

第四章 系統架構分析與設計

第一節 系統架構

依照前一章節所提出的理論及其功能架構，本研究著手設計了一個以 S-O-A-V 圖所衍生的專家系統架構，並初步區分本系統所包含的幾個模組及介面，包含有使用者界面、物件嵌入模組、專家診斷規則庫、計分模組、Word 功能參照及診斷模組、成績傳送模組、推理引擎、成績樣板模組及成績查詢模組等，如圖 4-1 所示。

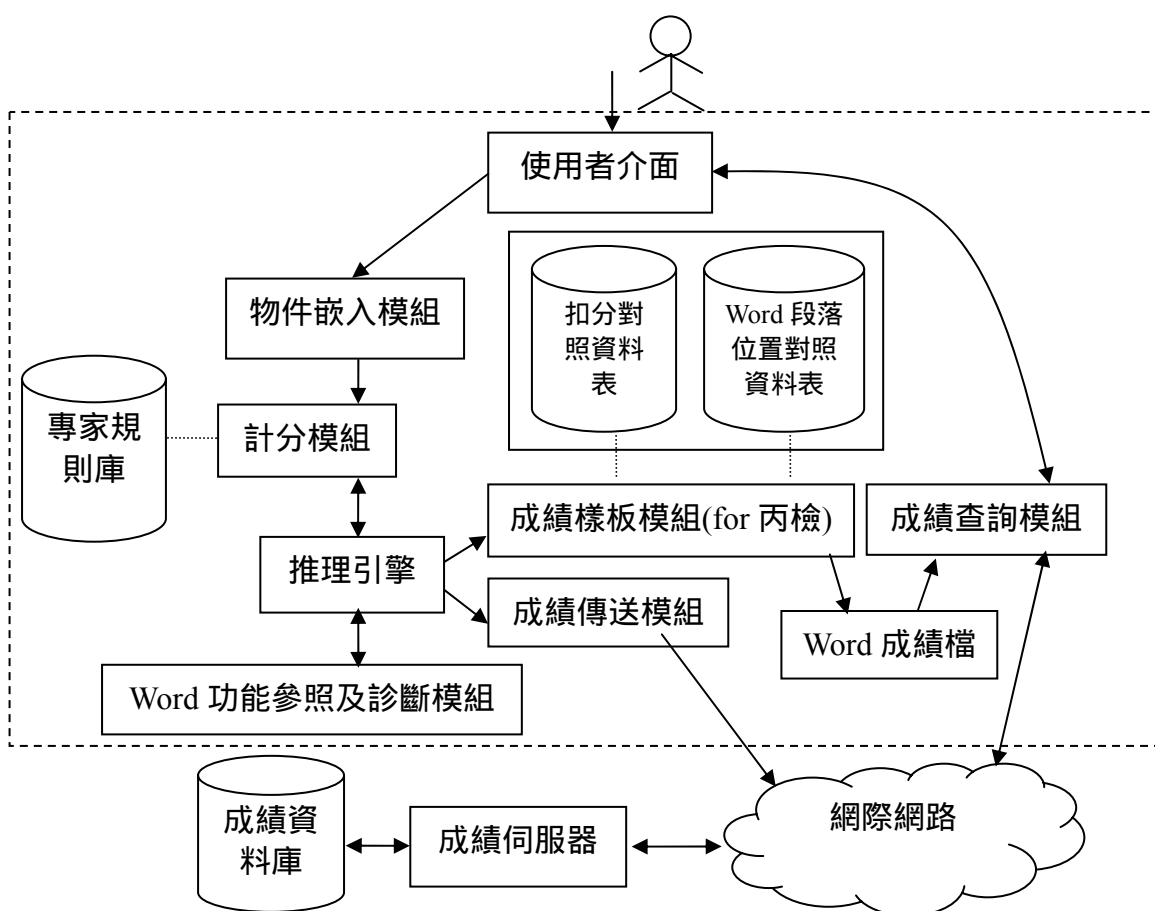


圖 4-1 Word 專家診斷系統之系統模組架構示意圖

- 使用者界面：與使用者相互溝通，藉由瀏覽器視窗的圖形界面與系統物件進行連結，並透過對話盒與受測者溝通，指引使用者輸入正確的資料及選項，此處包含基本資料的輸入、試題選擇、說明及測驗項目的呈現，可帶領使用者正確的進行測驗，一步步的完成指定的試卷。
- 物件嵌入模組：提供系統與瀏覽器之間的連結，及系統物件與文書處理器(Word)之間的連結，資料藉由瀏覽器與系統物件進行交換，再將資料傳送至成績傳送模組，以便進行成績的收集工作。
- 計分模組：依照專家診斷規則及中介資料(meta-data)，挑選適合的計分方式及，同時依據推理引擎所傳回的評定結果，輸出一結果清單及成績樣板模組，以作為考生成績結果之依據。
- Word 功能參照及診斷模組：依照規則所定義的功能項目，找到適合評定該功能的 Word 物件及方法，同時將結果回傳至推理引擎。
- 推理引擎：負責計分模組及 Word 功能參照及診斷模組之間連結及診斷的橋樑，依照計分模組所指定的計分方式，適度的切割專家診斷規則參數，並交由適合的 Word 功能參照及診斷模組來進行局部功能面的檢核，最後再交由推理引擎統整後，傳回系統之成績樣板模組進行統一的結果輸出。
- 成績樣板模組：輸出成績及評定項目為一正規格式之 Word 文

件，以作為監評人員參考之依據。

- 成績傳送模組：利用表單及物件即時交換資料的方式及網際網路的傳遞，將資料集中回傳至伺服器，可進行學生成績的分析及使用，可節省監評人員登錄成績的時間，並同時提高效率。
- 成績查詢模組：提供使用者查詢成績的功能，包含丙檢評分表 (Word 檔)、個人作答結果檔、個人成績、全體成績、條件設定及排序等。

第二節 資料庫需求分析

專家診斷規則庫可以說明專家系統中最重要的一環，通常它所匯整的內容，代表專家對於某一特定工作的推理及分析知識，而這類的知識通常又有一定的集合量，最好能藉由資料庫及資料倉儲的方式來加以整合及分類。

依據第三章分析的結果，本研究的資料需求有：

1. 需建構一個專家評分規則資料庫，藉由資料庫的資料集合，來儲存大量的專家知識。
2. 在「成績樣板模組」中，亦使用了「扣分對照表」及輸出扣分成績時使用的「扣分回存 Word 位置對照表」。
3. 在最後集中統整時的成績查詢模組及成績資料庫。

因此綜合以上的需求，本研究藉由資料庫分析之 ER 圖來表歸納整理整個系統流程中可能產生之關係，如圖 4-2 及圖 4-3 所示：

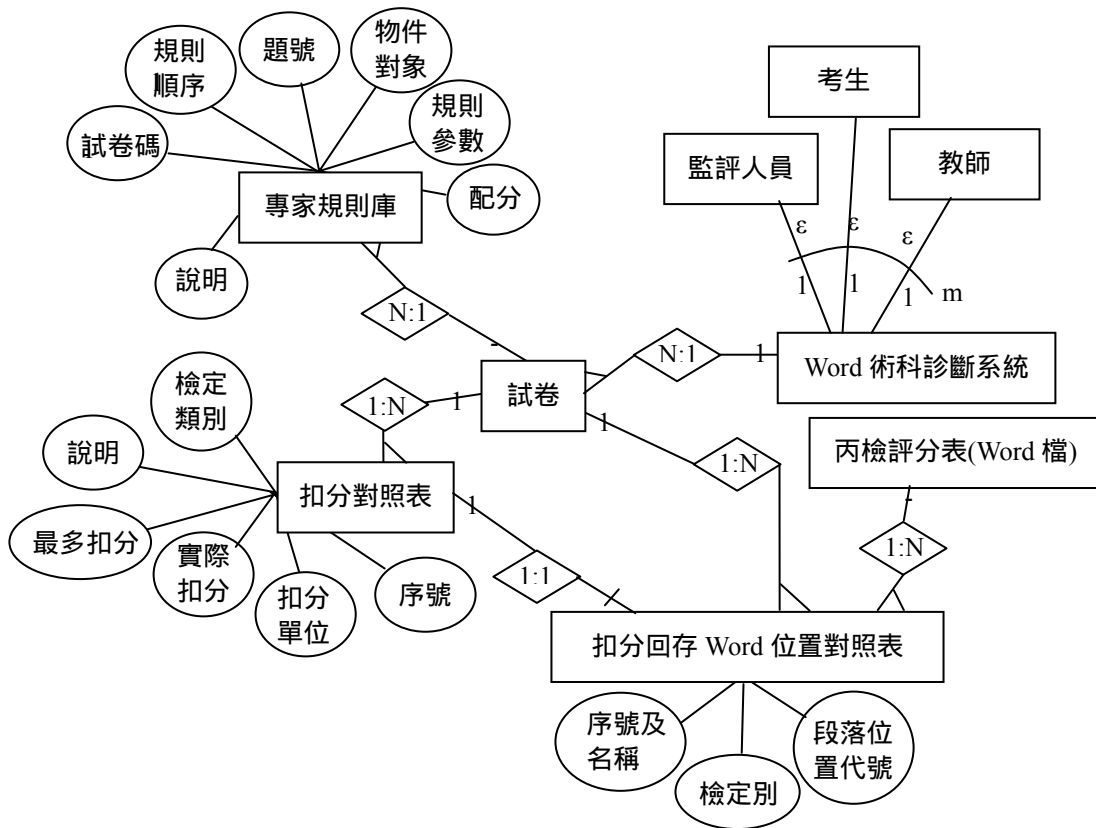


圖 4-2 Word 專家診斷系統之系統資料庫 ER Model 分析圖

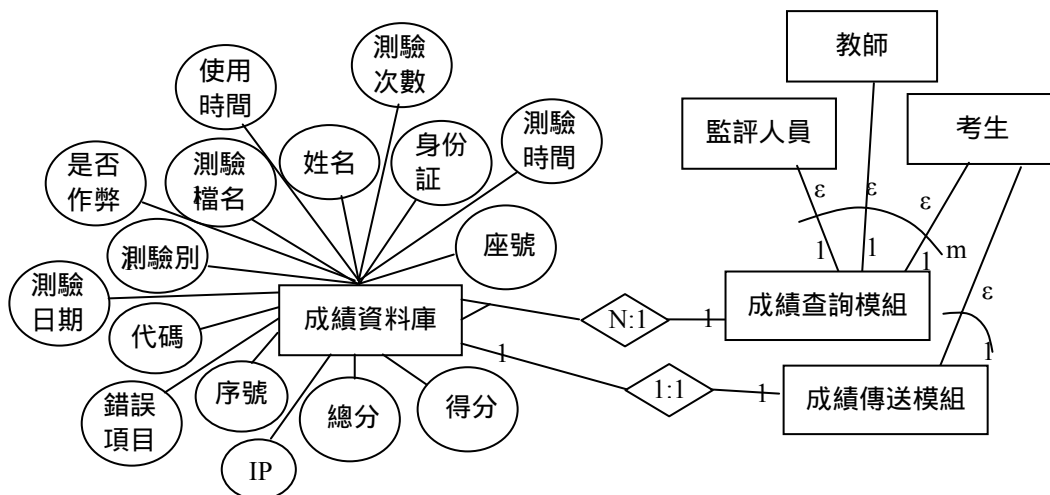


圖 4-3 Word 專家診斷系統之成績資料庫 ER Model 分析圖

由圖 4-2 中可看出 Word 術科診斷系統的主體為試卷本身，此外，ER 圖所呈現出來的訊息尚有：

1. Word 術科診斷系統可以輔助的使用者有：監評人員、考生、教師等，而這些使用者彼此之間的密切互動，搭配 Word 術科診斷系統所給予的回饋與診斷訊息，可快速增加監評與教學的效率與考生學習的成效。
2. 專家規則庫主要由「計分模組」所採用，而試卷與規則的數量及記錄比例為 1 比 N，顯示每一份試卷必須有多項的專家推理規則配合，才可達到正確的診斷，其「規則順序」欄位亦顯示專家推理規則有其循序關係之存在，唯有依照正確的次序才可使系統完成正確的診斷與解讀；「物件對象」、「規則參數」及「配分」欄位則分別對應程式中診斷函數的相關診斷項目、診斷方式及加減分等。
3. 針對丙檢的評定結果輸出格式，Word 術科診斷系統需搭配「扣分對照表」及「扣分回存 Word 位置對照表」，才能輸出正確格式之「丙檢評分表(Word 檔)」，而這兩種表在系統中是屬於參數性質之資料，主要是為產生第三個文件表格而提供給系統使用的中介檔，如圖 4-4 及圖 4-5 所示，本項目在系統架構中屬於「成績樣板模組」。

測驗別	序號	扣分標準	每處扣分	實扣分數	扣分單位	錯誤項目
丙檢	1	未安裝文書處理軟體	50			
丙檢	2	紙張未設定成A4	50		文件	
丙檢	3	文件列印方向不正確	50		文件	
丙檢	4	文字列印方向不正確	50		文件	
丙檢	5	文件邊界設定不正確	10		文件	
丙檢	6	頁首頁尾資料不正確	10		各別項目	
丙檢	7	頁首頁尾之位置格式字型或字號	5		各別項目	
丙檢	8	每頁設定之行數或列數不正確	10		文件	
丙檢	9	每行或每列字數設定不正確	5		段落	
丙檢	10	每端一字或每端一字	3		字	
丙檢	11	本文字型不正確	5		列	
丙檢	12	本文字型樣式不正確	5		列	
丙檢	13	本文字體大小不正確	5		列	
丙檢	14	本文欄數不正確	20		段落(節)	
丙檢	15	本文欄間距不正確	5		段落(節)	
丙檢	16	本文分欄線不正確	5		段落(節)	
丙檢	17	段落與段落或與表格間未空行	5		每一處	
丙檢	18	段落左、右縮排不正確	5		段落	
丙檢	19	段落之首行或首列縮排不正確	5		段落	
丙檢	20	段落之對齊不正確	5		段落	
丙檢	21	項目凸排不正確	5		段落	
丙檢	22	項目縮排不正確	5		段落	
丙檢	23	項目左、右縮排不正確	5		段落	
丙檢	24	項目對齊不正確	5		段落	

記錄: 1 之 36

圖 4-4 「扣分對照表」資料畫面

測驗別	輸出名稱	段落
丙檢	姓名	3
丙檢	座號	11
丙檢	准考證	5
丙檢	日期	13
丙檢	試題	18
丙檢	1	63
丙檢	2	70
丙檢	3	77
丙檢	4	84
丙檢	5	91
丙檢	6	98
丙檢	7	105
丙檢	8	112
丙檢	9	119
丙檢	10	126
丙檢	11	133
丙檢	12	140
丙檢	13	147
丙檢	14	175
丙檢	15	182
丙檢	16	189
丙檢	17	196
丙檢	18	203

記錄: 1 之 43

圖 4-5 「扣分回存 Word 位置對照表」資料畫面

第三節 程式流程分析

程式流程的分析可說是決定本研究的程式及元件功能是否能正確達成之重要依據，因此針對主程式及部份重要的副程式，本研究提出可能之診斷程式流程，並確實依照定義好的專家規則來執行診斷。

根據前兩節之分析結果，程式之主要部份流程分析結果為：主程式部份以元件(ActiveX)為主，在經過啟動、基本資料輸入的步驟之後，程式的主要控制權便交由程式所呼叫出來的 Word 文件(此時 Word 亦以物件視之)來進行考生作答，而考生作答結束後，則交由本系統之核心部份(即專家診斷)繼續處理，而這個步驟由於較為獨立，本研究另規畫副程式處理之，最後則是顯示與回報成績，其流程設計如圖 4-6 及圖 4-7 之架構所示。

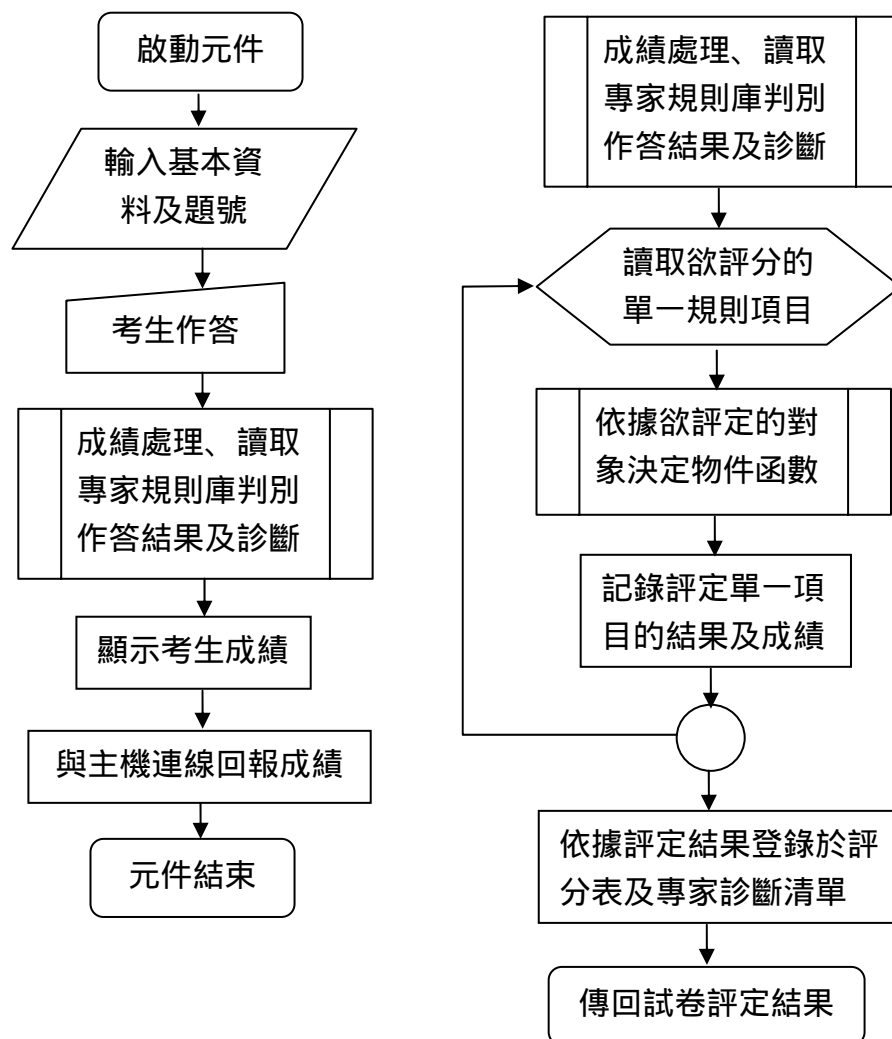


圖 4-6 「主程式」及「專家規則庫副程式」流程圖

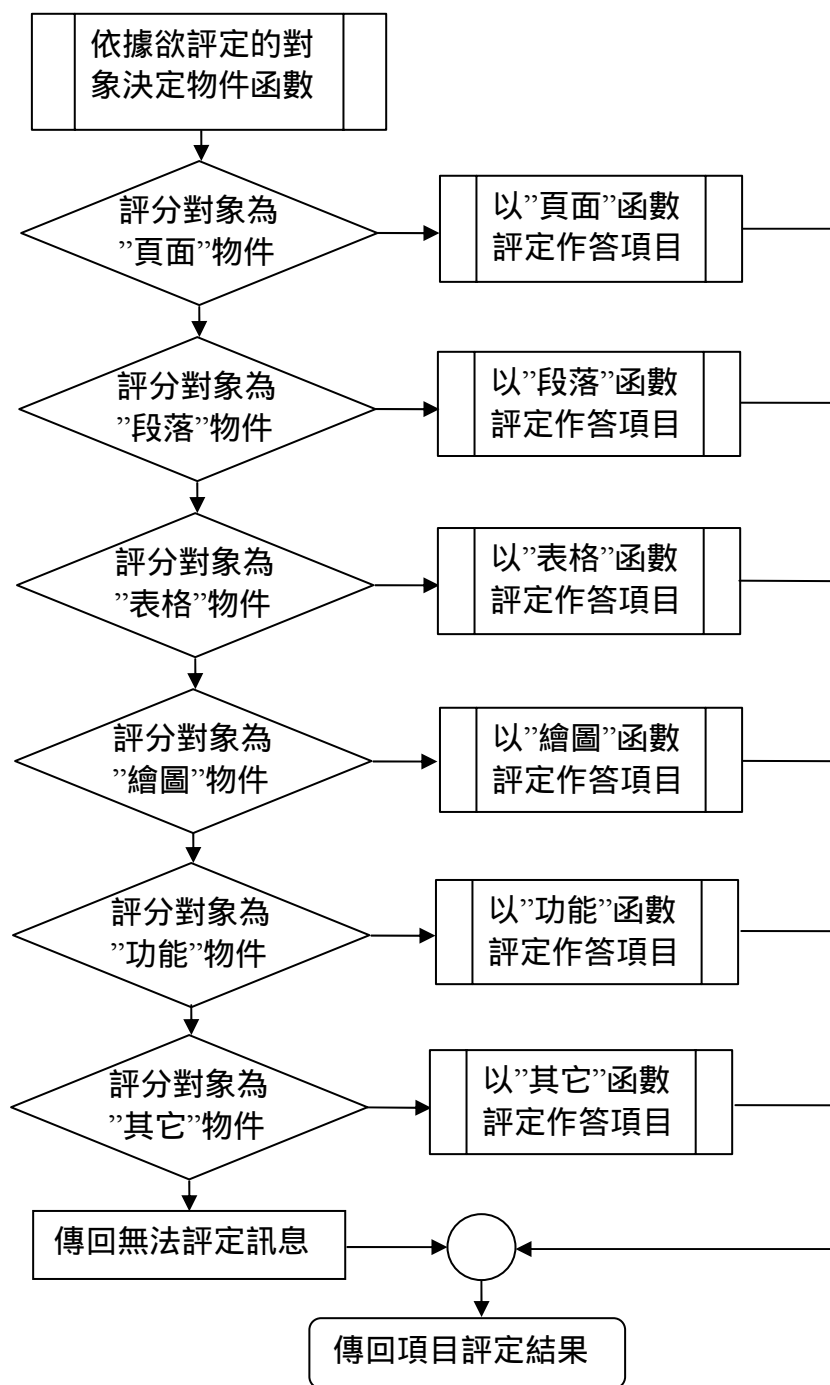


圖 4-7 「物件評分副程式」流程圖

圖 4-7 的部份為專家推理判別的核心部份，主要依據本研究於第三章中圖 3-6 所提出的 Word 物件模型為基礎所規畫設計出來的，它可用於解析規則集合 {RuleX} 可能產生的各種物件評分狀態。

第四節 Petri-Net 塑模分析與驗證

對於主程式流程是否確實能達成所需要的結果及狀態，本研究再以 Petri-Net 來加以塑模及分析，以更加證實本研究之流程設計之確實與無誤差，將圖 4-6 以 Petri-Net 塑模與分析，可得到如圖 4-8 所示之 Petri-Net 程式流程圖。

圖 4-8 中的 Petri-Net 之動態連結關係，可使用表 4-1 所示的「控制矩陣」M 來表示，其中本研究將 U 定義為 $U=\{P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8\}$ ，每一個 P 則表示在 Word 診斷系統中可能的程式及使用者執行狀態，而 T 則定義為 $T=\{T_A, T_B, T_C, T_D, T_E, T_F, T_G, T_H, T_i\}$ 等九組程式控制狀態或按鈕，表示可控制的程式執行流程，包括輸入基本資料的程式畫面、程式的核心函數及程式動作、操作過程的確認按鈕及輸出診斷結果等訊息。

表 4-1 圖 4-8 的 Petri-Net 控制矩陣 M

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
T _A	-1	1	0	0	0	0	0	0
T _B	0	-1	1	0	0	0	0	0
T _C	0	0	-1	1	0	0	0	0
T _D	0	0	0	-1	1	0	0	0
T _E	0	0	1	0	-1	0	0	0
T _F	0	1	0	0	0	-1	0	0
T _G	0	-1	0	0	0	0	1	0
T _H	0	0	0	0	0	0	-1	1
T _i	0	0	0	0	-1	1	0	0

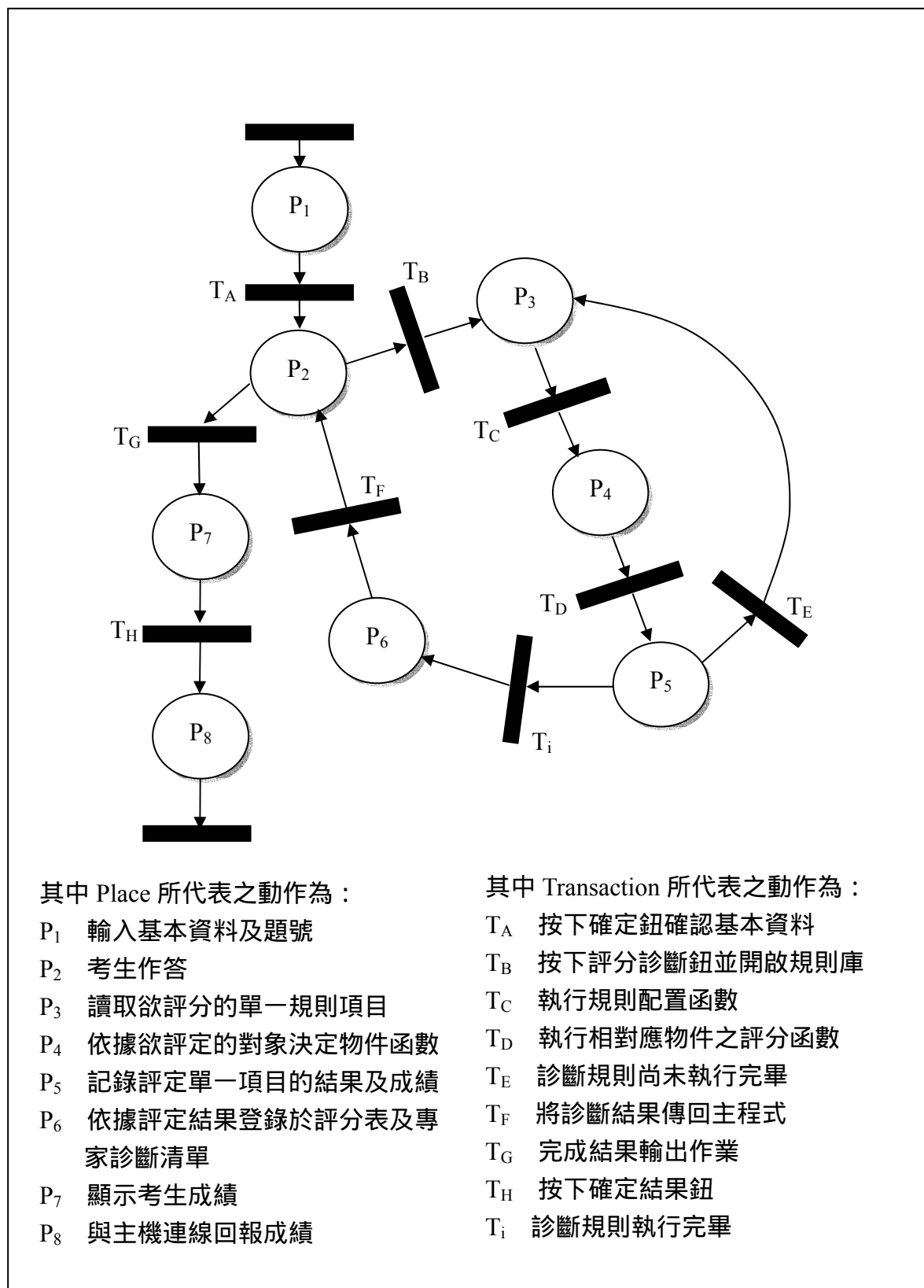


圖 4-8 將程式執行流程以 Petri-Net 工具塑模與分析

假設 A_i 為程式執行過程中的任何一種狀態值，且 S 所代表的標記是 A_i 執行時的程式及動作觸發序列($T_A T_B T_C T_D T_E T_F T_G T_H$)，而它所形成的集合， A 表示為結果觸發狀態的集合，而 M^T 表示為控制轉置矩陣，則：

$$A=A_i+S * M^T$$

<證明如下>

若 $A_i=[0,0,0,0,0,1,0,0]$ 且 T_F 被觸發或滿足，則可獲得

$$A=P_6+T_F * M^T=[0,0,0,0,0,-1,0,0,1]+$$

$$[0,1,0,0,0,-1,0,0]* \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} =$$

$$[0,0,0,0,0,-1,0,0,1]+[1,-1,0,0,0,2,-1,0,-1]=$$

$$[1,-1,0,0,0,1,-1,0,0]=P_2$$

滿足圖 4-8 的狀態，驗證考生使用診斷系統的行為狀態可被控制。

第五節 系統發展環境

本研究所使用的發展及測試環境為美商微軟公司(Microsoft)所開發的 windows xp 及 windows 2000 作業系統，且硬體平台為美商英特爾公司(intel)的 x86 系列中央處理器電腦，除可提供具親和力的圖形及視窗化的人機操作介面外，簡單易用的元件及資料交換等特性亦是系統在發展設計時重要的考量。

在程式設計時，利用 Word 文書軟體所提供的 VBA(Visual Basic for Applications)語言，設計及偵測出 Word 內部元件的控制屬性及方法，並提供 Visual Basic 6 (VB6)一個直接呼叫的介面機制，而能藉此快速的發展並設計成 ActiveX 元件，能夠達成適合本系統的前端瀏覽器的使用者介面元件程式，加以 VB6 能適切的配合後端資料庫 Microsoft access 2002 所支援的結構化資料庫查詢語言(SQL)，正可提供本研究一個方便的工具組合以發展並驗證系統雛形。

元件的設計目的主要為再利用、節省程式碼及適合其它不同介面設計師的偏好而設計的，本研究採用元件式的設計主要為符合目前測驗系統及檢定業者快速傳播且能隨時隨地不受環境限制地施測，以及測驗試卷不斷的推陳出新等因素，系統要能夠模組化，隨時能發展出新的試卷，如此才能達到最大的效益，而為達到此一目的，最好模組化的元件能直接透過網際網路的傳播來達成，因此，本研究在撰寫網頁程式的部份，採用前端為動態超文字標示語言(dynamic hypertext markup language, DHTML)所支援的 javascript 描述語言來控制瀏覽器的內部元件，後端則為

伺服器描述語言(ActiveX Server Page, ASP)來寫入診斷結果及進行成績查詢，本研究之軟體環境及硬體環境如下：

一、軟體環境

- Windows XP professional 作業系統(client 端)
- Windows NT 2000 advanced server 作業系統 (server 端)
- Microsoft word 2002 文書處理軟體
- Microsoft word 2002 VBA
- Microsoft access 2002 資料庫
- Visual Basic 6.0
- Jscript 描述語言
- 伺服器描述語言(Active Server Page, ASP)
- Microsoft frontpage 2002

二、硬體環境

- Intel Pentium 4-M CPU 1.8Ghz 筆記型電腦
- IBM 伺服器
- 256MB SDRAM
- 30GB 硬碟

系統發展之使用程式架構及概念圖如圖 4-9 所示。

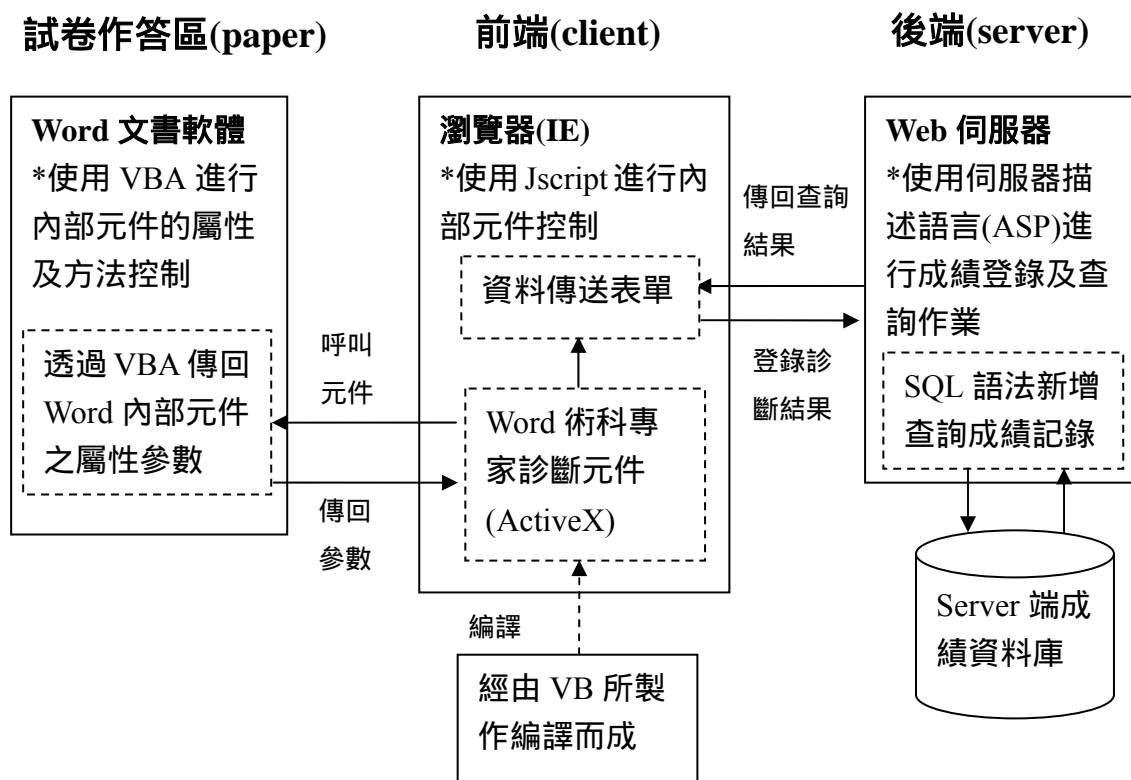


圖 4-9 系統發展之使用程式架構及概念圖

針對圖 4-9 所提出的使用程式架構及概念圖，本研究提出各單元系統架構及其使用之程式內容說明如下：

一、何謂 ActiveX 控制項

ActiveX 控制項是一種可用來設計程式的元件，它所提供的功能可以重覆使用在不同的應用程式裡，如 Internet Explorer，或是使用其它開發工具所建立的應用程式元件，開發工具如 Visual Basic 和 Visual C++ 等。ActiveX 控制項屬於 COM 物件的一種，它是以動態連結程式庫(dynamic link library, dll)檔案的形式儲存，附檔名為.ocx 或.dll。(Scott Roberts, 1999)

ActiveX 在網頁中是以<object>標記嵌入，<object>標記提供了一個名為 codebase 屬性可用來指定 ActiveX 控制項的 URL，或安裝在用戶機器上的控制項版本。如果用戶機器上的目前版本與您指定在 codebase 屬性裡的版本一樣，或甚至更新，Internet Explorer 就不會下載和安裝您所指定的版本，它只會下載和安裝最新版本的控制項。這個下載 ActiveX 控制項到用戶機器上的過程，就是所謂的「Internet 元件下載」。(Scott Roberts, 1999)

二、Jscript 的使用與選擇

Jscript 語法部份都是參考 Java 及 C 語言，是微軟公司發展的一套精簡 Java 程式，並與網景(Netscape)公司的 javascript 語言作實際的區別而命名，Java 語言的跨平台特性、檔案小、即時性及物件導向觀念相當嚴謹，是本研究之所以選擇它的主要原因。

Jscript 語法在本研究中用於即時的控制 ActiveX 與表單資料的交換，並即時的切換 client 端資料輸入、ActiveX 元件及說明畫面，使網頁程式使用起來更為流暢，同時減少伺服器下載資料的等待時間。

三、VBA 的應用與 Word 物件模型控制

VBA 的全名為 Visual Basic for Application，顧名思義，即為針對應用程式所設計的 Visual Basic 語言，它內含於應用程式中，使用者可藉由撰寫 VBA 來控制應用程式中的各種元件，使應用程式能發揮更強大的功能、獲得最佳的利用、錄製各種巨集來負責自動化的操作及功能面的改

善等。

VBA 在微軟公司的應用程式產品中幾乎都可看到，舉凡 office 系列的軟體如：Word、Excel、Access、PowerPoint 等，或是其它軟體公司的產品，如：Corel Draw、Auto CAD 等，足見其應用之廣泛。

本研究首先藉由 VBA 直接控制 Word 的物件模型，以達到診斷並比對使用者操作結果之目的，就目前本研究可能使用到的 Word 物件模型而言，其實際架構如圖 4-10。

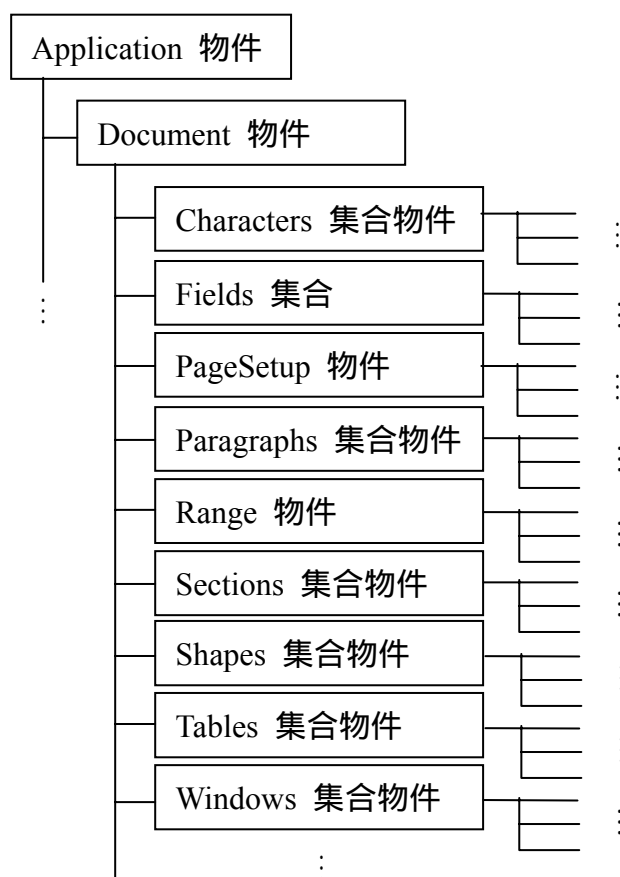


圖 4-10 Microsoft Word 的物件模型

以 Characters 物件為例，使用 Characters(index) 可傳回代表一個字元的 Range 物件，其中 index 是索引編號。索引編號代表字元在 Characters 集合中的位置。例如將選取範圍中的第一個字母設成 24 點粗體的格式如下：

```
With Application.Selection.Characters(1)
    .Bold = True
    .Font.Size = 24
End With
```

不同版本的 Word 中，其物件屬性及方法通常會有局部的修改或變更，它通常會影響診斷程式的判別，尤其是 Word 從 97 改版到 2000 版時最為明顯，而最佳的解決方法便是透過 Word VBA 中的 Application 物件的 Version 屬性來判別版本，並同時決定不同版本的 Word 應該以何種不同的物件方法及屬性來進行判別，表 4-2 顯示不同 Word 版本其 Version 屬性所呈現的數值。

表 4-2 不同 Word 版本及其 VBA 中 Version 的屬性值

Word 版本	Version 屬性值
97	8.0
2000	9.0
2002	10.0
2003	11.0

四、表單資料的傳送

用戶端至伺服端的網頁資料傳遞，常常需要透過使用表單的方式來進行，表單通常是用於網站用戶端輸入資料及伺服端管理人員互動使用，透過它所傳送的資料最後都必須透過共通閘道介面(common gateway interface, CGI)等互動式伺服端網頁來呈現或儲存，而伺服器描述語言(Active Server Page, ASP)本身就是 CGI 的一種。

表單的使用必須在用戶端的網頁畫面中加入<Form>...</Form>標籤，並設定其上傳方法(method)及解析方式或解析網頁(action)，例如：

```
<form method=post action="InputScore.asp">
    .../* 表單內容 */
    .../* 表單內容 */
    <input type="submit" value="開始測驗">
</form>
```

其中「/* 表單內容 */」位置主要是用來放置輸入元件，如圖 4-11 中輸入基本資料及試題名稱的文字方塊及下拉選單，此外，亦可放置隱藏性的輸入元件，例如：

```
<INPUT type="hidden" id=TestFile name=TestFile>
<INPUT type="hidden" id=totScore name=totScore>
<INPUT type="hidden" id=CScore name=CScore>
...
```

其主要用來傳遞 ActiveX 元件所產生的結果，同時資料的控制及交換則交由 Jscript 描述語言來控制。

Microsoft®
Word 線上測驗評分系統
[成績查詢]

姓 名：

編 號：

身份證號：

作答時間：45 分鐘

試題類型： 亂數選題 固定

開始測驗

列印成績

成績儲存：

固定: WD801ad.doc

表單內的基本輸入元件使用範例

圖 4-11 本研究應用表單格式所製作的基本資料輸入畫面

五、資料庫功能的應用與整合

本研究的資料庫部份共可分成系統資料庫及成績資料庫兩大類，專家評分規則資料、扣分對照表、扣分回存 Word 位置對照表三者屬於系統資料庫，主要應用於用戶端的 ActiveX 元件中的資料處理，而成績資料庫則應用於伺服端的成績記錄及查詢上，不論是在 VB 或是 ASP 程式中，都可應用 ActiveX 資料物件(ActiveX Data Object, ADO)的技術及結構化查詢語言(structured query language, SQL)來進行資料庫的存取，例如在伺服器中，欲透過 ASP 程式將成績寫入成績資料庫中，其語法為：

```
Set conn = Server.CreateObject("ADODB.Connection")
DBPath = Server.MapPath("Practice1.mdb")
conn.Open "driver={Microsoft Access Driver (*.mdb)};dbq=" & DBPath & ""

...

sql = "Insert Into PhysicExam (測驗別, 測驗檔名, 姓名, 身份証, 生日, 總分, 得分, 使用時間, 測驗時間, IP, 測驗次數, 是否作弊, 總打擊數, 總錯誤數, 錯誤字數, 正確率, 錯誤項目) Values ('
    sql = sql & SqlStr(exmSub) & ", " & SqlStr(TestFile) & ", "
    sql = sql & SqlStr(YourName) & ", " & SqlStr(YourID) & ", "
    sql = sql & SqlStr(YourNo) & ", " & totScore & ", "
    sql = sql & CScore & ", " & SqlStr(useTime) & ", "
    sql = sql & SqlStr(TestTime) & ", " & SqlStr(IP) & ", "
    sql = sql & stTimes & ", " & SqlStr(isFraud) & ", "
    sql = sql & TotTick & ", " & TotErr & ", "
    sql = sql & TotErrW & ", " & SqlStr(RRate) & ", "
    sql = sql & SqlStr(ErrorList) & ")"
conn.Execute sql
```