

行政院國家科學委員會補助
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* ***** *
* 計 畫 具備即時診斷學習問題之結構化查詢語言線上學習系 *
* 名 稱 統 *
* ***** *

執行計畫學生： 曾曉玲
學生計畫編號： NSC 98-2815-C-216-016-H
研究期間： 98年07月01日至99年02月28日止，計8個月
指導教授： 應鳴雄

處理方式： 本計畫可公開查詢

執行單位： 中華大學資訊管理學系

中華民國 99年03月31日

行政院國家科學委員會補助

大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* 計畫 *
* : 具備即時診斷學習問題之結構化查詢語言線上學習系統 *
* 名稱 *

執行計畫學生：曾曉玲

學生計畫編號：NSC 98-2815-C-216-016-H

研究期間：98年7月1日至99年2月底止，計8個月

指導教授：應鳴雄

處理方式(請勾選)：立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

執行單位：中華大學資訊管理學系

中華民國 九十九年 三月 十五日

行政院國家科學委員會補助 大專學生參與專題研究計畫研究成果報告 具備即時診斷學習問題之結構化查詢語言線上學習系統

計畫編號：NSC 98-2815-C-216-016-H

執行期限：98年7月1日至99年2月28日

指導教授：應鳴雄 教授 中華大學 資訊管理學系

執行計畫學生：曾曉玲

1. 中文摘要

隨著網路、資訊技術的迅速發展，藉由科技輔助學習漸漸普遍，因此電子化學習（E-Learning）在資訊領域中日趨重要。在程式設計的學習中，提供學生實作演練的環境與機會，可以促進學習成效，因此透過線上學習系統提供程式實作便成為值得研究的議題。目前有關程式設計領域的線上學習平台系統極為缺乏，即使現在也有少數的平台嘗試提供程式設計領域的實作演練環境，但是通常無法給予完整的知識引導，或是提供更進階或最佳化的解答內容，因而造成學習者在線上自我學習時，缺乏立即的教學與回饋指引、而只能自行嘗試找出正確答案，使學習事倍功半，降低了學習者的學習成效。本研究嘗試透過自動詢答（Question Answering）、智慧型代理人（Intelligent Agents）等技術，發展一套可以提供結構化查詢語言（Structured Query Language, SQL）實作演練及即時診斷學習問題的線上學習系統。本研究提出的離型系統，除了能診斷學習問題外，亦包含診斷歷程紀錄，此紀錄可提供教師瞭解學習者在學習時的學習障礙與問題點，因此能對結構化查詢語言的課程教學提供有效的輔助。

關鍵字：自動化詢答、智慧型代理人、結構化查詢語言、電子化學習

2. 計畫緣由與目的

現有的教育模式主要仍以教師教導或書本閱讀的方式來傳遞知識，但有些技術

性的知識是無法只靠記憶背誦就可以有良好的學習成效，必須藉由實務演練的方式方法來吸取經驗或是增加熟練度，甚至於能夠增進學習者舉一反三的能力，有效的提昇學習成效。

現在許多在網路上的電子化教學系統都是以學習者為導向（蕭淳豐, 2001），並且大多是以課程數位化為主，將書本上的內容轉變成數位化或是以遊戲的方式去教授課程，學生如果在學習的過程中遭遇到困難，仍需教師以人工解答的方式來解決，若是學生眾多，不僅加重教師的負擔，等待協助的學生也會因為無法獲得立即的解惑與協助而影響到學習成效（黃國禎、朱蕙君、曾秋蓉、黃國豪、黃繼緯、林農堯, 2007）。現在的網路學習平台對於一些需要實作演練的課程並未提供完整的學習內容與環境讓學習者充分使用。有效率的學習，除了課程教材內容需要經過良好的設計，對於需要實作演練才能達到熟能生巧的課程，教學者除了給學習者練習的方法與觀念之外，還必須在學習者的練習過程給予立即的回饋與幫助，並告知作法與操作方式是否正確。線上學習系統除了提供一般性的教材資源外，更應該給予學習者有系統的練習指引及即時的解說回饋，因此學習者在每一次的練習期間，線上學習系統除了給予學習者正確答案外，也須提供更豐富的學習建議，讓學習者可以依照學習建議引導去找出其他可能的答案或是方法，進一步提升學習者對於知識的活用能力。

本研究是以結構化查詢語言 (Structured Query Language, SQL) 當作線上學習與診斷系統的知識內容，結構化查詢語言的學習不能單單只靠著將語法規則記熟就可以有良好的學習成效，而必須透過反覆練習，來提升對語法使用的熟練度，也可以提升對於語法活用的能力。在某個資料查詢的需求下，SQL 的程式解法可能不只一種而已，因此本研究提出的系統雛型架構，不只是为了幫助學生寫出正確的 SQL 解答而已，更希望能提供最佳解的 SQL 的指令解答。但是，現今大部分的 SQL 練習方式大多只能在學習者輸入程式指令後，系統判斷執行結果是否達成題目要求。換言之，如果學習者輸入的 SQL 指令正確，系統當然會回應正確的結果，若是輸入的 SQL 指令不正確，所得到的系統回應可能是一堆錯誤訊息代碼而已。有些較好的 SQL 教學網站會給予學習者一些回饋訊息，但是所給予的回饋訊息太過於複雜，這些錯誤訊息代碼或是回饋訊息對學習者來說，有時並非是學習者直接想要的，甚至可能毫無助益，此時學習者便容易發生學習障礙及學習挫折的問題。有鑑於此。本研究將提出一個線上學習與診斷的雛型系統，以解決上述問題。本研究的目的歸納如下。

- (1) 應用自動化詢答 (Question Answering)、智慧型代理人 (Intelligent Agents) 等技術，提出一個具備即時診斷 SQL 學習問題的線上學習雛形系統。
- (2) 探討自動診斷 SQL 語法的內容剖析機制方法，並發展 SQL 語法指令間的轉換法則，以期能針對學習者容易發生錯誤及混淆的觀念，讓系統可以即時提出釋義及範例說明。
- (3) 提供有效率的學習回饋資訊，不再只是單一的提供學習者對或錯，而以正確的觀念引導學習者得到最終的解答。
- (4) 藉由本研究的 SQL 實作演練平台系統，提高學習者在 SQL 查詢語言上的學習成效，並能引導學習者對於同類型的問題能舉一反三，找出更好的答案。

自動化詢答是讓使用者可以使用日常

生活中的語言來提出問題，並且能夠快速獲得簡潔扼要的答案，並使答案所包含的解是說明足以確認其正確性 (Hirschman & Gaizauskas, 2001)。

詢答系統大致包含了以下三點特點 (魏智強, 2006)

- (1) 使用者不被限制只能使用關鍵字詞進行檢索或是詢問，也可以使用自然語言。
- (2) 利用資訊檢索 (Information Retrieval, IR) 與資訊擷取 (Information Extraction, IE) 的相關技術，只將與檢索條件最為相關的部分選取出來，即可以獲得較為接近使用者需求而且精簡的結果。
- (3) 檢索完畢之後使用者不需要再從列出的相關資料中找出符合自己想要的資料。

詢答系統 (Question Answering System, QA System) 是利用關鍵詞比對或是利用探討語意的方式去擷取答案，利用這種方式從文件中找出使用者可能想要的答案，答案可能是單一詞，也可能是一長串的字元，與原來讓使用者檢視整篇文件相較之下，詢答系統是可以大幅減少使用者找尋資料的時間。語意分析的方式會比關鍵詞比對的方式來得複雜，但是卻可以剖析出使用者實際想要問的問題，進而找出正確答案。關鍵詞比對在未瞭解使用者語意的情況下，雖然也可以找到答案，但是常會找到一堆無關的答案，使用者還需要耗費一些時間去做篩選。

智慧型代理人是一個電腦程式，它可以協助人類使用者執行費力的資訊蒐集工作 (Sycara, 1996)，它也可以是使用者的個人數位助理，提供對於特定工作的個人化協助 (Maes, 1994)，依照軟體工程人員所給予的功能，能幫助使用者達成各種任務。簡單來說，智慧型代理人是一種能在使用者指定的環境下持續並自動執行指令，而且能在不需使用者干預的情況下針對環境的改變自行做出適當的動作及回應的軟體系統 (許鈞南, 2004)。智慧型代理人應具備反應力 (Reactivity)、主動能力

(Proactiveness) 及社交能力 (Social Ability) (Wooldridge & Jennings, 1995)。反應力 (Reactivity) 是指智慧型代理人能夠認知到環境的變化，並採取適當的行動以因應環境的改變 (Johnson, Rickel & Lester, 2000)；主動能力 (Proactiveness) 是指智慧型代理人能夠以採取符合自己的設計目標的活動，來顯示其行為是以目標為基礎的 (goal-directed behavior)；社交能力 (Social Ability) 則是說智慧型代理人能夠與其他的代理人進行溝通，以達到其目標。

智慧型代理人有許多在網路教學平台中的應用，學習代理人則是其中一種，這類的代理人強調「自動」的精神，而電腦的存在是要幫人類處理繁雜的事情。在線上教學的環境中，如果能夠充分的運用電腦主動解決人類問題的能力，將能提供優質的網路教學環境 (林政斌, 2001)。學習代理人可以分為下列基本形態 (Tomoko&Toyohode, 2000)。

- (1) 個人代理人 (Personal Agent)：是根據每個學習者的需求而去擷取不同的資訊。網路學習的環境中，線上學習代理人應該負責將一些零散的資訊蒐集起來，例如，家庭作業、線上測驗等這些資訊，在學習者上線時，給予通知或是提示。
- (2) 輔助代理人 (Tutor Agent)：是指當使用者請求幫助時，可以及時給予適當的幫助。網路教學環境上，是一個完全自我的學習環境，學習者如果初次到一個新的學習環境不一定可以馬上熟悉，剛開始使用的學習者可能會對線上學習平台感到害怕、恐懼，如果線上學習代理人可以適時的給予協助，並且有效的引導學習者正確的操作指示，可以有效降低學習者心裡的恐懼感或是陌生的感覺。
- (3) 資訊代理人 (Information Agent)：在網路上擷取更多的資訊，以提供給使用者的需求。

結構化查詢語言 (Structured Query Language, SQL)，是一個完整的資料庫

語言，也是一個已經被視為標準的查詢語言。SQL 可以看成是關聯式代數與關聯式計算的綜合體 (曾守正、周韻寰, 2007)。一般而言，SQL 查詢語言都會提供以下三類的語法 (曾守正、周韻寰, 2007)。

- (1) 資料定義語言 (Data Definition Language, DDL)：用來定義資料庫的物件，例如，關聯表及關聯表中所含有的屬性跟資料型態、整合限制條件等，以及與安全性相關的主體，例如，登入帳號、資料庫使用者等。語法指令有 Create、Alter、Drop…等。
- (2) 資料操縱語言 (Data Manipulation Language, DML)：用來處理資料庫中所含的關聯表資料，一般是使用 Insert、Delete、Update、Select 等這種語法指令來對關聯表進行新增、刪除、修改、查詢。
- (3) 資料控制語言 (Data Control Language, DCL)：用來控制資料庫物件的使用權限與安全設定，SQL Sever 在此類的指令上，區分為伺服器、資料庫、以及資料庫物件三層次，並透過 Grant、Revoke、Deny 等語法進行授予、撤銷與拒絕使用者或各類角色的使用權限。例如：「控制登入帳號的權限設定」以及「可否對關聯表做備份？」，控制資料庫使用者「可否對關聯表進行新增、刪除、修改」等運算。

Andrew Cumming 曾針對 SQL 學習建置一個 SQLzoo 系統 (<http://sqlzoo.net>)，此系統提供了 SQL 基本語法教學及提供 SQL Server、Oracle、MySQL、DB2、PostgreSQL 等多廠牌的語法線上練習的功能，但是在學習回饋中，若是語法發生錯誤，會因選擇的資料庫廠牌不同而提供簡易的提示或是複雜的錯誤訊息，也未能直接給予使用者錯誤在何處的訊息及語法優化建議，使用者無法很容易的去瞭解回饋訊息所要表達的意思。

Gordon Russell 也曾針對 SQL 學習建置一個 Database eLearning 系統 (<http://db.grussell.org>)，此系統提供了資料庫教材及漸進式的 SQL 語法學習功

能，但是在學習回饋中，僅提供語法執行的正確率以及其它語法使用的相關數據，沒有提供使用者直接的錯誤指正訊息，也沒有提供相關的教材連結，使用者僅能藉由回饋訊息所提供的數據去猜測語法何處有誤，也無法有效的得到較佳的語法建議。

藉由過去的相關研究可以瞭解，要建構出可以提供學習者即時診斷學習問題並且立即提供完整回饋資訊的教學系統是一項複雜的工程，因此本研究結合上述相關技術提出一個具備即時診斷 SQL 學習問題的線上學習雛形系統。

本研究計畫共計八個月，目前呈現的成果為雛型系統架構設計，後續計畫則針對學習者在使用此平台輔助學習 SQL 後的實際成效提升程度。

3. 研究架構與系統建置

3.1 研究方法

本研究的主要目的是提出一個具備診斷問題能力的 SQL 線上教學系統，此系統能改善舊有的 SQL 學習模式，使學習者達到更好的學習成效。基於這個目的，本研究結合了電子化學習、自動化詢答、智慧型代理人的應用，並以 SQL 查詢語言為學習標的，實作一個具有即時診斷學習問題的 SQL 線上教學系統。

本研究的系統設計是採三層式架構，後端資料庫伺服器是採用 Microsoft 公司之 SQL Server 2005，用以執行存放本教學系統的課程教材、語法資料、測驗題庫、學習者的學習歷程等資料，中介的 Web Server 採用 Windows 2003 作業系統中的

IIS (Internet Information Services) 6.0 及 ASP.NET 作為 Web 伺服器及連結資料庫的語言，學習者端可以利用不同的瀏覽器連結至本教學系統，進行線上學習。

3.2 研究步驟

3.2.1 語法表建立

將結構化查詢語言所會用到的語法建表，將所有的語法指令規則統整，診斷時可以先從語法規則判別是否有語法錯誤的情形。

3.2.2 語意組合建立

將建立好的語法表，依照會產生何種功能去組合，診斷時用來判斷學習者所輸入指令的意圖，藉此方法診斷學習者所輸入的指令是否正確。

3.2.3 語法指令的代換規則建立

結構化查詢語言有許多的語法組合可以產生完全相同的結果，例如資料庫的關聯式代數中有結合律、交換律、分配律等特性可以運用，透過這些規則可以將一個查詢指令組合轉換成另一個結果完全相同的查詢指令組合，此部分的語法指令代換規則可用於查詢最佳化的處理運算，並提供給學習者作為輔助學習的資訊。

3.2.4 資料庫廠牌差異建立

由於資料庫的廠牌眾多，每個廠牌提供的語法指令不盡相同，在學習上可能會造成學習者的困擾，因此，除了本研究系統設計使用的資料庫廠牌語法之外，另外也將其他廠牌常用的語法建立在語法資料庫內，診斷時可提供給學習者作為輔助。

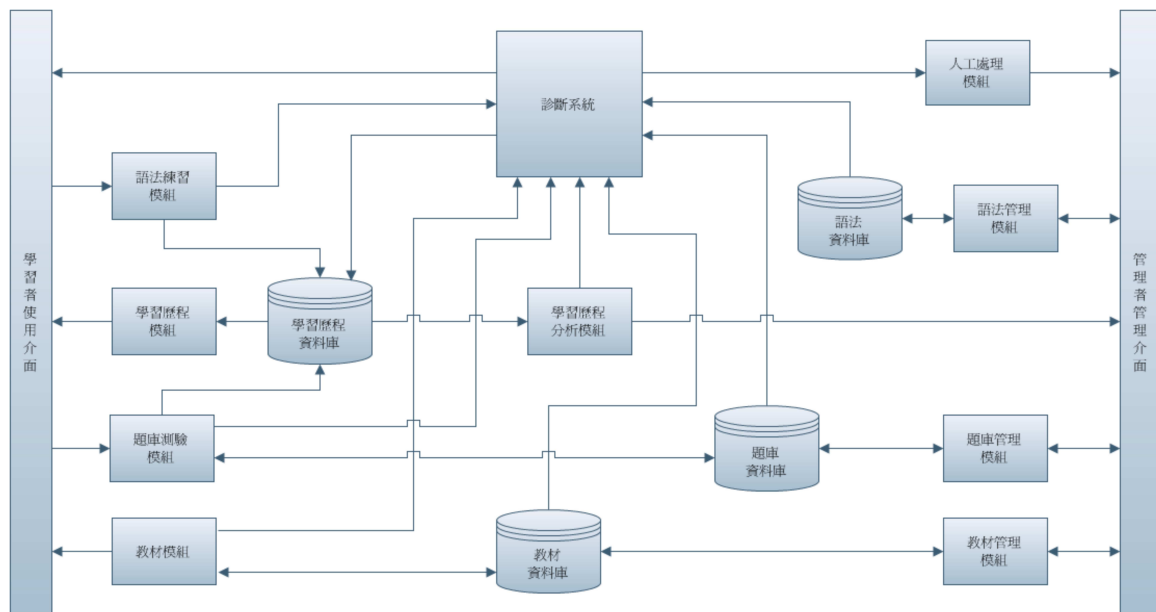


圖 1. 系統架構圖

3.2.4 進行先導實驗

為了掌握系統設計所需具備的語法分析規則與功能，本研究透過北部某大學資管系的 70 位正在修習資料庫課程的學生至練習網站進行結構化查詢語言的上機實作練習，每位學生在平台中所練習的語法均被記錄，練習時間為兩個月，最後一共蒐集到一萬九千筆以上的資料，這些資料經過整理發現，學生練習過程最容易發生的學習問題有兩大類。

- (1) 基本語法結構錯誤：會造成此種錯誤大多為輸入錯字，例如：SELECT 輸入成 SELET 或是語法結構不完整，例如：要做 SELECT 查詢卻沒有輸入 FROM 指令。
- (2) 語意錯誤：許多學生輸入的指令是可執行，執行結果也正確，但是對應到練習的題目去察看時發現學生所輸入的語法指令是硬湊產生的，輸入的語法的涵義並非符合題目的意思。

3.3 系統建置

3.3.1 系統模組架構

此階段將實作發展雛型系統，此系統包含以下幾個模組，各模組間與資料庫的關係如圖 1 所示，以下分別介紹這些模組：

- (1) 教材模組：此模組內容為結構化查詢語

言的課程，課程內容會依照結構化查詢語言的指令語法分類，並在學習者選擇所需之指令與單元課程後，提供各個分類指令的教學課程教材給學習者，使學習者能夠有清楚的語法使用觀念。

- (2) 教材管理模組：此模組包含了課程查詢、教材新增、教材刪除與修改等功能。

A. 課程查詢功能：此功能顯示目前課程教材的狀況，提供各個分類指令的教材數量資訊，讓管理者在新增教材時可以清楚知道各分類教材有多少範例與內容單元，也可以針對學習者的學習障礙加以補充更詳細的範例教材。

B. 教材新增功能：此功能具備基本編輯教材的能力，提供各分類的結構化查詢語言的教材與範例，例如查詢複雜度、指令功能分類、指令屬性等等。

C. 教材刪除與修改功能：此功能具有基本修改教材的能力，提供管理者執行教材與範例的重新編輯或是刪除不適當的教材及範例。

- (3) 語法練習模組：此模組主要是提供學習者自由練習語法指令，並將練習的結果及回饋訊息一併記錄至學習歷程資料

庫。學習者在此模組輸入語法，可以藉由診斷子系統剖析後所產生的回饋訊息，不僅可瞭解所輸入的語法是否正確，還能夠得到針對此次所輸入的語法之學習建議，讓學習者將從教材模組中所學習到的語法指令在此模組得以驗證。

(4) 語法管理模組：此模組包含了語法查詢、語法新增、語法刪除與修改等功能。

A. 語法查詢功能：此功能提供管理者查詢目前語法資料庫中語法指令所包含的範圍及使用狀態，並顯示各個分類的語法指令資訊。

B. 語法新增功能：此功能具備基本編輯語法的能力，將各個分類的語法指令建立至語法資料庫中。

C. 語法刪除與修改功能：此功能具有基本修改語法的能力，以提供管理者執行語法的修改或是刪除不適當的語法指令。

(5) 題庫測驗模組：學習者可在教材模組教學結束後至此模組進行題庫測驗，此模組包含了測驗資訊、題庫測驗等功能。

A. 測驗資訊功能：此功能會將學習者使用測驗的歷程，包含每個測驗的開始及結束時間及實施過哪些測驗等資訊紀錄至學習歷程資料庫。

B. 題庫測驗功能：此功能提供學習者進行題庫測驗，題庫中有許多主題，主題是依照教材模組的分類方式來制定，每個主題有若干個題目可供學習者練習，學習者需依照題目所給予的資訊來輸入語法指令，透過診斷子系統剖析後所產生的回饋訊息，學習者不僅可瞭解所輸入的語法是否正確，還能夠得到針對此次所輸入的語法之學習建議，以引導的方式測試學習者對於語法觀念是否清楚。

(6) 題庫管理模組：此模組包含了試題資訊查詢、試題新增、試題修改與刪除等功能。

A. 試題資訊查詢功能：此功能主要是顯示目前題庫的狀況，提供管理者瞭解目前各個分類主題的題目數量，讓管理者可以在新增試題時知道哪些類型的試題較少，必須針對這些範圍增加試題，使題庫有足夠的試題量可進行測驗。

B. 試題新增功能：此功能具備基本的試題編輯能力，管理者可利用此功能依照語法分類的主題來增加試題，使題庫有足夠試題可以提供學習者進行測驗。

C. 試題修改與刪除功能：此功能具有基本的試題修改能力，提供管理者可以利用此功能執行試題的重新編輯或是將不適當的試題刪除。

(7) 學習歷程模組：此模組提供學習者可以去查詢自身在系統上的行為歷程，其範圍包括系統登入資訊、使用教材記錄、題庫測驗記錄、語法練習記錄、學習排行榜等等功能。

A. 系統登入資訊功能：此功能會由學習歷程資料庫去抓取學習者登入的時間以及在系統上各個模組功能停留的時間，讓學習者可以知道自己在系統上的使用狀況。

B. 使用教材紀錄功能：此功能會由學習歷程資料庫中去抓取學習者在教材模組裡點選過哪些教材，讓學習者可以知道自己已經看過哪些教材。

C. 題庫測驗記錄功能：此功能會由學習歷程資料庫中去抓取學習者在題庫測驗模組裡實施過哪些測驗試題，以及每次測驗所輸入過的語法指令有哪些，及其經過診斷後的回饋訊息結果，讓學習者可以知道自己目前的測驗進度。

D. 語法練習記錄功能：此功能會從學習歷程資料庫中去抓取學習者在語法練習模組裡輸入過哪些語法指令，及其經過診斷後的回饋訊息結果。

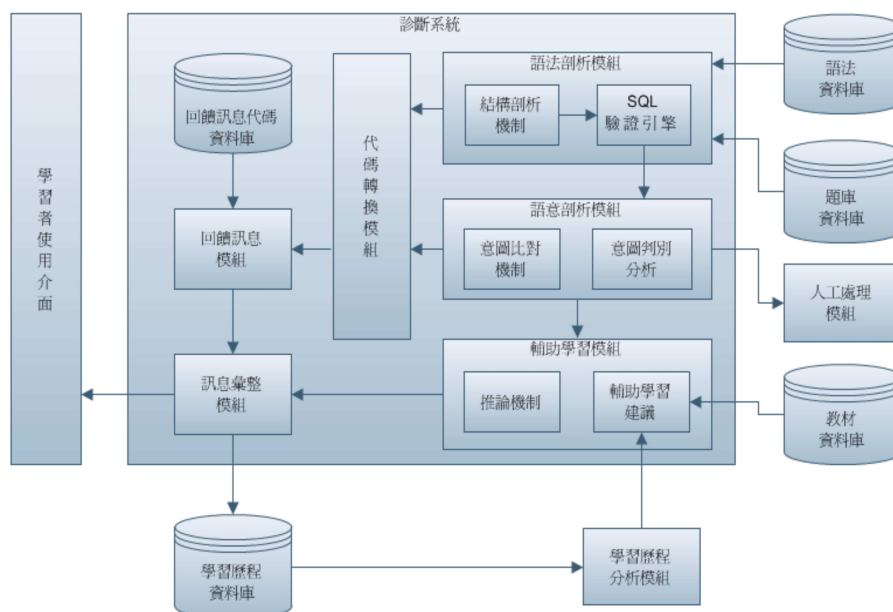


圖 2. 診斷子系統架構圖

E. 學習排行榜功能：此功能記錄了每個學習者在題庫測驗模組中完成每個測驗試題所花費的時間及正確性，統整成表單，以排行榜的方式提供給學習者作為參考，不但可用來激勵學習者提升想要進步的念頭，還可以維持學習者持續使用本系統的意願。

- (8) 學習歷程分析模組：此模組主要的功能是将學習歷程資料庫中，從各個模組所蒐集而來的資料，可將經過統計及分析後的資訊給予診斷子系統中的輔助學習模組及管理者，作為要給予學習者的學習建議之參考依據。
- (9) 人工處理模組：此模組的主要目的是支援診斷子系統，當學習者輸入語法指令時，診斷子系統確認語法正確但是無法剖析其意圖時，會自動回傳到此模組。當接受到診斷子系統的回報需要人工解答時，本模組會自動發信給管理者，再由管理者將此次語法指令判別無法判別語意缺漏的部份補足。

3.3.2 診斷子系統之系統架構

診斷子系統主要目的是分析學習者在語法練習模組或在題庫測驗模組中所鍵入的語法指令，判別所輸入的語法意圖為何，給予學習者適當的回饋訊息，此子

系統架構如圖 2 所示。

- (1) 語法剖析模組：診斷系統的第一關，不論學習者是在語法練習模組或是題庫測驗模組上所輸入的語法指令都會先經過此模組，此模組主要是用來剖析學習者所輸入的語法指令有沒有語法規則上的錯誤，此模組包含了結構剖析機制和SQL驗證引擎。

A. 結構剖析機制：將學習者所輸入的語法先經由本模組作初步分析，確認語法基本結構是否合法，例如：使用 SELECT 查詢時，偵測不到 FROM 指令或是偵測到使用者將 SELECT 輸入成 SELET 等現象。若發現有結構上的錯誤即會回傳一組錯誤訊息至代碼轉換模組；若沒有發現錯誤則將語法傳入 SQL 驗證引擎。

B. SQL 驗證引擎：經過結構剖析之後，確認沒有語法結構上的問題，會將語法傳入驗證引擎，驗證引擎的功能是將語法執行，若有錯誤情形，則依據語法規則找出執行錯誤的原因，執行後的程序會依照使用者在不同模組有以下兩種狀況：當學習者在語法練習模組，語法經過驗證引擎執行後，若無發生錯誤會將語法傳至

語意剖析模組中的意圖判別分析，經過後續的分析再給予使用者回饋訊息；若有發生無法執行的錯誤時，則回傳一組錯誤訊息至代碼轉換模組。另一種狀況，當學習者在題庫測驗模組，將經過驗證引擎執行後產生的語法結果與題庫預設結果互相比對，確認是否相符，若比對不相符，則回傳一組錯誤訊息至代碼轉換模組；若是比對相符合，則將語法傳至語意剖析模組中的意圖比對機制，藉由比對機制去確認學習者實際輸入語法的正確性，以便後續給予學習者學習建議。

(2) 語意剖析模組：此模組主要是將從 SQL 驗證引擎所傳來的語法，依照狀況的不同而有不同的處理方式，此模組包含了意圖比對機制和意圖判別分析。

A. 意圖比對機制：學習者在題庫測驗模組情況下，將接收到的語法與系統預設語法做比對，確認是否包含關鍵指令，例如：要查詢排序後排名第一的結果就必須使用 ORDER BY 或是 MAX 指令，避免學習者使用暴力法而造成無法判別學習者輸入語法的實際正確性。若比對過後，確認學習者輸入的語法包含關鍵語法，則將語法轉至輔助學習模組，以便後續給予學習建議。若比對之後無法偵測到關鍵指令，則傳回一組錯誤訊息至代碼轉換模組。

B. 意圖判別分析：將接收到的語法作分析，語法中包含了哪些關鍵指令，判斷出學習者輸入語法的意圖為何，例如：學習者有輸入了 GROUP BY 指令，即可判別學習者可能是要作分類方面的查詢，將此訊息及語法轉至輔助學習模組。

(3) 輔助學習模組：此模組主要是將語意剖析模組所傳來的語法作判斷是否有更好的寫法，以及提供學習者輔助學

習的建議，此模組包含了推論機制及輔助學習建議。

A. 推論機制：將語意剖析模組所傳來的語法及意圖，藉由本機制的推演過程來判斷是不是有更好的語法解答方式。推演的方式是藉由結構化查詢語言與關聯式代數之間的關連性以及關聯式代數的結合律、交換律、分配律等特性而產生的代換規則。

B. 輔助學習建議：不論學習者是在語法練習模組或是題庫測驗模組，每當學習者輸入的語法發生錯誤時，都會主動給予引導學習的建議，依照所輸入語法類別給予學習者該類別的教材連結，也會依照學習歷程分析模組針對此位學習者目前的學習狀況所提供的分析資訊去建議學習者應再去複習哪些觀念較薄弱的主題。

(4) 代碼轉換模組：此模組將語法剖析模組及語意剖析模組所傳過來的錯誤訊息依照類別轉換成回饋訊息代碼，再將回饋訊息代碼轉至回饋訊息模組。

(5) 回饋訊息模組：接收到代碼轉換模組傳來的回饋訊息代碼，從回饋訊息代碼資料庫中去找其代碼要回饋給學習者的訊息意義，再將回饋訊息傳送至訊息彙整模組。

(6) 訊息彙整模組：此模組除了接收回饋訊息模組所傳來的回饋訊息之外，還需接收由輔助學習模組所傳來要給學習者的學習建議，將這兩種訊息整合，一併將這些資訊回饋給學習者，同時也將這給予學習者的回饋資訊紀錄至學習歷程資料庫，以利往後學習建議的分析，也讓學習者可以透過學習歷程模組去查詢以往的回饋紀錄。

3.3.3 推論機制規則

為了提供給學習者較好的語法學習建議，本研究所建構的診斷系統中有設置推論機制，當學習者所輸入的語法經過語法剖析模組及語意剖析模組確認無誤之後，再經由本推論機制分析是否需要提供

較佳解答給學習者，以下將介紹本推論機制的規則。

為了分析學習者輸入的語法，本推論機制的規則將使用資料庫中的關聯式代數來作為分析的工具，分析的方式如下。

- (1) 將學習者輸入的語法轉換成關聯式代數。
- (2) 將轉換好的關聯式代數與推論機制中的規則作比對，判斷是否有符合的推論規則。
- (3) 若有符合之規則，則將關聯式代數代換成較佳的語法，再將其轉換成SQL語法，傳送至訊息彙整模組；若無符合之規則，則不提供較佳語法建議傳至訊息彙整模組。

資料庫關聯式代數有以下幾種特性

結合律 (Associativity)

- (1) $(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C)$
- (2) $(A \times B) \times C = A \times (B \times C)$
- (3) $(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$
- (4) $(A \bowtie_p B) \bowtie_q C = A \bowtie_p (B \bowtie_q C)$

交換律 (Commutativity)

- (1) $A \cap B = B \cap A$
- (2) $A \cup B = B \cup A$
- (3) $A \times B = B \times A$
- (4) $A \bowtie B = B \bowtie A$

分配律 (Distributivity)

- (1) $\sigma_{C_1 \text{ AND } C_2}(R_1) = \sigma_{C_1}(R_1) \cap \sigma_{C_2}(R_1)$
- (2) $\sigma_{C_1 \text{ OR } C_2}(R_1) = \sigma_{C_1}(R_1) \cup \sigma_{C_2}(R_1)$
- (3) $\sigma_{\text{not}(C_1)}(R_1) = R_1 - \sigma_{C_1}(R_1)$

符號定義

a1、a2、a3：屬性名稱

list：屬性清單

R1、R2：關聯表名稱

C1、C2：條件式

χ ：條件值

根據先導實驗所整理出的資訊及上述所提到關聯式代數的結合律、交換律、分配律等特性，本推論機制所提供的代換規則有以下五種類別。

(1) OR 指令與聯集之間的代換

例：SELECT list FROM R₁ WHERE C₁ OR C₂。

= SELECT list FROM R₁ WHERE C₁ UNION SELECT list FROM R₁ WHERE C₂。

轉換成關聯式代數

$\Pi_{\text{list}}(\sigma_{C_1 \text{ OR } C_2}(R_1))$ 。
= $\Pi_{\text{list}}(\sigma_{C_1}(R_1)) \cup \Pi_{\text{list}}(\sigma_{C_2}(R_1))$ 。

(2) AND 指令與交集之間的代換

例：SELECT list FROM R₁ WHERE C₁ AND C₂。

= SELECT list FROM R₁ WHERE C₁ INTERSECT SELECT list FROM R₁ WHERE C₂。

= SELECT list FROM R₁ WHERE C₁ EXCEPT (SELECT list FROM R₁ WHERE C₁ EXCEPT (SELECT list FROM R₁ WHERE C₂))。

= SELECT list FROM R₁ WHERE C₂ EXCEPT (SELECT list FROM R₁ WHERE C₂ EXCEPT (SELECT list FROM R₁ WHERE C₁))。

轉換成關聯式代數

$\Pi_{\text{list}}(\sigma_{C_1 \text{ AND } C_2}(R_1))$ 。
= $\Pi_{\text{list}}(\sigma_{C_1}(R_1)) \cap \Pi_{\text{list}}(\sigma_{C_2}(R_1))$ 。
= $\Pi_{\text{list}}(\sigma_{C_1}(R_1)) - (\Pi_{\text{list}}(\sigma_{C_1}(R_1)) - \Pi_{\text{list}}(\sigma_{C_2}(R_1)))$ 。
= $\Pi_{\text{list}}(\sigma_{C_2}(R_1)) - (\Pi_{\text{list}}(\sigma_{C_2}(R_1)) - \Pi_{\text{list}}(\sigma_{C_1}(R_1)))$ 。

(3) ORDER BY 指令與聚合函數中的 MAX 及 MIN 函式的代換

由於 ORDER BY 與 TOP 指令在關聯式代數裡沒有符號，本推論機制自行定義符號如下。

ORDER BY 或 ORDER BY ASC：↑

ORDER BY DESC : ↓

TOP # : 「T #」

例: SELECT a₁, a₂, a₃ FROM R₁ WHERE
a₁ = (SELECT MAX (a₁) FROM R₁) 。
= SELECT TOP 1 a₁, a₂, a₃ FROM R₁
ORDER BY a₁ DESC 。

轉換成關聯式代數

$$\Pi_{a_1, a_2, a_3} (\sigma_{a_1 = (\exists \text{ MAX}_{a_1} (R_1))} (R_1))$$

$$= \Pi_{a_1, a_2, a_3} (\lceil \text{T1} \rceil \uparrow a_1 (R_1))$$

例: SELECT a₁, a₂, a₃ FROM R₁ WHERE
a₁ = (SELECT MIN (a₁) FROM R₁) 。
= SELECT TOP 1 a₁, a₂, a₃ FROM R₁
ORDER BY a₁ 。

轉換成關聯式代數

$$\Pi_{a_1, a_2, a_3} (\sigma_{a_1 = (\exists \text{ MIN}_{a_1} (R_1))} (R_1))$$

$$= \Pi_{a_1, a_2, a_3} (\lceil \text{T1} \rceil \downarrow a_1 (R_1))$$

(4) IN 指令與 = 之間的代換

例: SELECT a₁, a₂, a₃ FROM R₁ WHERE
a₁ = χ 。

= SELECT a₁, a₂, a₃ FROM R₁ WHERE a₁
IN (SELECT a₁ FROM R₁ WHERE a₁ =
χ) 。

轉換成關聯式代數

$$\Pi_{a_1, a_2, a_3} (\sigma_{a_1 = \chi} (R_1))$$

$$= \Pi_{a_1, a_2, a_3} (\sigma_{a_1 = (\Pi_{a_1} (\sigma_{a_1 = \chi} (R_1)))} (R_1))$$

(5) NOT IN 指令與 <> 之間的代換

例: SELECT a₁, a₂, a₃ FROM R₁ WHERE
a₁ <> χ 。

= SELECT a₁, a₂, a₃ FROM R₁ WHERE a₁
NOT IN (SELECT a₁ FROM R₁ WHERE
a₁ = χ) 。

轉換成關聯式代數

$$\Pi_{a_1, a_2, a_3} (\sigma_{a_1 <> \chi} (R_1))$$

$$= \Pi_{a_1, a_2, a_3} (\sigma_{a_1 = \chi} (R_1)) - \Pi_{a_1} (\sigma_{a_1 = \chi} (R_1))$$

4. 系統成效評估

4.1 離型系統功能說明

以下僅針對語法練習系統介面進行

說明。

語法練習輸入介面如圖 3 所示，頁面上文字方框為使用者輸入語法區域，頁面下方為訊息回饋區域，系統會依照輸入的語法正確程度給予不同的回饋訊息，歸類為以下四種。

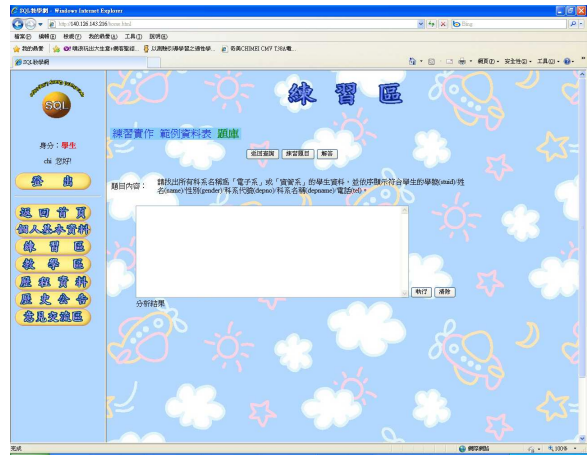


圖 3. 語法練習輸入介面

(1) 語法結構錯誤，如圖 4 所示。

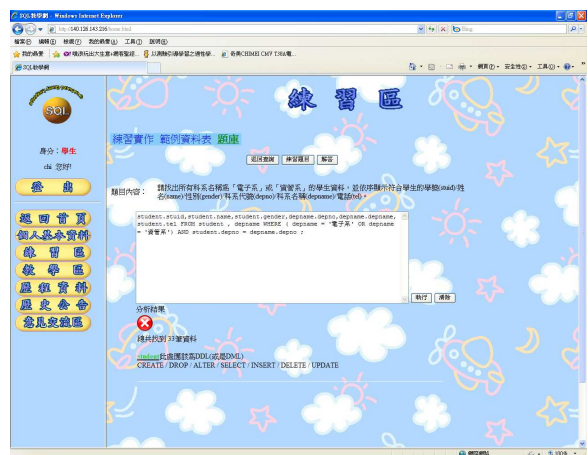


圖 4. 語法結構錯誤畫面

(2) 語法結構正確但語意不正確，如圖 5 所示。

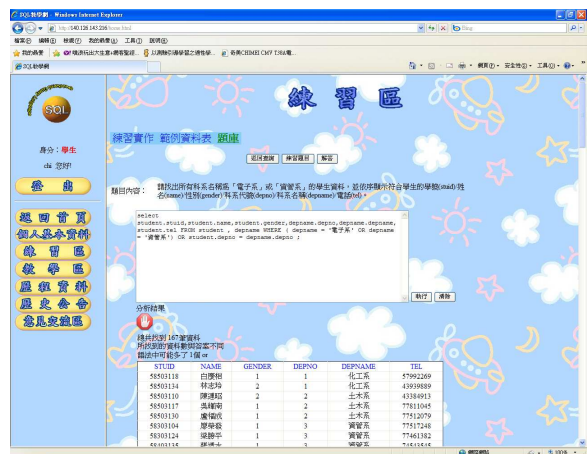


圖 5. 語法結構正確但語意不正確畫面

(3) 語法結構及語意皆正確，但系統認為語法太過繁瑣冗長，系給予較佳解答，如圖 6 所示。

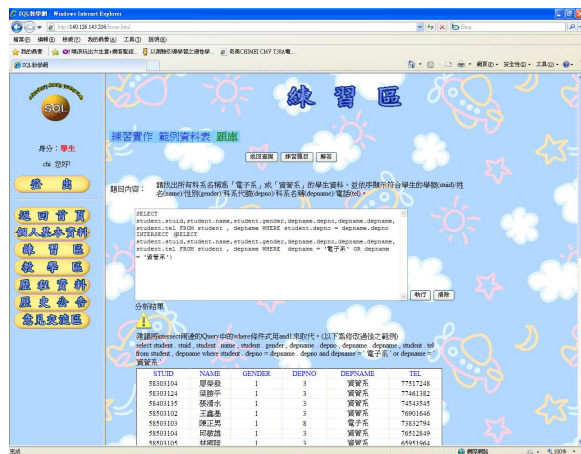


圖 6. 給予較佳解回饋畫面

(4) 語法結構及語意完全正確，系統認為不需給予較佳解答，如圖 7 所示。



圖 7. 語法結構及語意完全正確畫面

5. 結論與建議

本研究希望藉由應用自動化詢答、智慧型代理人等技術，並且以結構化查詢語言為內容，建構出一個可以提供有效率學習的即時診斷系統，期望讓學習者能夠藉由使用此系統可以容易的瞭解 SQL 正確觀念，也能在本系統上面獲得驗證，而教授者可以藉由學習歷程分析功能可以去瞭解學習者的學習問題的障礙點在何處，該從何處加強或是改變教學的方式，因此學習者能藉由此平台的使用獲得更佳的學習成效。

5.1 研究貢獻

本研究藉由網際網路及電腦科技相關技術能力，使線上即時診斷學習問題系

統能發揮極大效益，並能對電子化學習系統及教育領域有所貢獻，本研究之貢獻，由研究結果得知藉由本研究所建構的教學雛型系統，可以立即的提供學習者提供有效率的學習回饋資訊，以正確的觀念引導學習者得到最終的解答，提升學習者的學習成效，並且可以引導學習者在學習程式設計類型課程訓練舉一反三的能力。

5.2 研究限制與未來研究建議

本研究推論機制中所包含的代換規則可能尚無法涵蓋所有的問題與情形，因此本研究後續將進行大樣本的系統成效實証，並從實驗後的資訊，進行推論規則的擴充，以使推論機制能更臻完善。本研究目前僅針對系統架構進行設計，並對於此雛形系統進行成效自評分析，本研究在後續實證研究後，將能獲得學習者在使用此平台輔助學習 SQL 後的實際成效提升程度。

5.3 計畫成果自評

(1) 本診斷系統可以即時診斷出學習者的學習障礙為何，並給於適當的回饋訊息，以引導的方式使學習者能夠將學習障礙解決，不會因為答題的過程中不順利而產生挫折，導致對學習失去興趣。

本診斷系統對於學習者在學習結構化查詢語言的過程中，可以有效解決學習問題，與其它同樣是結構化查詢語言線上教學系統不同之處，可分為以下三類。

A. 語法規則：藉由語法結構機制與 SQL 驗證引擎，將學習者輸入的語法指令，除了一般基本語法結構偵錯之外，還能夠提供造成語法執行錯誤的語法為何，有效的提供學習者語法問題癥結所在。

B. 語意分析：因為系統中包含了語意剖析模組，所以可以有效的分析出學習者所輸入的語法指令的意圖，除了可以給予學習者更明確的學習建議之外，還能有效的避免學習者所輸入的語法執行結果相同，但實際上所輸入的語法涵義卻大不相同的問題。

C. 回饋訊息：本診斷系統給予學習者的回饋訊息，是經由語法及語意剖析模組剖析過後給予使用者語法上的錯誤訊息之外，還彙整了經過歷程分析之後所提供的學習建議，學習者所得到的回饋訊息不僅只是接收到語法錯誤或語法正確這種簡單回饋的資訊，當學習者語法發生錯誤時還可以接收到輸入語法所屬的教材連結或是題庫解答的提示，這類引導學習的訊息，可以有效的讓學習者對於學習結構化查詢語言不容易產生挫折感，而經由歷程分析過後的學習建議也可以提供過去學習者在哪方面的語法經常發生錯誤，提醒學習者要多去複習該方面的課程教材。

(2) 研究發表

本研究成果已發表於 2009 電腦與網路科技在教育上的應用研討會，目前將針對研究成果持續修改，並將論文再投稿至期刊發表。

6. 參考文獻

- 【1】 林政斌 (2001)， “線上學習代理人之分析與設計，” 國立中山大學資訊管理研究所碩士論文。
- 【2】 黃國禎、朱蕙君、曾秋蓉、黃國豪、黃繼緯、林農堯 (2007)， “具自我調適功能之線上課程問題自動回覆系統，” 電子商務學報，第 9 卷第 3 期， 599-624 頁。
- 【3】 許鈞南 (2004)， “智慧型代理人，無所不能？，” Hopenet 科技月刊，102 期， 取自 <http://www.hope.com.tw/Art/Show2.asp?O=200410301612447225&L=TM>。
- 【4】 曾守正、周韻寰 (2007)， “資料庫系統之理論與實務，” 華泰出版社。
- 【5】 魏智強 (2006)， “自動化問答系統之研製，” 中華大學資訊工程研究所碩士論文。
- 【6】 蕭淳豐 (2001)， “網路教學平台下的訊息代理人實作，” 國立高雄師範大學資訊教育研究所碩士論文。
- 【7】 Andrew Cumming, “SQLzoo,” 網址：<http://sqlzoo.net/>
- 【8】 Gordon Russell, “Database eLearning,” 網址：<http://db.grussell.org/>
- 【9】 Hirschman, L. and Gaizauskas, R. “Natural Language Question Answering: The View from Here,” Natural Language Engineering, Cambridge University Press, 2001.
- 【10】 Johnson, W. L., Rickel, J. W., & Lester, J. C.(2000), Animated pedagogical agent: Face-to-face interaction in interactive learning environments, International Journal of Artificial Intelligence in Education, 11, 47-78.
- 【11】 Maes, P. “Agents that Reduce Work and Information Overload,” Communications of the ACM, Vol.71, No. 7, pp. 31-40, 1994.
- 【12】 Sycara, K., A. Pannu, M. Williamson and Zeng, D., “Distributed Intelligent Agents,” IEEE Expert, Vol 11, Issue 6, pp. 36-46, 1996.
- 【13】 Tomoko, K. & Toyohode, W. (2000), Agent-oriented Support Environment in Web-based Collaborative Learning, ICCE/OCCAI2000.
- 【14】 Wooldridge, M. J., & Jennings, N. R.(1995), Agent theories, architectures, and language: A survey ,In M. J. Wooldridge & N. R. Jennings (Eds.) Intelligent agents - theories ,architectures, and languages. Lecture Notes in AI 890, Springer-Verlag, Berlin, Germany.