

智慧機器人與製造應用AI系統開發計畫(2/4)

◆ 計畫產出可營運之成果說明

機器人邊緣運算控制技術分項：機器人邊緣控制器與套件技術	
可移轉成果名稱	適應性多機協作控制技術
技術現況敘述： <ul style="list-style-type: none">適應性多機協作控制技術：透過 TSN 同步協定可進行多台/多廠牌手臂 us 等級的同步運動，並搭配多種感測器如 1D 雷射光感、2D 影像相機、2.5D 點雲結構光相機，可進行多種加工應用如鑄件切割，同時具有 RabbitMQ 協定可由控制中心進行遠端同步排程與命令控制	
技術說明： <ul style="list-style-type: none">雙臂 14 軸 TSN 同動控制，控制頻率為 1KHz，並應用於雙機器人鑄件切割跨廠牌多機器人同儕學習精進協作技術，建立多機避障功能，即時修改軌跡，在碰撞前停止手臂運作	
技術特性： <ul style="list-style-type: none">實現多感測器資訊融合技術：(1)1D 雷射光感(for 工件整列)、(2)2D 影像工件方位辨識(for 停車定位偵測與夾抓)、(3)2.5D 點雲影像工件尺寸偵測(for 切割)	
技術規格： <ul style="list-style-type: none">2 組 2D 影像相機校正後絕對精度$\leq 1\text{mm}$1 組 2.5D 影像相機建模縫合後絕對精度$\leq 3\text{mm}$	
所須軟硬體設備： <ul style="list-style-type: none">軟體：c++ 64bits 開發環境與相關函式庫、ROS、OpenCV3.0硬體：2D 與 2.5D 影像相機共 3 組、視覺定位運算電腦(建議 CPU i5 以上、至少 32GB 記憶體、大容量 SSD 硬碟、Nvidia RTX2060 以上顯卡)	
需具備之專業人才： 熟悉機器人學、座標系轉換、影像處理等知識	
技術成熟度： <input type="checkbox"/> 量產 <input type="checkbox"/> 試量產 <input checked="" type="checkbox"/> 雛型 <input type="checkbox"/> 實驗室階段 <input type="checkbox"/> 概念 <input type="checkbox"/> 其他	
技術可應用範圍： 機器手臂多機協作、機器手臂加工應用	
應用領域/產業： 機器人金屬加工、鋼鐵	
潛力預估： <ul style="list-style-type: none">建立多機同步同動與多廠牌串接技術，可協助傳統產業將舊有手臂與新型手臂整合應用，並透過多感測器融合技術，可導入各種應用需求的產線，促使系統整合廠商建立以軟體加值機台硬體的產線，可與機器手臂製造商及控制系統開發業者合作，發展應用系統，促使生產製造廠商加速新產品研發及良率學習能力	
聯絡人員： 工研院機械所／吳建佑／03-5914354／chienyuwu@itri.org.tw	

機器人邊緣運算控制技術分項：移載機器人自主協同控制技術

可移轉成果名稱 整合分散式跨機技術之運籌管理系統

技術現況敘述：

- 目前國內系統商多使用 rule-base 方式建置交管邏輯，無法因應動態變化且擴充困難，支援車輛數小於 10 台
- 各家使用之執行系統、週邊設備或車載系統各不相同，客製通訊介面之垂直整合耗時

技術說明：

- 開發分散式跨機控制演算法，使移動式機器人群組分享彼此位置以建立多機協合運行路徑(Multi-agent Cooperative Path)，可減少 3 orders 的通訊負載並降低延遲時間，有效減少會車衝突

技術特性：

- 以分散式跨機控制技術降低通訊負載，優化多機決策邏輯
- 異質通訊整合技術建置，可支援多家廠牌移動平台並可支援多種標準通訊介面

技術規格：

- 可降低通訊負載至 9Kps，降低通訊延遲時間至 95ms
- 可整合 AGV、RGV、AMR 等移載機器人機種，並可支援 TCP、RabbitMQ 等通訊介面

所須軟硬體設備：

- 軟體：Linux 作業系統、ROS 平台、運籌管理系統、分散式跨機控制套件
- 硬體：移載機器人、中央控制設備、wifi5 以上通訊設備

需具備之專業人才：電機、電子、資工相關能進行演算法與系統整合之專業人才

技術成熟度：量產 試量產 雛型 實驗室階段 概念 其他

技術可應用範圍：機械、半導體業等有自動化運載需求產業

應用領域/產業：製造，物流，醫療，能源，交通，農業以及零售

潛力預估：

- 亞洲區域(Asia-Pacific)自主移動式機器人市場在 2020-2026 總共有 673.5 億美元的規模(Research and Markets, January 2020)，全球市場在 2030 年將達 2206 億美元，年成長率 18.9%(ResearchAndMarkets.com, April ,2020)
- 因為疫情引發的零接觸服務，與少子化的自動化需求助長其快速發展
- 廣大的應用範圍包含製造、物流、醫療、能源、交通、農業以及零售等
- 為 5G 通訊，雲端運算與儲存，以及人工智慧等技術的重要出口

聯絡人員：工研院機械所／韓孟儒／03-5915766／MJHan@itri.org.tw

機器人系統數位化軟體技術分項：機器人跨智學習數位化平台技術

可移轉成果名稱 數位學生智識擷取技術

技術現況敘述：

- 對機器人產業的供給端而言，長期以來國內軟硬體業者的發展壁壘 分明，因此機器人硬體製造廠商在軟體開發的能力較為不足，難以藉由軟體創造與 國外競爭者的差異化，且廠商多採用封閉式的開發系統，無法與其他業者發揮協同運作之功能和效率

技術說明：

- 數位學生應用軟體：發展多機產線配置軟體用以進行機器人間之溝通、協作 之用並以透過機器 人轉速、轉矩值、座 標、旋轉比例及加速度之數位學生擬真 進行精度調變
- 多機協作技能學習軟體：企業系統串接以及設備即時戰情服務，並支援 5 項工匠智慧技能，透過標準化學習框架進行加工人員智識數位化留存，進而整合機器人靜態及 動態特性擬真以及加工智識模型進行工序生成

技術特性：

- 本技術透過技能學習標準框架，可快速進行領域知識數位化，引領初入門工作人員快速進行企業運行現況。並將數位知識融合至場景模擬軟體，透過機器人部件特性進行擬真，建立符合實際場域之虛擬場景

技術規格：

- 機械手臂焊接製程特性分析。以智慧模型方式協助現場工匠智慧移轉與加工任務設備狀態模組以 200ms 頻率進行狀態更新並整合電腦輔助設計軟體於 150ms 延遲下實現協作設計
- 對於以多機械手臂賦予不同工作任務，取得生產過程感測數據與分析，包含：以時域訊號取得特徵值再學習異常區間範圍進行判

所須軟硬體設備：

- 軟體：Ubuntu 16/CentOs 7/Win10，Python3, Protobuf, DynamicDB, Nginx, Docker
- 硬體：GPU TX2, CPU I7

需具備之專業人才：熟悉軟體操作以及工程模型驗證基本概念

技術成熟度：量產 試量產 雛型 實驗室階段 概念 其他

技術可應用範圍：製程品質預測、製程品質改善、製程產線配置模擬、機器學習模型建置

應用領域/產業：製造業、資訊業

潛力預估：

- 協助製造業者快速收斂料特徵並產製學習模型，縮短開發模型時的試誤時間，快速提升業者資訊化能力以及機台應用能力。可與資訊整合業合作發展應用系統，促使製造業、資訊業等需要機器學習能力的產業加速新產品資訊應用能力

聯絡人員：資策會／陳弘恩／02-6607-2301／hongnchen@iii.org.tw

機器人系統數位化軟體技術分項：機器人生產系統數位化模擬技術

可移轉成果名稱 複雜曲面加工路徑生成技術

技術現況敘述：

- 噴塗產業大部分皆以人工為主，且噴塗工件少量多樣，路徑的變化隨著工件的不同而有所變異，因此難以實現噴塗系統自動化，而透過導入噴塗自動化模擬軟體路徑生成，以及模擬軟體專用之噴塗教導槍，可讓機器人可以針對不同形狀的工件進行噴塗加工，完成噴塗自動化之任務

技術說明：

- 開發機器人噴塗模擬軟體技術，提供業者快速評估產線配置及加工路徑生成，有效縮短機器人教導耗時

技術特性：

- 3D 互動操作介面並可支援多種類型 3D 模型
- 多種噴塗路徑生成方式設定
- 快速進行場景建置並快速生成噴塗路徑
- 工件曲面最佳噴塗距離設定與噴幅設定
- 通訊整合各家機械手臂

技術規格：

- 多家廠牌機器人與自動化資料庫，具備機器人多軸運動學分析功能
- 多種機器人加工路徑自動生成
- 快速分析機器人奇異點與軸極限分析
- 機器人避障路徑生成

所須軟硬體設備：

- 軟體：生產系統數位化模擬軟體、OS:Windows 10
- 硬體：高效能運算電腦

需具備之專業人才：軟體設計、機器人技術

技術成熟度：量產 試量產 雛型 實驗室階段 概念 其他

技術可應用範圍：機械手臂加工製造業

應用領域/產業：噴塗、焊接

潛力預估：

- 機器人加工路徑生成技術可快速生成路徑與分析評估
- 可適用於噴漆、焊接、塗膠等加工模式應用

聯絡人員：工研院機械所／蔡承翰／03-5919325／LanceTSAI@itri.org.tw

機器人製造系統整合技術分項：工件式機器人加工系統技術

可移轉成果名稱 | 機器人 Zero Tuning 製造技術

技術現況敘述：

- 金屬加工產業如研磨、拋光、去毛邊，大量仰賴人力研磨拋光，但現場作業環境噪音粉塵嚴重，面臨缺工問題，加上世代斷層年輕人不願意加入勞力密集產業，因此研磨經驗傳承困難，導致品質穩定度不佳。若導入機器人教導費時，工件換線時間冗長，需費大量時間調整路徑與製程參數，新工件耗時 7-14 個工作日，加上客戶生產模式的改變，造成頻繁換線生產現象，工件外型複雜，使得彈性製造無法實現

技術說明：

- 採用 Zero Tuning 製造技術架構，可以根據所需的質量自動優化機器人磨削過程的工藝參數。為了克服現實世界和模擬之間的差距導致的不確定性，適當的系統校準有助於精確生成真實環境位置，並構建雲數據庫以同時記錄磨削過程中的相關數據。所提出的零調機方法結合了神經網絡 (NN) 模型和遺傳算法 (GA)，在生成相關相應參數的最佳組合，以滿足所需的品質。實驗結果表明，輸出結果的平均誤差為 8.93%。

技術特性：

- 導入數位孿生與 AI 學習快速適應調機技術，回饋修正加工路徑，導入時間 4.9 秒，參數學習估測準確度 91.07%

技術規格：

- 回饋即時修正加工路徑，導入時間 4.9 秒
- 整體控制產品不良率 6.7% 內，改善製程品質穩定性

所須軟硬體設備：

- 軟體：EzSim 機器人模擬軟體、SmartVision 機器人視覺軟體、Zero Tuning 軟體
- 硬體：手臂荷重：50kg；手臂重現性： $\pm 0.07\text{mm}$ 、視覺感測系統(Laser, 3D vision)、周邊機台(如研磨機、拋光機等)

需具備之專業人才：具加工技術背景

技術成熟度：量產 試量產 雛型 實驗室階段 概念 其他

技術可應用範圍：改善工件變異之瓶頸

應用領域/產業：金屬加工製造/水五金產業、手工具產業、廚具產業

潛力預估：

- 以建立 AI 學習快速適應調機技術，優化加工製程參數，協助國內金屬加工產業全面數位轉型

聯絡人員：工研院機械所／施志軒／03-5913656／itriA20303@itri.org.tw

機器人製造系統整合技術分項：刀具式機器人加工系統技術

可移轉成果名稱 機器人焊接/檢測雙手臂系統

技術現況敘述：

- 將機器人運用於焊接製程，目前在加工前多採用人力執行焊件的間隙檢測，容易因人工的誤判，導致製程後的工作品質下降，面臨成本提高的問題

技術說明：

- 整合機械手臂與雷射掃描輪廓設備，即可成為檢測機器人，用以偵測焊接前硬體間隙，其可取代廠商以人力檢測的過程，提升產能並改善人工誤判的情況

技術特性：

- 利用機器人定位精度模組提升精度後之機械手臂整合雷射掃描輪廓設備可成為檢測機器人，用以偵測焊接前硬體間隙，並與廠商原有的焊接機器人組成雙手臂系統，一焊接一偵測，即可優化廠商的焊接加工製程，提升產能並改善人工誤判的情況

技術規格：

- 焊接間隙偵測：0.5mm
- 定位精度：0.1mm

所須軟硬體設備：

- 軟體：機械手臂相關控制軟體
- 硬體：機械手臂相關控制硬體

需具備之專業人才：具加工技術背景

技術成熟度：量產 試量產 雛型 實驗室階段 概念 其他

技術可應用範圍：製程品質改善

應用領域/產業：金屬加工製造業

潛力預估：

- 加工路徑優化補償可運用於許多機器人加工製程，如去毛邊、研磨、拋光、噴塗、焊接等，藉以擴大技術效益

聯絡人員：工研院機械所／紀佃昀／03-5919377／Lucky@itri.org.tw

機器人製造系統整合技術分項：刀具式機器人加工系統技術

可移轉成果名稱 機器手臂恆力曲面拋光技術

技術現況敘述：

- 在機器人製造系統整合技術中研發刀具式機器人加工系統，能應用於大型工件與精密工件加工領域，技術發展包含精度提升、路徑生成及優化、周邊功能性模組、刀具損耗與製程品質 AI 監測回饋決策、多機人機共工等，可降低生產成本，緩解缺工壓力，預計導入航太、金屬精密加工、模具及相關零配件產業

技術說明：

- 以機器手臂結合一末端執行器，其中功能包含研磨主軸、影像輪廓追蹤、力感知回饋再結合快速交換工具氣壓機構，可視產能需求多機協調輔助加工快速替換

技術特性：

- 本技術研發可結合機械手臂，應用於金屬加工產業研磨拋光之自動化表面工藝，改變目前以人工研拋費時費工且無量化、一致之研拋品質標準

技術規格：

結合主動力量控制機構模組及研磨主軸，不同研拋製程對應使用研磨工具

- 快速交換工具模組：負載 4.5kg，精度 0.1mm
- 主動力量控制機構模組：力量感測 $\pm 0.1\text{N}$ ，位置感知 $\pm 0.1\text{mm}$
- 研磨主軸：轉速 3,000rpm

所須軟硬體設備：

- 軟體：機械手臂相關控制軟體
- 硬體：機械手臂相關控制硬體

需具備之專業人才：金屬加工產業

技術成熟度：量產 試量產 雛型 實驗室階段 概念 其他

技術可應用範圍：製程品質改善

應用領域/產業：機械加工製造業

潛力預估：

- 建立製程品質技術，縮短製程換線時間，節省人力，提升產品一致性表面品質

聯絡人員：工研院機械所／蔡銘浩／03-5914005／TinoTsai@itri.org.tw

機器人製造系統整合技術分項：柔性材料機器人加工系統技術

可移轉成果名稱 | 直覺化製程動作擷取技術

技術現況敘述：

- 製鞋產業流程中，必需經過打粗、塗膠、塗處理劑等製程，在各項製程前必需在每一雙鞋面上，先由人工將大底與鞋面壓合後進行邊界畫線的動作，定義其製程模口參考線，耗時耗力；打粗製程牽涉到師傅累積經驗，手腕細部動作搭配幫鞋後的變化，難以現有手臂呈現其動作，導致手臂調機時間過長
- 現有中後段自動化製程中，國外大廠模口參考線取得的方式則是先透過人工畫線，並在已校正的手臂與鞋楦治具上，採用一多連桿的數位量測筆進行模口線輪廓取得，取點的密度與間隔得依照畫面提示緩慢進行，取樣過程仍較為繁複

技術說明：

- 本技術透過 RGBD 影像資訊，在現場已擷取四種鞋款的打粗塗膠的製程動作，取得鞋款製程動作的關鍵點特徵推算鞋面姿態變化，取得鞋面在打粗及塗膠的動作下，產生製程動作中心點軌跡，並利用影像校正版進行尺寸的標定，提高平面及深度資訊精度
- 取得後段鞋款組裝的數位資訊後，以座標轉換的方式，轉移至鞋楦座標系，以符合機械手臂夾取鞋楦後所定義的製程加工路徑，藉此簡化原人工畫線所需製程，以及原有國外自動化產線取得模口線的繁複程序，重現產線製程的軌跡，有效降低手臂單元在每款鞋子產線過程中所需的調機時間

技術特性：

- 可搭配數位模口線紀錄筆取得配對鞋款，以無模板方式(CAD free)擬合鞋面與大底 3 維立體，提供虛擬環境中鞋款的製程動作，搭配質量剛性矩陣使鞋面與大底自動產生完成貼合動作，完整的打粗、上膠到貼合連續動作，並自動傳遞給機械手臂單元使用，簡化使用者操作流程與原有製程，搭配產線的上位控制器連線，實現智慧生產製造模式

技術規格：

- 提供鞋廠自動化生產線中，數位模口線的生成，產生之模口線精度誤差 $\leq \pm 0.5\text{mm}$

所須軟硬體設備：

- 軟體：C#、C++、Halcon 及其他 Open Source (OpenCV、OpenGL、PCL 等)
- 硬體：3 維影像擷取模組-雷射線掃描或結構光等立體視覺皆可，掃描精度需小於 0.2mm 以內；運算模型用電腦- 建議 CPU i5 等級以上及 GPU 繪圖卡，至少 32GB 記憶體和 1TB 以上硬碟。

需具備之專業人才：熟悉軟體操作以及 3 維模型演算相關之工程師

技術成熟度：量產 試量產 雛型 實驗室階段 概念 其他

技術可應用範圍：製程加工參數設定、製程模擬分析

應用領域/產業：製鞋產業、腳踏車座墊、造船產業

潛力預估：

- 直覺化製程動作擷取技術，可協助國內鞋機設備商，在建立後續自動化噴膠、塗膠及打粗製程時，能快速取得所需參數進行動作，而自動化移入製鞋現場時，亦能快速反應換樣與導入新式樣鞋型時的設定，降低鞋廠對鞋機廠的依賴與使用成本，加速鞋廠自動化生產線之推廣

聯絡人員：金屬中心／林佳賓／07-351-3121#2629／stevelin@mail.mirdc.org.tw

機器人智慧製造系統應用驗證分項：智慧設備系統及數據平台應用

可移轉成果名稱 機器人最佳化抑振技術

技術現況敘述：

- 完成機械手臂動態響應模擬與實驗驗證，比對機械手臂於固定姿態三軸向鼻端頻率響應函數最大振幅，平均準確率 93.5%，且可在模擬環境中進行抑振系統最佳位置設計，以模擬方式測試抑振系統擺放不同位置之振幅抑制效果，並進行裝置抑振系統實驗驗證，裝置抑振系統後頻率響應函數加速度最大振幅平均降幅 43%

技術說明：

- 本技術建立機器手臂載具模擬模型，可對各姿態進行動態響應分析，模型建構完成後即可以針對加工過程中響應最弱的姿態進行抑振模組的規格與位置設計規劃

技術特性：

- 利用外掛機械抑振系統泛用性較高，可配合各家廠商機型
- 透過加速規量測振動訊號持續截取手臂當前姿態以校準抑振裝置控制參數，進行機械手臂不同姿態的系統抑振

技術規格：

- 機器人多體振動模型建構技術
- 建立機器手臂模擬模型，可進行自然頻率、振形與頻率響應模擬，準確率>90%
- 機器人最佳化抑振技術
- 針對機械手臂加工過程中響應最弱的姿態進行抑振模組的規格與位置設計規劃，提高 5%動態響應性能

所須軟硬體設備：

- 軟體：ANSYS WB
- 硬體：高效能運算設備

需具備之專業人才：模擬分析經驗與能力

技術成熟度：量產 試量產 雛型 實驗室階段 概念 其他

技術可應用範圍：

- 機械手臂設計：
 1. 新機型開發，量化機台效能指標
 2. 現有機型二次開發，提升性能

應用領域/產業：機械手臂與工具機設計

潛力預估：

- 可快速解決機械手臂精度不足的問題，不需重新購置高精度機械手臂，即可以靈活、彈性的優勢取代某些工具機的製程

聯絡人員：工研院智機中心／何筱晨／049-2345319／HsiaoChenHo@itri.org.tw

機器人智慧製造系統應用驗證分項：智慧設備系統及數據平台應用

可移轉成果名稱 機器人量測與校準系統

技術現況敘述：

- 機器人自動化於多道次精密加工定位時協作量測，輔助量測製程後工件尺寸、座標誤差，提供後續道次座標參數補償

技術說明：

- 多道次加工量測補償模組包含：通訊模組、量測模組、校準模組及使用者介面，運用機器手臂與量測裝置協作量測及補償，解決多道次加工製程銜接的定位座標誤差

技術特性：

- 具有機械手臂量測前預校正程序，在機器人單元執行量測任務前，量測單元能透過校準方法訂定自身座標與機器人座標的關係，改善量測精度
- 可搭配不同種感測器進行組合量測，經組合運算後產生補償，並搭載量測物件資料庫，相似產品可彈性自動量測後演算補償量，減少多樣產品需重複編程問題

技術規格：

- 座標補償精度可達 0.05mm

所須軟硬體設備：

- 軟體：Windows 系統
- 硬體：工業電腦

需具備之專業人才：機械手臂操作員

技術成熟度：量產 試量產 雛型 實驗室階段 概念 其他

技術可應用範圍：

- 國內機器人廠商、系統商或終端使用者公司可藉由模組化導入以改善製程轉換精度不佳或無法全面自動化之問題

應用領域/產業：自動化及金屬加工產業

潛力預估：

- 機器人量測與校準系統，可協助國內汽機車加工廠，在面對不同製程轉換時，因座標基準或手臂夾持所造成的偏移，進行量測與補償，完全取代人力，讓半自動化產線轉型為全自動化產線，提升機械手臂於產業之應用價值以及廣度

聯絡人員：工研院智機中心／陳衍成／049-2345348／YenCheng@itri.org.tw

機器人智慧製造系統應用驗證分項：去中心化機器人加工系統

可移轉成果名稱 麥克納姆輪式自主移動平台定位導航技術

技術現況敘述：

- 智慧整合平台，將移動性、多感測融合、操縱和人機交互功能結合在一些特定的目標上，適用於室內環境，特別是製造業

技術說明：

- 移動平台擁有直線、旋轉運動能力，具有靈活彈性的作業自由
- 內建光達感測器、3D 感測器，提高機器人工作環境的感測能力
- 多自由度手臂靈活協同作業

技術特性：

- 麥克納姆輪 Lidar-based 移動式手臂平台
- RS232 通訊控制，控制命令週期 20ms
- 控制演算法(FOC-PID optimal method)
- ITRI MLN 建圖定位導航

技術規格：

- Mapping 地圖建構規格
 - 作業範圍：150m * 150m
 - 地圖解析度：5cm
 - 具備迴環檢測及大範圍地圖修正最佳化功能
 - 具備動態環境建圖功能
- Localization 定位規格
 - 移動定位精度：± 10cm
 - 二次定位精度：± 2cm
- Navigation 導航規格
 - 作業速度小於 1m/s
 - 配備 2D Lidar 及 RealSense(RGBD Sensor)障礙物偵測功能
 - 具備動態物體避障功能(車體在 1m/s 速度運行下，於距離車體前方 2m 出現動態障礙物時，執行繞行不會發生碰撞)
 - 具備導航行為決策狀態機功能(決策導航避障行為「繞開」或「停止」2 種)
 - 具備多導航點多任務規劃功能

所須軟硬體設備：

- 軟體：Ubuntu 18.04，ROS Melodic
- 硬體：CPU i5 以上、記憶體 32GB、SSD 128GB

需具備之專業人才：機電控制、機器人學

技術成熟度：量產 試量產 雛型 實驗室階段 概念 其他

技術可應用範圍：金屬加工、研拋，半導體自動化上下料

應用領域/產業：機械產業、金屬製造加工業、半導體產業、LCD 產業

潛力預估：

- 全球自主移動型機器人市場在 2018 年規模約為 2.6 億美元，將在 2025 年以 15.85% 的複合成長率成長至 7.4 億。以工業方面來看，倉儲與製造業生產線，是 AMR 主要使用的區域。隨著物聯網、工業大數據分析應用及積層製造…等技術，正在翻轉整個供應鏈和物流之間的關係，在倉庫裡建立 AMR 為製造業之趨勢，透過 AMR 讓撿貨員能夠順利將物品運送到不同工站，取代以人力運送的方式，而 AMR 為工業 4.0 下布局的一個形式，讓彈性製造有更多的可能性。新一代的搬運模式將會發展成智慧化、短周期、無人化，而人類則負責車隊的管理和分配相關任務

聯絡人員：工研院機械所／張彥中／03-5916488／NelsonChang@itri.org.tw