

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		無人機搭配 AI 影像辨識應用於橋梁檢測之研究(2/2)-無人機自動化檢測架構探討		
計畫編號		MOTC-IOT-112-EDB006	計畫性質	<input type="checkbox"/> 行政及政策類 <input checked="" type="checkbox"/> 科學及技術類
計畫領域		<input type="checkbox"/> 電信 <input type="checkbox"/> 自動化 <input type="checkbox"/> 土木 <input type="checkbox"/> 機電 <input type="checkbox"/> 航太 <input type="checkbox"/> 海洋 <input checked="" type="checkbox"/> 運輸 <input type="checkbox"/> 氣象 <input type="checkbox"/> 地震 <input type="checkbox"/> 觀光 <input type="checkbox"/> 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	111 年決標日至 112 年 12 月 31 日		
	年度	112 年決標日至 112 年 12 月 31 日		
經費概算	全程	新臺幣 13,000 千元(多年期計畫經費總和)		
	年度	新臺幣 6,200 千元		
聯絡人	單位	運輸工程組	連絡電話	(02)2349-6821
	職稱	研究員	傳真號碼	(02)2545-0427
	姓名	胡智超	E-mail 信箱	newgeor@iot.gov.tw
<p>一、計畫背景與目的：（簡述計畫之目的、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）</p> <p>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，主要由交通部臺灣區國道高速公路局、交通部公路總局及各縣市政府負責管養，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。</p> <p>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。</p>				

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，的確是可以協助傳統人工目視檢查工作，然無人機與 AI 影像辨識如何搭配，須訂定一標準作業程序後，各項檢測工作方能以自動化方式進行；未來最後將無人機技術結合影像辨識結果整合至橋梁管理資訊系統中，預期將可檢測作業達到完全自動化之目標。

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橋梁管理、資訊系統開發、數據分析（含大數據）、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)合作單位之主持人宜有上述領域之一之專長，並具統合管理上述領域技術與人才之能力及經驗。主要計畫人員宜涵括上述各領域之專才。

(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，得分年列述）

本計畫係利用無人機拍攝影像後，再搭配 AI 影像辨識以協助橋梁傳統人工目視檢查工作，其中無人機與 AI 影像辨識搭配之標準作業程序，將於本計畫進行測試，期未來能以自動化方式協助各項橋梁檢測工作。全程計畫預計分為 2 年辦理，各年期的工作項目說明如下：

(一) 第 1 年期(111 年): (已完成)

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

1、國內外相關文獻蒐集：

蒐集國內外無人機搭配人工智慧影像辨識技術發展狀況(以橋梁檢測為主)，並瞭解利用 AI 技術處理橋梁劣化高解析度影像的各種演算法及其成效。

2、確認可行之影像辨識方式：

提出人工智慧影像辨識具體架構，包含自動化偵測劣化、分析劣化類別、評估劣化評等。

3、影像辨識範圍及內容：

(1)涵蓋橋梁形式:公路梁式橋、板橋、箱型橋三種類型。

(2)影像辨識分析構件包含公路橋梁主梁、橫隔梁、橋墩、帽梁、橋面板、橋台、擋土牆等。

(3)依據「公路橋梁檢測及補強規範」，須能辨識混凝土結構裂縫、混凝土剝落、破碎、鋼筋外露、銹蝕、滲水、白華損傷等劣化類型。

(4)訪談公路總局及高公局實際橋梁檢測操作內容，以瞭解實際運作狀況，並提出判別構件損傷劣化等級之方式。

4、建立各式橋梁(梁式橋、板橋、箱型梁橋)劣化類別資料庫：

(1)針對上述橋梁種類建立橋梁構件劣化類型資料庫。

(2)可使用本所建置之「臺灣地區橋梁管理資訊系統」中劣化影像資料，但必須先進行資料清洗及除錯等動作；如照片不足或不使用本所資料時，須提出劣化構件影像取得方式，並經本所同意後方可進行。

5、建立橋梁構件缺失影像辨識模式：

利用 AI 深度學習，建立橋梁構件缺失影像辨識模式，分析及判斷橋梁構件(主梁、橫隔梁、橋墩、帽梁、橋面板、橋台、擋土牆等)損傷劣化類型，同時依據劣化狀況，評估 D、R、U 值。

6、影像辨識成果驗證：

(1)提出人工智慧化影像辨識的驗證方式(包含流程、準確率等)，經本所確認同意後據以執行。

(2)與本所共同從「臺灣地區橋梁管理資訊系統」選定至少 10 座橋梁(其中應包含梁式橋、板橋、箱型橋)的檢測影像資料，提供進行人工智慧化影像辨識的驗證。

7、制定橋梁各構件拍攝作業標準：

(1)依據「公路橋梁檢測及補強規範」定義之各類型構件，訂定個別拍攝標準。

(2)上述標準須包括畫素、亮度、相片尺寸、焦點位置(各方向，涵蓋構件尺寸)及相片張數等。

8、制定無人機自動規劃飛行路線初步程序：

包括自動飛行至各構件位置拍照，同時記錄飛行路線之軌跡等資料，且須有將照片屬性對應至橋梁實際構件位置功能；此外自動化規劃飛行亦須考量避障功能及橋址位置不同之影響。

9、後續改善建議：

提出後續影像辨識功能改善及提升之建議(包含釐清辨識度不足的主要因素、影像清晰度要求等)。

10、辦理階段性成果發表會：

(1)辦理一場次應用 AI 影像辨識橋梁構件劣化檢測座談會，並說明目前具體成

果。

(2)邀集對象包括橋梁維管機關(公路總局、高公局及各縣市政府)，以利擴大研究成效。

1 1、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)。

1 2、其他相關工作:

(1)針對計畫重要成果，製作海報或影片電子檔。

(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)。

1 3、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。

1 4、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(112 年):

無人機搭配 AI 影像辨識應用於橋梁檢測之研究(2/2)-無人機自動化檢測架構探討

1、制定無人機自動規劃飛行路線程序:

(1)針對梁式橋、箱型梁橋訂定各構件拍照先後順序。

(2)依據拍照先後順序，訂定無人機自動規劃飛行路線程序(以自動飛行為主，人工操作為輔)。

(3)上述程序包括自動飛行至各構件位置拍照，同時記錄飛行路線之 GPS 等資料。

(4)評估拍攝完整度，如部分構件仍無法自動化進行拍攝，須說明原因，並建議未來處理方式。

2、精進 AI 影像缺失辨識模式功能：

(1)以前期 AI 影像缺失辨識模式為基礎進行功能擴充(如有更好方案，可提出與本所討論，獲准方能採用)，分析及判斷橋梁構件損傷劣化類型，同時依據劣化狀況，評估 D、E、R、U 值。

(2)上述劣化範圍 E 值須依「公路橋梁檢測及補強規範」定義進行評估，因此影像辨識須能計算各構件劣化程度之範圍大小。

(3)擴充 AI 影像缺失辨識模式功能(例如人機操作介面等)。

(4)提升辨識劣化類型及劣化程度之評定精確率。

(5)將 AI 影像缺失辨識模式模組化，同時製作成共享軟體以利擴大各橋管機關使用，並製作操作手冊供各單位參用。

3、建置橋梁 3D 影像模型：

(1)須提出照片涵蓋度及影像拼接技術。

(2)模型須能呈現構件劣化類型及位置，以利辨識結構裂縫等。

(3)以項次(五)選定之橋梁進行建模。

4、規劃檢測結果自動上傳至本所建置之車行橋梁管理資訊系統：

(1)資料包括飛行路線 GPS、檢測時間，執行檢測人員(無人機操作人員、專業檢測人員)等資料。

(2)「車行橋梁管理資訊系統」介接架構之修改建議，以及整合橋梁檢測 3D 影像資料。

5、成果驗證：

(1)與本所共同選定 1 座橋梁(測試跨數於工作會議邀請相關單位討論)，由無人機自動化拍攝影像後，再進行 AI 影像辨識，並將檢測結果轉成橋梁管理資訊系統格式並輸出。

(2)驗證方式：陪同本所至現地橋梁稽核比對，或使用橋梁定期檢測資料進行比對。

6、後續改善建議：

提出後續無人機搭配 AI 影像辨識應用於橋梁檢測之精進及提升建議，並提供計畫中相關研發檢測技術成本分析資料。

7、召開成果發表會：

(1)辦理一場次無人機搭配 AI 影像辨識應用於橋梁檢測成果發表會，形式依本所指定方式執行(如研討會、座談會、現地展示等)。

(2)邀集對象包括橋梁維管機關(例如公路總局、高公局、各縣市政府等)及各產官學界，以利擴大研究成效。

8、協助修訂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)。

9、評估成果申請專利之可行性，同時規劃成果技術移轉及推廣方式。

10、其他相關工作：

(1)針對計畫重要成果，製作海報或影片電子檔。

(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、學術研討會至少 1 篇。

12、綜整摘要說明 111~112 年各年度階段性成果。

13、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

<p>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：</p> <p>(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）</p> <p>(2)研究報告：完成 1 本研究報告。</p>
<p>四、本計畫之主要部分（應自行履約不得轉包）</p>
<p>上述第 2 年期(112 年)工作項目 2、3、4、5、6、8、11、12、13 為本計畫主要部分，應自行履約不得轉包。</p>
<p>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）</p>
<p>(一) 預期成果</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、建立橋梁構件缺失影像辨識模式，並可用於判斷橋梁構件缺失，包含主梁、橫隔梁、橋墩、帽梁、橋面板、橋台、擋土牆等。 2、建立以無人機搭配 AI 影像辨識模式之標準作業程序，並採以自動化方式進行橋梁檢測工作。 3、規劃後續無人機技術結合影像辨識結果整合至橋梁管理資訊系統之流程及程序，期能達到檢測作業完全自動化之目標。 <p>(二) 預期效益</p> <ol style="list-style-type: none"> 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，可解決目前高跨度及跨河橋梁不易到達進行檢測之困境。 <p>(三) 預期應用</p> <p>提供橋梁維管機關(如公路總局、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。</p>
<p>六、其他重要說明事項：</p>
<p>(一)本採購案為交通部(智慧運輸系統發展建設計畫)預算，實際執行金額以審議通過後之金額為上限，若未審議通過則不執行。</p> <p>(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。</p> <p>(三)本採購案所需經費由 112 年度相關預算支付，若 112 年度預算未獲審議通過、凍結或經部分刪減，得採終止本契約或甲方以契約變更方式調整工作項目，乙方不得因此向甲方求償。</p> <p>(四)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</p>

出版品下載，或逕洽本案承辦人。