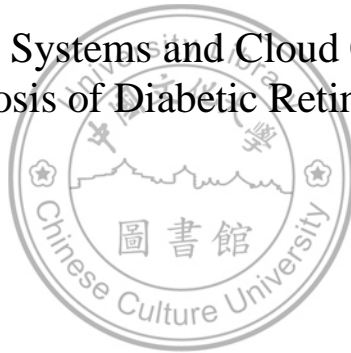


中國文化大學商學院資訊管理學系
碩士論文

Master Thesis
Graduate School of Information Management
College of Business
Chinese Culture University

運用專家系統與雲端運算於糖尿病視
網膜病變之診斷

Applying Expert Systems and Cloud Computing to the
Diagnosis of Diabetic Retinopathy



指導教授：張重正
Advisor: Chung C. Chang, Ph. D.

研究生：蔡姝蕙
Graduate Student: Shu-Hui Tsai

中華民國 103 年 12 月
December, 2014

中國文化大學
研究所碩士班
論文口試審定委員會

本校資訊管理學系碩士班蔡姝蕙君

所提論文運用專家系統與雲端運算於糖尿病

病視網膜病變之診斷

合於碩士資格水準，業經本委員會評審認可。

口試委員：

張重正

蘇耀新

賴谷鎔

王美慈

張重正

指導教授：

研究所所長：

張重正

中華民國 103 年 12 月

論文名稱：運用專家系統與雲端運算於

總頁數：69

糖尿病視網膜病變之診斷

校(院)所組別：中國文化大學商學院資訊管理研究所

畢業時間及提要別：103 年度第 1 學期碩士學位論文提要

研究生：蔡妹蕙

指導教授：張重正

論文提要內容：

由於近年來醫療科技的進步，雲端運算與醫療的結合發展趨於成熟，因此以實證法利用文獻蒐集並瞭解糖尿病視網膜病變、專家系統、雲端運算三方面為主軸的相關研究成果，分析整理後開發一套結合三項主題的系統設計以實作方式開發系統雛型程式來驗證。本研究目的在開發一套可在雲端環境上查詢及診斷糖尿病及糖尿病視網膜病變的專家系統，提供一般使用者及專業醫療人員二者皆能使用的規則式專家系統，運用年齡、腰圍、糖尿病家族史與高血壓用藥史等指標，結合美國糖尿病協會所制定的診斷標準做為判斷的依據，以前向式推論方法給予前提來得到結論的規則式專家系統。實驗結果顯示本系統可提供使用者快速、有效、與低成本之糖尿病與糖尿病視網膜病變的診斷結果及建議，希望藉此達到輔助的效益，促進早期發現、早期治療的果效，使公共衛生的醫療負擔問題能逐漸減少。

關鍵字：雲端運算(cloud computing)，專家系統(expert systems)，糖尿病(diabetes)，醫學診斷(medical diagnosis)，糖尿病視網膜病變(diabetic retinopathy)。

Applying Expert Systems and Cloud Computing to the
Diagnosis of Diabetic Retinopathy

Student: Shu-Hui Tsai

Advisor: Prof. Chung C. Chang

Chinese Culture University

ABSTRACT

Due to the rapid development of computer science, medical technologies and cloud computing in recent years, this study tries to use the empirical method to build a diabetic retinopathy diagnosis expert system that is able to offer diagnoses and inquiries about diabetic retinopathy for expert and non-expert users in a cloud computing environment. The expert system employs indicators of diabetes: age, waist, family history of diabetes and treatment history of high blood pressure, etc. and combined with the diagnostic criteria of diabetes set up by American Diabetes Association (ADA) as the fundamental of consultations. In addition, the system is rule-based and use forward chaining method to draw conclusions or results. Experimental results show that the system can provide fast, effective and low-cost diagnoses and recommendations of diabetes for users. We hope to reach the goal of early detection, as well as treatment for public and gradually reduce the medical loading of public health care.

Key Words: cloud computing, expert systems, diabetes, diabetic retinopathy, medical diagnosis.

致 謝 辭

首先非常地感謝主耶穌基督的恩典，讓妹蕙在恩師張重正教授的指導中，在這幾年來得到極大的幫助，期間不厭其煩的指引我正確的研究方向，令我獲益匪淺，讓本研究能夠順利完成。

更感謝口試委員王美慈教授、賴谷鑫教授與蘇耀新教授給予本論文的指導，在百忙之中鉅細靡遺的審核一字一句，點出文章中謬誤之處，使得研究方向及架構更臻完美。

最後感謝在學習期間一同在主裡的弟兄姐妹、同學、朋友及家人們的互相扶持與代禱，不論是課業上的難題還是生活上的種種問題，在你們的陪伴之下總能順利。



內容目錄

中文摘要	iii
英文摘要	iv
致謝辭	v
內容目錄	vi
表目錄	vii
圖目錄	viii
第一章 緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究動機	3
第三節 研究目的	4
第四節 研究範圍與限制	6
第五節 研究大綱與使用資料	7
第二章 文獻探討	9
第一節 糖尿病	9
第二節 糖尿病視網膜病變	14
第三節 專家系統	23
第四節 雲端運算	30
第三章 研究方法與系統架構	36
第一節 研究方法	36
第二節 系統架構	38
第四章 系統功能與實作	44
第五章 結論與未來發展	60
第一節 結論	60
第二節 未來發展	61
參考文獻	63

表 目 錄

表 2-1	糖尿病的分類	10
表 2-2	糖尿病性視網膜症的進行	15
表 2-3	眼底篩檢時程表	17
表 2-4	2000年至2009年臺灣糖尿病眼睛疾病盛行率 . . .	21
表 2-5	專家系統的定義	24
表 2-6	人類專家與專家系統的比較	28
表 2-7	相關研究比較	29



圖 目 錄

圖 1-1	十大主要死因之變化	2
圖 2-1	無症狀成年人的糖尿病危險因子	12
圖 2-2	糖尿病視網膜病變在不同研究機構的盛行率	20
圖 2-3	糖尿病性視網膜病變的發症機率	22
圖 2-4	專家系統的基本架構	26
圖 2-5	雲端運算的三種服務模式	33
圖 3-1	研究流程圖	37
圖 3-2	系統功能圖	39
圖 3-3	專家系統架構圖	41
圖 3-4	雲端運算環境系統架構圖	42
圖 3-5	雲端運算細部運行架構圖	43
圖 4-1	系統運作功能圖	45
圖 4-2	IE 登入畫面	46
圖 4-3	主畫面介面	47
圖 4-4	專家系統查詢功能	48
圖 4-5	糖尿病子系統作答畫面	49
圖 4-6	糖尿病子系統why的解釋功能	49
圖 4-7	糖尿病子系統how的解釋功能	50
圖 4-8	糖尿病子系統結論與建議	50
圖 4-9	糖尿病子系統的輸入紀錄	51
圖 4-10	糖尿病視網膜病變子系統作答畫面	51
圖 4-11	糖尿病視網膜病變子系統why的解釋功能	52
圖 4-12	糖尿病視網膜病變子系統how的解釋功能	52
圖 4-13	糖尿病視網膜病變子系統結論與建議	53
圖 4-14	糖尿病視網膜病變子系統的輸入紀錄	53

圖 4-15	糖尿病相關網站	54
圖 4-16	呼叫Microsoft的XMLHTTP物件	54
圖 4-17	AJAX 實現在雲端的呼叫參數	55
圖 4-18	Safari 瀏覽器下的畫面	56
圖 4-19	專家系統後台管理	56
圖 4-20	後台管理查詢功能	57
圖 4-21	專家後台問題輸入介面	58
圖 4-22	專家後台規則管理	59



第一章 緒論

第一節 研究背景

隨著時代的變遷，人們的生活方式不再與以往相同，大環境的改變及影響甚大，飲食精緻化、日常生活運動量減少、肥胖者日益增多文明病也接踵而來。根據國際糖尿病聯盟(International Diabetes Federation, IDF)所發表的研究顯示糖尿病已成為公共衛生極大的負擔，而這樣的負擔正在持續增加中。若沒有緊急控制糖尿病患者的發生率，估計在未來的 21 年裡也就是大約西元 2035 年的時候，會從目前的 3.82 億糖尿病人口數增加至 5.92 億人口數 (Guariguata, Whiting, Hambleton, Beagley, Linnenkamp, and Shaw, 2014)。此上升速度相當於每 10 秒就產生三位糖尿病患或每年大約 1000 萬的糖尿病患者，更指出全球有 1.83 億的人並不曉得自己是否有罹患糖尿病，面對這樣的狀況糖尿病相關的監控更是不可少。全世界糖尿病罹病的人口數增加速度比政府的配套衛生系統措施進步快速，以往醫護人員以經驗法則來判斷疾病也相對耗時以及一般民眾對於糖尿病的認知有限，疾病在初期毫無預警，一旦發現異常時已到無可挽回的地步。

根據行政院衛生署民國 101 年版公共衛生年報所發布的「十大主要死因之變化」資料顯示，因大環境的改變，主要死因已從急性、傳染性疾病為主轉變為惡性腫瘤、心血管等慢性疾病為主。由圖 1-1 發現 99 年與 100 年之間僅有糖尿病由第五位攀升到第四位可見其重要性刻不容緩。



圖 1-1 十大主要死因之變化

資料來源：行政院衛生署(2012)，中華民國公共衛生年報，臺北：衛生署，18。

糖尿病本身並不可怕，可怕的是發病過程中可能因血糖的控制不良所產生的慢性併發症一旦發生，常是不可逆的，因此真正令人覺得可怕的問題是隨之而來的附加疾病。而慢性併發症中的「糖尿病視網膜病變」也是目前國家成人(20-74 歲)失明重要原因之一(蔡顯揚，2003)，此疾病也是較不易被意識到的。臨床上患有糖尿病的患者，其患病的疾病發生歷史愈久，相對的發生糖尿病視網膜病變的機率也愈高。

專家系統自二十世紀發展至今，為人工智慧極為重要的一環，而專家系統更是有別於一般的系統，它不僅擁有解決問題的能力，還擁有了解釋問題的能力。專家系統顧名思義，係透過電腦以專家的方式來給予解釋，讓使用者能明白如何解決問題，有許多問題可透過專家系統來處理，從知識庫中來得到專業級的建

議與回答。1950 年代專家系統的發展僅為理論上，經過了 10 年左右的時間，美國史丹佛大學發展 DENDRAL 第一個專家系統，以運用在解決化學結構的問題(曾憲雄，黃國禎，2005)。

專家系統中在醫學上的應用最有名的莫過於 MYCIN，而 MYCIN 是 1970 年代建構出來的一個輔助內科醫生用來判斷血液感染疾病的專家系統，早期的專家系統多數以 MYCIN 做為參考依據，進一步的拓展出專家系統開發工具，如 E-MYCIN 等。

雲端運算並非是一個新技術，而是一個概念，是一種利用「網路」來做為媒介，將電腦這端的所有資料都丟給遠方的一台超級機器來儲存甚至運算，當需要資料時，可將儲存在遠方的資料下載下來。「雲」就是由多部具有高運算能力的超級電腦所組成的資料中心。透過網際網路連結上這些超級電腦，由這些電腦來幫你處理資料(張世元，劉大慶，2010)。

本研究利用專家系統結合雲端運算的概念，將專家系統建置在雲端平台上，使用者藉由此系統獲得糖尿病與糖尿病視網膜病變的幫助與建議。

第二節 研究動機

根據國際糖尿病聯盟(IDF)在 2011 年所做的統計指出，全世界將近有一半的糖尿病患者未曾接受檢查，甚至不曉得自己屬於糖尿病高危險群(International Diabetes Federation, 2011)。不論是第一型糖尿病或者是第二型糖尿病，控制愈差或發病時間愈長的人，愈容易發生糖尿病視網膜病變。約有半數糖尿病患者在一生中會產生某種程度的糖尿病視網膜病變，而它最可怕的地方是初期完全沒有症狀，當症狀出現時，視網膜病變已經達到某種程度的損傷。

糖尿病視網膜病變的發生率與糖尿病的發病病史及患者年齡以及血糖控制有關，依據健保局指出，糖尿病患在患病 7 年後 50% 有視網膜病變，而在 17 年到 25 年後則有 90% 出現病變(康健雜誌，2003)，長期的高血糖環境會損傷視網膜血管的內皮，引起一系列的眼底病變，如微血管瘤、硬性滲出物、棉絮斑點、新生血管、玻璃體增殖，甚至視網膜脫離。糖尿病會引起這些嚴重的問題，失明風險更是一般人的 25 倍。依據衛生署全民健保醫療品質資訊公開網資料顯示，101 年台北市糖尿病患者約有 23 萬人，但只有約 6 萬人接受眼底檢查或眼底彩色攝影檢查，意即超過七成糖尿病患者未定期受檢(健康醫療網，2013)。

人類透過視覺器官來生活、學習和工作約 90%，若因糖尿病視網膜病變而造成視覺受損，必定會造成生活的不便性增加。在這資訊爆炸的時代裡，人們的知識廣博而不精深，而專家系統卻可代替專家解決某一專門領域內的問題，如此一來，無論是已知或未知是否為糖尿病危險群者的使用者，都可以藉由此系統來判斷得病與否。本研究主要動機在於運用專家系統中的推論能力，將臨床的專業知識以及領域專家的經驗法則，透過網路和電腦的互動來給予疾病相關的診斷與治療的建議。

使用者可利用「雲端」這項創新服務的「儲存」和「運算」，同時可以利用行動裝置的瀏覽器讓使用者檢測自身的身體狀況正處於何種狀態，以及得到像專家一樣的建議與解釋。

第三節 研究目的

現今臺灣各政府單位所設立有關於糖尿病網站內容多數只提到糖尿病衛教方面的知識，對於糖尿病當中的慢性併發症在視網膜病變上的嚴重性，僅稍稍帶過。另一方面政府雖廣為推行雲端

計劃，卻仍有許多潛在問題存在，疾病的預防只有網站文宣卻沒有實質的判斷以及如何處置。本研究的目的是利用雲端空間建置出一個系統可以查詢及判斷糖尿病與慢性併發症視網膜病變的專家系統，來達到幾個目的，預計目標如下：

一、瞭解眼睛發生視網膜病變的發生率，並且預防糖尿病對眼睛的傷害：

可以讓使用者得到像醫生般的解釋和建議，隨時用來查詢(對於沒有罹患的群體)、監控(對於有罹患的患者)，藉由系統來控管疾病。

二、給予患者診斷病情並提供適當的治療建議：

醫院本身提供給病人的主要功能是在於發生明顯問題需急救時，此時便需要親身到醫院執行檢查，因為國人對於糖尿病慢性病變網膜症所造成的傷害，缺乏普遍的認知。

三、整合雲端運算與糖尿病及糖尿病視網膜病變診斷的醫療雲：

智慧型手機、平板電腦等普遍應用，雲端運算的崛起增加了許多便利性，透過網路利用醫療雲的服務，只要有瀏覽器就能輕鬆的查詢和診斷。

雲端運算是目前各產業努力發展應用的工具，透過網際網路可以更方便的實現專家系統普及的應用，運用糖尿病與糖尿病視網膜病變專家系統中的推論能力，將臨床專業知識及領域專家的經驗法則，透過雲端的互動給予糖尿病與糖尿病視網膜病變相關的資訊與診斷的治療及建議。本研究利用專家系統的智慧推論能力及網際網路，建構一個糖尿病與糖尿病視網膜病變診斷專家系統在雲端運算環境下，讓非專業醫療人員及專業醫療人員的使用者都能夠藉由系統得到輔助的效益，進而達到早期發現、早期治

療的效果，使公共衛生的醫療負擔問題能逐漸減少。糖尿病及糖尿病視網膜病變是一個需要長期關注而無法完全治癒的疾病，有事先的預防，勝於事後的治療。

第四節 研究範圍與限制

本研究以建構開發專家系統與醫療雲的結合，針對糖尿病與慢性併發症視網膜病變的罹患可能性與否為研究議題。本研究之限制包含下列：

一、對象限制

主要以糖尿病罹患的有無以及糖尿病視網膜病變罹患的有無為範圍，不探討其他的病況。

二、系統資料來源

在台灣要取得糖尿病患者的臨床資料相當不易，因應個人資料保護法的關係，無法取得實際的個案資料，在此本研究所開發的系統所運用的參考資料來源以台大醫院雲林分院的林昭維醫師與張以承醫師等人於 2009 年 12 月發表在國際權威「糖尿病照護(Diabetes Care)期刊」(Lin, Chang, Li, Chien, Wu, Tsai, Hsieh, Chen, Hwang, and Chuang, 2009)與譚健民(2011)所發表的「2011 年美國糖尿病協會糖尿病診療標準指引摘要」以及赤沼安夫(2006)所撰寫的「糖尿病(蕭志強譯)」做為依據。

三、資訊安全

資訊安全為雲端運算的風險之一，因研究時間及成本問題，本研究僅針對系統開發的問題，而未提及如何處理資訊安全的相關問題。

四、知識庫的範圍

本研究針對糖尿病與糖尿病視網膜病變專家系統和雲端運算的整合，所以沒有將太多複雜的問題輸入。

五、規則的推論

根據第四項的限制因素，系統並沒有設計太過複雜的推論引擎，僅以相關問題的發問，使用者僅需回答是與否二個值提供系統判斷。

第五節 研究大綱與使用資料

研究大綱可分為五個部分，茲分述說明如下：

- 一、緒論：包含研究背景、研究動機、研究目的、研究範圍與限制及研究大綱與使用資料。
- 二、文獻探討：以糖尿病、糖尿病視網病變、專家系統、雲端運算與研究相關的文獻資料來探討。
- 三、系統流程與架構：說明糖尿病視網病變和專家系統與雲端運算之整合及應用，相關的流程與架構。
- 四、系統雛型建構：在雲端運算服務下建構出專家系統應用在糖尿病與糖尿病視網膜病變的診斷及建議。

五、結論與建議：對本研究產生的結果下結論，給予後續研究建議的方向。

參考的資料來源以及欲使用的設備及軟體，可以分為以下三類：

一、資料來源：博碩士論文、國內外期刊、研討會論文、報章雜誌、相關主題之書籍與線上資料等。

二、程式製作設備為個人桌上型電腦、筆記型電腦及寬頻網路等網路相關之設備。

三、程式製作軟體有 Windows Server 2008、Microsoft SQL Server 2008 R2、Dreamweaver CS6、Microsoft Visual Studio 2010 Express，程式開發所使用的程式語言為 ASP、JavaScript、AJAX。



第二章 文獻探討

本章共分為四個部分，針對本研究相關的領域進行介紹與探討。第一節與第二節蒐集並整理糖尿病與糖尿病視網膜病變的相關知識與研究討論。第三節探討專家系統的部分，包括專家系統的定義、專家系統的架構和推論引擎、醫學專家系統的應用，以及相關的研究。第四節探討雲端運算的部分，包括雲端運算介紹、雲端運算的優點。

第一節 糖尿病

一、糖尿病的介紹

在正常身體中，胰島素會將澱粉類食物轉變成葡萄糖，做為幫助葡萄糖進入細胞內提供熱能。糖尿病是因胰臟無法製造或缺乏足夠的胰島素，導致葡萄糖無法順利進入細胞內，血糖濃度就會升高。主要臨床症狀為多吃、多喝、多尿，體重減輕，視力模糊等。

以往有部分的民眾以尿糖來辨別是否患病，此論點是錯誤的，而正確的診斷方式是以血糖測定為主(三軍總醫院營養部營養師合著，2010)。無論是哪種類型的糖尿病都有血糖升高問題，這是由於分泌胰島素的細胞受損或功能缺陷造成(Williams, 2004/2005)。

二、糖尿病的分類

糖尿病因致病的過程不同可分為四類，如表 2-1。

表 2-1 糖尿病的分類

	類型	病因
1	第一型糖尿病 (Type 1 Diabetes)	主要特徵是胰臟β細胞受到自體免疫的破壞，以致胰島素絕對缺乏。
2	第二型糖尿病 (Type 2 Diabetes)	血中胰島素濃度相對缺乏，胰島素抗性合併胰島素分泌不足。
3	妊娠性糖尿病	糖尿病第一次發生在懷孕時。
4	其他特殊型糖尿病	因其他疾病導致

資料來源：G. Williams (2005)，糖尿病手冊(黃友君譯)，臺北：藝軒(原文於 2004 年出版)。

三、糖尿病的診斷

糖尿病的診斷標準，國內以 1997 年美國糖尿病協會 (American Diabetes Association, ADA) 所制定的標準做為判斷的依據，以下三種狀況只要其中一項符合，再檢驗第二次若是相同結果，則可確定罹患糖尿病(譚健民，2011)，如下：

(一)空腹血漿葡萄糖濃度(fasting plasma glucose, FPG)：

1. 正常，血糖值 $<110\text{mg/dl}$ 。
2. 空腹葡萄糖異常，血糖值介於
 $110\text{mg/dl}\sim 125\text{mg/dl}$ ($5.6\sim 6.9\text{mmol/L}$)。
3. 糖尿病，血糖值 $\geq 126\text{mg/dl}$ (必須再測一次證實)。

(二)75 公克的口服葡萄糖耐量試驗(oral glucose tolerance test, OGTT)，二小時靜脈血糖濃度：

1. 正常，血糖值 $<140\text{mg/dl}$ 。
2. 葡萄糖耐受不良(impaired glucose tolerance, IGT)，血糖值介於 $140\text{mg/dl}\sim 199\text{mg/dl}$ ($7.8\sim 11.0\text{mmol/L}$)。

3. 糖尿病，血糖值 $\geq 200\text{mg/dl}$ (必須再測一次證實)。

(三)糖化血色素(A1C) $\geq 6.5\%$ ：

糖化血色素異常值為 $5.7\sim 6.4\%$ 。

(四)出現糖尿病症狀(多吃，多喝，多尿，體重減輕)，加上隨機血糖值(無論空腹與否，測得的血糖值) $\geq 200\text{mg/dl}$ (必須再測一次證實)，若第二次為相同結果則可以確認為糖尿病。

高血糖但還未達到糖尿病診斷標準者，可以分為空腹葡萄糖異常(FPG)、葡萄糖耐受不良(IGT)、糖化血色素異常值 $5.7\sim 6.4\%$ 為糖尿病前期，也可視為糖尿病高風險群的徵兆。

體重過重或肥胖的無症狀成年人，具有 1 個以上糖尿病危險因子者，應接受第 2 型糖尿病的篩檢，如圖 2-1。



1. 過重且具有 1 個以上危險因子者
 - 缺乏體能活動
 - 一等親人罹患糖尿病
 - 高危險的族群
 - 生產 4000 公克以上嬰兒或曾被診斷為妊娠糖尿病
 - 高血壓($\geq 140/90$ mmHg)或正接受高血壓治療
 - 高密度脂蛋白膽固醇(HDL-C) < 35 mg/dl 和或三酸甘油酯 > 250 mg/dl
 - 多囊性卵巢症候群的婦女
 - 曾檢為糖化血色素 $\geq 5.7\%$ 、葡萄糖耐受不良或空腹血糖異常
 - 臨床表現胰島素阻抗(例如：重度肥胖、黑色棘皮症)
 - 曾罹患心血管疾病
2. 無上述風險因子的民眾，則應從 45 歲以上開始篩檢
3. 如果篩檢結果正常，則至少每 3 年再篩檢 1 次，並且視初步篩檢結果和風險考慮更頻繁的檢查

圖 2-1 無症狀成年人的糖尿病危險因子

資料來源：黃蘭菁，李貫廷，李育霖，楊偉勛，黃國晉(2013)，
2013 年美國糖尿病學會臨床治療指引摘要，台北市醫師公會會刊，57(3)，23-31。

每年年初美國糖尿病學會都會更新糖尿病診療指引，做為醫生臨床診斷依據，這些資料是經由多中心分析的研究組織與機構以臨床的試驗、世代研究(cohort study)、對照不佳或無對照研究、專家共識或臨床經驗來分析數據統整所得到可信度極高的證據，以此方式所得到的各樣糖尿病風險因子即成為糖尿病初步判斷的寶典，因此需靠實驗室判斷的空腹血漿葡萄糖濃度和 75 公克口服葡萄糖耐量試驗以及糖化血色素

的測驗可得到精確的診斷結果，而另一種不需要實驗室的檢驗方式對於無症狀成人的糖尿病篩檢有很好的幫助，通常是醫生初診時一開始未得到病人血液抽驗前的判斷的調查項目，本研究利用醫學專家經常使用此種方式詢問病人的作法作為實驗的工具。

四、糖尿病的治療

目前治療的方式主要以運動方式、飲食控制及藥物治療，來達到血糖的控制，讓血糖能趨於穩定下來，避免大血管及小血管相關併發症產生，患者的生活也能與一般人無異。根據台大醫院雲林分院林昭維醫師及張以承醫師，於美國糖尿病學會官方期刊，在糖尿病臨床研究領域排名第一的國際權威「糖尿病照護(Diabetes Care)」期刊發表預測糖尿病風險的研究成果，指出只要根據年齡、腰圍、糖尿病家族史，與高血壓用藥史，等四項簡單的指數，無需抽血，即可計算出目前罹患糖尿病的機會，準確率達 75%，並且應該以男性腰圍不超過九十公分、女性不超過八十公分的警戒標準，做為預測罹患心血管、高血壓、糖尿病等代謝症候群的重要依據(Lin et al., 2009)。以運動方式做為治療，建議每週至少 150 分鐘的運動時數，以期能達到體重減輕 7%，飲食控制則以控制熱量的攝取多寡來做為治療方針，藥物治療方面醫生會依個人的狀況不同給予藥物治療，運動加上飲食控制與藥物控制三管齊下的狀況也是可以看見的其效果往往會比單一方式進行治療的效果更佳。

第二節 糖尿病視網膜病變

一、糖尿病視網膜病變致病機轉

糖尿病視網膜病變主要是視網膜血管滲漏及阻塞。致病原因十分複雜，目前尚未十分明瞭。學者提出不同的兩種假說，有與分子學有關的也有與細胞學有關的假說。依細胞學理論則認為糖尿病患血管內所有的紅血球，白血球，血小板，內皮細胞，外被細胞，功能發生了異常，形成血管通透性增加，因此造成血管滲漏及積水現象，又因白血球及血小板的凝聚，導致血管阻塞，組織缺氧，使中心視力大受影響。

二、糖尿病視網膜病變的分類

糖尿病視網膜病變依不同狀態，分為下列三個階段(見表 2-2)：



表 2-2 糖尿病性視網膜症的進行

階段	眼底症狀	自覺症狀	治療方法	複診間隔
非增殖性視網膜病變 (Non-proliferative diabetic retinopathy, NPDR)	1.網膜內部微血管變脆，產生「點狀出血」這種細小滲出的出血。 2.血管產生流狀物，或者形成白斑。	無	1.控制血糖 2.眼底檢查	每隔6-12個月
前增殖性視網膜病變 (Pre-proliferative diabetic retinopathy, PPDR)	1.血管阻塞，出血斑愈來愈多，或者網膜上面形成白色斑點。 2.網膜積水，或者黃斑部等地方產腫脹。	幾乎沒有	1.控制血糖 2.眼底檢查 3.雷射光凝固術	每隔1-2個月

(待續)

表 2-2(續)

階段	眼底症狀	自覺症狀	治療方法	複診間隔
增殖性視網膜病變 (proliferative diabetic retinopathy, PDR)	1.血管阻塞，導致形成「新生血管」。 2.玻璃體產生新生血管，血管破裂造成玻璃出血。 3.血管破裂後，新的組織增殖，使網膜被往外拉扯，造成網膜從眼球壁脫落的「視網膜剝離」現象。	視力變差 飛蚊症	1.控制血糖 2.眼底檢查 3.雷射光凝固術 4.玻璃體手術	依狀況 每隔 2星期~ 1個月

資料來源：a. 相磯嘉孝(2008)，糖尿病預防，生活，治療(許懷文譯)，臺北：楓書坊文化出版社。

b. 赤沼安夫(2006)，糖尿病(蕭志強譯)，臺北：世茂。

三、糖尿病視網膜病變診斷

糖尿病視網膜病變的診斷，若要早期發現，不論是第一型或第二型的糖尿病患者一旦診斷出罹患糖尿病，則必須透過專任眼科醫師利用眼底鏡檢查眼底狀態，根據2013年美國糖尿病學會臨床治療指引摘要(黃蘭菁等人，2013)也給予眼底檢查的建議時間，見表2-3，而良好的血糖及血壓控制可減少及減緩糖尿病視網膜的惡化。目前糖尿病視網膜病變治療的

方式常見以雷射、藥物、手術來處理。而醫生會依檢查的結果類型、輕重度和呈現的表徵不同，會作出適當的判斷建議，而目前最主要有效的方法以雷射治療為主。

表 2-3 眼底篩檢時程表

對象	檢查內容
第 1 型糖尿病 或在 30 歲前發病者	罹患 5 年內，接受初次散瞳完整的眼科檢查，後續依醫師建議追蹤，一般至少 1 年 1 次。
第 2 型糖尿病 或在 30 歲後發病者	糖尿病確診後即接受第 1 次散瞳完整的眼科檢查，後續依醫師建議追蹤，一般至少 1 年 1 次。
妊娠糖尿病	應做完整的眼科檢查，並密切追蹤至產後 1 年。

資料來源：a. 三軍總醫院營養部營養師合著(2008)，糖尿病不煩人：關鍵 182 問完全解答(1 版)，臺北：文經社。

b. 黃蘭菁，李貫廷，李育霖，楊偉勛，黃國晉(2013)，2013 年美國糖尿病學會臨床治療指引摘要，台北市醫師公會會刊，57(3)，23-31。

四、糖尿病視網膜病變治療

目前糖尿病病人眼底檢查率僅有三成，絕大多數並未得到適時篩檢與治療(陳智帆，陳立仁，2013)。Rosberger (2013) 提到糖尿病控制與併發症研究 (The Diabetes Control and Complications Trial, DCCT)和英國前瞻性糖尿病研究 (United Kingdom Prospective Diabetes Study, UKPDS)清楚的說明不論

是第一型或第二型糖尿病嚴格控制血糖可以減緩初期與進行中糖尿病視網膜病變的發展。

五、糖尿病視網膜病變相關研究

糖尿病視網膜病變是糖尿病患者因高血糖症所造成對眼睛的疾病，也可以說糖尿病中對眼睛造成極大影響的併發症為糖尿病視網膜病變。持續性的高血糖狀態也會造成眼睛白內障的提早產生，人體白內障可利用手術方式將水晶體摘除即解決了此問題，反觀糖尿病視網膜病變卻是以不可逆的方式在糖尿病患者身上不斷進行。相關研究顯示糖尿病視網膜病變在美國是 20-64 歲成年人失明的首要原因(張嘉仁，2010)，在日本是成人(20-74 歲)造成失明主因之一，一年約有四千人因此失明(相磯嘉孝，2008)。在盛行率方面可由圖 2-2 看出可分為二部分，全部為任何情況的糖尿病視網膜病變而下半部分為已影響視力的嚴重性的非增生型視網膜病變、增生型視網膜病變、糖尿病黃斑部水腫。眼科疾病盛行率研究群(Eye Diseases Prevalence Research Group, EDPRG)為美國所研究的盛行率約 40%(8%為視力受損)，澳大利亞糖尿病與肥胖和生活方式研究(The Australian Diabetes, obesity and life-style study, AusDiab)為澳大利亞的盛行率約 25%(3%為視力受損)，從圖中我們可以發現在洛杉磯的拉丁裔眼科研究(Los Angeles Latino Eye Study, LALES)為高達 47%的盛行率但當中視力受損卻只有 8%，此現象可能為農村社會造成。英國亞裔糖尿病研究(UK Asian Diabetes Study, UKADS)的研究中在南亞地區(south Asian)當中的其他國家也有相當高的盛行率，而中國在農村的糖尿病視網膜病變盛行率為 43%，雖然圖示上顯示只比美國高了 3%左右，其中視力為嚴重程度的有 6.3%都比美國低，但實際上在中國的鄉下地區有 9200 萬人口

有糖尿病視網膜病變，當中高達 1200 萬的人口已嚴重影響視力。報告中也指出美國近年來盛行率是逐年下降的，但發生率卻高達 74% 其中有 64% 的比例為進行到更嚴重的糖尿病視網膜病變，17% 是進步到增殖型糖尿病視網膜病變，而相關數據對於亞洲地區關於糖尿病視網膜病變的發生率研究比例是較少的。



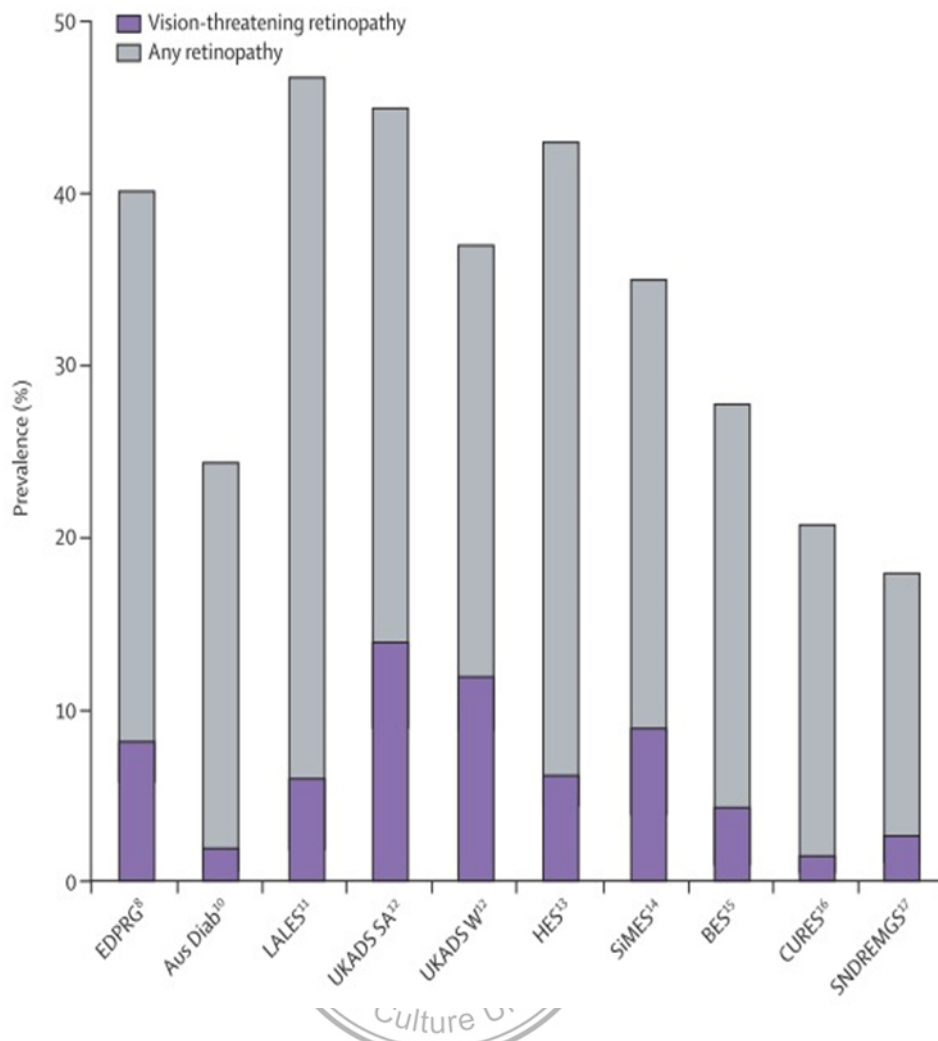


圖 2-2 糖尿病視網膜病變在不同研究機構的盛行率

資料來源：N. Cheung, P. Mitchell, & T. Y. Wong. (2010). Diabetic retinopathy. *The Lancet*, 376(9735), 124-136.

然而在台灣針對糖尿病所產生於腎臟、眼睛、足部有關的慢性併發症的調查卻很少(Huang, Lin, Jiang, Chang, Chung, Chuang, Tai, Ho, and Shin, 2012)。一旦得知罹患糖尿病後更是對眼睛造成威脅而且病情不可逆(鍾遠芳，林宏達，2000)。糖尿病眼睛失明的機率為非糖尿病患者的 25 倍以上(三軍總醫院營養部，2008；蔡顯揚，2003)。相關文獻更指出臺灣在 2000 年至 2009 年期間糖尿病視網膜病變的盛行率從 6.17% 進展到

8.91%有節節攀升的現象產生，並且有嚴重到影響視力的比例從 0.50%到 0.62%，如表 2-4。臺灣糖尿病視網膜病變的盛行率與美國相比是呈現對比的成長，此現象可能與國家的醫療環境差異有關，在美國對於糖尿病在併發症方面的研究相當多，對於病人後續的疾病追蹤也較完善。

表 2-4 2000 年至 2009 年臺灣糖尿病眼睛疾病盛行率

	Retinopathy(N)	Retinopathy(%)	視力差/失明(N)	視力差/失明(%)
2000	43,623	6.17	3,510	0.50
2001	51,858	6.94	3,936	0.53
2002	63,141	7.76	4,200	0.52
2003	68,076	7.84	4,566	0.53
2004	78,675	8.33	4,689	0.50
2005	86,931	8.70	4,842	0.48
2006	91,092	8.63	5,436	0.52
2007	94,437	8.37	6,069	0.54
2008	100,002	8.30	6,660	0.55
2009	108,906	8.91	7,623	0.62

資料來源：Y. Y. Huang, K. D. Lin, Y. D. Jiang, C. H. Chang, C. H. Chung, L. M. Chuang, T. Y. Tai, L. T. Ho, & S. J. Shin. (2012). Diabetes-related kidney, eye, and foot disease in Taiwan: An analysis of the nationwide data for 2000-2009. *Journal of the Formosan Medical Association*, 111(11), 637-644.

根據 Cheung, Mitchell, and Wong 等人(2010)針對糖尿病視網膜病變提出幾項危險因子：

(一)高血糖：糖化血色素下降 1%可以減少 40%發生糖尿病視網膜病變，進展到視力嚴重受損只有 25%，需要雷射治療為 25%，導致失明為 15%。

(二)高血壓：10 毫米汞柱下降可減少 35%的糖尿病視網膜病變的風險，需要雷射治療為 35%，視力損失為 50%。

(三)高血脂

(四)糖尿病持續時間：如圖 2-3，為日本厚生省所做的調查。

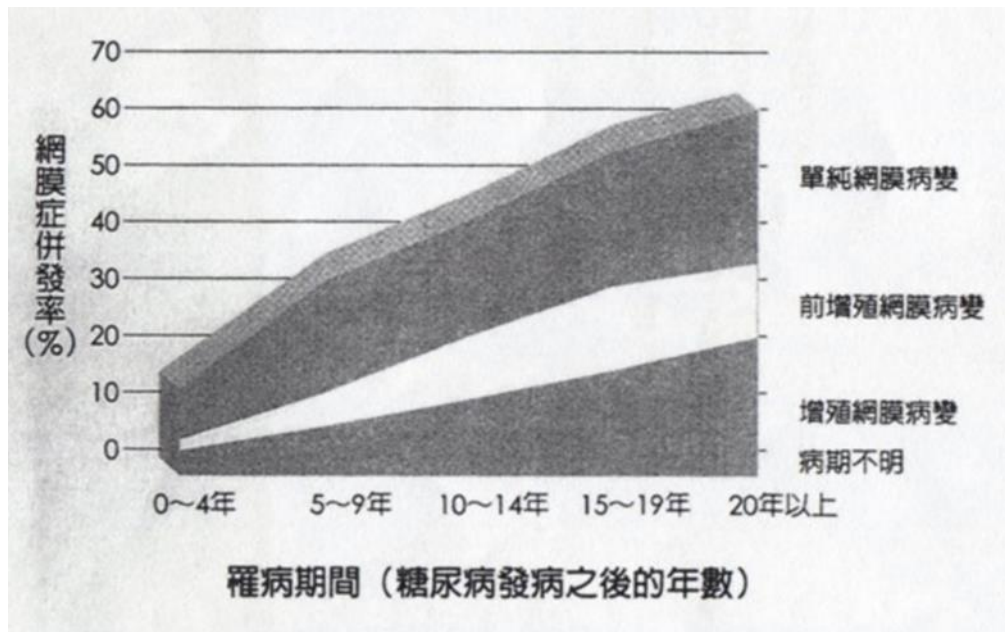


圖 2-3 糖尿病性視網膜病變的發症機率

資料來源：赤沼安夫(2006)，糖尿病(蕭志強譯)，臺北：世茂。

(五)種族源地：與遺傳有關，西班牙裔、南亞。

(六)懷孕：第 1 型糖尿病者視網膜病變易加劇。

(七)初潮時間：第 1 型糖尿病者視網膜病變易加劇。

(八)白內障手術：相關研究顯示某些案例的糖尿病患有白內障手術後比沒有白內障手術視網膜病變進展更快。

由此可知，糖尿病患者眼底篩檢和及時追蹤治療的重要性，失明所造成的傷害不僅是個人工作能力喪失，政府也需耗費更多醫療資源及社會成本。然而早期發現及治療並給予

適當的治療及控制，可幫助減緩病情惡化且保留視力，更能使發生機率下降，擁有更好的生活品質，因此臺灣需要加強在糖尿病眼睛方面的研究。

第三節 專家系統

一、專家系統定義

專家系統(Expert Systems)隸屬人工智慧(Artificial Intelligence, AI)是重要與主要的分支，能將某領域的專家知識擷取後，利用電腦模擬專家，擁有強大的推論能力以及判斷力所產生的智慧型系統。專家系統是近年來在人工智慧這門電腦科學中研究人員的熱門話題，具有如同人類專家一般的系統，對特定領域的問題做判斷、解釋及認知的一個以知識法則為依據，以推理為方法的智慧電腦程式。領域專家學習了知識經驗會有流失的現象產生，而這些知識經驗為了保存下來以二種方式存留：第一將經驗知識以文獻方式保存，第二將其傳授給他人，但這些都無法像電腦專家系統可以達到真正的保存下來。Liao (2005)也指出專家系統的設計基本想法是將人類專家的知識以電腦程式來實現，目前專家系統在現實生活中的應用已超過 70%(Roventa and Rosu, 2009)，近年來在醫療的應用上有很大的進步，Keleş, Keleş, and Yavuz (2011)也指出將專家系統運用在培訓醫學系的學生有極大的好處，至於它的定義是什麼呢？本研究整理了幾個相關的文獻對於專家系統的定義，如表 2-5。

表 2-5 專家系統的定義

作者/年份	著名	定義
江孟峰(2002)	專家系統導論工具應用	專家系統是人工智慧的一個分支，應用大量來自人類專家的專業知識來解決問題。
張雁智(2003)	雞病線上查詢與初步診斷決策支援系統	專家系統是特別被建立作為一種決策支援輔助工具，並且最終給予使用者參考，它是一個強化知識庫的程式，而所要解決的問題通常是由人類的專家來做的。
曾憲雄， 黃國禎(2005)	人工智慧與專家系統—理論與實務	所謂專家系統也就是利用人工智慧相關技術，將某領域中專家的專業知識擷取出來，並用以開發出一套能模擬具有專家等級能力且有聰明的判斷力的智慧型系統。

(待續)

表 2-5(續 1)

作者/年份	著名	定義
藍凱(2005)	中西醫結合於消化性潰瘍證型診斷專家系統之建立	一個以知識法則為依據，以推論為方法之智慧型系統。也就是利用知識工程技術，將某些領域中專家的專業知識擷取出來，並用以研發一套具有人類專家判斷能力的智慧型系統，屬人工智慧的一個範疇。
Roventa and Rosu (2009)	The diagnosis of some kidney diseases in a small prolog Expert System	藉由建立專家系統來了解智能行為的程序
呂學銘(2009)	醫療決策支援系統在 Web Services 應用之研究-以診斷與治療決策支援工具為例	利用專家經驗建構之電腦程式模組，具有如同人類專家一般，對特定領域的問題能做判斷、解釋及認知。

(待續)

表 2-5(續 2)

作者/年份	著名	定義
洪濬成，張森富， 林中天(2010)	犬眼疾病線上診斷 專家系統之開發	一個使用知識與事實 為基礎，配合專家推 理方式，解決需要人 類專家才能處理的問 題之電腦系統。

二、專家系統的介紹

在任何專家系統內最重要的核心為「知識庫」。典型的專家系統可以分為主要的三個模組：使用者介面、知識庫、推理機，見圖 2-4。

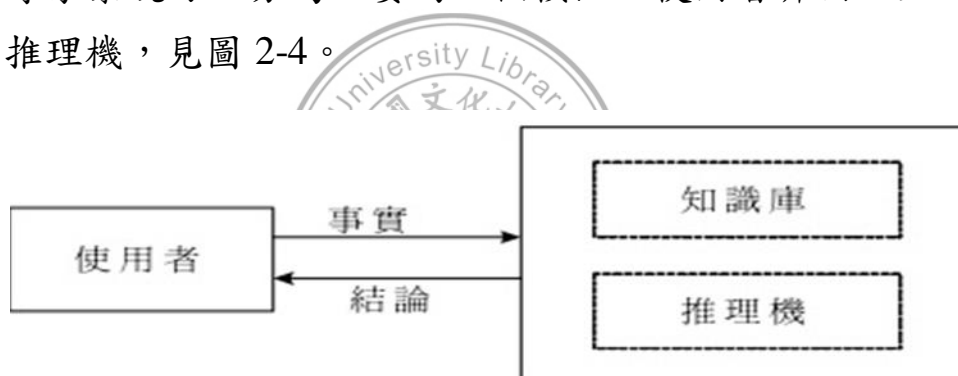


圖 2-4 專家系統的基本架構

資料來源：王姿婷，朱蕙君(2004)，呼吸道感染病症醫療診斷專家系統，收於王姿婷，朱蕙君編，知識工程與專家系統專案報告，國立臺南大學數位學習科技系碩士班。

(一)規則式專家系統的組成元件有五個(宋立偉，2008; Roventa et al., 2009)：

1. 知識庫

包含有專家領域知識具有結構性有用的專業知識，將知識利用 if-then 的子句建立多條規則，以人類

的思考方式長期儲存，而這些規則可以被改變，而知識庫的正確性也與輸入規則的正確性有關。

2. 推論引擎

從知識庫中的規則和資料來給予前提以得到結論的程序，推論方法分為四種，向前推論(forward inference)、向後推論(backward inference)、模糊推論(fuzzy inference)及混合推論 (hybrid inference)，本研究利用向前推論方式將規則和資料輸入後透過推論引擎的推論出解答，再經由解釋子系統說明推論過程如何運用規則和資料。

3. 使用者介面

專家系統與使用者溝通的管道，使用者可能是一般使用者也可能是專業人員，因此在設計上應力求簡潔扼要，讓使用者好上手與操作，本研究設計為以引導方式和選擇題的方式選出使用者現有的狀況問題，將問題透過推論引擎推出結果。

4. 解釋子系統

此部分在專家系統中是相當重要，how 的功能可以解釋如何從規則得到結果的過程，有好的推論引擎與知識庫再加上好的解釋子系統對於系統診斷上是一個相當大的助益，也可以幫助程式設計師或專家可以明白如何修改。

5. 工作記憶區

推論過程中暫時儲存使用者所輸入的資料及推論的中間結果，再將資訊交給推論機來產生結論。

(二)知識的表示方法目前有以下幾種：

1. 規則式表示法

2. 語意網路表示法
3. 邏輯與集合知識法
4. 框架表示法
5. 物件導向法
6. 劇本表示法

任何規則都包含兩個部分：if 部分為前提或條件，then 部分為結論或事實，規則式表示法是最接近人類思考方式的一種知識表示法，本研究以規則式表示法來表達知識。

MYCIN 是醫學專家系統的典範，以下為人類專家與專家系統的比較，如表 2-6。

表 2-6 人類專家與專家系統的比較

項目	人類專家	專家系統
判斷效率	經驗豐富 但因人而異	快速 但資料量大效率變慢
知識	吸收慢，容易忘記 但能舉一反三	吸收快，保存很久 但需不斷更新
經驗	耗時 彈性佳	快速累積 彈性低
成本	學習課程花費大	費用省
便利性	差	佳
適用對象	只有專家本身	非專家也可使用

Chen, Hsu, Liu, and Yang (2012)建構的營養診斷專家系統中，提到針對洗腎的病人透過研究的比較將專家系統與營養師來比較所開的營養需求，發現專家系統比人類專家更快速更準確。人工智慧在醫學表現和推理上的診斷應用可看出專家系統在各領

域已趨於成熟，如：甲狀腺炎、乳炎、藥物中毒、眼科學等應用 (Ibrahim, Ali, Jaais, and Taib, 2001)。另外，也提出幾個與醫學相關的專家系統的方法、對象、理論方面的比較，如表 2-7：

表 2-7 相關研究比較

作者	題目	理論	方法
徐裕隆 (2012)	專家系統應用於呼吸道疾病診斷之研究	模糊邏輯推理，建立 10 模糊規則，最後加入機率條件，用來給醫師做為輔助。	50 位虛擬病患，用類神經網路和模糊系統進行實驗。
邱瑞科、黃珈瑩與張彥群 (2010)	疾病檢測及風險評估決策輔助系統建立之研究 - 以糖尿病為研究對象	結合類神經網路和模糊專家系統，用來給醫師做為輔助。	文獻探討及彙整醫師專家的專業知識。
邱瑞科、黃珈瑩、涂秀美與張彥群 (2010)	智慧型為基之糖尿病線上檢測及風險評估輔助系統建立之研究	釐清引發糖尿病之顯著危險因子，並嘗試運用人工智慧技術中之類神經模糊系統模型與模糊專家系統之整合應用，用來給醫師做為輔助。	文獻探討及彙整醫師專家的專業知識。

(待續)

表 2-7(續 1)

作者	題目	理論	方法
Chen, Hsu, and Liu 等人(2012)	Constructing a nutrition diagnosis expert system	運用規則式知識建構的網路專家系統。	透過專業營養師的知識建立規則式知識庫。
蔡姝蕙(2014)	本研究	運用規則式知識建構雲端運算環境下的專家系統。	透過文獻及專家的知識建立規則式知識庫。

本研究將利用醫學專家系統的優點來診斷出糖尿病以及糖尿病視網膜病變，可以幫助使用者以及得到適當的治療建議，才能夠早期發現、早期治療。

第四節 雲端運算

雲端運算不是新技術，而是一種概念(張淵仁，段裘慶，陳建中，陳錦杏，黃文增，2010)。「雲」這一詞在資訊科技相當於是在說「網際網路」。這個名稱的由來其實是工程師在畫示意圖時為了方便以一朵雲來代表。根據美國國家技術標準局(National Institute of Standards and Technology, NIST)對雲端運算的定義解釋為雲端運算是一種服務模式，能方便且隨需求應變地透過連上網路存取廣大的共享運算資源(如網路、伺服器、儲存、應用程式、服務等)，並可透過最少的管理工作及與服務供應者互動，快速提供各項服務。

一、此外構成雲端運算有五大特性(Mell and Grance, 2009)：

(一)隨需自助服務(on-demand self-service)：

用戶可以依其需求要求運算資源(例如伺服器資源、網路頻寬或儲存容量)，且要求資源的過程是自助式的配置。

(二)隨時隨地用任何網路裝置存取(broad network access)：

由網路提供服務，且有共通機制讓不同的客端平台(如智慧型手機及筆電等)都可以使用。

(三)多人共享資源池(resource pooling)：

多用戶共享服務提供者的運算資源，服務提供者依用戶需求重新分配在任何時間，用戶不需了解資源的實體位置。

(四)快速重新部署靈活度(rapid elasticity)：

在某些情況下可依需求能有彈性地自動供給或釋放運算資源，對用戶來說不需擔心資源的問題，可在任何時候都能大量的使用。

(五)被監控與量測的服務(measured service)：

雲端系統能依所提供的服務將運算資源自動控管和最佳化。

而近年來雲端運算更是在各個領域都相當的熱門，而「雲」則是指網際網路(Internet)，「端」則表示客戶端(client)，進入雲端顧名思義就是使用者運用網路連接超級電腦來處理資料。隨著網際網路的發達，已由過去的有病醫病變成現今的預防疾病，許多醫療保健相關研究表示在做決策時出現病人資訊錯誤和照護過程中出現溝通不良問題，而雲端運算無處不在的特點可用來解決這個問題(Doukas, Pliakas, and Maglogiannis, 2010)。因此將醫療和雲端結合，成為一種具有溝通能力的醫療創新(朱明添，陳家祥，張秉庠，黃琬雅，蔡璧鴻，2013)，實現了強大的訊息處理技術，也提升了醫療資源的有效利用(Guo, Chen, Chen, and Tang, 2010)。

隨著文明的進化，民眾持有可上網的智慧型手機的比例迅速增加，使用者也習慣利用行動裝置來處理日常工作，其實使用者已進入了雲裡卻沒查覺到，雲端運算能提供整合式服務功能，而這歸功於雲端運算的服務(江政哲，張迺貞，2010)。

二、可支援上網的三種服務為：

(一)軟體即服務(software as a service, SaaS)：

透過 Internet 提供軟體的模式，依價格來訂定使用時間，如 facebook、evernote、gmail 等。

(二)平台即服務(platform as a service, PaaS)：

雲端伺服器的平台開放給使用者，可自行部署應用程序、自行使用編程語言，但不管理或控制雲端設備，包含網路設備、伺服器等，如 Google 所提供的 Google App Engine 平台、微軟提供的 Windows Azure 平台。

(三)設備即服務(infrastructure as a service, IaaS)：

廠商將基礎設備(IT 系統、資料庫)等整合起來，再分租給使用者。如亞馬遜的 EC2。

這三種服務模式可從圖 2-5 清楚的區分出來。

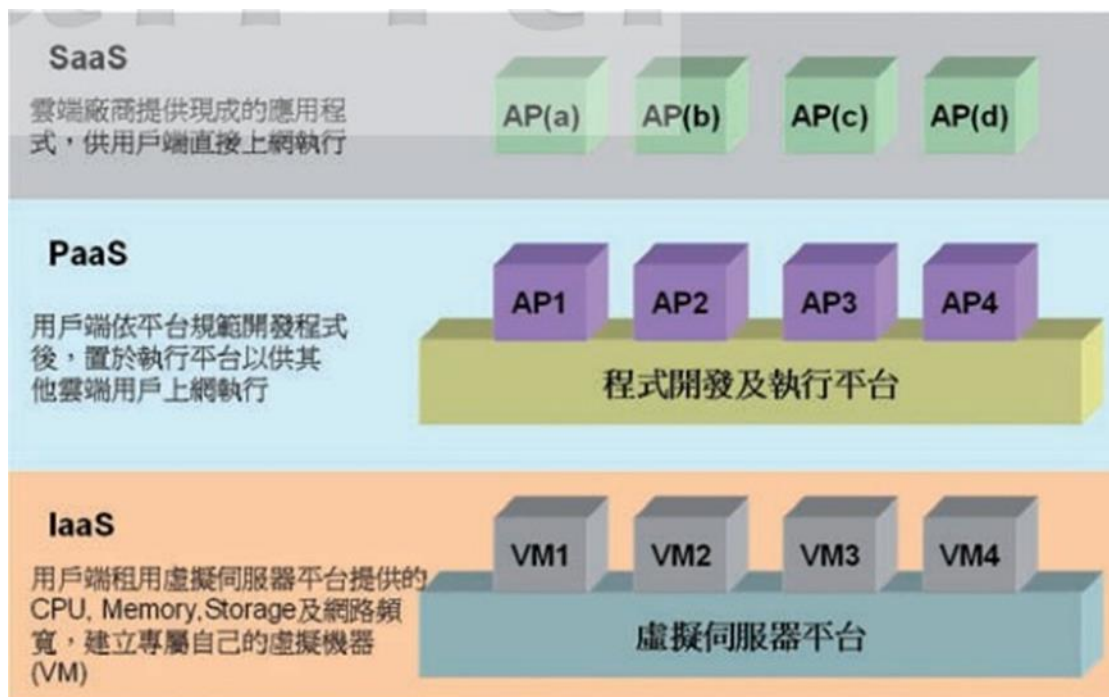


圖 2-5 雲端運算的三種服務模式

資料來源：張世元，劉大慶(2010)，初探雲端運算科技，中華技術，88，126-133。

三、四種部署模型：

(一)私有雲：

企業獨立建置且自行使用雲端運算環境，不需透過外界供給任何資源，在安全性上比公有雲佳。

(二)社群雲：

眾多類似的組織掌控及使用，例如特定安全要求、共同宗旨等。社群成員共同使用雲端資料及應用程式，如 Facebook 所推出的社群雲。

(三)公用雲：

由許多企業和多用戶共同分享使用的雲端運算環境。

(四)混合雲：

公有雲和私有雲的混合。

四、雲端運算的優點有以下四點(江政哲等人，2010)：

(一)使用成本低：

不需購買昂貴的電腦來架伺服器，節省硬體成本，維護費用，只需利用雲端上的服務即可。

(二)改善效能：

因雲端是由很多部超級電腦共同執行運算，對於需要大量計算的程式，相對簡單，更能有效率的得到答案。

(三)改善不同作業系統間的相容性：

雲端能直接執行，只要能上網就能跨平台。

(四)不受裝置的限制：

只要能上網就能執行雲端服務。

AJAX 即「Asynchronous JavaScript and XML」(非同步的 JavaScript 與 XML 技術)，是一套綜合了多項技術的瀏覽器端網頁開發技術，AJAX 可以向伺服器傳送請求，在客戶端使用 JavaScript 處理回應，使用 AJAX 可以讓瀏覽器和伺服器彼此之間能資料交換。曾昭平與劉念祖(2012)指出因 Web 應用技術 ASP、PHP、AJAX、JSP 的進步，使得雲端運算從概念可以變成實際的應用，過去以 html 來做為靜態網頁方式呈現，造成與用戶的互動不佳及執行效能不好，如今動態網頁技術的提升讓雲端運算發展的更快更好，使用我們可以身在雲中而不知雲。

周迎、曾凡與黃昊(2010)指出雲端運算對醫療衛生的發展有實際上的效益，主要有幾個原因造成醫療需要改變的地方。首先，醫療建設資訊化標準不統一，在這方面有可能是因為各地方所擁有的醫療資訊設備的不同而產生了彼此的差異性。其次為醫療訊息資源孤立，造成此問題的主因為雖然網際網路的發達，但某些小醫院為了要節省購買設備導致仍然使用紙本方式儲存病患資

料，造成病患無法轉往別處就醫。其他還有資訊化設備發展不平衡、醫療資訊資源有效利用不足等，以上說明了雲端運算可以解決經費不足所造成的極大問題。



第三章 研究方法與系統架構

第一節 研究方法

本研究以實證法為主，本研究的流程如圖 3-1，首先訂定研究主題，再根據研究的背景和動機，提出相關的問題及目的。接著再以研究主題為方向，在文獻方面蒐集並瞭解三個部分的相關研究成果，以糖尿病與糖尿病視網膜病變、專家系統、雲端運算為研究主軸，經過文獻的分析整理後，確定研究方法及研究範圍並提出結合三項主題的系統設計。並透過系統實作，開發系統雛型程式來驗證、評估與測試其成果，再給予結論與建議。



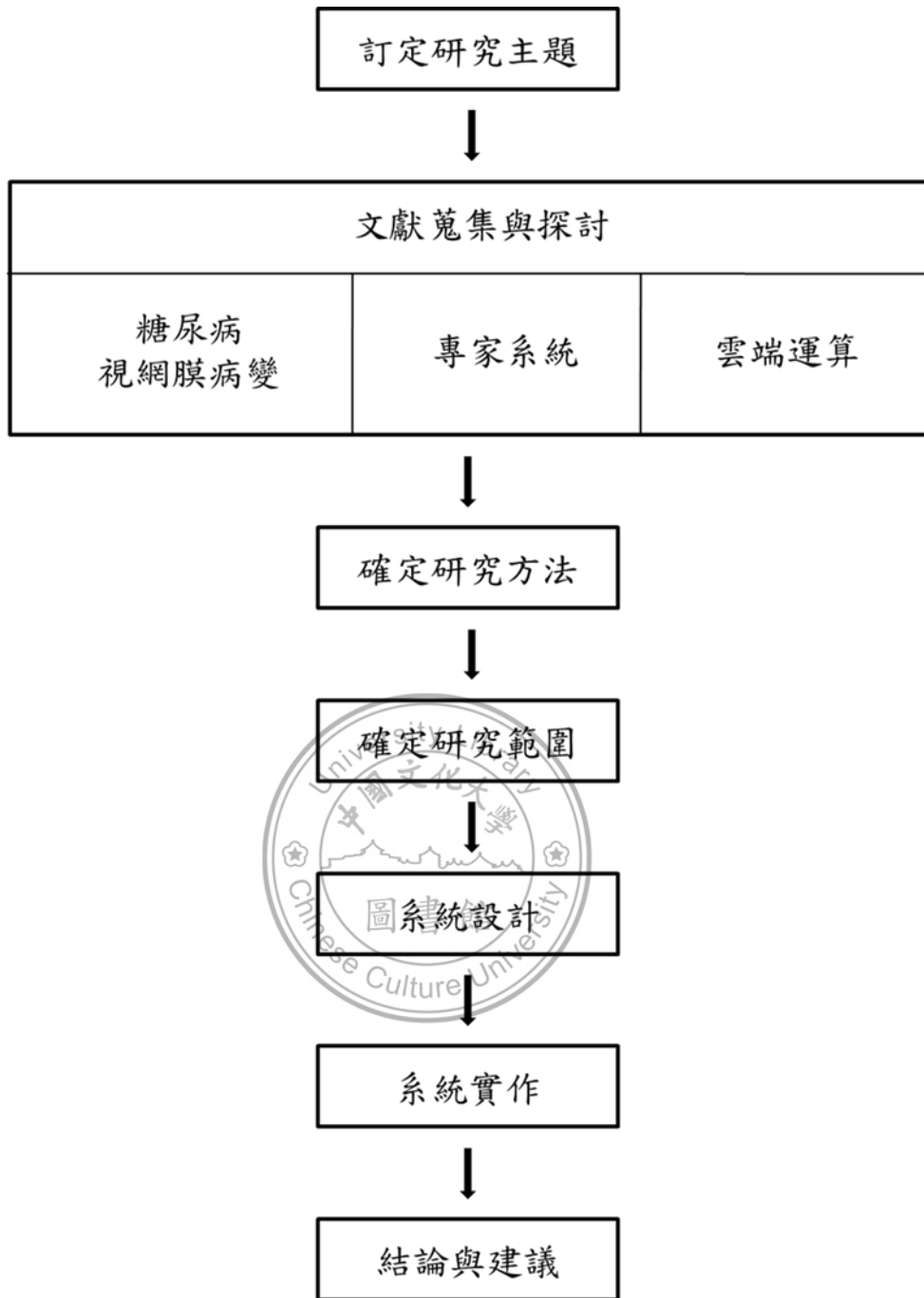


圖 3-1 研究流程圖

第二節 系統架構

本研究之系統功能圖如圖 3-2 所示，系統架構可分為下列二大類：

一、糖尿病子系統

糖尿病子系統有下列四項功能：

- (一)資料輸入：在此提供使用者，將目前的條件輸入。
- (二)診斷結果：使用者輸入資料後經過電腦運算出規則會得到一診斷結果。
- (三)解釋功能：使用者得到診斷結果後，系統會針對使用者所輸入的條件規則加以解釋結果的產生由來，並給予解釋。
- (四)治療處理和建議：以使用者所輸入的條件與規則，經過系統的判斷可得到最佳的治療處理和治療的建議。

二、糖尿病視網膜病變子系統

糖尿病視網膜病變子系統有下列四項功能：

- (一)資料輸入：在此提供已罹患糖尿病的使用者，將糖尿病視網膜病變可能發生的條件輸入。
- (二)診斷結果：使用者輸入資料後經過電腦運算規則會得到一診斷結果。
- (三)解釋功能：使用者得到診斷結果後，系統會針對使用者所輸入的條件規則加以解釋結果的產生由來，並給予解釋。

(四)治療處理和建議：以使用者所輸入的條件與規則，經過系統的判斷可得到最佳的治療處理和治療的建議。

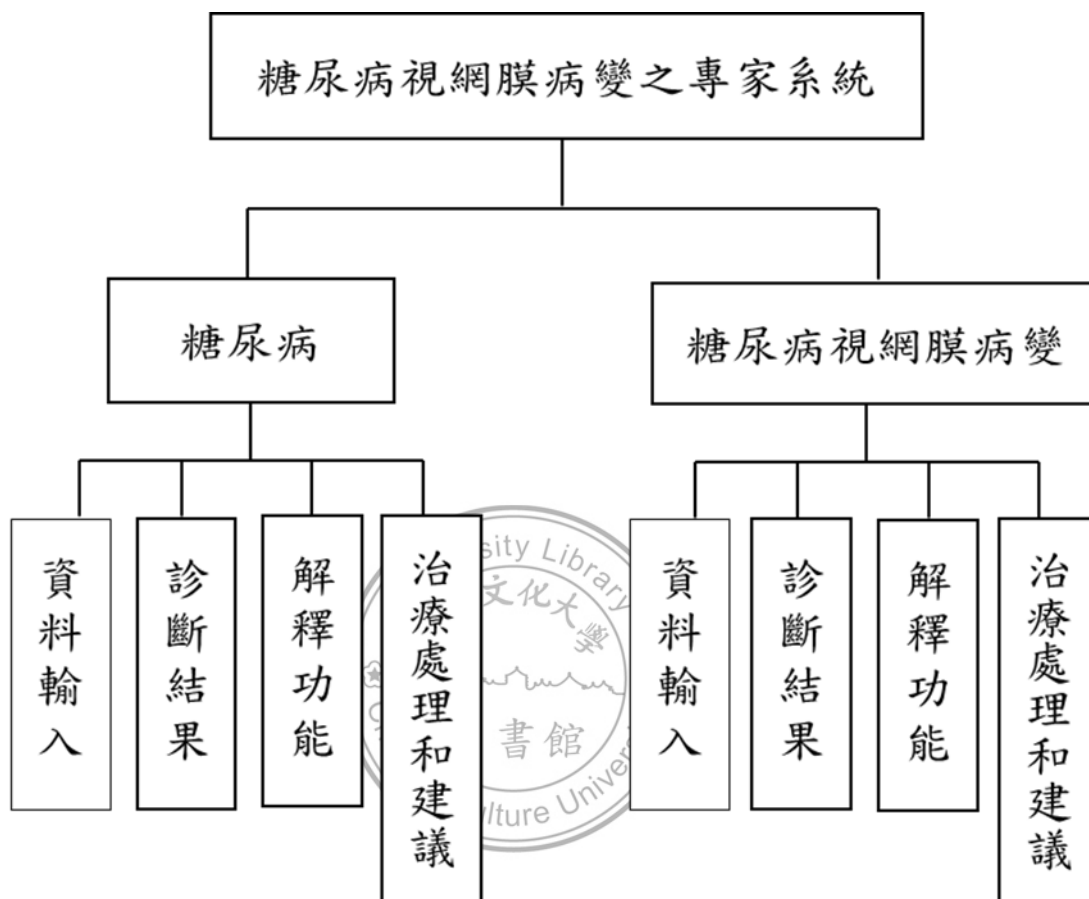


圖 3-2 系統功能圖

三、本系統具備三個主要模組：

(一)糖尿病診斷專家系統

1. 向前推論：

由 if-then 的子句所組成的規則做為條件判斷，條件的多寡由問題來決定，每個條件有不同的值，當使用輸入值滿足條件即得到結果的值。

2. 知識庫：

可以讓知識管理者(專家或程式設計工程師)有彈性的新增、減少、修改規則。

3. 解釋功能：

顯示給予 how 與 why 的功能。

(二)糖尿病視網膜診斷專家系統

1. 向前推論：

由 if-then 的子句所組成的規則做為條件判斷，條件的多寡由問題來決定，每個條件有不同的值，當使用輸入值滿足條件即得到結果的值。

2. 知識庫：

可以讓知識管理者(專家或程式設計工程師)有彈性的新增、減少、修改規則。

3. 解釋功能：

顯示給予 how 與 why 的功能。

圖 3-3 為專家系統架構圖，本研究的專家系統架構圖可以分成使用者介面、推論引擎、知識庫三大部分，使用者與使用者介面是使用者透過電腦與專家之間的溝通橋樑，使用者將選擇的條件輸入後系統經過推論引擎的運算，藉由知識庫中專家的規則和資料找出符合條件的規則和資料，最後再將推論出來的結果與推論過程以 how 呈現給使用者。

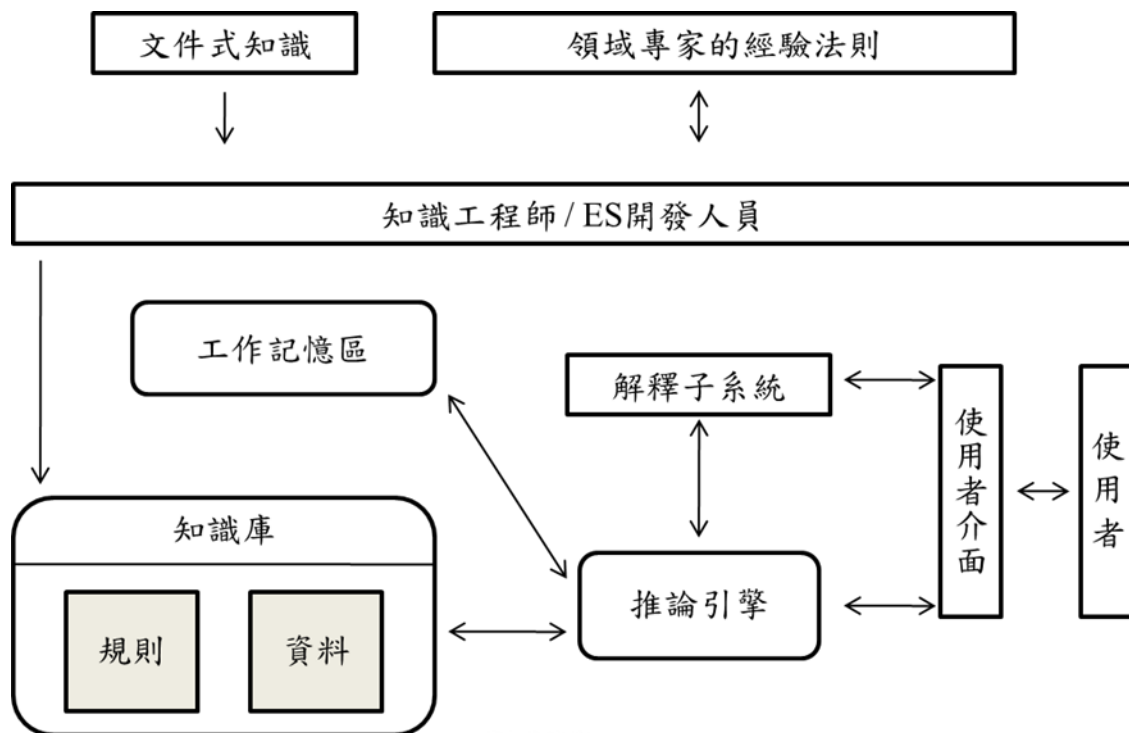


圖 3-3 專家系統架構圖

此系統主要的使用對象是針對已經罹患糖尿病的患者是否有發生糖尿病視網膜病變或醫療相關人員，而使用者可利用這個糖尿病與糖尿病視網膜病變診斷專家系統判斷眼睛的疾病。系統可以優先判斷出是否為糖尿病病患，再利用輸入的條件來釐清現階段使用者所發生的階段已到達何種階段，而病症的嚴重程度到哪，適時的給予治療的建議，以及其他注意事項。

本系統以雲端運算環境為基礎，運用了隨手可得的便利性，讓人人都可以透過瀏覽器和行動裝置，只要能夠上網的行動裝置一律都可以使用本系統來診斷出自身問題。本系統將以圖 3-4 所呈現的概念來完成本系統的運作，使用者可以運用手上的行動裝置(手機、平板電腦、筆記型電腦)透過瀏覽器來使用專家系統的功能，圖中所呈現的雲也表示使用者不需要去明白背後的裝置設備為何，供應商為何，系統需求需要多大，即使手上的設置屬於低階產品也能夠執行，因為雲端運算可以做到隨時隨地用任何網路裝置存取。

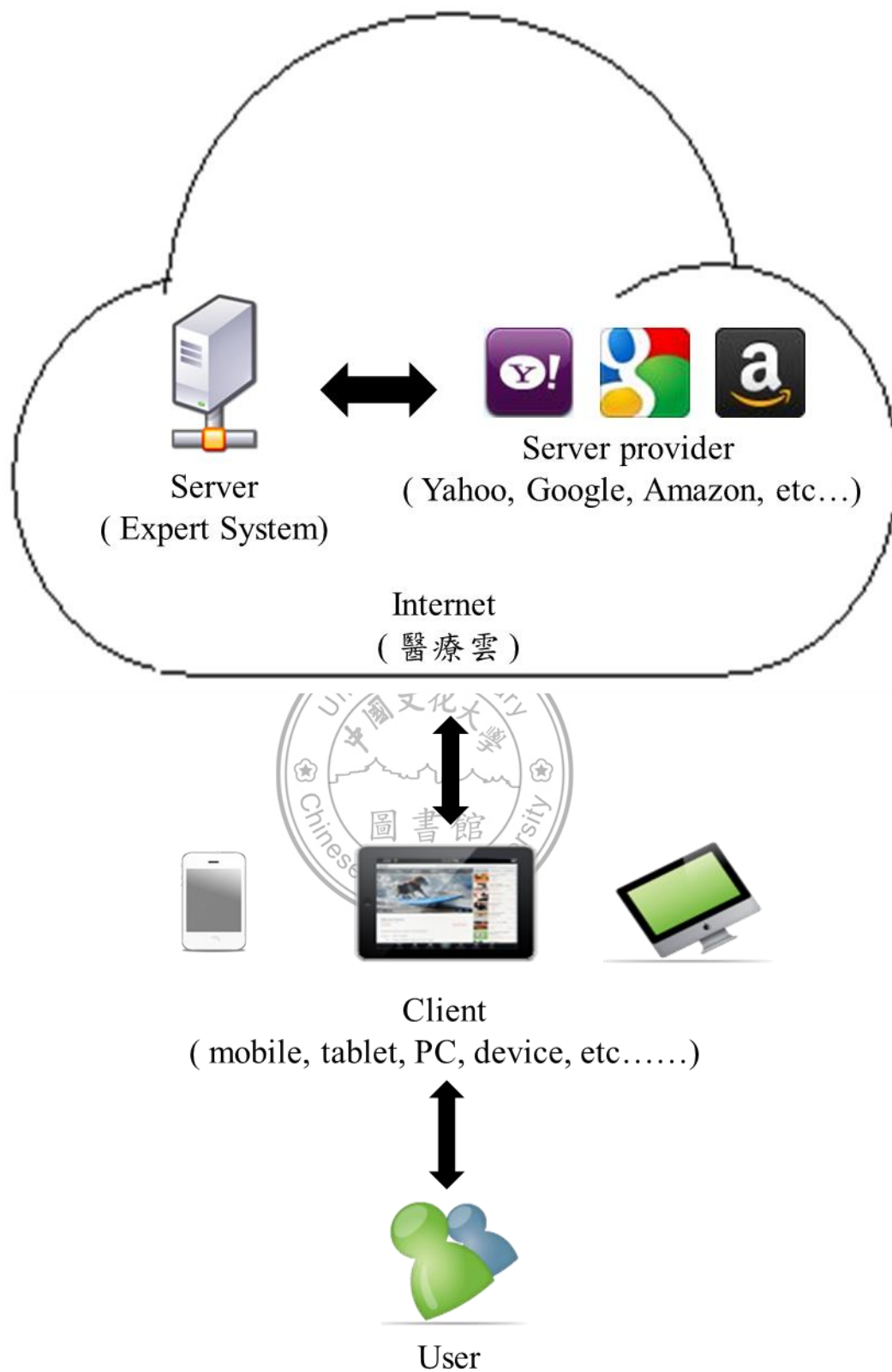


圖 3-4 雲端運算環境系統架構圖

此為本系統在雲端運算內的細部運行的架構圖 3-5，傳統的靜態網頁 html 雖然可以滿足一般使用需求，但在互動性上較不佳，使用者透過瀏覽器輸入所問的問題的答案傳送 request 物件給網頁伺服器，此方式就是利用 ASP 的動態網頁能力。

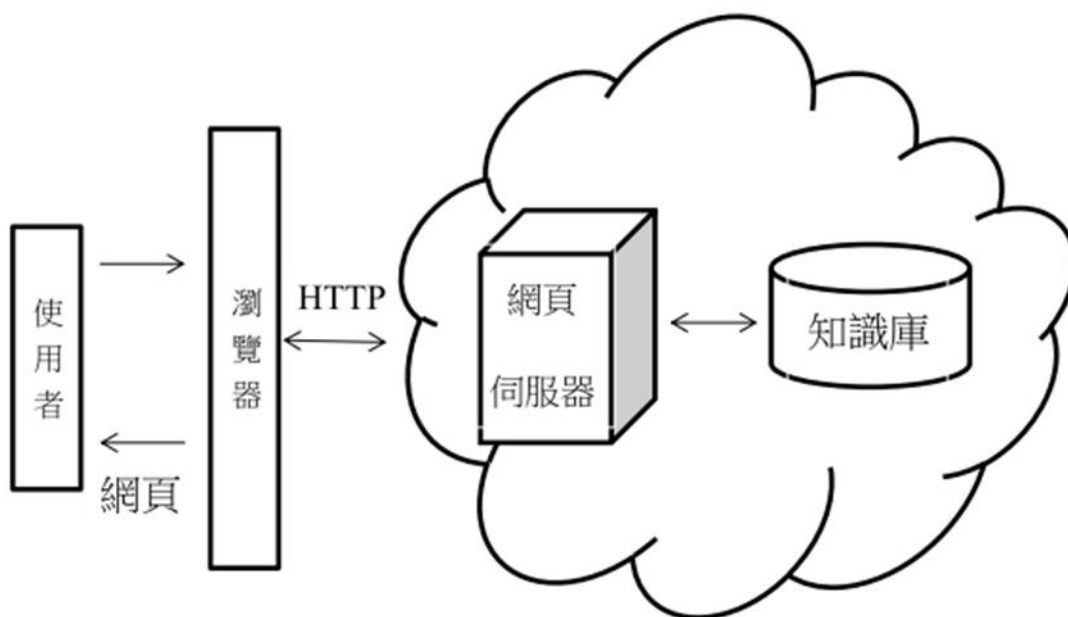


圖 3-5 雲端運算細部運行架構圖

以 AJAX(Asynchronous JavaScript and XML)特點，使用 AJAX 技術的非同步性資料處理特性與 XML 資料傳輸，實作設計平台建置診斷糖尿病與糖尿病視網膜病變的專家系統。

第四章 系統功能與實作

本研究以 Microsoft Windows 7 做為系統實作開發平台，以動態網頁設計及資料庫設計為主要部分，使其能達到糖尿病與糖尿病視網膜病變診斷專家系統與雲端運算的整合。動態網頁設計採用動態伺服器網頁(Active Server Page, ASP)為網頁語言工具，Microsoft Server 2008 做為 Web 伺服器，AJAX 部分採用 jquery 函式庫，資料庫方面則採用 Microsoft SQL Server 2008 R2，開發工具以 Microsoft Visual Studio 2010 介面和功能設計。程式功能架構分為前台和後台兩大部分，其中包含會員登入、查詢功能、糖尿病診斷功能、糖尿病視網病變診斷功能、相關網站五個部分，如圖 4-1：



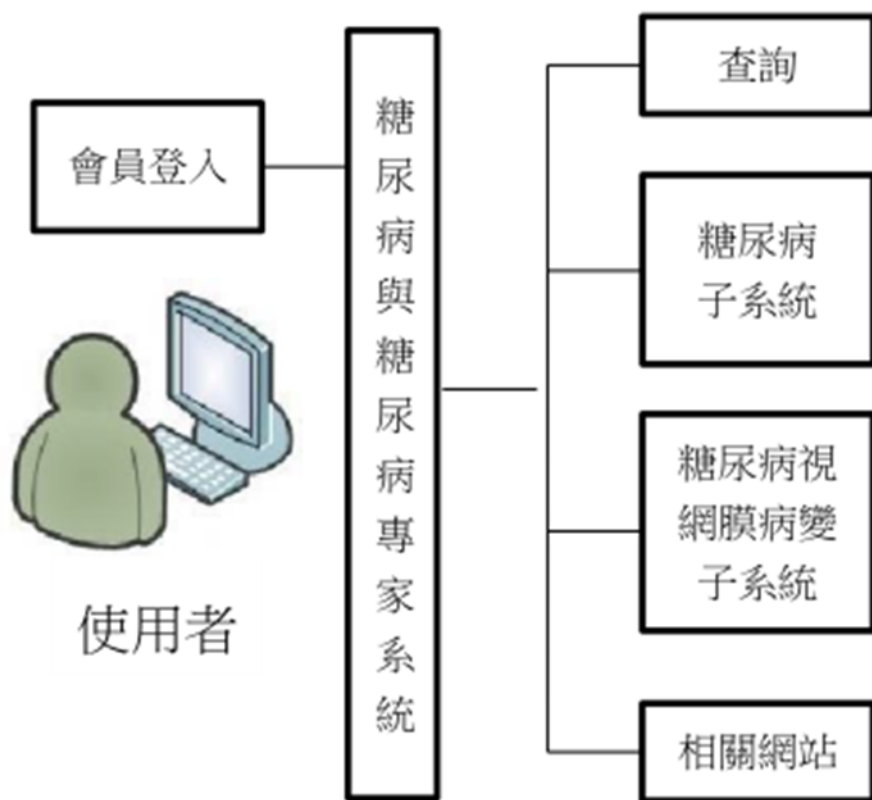


圖 4-1 系統運作功能圖

一、前台部分：

(一)會員登入：

開啟瀏覽器後在網址輸入本站網址後，即可出現糖尿病與糖尿病視網膜診斷專家系統的觀迎畫面，如圖 4-2：

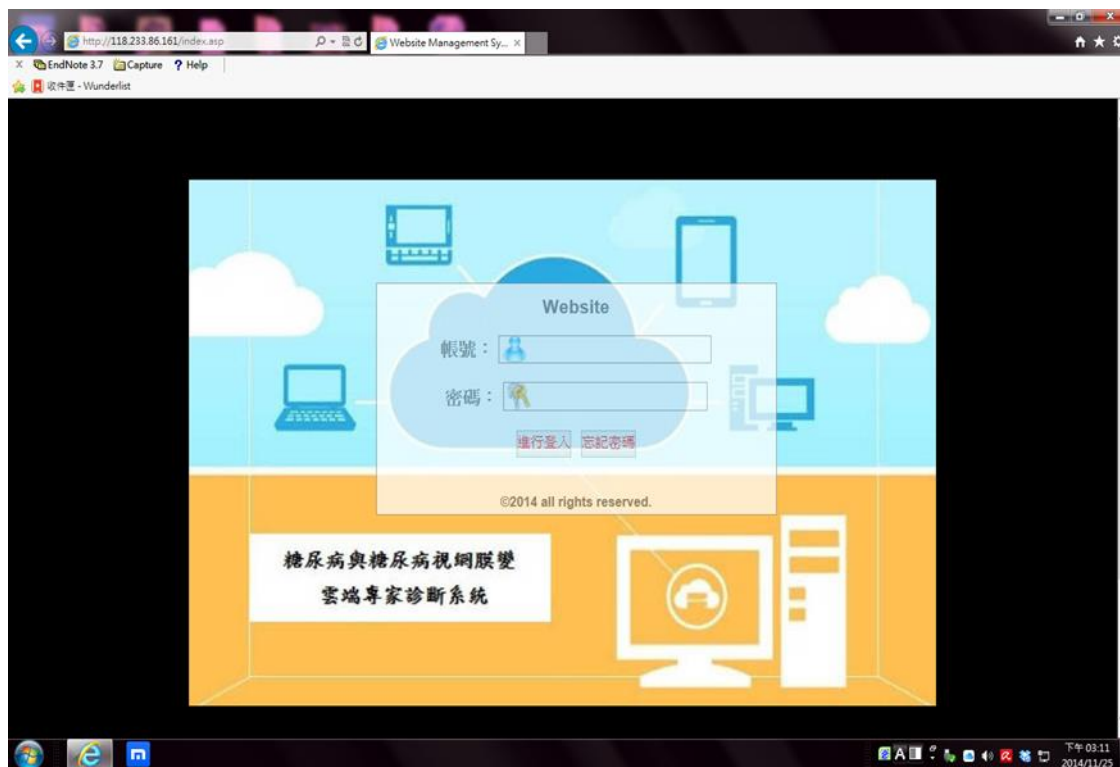


圖 4-2 IE 登入畫面

上圖為在 Microsoft Windows 7 的作業系統下 Internet Explorer 的 IE 瀏覽器畫面。

(二)查詢功能：

會員登入後，進入第一個畫面是系統的介面主畫面，未開始診斷前可以瀏覽其中的相關知識，了解糖尿病及視網膜病變其他相關知識，如圖 4-3：

查詢 糖尿病診斷 糖尿病視網膜病變診斷 相關單位 與我們聯絡

糖尿病類型
 第一型
 第二型
 妊娠型
 其他型
 糖尿病症狀
 糖尿病診斷
 糖尿病的併發症
 眼部的併發症
 糖尿病視網膜病變
 糖尿病的治療

查詢

糖尿病類型 >

定義

糖尿病是一種人體將葡萄糖（糖類）轉換成能量的方式出現變化的疾病，可分為第一型糖尿病，第二型糖尿病，妊娠型糖尿病，其他型糖尿病。

病理

沒有糖尿病的人其血糖值是正常的

若您沒有糖尿病，食物就會在胃中消化，並轉化成葡萄糖（一種糖類）。葡萄糖會經由血管運送到全身的細胞，而胰臟分泌的胰島素可以讓葡萄糖進入體內細胞，並提供能量。

有糖尿病的人其血糖值會有過高的情形

糖尿病患者的胰臟所製造的胰島素不足，或是其分泌的胰島素無法正常運作，不論何種情況，沒有了胰島素，細胞就無法獲得所需的葡萄糖。而葡萄糖累積在血管內的結果，將會導致血液中的葡萄糖濃度不斷增加，而細胞們卻在「挨餓」。

臨床症狀

若血糖值非常高，身體就會從尿液排出葡萄糖和卡路里，因此您可能會出現某些以下的徵狀：

1. 口渴
2. 頻尿
3. 非常飢餓
4. 體重自然減輕
5. 容易疲勞
6. 傷口不易復原
7. 皮膚乾癢瘙癢

圖 4-3 主畫面介面

也可以在搜尋空格中輸入相關的關鍵字查詢疾病，如圖 4-4：



圖 4-4 專家系統查詢功能

(三)糖尿病診斷功能：

使用者依题目的問答以類似問卷方式，逐步作答，如

圖 4-5：



圖 4-5 糖尿病子系統作答畫面

使用者在使用系統過程可以透過 why 按鍵的解釋功能，了解為何回答系統的問題，如圖 4-6：



圖 4-6 糖尿病子系統 why 的解釋功能

作答完畢後系統會將診斷的過程結果透過 how 按鍵的解釋功能，以規則條件方式提供解答，如圖 4-7：



圖 4-7 糖尿病子系統 how 的解釋功能

作答完畢後系統會將診斷的結果以結論與建議透過按鍵顯示，如圖 4-8，使用者所作答的輸入紀錄也會呈現，如圖 4-9：

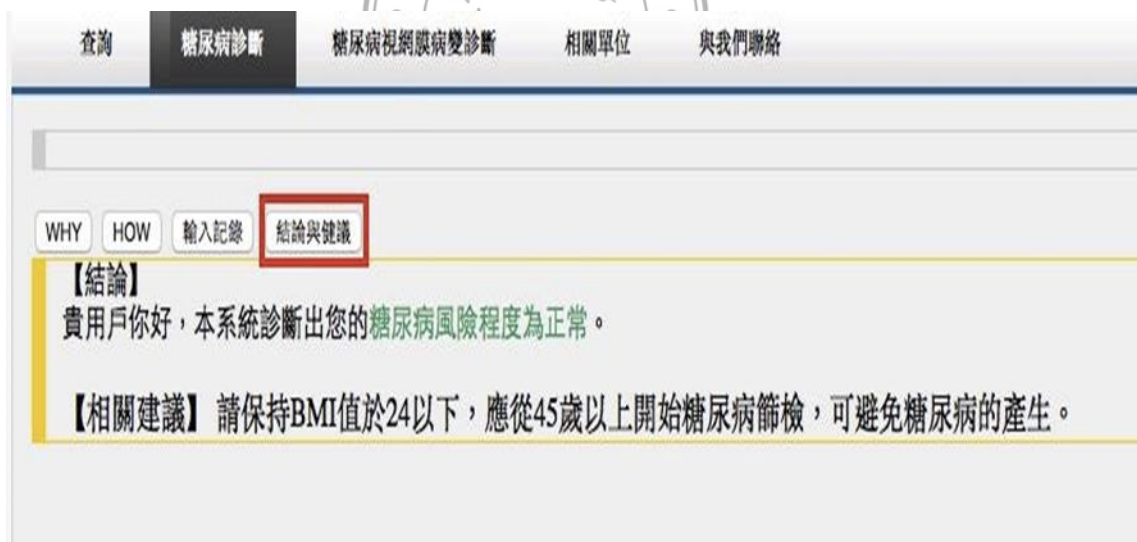


圖 4-8 糖尿病子系統結論與建議



圖 4-9 糖尿病子系統的輸入紀錄

(四)糖尿病視網膜病變診斷功能：

使用者依題目的問答以類似問卷方式，逐步作答，如

圖 4-10：



圖 4-10 糖尿病視網膜病變子系統作答畫面

使用者在使用系統過程可以透過 why 按鍵的解釋功能，了解為何回答系統的問題，如圖 4-11：



圖 4-11 糖尿病視網膜病變子系統 why 的解釋功能

作答完畢後系統會將診斷的過程結果透過 how 按鍵的解釋功能，以規則條件方式提供解答，如圖 4-12：



圖 4-12 糖尿病視網膜病變子系統 how 的解釋功能

作答完畢後系統會將診斷的結果以結論與建議透過按鍵顯示，如圖 4-13，使用者所作答的輸入紀錄也會呈現，如圖 4-14：



圖 4-13 糖尿病視網膜病變子系統結論與建議



圖 4-14 糖尿病視網膜病變子系統的輸入紀錄

(五)相關網站：

提供給使用者有關於糖尿病的相關網站可分為國內與國外，如圖 4-15：



圖 4-15 糖尿病相關網站

傳統的作法傳送表單到網頁伺服器往往占頻寬，AJAX 可以向伺服器傳送請求，在客戶端使用 JavaScript 處理回應，使用 AJAX 可以讓瀏覽器和伺服器彼此之間能資料交換，以下為系統對網頁伺服器所發出的請求程式碼，圖 4-16：

```
// JavaScript Document
var xmlhttp;

function createXMLHttpRequest(){
if(window.ActiveXObject){
xmlhttp=new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
}else if(window.XMLHttpRequest){
xmlhttp=new XMLHttpRequest();
}
}
```

圖 4-16 呼叫 Microsoft 的 XMLHttpRequest 物件

利用呼叫 Microsoft 的 XMLHttpRequest 物件來達成跨越在各平台的瀏覽器，仍然能夠運作正常，而為了要達到雲端運算服務的實現，本系統使用在 AJAX 的 open("url")方法，建立對伺服器的呼叫。以下為此方法的程式碼，透過參數即可將資料丟到雲端上做運算，最後把得到雲端運算後的結果丟回在 show 底下，如圖 4-17 所示：

```
//讀取清單資料//  
  
function listKeyword(){  
  
    createXMLHttpRequest();  
  
    var url="丟參數到雲端";  
  
    xmlhttp.open("GET",url,true);  
  
    xmlhttp.setRequestHeader("Content-Type","text/html;charset=utf-8");  
  
    xmlhttp.onreadystatechange=function(){  
  
        if(xmlhttp.readyState==4){  
  
            if(xmlhttp.status==200){  
  
                var doc=xmlhttp.responseText;  
  
                document.getElementById("show").innerHTML=doc;  
  
            }  
  
        }  
  
    }  
  
    xmlhttp.send(null);  
  
}
```

圖 4-17 AJAX 實現在雲端的呼叫參數

本研究以 AJAX 實現雲端技術，也實現了跨平台的能力，以下為系統在 Mac OS X 作業系統下 Safari 的登入畫面，圖 4-18：



圖 4-18 Safari 瀏覽器下的畫面

二、後台部分：

管理者可針對會員管理給予權限達到監控的實質作用，
如圖 4-19：

全選	會員帳號	修改	刪除
<input type="checkbox"/>	管理員	修改	
<input type="checkbox"/>	guest1	修改	刪除
<input type="checkbox"/>	guest2	修改	刪除
<input type="checkbox"/>	guest3	修改	刪除

目前頁次: ◆第1頁

一次刪除

圖 4-19 專家系統後台管理

管理者可輸入提供前台查詢使用的專家式知識，管理後台查詢功能可依管理者需求新增、刪除、修改，如圖 4-20，以及系統判斷的問題選項，如圖 4-21：

專家後台管理系統

症狀規則 | 症狀 | 糖尿病診斷問題 | 糖尿病視網膜病變診斷問題 | 會員

全選	症狀標題	修改	刪除	排序
<input type="checkbox"/>	眼部的併發症/眼底臨床檢查	修改	刪除	
<input type="checkbox"/>	主類別/糖尿病類型	修改	刪除	下移
<input type="checkbox"/>	糖尿病類型/第一型	修改	刪除	上移 下移
<input type="checkbox"/>	糖尿病類型/第二型	修改	刪除	上移 下移
<input type="checkbox"/>	糖尿病類型/妊娠型	修改	刪除	上移 下移
<input type="checkbox"/>	糖尿病類型/其他型	修改	刪除	上移 下移
<input type="checkbox"/>	主類別/糖尿病症狀	修改	刪除	上移 下移
<input type="checkbox"/>	主類別/糖尿病診斷	修改	刪除	上移 下移
<input type="checkbox"/>	主類別/糖尿病的治療	修改	刪除	上移 下移
<input type="checkbox"/>	主類別/糖尿病的併發症	修改	刪除	上移 下移
<input type="checkbox"/>	糖尿病的併發症/眼部的併發症	修改	刪除	上移 下移
<input type="checkbox"/>	糖尿病的併發症/糖尿病視網膜病變	修改	刪除	上移
<input type="button" value="取消"/>				<input type="button" value="一次刪除"/>

目前頁次 ◆第1頁 ▾

圖 4-20 後台管理查詢功能

網站內容管理系統

症狀規則

症狀

糖尿病診斷問題

糖尿病視網膜病變診斷問題

會員

全選	排序	排序	題目		
	1	下移	Q1 請輸入年齡?	修改	刪除
	2	上移 下移	Q2 請輸入BMI值?	修改	刪除
	3	上移 下移	Q3.本身是否有以下幾種情況? 一等親人罹患糖尿病 生產4000公克以上嬰兒或曾診斷為妊娠糖尿病 高血壓(>=140/90 mmHg)或正接受高血壓治療 高密度脂蛋白膽固醇(HDL-C)<35 mg/dL和/或三酸甘油酯(Triglycerides)>250 mg/dL 多囊性卵巢症候群(polycystic ovarian syndrome, PCOS)的婦女 曾檢為糖化血色素>=5.7%、葡萄糖耐量不良(IGT)或空腹血糖異常(IFG) 臨床表現胰島素阻抗(例如 重度肥胖、黑色棘皮症) 高危險的族群(居住於美洲的非裔、拉丁裔、亞洲裔及原住民) 曾罹患心血管疾病	修改	刪除
	4	上移 下移	Q4.是否有以下症狀?	修改	刪除
	5	上移 下移	Q5 請問第一次檢驗相關血糖值是否有以下情況? FPG>=7.0 mmol/L OGTT>=11.1 mmol/L 典型的糖尿病症狀加上隨機血糖值>=11.1 mmol/L	修改	刪除
	6	上移	Q6 請問第二次檢驗相關血糖值是否有以下情況? FPG>=7.0 mmol/L OGTT>=11.1 mmol/L 典型的糖尿病症狀加上隨機血糖值>=11.1 mmol/L	修改	刪除
取消				一次刪除	

圖 4-21 專家後台問題輸入介面

下圖為本研究以文獻資料整理而成的數據，兩個系統以 80 條 if-then 子句來做為判斷的依據，如圖 4-22：

網站內容管理系統

症狀規則 | 症狀 | 糖尿病診斷問題 | 糖尿病視網膜病變診斷問題 | 會員

全選	編號	規則	結論	修改	刪除	複製
<input type="checkbox"/>	80	1.年齡大於或等於45 2.BMI大於或等於25 3.有相關病史 4.有三多(多吃、多喝、多尿)、體重不明原因減輕 5.血糖數據正常 6.血糖數據正常	【結論】 貴用戶你好，本系統診斷出您的糖尿病風險程度為中度。	修改	刪除	複製
<input type="checkbox"/>	79	1.年齡大於或等於45 2.BMI大於或等於25 3.有相關病史 4.有三多(多吃、多喝、多尿)、體重不明原因減輕 5.血糖數據正常 6.有血糖數據異常	【結論】 貴用戶你好，本系統診斷出您的糖尿病風險程度為高度。	修改	刪除	複製
<input type="checkbox"/>	78	1.年齡大於或等於45 2.BMI大於或等於25 3.有相關病史 4.有三多(多吃、多喝、多尿)、體重不明原因減輕 5.有血糖數據異常 6.血糖數據正常	【結論】 貴用戶你好，本系統診斷出您的糖尿病風險程度為高度。	修改	刪除	複製
<input type="checkbox"/>	77	1.年齡大於或等於45 2.BMI大於或等於25 3.有相關病史 4.有三多(多吃、多喝、多尿)、體重不明原因減輕 5.有血糖數據異常 6.有血糖數據異常	【結論】 貴用戶你好，本系統診斷出您的糖尿病風險程度為極高。	修改	刪除	複製

病症規則管理系統
病症規則總覽
新增病症規則

圖 4-22 專家後台規則管理

第五章 結論與未來發展

第一節 結論

糖尿病視網膜病變是糖尿病患者因高血糖症所造成對眼睛的疾病，也可以說糖尿病中對眼睛造成極大影響的併發症。本論文主要研究利用美國糖尿病組織所發布的判斷標準，以規則式知識的程式設計方法加上 AJAX 技術的非同步性資料處理特性與 XML 資料傳輸的能力，實作出糖尿病與糖尿病視網膜病變專家系統結合雲端運算，建構出一個符合使用者需求，可以查詢及判斷糖尿病與糖尿病視網膜病變的電腦系統。實驗結果顯示可有效的得到糖尿病與糖尿病視網膜病變的診斷及建議並在雲端運算環境下執行。

本研究發現糖尿病在臺灣的盛行率逐年上升，此為公共衛生極大的考驗。各國對於糖尿病視網膜病變幾乎專注在盛行率方面的研究，然而發生率方面的研究極少，此現象可能起因於全球患有糖尿病的人群，並不明白糖尿病視網膜病變的嚴重性。文獻提到患有糖尿病的病患，在還未發生糖尿病視網膜病變前就因其他併發症而死亡。然而台灣對於糖尿病視網膜病變的盛行率研究極少，相對發生率則微乎其微，反觀國外就相當關注此方面糖尿病視網膜病變帶給糖尿病患者有極大的不便。全球還有一半以上的人身處糖尿病而未知，糖尿病患者有參與眼科檢查人數大約占一半左右，這樣的數字是很少的，因此本研究以簡單的方式判斷糖尿病視網膜病變罹病機率只要有瀏覽器就能輕鬆的查詢和診斷。運用 AJAX 的技術讓專家系統可以跨平台的方式讓使用者延伸至普羅大眾，不再局限在某一特定系統之下才能運作的情形，力求達到衛教的功效，願能使糖尿病的盛行率攀升減緩，做到真正的早

期發現、早期治療，並且使用者能得到像醫生般的解釋和建議，隨時用來查詢(對於沒有罹患的群體)、監控(對於有罹患的患者)，藉由系統來控管疾病的作用。

第二節 未來發展

雲端運算與醫療的結合以目前的環境，都是以收集病患臨床數據為主，而本系統所實作的專家系統結合雲端運算不只提供給使用者也提供給醫療人員使用，規則式知識的好處在於符合人類的思考模式，而醫生在看診過程中都以自身的經驗法則判斷疾病。本研究未來發展以幾點說明如下：

一、對象：

本研究以糖尿病的眼睛併發症為主，未來可望能以糖尿病的大血管小血管疾病做細部深入研究的診斷。

二、系統資料來源：

本研究因取得資料的不易僅以文獻做為系統開發雛型的依據，因此未來可以透過大型醫院或健保局做更多有關於糖尿病視網膜病變的發生率研究報告。

三、系統安全性：

本研究以 AJAX 的技術實現雲端技術，雖然擁有跨平台的能力，但尚未針對安全性處理，未來系統發展可加強雲端運算在安全性上的考量。

四、規則的複雜性：

本研究實現雲端技術整合專家系統為主，在規則上僅以 80 條規則做為推論引擎的判斷，未來可以擴大知識庫的內容加入更多專家知識，使判斷更準確。

五、推論結果的一致性：

本研究以簡單的規則做為推論引擎的判斷，未來可在推論引擎上加入保持推論結果有一致性的組件，以確保結果產生的一致性。



參 考 文 獻

一、中文部分

Williams, G. (2005), 糖尿病手冊(黃友君譯), 臺北：藝軒(原文於2004年出版)。

三軍總醫院營養部營養師合著(2008), 糖尿病不煩人：關鍵182問完全解答(1版), 臺北：文經社。

王姿婷, 朱蕙君(2004), 呼吸道感染病症醫療診斷專家系統, 收於王姿婷, 朱蕙君編, 知識工程與專家系統專案報告, 國立臺南大學數位學習科技系碩士班。

朱明添, 陳家祥, 張秉庠, 黃琬雅, 蔡璧鴻(2013), 中醫雲端照護模式之建立—以糖尿病為例, 醫務管理期刊, 14(1), 67-85。

江孟峰(2002), 專家系統導論工具應用, 臺灣：文魁資訊出版社。

江政哲, 張迺貞(2010), 初探雲端運算, 收於臺灣師範大學研討會論文集-2010 海峽兩岸圖書資訊學學術研討會論文集 B 集 (pp. 37-52), 臺灣師範大學。

行政院衛生署(2012), 中華民國公共衛生年報, 臺北：衛生署, 18。

呂學銘(2009)，醫療決策支援系統在 web services 應用之研究-以診斷與治療決策支援工具為例，中國文化大學資訊管理研究所未出版之碩士論文。

宋立偉(2008)，專家系統與無線網路在 web services 應用之研究-以電腦系統維護為例，中國文化大學資訊管理研究所未出版之碩士論文。

赤沼安夫(2006)，糖尿病(蕭志強譯)，臺北：世茂。

周迎，曾凡，黃昊(2010)，淺談雲計算在醫療衛生資訊化建設中的應用前景，中國醫學教育技術，24(4)，350-353。

邱瑞科，黃珈瑩，涂秀美，張彥群(2010)，智慧型為基之糖尿病線上檢測及風險評估輔助系統建立之研究，醫療資訊雜誌，19(3)，1-22。

邱瑞科，黃珈瑩，張彥群(2010)，疾病檢測及風險評估決策輔助系統建立之研究-以糖尿病為研究對象，醫療資訊雜誌，19(3)，1-22。

洪濬成，張森富，林中天(2010)，犬眼疾病線上診斷專家系統之開發，臺灣農學會報，11(6)，623-634。

相磯嘉孝(2008)，糖尿病預防，生活，治療(許懷文譯)，臺北：楓書坊文化出版社。

徐裕隆(2012)，專家系統應用於呼吸道疾病診斷之研究，亞東技術學院資訊與通訊工程研究所未出版之碩士論文。

健康醫療網(2013, April 16)，糖尿病不治療，失明風險高 25 倍健康醫療網，[線上資料]，來源：[https://tw.news.yahoo.com/糖尿病不治療-失明風險高 25 倍-023500076.html](https://tw.news.yahoo.com/糖尿病不治療-失明風險高25倍-023500076.html) [2013, April 17]。

康健雜誌(2003, March)，揪出 30 歲後，危害眼睛的敵人，康健雜誌，52 期，[線上資料]，來源：<http://www.commonhealth.com.tw/article/article.action?id=5042916&page=1> [2011, October 5]。

張世元，劉大慶(2010)，初探雲端運算科技，中華技術，88，126-133。

張淵仁，段裘慶，陳建中，陳錦杏，黃文增(2010)，以虛擬化技術開發應用於遠距照護服務系統之雲端運算環境研究與評估，資訊科技國際期刊，4(1)，167-180。

張雁智(2003)，雞病線上查詢與初步診斷決策支援系統，國立中興大學畜產學系未出版之碩士論文。

張嘉仁(2010)，糖尿病視網膜病變，臺灣醫界，53(6)，7-12。



陳智帆，陳立仁(2013)，糖尿病視網膜病變，收於中華民國糖尿病衛教學會會訊編(pp. 13-20)，臺灣：社團法人中華民國糖尿病衛教學會。

曾昭平，劉念祖(2012)，Web 應用技術在雲計算中的研究，電腦知識與技術，8(29)，6937-6938。

曾憲雄，黃國禎(2005)，人工智慧與專家系統：理論，實務，應用，臺北：旗標。

黃蘭菁，李貫廷，李育霖，楊偉勳，黃國晉(2013)，2013 年美國糖尿病學會臨床治療指引摘要，台北市醫師公會會刊，57(3)，23-31。

蔡顯揚(2003)，糖尿病眼睛病變，收於糖尿病防治手冊(pp. 121-128)，臺中：行政院衛生署國民健康局。

鍾遠芳，林宏達(2000)，糖尿病衛教對病患知識，態度，行為及代謝指標的影響，中華民國內分泌暨糖尿病學會會訊，13(3)，1-17。

藍凱(2005)，中西醫結合於消化性潰瘍證型診斷專家系統之建立，中原大學醫學工程研究所未出版之碩士論文。

譚健民(2011)，2011 年美國糖尿病協會糖尿病診療標準指引摘要，臺灣醫界，54(3)，128-136。

二、英文部分

- Chen, Y. C., Hsu, C. Y., Liu, L., & Yang, S. (2012). Constructing a nutrition diagnosis expert system. *Expert Systems with Applications*, 39(2), 2132-2156.
- Cheung, N., Mitchell, P., & Wong, T. Y. (2010). Diabetic retinopathy. *The Lancet*, 376(9735), 124-136.
- Doukas, C., Pliakas, T., & Maglogiannis, I. (2010, August). Mobile healthcare information management utilizing cloud computing and android OS. *In Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010 Annual International Conference of the IEEE*, (pp. 1037-1040).
- Guariguata, L., Whiting, D. R., Hambleton, I., Beagley, J., Linnenkamp, U., & Shaw, J. E. (2014). Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 103(2), 137-149.
- Guo, L., Chen, F., Chen, L., & Tang, X. (2010, April). The building of cloud computing environment for e-health. *In E-Health Networking, Digital Ecosystems and Technologies (EDT), 2010 International Conference on IEEE*, (Vol. 1, pp. 89-92).

Huang, Y. Y., Lin, K. D., Jiang, Y. D., Chang, C. H., Chung, C. H., Chuang, L. M., Tai, T. Y., Ho, L. T., & Shin, S. J. (2012). Diabetes-related kidney, eye, and foot disease in Taiwan: An analysis of the nationwide data for 2000-2009. *Journal of the Formosan Medical Association*, 111(11), 637-644.

Ibrahim, F., Ali, J. B., Jaais, A. F., & Taib, M. N. (2001). Expert system for early diagnosis of eye diseases infecting the Malaysian population. In *TENCON 2001. Proceedings of IEEE Region 10 International Conference on Electrical and Electronic Technology*, (Vol. 1, pp. 430-432). IEEE.

International Diabetes Federation. (2011). *One adult in ten will have Diabetes by 2030 5th*. [Online]. Available: www.idf.org/media-events/press-releases/2011/diabetes-atlas-5th-edition [2011, December 14].

Keleş, A., Keleş, A., & Yavuz, U. (2011). Expert system based on neuro-fuzzy rules for diagnosis breast cancer. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5719-5726.

Liao, S. H. (2005). Expert system methodologies and applications - a decade review from 1995 to 2004. *Expert Systems with Applications*, 28(1), 93-103.

Lin, J. W., Chang, Y. C., Li, H. Y., Chien, Y. F., Wu, M. Y., Tsai, R. Y., Hsieh, Y. C., Chen, Y. J., Hwang, J. J., & Chuang, L. M. (2009). Cross-sectional validation of diabetes risk scores for predicting diabetes, metabolic syndrome, and chronic kidney disease in Taiwanese. *Diabetes Care*, 32(12), 2294-2296.

Mell, P., & Grance, T. (2009). The NIST definition of cloud computing. *National Institute of Standards and Technology*, 53(6), 50.

Rosberger, D. F. (2013). Diabetic retinopathy: Current concepts and emerging therapy. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 42(4), 721-745.

Roventa, E., & Rosu, G. (2009, July). The diagnosis of some kidney diseases in a small prolog Expert System. In *Soft Computing Applications, 2009. SOFA'09. 3rd International Workshop on*, (pp. 219-224). IEEE.