

交通部運輸研究所

合作研究計畫之研究主題與重點

計畫名稱		橋梁檢測輔助工具精進之研究(1/2)-研訂橋梁檢測 3D 影像模型作業程序		
計畫編號		MOTC-IOT-113-EBB006	計畫性質	☐ 行政及政策類 ☒ 科學及技術類
計畫領域		☐ 電信 ☐ 自動化 ☒ 土木 ☐ 機電 ☐ 航太 ☐ 海洋 ☐ 運輸 ☐ 氣象 ☐ 地震 ☐ 觀光 ☐ 綜合（以計畫內容領域比重較高者為主，若計畫內容涉及法令、財務、制度等之研究者則以綜合領域屬之）		
預定 執行 期限	全程	113 年決標日至 114 年 12 月 31 日		
	年度	113 年決標日至 113 年 12 月 31 日		
經費 概算	全程	新臺幣 8,775 千元。		
	年度	新臺幣 4,275 千元。		
聯 絡 人	單位	運輸工程及海空運組	聯絡電話	02-23496821
	職稱	副研究員	傳真號碼	02-25450427
	姓名	胡智超	E-mail 信箱	newgeor@iot.gov.tw
一、計畫背景與目的：（簡述研究計畫之目的、緣起與重要性，並說明與當年度業務施政之關聯性、配合性及前後連貫的整體性） (一)目的、緣起與重要性，並說明與當年度業務施政之關聯性、配合性及前後連貫的整體性：(可分項，亦可整併分段填寫) 橋梁係跨越山河溪谷、維繫民生需求及經濟發展之重要關鍵設施，該設施除會因長期使用而疲勞劣化外，亦會因洪水沖刷或地震搖晃而損壞劣化，故需定期檢測，並籌編足額經費適時改善。目前我國車行橋梁約 2.3 萬座，主要由交通部高速公路局、公路局及各縣市政府等負責管養，依據公路法及相關規定，橋梁養護首重檢測，因此各橋梁管理機關除應適時針對所轄橋梁實施各項橋梁安全檢測作業外，並應針對損壞部分採取適當維修對策，方能確保橋梁及用路人行車安全。 依據「公路養護規範」及「公路橋梁檢測及補強規範」之規定，前述橋梁檢測可概分成「定期檢測」、「特別檢測」及「詳細檢測」等 3 類。其中定期檢測係為及早發現損傷情形而定期針對橋梁實施之全面性檢測，其作業方式係以徒步、搭乘橋梁檢測車或高空作業車儘可能接近橋梁結構物後，再以目視或必要儀器判定橋梁狀況；特別檢測係於重大事故或災害發生後，為了解損傷程度及防止災害擴大而實施之不定期目視檢測；詳細檢測則是於定期檢測或特別檢測後，認為有必要時，以儀器或相關設備進行局部破壞或非破壞檢測等之檢測。整體而言，橋梁檢測以目視為主，儀器為輔，故一般進行橋梁檢測作業時，多係以徒步及攀爬方式儘可能接近橋梁結構物後，再以				

目視判定橋梁狀況。

隨著科技不斷發展，近年來各項可應用於橋梁檢測之儀器、設備及技術不斷推陳出新，舉凡檢測手臂、無人飛機等，皆有長足進步，雖然藉由前述先進設備可協助拍攝影像，但由於大量的影像如仍透過人眼逐一檢視，將是繁重費時之工作，因此，高解析度影像若是能藉由人工智慧化影像辨識取代人工目視判斷，將可協助提升橋梁檢測作業之品質及效率。

利用無人機拍攝影像再搭配 AI 影像辨識，可以協助傳統人工目視檢查工作，本所於 111 年已完成 AI 影像辨識模式，可辨識橋梁六大主要構件(1.主梁，2.橫隔梁，3.橋墩/帽梁，4.橋面板，5.橋台，6.擋土牆)之三大劣化缺失(1.混凝土裂縫，2.混凝土剝落、破碎、鋼筋外露、銹蝕，3.滲水、白華損傷)；112 年進行實橋驗證，利用視覺定位結合 UWB 技術，完成無人機在橋下無 GPS 測試飛行，同時進行橋梁構件拍攝作業後，並進行 AI 影像辨識劣化狀況及嚴重程度。

由於橋梁檢測構件除六大主要構件(1.主梁，2.橫隔梁，3.橋墩/帽梁，4.橋面板，5.橋台，6.擋土牆)外，尚包括橋墩柱基礎、支承墊、防落設施、伸縮縫、河道等，其破壞型態種類較為複雜，例如沖刷、裸露、掏空，結構傾斜等，屬於幾何變形，無法使用一張影像進行辨識及測量，此外支承等構件，有各種形式(變形、破損、沉陷等)的損傷導致外表特徵值不一，利用 AI 辨識亦其難度，爰本計畫 113 年除持續精進橋梁構件劣化影像 AI 辨識模式功能，並提升準確率外，更開發與評估橋梁構件幾何劣化變形偵測演算法之可行性，以期利用多時期劣化影像進行比對，辨識橋梁其他劣化類型；114 年計畫將辦理教育訓練與完成操作指引並進行技術移轉，包括編撰橋檢影像分析模式操作手冊及指引等。

本計畫可達成檢評分離方式，利用無人載具方便性，可快速拍攝橋梁影像，輸入系統後 AI 可先協助辨識已訓練之損傷類型，無法自動化辨識部分，檢測員可於內業電腦中檢視影像資料並評定橋梁狀況，期提供各橋梁管理機關便利檢測新工具及技術，使以往不易目視檢測之構件皆能可及，提升橋梁檢測作業之確實性，落實橋梁檢測管理之政策目標。

(二)文獻回顧：

1、以前年度相關研究/計畫成果：

(1)105 年，本所運技中心-橋梁檢測工具效能提升計畫

(2)110 年，影像辨識應用於橋梁檢測工作初探(自辦)

(3)111 年，無人機搭配 AI 影像辨識應用於橋梁檢測之研究(1/2)-橋梁劣化構件 AI 影像辨識之技術開發

(4)112 年，無人機搭配 AI 影像辨識應用於橋梁檢測之研究(1/2)-橋梁劣化構件 AI 影像辨識之技術開發-無人機自動化檢測架構探討

二、合作研究機構/單位之條件及合作方式：（說明合作研究機構/單位的性質、計畫主持

人與主要研究人員/計畫人員所需具備之專長條件與經驗，以及本所與之合作的方式)

(一)本計畫合作單位宜具備土木、橋梁、資訊系統開發、空間影像 3D 建模、人工智慧影像辨識、無人機操作等相關技術專業及實務經驗。

(二)合作單位之主持人、協同主持人與主要研究/計畫人員宜具有土木、橋梁、資訊系統開發、空間影像 3D 建模、人工智慧影像辨識、無人機操作等等相關學經歷背景。

(三)本計畫採合作方式辦理，本所將派員與合作單位定期或不定期舉行工作會議及參與計畫相關工作，並辦理相關行政作業、協調配合及成果之研討與審議等事項。

三、預期完成的工作項目：(條列說明將合作進行之工作項目，若分年進行，應分年列述)

一、本計畫預定辦理期程為 2 年，各年期(113-114 年)工作項目如下：

(一)第 1 年期(113 年)：

橋梁檢測輔助工具精進之研究(1/2)-研訂橋梁檢測 3D 影像模型作業程序

1、以本所 111~112 年之研究成果為基礎，持續精進橋梁構件劣化影像 AI 辨識模式功能，並提升準確率；如有更優之替選方案，經本所同意後方能執行。

2、精進橋檢影像分析軟體功能及操作介面：

精進橋梁 3D 瀏覽技術，包括量測劣化區域長度、寬度及面積功能，及截圖輸出功能。

3、建置全橋 3D 影像模型標準程序：

(1)評估結合 BIM 與攝影測量點雲技術，建立快速建置實際尺寸混凝土橋梁(梁式橋)3D 模型之標準程序，及其建置所需費用及儲存空間。

(2)建立拍攝影像品質檢驗功能，以確保拍攝影像符合劣化偵測、3D 建模及橋梁構件劣化變形分析要求規格。

(3)評估以無人機拍攝全橋照片後，建置輸入系統之全橋 3D 影像模型相關流程。

4、開發與評估橋梁構件劣化幾何變形偵測演算法之可行性：

針對部分構件，例如橋墩柱傾斜、沉陷等(無水位情況下進行影像拍攝)，無法以同時期單一影像判別時，需開發幾何變形評估方式。

5、提升無人機拍攝橋梁完整照片覆蓋率：

強化橋梁構件拍攝完整性，並持續精進無人機自動化程度。

6、推動示範案例：

以高公局、公路局及縣市政府所轄橋梁為對象，運用前述改良方案進行實地檢測(至少 2 座橋梁，跨數由工作會議討論)，同時比對上述機關橋梁定期檢測作業之記錄，或與橋檢人員一同現場勘查，並依檢測結果，適時調整優化辨識模式、無人機檢測工具及相關操作程序。

7、後續改善建議:

根據應用測試結果，提出後續檢測技術功能改善及提升之建議(包含辨識度、拍攝完整度等)，此外協助蒐集國內外檢測手臂、檢測機器人等技術之發展與應用情況，以補無人機檢測之不足。

8、辦理座談會：邀集對象包括橋梁維管機關(公路局、高公局及各縣市政府)等，並分享示範案例成果，並進行實際業務交流，以利擴大研究成效。

9、配合本所辦理之活動，提供橋檢無人機靜態展示，必要時須派人協助解說(1~2場)。

10、其他相關工作:

(1) 針對計畫重要成果，製作海報及影片電子檔。

(2) 提供相關行政支援與技術服務經驗諮詢(如配合本所召開記者會等)。

11、研究/計畫成果投稿運輸計劃季刊、國內外期刊或學術研討會至少 1 篇。

12、參考「政府研究資訊系統(GRB)」之「績效指標(實際成果)資料格式」及「佐證資料格式」，就本計畫成果之特性，選填合適績效指標項目，並以量化或質化方式，說明本計畫主要研究/計畫成果及重大突破。本計畫績效指標項目至少包括下列項目：

(1) 論文：提供至少 1 篇可供投稿之學術論文。(國內、外重要學術研討會或期刊論文)

(2) 研究報告：完成 1 本研究報告。

(二)第 2 年期(114 年)：

橋梁檢測輔助工具精進之研究(2/2)-建立橋梁多時期劣化比對技術

1、建立多時期影像橋梁構件劣化監控之標準作業程序:

2、完成多時期橋梁構件劣化幾何變形偵測與構件劣化比對分析工具，以利工程人員長期監控橋梁劣化狀況。

3、精進橋檢影像分析軟體功能(包括劣化比對工具等)及操作介面。

4、完成操作指引並進行技術移轉:

(1) 編撰橋檢影像分析模式操作手冊及指引。

(2) 辦理 3 場次橋檢影像分析模式教育訓練，對象包括高公局、公路局、縣市政府等。

(3) 評估成果申請專利之可行性。

5、推廣方式:

協助高公局或公路局導入橋梁自動化檢測作業，並協助建立至少 2 座橋梁之示範案例。

6、協助訂定後續橋管機關業務委外招標共通性範例(例如功能規格及資安規定等)。

7、其他相關工作:

(1)針對計畫重要成果，製作海報及影片電子檔。

(2)提供相關行政支援與技術服務經驗諮詢(如配合本所召開記者會等)。

(3)綜整摘要說明 113 至 114 各年度階段性成果。

8、研究/計畫成果投稿運輸計劃季刊、國內外期刊、學術研討會至少 1 篇。

9、參考「政府研究資訊系統(GRB)」之「績效指標(實際成果)資料格式」及「佐證資料格式」，就本計畫成果之特性，選填合適績效指標項目，並以量化或質化方式，說明本計畫主要研究/計畫成果及重大突破。本計畫績效指標項目至少包括下列項目：

(1)論文：提供至少 1 篇可供投稿之學術論文。(國內、外重要學術研討會或期刊論文)

(2)研究報告：完成 1 本研究報告。

四、本計畫之主要部分（應自行履約不得轉包）

(一)上述第1年期(113年)工作項目 1、2、3、4、7、8、10(2)、11、12 為計畫主要部分，應自行履約不得轉包。

(二)上述第2年期(114年)工作項目 1、2、3、5(2)、5(3)、6、7 為計畫主要部分，應自行履約不得轉包。

五、預期成果、效益及其應用：（說明預期完成之具體成果，儘量依條列舉，若分年進行，得分年列述。並按計畫性質詳述所獲得的效益，以及未來在業務施政上的應用）

(一) 預期成果

- 1、持續精進橋梁構件劣化影像 AI 辨識模式功能。
- 2、建置全橋3D 影像模型標準程序。
- 3、開發橋梁構件劣化幾何變形偵測演算法。

(二) 預期效益

- 1、利用高解析度影像人工智慧化辨識協助人工目視判斷，將可協助提升橋梁檢測作業之品質及效率。
- 2、利用無人機協助進行檢測作業，可解決目前高橋墩及跨河橋梁不易到達進行檢測之困境。

(三) 預期應用

提供橋梁維管機關(如公路局、高公局、各縣市政府等)執行橋檢作業實務應用，可作為協助橋梁檢測工作之輔助工具。

六、其他重要說明事項：

- (一)針對符合政府資訊公開法第 7 條第 1 項規定應主動公開之委託研究報告，由廠商提出原創性舉證作為驗收參據。
- (二)本計畫得標廠商須於每月 15 日前繳交上個月之工作月報，說明本計畫目前進行進度及當月之工作安排，以利本所掌握計畫執行進度。
- (三)需索取相關計畫成果報告書，請至本所網站（<https://www.iot.gov.tw/>）數位典藏/本所出版品下載，或逕洽本案承辦人。
- (四)114 年研究方向及細部執行工作，本所保留調整之權利。
- (五)本計畫屬 2 年期計畫，第 1 年期(113 年決標日至 113 年 12 月 31 日)之預算金額為新臺幣 4,275 千元整。若第 1 年期之得標廠商如期如質完成第 1 年期工作項目，研究成果經本所審核通過，且認為具有繼續辦理第 2 年期(114 年決標日至 114 年 12 月 31 日)計畫之履約資格與能力時，將得優先與本所進行第 2 年期合約議價；第 2 年期之預算金額為新臺幣 4,500 千元整。