

出國報告

出國類別：(進修)

美國明尼蘇達大學護理學院

(護理資訊、巨量資料與機器學習)

服務機關：臺中榮民總醫院

職 稱：護理部護理師

姓 名：陳碧蓮

派赴國家：美國

出國期間：2017.08.01~2018.01.31

報告日期：2018.02.11

## 目次

壹、摘要	.....	p.3
貳、目的	.....	p.3
參、過程	.....	p.4
肆、心得	.....	p.16
伍、建議	.....	P.16

## 壹、摘要

<sup>職</sup>奉派於 2017 年 8 月至 2018 年 1 月期間，至美國明尼蘇達大學護理學院，學習護理資訊與機器學習。目前國內有關巨量資料之機器學習方法，應用在護理資訊之評值不多。期間學習一系列的資料前置處理過程（Data Preprocessing）含資料清理、整合、縮減與資料分析，同時學習將巨量資料透過 Weka 軟體進行模式預測與分析為轉譯後的臨床有用知識；同時拜訪護理學院 Dean Connie 訪談有關護理資訊，以及 Professor Keran（OMAHA System 專家）討論有關護理標準化詞彙；並到健康資訊學院旁聽有關資料庫、基礎健康資訊、Data Mining、機器學習等學門知識；接續參訪兩家醫院分別是 Mayo Clinic 與 Fairview of Health，觀摩這兩家醫院的特色，如醫院資訊系統、門急住單位、教學、研究等，學習這兩家醫院的作業流程及醫院資訊。

## 貳、目的

由於近十年以來國內各家醫院對護理資訊的蓬勃發展有目共睹，本院又是國內推動護理資訊先驅，我們已經累積相對大量的巨量資料。但我們還未將這些資料妥善分析，變成有用的臨床照護評值與知識，著實可惜。國外在機器學習領域已累積豐富經驗，國內尚萌芽階段。故前往美國著名的護理資訊之明尼蘇達大學護理學

院，學習巨量資料與機器學習。根據數據科學（Data Science），本次進修將以院內巨量資料分析病人再入院，運用數據科學之理論與機器學習的知識，預測高風險之再入院病人。

再入院是國家醫療品質指標重要項目之一，亦是健保重大負擔。本計畫著重在於護理之出院計畫與護理診斷兩大功能層面的變項屬性，期望透過這兩大類屬性作為護理介入措施之參考依據，甚至可能成為護理師主動電話追蹤之個案依據，以降低再入院人次數；再此，透過機器學習結果來預測出院計畫之篩選分數的閥值範圍；進一步，依據出院計畫篩選量表之項目排行優及略，以調整出院計畫篩選項目，並降低護理人員輸入出院計畫篩選量表之工作負荷。

期望以上學習的結果與經驗，可以擴及並運用在未來的其它護理資訊評值上面，將這些轉成有用的護理知識與理論（Knowledge discovery in databases）。

## 參、過程

本次的出國進修主要是以巨量資料之機器學習（Machine Learning）知識為主；了解國外護理標準詞彙推行情形為輔。對於數據科學，抱持著增廣見聞的態度虛心學習。同時，參訪兩家醫院，一是、全美排名第一的 Mayo Clinic；二是、明大的醫院 Fairview of

Health。

首先在巨量資料之機器學習方面，明大護理學院與國內陽明大學護理學院是姊妹校，<sup>職</sup>目前在國立陽明大學博士班進修，本次以訪問學者的身分（Visiting Scholar）跟隨明大 Dr. Chi 學習有關資料處理過程，資料清理、整合、縮減與資料分析，在這個過程中不斷的驗證資料正確、合理性，並應用 SPSS 將個別資料進行再結構化（Restructure）為單一次病人資料、再利用合併（Merge）技術將分項屬性整併為單一病人資料；此外，利用 Excel 將原始資料轉譯成電腦可以判讀的數值，這中間運用 Excel 中的函數如 Sum、Count、If then 等 Coding 技術。以上資料處理過程整整花費四個月才完成，最後學習 Weka 軟體，將處理後的巨量資料，以 Weka 軟體進行模式預測與分析，結果發現經由機器學習所預測的再入院的靈敏度與曲線下面積較現行醫院的為高，也就是現行的系統功能有調整的空間，機器學習這個模式更精確預測病人的再入院（出院計畫與護理診斷），同時發現重大關鍵因子即病人的「護理診斷數」多寡決定此病人是否再入院之重要屬性（Feature Selection）。同時經由機器學習所訓練出來的出院計畫篩選量表的閾值因科別有些許差異，從 4 至 6 分不等（個別性特徵），與現行全院採 5 分計的閾值有差距，證實目前系統功能有機會調整。總結，機器學習所訓練出來的

屬性發現，其它這個屬性的優略排行較弱（Ranker），這個訊息反應臨床上這個屬性可以修改或建議刪除。這些機器學習所預測的結果可能轉譯為臨床有意義的訊息及知識，作為以往護理資訊系統無法有效的評值之另一種工具。

同時，『學習大樹據』方面，參與秋季班四個旁聽課程，分別是第 1 課程：「HINF 5510: Applied Health Care Databases: Database Principles and Data Evaluation」；第 2 課程：「HINF 5630: Clinical Data Mining」；第 3 課程：「Machine Learning」；第 4 課程：「Foundations of Health Informatics」有助於電子病歷規畫時，了解制定流程、標準、使用性分析及評值、數據視覺化、人機互動等知識。

此外，『學習護理資訊標準詞彙』方面，因護理系秋季班未開這類課程，系上建議旁聽「NURS 5115 Interprofessional Health Care Informatics」。此外，安排兩場會議個人親自與 Professor and Dean Dr. Connie 和 Professor Monsen 兩位學者交換此議題的意見，第一場在 8 月 18 日，與 Professor Monsen 交換本院護理理論特性，她的專長領域在慢性護理領域非常有名，我在護理資訊與 Omaha System，Omaha System，搜尋相關文獻已有學者嘗試將此慢性護理理論轉殖到急性醫院操作，有類似成功的案例與文章發表；

第二場在 9 月 20 日，與 Dean Connie 共同討論護理資訊，她建議採用 Triple NNN (NANDA; NIC; NOC) 作為未來護理標準詞彙發展的方向；綜合以上，就我收集資料的觀點發現，分析兩者可行性以 triple NNN 最接近本院現行護理理論架構（缺點是護理過程的連結性中斷），但就系統完整與連結性來看，Omaha System 優於 triple NNN，值得借鏡。

第二階段是到美國 Mayo Clinic 觀摩及學習。第一家參訪的醫院是「Mayo Clinic」，位於美國明尼蘇達州羅徹斯特，它已蟬連 14 年為全美排行第一的醫院（U.S. News & World Report 2017-2018 Rankings）。Mayo Clinic 核心價值為「The needs of the patient come first Every Mayo Clinic Employee lives this」。Slogan『Hope and Healing Forever Caring』。護理部核心價值為（Department of Nursing Core Values: 「Evidence-based Practice」：RN Accountability; Professional Environment; Continuity of Care」。自行申請與第二關的電話訪談通過後始成為訪問者，十天的訪問費金額高達 3,800 美元，參訪重點如下。

參訪主軸為「護理資訊」以及病人返家後的「持續性照護」相關服務。參訪單位有：

1. 「安寧居家」（跟著護理師到病人家中家訪，RN 執行換藥、評值病人疼痛、睡眠、便秘、靈性與心理狀況；也到護理之家、Assist Living 訪視病人）。

2. 家醫的「Telehealth」：選擇參訪 Telehealth 的因緣是，在陽明博班已學習「護理概念分析」的課程，特別挑選這個主題深入探討『Telenursing』在國內之概念與應用情形，並建立理論架構作為未來知識轉譯的應用，去年已發表一篇「遠距護理之概念分析」文章，本次特別邀請 Mayo 安排該主題，來觀察國外實務上護理師在執行病人電話諮詢的完整作業過程（有一套系統及架構化的電話諮詢系統，與 Dashboard 線上指標系統，完整地備援系統含醫師線上諮詢轉介服務，最終目標是各種醫療層級的提供，在最適當的時候，被最適切的病人所使用，以降低不必要的再急診與醫療資源耗用（Correct of level of care）。

3. 老人護理「Support Living center」：觀察護理師如何照顧老人，特別是進餐時評估病人吞嚥能力、服藥情形（有藥師進駐服務）、每日安排不同活動如藝術治療、影片觀賞、身體關節活動、認知治療等，特別注意環境與安全設施，同仁在搬運病人藉助床上或廁所的硬體設備，不需人工搬運，減少人員職業傷害。



4.拜訪 Alzheimer' s Disease Research Center (目前該單位正與 NIH 進行一項世代研究，研究有關早期預測疾病早發病人之相關生活型態、家族遺傳史等、人口學因子、環境因子)，訪談對象為公衛背景，所以特別強調預防醫學之早期發現重要性。

5.個管師 (觀察兩個單位分別是：1) 術前個管師、2) 出院準備服務個管師)；特別是術前訪視，個管師與醫師一起與病人討論術前適應症與合併症 (風險)，個管師執行術前準備衛教 (含皮膚、腸道、用藥史確認-抗凝劑、過去病史如糖尿病、術後引流管、居家導管等)，並提供病人發問的時間，待確認後個管師列印一份同意書 (含手術、麻醉等在內) 讓病人填寫後當場繳交，需要待排檢查或自費項目可以在收費櫃臺立即處理，整個流程下來，如『Share Decision Making』的概念，但 preceptor 加拿大的護理師表示這個概念它們國家作的較徹底 (因為梅約醫師相對存在父權的角色在其中，不易真正落實)。

6.訪問整合醫療護理師 (另類療法 (自費) 如芳香、按摩、寵物、穴位指壓、音樂、藝術治療等，訪談中了解按摩被使用的比率高，目標為降低止痛藥使用)。

7.另外，參訪 Simulation center、Innovation center、Cancer center (有豐富的視聽衛教教材供病人自由取用、有一台儀器可以

監測病人焦慮與壓力生理指標，並透過冥想指引來降低個案的焦慮）；也參訪衛教中心，個人認為這兩個單位可以整併，提供全方位的照護。

8. 參觀護理站：病房有「內科、一般外科」。病房特色是有一台藥車，護理師照顧病人前優先核對醫囑，再至藥車登入帳密並按指紋辨識，來開啟機器並選擇病人，選擇當時所預給的藥物，確認後機器會自動按照處方開啟藥櫃，讓護理師拿取所需的劑量，取完藥物系統自動印出取藥明細清單，補給庫房也設在藥櫃房間，同仁取衛材，同時完成計價，接著再至病人單位開啟電腦，完成一藥一條碼辨識，再來第二關刷病人手圈確認，並口頭執行兩種病人辨識，正確後再給藥，最後至電腦執行確認。在交班與醫囑確認部分仍採紙本作業。

9. 急診：特性是護理站位在中央，空間設計為圓型設計，依病人特性如內、外、兒、精神科分為四區，每區有 Team Leader 與主責醫師，每位護理師座位前有一台桌上型電腦，該電腦顯示目前急診動態，運用 Dashboard 功能，以及 Data Visualization 概念設計，把急診指標顯示在螢幕上讓人員掌握即時資訊。空間規劃為一位病人一間房間，沒有吵雜，無異味，人員步調充容不急不徐。同時，在

急診也參觀梅約一號直升機（Mayo One Helicopter & the Saint Mary's Campus Emergency Department）。

10. 護理資訊：目前 Mayo 使用自行開發資訊系統，跟我們現況一樣「急、住與門診等」由不同資訊工具所開發，使用者覺得操作系統需要切換不同介面感到不友善；護理師表示考量跨區（州）的資料交換在現行系統運作上的限制等問題，所以梅約在明年五月即將更新另一套系統，改由 EPIC 系統上線。目前，她們正在大量測試，以及教育訓練前各項準備工作，最後僅安排一小時與我分享新系統功能，訪談後觀察其最大變革是紙本作業「Order Checking」將會以新的資訊系統來處理，不同我們的地方是梅約沒有護理紀錄（Nursing Record），僅有每日評估（每 12 小時評估一次）、護理診斷、病人分類（分為六級），系統主動提示護理評估或護理診斷在病人抵達醫院後多久同仁尚未執行，Manager 可以追蹤護理照護品質。

11. 創新中心：Slogan「BIG THINK; Start Small; MOVE FAST」，辦公室有看板顯示已完成與正進行的各項計畫。

12. 資訊特色：善用「顏色」管理，如診間外，有一個看板，不同顏色代表不同角色人員當下在期間，作為員工與員工間的訊息溝通

工具；善用 Dashboard，作為指標儀表板管理工具（如 telehealth、ER）。

第二家參訪醫院是 Fairview of Health 營運的醫院，涵蓋東、西岸、兒童、及最新的門診、外科手術中心（Clinic and Surgery Center, CSC）等，床位數近一千床；自 2011 年開始使用 EPIC 系統，系統優勢為『門、急、住』均在同一套系統，同仁使用系統與跨院病歷交換沒有限制；Fairview 今年正規劃病人分類系統（Patient Classification System），這兩家醫院均重視此系統，建議本院繼續使用病人分類系統。其護理模式為「Nursing Transforms Health Through Partnerships」，標語為 Driven to heal, discover, and educate for longer healthier lives。參訪重點如下：

1. 「教學」：涵蓋新人與在職人員進修課程，依據明州法規、醫院政策所規畫的課程相當完善。Mary 是一位護理模範，當天她還帶我去參加她與新人演講的職涯議題。DNP 著重 Practice，PhD 著重在研究，這是美國的護理制度差異。
2. 「感控」：負責人每日可接收最新感控數據，隨時掌握 Top urgent 事件，總共有 11 位成員組成涵蓋統計分析人員，EPIC 系統提供感控儀表板，從 EPIC 系統可匯出感控資料，並在人員處理後轉

給 CDC。

3. 「EPIC Education」中心：每位新人須接受 3 天 12 小時的 EPIC 教育訓練，並有專門的電腦教室提供使用（該棟建築物在 Minnehaha 2121），相當完善。Mary 特定安排我與 Suzan 見面，她示範了 EPIC 教學內容，使我進一步認識系統的操作，如輸血流程等。

4. 「ICU」：參觀了心臟科加護病房，觀察同仁照顧 ECMO 病人，同時安排一位 ECMO 技術員共同照顧（本院無此安排），ICU 空間規劃寬敞、整潔、隔離標示清楚（含護理人員、訪客注意事項，圖文並茂）、病房外牆設有負壓顯示器，使用圍簾強調病人隱私，每室配有電腦方便同仁執行護理紀錄等作業。與 Mayo 不同的是電腦設在病人床尾位置，同仁辨識病人等作業不便，從這裏我學習到電腦擺設位置相當重要（宜設在病人床頭位置），這個簡單的例子就是工作流程設計的重要細節（硬體影響軟體操作）。

5. 「ER」：分東、西岸等地，管理者可以儀表板檢視各急診現況，特點還有獨立的精神科急診單位，儀表板顯示訊息如病人留置急診時間、病人候床申請資訊等，若與 Mayo 相較，Fairview 的空間規劃與儀表板較有進步的空間，但她們與 EPIC 系統分析師有密切聯繫，討論與修改系統流程，降低成本為其優勢。這裡有個特點，因

EPIC 系統為第三方，醫院相當重視系統功能與運作，所以成立一組系統分析師群（System Analyst, SA），有八成以上是護理人員轉任，她們的角色與任務是與使用者訪談並規劃與維護系統，透過她們訪談結果再與醫院 IT 人員溝通與合作，並向院方提出增改功能需求。其中，Gloria 提出『Function, Content, Workflow』三個概念來表示系統分析師的職責範疇。

6. 「住院病房」：觀察輸血操作、化學藥物覆核機制，線上有各式化藥指引供護理師與藥師參與覆核，覆核項目包含病人檢驗值有無異常、藥品劑量的計算，劑量變異在 10%變異範圍內等指引，藥師與護理師覆核後才會稀釋藥物。同時，觀察大量輸液在 Pyxis 系統的設置。

7. 「護理研究單位」：重點培育臨床專科護理師（Clinical nurse specialist, CNS），因為在美國是 CNS 帶領臨床人員從事研究，實證研究理論是依據 Iowa 所建構的理論基礎。

8. 「護理資訊系統」：美國政府正推個人化醫療（Personal Health Record, PHR）醫院有實施有獎勵，EPIC 系統的首頁顯示病人有無簽署個人化健康紀錄意願，提醒同仁鼓勵病人加入計畫；因此，EPIC 系統製作了『My Chart』功能供病人查詢檢驗報告、預約門診或諮詢醫療人員等功能（可下載 app 或網路使用），真正落實

個人化健康紀錄。本次亦身兼重任，就是完成長官交辦的的衛生署電子病歷訪談計畫（Sue 接受我的訪談）。在電子簽章方面，美國這兩家均無電子簽章作業，她們每兩年半更新執照，以職業登記當作認證。在護理診斷方面，這兩家醫院的護理診斷均與書商合作（Fairview 與 Elsevier；Mayo 與 Lippincott 合作），建立客製化的護理診斷。在資訊導入的效益方面，與多位專家訪問有關資訊系統導入是否降低人員工作負荷，結果一致的回答是無法節省工作時間，但效益是同仁獲取病歷數據（Data）、資訊（Information）的立即、全面與完整性，這一點深獲同仁滿意；同時導入資訊輔助病人安全的作法是國內、外皆然且認同的，進一步問她們有無改善作為，她們表示尚未提出具體措施計畫。

9. 「藥庫系統」：了解入出庫、藥劑與補給功能，這裡已經不使用 UD 車。

10. 「兒童醫院與產房」：兒童醫院新穎，醫院牆與大廳設計以海底生物當作每個樓層象徵特色，讓兒童對醫院不再懼怕，出入均有門禁管控（登入訪客資訊、含大頭照拍照與印製訪客證）；另外，產房就如同五星級設備相當溫馨，但同時面臨生產率低的問題。

11. 「門診」：無 call center，主要著重在心臟衰竭的個案訪視照顧，結合 telehealth 的技術與電話語音資訊，輔助病人的照顧，

成效顯著，大幅降低再入院。

#### 肆、心得

學習機器學習的原理與知識，分析高風險之再入院病人，利用 Feature Selection 將重要性最低的選項剔除，降低同仁的工作負荷。參訪醫院方面，整體來看，已超過 150 年歷史的梅約醫院—環境乾淨、沒有藥水味、處處有病人捐贈的藝術品，是一個充滿藝術氣息與人文關懷，並且連續蟬連 14 年全美第一家的醫院（Subway 通道的底層中央，每日有演奏者進行鋼琴演奏，對病人或家屬是另一種音樂療法），因為梅約佔地很廣，有的地點需要搭乘 Shuttle 才能到達，志工導向的角色格外重要，重要據點均設有志工服務站，相當貼心，當你迷路時還會有人主動問你需要幫忙嗎？就是這種助人的特質與文化，造就「有溫度與深度」的模範醫院，短短待了 10 天體會這獨特的醫院文化，印象深刻！參訪 Fairview 的特色是新穎，EPIC 護理資訊系統使用已達 7 年，系統相較 Mayo Clinic 完整，值得學習。

#### 伍、建議

從 Machine Learning 預測病人再入院的靈敏度（從原本 .2 提升至 .6）與曲線下面積（AUC）較原本醫院的現行結果數據為



高（AUC 從原本醫院的 .4 提升至 .8~9），亦即提升再入院預測之正確率。建議如下：

建議 1. 根據 Machine Learning 預測模式之屬性（含護理診斷總數、病人基本資料、出院篩選表），篩選高危險之再入院病人清單（年紀超過 70 歲、半年內曾住院、出院時身上有管路的病人），供 call center 追蹤，降低病人再入院。

建議 2. 依據護理照護品質，規劃屬於國內護理資訊系統儀表板的項目（依據 JCI 或醫院評鑑，如國外的再入院、BCMA 執行率等）。



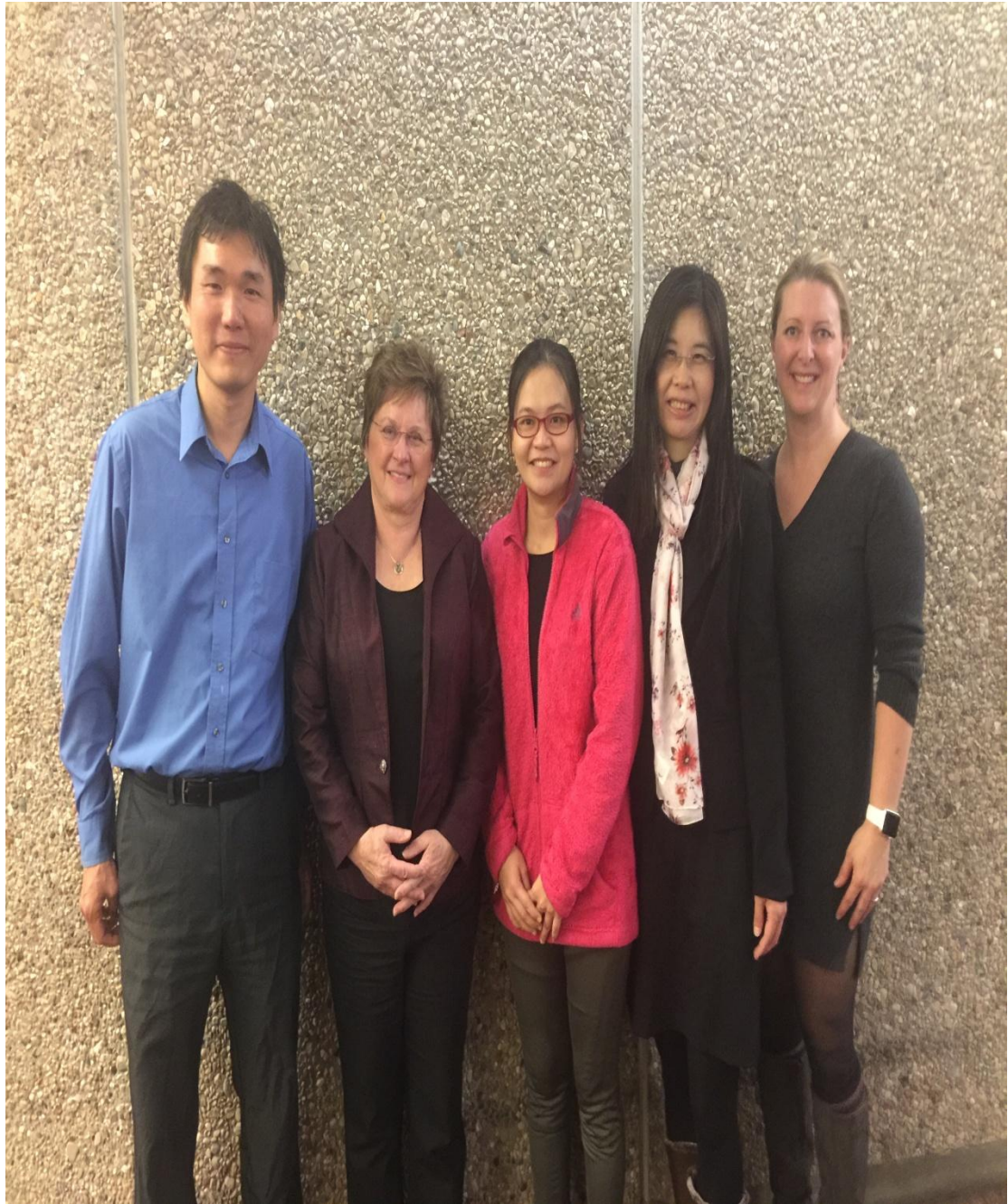
明尼蘇達大學護理學院



明尼蘇達大學護理學院外觀







與 UOM Dean Connie (左二) 及 Dr. Chi (左一) 與 Dr. Carolyn (右一) 合影



明尼蘇達大學護理學院之訪問學者認證



## 參訪 Mayo Clinic 認證

**National Yang-Ming University**  
**School of Nursing**  
**Ph.D. Program in Nursing**  
**CERTIFICATE OF OUTSIDE COURSE**

This is to certify that Ms. BI-LIAN CHEN has successfully completed auditing the courses entitled 『HINF 5510: Applied Health Care Databases: Database Principles and Data Evaluation』 and 『HINF 5430: Foundations of Health Informatics I』 at the Institute for Health Informatics, University of Minnesota, with faculty Dr. David S. Pieczkiewicz, PhD.

TRANSCRIPT/VERIFICATION OF AUDIT

☑ SEMESTER from September / 2017 to December / 2017  
MM YY MM YY

COURSE NO.	TITLE	CREDIT	GRADE
HINF 5510	Applied Health Care Databases: Database Principles and Data Evaluation	No Academic Credit Awarded Course Audit Completed	N/A
HINF 5430	Foundations of Health Informatics I		

Comment(s) on student's overall performance.

While Ms. Bi-Lian Chen was not required to complete assignments in either course for the audit, she regularly attended lectures and participated in class discussions.

The above information is verified by

Course Faculty \_\_\_\_\_ (Signature)

Printed Name: Dr. David S. Pieczkiewicz, PhD

Position Title: Director of Graduate Studies and Clinical Assistant Professor

Institution: Institute for Health Informatics, University of Minnesota

Address: MMC 912 Mayo, 420 Delaware St SE, Minneapolis, MN 55455

Telephone: 612-626-3348

E-mail: piecz001@umn.edu

修讀資料庫與基礎健康資訊兩門課之認證