

# 公告

## 115年度工業技術研究院機械與機電系統研究所科技專案分包研究項目公告

### 壹、說明

一、工業技術研究院(以下簡稱工研院)機械與機電系統研究所(以下簡稱本所)執行經濟部115年度科專計畫項下之分包研究計畫，公開徵求符合資格之我國學術研究機構參與提案。

二、各分包計畫乃工研院接受經濟部委託之115年度各科專計畫項下之擬委託符合資格之我國學術研究機構研究計畫，計畫案件之執行與否，將俟本院與經濟部簽約後才能確認計畫執行相關事宜，亦可能調整計畫執行數、計畫執行經費及相關經費核銷規定，並此聲明。

三、執行期間：簽約日起至115年11月30日。

四、執行經費：上限200萬元整。

### 貳、申請計畫參與資格

參與計畫提案須滿足下列所有條件：

一、與研究標的相關之我國學術研究機構。

二、具備所需之技術與研發能力，並擁有足以承接分包案之研究人力與設備者。

三、計畫主持人同一年度以主持本所一件分包學界計畫為原則。

四、依據政府採購法利益迴避原則，特提醒計畫主持人應避免再擔任本所相關科專計畫之評審委員。

### 參、申請期間

自即日起至115年3月24日下午5時止。

### 肆、提案方式

一、有意申請者，請依「陸、分包學界研究計畫一覽表」之研究項目，於申請期限內備妥「附件1提案構想書」及「方便複審會議時間」，以Email方式寄送予各分包計畫聯絡人。

二、提案前，請務必詳閱「伍、合作研究重要約定」條款及附件2學界分包計畫書(格式)。

三、審查方式：

(一)本案採二階段審查，第一階段為書面審查(初審)，通過初審者，始得進入第二階段複審。

(二)書面審查結果，預計於115年4月9日下午5時前通知。

(三)複審會議：暫訂於115年5月11日下午1:00至5:00、5月14日下午1:00至5:00、5月15日上午8:30至12:00辦理，每案30分鐘(報告15分鐘、Q&A 15分鐘)，請提案主持人親自出席報告。

### 伍、合作研究重要約定

一、有關智慧財產權之歸屬說明如下：

(一)本次分包學界研究計畫成果及其所可能獲得之專利權、著作權、電路布局權及其他智慧財產權皆歸財團法人工業技術研究院所有，提案單位 / 機構不得將其向任何機關申請專利權、著作權、電路布局權或其他智慧財產權之註冊登記。財團法人工業技術研究院若須將研究成果向任何有關機關申請專利權、著作權、電路布局權或其他智慧財產權之註冊登記時，提案單位 / 機構應提供一切必要之協助。

(二)財團法人工業技術研究院若將分包學界研究計畫成果申請專利權、著作權、電路布局權或其他智慧財產權時，對該申請之智慧財產權有貢獻之雙方參與人員，申請註冊登記時，將依法列為共同發明人、著作人或其他創作人。

二、有關研究經費動支說明如下：

(一)研究經費預算編列原則，請詳閱附件2學界分包計畫書(格式)第7頁。

(二)提案單位 / 機構應將研究經費單獨設帳，並依計畫書所載之研究經費預算科目及審計部查核規範與學校相關規定運用方式動支研究經費。

(三)研究經費預算科目之人事費、管理費不得流用，其餘科目間之流用，其流入、流出數額均不得超過原預算數額百分之二十。

(四)於執行期間屆滿日後二十個工作日內，繳交研究經費收支表予工研院。若有未使用之研究經費，應一併於前述期間內將該未使用之研究經費返還工研院。

陸、分包學界研究計畫一覽表 (如下)

分包計畫名稱	內容簡要說明	預期成果
序號：01 雙包絡蝸 桿蝸輪手 指關節傳 動模組關 鍵元件開 發	一、應用需求說明： 本計畫旨在開發具備高扭矩密度、物理自鎖特性之微型化靈巧手關節傳動模組，解決現有方案在空間受限下出力不足、靜態抓握高耗能之痛點。 產業應用針對「長時間抓持重物的高負載工業取放場域」、「體積與穩定度極致要求的微創手術機器人或高風險特殊環境」，以雙包絡齒形蝸桿蝸輪的高承載與物理自鎖特性，解決現有傳動方案（如連桿或腱繩）體積限制出	1.關鍵加工參數與補償演算法：建立中心距 $\leq 10\text{mm}$ 之微型雙包絡窩桿蝸輪精密加工資料庫，包含針對微小模數窩桿蝸輪之切削動力學分析與公差補償模型。 2.材料特性與表面處理研究：產出不同合金材料與表面改質技術對微型窩桿蝸輪疲勞壽命之影響報告，確保物理自鎖功能之可靠性。

力或無法自鎖所導致的靜態能耗過高與定位穩定性不足之技術死角。

二、發展重點與技術突破需求：要將「雙包絡蝸桿蝸輪」從大型產業機械（如重型減速機）縮小至中心距10mm以下的「手指關節」微型傳動模組，其加工製程、加工與裝配公差控制成為發展重點，同時狹小指節空間內的齒面處理與潤滑方案亦須進行優化。

1.切削動力學與製程科學化：委託學研建立微尺度下之雙包絡加工模型，研發出能確保高承載能力且符合輕量化結構需求之最佳化切削參數組合。

2.高精度公差傳遞分析：委託研究微型化製程中公差對裝配與性能之影響，建立公差補償演算法，提升微型傳動系統之定位精度與可靠度。

3.微尺度材料特性與表面處理優化：針對微型雙包絡蝸桿蝸輪在出力負荷下的磨耗特性進行研究，尋求最適合之材料組合。透過表面改質技術降低摩擦損失，確保「物理自鎖」功能的長期運作可靠度。

3.數位化整合製程路徑：整理完整的數位化製程技術文件，確保研發成果具備可重複性與學術傳承價值。

序號：02  
應用於智慧製造之

壓阻式觸覺感測器的原理在於外力作用會使感測元件產生變形，進而引起電阻變化，可作為力或

1.數值模擬模型：建立至少一套可重複使用的結構力學模型，以分析力、位

高靈敏度  
與高空間  
解析度觸  
覺感測技  
術設計最  
佳化

壓力的量測依據。因此，精準的力與壓力分佈量測取決於感測器的靈敏度與空間解析度。透過數值模擬，能獲得感測器結構的應力分佈、變形及力傳遞資訊，並將其與感測器輸出對應，以進行性能優化。

本研究提出設計方法，於感測器表面整合優化結構以提升局部應力傳遞，增強微小力偵測能力。結合結構設計與訊號重建技術，可使有限的感測陣列（如 $4 \times 3$ ）達成虛擬高解析度多點感測，透過插值與外推技術有效超越實體解析度。

本計畫旨在建立基於結構力學的數值模型，系統性分析幾何參數（高度、間距、形狀）對應力集中、力傳遞及空間解析度的影響。透過在感測器陣列上設置比實體感測單元更多的凸點陣列，可捕捉感測單元間區域的變形，並與感測器輸出進行對應，使有限感測陣列可實現虛擬多點感測，達到超越實體解析度的空間解析能力。此方法亦可直接利用曲面CAD幾何模型模擬感測器在曲面上的行為，便於設計彈性或複雜形狀的觸覺感測器。

該技術廣泛適用於任何需精準監測接觸壓力的場域，例如避免製程中因壓力不均造成產品損傷。此外，此方法可擴展至大面積感測系統，如貼合設備，用以監測

移、應力分佈及應力集中效應，模擬範圍涵蓋0.005kgf至2kgf的代表性載荷。

2.最佳化設計參數：系統性評估至少3~5種幾何設計組合（如高度、直徑/寬度、間距、形狀），並確認至少兩組最佳化設計，可在低力範圍內提升靈敏度 $\geq 5 \times$ 、改善空間解析度（ $> 4 \times 3$ ），並維持良好線性（ $R^2 \geq 0.90$ ）。

3.模擬分析報告：提供完整報告，包含應力與位移分佈、相較於平面結構的靈敏度提升，以及至少一項量化指標作為設計選擇依據。

	<p>大範圍表面壓力均勻性。整體而言，本技術提供一套高靈敏度、高空間解析度且可擴展的觸覺感測解決方案，適用於智慧製造與品質控制。</p>	
<p>序號：03 「果蠅仿生神經迴路」新型控制模型研究</p>	<p>借鑑果蠅生存迴路，開發仿生脊髓級反射模型。目標是為多足機器人建立快速反應的動態控制底層。透過將生物運動原理解碼為數學模型，實現微秒級「視覺反射」運動生成，解決傳統控制器中央集權、反應過慢導致物理碰撞的瓶頸。</p>	<p>在工研院開發的無人機完成以下任務：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.完成整合無人機模擬系統，含仿生神經迴路控制模型、深度/視覺感測模組與簡易避障決策模組。</li> <li>2.所開發之仿生神經迴路模型推論時間<math>\leq 33</math>毫秒，可於模擬環境中融合感測資訊，並以<math>\geq 20</math>Hz控制頻率執行閉迴路自主飛行，於2公尺前觸發即時避障。</li> <li>3.系統可於含靜態障礙物之環境中，以1.0~2.0m/s速度持續飛行100公尺，期間與障礙物保持<math>\geq 0.4</math>公尺安全距離，且無碰撞任務成功率達<math>\geq 90\%</math>。</li> </ol> <p>在工研院開發的四足機器人完成以下任務：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.完成整合四足機器人模擬系統，含仿生神經迴路控制模型、深度/視覺感測模組與簡易避障決策模組。</li> </ol>

2.所開發之仿生神經迴路模型推論時間 $\leq 33$ 毫秒，可於模擬環境中融合感測資訊，並以 $\geq 30\text{Hz}$ 控制頻率執行閉迴路自主移動，於0.3公尺前觸發即時避障。

3.系統可於含靜態障礙物之環境中，以0.5~1.5m/s速度持續移動100公尺，期間與障礙物保持 $\geq 0.4$ 公尺安全距離，且無碰撞任務成功率達 $\geq 90\%$ 。

序號：04  
雙臂自主  
式移動機  
器人焊接  
任務關鍵  
技術開發

開發具備形態發生潛能的雙臂焊接技術。核心在於透過雙臂同動（誤差 $<0.05\text{mm}$ ）模擬生物雙手對齊本能。此技術旨在實現「無治具化」彈性生產，取代傳統數百萬元的精密固定治具，使產線具備如生命體般的重新布局靈活性。

在工研院開發的雙臂自主式移動機器人完成以下任務：

- 1.根據工件形狀與尺寸，完成雙臂協作焊接軌跡規劃，滿足以下條件：
  - a.自動選取工件夾持點。
  - b.雙臂同動以提高效率。
  - c.避免碰撞與通過手臂奇異點。
- 2.根據規劃之路徑，完成雙臂同動路徑追蹤，誤差在 $0.05\text{mm}$ 以下。
- 3.根據工廠的生產線布局，規劃避障路徑，並自主移動到指定座標點。
- 4.提交完整之演算法程式碼與相關技術說明文件。

序號：05  
基於VLA  
之人機協  
作無治具  
技術開發

引入VLA模型處理電子零件插件組裝。核心在於賦予機器人「語義任務理解」與「力覺搜尋本能」，取代傳統硬插指令。目標是達成0%碰撞損傷率與80%插件成功率，讓機器人能自動識別零件位姿，實現真正的無治具化電子組裝。

在工研院開發的雙臂自主式移動機器人完成以下任務：

- 1.在非結構化環境下（隨意擺放），對電子元件與插槽的識別準確度達95%以上。
- 2.完成VLA的fine-tune訓練，且VLA模型能正確將「自然語言指令」拆解為至少3個連續動作序列（如：抓取->移動->對齊）。

		<p>3.機器手臂在接觸到PCB板孔位時，能即時觸發力覺停止或順應補償，碰撞損傷率為0%。</p> <p>4.提交完整之演算法程式碼與相關技術說明文件。</p>
<p>序號：06 Eagle-Vision 場域感測移動機器人輔助決策研究</p>	<p>利打造無人機「鷹眼視角（Eagle-Vision）」資訊融合系統，建立機器人全景認知能力。透過場域感測與機器人座標的深度耦合，將定位誤差壓低至±10cm以內，透過賦予移動機器人「環境本能認知」，為未來的無GPS生態定位提供絕對精準的基礎。</p>	<p>在工研院開發的無人機完成以下任務：</p> <p>1.開發的無人機Eagle-Vision場域感測與決策輔助系統：</p> <p>a.可即時建構環境空間之無人機鷹眼視角表示，並完成場域感測資訊與移動機器人座標系統之整合與對齊，使環境中事件與物件可正確映射至機器人可行動之座標空間。</p> <p>b.對環境中關鍵物件與事件具備穩定之辨識與定位能力，其物件辨識率須達95%以上，且物件定位誤差控制於±10公分以內（於指定測試場域與條件下）。</p> <p>2.無人機與移動機器人協作輔助決策應用：</p> <p>a.無人機Eagle-Vision系統所提供之環境空間資訊可作為移動機器人行為策略或路徑規劃之輸入依據。</p>

		<p>b.在指定場域任務中，相較於沒有無人機Eagle-Vision輔助之基準方法，決策成功率或任務完成效率提升10%以上。</p> <p>3.系統整合與文件成果：</p> <p>a.完成一套無人機Eagle-Vision系統架構，包含感測整合、座標轉換、物件定位與決策輔助模組。</p> <p>b.提交完整之演算法程式碼、系統架構說明與相關技術文件。</p>
<p>序號：07 高維度非線性載具之仿生平衡反射與動態操控研究</p>	<p>開發適用於高維度非線性載具輪足變形雙足機器人的「小腦前庭平衡模型」，突破傳統ZMP（零力矩點）算法在非結構地形的運算瓶頸，利用非線性控制理論實現「不經大腦規劃」的毫秒級姿態修正，並且解決欠驅動系統在靜止狀態下的微幅顫抖問題，建立如生物般的「動態靜止」能力。最終建立高擬真動力學模型，解決控制參數在實機落地的Reality Gap。</p>	<p>在工研院開發的輪足變形雙足機器人完成以下任務：</p> <p>1.模擬環境：於Isaac Sim / Isaac Lab中建立高擬真工研院開發的輪足變形雙足機器人動力學模型。</p> <p>a.混合運動策略：平地高速滑行vs.崎嶇地踏步越障之自動切換。</p> <p>b.動態自平衡：在高速急停、迴轉與受衝擊下之姿態恢復能力。</p> <p>2.載具規格：</p> <p>a.構型：四輪足（Quad-Wheeled）與雙輪足（Di-Wheeled）架構。</p> <p>b.驗收指標：</p> <p>i.姿態穩定性：全身主要</p>

		<p>關節力矩誤差力矩 <math>\leq 1.0\text{N.m}</math>，連續任務失敗率<math>&lt; 5\%</math>。</p> <p>ii.運動能力：輪模式速度<math>&gt; 2\text{m/s}</math>，跨越單一障礙物高度<math>&gt; 17\text{cm}</math>，<math>20\text{kg}</math>物品搬運放置定位誤差<math>&lt; 10\text{mm}</math>。</p> <p>iii.抗擾動能力：水平側向衝擊力達<math>100\text{N}</math>，持續時間<math>0.3</math>秒時（相當成人無意碰撞），可於<math>0.5</math>秒內恢復姿態平衡。</p>
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 柒、計畫聯絡人資訊

聯絡人：張雅芬小姐

E-mail：[changyafen@itri.org.tw](mailto:changyafen@itri.org.tw)

電話：+886-3-5914208

 [FY115機械所前瞻學界分包提案構想書 \( DOC檔案 \)](#)

 [FY115機械所前瞻學界分包計畫書 \( DOC檔案 \)](#)

版權所有© 2021 ITRI. 工業技術研究院著作

310401 新竹縣竹東鎮中興路四段195號 ( [地圖](#) )

客服專線：0800-45-8899