

## 國家科學及技術委員會工程處專題計畫主持人近五年成果績效表

姓名：黃勝志

職稱：助理教授

服務單位：淡江大學資訊工程學系

### 一、近五年最具代表性之學理創新/實務成果、期刊論文/書籍發表、系統應用/技術突破之表現。並請簡述國內外相關研究成果之比較。

#### 1. 異質無人機於無線感測網路之資料蒐集與無線充電協作 (2025 最新成果)

- **學理創新：**本研究針對無線感測網路 (WSN) 之資料蒐集難題，確立了由「任務型無人機 (Task UAV, TU)」與「支援型無人機 (Supply UAV, SU)」組成之異質協作架構。突破傳統單一無人機受限於電池容量的物理瓶頸，本研究在數學上建構了懸停補能 (Hovering and Recharging) 之協作模型，將 SU 定義為具備無線電力傳輸 (WPT) 與邊緣運算能力的移動式骨幹。透過將高耗能的資料卸載與長距離回程傳輸工作轉移至 SU，成功解耦了任務執行與能源補給的相依性，證實了此異質協作單元能最大化資料蒐集效率並顯著延長網路生存時間。
- **技術突破與比較優勢：**
  - **聯合路徑規劃 (Joint Route Planning)：**針對 TU 與 SU 的動態互動，提出了整合資料蒐集路徑、懸停位置與充電時機的聯合最佳化演算法。相較於傳統靜態充電站或同質無人機群方案，本方法能根據感測節點 (SNs) 的分佈動態調整補能熱點，實現能源利用效率的最佳化。
  - **計畫基石：**此成果在 WSN 場域下完整驗證了異質協作機制的物理可行性與效能優勢，確立了「空中物理協作」的基礎模型，為本年度擬提出之面向 6G NTN 與大規模抗風協作之研究計畫提供了關鍵的理論依據與數學基礎。
- **對應發表：**
  - [IEEE Globecom 2025] **S.-Z. Huang**, C.-L. Hu, and M. Y. Mir, “Hovering and Recharging Route Planning for Cooperative UAV-Assisted Data Gathering in WSNs,” in Proc. IEEE Global Commun. Conf., Taipei, Taiwan, Dec. 2025.
  - [IEEE OJ-COMS 2025] **S.-Z. Huang**, C.-L. Hu, and C.-K. Chang, “Heterogeneous Multi-UAV Cooperation With Data Gathering, Offloading, and Wireless Charging in Wireless Sensor Networks,” *IEEE Open Journal of the Communication Society*, Vol. x, Issue x, pp. x-x, 202x, doi: 10.1109/OJCOMS.2025.3647898 (Early Access)

#### 2. 無人機群之能量平衡優化與動態區域分割機制 (2021 演算法基石)

- **學理創新：**針對多無人機 (Multi-UAV) 協同資料蒐集任務，解決了傳統幾何分割導致部分節點過早耗盡電量之問題。本研究提出基於 Powered-Voronoi Diagram (PVD) 的動態區域分割演算法，創新性地將每台無人機的剩餘電量

與飛行能力轉化為權重因子，動態調整其負責的感測區域大小，實現「能者多勞」的自動化負載平衡機制。

- **技術突破與比較優勢：**

- 能耗均衡化 (Energy Balancing)：突破傳統 Voronoi 或 K-Means 僅考慮幾何距離的限制，本研究結合 Genetic-based TSP (GA-TSP) 進行區域內路徑優化，成功將複雜的 NP-Hard 問題拆解求解。

- 生存時間最大化：實驗證實，此機制能有效避免單一無人機因負載過重而提早離線 (Draining)，使整體無人機群 (UAV Swarm) 的網路生存時間 (Network Lifetime) 顯著優於傳統方法，為後續的大規模協作提供了核心演算法基礎。

- 對應發表：[IEEE Access 2021] C.-L. Hu, **S.-Z. Huang**, Z. Zhang, and L. Hui, "Energy-Balanced Optimization on Flying Ferry Placement for Data Gathering in Wireless Sensor Networks," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 70906-70923, 2021.

### 3. 多接取邊緣運算之智慧任務轉移與深度強化學習決策 (2022 AI 決策優化)

- 學理創新：針對多接取邊緣運算 (MEC) 網路中，伺服器負載不均導致延遲敏感型任務失敗之問題，提出了一套基於 Deep Q-Network (DQN) 的智慧任務轉移機制。本研究引入排隊理論 (Queuing Theory) 建立伺服器負載的數學模型，並定義了結合「工作負載」與「任務重要性」的量化指標，使 AI Agent 能精確預測各節點之等待時間與服務品質(QoS)。

- **技術突破與比較優勢：**

- 動態環境適應性：突破傳統貪婪演算法 (Greedy) 或隨機策略在高度變動網路下的效能瓶頸。本研究所訓練之 AI 模型具備環境感知能力，能根據即時流量與任務急迫性，自主判斷將任務本地執行或遷移至鄰近節點。

- 延遲最小化：驗證結果顯示，此機制在不同任務到達率下，均能顯著降低總體服務時間 (Total Service Time) 並提升任務成功率，展現了將 DRL 應用於網路資源排程的實務潛力。

- 對應發表：[IET Communications 2022] **S.-Z. Huang**, K.-Y. Lin, and C.-L. Hu, "Intelligent task migration with deep Q-learning in multi-access edge computing," *IET Communications*, vol. 16, no. 11, pp. 1290-1302, 2022.

## 二、 近五年協助產業發展績效：技術移轉、著作授權、產學合作、協助產業發展、實作研究上之成果與貢獻、產業規範/標準之建立。

### 1. 智慧工地與場域安全之全地端即時 AI 監控系統 (產學合作)

- 合作對象：千溢科技股份有限公司。

- 產業痛點與挑戰：營建工地環境特殊，網路頻寬不穩且具高延遲風險，傳統雲端 (Cloud-based) AI 辨識方案難以滿足「即時工安預警」需求，且存在影像外流之隱私疑慮。

- 技術解決方案 (實作成果)：

- 邊緣智能 (Edge AI) 架構：協助廠商導入 NVIDIA Jetson orin nano 嵌入式運算平台，開發「全地端 (On-premise)」監控系統。影像資料直接於工地現場進行推論與處理，大幅降低對外部網路頻寬的依賴與傳輸延遲。
- 模型輕量化 (Model Compression)：針對工安違規特徵（如未戴安全帽、反光背心缺失、危險區域入侵），採用 YOLO 系列演算法並導入知識蒸餾 (Knowledge Distillation) 與模型剪枝技術。預計將複雜深度學習模型移植至資源受限的邊緣裝置，實現 FPS 30+ 的即時偵測效能。
- 具體貢獻與效益：本計畫協助合作企業建立自動化數位監控能量，將被動的人力巡檢轉為主動的 24H 即時預警，有效降低工安意外風險，並作為該企業推動工地數位轉型 (Digital Transformation) 之示範場域。

三、 近五年國內外之成就與榮譽(請註明名稱及日期)：例如 1.獲得國內外重要獎項及其他榮譽，2.國際研討會邀請專題演講或規劃委員，3.國際重要委員會之委員。

1. [頂級會議發表] 論文獲選發表於通訊領域指標性會議 **IEEE Globecom 2025** (Taipei, Dec. 2025)。該會議錄取競爭激烈，顯示本團隊在 UAV/AAV 協作之研究成果獲國際學術界高度認可。



圖一、IEEE Globecom 2025 會議報告畫面(Interactive Session)

2. [國際會議職務] **Technical Program Co-Chair**, International Workshop on Mobile IoT (MIoT 2026), held in conjunction with **The 14th International Conference on Ubi-Media Computing (Ubi-Media 2026)**, Penang, Malaysia (Jan. 18-22, 2026)。
  - 說明：繼 2025 年成功舉辦後，持續獲大會邀請主導 MIoT Workshop 之議程規劃，負責審查與篩選高品質論文，推動行動物聯網技術之國際學術交流。
3. [國際會議職務] **Technical Program Co-Chair**, International Workshop on Mobile IoT (MIoT 2025), held in conjunction with **The 13th International Conference on Ubi-Media Computing (Ubi-Media 2025)**, Bangkok, Thailand (Jan. 07-09, 2025)。

- **說明：** 負責該年度 Workshop 之論文徵稿、技術審查與議程主持人 (Session Chair)，成功匯聚多國學者參與討論。
- 4. **[國際會議職務] Registration Chair, 2022 IEEE World Congress on Services (IEEE SERVICES 2022), Barcelona, Spain (July 10-16, 2022)。**
  - **說明：** 獲邀擔任 IEEE Computer Society 重點旗艦會議之大會職務，負責協助大會組織運作、處理全球與會者註冊事務與線上/實體混合會議之行政協調。
- 5. **[期刊審查服務] 擔任 Journal of Applied Science and Engineering (JASE) (Scopus/ESCI Indexed) 等國際學術期刊之審稿委員 (Reviewer)。**
  - **說明：** 積極參與學術社群服務，協助同儕審查以確保學術論文之創新性與品質，並持續拓展參與其他國際權威期刊之審查工作。

四、近五年在人才培育、研究團隊建立及服務方面的重要貢獻及成就：獲得各類教學獎項；所指導之學生曾獲之獎項及特出之表現。

1. 學生指導績效與競賽獲獎：

- **[程式競賽] 2025 ICPC Taiwan Private University Programming Contest (PUPC) 銅牌：**指導學生 Ting Yang Lim, KAI EN LIN, Chen-Yu Chen 參賽。在極具挑戰性的國際演算法競賽標準下，學生展現紮實的程式邏輯與解題抗壓性，從眾多參賽隊伍中脫穎而出獲得銅牌佳績。



圖二、2025 PUPC 得獎證明

- **[專題競賽] 2025 淡江資工週系級專題競賽 (競賽 C-手機與網頁應用軟體組) 佳作：**指導學生 歐陽林、張福明、沈千淦 開發「校園國際交友配對系統」。**專題亮點：**針對校園內外籍生社交痛點，設計基於語言交換與興趣媒合的配對演算法，旨在創造國際友善校園 (International Friendly Campus)，展現學生將技術應用於解決社會實務問題之能力。