

三維實景三角網模型製作規範之研究 -以虛擬中興新村為例

林世賢¹ 施錦揮² 鍾文彥³

摘要

本研究案是藉由蒐集遙控無人機(Unmanned Aircraft System ,UAS)拍攝中興新村多視角影像，透過密匹配技術，自動化重建中興新村三維實景三角網模型(3D Mesh Model)，並將這個三維模型，用於輔助中興新村未來規劃及活化策略參考，並藉由本研究案的執行經驗，提出三維實景三角網模型的作業規範，提供相關機關推動參考，以滿足未來智慧城市及物聯網發展應用需求。

關鍵字：三維實景三角網模型、無人機。



¹內政部國土測繪中心 技正

²內政部國土測繪中心 技士

³內政部國土測繪中心 課員

本文部分內容摘自107年度中興新村航拍與影像處理及三維模型委辦案成果（承包廠商：福休鷹航拍資訊有限公司）

一、前言

重建三維模型最普遍的方法是利用既有地形圖資，萃取建物樓高及位置等資訊，並輔以DEM及DSM資料，屋頂以正射影像進行敷貼，牆面以事先建立紋理材質影像自動化敷貼，完成三維近似化建物模型，這樣的成果受限於該地區既有地形圖資之時效性，無法建置最新的三維模型，另該方式存在一個平面位置僅可記錄一個高程點，對於立體交叉道路或複雜建物，其細緻度仍嫌不足。

三維實景三角網模型(3D Mesh Model)建模技術是藉由取得三維點雲數據(例如垂直影像或傾斜影像、光達點雲)，自動產製細緻度高、具有真實地物表面的三維模型，模型不僅量測精度高，還可以帶給人們身歷其境的感受，是現實世界的真實還原，可當作政府與民眾一個良好的溝通媒介。遙控無人機具有高機動、高效率、低成本的特性，搭配傾斜攝影技術，可取得地物垂直影像及傾斜影像，已成為目前三維實景三角網模型的新利器。

本研究案是藉由蒐集遙控無人機拍攝中興新村多視角影像，透過密匹配技術，自動化重建中興新村三維實景三角網模型，並將這個三維模型，用於輔助中興新村未來規劃及活化策略參考，並藉由本研究案的執行經驗，提出三維實景三角網模型的作業規範，提供相關機關推動參考，以滿足未來智慧城市及物聯網發展應用需求。

二、研究方法

蒐集遙控無人機拍攝中興新村垂直及傾斜影像，透過影像密匹配技術，產製高密度數值地表模型、真實正射影像及三維真實三角網模型。彙整測試區成果，進行相關分析及驗證，評估後續各項應用工作之效益與可行性，並研提出三維實三角網模型之測製規範，研究流程與區域如圖1、圖2。

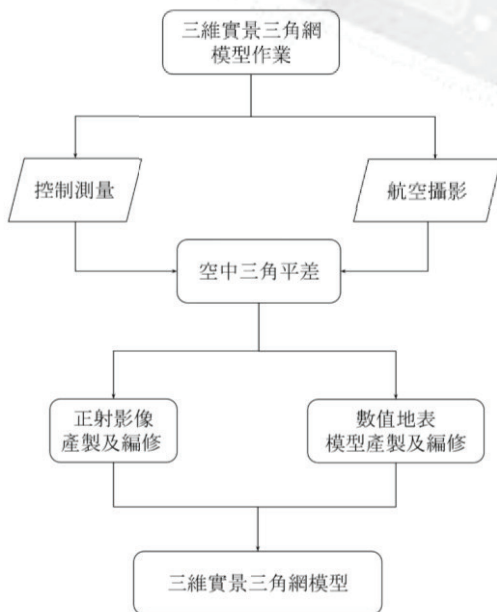


圖1 三維實景三角網模型製作流程



圖2 中興新村範圍

三、研究成果

(一)中興新村三維實景三角網模型

藉由蒐集遙控無人機拍攝中興新村多視角影像，透過密匹配技術，自動產製細緻度高、與中興新村實際景觀相同的三維模型(如圖3、圖4)。

由於三維的資料量較傳統二維資料多出數倍，且可能涉及運算能量及技術層次更為複雜，對於人力、經費及技術等資源需求較高。中興新村面積約260公頃，以遙控無人機航拍所需要外業天數約4天，內業處理約10天，平均每公頃所需外業與內業的費用約2,000元，精緻建模費用與拍攝主體面積有關，以本家中興新村3棟建物來計算，每棟平均需5萬元，總計中興新村三維模型建置作業所花費的金額計86萬元。



圖3 經濟部中科園區三維模型

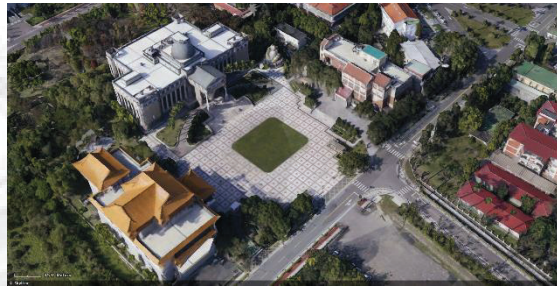


圖4 國史館三維模型

(二)三維實景三角網測製規範(草案)

1.擬定測製計畫

- (1)空攝影前應擬訂航空攝影計畫，其內容應符合內政部「實施航空測量攝影及遙感探測管理規則」所規定實施計畫書內容項目。
- (2)為確保成果品質，辦理本項作業所使用之衛星定位儀、航測攝影機等裝備，至少3年內送至國家度量衡標準實驗室或簽署國際實驗室認證聯盟相互承認辦法之認證機構所認證之實驗室校正一次，並出具校正報告。

2.控制測量

- (1)坐標系統：使用內政部所定之一九九七坐標系統(TWD97)為原則，並採用內政部最新公布之坐標成果。
- (2)高程系統：使用內政部所定之二〇〇一高程系統(TWVD2001)為原則，並採用內政部最新公布之正高成果，無TWVD2001成果地區則以內政部提供之高程成果為原則。
- (3)測控制點之分布，應符合空中三角區域平差之要求，另為確保空中三角測量品質，應選擇至少5個均勻分布於測區之檢核點，供空中三角平差成果檢核。
- (4)航測控制點之精度應符合基本控制測量實施規則之加密控制測量規定。

3.航空攝影

- (1)GSD尺寸不得大於10公分。
- (2)拍攝載具須搭載GNSS及IMU。
- (3)航拍應涵蓋測區範圍，垂直航拍應採正交之交叉航帶攝影方式，航帶之前後重疊方式不得低於80%，側向重疊率不得低於60%，除垂直攝影外，亦可增加傾斜攝影，輔助密匹配及影像數貼使用。

4.空中三角測量

為獲得各影像之外方位參數應辦理空中三角測量，空中三角測量平差計算，先以最小約制(或自由網)平差，以進行粗差偵測並得到觀測值精度的估值，其觀測值之殘餘誤差均方根值不得大於8微米，其次進行強制附合至控制點上平差，其觀測值之殘餘誤差均方根值不得大於12微米。

5.三維模型

- (1)原則上以航拍影像密匹配所得之點雲為主，但如有較影像匹配所得品質更高之測量方法，如空載或地面光達測量，亦得採用之。
- (2)使用三維點雲內插計算數值地表模型，數值地表模型表面則以實際航拍取得之影像數貼。
- (3)在適當的比例尺下應編修模型，改善側面扭曲變形、破損或增生的現象，不得有肉眼可見之錯位、色調不均勻之情況，並確保建物與周遭基礎設施可清楚辨識。
- (4)模型之平面精度優於25公分，高程精度優於30公分。
- (5)網格資料格式OGC I3S。
- (6)為使後續3D GIS平臺可瀏覽順暢，必須製作不同細緻度(Level of Detail, LOD)的三維模型。

6.繳交成果

原始航拍影像、空中三角測量成果、密匹配原始點雲、真實正射影像、數值地表模型、三維實景三角網模型、工作總報告書。

四、結論與建議

- (一)隨著遙控無人機與影像密匹配軟體的普及，使得自動快速建立三維模型的門檻降低，不只在測繪領域，亦有其他行業利用這個方法快速建置實景三維模型。目前並未有相關的規範，本研究將根據本案執行經驗及參考國內外相關作法，研提建置三維實景三角網模型之作業規格，可作為未來推廣及規劃之參考，也可以使其他單位辦理三維模型重建作業有所依循，各單位的格式統一後，不同單位建置的成果也可彙整在一起，加速完成全國三維模型之建置。

(二)以航測影像自動化匹配方式快速建置DSM，在遇到都市建物密集或巷道狹窄地區，匹配成果品質將會降低，建議三維實景三角網模型應用在非都會區的模型重建，或需快速建模之地區；而都會區考量建物密集側面紋理不易蒐集，則建議使用大比例尺二維向量圖及三維高程資料進行加值，以建立三維實體模型，後續再視必要性作進一步建模之投資。

參考文獻

- OGC, 2012. OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard, <http://www.opengeospatial.org/standards/citygml>, last access: 18April 2018.
- National Research Foundation, Virtual Singapore, <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore>, last accessed date:18/10 2018
- Smart City Expo 2014, <http://www.smartcityexpo.com/>,last access:18/4/2018.

