



A522002515_採購規範書

AI 模組分散式邊緣推論與應用場域驗證

✧ 目的/用途說明：

本委託技術服務旨在發展產業 AI 模組分散式邊緣推論與應用場域驗證，驗證內容為 AI 應用所需之任務級能耗模擬與能源安全評估，針對智慧機器人或移動載具於不同任務、硬體配置、電池狀態及環境條件下，難以預先掌握整機能耗與任務完成能力等問題，整合致動、AI 運算、感測、通訊及電池模型，建立可追溯且可重複執行之 Task-to-Energy 模擬流程。

本技術服務用途在於支援 Edge 裝置(如：無人載具或機器手臂)進行物件夾取、物件搬運、設備巡檢、倉儲物流或其他產業應用情境，依場域任務需求將任務拆解為行為序列，對應所需硬體資源與執行時間，估算任務總能耗、各子系統能耗及功率需求，並依可用能源與安全保留量，評估系統能否在能量安全之前提下完成指定任務。

本案期望透過「場域需求盤點、任務行為分解、硬體資源對應、能源模型建置、任務模擬、實測驗證、回饋校正」之完整流程，建立國內自主之任務能源預測方法與可擴充之零組件能源模型庫，並以特定任務能耗進行概念驗證 (POC) 可行性研究，並後續可支援業者於虛擬環境中進行系統組合與性能比較。

✧ 規格需求：

□ 技術背景與產業痛點：

Edge 裝置(如：無人載具或機器手臂)之能源需求，取決於物理動作、AI 推論、感測、通訊及供電系統之共同作用。產業場域常以元件額定功率或固定工況估算能耗，難以反映指定任務之實際能源需求及安全餘裕，因此需建立跨物理與 AI 運算之整機能源數位模型，並透過場域實測校正。

(一) 任務能耗難以由元件規格直接推估：

元件額定功率或單次耗電量測，難以反映任務執行時之負載變化、動作順序、待機時間及重試行為，缺乏由任務需求推估整機能源消耗之方法。



(二) 致動與 AI 運算能耗缺乏整合：

關節馬達、夾爪、AI 推論、感測與通訊之執行時間及負載相互影響，若各自估算而未整合，容易遺漏同步運作、等待及基礎耗電對任務總能耗之影響。

(三) 電池狀態與環境條件影響能源判斷：

剩餘電量、電池健康狀態、溫度及供電限制，均可能影響可用能源與瞬間供電能力，僅以標稱容量判斷續航，難以確認任務完成後是否仍具足夠之能源餘裕。

(四) 零組件能源模型與實測參數不足：

不同馬達、驅動器、AI 模組、控制器與感測器之能耗特性及資料格式不一，缺乏統一之參數描述、來源紀錄與版本管理，不利系統配置比較及模型複用。

(五) 缺乏任務模擬與場域實測之驗證流程：

若未以同一任務條件比對預測與實測結果，將難以掌握模型誤差與適用範圍，亦無法建立可量化之能源安全評估依據。

□ 技術服務主題委託定位與技術服務目標：

本委託技術服務主題定位為：針對產業 Edge 裝置(如：無人載具或機器手臂)之任務需求，建立由任務行為、硬體資源至能源消耗之跨域模型，整合電池狀態與環境條件，形成可重複使用之任務級能耗模擬與能源安全評估方法，並以 1 個特定任務能耗進行 POC 概念驗證情境(如：機器手臂夾取物件)。

本案以任務能源預測可行性評估為主要服務內容，應包含下列項目：

(一) 產業場域與任務需求盤點：

應至少選定 1 個特定任務能耗進行概念驗證情境(如：機器手臂夾取物件)，盤點任務指令、物件負載、起訖位置、動作速度、硬體配置、AI 模型及供電條件，定義任務完成條件、量測範圍與能源安全保留量。

(二) 任務行為分解與硬體資源對應：

建立「任務→行為」及「行為→硬體資源」模型，將夾取任務拆解為視覺辨識、目標定位、關節運動、夾爪開合、搬運與放置等行為，記錄其順序、執行時間、並行關係、等待及重試條件，對應致動、運算、感測與通訊資源。



(三) 跨物理與 AI 運算之整機能源模型建置：

建立「硬體資源→能源消耗」模型，整合關節馬達、致動器、GPU / NPU / CPU / MCU、Camera、LiDAR、觸覺感測器及機器人網路等適用之能源模型。應依 POC 實際配置納入元件，計算工作與待機狀態之功率及持續時間，明確界定量測邊界、供電轉換損失與共用資源，避免能耗重複計算。

(四) 零組件能源模型庫與參數管理：

建立可擴充之 Energy Model Library，納入 POC 所使用之馬達、驅動器、AI 模組、控制器、電池及感測器等參數；具可取得之國內零組件資料者，應優先納入。至少記錄元件識別、模型方法、功率與能量單位、負載條件、參數來源、量測方法、適用範圍與版本，區分實測值、規格值及假設值，以利後續追溯與更新。

(五) Task-to-Energy 模擬器與能源安全評估：

應完成 1 套可執行之模擬器，輸入任務條件、硬體配置、電池狀態與環境參數，輸出行為及子系統能耗、任務總能耗、執行時間、峰值功率與任務後能源餘裕。評估應同時考量可用能源、安全保留量及供電能力；資料不足者應標示評估限制。若 POC 採外接電源，應以實測能耗結合明確標示之電池參數進行能源安全情境模擬。

(六) 特定任務能耗 POC 與模型校正：

應於至少 1 個實際或等效場域，完成涵蓋關節運動、夾爪動作及 AI 視覺辨識之夾取任務能耗實測，保留電壓、電流或功率之時間序列與任務事件紀錄。至少比較 2 組不同任務條件或系統配置，以任務總能耗及適用之子系統能耗進行預測與實測比對，報告絕對誤差、相對誤差與差異原因，完成至少 1 次模型校正，並以未參與校正之量測紀錄檢核結果。

(七) 模擬結果呈現與操作流程：

應提供任務設定、模型參數載入、模擬執行、結果查閱及匯出之操作方式，以圖表或報表呈現各行為與子系統之能耗占比、功率變化及能源餘裕，支援條件比較與結果重現，並說明模型假設、適用範圍及後續擴充方式。



◇ 驗收標準：

(一) 技術成果驗收

- 應完成 1 套 Task-to-Energy 模擬技術方法說明，內容至少包含任務行為分解、行為與硬體資源對應、硬體能源消耗、整機模型整合及能源安全判斷方法，並可依交付之範例資料重現模擬結果。
- 應提供零組件能源模型庫初步設計說明、主要參數與來源紀錄、模擬流程之執行方式、相依套件及環境設定說明，並能輸出任務總能耗、各行為與子系統能耗、峰值功率及任務後能源餘裕。
- 應完成期末成果報告，說明整體技術驗證可行性評估與可能遭遇技術困難點分析，並交付可供本院依操作手冊執行之程式與範例資料。

◇ 交貨期：115 年 12 月 20 日前

廠商交付文件：☒有 ☐無

■會議報告投影片與影片

■產業 AI 任務級能耗模擬與能源安全評估期末成果報告 1 份，內容包含技術方法、整機能源模型架構說明、能源安全評估 POC 說明。

◇ 其他：

- 廠商不得轉包。
- 委託技術服務過程如有任何涉及軟體授權或硬體設備使用成本，均由廠商概括承擔。