

崩塌災害評估與災害評估快速取像系統

Landslide Hazard Assessment and Fast Imaging System for Disaster Assessment

主管單位：國家災害防救科技中心

廖泰杉¹ 黃泰綸¹ 陳佑杰¹ 饒見有²
Liao, Tai-Shan Huang, Tai-Lun Chen, Yu-Chieh Rau, Jiann-Yeou

¹財團法人國家實驗研究院儀器科技研究中心

²國立成功大學測量及空間資訊學系

摘要

由於科技日新月異，人類的生活品質逐漸提高，對於天然災害防治的觀念日益加深，雖然部分天然災害的發生及結束時間可以由氣象報告來預估，但其損害程度常常是無法掌握的，如風災、水災，土石流，其影響範圍通常廣泛，災況變動速率大，災害對環境及人民生命財產的影響量很難及時獲得。一旦發生後，如何在最緊急關鍵時刻蒐集災況的原始面貌，一直是本中心空拍儀器研發之目標。

我們開發的快速四波段同步雙相機取像系統搭載了 2 台各 2400 萬有效畫素的全片幅 CMOS 感測器，具有高感光度、高動態範圍、低雜訊等優點，並包含 R、G、B 和 NIR(Near Infrared)共四種波段，可使用在勘災、國土變遷監測、植被調查或其他科學量測上。

關鍵詞：取像系統、近紅外線

Abstract

Natural disasters always bring a lot of damage to Taiwan. The most of natural disasters can be forecasted by the weather report or other instruments, but the damage of disasters always cannot be predicted.

The double cameras of high resolution 4 wave-length band system will use 24 million pixel numbers high resolution image sensor and electronic integrating. This system includes R, G, B and near infrared (NIR) wave length band. It can be employed in engineering evaluation, image capturing of disaster, environmental research, as well as other scientific projects..

Keywords : Image System, NIR(Near Infrared)

一、前言

由於科技日新月異，人類的生活品質逐漸提高，對於天然災害防治的觀念日益加深，雖然部分天然災害的發生及結束時間可以由氣象報告來預估，但其損害程度常常是無法掌握的，如風災、水災，土石流，其影響範圍通常廣泛，災況變動速率大，災害對環境及人民生命財產的影響量很難及時獲得。此計畫目的，儀科中心整合國內相關技術與資源，針對特用型之災害預警儀器監測系統趨勢，研發坡地潛勢崩塌災害觀測評估儀器與技術，降低坡地防災之成本及提高其時效性。災區大多屬於局部性或區域性之小面積測區，以專業設備進行災況資訊獲取則成本過高，並且災況資訊極具時效性，必須考量設備的即時性及機動性，傳統設備(衛星影像、航空影像)因受其公轉週期及雲層遮蔽等因素限制，及時性與機動性不足，拍照後需做幾何精度修正與正射化等影像處理，時間費時不利防災救災單位迅速作出正確決策。因此，如何在最緊急關鍵時刻，快速蒐集災況的原始面貌，是我們計畫的目標。

二、研究方法與成果

本計畫於102年開發出第一代的快速取像評估系統，其系統搭載了2台各1210萬有效畫素的全片幅CMOS感測器，具有高感光度、高動態範圍、低雜訊等優點，並包含R、G、B和NIR(Near Infrared)共四種波段，系統機構以碳纖維及鋁管材設計製作而成，保有剛性和承載性，又能大幅減輕重量，此系統含4波段相機模組僅重4.6KG，符合旋翼UAV載重限制5KG以下之規範，系統如下圖1所示。



圖 1、第一代快速取像系統

在 102 年 9 月一次雲林坪頂地區航拍任務時，為閃避山區道路上的電線，下降重落地，起落架應聲從中折斷，系統鏡頭直接撞擊地面，造成了鏡頭損毀，如下圖 2 所示：



圖 2、第一代快速取像系統重落地損毀

事後我們檢討，除了操作環境複雜，造成這次的事故，在系統設計上，是否能再強固性一點，尤其是載台的設計部分。故 103 年在第二代系統開發上，進一步針對載台強固性、重量及系統性能上，改進與優化；首先是感測器本體選擇部分，由於科技的進步，新型態的全片幅感測器，已經可以捨棄五稜鏡，讓影像直接投射在 CMOS 上，直接由 LCD 取景，也就是全片幅式的微單眼相機，不僅把體積縮到極為輕巧，更完整保留了全片幅 DSLR 的專業特性及高 ISO 畫質表現，跟第一代系統相比，感測器本體重量一口氣從 995 公克減到 416 公克，變成一半不到的重量，如下圖 3 所示：



圖 3、第一代與第二代取像系統大小比較

在鏡頭選擇上，由於全片幅微單眼相機為新產品，其可搭配的 FE-Mount 鏡頭中，定焦鏡目前只有兩款，分別是 Carl Zeiss Sonnar T* FE 35mm F2.8 ZA 和 Carl Zeiss Sonnar T* FE 55mm F1.8 ZA，其規格表如下表 1 所示，以旋翼 UAV 航高約 600 公尺以下，在考量覆蓋率及地面解析度後，我們選定 Carl Zeiss Sonnar T* FE 35mm F2.8 ZA 為第二代取像系統的鏡頭，如未來採用定翼 UAV，則可選用長焦段定焦鏡，提升地面解析度至公分等級。

表 1、鏡頭規格比較表

		
	Carl Zeiss Sonnar T* FE 35mm F2.8 ZA	Carl Zeiss Sonnar T* FE 55mm F1.8 ZA
濾鏡口徑	49 mm	55mm

光圈	f/2.8	f/1.8
視角	63° (對角)	43° (對角)
光圈葉片數	7	9
直徑 x 鏡長	61.5 x 36.5 mm	64.4 x 70.5 mm
重量	120 g	281g

接著進行近紅線改裝，新的感測器模組像素高達 2400 萬畫素，尺寸為全片幅大小，為能塞進這狹小的機身，電路板層層堆疊，以軟排線互相連結，光是機構拆解就費了好大一番功夫，一不小心可能就會傷到電路板，拆下後的這片 Exmor CMOS 如下圖 4 所示：

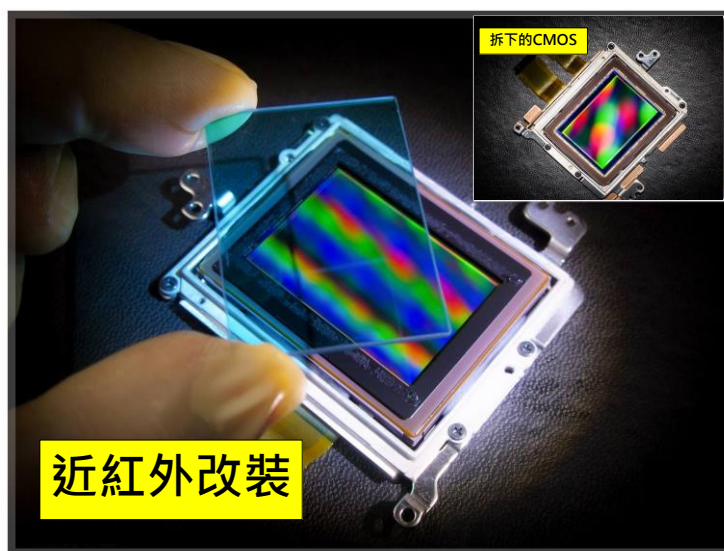


圖 4、近紅外改裝

典型的 CCD 感測器或 CMOS 感測器，光譜響應曲線約 380nm 至 1200nm，可見光波長在 380nm~780nm 之間，光譜響應曲線大於 780nm 低於 1200nm 是 CCD 或 CMOS 感測器可應用的近紅外光範圍，如下圖 5 所示，但是多數的數位相機在出廠時，為了增加色彩的鮮豔度以及降低雜訊，都會在 CCD 感測器或 CMOS 感測器前加裝紅外去除濾波器(IR-Cut Filter)，因此只要透過置換 IR-Cut Filter，加上光路折射率的修正，即可讓數位相機變成近紅外相機，關於選擇何種規格紅外光學濾波器就跟觀測何種物體，水，植物或礦物等特徵波長有關，表 2 為 SCHOTT 紅外光學濾波器光學性質規格，RG 型號表示可使紅外光線透過之紅色和黑色玻璃，RG 後面之數字表示以下範圍之可見光被濾除，如 RG_800 為 800nm 以下可見光範圍被濾除，只通過 800nm 以上之紅外光。

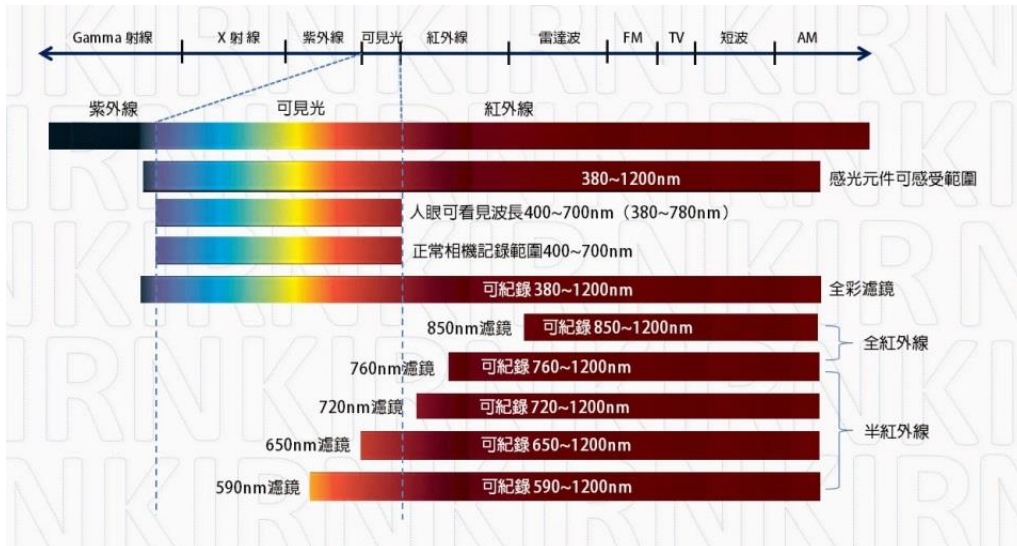


圖 5、光譜圖

表 2、紅外線濾鏡規格表

SCHOTT 型號	以上紅外波長通過
RG_695	695nm
RG_710	710nm
RG_780	780nm
RG_800	800nm
RG_830	830nm
RG_850	850nm
RG_1000	1000nm

最後是機構部分，由於第一代系統四波段感測器部分占了快 4 公斤的重量，為了減輕系統重量，載台採用鋁管材設計製作，的確是達到了 5 公斤內的目標，之後經多次的任務執行，在一次的重落地後折損，造成系統損毀，於是在 103 年的計畫，我們在載台部分採全碳纖維製作，強化剛性，並加上自穩式兩軸穩定雲台，及抗震阻尼，來增進穩定度，如下圖 6 所示：



圖 6、自穩式兩軸穩定雲台

其系統總重量壓低至 2.2 公斤，與第一代系統相比減輕了 52% 的重量，未來在載具的選擇上可以更多元，例如搭載於多旋翼機上使用；以四旋翼為例，在四旋翼機的外尺寸與傳統直升機主旋翼直徑相等的原則下，四旋翼機之載重能力只有傳統單旋翼直升機的一半，但在操控上以四旋翼機較為簡易，在設計及應用上也較有彈性，也是未來應用的主流。因此，減輕一半重量的第二代系統快速取像評估系統，更適合搭載於多旋翼機上使用，下表 3 為第一代與第二代的系統比較表。



圖 7、第二代 4 波段快速取像系統_任務執行與拍攝成果

表 4、4 波段快速取像系統比較表

項目	第一代 4 波段快速取像系統(102 年開發)	第二代 4 波段快速取像系統(103 年開發)
光學波段	R、G、B 及 NIR	R、G、B 及 NIR
感測元件數	1200 萬畫素	2400 萬畫素
重量	4.6 公斤	2.2 公斤
地面解析度(35mm 鏡頭)	優於 12 公分	優於 10 公分

航高 600 公尺)		
穩定裝置	單軸自穩式	雙軸自穩式
記憶裝置	可擴充 64GB	可擴充 256GB
RGB 及 NIR 波段影像拍	< 1/100 sec	< 1/100 sec
攝時間同步誤差		
單次飛行拍攝張數	900 張/次	340 張/次
性價比	中	高

三、結語

財團法人國家實驗研究院儀器科技研究中心應災防中心緊急任務需求觀點，合作開發適用於多軸旋翼機之快速取像評估系統，103年計畫延續102年開發之第一代4波段同步雙相機取像系統，持續精進系統並減輕重量，以符合輕便型UAV之載重限制。本第二代系統於對地高度600公尺，解析度可優於10公分等級，在直徑10公里區域之災區觀測具有很大彈性、經濟性與機動性。

此系統為台灣第一套自主研發系統，其衍生相關檢測專利技術，已技術推廣應用於日成航太公司之委製案，其公司正在發展類似Google街景背包概念的傾斜航拍系統，以用在仿真數碼城市之建置，其中多相機系統部分委託中心來設計與製作，我們採用6台3600萬畫數相機以多傾角類球體的方式設計，用來構成環景攝影，其中多相機同步性可達千分之一秒，並經由實驗室律定場律定後，其鏡頭邊緣偏移量僅有0.22pixel，符合廠商要求0.25pixel以下，其地面解析度亦可達10公分等級。

此外，因近紅外部分可穿透薄雲霧，更適合用於災後第一時間天候不佳的狀態下進行勘災取像，目前技術已實際應用於濁水溪河道變遷觀測，嘉義竹崎山區地層滑動觀測等。藉由103年儀科中心主要成果，希望未來能夠再透過相關計畫持續成果精進與改良，發展更完善之本土化防災儀器與相關實際應用產品，以提昇台灣在防災與儀器產業之優勢。

四、參考文獻

1. 「IMU 感測器整合於四波段同步雙相機取像系統設計」儀器科技研究中心技術報告，2013
2. 「四波段同步雙相機取像系統」第六屆 電子工程技術研討會，2013
3. 「具有 4 波段取像模組之旋翼無人飛行載台」民生電子科技研討會，2013
4. 「高解析度四波段同步雙相機取像系統」儀器科技研究中心技術報告，2013
5. 「空拍正射影像數值地形模型製作與 google earth 整合」儀器科技研究中心技術報告，2013
6. 「具有四波段取像模組之旋翼無人飛行載台」儀器科技研究中心研究報告，2013