

【專題】與世界PK 機器人團隊成就夢想

趨勢巨流河

文字／高瑞妤 吳沂諠 陳映樺

攝影／黃偉 吳岳軒

前言

本校智慧自動化與機器人中心由電機系機器人研發團隊組成，自2011年成立以來，已成立輪型組、人形組、手臂組、視覺組、AIOT組和淨零減碳組等6組，成員逾80位。該團隊透過競賽導向的學習，征戰世界，已獲得國內外364個競賽獎項。本專題將介紹該團隊努力軌跡與成果，以饗讀者。

電機系特聘教授翁慶昌回首電機系機器人研發團隊成立的過程，2003年無疑是難以忘懷的一年。在2001年獲得第一屆「旺宏金矽獎」評審團大賞之後，於2003年再次獲得評審團大賞和一獎，翁慶昌用這110萬獎金帶領16位學生遠赴維也納參加2003年FIRA「世界盃機器人足球賽」，並獲得輪型組的冠軍。

自此，團隊於2004年起每年研發一台新型的小型人形機器人，並自2007年開始連續獲得小型人形組冠軍。上銀集團總裁卓永財也提供5年3千萬元經費來研發大型人形機器人。直到2011年機器人中心成立，得以作更多資源整合和研發，翁慶昌表示；「歷程中總遇貴人相助，缺乏任何一個環節都不會有今日的成就。」

競賽導向的學習

2003年第一戰至今，二十年來本校機器人團隊征戰FIRA19次，輪型（RoboSot）在近10年獲9次冠軍、1次亞軍，人形組（HuroCup）獲得10次世界冠軍、1次亞軍。而最令

團隊驕傲的，是在2017年登上世界舞台，前往日本名古屋參加「亞馬遜機器人挑戰賽（Amazon Robotics Challenge, ARC）」，全球只有16隊進入挑戰賽：東京大學、美國麻省理工學院、Panasonic、Mitsubishi、Toshiba、卡內基梅隆大學、杜克大學、東京大學、南洋理工大學、印度理工學院坎普爾校區、雪梨大學、三菱電機株式會社、松下電器株式會社等，皆為全世界頂尖大學、一流大廠，而淡江大學是唯一的台灣代表隊。

除了世界賽，他們也在國內賽事中馳騁，上銀智慧機械實作競賽、PMC智慧機器人創意競賽、全國智慧製造應用競賽都留下彪炳戰績。

資源有限 腦力無窮

結合「競賽導向學習」是智慧自動化與機器人中心的策略，帶領學生做中學學中做，接觸課堂之外的技能知識。翁慶昌說：「每一屆的成員都可以在沒有約束之下天馬行空的想像，並學著如何將想法落實。」記得有一個學生曾提出，「實驗室的策略系統不夠彈性！」接下來，他就靜下心來將系統重新整理，而讓機器人系統大幅改善。另外一個學生想到的是，「人形機器人走路很麻煩。」因為人形機器人走路關係到26個關節，因此要調整一個讓機器人走路的動作要花非常多的時間。而這個學生，將這個「走一步」調整成只需修正3種數據。他說：「諸如此類的例子不斷在團隊中上演，也成了推動我們繼續進步的能量。」

目前負責人形組的電機系助理教授劉智誠表示：「我們的研究生必須為了比賽額外付出時間跟心力，並不像普通研究生一樣只需完成指導老師交代的任務即可；不過對他們而言卻是好事，不僅提前適應這個社會的環境，在未來也能造就更多發展的機會。」

團隊合作 站在巨人肩膀上前行

於2004年起，一旦同樣的人形機器人操作使用了一段時間，馬達的耗損會逐漸增加，加上每年參與國際競賽都會從其他隊伍的機器人上得到新的靈感。因此，從學士班一路唸到博士，長期參與人形組研發的博士後研究員林怡仲表示，團隊幾乎每年皆會研發與調整新一代的機器人。

碩二研究生趙子賢分享，由於先前都是承接學長姐已完成的作品，這次則是參考市售品牌的製作方法，從無到有地研發新型機器人，因此有些層面的問題需要額外解決，例如沒顧及到散熱問題，造成板子過熱；將程式語言從C++更改為Python，並將機台策略重新撰寫；馬達型態和以往有所不同，需要改變控制方式等等；雖然在這過程中，一天需要超過十小時的時間研發和製作，但大家清楚團隊共同目標，加上研發新事物的好奇心，藉此成為了彼此間的動力來源。

翁慶昌表示，從競賽的參與過程中，學生較能體會成功的兩大關鍵：團隊合作和時間管理。在團隊參與每次的競賽時，機器人的改進細節自零件的挑選、手臂與輪子配重的計算，甚至是動力馬達等的使用，皆是無法一步到位，需要透過團隊長久的分析計算，人員分工也追求最大化的利用，使各自擅長軟體設計、競賽報告各自投其所善，發揮長才。然而比賽前，比賽項目的更動與期限的變換，使機器人手臂的功能未能滿足競賽條件，因此未來在無法預設的情況下，研發及改進機器人也經常會遇見撞牆的困境，而此時學長姐的傳承與教師的帶領方促就了團隊的成果，彼此對於機器人的付出、團隊榮譽的精神，才會有精彩的戰績。

AI與機器人

翁慶昌表示，團隊從2000年開始執行國科會有關智慧機器人的整合型計畫，所研發的機器人都是讓機器人具有人類智慧的視覺自主的機器人，已先後執行小型足球機器人、中型足球機器人、導盲機器人、小型人形機器人、居家服務機器人、家管機器人、救援機器人、六軸機械手臂、七軸輕量型機械手臂、貨架揀貨機器人、移動雙臂機器人以及小型自動裝配、檢測與運送系統等整合型計畫。從2019年起，陸續有7位博士生和 25位碩士生發表人工智慧（Artificial Intelligence）之深度學習（Deep Learning）和深度強化學習（Deep Reinforcement Learning）應用在機器人研發的

博碩士論文，這些有比賽之實戰經驗的博碩士生，在畢業後都極受業界的青睞。

國內機器人產業人才搖籃

翁慶昌說電機系沒有開設的機構設計課程，但學生發現問題再動手解決問題，為了團隊榮譽而精益求精，自己學畫機構圖，想方設法將機器人升級。學生會清楚了解一台機器從無到有，畢業後也成為他們在職場上受益良多的機械實力。

經過二十年耕耘，機器人團隊培育的人才濟濟。馮玄明任金門大學工學院院長、陳珍源為銘傳大學教授，李世安、劉智誠已在本校電機系任教，並成為團隊指導老師。產業界的高階主管更是如數家珍：台達電產品經理賴宏仁、台達電工程支援副理詹翔閔、台達電副理余家潤、聯發科技總經理林昱瀚、華碩電腦副理王侯禕、京元電子協理劉大綱、新加坡商惠普全球科技協理周明豐、新加坡商惠普全球科技資深硬體專案經理駱佑璋都是來自這裡的武林高手，機器人產業發光發熱的動能。

【代表性機器人】第11代小型v2人形機器人

人形組於2021年自行研發與改良的第11代小型v2人形機器人。第11代小型V2不僅在手部增添手爪，為了改善前一版頭重腳輕的現象，因此在腿部更換較大的馬達；在軟體策略方面，除了原本的影像辨識外，也導入機器學習進行影像的箭頭辨識；在運動控制方面，進一步加強軌跡規劃、姿態估測與平衡控制。除了外形上的改良之外，也開始導入機器人模擬器，學生可以直接於模擬環境中解決問題與測試競賽策略，確定模擬環境無任何問題再實際執行於實體機器人上，大幅減少因為策略撰寫的失誤導致機器人運作異常，也為團隊摘下2022 FIRA HuroCup 冠軍。

【代表性機器人】WRS-移動雙臂機器人

由亞馬遜比賽的機器人改造，輪型組與手臂組合作研發的「移動雙臂機器人」，獲「WRS 2018-未來便利商店挑戰賽」第六名。為手臂組從一般工業手臂跨入雙臂機器人的轉捩點。

為了與未來無人商店主題相符，機器人的設計考量機器本身的大小符合商店的空間及行動軌跡，並結合機械手臂的運用來拿取貨物、上架等商店需求，並使用雙機械手臂加速商品取放的速度。

加入兩項最新功能：其一，對環境中人員進行安全距離偵測，並依據與人員距離與停留時間，判斷機器人當前是否繼續進行任務，以提高機器人在環境中的安全性；其二，改為更為多元的視覺辨識，進行機器學習，辨識上下架商品，並透過AR Marker除了獲取商品夾取姿態外，以此來準確得辨識出指定商品，並提高商品夾取成功率。

【代表性機器人】2006全視覺全自主機器人

在17個國家50支隊伍中，勇奪視覺全自主機器人組（RoboSot）冠軍。當年的隊長博二李世安，也就是目前負責輪型組的副教授表示，為了增廣視野，機器人頭上裝了「全方位鏡」，擁有360度全方位擷取影像功能；為了加快速度，加上腳下3顆移動馬達；又為了符合於參賽的尺寸規則，因此將所有馬達改為豎立。搭配全方位輪，可360度移動，找尋、判斷方位、轉彎、前進更加快速，在球場上馳騁自如，在對手尚未反應過來時，即快速起腳、射門、得分。

【代表性機器人】2003 第1代輪型機器人

2003年翁慶昌帶領16位博碩士及大學生，自製第一代小型輪型機器人「先驅者（Forerunner）」在奧地利維也納參加「2003 FIRA世界盃機器人足球賽」，與大陸哈爾濱工業大學死戰兩小時後，以一分之差勇奪輪型組（RoboSot）冠軍，為淡江的世界冠軍之旅揭開序幕。

【智慧自動化與機器人中心主任李揚漢專訪】我們在戰場上學習

有一次正崙科技董事長郭台強來中心參訪，他提問：「淡江機器人中心的優勢是什麼？」當時為副主任的機器人中心主任李揚漢這樣回答：「我們的團隊是來打仗的，我們培養的學生可以在各個最艱困的地方打仗，泥濘地，下大雨，我們照樣可以作戰。」他說原因是我們的資源遠不如台清交成，只能全部自己來。

他回憶2017年亞馬遜賽，主辦單位在全球300多隊中選出16隊參賽。比賽當時右邊是MIT，左邊是德國魯文大學，每個團隊的機器人的設備都是最先進的，動作又快又準，可想而知不可能贏，但最後各隊都來看淡江隊的比賽，只因為：「只有我們團隊的機器人手臂是自己做的。」靠著毅力和堅持，那場比賽後奇蹟似的獲得第10名，李揚漢說：「我們打了一場有自信、屬於我們自己榮耀的戰爭。」

「我們就是一個戰鬥團隊」比賽的目的是什麼？李揚漢說：「永遠訓練我們的團隊，在比賽真實的戰場上學習。」雖然經費拮据，出國比賽的費用動輒一、兩百萬，他說非常佩服翁慶昌的堅持，就算靠著募款補足經費，也要帶著專業學生團隊，到世界去看看。

目前輪型組、手臂組在外語學院，人形組在工學院一樓入口各有辦公室，李揚漢形容要感謝學校多年來的支持，讓中心就像一個家。而影響是潛移默化的，學校給了中心小小的家，是會擴散的。為此，他又說了一個小故事：亞馬遜賽時，Panasonic團隊中有一位淡江航太系校友，跑來告訴他們，他因為在大學時看到人形機器人辦公室的大形機器人，覺得很酷，就下決心要做機器人。之後他獲得早稻田機械碩士，果真如願進入機器人產業。李揚漢說：「教育就是這樣，給個種籽，開花結果不見得馬上看到。」

經費不足與堅持夢想，的確是兩難，李揚漢說，用AI做產學賺錢和花大錢讓學生出國

比賽兩者之間，也必須作抉擇：「假如機器人的未來是年輕人的夢想園地，那麼，我們選擇了夢想。」

2023/03/29



【專題】與世界PK 機器人團隊成就夢想



2017年亞馬遜挑戰賽期間機器人團隊合影，前排左二起教授蔡奇謚、中心主任李揚漢、特聘教授翁慶昌。（圖／機器人中心提供）



第11代小型v2人形機器人（攝影／黃偉）



第2代移動雙臂機器人（攝影／黃偉）



第1代FIRA足球機器人（圖／機器人中心提供）

智慧自動化與機器人中心主任李揚漢（攝影／吳岳軒）

