

出國報告（出國類別：進修）

美國東北大學
碩士進修報告

服務機關：國防大學理工學院

姓名職稱：黃鈺媚上尉

派赴國家：美國

出國期間：108年9月15日至110年8月29日

報告日期：110年10月29日

摘要

職於 108 年 9 月 15 日奉國防大學理工學院動力及系統工程學系未來儲備師資培育派赴美國東北大學(Northeastern University) 進修電機系機器人機械工程組碩士(Master of Science, Robotics, Department of Electric and Computer Engineering)，並於 110 年 8 月 29 日修業期滿；另依中央流行疫情指揮中心防疫專案於台南天麗行館實施十四日居家檢疫及七天自主管理後返院報到。於美國進修期間，除充分學習新知與增廣見聞外，深刻體驗了國外學術環境與汲取教學理念，期望未來能將所學應用於院內之教學研究工作。

本報告係依據「行政院及所屬各機關出國報告宗和處理要點」相關規定撰擬，旨在提報個人於美國進修期之收獲及經驗，以供日後國內大專院校相關行政及教學人員參考運用。案內所述均屬於公開性質、未涉及機敏資料，內容主要記述於美國進修期間之學習心得。本報告內容概分為：目的、過程、心得及建議、參考資料等項次，包含針對進修學校、系所介紹、修課及評分制度、專題研究及論文撰寫、新型冠狀病毒(COVID-19) 疫情之影響及心得與建議。

目次

壹、目的.....	1
貳、過程.....	1
一、學校介紹.....	1
二、系所介紹.....	2
三、修課及評分制度.....	2
四、論文簡介.....	3
五、疫情之影響.....	4
參、心得及建議.....	5
一、學校方面.....	5
二、學習方面.....	5
三、生活方面.....	5
肆、參考資料.....	7

壹、目的

本次進修奉國防部 108 年 8 月 14 日國人培育字第 1080012918 號令核定，於 108 年 9 月 15 日赴美國波士頓東北大學電機系機器人機械工程組進修碩士，進修時間為兩年，並於 110 年 8 月 29 日達畢業標準返抵臺灣。此次進修目的在於習得專業知識、提升學術涵養及取得學位，以作為國防大學理工學院動力及系統工程學系師資培育儲備人員。

本報告係依據「行政院及所屬各機關出國報告宗和處理要點」相關規定撰擬，旨在提報個人進修經驗與所見所聞，除有利大眾查閱外，更可提供日後國內大專院校相關行政及教學人員運用參考。

貳、過程

一、學校介紹

東北大學為是一所坐落於美國東北部麻薩諸塞州的波士頓市中心地區的私立研究型大學，最初於西元 1898 年由基督教青年會創辦「青年夜校」，此後因波士頓地區迅猛增長的人口對高質量課程的需求，學校加開多個學科學程，並於 1922 年更名為「東北大學」。於 1959 年至 1975 年期間，亦稱為「學生騷亂時代」或「學生革命」，當時美國各地的校園因反對種族歧視及越南戰爭的分歧而造成動盪不安。在此期間，東北大學卻能逆向成長，不僅人數增長了許多，而且更加多樣化。1996 年校長 Richard M. Freeland 將學校政策集中於提高學術水平並重組行政管理，目標為程為「創建全國首屈一指的實踐導向教育項目」，並投入大量經費進行學校設施建設，將全日制學位課程從四學期制轉變為兩個學期加上兩個暑期縮短學期，讓學生既可以更深入地研究學術課程，亦可以有更長、更實質性的合作實習。藉此東北大學在全國排名中迅速上升。近年來更陸續在西雅圖、華盛頓、矽谷、舊金山、倫敦、溫哥華及多倫多市建造了新校區，並尚在擴張中。目前校園組織由 9 個學院組成，提供超過 175 個以上學士以及 150 個以上的碩士課程。現今東北大學有 2.7 萬的學生，其中包含 15% 的國際學生，是美國前 10 大擁有最多國際學生的大學。



圖片 1 – 東北大學校門口

二、系所介紹

東北大學工程學院由五個科系組成，分別為生物工程系(Department of Bioengineering)、化學工程學系(Department of Chemical Engineering)、土木及環境工程學系(Department of Civil and Environmental Engineering)、電機工程學系(Department of Electrical and Computer Engineering)與機械及工業工程學系(Mechanical and Industrial Engineering)。其中電機系區分，在所有研究領域中迅速發展，並透過東北大學提倡之體驗式學習模式和綜合教學法培養和教育學生。系上的研究優勢涵蓋所有尖端電機/電子技術，包含嵌入式系統和物聯網、機器人和網路人機系統、網路（移動/無線以及未來的互聯網）、大數據分析和機器學習。在通信和數字信號處理、電源和控制系統、電力電子、射頻/微波磁性材料、設備技術及計算機工程等研究上擁有豐富之經驗；本系十分重視跨領域整合，除成立爆炸物威脅之辨識與辯位實驗室(Awareness and Localization of Explosives-Related Threat, ALERT)及超廣域彈性電能傳輸網路研究中心(Ultra-wide-area Resilient Electric Energy Transmission Networks, CURENT)等 11 個研究中心，亦配合多個跨領域研究中心，在學術研究十分活躍。

本系提供四種碩士學程，分別為數據科學(Data Science)、應用物理(applied physics and engineering)、電機及機器人。機器人領域為三個不同學系配合組成提供之學程，包含機械及工業工程學系、電腦科學學系及電機系，以提供學生完整的機器人學科學程。其中職就讀機器人機械工程組為機械及工業工程學業主導，學程內容主要集中於機器人機械控制理論，並輔以電機系領域之機器人感測及電腦科學系領域之機器學習等課程。

三、修課及評分制度

東北大學成績評定標準使用 四分制 GPA4.0，每門課評分標準由教授決定，並在第一堂課說明。通常區分十二個等第(A：4.0 以上；A-：3.667；B+：3.33；B：3.0；B-：2.667；C+：2.33；C：2.0；C-：1.667；D+：1.333；D：1.0；D-：0.667；F：0.0)。大部分課程採 A-F 評分制，惟學校因應新冠肺炎造成學校封閉之影響，提供學生於 2021 年春季課程中擇一門課程改採 S/N 制，僅認定及格與不及格，意即及格便可取得學分但成績不納入 GPA 計算。

機器人碩士學位需取得 32 學分且 GPA 須高於 3.0，畢業條件有三種方案供選擇：修課 24 學分並撰寫碩士論文 (Plan A)、修課 28 學分並完成畢業專題 (Plan B)及純修課 32 學分 (Plan C)。課程內容方面，必修 16 學分課程內容如下（每門課程均為 4 學分）：

1. 控制系統工程(Control Systems Engineering)
2. 機器人機械及控制(Robot Mechanics and Control)
3. 移動機器人(Mobile Robotics)及機器人感應與導航(Robotics Sensing and Navigation)擇一
4. 機器人科學與系統(Robotics Science and Systems)及強化學習與連續性的決策(Reinforcement Learning and Sequential Decision Making)擇一

機器人機械工程組選修 16 學分課程如下：

1. 統計方法(Statistical Methods in Engineering)
2. 人因工程(Human Factors Engineering)
3. 神經網路及深度學習(Neural Networks and Deep Learning)
4. 電腦輔助設計與製造(Computer Aided Design and Manufacturing)
5. 機電系統(Mechatronic Systems)
6. 動力及機械振動學(Dynamics & Mechanical Vibration)
7. 骨骼肌肉系統生物力學(Musculoskeletal Biomechanics)
8. 機械工程數學 1(Mathematical Methods for Mechanical Engineers 1)
9. 機械工程數學 2(Mathematical Methods for Mechanical Engineers 2)
10. 彈性及塑性(Elasticity and Plasticity)
11. 進階控制工程(Advanced Control Engineering)
12. 畢業專題
13. 碩士論文

上述課程成績按作業、報告及課堂表現等評分。上課教材包含教科書、參考講義、教學簡報及教授補充資料。作業型式除基礎練習題外，許多題目須利用 Python、Matlab、Wolfram Mathematica 及 Maple 等程式語言或工程軟體輔助求得計算結果；亦有部份課程作業為撰寫程式以透過 ROS 機器人作業系統模擬機器人。

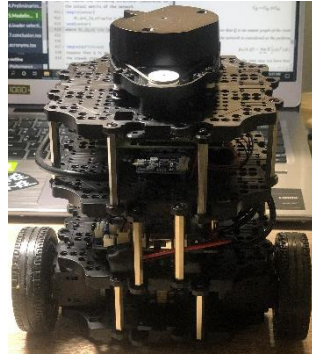
四、論文簡介

職碩士論文題目為「自動駕駛車群之關鍵代理人選擇 (Key Agent Selection in Autonomous Vehicle Platoons)」。由於車輛的普及與道路使用率的增加，自動駕駛車群透過特定的演算法以達到共識性，意即在道路上的所有車輛透過相對位置及相對速度的交互影響，以達到相同的行駛速度或特定速度，並與前方車輛保持一定距離，藉以縮短車輛間安全距離，進而改善道路負載量。本論文運用圖論(Graph Theory)方法建立車輛群模型，並結合拓樸學、線性代數及演算法探討並證明在離散時間計算中，使所有車輛達到共識性的充分必要條件。另在強健控制(Robust Control)方面亦透過圖論的方式計算車輛群在受干擾時的 H_2 -norm 值。最後因應能源有限，探討各車輛在車輛群中做為唯一接受訊號/指令的領導者的效益。

指導教授的實驗室團隊，因疫情爆發，每週實體開會均改採線上視訊。開會內容主要為回報每週研究進度及下週預計完成進度，並針對各個學生目前研究時遇到的問題進行研討或經驗分享；另研究生藉由導讀的方式分享優質論文及觀點，於導讀途中教授亦會針對撰寫內容進行研討及評論，訓練學生撰寫論文能力。



圖片 2 – 自動駕駛車群示意圖



圖片 3 - 實驗室內的小型機器車(Turtlebot)，內建簡易測距功能，亦可搭配立體照相機。透過 python 或 C++程式語言計算與前方車輛車速差距及距離，並利用機器人作業系統(ROS)控制整合，使之完成自動駕駛任務。



圖片 4-2021 年 8 月指導教授與研究生餐敘

五、疫情之影響

109 年因全球受新型冠狀病毒 (COVID-19) 疫情影響甚鉅，東北大學校方陸續控制校園容留人數，以降低校園內人口密度。並於 109 年 3 月 11 日宣布，自 12 日起所有課程改為線上授課，教授可自行決定採用上傳預錄教學影片或即時線上授課方式；另課程評分方面，當季學期成績評分標準由 GPA 評分制改成合格/不合格(Pass/Fail)，合格者可取得該課程之學分；另全面關閉校園，所有教學、研究及行政工作改為在家或遠端作業，導致當時原選定之指導教授因實驗室關閉，無法實際操作設備研究四足機器人，研究工作停擺，所以便改為研究項目可在家中執行理論發展與數值模擬分析的指導教授。

於 109 年 8 月校方陸續開放校園，並規劃所有教職員及學生如欲進入校園，均需於學校成立之檢測中心實施快篩。課程改為線上及實體課程併進，供學生自行選擇，國際學生得不受簽證限制全面採用線上授課。麻州政府自 110 年 3 月開始陸續針對不同年齡層民眾施打疫苗，並進一步宣布已施打二劑疫苗者於室外得不戴口罩之規定，校方亦解除實驗室容留人數限制，指導教授始提出要求研究生回歸實驗室從事設備研究。惟實驗室重啟時已接近畢業日期，論文方面未能及時完成實作部分，僅能以電腦模擬方式代替。

參、心得及建議

在美國進修兩年碩士期間，歷經了疫情前後許多的變化，無論是外界環境的影響或心態上的衝擊，均讓職感受十分深刻。以下區分三方面論述：

一、學校方面

學校每年於秋季學期開學前舉辦迎新、校園導覽及新生訓練，讓將入學的新生能快速融入校園生活。學期期間亦時常舉辦各種活動，例如老師學生餐會、退伍軍人紀念日座談、感恩節餐會及耶誕節製作薑餅屋等活動，旨在促進學生及老師間的交流。此外，系上與波士頓地區學校如 MIT、哈佛等學校時常廣邀各界業/學者至校園舉辦演講，讓全體師生汲取更多專業知識。疫情爆發後校園全面關閉，所有課程均改為線上教學，各式活動亦改為於線上實施並全程錄影，鼓勵全體師生參與。

在校期間，每位學生皆配有一位該專長領域的導師，針對學生生涯規劃或進修領域課程進行分析及選課建議；另亦提供每位學生一名學術顧問，負責協助學生解決選課系統問題，並稽核學生每學期選課是否符合學位要求，避免學生有誤修或少修學分導致無法畢業等狀況。

學校也提供非常豐富的資源，除校內提供高速的 Wi-Fi 網路，亦有多種已授權之研究所需軟體供師生下載使用；另配有高效電腦，供學生執行大量數據分析時運用。圖書館擁有多樣權限供校內人員下載一般需要付費的參考文獻或書籍，圖書館也經常提供 workshop 教導正確的文獻引用方式或 python、Matlab 等程式語言及工程軟體程式的運用，或提供特殊專題講座，例如：如何學會管理時間，如何製作簡報等各式演講。由於東北大學國際學生眾多，學校十分重視國際學生語言能力，在校內設有語言中心及 Writing center，亦時常舉辦英語聽、說、讀、寫等 workshop，提供母語非英語的國際學生管道得以精進外語能力，使學生更能適應全英文生活及教學環境。

二、學習方面

由於本次進修領域與大學時期所學不同（大學所學為化學工程），加上語言的差異，導致第一學期較難適應學校授課進度。必須自行利用課餘時間複習大學基礎科目，並善用 TA 資源或教授 office hour 時間針對不懂之課程內容提問；另也時常與班上同學組成讀書會至圖書館研習，討論課業問題。有別於大學時期的課程，學校相當注重學生程式語言及工程軟體的運用能力，幾乎所有課程作業均需透過 python、Matlab、Maple 軟體或 ROS 等作業系統完成，藉以訓練學生基礎的程式語言能力，提升學生畢業後在職場的競爭度。

三、生活方面

在美國生活的兩年，不僅文化衝擊外，生活環境也與台灣大相逕庭，尤其治安方面體驗更深。雖然波士頓為美國相對治安較良好的區域，但有時會收到學校警示信件說明校園附近發生槍擊案件等，所以出門在外須時常保持警戒。尤其於疫情爆發出現

種族歧視及排華事件後更是需要時時戒備，避免遭受莫名的攻擊。另外學校為了確保夜晚要返家的學生人身安全，每日 1900-0600 均提供專車護送學生返家。

感謝國防大學理工學院提供職此次赴美進修碩士的機會，除了吸取更多專業知識外，亦得到許多機會認識來自世界各地的學生。其中不妨有許多人對專業知識汲汲營營，投入了相當多的時間及精力進行研究。亦有許多學生善於獨立思考，不會畫地自限於教授教學的內容，並懂得融會貫通，展現跨領域思考的能力；亦有些許同學只追求獲得學分，未對成績或課業投入太多心力。「三人行，必有我師焉」，這些擁有不同能力及態度的學生都是職效仿或引以為戒的對象。有別於以往在臺灣的求學生涯與經歷，職感受最深刻的，莫過於磨練自主學習與時間管理的能力，以及加入實驗室後與團隊溝通及合作。實驗過程更是不斷遭遇失敗及挫折，與團隊及教授討論後再解決問題。實驗室於每週會議時間均會指派一位研究生進行文獻分享與探討，藉此共同提升研究生之專業知識。較為出乎意料地，團隊中許多學生自願擔任會議主講者(有別於過往經驗，幾乎是由教授指派)，尤其國際學生更是時常利用此機會練習簡報，作為研討會或論文口試的練習。職也因此獲得大量機會練習英文口說及聽力，不再如就學初期時畏懼上台報告。在國外求學的兩年時間增廣見聞，讓職受益良多，期許未來能將國外的學習經驗傳承分享。

肆、參考資料

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Northeastern_University
- [2] <https://provost.northeastern.edu/the-academic-plan/>
- [3] <https://www.cdc.gov/>
- [4] https://research.northeastern.edu/#_ga=2.232983198.1449621867.1635985574-471808398.1635985574
- [5] <https://coe.northeastern.edu/coe-research/research-centers-institutes/>
- [6] <https://coe.northeastern.edu/academic-programs/ms-robo/>
- [7] <https://ece.northeastern.edu/about/mission-vision/>
- [8] <https://ece.northeastern.edu/about/message-from-the-chair/>
- [9] <https://ece.northeastern.edu/coe-research/research-areas/>
- [10] http://news.northeastern.edu/coronavirus/#_ga=2.29698303.1966291893.1636011281-1349489150.1636011280
- [11] <https://catalog.northeastern.edu/graduate/engineering/electrical-computer/robotics-ms/#programrequirementstext>