

出國報告（出國類別：進修）

美國凱斯西儲大學凱斯工程學院 碩士進修報告

服務機關：國防大學理工學院

姓名職稱：莊曜嘉上尉

派赴國家：美國

出國期間：111年8月16日至113年5月19日

報告日期：113年6月1日

摘要

於 111 年 8 月 16 日，我受派前往美國凱斯西儲大學凱斯工程學院資訊工程系攻讀碩士學位（**Master of Science, Computer Engineering**）。此次進修的目的是為國防大學理工學院資訊及工程學系培養未來的師資。於 113 年 5 月 17 日完成學業，並於 5 月 19 日返國，5 月 21 日回院報到。在美國克里夫蘭進修期間，除了專注課業並拓展視野外，我也利用課餘時間體驗了美國凱斯西儲大學的學術環境、產學合作模式，並吸收其教學理念，希望未來能將所學應用於院內的教學研究工作。

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。

目次

壹、目的	1
貳、過程	1
一、凱斯西儲大學凱斯工程學院介紹	1
二、資訊工程學系 (Computer Engineering)	2
三、評分制度	3
四、研究成果	4
參、心得及建議	5
肆、參考資料	7

壹、目的

本次進修奉國防部 111 年 8 月 9 日國空人培字第 1110084548 號令核定，於 111 年 8 月 16 日，我受派前往美國凱斯西儲大學凱斯工程學院資訊工程系攻讀碩士學位（Master of Science, Computer Engineering）。此次進修的目的是為國防大學理工學院資訊及工程學系培養未來的師資。於 113 年 5 月 17 日完成學業，並於 5 月 19 日返國，5 月 21 日回院報到。在美國克里夫蘭進修期間，除了專注課業並拓展視野外，我也利用課餘時間體驗了美國凱斯西儲大學的學術環境、產學合作模式，並吸收其教學理念，希望未來能將所學應用於院內的教學研究工作。

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、凱斯西儲大學凱斯工程學院介紹

凱斯西儲大學（Case Western Reserve University，簡稱 CWRU）位於美國俄亥俄州克里夫蘭市，是一所頂尖的私立研究型大學。其歷史可以追溯到 1826 年成立的西儲學院（Western Reserve College）和 1880 年成立的凱斯理工學院（Case Institute of Technology）。1967 年，兩所學校正式合併，成為現在的凱斯西儲大學。自合併以來，凱斯西儲大學一直以其卓越的學術研究、創新精神和優質教育而聞名。大學涵蓋八個學院，提供多種學士、碩士和博士學位課程，擁有強大的校友網絡和豐富的科研資源。

凱斯工程學院（Case School of Engineering）作為該校的重要組成部分，擁有悠久的歷史和卓越的教學與科研傳統。該學院以其高質量的學術項目、世界一流的研究設施和與工業界密切合作的實踐機會而聞名。工程學院提供多個學系，涵蓋廣泛的工程領域，主要科系包括：

1. 生物醫學工程系（Biomedical Engineering）：專注於應用工程原理解決生物醫學問題，涵蓋生物材料、醫療器械、成像技術等領域。
2. 化學與生物分子工程系（Chemical and Biomolecular Engineering）：研

究化學工程原理在材料、能源、環境、生物技術等方面的應用。

3. 土木與環境工程系 (Civil and Environmental Engineering)：涵蓋結構工程、交通工程、水資源工程和環境工程等領域，致力於基礎設施和環境保護。
4. 電氣、計算機與系統工程系 (Electrical, Computer and Systems Engineering)：包括電力系統、電子學、計算機工程、控制系統和通信等領域。
5. 材料科學與工程系 (Materials Science and Engineering)：研究材料的結構、性能、加工和應用，涵蓋金屬、陶瓷、聚合物和複合材料。
6. 機械與航空航天工程系 (Mechanical and Aerospace Engineering)：涵蓋機械設計、熱力學、動力學、流體力學和航空航天工程等領域。
7. 宏觀電氣與計算機工程系 (Macromolecular Science and Engineering)：專注於聚合物和高分子材料的研究，包括合成、結構、性質和應用。

這些學系共同構成了凱斯工程學院的教學和研究核心，提供了廣泛的本科和研究生課程，旨在培養工程領域的未來領袖和創新者。

二、資訊工程學系 (Computer Engineering)

資訊工程學系 (Computer Engineering, 簡稱 CE) 是凱斯工程學院中的一個核心學系，致力於培養學生在計算機硬體和軟體設計、計算機系統架構、嵌入式系統、網絡和數據通信等領域的專業知識和實踐技能。

碩士課程介紹

凱斯西儲大學的資訊工程學系提供全面的碩士課程，旨在培養高級專業人才，以應對快速變化的技術環境和多樣化的職業需求。碩士課程的設計強調理論與實踐的結合，為學生提供深入的專業知識和實際操作經驗。以下是該碩士課程的主要內容及特點：

核心課程

1. 計算機架構 (Computer Architecture)：深入研究計算機系統的結構和設計原理，涵蓋處理器設計、記憶體系統、並行計算等。
2. 嵌入式系統 (Embedded Systems)：介紹嵌入式系統的設計與應用，包括硬體與軟體的集成、嵌入式操作系統及實時系統。

3. 數據通信與網絡 (Data Communications and Networks)：探討數據通信的基本原理、網絡協議、網絡安全及現代網絡技術的應用。
4. 軟體工程 (Software Engineering)：涵蓋軟體開發生命週期中的各個方面，包括需求分析、設計、實施、測試和維護。
5. 計算機安全 (Computer Security)：研究計算機系統的安全問題及其解決方案，包括密碼學、網絡安全、系統安全和應用安全。

選修課程

除了核心課程外，學生還可以根據自己的興趣和職業規劃選修多樣化的課程，例如：

1. 人工智能 (Artificial Intelligence)：探索機器學習、深度學習和自然語言處理等前沿技術。
2. 物聯網 (Internet of Things, IoT)：學習物聯網系統的設計、開發和應用，包括感測技術和數據分析。
3. 大數據分析 (Big Data Analytics)：掌握處理和分析大規模數據集的方法和技術。
4. 先進計算技術 (Advanced Computing Technologies)：包括高性能計算、量子計算等新興技術。

實驗室與研究機會

凱斯工程學院提供多樣化的實驗室和研究機會，讓學生能夠參與到前沿科技的研究中。主要研究領域包括：

1. 計算機系統設計與優化：專注於提升計算機系統的性能、能效和可靠性。
2. 網絡與分佈式系統：研究分佈式計算、網絡協議和網絡安全等。
3. 智能系統與機器學習：探索機器學習算法、深度學習模型及其應用。

學生可以通過參與這些研究項目，獲得寶貴的實踐經驗，並有機會在國際會議和期刊上發表研究成果。

三、評分制度

學期成績評定標準使用 GPA 4.0 制，區分 5 個等第(A：4； B：3； C：2.0； D：1.0； F：0.0)，修課期程至少三個學期，

工程學院學生畢業總成績須達 GPA 3.0 以上，並修畢至少 30 學分（含必修 18 學分、選修 3 學分及論文 9 學分，且除畢業學期外，其餘學期需修習必、選修或論文至少達 9 學分）。

四、研究成果

我這次論文的題目為:並行、靈活且可攜式的故障注入系統。

故障注入作為系統可靠性和可靠度領域的重要基礎技術，提供了一種主動的方法來理解和增強系統的穩定可靠。通過有意地向系統中引入故障，工程師可以模擬潛在的中斷，並在受控且安全的環境中監控系統的反應。這種方法對於識別和加強關鍵系統組件的韌性尤為重要，如果這些組件受到損害，可能導致重大的運營失敗。故障注入測試範圍從簡單的情景，如網絡中斷，到複雜的情況，如注入畸形數據或命令，從而挑戰系統的錯誤檢測、處理和恢復能力。

故障注入的謹慎過程不僅暴露了系統固有的脆弱性，還提供了對系統在壓力下行為的寶貴見解。這些見解對於開發人員和工程師來說至關重要，因為他們調整系統，增強容錯機制，改進恢復程序，並在某些情況下重新設計系統架構的某些方面，以增強其對現實世界突發事件的抵抗力。因此，故障注入不僅僅是一種測試程序；它是開發週期中的關鍵過程，確保系統不僅功能齊全，而且可靠和有韌性，增強了對其在面對不可預見挑戰時能夠持續穩定運行的信心。

在論文中，我開發了一種運行時暫態故障注入方法論，該方法論圍繞 GNU 調試器（GDB）建立。GDB 允許訪問目標應用程序的控制流和內存。使用 GDB 在平台之間提供了巨大的靈活性，因為它適用於許多常見的架構和操作系統。GDB 還支持用各種語言編寫的應用程序，包括流行的如 C、C++、Go 和 Rust。方法論可以通過用戶輕鬆修改，以使用 Python 添加新的故障模型。與其他軟件故障注入技術不同，我們的方法論並行執行目標應用程序的無故障和注入故障的進程。這允許快速檢測系統中由故障引起的錯誤，以及分析故障潛伏期和傳播。此外，這減輕了在目標應用程序執行過程中記錄機器行為的繁瑣和記憶密集型行為。

參、心得及建議

職自 111 年 8 月至美國進修，直到 113 年 5 月返國，在疫情趨緩的情形下出國，也是我第二次至美國進修。以下區分求學、生活以及心態等三方面論述：

(一) 求學方面

大學畢業後所任職位為戰術排長，較不需要使用到大學所學專業知識。初到美國的第一個學期，教授們認為我們所應該要有的知識或者專業名詞，對我而言卻是十分陌生。故第一個學期我花費相當多的時間自行上一些開放式課程或是在網路搜尋相關知識的網站來自學，以期能夠跟上教授的講課速度。雖然有經過英文能力考試的檢定，但實際聽教授講課，各自有不同的口音，也著實讓我花費了不少時間來適應及了解教授的話語。

(二) 生活方面

克里夫蘭華人人數偏少，所以相關的中式餐廳十分稀有，中式超市也是少之又少。雖說克里夫蘭曾是美國的工業大城，但如今經歷過產業轉型，人口外移，並不再像是過往的繁榮，但仍擁有美國四大職業運動聯盟中的三個職業球隊(美式足球:布朗隊；籃球:騎士隊；棒球:守護者隊)，對於喜歡看運動賽事的我來說是一大福音，可以親臨這些各大運動的最高殿堂觀看比賽，十分幸福。

美國昂貴的物價反映在其食物上，最便宜的速食換算成台幣，一餐也是要價 300-400 塊，若要餐餐外食，實在是無法負擔。所以這次出國最大的收穫也是學會了一些基本料理，也是在這時透過視訊，跟母親學會了滷肉飯的料理。也難怪常聽朋友說，到美國留學一趟，人人都變成特級廚師小當家。

(三) 心態方面

雖然說是第二次出國留學，但卻是兩種完全不同的體驗。大學念的是軍事院校，地處美國東南方，氣候與台灣十分相近，可以說是不需要適應，畢竟什麼事情都有制式規定了。但這次出國地點位於五大湖旁，十分寒冷，冬天可達零下 15 度，出國期間遇過一次暴風雪，那時溫度甚至達到零下 35 度，與台灣的氣候有著天壤之別。這次念的大學也是一般民間大學，必須自己租

房，料理生活的一切，甚至是每天該穿什麼，也突然變成了一個困擾。但知道自己是拿著國家的經費出國，在家人的支持下，也是順利的完成這次的學業！



圖片 1－美國凱斯西儲大學招牌



圖片 2－凱斯西儲大學 KSL 圖書館

肆、參考資料

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

[2]. <https://engineering.case.edu/>