

分散式數位學習平台之智慧型學習資源動態緩存配置機制

蘇建源

中正大學資訊管理學系暨研究所博士生

阮金聲

中正大學資訊管理學系暨研究所副教授

摘 要

隨著數位學習(e-Learning)環境逐漸形成，使得學習不再受到時空的限制、從教師單向傳授方式轉型為一個雙向互動式學習，並透過虛擬社群上的知識交流而獲取知識。因此，e-Learning平台要能具規模效益與學習績效，勢必以分散式系統架構來建置。然而分散式平台要能夠服務與滿足更多學習者與教師的多元需求，將嚴重提升主伺服器與整體網路的負載，進而導致整體系統穩定性降低。故本研究將利用資料探勘與機器學習等技術，提出一套分散式e-Learning平台智慧型動態緩存(Caching)配置機制的觀念。藉由智慧型動態緩存配置機制將學習者或教師所想要的資源預先配置在能在其客戶端或鄰近的區域伺服器上，以降低對主伺服器的服務要求次數與整體網路的負載並提升整體數位學習之學習品質。

關鍵字：數位學習、分散式系統、資料探勘、機器學習、動態緩存配置機制觀念



Application of Artificial Intelligence to Constructing a Dynamic Learning Resource Caching Mechanism Concept in a Distributed e-Learning Environment

Chien Yuan Su, Ph.D. Student

Jinsheng Roan, Associate Professor

Department of Information Management, National Chung Cheng University

Abstract

As the coming of digital knowledge economic era, the applications of Internet and e-Learning have been emphasized on education and provided learner a brand-new learning environment, which include new learning channels, new learning methods, and new knowledge source types. Learning channels have changed from specific time and specific place learning to any time and any place learning. On new learning methods, teaching manners have converted from unidirectional teaching to interactive teaching. In addition, knowledge source types have changed from teaching by teacher at school to discussion and knowledge sharing by other people in virtual communities. For this reason, e-Learning systems have been must become Distributed e-Learning Systems.

Although Distributed e-Learning Systems make wonderful promise on applications in the whole learning environment, the information infrastructure doesn't meet the blooming learning needs. In order to make high benefit for e-Learning Systems, these must be used by more learners and teachers. Unfortunately, in the environment of huge amount of user, the Distributed e-Learning Systems have some critical flaws which conduce to huger loading for e-Learning Server and whole network and higher unsettled performance for these Systems.

Hence, the study adopts Data Mining and Machine Learning to construct a Dynamic Caching Mechanism Concept in a Distributed e-Learning environment. Data Mining and Machine Learning can promote probability of Cache fit. For this reason, learners and teachers merely search learning resource, which include data and learning computing, in Cache at Client or nearly local Server. This can decrease loading for e-Learning Server and whole network and promote learning quality.

Keyword: e-Learning, Distributed Systems, Data Mining, Machine Learning, Dynamics Caching Mechanism Concept



壹、緒論

一、研究背景

隨著網際網路蓬勃發展，人們生活型態逐漸發生改變。在人才培育的方法有一個新的選擇，學習者便透過網際網路與學習入口網站、學習社群、線上圖書館等方法，在不受時間與地點限制下，接觸到全球各地的學習資源來有效率地學習各種知識與技能。Gardiner在1998年認為數位學習將會促使教師從授業的角色轉變為支援的角色，學習環境也轉變為以學生的問題為導向的學習。此時，學習者不再是被動的接受教師所傳授的知識，而是以更主動且積極的方式學習。Thornton 等學者在2004年也提及數位學習是一個可以增強學習與教學的工具，其目的並不是要取代教學。美國教育訓練發展協會(American Society of Training and Education, ASTD)、Govindasamy(2002) 和 Tian(2007) 皆認為 e-Learning 是學習者透過數位媒介來進行學習的過程，數位媒介包括網際網路、企業內網路、電腦、衛星廣播、錄影帶、錄音帶與光碟等。應用範圍包括網路與電腦化的遠距教學、數位線上圖書館、數位教室以及數位合作。

在早期數位學習平台上的學習還是以單向式學習為主，學習者只能單方面對教學平台進行課程閱讀學習。隨著Web 2.0的觀念興起，使得往後的數位學習平台加入一些討論區以增加學習者討論的機會。但大多數的數位學習平台還是以展示課程內容為主，對於與同儕或其他專家相互學習的功能較少強調。另外，它們也多僅提供線上測驗、線上教材編修、討論區、線上教材內容課程展示等功能，因此學習者只是「單向」的學習，並難與教師做有效的

溝通。為了改善數位學習平台的缺點，新一代的數位學習必須要讓學習經驗與學習知識可以分享以及達到同儕學習合作的目的，以增進學習者的學習效益。Laura, et al. (2004) 也指出數位學習平台應當考量情境式學習方式，包括以問題導向、情境感知以及任務導向的方式並提供適當學習資源來引導學習者來學習。為了能夠達到這目標，數位學習平台必須要能讓學習者在任何時間與地點，暢通無阻地進行學習與知識分享。此外，還要能夠瞭解學習者的特質以及其所欠缺且需要的教學資源並適性化提供這些資源。

一些文獻也提到數位學習將會迅速地成長。Brandon-hall.com對美國數位學習市場的調查，2002年大約有100億美元，到2006年則高達800億美元，預估2011年則成長到2000億美元，美國聯邦政府將以40%的成長、每年至少花費5億美元在數位學習的產品和服務上。至於資策會(MIC) 對台灣數位學習市場的估計是以年複合成長率104% 成長。但為了要能夠達到這些預估的成長規模仍有許多問題待解決。其中最主要的問題是數位學習資源如何可以有效地再用、分享與散佈，並以節省數位學習內容開發的成本促進數位學習的推廣。要能夠打破這學成本與規模經濟的問題，則必須要讓學習者能夠隨時隨地進行學習與分享知識的活動。此外，也能讓教師隨時隨地進行教學設計工作，並從學習者的互動交流中瞭解學習者的需求而適切地調整教材，故使得數位學習平台能達到規模經濟以降低成本並提高效率。

以台灣而言，由於目前城鄉中小學在師資與教學資源上存在嚴重落差的問題，一些資源不足的學校導致教師沒有辦法提供足夠、有效的評量以及教學補救方法來



幫助學習障礙學生。因此，必須透過一個系統的教學輔助平台，對學習困難的學生可以在任何時間與地點下誘導與訓練，使其能適應未來環境並具備獨立學習之能力，而教師能夠透過此平台來獲取更豐富的教學資源來設計一套適性化的教學設計來滿足學習者之學習需求進而提升學習者興趣與學習意願。

上述有關落實多向教學、提升學習者學習樂趣與動力、打破時空學習限制、規模經濟與開發成本以及教學資源分佈不均等問題，已有一些國際組織致力於數位學習問題的解決與推廣，其中以美國國防部的ADL(Advanced Distributed Learning)所推動的SCORM(Shareable Content Object Reference Model)是目前國際所認可的數位學習主流標準。其標準是以分散式系統的架構為基礎所建構的。因此，隨著SCORM的發展，分散式數位學習系統也逐漸成為主流。最主要的原因，除了學習者將可打破時空的束縛與其他學習者或專家互動來獲取知識之外，主要有兩點重要因素：

(一)分散式數位學習系統能夠落實了社會學習理論(Social Learning Theory)^{註1}與鷹架學習理論(Scaffolding Instruction 或 Instructional Scaffolding)^{註2}於數位學習環境中：這兩個理論主要都強調人類學習除了透過正式管道(教室環境下學習)外，也可以透過社會上的其他人來進行討論、交流與協同學習等互動過程來學習知識。過去數位學習大多採行集中式數位學習系統架構，較難達成社會化學習的精神。而在Web 2.0 時代下的數位學習的學習行為模式正好與社會化學習的精神相契合，又加上行動裝置的普及與應用，數位學習也從有線的i-Learning轉為具行動力的m-Learning，其更使得學習行為模式或社會化學習的精

神更加發揚於數位化學習環境中。

(二)由於分散式數位學習系統將可讓更多的學習者與教師參與學習以及共同教學設計，因此對於數位學習系統整體經濟效益便得以彰顯：過去數位學習在集中式架構下，學習者必須在指定的時間或地點方能進行學習。而對教師而言，也必須在特定時空下方能進行教學策略設計與制訂。這對於難以在特定地點與時間下進行學習的學習者以及設計與制訂教學策略的教師而言，數位學習無法吸引更多的學習者和教師，因此數位學習使用就有所限制而無法達到經濟規模的效益。而分散式m-Learning系統便能夠讓分散於世界各地以及沒有有線網路的環境下，隨時都能夠來進行交流學習。也因此，其較過去數位學習更為普及被採用。而當使用的人愈多時，除了數位學習建置成本得以分攤外，還能夠達成網路經濟規模效益。

二、研究問題與目的

現今的分散式平台主要是採用主從式架構(Client/Server Architecture)的方式來建構(Laudon and Laudon, 2007)。客戶端(Client)扮演和使用者溝通的角色，強調簡單而且具備親和力的使用界面，以提供學習者進行教學問題與教學教材查詢、列印等輸入或輸出的作業；而伺服器端(Server)則負責執行前端應用程式所傳來的命令，並將處理的結果回傳給客戶端，直接將結果顯示在使用者的眼前。因此，透過主從分工便能減輕集中式的伺服器端的負載。但在眾多文獻(Cholvi and Segarra 2008; Koglin et al. 2008; Terry 1987) 都一致提到分散式系統架構有一個非常大的缺失，就是隨著客戶端數量愈來愈多且使用者的服務需求愈來愈多元時，非但不會減輕伺服器端的負



載，反而增加伺服器與整體網路的負載進而導致主從式架構便難以進行運轉而無法提供服務給使用者。

有鑑於此，分散式數位學習平台的主從架構勢必需要進行調整。有一些學者(Terry 1987; Kahol, et al., 2001; Koglin et al. 2008) 提出利用快取緩存 (Caching) 以及預測的機制來事先準確儲存部分或全部的資料於暫存區中，若客戶端所想要的資料有在暫存區內，則不需透過網路或主伺服器來提供相關資料，故能夠降低負載的問題。

雖然預測型快取緩存機制是一個有效的解決方式，但往往有預測命中(fit)機率過低的問題。因此，如何提升預測命中機率以及讓適當的資料在適當的時機分配到適當地點，故我們將可分成3個重要的子議題來探討，分別為：

(1) 需放入暫存區中的重要資料是哪些？

(2) 這些重要的資料要放入網路中哪一個層級或哪一個網路節點的暫存區中？

(3) 這些重要的資料何時將送至正確層級且正確位置的暫存區中？

爲了讓暫存區緩存配置的預測能夠更精準，有許多在快取緩存研究(Srinivasan et al., 2008; Feng and Chen 2007; Feng and Vij 2007; Shi et al., 2006; Xiao and Collins 2005; Fidjeland and Luk 2003) 採用機器學習的方法來做爲何時要存什麼資料至哪一個暫存區的預測。

故本研究依據上述問題，運用智慧型技術－資料探勘與機器學習等技術，建構一套分散式數位學習平台之智慧型動態緩存配置機制的觀念。藉由智慧型技術來分析與擷取學習者的學習特徵以及教師的編撰數位教材的特徵。依據這些特徵來預測

未來學習者與教師可能會用到的資源並預先儲存於學習者或教師的客戶端與鄰近的區域伺服器的暫存區中，以降低對主伺服器的服務要求次數，進而降低主伺服器以及整體網路的負載並提升整體數位學習之學習品質。

貳、智慧型動態緩存配置機制之分散式數位學習平台架構

針對從載入的內容、載入的時機以及載入到哪一個層級或哪一個地方等三個議題以提升 Cache fit 的機率，本研究將採用的智慧型技術－資料探勘與機器學習來建構一個智慧型動態緩存配置機制。故此節首先將介紹本研究將採用的智慧型技術，之後再介紹數位學習之分散式環境架構以及探討智慧型技術在智慧行動態緩存配置機制觀念所扮演的角色。

一、智慧型技術

爲了讓預測型快取緩存能夠更精準，本研究利用資料探勘與機器學習的智慧型技術來建構出何時載入哪些資料至哪一個暫存區之預測所需要的模型、型樣或規則。以下將分別介紹資料探勘與機器學習的主要技術。介紹分別如下：

(一)分群(Clustering)技術：

資料分群，目的是找出同群集中資料的相似性，及各群集之間的差異性，使得同群中資料相似度最大，而各群之資料差異度最大。例如，將學習者依其年齡、年級、居住地點、興趣等的屬性進行分群，這樣學習者特徵區隔能讓教師瞭解哪樣的學習教材內容最適合哪些學習者，並提供最適當的學習教材以提升學習者學習績效。

分群分析係根據樣本的某些特性之相



似程度，將樣本劃分成幾個集群，使同一群內的樣本具有高度之同質性，而不同群間之樣本則具有較高度的異質性。在分群演算法中就以 K-means 最常被採用。

(二)關連法則(Association rules)：

在資料庫中找出項目(Items)間的關聯性，常使用信賴水準度(Confidence)及支持度(Support)，來評量一條關聯法則的強度及發生頻率。例如某零售店發現購買麵包的顧客同時會購買牛奶，則該零售店行銷規劃可將牛奶與麵包放置同一架上，以增加連帶銷售目的。同理，在學習上，發現某位學習者使用三角函數的學習教材同時會去使用空間向量的學習教材。因此，可將這兩個教材放在相同或鄰近位置，以方便學習者學習。在眾多的關聯法則中，以 Agrawal and Srikant 在 1994 年所提出來的 Apriori 演算法最具代表性。

關聯法則的描述如下：令 $I = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$ 是所有相異學習資源項目所成的集合， D 是所有學習記錄(Transaction) T 的集合， T 是在 I 中任意學習資源項目的子集合。一個集合 $X \subseteq I$ 稱為項目組(Itemset)，此項目組所包含的學習資源項目之個數稱為此項目組的長度，若其長度為 k ，則稱此項目組為 k -項目組(k -Itemset)。一筆學習記錄若可支持一個項目組 X ，則此交易記錄必包含此項目組的所有學習資源項目， $X \subseteq T$ ，記為 $\text{Support}(X)$ 。一個關聯法則會包含兩個項目——前項(Antecedent)和後項(Consequent)，它的表現形式可以定義為 $X \Rightarrow Y$ ， $X, Y \subseteq I$ 且 $X \cap Y = \phi$ ，其中 X 和 Y 分別表示在資料庫中不同之學習資源項目組。

關聯法則靠支持度(Support)及可信度(Confidence)兩個參數來判斷此關聯法則是否有意義；支持度為資料庫中包含 $X \cup Y$

的學習記錄所佔百分比，記為 $\text{Support}(X \cup Y)$ ；而可信度則是定義此關聯法則可信的程度，也就是 X 出現的條件下， Y 也會跟著出現的條件機率，記為 $\text{Support}(X \cup Y)/\text{Support}(X)$ 。一個有效的關聯法則，其支持度及可信度必須要大於或等於最小門檻值(Threshold)，只有滿足此條件限制的關聯法則，我們才認為其是有意義的。例如：使用三角函數教材會同時使用空間向量的教材之學習者，它的關聯法則如下：

三角函數 \Rightarrow 空間向量 [Support = 40%, Confidence = 50%]

項目組剛開始產生時，由於仍未開始搜尋資料庫以計算其支持度，因此並不曉得此項目組是否大於或等於最小支持度，此時的項目組稱之為候選項目組(Candidate Itemset)。之後再經由搜尋資料庫以計算其支持度，若其滿足最小支持度的候選項目組則稱為大項目組(Frequent Itemset or Large Itemset)，而在執行關聯法則的過程中，大項目組的搜尋是最重要的一環。

(三)序列型樣(Sequential patterns)：

有關序列型樣的研究最早是由 Agrawal 與 Srikant(1995) 提出。序列型樣與關連法則很相似，主要差別在於序列型樣相關的項目是以時間區分開來(例如：有一序列型樣教學資源 $A \Rightarrow$ 教學資源 $B \Rightarrow$ (教學資源 C 與教學資源 D) 有 70% 支持度，其意義代表有 70% 的學習者使用學習資源 A 之後，接著會再去使用學習資源 B ，並之後再會同時使用學習資源 C 和 D 。其順序是與時間有相關聯的，故序列型樣主要表示資料項目之間的發生順序，亦即利用項目之間的先後順序，探勘出資料庫中所隱含的資訊。序列型樣利用最小支持度的設定來過濾資料庫，當序列的交易數量



小於使用者設定之最小支持度，我們將此序列剔除，因其不具代表性，若大於最小支持度，則將其保留，並稱之為高頻序列項目(Frequent Sequences)。而序列中的項目總數 K ，即代表該序列的長度，並稱之為長度為 K 的序列項目(K-Sequence)。

二、數位學習之分散式環境架構

本研究是以教育部學術網路架構為環境。以雲嘉區域網路中心為例，目前管轄區域含概嘉義縣、市及雲林縣等三縣市，轄區內有大專院校學校 14 所、高中職 45 所、國中 68 所及國小 374 所(含分校)，合計 501 所學校，如加上其他研究單位及 ISP 業者以及透過專線、ADSL 或其他方式連接上台灣學術網路已超過 500 個學校或單位。由於雲嘉地區的國中小學之最上層的網路中心是在 TANET 雲嘉地區中心—國立中正大學。由中正大學連至雲林地區和嘉義縣市地區的教育網路中心，最後縣/市層級的教育網路中心在與每一個區/鄉/鎮/縣轄市層級的國中小的網路中心相連結，因此構成一個階層式的網路架構。其架構如圖 1 所示。

三、智慧型技術於智慧型動態緩存配置機制的角色

首先，本研究利用分群技術對學習者進行分群，使同質性高的學習者結成一類。再針對各個階層(學術網路節點層級)的各個群來進行學習者特徵的分析與擷取。從學習者的學習歷程與學習者空間移動的路徑等資料來探勘出這群學習者相似的學習行為的特徵，包括：學習者學習順序、學習者學習內容的關連性以及這群學習者移動狀態路徑。透過學習者學習內容的關連性，可瞭解這群學習者在檢索與學

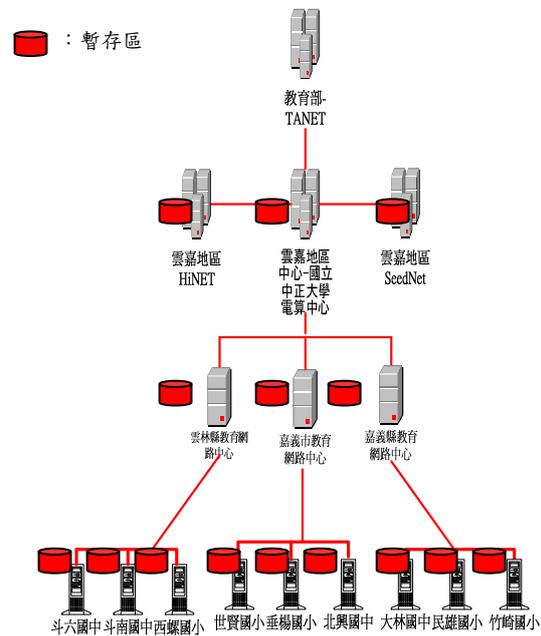


圖 1：雲嘉地區教育網路中心架構圖

習某個教材時便還會再看哪些教材。故當某學習者在使用某教材時便能推薦其他高度相關的教材，進而提升學習者學習績效。依據學習者學習順序分析結果，可以瞭解這群學習者學習的行為，故除了可以瞭解學習者使用這些學習資源的關連性外，也能清楚瞭解這些學習者使用這些資源的順序，進而可以安排學習資源進場順序。

此外，再透過學習者移動狀態路徑的分析，可瞭解使用者將來會往哪一個地方進行學習，進而能先把相關的學習資源先移至該地方附近的區域伺服器或縣市層級之伺服器的暫存區中，以減少學習者等待時間且能很快進行學習活動中。

對教師而言，透過製作教學資源所需的各元件的關連性，便能夠適當地把這些資源先放置暫存區中以節省教材編制時間。透過學習者使用教材間的關連性便可



以進行教材的整合或串連；透過教師編制教材的歷程，平台能夠瞭解教師編制教材時的順序，以便能夠適時把編制教材所需的資源預先載入於暫存區中；藉由學習者學習歷程分析結果，教師便能以此作為製作教材的參考依據並調整其教材或教案；透過教師移動狀態路徑分析，便能夠知道

教師將來會往哪一個地方進行編制教材，進而能先把跟相關的教材資源先移至正確的區域性伺服器的暫存區中或縣市層級教學伺服器的暫存區中，以減少教師等待時間且能很快進行編制教材活動。因此，本研究之分散式數位學習平台的智慧型動態緩存配置機制架構如圖 2 所示。

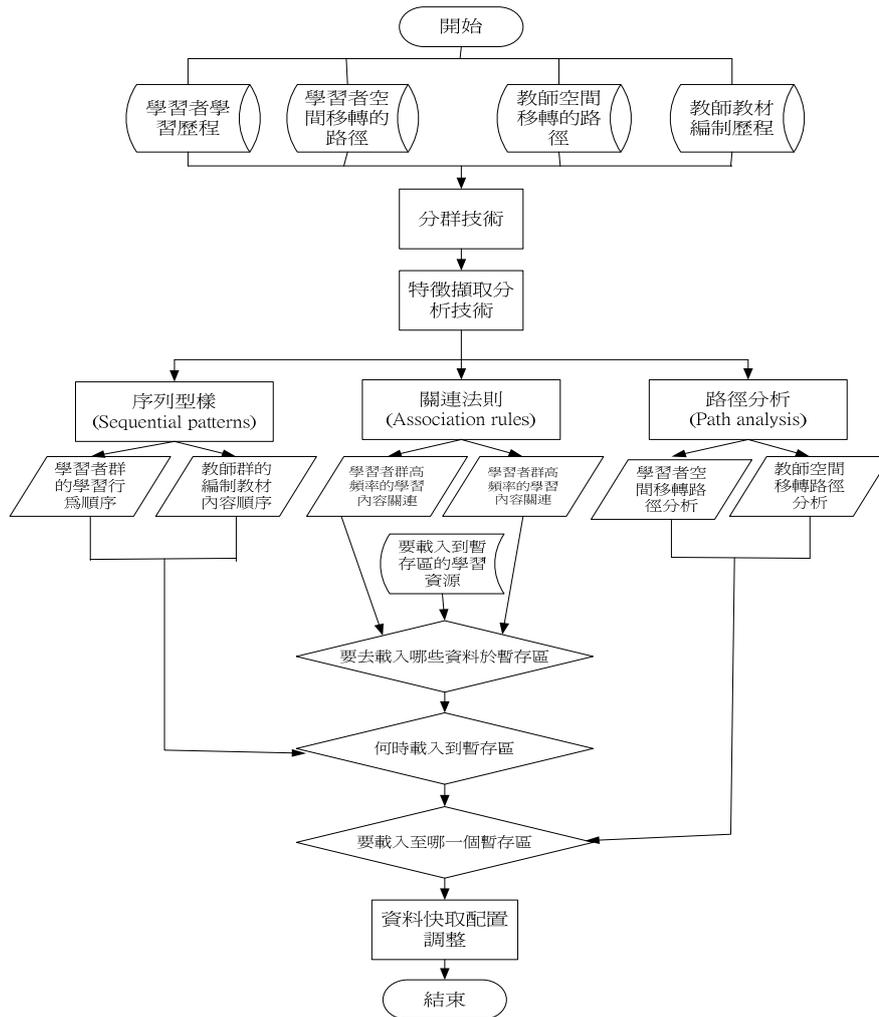


圖 2：分散式數位學習平台之智慧型動態緩存配置機制架構



參、智慧型動態緩存配置機制之單元與流程設計

此節將介紹本研究之系統運作流程，

並以學習者的智慧型動態緩存配置機制為例。圖 3 是學習者部分的分散式數位學習平台之智慧型動態緩存配置機制架構。

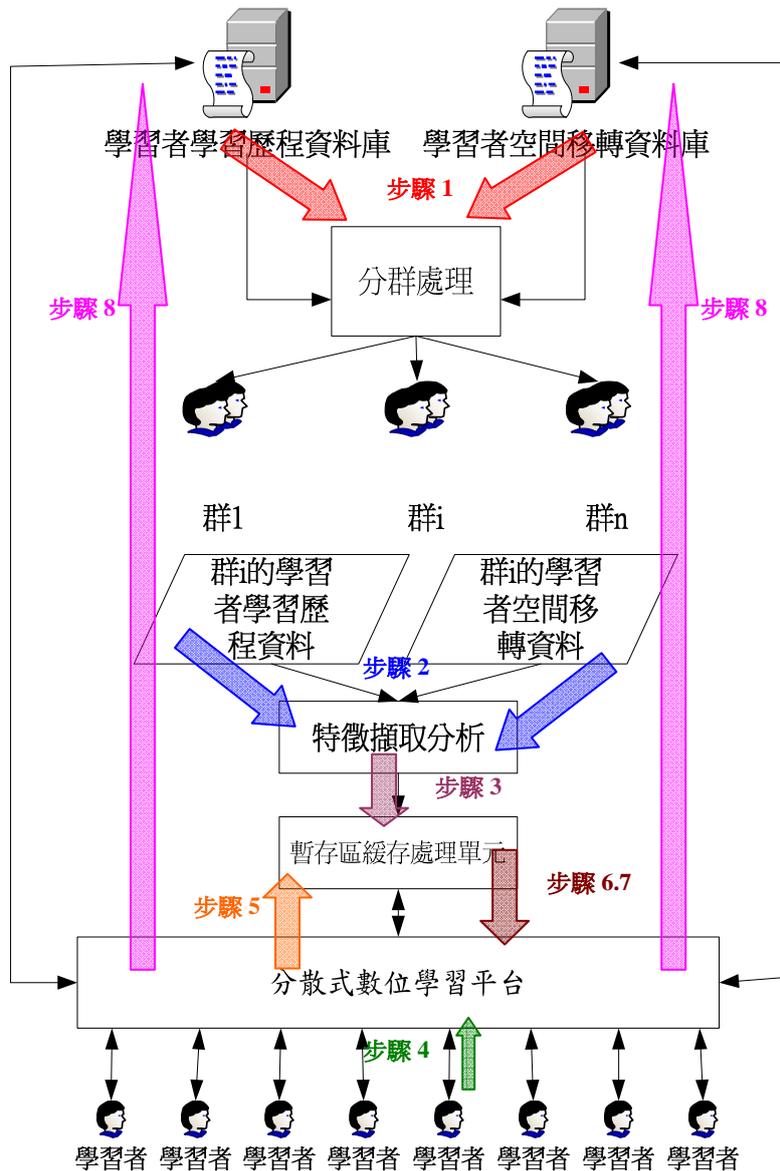


圖3：分散式數位學習平台之智慧型動態緩存配置機制在學習者部分的系統架構與運作流程



接下來分別簡單介紹系統架構中的元件、其功用以及運作流程說明如下：

(1) 學習者學習歷程資料庫：透過數位學習平台紀錄學習者的學習過程與歷史的資料。

(2) 學習者空間移轉資料庫：透過數位學習平台紀錄學習者學習場所的位置的資料。

(3) 分群處理：對所有系統上的學習者來進行分群，以便能夠針對各個內部性質相近的群來進行資料分析與特徵擷取。

(4) 特徵擷取：

a. 關連法則：找出此群學習者之學習內容的關連性，以便能夠推薦給同屬此群的學習者以及決定哪些學習資源要載入暫存區中。

b. 序列型樣：找出此群學習者學習教材的關連性與教材使用的順序，以便可以安排教材進場順序以及學習資源載入暫存區的時機。

c. 路徑分析：找出此群學習者移動路徑，以便能夠事先將相關的學習資源載入暫存區中。

(5) 暫存區緩存處理單元：其單元主要是暫存區之學習資源配置的處理控制，包括：需放入暫存區的重要資源是哪些？這些重要的資源要放入網路中哪一個層級的暫存區或哪一個網路節點的暫存區中？這些重要的資源何時將送至正確層級與節點之區域伺服器的暫存區中？

運作流程步驟介紹如下：

步驟 1：系統會對學習者學習歷程以及空間移轉等資料來進行分群。因此，每一群會有屬於此群的學習者之學習歷程和空間移轉資料。

步驟 2：針對每一群的學習者學習歷程，透過序列型樣來獲得每一群學習者的

共同學習歷程，藉由這共同的學習歷程，便可以瞭解每一群學習者學習行為並可決定何時把學習資源載入暫存區中。透過關連法則來獲得此群學習者之學習內容的關連性，以便能夠推薦給同屬此群的其他學習者並可作為哪些學習資源要載入暫存區中之決定的重要參考依據。藉由路徑分析可找出此群學習者移動路徑，以便能事先將相關的學習資源載入適當位置的暫存區中。

步驟 3：透過關連法則分析後，便能夠獲得哪些學習資源常被學習者使用以及哪些學習資源與其他哪些學習資源有相當高的密切關連。藉此關連法則所探勘出來的法則，暫存區緩存處理單元便能夠去決定哪些學習資源要載入暫存區中。例如：若學習資源 A 與學習資源 B 的關係是具高度的關連時，則暫存區緩存處理單元便能夠知道學習資源 A 與學習資源 B 是高頻率被學習者所使用（因為要能成為法則，項目組必為高頻項目組）而且學習者使用學習資源 A 同時會再使用學習資源 B 的發生頻率也非常的高，故學習資源 A 與學習資源 B 就是需要載入暫存區的重要學習資源。假若學習資源 A 關連學習資源 B 是所有高頻項目組中最高的，則在暫存區空間有限的情況下，其被移除的權重將是最小。在藉由序列型樣分析，哪些學習資源與另外其他學習資源有相當高的順序關連，因此，暫存區緩存處理單元便能決定哪些學習資源何時要載入暫存區中。例如：若學習資源 A 與學習資源 B 的關係是具高度的順序關連時，當學習資源 A 已在暫存區中，則代表學習資源 B 近期則會被學習者所使用到，故可事先把學習資源 B 載入暫存區中。透過路徑分析結果，暫存區緩存處理單元便能夠知道這群學習者共通的學習地點路



徑，也就可以預測這群學習者將來會去哪一個地方進行學習，暫存區緩存處理單元則會先將高度關連的學習資源存放於這群學習者可能會到的地方之鄰近伺服器的暫存區中。

步驟 4：學習者透過分散式平台要使用學習資源 A 來進行學習。

步驟 5：分散式數位學習平台便去詢問暫存區緩存處理單元，學習資源 A 是否在鄰近的區域伺服端的暫存區中。若有，則進行步驟 6。若無則進行步驟 7。

步驟 6：若分散式數位學習平台詢問的學習資源 A 有在鄰近的區域伺服端的暫存區中，則把資料傳送給分散式數位學習平台。

步驟 7：若分散式數位學習平台詢問的學習資源 A 沒有在鄰近的區域伺服端的暫存區中，則暫存區緩存處理單元將會往上一個層級的伺服端進行詢問，直到找到學習資源 A 為止。之後，將學習資源 A 傳送給分散式數位學習平台或告知分散式數位學習平台去哪一個層級的伺服端進行索取學習資源 A。

步驟 8：隨時更新學習者的學習歷程以及空間移轉資料，並且一段時間後再進行步驟 1 和步驟 2 的分群與特徵擷取調整。

肆、結論與未來展望

一、結論

隨著資訊與通訊技術的快速進步，使得支援分散式數位學習的技術得以被開發以及廣泛應用(Alavi and Leidner 2001)。許多的教育單位也試圖依循 SCORM 標準並利用分散式技術來發展與建構一個分散式數位學習系統。而在學術界過去有一些學者(e.g., Hew and Brush, 2007; Dexter, et al.

2006; Mishra and Koehler, 2006; Ertmer, 2005; Alavi, et al. 1995; Storck and Sproull 1995) 都一致認為需要更多的研究者來投入於開發與設計一個低成本且有效益的分散式數位學習系統。

由於在分散式數位學習系統，學習者將可橫跨時間與空間的限制與其他同儕學習者或專家互動來獲取知識，而不再侷限於教師單向傳授。而從系統建置成本的角度，分散式數位學習系統可以更容易讓更多學習者與教學者來使用。故便能提升系統使用規模並降低成本。而從教育的角度，分散式數位學習平台更容易發揮社會學習理論與鷹架學習理論所提及的多元教學管道的學習效果。基於上述優勢，數位學習平台勢必朝向分散式系統架構來建立。

然而，由於現今的分散式平台主要是採用主從式架構的方式來建構。而當隨著客戶端數量愈來愈多且使用者的需求愈來愈多元時，伺服端與整體網路的負載會快速提升進而導致主從式架構便難以進行運轉而無法提供服務給使用者。故當分散式數位學習平台為了要達到規模經濟與降低成本時，勢必朝向愈多使用者。又加上為了提升學習者學習效果與教學者在教學工作上效益，對於分散式數位學習平台的功能需求上，將會是愈多元。這些趨勢勢必造成更嚴重的伺服端與整體網路的負載、穩定性與品質問題。

為了能夠滿足學習者多元學習的環境又要能夠提升整體系統穩定性與品質。本研究提出一個分散式數位學習平台之智慧型動態緩存配置機制的觀念，以降低學習者或教師之客戶端在尋找相關學習資源時，不斷地對主伺服端進行要求的機率。進而降低主伺服端與整體網路的負載。分



散式數位學習平台之智慧型動態緩存配置機制的觀念，主要核心為學習資源暫存區的緩存之動態配置機制。本研究從暫存區的內容、載入暫存區的時機與載入到哪一個層級或哪一個地方的區域伺服器甚至學習者與教師之客戶端的暫存區中等三個議題，並利用四種不同的智慧型技術－分群、關連法則、序列型樣與路徑分析對學習者學習歷程與學習的空間移轉資訊以及教學者的教材編制歷程與編制教材的空間移轉資訊來找出學習者的學習與教學者教學特徵進行分析。其所產生的規則與模型將會作為學習資源暫存區之動態緩存配置的預測機制。

二、未來展望

本篇論文是提出一個結合智慧型技術之動態緩存配置機制的觀念於分散式數位學習平台架構中，以改善在多元需求與眾多學習者與教師時，對於主伺服器端與整體網路之高度負載的問題。因此，本研究是屬於概念性的研究。未來除了把這概念落實在真正的分散式學習平台並進行實證外，未來以此概念為基礎，可再進一步在數位學習研究上，包括：

(1) 可透過智慧型技術來作為學習者學習資源的推薦機制：由於透過智慧型技術，探勘出有關學習者學習規則。因此，便可以針對新的學習者，先透過分群技術可以瞭解其應當歸屬哪一群，之後再藉由與此群相關的學習規則並推薦相關的學習資源，以提升學習者學習效率。此外，也可以透過推薦模組的反饋機制能讓智慧型機制能不斷的學習與調整。

(2) 以雲端計算之分散式數位學習平台的動態緩存配置機制來降低雲端伺服器重複相同運算以減少雲端伺服器與雲端網

路的負載：近年來隨著全球經濟衰退，企業投資資訊科技相形保守下，逐漸興起虛擬化與雲端計算。雲端計算是分散式計算的一種，其為將需龐大運算處理的程序(式)分拆為多個較小的子程序(式)，再分配給多部伺服器進行運算分析並把處理後結果回傳給客戶端。透過這項技術，網路服務提供者可以在數秒之內，達到和超級電腦同樣強大效能的網路服務。因此，企業便可以省下購置超級電腦以及運算資源的花費。而就數位學習而言，雲端計算也可能是未來分散式數位學習平台架構的新趨勢。因此，未來研究可配合本研究所提的智慧型技術之動態緩存配置機制的觀念把一些重要或常用的運算元件或結果可以放置正確鄰近區域伺服器或學習者與教師之客戶端的暫存區中，來降低雲端伺服器的運算負載。

參考文獻

- [1] 資策會(MIC)，台灣數位學習市場現況與趨勢，取自：<http://mic.iii.org.tw/>
- [2] Advanced Distributed Learning(ADL), from World Wide Web: <http://www.adlnet.org/Pages/Default.aspx>
- [3] Agrawal, R. and R. Srikant. "Mining Sequential Patterns," 1995 IEEE International Conference on Data Engineering, 1995, pp.3-14.
- [4] Agrawal, R. and R. Srikant. "Fast Algorithms for Mining Association Rules," the 20th International Conference on Very Large Databases, September 1994, pp.478-499.
- [5] Alavi, M., B. C. Wheeler, and J. S.



- Valacich, “Using IT to Reengineer Business Education: An Exploratory Investigation of Collaborative Tele-learning,” *MIS Quarterly*, 19(3), 1995, pp.293-313.
- [6] Alavi, M., and D. E. Leidner, “Research Commentary: Technology-mediated Learning - A Call for Greater Depth and Breadth of Research,” *Information Systems Research*, 12 (1), 2001, pp.1-10.
- [7] American Society of Training and Education(ASTD), from World Wide Web: <http://www.astd.org/>
- [8] Brandon Hall Research. Emerging E-Learning Content, from World Wide Web: <http://www.brandon-hall.com/>
- [9] Cholvi, V., and J. Segarra, “Analysis and placement of storage capacity in large distributed video servers,” *Computer Communications*, 31, 2008, pp.3604-3612.
- [10] Dexter, S., A. Doering and E. Riedel, “Content area specific technology integration: A model and resources for educating teachers,” *Journal of Technology and Teacher Education*, 14(2), 2006, pp.325-346.
- [11] Ertmer, P. A., “Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration?” *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 2005, pp.25-39.
- [12] Feng, W. and H. Chen, “A Matrix Algorithm for Web Cache Pre-fetching,” 6th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science, 11-13 July 2007, pp.788-794.
- [13] Feng, W. and V. Karan, “Machine Learning Prediction and Web Access Modeling,” 31st Annual International Computer Software and Applications Conference, Vol. 2, 24-27 July 2007, pp.607-612.
- [14] Fidjeland, A. and W. Luk, “Customising parallelism and caching for machine learning,” IEEE International Conference on Field-Programmable Technology, 15-17 Dec. 2003, pp.204-211.
- [15] Govindasamy, T. “Successful implementation of e-Learning pedagogical considerations,” *Internet and Higher Education* , 4, 2002, pp.287-299.
- [16] Hew, K., and T. Brush, “Integrating technology into K–12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research,” *Educational Technology Research and Development*, 55(3), 2007, pp.223-252.
- [17] Kahol, A., S. Khurana, , K. S. Gupta, and P. K. Srimani, “A strategy to Manage Cache Consistency in a Disconnected Distributed Environment,” *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 12(7), 2001, pp.686-700.
- [18] Koglin, Y., D. Yao, and E. Bertino, “Efficient and Secure Content Processing and Distribution by Cooperative Intermediaries,” *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 19(5), 2008, pp.615-626.
- [19] Laudon, K. C., and J. P. Laudon,



- “Essentials of Business Systems, 7th ed”, Pearson, Upper Saddle River, New Jersey, 2007.
- [20] Laura N., L. Peter, V. Giasemi, and S. Mike, “Literature Review in Mobile Technologies and Learning,” Futurelab Series Report 11, 2004.
- [21] Mishra, P. and M. J. Koehler, “Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge,” *Teachers College Record*, 108(6), 2006, pp.1017-1054.
- [22] Shi, L., L. Wei, H. Q. Ye, and Y. Shi, “Measurements of Web Caching and Applications,” International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Aug 2006, pp.1587-1591.
- [23] Srinivasan, T., R. Balakrishnan, S. A. Gangadharan, and V. Hayawardh, “A scalable parallelization of all-pairs shortest path algorithm for a high performance cluster environment,” 2007 International Conference on Parallel and Distributed Systems, Vol. 1, 5-7 Dec. 2007, pp.1-8.
- [24] Storck, J., and L. Sproull, “Through a glass darkly - what people learn in videoconferences?,” *Human Communication Research*, 22, 1995, pp.197-219.
- [25] Terry, D. B., “Caching Hints in Distributed Systems,” *IEEE Transactions on Software Engineering*, 13(1), 1987, pp.48-54.
- [26] Tian, Xian-Zhi, “Research on CAI English Organizational Instructional Strategy,” 2007 International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Vol. 7, 19-22 Aug. 2007 pp.4188-4191.
- [27] Xiao, J. T. and M. Collins, “Similarity-aware Web content management and document pre-fetching,” International Conference on Machine Learning and Cybernetics Vol. 4, 18-21 Aug. 2005, pp.2307-2312.

