以格網為基礎建置醫療決策支援系統之研究

A Study on the Grid-based Medical Decision Support System

謝佳穎	呂坤哲	尹國正	林婕汝	楊東麟
逢甲大學	逢甲大學	逢甲大學	逢甲大學	逢甲大學
資訊工程學系	資訊工程學系	資訊工程學系 仁德醫護管理專科學校資訊管理科	資訊工程學系	資訊工程學系
sgimoon@soft.iecs.fcu.edu.tw	*kjlu@soft.iecs.fcu.edu.tw*	*inn@soft.iecs.fcu.edu.tw*	*jiejulin@soft.iecs.fcu.edu.tw*	*dlyang@fcu.edu.tw*

摘要

隨著資訊科技的日新月異與網路傳輸的無遠弗屆，許多的事物將由科技與網路來完成。我們提出了一個可行的醫療輔助系統，利用格網(Grid)技術來將所有醫療院所的計算及儲存能力整合起來，並在其上發展醫療資料共享機制，透過資料挖掘的技術與方法分析所收集到的相關醫療資料，再利用結果開發各種醫療決策支援系統來輔助醫療人員，以提供臺灣更優質的疾病預防、提高全面醫療品質和降低健保成本。目前我們已完成醫療資料傳送、分析的平台，透過此平台各醫療機構可將資料放入資料格網(Data Grid)中，並由API將資料傳送到資料倉儲中，然後透過資料挖掘的方法分析資料。最後，將結果放回資料倉儲中，由API進行更新放入資料格網中，提供給醫療人員使用。

關鍵詞：格網、資料挖掘、資料倉儲、醫療決策支援系統

Abstract

With the rapid development of information technology and the popularization of the Internet, it becomes the trend to utilize the network technology to get many things done. In this paper, we propose a feasible medical assistant system that integrates the computation and storage capability of many medical institutes, and develop medical information sharing mechanism by using grid technology. In order to improve the quality of disease prevention and health care with lower costs, we take the advantage of data mining techniques to collect related medical information and develop medical decision support systems to assist medical faculty. We have already completed a medical information communication and analysis platform. Medical institutes can store information in the Data Grid. Then the API sends information to data warehouse and analyzes information by using data mining methods. Finally, the results are stored in the data warehouse and the API can be used to update and store information in the Data Grid to help medical faculty make better decisions.

Keywords: *Grid, data mining, data warehouse, medical decision support system*

1. 前言

科技與網路的進步，改變了許多傳統產業的發展，尤其是「資源共享」已成為一種趨勢，但在目前的醫療產業方面，仍缺乏一個資源共享的平台來處理與分析醫療資料。即使是目前的病歷資料分析與診療決策方面，是以單一醫院為主，例如只針對一家醫院的資料做資料挖掘(Data Mining)，缺乏一個資料整合與分析平台給多個醫院同時對資料進行分析和研究。

因此我們希望規劃未來數十年E-Health的電子化健康醫護發展，並透過在醫療格網(Grid)平台上開發的資料挖掘技術與方法來提供醫療決策支援系統，協助醫療人員與政府醫療機構促進日後臺灣更優質的疾病預防及醫療保健環境。首先，除了針對慢性心血管疾病、糖尿病和重大疾病的預防、照護和醫治療程資料的追蹤分析進行研究之外，我們期望能夠涵蓋全民從日常飲食和起居保健、疾病療程、癒後的照護，以達到預防勝於治療、癒後避免再復發，來降低醫療支出、提升醫療水準為長程目標，促進全民的生活幸福與身心健康，協助政府衛生醫療單位的資源做最佳的運用。

本文主要介紹我們所提出之醫療資料倉儲(Data

Warehousing)系統建置及整合資料挖掘系統的格網平台；在第 2 節中說明目前相關的研究與現況；第 3 節探討我們所提出之醫療資料系統建置與管理及資料挖掘系統之整合；第 4 節說明目前實驗結果；第 5 節討論在建置過程中所遇到的難題及解決方法。最後結論及說明未來的發展方向。

2. 相關研究

在醫療資料挖掘的相關研究上，[15]針對醫療資料庫進行分析，找出有用的機率型樣，[10]則利用資料挖掘分析個人健康資訊，以提供給醫師及病患參考，[13]針對癌症疾病資料進行挖掘，[7]則是探討藥物上資料挖掘的相關技術，[12]是針對醫療電子病歷進行資料挖掘。在資料挖掘系統建置方面，[5]提出了在網路上以代理人為基礎的醫療資料挖掘系統，[8]於2001年發表一個以智慧型代理人為架構之網路購物資料挖掘系統，[16]針對電子化網路學習的資料挖掘系統架構加以探討。在資料倉儲研究上，[18]針對資料預處理加以探討，[14]對於變動資料庫效能的維護加以改良，[4]針對CRM導向之資料倉儲的建立與分析進行研究，[3]利用OLAP分析網路學習者的流程。

在資料挖掘技術上，關聯法則(Association Rule)方面有針對廣義的關聯法則、含數值屬性的關聯法則、負面的關聯法則、漸進式關聯法則[9] 、平行或分散式關聯法則、多層次的關聯法則[17]等許多不同的研究領域。在決策樹(Decision Tree)方面，其主要是用來做分類器(Classifier)，[11]針對大型資料庫的資料分類提出了SLIQ演算法，可同時處理種類和數值型態屬性資料。SPRINT[1]演算法同樣也解決了無法使用大量測試資料的問題，而且更容易使用平行（Parallel）的技術加速決策樹的建立。

在組群化(clustering)方面，依組群的方式大體上可以分為兩類，一種是以距離為主（Distance-Based）的組群化方法，另一種則為階層狀的組群化方法。針對種類性的資料集，K-mode演算法對此種類型的資料集進行組群化，而K-prototype的方式則對於混合型的資料集進行組群化；針對數字型的資料集，則以直接式K-means組群化方式最具代表性。

在時間序列(Time Series)方面，1998年Ozden所提出的循環關聯規則是針對時間區段內所發生的事件是否在其他相同的時間區段也會重複發生。利用關聯法則在時間序列主要的研究可分為週期性型樣（Periodic Pattern）與順序性型樣（Sequential Pattern）兩種。

在人類基因體計畫完之後，生物資料快速累積。生物資訊(Bioinformatics)與診斷資訊(Clinical Informatics)之結合，將可加速個人化診斷技術之成熟[6]。生物資訊與診斷資訊之結合仍然屬於起步階段，必須依賴跨領域之合作[2]。目前，結合微陣列(Micro-array)資料，配合基因體資訊提供診斷之用是比較成熟之應用。

3. 系統設計與建置

3.1 系統目標

我們要發展在醫療格網平台上開發的資料挖掘技術與方法來提供醫療決策支援系統，建立的雛型為慢性心血管病人預防及照護。主要是建立心血管疾病之資料倉儲及資料挖掘系統，以符合CRISP-DM程序的研究方法來進行標準的發展步驟，針對慢性心血管疾病的預防、照護和治療資料的追蹤分析進行資料收集和整合，然後針對不同的醫師和病人的資料進行分析，並提供其相關的決策支援資訊。我們將以預防及照護老年化人口所產生的心血管疾病，協助降低醫療支出和提升醫療水準為目標，並分為三個階段來實現。

第一階段，在能進行資料挖掘之前，首先要建立資料倉儲準備好所需要的資料，我們系統的資料倉儲是一種主題導向、可整合的、非短暫的、隨時間而變化的資料集合，當然要建立資料倉儲前必須先整合資料庫，才能做完善的整體處理和分析，我們把輸入的資料庫分成三個階層(Layer)來建立醫療資料倉儲：

- 個人基本資料及健康狀況追蹤資料
- 病人診療歷程資料
- 醫院健保資料

並且將此系統建置在Grid平台上，使其具有分散處理的功能，可進行大量的運算，並達到即時化、自動化、及個人化的目標。為了瞭解上述所收集的資料以做為資料挖掘的分析，要先透過On-Line Analytical Processing (OLAP)的線上分析、資料排序、及資料多維度展示的功能來供醫事人員和本系統研究人員進行探討，我們希望進行下列功能的建置：

- 用藥習慣和診療歷程資料收集與分析: 協助分析不同醫師的開藥習慣和診療資料，建立Profile。
- 異常用藥和療程資料收集與分析: 為了分析是否

有浪費資源，或其他異常資料的收集和整理。

- 疾病與用藥的資料收集與分析: 協助分析相關疾病之用藥方式，建立Profile。

第二階段，我們進一步使用資料挖掘找出資料中隱含的關聯性資訊，幫助醫事人員從這些關聯發現隱藏的訊息。資料挖掘主旨在於對已存在的資料找出有用但未被發掘的型樣(Patterns)或規則(Rules)。基於過去的活動，藉由建立模型來預測未來，以作為決策支援之用。目前在資料挖掘技術中，較常用到的方法包括前面介紹的分類(Classification)、分群(Clustering)、關聯規則(Association Rule)等。以挖掘關聯規則的Apriori演算法為例，它簡單地瀏覽過資料庫中所有的相關紀錄，並計算出每個項目發生的次數，然後依據使用者的設定，找出發生頻率達到要求的項目來建立關聯規則，所以透過資料挖掘，我們將依據病人的基本資料、就診記錄，搭配上病人即時生醫資訊與外在環境變因，進行下列功能的建置：

- 建立危險程度預測模型: 可透過病人配戴的嵌入式元件(使用其他計畫小組開發的成品，如智慧衣配置藍牙或生醫貼片等)或後端伺服器進行即時診斷分析，若病患危險程度過高，則自動發送緊急醫療訊息給醫院現有的智慧型行動系統，以採取必要的行動，使具有即時化、自動化(Automatic Trigger)的個人生醫資訊異常自動通告智慧型行動系統或醫護中心、自動傳送電子病例給醫療專業人員，或提供身體狀況給個人知道的能力。
- 流程分析: 找出不同診斷或看護間順序的關係或相似性，作為提供更好的醫療服務之參考。
- 慢性心血管疾病分析: 分析心血管相關疾病，建立Profile。

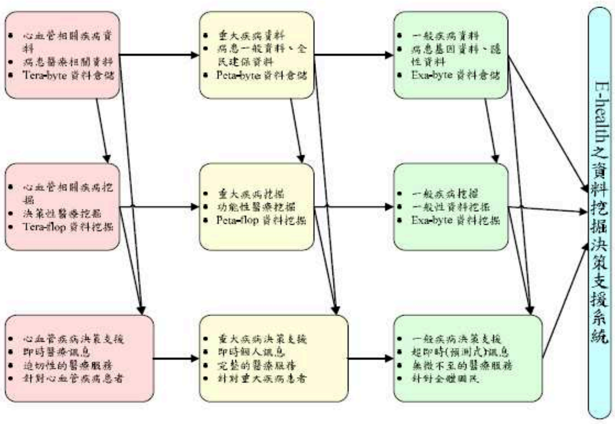

圖 1： 技術流程圖

第三階段，根據所建立的資料倉儲及資料挖掘系統，開始針對慢性心血管疾病的預防、照護和醫療資料的追蹤分析進行研究，然後針對不同的醫師和病人的資料進行分析，並提供其相關的決策支援資訊，做系統最佳化之用，並提供個人化服務。整體的完整流程如圖1所示。

3.2 系統架構

此系統主要分為以下幾個部份，Data Mining 演算法、Data Warehouse、Data Mart、及 Data Grid，資料藉由 Data Grid 蒐集而來，並將資料儲存於 Data Warehouse 中，而使用者可依照需求建置 Data Mart 並且使用 Data Mining 演算法去分析資料。圖 2 為系統架構圖。以下各小節會針對這個架構詳細的介紹。

圖 2：系統架構圖

3.2.1 資料格網 Data Grid

大量的實驗資料與計算結果在現代科學研究和應用領域中是最重要的研究資產。在全球氣候模擬、高能物理、生物計算、戰場模擬、數位地球、天文科學等研究領域，其資料量往往大到幾十個 TeraBytes 甚至 PetaBytes。這些分散在全球各地的科學研究人員除了有大量的計算資源需求之外，更急切尋求解決對這些大量資料長期保存與管理存取之道。然而，現今資料管理系統的結構、方法和技術已無法滿足研究人員對高性能、大量分散儲存與分散處理能力的要求。因此，架構在計算格網 (Computing Grid) 的基礎上，發展出資料格網（Data Grid）的構想，以期解決上述所面臨的問題。

同樣的問題也發生醫療資料上，大量的醫療資料日以繼夜的產生，而這些醫療資料對於疾病預防、醫療保健服務與技術的發展具有相當的重要性，過去的醫療資料都是以紙本的方式記錄，不但容易遺失損毀且無法有效率的進行分析，隨著資訊科技的發展由紙本演進到數位化紀錄，提升了儲存的品質與資料的可用

性，但是仍然侷限於各自獨有的醫療資料，未能加以整合，因此無法發揮這些醫療資料的最大效用，所以我們提出建構醫療資料格網的構想並建構一個通用的平台，讓分散在各地的醫療機構可以透過這個平台，對這些大量的醫療資料進行有效的整合、儲存、管理與分析。

3.2.2 資料倉儲 Data Warehouse

Data Warehouse 本身是一個非常大的資料庫，它儲存著由組織作業的資料庫中整合而來的資料，特別是指從線上交易處理(OLTP)系統所得來的資料。將這些資料轉換與整合放於資料倉儲中，而組織的決策者則利用這些資料作決策的參考。資料倉儲具有整合性資料（Integrated Data）、詳細和彙總性的資料(Detailed and Summarized Data)、歷史資料、解釋資料的資料（Metadata）。藉由 Data Grid 蒐集各地的醫療資料後，會經由 API 定期更新 Data Warehouse 的資料，而 Data Warehouse 就像一個倉庫一樣，整合與存放 Data Grid 的所有資料與特定 Data Mart 所產生的資料，並且儲存 Data Mining 完成後的資訊。

3.2.3 資料超市 Data Mart

Data Mart 所涵蓋的範圍比資料倉儲小，資料的範圍為整個醫療資料的部分特定資料，而此種倉儲模式為 Data Warehouse 的一個子集，一般僅提供部分資訊給某一群使用者或某一部門使用，以符合各個醫療內部的特殊需求。在此我們依據各醫療單位的需求，去建置不同的 Data Mart，再用 OLAP 和 Data Mining 做分析或是直接將結果存回 Data Warehouse 中。

3.2.4 資料挖掘 Data mining

資料挖掘為資料分析的一種技術，可用來找出資料中隱藏的資訊，因此我們藉由資料挖掘的演算法去分析醫療資料並找出醫療單位所想要的資訊。資料挖掘有許多不同的演算法，我們使用了關聯法則中最著名的 Apriori 演算法來處理，例如要找出哪一類的病人容易有心血管方面的疾病，我們可以藉由血壓、血型、體重、家族病史等等的屬性，從中找出關連法則。

此外利用群組化的 K-means 演算法，將屬性資料加以分群，我們就可以看出哪類的病患容易得心血管疾病，藉由資料關連及分群的結果，我們用其發展有效的決策支援系統，以輔助醫師對病患的症狀做更正確的判斷與治療，除了對醫療行為的輔助之外，透過這些醫療資料的分析找出疾病發生的關鍵要素，以便相關單位及早進行疾病的預防措施，以及配合健保政策的擬定。

4. 實驗與結果

目前我們建立了四台 Grid 主機皆為 Linux 的作業系統，與一台 Windows Server 2003 作為資料倉儲主機進行實驗。因為醫療資料目前是以 XML 格式檔案儲存，因此當我們從 Data Grid 中擷取醫療資料時，必須經過程式的轉換，將原本 XML 格式檔案中的資料擷取出來匯入資料倉儲中，並使用 OLAP 建立與設計分析模型，再使用資料挖掘演算法去分析資料找出關聯規則，最後將結果放入資料倉儲中。而 API 會進行資料更新並擷取分析完的資料放入 Data Grid 中，以提供醫療人員取用資料。上述實驗流程如圖 3 所示；圖 4 為將原始醫療資料由 XML 檔案轉換存入資料倉儲的畫面，因為原始的 XML 無法直接使用，我們必須先在資料庫設計好對應的欄位來儲存需要的資料；圖 5 為規劃之資料倉儲的星狀綱要(Star Schema)；圖 6 為 OLAP 的畫面；圖 7 為使用關聯法則所產生的實驗結果。

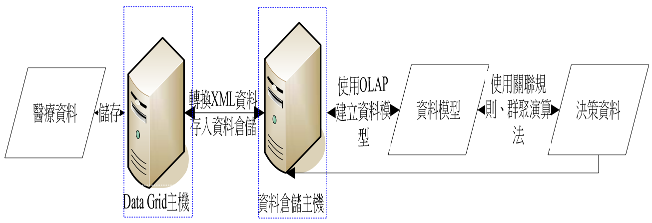

圖 3：實驗流程圖

Hospital	Hospit...	copyTime	title	Person_Id	Pers...	Patient_ID	P...	Patie...	Patient_...	Pat...	Char_No	Admissio...	Admissi...	Admi
特約醫院	1806007	200408151...	CV Dischar...	A249346271	黃醫師	C156689987	M	李XX	1929/09/20	,	01368334	2004/08/15	心臟內科	W55-
特約醫院	1806007	200603271...	CV Dischar...	C207609033	周醫師	C172073505	M	鄭XX	1928/12/17	A,+	01543169	2006/03/27	心臟內科	W55-
特約醫院	1806007	200602041...	CV Dischar...	T123679653	林醫師	X139447267	M	莊XX	1930/03/14	,	01527532	2006/02/04	心臟內科	W55-
特約醫院	1806007	200402182...	CV Dischar...	B130841360	邱醫師	Y105003832	M	許XX	1935/03/28	,	01315421	2004/02/18	心臟內科	W55
特約醫院	1806007	200509190...	CV Dischar...	N129629250	張醫師	Y118942142	M	張XX	1931/09/24	,	01487692	2005/09/19	心臟內科	W55-
特約醫院	1806007	200606150...	CV Dischar...	6	陳醫師	Y156891984	M	石XX	1918/06/10	A,+	01568109	2006/06/15	心臟內科	CCU-
特約醫院	1806007	200504242...	CV Dischar...	F182013514	李醫師	Y192376522	M	唐XX	1925/03/15	,	01442503	2005/04/24	心臟內科	W55-
特約醫院	1806007	200401051...	CV Dischar...	L137609064	林醫師	X227679055	F	蔡XX	1928/07/26	,	01302975	2004/01/05	心臟內科	W45-
特約醫院	1806007	200402150...	CV Dischar...	Q127770050	韓醫師	X193346625	M	游XX	1919/06/08	O,	01314334	2004/02/15	心臟內科	W55
特約醫院	1806007	200607250...	CV Dischar...	R195457823	蘇醫師	I120699355	M	林XX	1988/01/29	O,	01581012	2006/07/25	心臟內科	CCU-
NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	N...	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

圖 4：資料轉換畫面

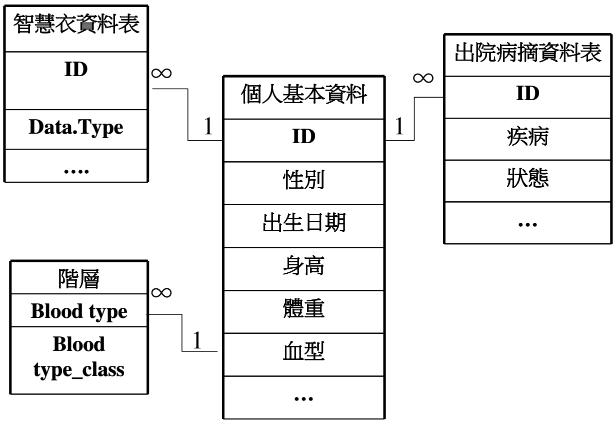

圖 5：資料倉儲星狀綱要

圖 6：進行 OLAP 的畫面

```
Patient_Sex=M <-  (100.0, 90.0)
Hospital=特約醫院 <-  (100.0, 100.0)
Hospital=特約醫院 <- Patient_Sex=F  (10.0, 100.0)
Patient_Sex=M <- Height=162.0  (10.0, 90.0)
Hospital=特約醫院 <- Height=162.0  (10.0, 100.0)
Patient_Sex=M <- Height=164.0  (10.0, 90.0)
Hospital=特約醫院 <- Height=164.0  (10.0, 100.0)
Patient_Sex=M <- Height=157.0  (10.0, 90.0)
Hospital=特約醫院 <- Height=157.0  (10.0, 100.0)
Patient_Sex=M <- Height=155.0  (10.0, 90.0)
Hospital=特約醫院 <- Height=155.0  (10.0, 100.0)
Patient_Sex=M <- Height=178.0  (10.0, 90.0)
Hospital=特約醫院 <- Height=178.0  (10.0, 100.0)
Patient_Sex=M <- Height=156.0  (10.0, 90.0)
Hospital=特約醫院<- Height=156.0  (10.0, 100.0)
Patient_Sex=M <- Height=163.0  (20.0, 90.0)
Hospital=特約醫院 <- Height=163.0  (20.0, 100.0)
Patient_Sex=M <- Height=158.0  (20.0, 90.0)
Hospital=特約醫院 <- Height=158.0  (20.0, 100.0)
Hospital=特約醫院 <- Patient_Sex=M  (90.0, 100.0)
Patient_Sex=M <- Hospital=特約醫院  (100.0, 90.0)
Patient_Sex=M <- Height=162.0 Hospital=特約醫院  (10.0, 90.0)
Patient_Sex=M <- Height=164.0 Hospital=特約醫院  (10.0, 90.0)
Patient_Sex=M <- Height=157.0 Hospital=特約醫院  (10.0, 90.0)
Patient_Sex=M <- Height=155.0 Hospital=特約醫院  (10.0, 90.0)
Patient_Sex=M <- Height=178.0 Hospital=特約醫院  (10.0, 90.0)
Patient_Sex=M <- Height=156.0 Hospital=特約醫院  (10.0, 90.0)
Hospital=特約醫院 <- Height=163.0 Patient_Sex=M  (18.0, 100.0)
Patient_Sex=M <- Height=163.0 Hospital=特約醫院  (20.0, 90.0)
Hospital=特約醫院 <- Height=158.0 Patient_Sex=M  (18.0, 100.0)
Patient_Sex=M <- Height=158.0 Hospital=特約醫院  (20.0, 90.0)
```

圖 7：實驗結果

5. 成果討論

- 處理醫療資料可以說是相當複雜的程序，因為這些資料分散在各個資料庫中，而且格式、功用也都各有不同，因此在面對這些龐大的異質資料時，我們需要和參與的醫院進行密切的討論，瞭解每個資料表的規格意義，以及如何進行資料清理及彙整，如此才有好品質的資料，進一步才能找出有價值的資訊。
- 由於分析疾病資料是需要相當的專業知識才有辦法去判斷所找出的規則是否有意義，我們需要考慮不同疾病的特性、用藥方式、療程等才能對症下藥，因此必須和參與的醫師們進行溝通，針對他們要解決的問題，利用資料挖掘的技術及方法來提供合適的決策支援並找出真正有用的規則來。且因目前的醫療資料仍有部份未數位化，需要人為的輸入，以致資料量不足，不容易找出較有意義或可供參考的規則。
- 對於醫療應用來講，所找出規則的正確性及可用性將是一個很重要的因素，因此我們將需要與參與計畫的醫師與醫院更密切的合作和實驗，並透過真實資料的評量，針對不同規則的屬性來給予正確性及可用性的門檻，透過不斷的修正以找出最佳且有用的規則來。

6. 結論與未來研究

我們所提出的醫療格網平台可以開發資料挖掘技術與方法來提供醫療決策支援系統，目前第一階段所建立的雛型系統可以提供醫療人員在慢性心血管疾病的醫療資料整合，經過OLAP的線上分析、資料排序及多維度展示的功能來提供醫事人員和本系統研究人員進行資料分析的探討。但是系統的可用性和準確度，仍然取決於醫療知識如何和決策支援系統結合的程度而定。這個醫療決策支援系統建立於醫療格網的基礎上，只要各醫療院所加入醫療格網，透過各醫療院所之電腦及網路，就可使用此醫療決策支援系統，因此很有實際上的應用價值。在各醫療機構導入之後，可以幫助病人、醫師、醫療院所做更佳的疾病預防、保健與醫療服務的改善。我們希望在完成第三階段以後可以達到協助醫療人員做決策參考的目標，但是需要取得足夠的完整醫療資料，才能夠真正達到系統的目的。未來醫院之間的資料整合與格式統一，也是醫療格網能夠發揮效果的關鍵，否則靠資料的對應和轉換會降低成效，對於能否大量推廣使用的影響很大。

致謝: 本論文是國科會之專題計畫成果，計畫編號 NSC95-2218-E-007-025.

參考文獻

[1] K. Ali, S. Manganaris, and R. Srikant, “Partial Classification using Association Rules,” Proc. of the

3rd Int'l Conference on Knowledge Discovery in Databases and Data Mining, August 1997, Newport Beach, California, USA.

[2] Russ B. Altman, "The Interactions Between Clinical Informatics and Bioinformatics: A Case Study," J. Am Med Inform Assoc. 2000 Sep–Oct; 7(5): 439–443.

[3] C.Y. Chang, B.Z. Huang, S.Y. Shih, C.J. Lee, M. Chao, and D.L. Yang, "Using OLAP to Analyze the Learning Process of a Web-based Learning System," Proceedings of 第四屆電子化企業經營管理理論暨實務研討會, Jun. 2003, Changhua, Taiwan.

[4] P.T. Dai, J.L. Chu, S.J. Lin, H.B. Chang, and D.L. Yang, "Construction and Analysis of a Data Warehouse System for Customer Relationship Management," Proceedings of 第四屆電子化企業經營管理理論暨實務研討會, Jun. 2003, Changhua, Taiwan.

[5] Hillol Kargupta, Brian Stafford, and Ilker Hamzaoglu, "Web Based Parallel/Distributed Medical Data Mining Using Software Agents," American Medical Informatics Association Fall Symposium, 1997.

[6] I.S. Kohane, "Bioinformatics and clinical informatics: the imperative to collaborate," J. Am Med Inform Assoc. 2000 Sep-Oct; 7(5):512-516.

[7] Nada Lavrac, "Selected Techniques for Data Mining in Medicine," Artificial Intelligence in Medicine, Vol. 16, pp. 3-23, 1999.

[8] R. S. T. Lee and J. N. K. Liu, "iJADE eMiner - A Web-based Mining Agent based on Intelligent Java Agent Development Environment (iJADE) on Internet Shopping," Advances in Knowledge Discovery and Data Mining (Lecture Notes in Artificial Intelligence series LNAI2035), pp. 28-40, Springer-Verlag, 2001.

[9] His-Chiang Li and Don-Lin Yang, "Effective Preprocess for Incremental Mining of Association Rules with Dynamic User-Specified Supports," Proceedings of 第二屆台灣智慧科技與應用統計研討會, Jun. 2004, Taiwan.

[10] M. Lloyd-Williams, "Case Studies in the Data Mining Approach to Health Information Analysis," IEE Colloquium on Knowledge Discovery and Data Mining, Vol. 1, PP. 1-4, 1998.

[11] M. Mehta, R. Agrawal, and J. Rissanen, "SLIQ: A fast scalable classifier for data mining," In Proc. 1996 Intl. Conf. on Extending Database Technology (EDBT'96), March 1996.

[12] W. Panko, J. Silverstein, T. Lincoln, "Technologies for Extracting Full Value from the Electronic Patient Record," Proc. of the 32nd Hawaii Int'l Conf. on System Sciences, Track 4, Jan. 1999.

[13] P.C. Pendharkar, J.A. Rodger, G.J. Yaverbaum, N. Herman, and Benner, "Association, Statistical, Mathematical and Neural Approaches for Mining Breast Cancer Patterns," Expert Systems with Application, Vol. 17, pp. 223-232, 1999.

[14] E. A. Rundensteiner, A. Koeller, and X. Zhang, "Maintaining Data Warehouses over Changing Information Sources," Communications of the ACM, Vol. 43, No. 6, Jun. 2000.

[15] M. Saraee, G. Koundourakis, B. Theodoulidis, "EasyMiner: Data Mining in Medical Databases," IEE Colloquium on Intelligent Methods in Healthcare and Medical Applications, 1998.

[16] Don-Lin Yang and Kan-Mia Yang, "Design and Implementation of a Multi-Tier Data Mining Framework - A Prototype on Course Management," Proceedings of the 6th Conference on Artificial Intelligence and Applications, pp. B4~5, 2001, Taiwan.

[17] Don-Lin Yang and Chia-Ching Wu, "A Framework for Mining Multiple-level Association Rules," Proceedings of The Fifth Conference on Artificial Intelligence and Applications, Nov. 2000, Taipei, Taiwan.

[18] C. Zhang, X. Yao, and J. Yang, "Evolving Materialized Views in Data Warehouse," Proc. of IEEECongress on Evolutionary Computation (CEC'99) , July 1999, Chicago, USA.