

EMBEDDED REAL-TIME OBJECT DETECTION IN DISPOSABLE CARDBOARD UAVS FOR SPECIALIZED DEFENSE OPERATIONS

使用在單次國防任務的嵌入式實時物件偵測
紙板無人飛行器

報告人：傅敬堯

組員：謝慶賢、曾玄華

中 華 民 國 1 1 2 年 1 1 月 1 9 日

簡報大綱

- 技術領域專利分析
- 技術揭露
- 先前技術檢索
- 技術範圍定義
 - 實施方式
 - 所屬技術領域
- 先前技術檢索
- 新穎性比較
- 進步性比對與分析(Non obvious)
- Open Items

技術領域專利分析 – 搜集最近3~4年專利

- 由GPSS(<https://gpss3.tipo.gov.tw/>) 抓取專利申請號碼和專利名稱

```
driver.get("https://gpss3.tipo.gov.tw/")
```

- 搜索條件： Abstract有Drone、UAV，沒有ICE、Engine，2020/1/1 ~

```
query = '((drone OR uav))@AB NOT ((ice OR engine))@AB AND ID=20200101:'
```

- https://github.com/fu402138670/Patent_Analysis/blob/main/Presentation1/grab_from_gpss.py

- 結果

Total 8,588 patents, 172 pages

```
D:\CY\Documents\Python\NTUT\intelligent_patent_analysis\venv\Scripts\python.exe D:\CY\Documents\Python\NTUT\intelligent_patent_analysis\grab_from_gpss.py
100%|██████████| 172/172 [17:28<00:00, 6.10s/it]
```

```
ID quantity=8588, Title quantity=8588
```

```
Process finished with exit code 0
```



patent_ids.txt



patent_titles.txt

技術領域專利分析 – 爬取專利摘要

- 由google patent search(<https://patents.google.com>) 抓取專利摘要
- 有1,600個專利在google patent search找不到，例如韓國專利。
- https://github.com/fu402138670/Patent_Analysis/blob/main/Presentation1/grab_abstract_from_gps.py
- 結果

Total 6,988 abstracts



patent_abstracts.txt

技術領域專利分析－數據清洗

- 使用NLTK為基礎，加自定義的深度清洗程序。
- 刪除符號、轉換小寫、停用字、翻譯、詞形還原
 - NLTK清洗：https://github.com/fu402138670/Patent_Analysis/blob/main/Presentation1/word_pre-processing_3.py
 - 深度清洗：https://github.com/fu402138670/Patent_Analysis/blob/main/Presentation1/contents_cleaned.py
- 結果

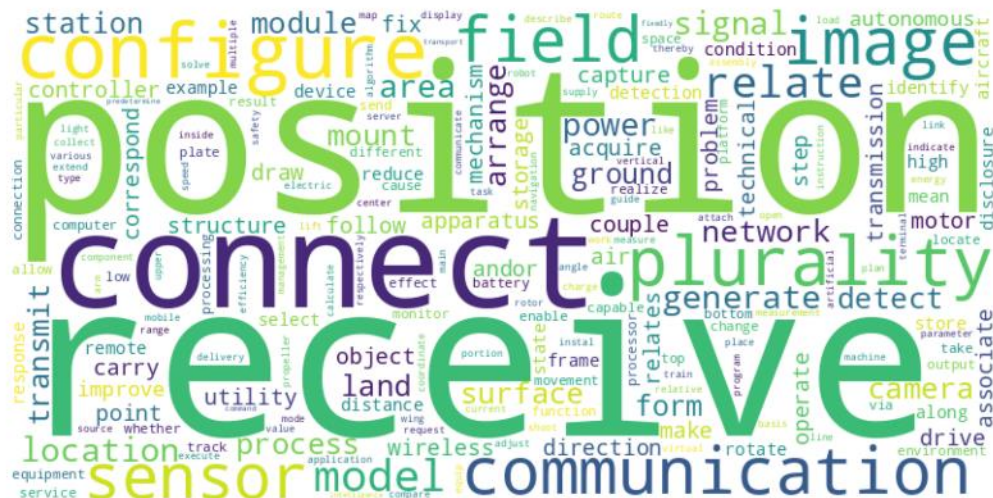
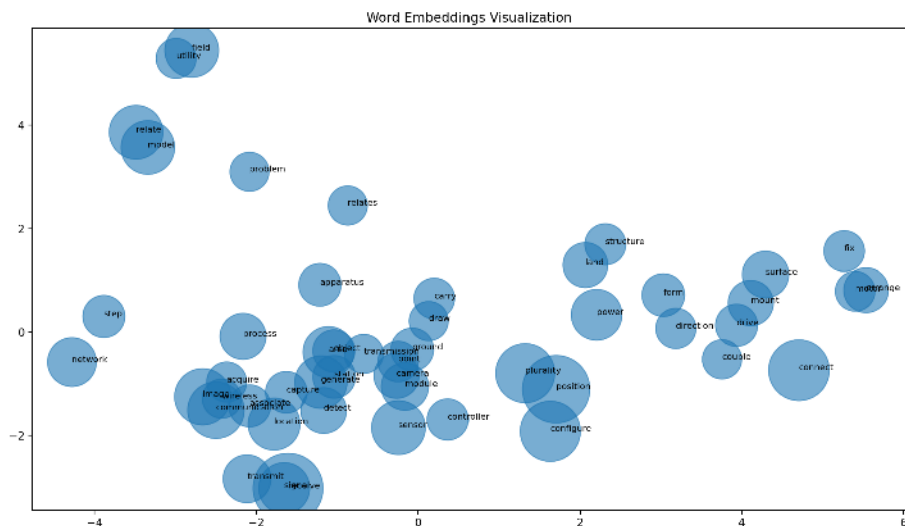
Total quantity of patents: 6,988
Total quantity of words: 227,053
Total quantity of unique words: 14,202



patent_abstract_cleaned.txt

技術領域專利分析 - 文字圖像化

- 詞向量分析、詞雲圖。
- https://github.com/fu402138670/Patent_Analysis/blob/main/Presentation1/words_vitrulize.py
- 統計100個高頻字 (圖像使用top 50)



技術領域專利分析－統計頻次

- 根據各領域的keyword, 統計頻次：
- https://github.com/fu402138670/Patent_Analysis/blob/main/Presentation1/keywords_count.py

```
keyword_patterns = [  
    ['control[-8,8]system[-8,8]autonomous[-8,8]system[-8,8]control[-8,8]configure', 'processor[-8,8]configure',  
     'operate[-8,8]system'],  
    ['image[-8,8]process', 'camera[-8,8]process', 'image[-8,8]capture[-8,8]video[-8,8]process', 'image[-8,8]analyze'],  
    ['navigation[-8,8]position', 'navigation[-8,8]direction', 'navigation[-8,8]area', 'path', 'route'],  
    ['power[-8,8]manage', 'energy[-8,8]manage', 'battery', 'power[-8,8]efficiency', 'battery[-8,8]storage'],  
    ['communication[-8,8]wireless', 'transmit[-8,8]data', 'receive[-8,8]data', 'network[-8,8]wireless'],  
    ['collaborate', 'coordinate', 'network[-8,8]integrate', 'multiple[-8,8]system', 'team'],  
    ['sensor[-8,8]detect', 'detect[-8,8]detect', 'field[-8,8]detect', 'object[-8,8]detect', 'camera[-8,8]detect',  
     'image[-8,8]detect', 'view[-8,8]detect'],  
    ['remote[-8,8]control', 'autonomous[-8,8]system', 'remote[-8,8]operate', 'autonomous[-8,8]mode'],  
    ['sensor[-8,8]detect', 'environment[-8,8]detect', 'field[-8,8]image', 'environment[-8,8]monitor'],  
    ['land[-8,8]autonomous', 'land[-8,8]control', 'land[-8,8]system', 'land[-8,8]station'],  
    ['load[-8,8]mount', 'load[-8,8]adjust', 'load[-8,8]balance', 'fix[-8,8]mount', 'mount[-8,8]couple'],  
    ['maintenance', 'inspect[-8,8]status', 'check[-8,8]status', 'monitor[-8,8]status', 'minitor[-8,8]condition'],  
]
```

```
D:\CY\Documents\Python\NTUT\intelligent_pate  
Total quantity of patents: 6,988  
Total quantity of words: 227,053  
Total quantity of words: 14,202  
Technical area_1, matched quantity = 376  
Technical area_2, matched quantity = 373  
Technical area_3, matched quantity = 348  
Technical area_4, matched quantity = 326  
Technical area_5, matched quantity = 270  
Technical area_6, matched quantity = 267  
Technical area_7, matched quantity = 219  
Technical area_8, matched quantity = 180  
Technical area_9, matched quantity = 169  
Technical area_10, matched quantity = 143  
Technical area_11, matched quantity = 106  
Technical area_12, matched quantity = 92
```

技術領域專利分析－歸納技術領域

- 使用ChatGPT，根據100個高頻詞，對6,988項專利，歸納為12個技術領域和相關keywords：
1. 自動控制系統: control, autonomous, system, processor, operate, configure
 2. 影像處理和分析: image, camera, process, capture, video, analyze
 3. 飛行路徑優化: position, direction, navigation, area, model, station
 4. 能源效率管理: power, energy, manage, battery, efficiency, storage
 5. 無線通訊系統: communication, transmit, receive, network, wireless, data
 6. 多機協作: network, system, module, collaborate, coordinate, integrate
 7. 避障技術: sensor, detect, field, camera, image, signal
 8. 遙控和飛行模式: remote, control, autonomous, system, operate, mode
 9. 環境感知能力: sensor, environment, detect, area, field, monitor
 10. 自動起降技術: land, autonomous, control, system, navigate, station
 11. 負載調整技術: load, mount, adjust, balance, fix, couple
 12. 維修和健康監測: maintenance, inspect, check, monitor, condition, status

技術揭露 - 先前技術

- 防禦 -- 面對大量船艦成群包圍島嶼的攻擊, 一般會採取海空陸等多層次防禦, 其中在陸對艦的防禦, 主要為:
 - ▣ 以地對艦飛彈對接近的船艦進行精確打擊, 例如雄風飛彈.
 - ▣ 以火箭彈對近海的船艦進行連續密集打擊, 例如海瑪斯多管火箭系統.
- 無人機 -- 用于戰場情資搜集, 回傳前綫影像和坐標:
 - ▣ 採用碳纖或塑膠為結構材料
 - ▣ 由專業人員遠程操控.

技術揭露 - 所欲解決之問題

- 防禦成本高：
 - ▣ 飛彈或火箭彈的彈體成本從美金數萬到數百萬, 另外所需的發射平台也需要美金數百萬以上.
- 火箭彈：
 - ▣ 一般沒有制導能力, 一旦發射就不能改變方向, 面對移動的船艦的打擊準確率較差.
- 制導飛彈：
 - ▣ 其中光學尋標飛彈有視覺和紅外辨識的能力, 但價格高昂.
 - ▣ 只有短暫修正路徑的盤旋能力, 無法真正做到在目標物附近搜索和盤旋.
- 遙控無人機：
 - ▣ 需要專業人員遠程單機操作, 反應速度慢。
- 自動巡航無人機：
 - ▣ 無戰場環境感知, 不會閃避攻擊。

技術揭露 - 解決問題之技術手段

- 以一次性使用為目的設計紙板無人機,可攜帶輕型而相對很低成本的炮彈,解決飛彈高成本的問題.
- 以紙板為機體結構,雷達反射率極低,具有隱身性。
- 以鋰一元電池和馬達為動力,大幅降低發熱,提高隱身性。
- 以結合固定翼和螺旋翼的混合飛行技術,解決長距離飛行和定點盤旋的問題.
- 以嵌入式硬件做自動飛行控制和深度學習模型做目標影像辨識,達到戰場自主攻擊.
- 混合海鷗飛行模式和戰場環境感知做強化學習模型,對敵人靠近或攻擊會主動變化飛行路徑。

技術揭露 - 對照先前技術之功效

技術領域	前案	本案
攻擊準確率	光學尋標和紅外追蹤系統,透過操作員進行目標辨識和確認.或采取預先編程或人工智能算法自行決策.	與前案原理相同.光學尋標和紅外追蹤系統,可以回傳到地面控制中心進行確認,或采取預先編程或人工智能算法自行決策.
戰場感知	依賴人員遠程識別和遙控	自動感知敵人和攻擊,自動變化飛行路徑,閃躲攻擊。 </td
滯空盤旋	火箭外型,靠火箭推進器燃料產生動力,滯空盤旋能力約數秒~數十秒	外型類似固定翼飛行器,靠電力或內燃機產生動力,滯空盤旋能力可達數百秒以上
成本	高度專業訂製,需要對應的發射平臺,需要使用火箭推進劑,需要特殊操作訓練等.具有光學詢標的飛彈成本高昂,以性價比較高的以色列拉斐爾長釘為例,一枚約美金15萬.	采用一次性材料和紙板機體的VTOL無人機,可掛載不同的炮彈,不需發射平臺,操作簡單,成本相對很低.
應用領域	光學尋標打擊	光學尋標打擊,戰場情資探查,物資遞送

技術範圍定義 - 實施方式

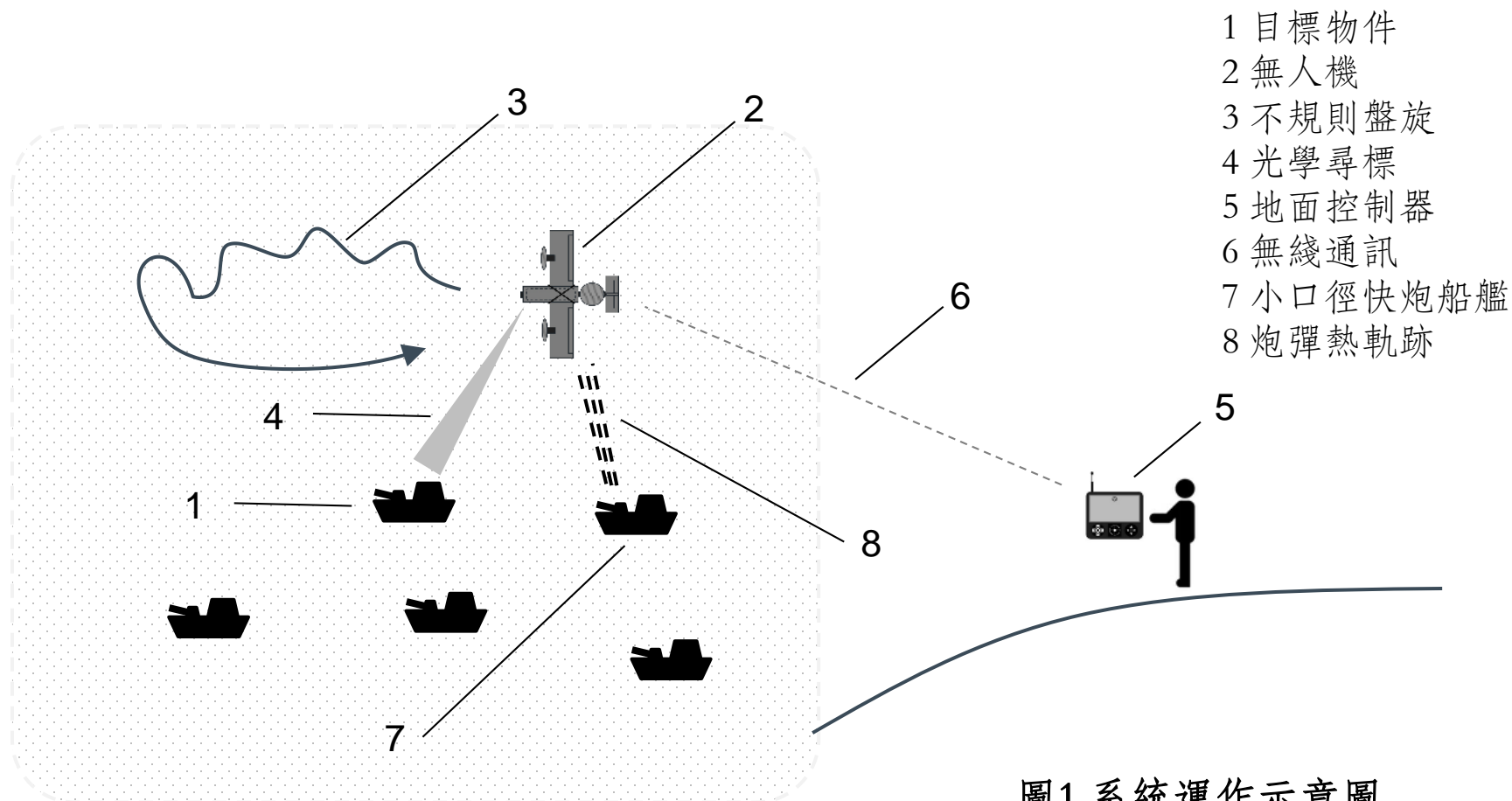
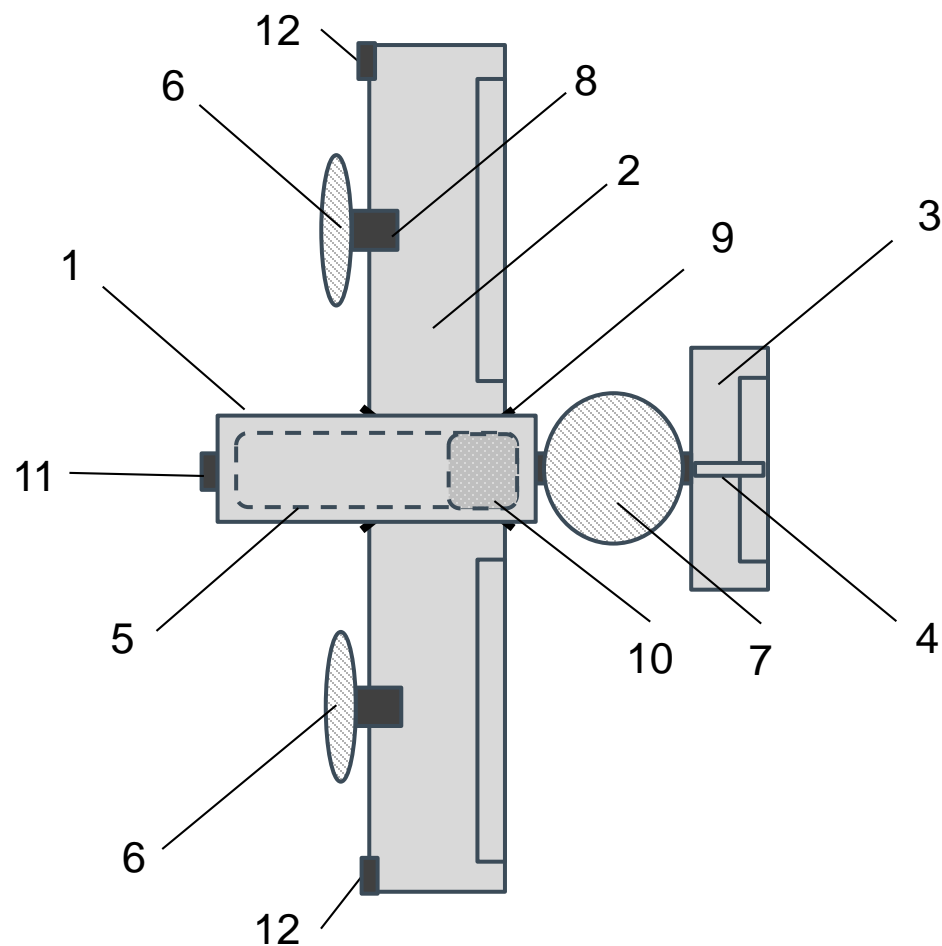


圖1 系統運作示意圖

技術範圍定義 - 實施方式



- 1 紙板機體
- 2 紙板主翼
- 3 紙板尾翼
- 4 紙板方向舵
- 5 紙板機艙
- 6 左右發動機
- 7 升降發動機
- 8 傾斜機構
- 9 橡皮筋
- 10 鋰一元電池
- 11 視覺攝像頭
- 12 紅外廣角攝像頭

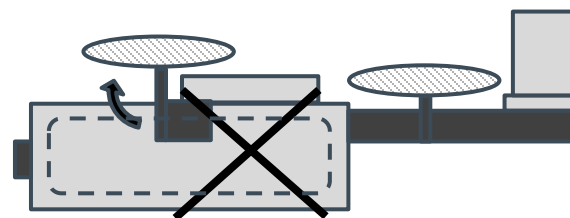


圖2 一次性紙板VTOL無人機

技術範圍定義 - 實施方式

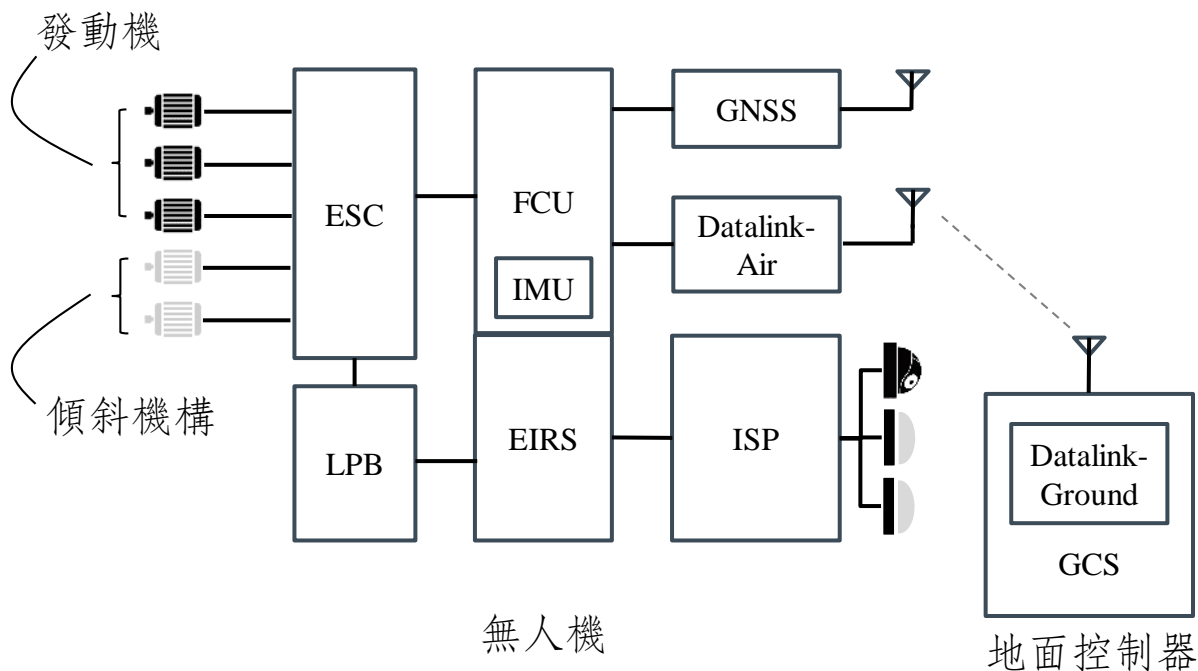
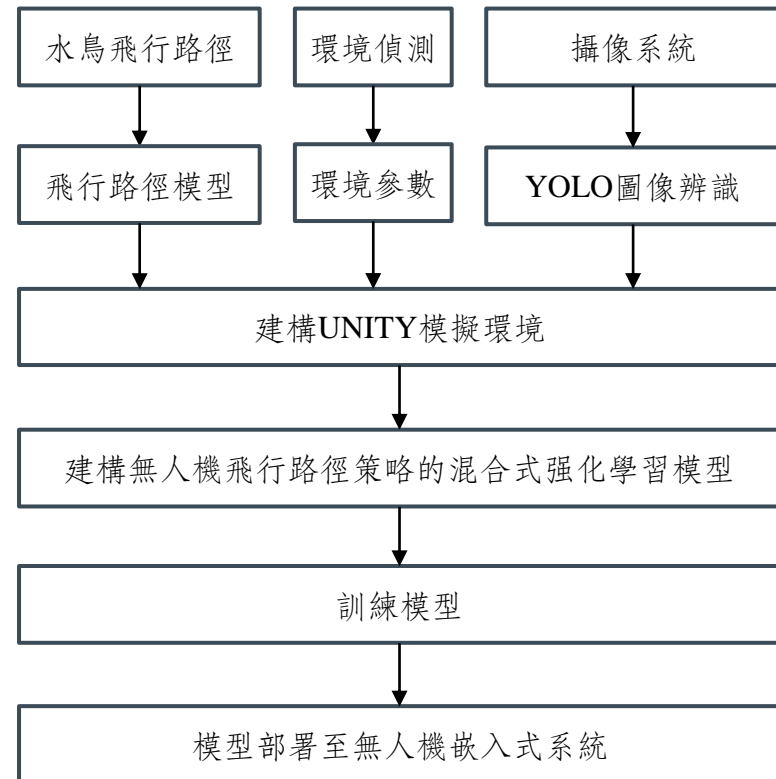
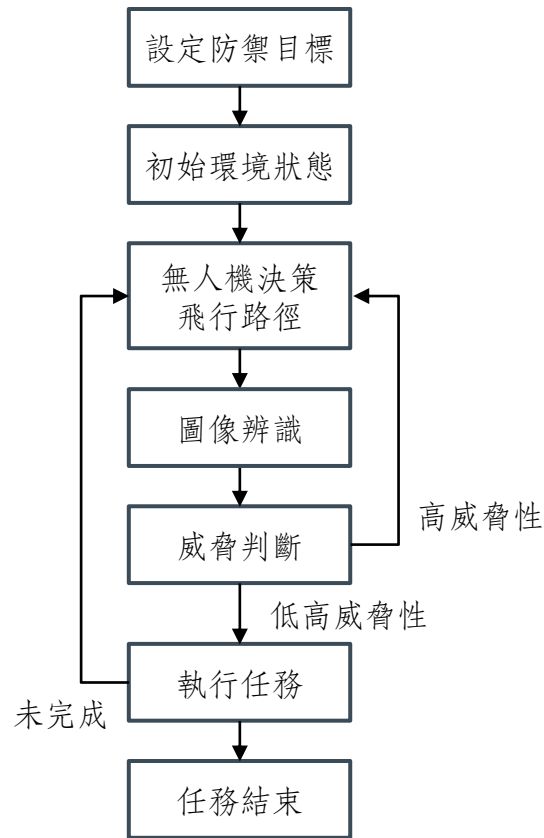


圖3 嵌入式系統方塊圖

- FCU: Flight Control Unit, 飛行控制單元
- IMU: Inertial Measurement Unit, 慣性測量單元
- ESC: Electronic Speed Controller, 電子速度控制器
- LPB: Lithium Primary Battery, 鋰一元電池電池
- GNSS: Global Navigation Satellite System, 全球導航衛星系統
- Datalink-Air: 數據鏈路系統-天空端
- Datalink-Ground: 數據鏈路系統-地面端
- EIRS: Edge Image Recognition System, 邊緣圖像辨識系統
- ISP: Image Signal Processor, 圖像信號處理器
- GCS: Ground Control System, 地面控制器

技術範圍定義 - 實施方式



技術範圍定義 - 所屬IPC技術領域

- 技術關鍵字
 - ▣ 結構：紙板, Cardboard
 - ▣ 飛行模式：垂直起降, VTOL
 - ▣ 軍事任務：小口徑火炮, Small Caliber Artillery；炮彈攻擊, Artillery Attack
 - ▣ 嵌入式系統：物件辨識, Object Detection
 - ▣ 飛行路徑：路徑決策, Route Decision；機動規避, Evasive Maneuvers；混合強化學習, Hybrid Reinforcement Learning
- IPC國際專利分類
 - ▣ B64C 飛機；直升飛機
 - ▣ B64D 用於與飛機配合或裝至飛機上之設備；飛行衣；降落傘；飛機的動力裝置或推進傳動裝置之配置或安裝
 - ▣ G05D 1陸地、水上、空中之運載工具的位置，路程、高度或姿態之控制

先前技術檢索 - 先前相近的技術(Prior Art)

■ 專利檢索

資料庫

檢索條件

結果

<https://patents.google.com/>

(B64C OR B64D) AND “VTOL”

19,150

<https://twpat1.tipo.gov.tw/twpatc/twpatkm>

(VTOL) AND (IC=B64C* OR IC=B64D*)

27

序號	公開公告號	公開公告日	申請日	申請人	專利名稱	原序號	原序名稱	原序狀態
1	M634769	2022/12/31	11/204954	2022/05/13	可變機翼的無人機 Transformable flying drone	1	可變機翼	有效
2	I763417	2022/05/31	11/0114123	2021/04/20	雙翼飛行器 FLYING DEVICE WITH DOUBLE WINGS	2	雙翼飛行器	有效
3	I763985	2021/05/25	11/0114329	2021/04/22	雙翼飛行器及無人機	3	雙翼飛行器	有效
4	I734446	2021/07/31	10/112569	2020/04/17	可變機翼系統	4	可變機翼系統	有效
5	I627104	2018/06/21	10/117870	2017/09/31	簡單俯仰控制裝置及具有雙翼飛行器之VTOL及固定翼飛行器 SIMPLE PITCH CONTROL DEVICE FOR DUAL-MODE AIRCRAFT WITH VTOL AND FIXED WING FLIGHT	5	簡單俯仰控制裝置	有效
6	I625270	2018/06/21	10/113011	2017/04/19	三軸飛行器 TRIAXIAL HELICOPTER	6	三軸飛行器	有效
7	M539656	2018/10/31	10/4216357	2015/10/14	混合動力雙旋翼無人機系統 HYBRID POWERED DUAL QUADROTOR SYSTEM	7	混合動力雙旋翼無人機系統	有效
8	I538852	2018/06/21	10/1125915	2012/07/18	無人機	8	無人機	有效

Google Patents search results for (B64C OR B64D) AND "VTOL".

Search results summary: 19,150 results. Sort by: Relevance. Group by: None. Deduplicate by: Family. Results/page: 10.

Top 1000 results by filing date chart showing relative count of top 5 values for Assignees, Inventors, and CPCs.

Assignees: Test on Innovations Inc. (4.8%), Joy Aero, Inc. (2.2%), Skyline Aero Corporation (1.8%), Gen Testing (1.5%).

VTOL aircraft patent details: WO/2018/082441A1, filed 2017/05/24, published 2018/05/03. Title: VTOL aircraft. Inventor: Xiangyu Chen. Assignee: Xiangyu Chen.

先前技術檢索 - 先前相近的技術(Prior Art)_1

■ 專利檢索

- 資料庫 <https://patents.google.com/>

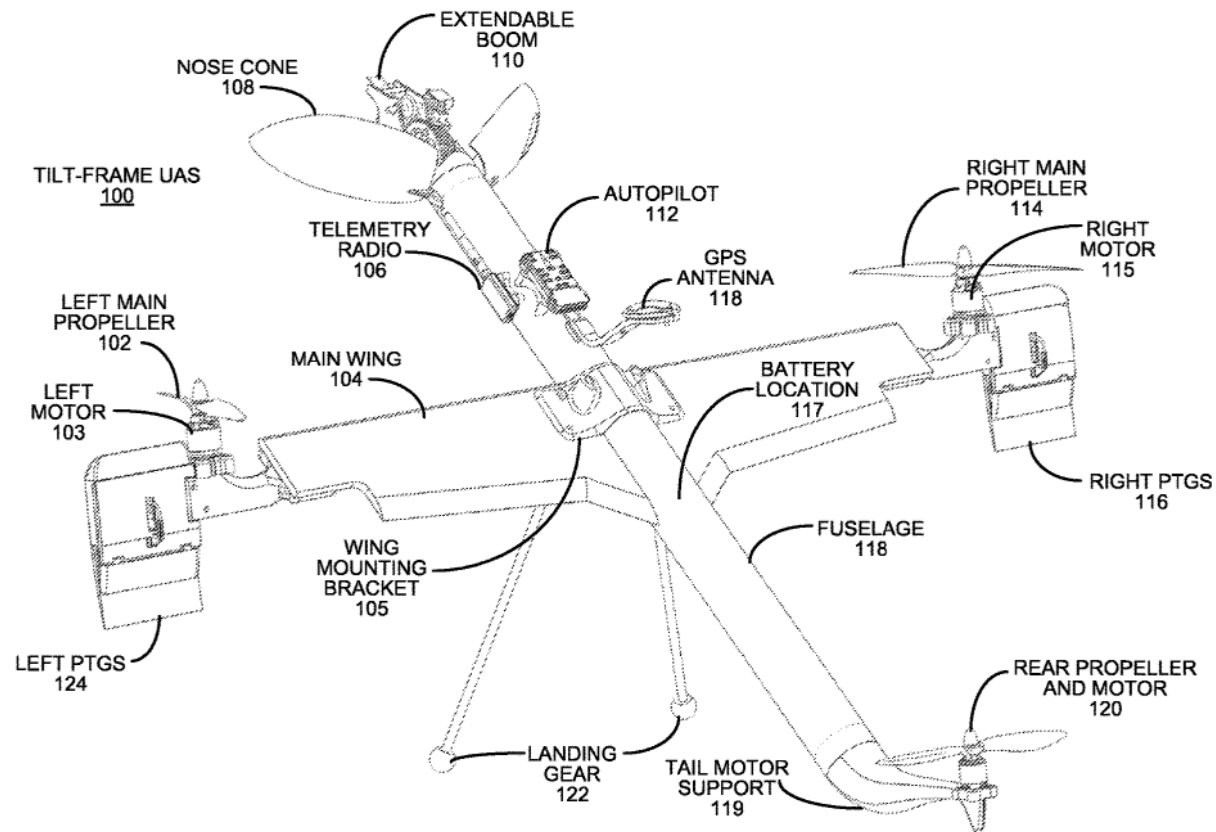
檢索條件	結果
(B64C OR B64D) AND “VTOL”	19,150
(B64C OR B64D) AND (VTOL) AND “Cardboard”	14

找到US一篇內容相似：US2023/0221733A1

- 前案與本揭露技術在技術面及功效面之差異
 - 前案: 樣品採集探針位於機身前端, 對農業揮發性有機化合物(VOC)進行採樣。具有著陸支撐件, 可調式蝶形襟翼, 使用紙板管作為機身, 主翼由輕木製成, 前緣由碳纖維管加固。
 - 本案: 機身、主翼、尾翼、方向舵等用紙板製成, 未組裝時體積小, 運輸便利, 成本較低。同時, 紙板對雷達波具有極低的電磁波反射率 (與鳥類相似)。

先前技術檢索 - 先前相近的技術(Prior Art)_1

■ US2023/0221733A1專利揭露



先前技術檢索 - 先前相近的技術(Prior Art)_2

■ 專利檢索

- 資料庫 <https://patents.google.com/>

檢索條件	結果
(B64C OR B64D OR G05D) AND “VTOL”	13,566
(drone) and (route) and (military) and (Evasive Maneuvers)	242

找到CN一篇內容相似：CN2022/10144676.2A

- 前案與本揭露技術在技術面及功效面之差異
 - 前案: 基於深度強化學習，無人機對無人機的空空機動規避決策方法。
 - 本案: 基於深度強化學習，混合海洋水鳥的飛行路徑模型和空海戰場數據，無人機對船艦的空海機動規避，提高無人機對船艦的適應性和戰場存活率。

先前技術檢索 - 先前相近的技術(Prior Art)_2

■ CN2022/10144676.2A專利揭露

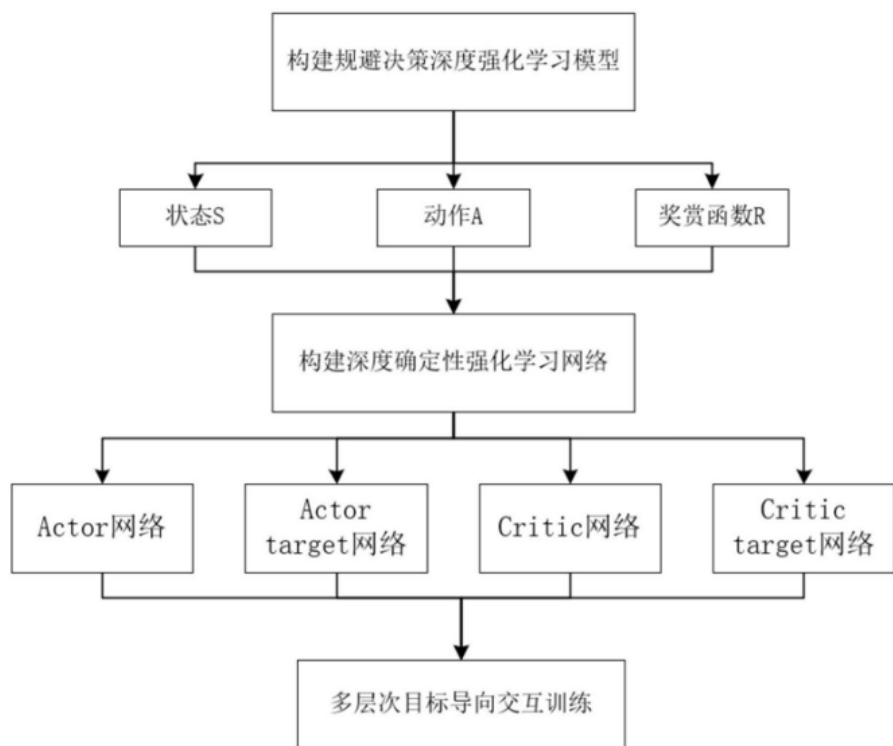


图3

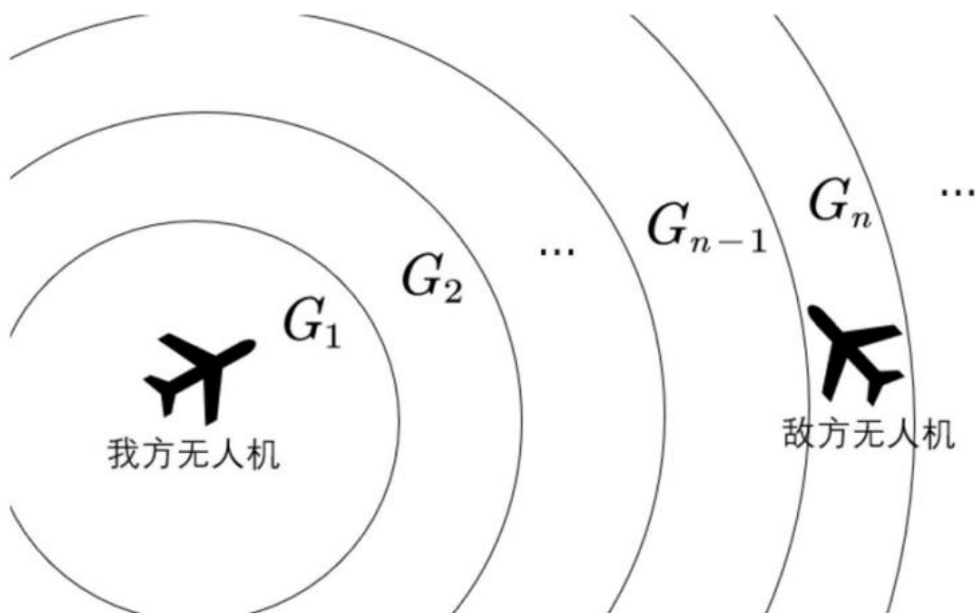


图4

先前技術檢索 - 先前相近的技術(Prior Art)_3

■ 專利檢索

- 資料庫 <https://patents.google.com/>

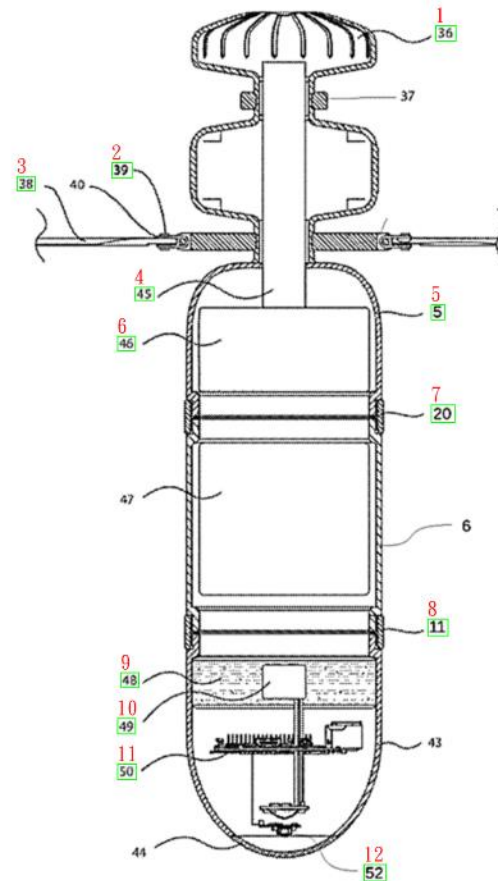
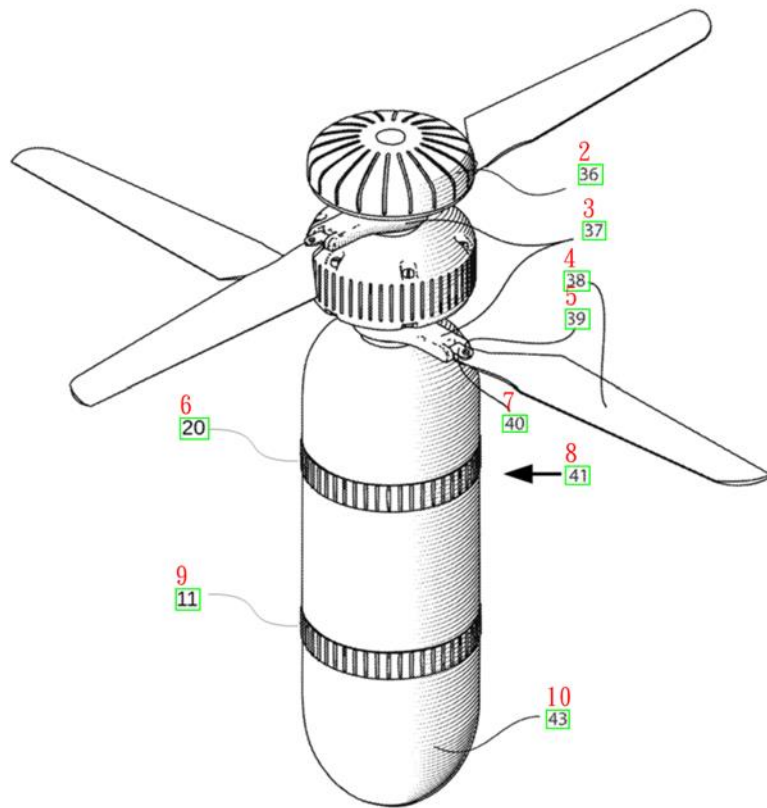
檢索條件	結果
(B64C OR B64D OR G05D) AND “VTOL”	13,566
(B64C OR B64D OR G05D) AND (VTOL) AND (military) AND (attack) and (camera)	277

找到AU一篇內容相似：AU2022/252842 A1

- 前案與本揭露技術在技術面及功效面之差異
 - 前案: 基於深度強化學習，無人機對無人機的空空機動規避決策方法。
 - 本案: 基於深度強化學習，混合海洋水鳥的飛行行為數據和空海戰場數據，無人機對船艦的空海機動規避，提高無人機對船艦的適應性和戰場存活率。

先前技術檢索 - 先前相近的技術(Prior Art)_3

■ 專利檢索



- 5 first upper end portion
- 6 second lower end portion
- 11 second coupling
- 20 first coupling
- 36 transceiver
- 37 gear shaft
- 38 propeller
- 39 pin
- 40 spring device
- 41 upper case
- 43 lower case
- 45 motor shaft
- 46 motor
- 47 battery unit
- 48 explosive component
- 49 impact fuse
- 50 microprocessor system
- 52 camera

新穎性比對

構成要件比對	提案	US2023/0221733A1 TRACKING OF DYNAMIC OBJECT OF INTEREST AND ACTIVE STABILIZATION OF AN AUTONOMOUS AIRBORNE PLATFORM MOUNTED CAMERA (引證1)	CN2022/10144676.2A 一种基于深度强化学习的无人机机 动规避 A UAV MANEUVER AVOIDANCE BASED ON DEEP REINFORCEMENT LEARNING (引證2)	AU2022/252842 A1 REMOTELY CONTROLLABLE AERONAUTICAL ORDNANCE (引證3)
構成要件1(異): 結構	紙板	紙板管,輕木,碳纖維	-	-
構成要件2(異): 飛行模式	VTOL	VTOL	-	垂直落下
構成要件3(異): 軍事任務	規避小口徑火炮, 主動炮彈攻擊	-	規避導彈威脅	
構成要件4(異): 嵌入式系統	視覺和紅外廣角攝像 系統、嵌入式系統	使用GPS定位	-	成像設備、微處理器 系統
構成要件5(異)	混合強化學習的飛行 路徑決策方法	-	強化學習機動規避的 決策方法	人員遙控引導落點

進步性比對與分析(Non-obvious)

構成要件比對	提案	US2023/0221733A1 TRACKING OF DYNAMIC OBJECT OF INTEREST AND ACTIVE STABILIZATION OF AN AUTONOMOUS AIRBORNE PLATFORM MOUNTED CAMERA (引證1)	CN2022/10144676.2A 一种基于深度强化学习的无人机机动规 避 A UAV MANEUVER AVOIDANCE BASED ON DEEP REINFORCEMENT LEARNING (引證2)	AU2022/252842 A1 REMOTELY CONTROLLABLE AERONAUTICAL ORDNANCE (引證3)
進步性分析	<p>1. 構成要件1、2延申引證1、2的VTOL技術關聯性,進而采用特殊設計的紙板結構和鋰一元電池,提高無人機的隱蔽性、飛行距離和空中盤旋能力,</p> <p>2. 構成要件3、4延申引證2的規避導彈威脅及引證3的微電腦成像系統,進而使用嵌入式硬件和攝像系統偵測小口徑火炮的紅外熱軌跡,在無人機端自動進行實時圖形辨識,主動追蹤目標、變換飛行路徑、自主完成任務。</p> <p>3.構成要件5延申引證2的強化學習機動規避的決策方法,進而使用海洋水鳥飛行路徑的混合強化學習模型,誤導雷達系統、提高隱身性。</p> <p>4.本案使用紙板結構和鋰一元電池設計提高隱身性和續航力、以嵌入式硬件邊緣計算自主飛行和完成任務、以YOLO深度學習進行快速圖像辨識和目標追蹤、學習水鳥的混合式強化學習主動決策飛行路徑和機動規避小口徑火炮攻擊,并非經由簡單變更或單純拼湊而能輕易完成,故具有進步性。</p>			

Open Items

■ 未決研究方向

- 嵌入式實時辨識系統紙板無人機實作 (VTOL, 組裝結構, FCU, EIRS)
- 輕量化紙板材料於無人機結構應用研究
- 不同紙質材料結構對雷達電磁波反射性能影響的比較分析
- 基於深度學習的船艦微小圖像快速識別模型研究 (YOLO?)
- 基於深度學習的船艦紅外熱圖像追蹤研究 (YOLO?)
- 基於深度學習的小口徑火炮熱軌跡識別研究 (YOLO?)
- 建構海空戰術對抗模擬的研究 (Unity?)
- 基於強化學習的無人機自主飛行與攻擊策略性能評估 (SAC?)

附件