



UAV 及 AI 技術於 土地開發工程自動化進度比對計算應用

黃文俊*／亞新工程顧問股份有限公司數位工程發展部 計畫經理

翁淑卿／亞新工程顧問股份有限公司數位工程發展部 工程師

李俊璋／亞新工程顧問股份有限公司工務部 工程師

游中榮／亞新工程顧問股份有限公司數位工程發展部 資深經理

亞新工程顧問股份有限公司（以下簡稱亞新公司）近年來廣泛應用 UAV 蒐集現場影像資料，呈現各時期的工程施作進度，並結合 AI 影像辨識技術，分析並核對工地現況，掌握工程進度。透過 UAV 拍攝成果影像結合 AI 影像辨識，以自動化的比對技術掌握工地現況施工進度。本應用主要開發六大 AI 比對功能，並開發建置系統平台，以此平台為基礎，將 AI 技術與各項圖資整合至系統平台中，針對特定任務與目標進行自動化的追蹤與判斷，以提升施工管理品質。

關鍵詞：UAV、AI、GIS、施工進度管理

前言

傳統土地開發工程之進度管理，缺乏數據化的資訊以核對各項目的執行進度，導致工程進度管理難以核實，亞新公司為推動 UAV 及 AI 在土地開發工程自動化進度比對技術，以桃園市中壢運動公園區段徵收工程案作為研究及測試案場。本案工址位於桃園市中壢區，整體計畫面積約 72.97 公頃，以地區發展帶動周邊產業之活化轉型，形塑水漾森林藍綠共生的綠色生活圈體建設施結合藍綠帶之串連，打造森林般之運動園區，計畫開發構想如圖 1。

系統開發流程

本計畫開發作業流程，首先進行空拍影像資料收集，將收集完之影像資料進行整合及處理，影像資料導入所開發之 AI 比對系統進行分析及比對作業，最終

將比對完成資料導入平台作為資料查詢存儲使用，整體自動化進度比對計算分析流程如圖 2。

正射影像與數值地表模型標準化產製流程

為定期拍攝施工現場影像，如實記錄現場施工進度變化，本計畫透過標準化無人機航線規劃，以開源軟體（open source software）為基礎架構，開發航線規劃系統以因應不同工地現場需求，並訂製標準化影像產製流程（如圖 3），以獲得統一化之正射影像與數值地表模型品質。

AI 技術工程分析開發成果

本案目前開發六大 AI 技術分析（如圖 4），包含土地覆蓋型變化、高程落差判讀與警示分析、管線工程進度自動化評估、道路側溝施作進度評估、防塵網鋪設範圍辨識、瀝青鋪設進度辨識等功能，輔助不同施工管理應用。

* 通訊作者，andy.huang@maaconsultants.com



圖 1 計畫開發構想

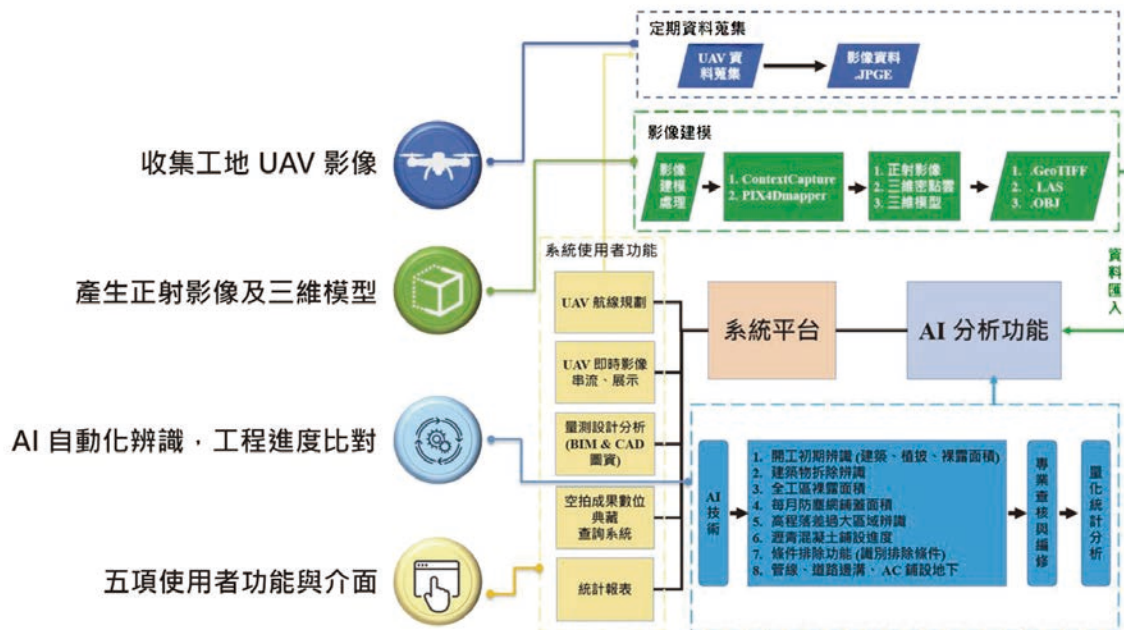


圖 2 自動化進度比對計算分析流程

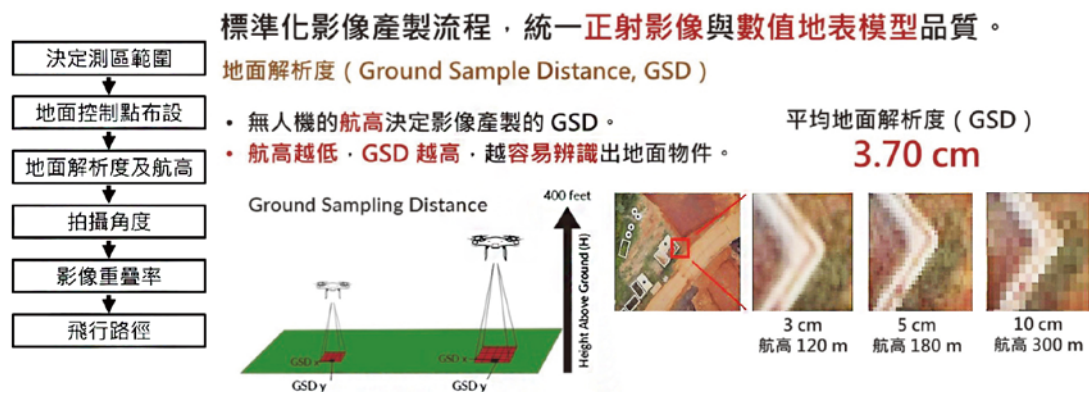


圖 3 正射影像與數值地表模型標準化

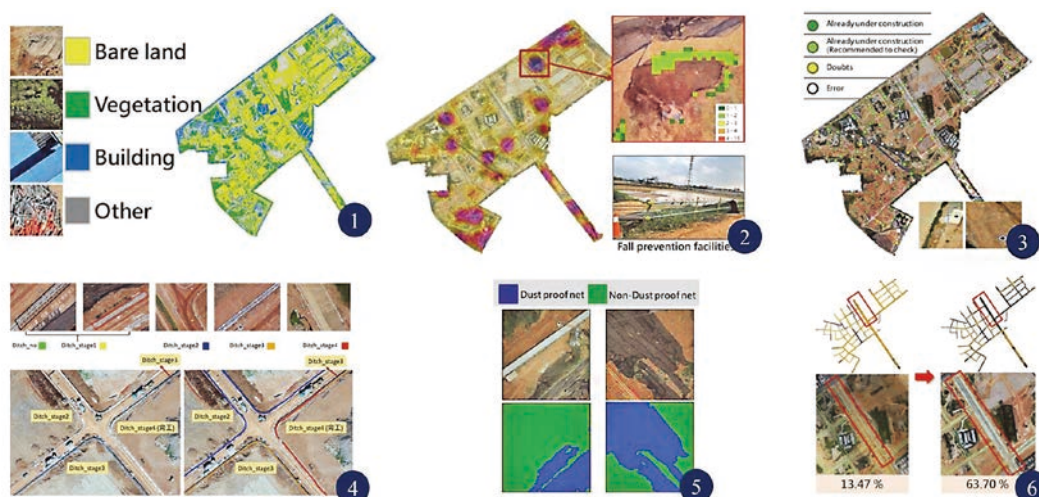


圖 4 六大 AI 技術分析功能

土地覆蓋變化

將土地覆蓋分為四大類型包含裸露地、植被、建物及其他等四種類型（如圖 5），透過不同時期影像分析了解開發區域土地變遷情形，掌握工地開發進度。

高程落差分析

藉由地表高程標準差量化地形高程變化程度，應用智慧化分析辨識高程落差較大之處，針對落差較大處進行相關安全防護措施（如圖 6）。

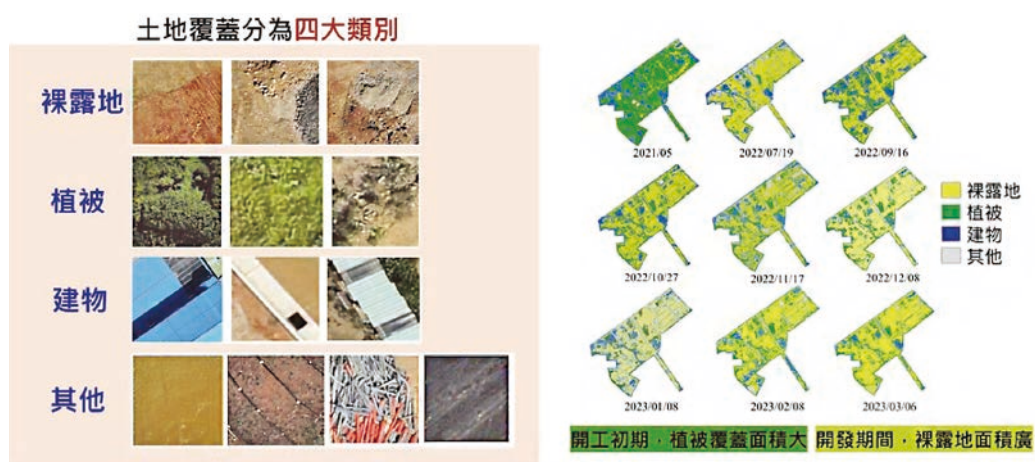


圖 5 土地覆蓋變化



圖 6 高程落差分析

管線工程進度自動化評估

透過影像分析判讀地表已施作之污水孔及共管人孔，套疊人孔平面圖說進行施工位置差異分析，針對實際施工位置與平面圖資差異較大之處進行檢核（如圖 7），有效掌控施工狀況及進度。

道路側溝施作進度評估

將道路施作進度影像分為 (1) 側牆底板模板組立及混凝土澆置、(2) 拆模、(3) 溝蓋板鋼筋組立、(4) 澆置溝蓋板混凝土四個施工階段，包含未施作管溝狀態，總計五種施工階段類型（如圖 8），可快速辨識各道路

側溝施工進度，辨識分析驗證準確度達 98%。

防塵網鋪設範圍辨識

透過 AI 影像訓練及辨識，分析防塵網鋪設範圍（如圖 9），有效掌握工區防塵網鋪設狀況，辨識分析驗證準確度達 94%。

瀝青鋪設進度辨識

將各期影像結合設計道路圖資，切割出道路影像，結合圖資並透過 AI 分析辨識，計算道路鋪設進度，確實掌握現場道路鋪設狀況（如圖 10）。



圖 7 管線工程進度自動化評估



圖 8 道路側溝施作進度評估

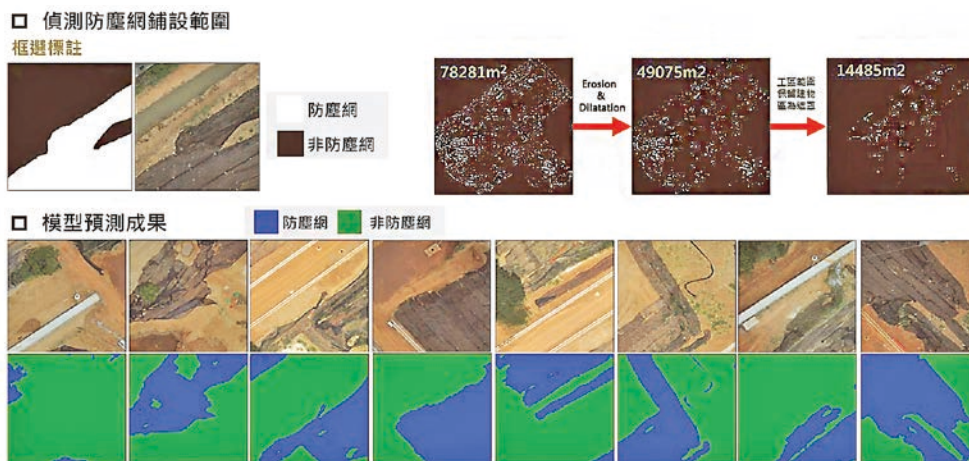


圖 9 防塵網鋪設範圍辨識



圖 10 瀝青鋪設進度辨識

系統平台建置

為整合相關資料，提供土地開發施工進度管理快速展示、查詢應用，亞新公司亦建置 3D GIS 系統平

台，結合 3D GIS、BIM 空拍資料，提供土地開發施工进度管理應用所需之圖資整合、量測、統計分析報表等，並具備管理功能（如圖 11）。

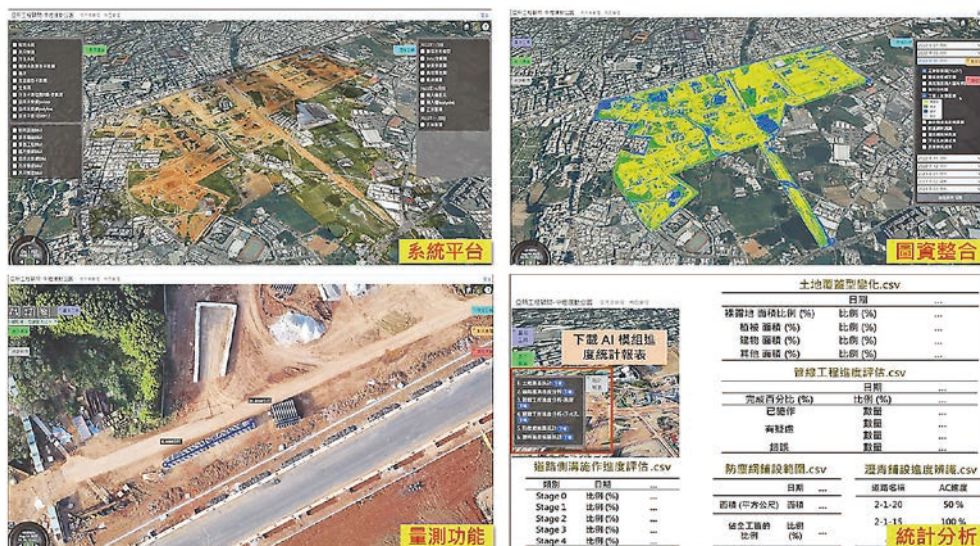


圖 11 系統平台建置



圖 12 獲獎殊榮

結語

為提供土地開發進度管控智慧化應用，亞新公司透過資料蒐集，完整記錄施工現場影像，將不同時期影像導入 AI 模型訓練數據庫，強化分析準確度，並藉由監造施工管理經驗回饋，優化 AI 分析模組精準度，快速輔助工地現場施工管理。且 UAV 空拍作業及 AI 分析比對作業時間僅一至兩日，可快速統計各專業工項施工進度，大幅減少現場監造施工進度核實之人力需求，並可查找潛在墜落工安風險預先防範，強化工安品質。另外，所建立之圖資平台，亦可納入施工過程影像及分析數位典藏，詳實紀錄施工進程。透過本創新應用技術，亞新公司期望達成品質如式、進度如期、預算如度、環境如新、安全無虞之智慧化工地管理。

本案 UAV&AI 開發比對分析，榮獲中國土木水利工程學會「2023 年工程數位創新應用獎」、「2024 AI 應用獎」及中華空間資訊學會「第一屆空間資訊永續應用獎產業轉型組－優良獎」，並協助獲得桃園市政府「公共工程金品獎 土木工程類第一級 監造－佳作」。未來亞新將持續精進 AI 技術應用輔助工程管理，提升工程品質及效率。

誌謝

本文相關資料，均由亞新工程顧問股份有限公司相關計畫提供。感謝亞新公司同仁提供寶貴資料與模型，並整合亞新公司相關工作經驗。另外，也感謝台灣大學土木系韓仁毓教授團隊提供寶貴技術應用，桃園市政府新建工程處提供案場，使得本創新技術應用得以完成，謹表最誠摯之謝忱。



歡迎加入學會



下載入會申請書

網址：<http://www.ciche.org.tw>
e-mail: service@ciche.org.tw
電話：(02) 2392-6325
傳真：(02) 2396-4260

土木水利 雙月刊

向您約稿

本刊出版有關土木水利工程之報導及論文，以知識性、報導性、及聯誼性為主要取向，為一綜合性刊物，內容分工程論著、技術報導、工程講座、特介、工程新知報導及其他各類報導性文章及專欄，歡迎賜稿，來稿請 email: service@ciche.org.tw 或寄 10055 台北市中正區仁愛路二段 1 號 4 樓，中國土木水利工程學會編輯出版委員會會刊編輯小組收，刊登後將贈送每位作者一本雜誌，不再另致稿酬；歡迎以英文撰寫之國內外工程報導之文章，相關注意事項如後：

- 工程新知及技術報導，行文宜簡潔。
- 技術研究為工程實務之研究心得，工程講座為對某一問題廣泛而深入之論述與探討。工程報導為新知介紹及國內外工程之報導。
- 本刊並歡迎對已刊登文章之討論及來函。
- 工程論著及技術研究類文章，由本刊委請專家 1~2 人審查，來文請寄電子檔案，照片解析度需 300dpi 以上。
- 文章應力求精簡，並附圖表照片，所有圖表及照片務求清晰，且應附簡短說明，並均請註明製圖者及攝影者，請勿任意由網站下載圖片，以釐清版權問題。