

機器人大腦平台操作驗證與失敗診斷研究委託服務

一、委託服務範圍：

委託研究單位需以工研院提供的 UR7e 機械手臂及 Hand-E 夾爪進行桌面簡單抓取與放置任務，建立操作驗證、失敗原因診斷及修正成效評估方法。研究重點為整合影像、動作指令與實際執行狀態，以有限次檢查或測試辨識原因，並確認修正是否改善任務表現。參考 VERITAS 以視覺驗證輔助機器人動作評估之概念〔1〕，延伸研究失敗後的原因判別與測試選擇。範圍限單一工作站及可重複之抓取任務；資料記錄與回看可採既有機器人開發工具。本案以委託方提供既有 UR7e、Hand-E 及委託研究單位測試場地為前提；研究費包含研究人力、必要整合、耗材、設備操作實驗與成果交付，不含上述主要設備購置。

二、委託內容：

1. 任務與實驗設計：至少選用 2 種易抓取物件，定義抓取、抬升、移動及放置階段之成功條件。建立至少 3 類可安全重現之失敗情境，涵蓋視覺定位、動作指令或執行、夾持等環節，並訂定原因標註、測試成本及停止條件。
2. 資料記錄與回看：每次試驗以唯一編號及共用時間基準，記錄影像、下達之動作指令、手臂實際關節或末端位置，以及夾爪指令與可讀取之實際位置、開閉／物件偵測及錯誤狀態。保存任務階段、結果、參數及版本；說明取樣頻率、時間對齊誤差與缺漏。須能依事件回看指令與實際反應。
3. 失敗診斷與測試選擇：建立「提出候選原因、選擇檢查、更新判斷、停止或轉人工確認」流程。依可區分原因的程度及成本，優先使用既有紀錄，再選擇重拍影像、校正檢查、動作比對或抓取重試等測試。每案原則上限 3~5 次追加檢查；仍無法確認者須保留未確定判斷及理由。
4. 修正與比較：依診斷進行定位、動作參數或夾爪設定等修正；與固定順序檢查方法比較診斷效率，並以相同任務及相當初始條件比較修正前後表現。使用既有工具完成原型及操作示範，無須另建專用資料平台。

三、驗收項目：

1. 計畫與資料完整性：提出研究計畫、設備分工及測試程序，經委託方確認後執行。完成至少 50 次可回看之原始任務試驗，含正常條件至少 20 次，以及 3 類失敗情境各至少 10 次。每次須具備前述各類紀錄及結果標註；正常條件下發生之失敗亦須保留。
2. 診斷可追溯性：以受控條件或人工複核建立原因參照答案，與診斷輸出分開保存。驗收評估至少

涵蓋每類 10 案失敗；評估前凍結方法與參數，不得將參照答案輸入診斷流程。逐案呈現候選原因、所選檢查、觀察證據、最終判斷與不確定原因。

3. 少量測試之效益：於同一批評估案例，以相同檢查項目庫及每案最多 3 次之限制，比較所提方法與固定順序檢查。追加檢查係指診斷提出後，每次新增取樣、分析檢查或實機重試；既有紀錄的初次分析另計時間。報告診斷正確率、未確定率、平均檢查次數、實機重試次數及總耗時；未確定與超限案例不得自分母排除。

4. 修正成效：至少選擇 2 類失敗原因，各完成修正前、後至少 10 次試驗；採配對初始條件或平衡試驗順序，記錄控制變因。報告成功次數／總次數、成功率差異、區間估計及失敗類型變化；未改善時須提出證據與限制，不得僅以單次成功認定有效。符合條件之原始試驗可列入修正前次數，修正後試驗另行執行。

5. 重現與展示：完成 1 次成果簡報及操作示範，由委託方抽選至少 3 案，逐案展示紀錄回看、診斷過程與修正比較；依交付說明可重新產生主要統計結果。驗收以方法、試驗數量、資料完整性及可重現性為依據；研究未達改善仍須完整交付結果與分析，不以未約定之正向改善幅度作為合格條件。

四、交付項目：

1. 研究規劃簡報 1 份：包含工作時程、設備與場地分工、任務成功條件、失敗情境、資料欄位、檢查次數與成本計算方式、比較基準及實驗操作限制。

2. 研究成果簡報與word報告 1 份：包含 VERITAS 參考內容與本案差異、診斷及測試選擇方法、實驗結果、修正成效、限制與後續建議；提供可編輯檔及 PDF。

3. 資料與研究原型 1 套：包含完整試驗紀錄、原因標註、診斷歷程、修正前後對照索引，以及本案測試之程式原始碼、設定檔、環境版本、安裝操作示範錄影與測試移交重現說明。資料須可匯出或以通用工具讀取，列明第三方授權及必要使用費用。

五、付款時程：

I. 委託確認後支付第一期款：支付總款項之 40%。受託單位先提交研究規劃簡報 1 份，經主辦單位確認後辦理付款。

II. 全部成果驗收後支付第二期款：支付總款項之 60%。受託單位完成 研究成果簡報與word報告 1 份及資料與研究原型 1 套，經驗收通過並完成必要補正後，檢附發票或相關憑證辦理付款。

參考文獻 [1] Zhang, M. & Shah, D. (2026). Visual Verification Enables Inference-time Steering and Autonomous Policy Improvement. arXiv:2606.18247.

<https://arxiv.org/abs/2606.18247>