以志願模式為基礎的多重限修條件選課分發系統之設計

-以中央大學為例

陳慶彥

國立中央大學電算中心

center22@cc.ncu.edu.tw

摘要

選課系統對於大專院校而言，是一個煩瑣、繁重且例行性的業務。在公平、正確、即時的前題下，如何協助學生順利完成選課作業，是學校相關行政部門重要的課題。本系統為達成此目標，設計了一個以「志願模式」為基礎的選課分發系統，並提供課程定義多重的限修條件，以期設計出符合師生期望，進而提昇行政作業效率之選課分發系統。

關鍵詞

校務行政系統，志願模式，選課分發

1. 前言

本系統嘗試以學生、老師、行政作業人員的綜合觀點為基礎，透過對選課需求、流程、特性的探討與分析，來建置一個以 Web-Based 為電腦選課界面、批次處理的選課分發系統，藉以實施選課作業，並對實施結果加以評估，最後提出本系統之結論與後續研究建議，以期作為校務行政效率與滿意度提昇的一環，並作為其它大專院校選課分發系統的參考資料。

2. 動機與目的

在大專院校的課程規劃參酌學生興趣的考量，讓部分課程具有選擇的彈性，學生在考量興趣、能力、師資、成就、時間配合等因素後，完成整個學期學習活動的課程組合，此即所謂的選課活動。而選課輔導與課程組合的良窳可能間接影響學生的學習成效，因此如何讓選課具備公平性，老師可彈性針對修課學生資格設限，而行政作業人員如何能在兼顧公平性與彈性修課條件限制下，有效率、正確的順利完成整個選課活動，是我們努力設計實現這個系統的最終目標。

3. 文獻探討

選課活動的本質在於課程具有選擇的彈性，亦即讓學生以自己的意願來選擇課程。不論在哪一個國家，學校課程的安排大體是以直覺性的全部必修開始，漸漸地才注意到學生興趣的需求，因此融入選修課程的想法。在黃坤錦（1999）有關美國大學通識教育的著作中指出，獨立戰爭前的美國高等教育，大多沿襲英國牛津、劍橋大學以「教學」為主的傳統，其課程包括古希臘哲學家所提出的文法、邏輯、修辭的訓練，以及歐洲傳統文明中的幾何、天文、算術、音樂四種技藝，而且全體學生都必須修讀所有課程。但自 1809 年德國柏林大學創設後，便受其倡導之「研究」功能的影響。引發了 1820 至 1850 年代開課自由化與選課自由化的風潮。但長久盛行的自由選修也衍生弊端，最明顯的便是學生缺乏系統化的學習途徑。於是哈佛大學在 Lowell 校長任內開始推行主修(Concentration)與分類必修(Distribution Requirements)制度，促成了科系(Department) 的產生。而我國的高等教育制度大多仿自美國，選修課程類型上大致分為主修、分類必修、通識課程、體育課程、軍訓課程。為了節省選課作業所需的時間與人力。

徐淑惠（1991）提出以隨機選取模式來進行選

課分發，其設計了一個隨機選取演算法來實現選課人數多於限額時的公平性。演算法的原理在於將選課人數視為一個變動值，再將此變動值分別帶入餘數運算與減法運算中，藉以求得兩個隨機值，接著再依這兩個隨機值的不同比較結果套用各自的選課名單選取規則，以達到在人數多於限額的選課名單中隨機決定中選名單段落的能力。

楊建民等（1991）提出「將志願以點數量化」的「投標模式」為公平性作進一步提升。投標法中的志願量化是以點數來表示，但在競標人數多於限額且每個人的投標點數相同時，仍然要採用隨機選取法來決定哪些人選上。

周坤約（2003）提出以志願模式實施體育專項選項選課之系統設計研究，其研究提出以志願模式處理體育課程之專項選課解決方案，而其隨機處理演算法是採用徐淑惠提出的隨機選取模式。當學生依志願選填志願後，其隨機分發演算法依三項參數：每一課程的限修名額、每一課程的選填人數、分發處理前給定的六位數隨機值，進行批次分發處理。有效的解決了學生選課之抱怨，並達到選課公平性之要求。不過該論文研究尚有不足的地方如下:(1)研究範例僅限於體育課程之專項選課，面對其他類似的專項選課群組(如通識課程)，其演算法並無法滿足其需求。(2) 在多重限修條件之設計尚無法滿足大部份課程的需求。(3)在系統架構功能未能考慮加退選的機制，使得該選課系統尚有不少人工作業方式在處理。

4. 系統分析

本校前一版本的選課分發系統於民國 85 年上線服務，系統架構採主從式(Client/Server)架構，client 端需安裝由 delphi 開發的選課界面，後端是使用 Access 開發的選課分發系統，僅處理一些簡單的限修條件(如人數限制、性別限制等)，在分發處理的能力上已逐漸無法滿足師生期望，因此選課系統有必要進行改版，以提供更好的選課服務。

4.1. 分發處理的及時性

以目前各大專院校存在有即時處理(Real - Time Processing)與批次處理 (Batch Processing) 兩種選課分發模式，兩者最大的差異在於資料處理及處理結果回應的時點不同。即時系統是以最短的時間進行資料處理與回應，當學生線上選了一門課，系統應立即回應其分發結果。而批次處理則是學生線上申請選修課程後，系統在某一特定的時間進行分發處理作業。若採及時分發處理的模式，易導致學生在相同時程內會有一致之選課行動，因而使網路負荷極為沈重，甚至產生癱瘓的狀況。而批次處理模式因將登記與分發處理拆成兩階段作業，在選課登記的過程會較為順利。但為了能使批次分發處理能具有及時選課可正確反應出課程的缺額狀況之優點，因此我們選擇在選課期間內(大約十天左右)每天固定時間進行批次分發處理的模式。

4.2. 選課公平性

依校務章則規定，學生於畢業前必須修滿系所規定的必修課程及體育課程，另外也必須修習部份的選修課程(例如通識教育、軍訓等)，也因此各課程為了保障某些特定學生能順利選上該課程，因此定義了個別化的限修條件來限制修課對象的條件。而當符合的人數大於修課人數上限時，如何在公平的基礎上決定中選名單是個很重要的課題。

因此我們所採取一個具優先權「志願模式」為基礎的分發演算法，對於本系學生、重修生、僑生等等之特定對象，為保障其儘早畢業的權益，而賦予他們優先選課的權利；而當符合的人數大於修課人數上限時，我們則採隨機選取法的方式決定中選名單。

4.3. 限修條件

在系所的必修課程中，許多課程之間常存在相依性，因此修習過程要依前後順序修習，也就是所謂的擋修；其他的限修條件依課程的性質可能限制修課人數、學制、學院、系所、年級、班別、學號(單號或雙號)、性別、身份別等等；這些因素也導致了限修條件存在之必要性，因此新系統我們特別加強多重限修條件之處理，以補足舊系統之不足。

4.4. 「志願模式」分發演算法

在某一專項選課(例如體育課程、通識課程)內之所有課程，因在競選人數遠高於修課人數限額，且每人在專項範圍內，一個人可中選固定課程數的情

況下，若以批次處理的分發模式，必須輔以「志願模式」來解決這複雜的選課分發行為。分發演算法有學生角度與課程角度兩種；而學生角度「志願模式」的處步驟如下:

step 1. 初始化：將所有之選課程清單之陣列值清空。

Step 2. 取得下一位待分發學生之所有登記課程之志願，往下處理 Step 3；若已無待分發之學生，則結束分發作業。

Step 3. 依尚未分發志願依序處理當符合中選資格時，則記錄該生之錄取志願，並停止該生之分發作業；若存在原中選者因被排擠而導致落選,則需將該落選者改為待分發狀態，回到 Step 2

課程角度「志願模式」分發演算法其分發演算法步驟如下:

step 1. 初始化：將所有課程之中選清單之陣列值清空，並將所有課程異動狀況設為 true。

step 2. 判斷是否有課程異動狀況為 true，若沒有，則執行 step 5；若存課程有異動之狀況為 true，則繼續進行 step 3。

step 3. 目前處理分發課程 X=1；

step 4.取出下一個待分發之課程 X

step 4.1 處理志願代碼變數 M=1

step 4.2 將所有選課登記志願為 M 者進行分發

step 4.2.1 取得下一位待分發之選課記錄 N=1

step 4.2.2 若符合中選資格，則將該選課記錄註記為中選，並將該生狀況設為已分發。

step 4.2.3 若有人因被排擠而若選，將該選課記錄註記為落選，並將該生狀況改回待分發，並將本課程狀況設為 true。

Step 4.2.4 N=N+1，若 N<=Max(N)，則回到步驟 step 4.2.1；若 N>Max(N)，則結束本課程之分發作業。

step 4.3 M=M+1；若 M<=Max(M)，則回到步驟 step 4.2；若 M>Max(M) ，當中選名單沒有異動，則將該課程 X 之異動狀況設為 false；並回到步驟 step 2。

step 5. 結束分發作業。

上述兩種演算法，學生角度「志願模式」分發演算法是以學生的角度來錄取最佳的志願；而課程角度「志願模式」分發演算法是以課程的角度來錄取最佳的修課學生；兩種演算法皆能求得穩定的最佳解，但以學生角度「志願模式」分發演算法運算的速度較快。

4.5. 專項選課之種類

本校在專項選課之種類與其專項條件限制如表一所示

表一. 專項選課之條件限制

	修課科目數上限	衝堂限制
教育學程	4	僅中選前面志願
民主與法治	1	不限制
勞動服務	1	不限制
通識課程	3	僅中選前面志願
體育課程	1	不限制
軍訓課程	1	不限制
進修英文	1	不限制
大一國文	1	不限制
碩一英文	1	不限制

4.6. 選課分發之正確性

因為限修條件的多樣性，加上以具優先權「志願模式」為基礎的分發演算法，如何確保分發結果的正確是一大挑戰；我們提出以不同程式設計者發展兩套不同的選課分發系統，相關資料如表二:

表二.選課分發系統平台與開發程式語言

	作業系統	程式語言	分發演算法
1	Unix	GNU C++	學生角度「志願模式」分發演算法
2	Windows	Borland C++ Builder	課程角度「志願模式」分發演算法

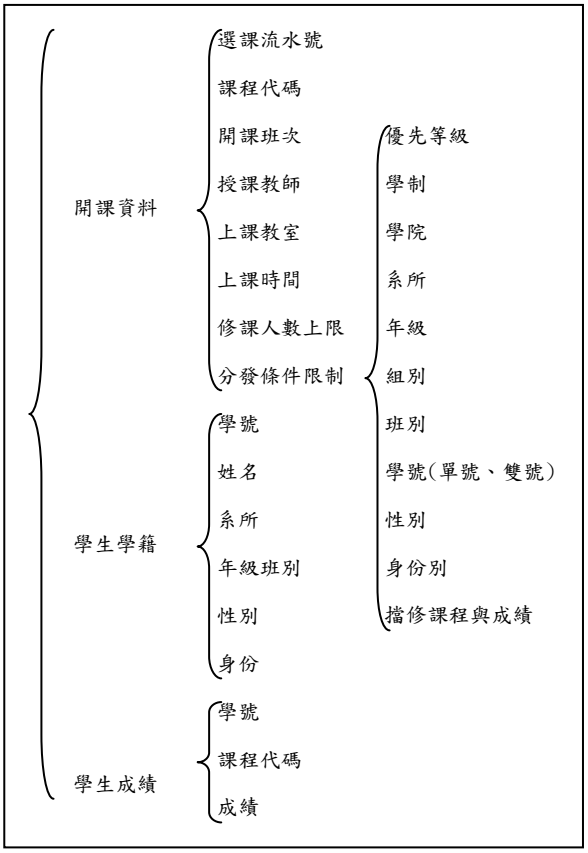
在選課分發作業期間，兩套系統同時進行分發，並將分發結果進行比對，另提供相關檢核報表人工輔助查核，以確保分發結果之正確性。

4.7. 資料結構定義

本校選課分發所需資料包含有學期開課資料、學生學籍資料、學生歷年成績等，其各項資料屬性之關係如圖一所示。

4.8. 選課分發作業處理程序

本校整個選課作業分為四個階段：開課作業、初選作業、加退選作業、人工加退選作業。



圖一、.選課分發所需資料結構

5. 系統設計

5.1. 系統功能設計

在系統功能上，我們將其分割成課務管理系統、學生選課界面與選課分發系統三個子系統，各子系統相關功能如下:

5.1.1.課務管理系統

提供課程基本資料、教師基本資料、課程大綱、學期開課、人工加退選、教師鐘點管理、校際選課管理、社會人士選課管理等作業。

5.1.2.學生選課界面

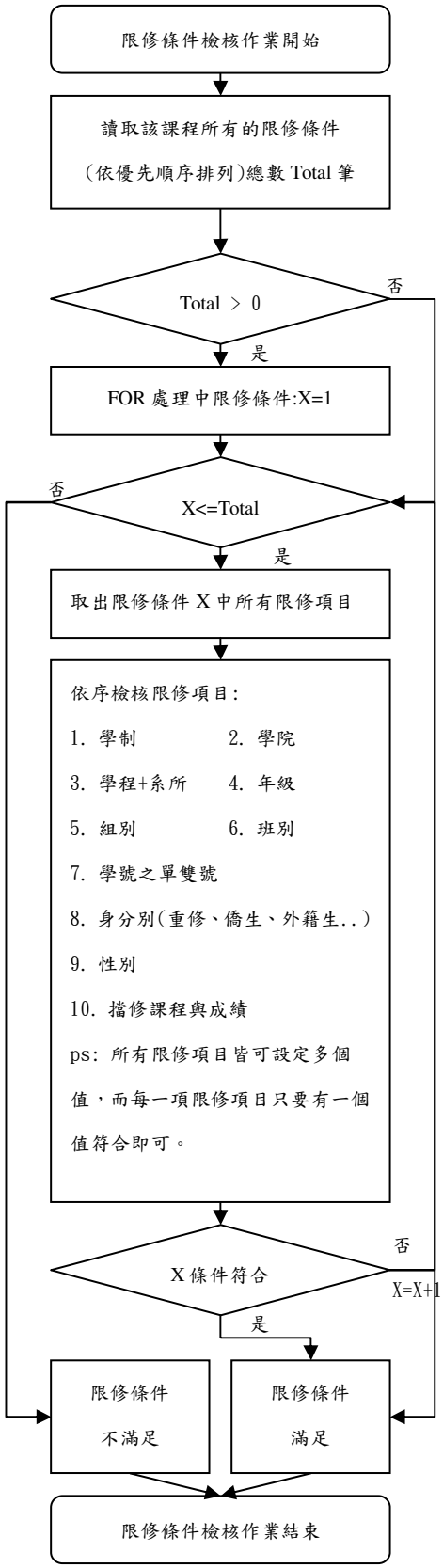
提供學期選課登記、選課分發結果查詢等作業、

5.1.3.選課分發系統

提供初選分發、加退選分發、選課分發結果比對、人工查核報表列印等作業。

5.2. 多重限修條件檢核

在限修條件設計上，我們提供單門課程可定義多組的限修條件，當學生個人同時符合多組限修條件時，則依優先順序來決定學生個人所採計最有利的限修條件；而每一個限修條件又同時可定義多組的限修項目，每組限修項目可定義多個值，



圖二、.多重限修條件檢核流程圖

該生只需符合單項限修項目中的一個值時，此組單

項限修項目則被即滿足；而該生對於所有的限修項目必需皆符合其要求，此限修條件才會被滿足。整個多重限修條件檢核演算法如圖二所示。

5.3. 志願模式為基礎多重限修條件選課分發演算法

在整個分發作業可分成四個步驟，作業程序圖如圖六所示：

step 1. 程式載入分發時所需要的學期開課資料、學生學籍資料、學生歷年成績等至記憶體中。

step 2. 針對所有的選課登記記錄進行資格檢定與分發作業。

step 3. 依兩套選課分發結果進行比對作業，若分發結果完全一致，則結束本次選課分發作業，若有不一致之分發記錄，則處理 step. 4 之步驟。

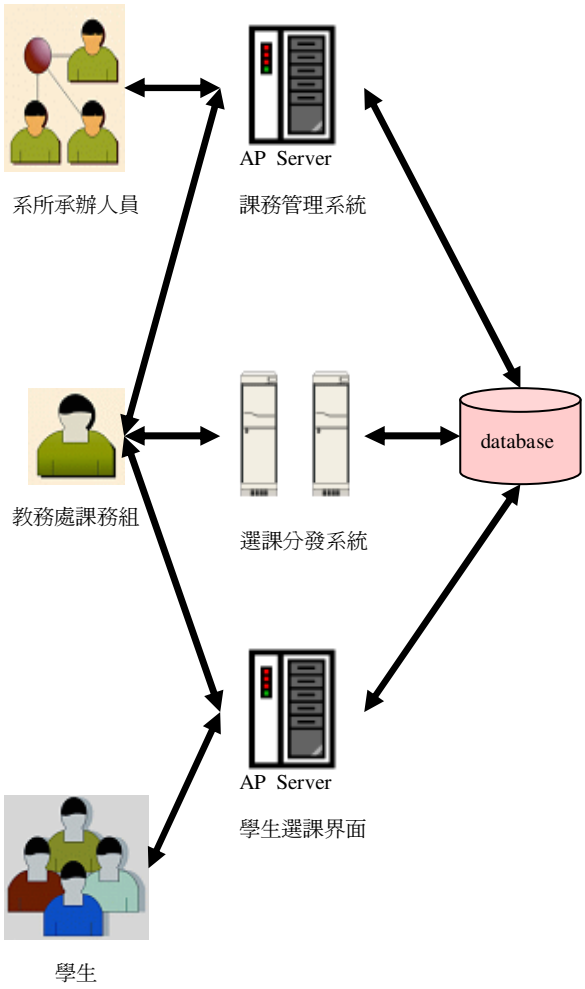
step 4. 由兩套分發系統的開發者進行異常狀況之排除。

6. 系統實作

本系統是採用網頁服務(Web Services) 與三階層式的主從式架構（Three-Tier client/server architecture），教務處課務組同仁與系所承辦人員可透過課務管理系統進行學期開課作業，定義課程的配當表與限修條件，例如 CL1002-C-國文之限修條件之定義如表四所示；學生則可於選課期間透過選課界面進行學期選課登記作業；當學生選課登記作業結束後系統則定時啟動選課分發作業；分發結束後，學生可線上透過選課界面得知個人的選課分發結果，整個系統架構如圖三所示。

表四、範例:CL1002-C-國文之限修條件

優先等級	相關限修制條件說明
1	系所:限數學系。年級:限一年級。班別:限 A。 身份:限非僑生。
1	系所:限物理學系、化學系、生命科學系、化學工程與材料工程學系、地球科學系。年級:限一年級。 身份:限非僑生。
1	系所:限電機工程學系。年級:限一年級。班別:限 B。 身份:限非僑生。
1	系所:限資訊工程學系。年級:限一年級。班別:限 A。 身份:限非僑生。
2	學制:限大學。年級:限非一年級。身份:限非僑生。



圖三、選課分發系統架構圖

以九十四年度第二學期分發結果為例，全校學生總在學人數為 10803 人，共計開設 2191 門課程；關於本學期之學生人數統計如表五所示；各學院開課課程數之統計如表六所示

在所有開課課程中依所設定的多重限修條件之組數統計表如表七所示，；依開課課程有設限修項目之課程數統計結果如表八所示，而選課期間每日之選課登記記錄統計如表九所列。

表五、94 年第 2 學期在學學生統計表

	大學部	研究所	在職專班	博士班
男	3667	1987	899	1078
女	1770	820	333	249
總數	5437	2807	1232	1327

表六、94 年第 2 學期開課課程統計表

學院	開課科目數
中心、處室	467
文學院	272
理學院	313
管理學院	318
資電學院	299
地科學院	286
客家學院	206
總計	2191

	大學部	研究所	在職專班	博士班
開課數	1173	501	182	335

表七、開課課程之多重限修條件組數統計表

限修條件組數	課程數	佔總課程百分比
未設限修	610	27.84 %
1	705	32.18 %
2	389	17.75 %
3	310	14.15 %
4	124	5.66 %
5	47	2.15 %
6	4	0.18 %
7	2	0.09 %
總計	2191	100 %

表八、開課課程有設限修項目之課程數統計表

限修項目	設限修項目之課程數	佔總課程百分比
學制	474	21.63 %
學院	88	4.02 %
學程+系所	1225	55.91 %
年級	1137	51.89 %
組別	2	0.09 %
班別	240	10.95 %
學號	63	2.88 %
性別	8	0.37 %
身份	213	9.72 %
檔修課程與成績	135	6.16 %

表九、94 年第 2 學期選課登記記錄統計表

選課分發日期	已中選數	新增筆數	總筆數
94/12/28(初選)	0	85689	85689
95/2/21(加退選)	68820	17024	85844
95/2/22(加退選)	53121	11157	64278
95/2/23(加退選)	53958	9584	63542
95/2/24(加退選)	54189	8532	62721
95/2/25(加退選)	54637	6748	61385
95/2/26(加退選)	55223	5274	60497
95/2/27(加退選)	55050	5671	60721
95/2/28(加退選)	54627	6234	60861
95/3/1(加退選)	54723	5709	60432
95/3/2(加退選)	54276	6385	60661
95/3/3(加退選)	53756	6486	60242
95/3/4(加退選)	53709	5596	59305

7. 結論與展望

本系統在設計完成上線實施選課分發服務，確實有效的達成下列之任務：

- 期使學生在公平的前題下進行學期選課作業。
- 老師可彈性針對修課學生資格設限，而選整課分發系統可由校務整合資料庫取得學生即時的學籍資料、歷年成績做為分發時處理限修條件之參考資料。
- 行政作業人員有效率、正確的順利完成整個選課活動。
- 由於選課期間採取多次批次選課分發作業，由統計資料顯示整個選課登記作業十分順暢，不會有即時選課分發系統在熱門時段發生網路壅塞之狀況。

至於未來的展望，我們將努力的目標有：

- 選課系統能提供更為友善的人機界面。
- 有效使用歷史選課記錄與學生修課成績，透過資料採礦技術，建構學生選課推薦系統，協助學生選課活動之進行與提供老師未來開課方向之參考資訊。

8. 參考文獻

[1] 黃坤錦（1999），「美國大學的通識教育—美國心靈的攀登」，台灣台北，師大書苑。

[2]徐淑惠（1991)，「臺灣大學體育課興趣選項電腦化作業」，國民體育季刊，20(2)，頁 56-64

[3]楊建民、姜明英、陳俊男（1991)，「體育選課資訊系統模式之研究」，國民體育季刊，20(2)，頁 4-17。

[4] 周坤約（2003)，「以志願模式實施體育專項選課之系統設計研究」，國立中央大學資訊管理學系碩士論文