



無人機最新發展現況— 探索在司法/犯罪防治領域可能應用

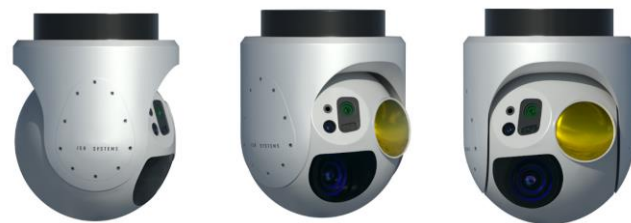
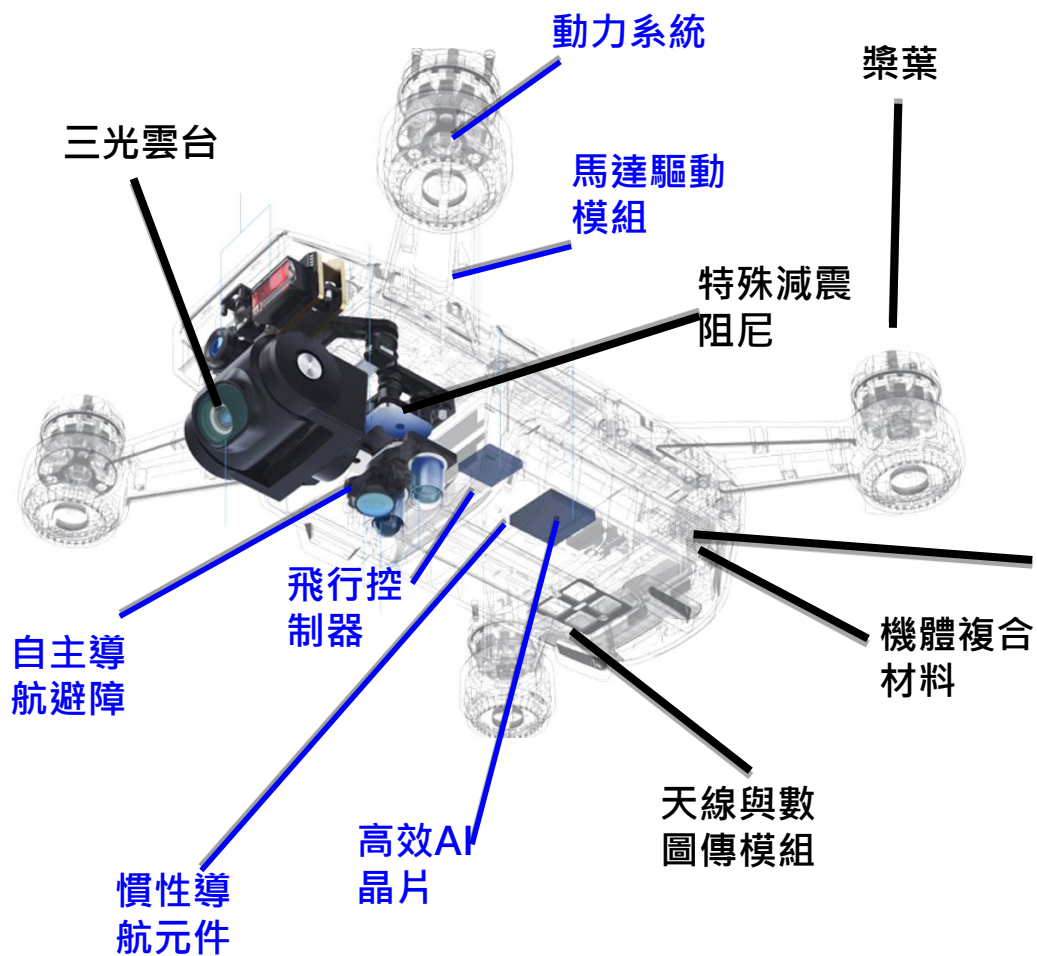
金屬工業研究發展中心
航太智慧科技研發組

楊光勳

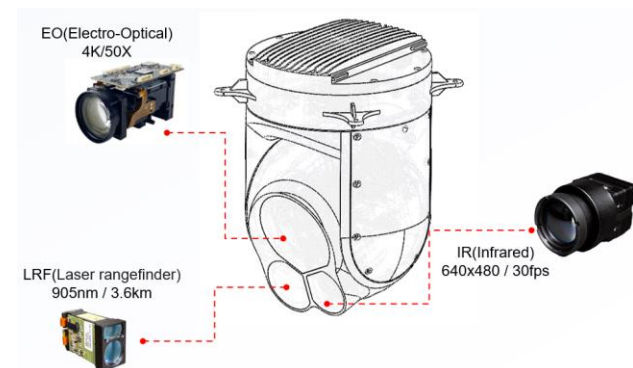
發展無人化、數位化與智慧化移動載具應用技術



無人機具系統組成(I)



光學酬載(三光)



手持遙控器



地面站

無人機的形式



旋翼型



定翼型



定旋翼型

	Fixed Wing Drone	Rotary Drone	JOUAV VTOL Drone
			
Operation Range	✓	✗	✓
Payload Capacity	✓	✗	✓
Flight Time	✓	✗	✓
Takeoff and Landing Vertically	✗	✓	✓
Ability to Hover	✗	✓	✓
Ease-of-Use	✗	✓	✓

無人機應用優勢

為什麼傳統安全技術無法全域保護？

傳統的實體安全方法不足以全天候保護指定區域的每個角落：

- ◆固定式攝影機和電子感測器存在死角不具機動性。
- ◆保全人員無法立即快速部署。
- ◆區域越大，則需要越多的人力、越多的設施和越多的巡邏時間。
- ◆缺乏對未知環境的掌握導致反應延遲並增加人為風險。
- ◆環境的即時狀態和動態資訊無法即時分享和廣播。
- ◆機動性高可建立臨時性的網路與移動觀測站

無人載具對安全防護的優勢：

能夠即時監控安全威脅並迅速回應，延遲的緊急應對可能會加劇安全的風險，從而增加風險和潛在損失。優點包括：

自動巡邏 - 更頻繁地覆蓋更多地面

威懾 - 無人機可以遏制犯罪活動並有助於緩和局勢

現場檢查 - 利用無人機檢查安全資產並偵測漏洞

關鍵反應 - 偵測事件發生的時間並利用無人機作為第一觀測站來安全地評估情況。

提高人員風險降低維護成本。(比傳統保全服務低 60%)



應用案例：透過無人載具監視識別異常活動

無人載具具有獨特的能力

可以協助團隊可能無法立即發現的潛在威脅指標。例如，無人機可以掃描人群，發現異常動向、未經授權的個人進入禁區、或人群密度驟然增加等可能潛在騷動的情況。亦還可以監控可疑行為，例如在安全區域附近徘徊的個人或停放在不尋常位置的車輛。

增強動態環境中的感知能力

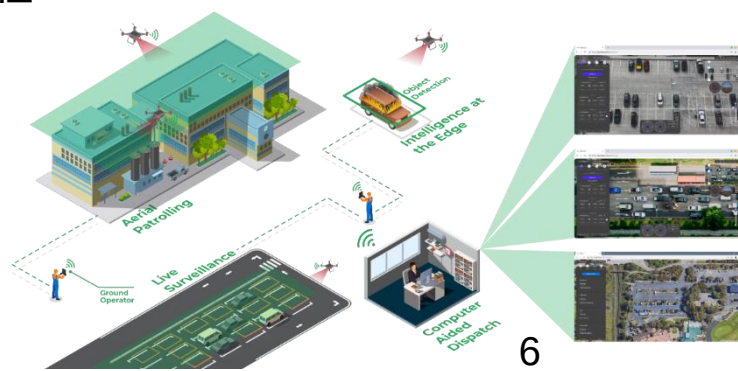
動態環境，例如擁擠的公共活動或城市地區。無人機透過提供周圍環境的即時監測並且透過感測器的應用來增強態勢感知，使能夠追蹤各種現場環境的變化、或潛在威脅的移動的變化。

利用無人機支援制定臨時應變計劃

無人載具在加強這些臨時性的應變計畫方面發揮關鍵作用。透過利用其繪製大面積地圖和提供全面鳥瞰圖的能力，無人載具使團隊能夠識別和保護關鍵的逃生路線、集結區和脆弱區域。在準備應對緊急疏散或高風險環境中的意外威脅等情況。

無人載具支援即時回應策略

在主動威脅期間，無人機是不可或缺的，因為快速決策和精確反應至關重要。他們的空中視角讓安全團隊可以全面了解情況，從而追蹤潛在侵略者的動作、監控人群動態並即時評估環境因素。此功能可確保反應不僅迅速，而且具有針對性。



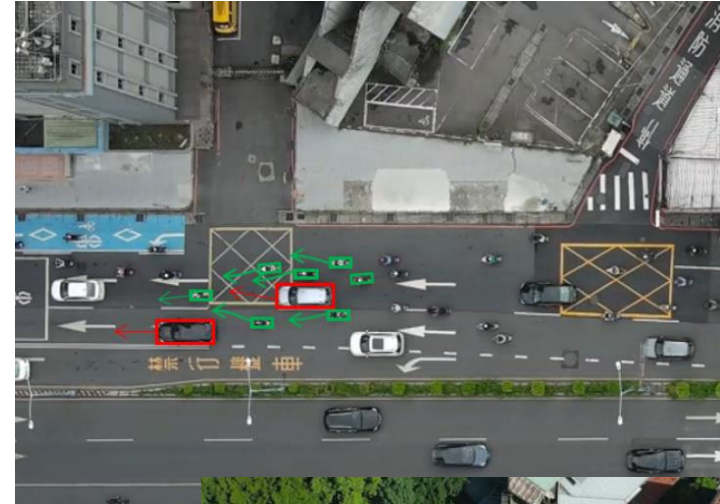
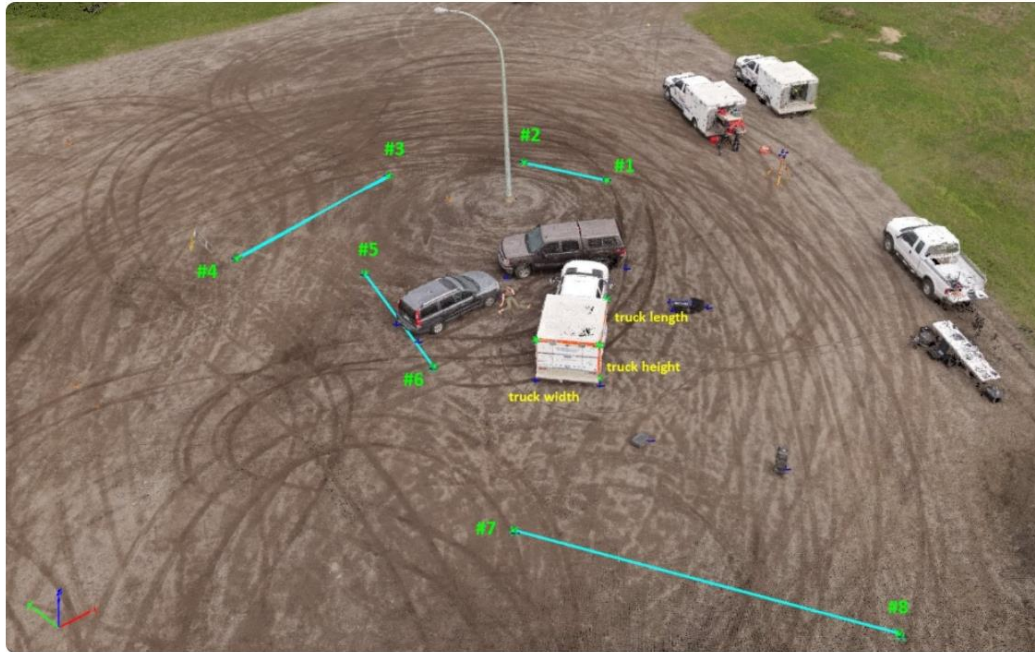
應用案例：無人機在公共安全領域的應用

交通事故重建

事故重建是無人機在公共安全領域最新、最具創新性的用例之一。在無人機的這種應用下，事故現場可以透過其攜帶的感測器陣列精確重建。機載和可配置感測器利用光達和高解析度攝影機捕捉事故現場的詳細 3D 模型，並創建現場的數位孿生，保留最微小的細節。有了事故現場的精確 3D 模型，執法人員可以更快地開展工作，並透過數據模擬重建進而降低在同一地點發生更多事故的風險。

無人機空拍應用於交通安全分析

可應用於路段/路口之無人機空拍作業程序與交通衝突分析與風險行為偵測協助道路管理機關診斷道路交通衝突並進行改善，共同提升道路交通安全。



應用案例：無人機在巡檢上的應用

設施檢查

無人機可以到達屋頂、塔樓、管道和電線等難以進入或危險的區域，從而提高安全檢查效率，且不會危及人員安全。

橋梁：結構完整性評估、裂縫及腐蝕檢測

建築物：立面檢測、屋頂檢測、內部結構評估

電線及電力基礎設施：檢查毀損電纜線、電塔狀態評估

油氣田及煉油廠：溢漏檢測、監控管線完整度、因應物理或環境威脅

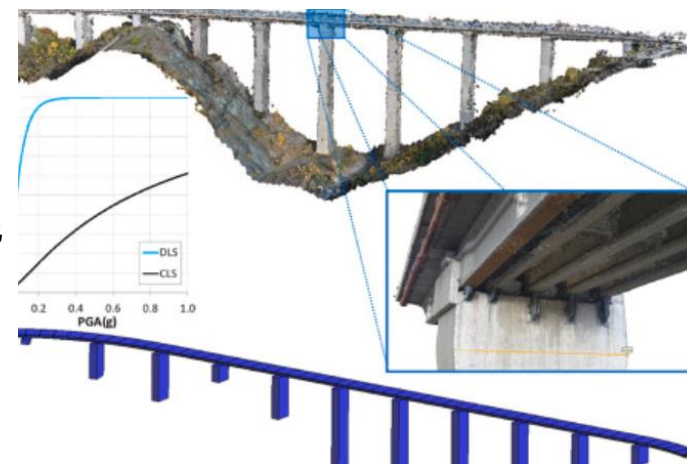
風力發電機：葉片巡檢、風機結構評估

太陽能板與太陽能場：太陽能板損壞檢查、電路連接檢查

鐵軌與鐵道基礎設施：鐵道完整性檢查、枕木巡檢

水壩與水庫：結構完整性評估、溢洪道檢查

工業設施：機械巡檢、建築物結構評估



通訊創新應用技術

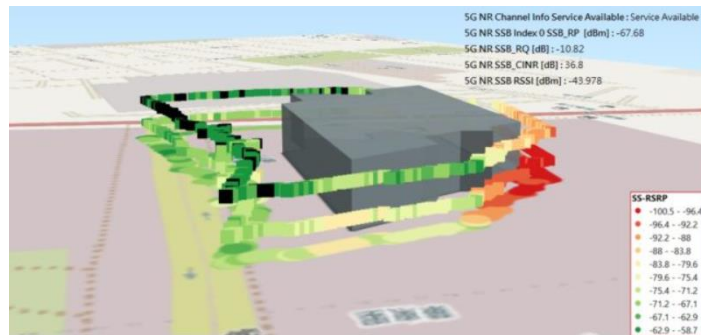
通訊相關應用

需求

以無人機進行三維空間網路訊號分析來建構5G網路建置劃時代的全新概念。透過高空無人機搭載5G通訊測試儀器，360°環繞進行5G基地台無線訊號量測與干擾源分析，並結合電信業者大數據與AI技術，在短時間內即可完成3D訊號涵蓋立體模型，提供網路建置規劃、訊號涵蓋最優化建議，

解決方案

完成「三維空間網路優化」的概念性驗證，配合電信業者建置5G基站，將搭配無人機以360°環繞無死角的方式，收集高空基地台的無線信號與干擾源分析資訊，即時提升網路維運效能，並優化高樓層行動通訊的訊號品質，讓5G基地台建置一步到位，全面加速5G開台進程。



遠傳5G應用方案



高承載系統>40kg長滯空/通訊中繼



不同於傳統的2D平面路測，本次運用無人機以360度環繞無死角的方式，收集高空基地台無線信號及干擾源分析，即時提升網路維運優化（optimization）的效能，並達成高樓層行動通訊訊號品質的優化。

魚塭養殖創新應用技術

魚塭養殖相關應用

需求

因人口老化、一人須管理多池、漁塭範圍廣且網路訊號普遍不佳等因素，漁民希望可即時查看各項影音資訊 (如魚吃餌狀況、魚泳姿現狀)，以減少人員奔波查看並且可進行數據分析和預測，自動化和遠端操作、健康管理和疾病預防。全球漁業AIoT市場亦持續增長，台灣漁業與具優勢的資通訊科技結合，深具發展潛力。

解決方案

自動取樣酬載介面設計：搭載水質分析儀並具備垂直佈放/回收裝置；可定點佈放定位精準度達<3cm、佈放長度30m並可依循無人機飛行高度誤差自主調節佈放長度，整機重量<25kg。

槳葉降噪設計：載體具備飛行噪音<70dB、IP65。

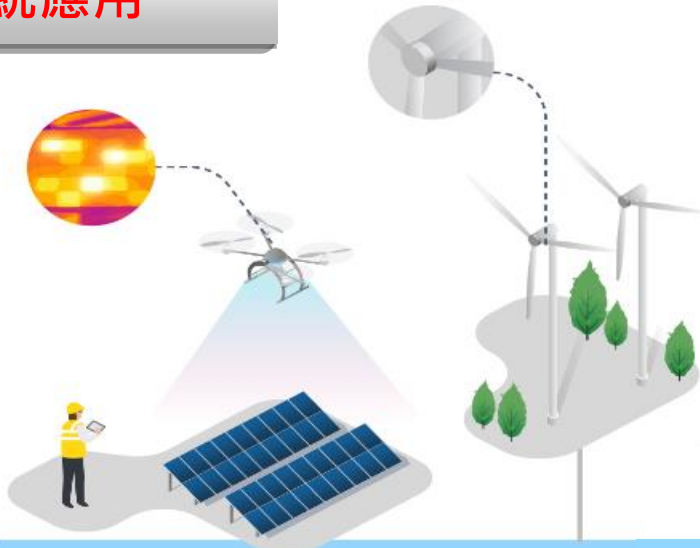
互動式飛行控制巡檢：至魚塭重要取樣點如水車、餵食區或進水口進行至少3個點位精準取樣，取樣位置誤差小於1米

視覺化水質數據監控管理平台：養殖資料存取開放式管理介面，建置含水溫、pH、溶氧、ORP、鹽度、導電度等水質數據監控平台，提供異常警示、視覺化介面及漸層渲染方式呈現



電力系統巡檢應用(I)

電力系統應用

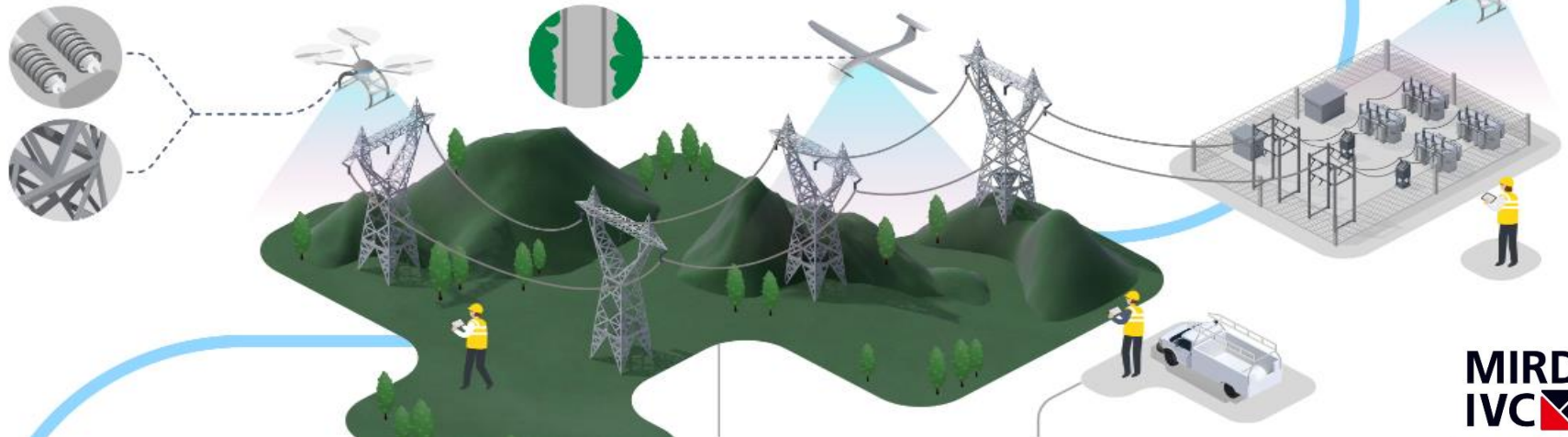


30分鐘內有效找出運轉風機的小裂縫、塗層和油漆剝落、雷擊影響、外觀缺陷與撞擊等，可檢測到小至 4mm 的缺陷。無需停機。

快速巡檢：混凝土樁、鐵塔、基座、斜拉線、變電設備；

精細巡檢：拉線、線夾、連接器、陶瓷礙子、彈簧銷等巡檢內容；

與台灣電力公司合作進行電力系統進行檢測、主要集中在系統的可靠性，包括特定高海拔，以及在高壓輸電線路特殊電磁環境下，正常運作能力。



無人載具自動化電力系統檢測技術

電力系統應用

需求

目前台灣高壓輸電系統因電廠設置地區之受限，輸電鐵塔經常位於偏遠或山區，很多地方都沒有正式的道路，巡檢人員需要翻山越嶺涉水，檢測不易，費力費時且危險，特別是有些特殊安全性問題以目視也難以發覺，如塔基結構、絕緣礙子、電塔結構、輸電電線等異常，亟待科技來協助克服困難點。

解決方案

完成系統的可靠性，包括特定高海拔以及在高壓輸電線路特殊電磁環境下，無人飛行載具仍具有自動飛行、智慧巡檢之正常運作能力，建立國內以無人飛行載具進行台電高壓電塔電力智慧巡檢案例。透過本系統的開發以取代高屏供電系統透過直升機巡檢方式提升安全性。

技術特色：高續航力、大面積即時監測、克服地型起伏AI辨識技術。



螺栓穩定性檢查



AI即時判別無需後端處理



間觀測火花現象

無人載具自動化綠能檢測應用(I)

再生能源巡檢應用

需求

國內科技公司運用AI智慧科技在再生能源運維工作，經無人載具應用成果對國內再生能源可提供最佳之運用，**國內運維公司希望藉由無人載具的開發提供再生能源全生命週期之專業電業服務降低成本提升安全性**。在再生能源之運轉維護工作上，有別於傳統作法，運維公司係以AI智慧科技進行快速且精準之巡檢及維修。

解決方案

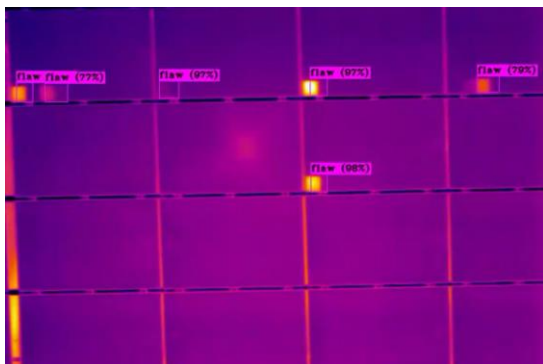
光電巡檢時，定位精度誤差可達10 cm，檢測後可識別，分類，定位至少11種缺陷，傳統人工巡檢每天光電模組片數約2400片，利用無人機進行巡檢工作，**每日可執行分析約可達135,000片，效率可提高50倍以上**。

風力發電巡檢時，可檢測小於10mm之風機葉片缺陷。傳統葉片檢查工作需配合使用高空作業車，每日檢查風機數量最多2部6支葉片。利用無人機檢視風力機組葉片狀況每日最多可達8部風力機組24支葉片，**相比傳統作法之效率提高3倍，除減少檢查工作人力外，也不會因機組停機造成發電損失**。

技術特色：AI/AR智慧及時判別、高穩定運作不受環境干擾、全自動檢測。



榮獲 2020RD 100 光電案場可分類至少11種以上瑕疵



AI即時判別無需後端處理

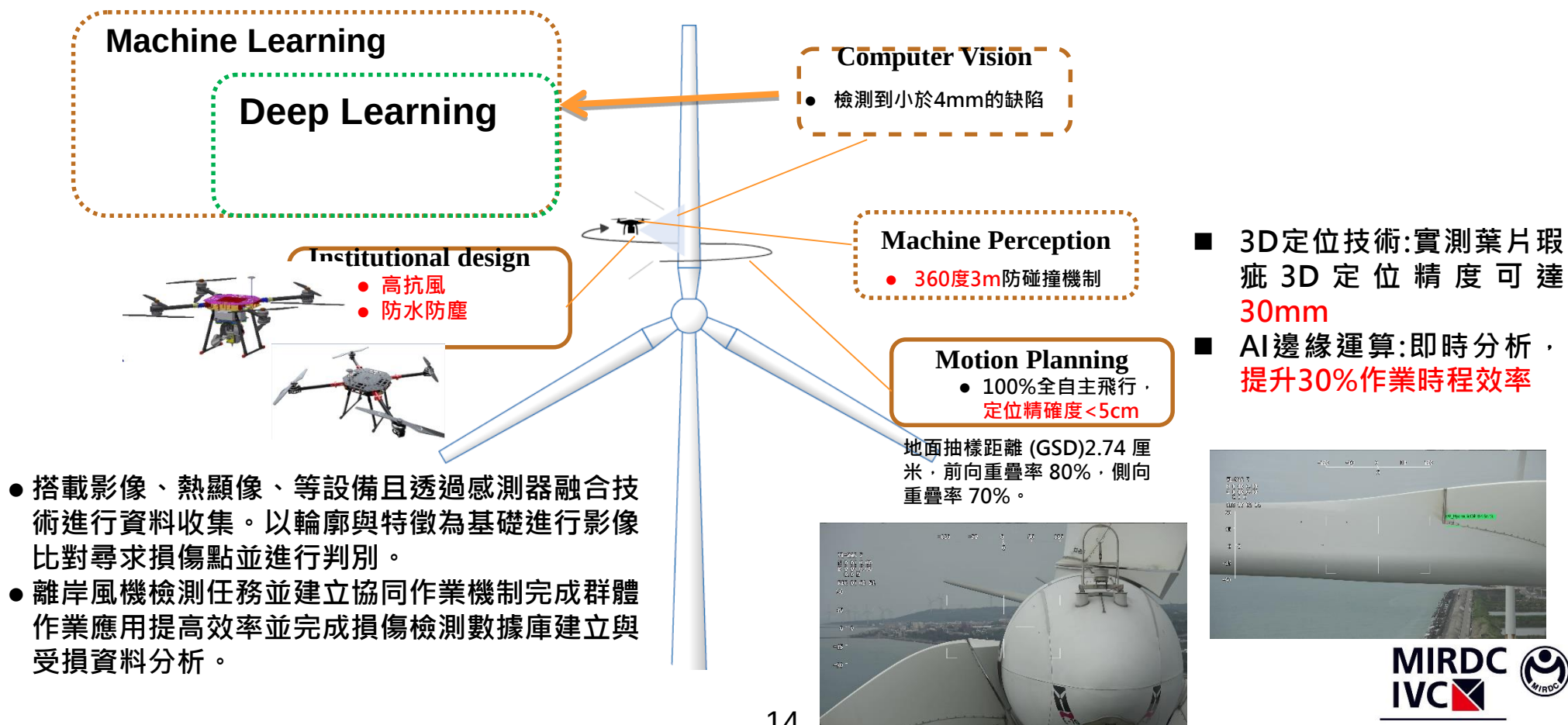


搭配AR技術快速檢測

無人載具自動化綠能檢測應用(II)

再生能源巡檢應用

- 滿足**作業人員安全與全天候、不停機狀態下**之離岸風機葉片**快速檢測**技術。
- 建立自動化檢測技術以降低維護成本進而降低離岸風電整體發電成本。



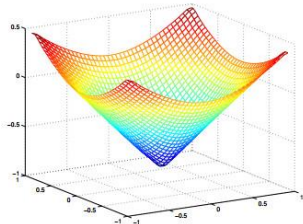
高穩定性技術(I)

穩定性控制技術

自主適應性姿態調節策略隨著酬載的變化即時調節系統運作控制參數，即使負載大幅度變化或運動中負載提升運作效能與穩定性。

Lyapunov function candidate

達到全域穩定的分析



採用適應性控制策略
及時透過系統狀態進行
控制參數調節策略

$$u_1 = \frac{1}{b_1(x)}(-f_1(x) - c_1 e_2 - k_a S_1 - \text{sgn}(S_1) \sum_{i=1}^l \hat{\alpha}_{1i} \omega_{1i}(x))$$

$$u_2 = \frac{1}{b_2(x)}(-f_2(x) - c_2 e_4 - k_b S_2 - \text{sgn}(S_2) \sum_{k=1}^p \hat{\alpha}_{3k} \omega_{3k}(x))$$

$$u_{sw} = k(S_1 + S_2)$$

$$\dot{k} = \begin{cases} k^{(\frac{1}{2}n+1)} \Omega_{ad} & k > 0 \\ \sigma & k = 0 \end{cases}$$

$$\Omega_{ad} = -u_{sw}(b_1(x)S_1 + b_2(x)S_2) - (S_1 b_1(x)u_2 + S_2 b_2(x)u_1) - \sum_{j=1}^r \hat{\beta}_{2j} \omega_{2j}(x)|u||S_1| - \sum_{h=1}^w \hat{\beta}_{4h} \omega_{4h}(x)|u||S_2|$$

強健性控制
法則

具強健性整體控制法則

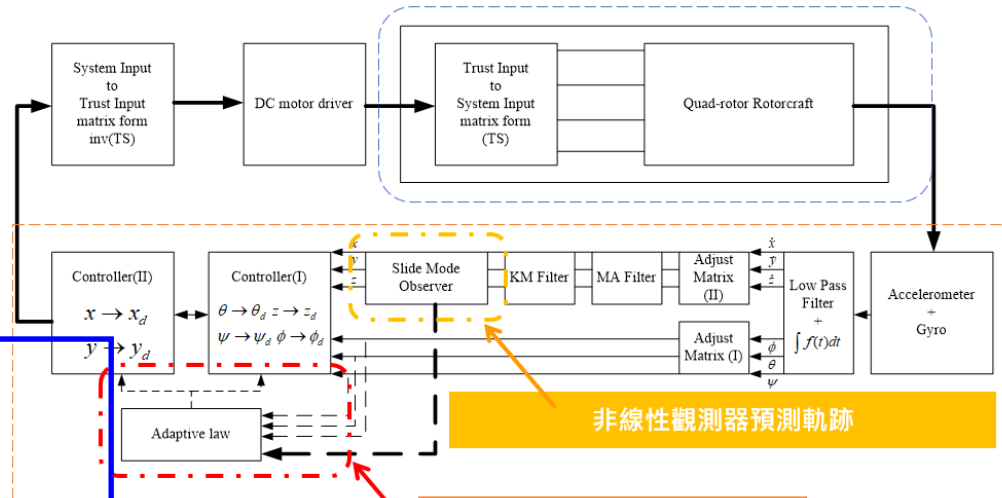
適應性控制參數調節模式

非線性觀測器預測軌跡

飛行器MBD模型

MBD模型

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= (f_1(x) + \Delta f_1(x)) + (b_1(x) + \Delta b_1(x))u \\ \dot{x}_3 &= x_4 \\ \dot{x}_4 &= (f_2(x) + \Delta f_2(x)) + (b_2(x) + \Delta b_2(x))u \\ &\dots \end{aligned}$$



$$\dot{\hat{\alpha}}_{1i} = \Gamma_{1i} |S_1| \omega_{1i}(x)$$

$$\dot{\hat{\alpha}}_{3k} = \Gamma_{3k} |S_2| \omega_{3k}(x)$$

$$\dot{\hat{\beta}}_{2j} = \Gamma_{2j} |S_1| \omega_{2j}(x) |u|$$

$$\dot{\hat{\beta}}_{4h} = \Gamma_{4h} |S_2| \omega_{4h}(x) |u|$$

適應性參數
調節策略

遠洋漁業創新應用(I)

遠洋漁業應用

可在惡劣環境中運行
(抗風14-15m/s)

支持AI影像辨識
(泡沫、海鳥、船、魚群)



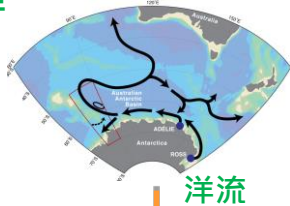
圖數傳資訊可達30km

- 大幅降低成本。
 - 提升安全性。
 - 可連續工作不休息
 - 提供魚探長即時影像資訊準確判斷。
 - 降低過度捕撈的風險。
 - 降低不必要的航行。
- (遠洋漁船每小時的航行費用約為1,000 歐元。)

- 月租金6萬美元/月(約180萬台幣)，價格昂貴。
- 高度依賴人員經驗，且海上環境需冒生命危險。
- 均由國外飛行員操作工作時數受到限制(溝通上的困難)

無人機取代

可搭載6DOF平台起降
或捕捉網起降
(船速6-10節)



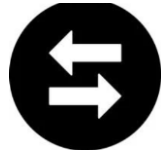
海鳥雷達

衛星聲納浮標

- 現行商用無人機系統無法於海上環境運作
- 現行系統屬封閉狀態，無法直接對應遠洋漁船使用需求開發
- 無人載具缺乏穩定起降平台，無法於船舶上起降

遠洋漁業創新應用(II)

遠洋漁業應用

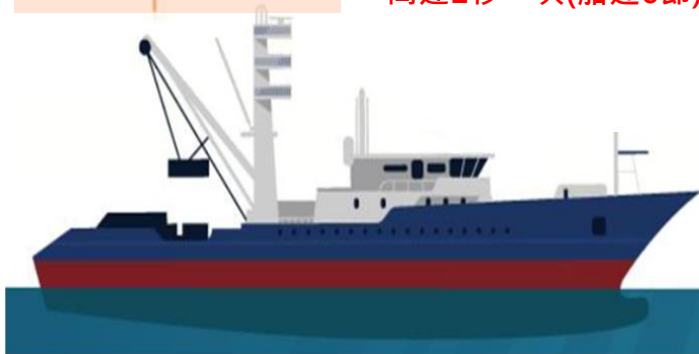


快速收納/快速更換
(10分鐘部屬完成)



可搭載6DOF平台起降
或捕捉網起降
(船速6-10節)

多維載體起降作業穩
定性技術



支持AI影像辨識
(泡沫、海鳥、船、魚群)

支持動態變動返航點功能
高達1秒一次(船速6節)



純電系統/可回收(浮在海面)



探測型

高度適應性控制系統
技術



載重型



彈射型



續航時間1.5-2hr
(半徑150m盤旋測試)

海上作業載體遠距通
訊抗干擾技術



圖傳影像1080P/可搭配光學變焦鏡X18-X30
亦可搭配GOPRO
(圖數傳資訊可達30km)



(實際測試30km)



ground control station(GCS)
(監控、魚群熱點標記與航線規劃
衝網降落任務自動化執行)



可在惡劣環境中運行
(抗風>12m/s)

山難救助應用

多維度山難救助應用(I)

- 搜救困難點：
1. 搜救單位**人力不足**以及**救援前置時間過長**且**無法快速定位**，延誤黃金救援時效。
 2. 山區**無線電通訊品質不佳**，造成搜救人員互相聯繫之困難，延誤救援時效

需解決的問題

傳統

山難者搜尋不易
無法快速判斷處置方案
山區搜尋不易效率差耗人力
環境惡劣情況下無法搜救

解決方案

創新

快速搜尋
可快速辨識登山者的生理狀態
快速起降/遠距即時/精準救援
可於惡劣環境運作

作業程序

STEP 1：大面積搜索。小範圍定位。生理資料收集。
通知後勤。

STEP 2：依循所收集資訊進行物資空投/指導緊急處置方案。

優勢

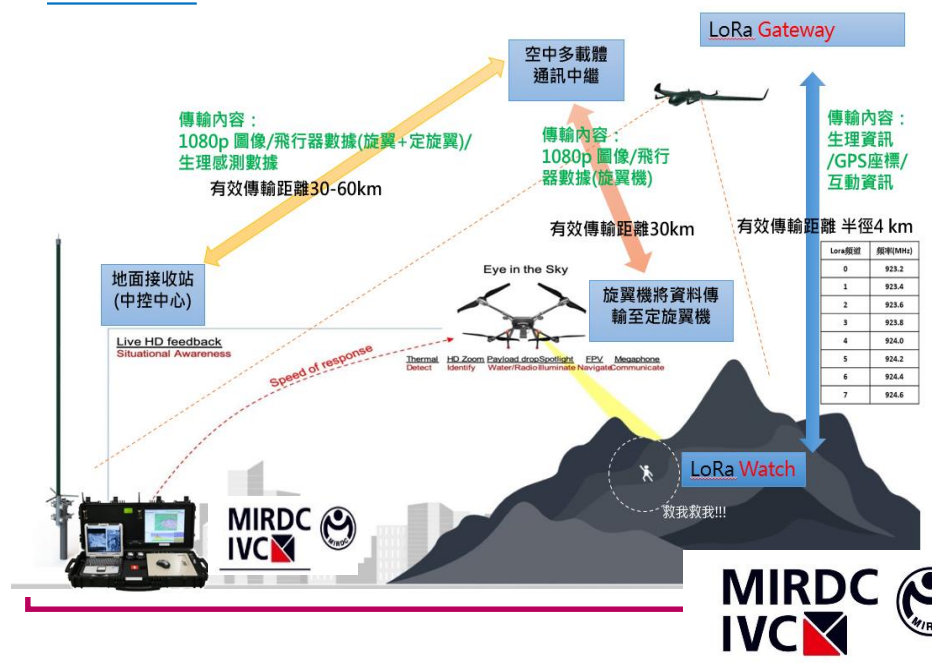
快速搜尋-定旋翼系統快速搜尋登山者定位 裝置，並且提供GPS座標等訊息。

可快速辨識登山者生理的狀態-結合穿戴裝置收集山難者生理資訊與相關影像數據快速回傳控制中心。

快速起降/遠距即時/精準救援-開發載具遠距傳輸系統並且具備即時與高頻寬能力。

可於惡劣環境運作-具備IP65/抗風性能。

情境說明

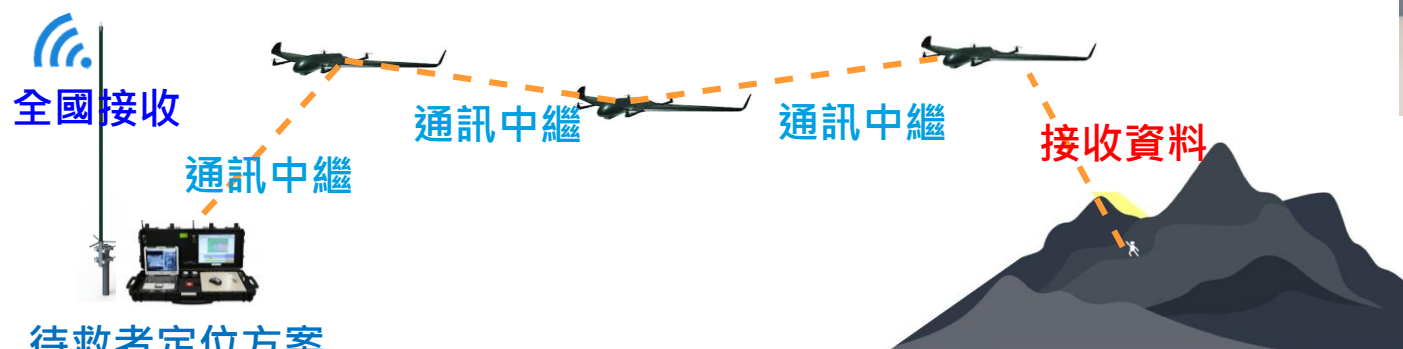


多維度山難救助應用(II)

山難救助應用

通訊鏈路的建構方案

- 1.具備通訊鏈路的場域-(透過4/5G公網進行運用)
- 2.不具備通訊鏈路的場域-(透過載具做為點對點的通訊中繼進行資料傳遞)

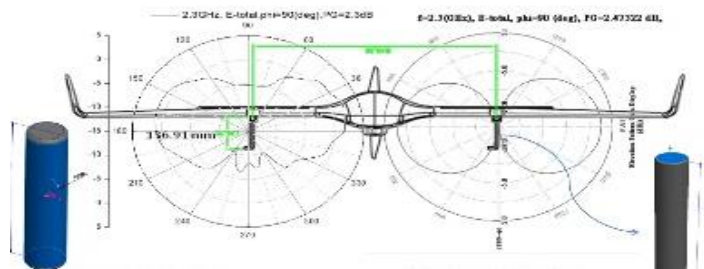


待救者定位方案

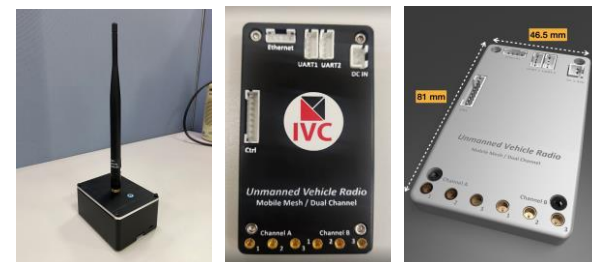
主要分為無攜帶任何裝置者與有攜帶裝置者

有攜帶裝置者-無人機一旦接收資料即可回傳至中控中心並且立即定位。

無攜帶裝置者-無人機透過熱像儀、光學變焦鏡進行搜尋、一旦確認可能的地點則進行編隊三點繞型、並採三點定位法進行待援者精準定位。



擷取攜帶裝置座標資訊回傳中控中心



點對點傳輸方案

採多載具三點定位描述出待救者位置



無攜帶任何裝置者

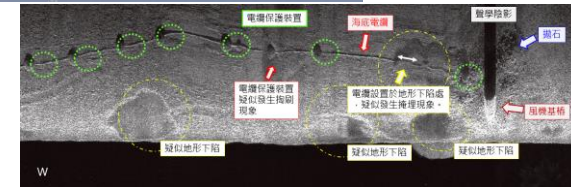
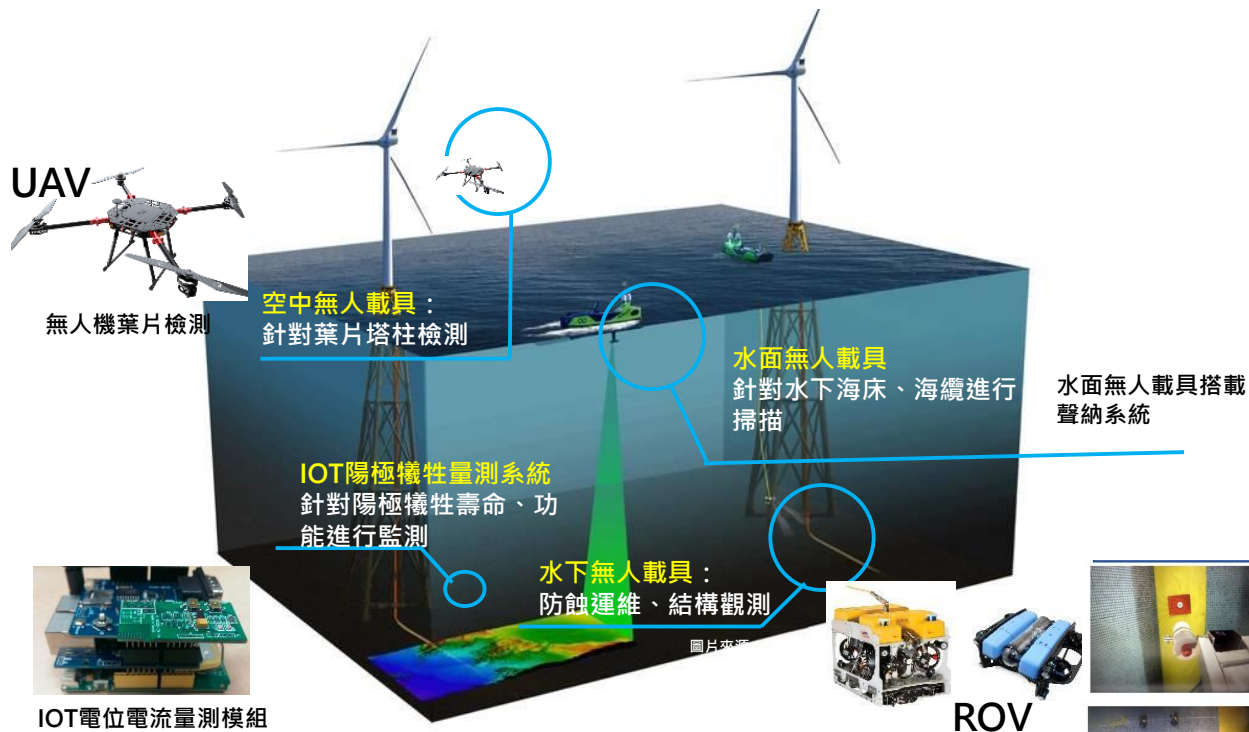
多載體協同作業應用

多載具協同應用

- 無人載具搭配應用。能源成本降低 10%，其中包括運營費用減少 27%。
- 經研究證實機器人和人工智能 (AI) 在離岸風機運維應用的準確率比進行相同方式人工檢查高 14% 精準度。
- 低碳排、高效率、降低運維成本、提高人員作業安全性和運營整合方案。

技術發展

- 仰賴4G/5G和衛星通信，進行遠距無人化運維應用與資料收集。
- 無人機進行風機葉片運維作業。
- USV/ROV進行水下結構、海床、海纜、保護工進行資料收集。



Thank You!