

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

傅敬堯

2023/11/21

簡報大綱

- 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)

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微小目標影像辨識,達到戰場自主攻擊和躲避。

技術揭露 - 對照先前技術之功效

技術領域	前案	本案
精準打擊	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	具有類神經網路快速識別攻擊目標, 威脅源, 熱軌跡, 進而主動變化飛行路徑, 規避攻擊。
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

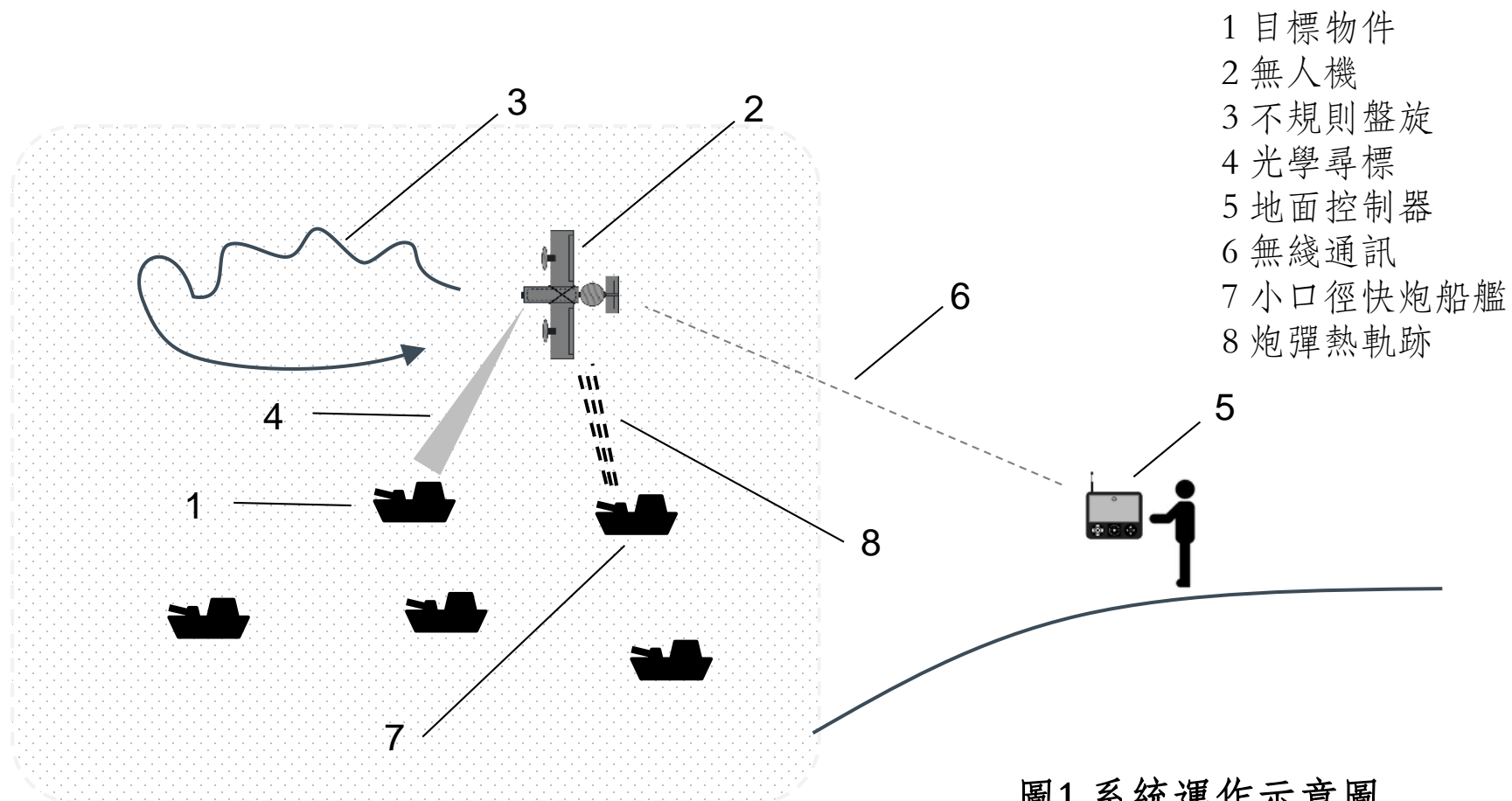
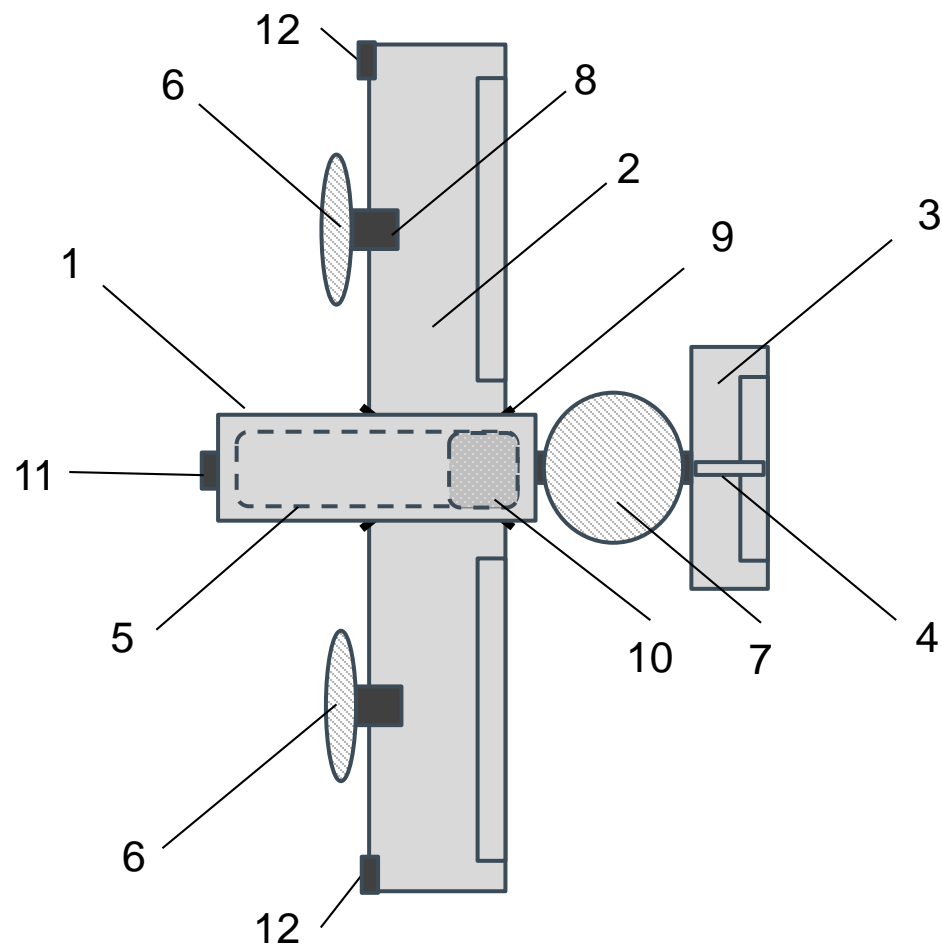


圖1 系統運作示意圖

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

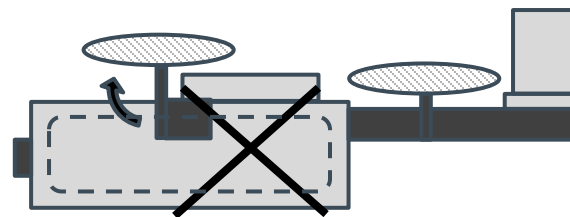


圖2 一次性紙板VTOL無人機

技術範圍定義 - 實施方式

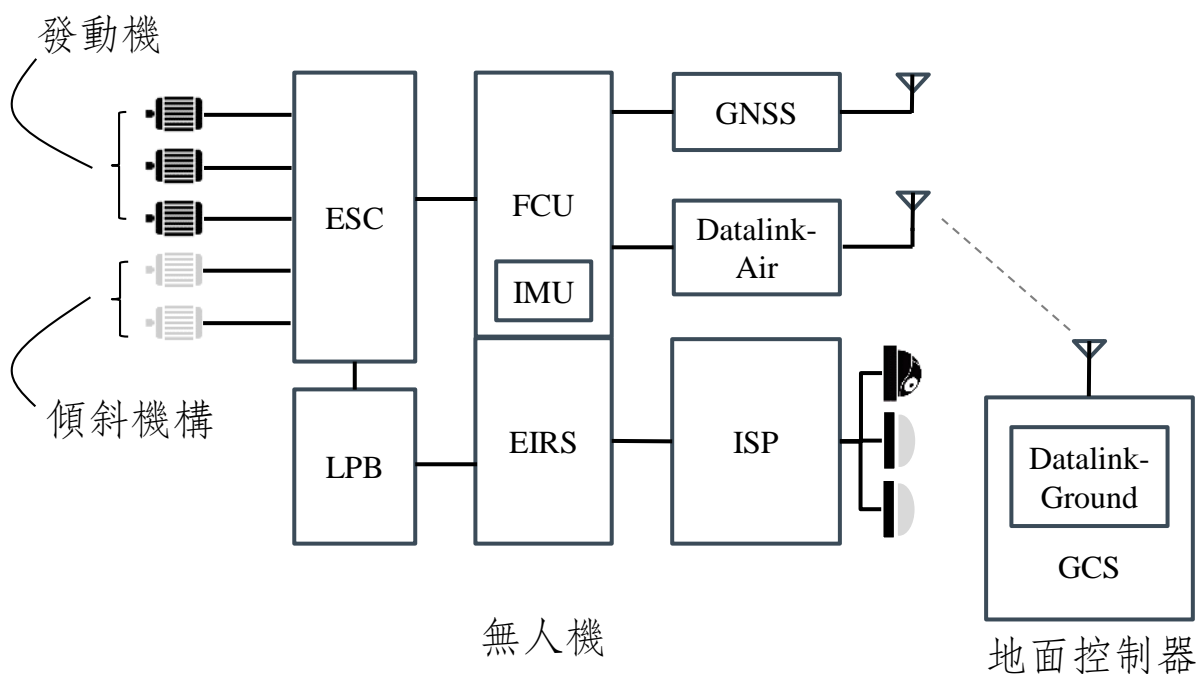


圖3 嵌入式系統方塊圖

- 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

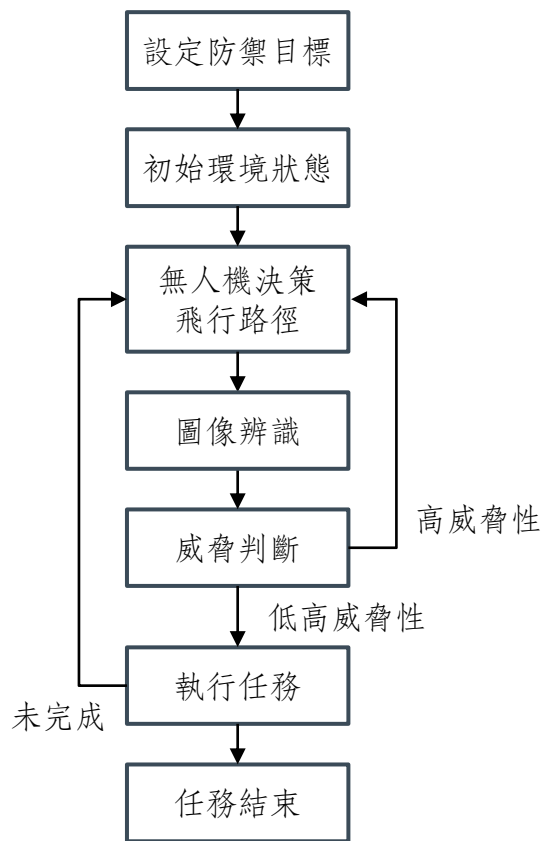


圖4 任務流程圖

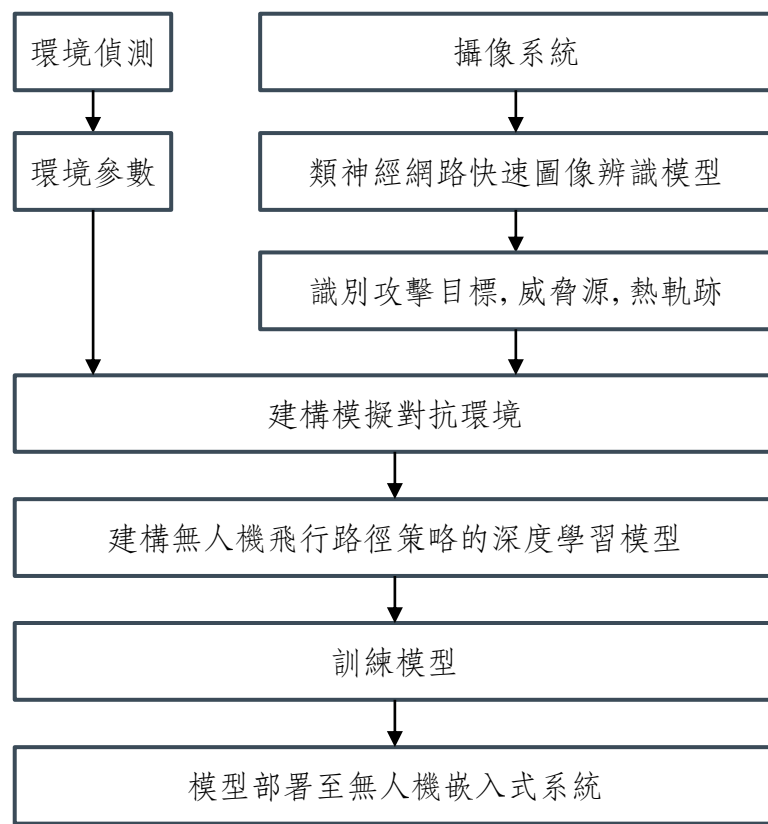


圖5 飛行路徑方法實現流程圖

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：精準打擊, Precision Strike
 - ▣ 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
- 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

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

檢索條件

(B64C OR B64D) AND “VTOL”

結果

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	原申請權	著作權
1	M634769	2022/12/31	11/204954	2022/05/13	可變機翼的無人機 Transformable flying drone	台灣公眾 公開說明書	備註
2	I763417	2022/05/31	11/0114123	2021/04/20	雙翼飛行器 FLYING DEVICE WITH DOUBLE WINGS	▲創公啟 公開說明書	備註
3	I763985	2021/05/25	11/0114329	2021/04/22	雙翼飛行器動力輸入機	專利公啟 公開說明書	備註
4	I734446	2021/07/31	10/112569	2020/04/17	可變機翼系統	台灣公眾 公開說明書	備註
5	I627104	2018/06/21	10/117870	2017/09/31	簡單俯仰控制裝置及具有VTOL和固定翼飛行器 SIMPLE PITCH CONTROL DEVICE FOR DUAL-MODE AIRCRAFT WITH VTOL AND FIXED WING FLIGHT	▲創公啟 公開說明書	備註
6	I625270	2018/06/21	10/113011	2017/04/19	三軸飛行器 TRIAXIAL HELICOPTER	專利公啟 公開說明書	備註
7	M536956	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	台灣公眾 公開說明書	備註
8	I538852	2018/06/21	10/1125915	2012/07/18	無人機	▲創公啟 公開說明書	備註

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: Teston Innovations Inc. (4.8%), Joy Aero, Inc. (2.2%), Skyarchy Aero's Cooperation (1.8%), Geni Helios (1.7%), Expand (1.5%).

VTOL aircraft patent details: EP US CN JP KR CA ES AU NZ PL. Priority 2013/05/24. Filed 2013/05/24. Published 2017/07/29. Abstract: A VTOL aircraft is disclosed, comprising a fuselage, a pair of rotors, and a pair of wings. The aircraft is configured to operate in both vertical and horizontal flight modes.

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/>

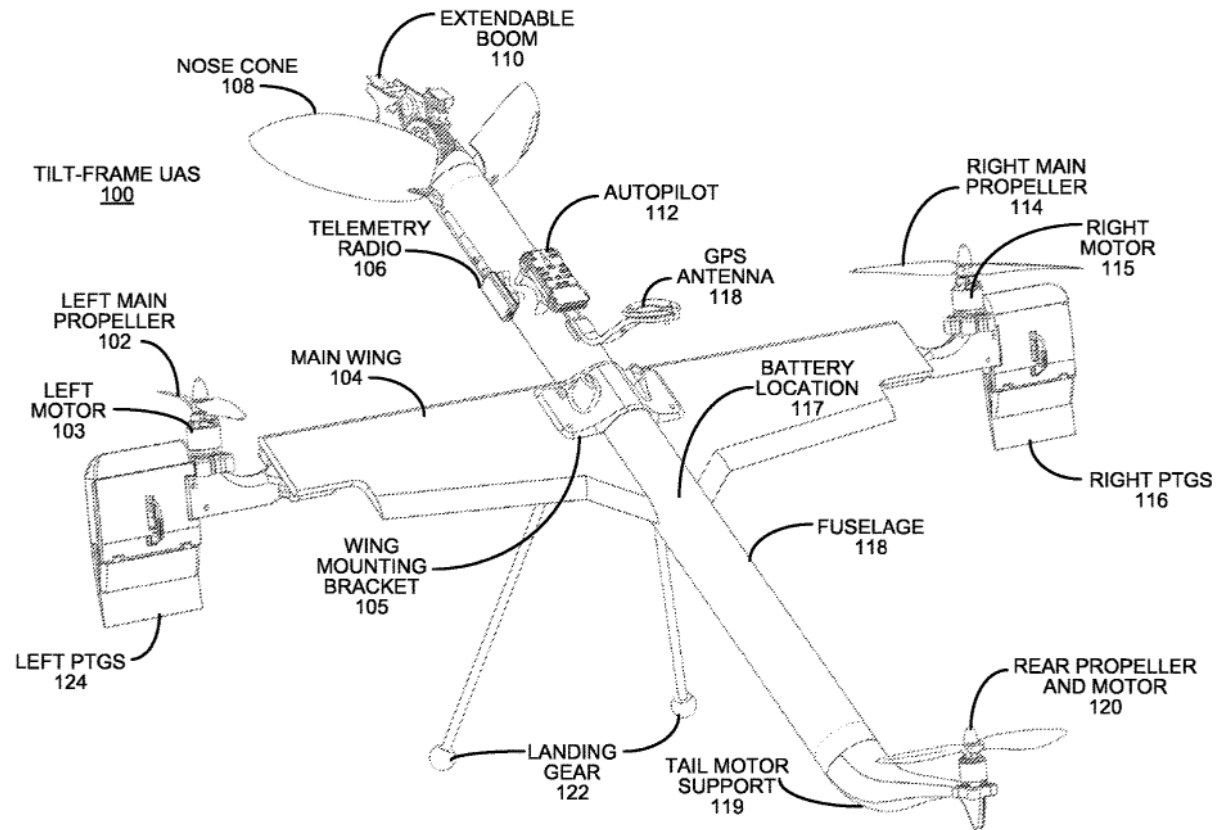
檢索條件	結果
(B64C OR B64D) AND “VTOL”	19,150
(B64C OR B64D) AND (VTOL) AND “Cardboard”	14

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: 無人機對無人機的空空機動規避決策方法。
 - 本案: 無人機對目標船艦, 對威脅源, 對火炮熱軌跡的機動路徑決策方法。

先前技術檢索 - 先前相近的技術(Prior Art)_2

■ CN2022/10144676.2A專利揭露

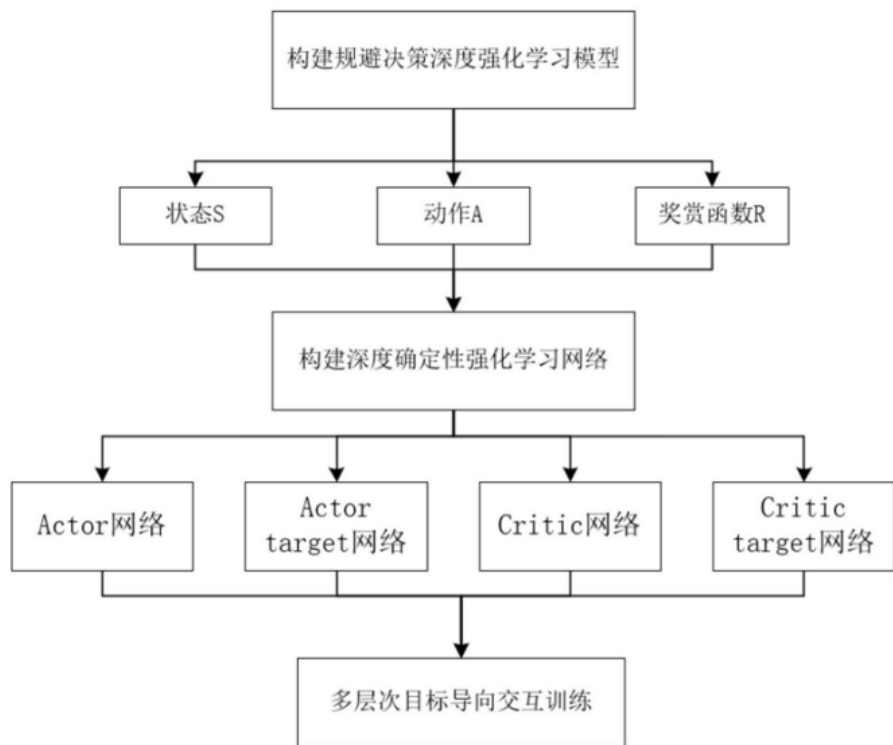


图3

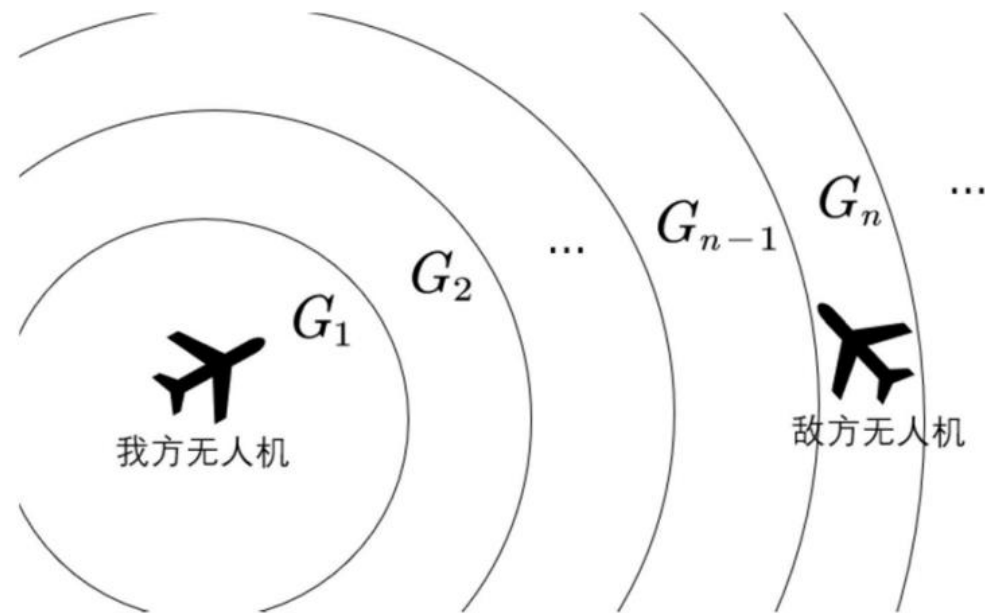


图4

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/>

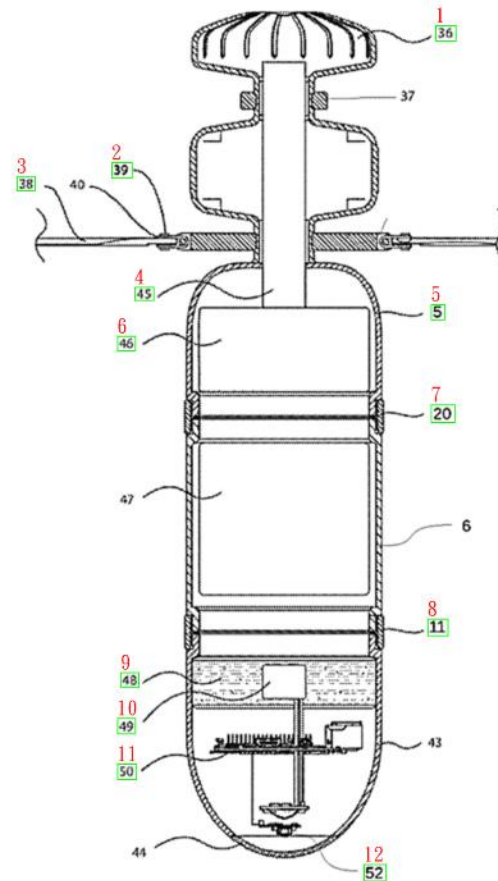
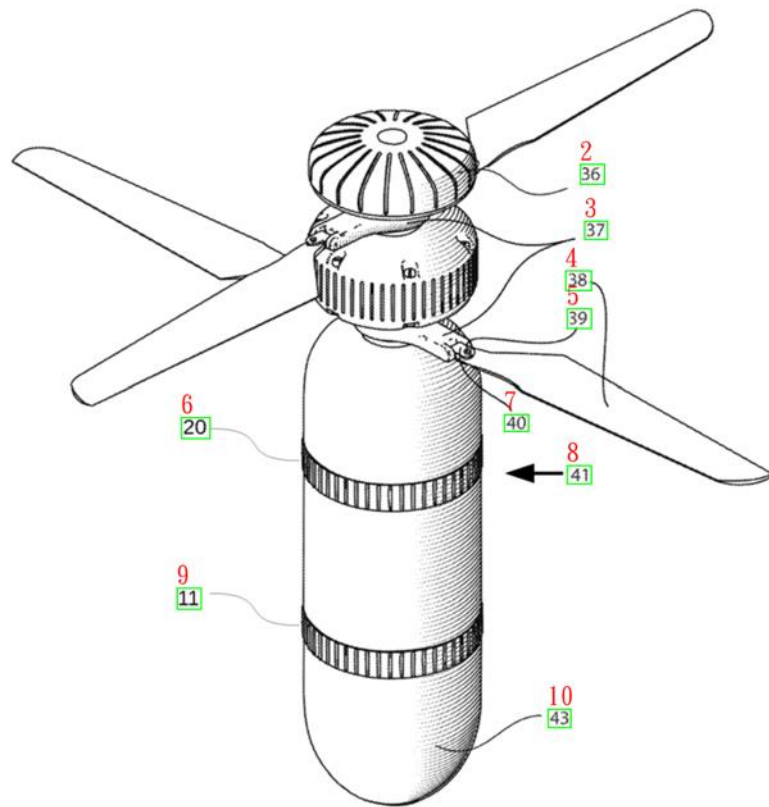
檢索條件	結果
(B64C OR B64D OR G05D) AND “VTOL”	13,566
(B64C OR B64D OR G05D) AND (VTOL) AND (military) AND (attack) and (camera)	277

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: 基於空投，微電腦系統，攝像頭，無線回傳圖像，遠程人員遙控落點。
 - 本案: 基於可傾螺旋槳的垂直起降固定翼無人機，嵌入式系統，攝像系統，邊緣圖像辨識，自動飛行，自主完成任務。。

先前技術檢索 - 先前相近的技術(Prior Art)_3

■ 專利檢索



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	垂直起降,可盤旋和定 點	垂直起降,可盤旋和定 點	-	垂直落下,可盤旋和定 點
構成要件3(異): 軍事任務	精準打擊	-	-	精準打擊
構成要件4(異): 嵌入式系統	嵌入式飛控系統、邊 緣圖像辨識系統	GPS定位	-	成像設備、微處理器 系統
構成要件5(異): 飛行路徑	基於攻擊目標、威脅 源、熱軌跡的強化學 習,主動變化飛行路徑 規避威脅。	-	基於空對空相對位置 的強化學習產生機動 規避路徑	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3的微電腦成像系統,進而使用嵌入式硬件和邊緣影像辨識系統,在無人機端進行實時圖形辨識,自主追蹤目標。</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,導入環境參數、攻擊目標、威脅源、熱軌跡再做強化學習決策飛行路徑的方法,能有效規避威脅。</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、以類神經網路深度學習進行快速圖像辨識和目標追蹤,導入環境參數、攻擊目標、威脅源、熱軌跡做強化學習主動決策飛行路徑,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>			