

架構以程式競賽為導向之線上 C++ 語言的學習網

游源惠

黃南陽

南台科技大學 多媒體與電腦娛樂科學研究所

yhyu@mail.stut.edu.tw

hny1@mail.ncku.edu.tw

摘要

電腦語言 C++ 在網路教學課程的安排上，向來是以將課程資料「數位化」為主要的方法。教學者將傳統課程教學的模式，經過整理、製作，導入電腦數位化的概念，從而衍生出各類的文件、影片、聲音、圖片等等，再讓學生透過課程網站的存取及討論以達到學習的目的。這種將不同媒體資源整合於同一媒體中即所謂的「網頁」教學的形式，意味著教學者可以擁有更多樣的方法來搭配教材的教學活動。此外，透過全球資訊網的超連結更可以加入更多相關資料的連結，以達到教學內涵質與量的提升。本文將提出一種新的方法，藉由線上程式競賽的教學活動，讓學生不僅與教師有即時性的互動（縱向的學習），更進而可增進同儕之間的切磋與砥礪（橫向的學習）。讓學習的過程，循著以問題導向的學習方式，加深學習的成效。

關鍵詞：網路教學、C++、Online Judge、程式競賽。

1. 前言

在一篇以探討教學策略對高中程式語言學習之影響的論文中[1]，我們可明確的知道，教學策略與學習工具的搭配能夠有效的改進程式語言的學習狀況。再者，以「問題為導向的教學策略」在程式語言的學習上，更能突顯其學習的效果。程式設計的入門學習並不難，無非就是變數、函數、條件、迴圈等的概念。但是要真正能進入程式設計的領域中，除了要能深入理解程式基本語法的概念外，更重要的是邏輯與創造的思維。邏輯的思維在解決問題，創造的思維則在開發與應用，兩者之間有著相輔相成的關係。程式設計的本身就是一種創造性的舉動，換言之，親自動手設計程式是創造性思維的體現，也是培養邏輯思維的手段，更是程式語言學習成功的關鍵之處。

本文的概念，來自 ACM (Association for Computing Machinery) OnLine Judge 的國際性組織 [5]。ACM 是目前世界上最久、最大的教育和科學計算的組織。自從 1947 年來 ACM 為資訊的交換、想法，和探索提供了一個重要論壇。ACM 致力於推動資訊邏輯、推演能力的提升，其提供一個 OnLine Judge 的平台，並蒐集、網羅數千道的資訊題目，讓全世界的程式員想辦法解決。而這些資訊題目都是強調邏輯演算的推理運用，沒有華麗的輸

入/出的要求，讓程式設計員得以專注於演算法與資料結構的運用上。這對於程式語言的學習實在是一個練習成長的好方法。本文即源自此一概念，將學習資源，與線上編譯的系統整合於教學網站之上，主要目的有三。

(一) 讓教學方針能有更明確的目標。以問題為導向的教學策略，因規劃良好的問題分類與等級劃分，使得教學目標能有更確實的標竿與評斷的標準。此外，搭配使用線上即時編譯系統，讓學習過程得以全紀錄，並視狀況適時調整教學方向與方法，而達到因材施教的理想。

(二) 讓學習過程能有更踏實的回應。單向的教學方式易使學生囿於墨規而不知變通，這在程式設計的領域實在是一大阻力。畢竟，程式設計本身即是一項創作的藝術，若能加入令人激賞的創意、修飾細膩的邏輯思考，這才是程式設計員追求的目標。妥善應用解題技巧的學習模式，以加強邏輯演算的訓練，及對程式佈局的掌控，這都足以讓程式設計的學習有更踏實的感覺。

(三) 讓教師能有更好的方法掌控學習的進度。本系統的架構不僅具即時編譯的能力，更會將使用的過程予以紀錄彙整，以提供教師作為評量標準。紀錄的內容主要是時間與錯誤次數，這兩項因子可將課程學習的難易度以量化的方式表現出來，並得以提供教師作為學習進度的參考依據。

本文將以軟體工程的立場來闡述本文的內容，主要章節著重於系統設計的流程與功能介面的介紹。全文包含下列五個章節，第一節前言，簡介系統設計的動機與目的。第二節主要技術之說明，將建立本系統的關鍵概念，預先做一詳細說明。第三節系統架構描述，以資料結構的方式來描述本系統的骨架。第四節使用介面與操作流程介紹，本節將展現系統的原貌，並對系統流程做摘要性的說明。第五節結論。

2. 主要技術之說明

本系統之主要技術部份的重點可分為三大部分。第一部分為介紹命令提示字元下的編譯 (Compile) 動作，第二部分將介紹線上執行程式的考量，第三部份則為如何驗證程式執行的正確性。

2.1 命令提示字元下的編譯動作

本系統採用 GCC 作為 C/C++ 語言的編譯器。GCC (GNU Compiler Collection, GNU 編譯器套裝), 是一套由 GNU 開發的編程語言編譯器。它是 GNU toolchain 的關鍵部分, 亦是開放原始碼的類 Unix 操作系統的標準編譯器[2]。使用理由有三項:

- (1) 網路教學最大的立足點就是沒有空間、時間的限制, 也冀望在最基本的配備下就能透過網路及瀏覽器以獲得學習及練習程式設計的動作。這也表示須在伺服器端提供具有編譯程式服務的需求, 而不必要求使用者自備昂貴的圖形介面開發環境 (IDE) 的工具軟體, 且可避免因繁雜的作業環境設定, 致心生畏懼之感。
- (2) 編譯結束後, 尚須進行資料測試, 若透過 IDE 的工具將無法進行一系列的自動測試機制。
- (3) GCC 是免費的, 而且仍持續改進之中, 故可避免成為軟體孤兒。

如表 1 的程式片段, 說明如何透過 ASP (Active Server Page) 的語法, 於伺服器端進行命令提示字元的編譯動作。其中, "ASPEXec" 是一 Server 端執行外部程式的元件, 可免費下載取得[6], 透過該元件則有如於 DOS 環境下的執行指令: >c:\bin\c++.exe test.cpp -lm -w -O2 -static -libgcc -o "test.exe"。

表 1 編譯動作語法

```
strSuffix=".cpp"
strCompiler="c:\bin\c++"
strCompileSuffix="-lm -w -O2 -static -libgcc -o "
    & Server.MapPath(strFileName & ".exe")
.
.
.
Set objExec=Server.CreateObject
    ("ASPEXec.Execute")
objExec.Application=Server.MapPath
    (strCompiler & "\")
objExec.Parameters=Server.MapPath
    (strFileName & strSuffix) & " " &
    strCompileSuffix
objExec.TimeOut=30
strResult=objExec.ExecuteDosApp
strResult=Replace(strResult,"e:\www\hny",
    "\judge",vbTextCompare)
Set objExec=Nothing
.
.
```

2.2 線上執行程式的考量

線上編譯在實際的應用於網路上, 尚需考慮多位使用者的同時服務需求。雖然目前的作業系統都有多工的環境可同時服務多人, 但輸出的位置、名稱若無法隨機更動, 那還是會被受限於同時之間僅允許一人使用。表 2 的程式片段, 讓程式自動產生六碼的隨機文字, 介於 0~9, a~z 之間, 解決了同名的衝突。本系統即以此作為暫時原始碼、執行程

式碼、及測試資料等三個檔的檔名, 並在完成編譯、執行後, 即刻刪除, 以避免垃圾資料的囤積。此外, 因 ASP 為直譯式語言, 故常因錯誤或例外狀況的發生, 就直接自程序中途跳出, 故在錯誤處理的迴路中要謹慎處理, 才不致無預警的跳脫刪除暫存檔的動作。

表 2 隨機檔名產生函數

```
Function RandomFileName()
Randomize
strFileNameFunc=""
For i=1 To 6
    intRandomFunc=CInt(36*Rnd())
    If intRandomFunc <= 25 Then
        strFileNameFunc=strFileNameFunc
            & Chr(intRandomFunc+97)
    Else
        intRandomFunc=intRandomFunc - 26
        strFileNameFunc=strFileNameFunc
            & CStr(intRandomFunc)
    End If
Next
RandomFileName=strFileNameFunc
End Function
```

2.3 驗證程式執行的正確性

驗證程式執行的正確與否, 並非是個很難的動作。重要的是該如何防堵錯誤的迴圈動作, 即使是頗為老練的程式設計員, 偶而也會因一時的恍神, 而誤陷無窮的迴路之中。這情形如果發生在個人 PC 上, 那只要進入程式管理員即可終止程式的運作。然而, 同樣的情形若發生在遠端伺服器時, 那就形成死當的假象了。為此, 存在一監督、掌控測試程式進行的管理程式就有其存在的價值了。

表 3 程式執行語法

```
intTime=3*1000
intMem=32*1048576
intCases=10
intResult=0
Set objExec=Server.Createobject("ASPEXec.Execute")
strProg="E:\WWW\hny\cmd.exe /c "
strProg=strProg & Server.MapPath("runprog.exe") & " -p "
strProg=strProg & Server.MapPath(strFileName & ".exe")
strProg=strProg & " -t " & CStr(intTime) & " -i "" & _
Server.MapPath("problem\9999\testdata\" & strFileName
    & ".inp") & """"
strProg=strProg & " -m " & CStr(intMem) & " > "" & _
Server.MapPath("problem\9999\testdata\" & strFileName
    & ".txt") & """"
strProg=strProg & " -P"
objExec.Application=strProg
objExec.TimeOut=10
strRunR=objExec.ExecuteDosApp
```

本系統使用一由 C++.Net 作成的監控程式“runprog.exe”負責執行程式，主要目的在防止無限迴圈的錯誤語法及防範大量的變數宣告而佔用記憶體的动作。表 3 列出執行程式的語法，其中前兩行即在設定程式執行的時間不得超過 30 秒，程式編譯碼及變數宣告區所佔的記憶體空間不可超過 32M。

3. 系統架構

本節描述本系統的架構，分別敘述主體配備與網路系統架構、資料結構、與資料流程等說明。

3.1 主體配備與網路系統架構

本機主體為一個人電腦 Intel P4-3.0 Ghz, RAM 1G, HDD 120G, 作業系統為 Windows 2003 Server Pro. 以 IIS6.0 為 Web Server, 並安裝 ASP filter(註:Windows 2003 以後之版本本項即改為 optional 了)。資料庫主要在紀錄學生學習成績, 故僅以 Access 2000 處理儲存即可。

圖 1 為網路系統架構, 清楚說明 Client 與 Server 間的互動。當使用者提出 Request 後, 瀏覽器即將交易要求與附帶文字透過網路傳輸, 遞交網頁伺服器進行處理。網頁伺服器根據取得的要求申請事件, 解析、編譯、處理後, 產生一份具標記語言格式的文件, 再透過網路呈現於使用者的面前。

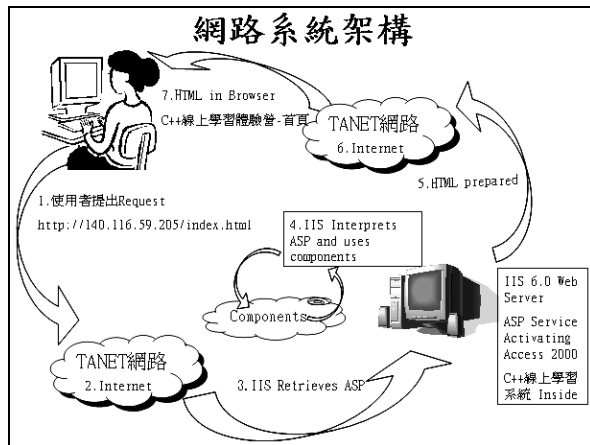


圖 1 網路系統架構圖

3.2 資料結構

本系統所使用的資料檔有五個, 依序為使用者檔 (Users Table)、題庫檔 (Tasks Table)、測驗記錄檔 (Judge Table)、成績紀錄檔 (Record Table)、訊息交流檔 (Chat Table)。圖 2 可以表示出檔案之間的關係。

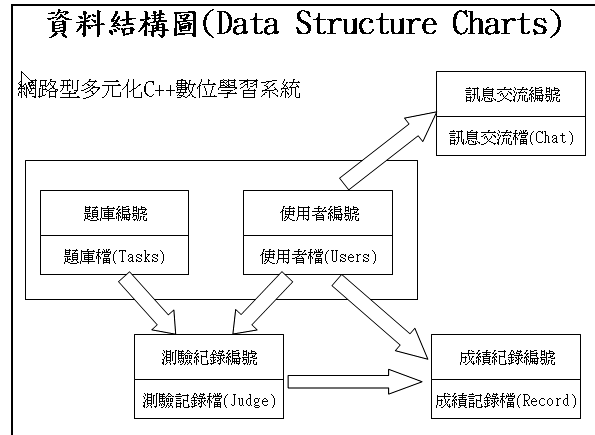


圖 2 資料結構關係圖

3.3 資料流程

圖 3 為資料流程圖的主圖, 由圖中左上角的第 1 個處理程序可知, 本系統之程式發展方向主要有兩個分支, 一為線上學習區, 另一為實力挑戰區。

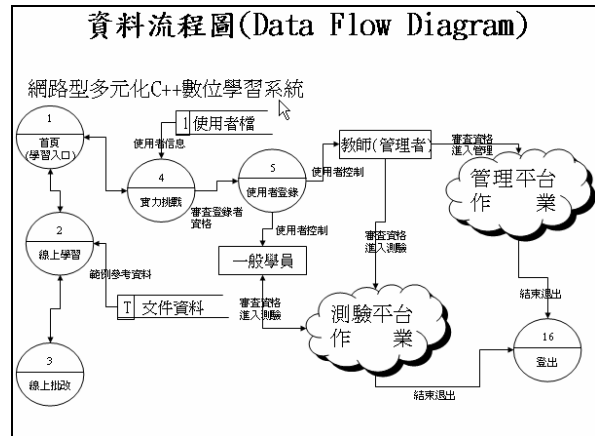


圖 3 資料流程圖(主圖)

圖 4 為實力挑戰區的進一步說明, 由圖中可知系統藉身份識別的判斷, 讓教師(管理者)可於同一平台上進行維護監管的工作, 因此可即時的獲知學生對問題的反應及其學習的效果。

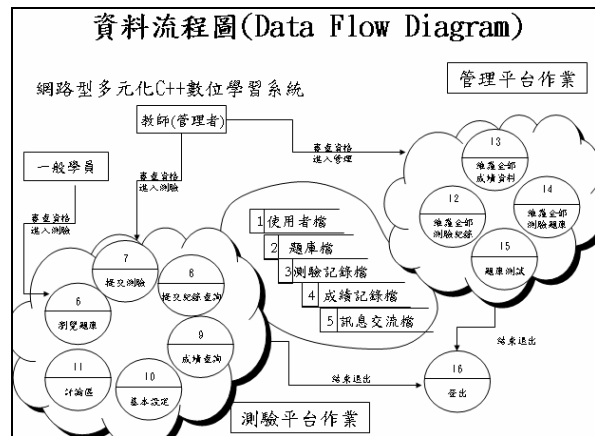


圖 4 資料流程圖(實力挑戰區)

4. 使用介面與操作流程

本系統在設計之初，即明確訂下目標，定為網路學習 C++ 語言之教育網站。在籌思規劃之中，最常被問到的一個問題就是，”有何特色？”。確實，程式語言的學習網站很多，論壇與提供原始碼的網站也隨處可見。而這些成功的網站其共通的特點就是，強調扎實的內容，與快速的回應。此外，網站主持人的個人學養與程式設計造詣所表現出的深度，往往左右著網站的興衰。更深一層的探討，網站之所以會成功，就是因為其不斷的成长。不僅表現在會員數量的增加，同時也表現在討論內容的深度。這也意味著，初學者在此若隨意發問，將有被嘲弄的無地自容的機會。所以，讓初學者得以無憂無懼的從基礎訓練的課程中，自行摸索，自我學習邏輯思考的基本功夫。這就是本系統架設的初衷，也就是本教學網站的特色。

基於強調此一特色的理念，本系統即將重點擺在規劃一可讓初學者能夠在學習的同時，馬上可以得到驗證的學習環境。因此設計出具有線上學習區與實力挑戰區的頁面，其共通的特性，就是均有一程式撰寫的工作區，與線上提交編譯及執行程式的動作。本章節亦將以此兩重點區的程式流程，逐一做摘要說明。茲先將網站實體架構表列概述如下：

➤ 首頁一本學習網站之入口網頁

◇ 線上學習區

- 程式撰寫工作區
- 測試資料輸入區
- 教學區(主要課程章節存放區)
- 範例區(範例題目文件)

◇ 實力挑戰區

- 登入
- 測驗題一覽表
- 個人提交答題
- 個人提交紀錄明細
- 個人成績
- 討論區
- 修改個人密碼
- 管理全部提交紀錄明細(管理者)
- 管理全部會員基本資料(管理者)
- 管理測驗題庫(管理者)
- 測試平台(管理者)
- 登出

◇ 益智問答(計時性的娛樂型問答方式)

◇ 問與答(傳統填充、選擇等測驗題)

◇ 網站資訊

- 說明文件
- 訪客留言(含問卷調查)

4.1 線上學習區

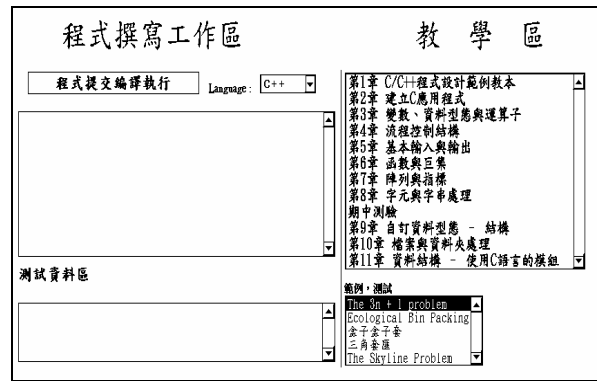


圖 5 線上學習區

圖 5 為線上學習區的主畫面，本系統將此畫面特意劃分為左右兩邊。讓程式撰寫區，與教學展示區保留於同一畫面。以方便初學者對照程式語法、拼字上的錯誤。程式提交編譯執行之技術已於之前第二節探討過，在此不再贅言。

圖 6 為程式提交執行後的結果(註一)，於線上網頁表現時，有特意使用不同的顏色將執行的結果呈現出來。值得一提的是，程式執行結果的輸出都是先指向暫時的 Text file，再由系統將此文字檔讀出以編成 HTML 格式送出。重點是，若文字檔的內容內無跳行符號，且字串過長，將導致 ASP 的功能函數 READLINE 無法運作，而使得網頁伺服器一直處於等待回應中的狀態，也就無法服務其他要求了。這時，唯有請管理員重新啟動一途了。因此系統對此一文字輸出檢查，需頗為審慎處理。本系統以畫面美觀考量，只要同一行的輸出內容超過 70 字，即視為執行邏輯錯誤，並即刻中斷執行且提出警訊。

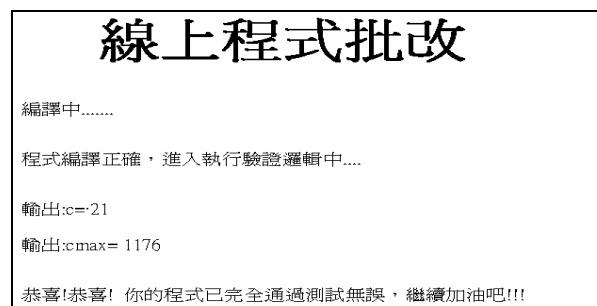


圖 6 程式執行結果

註一:程式問題為求最大公因數及最小公倍數，輸入數據為 168、147

4.2 實力挑戰區

圖 7 為實力挑戰區的登入畫面，系統自此進入較嚴謹管理方式。本區主要目的在掌握、比較學生的學習成果。因此需要申請註冊、加入使用者名單中才可進入本區。相對的，教師也得以知道每位同學的學習行為。比如，進出時間的次數及長短，解題的題數及錯誤測試的次數等等。

admin: 回首頁 - 測驗題一覽表 - 提交答題 - 提交紀錄明細 - 個人成績 - 討論區 - 修改密碼 - 登出!

[View Submissions - View Userlist - Full Task List - Non-recorded Submit]

測試你的實力

admin 你好啊!:

南台科技大學 線上程式即時編譯作業 2006 All Rights Reserved.

伺服器規格	測試預設規格
主機: Intel Pentium IV 2.4 GHz	執行時間限制: 5 秒
記憶體: DDR-333 1GB	可用記憶體限制: 32 MB
作業系統: Windows 2003 Server Pro	輸出文件檔最大限制: 32 MB
免費授權: Pascal 編譯器版本	免費授權: GNU C/C++ 編譯器版本

圖 7 實力挑戰區

本區之設計重點均參照 ACM 組織的標準，在操作平台與管理平台上也儘量符合其同樣的模式。本區實作頁面頗多，不過大部份均為查詢頁面。目的是讓使用者能以各種角度來看待每一層面的成績比較。本系統依登錄人員的身分，而有不同的頁面。為方便說明，於此，均以管理者身分來描述本區功能。首先，本區既為實力挑戰區(也就是競賽工作的地方)，那就需要有測驗題目，圖 8 為題目清單一覽表。表內除有題目編號及題目名稱，還有發表日期、難易度及已通過的隊數等等訊息。在正式比賽時，每隊以 3~5 人組隊，在規定的時間範圍內(約 4 小時)，解出表內之題目(5~10 題)。難易度與測試錯誤次數用以決定得分的高低，得分的計算公式如下：

$$\text{得分} = 100d(0.3 + 0.7^{\frac{n+1}{d}})$$

其中 n 是提交測試而有錯誤的次數， d 是每道題目預設的難易度等級(1~5)，測試者對某單一題目提出正確答案後，即紀錄該題完成的資料並給分，爾後不再計分。其他相關說明都明列於登錄首頁上。由得分公式可知，要得高分，難易度的選擇頗為重要，並非先選擇容易的題目就比較正確。畢竟，若考慮耗掉的時間與題數，可能還是直接解中等級的題目會較佳。此外，錯誤測試次數由公式可看出，前幾次的錯誤對得分的影響很大，但若超過五次以上，則差距就微乎其微。這就表示競賽時要審慎提出批改要求，也不要因多次的錯誤而輕率放棄。比賽過程中參考他隊已通過的題目與隊數，亦可做為選擇題目的依據。

題目編號	題目名稱	發表日期	難度	已通過	提交
★1001	The 3rd Problem	21-1-2005	3	0	---
★1003	Addition of Numbers	21-1-2005	2	0	Go
★1004	The if Statement	13-1-2005	2	0	Go
★1005	Alphabetic Sorting	14-1-2005	3	0	Go
★1006	Taking Square Roots	14-1-2005	2	0	Go
★1007	Output Your Message	14-1-2005	1	0	Go
★1008	testhello	21-6-2006	2	0	Go
★1009	Sherman's Website	25-1-2005	5	2	Go

頁碼: 1/1
跳至: <<< [1] >>>
題目總數: 8
從題目編號由小

南台科技大學 線上程式即時編譯作業 2006 All Rights Reserved

圖 8 題目清單一覽表

相對於圖 8 的題目清單，管理者要有題庫的管理頁面。顧名思義，題庫要內含上千道題目，管理者視需要而舉辦競賽，從中挑選難易度適當比例的題數，作為競賽之用。圖 9 為管理頁面，用來新增、維護題目。頁面第四欄標示為「發行」的欄位，在控制是否於圖 8 中顯示出來，亦即為競賽题目的顯示控制註記。第五欄標示為「Ready」的欄位，則在控制是否已能夠接受答題的要求，亦即圖 8 中可否點選「提交」的控制。

當然，本系統不純以競賽為目的，重心還是以教學為目的。因此，管理者若能配合課程進度，而「發行」相關的試題，應該是一個不錯的方式。

題目編號	題目名稱	Information	發行	Ready	Diff.	#AC
★1001	The 3rd Problem	Prob-Info-Stat-Reset	---	Ready	3	0
★1003	Addition of Numbers	Prob-Info-Stat-Reset	---	---	2	0
★1004	The if Statement	Prob-Info-Stat-Reset	---	---	2	0
★1005	Alphabetic Sorting	Prob-Info-Stat-Reset	---	---	3	0
★1006	Taking Square Roots	Prob-Info-Stat-Reset	---	---	2	0
★1007	Output your Message	Prob-Info-Stat-Reset	---	---	1	0
★1008	testhello	Prob-Info-Stat-Reset	---	---	2	0
★1009	Sherman's Website	Prob-Info-Stat-Reset	---	---	5	2

Page number: 1/1
Jump to: <<< [1] >>>
Total Tasks in the Judge: 8
Sort by: Task ID in ascending order
Click here to add a new task

圖 9 題庫管理頁面

此外，本系統還有一項較為特殊的功能，就是即時驗證程式執行結果的正確性。管理者可將题目的多組測試資料預先準備妥當，並將對應之執行結果，以文字檔的方式儲存，如圖 10。當然，測試資料的內容是刻意編製為最大的測試範圍。這與前述線上學習區的資料測試方式是有所差別的。

<新增> 測驗題

Please fill in the following:

Task ID:

Task Name:

Time Limit: seconds

Memory Limit: MB

Test Cases: cases

Difficulty:

Special Judge?

5 組測試資料

圖 10 新增題目

4.3 其他應用頁面

其他相關應用畫面，重點首推「提交答題」的動作。但此一動作則類似之前的線上學習區的提交動作，所不同的是，本系統一再強調的驗證能力在此表現出來。以下所列為執行時的回應狀態及訊息，這與 ACM 所定的錯誤訊息是一樣的。

- Case 0: "Accepted" 正確
- Case 1: "Presentation Error" 輸出格式錯誤
- Case 2: "Wrong Answer" 答案錯誤

- Case 3: "Runtime Error" 程式執行有錯誤
- Case 4: "Time Limit Exceeded" 時間超過限制
- Case 5: "Output Limit Exceeded" 輸出超過限制
- Case 6: "Memory Limit Exceeded" 記憶體限制
- Case 7: "Restricted Function" 功能函數限制
- Case 255: "System Error" 系統錯誤
- Case -1: "Judge Error" 編譯時錯誤

圖 11 為提交紀錄明細，若欲查詢該明細資料的原始碼，亦可由此點選「程式語言」一欄，即可得到當時提交編譯的程式碼，如圖 12。

批改狀況				
作者	題目名稱	程式語言	狀況說明	時間
Nan-Yang	1008 - testhello	C++	255 - System Error	21-6-06 16:13:46
Nan-Yang	1001 - The3n+1problem	C++	255 - System Error	21-6-06 15:35:36
Nan-Yang	1003 - AdditionofNumbers	C++	2 - Wrong Answer	21-6-06 15:11:45
Nan-Yang	1009 - Sherman'sWebsite	C++	8 - Compilation Error	6-6-06 23:08:51
Nan-Yang	1009 - Sherman'sWebsite	C++	255 - System Error	15-5-06 23:27:28
Nan-Yang	1009 - Sherman'sWebsite	C++	-1 - Judging	15-5-06 23:26:04
頁碼	1/5			
跳頁	< << [1] 2 3 4 5 >> >			

南台科技大學 線上程式即時編譯作業 2006 All Rights Reserved

圖 11 提交記錄查詢

1008 - test hello	
By hny - Nan-Yang	
<pre>#include <iostream> using namespace std; int main() { cout << "Hello" << endl; return 0; }</pre>	
Result:	255 - System Error
Language:	C++
Submission Date:	21-6-2006 16:13:46
Change the Result:	255 - System Error

南台科技大學 線上程式即時編譯作業 2006 All Rights Reserved

圖 12 提交紀錄明細全貌

圖 13 列出學生成績一覽表，分別依分數高低排序、依解題題數排序、依每題平均總分排序，三種排序方式，可以方便教師評估學生的學習狀況。

評等				
依分數評等				
等級	姓名	已解題目個數	得分	得分 / 已解題目總數
1	admin - admin	1 / 1	500	500
2	hny - Nan-Yang	1 / 2	234	117
依已解題目個數評等				
等級	姓名	已解題目個數	得分	得分 / 已解題目總數
1	admin - admin	1 / 1	500	500
1	hny - Nan-Yang	1 / 2	234	117
依每題平均得分評等				
等級	姓名	已解題目小計	得分	得分 / 已解題目總數
1	admin - admin	1 / 1	500	500
2	hny - Nan-Yang	1 / 2	234	117

南台科技大學 線上程式即時編譯作業 2006 All Rights Reserved

圖 13 成績一覽表

5. 結論

行政院國家科學委員會於每年 11 月上旬均會舉辦「網際網路程式設計全國大賽」，以國、高中生為主，並且負責全國大專電腦軟體設計競賽人才的培訓計畫以銜接國際性 ACM International Collegiate Programming Contest 的競賽。此外，各式各樣的程式語言設計競賽與創意競賽都在教育界與民間企業的推波助瀾之下，日漸蓬勃發揚[3][4]。顯而易見，程式設計的學習歷程與其他課程項目最大不同之處即在「精心規劃、動手設計」的行為上。本研究憑藉此一體認，強調實作設計練習的重要性，而在務本求實的要求下以邏輯思考的推演模式為主要追求目標。簡單的說，打好基礎，才能邁向更高深程式設計。

本系統以簡單方式，帶領初學者踏入 C++ 的學習領域。佐以問題導向為教學方式，希望能激發學生學習的意願。這樣的教學策略，還有個關鍵之處，就是課程內容的搭配與範例測試题目的安排。

未來研究發展的重心，將著重於教材的編製與學習的評估上。但將此一系統實際推廣至教學上，再據以進行調查以統計分析學習效果，以證明此一方法的可行性。總之，所謂的因材施教，就是因為有不同的可造之材，才需要不同的教學方式。我們並不寄望此一模式的系統，能符合每位學習者的需要。系統但求能對教育網路學習可以稍盡棉薄之力，這就是本系統最終的目的。

參考文獻

- [1] 鐘靜宜，“教學策略與學習工具對高中程式語言學習之影響”，國立台灣師範大學資訊教育研究所碩士論文，2003。
- [2] “維基百科”，<http://zh.wikipedia.org/wiki/GCC>。
- [3] “程式競賽考古題”，http://par.cse.nsysu.edu.tw/~contest/problem/problem_index.htm。
- [4] “Lucky 貓的 ACM 園地”，<http://www2.dmhs.kh.edu.tw/>。
- [5] “Association for Computing Machinery”，<http://www.acm.org/>。
- [6] “ASP Technology Center”，<http://technology.maduka.idv.tw/com/doc/aspexec.asp>。