

出國報告(出國類別：進修)

普渡大學碩士進修報告

服務機關：國防大學理工學院

姓名職稱：楊承翰上尉

派赴國家：美國

出國期間：111年8月16日-113年8月3日

報告日期：113年8月16日

摘要

於民國 111 年 8 月 16 日，受派前往美國普渡大學航空太空工程系攻讀碩士學位(Master of Science, Aeronautics and Astronautics)。此次進修目的是為國防大學理工學院機械及航太工程學系培育未來師資。於 113 年 8 月 4 日返國，8 月 5 日回院報到。在普渡大學進修期間致力於課業及學術知識精進，並樂於與不同國家及文化同學交流，認識不同思維模式。希望在未來學術工作上能帶來不同的研究方向及思考邏輯，並應用在未來教學工作，使學生能有更多元的思考方向。

本報告根據「行政院及所屬各機關出國報告宗和處理要點」相關規定撰寫，旨在分享個人進修經驗與見聞，不僅有助於大眾查閱，亦能提供國內大專院校相關行政及教學人員參考。報告內容均屬公開性質，未涉及機敏資料，主要記錄在美進修期間的研究與學習心得。報告分為目的、過程、心得與建議、參考資料等部分，內容包括進修學校及系所介紹、修課及評分制度、個人實驗專案計畫以及心得與建議。

內容

壹、	目的.....	1
貳、	過程.....	1
一、	普渡大學介紹.....	1
二、	航空太空工程學系.....	2
三、	評分制度.....	4
四、	研究成果.....	4
參、	心得與建議.....	6
一、	求學方面.....	6
二、	生活方面.....	6
三、	心態方面.....	7
肆、	參考資料.....	8

壹、目的

本次進修奉國防部 111 年 6 月 28 日國人培育字第 1110159009 號及 113 年 4 月 26 日國人培育字第 1130110016 號於民國 111 年 8 月 16 日，受派前往美國普渡大學航空太空工程系攻讀碩士學位(Master of Science, Aeronautics and Astronautics)。此次進修目的是為國防大學理工學院機械及航太工程學系培育未來師資。於 113 年 8 月 4 日返國，8 月 5 日返院報到。在普渡大學進修期間致力於課業及學術知識精進，並樂於與不同國家及文化同學交流，認識不同思維模式。希望在未來學術工作上能帶來不同的研究方向及思考邏輯，並應用在未來教學工作，使學生能有更多元的思考方向。

本報告根據「行政院及所屬各機關出國報告宗和處理要點」相關規定撰寫，旨在分享個人進修經驗與見聞，不僅有助於大眾查閱，亦能提供國內大專院校相關行政及教學人員參考。報告內容均屬公開性質，未涉及機敏資料，主要記錄在美進修期間的研究與學習心得。報告分為目的、過程、心得與建議、參考資料等部分，內容包括進修學校及系所介紹、修課及評分制度、個人實驗專案計畫以及心得與建議。

貳、過程

一、普渡大學介紹：

普渡大學(Purdue University)是一所位於印第安納州西拉法葉的公立

研究型大學。該大學成立於西元 1869 年，當時拉法葉的商人約翰·普渡 (John Purdue) 捐贈土地及資金建立這所科學、技術及農業學院。

普渡大學是美國大學協會 (Association of American Universities) 的成員，並被歸類為 R1 級別 (具博士學位大學，且有高度研究活動)。普渡大學擁有印第安納州最大的大學校園學生群體，以及美國第 9 大外國學生人口。該大學擁有美國最古老的計算機科學 (Computer Science) 學程。期工程領域亦是全美名校，依據《美國新聞與世界報導》評鑑，工學院為全美排名第 9、航空太空工程系為全美排名第 4，以及航空太空工程研究所為全美排名第 2。

普渡大學亦有太空人搖籃的美名，前前後後共培育了 27 位太空人 (包含首位登陸月球的尼爾·阿姆斯壯)。普渡大學亦是十大聯盟 (Big Ten Conference) 的創始成員，並且贊助 18 支校際運動隊。該校於 2024 年獲得國家大學體育協會 (NCAA) 男子籃球亞軍，全校師生為之瘋狂。

二、 航空太空工程學系

普渡大學航空航天學院授予航空太空工程 (也稱為航空工程) 領域的學士、碩士和博士學位。這一領域主要解決設計和操作各類飛機、導彈和太空飛行器所面臨的挑戰。自 1920 年左右以來，普渡大學在小規模上就已經開設了航空太空相關的教育課程。二戰期間，機械與航空工程學院首次提供航空工程學位，並於 1943 年授予了首批學士學位。航空太空學院於 1945 年 7 月 1 日獨立成立。

碩士課程介紹：

碩士班課程區分為論文(Thesis)及非論文(Non-Thesis)選項。兩者畢業均須獲得 30 學分，但差別在於論文選項的碩士生有包含 9 學分的論文學分，意即畢業須完成碩士論文及口試。非論文選項則須完成 30 學分的修課即可達成畢業條件。

普渡大學航空太空工程研究所區分 7 大研究領域：

- 空氣動力 Aerodynamics
- 航空系統 Aerospace Systems
- 太空動力學及太空應用 Astrodynamics and Space Applications
- 動力學及控制 Dynamics and Control
- 噴射推計 Propulsion
- 結構材料 Structures and Materials
- 跨學科領域(如：航空聲學、生物力學、設計及製造等)

學生可依自身興趣選擇對應領域相關的實驗室參與研究，該系亦將開課內容依研究領域區分，研究生需選擇主要領域及次要領域，論文選項碩士生畢業須修得 9 學分主要領域科目、6 學分次要領域科目、以及 6 學分數學科目；非論文選項碩士生則是至少 12 學分主要領域、6 學分次要領域科目、以及 6 學分數學科目，且合計需修得 30 學分。

三、 評分制度

學期成績評定標準使用 GPA 4.0 制，區分 12 個等第(A+、A：4、A-：3.7、B+：3.3、B：3、B-：2.7、C+：2.3、C：2、C-：1.7、D+：1.3、D：1、D-：0.7、F：0)。航空太空工程研究所要求每學期 GPA 必須維持在 3.0 以上。論文選項碩士畢業須修滿 9 學分主要領域科目、6 學分次領域科目、6 學分數學科目、以及 9 學分論文研究。

四、 研究成果

畢業論文題目：使用高斯混合模型和附加信息進行人機系統的可達性分析

可達性分析(Reachability Analysis)在虛實整合系統(Cyber-Physical System)領域得到了廣泛應用，它能夠確保系統的安全性。特別是在“人機協同”(Human-in-the-Loop)系統中，這種分析能顯著增強人員的安全，例如避免碰撞和防止飛機失控。然而，現有的可達性分析方法僅依賴給定的動力學可能會產生過於保守的結果。為解決這個問題，可以使用人類控制行為數據來建模人類操作員的控制行為，進而預測特定時間步的控制輸入，並將其納入可達性分析中以提高準確性。

處理人類控制行為數據的一個主要挑戰是人類行為的固有隨機性。本文選擇高斯混合模型(Gaussian Mixture Model)作為基礎模型來應對這種隨機性。與其他確定性方法相比，高斯混合模型在處理人類控制行為的隨

機特徵方面顯示出更好的性能。此外，高斯混合模型可以趨近任何軌跡並用作生成模型，並且在建模非高斯數據方面也表現出色。使用高斯混合模型，我們可以利用高斯混合回歸（**Gaussian Mixture Regression**）來預測特定時間步的控制輸入，並進一步利用 **Chapman – Kolmogorov** 方程推導隨機可達集。

然而，若不當處理的人類控制行為模型可能會降低可達性分析的表現。因此，在人機協同可達性分析中，建模人類控制行為至關重要。許多現有工作通過期望最大化（**Expectation Maximization**）演算法將人類控制行為建模為高斯混和模型，並已顯示出相對較好的性能。然而，傳統的期望最大化演算法無法處理除了權重系數之外的參數限制條件，因此訓練出的高斯混合模型不能明確納入已給定的側面信息，如可接受的控制輸入範圍。為了解決這一限制，已有許多期望最大化演算法的變體被提出來處理參數限制。本文旨在將高斯混合模型限制在可接受的控制輸入範圍內，並進一步提高對人類控制行為及其範圍的考慮，從而改進隨機可達集的預測。具體而言，我們通過使用基於連續二次規劃法(**Sequential Quadratic Programming**)的期望最大化演算法來限制每個高斯分布的信賴區間。這種方法可以有效地處理非線性不等式限制，從而在可接受的控制輸入範圍內對高斯混合模型進行機率性限制，並分析限制後的高斯混合模型如何改善人類控制輸入和隨機可達集的預測。

參、心得與建議

職自 111 年 8 月至美國普渡大學進修碩士班，至 113 年 8 月返國，在後疫情時期出國。以下區分求學、生活及心態方面分享心得。

一、求學方面

在畢業下部隊之後，一直都在飛機保修單位任職，比較沒有機會接觸跟學術相關的工作，在部隊服務 8 年後出國進修碩士，本身已是一項重大的挑戰。另外本次主修的研究領域跟控制較為相關，更是大學時期較陌生的領域，再加上語言的隔閡，剛開始在課業上很花了非常多時間與心力才勉強能跟上同學的步調，像是 MATLAB 或是 Python 等語言對其他同學而言已經是像呼吸喝水一樣自然的事情，要寫出複雜的模擬環境需要的只是時間跟耐性。對我而言這兩個基本的工具卻是踏上美國本土後才第一次接觸，而需多課程都已經預設學生已經可以非常熟悉的使用這些語言來完成課堂內容及作業。而突破的關鍵就在於懂得善用各種資源，像是助教每周固定的 office hour、班上同學、實驗室學長姊或是各種網路資源、youtube 影片等等，有效利用這些資源可以在完成作業以及了解課堂內容上更有效率。

二、生活方面

到美國一下飛機後最不能適應的就是這裡的物價。雖然 109 年期間曾來到美國參加過短期的軍售班隊稍微體驗過，但疫情過後所有的物價都漲

了一個幅度，所以還是很不能適應，我只能像大多數留學生一樣靠著每週採買食材自己烹飪的方式來省錢。交通的部分學校有跟市公車簽約可以憑學生證免費搭乘，但因為是夫妻一同前往美國，我們還是有買車。後疫情時期的二手車價也是水漲船高，但因為真的有需求就還是買了一台車代步。食的部分大多數還是仰賴亞洲超市才能買到能煮出家鄉味的食材，也因為這份思鄉情懷，在美國期間也學會做很多不同的料理，也是一種很常見的留學生紓壓方式。

三、 心態方面

第一次踏入美國的大學校園時，每天都有不同的衝擊。除了美麗的校園之外，更多的是課堂上同學與教授的互動方式。在美國的課堂上，大多數同學都很積極發問，問的問題也相當有深度，教授也都會停下來與同學討論，與過去在台灣求學時所遇到的狀況相差很大，非常希望能將這種文化帶回去，鼓勵學生發問及討論。

在做研究及修課時的壓力，也需要一個合適的舒壓管道，在美國期間還有一件令我驚訝的事情是他們非常重視心理健康。除了隨時都可以看到學校有人在運動之外，學校也有附設免費的心理諮商，而且非常鼓勵每位同學多多運用，大家也不會覺得心理健康問題是一件說不出口或見不得人的事。心理的問題或壓力也需要一個出口，應該要好好地說出來，並得到對應的解決方法或治療。有健康的心理才能支撐我們在學業上或是工作上保持往前的動力。



圖片一、美國普渡大學工程噴泉



圖片二、普渡大學拱門及吉祥物(火車頭)

肆、參考資料

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Purdue_University

[2] <https://www.purdue.edu/registrar/faculty/grading/grading-systems.html>

[3] <https://engineering.purdue.edu/AEE/academics/graduate/rulesguidelines>