

應用知識軟體代理人於病歷管理系統

Integrating Knowledge Agents to Computerized Patient Record System

潘健一
慈濟大學
醫學資訊系
jipan@mail.tcu.edu.tw

賴聯福
國立彰化師範大學
資訊工程系
lflai@cc.ncue.edu.tw

郭坤煌
建國技術學院
電子工程系
hung@ckit.edu.tw

摘要

電腦化病歷管理系統早期的發展仍強調的是被動的紀錄病患的所有資訊,提供一個容易存取的環境。隨著網際網路的流行與進步,整合區域內醫療資源,資料分享透過網路來存取病歷資料的需求也日益增加。由於醫療本身是一個以知識為基礎的行為,因此知識管理對於醫院的從業人員而言也是一項極重要的課題,病患記錄所能提供的知識,經由適當的管理,能提供醫師或護理人員於診間所需的資訊,進而對病患提供更好的服務,因此電腦化病歷也需從被動的紀錄功能提升成主動的知識管理。本論文的重點在於利用軟體代理人來協助在電腦化病歷管理系統進行知識管理。本論文提出一個電腦病歷管理系統的架構,透過軟體代理人建立一以組織記憶為主的知識庫,當在目前的知識庫中無所需要的知識時,知識查詢代理人便會向病歷資料庫送出要求,再經由網頁產生技術自動產生出 XML 文件,新的知識便以此文件格式儲存在知識庫中。每一位系統的使用者有其對應的代理人,協助管理其有興趣的知識。

關鍵詞：知識管理、軟體代理人、組織記憶、電腦化病歷管理系統

Abstract

As the care function becomes increasingly distributed among multidisciplinary healthcare professionals, concepts and technologies to integrate the local health care resources and to share the medical data (patient information) are important nowadays. Since the health care industry is essential knowledge-based. Therefore the knowledge management and processing techniques are increasingly gaining the interest of hospital workers, physicians, pharmacists, patients, and so on. The patient information that maintained in computerized patient record can be treated as explicit knowledge from the healthcare providers. However, the growing volume of data for a patient

from different source and presented in diverse format makes the knowledge management difficult. The purpose of this paper is to introduce a multi-agent system architecture for knowledge management in traditional computerized patient record system. A set of agents are identified to accomplish these knowledge management activities. The medical knowledge is captured in XML format.

Keywords : Knowledge Management, Software Agent, Corporate Memory, Computerized Patient Record System

一、緒論

病歷(patient record)的目的在於“紀錄觀察所得,能提供給相關人員適當的資訊,能指導學生,能獲得知識,能監視病患改善的成效,以及適時調整醫療行為” [22] 隨著電腦功能的進步與普及化的發展,病患的診療記錄也由傳統的紙張作業,演進成以電腦為主來記錄病歷資料。因此,病歷管理系統是整體醫療資訊系統的一個重要核心。隨著網際網路的進步,整合區域醫療資源,分享醫療資訊的需要也日益增加,傳統的醫院管理系統(Hospital Information System, HIS)以醫院內部資訊管理為主,也已進化成醫療照護資訊系統(Healthcare Information System, HIS)以整合區域性所有醫療資訊為主,提供完整的照護網路為主。因此透過網路來存取病歷資料的需求也日益增加[5,18,23]。

由於醫療本身是一個 knowledge-based 的行為[7,17],例如醫師觀察病患的特徵,並根據其他相關的人員提供資料,如檢驗人員所取得的血液資料或 X 光照射的結果,進而研判其可能所患之病,並開立處方籤。亦或護理人員根據其照護病患期間所觀察記錄病患之病徵變化,進而提供適當的照護措施。而這些重要的知識均被記錄儲存在病歷系統中。因此知識管理(knowledge management)對於醫院的從業人員而言也是一項極重要的課題,病患記錄所能提供的知識,經由

適當的管理,能提供資歷淺或經驗不足之醫師或護理人員於診間所需的資訊,進而對病患提供更好的服務[6,17]。知識可概略區分為隱藏性的知識(tacit knowledge)與明確性的知識(explicit knowledge),根據病歷系統的目的,可知其所包含的知識均屬於明確性的知識,亦可視為是醫療單位組織中的組織記憶(corporate memory)[2,3,13]因此本論文所討論的重點在於應用軟體代理人技術於醫療組織記憶的管理。

當知識儲存在網站的架構下,吾人得以利用智慧型軟體代理人的技術(Intelligent Agent or Software Agent)來協助使用者管理相關知識[11,14,15]。一般而言軟體代理人是指一種軟體系統,置於某一環境下,能夠感應和偵測系統所處的環境,同時能作用在此環境上以執行其所特定的行動,達成代理人所欲完成的目標[12]。由於對區域性醫療資源而言,知識是分散在許多的獨立個體上,這與軟體代理人所處的環境有許多類似的概念之處,因此有越來越的學者同意知識管理架構在 Internet / Intranet 上,能使得知識管理獲得最大的利益[14,16]。本論文的目的是在於討論網際網路的環境下,知識存在以 XML 文件為基礎的網站內。本論文提出一個電腦病歷管理系統的架構,透過軟體代理人建立一以組織記憶為主的知識庫,當在目前的知識庫中無所需要的知識時,知識查詢代理人便會向病歷資料庫送出要求,再經由網頁產生技術自動產生出 XML 文件,新的知識便以此文件格式儲存在知識庫中。每一位系統的使用者有其對應的代理人,協助管理其有興趣的知識。當醫療行為的品質保證與降低成本的要求越來越大時,知識管理的重要性也獲得醫院人員如醫師、管理人員、護理人員、檢驗師等的重視。

第二章討論了有關知識管理、醫學資訊及軟體代理人的相關研究。第三章則說明以 XML 技術所建立的病歷管理系統架構。第四章則是進一步說明如何利用軟體代理人來進行知識管理。最後做一個結論。

二、相關研究

病例管理系統的使用目前已非常普遍化,因此在本單元中我們首先對有關應用電腦化病歷系統在 web 上的相關研究,如[18,21,23]做一報告,接下來討論有關醫學資訊系統的知識管理的相關研究,如[7,10],以及最後討論有關應用軟體代理人在醫學資訊系統上的相關研究,如[11,3]。

2.1 應用電腦化病歷系統在 web 上的相關研究
有關這部分的討論,我們把重點放在將電腦化病歷系統與網站技術結合的應用。

- Sitting [18]回顧了國外目前有關個人病歷紀錄(personal health record)在網際網路上的系統發展,他分成兩個部分來檢視: development stage

與 access method、development stage 是依據其功能性來區分,分成只提供線上查閱、線上列印、允許輸入文字命令、允許簡單輸入病患資料並能儲存與擷取、病患資料格式化、以及能與其他的資訊系統進行資料的交換。而 access method 則根據其使用者(醫師)能取得資料的方式來區分,分成只允許操作員(operator)現場列印、能透過電話或傳真方式,由操作員取得資料方式、列印成固定格式且裝訂成冊的病歷資料、允許使用 PIN(personal identification number),由指定的醫師來網路線上存取等模式。根據 Sitting 的調查,目前在運作的系統大多數提供的是病患資料格式化的階段,也就是說病患資料是儲存在個別的資料庫中,但尚未能與其他的醫學資訊系統相整合,而存取方式則是能允許醫師使用經驗證過的帳號線上存取資料。

- Stalidis 等人[21]提出了一個以 XML 技術為基礎的 CPR 系統,此系統的核心在發展出一個 web page generator (WPG)技術。Web 伺服器接受使用者(包括診所醫師、醫院醫師、護理人員、病患本人)的要求,經過 ODBC 的介面至 CPR 資料庫中取出適當的資料,透過 WPG 產生以 XML 語言為格式的網頁,顯示給使用者看。每一個 CPR database 都需個別定義其 XML Document Type Definition (DTD),因此不同的科別病患資料會被增加適當的標籤(tags),成為一 XML 文件,當此文件送到 client 端時,瀏覽器選擇正確的 stylesheet 便能正確地瀏覽資料。

- Woolman [23]提出以 XML 語言當作診所醫師(GP)與醫院之間訊息交換的標準語言。GP 通常因某種需要而需查閱病患的就診資料,因此送出 referral letter 給醫院,醫院的回覆以 discharge letter 送回給 GP,這方面的訊息往來在診所與大型醫院之間出現得很頻繁。傳統上以 EDI 訊息交換格式無法提供與使用者的互動能力,同時對於 referral letters 與 discharge letters 兩者的內容與格式缺乏一致性,因此使得電腦化的處理效能降低。故 Woolman 提出以 XML 語言來當作 EDI 訊息的標準語言,同時由於 XML 與其他的訊息交換協定如 HL7 等亦有很高的互通性,因此對於不同國家或地區的病歷資料庫亦能有很好的交換性。

2.2 有關醫學資訊系統的知識管理的相關研究
有關這部分的討論,我們把重點放在將知識管理在醫學資訊系統上的應用。

- Grutter 等人[7]的研究首先界定了知識的範圍與知識產生的週期。知識根據其特性分成隱性(tacit)知識,通常屬於個人的,及明確(explicit)知識,經過格式化的,通常屬於團體的。隱性知識經過外部化和分類的過程,可以轉為明確知識,而明確知識經由擷取和內部化的過程可以轉為隱性知識。故 Grutter 認為知識管理的目的在平衡組織內此兩種型態的知識,並建構出此兩種

知識互轉的通道。Grutter 的知識管理架構，稱為 knowledge medium，主要包含三個元件：

- (1) Information objects：具有明確知識的資訊物件，例如 HIV 病患資料庫，明確知識以 XML 文件方式表現。
 - (2) Agents：具有共同興趣及目的所形成的代理人社群，例如病患卷宗管理代理人、病患身份管理代理人等。
 - (3) Logical system：定義共通的知識文法與語意，例如 XML DTD。
- Kingstone 等人[10]提出一套知識管理的方法，應用在門診程序(clinical procedures)。Kingstone 定義知識管理的目的在於管理組織內的知識資產（稱為 organizational memory）以滿足下列工作：
 - 能夠擷取與表現這些知識資產；
 - 能夠讓不同的應用程式與使用者來分享及 reuse 這些知識；及
 - 建立一種文化來刺激知識共享與重複使用的行為

因此 Kingstone 的方法主要包含兩部分：Knowledge modeling 及 Knowledge distribution。首先，六個觀點被用來描述知識資產：How a process is carried out、Who does it、What information is needed、Where that information comes from、When each activity must be carried out、及 Why the process is performed。針對不同的應用領域採用不同的表現語言，例如門診程序是使用 PROformu 語言，其包含四個基本符號：PLAN、ENQUERY、DECISION、ACTION，是一種常用於描述醫療準則(guidelines)行為的語言。其次，Clinical protocol assistant system 被發展出來進行知識分享與重複使用的功能，由於此輔助系統是使用 PROformu models 來當作它的介面，故與 knowledge representation 有一致性。

2.3 有關應用軟體代理人在醫學資訊系統上的相關研究

有關這部分的討論，我們把重點放在軟體代理人在醫學資訊系統上的應用。

- Lanzola 等人[11]認為醫療照護服務是一個集合眾人之力的過程，包括醫師、護理人員、檢驗人員等，因此需要高度的合作，交換和利用大家的專業知識和資源。Lanzola 提出了以軟體代理人為基礎的醫院資訊系統(HIS)，並以急性骨髓性白血病(acute myeloid leukemia, AML)的照護系統為例。根據 AML 的照護過程，分成幾個階段，每個階段都有多個專業的人員參與，因此每個專業人員都有對應的軟體代理人，例如 Nurse Agent、Hematologist Agent 等，透過軟體代理人的合作與溝通，對病患進行最佳的照護。在這個系統架構下，還有負責其他工作的軟體代理人，例如 Database Agent、Donor Bank Agent 等，以及 Ontology Server 負責儲存有關疾病與

照護相關的知識。Agent 與 Agent 之間的溝通語言是採用 KQML。

- Balter 等人[3]提出了一個多軟體代理人系統架構，對肌電描述法(Electromyograph, EMG)進行資料探勘(Data Mining)。EMG 是一項利用電流生理學來診斷神經方面疾病的技術。由於 EMG 的過程資料與分析結果通常儲存在不同的資料庫，而且其資料格式亦不同，因此將 data mining 的工作分散給數個 agents，Agent 主要負責三項工作：(1)向個別資料庫提出服務要求，(2)協調相互的工作，(3)整合結果。

三、系統需求與系統設計

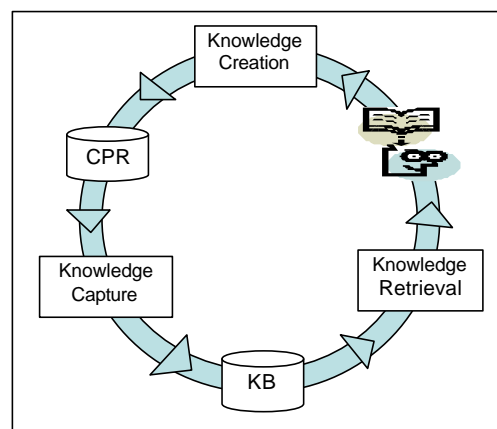
病歷資料的內容包含了病患的基本資料、病患病徵的描述、醫師診斷的結果敘述、治療的程序、護理過程的描述、檢驗結果等資料，這些資料所包含的知識可以視為是一種組織記憶。知識管理是由一些週期性的程序完成，這些程序包括下列工作[20]：

Knowledge creation or import：透過有系統的方法，獲取知識，知識的來源可以是組織內成員的經驗或是外部的知識。

Knowledge capture：將所獲得的知識，以特定的格式來表現（選擇適當的 knowledge representation language），並且能有結構的儲存。

Knowledge retrieval and access：提供 knowledge workers 能對知識查詢及搜尋。

我們根據此三個主要的知識管理程序，發展出具知識管理能力的病歷系統。首先，我們非正式的定義知識的意義：知識是指特定的病患從初診開始，經過一連串的診療及護理過程，至其離開醫院並追蹤一定時間後確定其診治結果為止，其間從基本資料的建立，病徵的描述、病理



圖一：知識管理週期

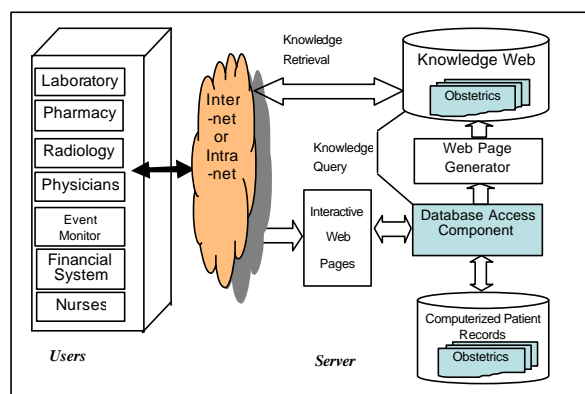
的檢查及診治的方法或護理的方法等資訊的紀錄。

本方法的知識管理週期如圖一所示，在

Knowledge Creation 階段，醫療人員將醫療流程中所獲取之資訊建立在病歷系統中，這些資訊包含我們所定義的知識與不完整之知識(例如某些病患並未完成整個醫療流程就轉診至其他醫院或放棄診治，這些資訊並不足以視為一知識)。在 Knowledge Capture 階段，完整的知識被擷取出來以特定的格式(本方法中為 XML 語言)儲存在知識庫中。在 Knowledge Retrieval 階段裡，醫療人員可透過查詢取得其所需要之知識。

系統的架構如圖二所示。在大部分的醫療單位中，病患資料儲存在病歷系統中的資料庫內，這些病歷可能依據不同的科別分類儲存，例如產科的病患或神經內科等。我們認為目前醫院的病歷管理系統內的資料均已十分龐大，並且從資料的安全性與病患隱私權的觀念上看，知識庫與原病歷資料應分開儲存，因此我們的方法是經由資料庫存取介面，取得所需的知識，再透過網頁產生器，轉成適當的 XML 格式的資料，再儲存在知識庫中。當使用者向知識庫提出知識檢索時，若找到相關知識則傳回給使用者，否則則向病歷資料庫提出知識查詢，再透過網頁產生器，產生新的知識。

在本系統架構中，我們參考了 [21] 所提出的共同資訊結構(Common Information Structure)與一般網頁產生器(generic Web Page Generator)的概念。雖然不同的科別其記錄病患的資料項目或有不同，但我們可以定義相同的基本格式，同時針對不同的使用者定義個別的 XML stylesheet，以提供不同的網頁展現格式。



圖二：整合軟體代理人技術於病歷系統進行知識管理之方塊圖

接下來說明系統重要的組成元件。參考圖一所示：

(1) 電腦病歷資料庫 (computerized Patient Records)：包含病患的原始資料，儲存在病歷系統中的醫療資料 (medical data) 依據資料的特性可以分成三大類 [19]：1. 文字的資料型態 (textual data)：例如醫師描述病患的病史，或是外科醫師紀錄外科手術的程序。2. 數值的資料型態 (numerical measurement)：可以再區分為非

連續的資料，如量測血清含鈉的值或是脈搏跳動的數值，以及連續的數值資料，例如心電圖 (electrocardiogram, ECG) 追蹤病患在一段時間區間中心臟變化的資料。3. 圖形的資料型態 (visual images)：不論是經由儀器所產生的圖片，如放射性儀器所攝影之圖片，亦或是醫師以手繪方式描述病患的特徵，例如病患前列腺的小腫塊的位置與相對大小等特徵。XML 文件內允許異質性的資料存在，滿足知識可能是異質性的特性。

(2) 資料庫存取元件 (Database Access Component)：提供資料庫存取的標準介面，如 ODBC 等介面標準。透過此介面，我們可以對資料庫進行資料查詢與擷取等運算。

(3) 網頁產生器 (Web Page Generator)：負責將醫療資料轉換成 XML 格式。在此元件中，我們根據不同的科別或單位定義適當的 XML DTD (Document Type Definition)。DTD 以巢狀結構定義，下列說明眼科單位的部分 DTD 定義：

```
<!DOCTYPE ophthalmologist [
  <!ELEMENT ophthalmologist(基本資料,現
    病史,診斷+,處置+,處方+...)>
  <!ELEMENT 基本資料(性別,生日)>
  <!ELEMENT 性別(#PCDATA)>
  <!ELEMENT 生日( DATE)>
  <!ELEMENT 現病史(過去眼科病史,一般病
    史,主訴)>
  <!ELEMENT 過去眼科病史(#PCDATA)>
  <!ELEMENT 一般病史(#PCDATA)>
  <!ELEMENT 主訴(#PCDATA)>
  <!ELEMENT 診斷(#PCDATA)>
  <!ELEMENT 處置(病理檢查,檢驗結果,醫
    囑)>
  <!ELEMENT 病理檢查(#PCDATA)>
  <!ELEMENT 檢驗結果 EMPTY>
  ....
]>
```

(4) 知識網站伺服器 (Knowledge Web Server)：儲存知識的網站，知識以 XML 格式儲存，在此網站伺服器內建立各司其職的知識軟體代理人，負責知識的搜尋、個人化的管理與知識儲存等工作。

(5) 互動式網頁 (Interactive Web Page)：提供一般使用者直接對病歷資料庫進行資料的存取，使得病歷管理系統能完全置放於網際網路上。相關的動態式網頁技術如 Active Server Page 均可支援此功能。

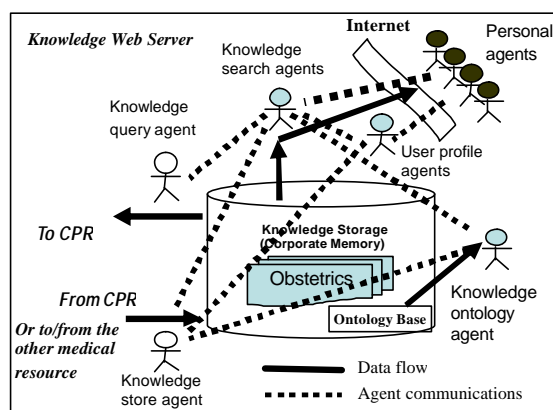
四、知識代理人系統架構

從知識管理的週期來看，我們認為軟體代理人在組織記憶管理上主要提供三個目的：(1) 能夠管理 Corporate memory 中的知識文件，包含新增查詢等運算，(2) 能夠提供使用者個人化的

環境，每一位使用者對知識的需求並不一定都相同，因此可以根據個人的興趣及特徵，當產生新的知識文件主動通知使用者，以及(3)建立對醫學名詞的一致性解釋，醫學名詞中常出現縮寫或別名，或不同語言。基於此三點需求，我們提出一個軟體代理人系統的架構，此架構基本上需要下列六種軟體代理人(參考代理人架構圖如圖三所示)，其角色說明如後：

1. Personal Agent (PA)：對應於每一個使用者，當作是個人的助理，負責協助使用者搜尋所需的知識文件。
2. User Profile Agent (UPA)：負責管理每一位使用者的特性，喜好，以便當新知識產生時能依每位使用者的需要，通知使用者。
3. Knowledge Ontology Agent (KOA)：負責管理文件的 Ontology。由於醫學領域是特殊的領域(specific domain)，醫師在病歷系統所記錄的資料，或是所使用的名詞必須必須經過限制的，為有效的控制資料輸入的名詞範圍，根據國際衛生組織所定義的基本名詞及項目來形成 Ontology base 的基礎，由於病歷資料的輸入名詞應經由醫師與資訊人員共同決定，我們沿用 [9] 的想法，設計一個 Ontology editor，此編輯器除了可提供在醫療行為中適當的處理準則 (clinical guidelines)，也可以用來產生適當的 ontology terms，作為病歷資料輸入名詞的基礎，此 Ontology editor 也是 Web-based，提供醫護人員與資訊人員在不同的地方進行作業，可提升作業效率。
4. Knowledge search Agent (KSeA)：負責在 Knowledge Storage 中搜尋相關的知識文件。根據 PA 所傳送過來的資訊，包括主訴、病理檢查等項目，在知識網站伺服器中搜尋。我們為 KSeA 設計了搜尋的策略，若無法在知識網站伺服器中找到適當的知識文件則送出 Query 的訊息。
5. Knowledge Store Agent (KStA)：負責儲存知識文件於 Knowledge Storage 中。知識文件的儲存以科別、病名為主的順序存放，以主訴、病理檢驗結果為其次，知識的文件存放必須考慮到知識的相似程度，如此可以提高知識搜尋效率。
6. Knowledge Query agent (KQA)：負責向 CPR 搜尋新的知識。KQA 將查詢的關鍵字透過 ASP 動態網頁技術，向病歷資料庫查詢，查詢回來的結果經過轉換送到知識網站伺服器儲存。

本系統的發展工具以 FIPA-OS (Foundation for Intelligent Physical Agents Open Source, <http://www.fipa.org>) 為主，知識代理人的基本架



圖三：知識軟體代理人架構圖

構亦採用 FIPA Agent Reference Model。軟體代理人之間的溝通透過 FIPA ACL 定義的 performatives 來進行，例如 query, request, inform 等等。

在 Corporate memory 環境下，Agents 之間需要透過合作協商完成的工作大致上包含下面幾項工作，說明如下：

- 搜尋相關的 XML 知識文件：當使用者要搜尋某知識文件時，Personal Agent (PA) 首先會將使用者的設定的搜尋條件傳送給 Knowledge Search Agent (KSeA)，KSeA 在實際開始進行知識文件的搜尋前，會先與 Knowledge Ontology Agent (KOA) 聯繫，先找出與使用者設定的名詞具有同義的醫學名詞。然後 KSeA 便搜尋 XML 知識文件庫，取出所要搜尋的結果。
- 註釋 XML 文件及新增此文件至知識庫：當產生一新的知識文件時(從病歷資料庫傳回來)，Knowledge Store Agent (KStA) 便會通知 KOA，KOA 可以註釋 XML 文件，再將其存入知識庫中完成新增動作。然後 KStA 會通知 KSeA 表示所需的新知識文件已進入知識庫。
- 當新知識文件產生時主動通知使用者：User Profile Agent 管理每一位使用者的特殊需求，若使用者需求當新知識文件產生時且符合其興趣，可以由 UPA 通知使用者所對應的 PA，由 PA 通知發送一個訊息通知使用者進入系統來讀取文件。所以每當 KStA 要儲存新文件至 Corporate memory 時，KStA 便會通知 UPA，UPA 可以依照他所瞭解的使用者特性，決定是否需要通知使用者。

五、結論

醫療本身是一個知識為主的行為，例如醫師觀察病患的特徵，並根據其他相關的人員提供資料，如檢驗人員所取得的血液資料或 X 光照

射的結果，進而研判其可能所患之病，並開立處方籤。而這些重要的知識均被記錄儲存在病歷系統中，病患記錄所能提供的知識，經由適當的管理，能提供資歷淺或經驗不足之醫師或護理人員於診間所需的資訊，進而對病患提供更好的服務。目前醫院的病歷管理系統內的資料均已十分龐大，並且從資料的安全性與病患隱私權的觀念上看，知識庫與原病歷資料應分開儲存，因此我們的方法是經由資料庫存取介面，取得所需的知識，再透過網頁產生器，轉成適當的 XML 格式的資料，再儲存在知識庫中。當使用者向知識庫提出知識檢索時，若找到相關知識則傳回給使用者，否則則向病歷資料庫提出知識查詢，再透過網頁產生器，產生新的知識。本論文的目的在於提出一個以多軟體代理人為基礎之電腦化病歷管理系統架構，利用軟體代理人技術，對病歷資料進行知識管理。本方法的優點包含下列幾點：

- 醫療臨床知識在安全與隱私均被考慮下，避免病患資料被濫用，得以資歷淺或經驗不足之醫師或護理人員於診間所需的資訊，進而對病患提供更好的服務，而且與現存的病患資料庫並存，提高知識管理的成本與效率。
- 與網際網路結合，Internet-based 的環境使得使用者隨時可以在任何一部有連上網路的電腦上，在授權下存取病患的病歷資料，病患本身亦可依照醫生的要求隨時記錄本身的情況，以達到居家照護是醫院的延伸的理念。
- 知識的格式採用 XML，對於不同的醫療單位間，例如醫學中心與私人診所間，與目前常用的資料交換標準，例如 HL7 等標準，具有一定程度的共通性[8]。

近年來實證醫學(Evidence-Based Medicine, EBM)的重要性有越來越多的肯定。本研究未來的研究方向將結合實證醫學的應用，在知識的界定上以實證為導向，以提升知識的可靠度與品質。

誌謝

本論文由國科會提供研究經費(計畫編號：NSC91-2213-E-320-001)。

六、參考文獻

- [1] Abecker, A. Bernardi, K. Hinkelmann, O. Kuhn and M. Sintek. Toward a technology for organizational memories. *IEEE Intelligent Systems* 13(3), pp. 40-48
- [2] M. Alavi and D. Leidner. Knowledge management systems: issues, challenges, and benefits. *Communications of the Association for Information Systems*, Vol. 1, 1999
- [3] J. Balter, et al. A knowledge-driven agent-centered framework for data mining in EMG. *C.R. Biologies*, vol.325, 2002, pp. 375-382
- [4] R. Dieng, Knowledge management and the Internet. *IEEE Intelligent Systems* 15(3), May/June 2000. pp. 14-17
- [5] F. Fagrabi, N.H. Lovell and B.G. Celler. A web-based approach for electrocardiogram monitoring in the home. *International Journal of Medical Informatics*. Vol.54, 1999, pp. 145-153
- [6] A.M. van Ginneken, The computerized patient record: balancing effort and benefit. *International Journal of Medical Informatics*. Vol.65, 2002, pp. 97-119
- [7] R. Grutter, K. Stanowvska-Slabeva, and W. Fierz, Implementing a knowledge medium in a multi-centered clinical trial, Proceedings of the 32nd Annual Hawaii International Conference on Systems Sciences, 1999. HICSS-32. pp. 1-8
- [8] W.E. Hammond and J.J. Cimino. Standard in Medical Informatics. In E.H. Shortliffe and L.E. Perreault editors, *Medical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine*, 2nd Editions. Springer-Verlag Press, 2000, pp. 212-256
- [9] C.E. Kahn Jr. An internet-based ontology editor for medical appropriateness criteria. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. Vol.56, 1998, pp. 31-36
- [10] J. Kingston and A. Macintosh. Knowledge management through multi-perspective modeling: representing and distributing organizational memory. *Knowledge-Based Systems*. Vol.13, 2000. pp.121-131
- [11] G. Lanzola, et al. A framework for building cooperative software agents in medical applications. *Artificial Intelligence in Medicine*. Vol.16, 1999, pp. 223-249
- [12] M. Lejter and T. Dean. A framework for the development of multiagent architectures. *IEEE Expert*, December 1996. pp. 47-59
- [13] P. Martin and P.W. Eklund, Knowledge retrieval and the world wide web. *IEEE Intelligent Systems* 15(3), May/June 2000. pp. 18-25
- [14] D.E. O'Leary, Using AI in knowledge management: Knowledge bases and ontologies. *IEEE Intelligent Systems* 13(3), May/June 1998. pp. 34-39
- [15] S. Pierre, C. Kacan, and W. Probst, An agent-based approach for integrating user profile into a knowledge management process. *Knowledge-Based Systems* Volume: 13, Issue: 5, October, 2000, pp. 307-314
- [16] A. Rabarijaona, R. Dieng, O. Corby, and R. Ouaddari. Building and Searching an XML-based corporate memory. *IEEE*

- Intelligent System*, 15(3), May/June 2000. pp. 56-63
- [17] A. van't Riet, et al. Meeting patients' needs with patient information systems: potential benefits of qualitative research methods. *International Journal of Medical Informatics*. Vol.64, 2001, pp. 1-14
 - [18] D.F. Sittig. Personal health records on the internet: a snapshot of the pioneers at the end of the 20th Century. *International Journal of Medical Informatics* Vol.65, 2002, pp. 1-6
 - [19] E.H. Shortliffe and G.O. Barnett. Medical data: Their acquisition, storage, and use. In E.H. Shortliffe and L.E. Perreault editors, *Medical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine*, 2nd Editions. Springer-Verlag Press, 2000, pp. 41-75
 - [20] S. Staab, R. Studer, H.P. Schnurr, and Y. Sure. Knowledge processes and ontologies. *IEEE Intelligent System*, 16(1), Jan/Feb, 2001. pp. 26-34
 - [21] G. Stalidis, et al. Medical support system for continuation of care based on XML web technology. *International Journal of Medical Informatics*. Vol.64, 2001, pp. 385-400
 - [22] P.C. Tang and J. McDonald. Computer-based patient-record system. In E.H. Shortliffe and L.E. Perreault editors, *Medical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine*, 2nd Editions. Springer-Verlag Press, 2000, pp. 327-358
 - [23] P.S. Woolman. XML for electronic clinical communications in Scotland. *International Journal of Medical Informatics*. Vol.64, 2001, pp. 379-383