

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

台灣 3D 城市建築數位資料庫與技術服務創意增值計劃

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2422-H-009-0310-

執行期間：92年03月01日至93年02月29日

執行單位：國立交通大學建築研究所

計畫主持人：劉育東

共同主持人：張郁麗

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 9 月 2 日

數位典藏國家型科技計畫
九十二年度 數位典藏創意加值計畫

台灣城市建築3D數位資料庫
與技術服務創意加值計畫

結案報告書

計劃主持人：劉育東
共同主持人：張郁麇
企業合作團隊：
遠流出版社、台灣夢工廠、工研院光電所

目錄

摘要

一、研究計畫內容

二、研究計畫目的

三、研究方法與步驟

四、執行進度與研發時程

五、產學合作研究團隊

六、加值產出效益

七、具體貢獻與研究成果

摘要

數位內容資料庫已經成為網路時代中最重要資源，透過網路的傳播，提供全球一個知識共享的資產。如何將人類過去以及未來在人文、藝術、科技、自然等等的知識，以數位的方式呈現共享，成為近年來各國重要的課題。本計劃就在於接續國科會於 91 年度已核定「台灣城市建築 3D 數位博物館」之數位內容典藏應用計畫而加以運用與創意加值。

在整體的執行架構是由交大與崑科大，將上一階段所建立的台灣城市建築 3D 數位內容，以及各種圖文到可供 VR 瀏覽的數位內容，在本計畫中進行各項的資料歸整與精緻化。在應用創意加值的方面，主要分為兩部分：首先為了教育與社會文化的目的，經本計劃提出創意加值的數位商品，即有別於傳統的教科書圖文，以新的傳播方式，提供嶄新的教學與資訊傳播途徑，從中小學至大學，擴及至社會大眾，更廣泛也逼真的提供這些建築資產的知識；本部分是由遠流出版社與台灣夢工場共同執行的「數位知識庫」，包括 VCD、DVD 及各種相關的出版品。另一方面，鑒於建築學界與業界對於這些城市與建築數位資料的大量需求，綜合上一個研究與本研究案，我們所建立的這些大量精準的 3D 建築資料，應當提供作為建築從業者容易取得的數位資料內容，在從事都市規劃或任何建築設計的工作時，因而不需再花費重複的人力資源在建立精確模型的工作；這方面由工研院光電所來執行。由數位內容的基本素材，考量建築專業的各種需求，開發各種的立體成像技術與服務平台建構，是為「建築技術服務」部分。

所以，透過高品質的台灣城市建築 3D 數位內容，供「數位知識庫」與「建築技術服務」的創意加值進行各項應用的應用研究與商品化，製作成可讓學界、業界可用的標準，對國內社會大眾(普及教育)以及建築行業(專業教育)均有貢獻，並能獲得商業的效益。為此，才不失數位內容的市場價值，更進一步的發揮對於人類社會文化的影響力以及更全面性的貢獻與價值。

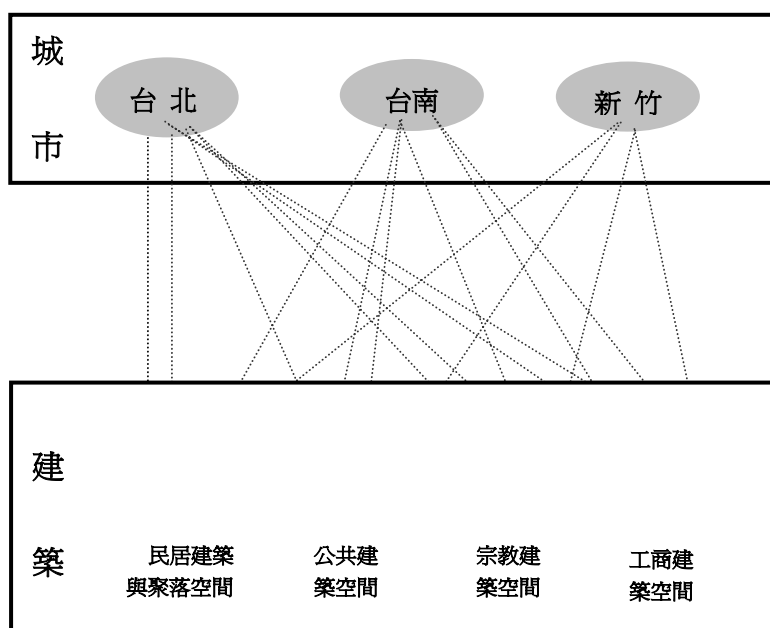
一、 研究計畫內容：

數位內容已經成為網路時代中最重要資源，如何將人類過去以及未來在人文、藝術、科技、自然等等的知識，以數位的方式呈現共享，成為近年來各國重要的課題；本計畫是承接國科會於 91 年度已核定「台灣城市建築 3D 數位博物館」之數位內容典藏應用總計畫之數位內容加以整合運用與創意加值。

城市是以建築為單元，建築也是都市形成的一環，雖然我們以台灣的城市建築空間為數位化之主體，然而台灣實際上是受到東西方城市與建築發展影響下的產物。所以，我們必須在了解世界城市與建築空間變遷的基礎上，來探討台灣城市與建築的空間變遷。該計劃整體架構內容分為城市與建築兩大類，希望藉由「台灣城市建築 3D 數位博物館」之數位內容的城市與建築空間，達到下列目標(圖一)：

1. 台灣在人類空間發展中的知識建構
2. 以數位內容整合各類城市建築知識
3. 數位內容在立即完備性與未來研究性的探討
4. 網路媒材在時空（4D）呈現上的研究
5. 網路媒材在空間呈現及使用介面上的研究

數位內容的建構，意指透過網路的傳播，提供了全球一個知識共享的資產，然而這樣的應用方式，對於數位內容價值的運用仍甚有限。由於這些數位內容的文化資產，隨著時間的演進，是一種活的知識，因此在上一個階段的研究案中，我們所建構的原始數位內容(3D raw data) (圖一)，應該透過商業產品的推廣，使得這些數位內容活的知識，更進一步的發揮對於人類社會文化的影響力以及更全面性的貢獻與價值。



圖一、台灣城市建築3D數位內容
(91 年度國科會數位典藏國家型科技計畫核定執行)

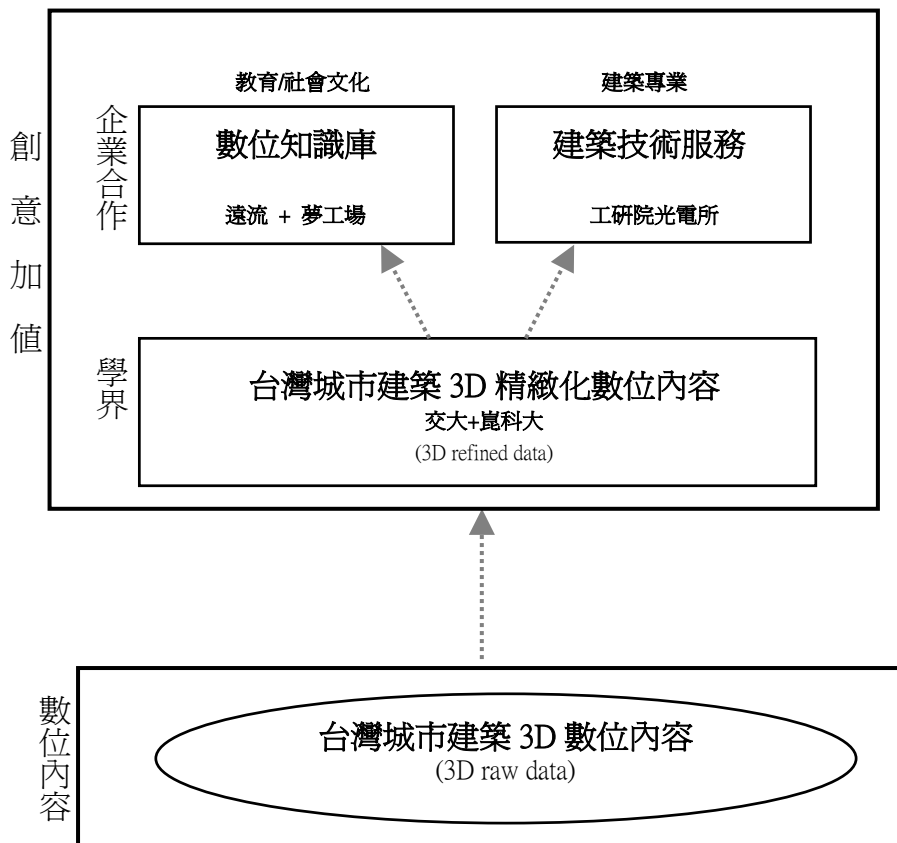
二、研究計畫目的

該計劃企圖將台灣歷史上城市與建築的城市與建築空間變遷（清代以前、清代、日據時代、民國以後至當代等時期），達到下列網路上以三度空間的方式供人體驗（而非僅二度空間的瀏覽），同時又能在相同類型的城市建築空間中，體驗不同時間的變化（第四度象限的穿梭）為目標，因而有機會在人類實體空間的基礎上，以數位內容創造與其共構的虛擬空間。

目前在執行的數位內容，為了考慮能對國內社會大眾(普及教育)以及建築行業(專業教育)均有貢獻，並能獲得商業的效益。在本計畫中應轉化為創意加值的運用，主要分為兩部分：為了教育與社會文化的目的，本計畫提出經過創意加值的數位商品，即有別於傳統的教科書圖文，以新的傳播方式，提供嶄新的教學與資訊傳播途徑，從中小學至大學，擴及至社會大眾，更廣泛也逼真的提供這些建築資產的知識。本部分是由遠流出版社與台灣夢工場所共同執行的「數位知識庫」，包括 VCD、DVD 及各種相關的出版品。

另一方面，鑒於建築學界與業界對於這些城市與建築數位資料的大量需求，綜合上一個研究與本研究案，我們所建立的這些大量精準的 3D 建築資料，應當提供作為建築從業者容易取得的數位資料內容，在從事都市規劃或任何建築設計的工作時，因而不用再花費重複的人力資源在建立精確模型的工作；這方面由工研院光電所來執行，由數位內容的基本素材，考量建築專業各種需求，開發各種的立體成像的技術與服務平台建構，是為「建築技術服務」部分。

因此，本計畫的整體架構是由交大與崑科大，將上一階段所建立的台灣城市建築 3D 數位內容，在本計畫中進行各項的資料歸整與精緻化，提供更高而達商業要求之品質的精緻化 3D 數位資料(3D refined data)，供「數位知識庫」與「建築技術服務」的創意增值進行各項應用的應用研究與商品化。(圖二)



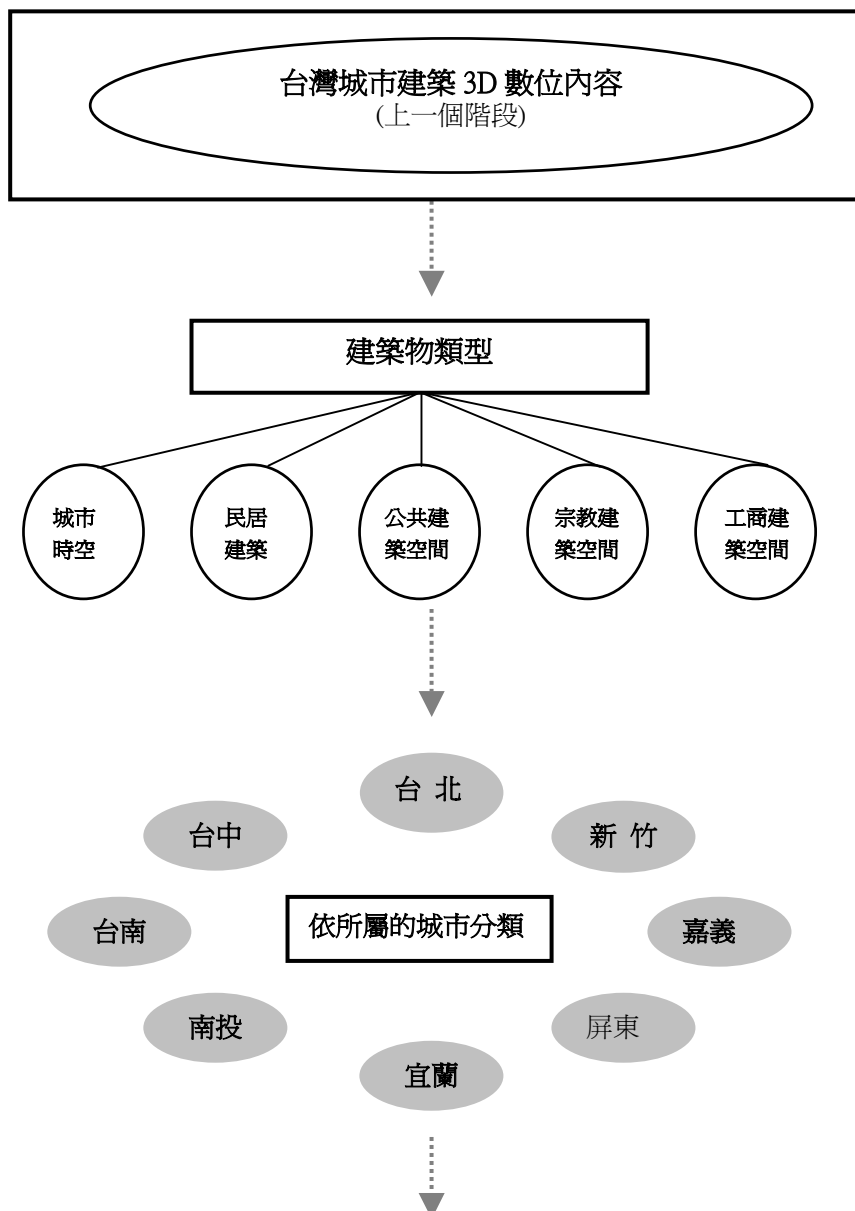
圖二、計劃內容架構與分割

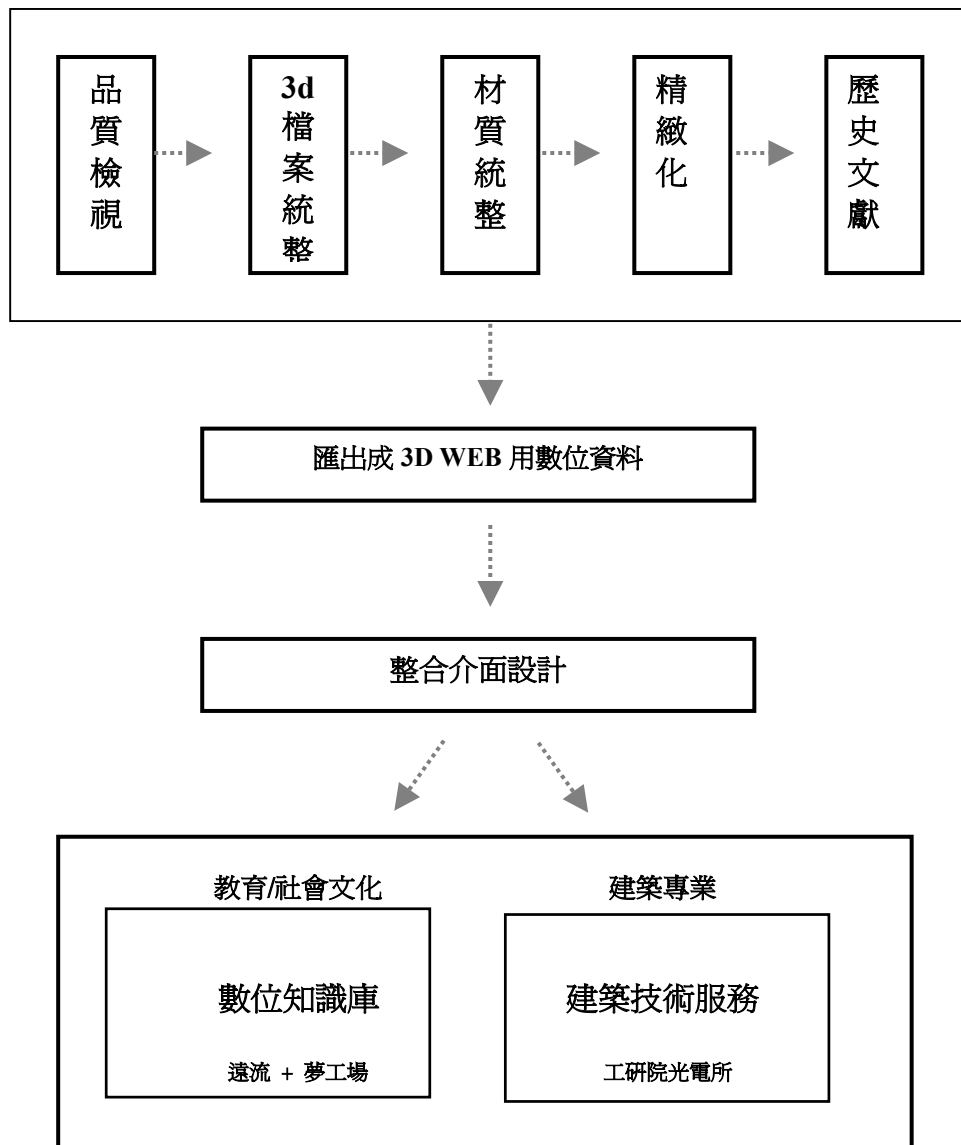
三、研究方法與步驟

本計畫將研究成果進一步執行商業應用的產學合作計畫，最主要的目標是使學術的資料，達到商品化的效益與相關市場的開發。第一階段由學界部分(交大與崑科大)，將上一階段數位化的素材精緻化，成為業界可使用的 3D 建築模型素材；第二階段則分為同步進行的兩部分，「數位知識庫」與「建築技術服務」，由業界進行應用模式的考量、技術的研發、行銷內容與市場的調查與執行等等任務。

3.1：數位內容精緻化（交通大學建築研究所+崑山科技大學空間設計）

關於上一個階段台灣城市 3D 建築的數位內容是由交大協同等校所共同完成的，對台灣建築數位化做出具體的貢獻，但因這數位內容過於龐大而複雜，所以在製作分類上分為四個子計劃，分別由各校去完成；在這個前提之下欠缺一個整合這些細部資料機制的統一性，所以在這一個階段就是要把這些數位內容加以整合和精緻化(圖三)，製作成可讓學界、業界可用的標準，為此才不失數位內容的市場價值。





圖三、創意加值精緻化步驟（交大+崑大）

3.2：數位資料庫（遠流出版社+台灣夢工場）

台灣現有的古蹟共 400 多處，其面貌多采多姿，類型包括古代的場景，也包括我們現在日常生活所接觸的各種建築；有萬年以上的遺跡，也有近代的建築。每一處古蹟都是傳奇故事的舞台，是歷史最真實的見證物，而其建築之美更是藝術的完美表現。

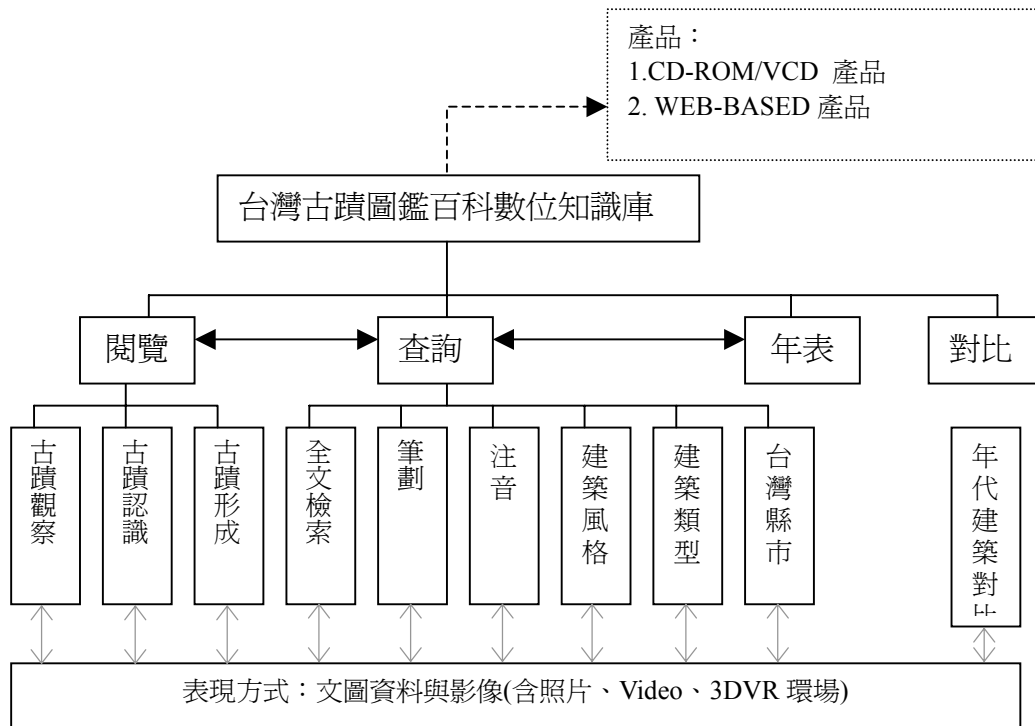
因此，本計劃希望利用數位典藏《台灣城市建築 3D 數位博物館》的研究，加上遠流出版的《古蹟入門》(已有 5 萬本的銷量)和《台灣古建築圖解事典》二本書的文圖素材，以及運用夢工場科技公司的虛擬攝影棚和 3DVR 製作能力，整合建構《台灣古蹟圖鑑百科》數位知識庫。

這項加值產品最大的特色乃在於使用者可以利用所建構的數位知識庫平台進行閱覽、檢索、關聯(hyperlink)和比對等方式，閱讀和查詢全台灣的古蹟建築，其中古蹟建築影像的部份，除了運用數位影片、照片之外，並利建築物細部的結構，和施工工法，建置翔實完整的 3D 立體

模型，作完整的立體動態呈現，然後再加上經過考證的環境景觀，使古蹟得以重回歷史時空，甚至也可以看到該場址原初樣貌及後續的時空演變，跨越時空做古今對照，以透視古蹟背後的本土歷史、文化、藝術及生活，帶使用者進行一場知性與感性的台灣古蹟深度之旅。

3.2.1：遠流出版社-台灣古蹟學習知識庫

此《台灣古蹟學習知識庫》的增值產品將有兩種類型：一為 web-based 的《台灣古蹟學習知識庫》產品，另一類型為光碟版的《台灣古蹟學習知識庫》產品，這項產品包括 3 張光碟片和一張由古蹟專家李乾朗所作的古蹟導覽 VCD (圖四)。



圖四、產品研究步驟

3.2.2：台灣夢工場

根據「台灣城市建築 3D 數位博物館——創意增值計畫」，台灣夢工場科技可以支援下列幾項技術，再現四度象限空間的虛擬古蹟建築經驗，讓文化創意工作者或一般社會大眾可穿越不同時空，親身體驗台灣本土 400 多處古蹟的人文、藝術、科技與自然史知識：

A：商業化營運的 3D 虛擬攝影棚

相較於傳統古蹟介紹書籍或網站，多以照片及文字描述古蹟，在本計畫中，我們將以 3D 虛擬攝影棚技術拍攝古蹟建築的介紹短片 VIDEO。延續交大建築劉育東教授「台灣城市建築 3D 數位博物館」豐碩研究成果，挑選出幾個台灣最具代表性的經典古蹟建築，建置翔實完整 3D 立體模型，讓古蹟解說員可於虛擬時空中講解古蹟建築；可針對建築的特定細部結構或施工工法作動態立體呈現；亦可讓古蹟重回歷史時空，看到該場址原初樣貌及後續的時空演變，古今對比。

由於 3D 虛擬攝影棚需同時整合動畫、3D 模型、攝影棚、即時運算陣列電腦等多項技術，

操作難度相當高。在台灣，虛擬攝影棚多在大學或國家研究單位，應用於教育研究用途，於商業部分，目前只有台灣夢工場科技具備商業化營運經驗。台灣夢工場虛擬攝影棚已為東森電視台、華視、Channel V、空中大學等單位錄製許多科學教育、政論、氣象報導、兒童節目，擁有豐富完整的經驗與技術。以最近的案例說明，我們以國立台灣博物館的老照片，重新建構了虛擬台灣博物館，完整再現後期文藝復興風格，三角形山頭及古典多立克 (Doric) 柱式建築特色，充分表現國立台灣博物館的莊嚴性及高貴的氣派。並由文建會主委在虛擬台灣博物館廣場暢談國家文化資料庫計畫。

B：先進 WEB 3D 虛擬實境技術

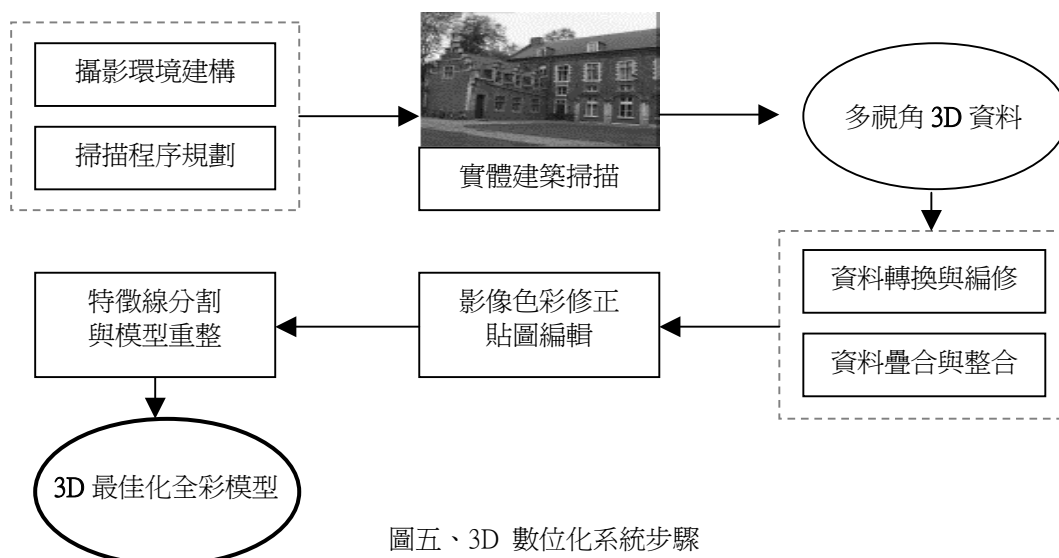
相較於 3D 虛擬攝影棚拍製 Video，Web3D 進一步引入了「互動性」因子，可讓使用者在虛擬古蹟空間中，自主決定其空間經驗。在本計畫中，我們將採用多項業界主流標準，如 VRML、EON、Virtools、全景環拍影像瀏覽介面等，彼此相輔，建立自由互動的古蹟建築空間。

台灣夢工場科技在製作 Web3D 虛擬實境製作經驗亦屬國內先驅，已受國立故宮博物院、京華城等眾多國家級單位及大型企業肯定。以故宮博物院「鈞窯之美之中英文版光碟」舉例說明，我們建置了 3D 虛擬博物館展示空間，使用者可在該虛擬空間中直接把玩品賞鈞窯瓷器。透過精湛的 Web3D 虛擬技術，我們將能重構古蹟原始風貌，讓使用者在虛擬時空中自由行動。

3.3：建築專業技術服務（工研院光電所）

利用 CGI (Computer Generated Image) 製作電影、電視已成主流趨勢（諸如神鬼傳奇、侏羅紀公園及人工智慧等），其中所需之 3D 數位化科技目前仍以處理中、小型物件為主，對於處理建築物和自然界等大型景觀仍頗為困難和昂貴。

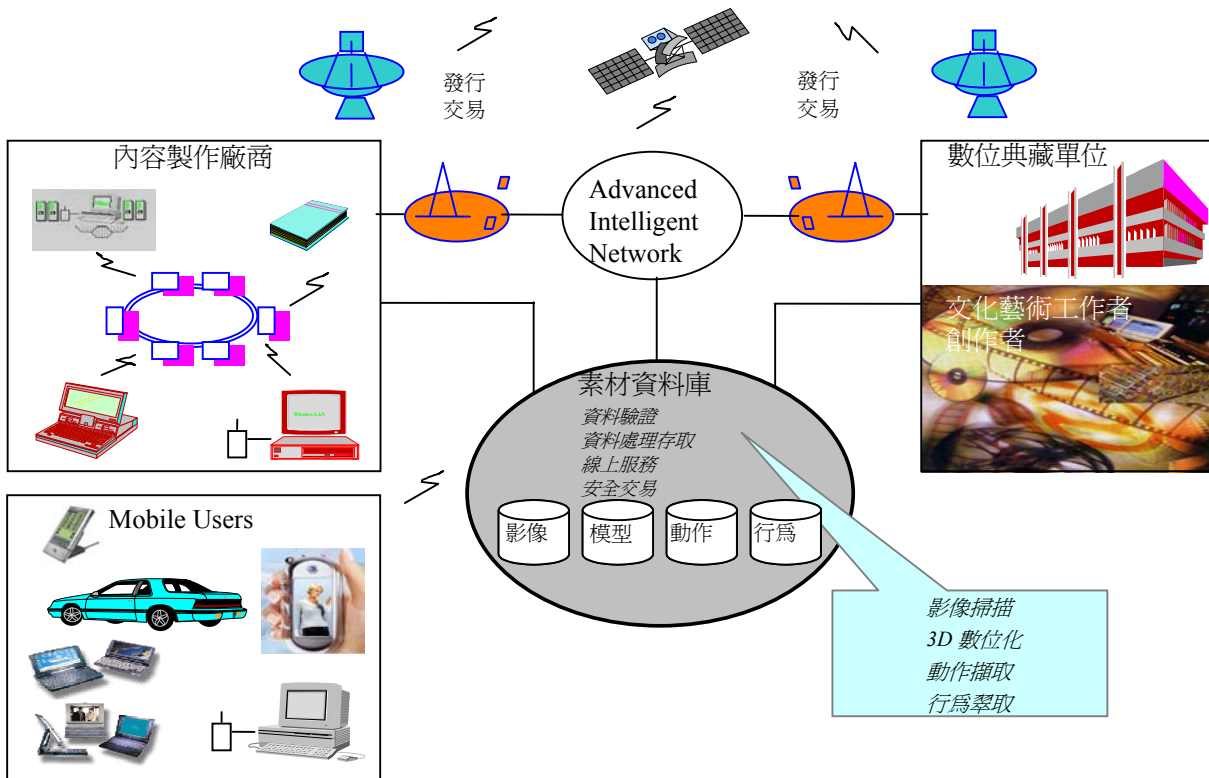
本案開發之“大型景觀 3D 數位化系統流程”將評估現有之技術並考量使用創新前瞻之被動式 Image-based Modeling 技術的可行性，尤其將以專業技術提供 3D 掃描服務（如圖五所示），就數位內容應用領域仍屬首創。



圖五、3D 數位化系統步驟

本案將建置“大型景觀 3D 數位化系統流程”雛形系統，以收取技術服務費的方式提供專業的技術服務替文化創意工作者和專業知識工作者執行大型景觀的 3D 掃描工作，另外本案產出之“台灣建築”相關素材可同步於工研院將建置之交易服務平台上發行，提供安全專業之素材發行和交易服務 (如圖六所示)，還有“台灣建築”相關素材可供工研院研製之“3D 立體電子快照系統”使用，以全自動、個人化的方式提供低價位之3D立體照相服務創造收益 (如圖七所示)，以上兩種服務將採用收取使用權利金的營運模式。

大型景觀 3D 數位化系統架構



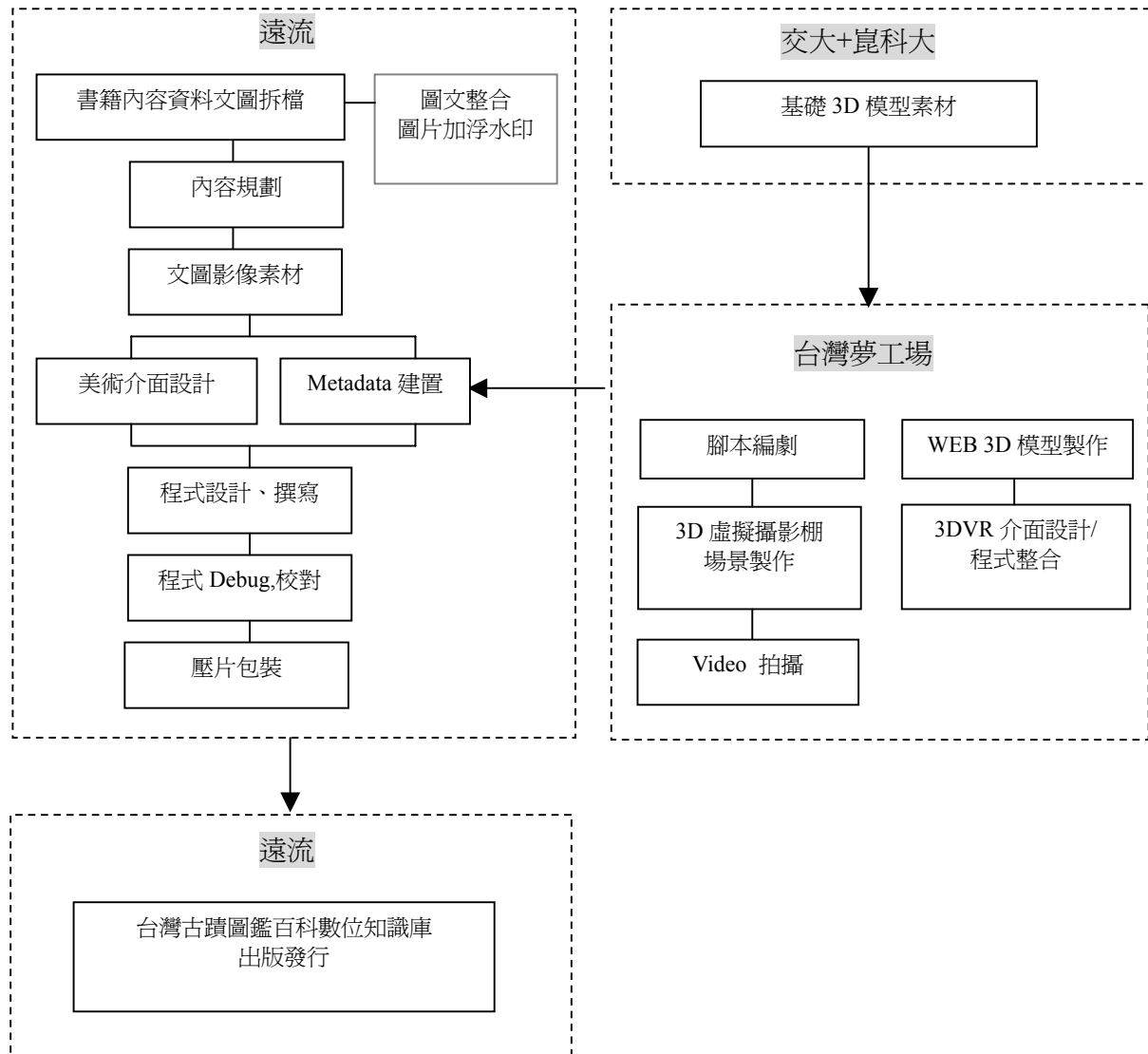
圖六、建築專業技術服務之素材發行和交易服務



圖七、建築專業技術服務之3D立體照相服務

3.4：整體加值產出之數位資料庫之製作步驟與程序

產品型式將有 web-based 版和 CD-ROM/VCD 版，分別以 B2B 和 B2C 的方式進行販售。加值產品之製作步驟與程序如下(圖八)：



(圖八)、數位資料庫之製作步驟與程序

四、執行進度與研發時程

4.1：整體執行進度架構表

本計畫爲了能在五個單位中相互配合、及時支援以便掌握商業時效，除了由交大和崑科大隨時提供更高而達商業要求之品質的精緻化 3D 數位資料外也與另兩組產品增值設計製作單位不定時的討論，一方面可隨時檢討五個單位發展創意增值的全盤策略，讓創意增值的產品更具嚴謹度(圖九)。



(圖九)、整體進行進度架構表

4.2：台灣城市建築 3D 數位內容精緻化完成清單

1. 城市時空館

安平古堡	台南市
赤崁樓	台南市
孔廟	台南市
新竹之心	新竹市
台北城門	台北市

2. 民居與聚落

霧峰林家花園	台中縣
空軍十一村	新竹市
林安泰古厝	台北市
摘星山莊	台中縣
筱雲山莊	台中縣

3. 公共建築

總統府	台北市
國父紀念館	台北市
台北捷運劍橋站	台北市
理學堂大院	台北市
新竹市政府	新竹市
新竹警察局	新竹市
新竹消防隊	新竹市
新竹火車站	新竹市
新竹數位博物館	新竹市
新竹青少年育樂中心	新竹市
新竹玻璃工藝博物	新竹市
射日塔	嘉義市
嘉義市二二八公園	嘉義市
嘉義火車站	嘉義市
嘉義舊監獄	嘉義市
嘉義市立博物館	嘉義市
嘉義市政中心	嘉義市
嘉義市政府	嘉義市
嘉義舊菸酒公賣局	嘉義市
嘉義市史蹟資料館	嘉義市
北門驛	嘉義市
國立文資館	台南市
南門公園	台南市
台南警察局	台南市
台南消防隊	台南市
台南火車站	台南市
台南舊地方法院	台南市
鳳山舊城	高雄縣
<u>鐵道藝術村</u>	嘉義市

4. 宗教建築

聖家堂	台北市
台北清真寺	台北市
新竹市孔廟	新竹市
新竹市城隍廟	新竹市
路思義教堂	台中市
埔里中台禪寺	南投縣
蘇周連宗祠	嘉義市
新竹市城隍廟	嘉義市
大天后宮	台南市
武廟	台南市
二結王公廟	宜蘭縣
萬金天主堂	屏東縣
內埔昌黎祠	屏東縣

5. 工商建築

迪化街	台北市
西門町	台北市
菊元百貨	台北市
宏國辦公大樓	台北市
新光人壽摩天大樓	台北市
京華城購物中心	台北市
國民戲院	新竹市
營林俱樂部	嘉義市
仁武宮	嘉義市
土地銀行	台南市
林百貨	台南市
東興洋行	台南市

6. 台灣城市

新竹市	嘉義市	台南市
-----	-----	-----

4.3：研發時程

分類	項目	92年										93年	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
精緻化數位內容 交大+崑科大	資料確認歸檔	█	█										
	資料庫建置	█											
	數位內容清單		█										
	模型建置修正		█	█	█								
	素模建置整合		█										
	材質建置整合			█	█								
	成品輸出規範					█	█	█	█				
	等級化輸出					█	█						
	瀏覽工具應用							█	█				
	創意典藏規劃								█	█	█	█	█
	瀏覽方式規劃												
	創意應用開發									█	█	█	█
	準備階段	█	█										
	內容規劃與建置		█	█	█	█	█	█					
編輯與管理		█	█	█	█	█	█						
腳本撰寫		█	█	█									
圖文拆檔		█	█	█									
Metadata 建置				█	█	█	█						
影像圖文製作		█	█	█	█	█	█						
圖片整合處理		█	█	█									
圖文加浮水印				█	█								
美術介面製作		█				█							

五、產學合作研究團隊

為了能確實達到國科會創意加值的理念、確保增值產出的經濟效益，本計畫邀請的三個合作企業和兩個學術單位在國內均具備高度的聲望與成績，各單位的簡介如下：

5.1：產學團隊分工合作架構

5.1.1 學界

A：整體架構

總計劃主持人（劉育東/交大）：

a-1 統籌制定整體計劃之發展方向與分工

a-2 空間呈現在網路媒材及使用者介面上的研究

B：整合素材精緻化

共同計劃主持人（張郁靨/崑科大）

將數位內容整合精緻化供業界可執行的工作模式及呈現方式與格式

5.1.2：企業界

A：遠流出版社+台灣夢工場

供「數位知識庫」的創意增值進行各項應用的與商品化。

B：工研院光電所

供「建築技術服務」進行應用模式的標準、技術的研發、應用研究與與執行研究等等任務

5.2：產學團隊簡介

5.2.1：學界（交通大學建築研究所+崑山科技大學空間設計系）

A：交通大學建築研究所

a-1：本所發展方向與重點

交大建築研究所為了能全面掌握「電腦與網路時代中的建築設計」，以便在全球建築的數位新發展中具有前瞻性，並為了避免片段的理解而又能建立特色，將以數位建築的概念為焦點，融合設計創作、理論研究、設計媒體研究等發展方向，積極與全球類似目標的學校如美國之 MIT, Columbia, 瑞士之 ETH 等研究所，發展人類在建築歷史中的新方向。另外，為了掌握數位建築與數位城市的未來性，交大已通過建築學院籌設計畫，將增設建築系、都市計畫與設計研究所、與數位設計媒體研究所，成為一個培養數位時代傑出設計規劃人才的建築學院。

a-2：研究與創作方向

建築在本質上是一個融合藝術（建築設計創作與方法）、科技（技術與理論）、與人文（文化、社會、歷史、哲學）的綜合體，建築的內涵與時代的發展向來密不可分，因此，以人類文明重要的革命性發展歷程來看，畜牧時代、農業時代、工業時代，都對建築在藝術科技人文的向度上，產生了巨大的變革。如今，人類正進入變化更快而且更大的資訊時代（也稱為數位時代、電腦時代、網路時代、或電子時代），自 1995 年以來，許多國際性的建築作品與建築理論，紛紛熱烈探討著由電腦科技所帶來的種種變遷。

建築研究所在教學與研究重點與交大資源整合方面，希望能全面而長期的以掌握「電腦與網路時代中的建築設計」為主旨，並為了避免片段的理解而又能建立研究特色，將以電腦與網路時代為焦點，融合下列三個發展重點：

1.設計創作：建築設計、設計方法與過程作等，探討下列主題：

- 建築設計（Studio）
- 數位/虛擬建築設計（Studio）
- 數位建築設計方法與過程
- 網路空間與虛擬空間創作

2.運算與認知思考理論：設計運算、設計思考與認知等，探討下列主題：

- 電腦媒材在設計方法與過程中的角色
- 設計運算理論（含人工智慧的設計應用）
- 設計與思考認知理論
- 實體空間/虛擬空間理論

3.數位媒體研究：數位設計媒體研發、創作與應用等，探討下列主題：

- 虛擬實境空間模擬器（VR/AR Cave）：視覺模擬與整合。
- 自由形體科技（Free Form Technology）：空間形體研究。
- 網路媒材（Net Media）：網路整合研究。
- 沉浸式敘事（Immersive Narrative）：整合視覺、空間、網路、藝術、電影及娛樂等。
- 未來新設計媒材（Innovatory Digital Design Media）：任何創新但仍尚未發展之新媒材。

另外、由電腦的衝擊而新興的人文發展，包含電腦與網路時代中的文化研究、社會理論、歷史觀與哲學探討等，也是重要的關切課題與未來發展方向，探討下列主題：

- 網路文化與網路社會
- 虛擬社會
- 文化、社會與空間論
- 網路文化與現代主義及後現代主義
- 網路文化與社會建構主義
- 建築媒材的歷史觀

B：崑山科技大學空間設計系

隨著資訊社會與科學技術的突破，在新一代的建築、空間設計專業裡，正面臨前所未有的考驗與挑戰，因而促使本系在教學目標與人才培育的定位上有著新的使命，以發展更廣義的空間設計。

本系中心教學主軸並非完全以傳統空間規劃設計或設計事務所之唯一考量，而是將數位時代所引發的革命作為激盪學生創造的動力，而這樣數位時代的新空間(網際空間(Cyberspace)、遊戲空間、建築空間、室內空間、資訊空間等)，應如何來思考、設計與操作？是本系持續討論與激盪的首要目的。

有了這樣的前提，學生在認知二元符碼背後的『真實空間』更能有深刻的體會來思維真實與虛擬空間的真義，讓學生在操作上運用數位科技媒材的人機互動界面，發展設計與創造媒體所呈現的視覺效果；這也是我們系上師生共同的努力的方向，更期望能在快速變遷的數位專業產業領域裡，協助多媒體數位模擬製作；在電子遊戲、電影或動畫設計公司裡，協助團隊其他非空間專業人員(程式設計、劇本編輯、及美工設計)，回應這個數位的時代。

5.2.2：企業界（遠流出版社+台灣夢工廠+工研院光電所）

A：遠流出版社

於 1975 年的遠流出版公司，已經走過了四分之一個世紀。25 年之間，遠流作為知識出版品的專業經營者，從《拒絕聯考的小子》，到《柏楊版資治通鑑》；從《中國歷史演義全集》到《大眾心理學全集》，一路走來，遠流以文化出版者的角色，打造了四分之一世紀的知識台灣。

25 年來，台灣社會的大環境已經完全改觀，出版界的趨勢也歷經了多次的轉變。遠流仍堅持著經營知識產業的不變方向，跨入數位出版的時代，逐步累積豐富的數位內容知識庫產品，持續經營屬於未來的出版。遠流出版品為台灣創造的知識資產，以及從遠流的作者、經營者到讀者、每個遠流人的成長與思索，都是知識台灣重要的一頁。

遠流 25 年，便是一場打造知識台灣、一場尋找並創生意義的過程。展望知識新世紀，遠流期盼藉由多領域、多形態的各種出版品與「YLib 遠流博識網」，推廣全民化、自助式的終身學習運動，在新科技、新資訊所型塑的新時代、新生活中，積極為全球華文讀者開創嶄新的閱讀空間，伴隨每一位讀者一同航向新世紀的知識之海，優游歡享閱讀的樂趣。

B：台灣夢工廠

「台灣夢工場」係台灣唯一具備最完整之硬軟體設備、及最豐富之生產經驗的專業技術公司：包含了專業級之標準化營運的 3D 虛擬攝影棚與先進 WEB 3D 虛擬實境技術。

在台灣，虛擬攝影棚多在大學或國家研究單位，應用於教育研究用途。於專業界，目前只有台灣夢工場科技具備商業級營運經驗。因為 3D 虛擬攝影棚必須同時整合動畫、3D 模型、攝

影棚、即時運算陣列電腦等多項技術，操作難度相當高。不但需要大量的優質技術人員，也需要非常精密的生產線管理。台灣夢工場的虛擬攝影棚目前已為東森電視台、華視、台視、Channel V、衛視、中視、空中大學等單位錄製許多科學教育、政論、氣象報導、兒童節目，擁有豐富完整的經驗與技術。以最近的案例說明，我們也正以國立台灣博物館的老照片，重新建構了虛擬台灣博物館，完整再現後期文藝復興風格，三角形山頭及古典多立克（Doric）柱式建築特色，充分表現國立台灣博物館的莊嚴性及高貴的氣派。人物可以自由出入於不存在的場景中，令人嘆為觀止。

相較於 3D 虛擬攝影棚拍製 Video，Web3D 進一步引入了「互動性」因子，可讓使用者在虛擬古蹟空間中，自主決定其空間經驗。而且，在本計畫中，我們並將採用多項業界主流標準，如 VRML、EON、Virtools、全景環拍影像瀏覽介面等，彼此相輔，建立自由互動的古蹟建築空間。台灣夢工場的 Web3D 虛擬實境製作經驗亦屬國內先驅，已受國立故宮博物院、京華城等眾多國家級單位及大型企業肯定。以故宮博物院「鈞窯之美之中英文版光碟」舉例說明，我們建置了 3D 虛擬博物館展示空間，使用者可在該虛擬空間中直接把玩品賞鈞窯瓷器。透過精湛的 Web3D 虛擬技術，我們將能重構古蹟原始風貌，讓使用者在虛擬時空中自由行動。

C：工研院光電所

工研院光電所在 3D Laser 掃描器已有不錯的研發成果，已成功研製 Body、Face 和 Portable 等各式 3D Laser 掃描器，並成功運用在工業設計以及美容整形和醫療保健等領域，近年來更持續研製輕、薄、短、小之 3D Camera 亦有所成，正準備朝雙星之一的數位內容產業努力，尤其針對文化創意和專業知識工作者提供先進專業之服務，以期快速實現創意並完成作品，其中包括 3D 數位化系統流程、Motion Capture 系統流程以及 Rapid Authoring 系統環境、素材資料庫交易服務平台等。另工研院光電所率先國際研發完成首座以 PC 為系統平台之「多人沉浸虛擬實境系統」(Immersive Multi-user Visualization System, *IMVS*)，可大幅降低整體系統成本，並已為屏東國立海洋生物博物館/教育部完成全世界首座「夢幻珊瑚礁」虛擬水族館，已於 90 年元旦開始正式對外開放，一般民眾反應及媒體報導相當良好，另與交通大學合作研製台灣首座之「虛擬長安」空間模擬器，配合台北故宮「天可汗的世界 - 唐代文物大展」進行虛實合一的展示，頗獲一般民眾的好評，在在顯示了「多人沉浸虛擬實境系統」龐大的市場機會，主要應用有 Virtual Museum、Immersive/Interactive Entertainment、Scientific Visualization、Medical/Health Care 以及 Training/Simulation 等，實為發揮創意，開拓創新運用之產業契機的良好範例。

5.3：產學合作之經費與人力

5.3.1：數位內容歸整精緻化（崑山科技大學空間設計系）

項目	單價費用	人月	小計
數位內容歸整與精緻化	33333	12	40000

5.3.2：數位資料庫（遠流出版社+台灣夢工廠）

製作計劃經費：本項加值產出計劃結合遠流出版與台灣夢工場科技兩家公司，遠流出版公司提供文圖數位內容和知識庫平台整合技術，台灣夢工場科技公司提供虛擬攝影棚設備、影像、3DVR技術與製作設計，兩家公司共同製作開發本項加值產品，遠流出版公司預估製作開發經費為 163 萬元，台灣夢工場科技公司為 149.2 萬元，預估經費共新台幣 312.2 萬元，以國科會補助遠流出版和台灣夢工場各 100 萬元計，遠流出版自籌款 63 萬元，佔補助比例 63%，台灣夢工場自籌款 49.2 萬元，佔補助比例 49.2%。詳細分析如下表：

遠流出版		單位：萬元	
項目	單價費用	人月	小計
內容規劃與建置			
內容編輯與管理	5	4	20
腳本撰寫	5	2	10
圖文拆檔	1	2	2
Metadata 資料建置	4	4	16
美術設計			
圖片加浮水印	2	1	2
圖文整合	3.5	4	14
美術介面	4	1.5	6
程式&校稿			
程式撰寫和整合	5	9	45
程式 Debug	2	1	2
內容校對	5	2	10
壓片包裝	一套 120 元， 3000 套		36
合計			163

台灣夢工場 單位：萬元

項目	單價費用	人月	小計
人事費用			
製作人	5	1	5
監製	5	1	5
導演	5	3	15
執行製片	3	1	3
製作助理	2	2	4
副導演	3	3	9
攝影師	5	1	5
攝影助理	2.4	2	4.8
燈光師	3.6	1	3.6
燈光助理	2.4	2	4.8
美術指導	5	1	5
剪輯師	4	0.5	2
顧問費	2	2	4
製作費			
編劇	3	1	3
腳本製作	1	0.5	0.5
3D 特效	5	6	30
RT-SET	5	6	30
Location Scouting	1	0.5	0.5
音樂版權			1
配音			0.8
設備費用			
攝影器材			4.6
燈光			1.5
錄影帶材料費			0.5
非線性剪接室			4
錄音室			1.6
合計			149.2

5.3.3：建築專業技術服務（工研院光電所）

計畫經費：本項加值產出計畫將就“大型景觀 3D 數位化系統流程”進行可行性分析並著手建置雛形系統。整體計畫人事經費 150 萬，工研院光電所自行投資 200 萬採購大型景觀 3D 掃描器。而國科會補助 100 萬，因此工研院自籌款為 250 萬。詳細分析如下表：

工研院光電所

單位：萬元

項目	單價費用	人月	小計
人事費用			
應用工程師	12.5	6	75
系統工程師	12.5	6	75
設備費用			
大型景觀 3D 掃描器	200		200
合計			350

六、加值產出效益

本計畫由 2003 年 3 月 1 日到 2004 年 2 月 28 日，第二年擬由 2004 年 3 月 1 日到 2005 年 2 月 28 日開始申請。於第一年申請國科會 300 萬元來贊助三家廠商，分別各 100 萬。在「數位資料庫」部分，合作的兩家廠商，預計在第一年完成之後的兩年內 (2004 年 3 月 1 日到 2006 年 2 月 28 日)，可以獲總產值 1127 萬。另在「建築專業技術服務」，預計在 2004 年 3 月 1 日到 2006 年 2 月 28 日共兩年，獲得總產值 1000 萬。因此，本計畫第一年的創意加值產學合作，預估可獲得總產值 2127 萬元的商業效益。除此對於教育與社會文化資產的保存與推廣，以及各種建築專業應用的技術，提出具體貢獻，詳細的評估如下：

6.1：數位資料庫（遠流出版社+台灣夢工廠）

本計畫加值產出的產品分別為 web-based 版本和 CD-ROM/VCD 版本。Web-based 版本的主要潛力市場為學校和圖書館，以直銷為主；CD-ROM/VCD 版本的主要潛力市場為一般大眾和家庭市場，以郵購通路為主。

我們預期本套產品將有很好的銷量，這樣的推估基礎來自於：

- (1)遠流出版集團旗下的智慧藏學習科技公司擅長處理數位產品販售和行銷，銷售數位知識庫的產品和光碟皆有相當好的成績，具體的實例有：中國大百科光碟在一年內已銷售 5000 套，中國大百科知識庫(web-based 版本)在不到一年的時間內已銷售至 40 多間學校，30 多間圖書館。
- (2)本產品的文本之一《古蹟入門》一書，在推出兩年多的時間已銷售 5 萬本，因此，本套產品若再加上豐富的圖解資料庫和運用 3DVR 的技術，完整呈現台灣古蹟建築、歷史與文化，預期推出後不論用做鄉土和建築教學、娛樂、或欣賞都將會有良好的效益。

我們預估本套產品的總產值將會有 1127 萬(預計在 2006 年 2 月 28 日，即研究完成後兩年期間可銷售完畢)：

Web-based 版本

- a.銷售數量: 中小學 300 套(每套 2 萬), 大專院校 20 套(每套 4 萬)
- b.營業額:680 萬

CD-ROM/VCD 版本

- a.銷售數量: 3000 套(每套 1490 元)
- b.營業額: 447 萬

6.2：建築專業技術服務（工研院光電所）

其中以專業技術提供 3D 掃描服務，預計 2004 年之後每年將可創造新台幣 320 萬元之收益 (1 萬/小時 x 200 天/年 x 8 小時/天 x 0.2 使用率)，至於“素材發行和交易服務”和“3D 立體照相服務”兩種服務，預計 2004 年之後每年將可創造新台幣 200 萬元之收益 (每台“3D 立體電子快照系統”每年可創造 100 萬收益，就“台灣建築”主題預計可擺置兩台)。整體而言，本案預計 2004 年之後每年將可創造新台幣 500 萬元之收益 (至 2006 年 2 月 28 日，即研究完成後兩年期間可收益 1000 萬元)。尤其對於“台灣建築”在文物古蹟以數位化方式進行維護、保存和重建上自有產值效益無可比擬的貢獻。

七、具體貢獻與研究成果

7.1：具體貢獻

7.1.1 數位內容精緻化（交通大學建築研究所+崑山科技大學空間設計）

本計畫經由交大與崑山科技大學，將上一階段台灣城市建築 3D 數位內容的各種圖文到可供 VR 瀏覽的數位內容，在本計畫中進行各項的資料歸整與精緻化，提供更高而達商業要求之品質的精緻化 3D 數位資料(3D refined data)，供「數位知識庫」與「建築技術服務」的創意加值進行各項應用的應用研究與商品化。

7.1.2：數位資料庫（遠流出版社+台灣夢工廠）

A：遠流出版社

- a-1. 方便建築、歷史和文化界研究使用：從建築、歷史、文化等多面向提供完整豐富的台灣古蹟數位資料庫，方便學界研究。
- a-2. 提供國中小豐富的文化和鄉土知識庫：詳實的資料、輔以活潑生動的呈現方式，將台灣古蹟一一剖析是豐富的文化史和鄉土教材。
- a-3. 以數位方式完整紀錄台灣古蹟資料：結合 3DVR 的技術、video 和照片將既存的台灣古蹟以數位化的方式完整紀錄，同時將已不存在的建築物利用 3DVR 虛擬建構，讓觀賞者宛如重回歷史現場。

B：台灣夢工廠

- b-1 我們將提供以 3D 虛擬攝影棚技術拍攝古蹟建築的介紹短片 VIDEO。再延續「台灣城市建築 3D 數位博物館」豐碩研究成果，建置翔實完整 3D 立體模型，讓古蹟解說員可於虛擬時空中講解古蹟建築，亦可針對建築的特定細部結構或施工工法作動態立體呈現，讓古蹟重回歷史時空，看到該場址原初樣貌及後續的時空演變，古今對比。
- b-2 提供先進 WEB 3D 虛擬實境技術，相較於 3D 虛擬攝影棚拍製 Video，Web3D 進一步引入了「互動性」因子，可讓使用者在虛擬古蹟空間中，自主決定其空間經驗。
- b-3 台灣夢工場科技在製作 Web3D 虛擬實境製作經驗亦屬國內先驅，已受國立故宮博物院、京華城等眾多國家級單位及大型企業肯定。以故宮博物院「鈞窯之美之中英文版光碟」舉例說明，我們建置了 3D 虛擬博物館展示空間，使用者可在該虛擬空間中直接把玩品賞鈞窯瓷器。透過精湛的 Web3D 虛擬技術，我們將能重構古蹟原始風貌，讓使用者在虛擬時空中自由行動。

7.1.3：建築專業技術的服務具體貢獻（工研院光電所）

- a.以台灣的城市建築空間為主軸，發展數位影視和遊戲軟體以及 e-Learning 和 e-Commerce 等數位內容。
- b.對於 3D 數位化或素材發行和交易等服務的具體貢獻：可驅動 3D 數位化創新前瞻科技之研發，以科技結合創意，提昇國內廠商在“數位內容”製作上的競爭優勢。

7.2 研究成果

7.2.1：交大與崑科大研究成果

- a. 統籌制定整體計劃之發展方向與分工
- b. 空間呈現在網路媒材及使用者介面上的研究
- c. 整合精緻化網站
- d. 將單棟建築整合精緻化（參照執行進度與研發時程完成清單）
- e. 將城市建築模型（新竹、嘉義、台南）整合精緻化
- f. 將單棟建築 VR 化

7.2.2：源流出版社+夢工廠研究成果

- a. 商品光碟
- b. 觀察古蹟單元
- c. 台灣古蹟辭典
- d. 虛擬導覽
- e. 古蹟年表
- f. 古蹟檔案
- g. 其他各式檢索功能

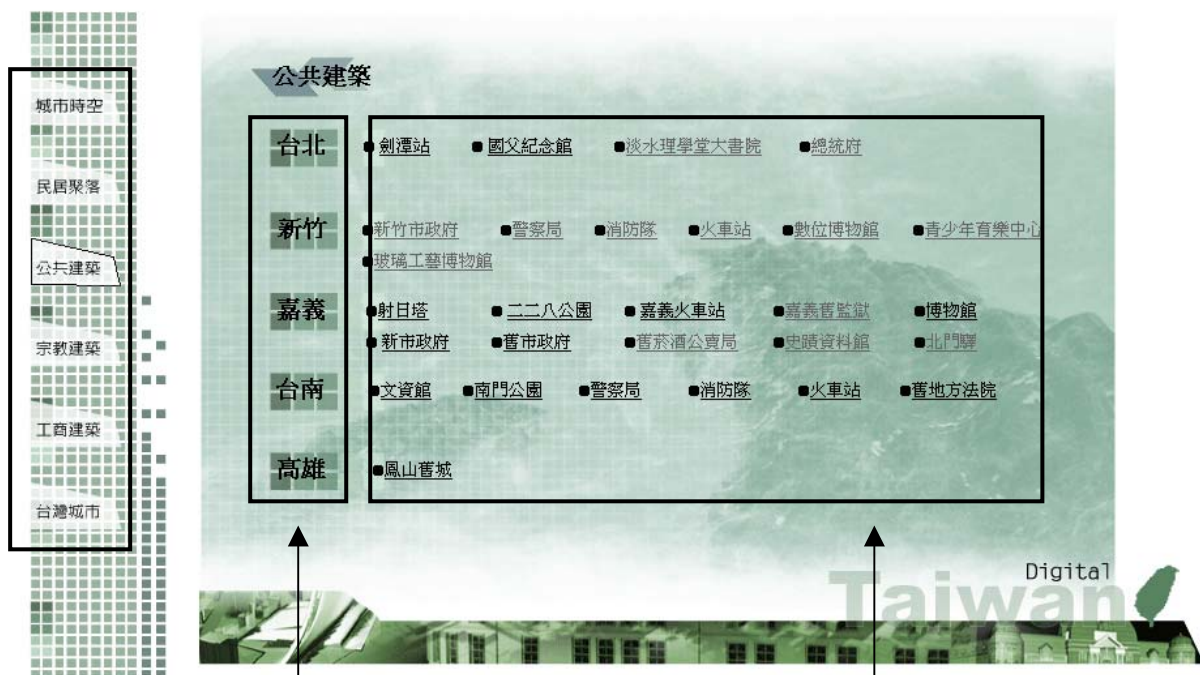
7.2.3：工研院光電所

- a. 大型景觀 3D 數位化系統流程建置

7.2.1：崑科大研究成果 網站首頁



網站內容



進入單元類型之後，便可依城市所屬的單棟建築物點選

各城市裡的單棟建築物

單棟建築內容

在進入單棟建築內容後便可知建築類型、地點、年代、和建築特色

亦可從這裡點選到同類型不同單棟建築內容



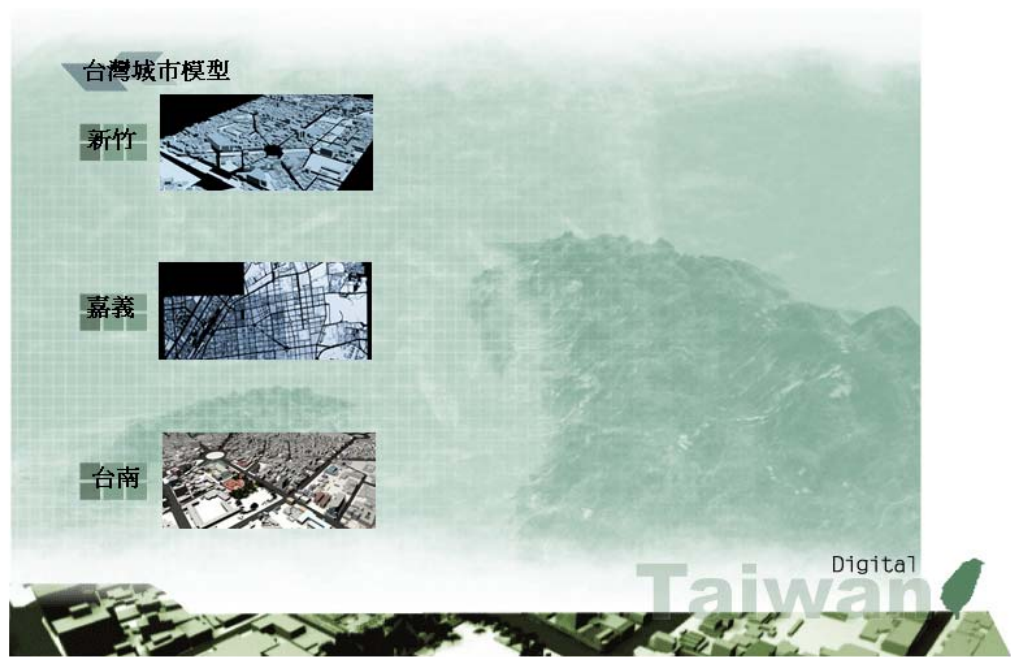
點選 index 便連結到單元建築類型的首頁

點選 vr 便連結到單棟建築類型的 vr 頁面

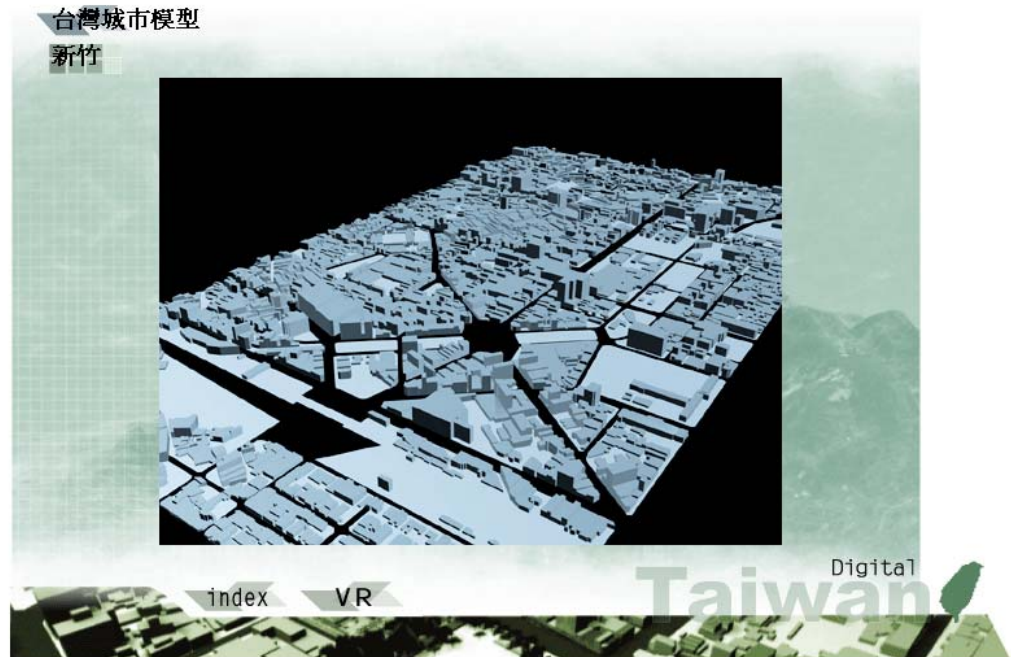
單棟建築 VR



3 大城市量體模型



新竹城市量體模型



嘉義城市量體模型



- 城市時空
- 民居聚落
- 公共建築
- 宗教建築
- 工商建築
- 台灣城市

台灣城市模型

嘉義



[index](#) [VR](#)

Digital Taiwan

台南城市量體模型



- 城市時空
- 民居聚落
- 公共建築
- 宗教建築
- 工商建築
- 台灣城市

台灣城市模型
台南



[index](#) [VR](#)

Digital Taiwan

7.2.2：遠流出版社產品具體成果

光碟首頁



光碟內頁

A. 觀察古蹟單元

台灣古蹟學習知識庫

首頁 使用說明

觀察古蹟 認識古蹟 古蹟年表 古蹟檔案 類型檢索 筆畫檢索 注音檢索 全文檢索 圖/多媒體檢索

城郭

台灣早在荷蘭與西班牙統治時期，即大事興築城郭，文獻中即會出現淡水的西班牙城堡被原住民攻毀的記載。清代二百多年中，台灣各地築城郭未曾中斷，從清初的鳳山縣城、諸羅縣城，到清末的恆春城與台北府城，顯示傳統築城衛民的觀念生根。高雄左營的鳳山縣舊城是至今保存較完整的清代城郭古蹟，登上城牆可以體會古時軍事防禦的嚴肅氣氛。

看城形

台灣的古城池有的呈圓形，有的是長方形，有的像元寶，甚至有的像布袋……，是什麼因素左右城形的變化？而今多數城牆零落殘缺，該如何進行城形的觀察呢？

看城牆

城郭的「郭」即是城牆，它不僅界定出城的範圍，也是一座古城最重要的防禦線，不管是材質或構造都大有學問。

看城門

城門是昔日古城最明顯的地標，觀察時，不妨留意門樓的形式與門洞的構造，也別忽略了城門的

今天在高雄左營仍能欣賞到鳳山舊城城牆蜿蜒數里的壯觀場景

古蹟內容，藍色的字詞是台灣古蹟辭典的詞條，只要利用滑鼠點選，就可開啓台灣古蹟辭典，不僅可閱覽詞條內容，更提供查詢功能，如此，讓使用者輕易跨越古蹟專有名詞的門檻，輕輕鬆鬆

台灣古蹟辭典

台灣古蹟學習知識庫

首頁 使用說明

觀察古蹟 認識古蹟 古蹟年表 古蹟檔案 類型檢索 筆畫檢索 注音檢索 全文檢索 圖/多媒體檢索

查詢：

台北府城

清光緒5年（1879）閏三月，淡水縣與新竹縣分治，陳星聚任台北知府，籌建台北府城。其後，福建巡撫岑毓英及台灣道台劉銘傳繼勘定基址，光緒8年始召募粵籍工匠興築，至光緒10年大體告竣。城周一千五百餘丈，開闢五門，東門稱景福門、西門稱寶成門、南門稱麗正門、北門稱承恩門、小南門稱重熙門，其中北門、東門設甕城、小南門由板橋林本源家出資建造，採樓閣式，其餘各門為封閉之敵樓式。西門至日治初期因進行市區改正計劃而遭拆除。戰後，東門、南門及小南門皆經整修，已失原貌，惟北門尚存其原狀。北門的形式頗特殊，乃一封閉式碉堡，城樓兩層，至為堅固，屋架仍採中國傳統式木構架，隱飾簡潔大方，乃台北府城僅存之較完整城門遺構。

台北府城北門

期，即大事興築城郭，文獻中即會出現淡水的西班牙城堡被原住民攻毀的記載。清代二百多年中，台灣各地築城郭未曾中斷，從清初的鳳山縣城、諸羅縣城，到清末的衛民的觀念生根。高雄左營的鳳山縣舊城是至今保存較完整的清代軍事防禦的嚴肅氣氛。

的是長方形，有的像元寶，甚至有的像布袋……，是什麼因素左右城形的變化？而今多數城牆零落殘缺，該如何進行城形的觀察呢？

僅界定出城的範圍，也是一座古城最重要的防禦線，不管是材質或

，觀察時，不妨留意門樓的形式與門洞的構造，也別忽略了城門的

虛擬導覽

在本知識庫中，將古蹟分為 22 種類型(城郭、寺廟、祠堂、官署……)，每一種類型都提供

一個實例(景點)供使用者觀察，例如：以城郭類型為例，虛擬導覽的景點為「鳳山縣舊城」，使用者點選進入鳳山縣舊城之後，即可以看鳳山縣舊城的各個觀察點，每一個觀察點我們依其特色利用合適的多媒體呈現手法表現，如，影片、放大鏡、QTVR、照片....



點選鳳山縣舊城的樓閣式城門樓，即出現可供放大的照片供使用者仔細觀察



B.古蹟年表

台灣古蹟學習知識庫

台灣古蹟學習知識庫

觀察古蹟 認識古蹟 古蹟年表 古蹟檔案 類型檢索 筆畫檢索 注音檢索 全文檢索 圖/多媒體檢索

跳至西元 年 Go 西元1624年 天啓4年

西元前50000年 西元前5000年 西元前1600年 西元前1500年 西元100年 西元600年 西元1592年 西元1604年 西元1624年 西元1624年

台灣古蹟大事記 西元前1500年

西元	年代	建築背景	建築活動	政治社會經濟文化背景	匠師及建築家	圖片
-1500				東部出現卑南文化及麒麟文化（又稱巨石文化）。中部出現營埔文化。南部出現鳳鼻頭文化。		

使用者可利用時間捲軸或是輸入年代來選取想要閱覽的台灣古蹟年代的大事記

C.古蹟檔案

台灣古蹟學習知識庫

台灣古蹟學習知識庫

觀察古蹟 認識古蹟 古蹟年表 古蹟檔案 類型檢索 筆畫檢索 注音檢索 全文檢索 圖/多媒體檢索

區域：

OR(或)

等級：
 一級 二級
 三級 國定
 省定 市定
 縣定 全部

OR(或)

類型：
 漢文化建築 近代建築
 日式建築 原住民族建築
 考古遺址 全部

清除 查詢

D.其他各式檢索功能



其他還提供了各式的檢索功能，包括了類型檢索、筆劃檢索、注音檢索、全文檢索以及圖/多媒體檢索功能，方便使用者從各種不同的檢索方式快速找尋所需的資料。

7.2.3：工研院建築專業技術的服務具體研究成果

大型景觀 3D 數位化系統流程建置

image-based Modeling 用於建構大型景觀之可行性。主要使用之技術為 photogrammetry。此一技術係使用 2 維平面影像以獲取 3 維實物之外形尺寸及建構 3 維全彩模型。精確的校正及對位程序為此一技術成功的要素。一般而言此一技術可分為以下 4 階段 — 1.設計 (Design) 2.量測 (Measurement) 3.結構化及建模 (Structuring / Modeling) 4.視覺化 / 分析 (Visualization / Analysis)。其中設計指的是相機感測參數及幾何資料計算而量測指的是使用感測資料以測量點及線位置尺寸。結構化及建模指的是建立模型拓樸關係及貼圖 (Texturing)。最後視覺化及分析則是指檢視模型及分析精確度等。

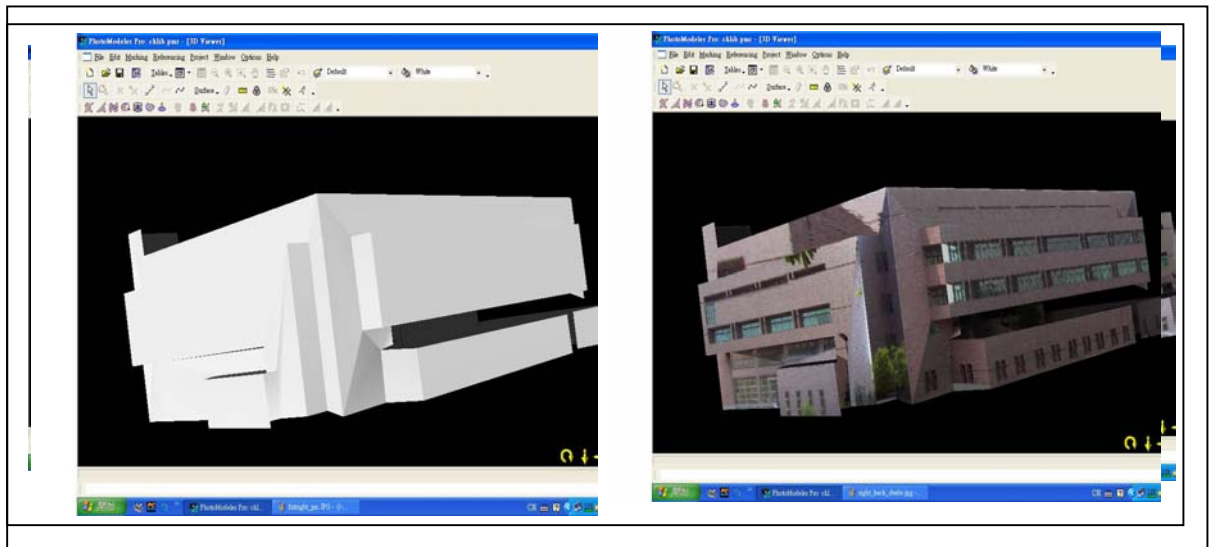
雖然相機校正程序影響最後之建模精準度至巨，校正程序也可能相當繁複。很多商業軟體已可提供相當可靠及簡易之校正程序，校正結果也已至可接受之程度。本計劃使用了一套低成本 photogrammetry 系統 — photo modeler 以探討大型景觀全彩模型重建之可行性。首先我們以成大圖書館作為實驗對象。由於此建築物具有一般建築物之特性如擁有數個大平面及大曲面，所有大平面均包含有物徵物如窗戶等。故頗適於偵測全彩貼圖 (texture mapping)。另外我們還探討了與雷射掃描資料結合之可能性。由於 3 維雷射資料可提供一較高精準度之尺寸量測，而此棟建築物適巧有全面性之雷射量測可資運用，故選擇此一建築物為使用目標。另一測試標的物為一書法石雕，目標在測試任意曲面重建效應，以下為成果展示。

圖九為運用 photomodeler 之操作於成大圖書館後之結果。圖十(a)為正面之 3 維圖(b)為正面及右側面展示圖(c)為背面及右側面展示圖(d)為側面及後面之展示圖 (e)為正面及左側面展示圖，圖十(b)~(e)皆包含了原始模型及貼圖後之結果。

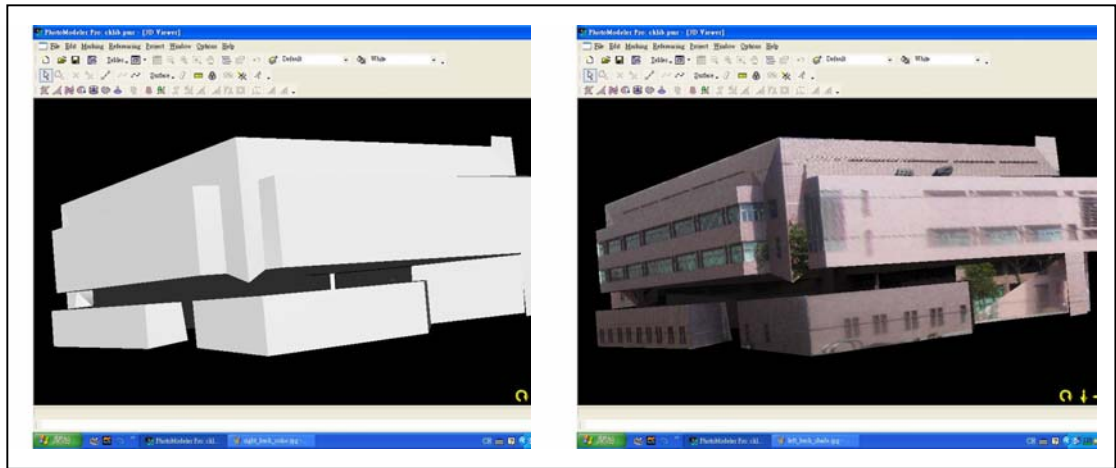
圖十一為書法石雕重建後之成果。圖十一(a)為正面，(b)為右側面，(c)為左側面，同樣圖十一(b)~(c) 包含了原始模型及貼圖後之結果。從二圖之結果，可看出此一程序可完整重建實物之 3 維景象。除了模型之幾何架構在比例上極度類似於相片外在表面材質上也完整地移植於 3 維模型上,如圖十二(成大圖書館)圖十三(書法石雕)。



圖十(a)、成大圖書館正面之 3 維展示
圖十(b)、成大圖書館正面及右側面展示圖

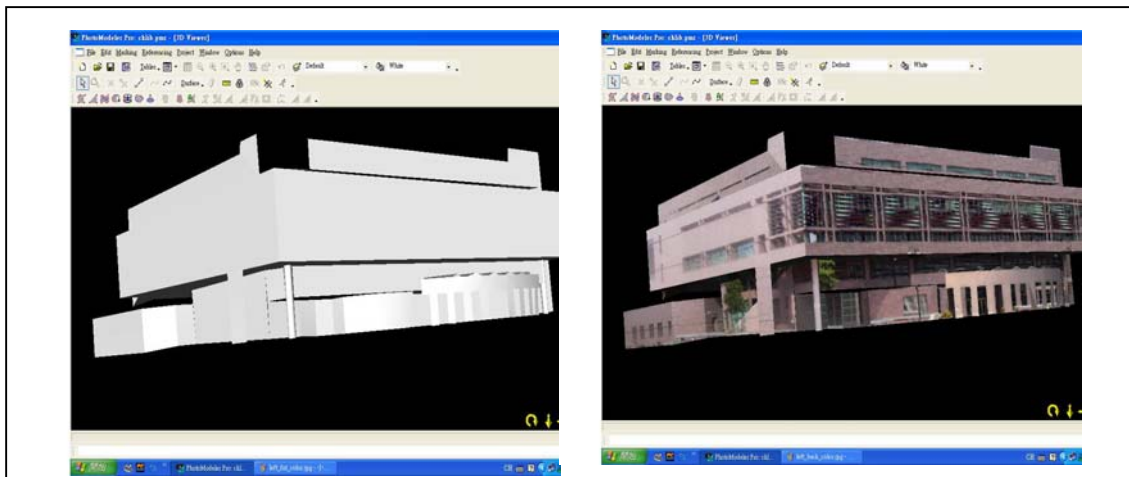


圖十(c)、成大圖書館背面及右側面展示圖

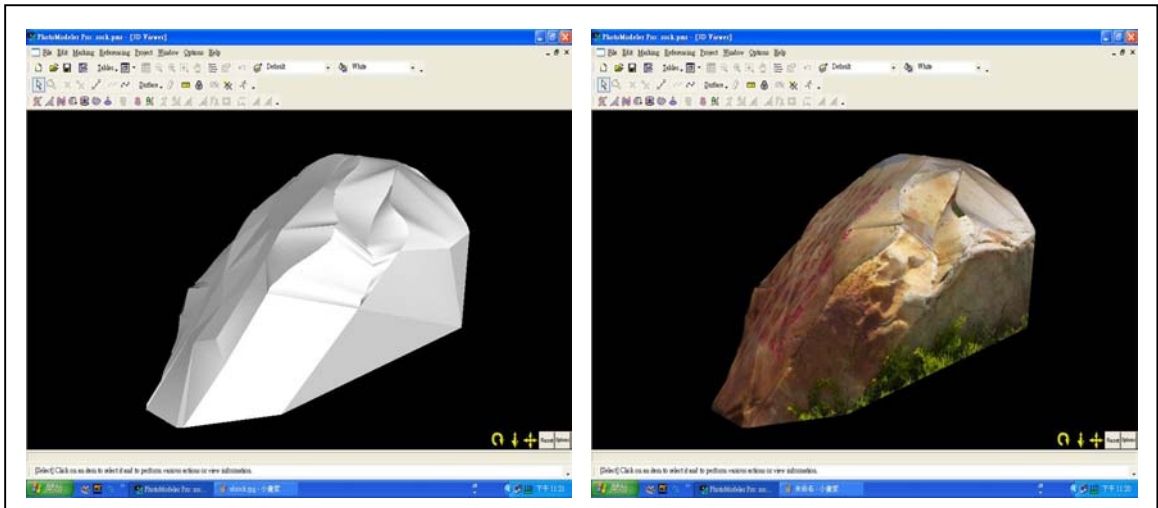


圖十(d)、成大圖書館背面及左側面展示圖

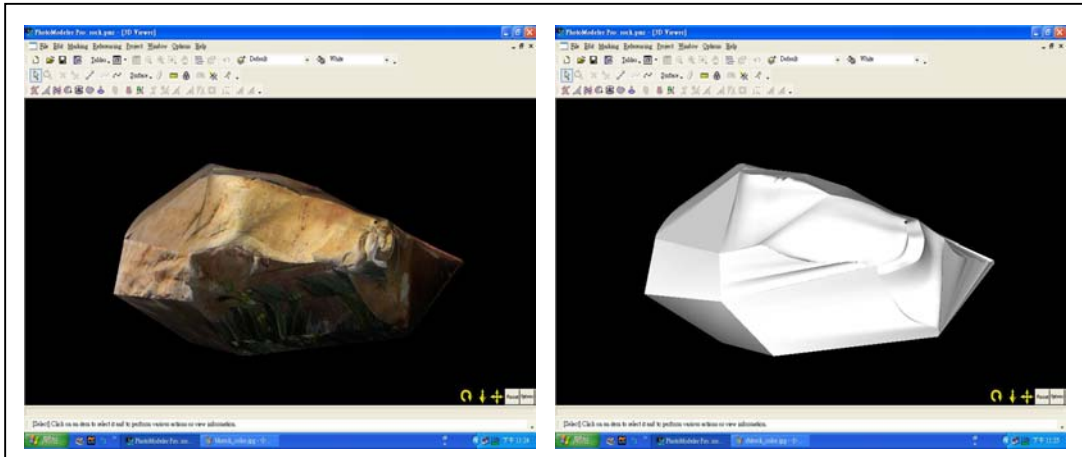
圖十(e)、成大圖書館正面及左側面展示圖



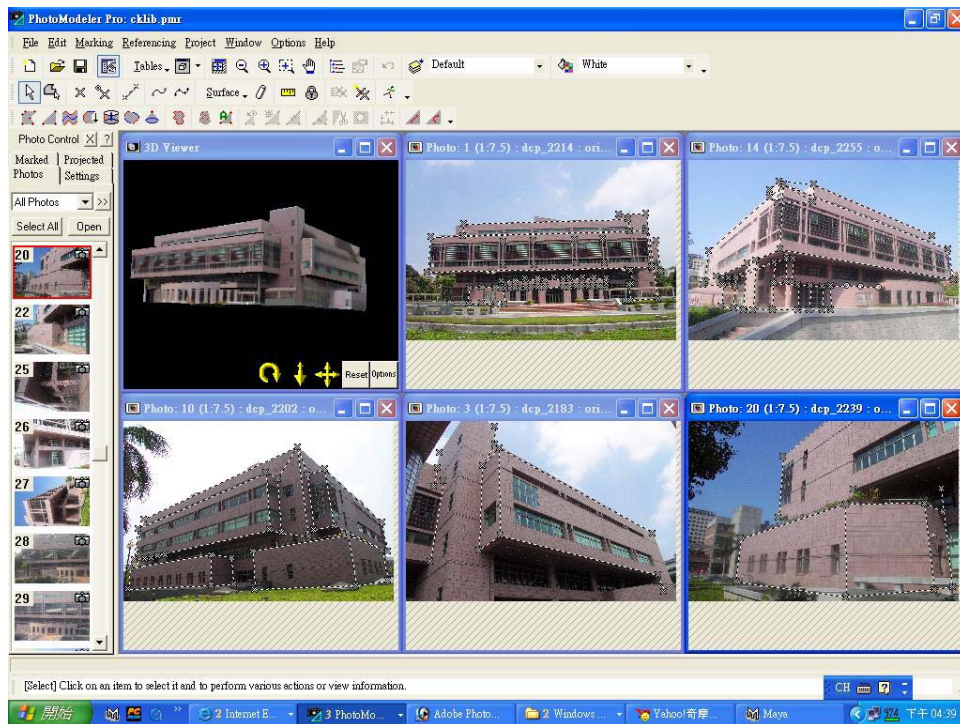
圖十一(a)、書法石雕 3 維模型



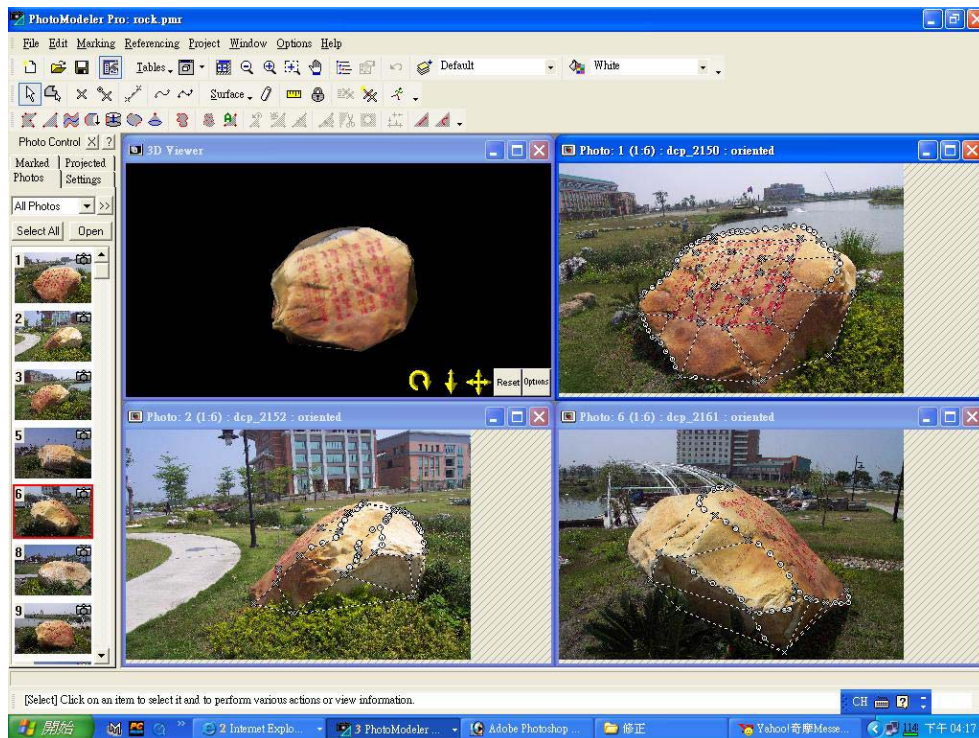
圖十一(b)、書法石雕右側面



圖十一(c)、書法石雕左側面



圖十二、成大圖書館 3 維模型及組成相片集

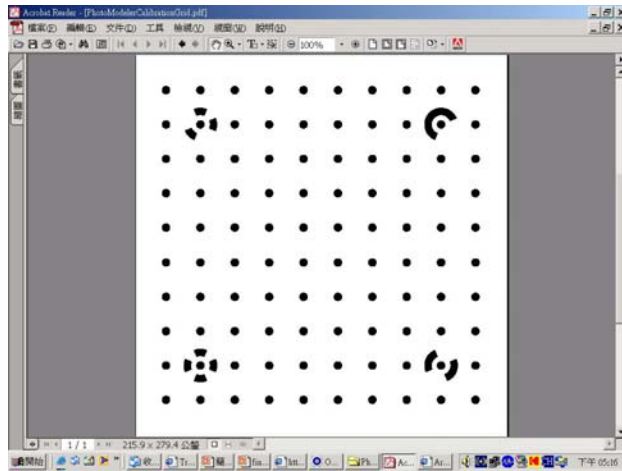


圖十三、書法石雕 3 維模型及組成相片集

工作流程 (work flow)

可分為 4 大步驟，首先是相機校正，接著是建築物取景，然後是影像建模，最後是表面貼圖。本報告將依序敘述。相機校正程序可分為本機校正及建築物校正，通常 photogrammetry 軟體會附帶一校正圖，以供相機獲取內在參數，如焦距及鏡頭扭曲參數 (lens distortion coefficient)，影像面積 (image size)，解析度等。Photo modeler 也提供了一校正表如圖十四所示，此圖有約 100 個均勻分布之圓點，以 10x10 之分布列印在一 A4 大小之白紙上。除此之外在紙上的四個角落也有 4 個獨特標記的圓點如圖所示。此 4 個獨特標記點有二個主要目的，第一為辨識在不同的視角下獲得之不同影像，第二為提供自動校正程序一自動對位之依據。所以在此步驟，需將相機針對校正表之四個邊進行傾斜 45 度之拍照如圖十五(a)所示。在每個邊上進行斜照之後尚需在原位置逆時鐘旋轉 90 度之後進行拍照圖十五(b)，如此在 4 個方位上共可獲得 8 個影像如圖十五所示。在 photo modeler 上啟動一新的專案，並選擇使用校正專案。這會啟動校正精靈，並要求輸入已拍攝之 8 張校正圖像如圖十六所示。點選 Add / Remove Images，即可輸入這些影像。一旦輸入完成，即可點選 execute calibration，即可執行自動校正。程式將自動進行影像對位 (referencing) 計算校正參數如圖所示。一旦完成後即可見到校正執行結果。

每一張圖被採用之校正點數及成功與否都會被紀錄，若有一張圖無法校正，整個校正程序就會失敗。完成校正後可用像素殘餘值來觀看校正之精度。如圖十六每一圓點皆會由圓心衍生一向量指標，此一向量需無規律性，即在同一相片中，所有圓心向量皆須平均指向不同方向。所謂像素殘餘值是界於圓點中心經重新校正後之新中心位置之間的位置



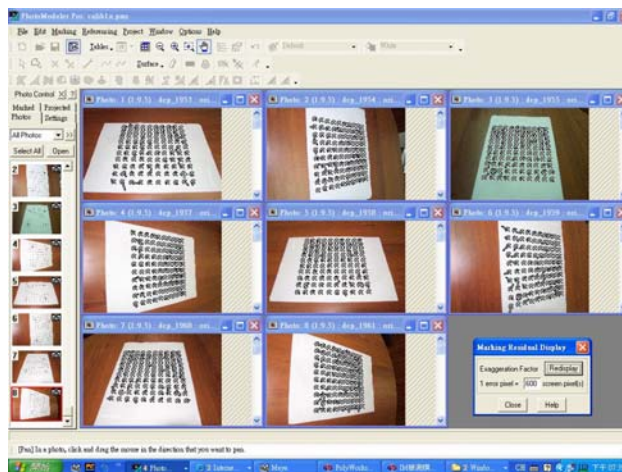
圖十四、相機校正表



(a)

(b)

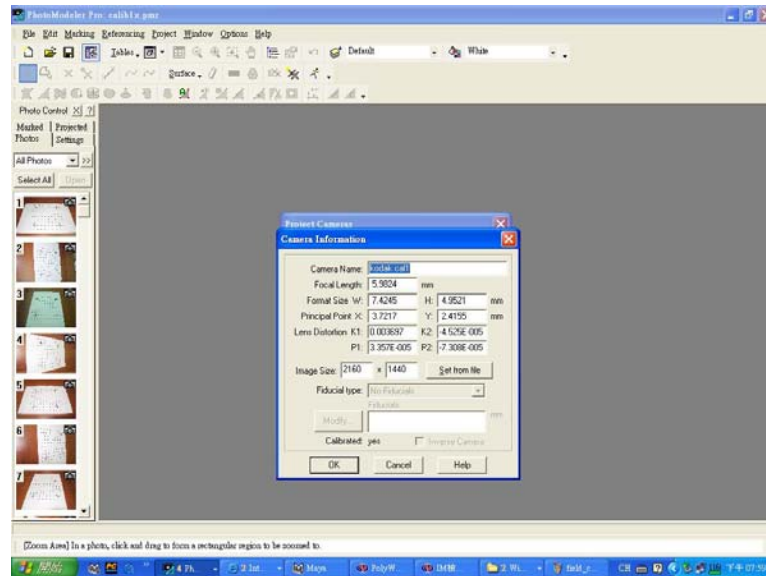
圖十五、校正表取景角度



圖十六、校正表八取景相片

差向量。

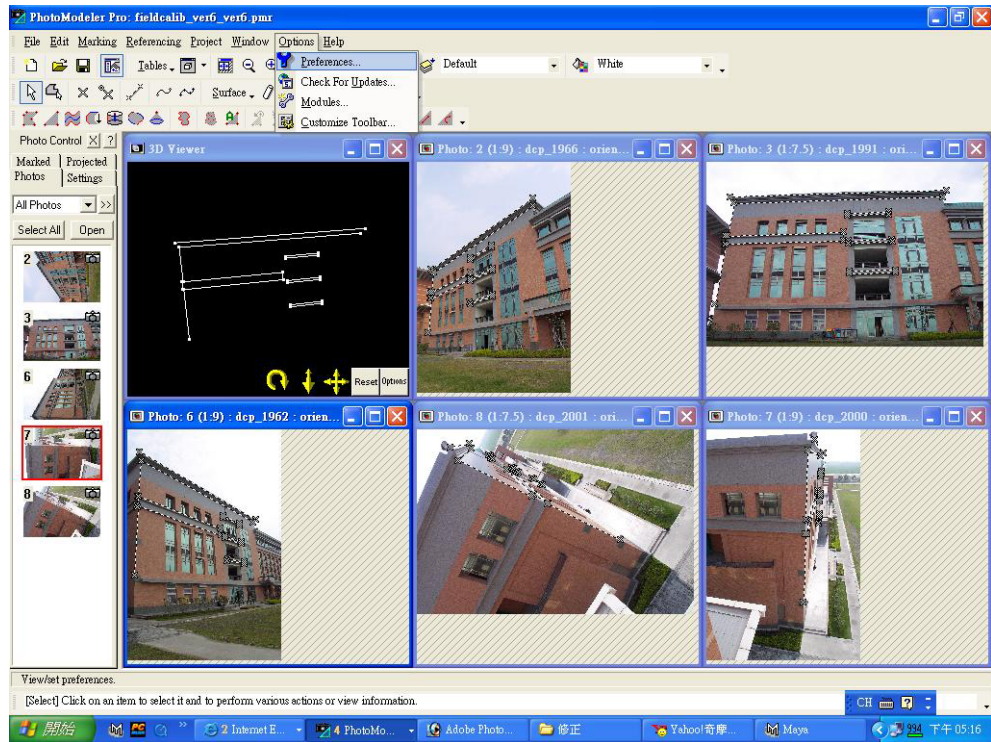
相機校正後之參數如圖十七所示。由此圖中可見到 focal length(焦距),format size(影像尺寸),lens distortion factors(鏡頭扭曲參數)等值。由於此一校正程序是針對特定數位相機及特定放大倍數鏡頭在一 A4 大小之校正表上進行，所以當使用不同的倍率鏡頭時，同樣的程序需再進行一次。另外由於大型景觀之尺寸遠大於 A4 大小的校正表，為提高模型精度，需以此初步校正之結果進行實景拍攝。然後再以實景拍攝之相片進行一次實景校正 (field calib)。



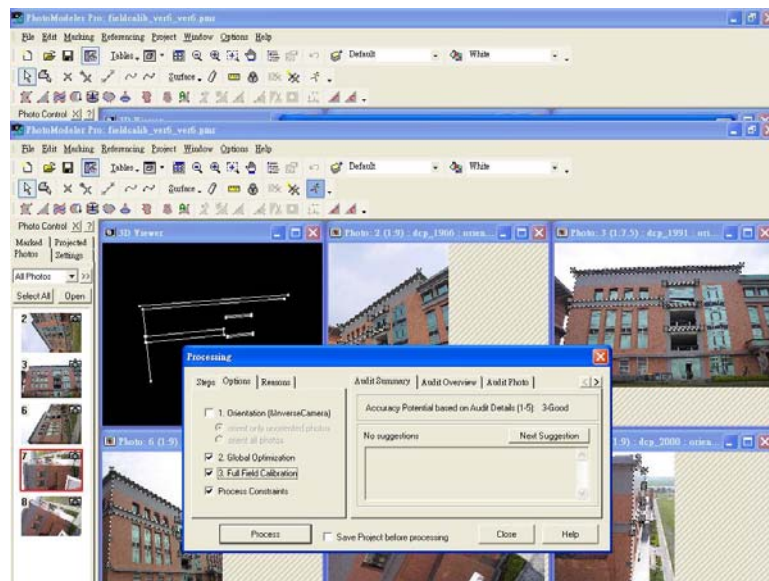
圖十七、相機校正後之參數

建築物校正 (field-calibration) -由於相機本機校正，係使用一 A4 大小之校正圖進行，當使用此校正所獲得之參數於量測時，實際所得之尺寸將會有極大之誤差，在某些情況下甚至無法測量及重建模型。(例如當取景角度過小) 在此情況下，photo modeler 提供了一提高精度之校正程序，即 field-calib，此程序係使用本機校正後之參數，處理至少五張由 5 個以上不同的位置拍攝的實際大型景觀的一個構件，如一垂直邊，也就是實際量測一垂直邊的尺寸。但這 5 個不同取景角度需包含至少二個高處角度，如圖十八所示。如此在進行尺寸重建時，可確保正確計算，此程序之進行有二關鍵，第一為將功能選擇鍵 (preferences) 內之處理選單 (process) 之 Camera Calibration 之有效點數 (good points) 調至適當數目，其他設定保持不動。此一數目不可低於 7。第二關鍵為啟動建物校正 (full field calibration)。如圖十九所示。一旦資料可正常處理 (process) 即可存錄相機參數 (save camera) 以作為後續實際建築物 3 維影像之處理依據。

建築物校正之後的程序便是實際取景以重建大型景觀之 3 維模型。實際取景之程序如下，由於多數之大型景觀多是由數個大面積之平面或曲面所構成，取景原則為以一個構面為目標，每一目標面拍攝至少 2 張相片，2 個相片之間需取大於 30 度角度，同時其中一張相片需包含目標面之鄰近面如圖所示。掌握此二原則即可對整體建築物整體進行拍照取景之工作。重建成大圖書館 3 維模型所須之影像縱列如圖二十。



圖十八、實景校正



圖十九、實景校正啟動程序

例如圖二十所示,相片 1 取建築物正面一, 相片 2 取建築物正面一及側面一, 相片 1 及相片 2 取景角度約距 50 度,由於相片 2 包含了側面一, 相片 3 可垂直於側面一進行拍攝, 相片 2 與 3 取景角度約距 40 度。所以重建後之二模型面可形成連續面,並且有相較約 90 度之交角。此交角亦頗近似實際建物之交角,請參考圖十(b)。根據此原則持續對所有之建構面,進行逐一及連續之拍照,以含蓋建築物之整體。

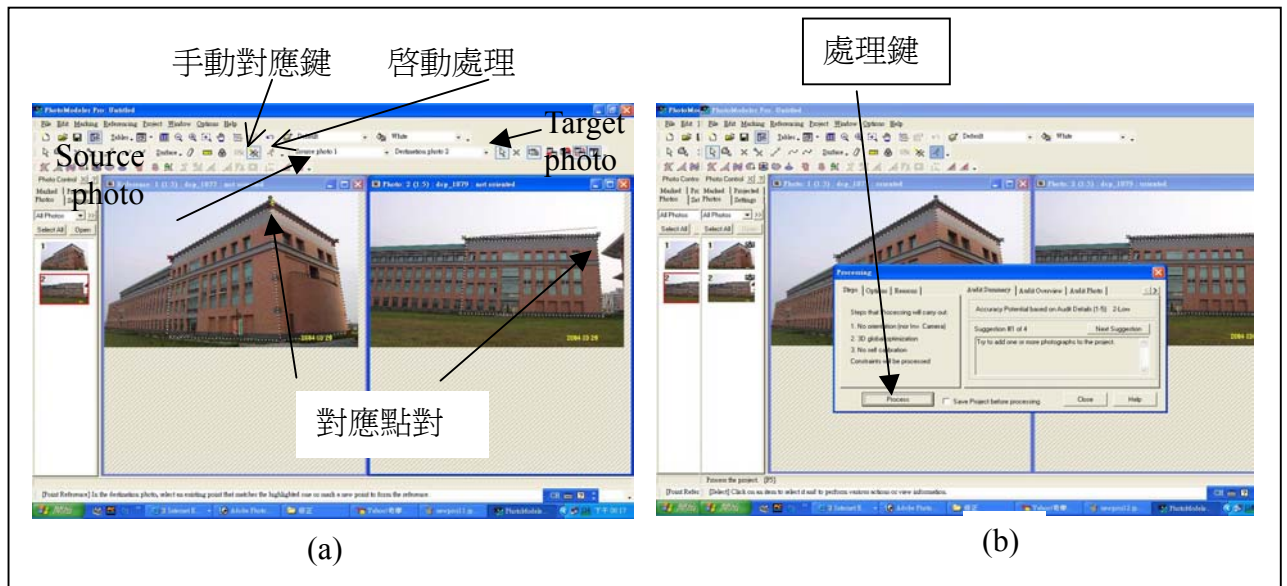
下一步驟為針對每一建構面之影像組進行作記及對應 (marking and referencing) 最

後將所有相片對位 (alignment)。作記及對應程序係由 photomodeler 選單中之手動對應鍵啓動(圖二十一(a))。一旦點選了手動對應鍵,使用者即可從 source photo 清單中選取一原始相片,另可從 target photo 清單中選取一比對相片進行作記及對應程序,如圖二十一(a)所示。作記及對應程序為首先在原始相片上 mark 欲使用之特徵端點(vertex),然後連點成線(edge),將建築物構面圍起來。接下來 photomodeler 會在原始相片上,依序自動 high light 特徵端點(vertex),使用者只需在比對相片上找出對應點對(reference point pair),即可完成作記及對應程序,如圖二十一(a)所示。每一對(或群組)相片在完成 marking 及 referencing 後即需針對每一端點及邊緣 (Vertex and Edge) 進行 3D 計算,點選處理鍵如箭頭所示,如圖二十一(b)所示。一般要求處理之誤差在 1 以下。若取景之角度太小或對應端點錯誤即無法完成處理而出現失敗訊息。

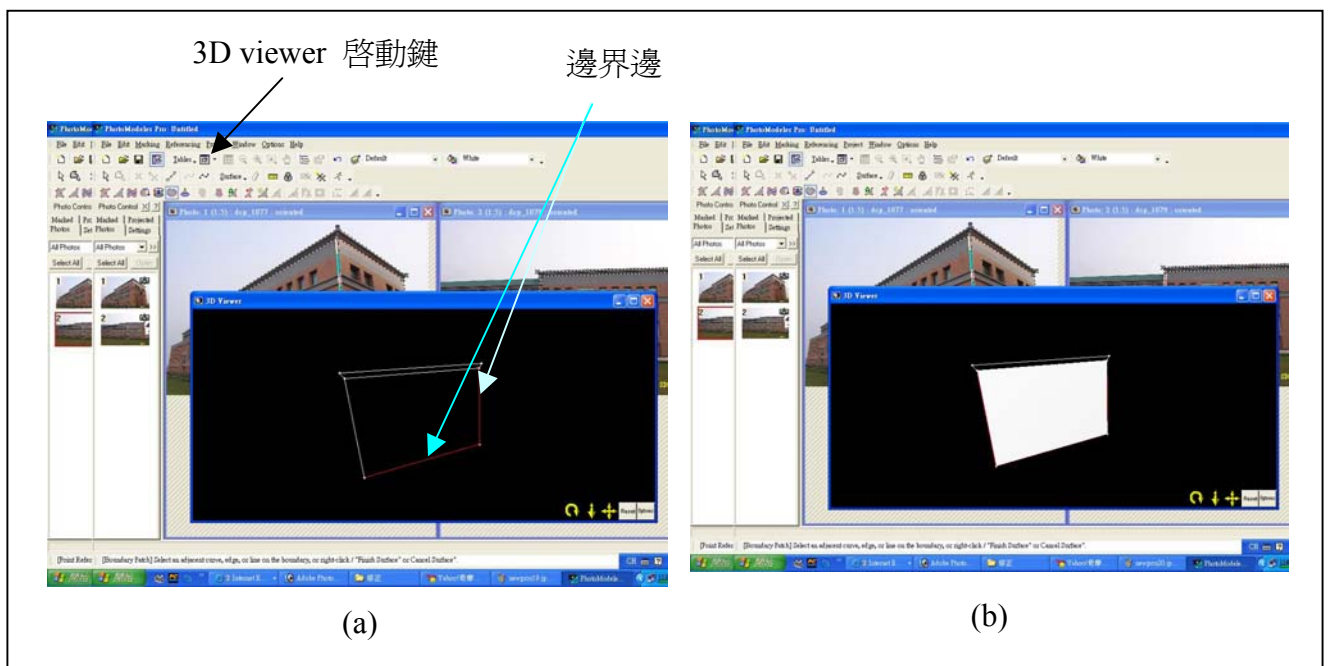


圖二十、成大圖書館重建影像縱列

下一步驟為建立模型表面及貼圖。繼 3 維端點及邊緣線建立後,可使用 surfacing 工具,進行 3 維實體表面之建構。Photo modeler 提供了 lofting, triangle meshing, boundary patch 等模式可供架構 3 維表面,本計劃以 boundary patch 模式為主在點選 3 個以上之鄰近邊(邊界邊)後,一白色光面即可形成如圖二十二(b)所示,點選完成表面(finish surface)即完成該表面之建構。下一步驟即可將此一表面進行貼圖,貼圖程序為將 3 維觀賞器之選項打開如圖所示,在 surfaces 中之選項點選 Quality textures,按 OK,圖二十三(a),photo modeler 即會顯示最佳品質之貼圖圖二十三(b)。當然若是使用者發現貼圖效果不佳,尚可自創貼圖影像以供使用,程序為 1.點選特定表面,按右鍵啓動表面特性(selected properties),2.打開材質選單,點選材料,3.點選增加(Add)選取 single-photo texture 後,選擇一相片編號後輸入新材質名稱即可,當需要更改表面貼圖時,啓動表面特性,點選材料選單將表面貼圖從 surface default 移至新增材料名稱,按 OK,然後至 3 維觀賞器選項(3D viewer option)啓動 surfaces -> Quality texture 以更新材質。



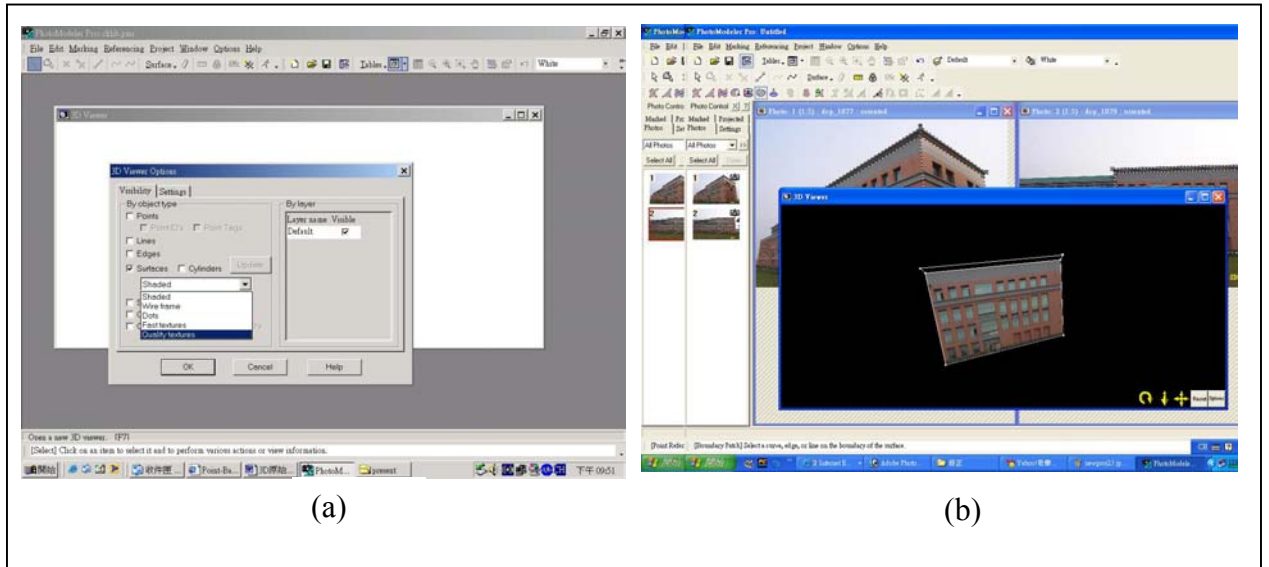
圖二十一、作記及對應 (marking and referencing) 程序



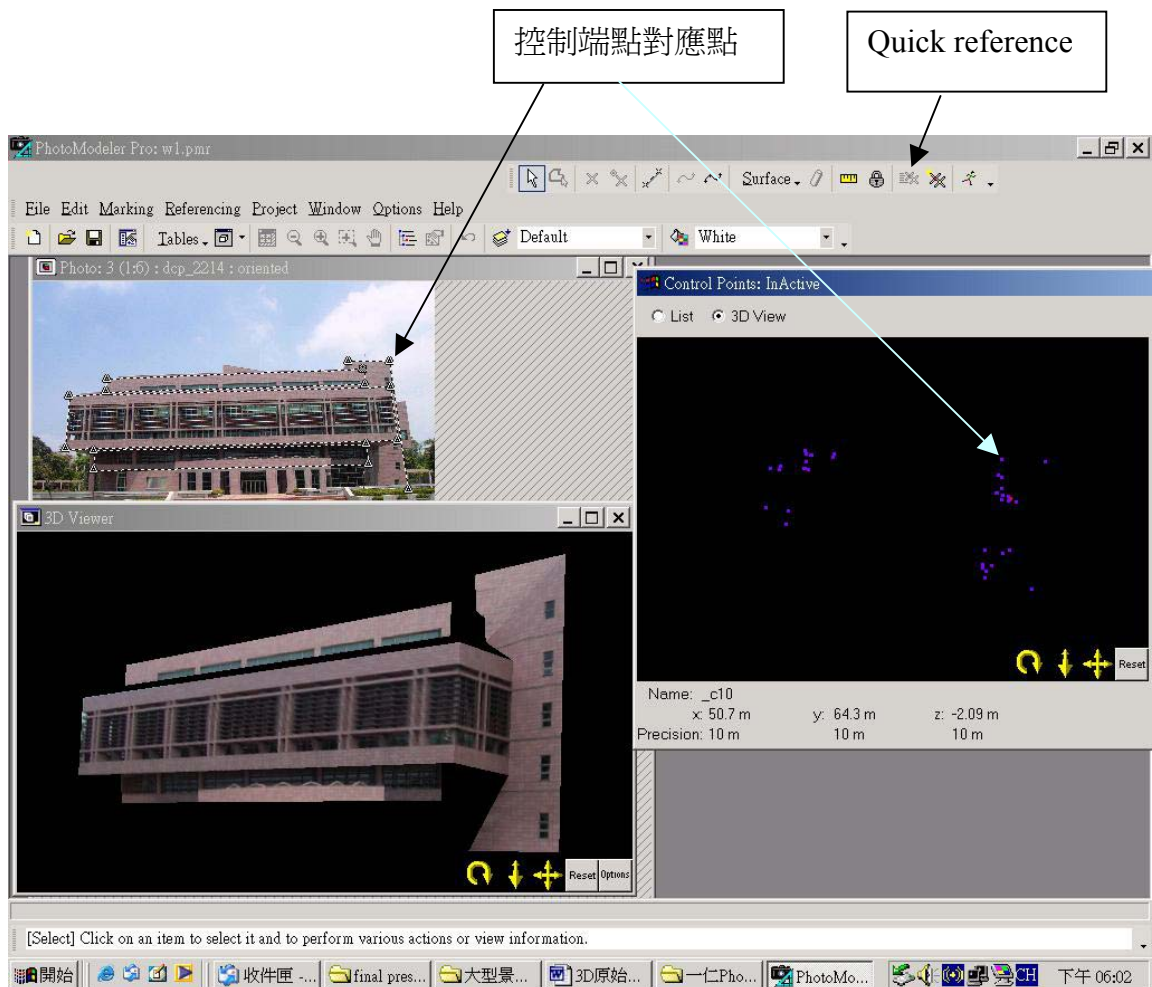
圖二十二、模型表面建構程序

Photo modeler 另外亦提供了另一控制點輸入以直接建構 3 維模型及進行貼圖。此一程序的優點是避開了 marking 及 referencing 之人工步驟，直接以雷射點雲資料轉換出來之 DXF 模型檔將模型之頂點輸入，這些頂點便成為控制點，將控制點與相片之建物頂點進行對應即可達到貼圖功能，流程如圖所示

1. 點選 Marking → Mark Control Points Mode 啓動控制點視窗。
2. 點選 import 啓動 control import 視窗。
3. 點選 3D DXF file，輸入 DXF 檔路徑按 OK。
4. 回到 Control Points 視窗，切換控制點 review 選項從 list 到 3D View 即可得控制點之相對 3 維展示。
5. 針對每一控制點於相片上點選相應之頂點。
6. 將相關之影像對應完畢按處理即可得到貼好圖之 3 維模型，如圖二十四所示。



圖二十三、模型表面貼圖



圖二十四、雷射點雲模型表面貼圖

執行本計劃流程時，曾遭遇以下之困難，有些已找到解決辦法，有些尚未解決，一併整理如下：

1. 建築物旁常有路燈，樹木等遮蔽物在取景時，常會連同目標物出現在影像中，而會影響最終貼圖品質，如圖二十五(a)所示，解決辦法為使用 **photoshop** 以鄰近材質對遮蔽物(包括陰影)進行修整。修整程序大致為複製，貼上。修整後之結果如圖二十五(b)。修整後之圖片可作為貼圖使用。圖二十四即為使用修整後之圖片之結果。可看到圖十(a)之路燈及樹影已被移除。
2. 部分影像在貼圖後，顯出稀釋像素情況(如圖十(e)左側面)。這是由於部份相片之取景角度受限於鄰近建物之影響無法取正視角度，而以傾斜角度取景。結果是靠近相機端之影像清晰，遠端則較為模糊。在貼圖後遠端之像素被延展，造成遠端影像更為模糊。建議可以提昇相機之解析度著手。如此即使遠端在像素被延展後亦可展示足夠清晰度。但若建構面實際尺寸過大，同樣問題仍會出現。似乎可用影像處理技巧，使用不同角度相片之相關影像進行合併，以產生新貼圖影像。此尚待進一步研究。
3. 相機校正精度不足，已採用建築物校正提昇整體精度。實際精度尚待進一步與雷射資料比對。
4. 建物之俯視圖獲取不易，故靠近屋頂之構面，常有缺角(圖十(e))，或材質欠缺情形。建議使用遙控飛機搭載 CCD 相機進行取景，缺點是操控不易及安全性。可列為未來研究方向。
5. 全曲面建物亦可遵照跟平面建物同樣之步驟進行重建，惟一之不同為相片之對位 (**alignment**) 由於缺乏特徵點，可能較為困難。還有邊界曲線之對應(**referencing**)也有待進一步研探，以確保精度。



圖二十五、photoshop 影像修整