

出國報告（出國類別：國際會議）

利用 ENN 控制微電網主動式濾波器補償 電壓諧波與調節直流鏈電壓

服務機關：國防大學理工學院電機電子系

姓名職稱：中校教師藍建武

派赴國家：日本

出國期間：107/04/19-107/04/24

報告日期：107/05/08

摘要

本次公務出國之目的為參加由名古屋工業大學於該校區所舉辦的 2018 年「第 3 屆控制與機器人工程國際研討會」(2018 3rd International Conference on Control and Robotics Engineering, ICCRE 2018)並發表論文，論文題目為「利用 ENN 控制微電網主動式濾波器補償電壓諧波與調節直流鏈電壓」(A Shunt Active Power Filter Using ENN Controller for Voltage Harmonic Compensation and Regulation Control of DC-Link Voltage)，論文內容主要提出一整合型微電網結合 Elman 類神經網路控制之主動式電力濾波器。整合型微電網包含儲能系統、太陽能系統、主動式電力濾波器與線性負載。主動式電力濾波器(Active Power Filter, APF)的目的是補償因功率因素校正電容器和配電線路電感之間串聯/並聯共振產生的電壓諧波傳播。另外，利用 Elman 類神經網路(Elman Neural Network, ENN)控制主動式電力濾波器，以改善微電網系統併網及孤島模式切換時，主動式電力濾波器之直流鏈電壓暫態及穩態響應。最後，本文提供模擬結果以驗證所提出之整合型微電網結合 Elman 類神經網路控制主動式電力濾波器之可行性。該篇論文於日前投稿本次研討會時榮獲刊登，並安排於 107 年 4 月 22 日上午 10:00 至 10:15 之場次進行口頭報告。本次研討會發表行程於 107 年 4 月 19 日出發，並於 107 年 4 月 24 日完成任務順利返國。

目次	頁次
壹、目的.....	4
貳、過程.....	5
參、心得與建議.....	7
肆、參考資料.....	8
伍、會議資料.....	12

壹、目的：

參與國際型研討會為維持教育單位之學術地位與提升國際可見度之重要活動，同時也代表著我國軍事院校具有發表國際型論文之能力與水準，因此，維持發表國際型著作係為軍事院校教師重要之任務之一，亦為目前教師升等時之重要參考指標。此外，近年來政府全力推動智慧製造及工業 4.0，並在今年 2 月 9 日在台中成立了中科智慧機器人自造基地展示中心，無不展現國家大力發展自動化無人科技之強大企圖心。因此選擇參加本次 2018 第 3 屆控制與機器人工程國際研討會，便格外的具有意義。而本次發表之著作為本系控制與自動化族群及電力族群跨領域合作所共同完成的研究內容，由於隨著工廠內無人自動化機具與機器人比例的增加，如何維持運作時所需的穩定的電力供應便是一項重要的研究課題。特別是在台灣近年反核聲浪高漲的環境下，如何結合再生能源所建構之微電網、並在電力轉換時提供穩定的輸出，勢必將會是國內未來自動化工廠會面臨的課題之一。因此在經過數月的整理、文章撰寫及潤飾後，便選擇本次的研討會進行發表。此外，由於研究之餘仍須兼顧擔任大專院校教師之教學本務，因此在考量不影響學期授課進度、以及符合科技部計畫執行與經費運用期程的限制下，選擇投稿於本院期中考過後（107 年 4 月 20 日至 23 日）所舉辦的第 3 屆控制與機器人工程國際研討會，以期能將授課影響減至最低。而藉由本次國際型研討會的發表，除了希望能逐漸累積自身之學術成果外，亦希望能為提升國軍國防科技之學術地位略盡棉薄之力。

貳、過程：

本次參加研討會行程自 107 年 4 月 19 日至 24 日，共計六天，依日行程分述如下：

一、4 月 19 日

出發當日搭乘 06:40 自桃園機場一航廈出發之台灣虎航，預計 10:25 抵達大阪關西空港一航廈。本次行程由於長榮航空並無飛往名古屋的班機；而中華航空僅有下午前往名古屋及一早返航桃園機場的班次；以及台灣虎航在預定前往研討會的當天亦無飛往名古屋的班次狀況下，在交通、住宿及成本的考量下，決定選擇班次相對密集的大阪關西機場作為飛機往返的目的地，再改搭乘當地的快速鐵路前往名古屋參加研討會。而本次行程可能因國內麻疹疫情擴大的因素，在入境時的檢查相對謹慎，當取得行李順利入境後，已約當地下午 13:00 左右，因此在機場簡單用過午餐後，便前往下榻飯店(Hotel Mystays Shin OSAKA Conference Center)，在完成入住登記手續並置放完行李後，當天下午及晚上便在週邊地區活動及熟悉搭車動線。

二、4 月 20 日

本日研討會的議程表定為參與人員註冊及會議場地準備，因此便利用今日了解由飯店抵達研討會會場之交通方式，所居住之飯店位於新大阪地區，步行約 10 分鐘可抵達鄰近之新大阪車站，接著搭車前往名古屋車站。而研討會會場所在知名古屋工業大學由於位置較為偏遠，尚須轉車至其週邊的鶴舞車站，再步行約 15 分鐘才能抵達研討會會場。而新大阪及名古屋車站內的環境較為複雜，所幸在出發前有先下載官網車站內之結構圖，因此雖然稍微迷了一下路，但仍能順利抵達目的地。在了解抵達會場的交通方式後，便利用剩餘時間了解當地文化與飲食，即返回飯店著手準備論文發表之練習。

三、4 月 21 日

在了解抵達研討會會場之交通方式後，本日上午約於 08:40 時許抵達名古屋工業大學，接著便參與研討會相關議程以及了解其他專家學者所發表之研究成果。一開始是由豐橋技術科學大學的 Takanori Miyoshi 教授進行開場白，而本日上午的議程邀請多位在機器人與自動化領域的專業教授進行演講，包含兩位日韓的 IEEE 院士，下午才開始進行各投稿論文的相關報告，摘述部分研究內容如下：

(1) Keynote Speech I: AI and AI robotics: Past, Now and Future

本篇專題演講由韓國漢陽大學的 Hong Suh 教授所賜講，Hong Suh 教授同時亦為 IEEE 院士，主要在說明近年來 AI 和 AI Robotics 所展示的巨大技術進步。在過去人工智能的特點普遍是針對特定應用領域的訓練模型，而近年來由於大數據統計、機器學習與深度學習的快速進展，進而在人工智能的應用上獲得大幅度的突破，例如利用深度學習模型在跨越圖像識別、語音識別以及搜索和規劃的領域上均獲得了顯著的成果，AlphaGo 便是其中在世界各地為人津津樂道的一項成就。因此，大數據統計、機器學習與深度學習目前被認為是實現 AI 較有希望的途徑。在另一方面，透過 AI 技

術的突破，機器人將可實現更多在更多領域的進一步應用，例如工廠自動化、商業自動化、家庭服務自動化、甚至是自動駕駛等。未來有望實現具有人類行為模式的機器人，不僅可與我們交談與交流，更能了解我們的情緒與企圖。然而，現階段機器人在相關領域的服務上仍缺乏令人滿意的表現，這些都是未來能有待努力突破的空間。在演講中，Hong Suh 教授在簡報中利用大量的影像說明目前 AI 在機器人領域的應用上上有哪些挑戰必須突破；亦暢談未來 10 年以至於未來 20 年內智能機器人期許成長的水平，演講內容的廣度與深度令人印象深刻。

(2) Keynote Speech II: Full-Closed Control-Based Vibration Suppression for Positioning Devices with Strain Wave Gearing

本篇專題演講由大阪工業大學的 Makoto Iwasaki 教授所賜講，Makoto Iwasaki 教授亦為 IEEE 院士，演講內容主要描述一種針對精密定位設備（包含諧波齒輪傳動系統）的強健補償器設計技術。已知結構性誤差與材料的可塑性為諧波齒輪在角度傳輸誤差的主要來源，而角度傳輸誤差亦為諧波齒輪本質上非線性特性的原因，這些誤差將導致齒輪在輸出端的角度解析度無法達到實際上的理想值。此外，使用諧波齒輪的傳動系統常由於角度傳輸誤差的週期性干擾導致共振，特別是在諧波齒輪的同步頻率分量與機械結構之臨界諧振頻率相同的情況下。因此，為了改善此性能劣化的情形，Makoto Iwasaki 教授在該研究中提出著重於定位震動抑制的方法，也就是利用全閉迴路強健控制來實現。首先，在補償器的設計上，建構在可利用負載側（亦即輸出端）的感測器所建構的全倒傳遞定位系統的前提下，並應用 H-infinity 補償器設計來將機械震動量化為頻率特性，最後再藉由參數調整來實現強健控制的作用。本研究所提出的方法亦已應用於實際設備上的伺服馬達致動器，並以數值模擬與實驗進行驗證。

(3) Keynote Speech III: Haptics for Healthcare Applications

本篇專題演講由美國柯柏聯盟學院的 Chih-Shing (Stan) Wei 教授所賜講，本研究內容將觸覺設備的當前技術與未來可持續發展的趨勢作了精闢的分析與說明，特別是由於觸覺設備在醫療保健領域的有效應用已被認定為是一項新興且關鍵的技術，本項技術的成熟將非常有助於機器人技術在醫療儀器上的推展，特別是在外科手術的規劃與模擬、遠程手術、腹腔鏡鉗的使用、物理治療設備、計算機輔助物理治療及義肢等方面，相較傳統機器人控制來說，是一項具有前瞻性應用的研究領域。

四、4 月 22 日

本日為發表論文安排報告的期程，預定於當地時間上午 08:30 至 10:15 的第 2 教學大樓 0221 Lecture Room 場次進行，議程主持人為泰國曼谷先皇技術學院的 Worapong Tangsrirot 教授。而本次的論文報告安排在該議程於 10:00 至 10:15 的最後一個時段，本次發表的論文內容提出一個在整合型微電網上利用 Elman 類神經網路控制之主動式電力濾波器，該整合型微電網包含太陽能系統、主動式電力濾波器、儲能系統與線性負載等。

主動式電力濾波器的目的是補償電壓諧波傳播，主要是由於功率因素校正電容器和配電線路電感之間串聯/並聯共振所產生的。另外，利用 Elman 類神經網路控制主動式電力濾波器以改善微電網系統在併網及孤島模式切換時的直流鏈電壓暫態及穩態響應。最後，藉由模擬結果以驗證所提出之整合型微電網結合 Elman 類神經網路控制主動式電力濾波器之可行性。現場先進於報告結束後，對濾波器的數學模型與驗證平台規格等相關內容提出疑問，並給予相關建議與經驗交流，對未來此領域進一步的研究方向有良好的參考價值，並奠定持續研究之信心。此外，在該議程中，尚有其他先進學者所帶來的精采報告，分別說明如下：

(1) Research on Image Detection and Matching Based on SIFT Features

該研究利用 SIFT (Scale-Invariant Feature Transform)演算法實現影像特徵的偵測與比對。SIFT 演算法可偵測特徵影像在尺度空間中的極端點並獲得其座標、尺度及方向，並利用上述資訊形成對該影像的描述特徵，此描述特徵即可作為特徵影像偵測及比對的參考依據來源。而該研究利用歐氏距離（最小平方距離）作為相似度的判斷依據，並進一步使用隨機抽樣一致演算法(RANdom SAmple Consensus, RANSAC)消除不匹配的結果。由於 SIFT 演算法對同一影像在旋轉、平移及縮放的處理後仍具有不變性，因此在實際應用時，對於三維空間場景影像視角的輻射變換及透視變化、光照改變的影響及雜訊具有較強的匹配強健性。該研究成果亦針對不同閾值所獲得的匹配結果進行比較，並得到將匹配精度參數設置為 0.6 可獲得較佳的結果。

(2) Single CFTA-Based Dual-Mode Biquadratic Filter

本研究介紹一種僅由四個被動元件與電流跟隨轉導放大器(current follower trans-conductance amplifier, CFTA)以實現一種新型雙模通用型二階濾波器。該濾波器可在電壓及電流模式下運作，並且可同時實現高通、帶通及低通濾波器響應而不需要任何元件匹配的限制。此外，濾波器的自然頻率響應角頻率與品質因子可透過 CFTA 的轉導增益來進行電子調節。此研究所提出的電路可行性最後亦藉由電腦模擬來進行驗證。

(3) Electronically Controllable First-order Multifunction Filter with Using Single Active Building Block

本研究提出了一種使用改良式電流控制電流之傳輸轉導放大器(modified current controlled current conveyor trans-conductance amplifier, M-CCCCTA)的新型電壓模式初階多功能濾波器，該初階濾波器採用單一接地電容、單一接地電阻與單一 M-CCCCTA。所提出的濾波器具有兩個輸入電壓節點與一個電壓輸出節點，可實現三個初階濾波器輸出響應：低通濾波器(low-pass filter, LPF)、高通濾波器(high-pass filter ,HPF)與全通濾波器(all-pass filter, APF)，且自然頻率可透過電子調諧。例如針對全通濾波器，0 到 180 度的相位偏移可透過微處理器或微控器方便的控制來進行電子式的變化。此外，亦不需要用來調整相位響應所使用的匹配條件參數。最後，濾波器的可行性透過 PSpice®軟體的模擬結果來進行驗證。

(4) New Realization of Single CFCTA-Based Voltage-Mode Multifunction Filter

一種使用串接電流跟隨器轉導放大器(current follower cascaded trans-conductance amplifier, CFCTA)所實現的電壓模式二階多功能濾波器在本研究中被提出。該放大器電路具有三個電壓輸入節點與一個電壓輸出節點，其自然頻率與品質因子是電子調節式的。此外，品質因子的控制可在不影響自然頻率的情況下完成。在相同的電路拓譜下，可獲得五種濾波函數，包含低通濾波器 (low-pass filter, LPF)，高通濾波器 (high-pass filter, HPF)，帶通濾波器 (band-pass filter, BPF)，帶阻濾波器 (band-reject filter, BRF) 和全通濾波器 (all-pass filter, APF)，且在選擇各種濾波器響應時，不需要面對主動或被動元件狀態匹配的問題。最後，藉由 PSpice®軟體的模擬結果來分析及驗證本研究所提出的五種濾波器函數理論之可行性。

(5) Resistorless Current-mode Universal Filter using Current Differencing Cascaded Transconductance Amplifiers

一種使用電流差分串接轉導放大器(current differencing cascaded trans-conductance amplifiers, CDCTAs)的新型電流模式通用型濾波器在本研究中被實現。其自然頻率與品質因子可透過調整偏壓電流的方式，來實現各自獨立的電子式調整方法，可在同一電路中提供低通 (low-pass)、高通 (high-pass) 及帶通 (band-pass) 等三種響應的功能函式。此外，該濾波器吸引人的地方在於串接時不需要電流緩衝器，即可實現具有低輸入阻抗與高輸出阻抗的電流節點。其特性透過使用 PSpice®軟體來進行多次的模擬驗證，模擬條件為採用 AT&T 的 NR200N 及 PR2000N 雙極性電晶體(bipolar junction transistor, BJT)陣列 ALA400 之模型參數，並在在 ± 2 V 工作偏壓條件下來進行測試。

(6) Performance Evaluation of Robust Adaptive Kalman Filter in Target Tracking

本研究提出一個改善卡爾曼濾波器的方法。傳統卡爾曼濾波器的估計性能與預測雜訊協方差 Q 及量測誤差協方差 R 的數值設定緊密相關，因此，當 Q 與 R 的數值不確定時，將會嚴重影響卡爾曼濾波器的濾波性能。此外，由於系統動力學的因素，雜訊水平並非固定值，這同樣會影響卡爾曼濾波器的估測精度。而在過去十幾年中，自適應卡爾曼濾波器的發展主要是為了減少由 Q 和 R 的不確定性所帶來的估計誤差，而協方差匹配法是較為流行的演算法之一，但協方差匹配法仍有對窗口寬度的確定性及存儲負擔等因素會影響濾波精度。因此，該研究提出了一種具自適應因子的濾波器來克服上述的相關問題。該濾波器的演算法具有以下特點：強健性強、計算量小及操作簡單，此外， Q 和 R 的數值可以根據最新的測量數據同時進行更新。最後，該研究利用目標追蹤的模擬進行驗證，以證明所提出的方法優於傳統的卡爾曼濾波器，並且具有比其他兩種自適應卡爾曼濾波器更好的估計性能。

五、4月23日及24日

在經過連日的研討會議程後，23日表定為研討會的考察參訪行程。但由於當地氣候日夜溫差極大導致身體不適，故未參加官方的相關參訪行程，而選擇在飯店充分休息。24日11:00在完成退房後，於當地進行簡單的考察與參訪，並於中午用完餐後搭乘地鐵抵達關西空港，搭乘當地18:30起飛之台灣虎航班機，並於台灣時間晚間約20:25時返抵國門，順利完成本次名古屋工業大學的國際研討會論文發表行程。

參、心得及建議：

本次為第三次到訪日本出席研討會，有了前兩次的經驗，對於接駁電車的搭乘以及各項指示牌的標示不再茫然不知所措。此外，或許是中國大陸留學生增加的關係，許多地方都有機會遇到能使用中文溝通的服務人員或中文標示，甚至包含機場的廣播，這也讓原本對使用英文溝通不太友善的環境多了一些便利性，而這些變化也讓我深刻感受到國力強盛與外交的重要性。畢竟，一個國家的文化與生活習慣並不是那麼容易改變的事情，唯有受到外來強烈的衝擊才会有如此多的變化。另外，當得知來自台灣旅客的身分時，大部分店家的服務態度會明顯親切許多，這或許與近年我國對日本發生重大天災時所提供的援助有關，而這些感受若沒有出國參加研討會是沒有辦法切身感受到的。

而這次到訪名古屋參加研討會，很訝異的發現名古屋的車站廁所潮濕陰暗，未營業的店家門口有流浪漢駐足，車站內來往的人們給人的感覺也較不友善，特別是研討會場地附近的舞鶴車站，車站內的垃圾桶塞滿雜物，與既有對日本乾淨整潔的印象大相逕庭，這也讓我驚覺其實環境的整潔與人民素質會在意的不只是國民自身，當有來自外地的訪客、例如像我這種來參加國際研討會的人，便會留下難以抹滅的深刻印象，這些細節雖然不一定是這個國家普遍的現象，但對看到的人來說，就會形成對所到訪國家的刻板印象，對於近年積極發展觀光的我國來說，更是需要留意的細節。當然，這也必須由我們自身養成良好的習慣做起。

在所到訪的研討會會場—名古屋工業大學方面，由於過去所參加的研討會大多是在飯店舉辦，這次能夠有機會到國外的大學內參加研討會，內心其實是有些期待的，希望能夠看到在不同文化下實施教育的場景與研究的過程。但或許是由於假日的關係，校園內並沒有看到熱絡的人潮，議程所在大樓也冷冷清清的，僅有少數學生似乎在進行社團活動的練習與準備，這是些微感到遺憾的地方。

最後，這次能夠順利出席國外的研討會，除了感謝各級同仁在繁瑣的行政程序中所給予的各項熱心協助外，更感謝科技部所提供的寶貴經費支援，才能讓參加研討會的過程中毫無後顧之憂。期許自己能維持這樣的研究動力與勇氣，堅持在國際學術舞台上展現自我！

肆、參考資料：

補充參加研討會所記錄之場地及議程照片。



名古屋工業大學校門



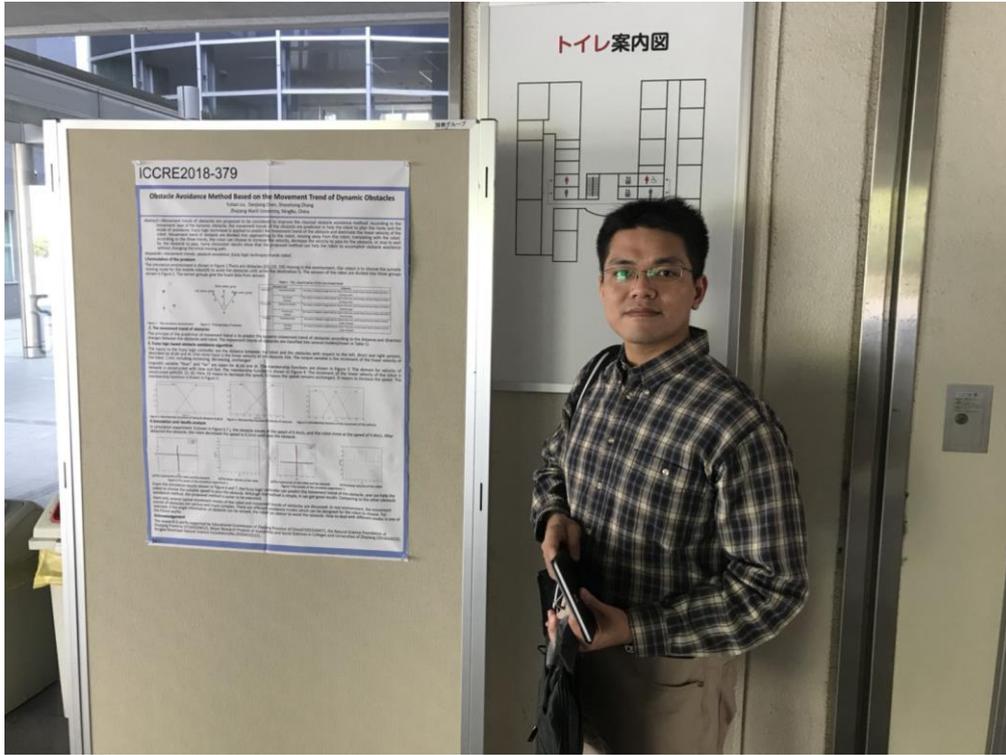
研討會地點指示牌(1)



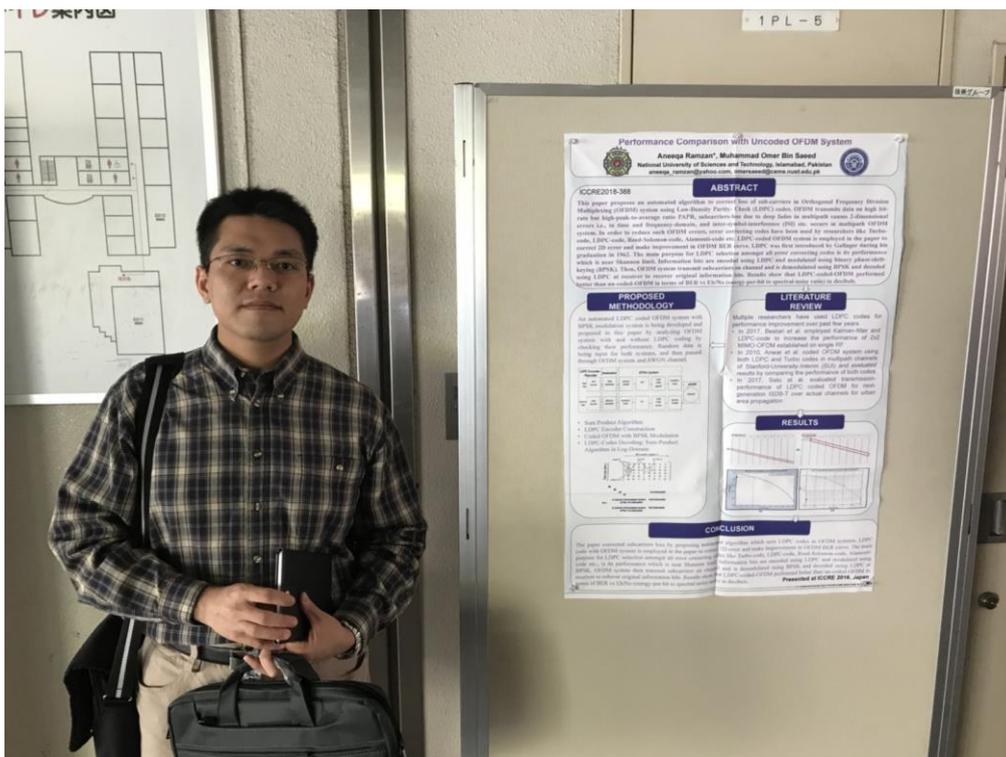
研討會地點指示牌(2)



研討會報到處



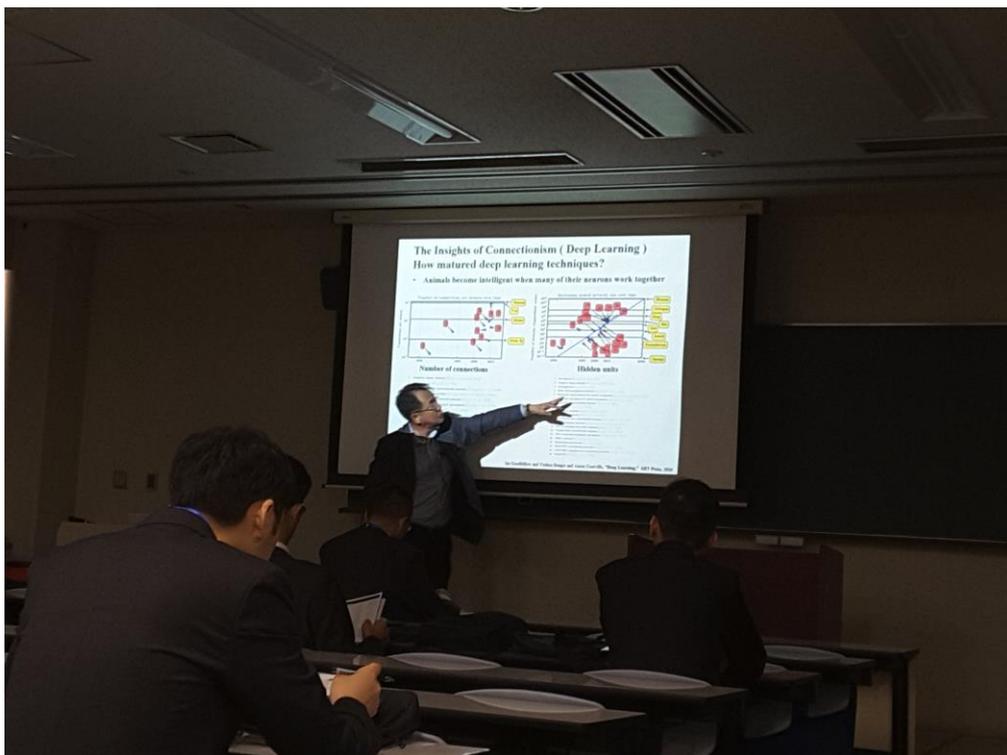
海報展示區(1)



海報展示區(2)



研討會場外



研討會會議進行(1)



研討會會議進行(2)



研討會會議進行(3)



研討會會議進行(4)



研討會會議進行(5)

伍、會議資料：

(接受為口頭報告論文，接受編號為 ICCRE2018-209E-A，於會議議程 pp. 42-43)



Chien-Wu Lan

National Defense University, Taiwan

ICCRE2018-209E-A

10:00A.M. – 10:15A.M.

Title: A Shunt Active Power Filter Using ENN Controller for Voltage Harmonic Compensation and Regulation Control of DC-link Voltage

Abstract: A microgrid with a shunt active power filter (APF) using Elman neural network (ENN) controller is proposed in this study. The microgrid consists of a storage system, a photovoltaic (PV) system, the shunt APF and a load. Moreover, the master/slave control algorithm is adopted in the microgrid. The storage system, which is considered as the master unit, is adopted to control the active and reactive power outputs (P/Q control) in grid-connected mode and the voltage

42

and frequency of the microgrid (V/f control) in islanded mode. Furthermore, the PV system is considered as the slave unit to implement P/Q control in both grid-connected and islanded modes. The main purpose of the shunt APF is to suppress the voltage harmonic propagation resulted from parallel or series resonance between the capacitors and inductors the existing on the feeder. Additionally, an ENN controller is adopted in the proposed shunt APF to improve the transient and steady-state responses of DC-link voltage during the switching between the grid-connected mode and islanded mode. Finally, some simulation results are provided to verify the feasibility and the effectiveness of the microgrid with the intelligent controlled shunt APF.
