

歷史文化城市之航照資料 建立與應用

研究機關：臺中市興地政事務所

研究人員：技士 林士哲、陳正軒

課長 賴清陽

研究期間：102 年 3 月 1 日 至 102 年 8 月 31 日

中華民國 102 年 8 月 31 日

歷史文化城市之航照資料建立與應用

林士哲¹ 陳正軒² 賴清陽³

摘要

臺中市有文化城之美名，豐富的文化資產也建立本市各地的繁榮。然而現今都市化的快速改變，地理特色和背景也隨著變遷，許多現地的景觀也與過去原始地理環境完全不同。透過歷史航照的方式，了解地理背景和歷史變化，展現出從過去到現今的環境特色。因此透過特有之歷史保存資訊方式，研究如何建立基礎資料，充實本市地理文化資訊，進而搭配各種政策之先期規劃，以提升創新應用，建立創意資訊之文化城。

本研究資料來源為 60 年代歷史航照數位化影像，研究過程中包含處理原始影像之坐標套合對位，選取轉換參數，轉換至相對應之坐標系統，並使用自主開發工具以及免費資源搭配應用，建立檢視資料之系統，以提供瀏覽服務並能輔助相關業務之進行。研究成果除了應用業務面、民眾展示端，並研究建立三維建物模型之方式，配合歷史資料展示成果。

1. 臺中市興地政事務所 技士 E-mail: linbc220@gmail.com Tel: 04-23276841#220
2. 臺中市興地政事務所 技士
3. 臺中市興地政事務所 課長

目 錄

一、前言	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	1
1.3 研究方法與過程	2
二、研究背景與現況	3
2.1 研究航照影像資料背景	3
2.2 使用參考資料背景	4
2.3 影像處理技術背景	4
2.4 影像發佈技術背景	5
2.5 模型技術背景	5
2.6 模型紋理製作背景	7
2.7 模型資料歷史背景	9
三、研究方法與內容	10
3.1 使用之資料	11
3.2 控制點坐標量測	12
3.3 坐標套合	13
3.4 影像成果處理	15
3.5 資料整合套疊應用	17
3.6 歷史資料保存及模型製作	19
四、研究應用之成果	23
4.1 舊航照與地籍套圖應用	23
4.2 舊航照與現今航照比對	24
4.3 保存資料參考	26
4.4 測量案件參考	27
4.5 互動資料展示	30
4.6 三維建物模型與舊航照套疊展示	30
五、結論與未來發展	33
六、參考文獻	35

圖 目 錄

圖 1.1、航照資料範圍(西屯區、南屯區)	3
圖 2.1、地圖影像處理作業流程.....	5
圖 2.2、平面圖拉伸示意圖.....	6
圖 2.3、航照數化示意圖.....	7
圖 2.4、實景影像照片.....	7
圖 2.5、影像幾何變形示意圖.....	8
圖 3.1、舊航照建立流程圖.....	10
圖 3.2、建立三維模型建物流程圖.....	11
圖 3.3、GEtoGCP 控制點程式畫面(自行開發).....	13
圖 3.4、點選控制點範例.....	13
圖 3.5、轉換示意圖.....	15
圖 3.6、校正前、後影像.....	15
圖 3.7、有雲遮蔽影像.....	16
圖 3.8、無雲遮蔽影像.....	16
圖 3.9、切圖技術流程及發佈.....	17
圖 3.10、Land2KML 程式畫面.....	18
圖 3.11、Land2KML 成果結合地籍圖與內政部通用版電子地圖.....	18
圖 3.12、處理前分別為兩張影像.....	19
圖 3.13、影像接合成果圖.....	19
圖 3.14、擬合直線比較圖.....	20
圖 3.15、模型材質影像校正成果圖.....	20
圖 3.16、遮蔽效應之影響.....	21
圖 3.17、界定遮蔽範圍.....	21
圖 3.18、利用鏡射填補遮蔽成果圖.....	21
圖 3.19、建物模型成果圖.....	22

圖 4.1、數值資料與地籍套圖.....	23
圖 4.2、鑲嵌成果.....	24
圖 4.3、Google Earth 套疊地籍圖與舊航照.....	24
圖 4.4、舊航照與 59 年地形圖比對.....	25
圖 4.5、舊航照套疊現今中港交流道附近影像.....	26
圖 4.6、前後期影像建物紀錄.....	26
圖 4.7、南屯區航照比對.....	27
圖 4.8、地籍圖與現況照片.....	28
圖 4.9、地籍圖與現今影像.....	29
圖 4.10、地籍圖與舊航照影像.....	29
圖 4.11、多點觸控展示.....	30
圖 4.12、模型與舊航照之結合展示.....	31
圖 4.13、建物套疊成果圖.....	31
圖 4.14、建物模型套疊成果圖.....	32
圖 4.15、古蹟資料顯示與導覽.....	32

一、前言

臺中市有文化城之美名，豐富的文化資產也建立本市各地的繁榮。然而現今都市化的快速改變，地理特色和背景也隨著變遷，許多現地的建設也與過去原始地理環境完全不同，尤其大臺中市合併後，本市的各項重大建設快速，及各期重劃區的開發進行，早期的地貌與現今的都市化已有全然不同的改變和進步。而透過歷史航照的方式，能了解過去地理背景和歷史變化，展現出從過去到現今的環境特色。因此透過特有之歷史保存資訊，建立地圖影像之基礎資料，充實本市地理資訊與文化知識，進而搭配各種政策之先期規劃、促進歷史之文化產業，以提升創新之應用，建立創意資訊之文化城。

1.1 研究動機

俗話說，凡走過必留下痕跡，歷史圖資的保存對於日後各單位都能提供各種應用，以地政機關為例，可做為搭配地籍資料用於舊有建物之保存判斷，以國有土地管理單位，可作為判斷早期國土被佔用使用情形，於市地重劃之規劃時，對於當地舊有歷史文化建築和資訊保存、或地方文史工作者應用、鄉土歷史教育等。因此研究透過歷史資料之建立，提升航照之資料展示與內容，加入相關文化資訊，提供給予民眾和相關人員使用，不僅是地圖影像資訊參考，並可了解當地的人文和歷史資訊。因此以空間資訊的坐標系統架構為基礎，將不同來源資訊整合，利用有限的資源中，規劃以低的成本所能得到之最高效益，並以簡單的操作和使用方式貼近使用者，讓資料的使用端不限於專業人員，一般民眾也可容易上手，

1.2 研究目的

由於本研究來源影像為原始掃描影像，雖具有歷史意義但無法使用。因此研究目的之基礎工作為建立本所轄區早期之歷史舊航照基本資料，完成查詢檢視資料系統，並能多元化應用其資料，讓舊航照影像與現今各項地理資料套疊整合應用，如現今衛星影像、航照影像、地形圖、地籍圖等。並將成果結合三維模型建物資料，建立空間模型展示，透過多點觸控螢幕展示，提供專業人士和一般民眾使用。

1.3 研究方法與過程

本研究利用自行開發之軟體工具，處理舊航照影像，並結合網路上免費的資源及展示資料。因此內容包含三大部分，(1)影像圖資處理方式、(2)網路平台地圖展示應用，及(3)三維模型展示應用。

第一部份為前置資料處理，也是最花費人工和時間的基礎工作，包含大範圍影像的航點拍攝位置處理、轉檔、幾何校正等繁複流程，透過這些方式將原始資料處理並轉換為現今可使用之格式。

第二部份為資料展示與應用，大範圍的資料要能流暢的提供瀏覽，且使用上能夠簡單容易操作，因此設計「多點觸控」螢幕的方式，讓操作與現今的智慧型手機模式相同，直覺式的操控讓使用上更為便利。能夠將圖資符合其他軟體也是本研究的目的之一，如能將資料應用在更多的層面，並且展現於不同的工作平台，對於各種資料流通將可提供更大的助益。不過目前由於資料授權問題，尚無開放至外部網路，僅提供一般參考與親至本所瀏覽資料，不過對於各項圖資的應用，包含地籍圖、各期航照影像、衛星影像、地形圖等，其成果對公部門能輔助各項相關業務之進行，對一般民眾能提供所在地之歷史資訊，得到多元化且豐富的內容。

第三部份為模型展示，透過三維的建物模型並結合歷史建物展現成果。早期相關空間應用之成果展示上，大多利用二維方式，將資訊繪製於圖紙地圖等傳統媒體上，而圖紙地圖最大的缺點在於不易保存且修改困難。隨著電腦產業的發展，透過電腦對於資料強大的儲存、管理及分析能力，數位地圖開始慢慢發展起來，若將空間資訊以三維立體方式並透過電腦以視覺化方式來展示，讓使用者以更直覺的方式進行操作，提供更加多元的互動展示系統。有鑒於此，歷史建物的保存，除實體建物的維護外，建置為三維數位模型並配合其人文、歷史背景之敘述，可讓使用者同時了解其時間與空間資訊，並可達到永久保存之目的，因此建立一個三維的歷史建物模型方式，亦是本研究應用展示的目的成果。

二、研究背景與現況

傳統過去應用此航照影像於地理資訊時，面臨到最大的問題即是資料的取得問題，且需要大量的參考輔助資料，只具有單一方面的資料是不足夠的。而成果資料若無法與其他資料相對應結合，其使用上效果也嫌不足。因此研究中資料，透過地理資訊的方法進行整合，建立相同坐標系統進行使用，並結合各項可用資源，包含三維的展示方式，建立多元資料，方能發揮最大的價值，加以整合應用。

2.1 研究航照影像資料背景

本研究所使用之航照影像，其來源為 62 年，台灣的舊航照數位化影像，原用於森林資源調查及地圖繪製，目前由中央研究院人社中心典藏。

不過該取得之航照資料為未經過校正之掃瞄航照影像，不具有地圖坐標，僅為數位影像 TIF 格式。因此本研究中首要將該批經過數位化影像處理後之航照先行校正影像，方能進行各項後續應用。而本研究案所研究之影像範圍，首先以本所轄區範圍作為本案成果區，包含臺中市之西屯區、南屯區影像。經由向中央研究院典藏計畫單位申請取得原始影像資料，其影像資料之航點拍攝範圍如下圖 1.1 所示，圖中的綠色小點為約略之相片中心位置。



圖 1.1、航照資料範圍(西屯區、南屯區)

2.2 使用參考資料背景

由於研究中使用之資料為掃描影像，不具有坐標資訊，因此研究中首要處理影像之坐標套合，透過控制點之選取，選取轉換參數模式，並轉換至相對應之坐標系統。而在控制點的選擇時，需要一組具有地理坐標的影像，不過由於本研究案的影像距今以四十年，若以現今的影像來判斷控制點，選擇將大幅減少，因此參考影像除了利用免費的 Google Earth 衛星影像，並使用了台中市各期航照影像、及 59 年的 1/3000 都市計劃地形圖當作參考影像。而都市計劃地形圖資料只位於原台中市地區，縣市交界處並無資料，因此輔以衛星影像、航照影像等資料，此時除了利用各項免費資源，透過自行開發工具以獲取所需資料成果，節省資料處理成本。

當控制點及資料處理完成，再經過地理坐標校正後，即可產生地理影像(Geo-Image)，也就是具有坐標值之影像，未來將可以配合各種地理資訊系統使用(Geographical Information Systems, GIS)使用，展現出地理之間的空間關係，提供給許多層面的應用，包含學術研究、旅遊生活、地理教學等用途。

2.3 影像處理技術背景

影像套合是遙測應用中重要之前級處理之一。不論在變遷偵測 (Swain,1985)、色彩增顯 (Ehlers et al.,1990)、三維地物重建 (Greenfeld & Schenk,1989) 或地圖修測中，影像套合均是不可缺少之處理步驟。影像套合之主要內涵除坐標轉換外，更重要的是它亦進行了影像變形之校正。

在影像套合的過程中，由於需進行坐標系統之套合，較為嚴密之方式可以影像正射化的方法來進行校正，此為三維模式之處理。首先需量控制點，經過計算出方位參數後，配合數值地形模型，求出每一地面坐標對應之像坐標，經過影像重新取樣得到影像幾何改正結果。不過所需考慮因素較多，除了需數值地形模型，進行地形高度之校正，另外還需求出外方位參數。另一種為二維之處理。方法為量測出控制點和相對應之坐標後，選擇合適之映射函數，一般最常用的為函數為仿射轉換 (Affine Transformation)。經過坐標轉換後，將影像

坐標套合至地面坐標系統上，最後再將每一像元逐點計算後，經過影像重新取樣以得到改正之結果，此方法屬於二維之幾何改正，對於地形起伏不大的地方，透過映射函數可以進行全區之處理，得到近似解快速得到結果，不過由於成像之函數，一般為非線性函數，但卻以線性函數來計算，因此結果精度較低。

而本研究之資料為掃描後的航照資料，考慮掃描變形、參考影像精度、以及未來使用上以參考資料為主，以二維套合方式處理之成果，不但能提供影像比對及判斷，對於基本的套疊使用上也足夠使用，因此採用快速的影像套合的方式處理。

2.4 影像發佈技術背景

由於區域的影像資料非常的龐大，再加上各種圖資的配合使用，並顧及到需利用網路方式，方便進行影像傳輸，在兼顧影像品質與傳輸效率下，需具有地圖伺服器(Image Server)的設備需符合需求，如此資料方能便於使用，利用網路資料傳遞方式顯示，成果以網路線上瀏覽，提供一個更為快速且詳細的資料查詢展現方式。

因本研究的成果資料不易變動，故採用切圖方式處理，針對影像，透過地理坐標編碼原則，將影像經過階層的處理，產生影像圖磚(Map Tiles)並放置於資料庫，進行階層式影像處理 (Level of Detail, LOD)，分層儲存影像。以簡易且便宜的多媒體工作儲存系統(Network Attached Storage, NAS)，進行資料儲存及資料發佈，並使用 RAID (Redundant Array of Independent Disks)資料備份方式維護研究資料，其技術處理流程如下圖 2.1 所示。

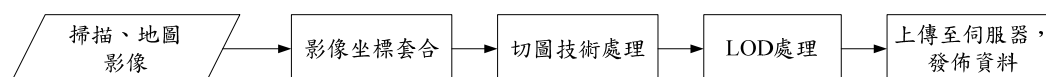


圖 2.1、地圖影像處理作業流程

2.5 模型技術背景

以三維的方式建立模型並展示空間資料，為一種最為直接且易懂的展示方式，利用虛擬建物並產生城市模型(City Model)亦是地理模型中展示真實地表的方式。發展三維數位模型時，以往只能選擇商業

軟體如 AutoCAD、3D Max、MicroStation、Solidwork、MAYA 等，雖然功能強大，但也伴隨授權昂貴、技術門檻高等限制，加上格式相容性問題及缺乏展示平台等因素，導致建置成果難以達到公開共享之目的。直到 SketchUp (<http://www.sketchup.com.tw/>)出現，個人版允許非商業免費使用，且不需受過電腦輔助設計(Computer-aided design, CAD)相關訓練，加上原廠於網路上提供需多免費且便利之影音教學範例 (http://www.youtube.com/watch?v=gsfH_cyXa1o)，可讓使用者快速上手。建置完成之模型可上傳至 SketchUp 3D 模型庫供他人下載使用，並與 Google Earth 整合，SketchUp 可直接上傳成果供審核，通過審核後即與全球同步在 Google Earth 上呈現。

建物模型在重建後，雖能充份展示真實空間中的位置及高度等資訊，但在缺乏外觀紋理資訊的情況下，視覺效果真實感表現上還是不佳。最簡單的建物紋理敷貼是將一小塊類似磚塊紋理的材質來敷貼至平面及圓柱面上 (Catmull, 1975)，此法的缺點是只用單一材質影像敷貼到全部的模型，視覺表現上不免顯得單調。另有採用實景影像作為建物模型側面的敷貼材質 (Förstner & Gülch, 1999; Haala & Brenner, 1999)，使視覺效果自然逼真，達到虛擬實境 (virtual reality) 的地步。

因此建物模型建立時應考量應用範圍來決定其精細程度，越精細之模型其建置成本與時間亦越高，建置方式大致可分為以下方式：

2.5.1 現有資料製作

既有之建物平面圖檔如 DWG、DXF、SHP 等電腦圖檔，依照建物高度將各層平面圖拉伸為立方體，如下圖 2.2，建置成本與時間相對最低，唯需注意檔案產製日期與精度，以避免與現況差異過大。

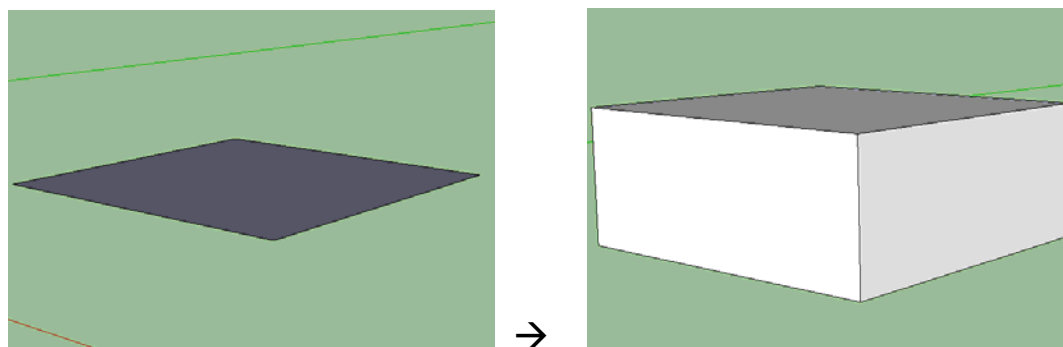


圖 2.2、平面圖拉伸示意圖

2.5.2 航衛照影像製作

透過航衛照影像進行數化亦為產製數位模型之主要技術，航衛照影像需經過幾何校正，如下圖 2.3 為航照經校正後圖形，必要時還須經過正射處理以消除建物之形變，若具有立體像對影像時，更可透過立體像對處理來快速取得概略模型。



圖 2.3、航照數化示意圖

2.5.3 實地測量數據

需高精度模型時或無其他可用資料時採用，其建置成本與時間皆最長，目前亦有相關研究採用光達系統(LIDAR, Light Detecting And Ranging)以地表模型來建立建物。

2.6 模型紋理製作背景

建物模型建置完成後，其外觀紋理之建置有助提升真實感，採用實景影像作為建物模型的數貼材質使視覺效果自然，如下圖 2.4 為拍攝所需之照片，而其製作過程包含了以下各項。

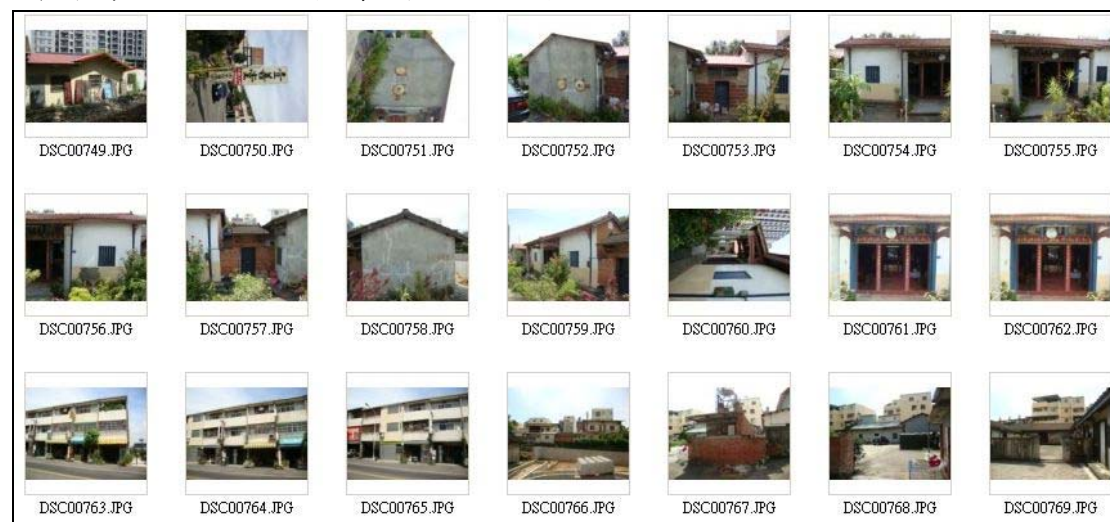


圖 2.4、實景影像照片

2.6.1 影像鑲嵌技術

影像鑲嵌過程中，其成果好壞決定於影像套合之精度，如何執行對於整個研究相當重要。而相關領域對於影像套合亦有許多研究，歸納各研究可得出一套流程：特徵萃取、特徵匹配、影像套合三步驟。在特徵萃取方面，以點作為特徵匹配具有運算簡單與快速之優點、良好的點特徵在不同影像上相同位置必須有高同質性，且與不同位置之特徵點具有鑑別能力，影像中則屬角點 (Corner) 最能達成此要求，因角點是影像中局部區域 (Local) 與其他像元具有最大差異之點，例如梯度變化最大，並且以影像角點作為特徵點是一最佳的選擇。

特徵匹配是將特徵萃取後之成果，透過影像上灰階變化情形或相關係數來達到特徵配對之方法，匹配運算法之差異將大幅影響影像鑲嵌品質，目前已有許多成熟之影像匹配方式如 NCC (Normalized Cross Correlation)、LSM (least squares match)、RANSAC (Random Sample Consensus) 等。經特徵匹配後，兩張影像上特徵點成為控制點，即可利用控制點進行影像套合，套合模式如六參數、八參數轉換等，經套合後即可成為紋理候選影像

候選影像為求數貼時能達到最佳效果，需校正拍攝時因透視投影與透鏡畸變等影響所導致之形變。如下圖 2.5 中，青色直線所示，建物之屋簷、窗戶等位置在現實世界中應為等高，其與青色直線不吻合部分即是拍攝產生形變之影響。校正時除取得拍攝當時之相機內外方位參數、鏡片曲率半徑等參數以進行完整幾何校正外，利用多項式曲線擬合方式來校正影像能有快速且良好之成果。



圖 2.5、影像幾何變形示意圖

2.6.2 遮蔽去除與填補技術

當影像拍攝時，常遇到外在物體或建物本身因視角關係，造成影像上該區域失去有效資訊稱之為遮蔽效應。遮蔽效應對於影像視覺之影響相當大，但因遮蔽物種類繁多，任何物體皆可能造成遮蔽，且失去資訊之區域要如何修補亦屬難題，目前為尚無一全面性之方法能完整處理，一般常用方法為再到現場重新拍攝被遮蔽區域之影像，透過影像套合方式來重現，唯此方法需由人工介入程度相當高，建置成本與時間亦相對提高，另有採取紋理資料庫方式修補，其原理是因人們對類似構造之外觀感受差異不大，透過相似質感之影像來做填補視覺上不易感受突兀，因此使用紋理資料庫不施為快速有效之方法，但要建置完整之紋理資料庫則是耗時且費力之工作。

2.6.3 影像光影調校

建物各面之紋理影像數貼製模型前，由於拍攝角度與時間之差異，各幅紋理影像之色彩表示皆不同，為達到統一視覺效果，調校各幅影像使其色彩表現均一十分重要之步驟。有研究之將影像由 RGB 色域(紅綠藍影像三原色)轉換至 HSV 色域(色相、飽和度及色調)調校，使色彩外在表現均一，亦有研究採用以單一影像為基礎，將其他影像透過直方圖匹配 (Histogram Match)方式，將不同影像直方圖調整到分佈一致，降低視覺效上之差異。

2.7 模型資料歷史背景

研究中以台中市南屯區忠勇路上之臺中市三級古蹟「壹善堂」作為研究實做資料。壹善堂為奉祀觀世音菩薩，相傳清朝年間慈禧太后重病，佛祖化身老婦人治病痊癒後，慈禧太后詢問如何報答，老婦人告知至臺灣之壹善堂，現今內仍有當時留下之歷史匾額。本歷史建物之彩繪、木雕等建築藝術具有歷史意義，舊航照中亦存在且包含道路拓寬前完整資料。因此研究中挑選此建物作為建物模型，對於相關歷史建物，不論是鄉土教學、歷史文物保存，都能具有特殊意義。

三、研究方法與內容

使用舊航照影像前，必須進行完整的處理步驟。包括了控制點處理、影像的幾何改正、坐標轉換等工作，對於日後不同的地圖套合提供應用。而展示資料時若以個人單機電腦操作，需將所有的影像資料下載至本機端，若影像資料非常的龐大，將會使用許多本機的儲存空間和等待下載時間，若將影像透過網路的方式瀏覽資料，又必須考慮到大量資料即時傳輸影響，因此透過階層式處理的方式進行圖資傳輸與展示，將為本研究應用及展示時的主要方式。

本項研究方法分為二大部分，(1)影像校正，包含控制點坐標量測、影像套合轉換、大範圍影像接合及雲塊處理，(2)影像資料發佈與展示圖台建立應用，詳細流程如下圖 3.1。

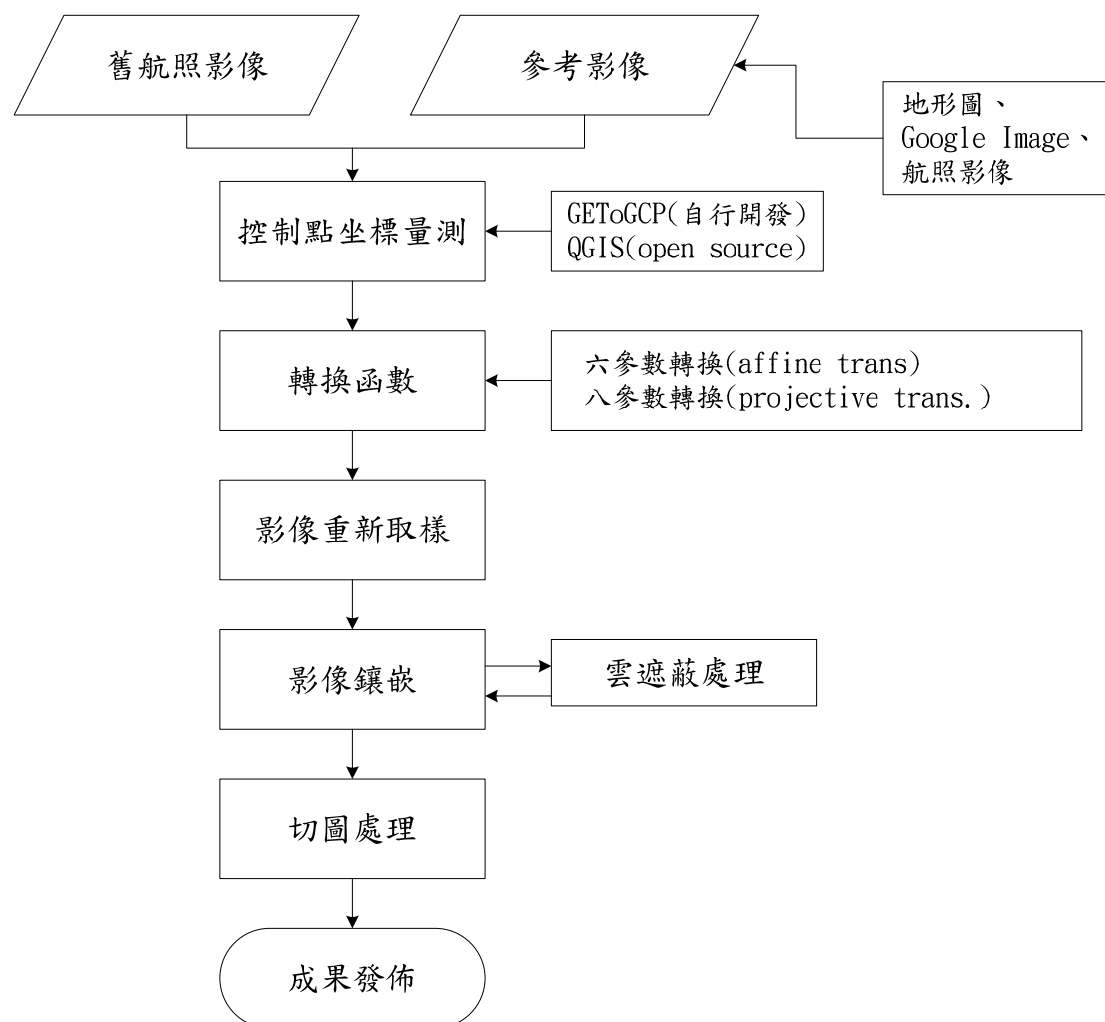


圖 3.1、舊航照建立流程圖

研究進行之影像套合是屬二維之影像處理，因此可不需要相關之高度資料，如數值地形模型（Digital Terrain Model ,DTM）。在控制點之坐標量測包括地面坐標點（E,N）與影像點（sample ,line）之二維坐標。在套合過程上，主要是將未經過幾何改正之影像，套合至具有真實坐標的影像，可得到初步之改正結果，最後將改正後的各張影像，進行影像鑲嵌及處理，即可將成果發佈應用。

而研究中的模型建立部分，先經由航照影像直接數化以取得建物平面圖，再依照建物高度拉伸成為立體模型，並至實地拍攝取得建物之紋理影像，最後於 SketchUp 軟體製作完成三維建物模型，相關流程圖如下圖 3.2，透過航照影像中的建物，以現今技術建立古蹟建物模型。

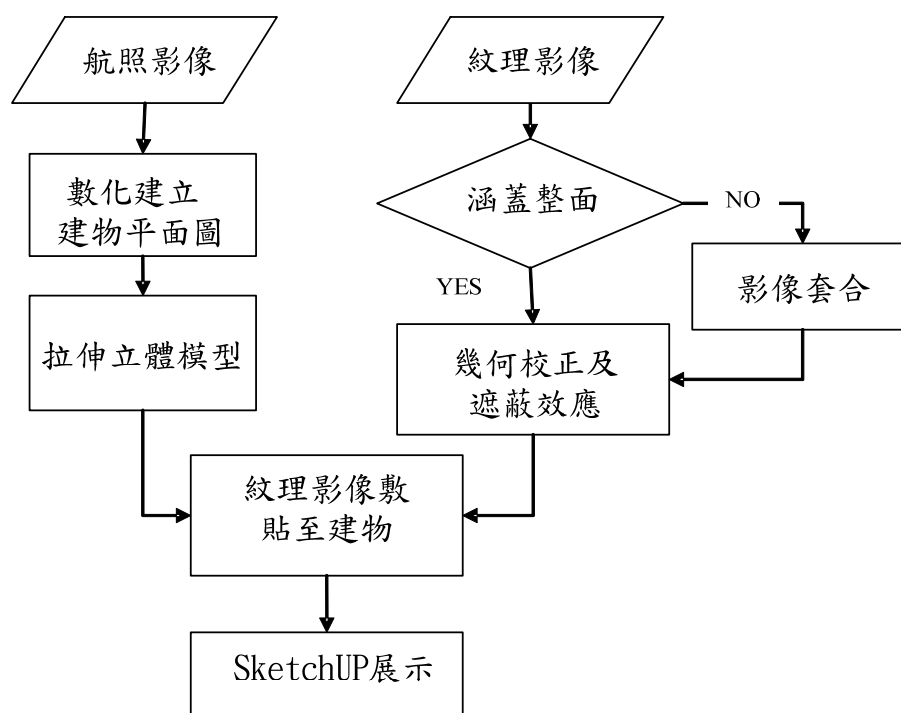


圖 3.2、建立三維模型建物流程圖

3.1 使用之資料

在本次需幾何改正之資料台中地區之舊航照影像，可在影像上量得其影像坐標；另外還需一張經過校正之影像作為基準，其資料使用 Google Earth 台中地區衛星影像、台中市自有航照影像、59 年台中市都市計畫地形圖影像等資料，因 59 年都市計畫地形圖僅限原台中市的範圍，若處理之航照影像超出縣市邊界則無資料，或者有些地表特

徵點於地形圖中不明顯或未標記，但是於現今的影像中仍然存在特徵，此時就需透過其他方式已取得其特徵點當做控制點，以提升校正後的精度和準確度。

3.2 控制點坐標量測

影像坐標之量測採用自有開發之程式處理，在量測方法過程上，選取影像上之明顯特徵處為控制點，量測後得到影像坐標，接著並且在參考影像上選取對應之地面坐標點。

控制點之選取，即代表轉換參數之準確性，因此控制點需分佈均勻，才足以做為代表全區之轉換係數，並且能兼顧整張影像之幾何變形。若分佈不均勻，如控制點過於集中某一區域，則之後所計算之轉換參數只代表集中或是特定區域，其結果將成為使用局部的轉換係數來校正整張影像，這對於描述影像較不理想，亦可能會有較大之誤差產生。

3.2.1 控制點點選系統 GEtoGCP(自行開發)

影像處理前的任務為控制點的點選，具有準確的控制點所得到的成果，關係到轉換後成果的品質。由於本案之來源影像距今已久，因此需要大量，且各種不同來源的參考影像，為此透過 Google Earth 載入各種不同的影像來源，並取得其影像參考點的坐標，為快速取得控制點的方式，尤其是在舊航照中，地貌可能在某些年的影像存在，但在某些年之後卻已拆遷或改變，因此參考不同年份間的影像，將可增加許多的資料依據來源。

本研究案中自有工具之使用方式如下，將各種圖資載入 Google Earth 中，配合免費圖資建立控制點，透過自行開發之程式，開啟舊航照影像，並同時開啟 Google Earth 中的影像，以取得控制點之坐標，如下圖 3.3，點選坐標將顯示於下方表格中。完成該影像後只需將點選的坐標成果紀錄存檔後，就能供後續的坐標轉換使用。



圖 3.3、GEtoGCP 控制點程式畫面(自行開發)

3.2.2 控制點位置選取

控制點的選取包括建物特徵、道路轉角、或於空曠地方點選容易辨識之特徵點為主。一般處理影像仍避免以高度較大以避免傾斜上的誤差，不過由於 60 年代大多為三合院式的建築，高度不高，若能明顯判斷房屋之牆角，仍以此為轉換控制點，如下圖 3.4 所示，整體來說控制點仍選取以均勻分布為佳。



圖 3.4、點選控制點範例

3.3 坐標套合

坐標轉換即用在計算映射函數之轉換係數，選擇上依照其成像特性與地形之變化程度考慮。因此點選控制點後，進行影像處理，此時依影像狀況，使用不同轉換方式處理，分別為六參數轉換和八參數轉

換處理，以下分別介紹轉換方式。

3.2.1 轉換函數簡介

(1)六參數轉換(仿射轉換)為一般最常用之轉換方式，其線性轉換可考慮影像之伸縮或剪力變形，六個係數中包括兩個尺度量、兩個旋轉量、及兩個平移量。仿射轉換之數學函數如下：

$$x=a_0 X+a_1 Y+a_2$$

$$y=b_0 X+b_1 Y+b_2$$

其中：

x,y ：影像坐標，單位：像元

X,Y ：地面坐標，單位：公尺

a_0,a_1,a_2,b_0,b_1,b_2 ：六個轉換係數

六參數轉換若利用三個已知坐標與點選控制點坐標可恰好求出轉換參數，此時無多餘觀測量。若已知三個以上之控制點，可使用最小二乘原理平差求解此六個轉換參數的最或是值。

(2)八參數轉換函數

坐標轉換是由一個坐標系投影到另一個坐標軸不平行的坐標，轉換有八個參數，因此必須至少有四個控制點。若多於四個控制點，則須以最小二乘法求解轉換參數，而八參數為非線性函數，需線性化之後方能求解轉換係數，坐標轉換參數求出後，進行影像重新取樣。

八參數轉換方程式如下：

$$x=\frac{a_0 X+a_1 Y+a_2}{c_0 X+c_1 Y+1}$$

$$y=\frac{b_0 X+b_1 Y+b_2}{c_0 X+c_1 Y+1}$$

其中 $a_0,a_1,a_2,b_0,b_1,b_2,c_0,c_1$ 為八個轉換係數。

3.2.2 重新取樣

在進行坐標轉換以及影像取樣時可能發生之問題，採用逆轉換的方式，即帶入地面坐標後以求得其影像坐標，其關係式為 $(s,l)=f(E,N)$ ，以此方式可確保每一個地面坐標，都可得到影像坐標並求得其灰度值，轉換形式如下圖 3.5 所示。不過以此方式帶入時，因

轉換之後的結果為實數，而儲存灰度值之影像網格為整數，因此最後以雙線性內插解決此一問題，經過校正並重新取樣之成果如下圖 3.6 所示，左邊為原始影像，右邊為校正過後之影像。

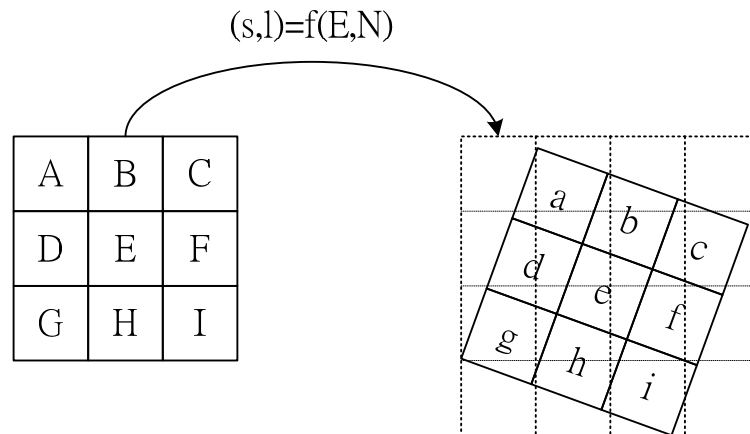
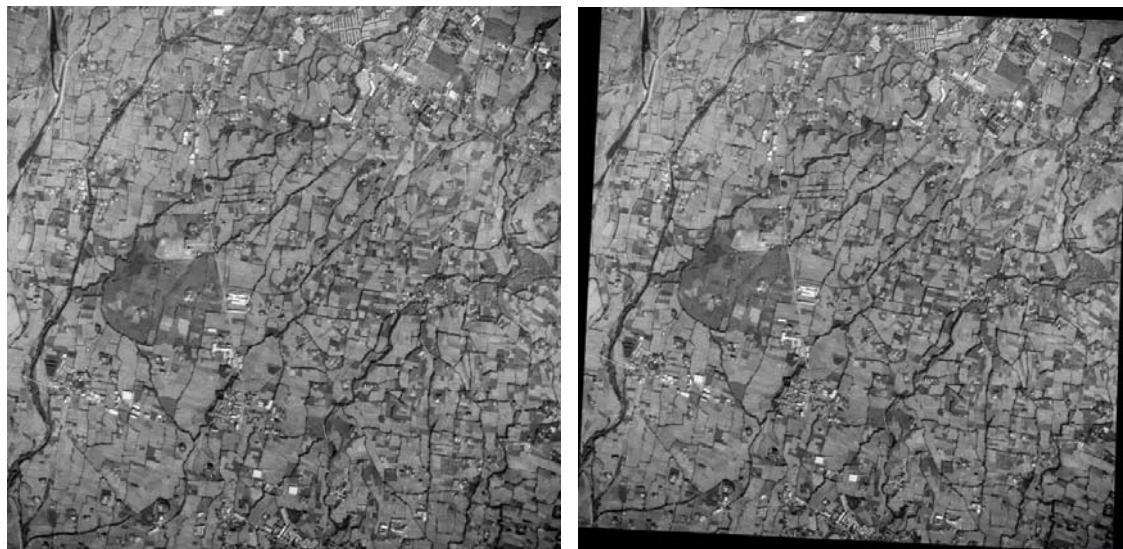


圖 3.5、轉換示意圖



(a)校正前航照影像

(b)校正後航照

圖 3.6、校正前、後影像

3.4 影像成果處理

若影像校正後成果剛好有雲遮蔽時，將影響整體資料使用。此時本研究中採用最簡易且快速的作法，選取其他時間所拍攝的影像資料，經過影像校正坐標處理後，將其遮蔽區域以另一張未遮蔽的影像覆蓋接邊處理，如下圖 3.7 所示，若影像中剛好有雲塊，則無法使用

該範圍影像；而加入另一張沒有雲區遮蔽之影像，如下圖 3.8，則可清楚看到該區的影像資料。



圖 3.7、有雲遮蔽影像



圖 3.8、無雲遮蔽影像

逐張完成各張航照影像幾何改正後，再使用影像鑲嵌技術完成

西、南屯區範圍之大範圍舊航照地圖。而為了增進使用效率，並透過 Web 方式資料使用，進行影像切圖及 LOD 處理。在影像切割之後，須建立坐標以及影像資料之間的關係，因此才能由坐標而得到所需要之圖層資料，在不同尺寸之影像檔名中，其檔案名稱給定依照其所產生之小圖影像中心坐標所給定，透過轉換模式，逐層顯示使用者所需圖層，其主要流程如下圖 3.9 所示：

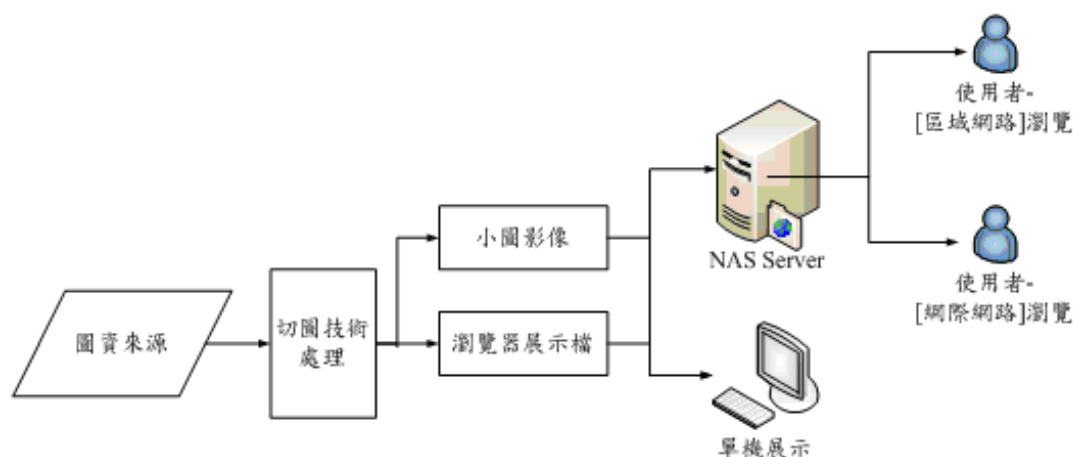


圖 3.9、切圖技術流程及發佈

因此選擇圖資來源後，經過切圖產生小圖影像以及支援各 Server 的圖資描述檔後，並將圖檔上傳至網路附加硬碟 Server，可提供使用者在區域網路或者網際網路環境中瀏覽。並透過網路發佈，後續應用並可結合 CGI 等網路技術，以 OGC WMS 標準方式發佈資料服務。

3.5 資料整合套疊應用

除了利用其他網格式影像圖層之切圖處理成果，包含各時期航照影像、衛星影像，針對向量式的影像資料，亦可使用並處理。此時加入地籍資料轉檔成果，即可與各時期遙測影像套疊，完成歷史圖資之古今查詢與對照使用。

因此透過自行開發之地籍圖資轉換程式「Land2KML」，程式畫面如下圖 3.10，可將地籍圖經坐標轉換自動且快速產製 KML 檔。只需輸入所需地號或依照選擇地段載入資料，選擇坐標系統，系統即可自動轉換，成果以支援 KML 軟體使用，如 Google Earth，查詢單筆或整段之土地基本資料，讓使用者快速了解土地資訊，亦能提供圖層套

疊之參考。另外本程式亦可選擇自動產生 KMZ 壓縮檔案，選擇後可將成果與支援之網站結合，例如可將產生資料上傳至內政部的通用版電子地圖結合使用，如下圖 3.11。



圖 3.10、Land2KML 程式畫面

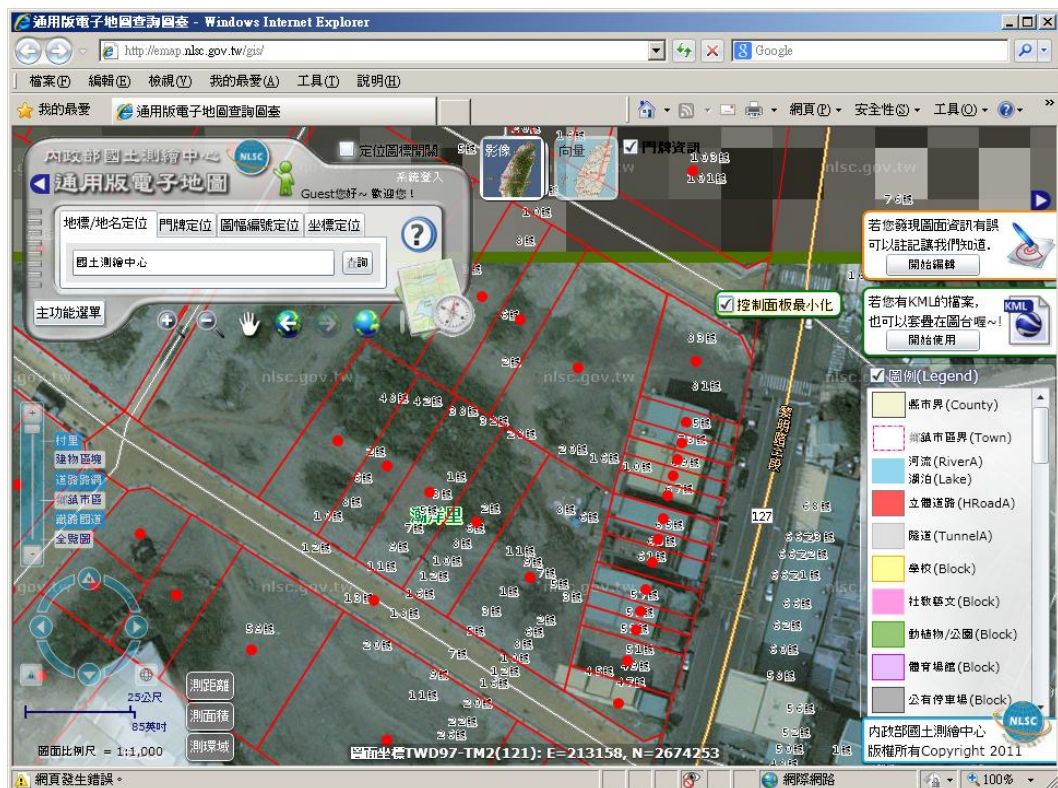


圖 3.11、Land2KML 成果結合地籍圖與
內政部通用版電子地圖

3.6 歷史資料保存及模型製作

透過各種展示平台展示各項地圖資料時，加入了三維的建物資料，對於各項歷史古蹟的保存和觀看，可提供另一種不同層面的應用，因此針對三維的模型建物，亦是種貼近民眾且有趣的展示方式。而模型除了建立主體結構之外，對於外表紋裡的數貼處理也需要經過處理方能使用，以下為模型建立之後，處理其紋理之步驟。

紋理影像經拍攝後，部分牆面如建物主面無法由單張影像涵蓋，需分為多張影像拼接而成，因此透過影像處理技術，將兩張分開的影像鑲嵌為一張，如下圖 3.12、3.13 所示。



圖 3.12、處理前分別為兩張影像



圖 3.13、影像接合成果圖

紋理影像因拍攝時產生之形變，由於本研究為便於取得建物紋理，故未採用測量型相機，幾何校正是採用多項式擬合使應用範圍不被相機所侷限。校正方法將待校正區域繪製曲線並產生曲線方程式 $y=ax^2+bx+c$ ，如下圖 3.14 中紅線部分，計算出曲線方程式後可透過

線性回歸計算出擬合直線方程式 $y=ax+b$ ，此時將斜率強制歸零後即為擬合水平線方程式 $y=b$ ，下圖 3.14 中青線部分。



圖 3.14、擬合直線比較圖

透過多條擬合直線方程式後即可產生影像套合所需之控制點群，經參數轉換後即可獲得幾何校正影像，如下圖 3.15。



圖 3.15、模型材質影像校正成果圖

部分紋理影像受到外在物體之遮蔽影響，如下圖 3.16，在視覺表現上顯得不佳，為簡化遮蔽效應之處理，本研究採用鏡射方式處理，首先定義出遮蔽影響之範圍，如下圖 3.17 紅線部份。

接著在遮蔽範圍之四周找尋適合區塊作為填補素材，並以遮蔽區域與填補區域之邊界作為鏡射軸，將填補素材複製並鏡射套疊至遮蔽區域上，並將填補區域四周模糊化後即完成填補，成果如下圖 3.18。



圖 3.16、遮蔽效應之影響



圖 3.17、界定遮蔽範圍



圖 3.18、利用鏡射填補遮蔽成果圖

將建物各牆面之紋理影像處理完竣後，配合實際測量或航照數化產生之三維建物模型，在 SketchUp 上依序將紋理影像敷貼至對應之

牆面，即可完成三維建物模型之製作，成果如圖 3.19 所示。



圖 3.19、建物模型成果圖

四、研究應用之成果

圖資來源可分為兩大類，若原本是電子資料，套圖使用這類資料只要轉換至相同的坐標系統，透過圖層開啟即可使用；若為紙圖資料來源，需透過掃描的過程，轉換成數位檔案，不過此時的影像不具有坐標系統，無法直接與現今的圖籍進行套合。因此需影像套合的技術處理，參考現今的圖籍資料，如正射影像、地籍線等方式，將掃描的數位影像點選轉換參考點，並以參數轉換計算，完成坐標套合處理。雖然經過多重的處理程序，包含了紙張掃描的誤差、轉換控制點、轉換參數的選擇等因素，資料成果不能準確到進行現場放樣之測量等級。但是對於圖資的變遷參考，套合現況圖的說明，以及為民服務的工作都能提供相當的助益。

4.1 舊航照與地籍套圖應用

由於科技的發達，目前已經有許多的免費軟體可提供我們使用，採用最常見的 Google Earth 軟體與網路上免費 GIS 軟體 Quantum GIS 為套圖應用的工作平台。其操作流程如下圖 4.1 所示。經過了資料處理和轉換後，使用者可容易的使用相關的圖資。

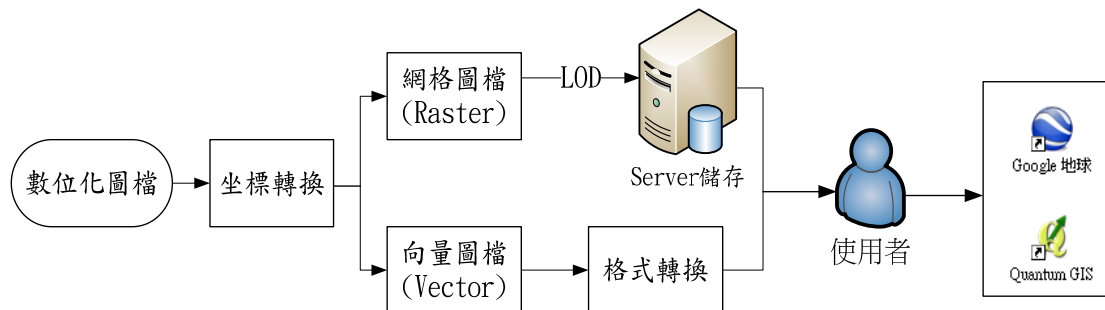


圖 4.1、數值資料與地籍套圖

以 Google Earth 為應用平台，將各種轉換處理後的歷史資料放在影像伺服器中，並經過 LOD (Level of Detail)處理，對於資料管理者、使用者都非常的方便。使用上可同時觀看大範圍的影像，依照使用需求查詢，不用逐張載入影像且可以避免影像過大的問題。如下圖 4.2 為本研究內容中所有的舊航照影像，透過影像鑲嵌完成西屯、南屯區的航照影像，並能一次整體觀看且任意縮放到想要的地方。

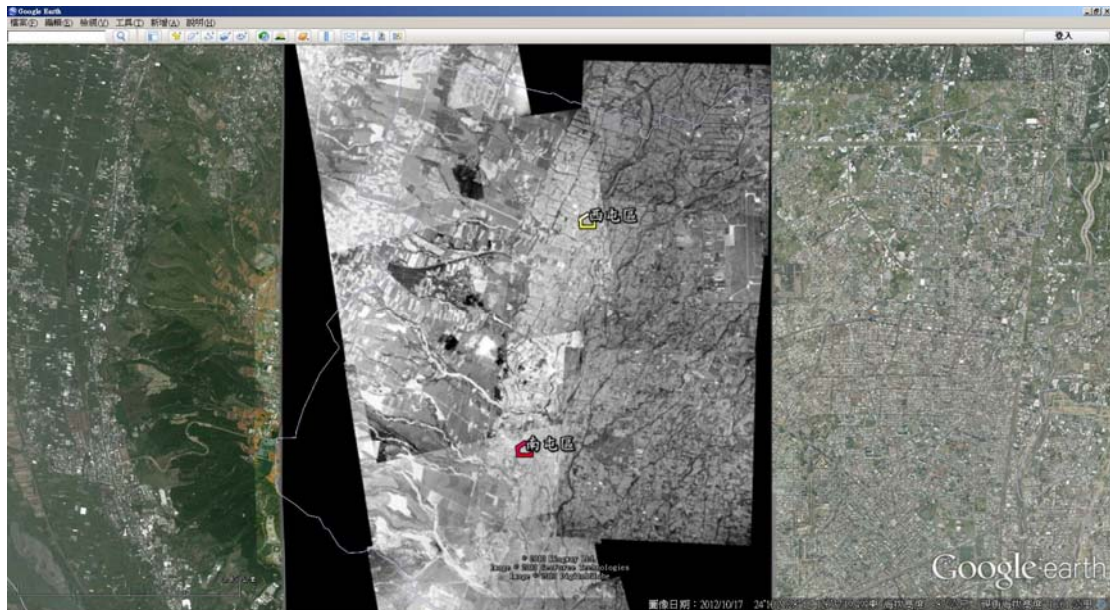


圖 4.2、鑲嵌成果

而舊航照與地籍資料亦可同時套疊展示，如下圖 4.3 為地籍圖套疊舊航照影像，而該地段為圖解區並於 67 年間重測。可以看出重測時期地籍與當時的航照影像套疊成果吻合，因此可透過此方式，了解重測當時的土地現況，並作為相關土地資料的參考依據。

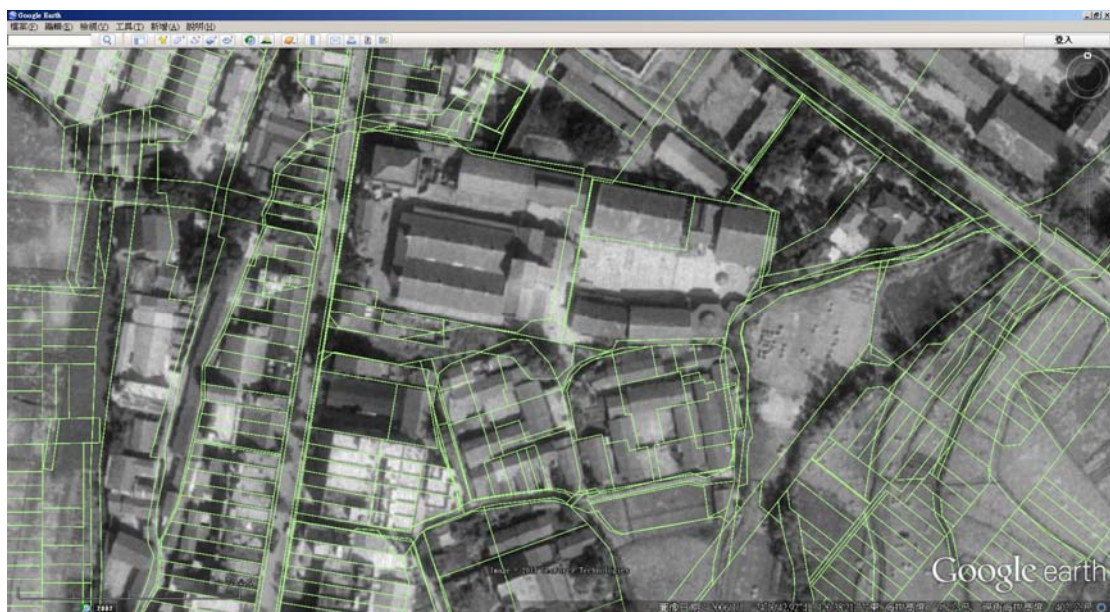


圖 4.3、Google Earth 套疊地籍圖與舊航照

4.2 舊航照與現今航照比對

透過影像伺服器中的資料，目前已經建立各時期的航照、衛星影像資料，由於資料轉換至通用格式，且符合各種開放式規範，對於各

圖層之間的套疊就能變的非常容易使用。因此所建立之舊航照資料，能與各項資料套疊查詢，例如下圖 4.4(a)為台中市 1/3000 都市計畫地形圖，下圖 4.4(b)為地形圖與舊航照影像套疊半透明展示。



(a)59 年台中市地形圖



(b)地形圖與舊航照套疊

圖 4.4、舊航照與 59 年地形圖比對

目前可配合查詢之臺中市資料包含 84、91、94 年之航照影像，以及 2010、2012 衛星影像，且可相互套疊使用，如下圖 4.5 為舊航照與現今航照半透明套疊展示，亦可搭配 Google Earth 內建提供的街

景影像使用，即時了解現場狀況，對於各項圖資運用，不論是民眾或是市府各單位，將是不可或缺的方便工具



圖 4.5、舊航照套疊現今中港交流道附近影像

4.3 保存資料參考

舊航照就像一個紀錄器，將拍攝當時的狀況還原，對於現今比對過去資料保存的時間點需求時，就能作為相關的輔助資料參考。例如舊有建物是否於 60 年間存在，透過此資料並搭配地籍圖，可為舊有建物保存的輔助參考，如圖 4.6 所顯示之建物坐落位置。



(a)舊航照影像中建物



(b)現今影像中建物

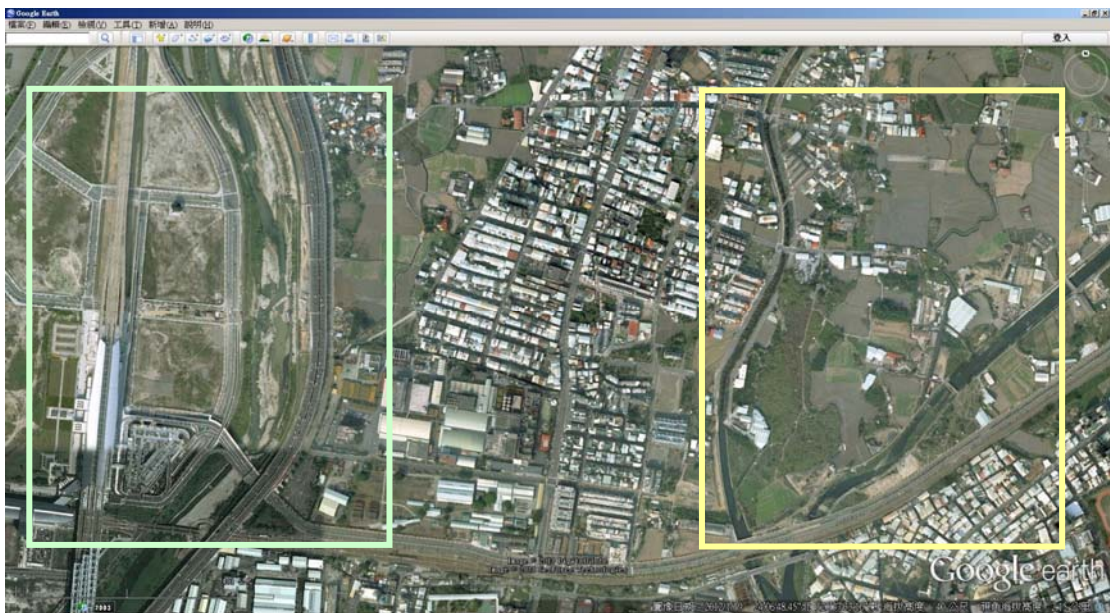
圖 4.6、前後期影像建物紀錄

透過航照之間的比對狀況，可看出過去和現今的變異，例如都市發展、都市建設，查詢當地的近年來的成長，例如下圖 4.7(a)、(b)

中，可看出南屯地區的改變，南屯溪過去的彎曲與現今已經過整體都市建設的差異，過去的農田和現今高鐵地區的建設，其周圍的發展和繁榮演變，都能提供相關文史或開發變遷的歷史紀錄參考。



(a)南屯區舊航照



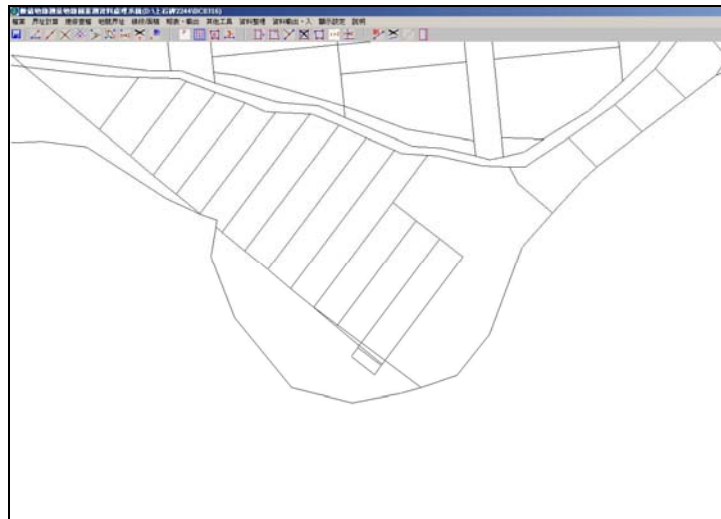
(b)Google Earth 南屯地區影像

圖 4.7、南屯區航照比對

4.4 測量案件參考

此資料對於地政事務所相關複丈測量業務上，能提供輔助參考資

料，例如建物測量時，該建物雖於 60 年間就登記存在，但現場判斷時無法得知係屬原主建物，或後來增建，建築時是否就有著跨越鄰地等問題，透過舊航照亦能提供輔助。如圖 4.8 為該地段之地籍圖與照片，下圖 4.9 為現今的航照影像套疊，可看出該建物已經跨越鄰地，透過舊航照如圖 4.10 中，能看出於 60 年間時，該建物為整棟之主體，而非後期或最近才新增或增建。



(a)地籍圖



(b)現場照片

圖 4.8、地籍圖與現況照片

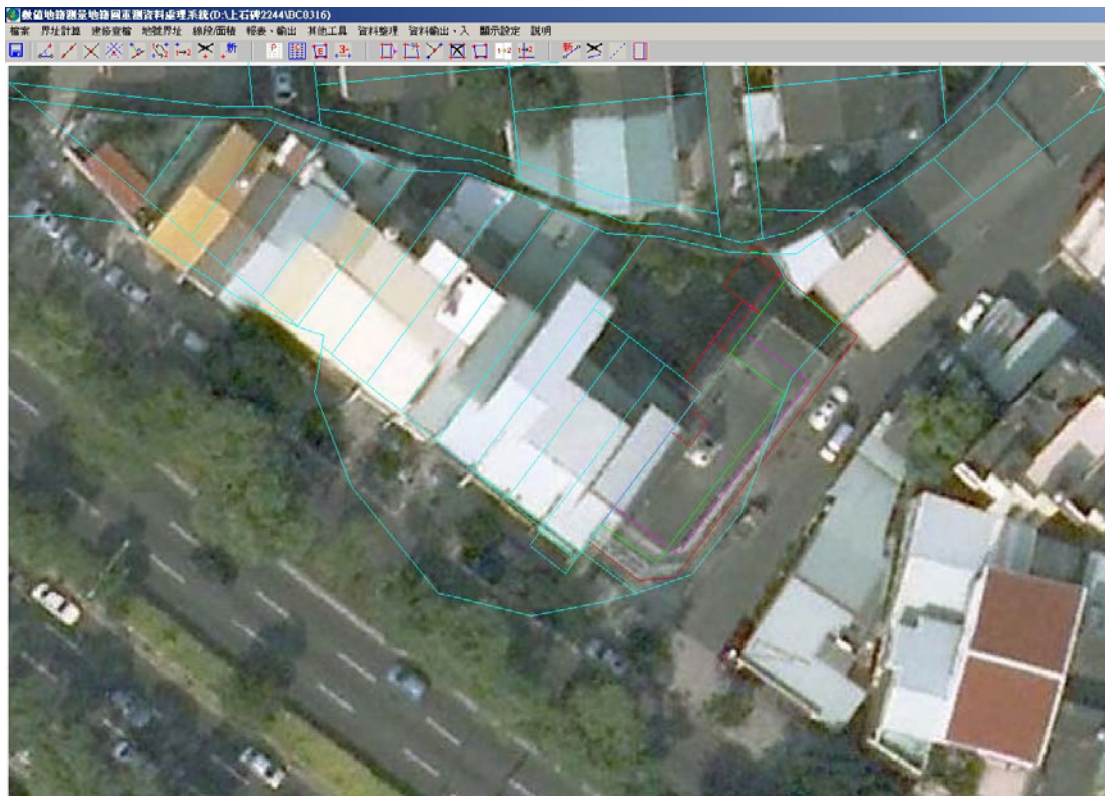


圖 4.9、地籍圖與現今影像



圖 4.10、地籍圖與舊航照影像

4.5 互動資料展示

近年來手持式裝置的流行，使得觸控操作對於許多人來說，已經是一種自然而然的操作模式，往往在大型螢幕面前，使用者最常的習慣不是尋找滑鼠，而是直接觸碰螢幕進行操作。因此本次的展示系統，以 Windows 8 並搭配多點觸控螢幕進行展示，使用者可透過單點進行畫面的點選、平移，透過兩點進行放大、縮小動作，若需傾斜或旋轉則需三點觸碰螢幕，操作畫面如下圖 4.11 所示。



圖 4.11、多點觸控展示

4.6 三維建物模型與舊航照套疊展示

本研究中以本市南屯區之三級古蹟壹善堂為研究範例，經過前述方法所建立之建物模型，並進行外觀紋理敷貼處理後，透過其匯出至 Google Earth 功能，將模型直接套疊至 Google Earth 之展示平臺上。透過古蹟建物模型的建立，不只保存古蹟建物，更結合當時的航照影像進行比對，如下圖 4.12 展示古今對照。也可由此看出，過去的航照影像顯示房屋面積較大，係因忠勇路道路拓寬而將部份側堂建物拆除，故由模型與過去航照比對，即可看出過去拓寬前的道路以及壹善堂拆除前的位置和大小，與現今保留之部分比對觀看。

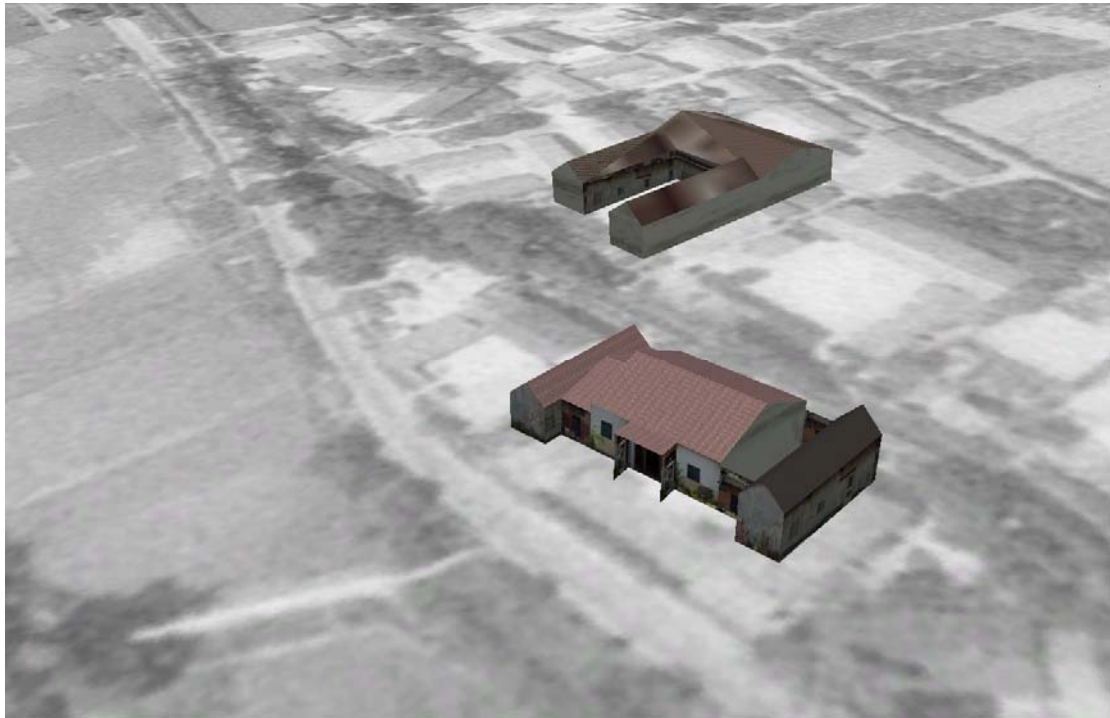


圖 4.12、模型與舊航照之結合展示

另外三維模型亦可結合現今的 Google Earth 影像展示現況，如下圖 4.13，以及配合其他人所建立的建物模型，進行現場觀看，進而達到虛擬城市模型的建立，如下圖 4.14。



圖 4.13、建物套疊成果圖

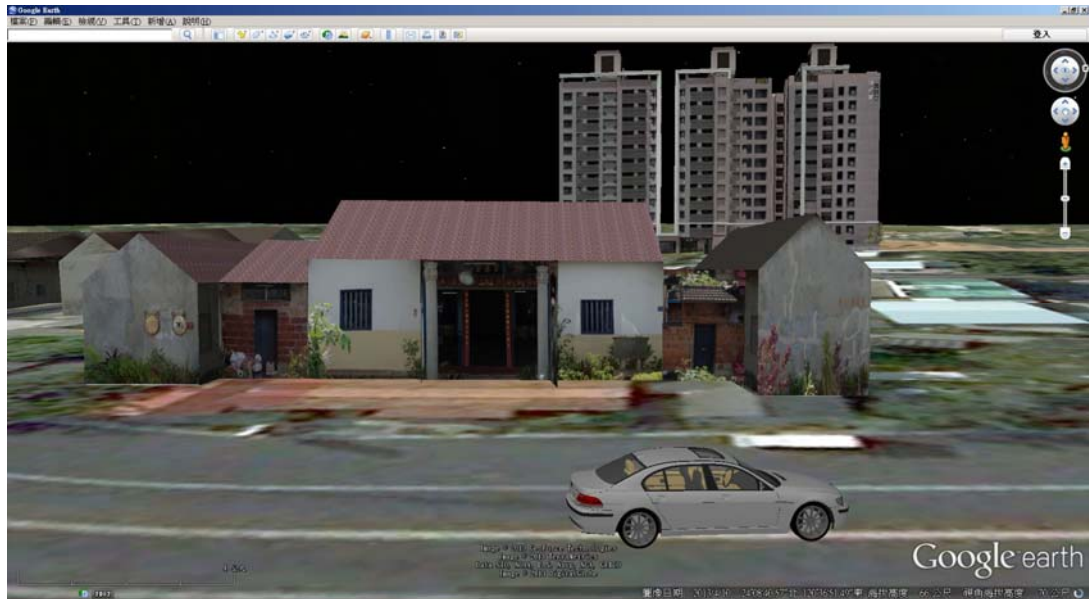


圖 4.14、建物模型套疊成果圖

除了圖形與模型資料外，亦可配合 Google Earth 的連結及說明功能，將其歷史與人文背景資料緊密連結，並可讓使用者以互動方式來獲取更多相關資訊，達到古蹟導覽之目的，如下圖 4.15。



圖 4.15、古蹟資料顯示與導覽

五、結論與未來發展

本研究中提出的各項實作方法和展示成果，除了建立基礎資料，充實本市之地理資訊資源，能將成果提供跨單位使用，不只讓相關地政測量人員使用，更能推展至一般民眾，透過舊航照看見過去的城市歷史、兒時生長環境、現有古蹟保存狀況及其過去周圍之樣貌。因此本研究案之歷史資料平台和應用，讓大台中地區在建設為國際化都市的同時，也能讓外界了解本市的发展歷史與過去的歷史文化，達到具有先進建設且具人文歷史資源的文化之都。

針對本研究和使用之後，有幾下的幾點結論建議和未來發展：

- (一) 航照的校正成果和其轉換函式、控制點的點選有很大的關係，然而舊航照中的資料和現今的差異，為是影響的關鍵。因此套合的成果精度無法與現今的高解析航照相比，而航照掃描後的解析度也是影響資料判讀和使用的關鍵。
- (二) 本次研究之影像套合方式來處理之優點為，過程容易，不需要高度資料及方位參數，只要利用另外一張經過具有坐標影像，以控制點轉換，即可做初步之幾何校正，不過缺點為資料處理上為二維之改正，對於地形上之變化較大處，或是高差移位和傾斜移位，將會有未考慮到的情形，因此若地表起伏較大，可能會有較大誤差發生。不過由於本次之研究地區，地形起伏較小，且建物多屬一樓三合院式之建築，因此仍可依此方式，對影像做相關之處理應用，快速得到成果。
- (三) 研究中所使用的展示方式，利用切圖產生小圖並結合 NAS 系統，以建立影像地圖系統，以預處理方式存檔並利用階層式影像呈現圖資，在大量、大範圍的圖資使用時能快速的展現資料，並且有效的降低伺服器以及運算的負載，提升服務之效能。且使用較為便宜的 NAS 系統，維護成本低，對於所需經費的負擔亦可降低。
- (四) 此類資料的建立，能降低相關地方文史工作者對於空間資訊的資訊和技術的門檻，例如航照影像的展示、免費軟體的模型建立、文史資料的建立、並搭配簡易直覺的觸控操作系統等。尤其一般民眾看到此舊航照資料，大多立即想找出自家位置，且能認出該地理位置，例如巷口工廠、對面道路的商店等地標，並能說出相

關地方上的歷史及過去發展。透過這些方式，都能將人文社會與空間資訊科技融合，未來亦有助於地方文化的傳承

- (五) 歷史建物模型部分，目前市面上部份手機與相機都已具有全景功能，當建物牆面無法由單張影像涵蓋時，可考慮透過具全景功能之拍攝器材來取得完整影像以加速紋理影像之製作。
- (六) 由於相關的航照影像來源，係屬中央研究院的典藏成果，本研究案之成果僅提供一般閱覽參考，無提供實際之影像檔案服務，對於有相關需求的民眾或人員，仍需洽詢資料原始單位索取。
- (七) 本研究案中僅以本所轄區為研究區域，未來若有機會，以本研究之方式將全市之舊航照資源校正並處理，充實本市地理資源，提升為民服務及擴大使用層面。

六、參考文獻

1. Catmull, E., Computer Display of Curved Surfaces, In Proceedings of the Conference on Computer Graphics, Pattern Recognition and Data Structures (IEEE Computer Society, New York, May 14–16):11–17, 1975.
2. Ehlers, M., Jadcowski, M., Howard, R., and Brostuen, 1990, “Application of SPOT Data for Regional Growth Analysis and Local Planning”, PE&RS, vol.56, NO.2, PP.175-185
3. Förstner, W. and Gülch, E., Automatic orientation and recognition in highly structured scenes, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Scensing 54:23-34, 1999.
4. Greenfeld, J., and Scheuk, A., 1989, “Experiments with Edge-Based Stereo Matching”, PE&RS, vol.55, No.12, PP.1771-1777.
5. Petr Přidal, Petr Žabička, “Tiles as an approach to on-line publishing of scanned old maps, vedute and other historical documents”, e-Perimtron, Vol. 3, No. 1, 2008 [10-21]
6. Swain, P., 1985, “Advanced Interpretation Techniques for Earth Data Information System”, Proceedings of IEEE, vol.73.No.6, PP.1031-1039.
7. 范成棟、廖泮銘、林士哲，2006，整合影像資料庫於 Google Earth 之應用，中華民國地圖學會研討會，台北
8. 廖泮銘、江正雄、范毅軍，2011，臺灣航照影像數位典藏成果與應用，國土資訊系統通訊，第 78 期，頁 57-72
9. SketchUp (<http://www.sketchup.com.tw/>)
10. Google Earth (<http://earth.google.com>)
11. Google Map (<http://maps.google.com.tw>)
12. Quantum GIS(<http://www.qgis.org/>)
13. 群暉科技(<http://www.synology.com>)
14. 臺中市南屯區文山里網站
(<http://www.wing-sham.com.tw/about-us/about-us-2.htm>)