



# 台灣機器人學會電子會訊

2022 RST e-Newsletter Vol. 7, No. 4

2022 年第四期

發行人：郭重顯

編輯委員：劉孟昆、林峻永

中華民國一一一年十二月三十日

學會網址：<http://www.rst.org.tw/>

學會信箱：[robotstaiwan@gmail.com](mailto:robotstaiwan@gmail.com)

電話：02-3366-2446

地址：台北市大安區羅斯福路四段 1 號工學院綜合大樓 106 室

## 理事長的話

非常感謝所有理監事、秘書處及會員對於本學會 2022 年相關會務的大力支持與配合，尤其是學會年度活動 ARIS and NCAR 2022 研討會及每季的會訊和 International Journal of iRobotics 期刊的相關稿件。新的一年，懇請各位先進繼續支持台灣機器人學會的相關活動，在此先感謝各位。

2022 年，本學會與國立成功大學主辦的第十屆國際先進機器人與智慧系統研討會 (ARIS 2022 and NCAR 2022) 於 8 月 24-27 日順利實體舉辦，謝謝各位會員的踴躍支持共襄盛舉，也非常感謝大會主席國立成功大學電機工程學系李祖聖教授及團隊承辦此次活動，活動圓滿成功。本次會議共接受 139 篇論文，有包含了來自美國、加拿大、日本、埃及、西班牙、法國、越南、烏干達、伊朗及印尼等多國學者參與。本次會議的優秀論文被推薦投稿至本會期刊 International Journal of iRobotics, vol. 5, no. 3。此外，本年度學會與國立陽明交通大學電機工程學系楊谷洋教授共同辦理 2022 科技部跨領域計畫年會暨成果發表會，恭喜活動圓滿舉行，有效促成學者專家之跨領域交流。明年度活動徵求公告，學會已於耶誕節前 e-mail 分享給會員，歡迎會員們踴躍申請並繼續參與學會各項活動。

本期會刊特別感謝國立臺北科技大學自動化科技研究所所長林志哲教授及國立臺灣大學電機工程學系孫紹華教授分享「上肢穿戴裝置-機械手臂協同控制技術」、「程式引導式機器人學習架構」之研究成果，內容相當精湛，敬請大家參閱。最後，感謝各位先進的熱忱支持與指導，並祝福大家新年快樂，2023 是快樂、健康、順遂、成功的一年！



### 最新消息

本學會期刊每季刊登投稿文章，敬請線上加入期刊免費會員 (<https://iroboticsjournal.org/index.php/irobotics/login>)即可免費閱讀/下載文章。

# 一、會務動態：第八屆第五次理監事聯席會議紀錄

## 台灣機器人學會

### 第八屆第五次理監事聯席會議紀錄

- 一、開會時間：中華民國 111 年 12 月 09 日(四)14：00~15:30
- 二、開會地點：國立臺灣大學工學院綜合大樓 536 室  
CISCO Webex 線上視訊會議
- 三、會議出席人員：  
(依姓氏筆畫排列)
- |     |   |
|-----|---|
| 理事  | 李祖聖、林沛群、林惠勇、林顯易、連豐力、郭重顯、<br>陳金聖、楊谷洋、羅仁權 |
| 監事  | 林其禹、黃漢邦、蔡清池、鄭銘揚                         |
| 秘書處 | 林峻永、潘亮如                                 |
| 列席  | 林柏廷                                     |
- 四、請假人員：宋開泰、胡竹生、黃國勝、翁慶昌、傅立成、蘇順豐、顏家鈺、  
劉孟昆
- 五、主席：郭重顯 理事長 記錄：潘亮如
- 六、主席致詞：(略)
- 七、報告事項：
1. 確認上次會議決議事項執行狀況說明。

#### 案由 1

案由：請決選台灣機器人學會 111 年度「博士論文獎」、「碩士論文獎」，提請討論。

- 決議：
1. 「博士論文獎」：特優 陳仁杰
  2. 「碩士論文獎」：考量莊佳芸及楊承燁之競賽及學術等表現皆非常優越，故兩位皆獲得本年度「碩士論文獎」特優。  
特優 莊佳芸、楊承燁  
優等 王昶文  
佳作 張景翔、林其泓、王興政

執行狀況：已於第八屆第二次會員大會公告及頒獎。

#### 案由 2

案由：第九屆第一次會員大會時程，提請討論。

決議：通過 112 年會員大會於 CACS 研討會期間(112 年 11 月)召開。

執行狀況：已與中華民國自動控制學會知會，112 年會員大會將於 112 年 11 月 2~5 日於國立澎湖科技大學召開。

2. ARIS 2023 and NCAR 2023 國際研討會籌備進度

- 說明：
1. 敬請 ARIS 2023 and NCAR 2023 大會主席林柏廷教授報告籌備進度。
  2. 關於 ARIS 2023 and NCAR 2023 主辦單位調整，將於本次會議討論事項提請理監事討論。

3. International Journal of iRobotics 期刊與會訊本年度 12 月徵稿進度

說明：

會訊	作者
Vol. 7, No.4, 2022	國立臺北科技大學 林志哲教授
	國立臺灣大學 孫紹華教授
<b>Internal Journal of iRobotics</b>	<b>Guest Editors</b>
Vol. 5, No. 3, 2022	本年度第三季為 ARIS 2022 稿件轉投，感謝李祖聖大會主席邀稿。 本年度第四季期刊 Guest Editor：國立臺灣大學林峻永教授。 邀約作者：國立臺灣大學黃漢邦教授、 國立臺灣大學林峻永教授、 國立臺灣大學陳政維教授、 國立成功大學鍾俊輝教授、 淡江大學劉智誠教授。

4. 新會員申請(111.08.16 ~ 111.12.05)

- 說明：
- 3 位新會員加入(皆為一般會員)
- 目前會員人數：132 人(永久會 84 人、一般會員 29 人、學生會員 26 人)

八、提案討論：

**提案 1**

- 案由： ARIS 2023 主辦單位調整，提請討論。
- 說明： ARIS 2023 主辦單位擬改由國立臺灣科技大學主辦，大會主席為國立臺灣科技大學機械工程系林柏廷教授。
- 決議：
1. 通過 ARIS 2023 由國立臺灣科技大學主辦，大會主席為林柏廷教授。
  2. 考量部分學校希望碩士生畢業能夠投研討會稿件，故保留 NCAR 之

舉辦。

3. ARIS 2024 擬由國立臺灣大學舉辦，大會主席擬由機械工程系林沛群教授擔任。

## 提案 2

案由： 關於 International Journal of iRobotics 申請 Scopus，提請討論。

- 說明：
1. International Journal of iRobotics 於 2021 年 9 月申請 ISSN，2022 年 guest editors 陸續邀約國外稿件。
  2. 期刊籌備團隊擬於近期申請 Scopus。相關申請說明，秘書長於巴拉圭教學中，故錄製影片及簡報說明。

決議： 可提自評表，並於下次理監事會報告申請前置作業之相關進度。

## 提案 3

案由： International Journal of iRobotics 2022 年國外稿件補助金額，提請討論。

- 說明：
1. 第七屆第四次理監事會議決議，為使學會期刊朝 SCI 等方向前進，期刊持續有國外稿件是國際學術期刊出版社的要件之一。初期建議提供獎勵金，以方便邀約國外稿件，金額約每篇 300 至 500 美元。
  2. 第七屆第五次理監事會議決議，授權 Editor-In-Chief 使用該筆金額。原則上，一年最多補助 12 篇，每年最多補助 5000 美元，此撰稿費之補助期間最多 2 年。
  3. 2022 年已刊登之國外稿件共四篇(如附件)。

決議： 四篇已刊登之國外稿件，每篇補助 400 美元，臺灣之相關稅額由學會支付。

九、臨時動議：

十、散會(15:30)

## 二、機器人相關新知介紹

### 上肢穿戴裝置-機械手臂協同控制技術

林志哲 教授 國立台北科技大學 自動化科技所

遠端操控技術應用的場合非常多，最常見的應用是透過遠端操控機器人取代人類執行危險任務、機器人輔助手術及遠端輔助復健等應用。早在1954年就曾提出遠端操控等相關概念。追蹤人體姿態運動的方式主要可以分為被動觀察感測(非接觸式)與穿戴式感測(接觸式)，被動觀察感測中常使用深度相機來尋找人體骨架的位置，現今人體骨架辨識方法可分為top-down偵測方法以及bottom-up偵測方法。近年來最具代表性的bottom-up偵測方法為美國卡內基梅隆大學(CMU)團隊於2017年所發表的OpenPose。後來在2019年時，CMU團隊再次提出了OpenPose的新版本，新版本不但提高執行速度及準確率，也展示了結合身體關鍵點與腳部關鍵點的偵測。然而在bottom-up技術的使用上也可以結合更多不同類型的應用，如Maria Koskinopoulou等人將bottom-up的偵測方法應用於機械手臂的控制，使用Kinect來擷取人類骨架關鍵點，進而將人體姿態轉換成機械手臂的運動。透過此種方式驗證了示範式學習法(Learning from Demonstration, LfD)的演算法方式，機器人可以將人類技能進行遷移式學習，有效地記錄了路徑且同時做出相同於人體所展示的動作行為。穿戴式感測的部分常見的方法將慣性元件(Inertial measurement unit, IMU)，擺放在人體相對應的骨架上面，利用IMU內的陀螺儀、加速度計與磁力計透過姿態融合(Sensor Fusion)的方式，來得知檢測的骨架在空間中的旋轉方位，最後將這些骨架資訊進行連接組成人體在空間中的姿態。透過人體手部的自由度與協作行機械手臂的自由度進行整合，運用慣性元件(Inertial measurement unit, IMU)放在對應的手臂位置，將IMU的資訊映射到手臂的角度資訊來控制機械手臂。

本實驗室所研發讓使用者在遠端操作上更加便利，在控制板的選用上捨棄訪問許多開發完全的微控制器開發版，避免體積過大或功能過度的情形發生。本文中自行設計了穿戴裝置與相關周邊電路如圖1、圖2，並使用最小化的微控制器來設計系統使用上的需求，結合自行開發的IMU肌電訊號感測裝置，操作者可以依據右上肢動作來對機械手臂進行控制。運用IMU1與IMU2得出右手相對於右邊肩膀的位置資訊及運用IMU3得知方位資訊，透過上述方法得出手腕的位置資訊與手端的方位資訊。最後透過模擬軟體對數值進行驗證當前的人體資訊，透過觀測模型是否有出現飄移及不正確的角度來，得知所得到的數值是否與當前人體的姿態一致如圖3。

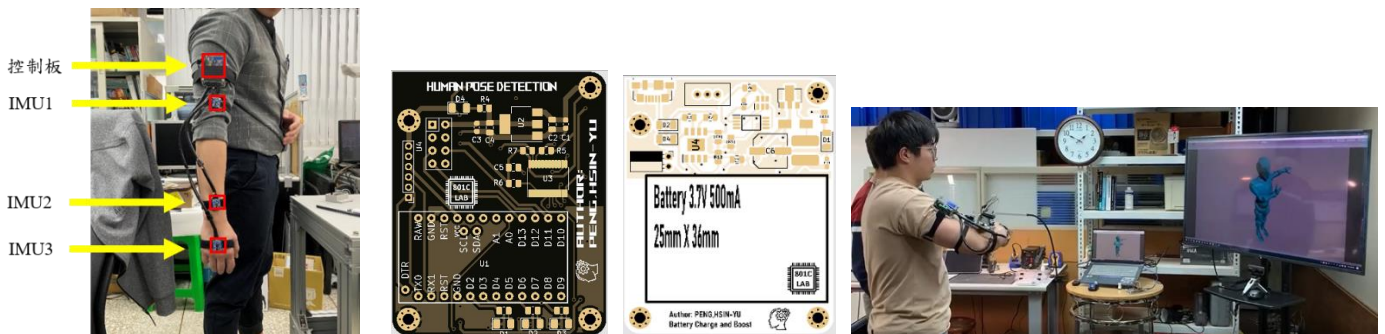


圖 1 感測器擺放位置； 圖 2.自製主控制版與電源 PCB 電路； 圖 3.可視化人體姿態模擬  
當 IMU 擷取人體姿態時，由於 IMU 數值屬於高度非線性資訊，若直接將計算過後的人體資訊輸出給機械手臂，雜訊將會造成機械手臂產生過度抖動且不連續的情況產生，為了使機械手臂的路徑在位置的移動上是連續的，需要先對於 IMU 輸出的資訊進行點位的擬合，將不重要的雜訊成分透過濾波或

擬合曲線的方式，將雜訊去除並產生一條較為平順的軌跡，使得機械手臂在移動上可以更為順暢，最後利用將路徑可視化的方式，讓操作者檢視軌跡是否有誤，進而對其進行修正。本文中透過三次方曲線擬合法做為機械臂路徑擬合上的做法。當 IMU 擷取人體姿態時，由於 IMU 數值屬於高度非線性資訊，若直接將計算過後的人體資訊輸出給機械手臂，雜訊將會造成機械手臂產生過度抖動且不連續的情況產生，為了使機械手臂的路徑在位置的移動上是連續的，需要先對於 IMU 輸出的資訊進行點位的擬合，將不重要的雜訊成分透過濾波或擬合曲線的方式，將雜訊去除並產生一條較為平順的軌跡，使得機械手臂在移動上可以更為順暢，最後利用將路徑可視化的方式，讓操作者檢視軌跡是否有誤，進而對其進行修正。本研究透過三次方曲線擬合法做為機械臂路徑擬合上的做法，如圖 4。每 10ms 將 IMU 所計算出來的手端六個自由度的數值放進陣列之中，待陣列內的個數達到 20 個時進行曲線擬合，得出手端相對於肩膀位置六個自由度的移動軌跡，並將其轉換為機械手臂的軌跡命令。首先設定好人體手臂與機械手臂的初始位置，待初始位置設定好後，利用人體手臂每次移動後所計算出來的姿態與初始姿態間的相對關係，透過相對關係我們可以得知位置與方位的變化，使得機械手臂依據變化的位置與方位資訊，做出相對應的路徑規劃，整體系統座標系如圖 5。

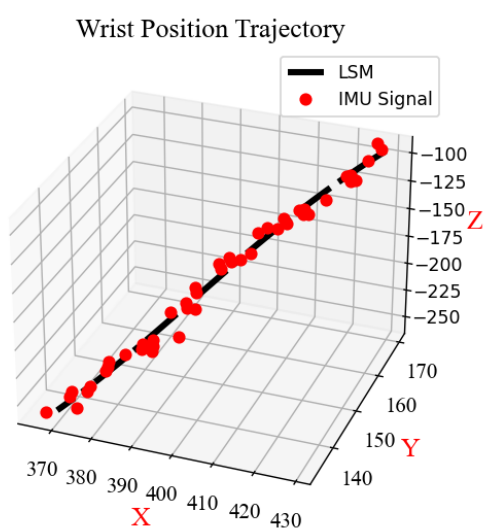


圖 4. 路徑資料曲線擬合圖[1]

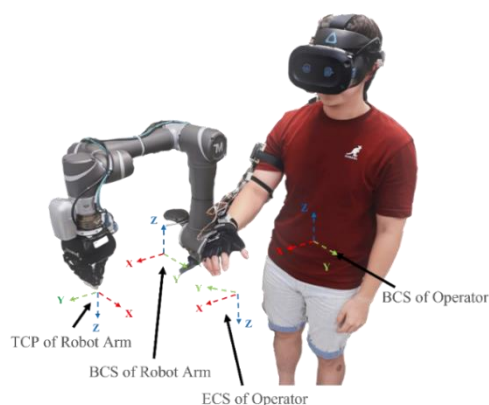


圖 5. 整體系統各個坐標系[1]

#### Reference:

1. 彭薪宇, 基於 IMU 與 EMG 感測之上肢穿戴裝置於人—機械手臂同步控制的研究, 碩士論文, 國立台北科技大學自動化科技研究所, 台北, 2021.

# 程式引導式機器人學習架構

孫紹華 助理教授 國立臺灣大學 電機工程學系

近年來人工智慧 (artificial intelligence) 的發展大幅增進了機器辨識圖片與影像的能力，能夠處理並解析自然語言，甚至在規則繁複的遊戲中擊敗人類專家。然而，要設計出能讓機器人學習複雜技能 (skills, 諸如組裝傢俱或是烹飪) 的學習架構，仍然是一項艱鉅的挑戰。

孫教授的研究主軸為揉合強化學習與程式合成兩領域，發展一套可解釋 (interpretable) 並可泛化 (generalizable) 的機器人學習架構，並期望能藉由此架構賦予機器人習得複雜技能 (諸如傢俱組裝與烹飪) 之能力。一方面其研究成果將減輕社會大眾花費於日常繁瑣勞務的心力，提升整體社會之安全性與便利性；另一方面，其研究成果將提升工業產線的自動化程度，增進生產之效率。此兩方面之成果，將創造一個更利於創新研發的環境，並預期能大幅推動台灣自動化科技的發展。

孫紹華教授所提出的創新機器人學習架構 (如附圖) 相較於現有的技術，具有以下特點與優勢：(1) 可解讀性 (interpretable)：此架構將學習的流程拆解為「理解」和「執行」兩個步驟，使機器人學習的過程更容易被使用者理解，並得以提供修正與協助。(2) 程式性 (programmatic)：此架構之設計讓機器人如同運行程式 (program) 一般地學習與執行技能。機器人無須追加訓練 (training) 就能夠使用從簡單任務 (task) 中學習到的技能去解決更複雜的任務。(3) 階層式 (hierarchical)：此架構導入基礎技能的概念元讓機器人學習，讓它們能夠將這些基礎技能串連成更複雜且更高層次的技巧；另外，此架構也讓機器人從使用者可識讀的層次實現學習，藉此提高瞭解和修正系統運作的可行性。(4) 模組化 (modular)：此架構之模組化設計讓不同模組 (module) 專精於不同學習內容，諸如電腦視覺 (computer vision) 模組、理解任務指示 (task instruction) 模組、技能執行 (skill execution) 模組。各個模組之間的合作讓整體系統容易適應前所未見的資料 (data) 並學習新的技能，以達成泛化 (generalization)。

具體而言，孫紹華教授所提出的機器人學習架構將學習複雜技能的流程轉化為以下三個步驟：(1) 程式推論 (program inference)：機器人透過學習程式合成 (program synthesis)，將其對要學習的技能之理解，以程式的形式表達。此步驟強調對於該技能之理解，並增進此架構之可解釋讀性。(2) 基礎技能習得 (primitive skill acquisition)：於此步驟中，機器人著重於習得一系列通用且簡單的技能。習得這些技能後，機器人能夠將之串連而執行更複雜且更高層次的技巧。(3) 任務執行 (task execution)：於此步驟中，機器人使用於步驟 (1) 中合成之程式，產生需被執行之 (已於步驟 (2) 中習得的) 基礎技能的順序，平穩地依此順序執行基礎技能來完成指定的任務。

