程三個月	依照 建構 Metadata 資料, 其呈現方式亦 (欄位名稱...等) 與指導單位進行討論。		
6	Metadata 設計、彙整、規劃與建置	Metadata 建置助理一名, 具資料庫建置, 程式設計、資料整理、資料彙編能力者	桌上型電腦	SQL Server, Word 2003, Excel 2003	參考數位典藏國家型科技計畫內容發展分項計畫 Metadata 格式, 配合本案及未來相關個案之須求設計 Metadata 欄位; 如未盡善者, 應視狀況需要, 經討論後建立本案所需之欄位與內容。進行資料庫存取程式撰	時程五個月	本案主要參考數位典藏國家型科技計畫內容發展分項計畫 Metadata 格式; 參考國內外建築數位典藏個案的格式, 經成員會議討論, 本案內容如未盡善者, 應視狀況需要, 建立本案所		

程序	工作內容	操作人員（數量、專業能力之要求）	硬體（名稱、版本、價格）	軟體（名稱、版本、價格等）	依循標準（技術規範、成品規格、品質要求…等）	耗時	總結（困難、缺失、特色…等）	成本估算	備註
					寫，使用者可依特定之條件檢索各項目構件資料，呈現方式包括：資料關鍵字檢索、詳細欄位檢索、分類檢索等。		需之欄位與內容。		
7	資料收集整理	助理一名，具行政、電腦文書作業、資料整理、資料彙編能力者	桌上型電腦	Word 2003，Excel 2003	收集台北縣古蹟文獻資料，以便利數位典藏。	由文資中心專業人員提供以及台北縣文化局網站蒐集。	資料分類，缺乏之文獻資料須另行蒐集。		
8	古蹟現場 3D 雷射掃描及拍照	專業人員一名及兼任助理四名，具掃描軟體操作、拍照、電腦文書作業、資料整理、資料彙編能力者	筆記型電腦	RiSCAN PRO，Word 2003，Excel 2003	掃描時之規標點依據每次掃描立面需同時有三點重複，便於疊合點雲檔。 透過升高架做為輔助工具。	依不同標的物大小，所需時間不同（建築約 2~3 天、非建築類如碑、碼頭，等約 1-2 天）。	遇窄小巷弄、雜物過多及高度過高之屋頂較不容易進行。工作甚為耗時，工地現場環境夏天溫度甚高，工作執行甚為艱辛。		
9	3D 雷射掃描之點雲疊合	兼任助理四名，具掃描軟體操作、電腦文書作業、資料整理、資料彙編能力者	繪圖工作站、筆記型電腦	RiSCAN PRO	根據規標點，進行點雲疊合之工作，並去除雜物及雜點後，輸出 Dxf 數位檔。	依不同標的物大小，所需時間不同（建築約 1~2 天、非建築類如碑、碼頭，等約 1 天）。			

程序	工作內容	操作人員（數量、專業能力之要求）	硬體（名稱、版本、價格）	軟體（名稱、版本、價格等）	依循標準（技術規範、成品規格、品質要求…等）	耗時	總結（困難、缺失、特色…等）	成本估算	備註
10	3D 數位模型建構	助理一名，具電腦 3D 軟體操作、電腦照片修圖、彙編能力者	繪圖工作站	RapidformXOR2 Catia 教育版 Photoshop cs	利用 Dxf 檔輸入 RapidformXOR2，並進行點雲數轉換 3D 模型數位化之工作	依不同標的物大小，所需時間不同（建築類如碑、碼頭，等約 2~4 天）。			
11	資料庫建置	專業網頁設計人員一名，具網頁設計美工能力，資料庫建立能力者	桌上型電腦	Macromedia Dreamweaver MX 2004， SQL Server	將數位化各項目及資料依照 Metadata 格式輸入資料庫中。	時程三個月	依照 建構 Metadata 資料，其呈現方式亦（欄位名稱…等）與指導單位進行討論。		
12	Metadata 設計、彙整、規劃與建置	Metadata 建置助理一名，具資料庫建置，程式設計、資料整理、資料彙編能力者	桌上型電腦	SQL Server， Word 2003， Excel 2003	參考數位典藏國家型科技計畫內容發展分項計畫 Metadata 格式，配合本案及未來相關個案之須求設計 Metadata 欄位；如未盡善者，應視狀況需要，經討論後建立本案所需之欄位與內容。進行資料庫存取程式撰寫，使用者可依特定之條件檢索各項目構件資料，呈現方式包括：資料關鍵字檢索、詳細欄位檢	時程五個月	本案主要參考數位典藏國家型科技計畫內容發展分項計畫 Metadata 格式；參考國內外建築數位典藏個案的格式，經成員會議討論，本案內容如未盡善者，應視狀況需要，建立本案所需之欄位與內容。		

程序	工作內容	操作人員（數量、專業能力之要求）	硬體（名稱、版本、價格）	軟體（名稱、版本、價格等）	依循標準（技術規範、成品規格、品質要求…等）	耗時	總結（困難、缺失、特色…等）	成本估算	備註
					索、分類檢索等。				

填表人：楊文彬、鄭鴻銘

調查地點：台北縣古蹟建築

調查日期：96/10/27