



無人機搭載熱像儀於石虎個體追蹤應用之前測

賴玉菁 華梵大學 景觀與環境設計學系
農林航空測量所

為甚麼作石虎調查需要用到UAV搭載熱像儀？



石虎很難找



但是有體溫



名稱	四軸多旋翼無人機		型式	Matrice 210 四軸可摺式旋翼型	
翼展 / 機身長 (公分)	88.7公分		機身空重 (不含燃量 / 酬載)	3.99公斤	
最大籌載 (公斤)	2.15公斤		使用燃料	鋰聚電池	
最大起飛總重 (公斤)	6.14公斤		最大升限 (英尺)	1500英尺	
滯空時間	15分鐘		最大航程	6公里	
最大巡航速度 (哩 / 時)	29.16哩/時		最小巡航速度 (哩 / 時)	1.94哩/時	
爬升 / 下降率 (呎 / 分)	300呎/分		最大轉彎率 (度 / 秒)	60度/秒	
進場速度 (哩 / 時)	1.94哩/時		環境限制 (風速 / 雨量)	6級風、空中遇雨返航降落	
起飛方式	垂直起飛		降落方式	垂直起飛	
遙控方式 / 頻率	2.400-2.483 GHz		導航方式	GPS自主定位導航	
使用頻率保密功能	有 ☐	無 ☒	位置燈/防撞燈	有 ☐	無 ☒
影像傳輸方式/頻率	即時影像傳輸/5.8G		自動駕駛儀	有 ☐	無 ☒
外掛裝備	相機 ☒		熱像儀 ☒		
	攝影機 ☐		其他 ☐		
雷達迴波器	有 ☐		無 ☒		
安全緩降裝置概述	本無人機無安全緩降裝置。				



熱成像系統類型	非制冷氧化釩 (VOx) 微測輻射熱計	
FPA / 數字視頻顯示格式	640 × 512	336 × 256
像元間距	17 μm	
全幀頻率	30 Hz (NTSC) 25 Hz (PAL)	
靈敏度 (NEΔT)	<50 mK at f/1.0	
照片格式	JPEG (8 bit) TIFF (14 bit)	
影片格式	MP4	
數位變焦	2x, 4x, 8x	2x, 4x
可選鏡頭	7.5mm, 9mm, 13mm , 19mm	6.8mm, 9mm, 13mm, 19mm
測溫形式/測溫精度	任意點測溫 / ±10℃~±5℃	螢幕中心點測溫 / ±20℃

測試項目



I. 淺山食肉目動物參考熱影像



II. 山坡地夜間食肉目動物偵測



III. 石虎追蹤個體行為偵測



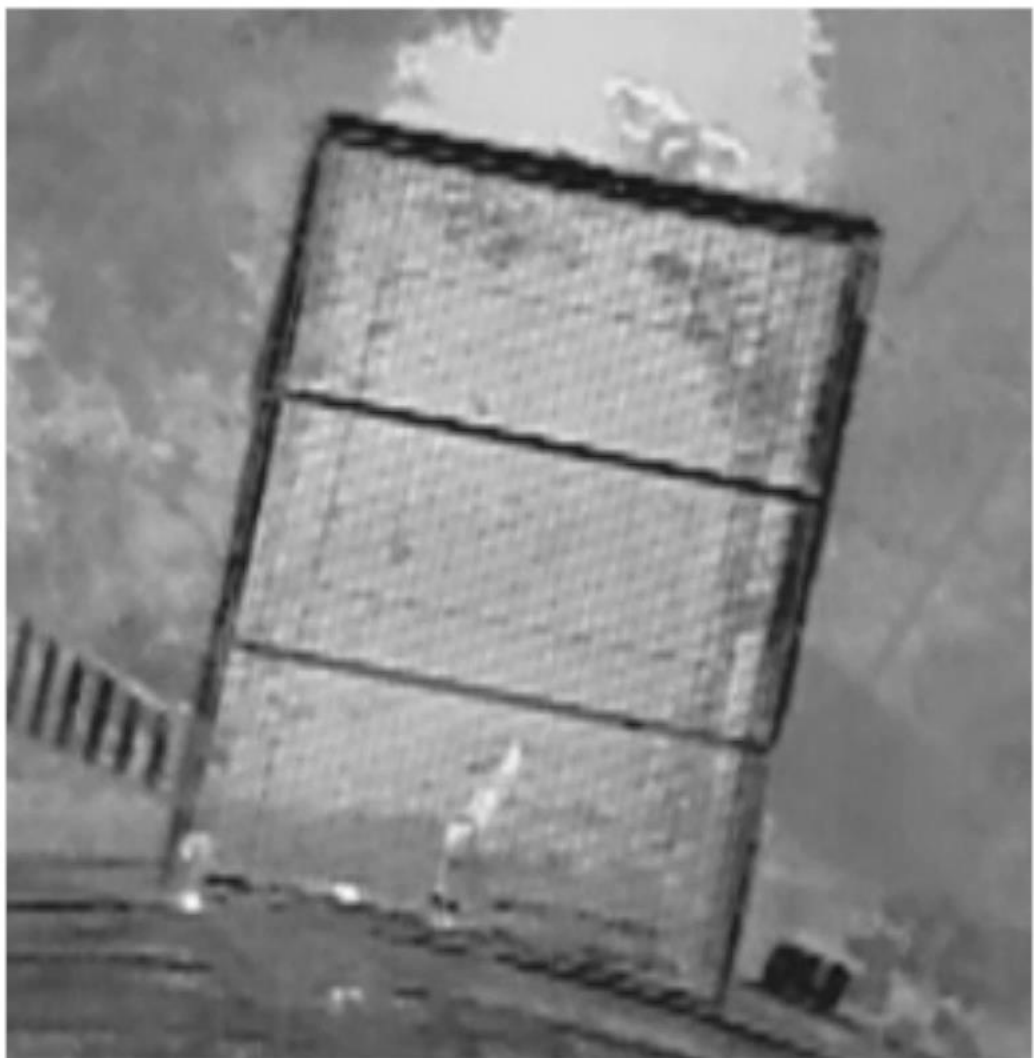
I. 淺山食肉目動物參考熱影像

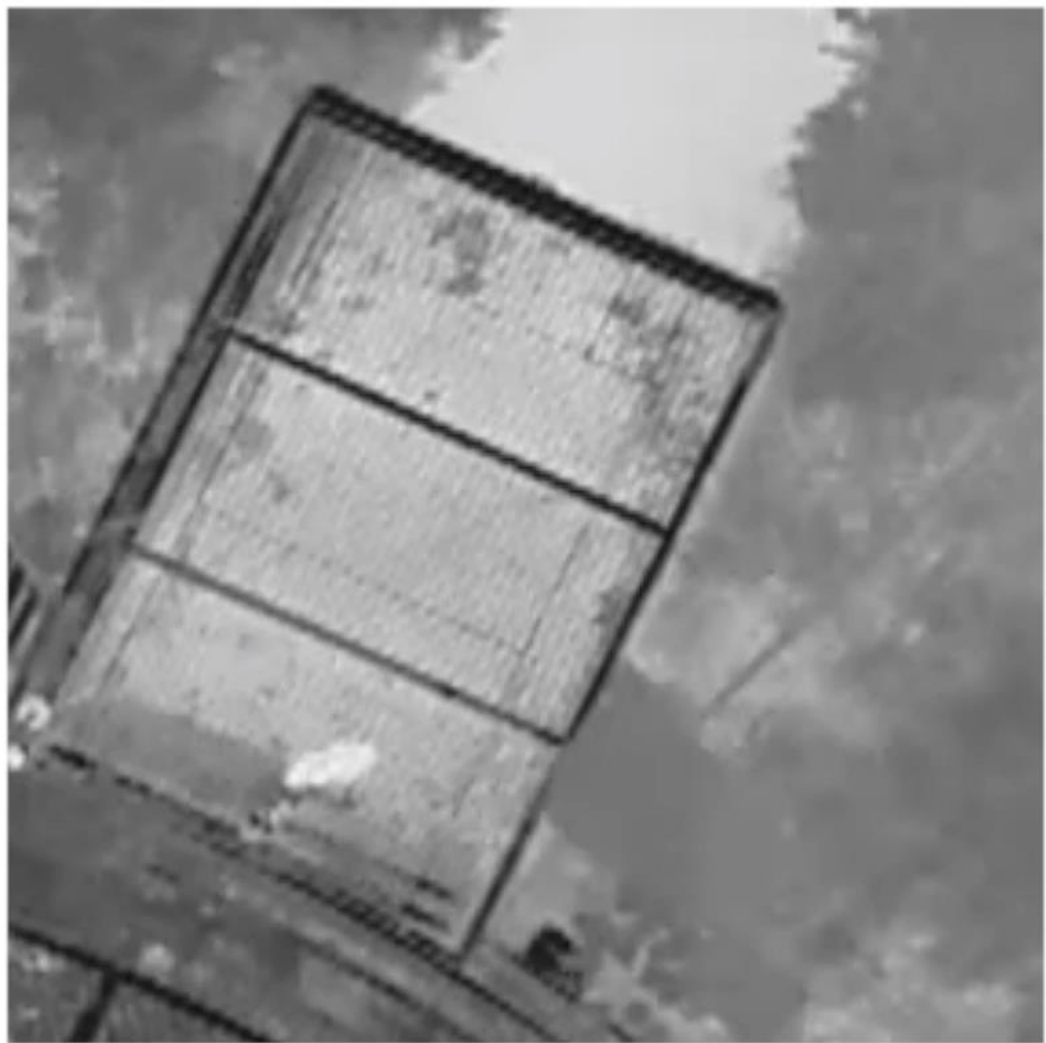
1. 場域：屏東保育類野生動物收容中心
2. 對象：淺山食肉目動物收容個體
 - 1) 白鼻心
 - 2) 鼬獾
 - 3) 麝香貓
 - 4) 石虎
 - 5) 家貓（商借）
3. 任務操作：
 - 1) 於上方通視籠舍內架設紅外線攝像機以紀錄物種影像
 - 2) 將物種分別移置籠舍進行拍攝
 - 3) 航高：50m、45m、40m、35m、30m、25m、20m、15m、10m
 - 4) 觀測各航高影像辨識度與物種受 UAV 影響程度

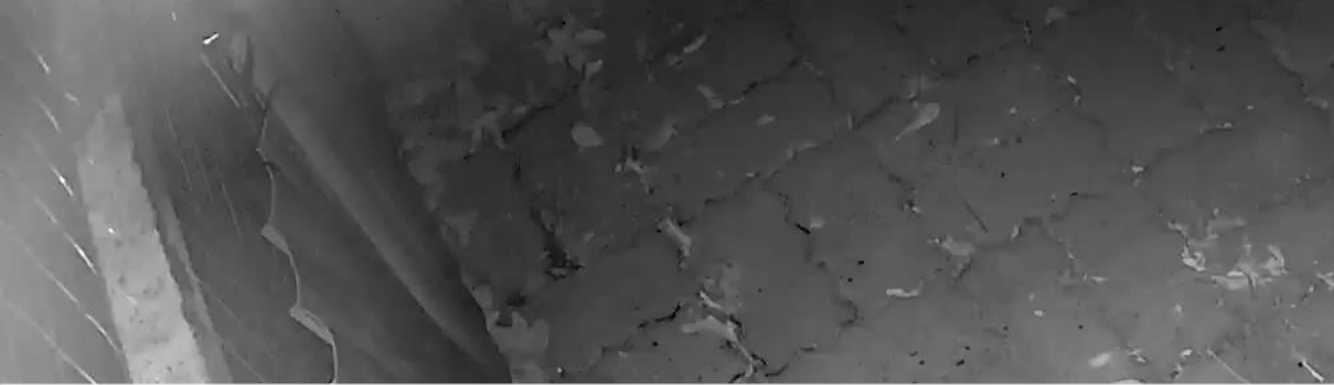




[] 2019-06-21 FRI 01:28:54AM









看來鼬獾很緊張 受干擾度較大



相較之下，石虎會追老鼠，應該受干擾度較低



結果

- I. 熱影像可以大致區分淺山食肉目動物
 - 尾行、尾長、體長、比例、行動
 - 航高以約 15m 辨識度最佳
 - 貓科動物（流浪貓 vs. 石虎）目前無法明確區分
 - II. 個體會受 UAV 干擾
 - 各飛航高度並沒有明顯干擾程度的差異
 - 個體在後期通常選擇靜滯不動
 - 鼬獾從50m 到拍攝最後，都不斷緊張移動
 - 石虎與貓相對就較為穩定
- ✓ 後續：應完成家貓的熱影像確認

II. 山坡地夜間食肉目動物偵測

1. 場域：苗栗卓蘭已知有石虎活動之山坡地

2. 對象：夜間活動食肉目動物個體

3. 任務操作：

1) 完成飛航申請

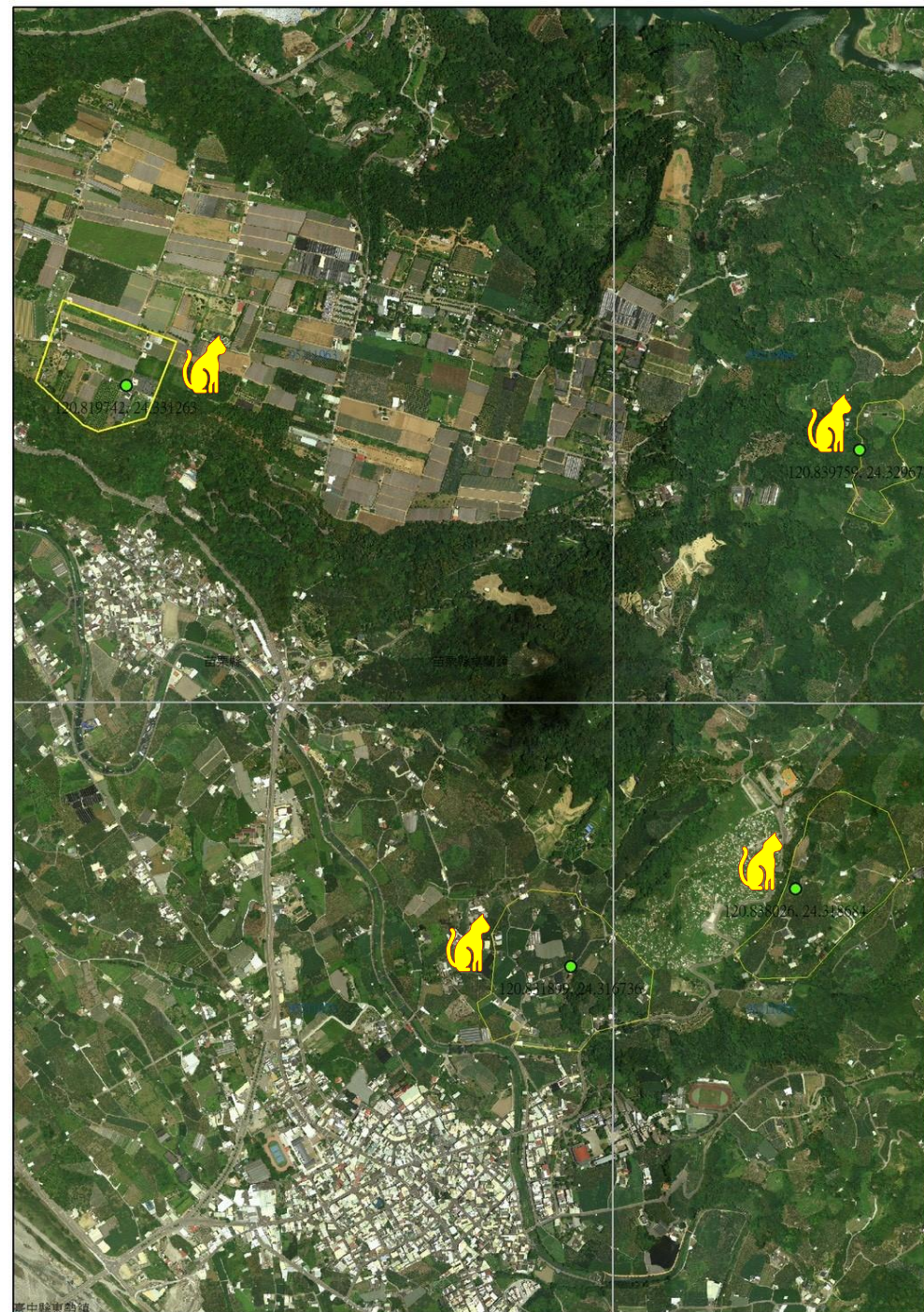
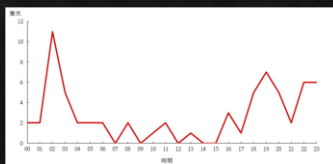
2) 於日間現場確認飛航環境並設定航線

3) 6 pm 工作人員平均分散現場與區域待命

4) 於石虎活動高峰時間執行夜間進行熱影像拍攝 (7pm 、 10pm 、 2am)

5) 發現物種影像懸停觀察，必要時下降錄影

6) 發現物種影像後指揮最近待命人員勘查確認

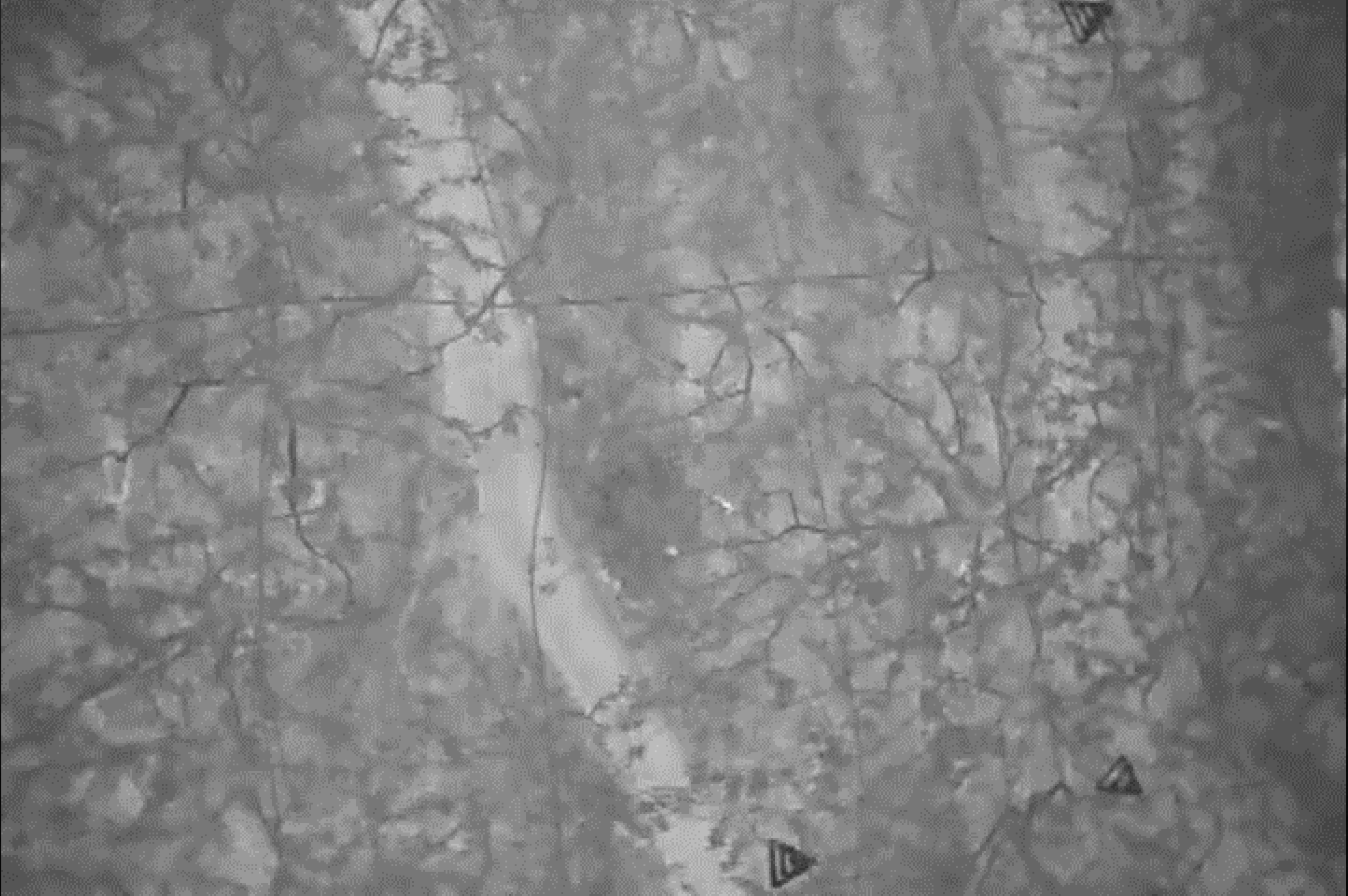


犬隻可以清楚辨識

並且會持續試圖躲開空拍機



果園內的貓科動物可以清楚判釋，而且在習慣空拍機後會較為穩定。果園並不會完全遮蔽影像。





河灘地的貓科動物可以清楚判釋，
而且在習慣空拍機後會較為穩定。



河灘地的貓科動物在降低空拍高度後，
會抬頭確認，
但並不竄逃。

結果

- I. 熱影像可以清楚辨識自由活動犬隻與貓科動物
 - II. 個體初期會受 UAV 干擾但視飛行模式而有不同反應
 - 不同飛航高度並沒有明顯干擾程度的差異
 - 依物種與個體而有干擾度的差異
 - 依行為反應可以快速區分物種
- ✓ 後續：飛手應能留意個體的反應，並即時因應個體行為調整飛航模式。

III. 石虎追蹤個體行為偵測

1. 場域：苗栗卓蘭 石虎活動領域
2. 對象：追蹤個體 MZF04
3. 任務操作：
 - 1) 完成飛航申請
 - 2) 於日間現場確認飛航安全
 - 3) 同時進行無線電追蹤定位
 - 4) 個體所在位置上方空中懸停
定點拍攝熱影像





當日日間溫度太高，導致河床溫度較高，
即使確定各體的位置，仍無法辨識個體



結果

1. 地表溫度太高讓熱影像無法分辨背景與動物。
 2. 懸停位置太高無法辨識活動個體，懸停位置太低無法涵蓋全景不利搜尋。最後以傾角執行拍攝。
- ✓ 後續：季節與拍攝背景影響熱影像辨識度，入秋後陰天可能是比較好的選擇。在執行夜間拍攝前，可利用家貓個體先進行辨識度的確認。



本計畫承
交通部民用航空局
陸軍航空特戰指揮部
桃園國際機場航管塔台
高雄國際機場航管塔台
支援協助，僅此致謝！

感謝各位聆聽...

