RRPB90120069 (8 .P)

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 ■ 成果報告 □期中進度報告

建立網際網路上之跨領域醫學診斷決策支援系統（3/3）

計畫類別：■ 個別型計畫 □ 整合型計畫
計畫編號：NSC 90 — 2314 — B — 038 — 048
執行期間： 90 年 10 月 01 日至 91 年 09 月 30 日

計畫主持人：李 友 專
共同主持人：張 慧 朗
計畫參與人員：

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：■精簡報告 □完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：
□赴國外出差或研習心得報告一份
□赴大陸地區出差或研習心得報告一份
□出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
□國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢
□涉及專利或其他智慧財產權，□一年□二年後可公開查詢

執行單位：臺北醫學大學醫學資訊研究所

中 華 民 國 91 年 12 月 31 日

建立網際網路上之跨領域醫學診斷決策支援系統(3/3)
Web-based Multi-domain Medical Diagnostic Decision Support System

I. 中文摘要

建造臨床決策支援系統(Clinical Decision Support System，簡稱 CDSS)與傳統軟體程式不同之處，在於「專家知識的決定及編碼」，亦即知識工程(Knowledge Engineering)的過程：由知識工程師(Knowledge Engineer)引導領域專家(Domain Expert)表達及說明其專業知識(Expertise)，選擇適當之推論引擎(Inference Engine)表現領域知識，將「專家知識與經驗以系統化之電腦語言表達」。

其開發難度與系統本身知識密集(Knowledge-Intensive)的特性有關，包括在知識取得(Knowledge Acquisition)時，知識工程師指引專家表達及說明專業知識的過程既複雜、耗時費又易於出錯，專家們若發生意見分岐或溝通困難，在選擇知識表示(Knowledge Representation)與知識整合過程時，可能產生知識庫(Knowledge Base)內的規則不完整、不一致或重覆等問題，使得知識工程過程更為困難、複雜，且整合所需時間越長。發展非同步知識工程(Asynchronous Knowledge Engineering)，不僅可降低整合困難度、改善傳統知識工程師之角色功能，並可不受時間、地點限制。

本研究乃延續過去兩年研究成果，以 web-based 機率性推論診斷決策支援系統作為基本架構，以跨領域的多元式貝氏定理(cross-domain, multi-membership Bayes)作為推論引擎，並提出以角色扮演模式(Role-Based Model)為基礎之非同步知識工程工具(AKET)，並透過網路環境進行非同步知識工程來建造決策支援系統，針對實作經驗進行評價。分析使用者經驗發現系統環境以使用者為中心之設計，非常簡便及具親和性，且只要經過簡單及基本的訓練即可上手；不僅解決傳統知識工程師必須與領域專家面對面同步進行知識擷取的困難度，並且透過網路可同時進行數個決策支援系統之發展，而各系統發展進度相互獨立不受影響；此外，非同步的知識工程方式更能有效解決領域專家對知識表達之分歧，排除傳統知識工程師對系統發展所造成之影響或干擾。

II. 前言

「知識」是人類文明的重要資產，關於知識管理的研究是資訊科技關注的焦點，且其發展日漸朝向自動化、智慧化的方向。隨著資訊科技的發展，人工智慧(Artificial Intelligence，AI)自 1950 年代起逐漸成為重要的研究領域。目前人工智慧研究以「專家系統」的應用最為普遍，並被視為一種新的軟體技術。與傳統軟體程式不同之處，製造專家系統所遭遇到最大的困難便是「專家知識的決定及編碼」，亦即研究如何將人的知識與思考過程灌注入電腦之內，是知識工程研究(Knowledge Engineering)的主要課題。簡言之，知識工程就是彙集專家知識與經驗的工作，需要有經驗的知識工程師(Knowledge Engineer)引導領域專家(Domain Expert)表達及說明其專業知識(Expertise)，選擇適當之推論引擎(Inference Engine)表現領域知識，將「專家知識與經驗以系統化之

電腦語言表達」(Spur & Specht，1992)。

常見應用於醫療專業之專家系統為臨床決策支援系統(Clinical Decision Support System)。其開發難度與系統本身知識密集(Knowledge-Intensive)的特性有關，包括在知識取得(Knowledge Acquisition)時，知識工程師指引專家表達及說明專業知識的過程既複雜、耗時又易於出錯，專家們若發生意見分岐或溝通困難，在選擇知識表示(Knowledge Representation)與知識整合過程時，可能產生知識庫(Knowledge Bases)內的規則不完整、不一致或重覆等問題，使得知識工程過程更為困難、複雜，且整合所需時間越長。如能發展網路作業環境以利專家非同步進行知識工程，將可有效地解決傳統知識工程之種種限制，不僅可降低整合困難度、改善傳統知識工程師之角色功能，並不受時間、地點限制。

本研究應用已開發之 web-based 機率性推論診斷決策支援系統(Probabilistic Inference Engine on the Web, PIEW)(薛宏昇，2000)作為基本架構，並以跨領域的多元式貝氏定理(cross-domain, multimembership Bayes, 以下簡稱 MIEW)作為推論引擎(張英睿，2001；Chang，2002)；提出以角色扮演模式(Role-Based Model)為基礎之非同步知識工程工具(Asynchronous Knowledge Engineering Tool，以下簡稱 AKET)，並透過網路環境進行非同步知識工程來建造決策支援系統，針對實作經驗進行評價。研究目的為：提出利用 AKET 進行非同步知識工程之可行性，並比較傳統知識工程師與 AKET 之角色功能、使用者經驗。

III. 研究材料與方法

本研究分三階段進行，第一階段為開發可供專家進行非同步知識工程之網路作業環境，亦即以角色扮演模式為基礎之 Web-based Asynchronous Knowledge Engineering Tool 作業系統(以下簡稱 AKET)；第二階段邀請領域專家利用 AKET 進行知識工程過程以建造 CDSS；第三階段則依據實作經驗進行 AKET 之初步評價分析，評估利用 AKET 進行非同步知識工程之可行性，並比較傳統知識工程師與 AKET 之角色功能，以及初步探討 AKET 之使用經驗。

1.開發階段

本研究之目的在發展一網路環境作業，以供知識工程師與領域專家藉由非同步的方式來進行知識工程。由台北醫學大學醫學資訊研究所李友專教授所領導的研究團隊，已成功發展出 web-based 之機率性推論診斷決策支援系統，例如 PIEW 與 MIEW (薛宏昇，2000；張英睿，2001，Chang，2001)，經研究均證實有穩定且良好的編輯功能，且利用此推論引擎也已實際建造「傳染病鑑別診斷輔助系統」，並成功的於疾病管制局的官方網頁上供各界使用(http://203.65.72.83/miew/public.htm)；本研究延續研究團隊過去努力的成果，以此機率性推論之知識表現為基本架構，重心放在發展可供專家進行非同步知識工程之網路作業環境。

- AKET 系統設計

AKET 系統包含「系統管理」功能(設計單元、任務單元與管理單元)與「知識工程」功

能(專家單元與溝通單元)。

(1).設計單元(the Design Unit)：說明 AKET 之角色、作業環境，並列舉各項操作單元之功能；可透過『What is AKET』(Design)及『Online HELP』之介面提供。

(2).任務單元(the Task Unit)：依照不同知識工程階段之需求，區分為不同任務(Tasks)，如圖一。以階層方式說明 AKET 系統所欲達成之任務，以及詳細描述不同使用者分別被指派之任務；可透過『What is AKET』(Roles、Tasks)之介面提供。

(3).專家單元(the Expertise Unit)：依照知識工程：知識庫建造(Construction)與知識驗證(Verification & Validation)不同階段之需求，利用角色扮演(Role-play)概念設定參與建造 CDSS 之人員(即 AKET 之使用者)的身份，以完成不同階段與步驟之任務，其角色與任務之對應與銜接如圖一。

召集人(Administrator) ：負責完成領域知識特性評估檢核表 (簡稱 CCDK)。

知識庫建造專家(Constructor)：C1 負責疾病知識庫辭典之建造， C2 負責疾病框架之建造。

知識驗證專家(Verifier)：V1 負責確認疾病知識庫辭典之適當性、正確性與完整性，V2 負責疾病框架各項診斷條件其 TPR 與 FPR 之微調。

系統驗證專家(System Evaluator)：S1 提供測試病例(Test Cases) ， S2 利用測試病例進行系統驗證。

系統管理者(System Manager，SM)：設定各個知識領域中每位專家的角色與權限，並協助 A 掌控整個流程。

(4).管理單元(the Management Unit)：知識工程師以系統管理員(System Manager，以下簡稱為 SM)角色管理 AKET、使用者，並協助 A 掌握知識工程之流程與進度；可透過『User Management』之介面提供。

(5).溝通單元(the Communication Unit)：分為討論區與公佈欄兩部分，均可利用社群與 e-mail 供使用者彼此間溝通、交換訊息，以及隨時公布相關資訊與知識工程進度。可透過『News』、『Online Help』與『System Manager』之介面提供。

・AKET 系統環境

・與前述 MIEW 所具備之"Dictionary Editor"、"Frame Editor"、"Bayesian Calculator"與"Consultation"均整合於 AKET 中之「知識工程」功能中之專家單元；此外 MIEW 考量使用者管理問題之"User Management"則整合至「系統管理」功能中之管理單元。 AKET 系統環境與 PIEW、MIEW 之關係與整合，如圖二所示。

2.實作階段

本研究邀請 7 位專家共同參與以非同步知識工程方式建造臨床決策支援系統，著手進行「皮膚色素性疾患之皮膚鏡診斷」與「精神分裂症患者之護理診斷」兩個知識領域之實作。

3.評價階段

完成實作階段之工作後，以參與使用 AKET 系統建造 CDSS 之領域專家為研究對象，進行經驗分析。其細節包括：

・「內容」(what)：AKET 系統品質，包括親善性、完整性、正確性、有效性、維護簡易

性與傳統知識工程師角色異同性等。

•「對象」(who)：參與 PD 知識庫建造之專家。

•「時間」(when)：利用 AKET 建造知識庫之開始到結束。

•「方法」(how)：自 AKET 之溝通單元收集使用者意見並進行分析。

以使用者評價為資料收集範圍，進一步比較傳統知識工程師與 AKET 之角色功能與專家滿意度。

IV. 結果與討論

本研究應用已開發之 web-based 機率性推論診斷決策支援系統：PIEW 與 MIEW 作為基本架構，開發出可供專家團隊於網路環境進行非同步知識工程之作業環境，即「AKET 1.0」之雛型(http://www.d-health.com.tw/miew/aket/) AKET 1.0 具備 PIEW 與 MIEW 開發出之 KBs 編輯功能之外，為符合本研究所著重之「透過角色扮演來進行非同步知識工程」來建造 CDSS 之目的，另行發展出滿足各階段任務之編輯功能與管理各種角色之控制機制。

本研究並邀請專家利用 AKET1.0『皮膚色素性疾患之皮膚鏡診斷』及『精神分裂症患者護理診斷』兩例臨床決策支援系統之建造。『皮膚色素性疾患之皮膚鏡診斷』邀請國內外皮膚科的 4 位專家參與，共同完成常見皮膚色素性疾患之皮膚鏡診斷知識庫；其中，共有 18 個可以由皮膚鏡診斷的皮膚色素性疾患；27 個皮膚鏡診斷條件；及 85 個代表 Apriori、TPR、FPR 的數據(張英睿，2002)。『精神分裂症患者護理診斷』邀請國內護理界的 3 位專家參與，目前，初步已完成知識建造與驗證的階段，共建立了精神分裂疾患常見之護理診斷有 6 個，診斷條件共計有 44 項；及 94 個代表 Apriori、TPR、FPR 的數據。前述兩例實作經驗結果得到兩點重要意義：第一、完成以網際網路之兩套機率性診斷決策支援系統。第二、證明利用 AKET 作業環境，以角色扮演模式成功地在網際網路上進行非同步知識工程。

此外，以 AKET 1.0 進行非同步之知識工程其特色為 1.以專家為中心 (排除知識工程師個人因素) ，透過角色轉換銜接知識工程之階段；2.可於網路環境作非同步進行，不受時空限制，專家團隊組成有助國際合作發展；3.標準化知識取得過程，降低專家意見整合之困難；4.進行 CDSS 建造前的 CCDK 評估有助專家團隊預期建造工程之貢獻與困難度；5.系統具有擴充性及廣泛性，可適用於不同知識庫之建造，而不需另行聘請或訓練知識工程師等；充分排除傳統知識工程之缺點。

V. 計畫成果自評

本研究內容符合原計畫所提內容，並達成預期目標情況，第一年完成知識表現法之演算法：在此階段，研究人員運用 Modified Multi-membership Bayesian Formulation 的機率性推論知識表現法，將原本是理論性的研究應用到實際的電腦運算系統，並克服貝式理論在實際運用跨領域醫學知識庫，以計算診斷疾病機率時可能會遭遇的困難，來發展將醫

學知識轉化為知識庫(knowledge base)，而能為電腦所用的知識工程過程。

第二年完成兩個以上不同醫學領域之知識庫(http://ades.tmu.edu.tw/piew/)，目前共有八個領域知識庫；並完成跨領域間知識庫之整合成單一知識庫；推導出跨領域間機率性推論演算法 cross-domain multimembership Bayes，並實際由病例驗證此跨領域決策支援系統之可用性。

第三年則利用前兩年的研究成果，以 PIEW 及 MIEW 為工作平台，發展出以以角色扮演模式(Role-Based Model)為基礎之非同步知識工程工具(AKET)，並透過網路環境進行非同步知識工程，解決了知識工程過程中最耗費人力的步驟，同時也完成兩個機率性診斷決策支援系統。最後，針對此實作經驗進行評價。

從國內外過去的經驗得知，發展以網際網路為工作平台的診斷決策支援系統已成為此一專門領域的主流，AKET 的發展則不僅順應此一潮流。並且提出之角色扮演模式透過實作經驗證明其可行性。未來的發展有幾點方向可以進行：1.將 AKET 應用於每個以 web-based 的臨床決策支援系統建造標準之中，以減少人力物力及時間的浪費。2.可以加入非文字的對談內容(如音聲、放射學及核醫學影像，生物訊號等等)，推廣到實驗室或重症加護單位的臨床決策支援系統。3.累積足夠之實作經驗後可分析 CCDK 得分對利用 AKET 建造臨床決策支援系統困難度、效能之預測力研究。

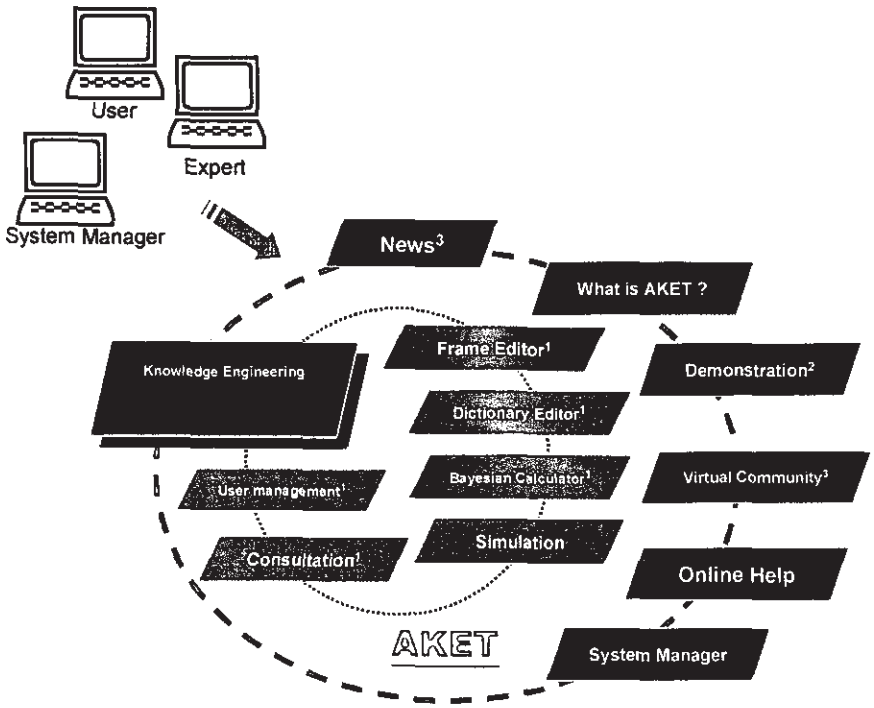
VI. 本計劃發表之相關的論文及網站

1. 薛宏昇，〈皮膚病理非感染性全身性水泡病診斷決策支援系統〉，台北醫學大學醫學資訊研究所，碩士論文，民 89
2. 張英睿，〈非感染性皮膚水泡病及自體免疫疾病之跨領域臨床診斷決策支援系統〉，台北醫學大學醫學資訊研究所，碩士論文，民 90
3. 葉明莉，〈利用角色扮演模式於網路上進行非同步知識工程〉，台北醫學大學醫學資訊研究所，碩士論文，民 91
4. 張英睿，葉明莉，李友專，大原國章，〈色素性皮膚腫瘤之皮膚透光顯微鏡診斷決策支援系統〉，台灣皮膚科醫學會第廿八屆年會暨學術研討會，台北，2002, 11, 16-17
5. 「傳染病鑑別診斷輔助系統」, http://203.65.72.83/miew/public.htm
6. Chang YJ, Li YC, Shiue HS, Liu HN. A web-based Dermatopathological Diagnostic Decision Support System for Non-Infectious Generalized Blistering Diseases. The 59th Annual Meeting of the American Academy of Dermatology. Washington DC, 2001.3.2-7.
7. Chang Y, Li Y, Lee C. Cross-domain probabilistic inference: a decision support system for dermatology and rheumatology. The 20th World Congress of Dermatology. Paris, France, 2002, 7, 1-5

VII. 參考資料

1. Newell A. The Knowledge Level. Artificial Intelligence. 1982;18:87-127.Warner HR, Sorenson DK, Bouhaddou, O Knowledge Engineering in Health Informatics New York: Springer-Verlag 1997
2. Yalumov K.: A knowledge engineering tool Computers in Industry. 1986;7(5):417-726.

3. Eisenstadt M, Brayshaw M. A knowledge engineering toolkit. BYTE. 1980;268-282.
4. Haley P, Williams C. Expert system development requiring knowledge engineering Computer Design. 1986;25(4):83-88.
5. Herrod RA. Industrial applications of expert systems and the role of the knowledge engineer. Food Technology 1989:130-134.
6. Miller RA. Medical diagnostic decision support systems: Past, present, and future. J Am Med Informatics Assoc. 1994;1:8-27.
7. Marcus S. Automating Knowledge Acquisition for Experts Systems. Kluwer Academic Publisher, Boston, 1988.
8. Marcus S SALT: A Knowledge Acquisition Tool for Propose-and-Revise Systems, in: S. Marcus, ed., Automating Knowledge Acquisition for Experts Systems. Kluwer Academic Publisher, Boston, 1988.
9. Birmingham W, Klinker G Knowledge Acquisition Tools with Explicit Problem-Solving Models, The Knowledge Engineering Review. 1993;8 (1):5-25.
10. Berner ES Clinical Decision Support System: Theory and Practice New York:Springer-Verlag 1999
11. Clancey WJ. Heuristic Classification. Artificial Intelligence.1985;27:289-350.
12. Chang PL, Li YC, Wu CJ, Huang MH. Using ILIAD System Shell to Create an Expert System for differential Diagnosis of Renal Masses. J Med. Syst. 1993;17(5):289-297.
13. Chang PL, Li YC, Wu CJ, Huang ST, Wang TM, Hsieh ML. Effects of a medical expert system on differential diagnosis of renal masses: a prospective study. Computerized Medical Imaging and Graphics 1996;20(1):43-48.
14. Couper MR The Delphi Technique: A Tool for Collecting Opinions in Teacher Education Journal of Teacher Education 1984;31(3):417-25.
15. Spur G, Specht D Knowledge Engineering in Manufacturing Robotivs & Computer-Integrated Manufacturing 1992;9(4/5):303-309
16. Sox HC, Blatt MA, Higgins MC, Marton KI. Medical decision making Butterworth-Heinemann, Boston. 1988.
17. Williams C. Special Feature: Expert System, Knowledge Engineering, and AI Tools—An Overview IEEE Ecpert 1986:66-70
18. Chang YJ, Li YC, Shiue HS, Liu HN. A web-based Dermatopathological Diagnostic Decision Support System for Non-Infectious Generalized Blistering Diseases. The 59th Annual Meeting of the American Academy of Dermatology. Washington DC, 2001.3.2-7.
19. Chang Y, Li Y, Lee C. Cross-domain probabilistic inference: a decision support system for dermatology and rheumatology. The 20th World Congress of Dermatology. Paris, France, 2002, 7, 1-5
20. 薛宏昇，〈皮膚病理非感染性全身性水泡病診斷決策支援系統〉，台北醫學大學醫學資訊研究所，碩士論文，民 89
21. 張英睿，〈非感染性皮膚水泡病及自體免疫疾病之跨領域臨床診斷決策支援系統〉，台北醫學大學醫學資訊研究所，碩士論文，民 90
22. 徐恩普編著，《知識工程與專家系統》，台北：松崗，民 79
23. 李友專，劉立，邱文達，〈醫學診斷決策支援系統〉Formosan J Med 1997; 1(6):722-726
24. 「傳染病鑑別診斷輔助系統」, http://203.65.72.83/miew/public.htm 張英睿，葉明莉，李友專，大原國章，〈色素性皮膚腫瘤之皮膚透光顯微鏡診斷決策支援系統〉，台灣皮膚科醫學會第廿八屆年會暨學術研討會，台北，2002, 11, 16-17



圖二、AKET系統環境

"1" 表PIEW與MIEW之功能

"2" 表行政院衛生署疾病管制局傳染性疾病鑑別診斷輔助系統(http：//203.65.72.83/miew/public.htm)

"3" 表數位健康科技公司提供之免費試用版 (http：//my.d-health.com/)