

無人機地面飛控系統發展樣態初探

李孟諺、陳怡樺、邱柏菁



金屬中心



產業研究組

113.08

大綱

- 一、地面飛控系統(GCS)簡介
- 二、地面飛控系統應用市場
- 三、地面飛控系統主要功能及發展趨勢
- 四、手持式GCS案例分享
- 五、箱型式GCS案例分享
- 六、行動式GCS案例分享
- 七、遠端GCS案例分享

一、地面飛控系統簡介

➤ 名詞

- 英文：UAV ground control station (GCS)
- 日文：無人航空機地上管制ステーション / UAV地上管制ステーション
- 韓文：드론 지상 관제소

➤ 組成

地面控制系統（GCS硬體）通常包括處理裝置（電腦）、無線通訊裝置、人機介面（HMI）、控制系統、導航及定位系統、軟體等。FORTUNE BUSINESS INSIGHT指出2022年控制系統在占據了GCS市場的最大份額預期成長最快的市場則是軟體部分（2023~2030年），主要成長來自於**控制無人機所必需的高精度軟體**。

➤ 分類

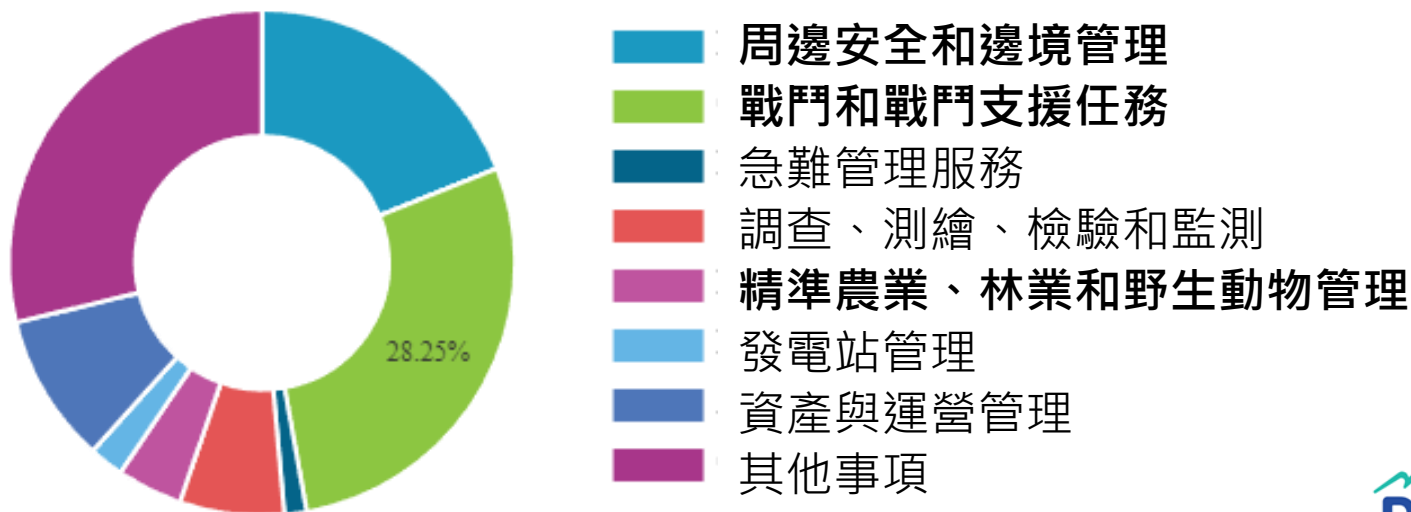
- 手持式
- 箱型式
- 行動地面控制站
- 遠端控制中心



二、地面飛控系統應用市場

- FORTUNE BUSINESS INSIGHT指出，無人機的地面控制站(GCS)的全球市場預期從2023年的**63.9億美元**，成長至2030年的**265.6億美元**，CAGR達22.6%
- GCS市場以**軍用**為最大宗，主要用於邊境巡檢及戰鬥輔助，這類型的應用通常是由操作者使用各種類型的GCS進行實時操作。
- **急難管理服務**預計在2023年至2030年間將是成長最快的市場應用，因無人機可以於緊急狀況發生時，進行最即時的改善及處理。如COVID-19疫情期間，醫院使用固定地點的GCS，進行無人機配送個人防護裝備、病毒檢體及疫苗等工作。

Global Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Ground Control Stations (GCS) Market Share, By Application, 2022



三、地面飛控系統主要功能及發展趨勢

➤ 核心功能

1. 即時飛行監控

顯示無人機目前位置、飛行參數（如高度、速度、電池狀態等），以及攝影機實時視頻。
支援緊急情況下的手動介入（如緊急返航、姿態控制）。

3. 數據處理與分析

進行飛行數據的即時處理與分析，包括影像識別、地形圖生成、異常檢測等。
儲存和備份飛行數據，以便事後分析。

2. 任務規劃與管理

設置並調整飛行任務，如路徑規劃、點位設置、拍照和錄影等指令。

4. 通訊管理

確保穩定的通信路徑，包括數據加密和備援通信設計。網路狀態檢測與示警，防止通信中斷或數據丟失。

➤ 創新方向

人機界面
的改進

一機多控

自主控制
&
人工智能

多載具整合

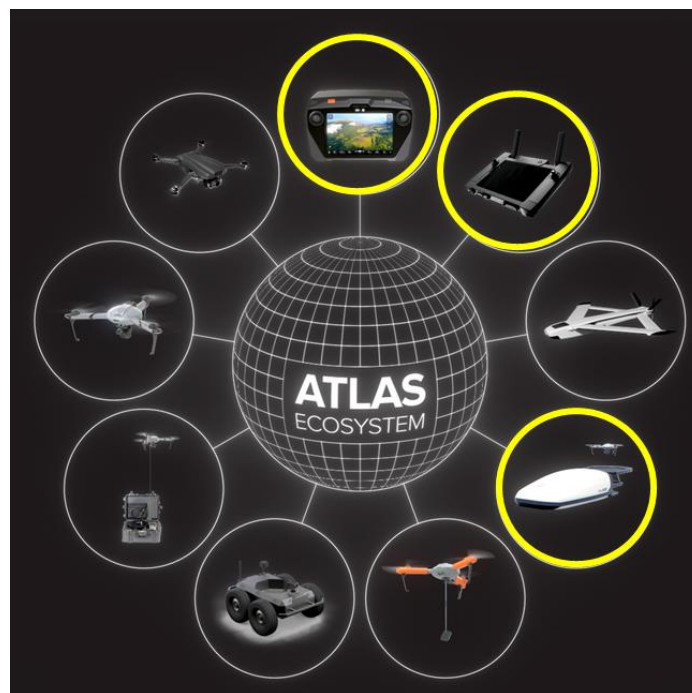
耐候性
安全性
抗干擾能力

四、手持式GCS_AtlasSTATION

以色列商Atlas UAS (Atlas Aerospace)於2021年推出手持式GCS「AtlasSTATION」(Pro)由**可觸控螢幕**、霍爾搖桿與內建的加熱/冷卻系統組成，並使用Atlas專用的iOS app，可迅速創建複雜的任務或啟動已經計劃好的任務。



2023年推出ATLAS ECOSYSTEM。這是一個透過Atlas Mesh 技術相互互動的互聯產品網路，可同時連接多種設備，包含各種無人機及機庫等。**網路中任一個設備可以作為另一個設備的中繼**，確保穩定的通訊和資料傳輸，最大的特點是一台可以**同時操作多達5台設備**。



四、手持式GCS_AtlasSTATION(續)

■ 主要應用及特色：

- ✓ 操作簡單(可觸控)
- ✓ 自動飛行模式
- ✓ 複數無人機之間可通訊(亦可透過Ecosystem連結自動化投放站)

■ 無人機全自動投放站AtlasNest

內建AI
重量 < 90公斤
尺寸：160*96*42 cm



■ 應用案例：

- ✓ 警備巡邏
- ✓ 山難救助
- ✓ 防災減災

■ 實績：

- ✓ 拉脫維亞軍方：失蹤人員搜索
- ✓ 荷蘭軍方：迴避DJI改選用Atlas
- ✓ 挪威：雪山山難救助



四、手持式GCS_Skydio

美國Skydio近年來推出國防、基礎設施、公共安全、橋梁巡檢、資產巡檢、倉儲管理等無人機應用。主要特點在於手持式控制器即可進行初步之資訊處理，即時提供操控者現地資訊，確保取得所需的資訊。

手持式產品訴求主要靠軟體技術提升達成，包含自動飛行路徑規劃、**數位雙生技術**、3D建模技術等。Skydio亦開發**現地/遠端控制權轉移技術**。現地人員啟動無人機後，可將控制權轉交遠端中心，讓控制中心人員直接控制獲取所需資訊。



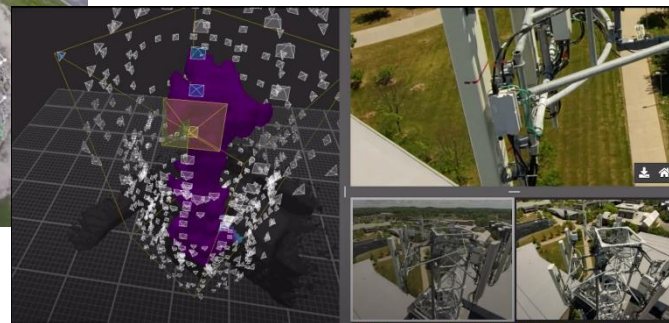
單手/雙手 手持式控制器



控制權可執行現地/遠端移轉



自主路徑規劃飛行



數位雙生

五、箱型GCS_PRODRONE

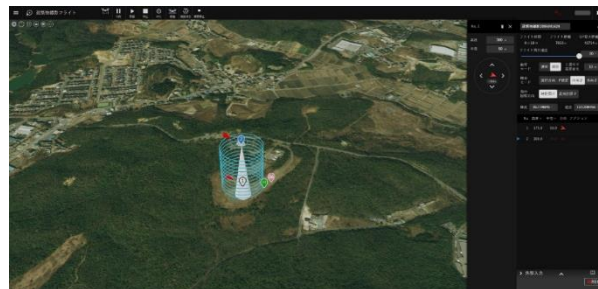
日商PRODRONE開發自社的可攜式箱型GCS，可搭配應用需求提供多種自動化飛行計畫模板。

■ 主要應用及特色：

- ✓ 環境耐受度高(IP65)
- ✓ 2D / 3D 地圖即時切換
- ✓ 即時影像處理(如資料庫進行對比)
- ✓ 客製化(配合各種應用有不同的飛行計畫模板報告產出)

■ 應用案例:

- ✓ 描繪測量、災後地形比對
- ✓ 建築物巡檢、定期巡邏
- ✓ 農噴



外箱尺寸 W 472 mm、D 366 mm、H 160 mm

重量 約 7.8 kg (不含電池)

電源 AC100 V或機體體 6 cell LiPo電池

續航力 使用10,000mAh、CPU100%可運轉2.5小時以上

螢幕尺寸 15.6英寸 (解析度 Full HD 以上)

輸出端口 HDMI 端口×2、USB3.0 端口×4

其它 附鍵盤及滑鼠，可擴充觸控平板

五、箱型GCS_SUNDORI Drone

- 韓商SUNDORI 被譽為韓國第一家打進海外無人機市場的公司，透過開發農藥噴灑無人機成為工業用無人機的龍頭企業。開發有手持型、箱型，以及機台型的操控系統，並於2022年取得多編隊控制系統(Mixed Formation System, MFS)專利。
- MFS為「1:N即時控制群飛無人機」技術，特點即**只要一名操作員即可即時控制多架無人機(一機多台)**，並且可分開個別執行任務或群飛控制，支援小型至超大型無人機的操控。
- 2022年獲得韓國國防部與公共部門採購。
- 應用案例：軍用、智慧農場、多重控制應用(個別/群飛任務)

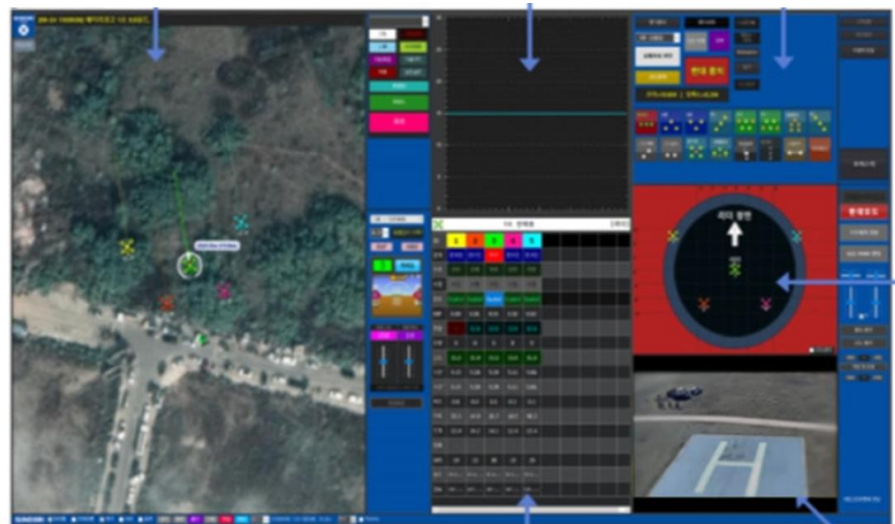
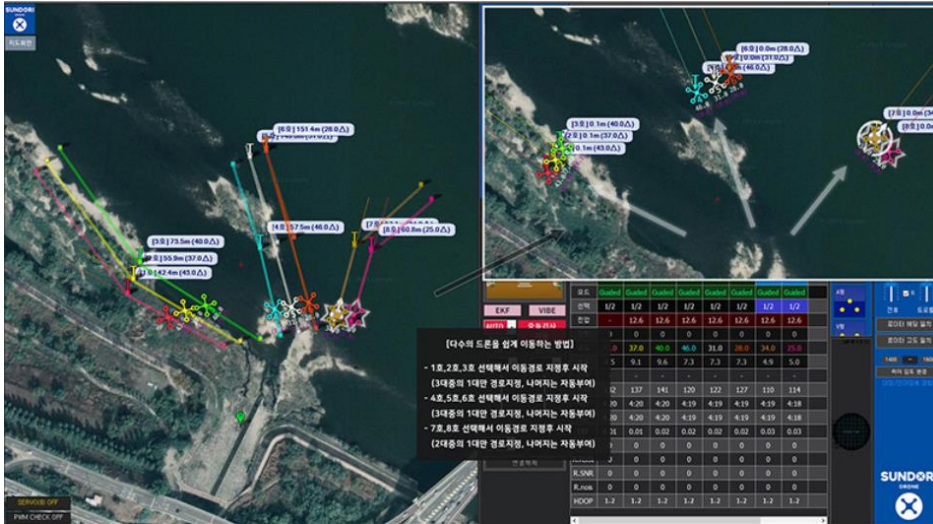


衛星地圖及飛行體

高度資訊

設置編隊飛行

編隊飛行情報



目錄視窗

機號設置

錄影畫面

資料來源：SUNDORI Drone官網、公開新聞資料、金屬中心MII(2024/07)

六、移動式GCS_FLYMOTION

- 美商FLYMOTION成立於2014年，專注於國防與社會安全應用之無人載具整合應用控制系統開發。主要開發貨車、休旅車、裝甲和拖車型移動式無人載具控制中心。
- 移動式控制車可根據需求客製化，多應用於**緊急狀況、救援、執法或維安工作**，可選配先進電腦設備、通訊系統(衛星、5G、無線電)、裝甲、發電機或太陽能板，或甚至外部監控攝影機等，以確保通訊、電力自主、警戒與安全性，以及快速的應變能力。
- 過往以無人機操控為主，逐步衍伸至**整合機器人與水下ROV等無人載具**，成為全方位的行動地面控制中心。
- 該公司服務已有美國政府採購實績，更參與2022年前往佛羅里達東海岸協助颶風救災。



Trident 系列(小貨車)



Guardian 系列(裝甲車)



Overwatch 系列(拖車)



七、遠端GCS_HANCOM in Space

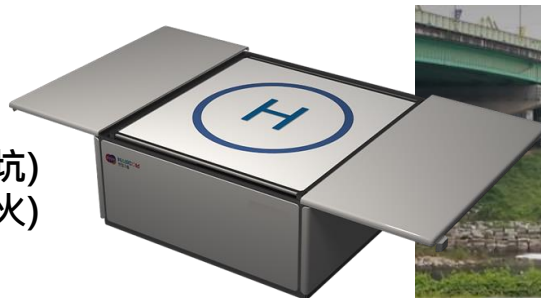
韓商HANCOM InSpace提供衛星地面站子系統開發、影像分析服務及無人機服務。2022年HANCOM Inspace成功發射第一顆私人地球觀測衛星「世宗1號」，並利用該衛星、無人機和全套超高解析度感測器，可提供市中心、森林與海洋等廣大範圍的監測服務。

■ 開發有：

- 衛星地面站系統「InStation Platform」平台，可提供接收、分析、處理和分送各種衛星影像服務。
- 無人機站，可執行無人化無人機投放、回收與充電/電池更換任務。
- 目前實際應用於南韓大田市智慧城市監控與防災。

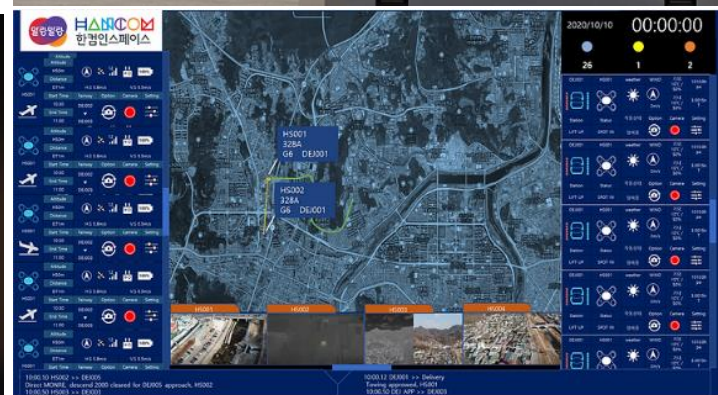
■ 應用案例：

- ✓ 智慧城市
- ✓ 社會災害監控(火災、道路毀損、天坑)
- ✓ 天然災害監控(洪水、地震、森林大火)
- ✓ 生活應用(交通測量、犯罪監控)



整合控制系統

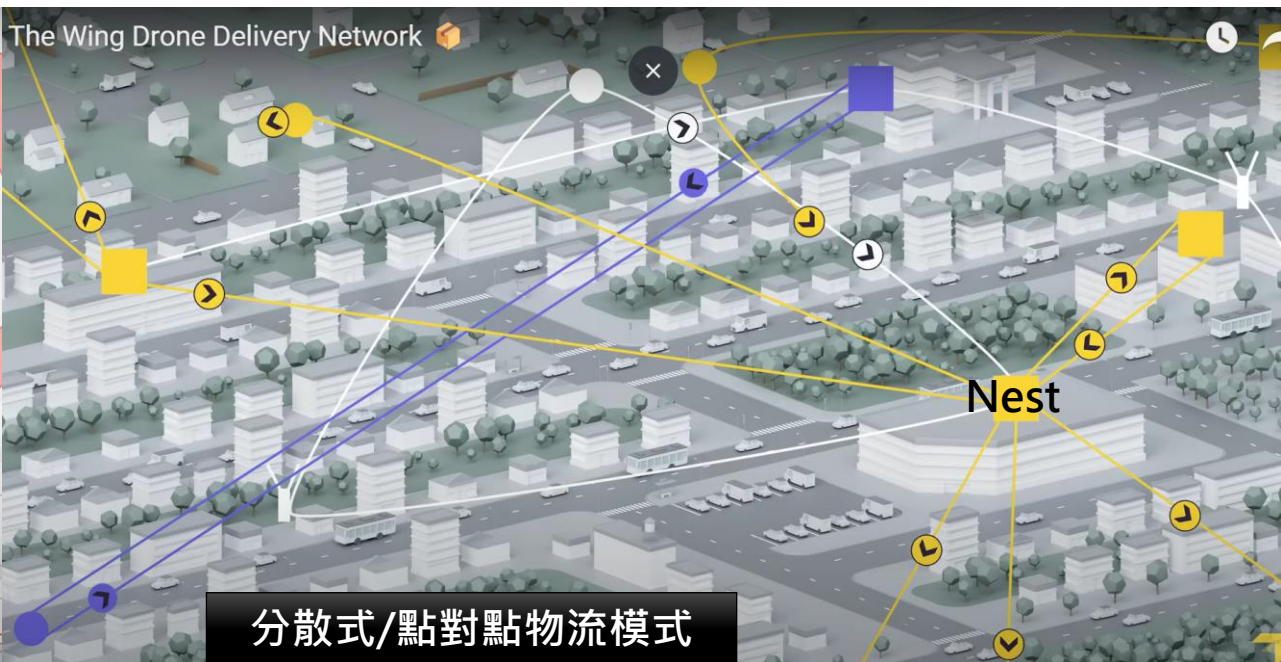
- 可執行飛行路徑規劃
- 即時影像傳輸與AI分析
- 任務交付與遠端遙控
- 亦可透過無人機進行多方監控



七、遠端GCS_Wing

- Google母公司Alphabet投資的無人機子公司。2012年以專案計畫投入，2018年7月獨立成為公司。
- 建構有符合美國FAA規範的UTM(UAS Traffic Management)交通管理系統，也是2019年美國第一家獲得批准的無人機物流公司(截至2023年僅5家取得FAA Part 135認證)。
- 建構有Wing Delivery Network，讓無人機可以**分散式、點對點**執行運送，使區域內無人機貨運的彈性與規模(運送量)提升，也改變過往將貨物採集中管理且由人員執行最後一哩路的運送方式。主要應用於藥品、食品、小型生活雜貨等輕型貨品之快速/緊急運送。

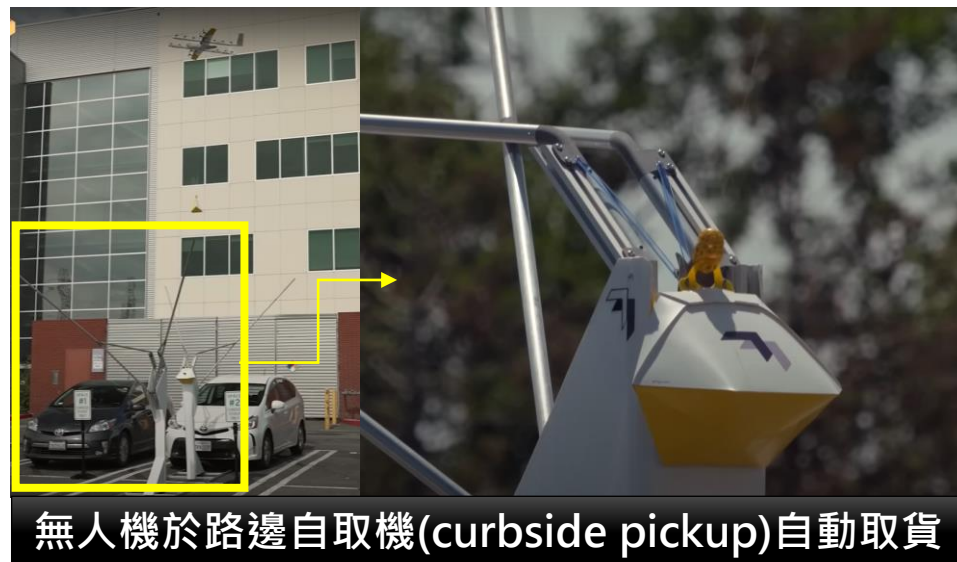
集中式物流模式



分散式/點對點物流模式

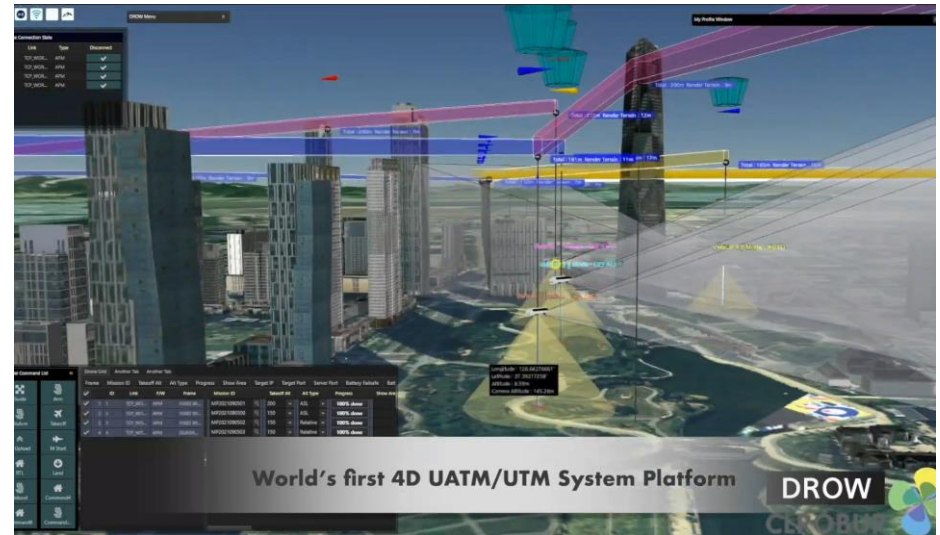
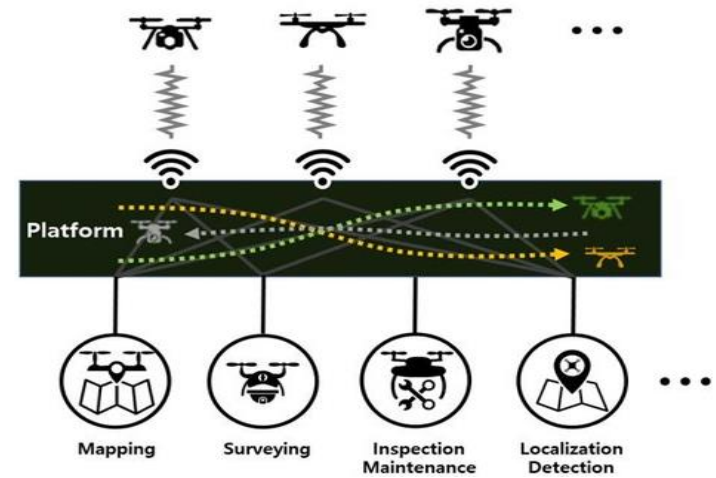
七、遠端GCS_Wing(續)

- 2022年正式設立美國首家商用無人機物流遠端控制中心，由PIC(Pilot in Command)駐守，負責無人機飛行整體狀況的監控，包括天候狀況、預期外的停滯與偏航，但不涉入訂單及路線規劃。
- 飛手主要執行每天任務前與任務後的無人機健康狀態檢查。



- CLROBUR專營無人機操控軟體開發，2022年獲CES新創獎，提供網路為主的4D地面操作系統，DROW4D GCP (DROWay)，整合3D地圖，並可支援多異質移動控制和監控、即時視訊傳輸和資料可視化，透過人工智慧協助飛行走廊設定和空域管理。
- 透過該軟體可實現無人機遠端操控與UAM飛行管理之需求。

● To-Be by CLROBUR's Platform



七、遠端GCS_Pablo Air

- Pablo Air 成立於2018年，在2024年以UAM交通管理平台「UrbanLinkX」獲得CES 2024智慧城市創新獎。
- 2022年入選為韓國國土交通部無人機商業化支持計畫之無人機監管沙盒案及K-drone系統驗證支援企業計畫，於仁川機場進行海上無人機飛行，**整合無人機交通管理(UTM)和空中交通管理(ATM)系統**。
- PABLO AIR亦有提供UTM系統，可整合智慧城市應用於城市監控、環境監控與物流配送等。

