

利用自動識別技術輔助 車載光達校正與道路設施萃取之研究

許展祥¹ 鍾文彥² 林世賢³ 王敏雄⁴

摘要

本研究使用本中心自製之車載光達移動測繪系統獲取道路及周邊設施的光達點雲資料，研究利用自動識別技術輔助處理光達點雲資料。研究從光達校正階段到圖資繪製階段，如何將自動識別技術納入處理流程以提高自動化程度。在校正階段中設計通用的觀測標形及布設方式達成自動尋點目的，並驗證本中心移動測繪系統準確度；圖資繪製應用中，在人工概略繪製線段後，可自動精準擬合至路邊斷線處。本研究成果將為後續圖資更新自動化奠定良好基礎。

關鍵字：自動識別、車載光達、光達校正、道路設施。



¹內政部國土測繪中心 課員

²內政部國土測繪中心 課員

³內政部國土測繪中心 技正

⁴內政部國土測繪中心 課長

一、前言

本中心運用LMS（車載光達移動測繪系統）快速蒐集空間資訊能力，應用於輔助臺灣通用電子地圖局部圖資更新、測繪成果外業檢查、街景蒐集、道路設施調查、3D建築模型建置及高精度地圖（HD map）測製等多項功能，提供各項基礎圖資更新、政府決策及防救災工作參考。為能迅速提供符合高精度成果，利用自動識別技術提高自動化作業程度是必然之趨勢，緣此本中心積極發展自動化更新圖資機制，期能為政府機關及大眾提供更好更新的圖資成果。

二、研究方法

本研究利用國土測繪中心自製之車載光達移動測繪系統，搭載PENTAS S-2100光達系統（如圖1），每秒掃描點數1.016M點。掃描測試區域（如圖2）位於臺中市龍德路二段，長約800 m之市區柏油道路，設定光達掃描轉速為200 Hz，以時速約20 Km/hr，往返各一次進行掃描。點雲處理使用TerraSolid 64-bit系列軟體。



圖1. 本中心車載光達移動測繪系統及其搭載光達設備



圖2. 測試區（其中紅色線條為行進軌跡路線）

三、研究成果

（一）應用於車載光達校正

辦理光達校正作業時，通常會在校正場地中，建立已知坐標位置的觀測標，作為校正程序的參考值。藉由判斷這些觀測標在光達點雲樣貌中的標心位置與已知坐標值進行比對。所以如何準確在光達點雲中判斷標心位置將左右校正作業的精準程度。採用人工量測方法，對大量觀測標進行量測時，除作業耗，人工量測仍存在主觀行為，且大量量測時人員的疲勞程度更影響校正成果。因此本研究測試以自動識別技術自動量測觀測標，並規劃設計適合自動識別之標形輔助電腦識別。

本研究設計標形的考量因素如下：

- **識別技術：**本研究使用之軟體採用反射強度對比識別技術，故本研究標形設計以白色紙板為高反射區，道路柏油為低反射區，以強化對比反差。
- **標面形狀：**本研究採用正方形（如圖3），係因標板容易製作且具有8條直線特徵較圓形有更好的識別條件。
- **觀測標的大小：**標形大小與掃描點雲密度有關，本研究於測試區沿行進方向約2.5 cm一條掃描線，設計標形大小為30 cm × 30 cm，則平均每個標上至少有12條掃描線，足夠自動識別所需。
- **放置方式：**本研究規劃觀測標放置方式與行進方向夾45°，係因為車載光達掃描沿行進方向密度小於垂直行進方向，倘正方形邊緣與掃描線平行則會因掃描線之間有2.5 cm之間隔，而無法正確量測到標形邊緣，故擺放時與行進方向轉一夾角。

本研究於測試區擺放18個觀測標於道路面，並採用VBS-RTK方式獲得各標的三維坐標值。利用自動識別處理後，18個觀測標均能順利被軟體自動量測中心位置，統計各標位置的偏差量可得本中心LMS平面精度為3.2 cm，高程精度為7.9 cm。

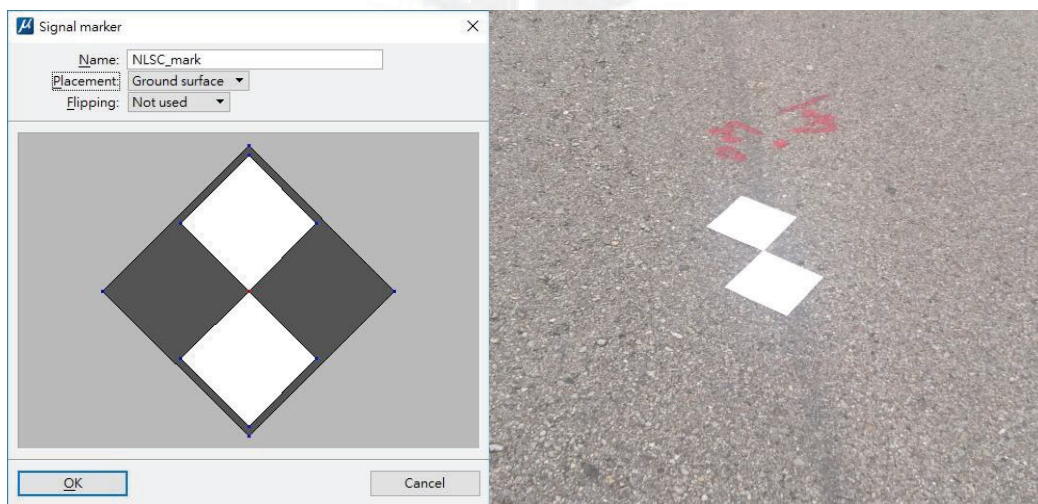


圖3. 設計標形（左圖設計樣板，右圖實際布設）

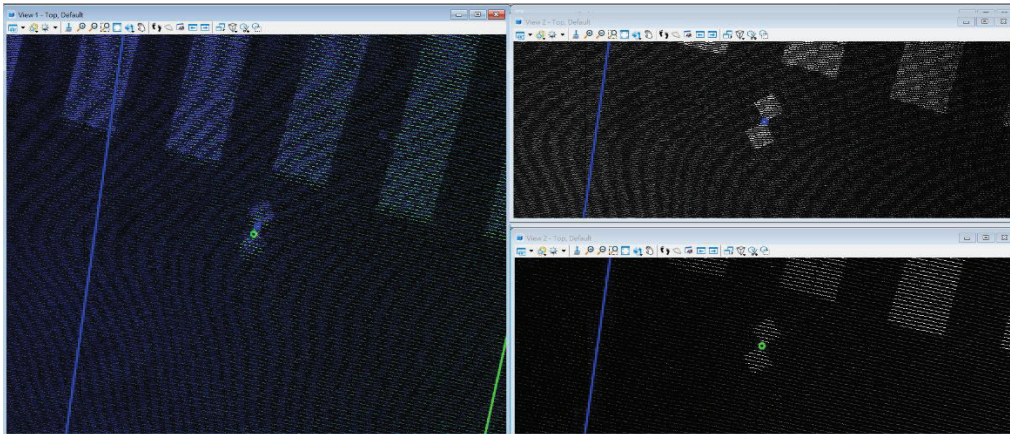


圖4. 自動尋標結果（藍色為第1航帶；綠色為第2航帶）

(二) 應用於道路設施萃取

路邊線萃取之自動識別技術是形狀識別為主，本研究欲萃取的路邊線則是利用道路面與人行道之間的高低差進行識別。執行萃取功能之前，應先過濾出地面點雲類別，避免非地面的點雲干擾萃取成果，並估計搜尋範圍、高低差距及最短線段門檻等參數，所萃取成果能準確自動獲得路邊線上緣及下緣界線，部分萃取後無法連續之線段，係因點雲雜訊所致，故執行自動萃取前應盡量濾除雜訊，避免造成誤判，自動萃取成果如圖5。

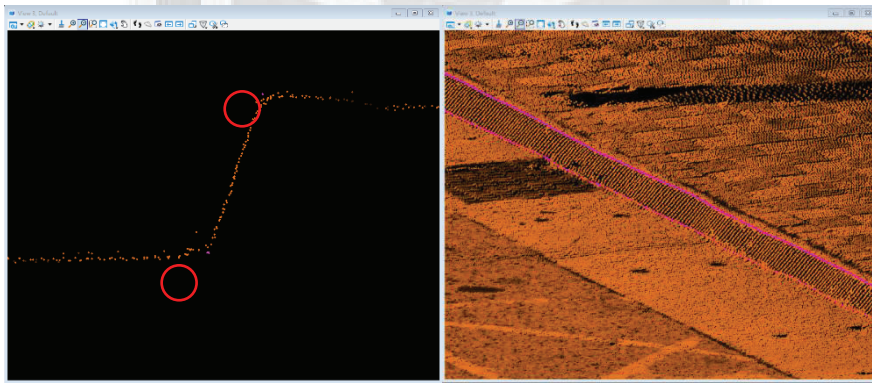


圖5.路邊線自動萃取結果（剖面視角紅圈處為路邊線；傾斜立體視角）

本研究萃取之路邊線與臺灣通用電子地圖既有成果比較，線段平面位置差距在20 cm以內（如圖6），因電子地圖立測影像的地元尺寸為25 cm為其繪製精度極限，而本中心LMS由上節驗證平面精度為3.2 cm，可知本研究所萃取之路邊線精度更佳，可適用於電子地圖局部更新之用。

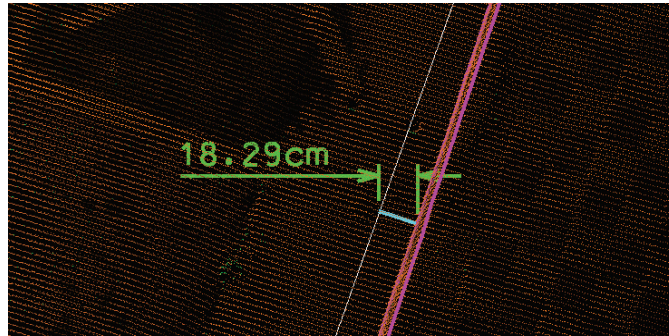


圖6.萃取邊線與既有成果比較（白線：既有成果；紫線：萃取邊線）

四、結論與未來發展

本研究利用自動辨識技術於車載光達校正作業中，依掃描原理設計觀測標，並利用軟體自動尋標，已獲得良好結果，並驗證本中心LMS平面精度為3.2 cm，高程精度為7.9 cm。未來可應用相同設計概念，實作於測繪任務中，獲得客觀、可靠的量測結果。

道路設施萃取部分，現階段已確定道路邊線萃取技術及標準作業方式，所得成果可滿足測製精度上的要求，現階段已可用於電子地圖局部更新，未來將進一步針對路燈、行道樹、道路標線等標的萃取方法進行深入研究，以期能提高圖資更新的自動化程度。

參考文獻

- PENTAS S-2100 Technical Specifications, Pentax, 2015.
- TerraScan User Guide, Terrasolid Ltd, Arttu Soininen, Ver. 03.05.2018.
- TerraMatch User Guide, Terrasolid Ltd, Arttu Soininen, Ver. 10.01.2018.