

葉慶隆、林國中、蔡慧貞、莊茵婷 (2017),『以知識工程方法設計與實現語意網架構之電子病歷交換服務』,《中華民國資訊管理學報》,第二十四卷,第三期,頁 273-306。

## 以知識工程方法設計與實現語意網架構之 電子病歷交換服務

葉慶隆

大同大學資訊工程學系

林國中

鴻海精密工業股份有限公司

蔡慧貞\*

台北海洋技術學院數位遊戲與動畫設計系

莊茵婷

大同大學資訊工程學系

### 摘要

衛生署在 2009 年推動醫療影像報告、血液檢驗報告、門診用藥紀錄及出院病摘等 4 項之電子病歷交換標準,其方法為將分散儲存於各醫院之病歷資料,建置交換中心 (EEC) 提供跨院區索引集中查詢。但因民眾大都選擇當下方便的且即時的醫院就醫,導致每位病患之病歷項目繁多,醫師在透過健保卡尋找院外電子病歷時,往往出現很多的歷史病歷清單,醫師又得花費許多時間在調閱資料上,才能找到符合自己需求的病歷資料;也因此降低了門診醫師使用 EEC 平台的意願。本研究旨在設計推薦調閱系統來解決現行醫師在 EEC 平台上調閱所需病歷不易問題。首先,使用 CommonKADS 知識工程方法論來找到醫師在問診時的領域知識,並進而設計專屬之問診知識集,作為發展電子病歷交換推薦調閱介面的設計基礎。其次,設計推薦電子病歷交換平台之有效管理系統,來承載大量資料。再來,發展推薦調閱規則之 SPAQRL 語言,針對運用現行存在 EEC 平台下載之電子病歷 XML 檔案,擴大應用各醫院間已簽章之電子病歷資料;最後,運用 RDF 相關技術來承載 SPAQRL 查詢語言,進而提升 EEC 平台查詢調閱之效率與精確度。

**關鍵詞:** 知識分享、社會網絡分析法、虛擬社群、論壇

\* 本文通訊作者。電子郵件信箱: tsai.huichen@gmail.com  
2013/06/5 投稿; 2016/02/15 修訂; 2016/05/18 接受

Yeh, C.L., Lin, K.C., Tsai, H.C. and Chuang, Y.T. (2017), 'Knowledge engineering approach to design and implementation of semantic web architecture for EMR exchange services', *Journal of Information Management*, Vol. 24, No. 3, pp. 273-306.

# Knowledge Engineering Approach to Design and Implementation of Semantic Web Architecture for EMR Exchange Services

Ching-Long Yeh

Department of Computer Science and Engineering, Tatung University

Kuo-Chung Lin

Hon Hai Precision Industry Co., Ltd.

Hui-Chen Tsai\*

Department of Digital Game and Animation Design, Taipei College of Maritime Technology

Yin-Ting Chuang

Department of Computer Science and Engineering, Tatung University

## Abstract

**Purpose**—This study aims to design systems to solve the current recommended access to physicians in the EEC internet access to needed medical difficult problem.

**Design/methodology/approach**—This study used CommonKADS knowledge-engineering methodology to locate the domain of the physician in diagnosed enquiry, and then, design an exclusive enquiring science anthology as a basis of accessing interface to develop, exchange, and recommend the EMR. Secondary, design and recommend an effective managing system of the EMR exchanging platform to carry bulk data, and then, develop and recommend the SPARQL language of the accessing rules, aiming at the existing EEC platform to download the XML file of EMR, so as to broaden the inter-hospital application of the signed EMR. Finally, use RDF-related technology to carry SPARQL-enquiring language, and further to enhance the enquiring

---

\* Corresponding author. Email: tsai.huichen@gmail.com

2013/06/05 received; 2016/02/15 revised; 2016/05/18 accepted

and accessing efficiency and precision of the EEC platform.

**Findings**— In this study, introducing EHR interoperability through empirical findings, the use of XML files generated by the application in practice to expand the extension of applications, not only can improve the exchange of electronic medical records when physicians willingness to see the doctor, and can increase the accuracy of access to medical records and timeliness, access to external medical physicians no longer need to wait for a long time, saving time outpatient medical records transfer, the more time spent on interrogation, and thus enhance the doctor-patient relationship, but also provides a platform to use existing EEC some sort of relief program on the predicament faced,

**Research limitations/implications**— In this study, access to electronic medical records exchange, Taiwan is currently only implemented EHR environment as an object, and only in line with national health care system, whether or not covered by a health or social limits of national health care systems of the advanced countries of this study; others present Research is currently only physicians access to electronic medical records at the clinic recommended as a reference design that is appropriate for the problem of other medical specialties, is another limitation of this study.

**Practical implications**— Conclusions from the study seen by the results of this study may expand Taiwan's electronic medical records exchange file existing range of applications; future studies will, through a wider range of medical experts in the field of knowledge development, and a combination of these faces with rich semantics of RDF files of Cloud Applications, Taiwan will forward the information to the electronic medical record massive cloud computing, and to develop national health policy, community disease prevention, medication safety and other fields.

**Originality/value**— This study will be converted into electronic medical records XML file RDF Schema agent, not only can effectively address the plight of the operation of the existing EEC, but can be expanded to extend the application of electronic medical records, the development of an effective system of electronic medical records can be recommended to improve doctor-patient relationship

**Keywords:** knowledge engineering, semantic web, emr exchange services

## 壹、緒論

EMR 是一種經過電腦化存在醫院且支持醫師進行護理照護工作的醫療紀錄 (Dave & Mike 2005)，其常常是存在本地醫院醫療資訊系統，且可以允許醫師在依照病患病情與醫師判斷來進行部分資料的儲存、檢索和修改 (Wikipedia 2015)。近年來被常提出作為傳統紙本病歷在交換時，因需要透過複印、傳真以及運輸，導致成本增加，且美國規定病歷需保存 7 年，因此引發醫院管理單位與醫師積極尋找更方便之病歷輸入方法，以及思考如何可以減少大量的病歷儲存空間 (U.S. Department of Health Centers 2009)。綜觀現今部分文獻中大多並無明確指出 EMR 帶來效率多寡，且對在美國成功實施 EMR 比率只有 1.5% (Healthcare Interoperability Glossary 2015)；但經研究估計導入 EMR 政策，每年可以提高醫院 6% 效率 (Ashish et al. 2009)，普遍上大多也認為導入 EMR 將帶來管理上的利益，所以美國聯邦政府、保險公司和其他大型醫療機構均大力推廣採用 (EMR John 2006)。

近幾年來電子病歷發展技術中電子病歷實施的因素有三，包含「保護病人隱私」、「安全紀錄資訊」、以及「揭露適當的醫療資訊」等三大議題 (In & Aziz 2009)。而在安全紀錄病患資訊與醫療資訊適當揭露議題中，電子病歷系統更是對病患、醫師和醫療機構具有潛在的實質效益 (Healthcare Information and Management Systems Society 2003)。HL7 (Health Level Seven) 是醫療操作性訊息交換的國際標準 (Lucas 2015)，包含了 HL7 V2.x、V3.0、HL7 RIM 等標準格式 (HL7 2015)；HL7 協會原規定每年需支付一定的會員費用加入組織 (HL7 2012)，才能運用這些標準，到了 2012 年 9 月 4 日，HL7 協會宣布陸續放寬這項政策 (Wikipedia 2015)，並加強推廣操作性標準實現 (California HealthCare Foundation 2011; Robert 2015)。HL7 主要在解決本地醫院和其他醫療服務提供者，但卻因系統不同以及詞彙不同產生無法交換問題 (E.M.R. Exchange Center 2015)。而這些靈活的標準、準則和方法，卻可以確保醫療資訊系統可以互相溝通，包含概念標準、文件標準、應用標準和通訊標準。通訊標準因定義了信息是如何從本地醫院到其他醫院之包裝和溝通方式，顯得特別重要，因此讓資訊共享並具備處理的統一方式，是目前讓醫療機構可以共享臨床信息最重要目的 (Department of Health 2015)。隨著 Web-base 服務興起，也帶動許多醫療健康照護系統在新興系統與手持式裝置服務上，雖然這些系統並未使用 HL7 標準，但因分享的醫療資源與相容性的需求聲浪，相信 HL7 標準亦將大量被要求實踐在這些服務 (HL7 IP Policy 2015)，也因此構成電子病歷交換的必要條件為導入 HL7 標準。當醫院導入 EMR 時，EMR Exchange 的需求便因應而生，EMR 讓存在資訊

系統的病歷在醫師視病情需要時可以不斷更新及具備跨院區交換能力，更有利於醫療保健服務設備的管理 (U.S. Department of Health Centers 2010)。此外透過 EMR 資料可以在病患隱私獲得保障下支持統計分析工作，提高醫療服務品質，協助醫療資源管理和公共衛生政策的監控 (Hamdan et al. 2010)。

在實施電子病歷的互通交換議題中，還有一項重要的研究議題為病患「資料隱私」；而在就醫病患的隱私權保護議題中，資料隱私被認為是科技和權利之間的相關演化 (Kealy & Kelliher 2007)；且在今日民眾權益高度重視時代，許多的法律規章中，將就醫病患的隱私列為重要的議題，同時也是今日電子病歷系統設計上的重要考量因素，因此本研究之電子病歷互通即是在「確保病人隱私」、「安全紀錄資訊」、以及「揭露適當的醫療資訊」等三大前提下來推行，以提高其價值。

現行台灣實施電子病歷交換最有利的條件為衛生署於 2009 年啟動電子病歷互通專案，並公告了 4 張交換格式，包含：血液檢驗類、出院病摘類、醫療影像類、門診用藥類；期望各醫院將病人之病歷製作完成後，加上醫事人員與醫療院所電子簽章後，將已簽章電子病歷上傳至電子病歷交換中心 (EEC)，同時在病患同意下，醫師可以即時於網際網路上所提供之 Web 服務，來調閱他院的電子病歷，如此民眾更換醫院時，不需再重新做檢查，可以節省醫療資源浪費，以及節省就醫的時間。

圖 1 為產生電子病歷交換所需 XML 檔案程序，其表達了醫師於醫令完成病歷製作後，需以醫事人員憑證進行簽章，再由醫療資訊系統中產生 XML 檔案，並傳送至電子病歷管理系統進行 XML 格式檢查；若是醫療影像類，則需要透過演算法取得 hash 摘要，並加上醫事機構卡簽章後，將各類電子病歷互通資料傳送至 EEC 平台，以供其他醫院醫師調閱使用。當病人至醫療院所求診時，有需要進行外部病歷調閱時，醫師則透過網際網路來登入 EEC 平台上之電子病歷交換系統，並驗證完醫事人員卡後，在病人同意下，插入病人健保卡驗證，醫師便可在平台所顯現的某病人所有就醫資料中，挑選所需要的類別項目，調閱目前存於 EEC 平台上所有的電子病歷索引，再由各家醫院上傳提供其他細部病歷或是影像。或是，採用院內所設置的 EEC 交換平台並透過掛號資訊，先行調閱存檔，提供後續診斷病人病情上使用。政府推行本項措施，主要是期望透過電子病歷的實施，醫療院所可將電子病歷上傳至電子病歷交換平台，可減少醫院行政管理作業成本與儲存空間及整合病患分散於各醫療機構之病歷資料，降低醫療資源的浪費，進而提供病人高品質的醫療服務。

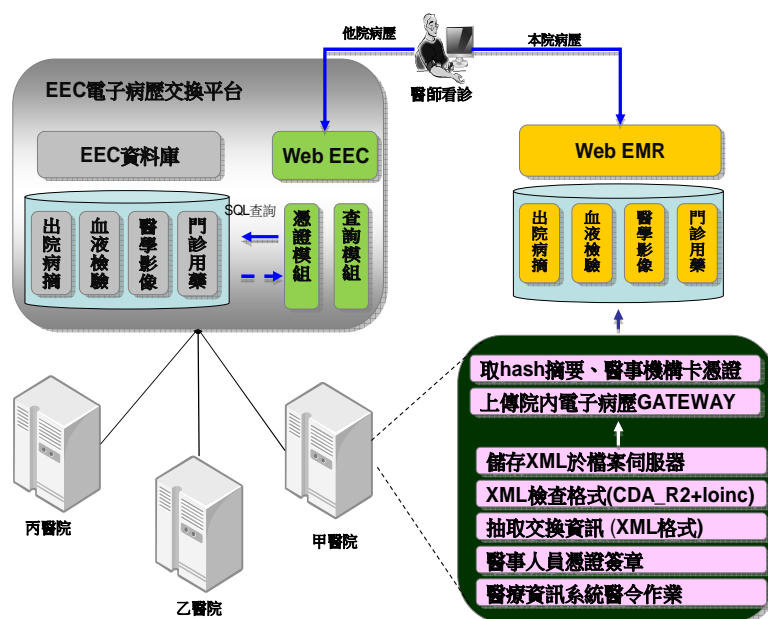


圖 1：電子病歷交換 XML 檔案來源示意圖

經過多年的努力台灣 EMR EEC 目前使用現況，參與電子病歷互通交換成功的大型醫院已經高達 87 家；卻因上傳 EEC 平台之已簽章之電子病歷為 XML 檔案格式，且目前在台灣醫療領域對於 XML 檔案延伸應用不足，對電子病歷已簽章檔案管理仍就欠缺經驗與知識，發展醫療相關應用仍處於剛萌芽階段，加上現行介面的呈現與操作上是透過健保卡、醫事人員卡認證後，就把該病人所有各醫院就診已交換病歷全數呈現，導致同一病人病歷繁多，造成醫師想調閱資料卻不易找尋、查詢效率低、精確度低、等待時間過長等重大議題，影響了國內發展電子病歷之效益。綜合上述歸納目前台灣 EMR EEC 面臨的問題為：

1. 傳輸時間過長的議題：醫學資訊越來越精細，醫學影像越來越精密，導致大量傳輸頻寬需求，且因台灣健保體制下資料豐富，且資訊儀器設備推陳出新，也相對形成醫療資訊傳輸品質需求越來越高。因此造成系統效能與網路頻寬陸續無法負荷，導致 EEC 平台提供查詢的執行效率不佳。
2. 使用操作介面問題：現行的平台上顯示病歷清單，並沒有提供給醫師使用上按照醫院聲望、儀器設備精細度、身體部位、宣告實施類別、關鍵字等排序的功能，導致醫師使用上有操作不易之問題（Department of Health 2015）。
3. 病歷不易找尋議題：現行 EEC 平台查詢介面，當醫師查詢時，會將所有已交換的病歷列出，供醫師進行挑選。其中議題包含醫師在單一人眾多的電

子病歷交換資料中，無法準確挑選出所需的病歷；同一個人、同一個求診紀錄有多筆交換的電子病歷，無從挑選；醫師無法在診間等待過長的電子病歷交換，無法有效準確的找到所需的病歷。

為了解決上述問題，本研究目的規劃三層次之系統模型來改善調閱的效率以及調閱的精準度，如圖 2 所示，圖中並說明電子病歷交換業務與 IT 的相關性：

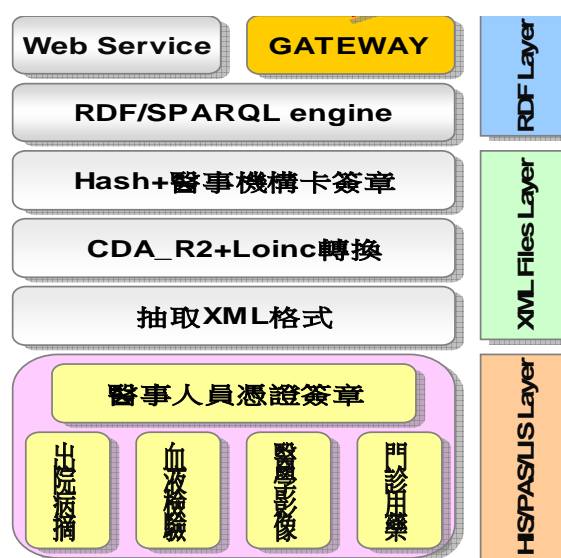


圖 2：研究中採用三層式架構改善電子病歷應用示意圖

1. HIS/LIS/PACS Layer：日常交易系統層，包含了醫療資訊系統（HIS）、實驗診斷系統（LIS）、醫學影像系統（PACS）之日常作業層，此層對於電子病歷交換整體而言，主要是提供醫師製作完病歷後，提供簽章的場所，並產生 XML 檔案後，傳輸至電子病歷伺服器。
  2. XML Files Layer：由 HIS/LIS/PACS Layer 中，依照電子病歷交換之 XML Schema 在關聯式資料庫中，抽取相關資料欄位，並通知醫師、檢驗師、放射師進行電子簽章。系統再批次執行上傳前格式檢查，包含 CDA\_R2、LONIC Code 等國際標準醫學代碼轉換；並取得醫學影像演算後之 hash 值等步驟均完成後，再加上醫事機構簽章。
  3. RDF Layer：將原本 XML 以檔案存在並提供查詢的傳統方式，轉換為 RDF 架構，並儲存於大型 RDF 儲存體；主要工作在開發電子病歷互通交換之 XML 切割代理程式，以及設計有效的 SPAQRL 查詢語言，並嵌於 Web 頁面，主要目的為改善效能以及增加未來的延伸運用。
- 本研究為改善電子病歷交換效率語精準度，以知識工程方法論與三層語意式

架構來達到本研究目的。首先運用 CommonKADS 解決問題的知識工程方法論來找到醫師調閱病歷的 Domain Knowledge；其次發展醫師調閱病歷所需之 Knowledge Task，開發調閱病歷所需之 Knowledge Agent，作為推薦介面的設計基礎；再來針對各醫療院所發展之電子病歷 XML Schema，將之進行對照轉換處理後，轉換為 RDF 架構以及 SPAQA 等查詢語言；最後發展電子病歷調閱推薦系統，並評估是否可滿足醫師看診之相關需求，並評估改善後的效益。如此可以讓醫師有更多的時間進行病情診斷，提高了醫師推行電子病歷交換的意願，以期整合醫療資源，減少國民健康保險醫療支出，也讓國民醫療品質進而提升。

## 貳、文獻探討

### 一、病歷與電子病歷互通

病歷是指醫事人員於執行業務或從事醫療活動時所記載製作的各種紀錄文件之總和 (Tsai et al. 2009)。電子病歷是以數位的方式紀錄病患病歷中的內容，用以取代原有的紙本病歷紀錄的方式 (Tri-Service General Hospital 2015)。電子病歷的資料設計主要是依據臨床醫師的工作流程和所有涉及電子病歷作業參與者的業務需求而定 (Clyde 2010)。電子病歷交換為提供以病人為中心的電子病歷，包含醫療過程中的各種健康資料，其資料來源可為本院內或不同院區的醫院資訊系統或電子病歷系統，來協助醫療專業人員之臨床診斷治療等相關活動。

電子病歷的發展歷程從自動化病歷、電腦化病歷、電子化病歷、電子病患紀錄到電子健康紀錄，其中電子化病歷發展至電子病患紀錄與電子健康紀錄的主要特點為電子病歷可整合病患於不同醫療院所與相關單位所留下的病歷 (Hwang et al. 2009)。電子病歷之生命週期包含：(1)看診患者描述病情；(2)醫師需遵守的道德；(3)依法執行避免濫用權力行為；(4)授權獲得醫療紀錄分析病情並加入病歷；(5)病人有進入自己的醫療紀錄權力；(6)法律可以保護病人的權利；(7)法律規範醫療紀錄與批價內容；(8)將分析及準備適用的法律；(9)分析存取的安全性要求；(10)透過資訊科技實現醫療紀錄安全性需求；(11)透過資訊科技保存醫療紀錄並解決問題等，如圖 3 (Hamdan et al. 2010)。

為推動電子病歷互通性之重要基礎，醫學資訊能否交流與分享主要取決於語法與語義兩個方面；語法是指通訊的結構、拼寫和文法真有相同的規則，用於傳達通訊的意義 (Wen et al. 2009)。要達到成功的訊息交換需要包括：(1)使用可提供整合性訊息的資訊系統；(2)使用被廣泛接受的交換標準；可用於組織間整合資訊的交換；(3)區域組織網路：醫療專家和其他醫療機構可以透過區域組織網路而安全的交換醫療與非醫療的資訊 (Guo et al. 2004)。有關電子病歷的存取操作性，定義為每個診間看診的病歷，都透過 EMR 系統與 EMR 資料庫，來提供保險



公司或是跨院區合作存取交換病歷。且過程涉及了四大實體議題，包含 EMR 系統、安全控制、操作 GUI 介面、需求元素等 (Hamdan et al. 2010)。

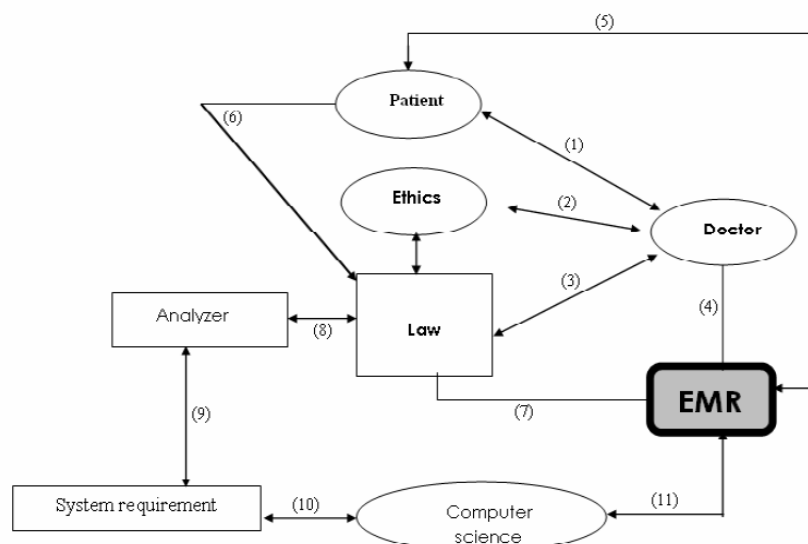


圖 3：電子病歷生命週期 (Hamdan et al. 2010)

國內電子病歷交換系統架構 (Huang & Liou 2004)，首先參與交換之醫院應建置一部病歷交換主機，需具備對交換訊息標準有編碼及解碼的功能，提供對欲傳送之訊息加密及接收到的訊息解密；能與其他醫院的病歷交換主機及服務中心的索引伺服器互相溝通，藉以傳送及接收訊息；能依查詢的條件，由醫院資訊系統取出所需的病歷資料，適合由衛生主管機關統一建置一套共同的模組再交由各醫院自行建立擷取院內病歷的部分。採用之醫療資料交換標準有 (Cheng et al. 2004)：(1) 訊息類，如 HL7-醫療文字、DICOM-醫療影像、X12N-財務、與 HIPAA 交易等、NCPDP-處方、與藥劑等、與 IEEE-臨床儀器、與資訊匯流排等；(2) 術語類，LOINC-檢驗等、SNOMED-病理等、UMLS-醫療、NDF-RT-藥物、RxNorm-藥物、ICD-10-CM 診斷；(3) 法規類，HIPAA-安全、與隱私權等。而台灣衛生署所公告交換架構如圖 4。

## 二、知識工程方法論

知識工程方法論 (Knowledge Engineering; KE) 是指在計算機系統中運用高層次的人員的專業知識來整合複雜的問題的過程 (Feigenbaum et al. 1983)。至 2007 年，KE 指的是建造、維護和發展知識系統 (Knowledge-Base System; KBS)

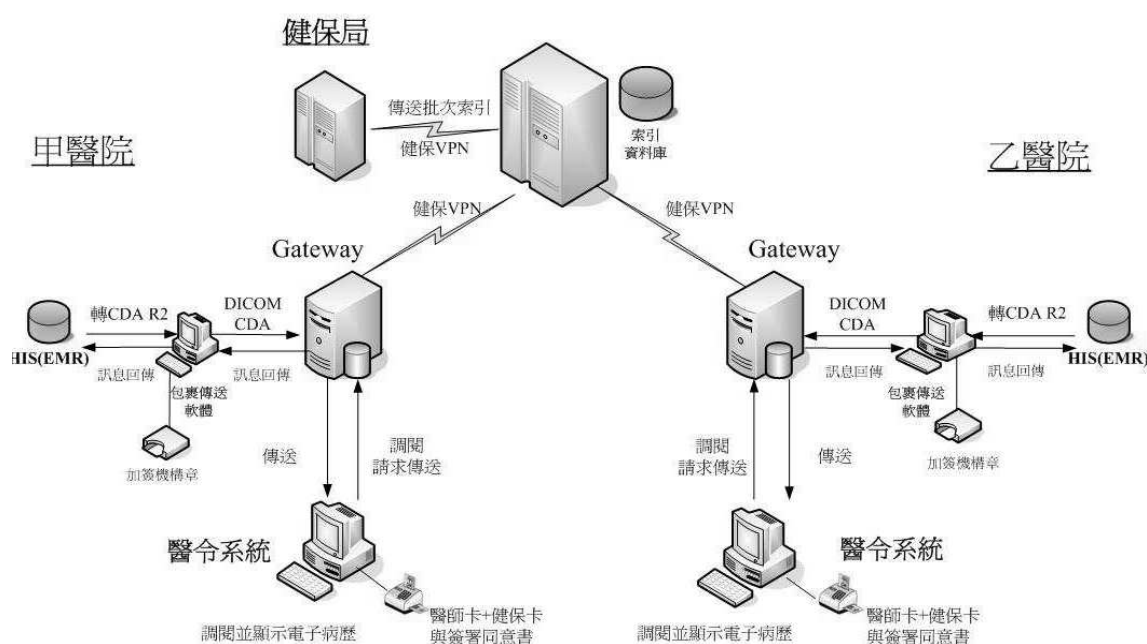


圖 4：衛生署公告之電子病歷現行交換架構（Department of Health 2015）

(Kendal & Creen 2007)。知識工程為在許多計算機科學領域中很常見實踐在人工智慧 (Negnevitsky & Michael 2005; Russell & Norvig 2003)。一個有效的知識理論模型應該能夠透過詳細的抽樣模型，來反映系統在真實世界中的特點 (Iglesias & Garijo 2008)。KBS 是經過正式的和結構化的專家的知識，就是所謂的知識基礎。一些基於知識的系統包括原知識或與知識有關的知識，也就是說，搜索的知識基礎和能力找到解決辦法的問題以智能的方式有其特定的條件，採用不同的解決策略，其組成包含 Inference Engine、Facts Base、User Interface 等 3 大項，如圖 5 (Carlos 2015)。因此建造知識工程系統時，通常需要一些有效的方法論，讓知識的創造能一步一步的具體實踐；而這些知識工程方法，應具備分析和更完整的知識探索過程。也因此知識工程包含了 Transfer View 與 Modeling View 兩種觀點 (Schreiber 2000)，其中 Transfer View 強調的是將人類工程技術上所需的智慧移轉到人工智慧的應用上，也是傳統觀點。Modeling View 強調的是知識工程師試圖模擬解決問題的某一領域之專家知識，本研究所採用的觀點是 Modeling View。

由於大多數的物件導向語言開發方式雖不成熟，因此本研究透過知識工程法或知識本體論的分析方法讓物件導向語言開發更有利基 (Fingar et al. 1997)。CommonKADS 是知識工程方法發展中規範語言和解決問題建模表現最突出的方法 (Wikipedia 2015)，由麻省理工學院所發展，廣泛應用於各專業領域之知識體

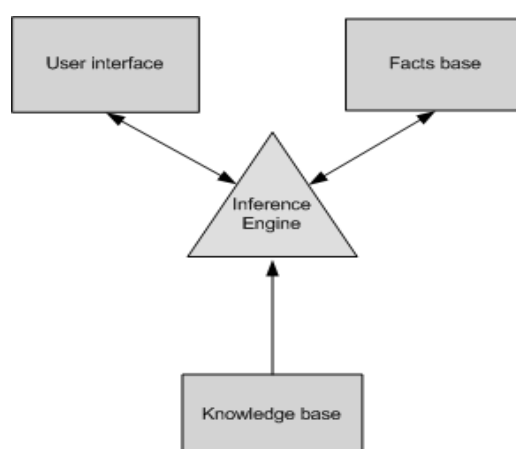


圖 5：應用知識解決問題方法（Carlos 2008）

發展，並且是針對解決問題之知識理論（Schreiber 2000）。因此本研究透過此項技術之創新運用，不僅可以很快速的得到這些醫師看診之專業領域知識集，並透過建立知識模型 CommonKADS 知識工程方法清楚且明白的發展過程來處理知識，主要目的是透過 CommonKADS 有效的六個模型來處理知識的發展過程（Carlos 2008）。運用 CommonKADS 的模型分析發現領域知識發展的機會和瓶頸，並有效分配和運用知識資源，同時還提供了一個詳細分析知識密集的任務和流程的方法，支持特定的業務流程的知識體系的發展（Schreiber 1999）。

CommonKADS 通常是使用在處理隱藏之知識或是專業領域核心，將之具體化有效實踐方法；其包含 Organization Model, Task Model, Agent Model, Knowledge Model, Communication Model, Design Model 等 6 個分析模型（Schreiber 2000）。因此在本研究案例中，將使用 CommonKADS Course slides 之 6 個建構知識體模型，將醫師看診中調閱病歷的經驗以及內隱知識，透過一套有系統的工程方法進行實踐。

### 三、語意網技術

Semantic Web 是由 W3C 所制定的國際標準，目的為促進全球資訊網上資料交換，主要是將大多數的非結構化或是半結構化的文件轉換為可提供交換的格式（W3C Standards Timeline 2015）。為促進全球資訊網上資料交換，其可分層建置在 W3C 的 RDF（Resource Description Framework）框架上（W3C 2015）。語意網的技術主要運用在一些資料的特殊處理領域包含：Resource Description Framework（RDF）、Web Ontology Language（OWL）與 Extensible Markup Language（XML）等，這些技術均可處理比 HTML 語言更多的描述性訊息，以

及有用的語意 (Wikipedia 2015)。語意網技術架構如圖 6，圖中說明了 Semantic Web 運用的實體結構以及各組件的功能和關係 (W3C 2015)。

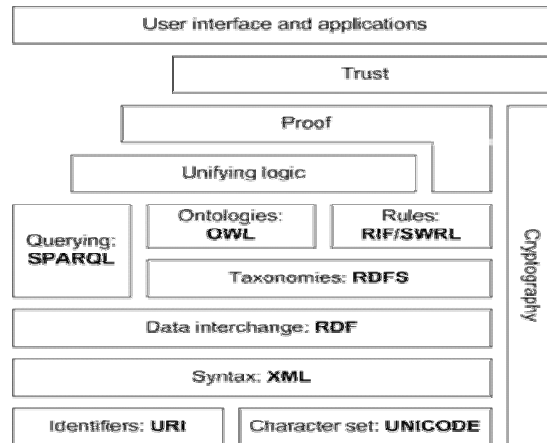


圖 6：語意網技術架構 (W3C 2015)

語意網技術將知識表示為一群結點 (node)，節點間則是靠有關係的弧線連結，且每個節點都有語意上的關連，如此索引語意便可以建立起概念空間 (Quillian 1968; Raphael 1968)。在利用 Semantic Web 表達知識的過程中，可先將知識分為 Semantic Web Theory 和 Schema Theory；其中 Semantic Web Theory 主張人類的知識是由概念節點和概念節點的聯結關係所形成的結構化網路；而 Schema Theory 認為人類以抽象的知識結構來表徵過去的行動或是經驗 (Morton & Bekerian 1986)。主因是記憶為一個複雜的語意網狀結構，包含了無數的結點與關係，一個結點就是一個概念，概念間依關係互相連結起來，形成更複雜的知識網路 (Collins & Loftus 1975)。而語意網技術可以採用知識本體論架構來實踐，依照知識的層次，將 Ontology 分為 4 層級 (Guarino & Giaretta 1995)；而 Ontology 所探討的研究對象為外在世界本質，也就是說事物的真相為何，同時需要認識論的驗證、方法論的支持 (Liu 2008)。

RDF 是由 W3C 組織所制定，其可廣泛應用在各種開發語言中，進行概念性的描述 Web 資源或是模型的方法 (W3C Standards Timeline 2015)。RDF 透過抽象模型以三維度的編碼方式來處理有規則的檔案格式或特殊資源，並將原來格式轉換為其他格式的方法 (Leslie 2011)。RDF 具備足夠能力可以簡單並抽象的模擬各種不同模型，也因此越來越多研究將其運用於知識管理程序上 (Harth & Decker 2005)。RDF 架構第一版標準，早在 1999 年 W3C 就已經和 XML 同時公告 (W3C Specification 2015)；但一直到 2010 年 6 月 W3C 成立了 RDF 的工作坊，

並獲得社群使用者大量回饋意見以及修正改善後 (W3C Workshop 2015)，陸續被世界各國圖書館收錄為重要的標準 (Széchenyi Library 2015)。其應用上 RDF 實作上相當具備彈性，可以不具備完整 URI 結構，或不具備完整 triples，也可以完成 RDF 的建構，也因此已漸漸成為 Semantic Web 之重要實作技術 (Xml3k in Wikipedia 2015; Redland RDF Library 2015; Named Graphs 2015)。SPARQL 是由 W3C 協會之 RDF DAWG 所制定，2008 年 SPARQL 1.0 正式成為 W3C 推薦標準 (W3C Semantic Web Activity News 2015)。其主要是用來做為檢索和操作 RDF 資料庫的有效查詢語言 (Jim 2006; Toby et al. 2009)。因此本研究選擇 SPARQL 語言作為將電子病歷交換之 XML 檔案轉換為 RDF 架構後之查詢語言。

本研究考量國內電子病歷交換標準，均具備 XML 標準語言的模組，符合語意網發展的條件，將研究專注於門診活動所產生的領域知識與經驗之累積，經由 CommonCADS 知識工程方法論的 OM 分析、TM 分析、AM 分析、KM 分析、CM 分析、DM 設計後；透過語意網技術來強化電子病歷應用之領域知識，採取統一模朔語言 (UML) 來進行需求發展、系統分析、系統設計，並滿足國際性標準互動能力。

## 參、需求分析

### 一、分析知識樣板

CommonKADS 知識工程方法論中，將知識密集任務的解決方案歸類為分析任務與合成任務等兩大類型。而在知識分析任務中設計了分類、診斷、預測、審查、監控等 5 種知識樣板；而在知識合成任務則有設計、計畫、分配、模組、排程等 5 種知識樣板。本研究邀請服務滿 10 年以上之專科醫師進行專家訪談，經過專家分析了解醫生在問診的行為中可能事先可以獲得一些資訊，但是並無法得知需要的病歷是哪一份，因此本研究選擇 CommonKADS 知識樣板中「合成 (synthetic task)」類別作為電子病歷推薦調閱服務分析樣板 (如圖 7)，說明如下：

1. 收集需求 (Requirements)：本研究需求來源包含醫生透過病患互動描述病情狀況、醫師依據以往從醫之經驗判斷病患可能之病情、透過常用的疾病代碼來查詢病患是否罹患某種疾病、透過已知之關鍵字來探詢交換平台上是否該病患具有類同的電子病歷可以提供調閱等。本研究依循 CommonKADS 知識樣板中更將需求依照操作性定義轉換為以下兩大類別：(1) 硬性需求 (Hard Requirements)：可明確界定為值閾區間或是範圍、條件等。如某段時間有住院紀錄、有長期服藥紀錄、醫師指定檢驗項目或是儀器等等，此項需求為驗證系統架構 (Valid System Structures) 之

最佳來源。(2)軟性需求 (Soft Requirements)：為了檢索、查看內容方便等需求，包含如：日期排序、各醫院看診清單、看診類別等，此部分需求為最佳系統排序 (List of Preferred System) 之來源。

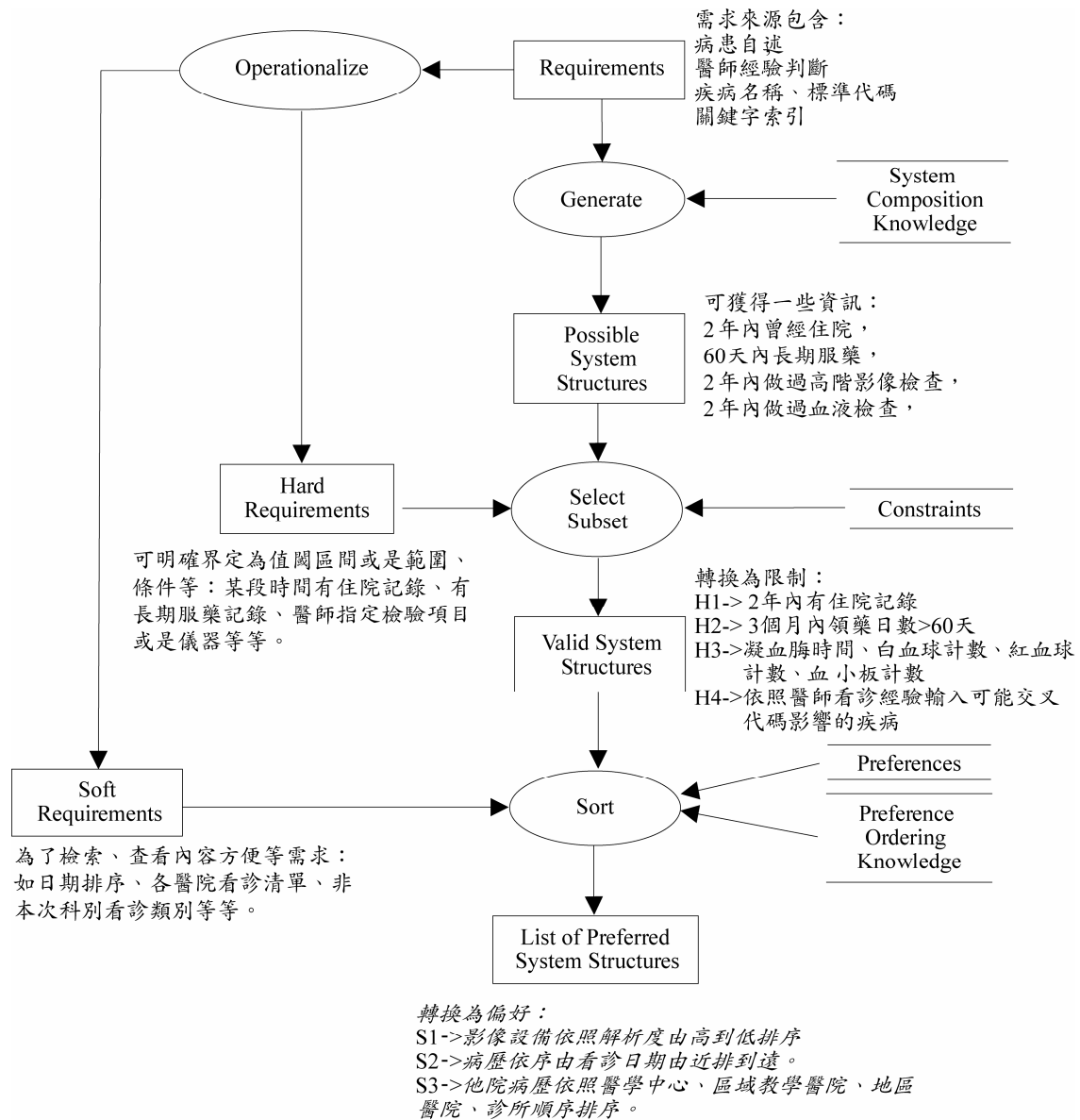


圖 7：醫師調閱互通電子病歷知識模板

2. 生成可能系統架構 (Possible System Structures)：透過需求來源與現行電子病歷互通調閱平台之分類特性，醫師可獲得一些資訊，包含 2 年內曾經住院，或是有 60 天內長期用藥之慢性病，甚至曾經做過比本院更高階之影

像檢查，或是曾經有生化檢驗之相關數據（血液檢查、尿液檢驗、糞便檢驗、細胞解剖檢驗等），這些系統可能架構來自運用通用的系統組成知識，來找出上述各項相關資訊，以便透過篩選出硬性需求來符合有效之系統架構。

3. 有效系統架構 (Valid System Structures)：當可能的系統架構受到硬性需求的約束與限制，來找出可能的組合，這些組合讓系統架構得到驗證，其方法為將硬性需求轉換為限制的條件，如：2 年內有住院紀錄、3 個月內領藥日數大於 60 天、血液檢驗值某些指標或是參數量超過臨界（凝血酶時間、白血球計數、紅血球計數、血小板計數）或是醫師依照看診經驗輸入可能交叉影響的疾病代碼等等。
4. 最佳系統排列 (List of Preferred System)：將符合有效系統架構所得到的個案，透過軟性需求所發展出的最佳排序方式來進行呈現，此部分目的在於將需求轉換為偏好，亦即提供符合醫師問診習慣之排列方式，以節省醫師調閱病歷的時間，並增加方便性。比如：按照影像設備依照解析度由高到低排序、符合條件之病歷依序由看診日期由近排到遠；或是依照醫院規模排序（醫學中心、區域教學醫院、地區醫院、診所等順序）。

## 二、需求分類

需求的收集與生成可行性系統架構為系統發展的重要環節，而如何將領域知識合成更是重要的一環，研究中將需求分類為一般需求、特殊需求與個案需求等三大類。因此本研究中期待透過語意網系統的發展來支持上述三大需求中之一般需求與特殊需求達到 70%，這些需求可以在病患掛號後，透過系統的力量來進行前置作業，省下許多醫師問診與調閱病歷的時間。將醫師對病患問診的寶貴時間運用在個案需求的探索上，研究中界定與發展如圖 8。

1. 一般需求 (General Requirements)：本項需求包含就診病患之姓名、性別、年齡、婚姻、職業、籍貫及住址、如飲食嗜好，生活起居等，此部份可由電子病歷中基本資料而來，於病患掛號時，可由資訊系統中透過自動化查詢，得到相關的資訊，顯現於醫師看診之資訊系統頁面。
2. 特殊需求 (Special Requirements)：在本項需求中包含家族病史以及個人疾病史等資料，這些資料由醫師過去問診資訊，或是由病患自我描述而來，並儲存於電子病歷資料中。因此，透過本院以往病歷或是與他院交換病歷中出院病摘或是醫師主訴中的相關資料中獲得。

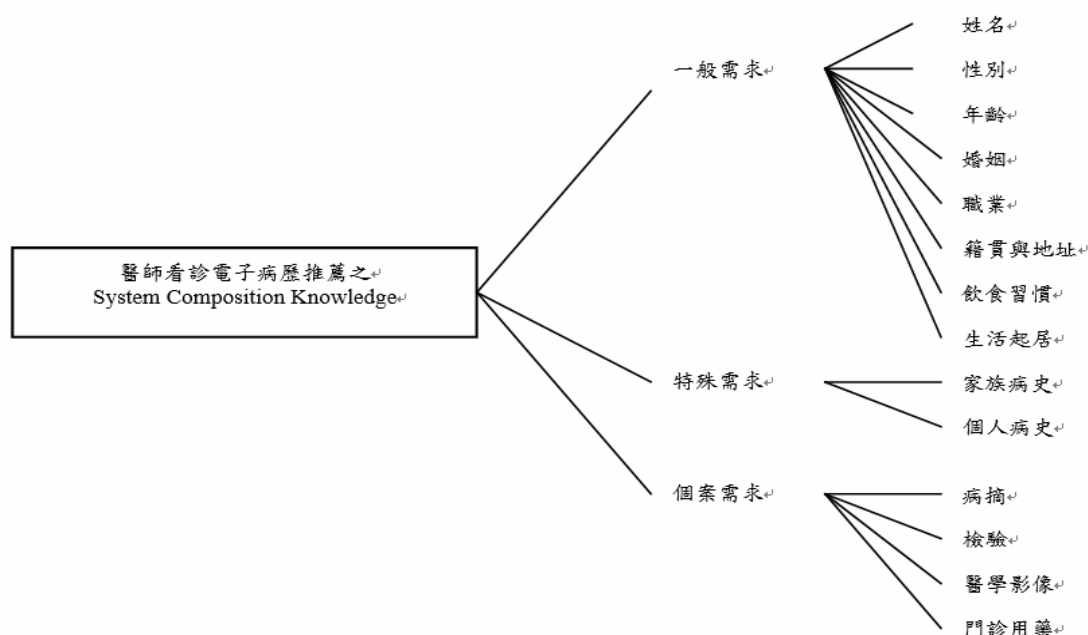


圖 8：醫師調閱電子病歷推薦操作需求類別

3. 個案需求 (Case Requirements)：本項需求則與看診活動資訊有關，除了可以在歷史病歷中得到相關資料，更需要由主治醫生花費時間於該次門診之檢查、檢驗、攝影，或是由醫師診斷觀察，再依據經驗所得之判斷，並親自書寫或是輸入於本次電子病歷中。

在三項問診所需資料中，一般資料的個人資料可以由簡單的帶入健保卡號或是身分證字號即可輕易獲得；一般資料中的飲食嗜好、生活起居以及特殊需求之家族病史、個人病史等四項資料可以透過問診的流程中取得病患自述資訊。因此可以得知上述資訊是參考他院病歷的主要動機與來源，也是本研究需求設計的重點。而第三項之個案資訊則使用院內前次看診或是他院互通病歷作為本次的參考。

### 三、專家領域知識體

為了有效發展專家領域知識體，本研究使用消化內科作為系統合成知識實作範例，採用質化研究的方式來進行，研究過程中以服務滿 10 年以上之專科醫師為訪談對象，根據理論及文獻的整合擬定訪談大綱進行「深度訪談」，最後，將訪談之結果配合個案所提供的次級資料做分析，並整理出下列規則作為發展系統時之重要查詢條件參考（如圖 9）。



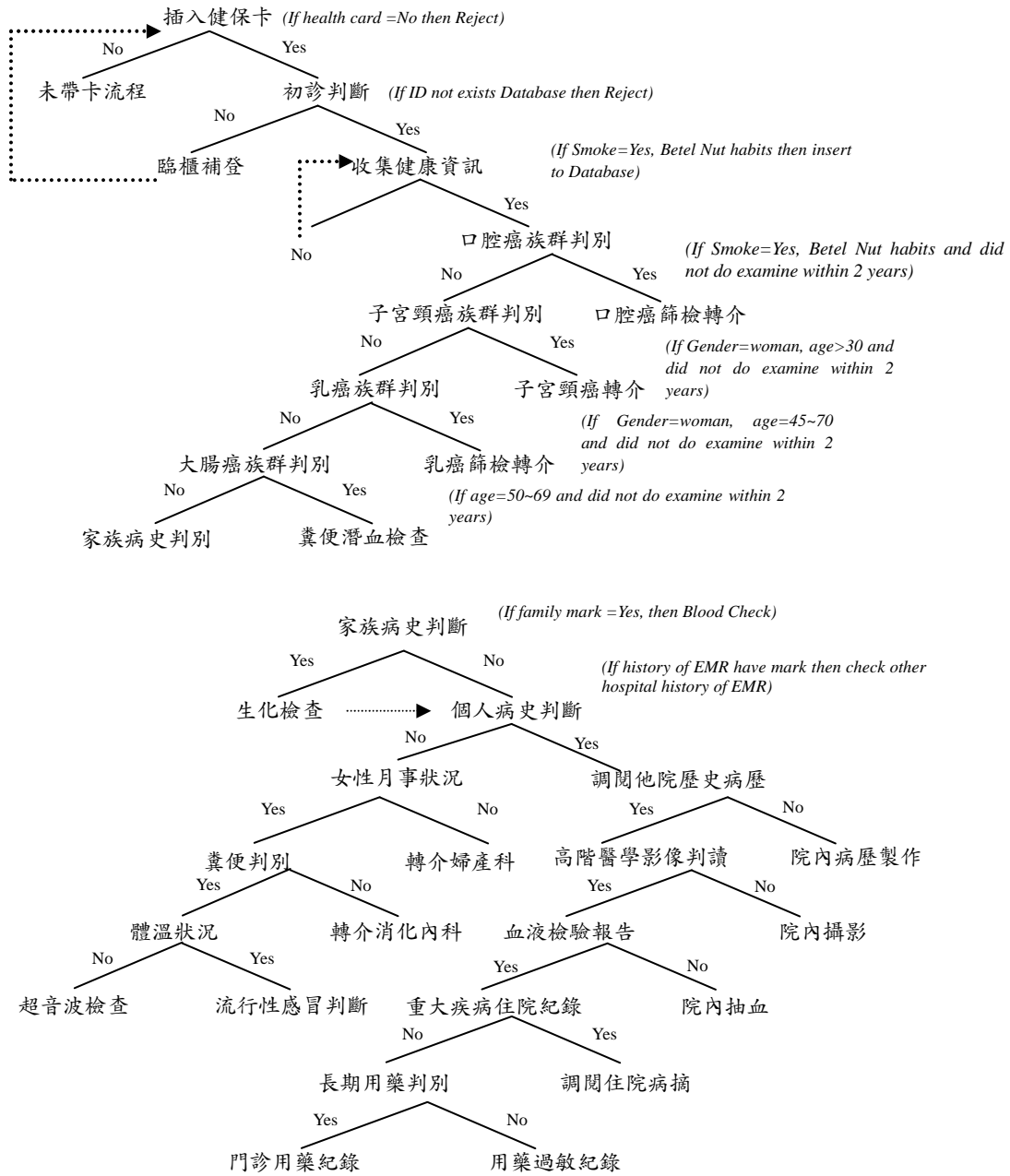


圖 9：調閱電子病歷專家領域知識體

1. 一般需求之合成知識

- 假如性別為女性，且年齡大於 40 歲，則查閱健保卡 2 年內是否有乳房篩檢註記。假如性別為男性，且年齡大於 30 歲，則查閱健保卡 2 年內是否有口腔癌檢查註記。

- 假如年齡大於 50 歲，則查閱健保卡 2 年內是否有大腸癌檢查註記。
  - 假如年齡大於 30 歲，則查閱健保卡本年度是否有子宮頸癌檢查註記。
  - 假如性別為女性，且年齡大於 13 歲，則查閱病史是否有貧血、月事等病摘。
2. 特殊需求之合成知識：
- 假如病患自述中家族病史有糖尿病，且年齡大於 40 歲，則查閱互通病歷中血液檢查值。
  - 假如病患自述中家族病史有遺傳性心血管疾病，則查閱互通病歷中心血管攝影之醫學影像紀錄。
  - 假如病患自述中家族病史有肝癌，則查閱互通病歷中，看血液檢查之肝功能。
  - 假如個人病史中有用藥過敏性紀錄，則查閱互通病歷中，查閱門診用藥之過敏紀錄。
3. 個案需求之合成知識：
- 假如長期咳嗽長達 2 週以上，胸悶，則需進行調閱他院醫療影像。
  - 假如有他院 3 個月內高階影像攝影，則調閱他院醫療影像。
  - 假如有長期服藥紀錄，則調閱門診用藥紀錄。
  - 假如有重大疾病則調閱他院出院病摘紀錄。
  - 假如有長期住院紀錄則調閱他院出院病摘紀錄。
  - 假如有重大感染疾病或是遺傳性疾病則調閱他院血液檢驗紀錄。

#### 四、實踐操作性需求

為了有效將需求分類，本研究中將醫師調閱電子病歷需求轉換為軟性操作性需求與硬性操作性需求。硬性需求應轉換為限制條件，再藉此來進行約束產生的可能性架構，讓病歷推薦更加準確，且盡量涵蓋所有可能，這些轉換後的數值大多為時間條件、檢驗值、或是國際上已經公告交換影響之疾病等等資訊。包含：

1. 硬性 (hard) 操作性需求：可明確界定為值閾區間或是範圍、條件等之醫師調閱電子病歷需求，如某段時間有住院紀錄、有長期服藥紀錄、醫師指定檢驗項目或是儀器等等。這些硬性需求轉換為限制：(1)H1-> 2 年內有住院紀錄。(2)H2-> 3 個月內領藥日數>60 天。(3)H3-> 凝血酶時間、白血球計數、紅血球計數、血小板計數。(4)H4-> 依照關鍵字輸入可能交叉影響的疾病代碼。
2. 軟性 (soft) 操作性需求：為了檢索、查看內容方便等需求，為如日期排序、各醫院看診清單、非本次科別看診類別等等。期望建立需求集，透過

系統描述可以完全滿足這些需求。這些軟性需求將轉換為偏好來排序：  
 (1)S1-> 影像設備依照解析度由高到低排序。(2)S2->病歷依序由看診日期由近排到遠。(3)S3->他院病歷依照醫學中心、區域教學醫院、地區醫院、診所順序排序。

## 肆、系統發展

### 一、環境架構示意圖

為了有效承載可供交換的語意式電子病歷推薦系統，研究中設計電子病歷語意網代理人 (Semantic Web Agent of EMR; SWAE) 將原本可供交換的 XML 格式 (非關聯式檔案) 透過代理人來完成下列工作，其所佈署之環境架構如圖 10。

1. 原本可供交換的 XML 格式 (非關聯式檔案) 轉換為具備豐富語意的 RDF 資料。
2. 將有豐富語意之 RDF 資料按照電子病歷宣告類別儲存於 Virtuoso 資料庫。
3. 透過所探索出的調閱知識體，實踐將硬性需求轉換為限制，軟性需求轉換為偏好的互動式介面，推薦醫師最適當的病歷。

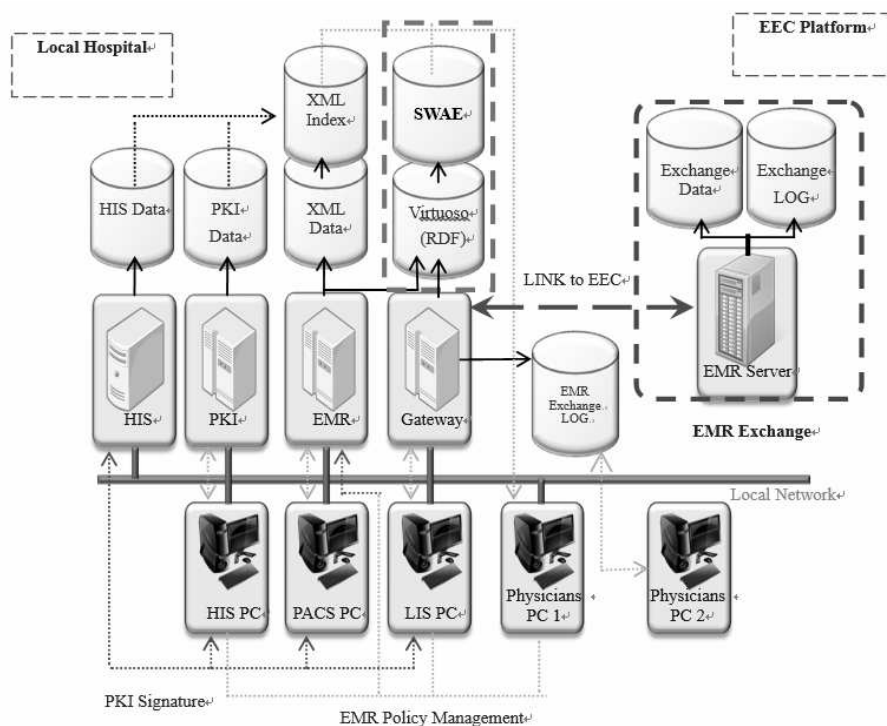


圖 10：電子病歷語意網代理人佈署環境圖

## 二、設計電子病歷推薦模組

為了和現存於醫院的醫療資訊系統架接，並符合政府所規定的相關電子病歷資訊安全策略，研究中設計了五個模組，包含醫療資訊系統架接模組、醫師電子簽章模組、電子病歷存取記錄模組、電子病歷交換模組、醫療機構電子簽章模組等，如圖 11 所示。

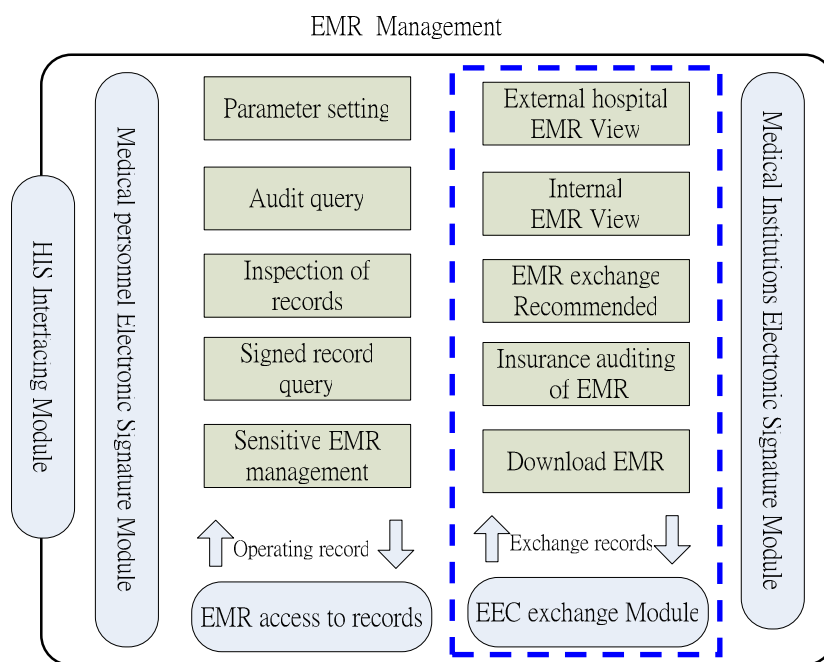


圖 11：EMR Management System Modules

## 三、使用者案例圖

為了滿足醫師、病患、管理者、稽核員等使用上需求，本研究以使用者角度為需求來源出發作為發展電子病歷推薦系統的依據；圖 12 為醫師、管理者、稽核員使用案例圖，透過這項分析，藉以發展一個符合各類型使用者需求之電子病歷推薦系統功能。

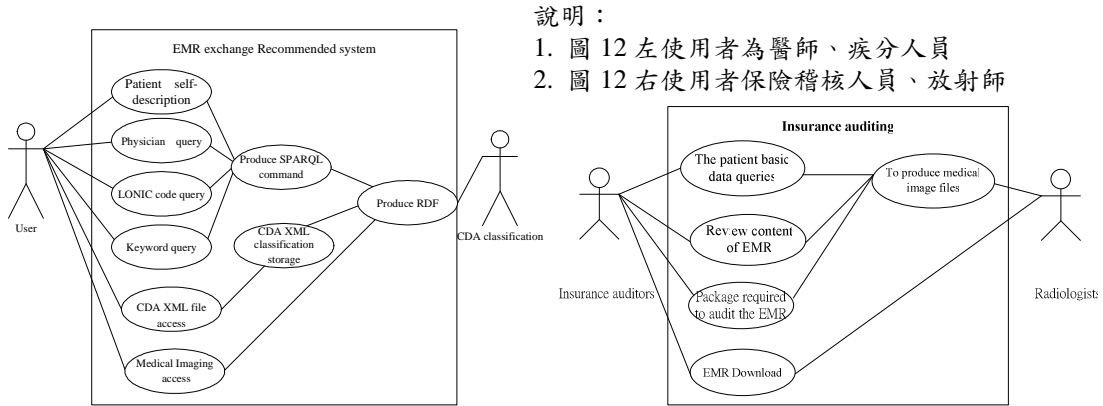


圖 12：使用者案例圖

#### 四、電子病歷推薦系統功能設計

為了滿足醫師、病患、管理者、稽核員等各項業務需求，研究中設計了重要的系統功能包含：單一簽入功能（醫師與稽核人員使用）、電子病歷閱覽功能（醫師、病患使用）、電子病歷管理功能（稽核員使用）、電子病歷推薦功能（醫師使用）、電子病歷交換管理（管理者使用）、參數設定功能（醫師使用）等六大功能，如圖 13。

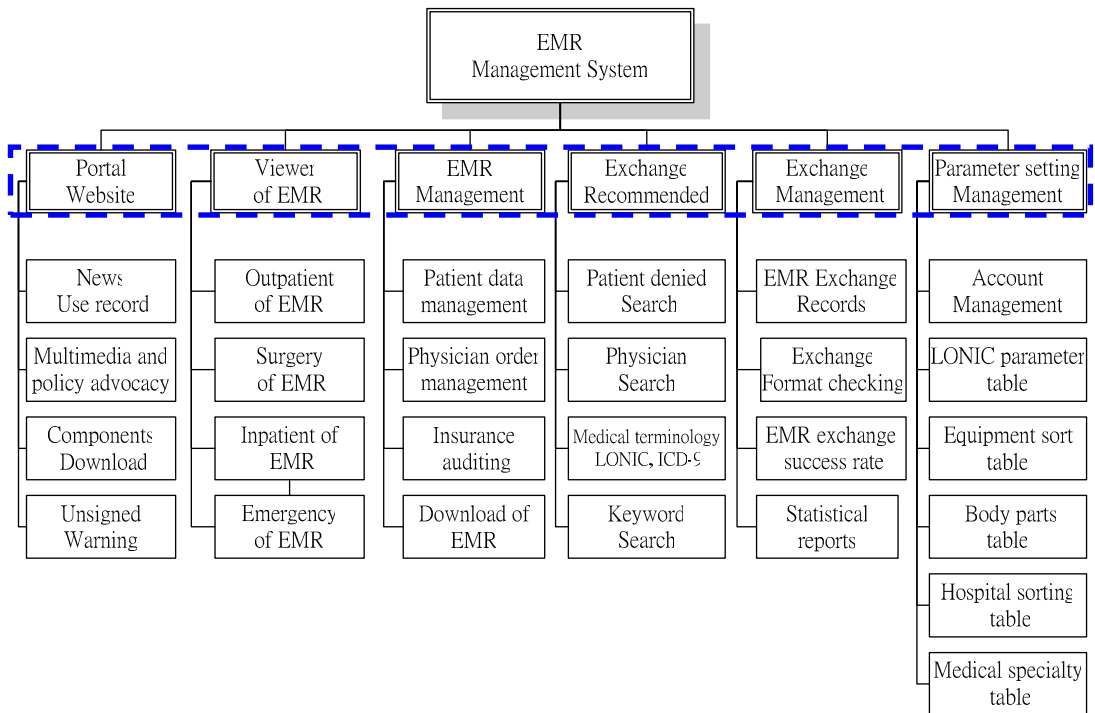


圖 13：設計電子病歷調閱推薦系統功能架構圖

## 五、發展語意式電子病歷推薦代理人

台灣推行電子病歷後，各醫院均產生大量的 XML 檔案，但這些 XML 格式檔語意可能不足，也造成現行 EEC 平台調閱時間、速度、品質之不佳。因此本研究規畫採用語意網技術來解決現行問題，同時在系統內，建置 XML 轉換 RDF 之代理程式 (Agent)，以增加相關語意與處理效能。目標為將跨院區調閱平時需時 1~3 分鐘之電子病歷交換 (影像需時更久)，將時間降到 7~10 秒內，以提昇整體作業效能。本研究設計之改善後作法為在 EMR XML 格式產生後，設計 Agent 來將 XML 檔案轉換為 RDF，同時設計儲存規格與 Ontology 之階層式語意，再透過語意式查詢來改善原本 XML 檔案查詢效率。

1. 發展電子病歷語意式代理人架構：研究中將現行存於電子病歷伺服器的 XML 檔案進行 RDF 格式的轉換，亦即將當醫師存取本院電子病歷或是他院電子病歷時，透過本研究所開發的語意式代理人，來進行加上 RDF tag，並儲存於 Virtuoso Storage，以便後續方便進行語意式查詢，如圖 14。
2. 發展三層式 RDF 結構改善效率：已簽章之電子病歷 XML 檔案共計有門診用藥、血液檢驗、醫療影像、出院病摘等 4 類；所產生之 RDF 三層結構包含：RDF 索引層、RDF 內容層、明細資料層等。以門診用藥 XML 檔 (如圖 15 左上側) 為範例說明步驟如下：
  - 步驟 1：將 XML 檔案中之科別 (Inf: DepNm)、看診日期 (Inf: DporD)、宣告單張類別 (Inf: DoorDt) 等 3 項透過 rDoorDrug.rdf 轉換為 RDF 格式，並建立上層 RDF 索引架構如圖 16 左側；RDF 索引層展現如圖 15 右上側。
  - 步驟 2：將 XML 檔案中之看診日期 (Ns: DoorDt)、身分證字號 (Ns: IDNO)、科別 (Ns: DepNm)、診斷代碼 (Ns: ICDN)、藥品明細 (Ns: Include)、醫院別 (Ns: Hop Nm)、宣告單張類別 (Ns: Lea Type) 等 7 項透過 rDoorDrug.rdf 轉換為 RDF 格式，並建立為 xxxxm.rdf；RDF 內容層展現如圖 15 左下側。
  - 步驟 3：將 XML 檔案中之藥品代碼 (Ns: DugId)、用藥天數 (Ns: Days)、處方籤種類 (Ns: OdrType)、用藥結束日 (Ns: DrugDt) 等 4 項透過 rDoorDrug.rdf 轉換為 RDF 格式，並建立明細資料層為 xxxd.rdf，展現如圖 15 右下側。
3. 組合互動式查詢需求

當電子病歷之 XML 檔案轉換為 RDF 格式後，研究中規劃使用 SPAQL 語言來進行 RDF 框架下的查詢語言，並針對圖 9 所歸納的知識集規

則，進行開發並置入於 Web 系統來展現，以方便醫師看診時透過簡單的勾選選項後，即可透過系統來自動組合 SPAQRL 語言，並在 RDF 框架下對 Virtuoso 儲存體進行查詢（如圖 16）。

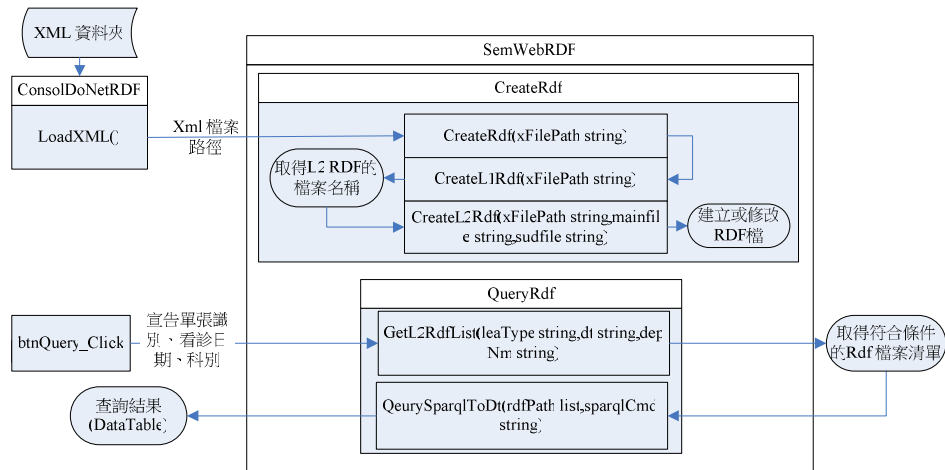


圖 14：電子病歷語意式代理人架構圖

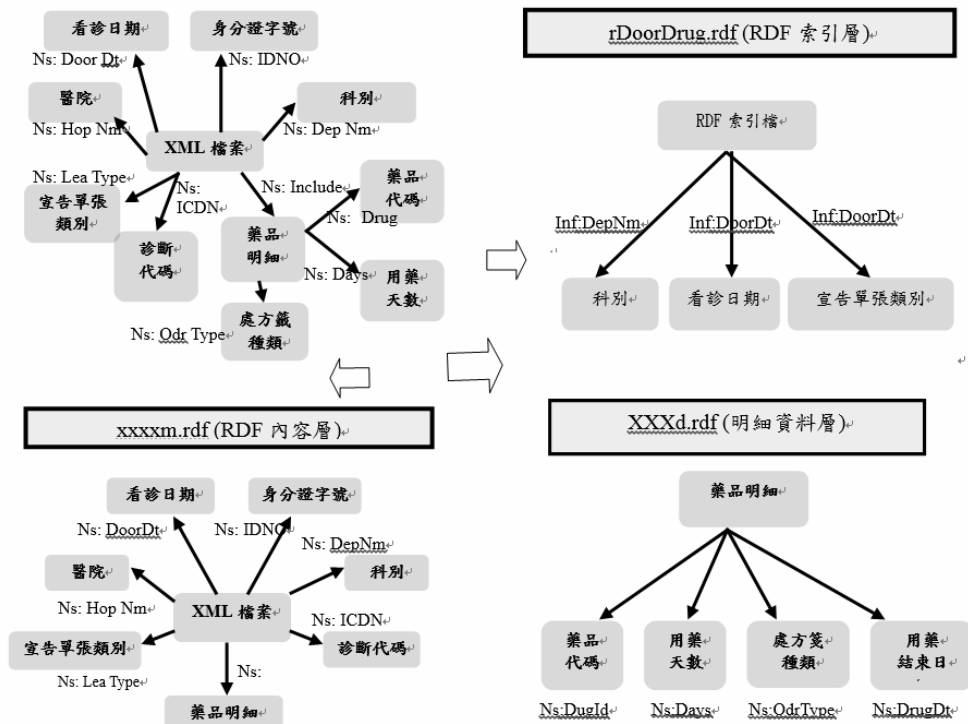


圖 15：抽取 XML 檔產生 RDF 內容層、明細資料層

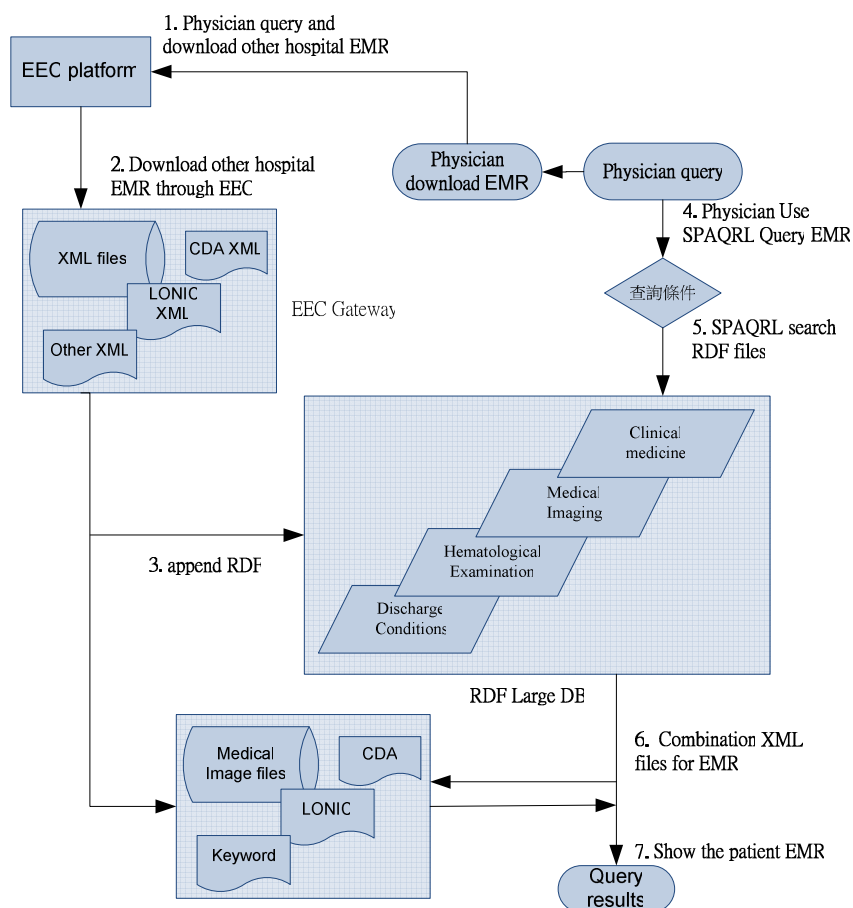


圖 16：透過代理人組合自動查詢 SPARQL 語言示意圖

## 六、推薦調閱知識體之硬性需求實踐

圖 17 為部分硬性需求實踐之示意圖，主要是電子病歷推薦的限制性資料，舉例如下說明：

1. 實踐病患自述之硬性需求：醫師於診間和病患詢問病情之病人自述頁面，包含電子病歷實施之 4 張單張之內容，包含是否 2 年內重大疾病住院經驗、2 年內有做過血液檢查、2 年內有做過高階影像檢查、是否有用藥以及長期用藥處方單等。
2. 實踐檢驗項目之硬性需求：為了更快速的取得檢驗相關數據之硬性需求，同時考量檢驗項目相當多，本研究中將凝血酶原時間、全套血液檢查、白血球計數、全套血液檢查……是必須提供之硬性需求。
3. 實踐高階醫學影像調閱之硬性需求：為了提供醫師更方便的調閱推薦病歷，系統中將可能會調閱的高階醫學影像項目包含頭部、頸部、頭頸



部……或是 MRS (磁振頻譜)、MRA (磁振血管造影)、以及牙科使用之單牙攝影等實做為限制選項，以提供醫師快速方便之調閱。

The figure displays three panels of the electronic medical history recommendation system interface:

- 互通病歷-病人自述 (Patient Self-Report):** Includes search tabs for '病人自述', '醫師查詢', '代碼查詢', and '關鍵字'. It features a '病患身分證' field and several checkboxes for filters: '過去兩年內有住院經驗?', '過去兩年內有做檢驗檢查?', '過去兩年內有做過影像檢查?', '目前有用藥?', and '有長期服藥?'. A '回應訊息' field is also present.
- 互通病歷-醫師查詢 (Physician Query):** Similar search tabs. It includes a '病患身分證' field, a '醫院名稱' dropdown, and checkboxes for '宣告單張' (全部, 至少30分鐘, 出院病摺, 門診). It lists '科別' (Department) and '就診日期' (2012/06/10 to 2012/07/10). The '檢驗項目' (Test Items) list includes: 凝血酶原時間 Prothrombin time, 全套血液檢查 I CBC-I (WBC, RB), 白血球計數 W.B.C, 全套血液檢查 五項 CBC-(WBC, RB), 血色素檢查 Hemoglobin (Hb), 血球比容值測定 Hematocrite (H), 部份凝血活酶時間APTT (activate), 紅血球計數 R.B.C, 血小板計數 Platelet count, Bilirubin total, and 血液一般檢查 (白血球, 紅血球及 D-D 雙合試驗 D-D diamer test, 紅血球沉降速度測定 E.S.R (Ery)).
- 互通病歷-醫師推薦 (Physician Recommendation):** Similar search tabs. It includes a '病患身分證' field and a '醫院名稱' dropdown. The '宣告單張' (Test Items) list includes: 其他, MRA(磁振血管攝影), 其他, 恆牙右上18, 恆牙右上17, 恆牙右上16, 恆牙右上15, 恆牙右上14, 恆牙右上13, 恆牙右上12, 恆牙右上11, 恆牙左上21, 恆牙左上22, 恆牙左上23, and 全部. It also includes a '就診日期' field (2012/07/10) and a '檢驗項目' dropdown.

圖 17：電子病歷推薦調閱系統硬性需求實踐

## 七、推薦調閱知識體之軟性需求實踐

軟性需求為提供醫師於電子病歷推薦調閱系統中，當找到的病歷眾多，則按照各科醫師之看診習慣所提供之偏好設定（如圖 18），主要為方便醫師快速得到所需電子病歷。

1. 醫師查詢之醫學影像軟性需求實踐：按照現行各大醫院之醫學影像設備使用之慣性，將醫學影像設備之常使用設備按照儀器之精細度、常用度、名稱排序等可以按照習慣來排序。
2. 關鍵字查詢之軟性需求：在門診的過程中，醫師有時會需要按照某一病情或是國際疾病代碼找到所有的電子病歷清單，因此，在本研究中亦提供了按照通俗之某疾病名稱，來將 ICD9、LONIC 或是藥品代碼找出所有的可交換電子病歷清單，以方便醫師於看診中，快速找到所需要電子病歷。

The figure displays two screenshots of a web-based interface for querying medical history. The left screenshot, titled '互通病歷-醫師查詢', features a search bar for patient ID, a dropdown for hospital name (set to '全部'), and several filter sections: '宣告單張' (checkboxes for '全部(至少30分鐘)', '出院病摘', '門診用藥', '檢驗'), '科別' (dropdown set to '全部'), '就診日期' (calendar range from 2012/06/10 to 2012/07/10), '檢驗項目' (dropdown set to '全部'), '檢查項目' (dropdown set to '全部'), and '影像報告' (dropdown set to '全部'). A '部位' dropdown is open, listing various report types such as 'Diagnostic Imaging Report', 'Breast Imaging Report', 'CT Report', 'MRI Report', 'Ultrasound Report', 'Nuclear Medicine Report', 'PET Scan Report', 'Cardiac Catheterization Report', 'Echocardiography Report', 'X-ray Report', 'Exercise stress test report', 'Holter Study', 'ECG Report', 'Bone Mineral Densitometry Report', 'Cardiac Electrophysiology Report', and 'Endoscopy study'. The right screenshot, titled '互通病歷-關鍵字查詢', has a similar search bar and filter section. The '宣告單張' section has '全部(至少30分鐘)' checked. The '就診日期' is set to 2012/06/10 to 2012/07/10. The '關鍵字' section has '高血壓' entered, and a dropdown menu is open showing 'ICD9', 'LOINC', and '藥品代碼'. The '回應訊息' section has '請輸入查詢條' entered.

圖 18：電子病歷推薦調閱系統軟性需求實踐

## 伍、系統評估

### 一、系統效能改善評估

為了驗證本研究架構能夠解決現行調閱院外電子病歷交換檔案之效率，採用 2012 年 1 月至 9 月實證醫院中所調閱之符合政府公告標準之 4 張單張數量進行實際查詢驗證。如表 1，研究發現將傳統檔案查詢方式改由以含有豐富語意之 RDF 格式之 XML 檔案儲存於 Virtuoso 儲存體後比較，除提供更方便、更準確的醫師調閱電子病歷互通介面之外，對於查詢的效能亦有顯著的改善，改善後查詢效能提升近 8 倍，具備明顯效益。

表 1：改善前後查詢效能比較表

Data Count	Tradition XML Query System	Enhanced System (RDF)
1,000	99.308 sec	3.625 sec
5,000	162.002 sec	4.025 sec
10,000	246.317 sec	7.356 sec
100,000	No Respond	19.337 sec
1,000,000	No Respond	24.223 sec

## 二、對醫師看診的效益評估

表 2 為本研究就內科門診中進行實證量測所得之數據。由表中可以發現，具備電子病歷推薦調閱系統的門診，比較於直接使用 EEC 平台調閱的門診，醫師會有比較高的調閱電子病歷比率，平均每日多了 11 件；且使用於調閱病歷上，每一件至少節省了 220 秒。由此可知，本研究確實可以提高醫師使用電子病歷交換來看診的意願，同時，也比原來使用 EEC 平台節省了許多的時間。

表 2：醫師門診導入電子病歷效益比較表

日期 (星期)	內科 1 號門診 (使用 EEC 平台)				內科 2 號門診 (提供推薦調閱系統)			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
量測值[註 2]								
2012.10.29 (一)	19	568.42	3	457.80	32	337.50	14	214.80
2012.10.30 (二)	26	415.38	2	409.20	46	234.78	13	223.80
2012.10.31 (三)	28	385.71	1	678.00	42	257.14	15	252.60
2012.11.01 (四)	32	337.50	1	666.00	48	225.00	11	217.20
2012.11.02 (五)	20	540.00	4	513.60	30	360.00	10	153.60
2012.11.05 (一)	24	450.00	4	552.60	36	300.00	9	232.80
2012.11.06 (二)	26	415.38	2	741.60	48	225.00	16	261.60
2012.11.07 (三)	29	372.41	1	813.60	47	229.79	14	252.60
2012.11.08 (四)	32	337.50	1	579.60	44	245.45	15	265.20
2012.11.09 (五)	16	675.00	5	493.20	31	348.39	14	229.20
平均數	25	449.73	2	590.52	40	276.31	13	230.34

[註 2] 欄位符號說明：

- a* 門診人數 (人)
- b* 平均一位病患就診時間 (秒)
- c* 使用 EEC 上病歷件數 (件)
- d* 平均調閱 EEC 病歷耗時 (秒)
- e* 使用電子病歷推薦系統調閱病歷件數 (件)
- f* 使用電子病歷推薦系統每件看診耗時 (秒)

## 陸、發現與結論

### 一、研究發現

本研究透過實證導入電子病歷互通後發現，在實務應用上運用所產生之

XML 檔案來擴大延伸應用，不僅可以提高醫師看診時使用電子病歷互通之意願性，並可增加調閱病歷之準確性與時間性，讓醫師調閱外部病歷不再需要長時間等待，大大節省門診調病歷時間，將更多的時間用在問診上，進而增進醫生與病人的關係，同時亦提供了現行 EEC 平台使用上所面臨困境之解套方案，由此可知資訊科技不單單是帶給醫師更有效率的看診環境，更讓門診醫師更加體驗資訊科技帶來的便利性。研究發現歸納如下：

1. XML 檔案轉換為 RDF 結構，可有效改善查詢效率

當電子病歷量大時，為解決直接對 XML 檔案進行查詢引發效能不佳問題，本研究將電子病歷簽章之 XML 檔案轉換為符合三層式 RDF 檔案結構儲存，實證結果發現可有效地提升查詢的效率，為未來電子病歷之延伸性服務應用，提供更佳解決方案，此為本研究之重大發現。

2. 電子病歷推薦調閱系統，可提升醫師交換電子病歷意願

本研究之電子病歷推薦調閱讓醫師看診時對於電子病歷交換不再裹足不前，且在節省時間、節省人力、更精確等因素下，醫師有更大的動機來使用電子病歷互通，讓外部病歷調閱不再麻煩，大幅解省醫師需要在許多在傳統醫療資訊系統、檢驗系統、影像系統之互相交查時間，也讓現行 EEC 使用率上的窘境獲得解決，此為另外一項重大之發現。

3. 電子病歷交換可協助醫師門診外，適當應用能有效促進國民健康

電子病歷交換現行 XML 檔案，雖然目前實施僅限於 4 張單張，且現階段僅應用於外部病歷交換；但從現行 XML 儲存之豐富資訊，本研究在合成知識集的過程中，發現醫師門診中，亦大量善盡社會責任，對於病人健康狀況，亦有高意願進行健康狀況收集與運用（如抽菸狀況、嚼食檳榔、定期乳房癌症篩檢、大腸癌症防治、子宮頸癌防治等），並用這些健康資訊來協助病人病情的診斷；因此電子病歷交換之 XML 之隱含資訊非常豐富，有賴後續研究者，更加深入探索與研究，可以有效促進國民健康並預防疾病，進行疾病預防，於早期進行癌症篩檢，減少癌症死亡率，並發揮政府實施電子病歷之最大效益。

4. 語意網技術能加快速電子病歷交換之新興運用

將 RDF 結構之電子病歷交換檔案進行有效運用，未來仍有很大的發展空間，如：在「門診用藥」附上藥品圖檔，將藥品使用注意事項與圖檔整合，故醫師在調閱電子病歷時，亦可出現藥品圖示以協助看診；另，在「醫療影像」部分之實體影像若亦採語意式之 RDF 結構來儲存，是否亦可解決現行考量網路頻寬因而將醫學影像仍未集中置放於 EEC，而置放於各醫院，當有需求須下載時，受限於各醫院專線之頻寬，導致比較長的存取時間等議題，亦值得後續研究。

## 二、研究結論

透過以上研究發現與效益評估分析比較，針對本研究探索之主題，在本章節進行結論，以提供後續研究者參考。

### 1. 電子病歷 XML 檔案轉換成 RDF 後可擴大電子病歷之延伸應用與發展

本研究原鑒於醫師使用電子病歷交換中心（EEC）的頻率不高，主要因素為效率不佳、準確度不高，且有用病歷清單選擇上之操作不易，因此提出了一套獨特的方案來處理 XML 檔案，將之透過語意分析後，轉換為階層式 RDF 架構，並儲存於 Virtuoso DB；同時結合設計自動產生 SPAQRL 語言，來對在 Virtuoso DB 進行查詢，發現在大量資料下發現有顯著的效益；此方案有效解決原本 XML 檔案存取之效率，同時也驗證了 RDF 結構下的電子病歷交換檔案，將更具備延伸性、效率性；也將有更多的發展機會。

### 2. XML 轉換為 RDF 架構代理程式能有效解決現行 EEC 經營之困境

現行 EEC 面臨每年上兆筆之 XML 檔案成長，在 XML 檔案之檢索查詢、保存備援、醫療應用均面臨巨大的挑戰，現行並未見有人提出有效之解決方案；本研究所設計之轉換代理程式，具備自動接收醫師已簽章之 XML 檔案處理外，更可按照衛生署所公告 4 張單張類別來轉換為具備語意之 RDF 結構，並加以有效保存；同時檢索上更具備新興語意網之優勢，讓 EEC 現存的大量醫療資訊能獲得有效的舒緩與解決；同時讓台灣醫療之發展更具備優勢，此為本研究非常重大的貢獻，提供未來 EEC 經營上之曙光，也替這些具備標準之 XML 檔案找到檢索查詢、保存備援、醫療應用之重大發展。

### 3. 發展有效之電子病歷推薦系統可改善醫病關係

透過改善後之系統來整合不同的醫療層級及其相關單位之電子病歷資訊，能及時的滿足醫師實際的需求；將原本複雜的互通調閱流程，及不易找尋他院病歷資料轉化為有用的資訊，不但能協助醫師改善疾病診療上的服務品質，並且降低醫師調閱電子病歷所需的時間，能讓醫生更深入了解病患於他院就診的病況，藉此增進醫病關係，進而加速看診的速度，以達到提昇醫療照護品質與減少醫療錯誤，提供連續性的醫療照護。

## 三、研究限制與未來發展

本研究電子病歷互通調閱，目前僅是以台灣推行電子病歷環境為對象，且僅符合國內健保體制，是否涵蓋先進國家之社會醫療或是國民健康照護體制為本研究之一項限制；另本研究目前僅以內科醫師於門診中調閱電子病歷推薦作為設計

參考，是否適合其他醫療專科之問題，又是本研究之另一項限制。

由研究結論可知透過本項研究成果，可以擴大台灣電子病歷交換檔案現行應用範圍；未來的研究將朝向這些具備豐富語意的 RDF 檔案，透過更多不同醫療專家領域知識發展，以及雲端應用技術之結合，將把台灣電子病歷資訊推展到雲端海量運算上，進而發展國家健康政策、社區疾病預防、用藥安全等領域。

### 參考文獻

- Balseiro, A., Selas, I. and Kotzrincker, J. (2000), 'Banca online', El Estado de la Cuestión, available at <http://www.baquia.com/com/20001016/art00010.html> (accessed 25 November 2011).
- California HealthCare Foundation (2011), California Clinical Data Project: CALINX Standards, Government of California.
- Carlos (2015), Knowledge-Based Systems with the CommonKADS Methodology, available at <http://www.codeproject.com> (accessed 12 November 2015).
- Cheng, P.H, Lai, J.S. and Chen, S.J. (2004), 'Exploring the Information Exchange Standards for Electronic Health Records', *Journal of the Formosan Medical Association*, Vol.8, No.6, pp. 803-806.
- Collins, A.M. and Loftus, E.F. (1975), 'A spreading-activation theory of semantic processing', *Psychological Review*, Vol.82, No.6, pp. 407-428.
- Clyde, S. (2010), Data Capture in Electronic Medical Records. *The Journal of Taiwan Association for Medical Informatics*, 19(2), 79-85.
- Dave Garets and Mike Davis (2005), Electronic Patient Records EMRs and EHRs, - Healthcare Informatics, p1-4.
- Department of Health, Executive Yuan (2015), Production and management methods of electronic medical records to medical institutions, available at [http://www.doh.gov.tw/CHT2006/index\\_populace.aspx](http://www.doh.gov.tw/CHT2006/index_populace.aspx) (accessed 3 March 2015).
- Feigenbaum, E.A. and McCorduck. P. (1983), *The fifth generation* (1st ed.), Pan Books, London.
- Fingar P., Clarke J. and Stikeleather J. (1997), 'The Business of Distributed Object Computing', *Object Magazine*, April 1997.
- Guang-Ming Guo, Ming-Jian Hung, Ru-Ling Xiao, Exchange of Electronic Medical Records the Key Factor, *MIST*, 2004/10/16~17.
- Guarino, N. and Giaretta, P. (1995), 'Ontologies and knowledge bases: towards terminological clarification', *Towards very large knowledge bases: knowledge*

- building & knowledge sharing, pp. 25-32.
- Hamdan, O. and Alanazi, et al. (2010), 'Securing electronic medical records transmissions over unsecured communications: An overview for better medical governance', *Journal of Medicinal Plants Research*, Vol. 4, No.19, pp. 2059-2074.
- Harth, A. and Decker, S. (2005), 'Optimized Index Structures for Querying RDF from the Web', *3rd Latin American Web Congress*, pp. 71-80.
- Healthcare Information and Management Systems Society (2003), EHR Definition, Attributes and Essential Requirements, Retrieved Date: 2006.07.28
- Huang, E.W. and Liou, D.W. (2004), 'A Study of the System Architecture of HL7 Query Messages for Medical Record Exchanges', *The Journal of Health Science*, Vol.6, No.3, pp. 207-218.
- Hwang, H.G., Lu, C.H., Hsiao, J.L. and Chen, R.F. (2009), 'Factors Influencing Benefits of Electronic Medical Records Exchange: Physician Perspectives', *Journal of e-business*, Vol.11, No.1, pp. 95-118.
- Iglesias, C.A. and Garijo, M. (2008), 'The agent-oriented methodology MAS-Common KADS', in V. Sugumaran (Eds), *Intelligent Information Technologies: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, IGI Global, Hershey, PA, pp. 445-468.
- In, C. and Aziz, B. (2009), 'Critical Factors Affecting EMR Adoption in Taiwan: A View of Hospitals', *Journal of Taiwan Association for Medical Informatics*, Vol.18, No.1, pp. 1-10.
- Jha, A.K., et al. (2009), 'Use of Electronic Health Records in U.S. Hospitals, The New England Journal of Medicine', Vol.360, No.16, pp. 1628-1638.
- Jim Rapoza (2006), SPARQL Will Make the Web Shine, eWeek, available at <http://www.eweek.com/article2/0,1759,1965980,00.asp> (accessed 17 January 2007).
- John F. (2006), VistA: Winner of the 2006 Innovations in American Government Award, Ash Institute for Democratic Governance and Innovation at Harvard University.
- Kealy, A. and Kelliher, F. (2007), *An Exploratory Investigation into Internet Users' Perception Regarding the Data Privacy Policies of Virtual Companies Operating in Ireland*, Academic Conferences Limited.
- Kendal, S.L. and Creen, M. (2007), *An introduction to knowledge engineering*, Springer, London.
- Leslie (2011), Major RDF syntaxes, In: RDF tutorial, available at <http://www.lesliesikos.com/tutorials/rdf/#syntaxes> (accessed 8 July 2011).
- Liu, W.L. (2008), Knowledge Management, GOTOP Information Inc, pp.4-8.
- Lucas M. (2015), Computerworld, HL7 e-health information-sharing standard to be free,

- available at <http://www.computerworld.com/article/2492012/healthcare-it/hl7-e-health-information-sharing-standard-to-be-free.html> (accessed 15 September 2015).
- Michael, N. (2005), *Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems*, Addison Wesley.
- Morton, J. and Bekerian, D. (1986), *Three ways of looking at memory*. In N. E. Sharkdy(Ed.), *Advances in cognition science 1.*, Chichester: Ellis Horwood.
- Named Graphs Website (2015), *Named Graphs*, available at <http://www.w3.org/2004/03/trix/> (02 April 2015).
- Quillian, M.R. (1968), 'Semantic Information Processing', in M. Minsky (ed.), *Semantic Memory, Readings in Cognitive Science, section 2.1*, MIT Press; reprinted in Collins & Smith (eds.), pp. 227-270.
- Raphael, B. (1968), 'SIR: semantic information retrieval', in M. Minsky(ed.), *Semantic information processing*, Cambridge, Mass.: M.I.T. Press, pp. 33-145.
- Russell, S.J. and Norvig, P. (2003), *Artificial Intelligence: A Modern Approach (2nd ed.)*, Top Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Schreiber G. (1999), *Knowledge Engineering and Management-The CommonKADS Methodology*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- Schreiber G. (2000), *Knowledge engineering and management: The CommonKADS methodology (1st ed.)*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- Segaran, T., Evans, C. and Taylor, J. (2009). *Programming the Semantic Web: Build Flexible Applications with Graph Data.*, O'Reilly Media, Inc.
- Széchenyi Library Website (2015), *National Széchenyi Library on the semantic web*, available at [http://nektar.oszk.hu/wiki/Semantic\\_web](http://nektar.oszk.hu/wiki/Semantic_web) (accessed 08 November 2015).
- Tri-Service General Hospital (2015), *Introduction to Electronic Medical Records*, available at <http://wwwu.tsgh.ndmctsgh.edu.tw/proj/page1/page1.html> (accessed at 03 March 2015).
- Tsai, K.Y., Liu, J.X. and Liu, C.T. (2009), 'Development and Prospect of Electronic Medical Records in China', *Journal of Healthcare Quality*, Vol.3, No.6, pp. 4-14.
- U.S. Department of Health and Human Services Centers for Medicare & Medicaid Services. (2009), *Use of Electronic Health Records in U.S. Hospitals*, New England Journal of Medicine, March 25.
- U.S. Department of Health and Human Services Centers for Medicare & Medicaid Services. (2010), 'Medicare and Medicaid Programs; Electronic Health Record Incentive Program; Final Rule', *Federal Register*, Vol. 75, No. 144, 44313.



- W3C (2015), OWL Web Ontology Language Overview, February 10, 2004, Retrieved: April 2, 2015.
- W3C (2015), W3C Semantic Web Activity, November 7, 2011, Retrieved: April 2, 2015.
- W3C Semantic Web Activity News Website (2015), W3C Semantic Web Activity News - SPARQL is a Recommendation, available at [http://www.w3.org/blog/SW/2008/01/15/sparql\\_is\\_a\\_recommendation/](http://www.w3.org/blog/SW/2008/01/15/sparql_is_a_recommendation/) (accessed 30 March 2015).
- W3C Specification Website (2015), W3C 1999 specification, available at <http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222> (accessed 30 March 2015).
- W3C Standards Timeline (2015), XML and Semantic Web W3C Standards Timeline, available at <http://www.dblab.ntua.gr/~bikakis/> (accessed at 02 April 2015).
- W3C Standards Timeline Website (2015), XML and Semantic Web W3C Standards Timeline , available at <http://www.dblab.ntua.gr/~bikakis/> (accessed 25 March 2015).
- W3C Workshop Website (2015), W3C Workshop-RDF Next Steps, available at <http://www.w3.org/2009/12/rdf-ws/cfp> (accessed 20 March 2015).
- Website of Core Point Health (2015), Healthcare Interoperability Glossary, available at <http://www.corepointhealth.com/resource-center/healthcare-interoperability-glossary#H> (accessed 26 March 2015).
- Website of Health Level 7 International (2015), Free IP FAQ, available at <http://www.hl7.org/about/faqs/FreeIP.cfm> (accessed at 20 May 2015).
- Website of Health Level 7 International (2015), HL7 Standards Soon to be Free of Charge, available at <http://www.hl7.org/documentcenter/public/pressreleases> (accessed at 15 October 2015).
- Website of Robert Rowley, MD. (2015), How does HL7 fit into EMR interoperability?, available at <http://www.practicefusion.com/ehrbloggers/2010/07/how-does-hl7-fit-into-emr.html> (accessed at 21 August 2015).
- Website of Wikipedia (2015), available at [http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic\\_medical\\_record#EMRs\\_outside\\_the\\_United\\_States](http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_medical_record#EMRs_outside_the_United_States) (accessed at 30 March 2015).
- Website of Wikipedia (2015), HL7, available at <http://en.wikipedia.org/wiki/HL7#USA> (accessed at 30 March 2015).
- Website, Establishing of E.M.R. Exchange Center (2015), available at <http://eec.doh.gov.tw/>(accessed 29 June 2015).
- Wen, H.T., Chien, W.S., Li, Y.C. and Chen, H.J. (2009), 'Terminology Standard of Interoperable Electronic Health Record-The Status Quo and Development of Systematic Nomenclature of Medicine-Clinical Term', *Journal of Medical Record*

*Management*, Vol.9, No.1, pp. 56-67.

Wikipedia Website (2015), available at [http://en.wikipedia.org/wiki/Semantic\\_Web](http://en.wikipedia.org/wiki/Semantic_Web) (accessed 02 April 2015).

Wikipedia Website Data (2015), available at [http://en.wikipedia.org/wiki/Knowledge\\_engineering](http://en.wikipedia.org/wiki/Knowledge_engineering)(accessed 29 March 2015).

Xml3k in Wikipedia Website (2015), The Concept of 4Suite RDF Scopes, available at <http://wiki.xml3k.org/Akara> (accessed 03 April 2015).