

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

虛擬病人系統

計畫類別：■ 個別型計畫 □ 整合型計畫

計畫編號：NSC 89-2314-B-002-461-M08

執行期間：89 年 8 月 1 日至 90 年 7 月 31 日

計畫主持人：陳恆順

共同主持人：張允中

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

執行單位：國立台灣大學醫學院醫學系

中 華 民 國 9 0 年 7 月 3 1 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

虛擬病人系統

The Virtual Patient System

計畫編號：NSC 89-2314-B-002-461-M08

執行期限：89 年 8 月 1 日至 90 年 7 月 31 日

主持人：陳恆順 台大醫學院醫學系 chenhs@med.mc.ntu.edu.tw

共同主持人：張允中 臺大醫院影像醫學部

計畫參與人員：林仲志 台灣大學醫學院醫學資訊組

一、中文摘要

臨床醫學的學習必須要以真實個案作為學習材料，如果這些寶貴的資料能以多媒體方式加以整理儲存成為臨床個案資料庫，透過良好的網際網路架構，建立一個虛擬病人系統，使臨床實習不受時間、環境的限制，則可加速醫學的學習效果。另一方面，網際網路挾其強大的擴充性及良好的普及性，可以提供一個絕佳的互動與合作的學習環境。本研究將採用虛擬實境之觀念以建立一套結合網際網路與問題為導向為基礎的學習模式，配合標準化醫療資訊格式，將可以逐步發展一套多媒體個案資料庫。藉著引進高解析度醫學影像資料，可以發展影像特徵值擷取、連結真實病患與正常醫學影像，建立以內容為基礎（content-based）的臨床個案醫學影像資料庫，並可進行三維影像重建，以輔助有關立體空間之基礎解剖學及臨床實習應用。

關鍵詞：虛擬病人、三維空間重建、全球資訊網、多媒體資料庫

Abstract

Learning of clinical medicine depends on real cases as the teaching materials. If these precious cases could be stored in a well-arranged multimedia database of a virtual patient system on the Internet, we could break the barrier of time and space, and greatly enhance the effect of learning in medicine. On the other hand, Internet with its powerful scalability and penetration also provides an excellent environment of interactive and cooperated learning. In this project it is based on the concept of virtual reality to establish a problem based learning model on the Internet with a standardized medical multimedia database and high-resolution image data. We also worked on the feature selection of medical image to couple pathological image with normal image. Three-dimensional image reconstruction can be established to improve the understanding of the anatomy of a patient.

Keywords: virtual patient, 3-D reconstruction, world wide web, multimedia database

二、緣由與目的

醫學的領域浩瀚無涯，醫學資訊的膨脹速度驚人，醫學教育過去採用傳統填鴨式、大講堂授課的方式已漸被揚棄，進而趨向臨床整合、問題為基礎學習的小班教學。臨床醫學的學習必須要以真實個案作為學習材料，對醫學生來說，如果這些寶貴的個案資料如能以多媒體方式加以整理儲存，並請各領域專家做的精心設計，擴大其知識架構與涵蓋面，建立一套個案電腦輔助系統，將可提高醫學教學品質。以問題為導向的學習不僅是培養學生主動學習的精神，同時也訓練學生在面對臨床問題時的解決能力。在醫學知識的學習過程中，經由實驗、解剖、案例研讀與臨床實習來驗證所學和獲得實際經驗常是學習的重要關鍵所在。然而國內的醫學教育環境，限於種種客觀與主觀的因素，教學資源的取得不易或是十分昂貴，醫學生多僅能從事少許的實驗，進行少量的解剖，接觸有限的案例及獲得短暫的臨床實習機會。

由於電腦運算速度的提升、人工智慧的臻於成熟、以及感測器技術的進步，使得虛擬實境（virtual reality）的觀念逐漸受到重視。除了娛樂之外，虛擬實境已在許多其他的應用上，提供接近真實的模擬環境，而其主要目的是使得具危險性的、昂貴的、資源取得有限的工作或學習能以經濟且安全的方式進行之。更有甚者，可以重覆學習或進行真實世界中所不易達成的學習方式。舉例而言，在傳統的醫學教育上往往各個學科分開學習，而且在實習標本有限的情形下，學生大多只能靜態的從某一個方向來觀察、學習，不容易有完整的概念。例如學習大體解剖時，多只能由某一方向上了解巨觀構造，如想知道微觀組織便須要去看組織切片，要知道詳細的生理又必須查詢生理的資料。而在虛擬內視鏡的環境中，醫學生則可以藉由其中三維的功能，從不同角度、不同深度瀏覽體內各系統的分層構造及腔道系統，當使用者想了解顯微鏡底下的組織構造時，或是想知道特定組織的生理特性，均可以利用系統所提供方便的連結，很方便的取得相關的資訊。

網路虛擬病人，利用臨床個案所收集真實病人資料，包括文字、圖片、醫學影像等，請該領域專家提供各種參考資料，經過編排後，利用電腦多

媒體以及超文件連結的方式建立成一個個臨床學習個案，結合目前最高解析度的電腦斷層(CT)及核磁共振影像(MRI)資料庫。提供醫學生一種交談式、自我學習的輔助教材，不受時間、空間的限制，可以減少學習的障礙，提昇問題解決的能力，並有效降低學習時間及教師教學人力。國外近年來在這方面的發展與應用漸漸增加，電腦輔助學習已經成為醫學教育的一個重要趨勢。在學習上不受時間、環境的限制，過去的研究發現，它可以以較少時間學習得到同樣的學習效果。最近的評估也認為，這種學習方式不僅可以培養學生認真負責的學習態度，其效果更延伸至終生的醫學繼續教育；對於老師也打開了一個新的視野，可以在教學計畫及教學方法做進一步的改進。

國外關於虛擬病人的應用有愛荷華大學的虛擬醫院(Virtual Hospital)中的教學個案(Patient simulation)，史丹福大學(Stanford University)的 Short Rounds，印第安那大學(Indiana University)的 Virtual Dermatology，MedFact 公司的 CardioDoc SportDoc 及 Marshall University 的 The Interactive Patient Manchester University 的 The Virtual Patient。

Virtual Hospital 的 Patient Simulation、Virtual Dermatology 與 Short Rounds 個案呈現方式比較像是多媒體電子教科書，較缺少互動性，而 CardioDoc 及 SportDoc 呈現方式利用預設的多重選擇問答方式進行，互動性較佳。互動性最好的是 Marshall 大學的 Interactive Patient 及 Manchester University 的 Virtual Patient。可惜的是，這兩個網站均各只有一個虛擬病人。

從國外虛擬病人的發展可以看出，建立虛擬病人非常困難，需要花費大量的時間及具備熟練的電腦多媒體技術。所花費的時間很多是在進行臨床醫療資訊與醫學影像的數位化，所需要的多媒體技術多是在進行各種醫療文件檔案的連結與網頁編輯，及撰寫網頁使用者介面。國內類似虛擬病人的研究不多，且缺乏與臨床個案資料的整合，僅限於基礎醫學解剖學之學習，且其影像的解析度偏低，也缺少三維影像呈現的功能。

三、結果與討論

(一)臨床問題推理流程

在醫學問題解決的過程中，重視臨床推理過程。針對病人主訴及病史，需想出多個診斷可能性(multiple competing hypothesis)，並要考慮到可能性(probability)與有用性(utility)，也就是要先想最常見的診斷以及可以治療的診斷。接著要蒐集資料，做有計畫的檢驗，使用分支(branching)與篩選(screening)的方法，兼顧可能性與有用性，並考慮成本效益(cost/benefit)與精確性。再合併所有資料對假設診斷進行否認，由蒐集資料修正診斷之可能性，並需考慮多重診斷。最後選擇行動方針。臨床推理過程可分為五個步驟：初始概念(initial concept)、多重假設(multiple hypothesis)、診查策略(inquiry strategy)、問題重整(problem formulation)、決策(decision making)。

圖一、臨床問題多重假設決策流程

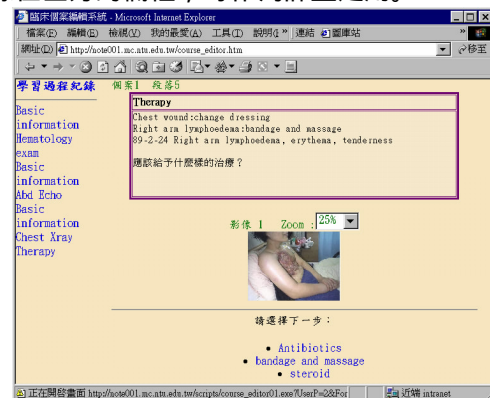
(二)虛擬病人系統

本研究在台大醫學院醫學系網站內虛擬醫學院系統中建立虛擬病人(VP, Virtual Patient)系統。VP 主要分為網路臨床個案資料庫、臨床個案電腦輔助學習與提供教師使用的臨床個案編輯系統等三個部分。三者之間的關係是利用 WWW 線上個案編輯系統，從網路臨床個案資料庫中擷取資料，加以設計編排後成為電腦輔助學習個案。



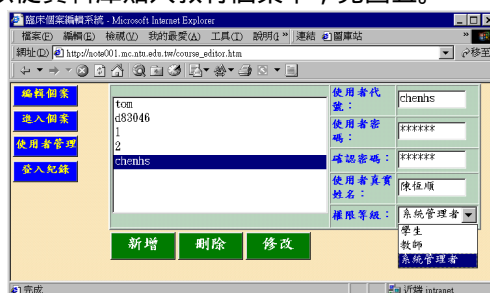
圖二、虛擬病人系統主畫面

虛擬病人系統提供了依據 PBL 理論與編序教學法設計的個案電腦輔助學習系統。臨床教師認為個案病歷資料中的檢查與處置有學生可以學習的地方，就從網路資料庫中擷取有關的片段資料，加以設計成多重假設路徑的問題解決流程。如圖三，學生以 WWW 介面進入學習個案，其學習過程均紀錄在左方的欄框，可作為評量之用。



圖三、虛擬病人電腦輔助學習介面

虛擬病人系統提供的線上個案編輯功能，讓教師可以連結網路臨床個案資料庫，來發展輔助學習個案。為有效管理不同層次的使用者，系統提供了一個管理介面如圖四，可以設定學生、教師與系統管理者三種不同權限之帳號。個案編輯的過程，可連結文字及影像資料，只要以滑鼠按加入按鈕，就可以從資料庫貼入教材個案中，見圖五。



圖四、虛擬病人電腦輔助學習系統管理介面

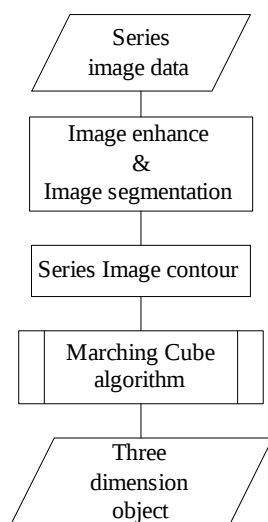


圖五、虛擬病人編輯連結資料庫文字及影像

(三)三維影像處理流程

一般的 3D 醫學影像處理流程大概可以分成七個步驟：

1. 影像取得：從醫學影像系統取出一序列影像。
2. 影像前處理：包括去檔頭、量化、去雜訊、轉換檔案格式、內差產生影像等，
3. 特徵擷取：取出我們感興趣、想處理的部分，可以分成手動擷取、半手動擷取(如 Snake)、或配合類神經網路 人工智慧的方式來自動處理
4. 3D 模型重構：將一序列 2D 醫學影像重構成 3D 立體模型。方法大致可以分成表面重構(Surface Rendering)、體積重構(Volume Rendering)
5. 3D 模型後序處理：對產生的 3D 模型做後序處理，包括貼圖(Texture Mapping)、三維空間切割(3D Cutting)、模型平滑(Model Smoothing)、模型簡化(Triangular Reduction)等等的處理。
6. 3D 立體場景建立：將重構出來的 3D 模型安排在特定的三度空間定點上，並加入一些人造場景(如醫院的病床，手術抬等等)。
7. 3D 立體影像顯示，所安排的場景透過程式語言描繪，及 3D 加速卡(3D Accelerator Card)支援來達成運算的平行處理，在螢幕上顯示出來。

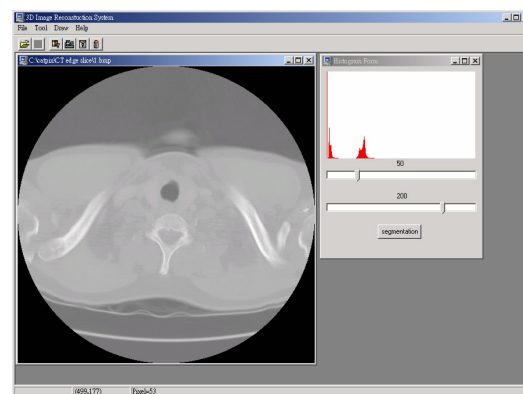


圖六、3D 物件產生流程

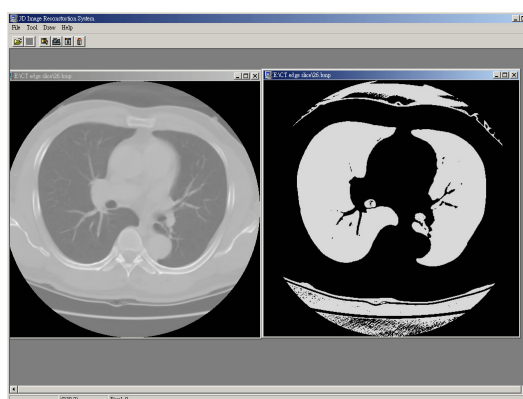
目前一般醫院所使用之三維顯示系統均採用體積重構(Volume Rendering)顯示技術，其所顯示之立體器官僅能見到最外層之表面，內部組織或後方器官均會被前方器官遮蔽而無法進行觀測，失去了人體內部各器官、組織的空間相關資訊。表面重構之顯示速度遠比體積重構之顯示快，這是因為表面重構方式已經預先從緊湊的體積資料(Volume Data)中萃取出物體的表面，而體積重構方式則保留所有 Voxels，在描繪時所有的 Voxels 都必須列入計算中，因此速度會相當慢。且當變換了觀察點或做視角轉換時，所有 voxel 都必須從新計算一次，因此會耗費相當大的計算成本。在幾經深思熟慮之後，我們的決定採用表面重構的 Marching Cubes 演算法來作為系統中 3D 重構的演算法，圖六為 3D 物件產生流程。

(四)虛擬病人三維影像重建

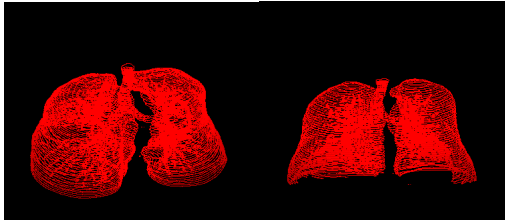
本系統藉由表面重構(Surface Rendering)透明化顯示技術，讓使用者視線可穿透物體表面，直接觀察後方及內部被遮蓋組織，有效的顯示出各器官之立體相對位置，加上本系統提供了各種互動操作模式(包括：將觀測場景之內容做翻轉、縮放及各種調整等等)，方便以各種不同角度及觀測型態觀察物體立體影像，讓醫師對於器官內部細微組織及腫瘤能夠更加了解，對診斷病情及手術狀況之研判也提供了相當之助益(見圖七至圖十)。



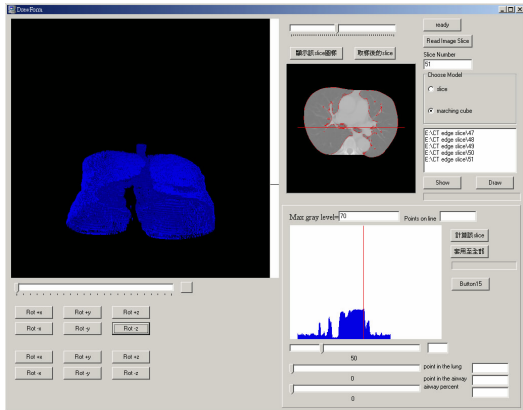
圖七、DICOM 影像及 Histogram 的分佈圖



圖八、影像分割及邊緣偵測



圖九、影像處理後之切面輪廓堆疊影像



圖十、Marching Cube 演算法重建之三维影像

四、計畫成果自評

本計劃完成的虛擬病人系統，大致符合原定的目標，建立一套以全球資訊網為基礎的臨床個案輔助學習系統，可連結醫療多媒體網路資料庫，並提供一個虛擬病人個案教材的編輯系統。另一方面也發展出一套醫學影像三維重建的系統，可以作為輔助有關立體空間之基礎解剖學及臨床實習應用。然而由於三維影像重建，需要較高效能的電腦運算與具備較佳硬體影像處理能力之 3D 圖形加速卡。因此在與以全球資訊網為基礎的虛擬病人系統之整合較不盡理想。未來仍需繼續努力。本研究初步成果發表於 2001 年國際醫學資訊研討會。

五、參考文獻

- [1] 趙一平、張允中、侯大偉、林仲志、陳恆順、蘇振隆：肺臟螺旋電腦斷層影像體積資料之電腦輔助量化分析。(MIST2001, Tao-Yuan, Taiwan, 2001:241-244
- [2] Chen HS, Lin CC, Guo FR, Chen JH, Chen CY, Hou SM: Virtual Medical School: a Distributed Medical Education Network Medinfo2001, London, UK 2001
- [3] Lin CC, Chen HS, Hou SM et al: Implementation and Evaluation of a multifunctional telemedicine system in NTUH. Int J Medical Informatics 2001
- [4] Chen HS, Guo FR, Chen CY, Chen JH, Kuo TS: Review of Telemedicine Projects in Taiwan. Int J Medical Informatics, 2001
- [5] Lin CC, Hsu WH, Lee RG, Chen JH, Hu TH, Lui PC, Chen HS: Web-based Network Clinic System. Chinese J. Med. Biol. Eng. 2000;20:127-132

- [6] Lin CC, Hsu WH, Chen JH, Chen HS, Chen CY, Hou SM: A Middleware Architecture to Improve the Efficiency of Web-based Telemedicine Application. Biomedical Engineering Application, Basis and Communications, 2000;12:124-130
- [7] Lee RG, Chen HS, Lin CC, Chang KC, Chen JH, 1999, Home Tele-care System Using Cable Television Plants--An Experimental Field.. IEEE Trans. Infor. Technol. BioMed. 2000;4(1):37-44,
- [8] Chen HS, Guo FR, Lee RG, Lin CC et al, Recent Advances in Telemedicine J Formos Med Asso 1999;98:766-71
- [9] Lin CC, Duann JR, Liu CT, Chen HS, Su JL, Chen JH, A Unified Multimedia Database System Supporting Tele-medicine. IEEE Trans. Infor. Technol. BioMed. 1998;2(3):183-192
- [10] Chen HS, Guo FR, Liu CT, Lee YJ, Chen JH, Lin CC, Hou SM, Hsieh BS, 1998, Integrated Medical Informatics with Small Group Teaching in Medical Education. Int J Medical Informatics 50:59-68
- [11] Chen HS, Guo FR, Liu CT, Lee YJ, Chen JH, Lin CC, Hou SM, Hsieh BS, 1998, Integrated Medical Informatics with Small Group Teaching in Medical Education. Int J Medical Informatics 50:59-68
- [12] 陳恆順, 1997, 醫學遠距教學網路系統。台灣醫學 1:733~9
- [13] 陳恆順, 1997, 醫學電腦輔助學習系統。台灣醫學 1:607-11
- [14] 陳恆順, 1997, 台灣大學遠距教學先導系統。遠距教育 1:11-14 陳恆順, 1995, 醫學資訊學與醫學資訊。醫學繼續教育 4:552-554
- [15] 陳恆順, 1995, 國際學術網路與醫療資訊網的發展。醫學繼續教育 3:300-6
- [16] 謝博生：小組教學。醫學教育 - 理念與實務。台北，金名圖書有限公司，1994:173-83。
- [17] 梁繼權, 陳慶餘: 以問題為基礎的學習。基層醫訊 1993;8:182-184
- [18] Dev P.: Consortia to support computer-aided medical education. Academic Medicine. 69(9):719-21, 1994 Sep.