

出國報告（出國類別：其他）

出席 IEEE 國際電子電機工程師學會 SMC 2010 研討會

服務機關：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

姓名職稱：劉國青 助理研究員

派赴國家：土耳其（Turkey）

出國期間：99 年 10 月 09 至 10 月 14 日

報告日期：99 年 10 月 27 日

摘要

本所業務創新改進提案，建議救災機器人研發，以能替代進入易燃、易爆、有毒、有害或易坍塌的建築物等危險環境中，進行偵察、傳輸現場各種訊息。透過參加 SMC2010 研討會議，為人機系統的研究成果分享與互動交流，除主體收集相關資料之外，亦可了解國際間防災科技、安全產業發展情形等。

有幸參與本大會，深刻體認到國際間及各國政府在科技的用心與努力，除增加視野與見聞外，也帶給自己在推動業務上甚多的啟發及省思：

- (1) 在開發災害處理機器人的議題上，導航技術可以說是其核心技術，也是其實現真正的智慧化和完全的自主移動的關鍵技術。目前導航技術如神經網路、模糊邏輯等演算法則，導航的效果有限或受限環境特別要求；因此在智慧化導航還有極大的發展空間。
- (2) 隨著視覺技術與智慧化演算法則的進步，未來智慧性的安全裝置會為安全產業的主流，例如運輸軌道區、工業機器手臂操作範圍區、起重機吊掛下方或前進方向區域…等警戒區域監控，藉由智慧化的演算法則，除達到安全功能目地之外，將滿足使用舒適、便利性等。
- (3) 演講及研討會發表內容相當廣泛，包括模糊智慧系統、人機介面系統、灰色理論系統、合作協議技術與應用、缺失偵察與診斷、手勢管理人機介面系統、遠端遙控等議題，對提昇本所相關安全研究知能多有助益，並能與國際研究領域接軌，提昇國際視野。

目 次

壹、目的	4
貳、過程	4
參、心得	5
肆、建議	9
伍、照片	11

壹、目的

電氣電子工程師協會 IEEE 一直致力於推動電工技術，不論在理論和應用方面的發展，每年主辦或協辦三百多項技術會議，發表的文獻佔了全球將近百分之三十。本所於 97 年第 4 季業務創新改進提案，建議救災機器人研發提案：依「勞工安全衛生法」第 10 條規定，工作場所有立即發生危險之慮時，應使勞工退避至安全場所。為使在危害環境中，同時兼顧搶救人員的安全與進行緊急必要的應變措施，及時回報危害等情形；因此發展災害處理機器人，以能替代進入易燃、易爆、有毒、有害或易坍塌的建築物等危險環境中，進行偵察、探測生命跡象、採集和傳輸現場各種訊息；研發已有初步雛形實體成果。透過參加 SMC2010 研討會會議，與集聚來自各國政府部門的專業人士、學術界和工業各界人士，為人機系統的研究成果分享與互動交流，收集相關資料、進行國際間經驗分享與交流推廣，可以：

- (1) 建立研究資料庫數據，與蒐集各國防災科技，可作為未來研究方針等參考。
- (2) 了解國際間安全研究方向與安全產業發展情形。

貳、時程

一、概述

本次行程以參加研討會為主，配合飛機票時程於 10/09（週六）18：10 起程，由台灣桃園國際機場起飛經新加坡樟宜機場轉機，後中途停靠杜拜機場後，於 10/10（週日）抵達土耳其阿塔圖爾克機場（時差約晚 5 小時）；次日 10/11（週一）～10/13（週三）參加三天 SMC2010 研討會；由於 10/14（週四）訂購不到回程飛機票，次日 10/15（週五）回程，於 10/16（週六）17：05 抵達台灣桃園國際機場；去回程累計飛行時間約 30 小時。

二、研討會

電氣電子工程師協會 IEEE（Institute of Electrical and Electronics Engineers）是一個國際非營利性的電子技術與資訊科學工程師協會，擁有全球近 175 個國家 36 萬多名會員。透過多元化的會員，該組織在電腦、電信、生物醫學、安全等領域中都是主要的權威，IEEE 每年也會主辦或協辦三百多項技術會議。其中該協會之系統、人、人工智慧領域（Systems, Man & Cybernetics society；SMC），是運用電腦、機械、電子等工程的應用和管理的原則，致力於標準程序、技術及人性智慧化的操作控

制，使機械與人之溝通介面間，無論在安全、人性、智慧、操控等，達到操作者所預期的目標。

以系統、人、人工智慧為主體之 SMC 2010 研討會，於 10/11~13 日在土耳其國家伊斯坦堡(Istanbul)都市舉行，邀請在系統科學、工程/人機系統/人工智慧之實務研究領域者，以及來自全球相關領域具備前瞻思考的領導人，就系統安全/機能/智慧，交換觀念、知識及實務經驗。

三、半日行程都市隨意之旅

主辦單位依與會人員時間需求，安排依伊斯坦堡古文明之旅，參觀軍事博物館、藍色清真寺。(如圖 3)

參、心得

一、參訪依伊斯坦堡古文明之旅

土耳其依伊斯坦堡位於東西文明與歐、亞大陸交接處，如藍色清真寺、聖索菲亞博物館等都具有千年歷史，藍色清真寺主建築由中央的巨大圓頂往外延伸成 34 座小圓頂，龐大而優雅，且歷經幾百年的歷史與數次的地震卻依然如故。

參訪土耳其依伊斯坦堡途中，發現當地以觀光旅遊為主，古蹟高塔外牆維護也是採搭架方式作業(如圖 4)，但可能民族文化差異，對於安全意識等較不重視，隨意可見不合安全狀態的機具擺設及行為。(如圖 5)

二、研討會

SMC 2010 研討會在土耳其依伊斯坦堡新城區軍事博物館文化中心(Cultural Center of Askeri Muze (Military Museum) is located at Harbiye, nearby Taksim, center of modern Istanbul. Address : Cumhuriyet Cd, Harbiye, Istanbul, Turkey.) (如圖 1、圖 2) 舉辦研討會。開幕由 **Okay Kaynak General Chair** 致詞，由 **Dr. Paul J. Werbos** 主講類神經網路議題(**Neural Networks : From Toys to Cars to the Mind**)、**Kevin Warwick** 主講機器人實驗議題(**The Cyborg Experiments**)、**Edgar Koerner** 主講自然環境學習行為議題(**Learning to behave in a natural environment**)。後分別依不同主題進行學術研討會：模糊智慧系統(Fuzzy Intelligent system)、智慧系統應用(Application of Intelligent systems)、人機介面系統(Human Machines System Methods)、灰色理論系統(Grey Systems)、學習判斷與控制(Learning Decision and Control)、網路

感測技術 (Sensor Network Technology)、移動機器人 (Mobile Robots)、步行機器人 (Walking Robots)、合作協議技術與應用 (Collaborative Technologies and Applications)、缺失偵察與診斷 (Fault Detection and Diagnosis)、手勢管理人機介面系統 (Human Machine Systems for Motion Supervision)、遠端遙控 (Remote Services) …等 (如附件 1)；研討會投稿計有 733 篇，分別來自土耳其、新加坡、中國、日本、印度、韓國、香港、美國、德國、澳洲、加拿大、法國、巴西、中華民國…等共計 18 國家；但因為在軍事管制區召開研討會，進出皆有金屬探測管制，部分地點之照相等行為多有設限。

學術交流有助於本所相關機械、電氣之人機介面操作安全研究，對於往後操作者安全，提供技術性服務與研究，瞭解國際電機科技發展情形。其中個人研討心得如後：

1、工業機器人和操作者之間的衝突 (Industrial Robot and Human Operator Collision)

工業用機器人可以負載很大的能量，在惡劣的環境下工作，若經過適當的輸入控制程式之後，可以執行較複雜的工作，及多種不同的功能。因此，在惡劣的或有危害物質的工作環境，或需要大負載/大跨距，或多功能加工的作業等，大多需要使用工業用機器人來執行。由於工業用機器人本身即存在很高的能量，因此一旦發生危害，其後果都相當嚴重。基於安全上考量，機器人大多設置護圍，以限制人員進入危險區域內。但是仍有須多作業，必須在小型工業用機器人與操作者之間完成；近距離的人機介面，使人員處於危險區域之內，在同時機器人仍然保有能量；因此，狀態下最容易發生人員的危害。

研究調查發現在小型工業機器人和操作者的介面作業，衝突事故大多在機器人末端效應器(end- effector) 和工人的操作手臂之間。為了研究機器人末端效應器和操作者之間的影響，一個被動的下肢機械手臂 (passive mechanical lower arm；PMLA) 被研究開發。經測試 122 個狀態，提出了評估 PMLA 是一個足夠精確仿真系統的被動機器下肢手臂，相同的實驗條件被用於 PMLA 與志願者同時進行。兩項調查的結果進行比較和評估，已確定 PMLA 可以担任未來調查機器人與操作者間衝突之危險志願者。

本 PMLA 仿真被動下肢機械手臂，未來可應用在調查機械操作介面的安全

性，不僅於一般機器、工業機器人等產品開發上的人機介面安全性能測試使用，進一步可驗證、還原操作機器發生職災的情形。

2、系統安全與保全(System Safety and Security)

拜影像處理技術之賜，安全監控系統仿若有了一顆智慧頭腦，可以主動判別不尋常事務及警告，降低危險事件的發生幾率，這些新技術一舉將安全監控推向更聰明的新境界，有別於傳統安全監控系統只能被動記錄影像，作為事後追蹤或權責追究之用，預防功能則微乎其微。

智慧型影像監控系統（Intelligent Video Surveillance；IVS），顛覆傳統 DVR 及監控攝影機存在的意義。過去監控攝影機是為了延伸監控距離，讓人們可以看到更多、更遠距離以外所發生的事情；IVS 所要達成的目標，卻是捨棄人工，讓電腦代替人眼，監看成千上萬的影像。所謂「IVS」，乃是運用演算法對監控影像進行處理和分析，將影像中的人、物體從複雜背景中抽離出來，並與預設的安全規則進行比較。如果發現異常行為，IVS 會主動在監控頁面上跳出警示訊息，或者發送警報訊號，提醒相關人員進行處理。

隨著視覺技術的進步，許多人機互動的機制即可應用視覺偵測與辨識的技術來達成；例如，誤入警戒區域：運輸軌道、工業機器手臂操作範圍、起重機吊掛下方或前進方向、車輛防撞及防偏離車道、操作手勢控制、互動等功能，其影像辨識、行為模式判斷等，都必須藉由模糊、類神經等演算法則，進一步賦予智慧化警戒，提升安全領域。

3、移動機器人（Mobile Robots）

近年來各種重大的災害頻傳，造成無數的人命傷亡；因此，在進行救援行動時，除了快速救出受害者外，二次災害的預防和救援者自身的安全也是非常重要。為使在危害環境中，同時兼顧搶救人員的安全與進行緊急必要的應變措施、及時回報危害等情形，發展災害處理機器人便可協助代替深入危險的地區，探測生命跡象與對災害環境的了解。此外，也可以整合各類型的災害處理機器人，搜尋各災區訊息和進行救援行動，以建立一套完整的緊急應變機制，達到短時間內救援、災害預防擴大等目標，以減少人命傷亡、財產損失。

移動機器人是一種在複雜的環境下工作的具有自規劃、自組織、自適應能力的機器人。在移動機器人的相關技術研究中，導航技術可以說是其核心技術，

也是其實現真正的智慧化和完全的自主移動的關鍵技術。導航研究的目標就是在沒有人干預下，使機器人有目的地移動並完成特定任務，進行特定操作。機器人通過裝配的資訊獲取手段，獲得外部環境資訊，實現自我定位，判定自身狀態，規劃並執行下一步動作。目前在移動機器人導航中，智慧方法的應用是一個重要的發展方向，如神經網路應用往往局限在環境的建模和認知上、模糊邏輯應用於複雜未知動態環境中，但模糊規則很難提取，導航的效果也不理想。因此在移動機器人導航中，智慧方法還有極大的發展空間。

(1)化學物濃度地圖的建構，運用細菌覓食優化的搜索算法之移動機器人

(Chemical Concentration Map Building Through Bacterial Foraging Optimization Based Search Algorithm by Mobile Robots)：採用細菌覓食優化算法，啟發搜索多個機器人在一個未知的區域，以便找到該地區對高的化學氣體濃度，以及建立化學氣體濃度的地圖。搜索和建構地圖的任務，是使用移動機器人配備智慧的瓦斯感測器稱為“KheNose”。機器人搜索通過細菌趨化自主行為。此外，同時將機器人感測器讀出的化學物的濃度和所在位置數據，傳到遠端計算機（基地站），其中多筆數據相結合，內插和篩選，形成一個實時地圖，且能顯現化學氣體濃度的環境。

(2)應用RFID技術定位：移動機器人的導航方式很多，有慣性導航、視覺導航、基於感測器資料導航、衛星導航等。這些導航方式分別適用於各種不同的環境，包括室內和室外環境，結構化環境與非結構化環境。慣性導航是一種最基本的導航方式，它利用機器人裝配的光電編碼器和陀螺儀，計算機器人航程，從而推知機器人當前的位置和下一步目的地。顯而易見，隨著機器人航程的增長，定位的精度就會下降，而定位誤差將會無限制地增加。本系統以RFID技術取代傳統光編碼器，以接收訊號強度定位法，結合灰預測法對機器人旋轉角度有效預測，縮短機器人移動路徑。解決傳統光編碼器累積誤差的問題。RFID導航定位系統，只需將發射器放置於目標位置，機器人即可自行追蹤，可應用於不同之工作地點，但相對導航距離會被RFID訊號強度所設限；除距離遠近之外，也有可能環境干擾等因素。

(3)模糊控制－應用對抗螞蟻避免停滯方法之多機器人探索（Fuzzy Counter-Ant for Avoiding the Stagnation of Multirobot Exploration）：由於群組智能化使得自

組織到一個陌生的環境，能通過簡單的個體行為適應互動，研究提出實現多個體機器人，集結群組與模糊控制。論文介紹模糊系統的合作標籤（tagnation），避免和改善對抗螞蟻演算法（counter-ant algorithm；CAA）。群組機器人的協調行為，是基於一種結合近接導航 CAA 和模糊系統的 MAGAD – BFS（多群組遺傳演算法設計的 Beta 模糊系統）。

(4)多自由度的實驗蛇形機器人（An Experimental Hyper Redundant Serpentine Robot）：面運動大致可分為三類，根據其機制為輪式、足和四肢運動。最吸引人的是無肢運動例如蛇。輪式運動和足運動已經被許多研究人員進一步探討研究；反之，無肢運動引起了非常有趣議題。在無肢運動（例如蛇）的在週期性變化的體形，促使得以走動；因此，任何蛇形機器人的設計是相當複雜的，它的設計取決於執行機制149步態，這種設計的主要特點是重量輕，模組化的配置，使系統表現出如游泳般步態。研究發展一個多自由度蛇形機器人，不受限制實施各項彎曲和不彎曲的步態。可應用：

- 1.在複雜而人力所不能及的環境作業，例如地震、火災現場倖存者的搜尋，對各類管線的洩漏進行檢查、修補等。
- 2.可在特殊環境下工作，例如：核電廠、石油化工等領域的內部檢測及維護等，只要結合各種的感測器或攝影機等，就可對這些不僅是人力不能，更是會危害人體健康及安全的區域，進行各式的作業。

肆、建議

有幸參與 IEEE 國際電子電機工程師學會 SMC 2010 研討會，深刻體認到國際間學術研究的用心與努力，增加視野與見聞外，也帶給自己在推動業務上甚多的啟發及省思。

- 一、本年會演講及研討會發表內容相當廣泛，包括模糊智慧系統、智慧系統應用、人機介面系統、灰色理論系統、學習判斷與控制、網路感測技術、移動機器人、步行機器人、合作協議技術與應用、缺失偵察與診斷、手勢管理人機介面系統、遠端遙控等議題，對提昇本所相關安全研究知能多有助益，並能與國際研究領域接軌，提昇國際視野，但因不同主題的發表採多場次同步進行，未能即時汲取不同國家及不同主題之完整資訊。

- 二、在重大的災害發生時，進行包含快速救出受害者、抑制災害的擴大等救援行動；為能同時兼顧搶救人員的安全與進行緊急必要的應變措施，近年研究發展相關災害處理機器人，便可協助代替深入危險的地區，探測生命跡象與對災害環境的了解。此外，也可以整合各類型的災害處理機器人，搜尋各災區訊息和進行救援行動，以建立一套完整的緊急應變機制，達到短時間內救援、災害預防擴大等目標，以減少人命傷亡、財產損失。建議可開發災害處理機器人，配合不同類型之緊急應變機制，配屬不同功能裝置，達到所要求任務；但目前自主救援搜索任務，如屬在複雜未知的動態環境中，自主導航技術仍有搜索演算法所需要克服的地方，尚須藉由人為遠端遙控、避障等。
- 三、隨著視覺技術的進步，許多人機互動的機制，即可應用視覺偵測與辨識的技術來達成，例如在操作者與機器使用上，常存在重疊空間問題，操作者可藉由視覺、觸覺等，考量安全、作業等，判斷後下一步行為；但是機器運動是人為預期的程式控制，因此衝突的碰撞、被夾、被捲等情形發生。未來人機互動的機制，會隨著視覺偵測與辨識的技術，以及智慧化控制演算，使得人機互動更能保護操作者的安全。建議研究可含括開發智慧型安全裝置，例如警戒區域監控：運輸軌道區、工業機器手臂操作範圍區、起重機吊掛下方或前進方向區域...等，除確保操作者安全性之外，如藉由智慧化控制，將滿足使用舒適、便利性等，可大大提升使用意願，如是可做為未來研究議題。
- 四、基於人與機器操作之介面安全，目前已有研究開發仿真之機器手臂，作為測試人機介面，想見可應用於操作介面的安全性能測試，顯然未來對於安全需求，不單僅限重大職災的生命安全，甚至個人四肢等部位的完好安全，都將受到重視。建議研究可朝具有還原職災發生功能之被動模擬機器操作手臂開發，作為事故調查研究使用。
- 五、此次參與研討會發現我國學者的研究成果，並不輸工業先進國家的水準，部分還有超越的可能；但是中國大陸也有越來越多投稿，不可小覷研究實力。



圖 1 SMC2010 會場入口處（沒有誇大佈置.僅一副巨大布幔）



圖 2 SMC2010 會場登記報到處



圖 3 參觀藍色清真寺



圖 4 古蹟外牆維護情形



圖 5 大樓吊掛吊籠情形