

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

個人化網路教學系統之服務控管與排程研究 (1)

Service Control and Scheduling in a Personalized Networked Education System (1)

計畫編號：NSC 88-2213-E-002-042

執行期限：87 年 8 月 1 日至 88 年 7 月 31 日

主持人：顏嗣鈞 教授 台大電機系

(E-Mail : yen@ee.ntu.edu.tw)

一、 中文摘要

由於個人化的設計以及網路教學需求的即時性，網路教學課程管理問題處理的好壞關係著教學系統整體運作的效率與品質，所以我們特別就線上需求排程與線上網路服務控管作深入的理論分析，並據此製作一個高效率的網路教學課程管理系統。這種配合多媒體效果與互動式介面的網路教學系統成功的要素就是可以根據當時的課程要求之反應時間與可同時容納上線的課程數目，來設計發展課程管理系統增加網路教學系統處理需求的效率。因此針對網路教學課程管理系統相關的三個問題（線上網路服務控管、線上網路預取、與線上網路需求排程問題）進行深入分析與實作。

關鍵詞：個人化網路教學、課程管理、需求排程、線上處理、網路預取、競爭分析。

Abstract

In a personalized education system, user requests often have to be serviced in an on-line fashion. As a result, the so-called networked education manager plays a crucial role as far as the system's efficiency is concerned.

To this end, we design and implement an on-line request scheduler and a networked service control model, using which efficient networked education system can be built.

In this research, we focus on three on-line problems, namely, the *service control problem*, the *web caching problem*, and the *scheduling problem*. Our work in this regard includes designing efficient algorithms for the above three problems, as well as implementing our designs so as to provide the desired quality-of-service in a personalized learning environment.

Keywords: personalized education system, service control, on-line algorithm, caching, competitive analysis.

二、 緣起與目的

為了讓現行的遠距教學系統突破教學時間和專屬網路高成本的限制，發展以國際網路為媒介並具有非同步教學特性的網路教學系統是很自然的想法。現行的網路

教學資源除了互動式遠距教學系統外，另外將課程講義、作業繳交等透過伺服器供上課同學存取的輔助教學系統也大量的應用。

雖然網際網路是個成本低、高傳播效率的媒介假如沒有一套管理的系統，仍會造成網路擁塞，於是在建構系統時必須考慮網路服務效率的控管問題。因為網路教學系統的線上服務控管與課程排程皆需要線上處理，因此選出三種網路教學線上問題深入探討。

首先訂定網路教學系統的整體架構，接著再建立理論模型並定義服務控管與課程排程的三個問題。最後分別用模型分析 (simulation Analysis) 與理論分析(Theoretical Analysis) 方式驗證及改進各種演算法的效率，在理論分析方面採用線上問題的競爭分析 (Competitive Analysis)。針對以上的問題，提出我們的架構與理論的分析方法：

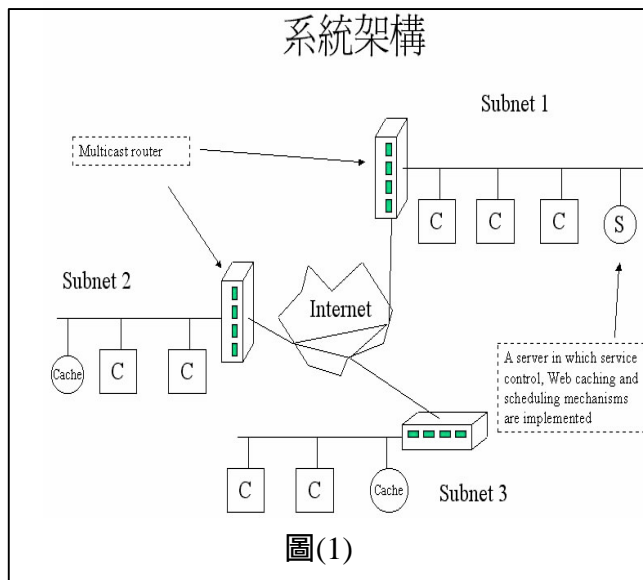
三、結果與討論:

在系統的架構上採用多點傳播 (multicast) 的方式來建構我們的系統，如圖 (1) 所示。我們將不同的使用端 (client) 依照不同的網域分別分在不同的群組(subnet) 中，透過不同的路由器(router)將課程內容在網際網路上傳播出去。而需要課程內容的使用端 (client) 再將資料先儲存在同樣群組網域中的伺服器上。

(一) 線上網路排程問題：

- A、 假設在初始狀態下所有的檔案都集中在同一個伺服器裡。
- B、 隨著時間的進展檔案在網路上的分佈會持續的變動。
- C、 這些改變可能會提高整個網路課程排程系統的效率。

分散在各地的使用者隨時可提出課程的要求，過程當中我們就需要有一個機制來控管所需要安排的課程開始時間和提供所需的檔案，並且在一段時間後，安排分散在不同時間和空間的課程來符合我們服務需求。

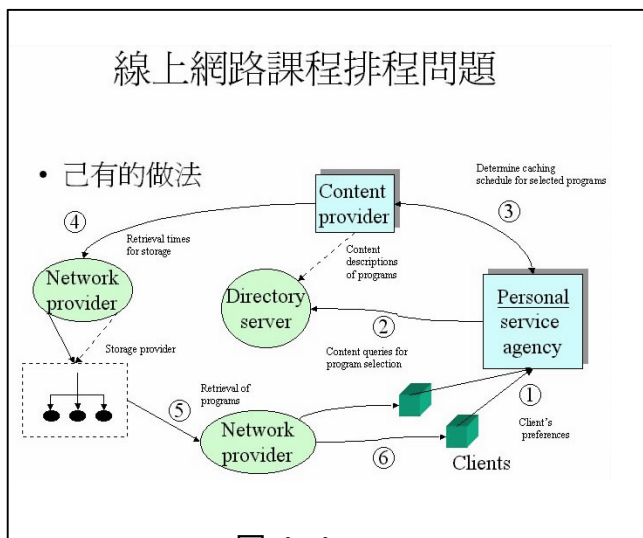


針對以上的問題，目前現有的作法是在網路上設立幾個機制來控管我們線上網路課程排程的問題：

- A、 personal service agency：主要用來分析每個 user 對於所指定的課程所喜好的程度做一個歷史的排程維護 (maintain a history of programs chosen by the client)，並且建立一個 client profile。
- B、 directory server：主要用來作為使用者所要求的課程目錄查詢及選擇之用，並且建議 client 所選擇的課程內容是否能在他所要求的時間內播放。
- C、 content provider：課程內容的提供者，主要的功能將使用者所決定好之課程傳送給快取排班 (caching schedule) 的程式，經過排程程式下指令給使用端附近之快取硬碟中。
- D、 network provider：主要的功能用來接收 content provider 所指定課程內容所要傳送的路徑，減少課程內容重複傳送，縮短傳送路徑，以避免網路擁塞。

透過以上的機制，根據網路的現狀和每個使用者使用的歷史 (history) 程序，判斷是否接受使用者的要求。並且監視網路狀態以決定可容納的課程數與種類，假如網路的狀態可接受的話，則加入排程，假如網路無法負荷時，則將網路的現狀回報給使用者知道，建議使用者將需求移往系統較輕的時段或是更

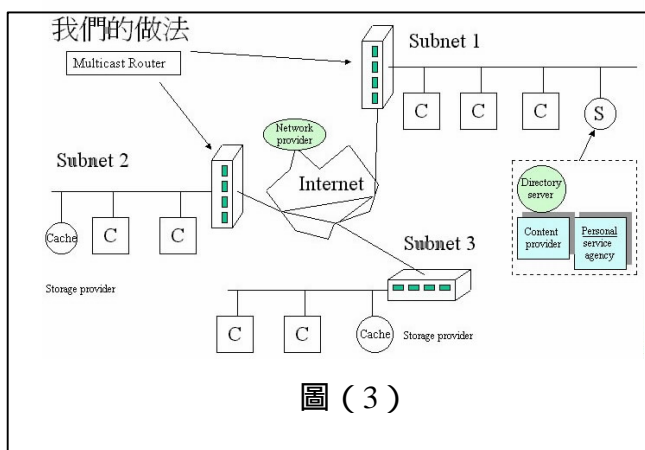
換其他課程。在圖(2)中已有的作法中，列出我們的網路架構想法。



圖(2)

我們的作法上，仍然按照圖(2)的概念加入在我們的網路架構上。

首先在初始化(initialize)的狀態下，我們將 directory server, content provider 和 personal service agency 三個 processes 放在一個伺服器(server)當中來管理排程使用者所要的課程內容。network provider 就依照這個伺服器的要求與控管在網路上進行課程內容的傳送。以下的圖(3)中，說明我們的網路架構概念。



圖(3)

(二) 線上網路預取問題：

在網路教學系統當中，一個課程可能包含數十個分散在各伺服器上的檔案。在一個合理的假設使用者課程正在進行中，會隨時取用任何一個檔案，所以需要在課程開始之

離使用者最近的伺服器上。線上預取問題就是依據課程排程系統所提出需求序列，來決定何時、及如何將所需檔案預先存到指定的伺服器中。使用一個無向的圖 $G = \langle V, E \rangle$ 與連線成本 $C = \{C_{xy} | xy \in E\}$, V 表示頂點, E 表示邊。而每個區域伺服器下的使用者所產生的課程需求, 為一個三元序對 $R = \langle t, S_i, l \rangle$, t 為課程開始時間, S_i 為伺服器編號, l 為要求的課程編號。演算法的輸入為需求序列 $R_1, R_2, R_3, \dots, R_v$, 輸出序列 $T_1, T_2, T_3, T_j = \langle t, S_i, l \rangle$, t 為課程 l 傳遞到伺服器 S_i 的時間。例如假如輸出序列為 $\langle 2, S_2, 9 \rangle, \langle 5, S_1, 3 \rangle$, 實際上就是表示在第二時間單位, 課程 9 將在伺服器 S_2 上開始輸出而在第五時間單位, 課程 3 將在伺服器 S_1 上開始輸出。演算法最佳化的目標就是使排定的課程滿足最多的課程要求。

線上網路排程問題同一個課程, 能包含數十個檔案並且分佈在各個伺服器上, 我們可以初始化狀態下, 所有的檔案都集中在一個伺服器裡, 隨著時間的增加檔案也隨之變動分佈變動。假如這個課程 l 是由 k 個檔案所組成, 這個 k 個檔案可能分佈在 m 個伺服器上。預取的問題所要解決的問題便是每一個需求序對 $T_j = \langle t, S_i, l \rangle$ 產生對應的預取指令 $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$, 而 $P_j = \langle t, S_s, S_d, f \rangle$, t 為傳輸開始時間, S_s 傳輸起點, S_d 為傳輸的目的地, f 為課程 l 內的一個檔案。

(三) 線上網路服務控管問題：

線上網路服務控管主要是根據對系統負荷歷史資料和對目前網路狀態的監視來決定可容納的課程數和課程種類, 我們將提出適合的演算法, 並使用模擬分析與競爭式分析來對此問題研究。

四、計畫成果自評：

第一年中已訂定網路教學系統的整體架構, 並建立理論模型並定義服務控管與課程排程的三個問題。接下來將用模型分析(simulation Analysis)與理論分析

(Theoretical Analysis) 方式驗證及改進各種演算法的效率，在理論分析方面採用線上問題的競爭分析 (Competitive Analysis) 使用競爭式的分析找出被分析演算法的優缺點，可避免傳統上所使用的機率分析、模擬分析、排隊理論與平均狀態的分析，在必須輸入需求分配所造成的誤差。最後將應用於教學系統實作上。

五、重要參考文獻：

- [1] M. F. Arlitt and C. L. Williamson. "Web server workload characterization: The search for invariants. Proceedings of SIGMETRICS, Philadelphia, PA, April 1996.
- [2] Y. Azar, A. Broder, and A. Karlin, "On-line Load Balancing," TCS 130, pp. 73-84, 1994.
- [3] M. Blaze and R. Alonso, "Dynamic Hierarchical Caching in Large-Scale Distributed File Systems," Proc. 12th Int'l Conf. Distributed Computing Systems, IEEE CS Press, Los Alamitos, Calif., pp. 521-528, 1992.
- [4] David W. Brubck and Lawrence A. Rowe "Hierarchical Storage Management in a Distributed VOD System", University of California at Berkeley, FALL 1996.
- [5] D. Ferrari and D. C. Verma, "A Scheme for Real-Time Channel Establishment in Wide-Area Networks," IEEE J. on Selected Areas in Comm., Vol. 8, No. 3, pp.368-379, April 1990.
- [6] A. Fiat, R. Karp, M. Luby, L. A. McGeoch, D. Sleator, and N. E. Young. Competitive paging algorithms. Journal of Algorithms, 12:685-699, 1991.
- [7] V. Kapoulas and P. Spirakis, "Randomized Competitive Algorithms for Admission Control in General Networks", in the Proc. of the 14th Ann. ACM Symp. On Principles of Distributed Computing (PODC '95), August 1995.
- [8] V. Kapoulas and P. Spirakis, "Randomized Competitive Algorithms for Admission Control in General Networks", in the Proc. of the 14th Ann. ACM Symp. On Principles of Distributed Computing (PODC '95), August 1995.
- [9] P. V. Rangan, H. M. Vin, S. Ramanathan, "Designing an On-Demand Multimedia Service", IEEE Communications Magazine 30, pp. 56-64, 1992.
- [10] D. Shmoys, J. Wein, and D. Williams, "Scheduling Parallel Machines On-line," SIA M J. Computing 24, pp1313-1331, 1996.
- [11] W. S. Sincoskie, "System Architecture for a Large Scale Video-On-Demand Service", Computer Networks and ISDN Systems 22, pp. 155-162, 1991.
- [12] D. Sleator and R. Tarjan, "Amortized Efficiency of List Update and Paging Rules," Communication of ACM, 28(2), pp. 202-208, February 1985.
- [13] J. Steiner, B. Neumwn, and J. Schiller, "Kerberos: An Authentication Service for Open Network Systems," In USENIX Winter Conference, pp. 191-202, February 1988.
- [14] A. Williams, M. Abrams, C. R. Tanbridge, G. Abdulla, and E. F. Fox. Removal Policies in Network Caches for World Wide Web Documents. ACM: Sigcomm96, August 1996.
- [15] J. Xu and K. Hwang, "Heuristic Methods for Dynamic Load Balancing in a Message Passing Multicomputer," J. Parallel and Distributed Computing, Vol.18, No.1, pp. 1-13, May 1993.
- [16] T. Yeh, C. Kuo, C. Lei, and H. Yen, "Competitive Analysis of On-line Disk Scheduling," In 7th Annual International Symposium on Algorithms and computation, Osaka, ISAAC '96, LNCS 1788, pp. 356-365, December 1996.