

出國報告（出國類別：進修）

## 2024 美國國家衛生研究院國家神經疾病和中風研究所進修心得報告

服務機關：高雄榮民總醫院/急診部/急診醫學科

姓名職稱：林博翔/主治醫師

派赴國家：美國馬里蘭州

出國期間：2023/08/01-2024/07/31

報告日期：2024/09/24

## 摘要

人工智慧領域日新月異，特別是近年來生成式人工智慧的崛起，為醫療領域帶來了前所未有的發展潛力。醫療數據的多元性為人工智慧提供了豐富的養分。從臨床訊號（如 EEG、EKG、生命徵象等）、影像資料、視覺圖像資料、語音資料到電子病歷，這些數據可被用於開發各種智慧醫療應用，如臨床決策支持系統、自然語言處理與理解、預後預測建模、機器人和圖像引導手術、個人化的影像和治療建議等。

雖然台灣許多醫院已積極投入人工智慧醫療的研究與發展。為深入了解國際最新趨勢，此次於國家衛生研究院進行為期一年的進修，運用高速運算電腦 Biowulf 實際建立人工智慧模型，並且建立穩固的合作交流管道，以期將先進技術引進台灣，加速推動本土智慧醫療的發展。

## 關鍵字

人工智慧、機器學習

# 目次

一、目的.....	4
二、過程.....	4
三、心得及建議.....	17
附錄.....	19

## 一、目的

人工智慧領域發展一日千里，醫療領域的應用更是備受矚目。不只是放射影像診斷與標記，在電子病歷的語意萃取、基因體分析、蛋白質體分析，乃至藥物設計與發展等基礎研究領域，人工智慧也扮演著日益重要的角色。特別是近年來生成式人工智慧的崛起，為臨床醫療帶來了嶄新的可能，不論是病歷寫作、語音轉文字輸出、抑或是醫療輔助決策，均可看見其應用。此外，多模態深度學習的發展，更是打破以往機器學習只能處理數值型的資料限制，將應用擴及到聲音、文字、訊號等類別，透過分析多種醫學數據，AI 模型能夠更準確地進行臨床輔助預測，並提供更精細的分析。

在國內外，各政府部門與研究機構皆對人工智慧在醫療領域的應用投入了大量的資源。美國國家衛生研究院作為全球頂尖的醫學研究機構，其支持的研究項目多數與生醫資訊和大數據分析息息相關。因此職希望能藉由此次在美國國家衛生研究院的進修機會，深入了解美國在該領域的最新研究動態與方法，並建立穩固的合作關係，以期將先進技術引進國內，加速推動台灣智慧醫療發展。

## 二、過程

美國國家衛生研究院/國家神經疾病和中風研究所

這次職出國進修的所在地，是隸屬於美國國家衛生研究院(NIH)底下的國家神經疾病和中風研究所(NINDS)，成立於 1950 年，旨在研究和治療神經系統及相關疾病。其前身是國家神經疾病與失明研究所(NINDB)，成立的主要原因是應對第二次世界大戰後，許多退伍軍人因腦部受傷、神經損傷和心理創傷而需要醫療支持。最初的目的是集中資源進行神經和感官疾病的研究，特別是針對影響美國 2000 萬人的 200 種神經和感官疾病。隨著時間的推移，NINDB 在 1968 年更名為國家神經疾病與中風研究所(NINDS)。該所研究涵蓋了超過 600 種神經系統疾病，包括中風、癲癇、帕金森病和阿茲海默症等。它不僅進行基礎科學研究，還資助臨床研究，以促進對這些疾病的理解、診斷、治療和預防。NINDS 擁有超過 20 億美元的年度預算，大部分資金用於支持外部研究機構的項目，這使得其能夠在全球範圍內推動神經科學的發展。另外他們發展有兩重研究模式，內部與外部兩種研究模式：內部研究專注於 NIH 內部的科學探索，而外部研究則通過資助各大學及機構的項目來擴展其影響力。他們的目的不僅致力於美國境內的健

康問題，還關注全球範圍內的神經疾病挑戰，減少全球各年齡層和社會群體所承受的神經疾病負擔。

### 進修單位介紹

職進修的單位雖然是國家神經疾病和中風研究所，但其實主要是在范教授(Dr. Yang C. Fann)的資訊小組底下研究工作，范教授曾經是該研究所的 IT 和生物資訊計畫主任，現在更升任整個 NIH 的臨床資訊主任，主要職責負責臨床資訊學的領導、資訊基礎設施的管理、數據生態系的實施以及科學研究的創新。職報到的同時，參與范教授底下的人工智慧團隊，同時間有中國醫藥大學人工智慧中心副主任吳亞倫以及台北榮總神經內科陳俊宇醫師，後來更有中國醫藥大學急診部張裕鑫醫師一同辦公室研究大型語言模型應用在急診醫學領域。

2023/8

由於美國國家衛生研究院（NIH）屬於聯邦政府單位，雖然這次職參訪以學者的身分來進修，仍然必須申請社會安全碼（SSN），因此在進入研究之前，需要等待社會局審核，大約需要兩個多禮拜才能完成申請。儘管是在等待期間內，職仍然遠端線上協助本院執行研究，包括使用機器學習應用自然語言處理（NLP）技術於嚴重敗血症病人的辨識(NATURAL LANGUAGE PROCESSING FOR EARLY PREDICTION OF SEVERE SEPSIS IN THE EMERGENCY DEPARTMENT)，並且這個成果順利由莊旺川主任在八月 27~30 日於韓國首爾的 ISQUA 國際會議上面發表。此外，由於在臨床中心上班，我們仍然需要參加 NIH 舉辦的 IRB 線上課程，雖然與台灣相比內容部分大同小異，但是參與學員回應非常踴躍，勇於發表自己看法和討論，這讓我在美國民主風格中見識到了一種不一樣的體驗。這使得我在住院醫師年代的科會經歷中回顧起來，認為應該更積極地發言，才能獲得更好的學習效果。另外他們在簡介為什麼 NIH 會廣邀國際學者來 NIH 參訪，最主要的目的是希望能夠增加多樣性(diversity)。NIH 認識到，來自不同背景的研究人員能夠帶來多樣的觀點和創新思維，這對於解決複雜的科學問題非常重要。在過往的研究顯示，具有多樣性的團隊在創造力和問題解決能力上往往優於同質化較高的團隊。因此，他們 NIH 致力於建立一個多元化的科學工作環境，以促進更高品質的研究成果。另外，NIH 的使命是提升公共健康，這需要考慮到不同社群的需求。多樣性使得研究能夠更全面地反映社會各個群體的健康問題，特別是在生物醫學研究中被低估或忽視的群體。這樣可以確保研究成果能夠惠及所有人，而不僅僅是某些特定群體。因此 NIH 積極推動多樣性政策，擴大科學界的人才庫，包

括招募來自不同種族、性別和社會經濟背景的研究人員。不僅有助於填補在生物醫學領域中的人才缺口，也能促進公平與包容性。同時，NIH 廣邀世界各地的學者參與研究，這不僅有助於知識和技術的交流，也促進了國際間的合作。這種全球化的視野使得 NIH 能夠吸引最優秀的人才，並促進跨文化的合作研究，從而加速科學進步。最重要的是，NIH 致力於識別和解決科學界內部可能存在的結構性不平等問題，包括種族歧視和性別歧視等。透過推動多樣性和包容性，建立一個更加公正的研究環境，使所有科學家都能獲得平等的機會。也因為這些努力，提升了 NIH 在生物醫學領域的領導地位，也為整個科學界帶來了更為豐富和全面的視角。

2023/9

由於職專長在人工智慧，來到美國國家衛生研究院 (NIH)，必然要參與使用其最有名的高速運算電腦(HPC) Biowulf，是一個擁有 105,000 以上的處理器叢集，作業系統為 Linux，支援大規模並行運算，並且有多種節點可以供選擇，例如：CPU 節點和 GPU 節點，其 CPU 節點最高可以使用 144 核心的 CPU 以及 1507GB RAM，GPU 可以使用最高高達 247GB 的 RAM 以及最多四張高速顯示卡 A100，能夠使用的 Vram 高達 320GB，遠超過職在台灣所能夠使用的 cuda 計算力，見識到尖端科技的力量以及背後財力的支持維護。這樣等級的高速運算電腦，才有機會運算 Google 的 DeepMind 團隊所開發的 alphafold 模型，此模型能夠根據胺基酸序列來預測蛋白質的三維結構，能夠模擬酵素酶以及其抑制劑的結構特徵，能夠加速藥物開發，也可以讓研究人員更好地理解大型蛋白質複合體的結構，或是幫助科學家生成和測試有關蛋白質和其他分子互動的假設。也因為能夠使用 Biowulf 高速運算電腦，職的人工智慧超音波計畫才能夠順利進行，甚至有機會進行大型語言模型的微調訓練研究。此外，後來因為職專研 Linux 系統指令，利用 slurm 派送任務，每次最高可以派送高達八個運算任務，每個任務最高可以執行 10 天的連續運算，這對於科學研究非常有幫助，本院如果未來有機會引進超高速運算電腦，可以考慮參考 Biowulf 架設的方式，相信對於本院未來的科研發展有莫大的助益。

2023 年 9 月 28 日，我參加了 Teaching AI to Speak DNA」的演講，由 Ginkgo Bioworks 公司舉辦。主持人 Jake Wintermute 是該公司的技術公關，也是 Google Cloud 的夥伴，長期與此合作，開發利用 AI 進行蛋白質建模、大型語言模型 (LLM) 開發、藥物開發等領域。因此，這場演講主要是介紹如何透過人工智慧提高完成上述任務的效率，例如通過蛋白質設計來改善酵素。

同時段還有申請加入 Bridge2AI 演講，由 Xia Ben Hu (Rice University) 主講，由 Ping Peipei (UCLA 生理學教授) 主持，主要介紹大型語言 LLM 模組，主題是 ChatGPT 的應用以及表現介紹還有其限制，像是程式碼生成、文字生成，臨床文字探勘，甚至利用 ChatGPT 生成文字資料集，來微調訓練屬於自己的語言模型。

2023/10

10/17 參加 NCI Data Sharing symposium, 在這會議當中, 介紹了 NCI 和 NIH 關於 data sharing 的相關經驗以及觀點，講者有 Monica Bertangolli 醫師和 Susan Gregurick 博士的爐邊對談, 談到關於開放科學(open science)的看法, 除了科學期刊的開放, 還包含了開放分享的資料集以及程式碼，這涉及到公平的(equitable)的資料取得，以及美國政府對於開放資料的要求，該如何完成。這點非常值得我們借鏡，開放科學對於科學的進步至為重要，雖然全世界的華人眾多，但是台灣具有民主自由、多民族融合、科技進步等等的優勢，如果科學研究都能夠秉持著開放的精神，必定能夠為人類帶來重大的進步。此外，分享資料還能夠讓資料在不同團隊之間互用以及再利用，達到 1+1>2 的效果。這也是職來到美國之後深深感動且敬佩的地方，遠光放遠，才能有長遠的規劃。

在 10/20 參加波士頓臺灣人醫師協會在哈佛舉辦的聚會演講，由 David C. Chang 博士演講，張博士的專長在臨床外科和公共衛生之間的橋樑，生涯發表超過 250 篇的論文，其主講的題目是” How to be leaders in your personal and professional spheres: Lessons from the MGH 如何在個人和職業領域成為領導者：來自麻省總醫院的經驗”，一開始先介紹了麻州總醫院的歷史，再來談到如何培養領導者，以及找到好的心靈導師，最後談到為什麼做此演講。他談到開會的地方就是全世界第一個成功麻醉開刀的手術室，在醫學上非常有歷史意義。此外，因為他們認為醫師是終身學習的學生，所以即便是醫學教授，在醫院仍然是穿短袍的，這和世界普遍的主治醫師穿長袍有很大不同的地方，也象徵的麻州總醫院謙卑學習的精神。尤其他談到領導者和管理者的差別，領導者專注於未來新的方向以及創新的想法，管理者僅保持現狀 著重於執行力；領導者專注於創造力，相對地管理者強調效率；領導者會跨越傳統所認為的邊界，管理者卻謹守邊界。同時他也提到，做研究其實就是培養創新的精神，也是培養領導能力的方法之一。古人有云：聽君一席話，勝讀十年書，在這次的演講中，確實讓職感到不虛此行。

10/23 范教授特地幫我們預約和 Patrick Chitwood 博士見面討論，博士是 Palantir 公司

的佈署策略師，這家公司是美國知名的軟體服務公司，主要客戶為美國政府、軍方以及金融機構，其最出名的案例便是透過大數據技術，協助美國軍方擊斃蓋達組織首腦賓·拉登，由此可知該公司技術高竿獨到之處。這次見面會議討論，主要是了解 NIH 裡面的 BTRIS 資料庫中，如何做到 data OMOP mapping。OMOP(Observational Medical Outcomes Partnership)是一種開放數據標準，主要在統一不同來源的醫療數據結構和內容，所以他像我們介紹如何使用 NLP 技術來串接 NIH 醫院端的 EHR(電子病歷)和 BTRIS 資料庫。主要是藉由 LLM semantic vocabulary matching 來完成串接不同資料庫中，相同意思的名詞，其文字的相似度(similarity)會越高，這部份我們可以藉由計算文字之間的 cosine similarity 來完成。這部份的技術，對於本院未來各個資料庫之間，包含大數據資料庫、基因資料庫、臨床 EHR 的整合有非常大的幫忙!

職另外在 10/9~10/12 前往費城參加 ACEP23(美國最重要最大的急診醫師學會(American college of Emergency Physician)主辦的年會，是全球規模最大、歷史最悠久的急診醫學會議)。會議當中有許多高科技的廠商，職都與他們深入交流，以期待回來國內之後，有機會和他們合作，或是找尋合適的廠商一起研究與開發類似但更具有創新性的產品。舉例來說：敗血症在急診最重要的非 EGDT(early goal direct therapy)莫屬，而 Caretaker 這家公司所開發的 VitalStream 無線監視器，採用脈搏波分解分析技術，藉由無線、可穿戴的非侵入性且持續監測血壓血流動力，讓醫護人員可以及早知道患者在接受抗生素以及大量點滴輸一治療後改善的情況，對於後續的治療方向提供豐富且必要的資訊。

另外由於職有研究人工智慧應用於急診腹部超音波，故於大會中口頭報告，主題是' Novel Application of Artificial Intelligence in Ultrasound of Solid Organ Adjacent Morrison's Pouch by Object Segmentation' 我們利用 U-net segmentation 的技術，可以標記腹部超音波中肝臟的位置，並且透過含有 GPU 圖形加速處理器的 cuda 即時運算，可以在筆記型電腦上面做標記，讓急診的學生能夠即時知道自己在掃描的器官，對於提升本院的教學有莫大的助益。此外，職除了參加 ACEP 年會外，還特別參加這次新舉辦的 HackED! 2023，這是非常特別的黑客松，主要都是由非急診醫師組成，主題是 Innovation change，可以天馬行空提出任何創意的發想挑戰，只要能夠和急診相關即可。評分的條件主要包含了：Problem Identification and Solution Development, Implementation and Execution, Impact and Scalability, Demo, Profitability, Presentation。此外，該黑客松還有請許多急診醫師演講，內容包含了急診

方面的創新發想挑戰，例如：’ Clinical Needfinding’ 、’ How to Start a Company as a Physician’ 、’ Care Model Design When Your Product is Care Delivery’ 、’ Pitch Deck Evaluation’ 、’ Customer Needfinding’ 、’ Acute Care Innovation Inside the ED’ 、’ Technology Design’ 、’ The Future of Emergency Medicine and New Practice Models’ 、’ The Future of Emergency Medicine and New Practice Models’ ，最讓人印象深刻的是，多數的演講主題都很強調研究的族群，以及影響的範圍。當我們想要研究某個主題的時候，我們常常一頭栽入深入研究探討問題或是想要做創新發想挑戰的主題時，卻常常忘記我們最終目的是希望有資源可以支持我們繼續做研究，而能夠有資源支持，其實說服別人或是客戶，往往才是最重要的關鍵。有學者提出一套 PMF(Product-market fit)包含了三個重要的元素：Who: whose problem are you trying to solve(target market), What: what you are offering(solution->product->MVP), How: strategy to bring your product to market(plan or action)。藉由這三元素的思考，我們才能夠有機會開發更具影響力的創新挑戰，也才能夠說服旁人支持我們。在這場黑客松，職有幸能與 Marc Shively 醫師和 Sriya Chinthalapudi 工程師同一組。Marc Shively 醫師本身是工程師背景，之前甚至曾經到新加坡的電力公司工作過，後來回家鄉賓州修習醫學，因為對於急診醫學的興趣，預計申請急診專科的住院醫師；Sriya 則是修習電腦科學，但也曾經有過緊急救護的經驗(EMT)，因此藉由參加這次的 Innovation challenge，希望一起腦力激盪出新的創意點子，能夠為急診醫學帶來一些不一樣的概念。我們這組提出來的是如何讓電子病歷系統在電力中斷、維護更新…等服務中斷的時候，負起嫁接的責任，能夠單機運作，並且在原本的電子病歷系統恢復運轉時，順利的把中斷時期的病歷無縫接軌到原本的系統。此外，這次同時與 MayJuun 公司的總裁 John Manning 醫師交換名片，他在 2014 年和 2015 年的美國急診年會黑客松都曾經得獎過，現在自行開立公司，業務主要是利用現在最火熱的 FHIR 格式，在手機上面搭建以 FHIR-FLI 的服務，讓開發者能夠更簡單的串接醫療電子病歷資料庫。FHIR 格式是目前我國政府正在大力推行的病歷儲存標準，根據職的了解，本院和屏東榮民總醫院均已開發以 FHIR 標準的電子病歷系統，未來如果需要在手機上面搭建 FHIR-FLI 服務，可以參考該公司的做法。

2023/11

因為中國醫藥大學方信元副院長率領團隊參訪，在范教授的安排之下，參觀了 University

of Maryland Medical Center，職有幸能夠與他們一同參與，尤其是底下的 Shock Trauma 部門，更讓同為急診醫學專科醫師的我感到振奮。他們的 Shock Trauma Center 是全球領先的創傷醫療中心，更是世界上最高容量的創傷醫療中心之一，專注於提供全面的創傷護理和研究。此外，該中心是馬里蘭州緊急醫療服務系統的核心，提供從現場急救到醫院內部全面的創傷處理服務。這種整合性的服務模式確保了患者能夠在最短時間內獲得所需的醫療照護，亦類似於本院外傷科一條龍的外傷醫療服務，能夠給予患者最快最好的外傷醫療照護。更精準的說法，該中心是全美國唯一的獨立創傷中心，每年收治超過 8000 名患者，更有高達 96% 的存活率！此外，該中心不僅專注於臨床護理，還致力於創傷醫學的研究與教育以及積極參與臨床試驗和研究計畫，以推動創傷治療的進步。從設備而論，該中心配備了先進的醫療設備和技術，能夠處理各類複雜的創傷情況。因為美國幅員廣大，也因此他們大多數的患者都是馬里蘭州空中救護直升機來的，職有幸與他們一起在直升機停機坪上面合照，這些設施使得該中心能夠在急救和手術中提供高效而精準的治療。這次參訪實屬非常難得的經驗。更有幸與 Thomas M. Scalea 互換名片，Thomas 教授是該中心主任，曾經在 2011 年拿到外傷科學研究的終身成就獎以及在 2014 到 2015 年美國外傷醫學會(AAST, American Association for the Surgery of Trauma) 擔任理事長。回顧本院外傷科醫療的優勢，在急診大樓樓上有停機坪，外傷科獨立診間以及外傷科病房和加護病房的硬體設備，我們不需要妄自菲薄，本院的外傷醫療，其實完全不輸給世界先進的美國外傷醫療設備，只要能夠有足夠的人力投入，相信一定能夠在國際間大放異彩。此外，也參觀了他們的擬真模擬教具，其模擬教具除了假人以外，全部的耗材均不計成本地採用真實醫療器材，以期能夠讓他們的學員有最逼真的擬真教學，有最好的學習效果，對於該中心教學的投資與投入，讓職從心中肅然起敬。

此外，雖然職人在美國，仍然參加由范教授與國網中心莊朝鈞研究員所舉辦的大型語言模型工作坊” 開源大語言模型全民參與的 AI 時代”，主要主講內容包含了：如何訓練大型語言模型、如何上架大型語言模型，甚至到如何讓大型語言模型回答我們覺得合理的答案。本線上工作坊除了課堂講課理論之外，更有實機操作，學習如何使用國網中心的資源訓練微調大型語言模型，且該工作坊亦有提供程式碼的範本做參考，對於未來本院若要開發屬於自己醫院風格的大型語言模型，絕對是駕輕就熟。

2023/12

職在NIH期間，亦有參加NIH的FAES(Foundation for Advanced Education In the Science)所舉辦的課程，課程編號 BIOF 510，主題是 Advanced Applications of Artificial Intelligence，主要是介紹各種神經網路架構的原理，以及實作各種神經網路的程式碼，由於職博士論文主要是使用 Tensorflow & Keras 套件，在這門課的實作中，亦有嘗試使用 Pytorch 套件架設神經網路，並且與其他學員互動互相評論神經網路的作業，由於學員皆是 NIH 裡面的研究員，所以可以接觸到許多基礎生物醫學研究領域的科學家，互相交流使用人工智慧神經網路在研究上面的應用，這個為期七周的課程，從最基礎的神經網路介紹，到電腦視覺的神經網路架構、序列型模態的模型架構、深度學習模型實作、模型嵌入(embedding)與表徵 (representations)、生成式模型到可解釋的模型實作。非常扎實的理論與實作課程，雖然以前職在博士班早以學習過許多相關類似的理論課程並且實作，但是使用不同的套件，以及不同老師的風格帶領下，有著全新不同的體驗，也對於人工智慧神經網路有更深一層的體悟。期末的作業報告，職便是找尋 Kaggle 上面的公開競賽題目 HuBMAP + HPA - Hacking the Human Body，藉由 Linknet 模型訓練，來標記病理玻片上面五種器官中的 functional tissue units，包含了前列腺、脾臟、肺臟、腎臟以及大腸。藉由監督式學習的訓練，來完成影像分割(segmentation)的任務。

此外，職亦參加 Google Cloud 特地為 NIH 所舉辦的 workshop，這個月第一期先以 Google Cloud 環境介紹為主，包含了如何進入到 Google Cloud 環境、虛擬機以及雲端網路架構、雲端網路儲存空間介紹、雲端容器(Container)介紹到雲端伺服器的應用。在上這堂課之前，一直耳聞 Google 雲端服務的好用以及強大，尤其希望能夠用上他們的 TPU(Tensor Processing Unit)，是 Google 專為神經網路設計的特殊應用積體電路(ASIC)，所以勢必得從最基本的使用雲端服務學起，其中對於 Google Kubernetes 引擎的介紹，這是一個代管式服務，意味著 Google 負責管理 Kubernetes 的控制平面和基礎設施，使用者只需專注於應用程式的部署和管理，減少了運維負擔，另外提供了多層次的安全防護，包括自動更新、容器資源限制和強化的操作系統(Container-Optimized OS)，並且支援高可用性部署，確保在故障情況下仍能保持服務運行，同時整合式的監控與日誌功能，使得開發人員能夠輕鬆追蹤應用程式的性能並進行故障排除。此課程除了基本的立論介紹外，另外每一堂課都還有實機實作，加深學員的印象，讓學員即便在課後都能過隨時地複習課堂上所學到的知識。

除此之外，職亦報名了 DeepLearning.AI 所開設的課程：Reinforcement Learning from Human Feedback (RLHF)，此為時下最熱門的大型語言模型的訓練方式。RLHF 結合了強化學習 (Reinforcement Learning) 和人類反饋，透過建立一個獎勵模型來指導 AI 系統的學習過程。這種方法特別適用於目標複雜或難以明確定義的任務，例如創造性寫作或情感識別。首先，通過讓人類評估模型生成的輸出，收集反饋數據。這些反饋通常以比較形式出現，例如選擇哪個響應更符合人類偏好。再來利用收集到的反饋數據來訓練獎勵模型，該模型將人類偏好轉換為數值獎勵信號。這一信號用於指導強化學習代理的行為。最後在獎勵模型訓練完成後，使用強化學習算法來調整原始模型的輸出，以便更好地符合人類的期望和需求。這種訓練方式有幾個好處：顯著提升大型語言模型 (LLMs) 在遵循指令、保持事實準確性和避免錯誤生成 (如“幻覺”) 方面的表現。並且通過整合人類反饋，模型能夠生成更符合使用者需求的内容，從而改善用戶體驗。同時 RLHF 使得 AI 系統能夠適應不同的應用場景和用戶需求，從而在多樣化的任務中表現出色。這堂課程同樣不只是有課堂理論介紹，同時有 ipynb 的程式範例檔案可以參考練習，讓職收穫滿滿，獲益良多。未來對於本院如果要訓練神經網路模型，更有不同於以往監督式學習的機器學習方法可以應用。

在本月的人工智慧超音波的進度上，職利用了 TorchCAM 這個套件，是基於 PyTorch 模型的類別激活圖 (Class Activation Map, CAM) 探索工具，利用了許多不同的 CAM 理論方法，從基本的 CAM 到 Grad-CAM++、Smooth Grad-CAM++，為超音波的預測，帶來可解釋性的模型預測。

2024/1

1/10 參加了由 nVIDIA 舉辦的開發者大會，職參加的内容包含了開發大型語言模型 LLMs 的快速途徑、量身客製自己的大型語言模型應用、生物科學大型語言模型和生成式人工智慧。第一項内容主要包含了大型語言模型的評估以及應用，到如何呼叫大型語言模型的 api，非常簡單容易上手的 api 呼叫方式，讓使用大型語言模型一點都不困難。並且介紹各種不同的大型語言模型的 Benchmark，各種不同的評量方式所代表著不同的意義，如何藉由這些評量來選擇適合自己的大型語言模型。另外並介紹到提詞工程 (Prompt Engineering)，從 zero-shot 到 few-shot，到具有思維鏈 (chain of thought) 概念的題詞。其中特地提到好的題詞應該包含了：大型語言模型所需要扮演的腳色 (Role)、大型語言模型運作的架構 (逐步建立的方法)、大型語

言模型回覆的背景甚至到輸出的格式(free style or json)，以及是否有特殊需求(文字字數限制)。在” 量身客製自己的大型語言模型應用” 這場演講當中，介紹了該如何微調客製化屬於自己的大型語言模型，其中最重要的莫過於準備好可以微調的資料。另外介紹了 SteerLM 是 NVIDIA 開發的一種新型技術，旨在通過人類反饋來調整大型語言模型 (LLMs)，使其更好地符合用戶的需求和偏好。與傳統的強化學習方法 (如 RLHF) 相比，SteerLM 提供了一種更簡單的監督微調方法。這種方法不僅降低了訓練過程的複雜性，還避免了在運行時無法控制隱含價值的風險。此外，SteerLM 允許用戶在推理過程中動態調整模型的輸出，意味著可以根據特定應用的需求來定義和修改模型的響應屬性，使得模型能夠處理多維度的反饋信號，而不僅僅依賴單一維度的評價。最後在” 生物科學大型語言模型和生成式人工智慧” 這門課當中，介紹了生成式人工智慧對於生物醫學的貢獻與應用，從醫學影像應用講起，包含了 RAPIDS、TensorRT、MONAI 等系統，到 BioNEMO 藥物開發系統以及 PARABRICKS 基因分析系統，以及 EvoDiff，藉由 diffusion model 架構來產生蛋白質序列，非常有趣的應用，讓人大開眼界。

2024/2

本月職參加了許多 AIGC 的分享會，學會了許多生成式 AI 的應用以及提詞，此外還報名了 2/24 的 Coze 活用課程，學習如何利用 Coze 平台，架設屬於自己的大型語言模型機器人，設計自己的代理人流程，以及建立自己的應用知識庫，打造屬於自己的 GPTs，最後再整合到 LINE，發布 LINE 機器人。職想到再幾個月，急診醫學科的考生們就要專科筆試，對於如何從厚達 2000 頁以上的教科書查找答案，說是大海撈針也不為過，因此便有了開發急專筆試機器人的念頭。藉由將急專教科書內文分頁切割檔案成 txt 檔，再上傳成知識庫，藉由設計查找流程以及修改提詞(prompt engineering)，讓 LINE 機器人能夠藉由 embedding search 快速地協助考生找到該主題位於教科書的位置，同時把教科書的內容原封不動的打印出來給考生參考，成為考生應考的利器。

2024/3

由於職的人工智慧超音波模型，一直都只有本院急診的超音波資料庫，雖然內容及數量龐大超過一萬筆，但是需要人工標記資料曠日廢時，因此在與范教授的討論請益後，范教授建議了 RadImageNet 資料庫。這是一個專為放射學人工智慧研究而設計的數據庫，旨在提供高質量的醫學影像數據，以支持機器學習和深度學習模型的訓練。包含了超過 135 萬張醫學影像，

這些影像涵蓋了 CT、MRI 和超音波等多種成像模式，並跨越 165 個病理標籤和 14 個解剖區域，為放射學研究提供了豐富的數據來源。旨在取代傳統的 ImageNet 數據集，使其更適合於放射學 AI 的應用。由於這是一個開放的資料庫，所以可以免費申請下載，對於開發超音波的預訓練模型非常有幫助。在下載 RadImageNet 之後，職嘗試使用 EfficientNet 以及 MobileNet 模型來訓練預測，發現準確率效果都可以達九成以上，可以做為未來超音波的預訓練模型。

2024/4

本月參加了 Google Cloud 舉辦的課程：Big Data and Machine Learning Fundamentals，介紹了雲端的 TPU，以及 Google cloud 上面的人工智慧和機器學習的平台，以及資料分析工具，包含儲存空間，並且介紹 Google photos 中，如何藉由 Fused Video Stabilization 來達到電子影像防手震，並且簡介了 SQL 以及 BigQuery 的基本概念。

在美國的這段時間，每個禮拜都會與范老師的 AI 團隊開會討論進度，團隊成員包含了中國醫藥大學的人工智慧中心副主任吳亞倫以及急診部張裕鑫醫師。在與范教授討論後，發現到 RadImageNet 超音波資料庫中有一個盲點，每一張超音波影像僅標記了一個器官，但這明顯與真實世界的醫學超音波影像不符，且實際上的影像，也都不只有一個器官，這不僅會影響模型預測判斷，也會使的模型每一次只能預測一個器官的存在，因此我們參考了 Teacher-Student Training 的方式，利用知識蒸餾 (Knowledge Distillation) 技術的模型訓練方法。將一個大型、訓練良好的模型 (教師模型) 的知識轉移到一個較小、較簡單的模型 (學生模型) 上。其中，教師模型通常具備較高的準確性和複雜性，能夠捕捉數據中的細微模式。學生模型則通過模仿教師模型的預測來學習。此外，在訓練過程中，學生模型不僅依賴於硬標籤 (例如 0 或 1)，還利用教師模型生成的軟標籤。這些軟標籤通常以概率形式表示，反映了教師模型對不同類別的信心，這使得學生能夠從教師的正確和錯誤預測中學習。同時學生透過高度的圖片擴增 (augmentation)，能夠學習到更具有彈性 (robust) 的預測能力。

2024/5

5/8 參加在華盛頓 DC 舉辦的 AI expo 博覽會，台灣的國科會小組也有租用一個展場，邀請了台灣的許多學者參加發表，像是台灣人工智慧實驗室 (AI lab) 的創辦人杜奕瑾介紹該公司最著名的聯邦式學習產品以及最新的聯邦式大型語言模型 FedGPT，以及國科會贊助的 TAIDE 大型語言模型推手介紹開發模型的過程點滴。同時展場還有 ST Engineering 公司展出的 AI 戰

情室，豐富生動的即時戰情呈現，運用 AI 科技的預測，掌握以往需要多人且耗時才能掌握的資訊，對於未來發展防災應變，都可以參考這項運用，讓 HICS 指揮官能夠更即時的掌握必要的資訊。

在范教授的推薦之下，職報名參加了 NIH 舉辦的 AI symposium，主要算是 NIH 裡面的 AI 發表會，其中有許多 NIH 研究員主導的 AI 相關專案，以及各地先進的生醫 AI 領導者主講。其中有許多創新的運用：Evaluation LLMs on medical, lay language, and self reported descriptions of genetic conditions、Multimodal Machine Learning Models for Prostate Cancer Prognostic Predictions、Computational Modeling-based Discovery of Novel Anticancer Drug Candidates Targeting Centromere-associated Protein E(CENP-E)、Laplace transformation for Time-to-Event Representation in HER for Mortality Prediction in ICU Patients、AI-enhanced Physician: Predicting Clinical Events via LLMs、Exploring the Feasibility of GPT4 as a Data Extraction Tool for Nephrectomy Operative Notes、A novel LLM-Mediated Data extraction Tool: A comparative study in Patients Who Underwent Radical Prostatectomy、Medical Image Synthesis using a Latent Diffusion Model with Medical Knowledge Driven Prompts。另外大會安排講者介紹嶄新的研究包含了：利用深度學習演算法(Residual channel attention network (RCAN))來改進增強螢光染色預測的效果，大幅提高螢光染色可運用的範圍。另外還有運用神經網路改善電子顯微鏡的解析度，大幅提高 3D 立體結構中，電子顯微鏡所能觀察到的解析度。以及兩階段深度學習模型，應用在去噪(denoising)以及去模糊(deblurring)。另外一場介紹了生成式分子設計，從 Property Prediction Model 到 Generative Molecular Design 再到 systems level simulation，加速了人工智慧運用於藥物開發。最後一場最令人振奮的演講，讓人對於未來生成式 AI 如何加速整個生物醫學的發展，由史丹佛大學的 James Zou 教授所演講的主題：How genAI can transform biomedical discoveries。首先引用了研究顯示自從 ChatGPT 橫空出世這兩年開始，期刊論文使用大型語言模型的比例大幅上升，再來提到藉由蒙地卡羅搜尋方法來合成抗生素 (Easy-to-synthesize new antibiotics from Monte Carlo tree search)，以及科學家如何利用 Twitter(X)上面的病理照片以及註解(annotation)來訓練高品質的 vision-language AI 病理模型(PLIP)，甚至提到未來不只作者會使用 LLM 來寫稿，審稿者(reviewer)也可以用 LLM

來審稿，加速科學研究的發展。GenePT-driven embeddings 可以針對基因做編碼，效果超越傳統的 Geneformer，並且藉由編碼過的特徵，可以預測基因之間的互動，以及基因與細胞之間的互動。在這場研討會當中，見識到了以往所想像不到的運用，讓職體悟到，未來對於本院的教學與研究，人工智慧必定是不可或缺的利器。

2024/6

在 6/13 到 6/18，台中榮總的臨床試驗科主任傅彬貴教授率資訊工程師以及其他研究員來 NIH 參訪，他們參訪的主要目的是學習 REDCap 資料庫建置，職有幸與他們一起參與學習。一開始中國醫藥大學的 AI 中心副主任 Allen Wu 介紹他們如何在 GCP(Google 的雲端服務)上面架設 REDCap 資料庫，再來是由 NIH 的 Umit Topaloglu 醫師介紹他們如何利用 REDCap 資料庫在臨床試驗中心和醫院之間資料庫的研究計畫，以及 NHLBI(NIH 底下的心肺血液研究所)的生醫資訊經理 Frank Velez 介紹 REDCap 實際應用範例，到由 Michael Ring 介紹 REDCap 如何利用 CDIS(Clinical Data Interoperability Services)串接到臨床電子病歷系統(EHR)，尤其最重要的是使用 FHIR 資料交換標準技術，非常值得本院借鏡，也因此台中榮總還特地組隊來 NIH 參訪，本院若以台中榮總為標竿醫院，未來也許可以考慮派員前往 NIH 進一步標竿學習 REDCap 資料庫建立。會議中還有提到，如何在防火牆內外的機制下，兼顧網路安全以及利用 REDCap 蒐集資料到資料庫，讓受試者甚至能夠透過手機 app 填寫 REDCap 的問卷，省去人工助理蒐集資料的麻煩，完成真正的智慧資料庫的建立。

2024/7

這是職在 NIH 研究工作的最後一個月，除了繼續針對人工智慧在超音波上面的模型訓練以外，因為聽聞范教授告知可以申請 NIH 的志工(volunteer)，便能夠繼續使用 NIH Biowulf 的運算資源研究，故特地跑許多流程，成為 NIH 的志工，能夠繼續在本院利用 NIH 的 Biowulf 的運算資源做研究，對於本院的人工智慧發展，不論是在神經網路模型的訓練，抑或是高速運算電腦架構方面，均應有莫大的助益。另外職利用 RadImageNet 資料庫所重新訓練的超音波人工智慧模型，已經訓練出共 150 個小模型，藉由這 150 個小模型交互重新標記超音波器官後，便能夠在同一張超音波影像，標記兩個以上的腹部器官位置，才能夠更符合真實臨床的需求。不僅止於此，更令人振奮的是，職利用 Biowulf 的運算資源，順利完成微軟 Microsoft 所開發的 Florence-2 large 模型的微調，算句話說，未來只要本院的資料能夠順利撈取，職便能夠訓練

出超音波影像輸入，然後文字報告輸出的模型，對於未來人工智慧超音波的發展，前景可期！

### 三、心得及建議（包括改進作法）

#### （一）心得

首先感謝院部長官們以及急診部長官們給予職機會，才能夠順利來美國進修，更感謝梁志光主任的推薦，能夠來到世界一流的美國國衛院進修大開眼界。職自從在本院升任主治醫師以來，長年在外院支援，其實圖的便是參考外面醫院的生態模式，不斷的與本院的生態模式做參考比較，因為職相信，唯有不斷的向外擴充學習，才能夠進步，免於固步自封的窘境。這次來到美國國衛院進修，除了見識到許多頂尖的人物，頂級的設備(不論是生醫方面抑或是資訊方面)，認知到豐沛的資源，才會有豐碩的果實。但是更見識到，科學與民主，雖然是不太相關的兩個議題，但是只有多樣性的民主，才有機會激盪出多樣性的火花，科學才能夠有機會蓬勃發展。也認識到保持開放的心胸與態度，才有可能學習到更多的知識與技術，能夠限制自己的，往往不是外力的因素，而是自己的看法。美國夢雖然是一個充滿希望和理想的概念，它代表著在美國，每個人都有機會通過自己的努力，實現經濟上的成功和社會地位的提升。但職更深深體會到，在這個多元民族融合的國家，每個人都有屬於自己的美國夢，透過不斷的激盪與擦撞，才有實現的可能。

#### （二）建議：

由於職的博士學位主要是修習人工智慧，專科是急診醫學，在經過這一年的進修後，有一些心得建議如下：

##### 1. 建立智慧醫院的短中長期計畫與實踐方針：

隨著生成式人工智慧的浪潮發展，智慧醫院的聲音不絕於耳，本院亦榮幸的在國際評比當中脫穎而出。然而在智慧醫療的蓬勃發展下，這勢必又是另外一場軍備大賽，比的不再是傳統的手術設備，而是資通訊設備，不再是醫護人才，而是資通訊甚至其他跨領域的人才。古諺有云：一分耕耘，一分收穫，沒有投資，很難有豐碩的果實。本院須想好方向，究竟在這波智慧醫療浪潮，是要扮演領導者的腳色(pioneer)，亦或是別家醫院有，我們也不能輸就好的(me too)的腳色，不同的腳色所需要投資的人力與物力是截然不同的，當然成果也不

同而語。職斗膽建議，短中長期的智慧醫療規劃，應由人力與物力的投資資源多寡來規劃。

A) 短期規劃(1-3 年)：

- i. 人才培育：培育落地智慧醫療應用所需人才(智慧醫療與 IT 人員皆可)。
- ii. 基礎建設完善：所有醫療設備應盡可能數位化，資訊化，聯網化。
- iii. 醫療場域應用：落地智慧醫療應用。

B) 中期規劃(3-5 年)

- i. 數據驅動醫療：建立多模態資料庫，串接多種醫療設備紀錄。
- ii. 人才培育：培養多模態資料庫人才。
- iii. 智慧醫院運營模式：探索智慧醫院的運營模式，實現精細化管理，打造智慧化、高效的醫療服務體系。

C) 長期規劃(5 年以上)

- i. 資通訊人才庫建構：與院校合作，建立資通訊人才庫。
- ii. 多元發展：結合智慧醫療、遠距醫療、高齡醫療、精準醫療。

2. 多元文化與跨界交流

A) 院內

加強不同科不與不同處室之間良性交流的時間與空間，多舉辦聯誼或研討會活動，不同思維的單位，在互相激盪與擦撞，才有可能有不同的火花，這也是這幾年全人會議希望跨科部的人員參與的原因之一，但是全人會議多以病人為中心，卻很少以職員或是醫院為中心召開。職認為唯有多樣性的醫院環境，才有創新價值出現的可能。

B) 院外

鼓勵各科部參與國際會議，院方應加強補助國際會議經費，不只增加本院在國際醫療的能見度，更能增加本院員工的見聞。同時鼓勵各單位邀請國際學者來本院演講，增加本院員工的國際觀，若經費不足可以考慮和台北榮總以及台中榮總一起合辦，減少國際學者邀請經費。

3. 加強急診與創傷研究量能

此次參訪 University of Maryland Medical Center 的 Shock Trauma 部門，深深感受到其實本院的急診與創傷照顧品質與硬體設備，和國際並無太大差別，但是為何本院急診

與創傷如此優良的醫療品質，卻鮮為人知?職認為便是研究量能的不足，也因此國際曝光度的不足，進而導致國內的知名度不夠，間接連自己人都妄自菲薄。所以提升急診與創傷研究量能，實為當務之急。然而提升研究量能，絕非一蹴可及。創傷科已有外傷登錄資料庫，急診科尚無自己的資料庫，這對於研究來說頗為不利。研究團隊以及研究經費和研究氛圍，在近年來本院急診人力大幅流失下，難以寄望團隊的建立與經費的籌措甚至氛圍的培養，也許思考急診研究人才的補助，會是個解方。職這次能夠順利赴美國研究，也很感謝科內同仁的協助上班補人力才能夠得以順利出行，希望未來院方能夠給予急診部更多的支持，讓急診與創傷成為高榮的驕傲!

## 附錄

國家衛生研究院 1 號大樓，為行政中心，NIH 院長辦公室亦在此大樓，范教授的辦公室亦為於此大樓，由此可知范教授在 NIH 的影響力，以及 NIH 對於資通訊人才的重視。



職在 NIH 的研究辦公室，位於 Clinical Center 的 B1

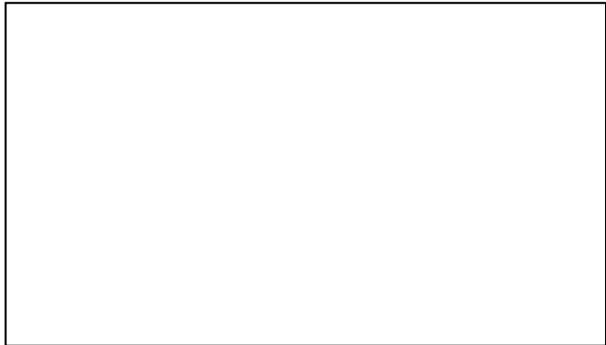


職在 ACEP 23 與 Marc Shively 合影

職在 Innovation Challenge 黑客松與 Marc Shively 以及二代華裔博士生 Zion 合影



職在 University of Maryland Medical Center 頂樓直升機停機坪與中國醫大的方副院長及人工智慧中心副主任吳亞倫和急診部張裕全醫師合影



職在 NIH 辦公大樓與櫻花合影



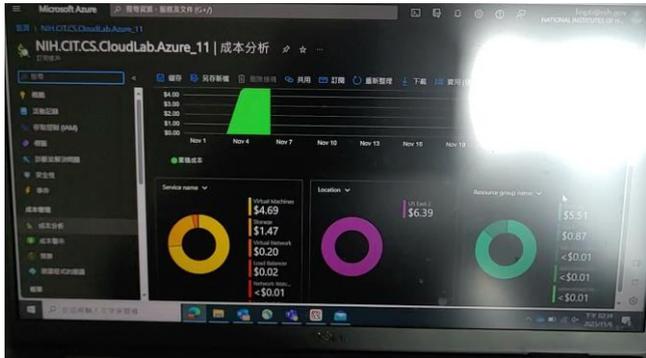
```

linp6@biowulf/data/linp6
Partition  FreeNds  FreeCPUs  FreeGPUs  Cores  CPUs  GPUs  Mem  Disk  Features
-----
norm*      0 / 498  9266 / 27888
norm*      0 / 453  3168 / 25368
norm*      0 / 5    66 / 280
norm*      0 / 70   374 / 8960
norm*      0 / 290  782 / 20880
norm*      0 / 24   0 / 1728
unlimited   16 / 18  896 / 1098
multinode  41 / 260 6336 / 10400
multinode  246 / 554 14356 / 31024
multinode  96 / 487 7030 / 27272
gpu (v100x) 0 / 53 2370 / 3816 32 / 212 36 72 4 373g 1600g cpu72, core36, g384, ssd1600, x6140, lbhdr, gpuv100x
gpu (p100)  0 / 43 1348 / 2488 58 / 172 28 56 4 121g 650g cpu56, core28, g128, ssd650, x2680, lbhdr, gpup100
gpu (k80)   7 / 40 982 / 2240 42 / 160 28 56 4 247g 800g cpu56, core28, g256, ssd800, x2680, lbhdr, gpuk80
gpu (a100)  0 / 11 374 / 704 28 / 175 32 64 4 247g 3200g cpu64, core32, g256, ssd3200, e7543p, lbhdr200, gpua100
gpu (a100)  0 / 33 1084 / 2112 28 / 175 32 64 4 247g 3200g cpu64, core32, g256, ssd3200, e7543p, lbhdr200, gpua100
gpu (v100)  1 / 7 286 / 392 7 / 28 28 56 4 121g 800g cpu56, core28, g128, ssd800, x2680, lbhdr, gpup100
gpu (k80)   12 / 14 726 / 784 51 / 56 28 56 4 247g 400g cpu56, core28, g256, ssd400, x2695, lbhdr, gpuk80
huygens    1 / 1 56 / 56 4 / 4 28 56 4 121g 650g cpu56, core28, g128, ssd650, x2680, lbhdr, gpup100, huygens
largemem   2 / 19 1546 / 2736 72 144 1507g 800g cpu144, core72, g1536, ssd800, x8860, lbhdr
largemem   0 / 3 266 / 432 72 144 3019g 800g cpu144, core72, g3072, ssd800, x8860, lbhdr
ccr         0 / 47 134 / 3384 36 72 373g 3200g cpu72, core36, g384, ssd3200, x6240, lbhdr100, ccr
quick      9 / 13 608 / 728 28 56 247g 400g cpu56, core28, g256, ssd400, x2695, lbhdr
quick      0 / 47 134 / 3384 36 72 373g 3200g cpu72, core36, g384, ssd3200, x6240, lbhdr100, ccr
quick      30 / 72 3840 / 9216 64 128 247g 3200g cpu128, core64, g256, ssd3200, e7543, lbhdr100, forgo
quick      5 / 11 400 / 704 22 / 44 32 64 4 247g 3200g cpu64, core32, g256, ssd3200, e7543p, lbhdr200, gpua100, forgo
student    0 / 498 9266 / 27888
student    12 / 14 726 / 784 51 / 56 28 56 4 247g 400g cpu56, core28, g256, ssd400, x2695, lbhdr, gpuk80
forgo     30 / 72 3840 / 9216 64 128 247g 3200g cpu128, core64, g256, ssd3200, e7543, lbhdr100, forgo
forgo     5 / 11 400 / 704 22 / 44 32 64 4 247g 3200g cpu64, core32, g256, ssd3200, e7543p, lbhdr200, gpua100, forgo
persist   0 / 6 26 / 432 36 72 1507g 1000g cpu72, core36, g1536, ssd1800, x6140, 10g
visual    8 / 8 96 / 96 8 / 8 12 12 1 52g 100g cpu12, core12, g56, ssd100, x2695, 10g, gpuk80
nci-lp-dragen 1 / 1 64 / 64 32 64 502g cpu64, core32, g512, x6226r, 10g
nci-dragen 1 / 1 64 / 64 32 64 502g cpu64, core32, g512, x6226r, 10g
codd      3 / 4 212 / 924 28 56 247g 400g cpu56, core28, g256, ssd400, x2695, lbhdr
hpcctest  63 / 63 12006 / 12096 96 192 751g 3200g cpu192, core96, g768, ssd3200, e9454, lbhdr200
hpcctest  16 / 16 3072 / 3072 96 192 3019g 3200g cpu192, core96, g3072, ssd3200, a9454, lbhdr200
hpcctestgpu 39 / 39 2496 / 2496 156 / 156 32 64 4 247g 3200g cpu64, core32, g256, ssd3200, e7543p, lbhdr200, gpua100

```

職使用 NIH 的 Biowulf 運算的畫面，畫面中可以看到 A100 的總數，以及可以呼叫使用的 CPU 和 RAM 數量

職使用 NIH 的 Azure 雲端運算花費畫面，使用 llama2 微調的花費不斐！



職與邱建毓博士在 AI expo 會議合影



職與邱建毓博士和張裕鑫醫師  
在 AI expo 會議合影



職參加NIH舉辦的AI symposium



職與台中榮總的何工程師與吳  
亞倫副主任和 REDCap 介紹會議  
與會者合影



全文完