



# 無人機整合熱像儀與相機於混凝土橋梁內部劣化檢測之可行性評估



1

## 摘要

王豐良  
健行科技大學應用空間資訊系助理教授

臺灣的橋樑檢測多為目視檢測，過程不僅危險，且不易靠近目標物，因此，本研究使用Flir vue pro R紅外線熱像儀及sony RX0可見光相機，並以無人機作為載具，對混凝土橋梁進行橋樑檢測實驗。依據實驗中分析出最佳距離，對混凝土橋梁進行拍攝，由熱影像與可見光影像資訊中分析，找出橋梁可能受損之區域。研究結果中，證實紅外線熱影像結合可見光影像可檢測出橋梁內部剝離區域及外部受損區域，相較人工目視檢測之效率、安全性及靈活度皆相對提高許多。此外，於實驗中發現，當進行受損辨識時，溫度數值效果比直接使用熱影像更佳，在本研究實驗中，距離2公尺時，量測陶瓷目標物誤差可優於 $\pm 1.2\text{cm}$ 。

## 2 「橋梁巡檢」目前所面臨困境之解決方案

### 研究動機

臺灣河川流向多為東西向，阻隔南來北往的交通路線，能橫跨河川的橋梁則成為一個舉足輕重的基礎建設。目前傳統橋梁檢測方法主要為目視檢測，經過專業訓練的橋檢人員透過目視並搭配橋檢車的方式，紀錄橋梁的損害狀況，作為後續評估的依據，而目視橋檢過程不僅危險、耗時、成本高且判斷也較主觀。

### 研究目的

整合熱像儀與相機搭載於無人機，於高空中進行橋梁牆面拍攝，將所得之熱影像與溫度數據進一步分析，針對溫度變化，討論鋼筋裸露或混凝土剝離之熱惰性差異，針對混凝土橋梁牆面剝離及內部受損進行檢測，評估無人機搭載熱像儀於混凝土橋面剝離檢測之可行性及效益。。

## 3 研究方法與系統建置

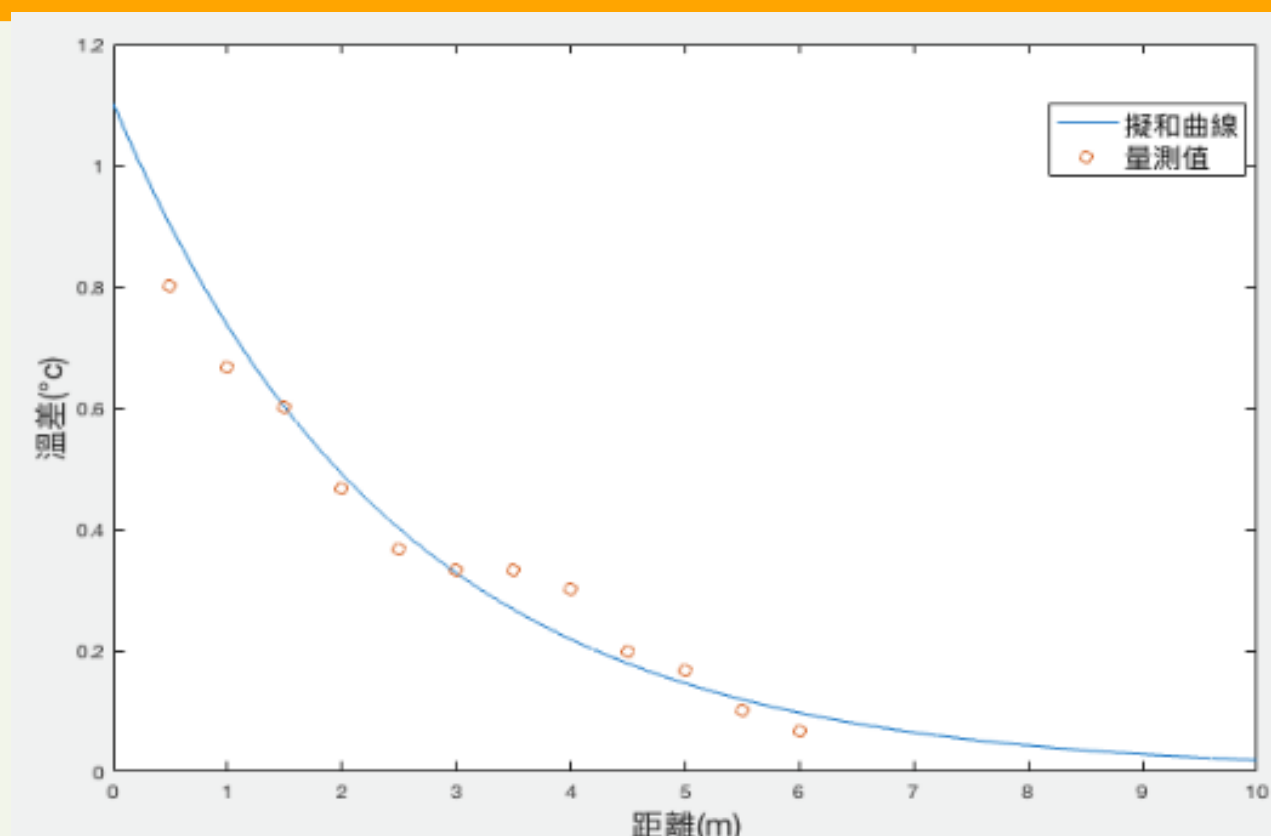
### 研究方法

使用本研究整合之無人機系統，對混凝土牆進行鋼筋鏽蝕及內部受損檢測實驗；依據實驗中分析出的最佳距離及分析方法，在現有混凝土橋梁進行拍攝，並將取得之熱影像資料進行二值化處理，找出橋梁可能為受損之區域，最後以打音診斷法作為真值驗證，評估無人機搭載熱影像應用於橋梁檢測之可行性及效益。

### 系統建置



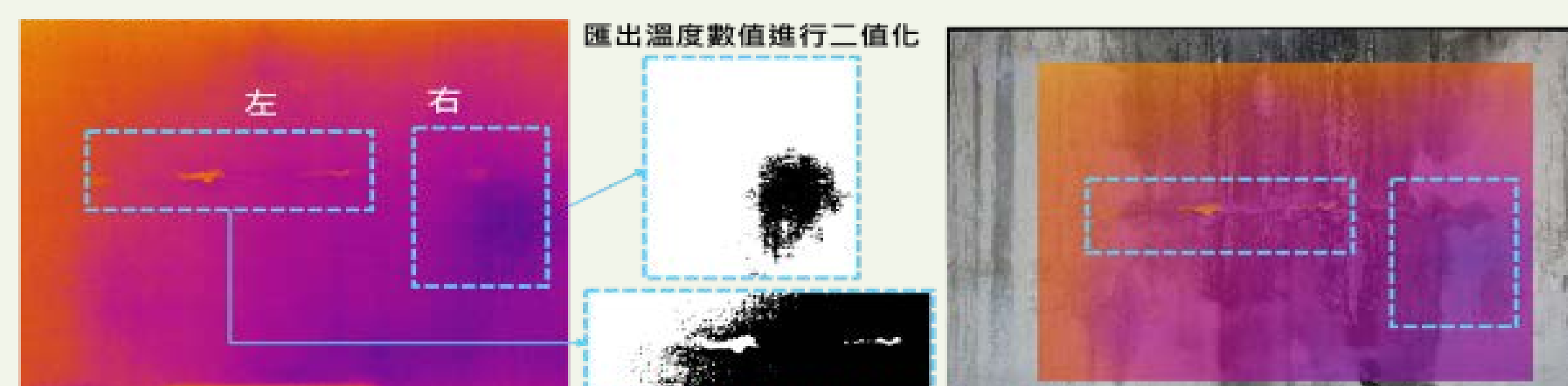
## 4 研究成果



距離與溫度量測值之關係圖

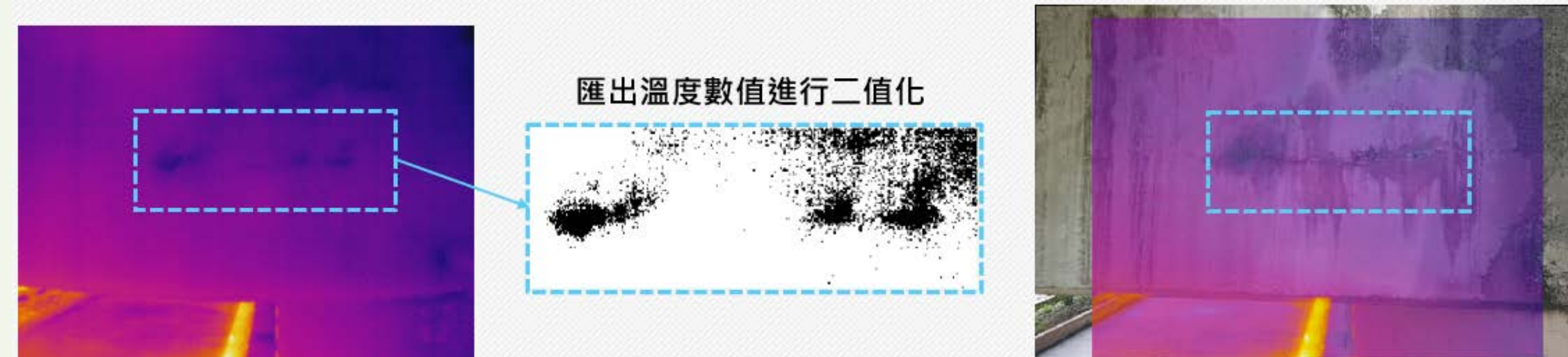
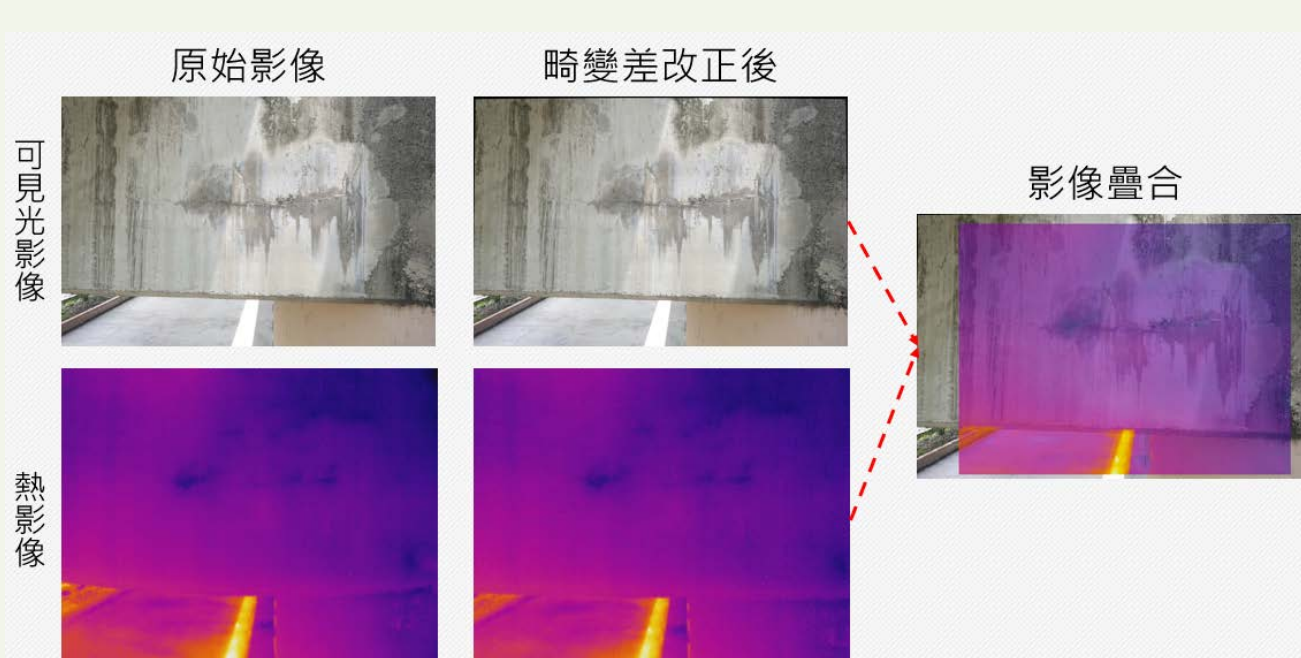


拍攝橋梁現場圖



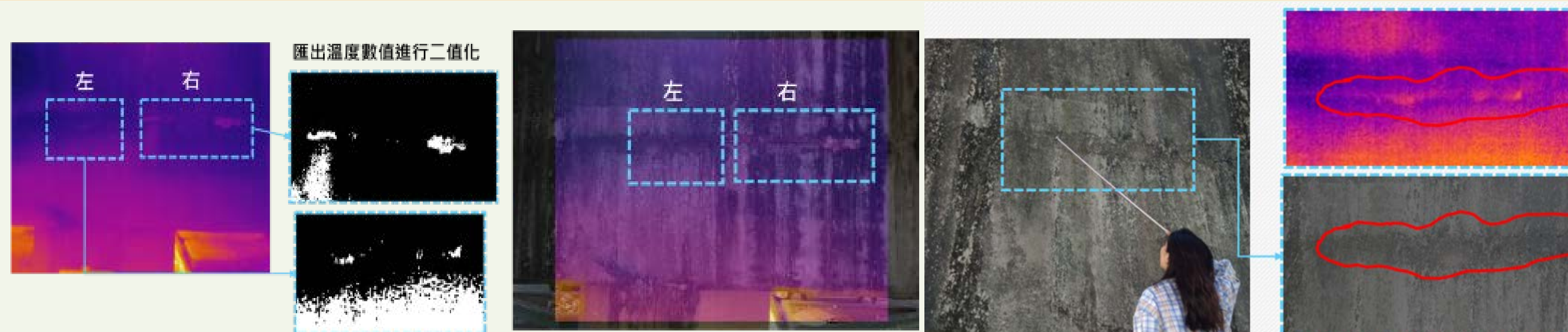
受損A區溫度值二值化圖及疊合影像上位置

在取得橋梁可見光影像及熱影像後，為了使影像能疊合，分別先將可見光影像及熱影像進行畸變差校正，並將可見光影像及熱影像進行影像疊合。



受損B區溫度值二值化圖及疊合影像上位置

受損B區：在靠近目標物進行以目視及打診棒進行檢測時，結果發現熱影像中右側及左側高溫處以目視檢測僅能看出裂縫，但經打診棒敲擊後發現周圍混凝土內部已有明顯剝離，空鼓聲音明顯，受損範圍與熱像儀顯示區域相近。



受損C區打音診斷法示意圖

## 4 結語 - 推廣及運用的價值

- 無人機整合熱像儀與相機於混凝土橋梁進行受損檢測，能找出外部裂縫受損、鋼筋裸露、混凝土剝落及牆面內部潛在問題區域及受損區塊，及早進行維護及補強作業，確保橋梁使用的安全及品質。
- 熱像儀隨著拍攝距離的增加，影像中的目標物也會逐漸模糊，以及目標物及背景之反射率差異等原因，可能使得熱像儀所量測之溫度精度下降，因此無人機搭載熱像儀接近待測物可相對提高檢測精度。
- 採用雙峰法二值化圖像分割時，溫度值相較於熱影像檢測溫差效果更好，於距離兩公尺量測10.8cm之陶瓷目標物時，誤差可優於 $\pm 1.2\text{cm}$ ，建議後續可分別針對其量測精度進一步研究與討論。