

群體電腦輔助教學環境之建置 Development of Group CAI Environment

陳年興 *Nian-shing Chen**

國立中山大學資訊管理研究所

梁定澎 *Ting-peng Liang*

國立中山大學資訊管理研究所

黃錦祥 *Jin-Shiang Huang*

國立中山大學資訊管理研究所

Institute of Information Management

National Sun Yat-sen University

(Received August 1995; revised October 1995; accepted November 1995)

摘要

本研究針對群體電腦輔助教學環境之建置，提出一個以群體軟體發展架構為基礎的系統開發方法論，並運用於群體拼圖軟體之開發過程中，以驗證其可行性。本研究的主要貢獻為：(1) 將群體軟體的觀念引入電腦輔助教學的領域中，並主張「群體電腦輔助教學軟體」的研究開發；(2) 提出一個能夠有效指導群體電腦輔助教學軟體發展的群體軟體功能分類方法；(3) 提出一個整合各類群體電腦輔助教學軟體發展的三層式系統架構，使得共用模組的建立更為容易實現。

關鍵詞：群體軟體、電腦輔助教學、主從架構、協調控制

Abstract

This paper proposes a systematic approach, based on a groupware developing framework, to construct Group CAI environment. The approach is then applied to the development of a Group Puzzle to verify its feasibility. The primary contributions of this research are threefold. First, we introduce groupware concepts into the field of CAI, and advocate the development of Group CAI software. Second, a groupware functional classification method is raised that can direct the development of Group CAI software effectively. Finally, this paper proposes a three-layer system architecture for intergrating different kinds of Group CAI software. Using this architecture, the concept of sharing modules is much easier to implement.

Key Words: Groupware, CAI, Client/Server, Coordination and Control

壹、簡介

隨著資訊科技的神速發展，電腦已被廣泛地應用到各行各業之中，藉以提升工作的效率與效能。但縱觀目前的應用領域中，電腦多使用於輔助單人操作之資

*致謝：本文作者特別感謝二位匿名論文審稿者所提出之改進意見，使本文的完整性及可讀性均提昇所多。另外也要感謝趙國仁先生幫忙撰寫GroupPuzzle的程式碼。

料處理工作。一些典型的辦公室應用軟體，如文書處理軟體、試算表、繪圖及簡報系統等，均以支援個人的需求為主。然而現實生活中，許多工作的完成，必須在眾人合作的情況下才得以實現，例如會議協商、媒體製作等均屬之。概括而言，現有軟體中，多係限於個人使用，鮮見群體應用上的支援。

在電腦應用於教學的領域中，同樣也存在著上述的問題。自電腦輔助教學的理念被提出以來，學者們的研究亦侷限於輔助個人的學習與訓練。雖然許多實證研究顯示此類的個人式輔助有其成效，但是它們都沒有討論到一個重點：學習過程中，人際間的互動關係往往是影響其成效的關鍵性因素。晚近的研究中，學者們已逐漸地發現這個問題，並致力於運用新式科技來增進使用者彼此的互動，以提高學習的效果。

群體軟體 (Groupware) 是一種結合網路科技與群體行為模式的電腦系統。透過群體軟體的輔助，許多需要群體合作與互動去進行的工作，得以藉由更有效率與效果的方式來完成。本研究之主旨，即在探討群體軟體在電腦輔助教學 (Computer-Assisted Instruction) 上之應用，期能藉由群體軟體觀念的引進，解決傳統電腦輔助教學無法支援群體互動學習的問題。本文將以群體拼圖軟體 (Group Puzzle) 開發的過程為實例，探討群體軟體導入電腦輔助教學的方式與可行性。我們預期群體電腦輔助教學軟體的發展與使用，至少可以獲得兩方面的好處。第一、教學活動將得以打破時間與空間的限制，不再受限於傳統式的教室面授。第二、群體電腦輔助教學的推展，可以解決傳統教學方式必須進度齊一，無法因材施教的缺憾。本文後續內容安排如下：在第貳部份中，將回顧與群體電腦輔助教學軟體發展有關的文獻，以做為本研究的參考依據。在第參部份中，我們提出一個能夠有效指導系統分析與設計的群體軟體功能分類新方法，使群體電腦輔助教學軟體的發展更為順利。第肆部份則提出了一個群體電腦輔助教學系統的整合架構，包括系統輪廓及模組層級架構兩個部份，使系統設計與建構較過去更為有效。在第伍部份中，將以群體拼圖軟體的開發為例，運用本文在第參及第肆部份中所提出的方法與架構，驗證它們使用於群體電腦輔助教學軟體開發過程上的可行性。第陸部份則簡要說明群體拼圖軟體的使用方式及過程。最後，在第柒部份中，我們對本文提出結論，包含理論及實作上的貢獻、研究限制以及後續研究方向。

貳、文獻探討

本節針對群體電腦輔助教學軟體的發展背景、歷程與現況做一歸納整理，以做為本研究的基本理論依據。以下將分別就群體軟體、電腦輔助教學軟體以及群體電腦輔助教學軟體這三個主題，探討過去專家學者們的研究成果，及其成效與限制。

一、群體軟體

群體軟體發展的最初線索可以追溯到1960年代。當時有少數研究電腦與人類關係的學者，如Douglas Engelbart等，在史丹佛研究中心開發完成第一個支

援群體工作的系統，稱為 Augment，是一套結合電子會議及超文件 (hypertext) 查詢的系統 [16]。

至於群體軟體真正受到重視，則是在 1980 年代以後，由於電腦網路及個人工作站的發達，使得群體工作得以突破時間與空間的限制。學者們對於群體軟體這個新興研究領域的定義，有著許多不同的見解。概括而言，群體軟體係基植於電腦系統，再加上社會群組程序 (social group process) 所構成。Bullen and Bennett [10] 將群體軟體定義為一個以電腦為基礎的軟體工具，以利群體成員於工作中交換及分享資訊。Ellis 等人 [15] 則強調群體軟體應提供多個使用者共同的分享式環境界面。

Bock [9] 對群體軟體的認定提出了個較為嚴格的限制。他認為除了前面學者們所提的定義外，群體軟體必須考慮到技術的可行性及其對人際活動的影響程度。所以個人式的計算不能算是群體，因為群體軟體必須牽涉到人際間多種不同型式的計算，並有效促進使用者和其他使用者之間的溝通與合作；大型主機的計算亦不能構成群體軟體的要件，除非能夠確保該主機內的資料能分享給組織中的群體。綜合上述學者的看法，我們可以將群體軟體定義為一個以電腦硬體、軟體為基礎的應用系統，它通常藉由網路的連接技術，提供一個分享的環境，讓使用者之間能夠透過資料共享、訊息交換等方式進行協調溝通，以支援群體成員有效完成其共同任務。

近年來，群體軟體的發展非常迅速，同時也引起許多不同領域的學者相繼投入軟體的研發。由於他們所著重的觀點互有差異，故雖研究主題相近，卻擁有許多不同的名稱。「群體決策支援系統」(Group Decision Support Systems, GDSS) 是最早出現的群體工作支援軟體，它的形成肇因於決策支援系統的開發者逐漸認到多半決策活動係由群體成員共同完成。針對群體決策的需求，此類系統除重視個人決策所需之資料庫、模式庫外，特別強調輔助群體討論、協調與表決的工具。又鑑於群體決策活動多係於會議中進行，部分學者乃著手建構一個支援群體開會的環境，包括軟硬體設備、網路架構及開會場所的配置，稱做「電子會議系統」(Electronic Meeting Systems, EMS)。另有一些學者將研究重點置於非決策性的專業性群體活動，如版面編輯、藍圖設計等，名為「群體支援協力工作」(Computer Supported Cooperative Work, CSCW) [22]。

雖然不同領域的學者各有其不同的研究重心與名稱，它們之間具有的共通性仍受到高度重視，且各領域間正可藉此互補，以收相輔相成之效。近來相關領域已逐漸相互交流並取得共識，群體支援系統 (Group Support Systems, GSS) 及群體軟體 (Groupware) 漸成為新一代支援各種群體活動的系統的代名詞。

群體軟體利用程序支援 (process support)、程序結構 (process structure)、工作支援 (task support)、工作結構 (task structure) 等四項輔助機制來達成上述之目標 [21]。在「程序支援」方面，群體軟體允許兩個以上的成員同時相互溝通，提供群體記憶的輔助 (如資料庫)，以及匿名討論的功能，以促進成員的參與

，並使群體活動更有效率；在「程序結構」方面，群體軟體可使群體成員遵守議程及規則，並提供討論及表決的工具，以避免過程的過於冗長；在「工作支援」方面，群體軟體可以儲存過去類似活動的處理方式，以供再度遇到同一狀況時的參考，亦可置入如試算表、計算機之類的工具，以減少因不完整資訊所造成的判斷錯誤；在「工作結構」方面，群體軟體支援模式開發及分析的工具（類似於決策支援系統的功能），可以避免不完全的分析，有效提升工作的品質。

教學活動亦可採取個人學習與群體教學兩種型式：一對一的家教及電腦輔助教學屬於前者，而一般的學校教育則屬於後者。正如前面所述群體活動和個人行動的比較，這兩種教學方式也各有其優缺點。鑑於群體軟體能夠利用程序支援、程序結構、工作支援、工作結構等四項機制，有效地增進群體活動所帶來的好處，同時亦避免了傳統群體活動的各項缺點，我們乃將群體軟體的觀念引進電腦輔助教學的領域中，亦即期望藉由群體電腦輔助教學軟體的設計、開發與使用，大幅提升群體教學活動的效率與效果。

二、電腦輔助教學軟體

電腦輔助教學是一種利用電腦進行輔助教學的過程，在教學過程中，係將預設之教學內容，配合學習者與電腦的交談予以呈現。一方面，它為學生提供了一個全新的學習環境；另一方面，它也給予教師一個教學的新觀念與新方式 [6]。電腦系統及課程軟體是電腦輔助教學的基礎工具。教師於課前先將設計完成的課程軟體儲存於電腦中，至上課時透過軟體程式的控制，將教材以最適合每位學生接受的方式顯示於螢幕上。學生於螢幕前，依據電腦的指示閱讀教材並答覆問題，遇有困難時，亦可請求電腦軟體予以協助。電腦輔助教學軟體可將學生的使用情況及自我測驗的結果予以記錄，並定期印製報表通知授課教師，以促使教師進一步瞭解學生的學習過程，進而大幅提升學習成效 [8]。

電腦輔助教學軟體依其支援教學的方式，主要可分為五種型態 [2]：1. 輔助家教法 (Tutorials)、2. 反覆練習法 (Drill & Practice)、3. 模擬法 (Simulation)、4. 教學遊戲法 (Instructional games)、5. 問題解決法 (Problem solving)。各種教學型態之間並非互斥，一個大型的電腦輔助教學軟體往往可以同時支援兩種以上的教學型態。在本研究中所發展之「群體拼圖軟體」，即是透過群體拼圖遊戲的進行，讓學生藉由圖片尋找與放置的嘗試錯誤過程，熟習圖形中各部位的相關位置。此外並輔以群體競爭的計分機能，將可有效增進學習者的動機。因此，它是一個運用教學遊戲法來達成教學目標的電腦輔助教學軟體。

三、群體電腦輔助教學軟體

傳統的電腦輔助教學軟體是以支援單獨使用者而設計的。雖然許多學者早已體認教學活動多半係在群體中進行，而群體教學也擁有許多個人學習所無法得到的優點，然而早期受到軟硬體及網路技術的限制，以至電腦支援群體教學的構想。

無法實現。近來在網路傳輸能量大幅提升，以及群體軟體進展迅速的雙重有利因素下，以電腦系統支援群體教學的構想不再是空談。

群體電腦輔助教學軟體是一個集合群體軟體與電腦輔助教學軟體的功能，以支援團體教學活動的軟體系統。它利用電腦網路建立教學參與者之間的溝通管道，使教師和學習者均能透過網路進行教學與討論，以增進互動效果；同時亦將傳統電腦輔助教學軟體的特色保留下來，讓學生也能夠在電腦系統的指引下進行學習。

利用電腦網路進行同步教學的試驗，最早始於1989年美國Gallaudet University，嘗試運用網路教室來進行第二母語(English as a Second Language, ESL)的電腦輔助教學Egbert[14]。後來許多學者發現，利用電腦網路的連結可以打破傳統教學的空間限制，又具有空中教學所不能達到的雙向互動性，因而將研究重心置於遠地同步教學上，稱為遠距教學(distance learning)。近年來，由於全球資訊網(World Wide Web, WWW)多媒體網路系統的迅速成長，使多媒體教材可以透過網路分享給多位遠地的使用者。此外，全球資訊網又提供使用者按照自己喜好來安排學習路徑的能力，因而讓遠地教學的可行性又向前邁進一大步[1]。

群體電腦輔助教學軟體的研究仍屬於初始階段，許多研究者運用各種不同的理念架構及發展工具，各自開發互不相容的軟體。我們認為：群體電腦輔助教學軟體的發展，必須在一個共用的標準之下進行，才能使各軟體有高度的相容性，並減少開發軟體所需的時間與成本。本研究的目的之一，即是希望提出一個群體電腦輔助教學軟體的發展架構，藉以指導並整合各類相關軟體的開發。

參、群體軟體的功能分類法

現存之群體軟體的功能分類方式，多係延用群體決策支援系統的分類方法。在DeSanctis & Gallupe [13]的文獻中，兩位作者已深切體認到一個重要的觀念：群體決策支援系統的功能是有階層性的，當底部階層的基本功能發展成熟時，即可在該層功能之上進行更高層次的開發研究。他們將群體決策支援系統所提供的功能分為三級，由低至高分別為溝通、造模與談判，以及智慧型支援。Liang [18]更依此分類法則，探討每一層次中，群體決策支援系統所必需提供的功能。Johansen [17]依據群體合作的時間與地點之異同，將群體決策支援的功能分為面對面合作、同步分散式合作、同地非同步合作及非同步分散式合作等四類。梁定澎[3]以較廣泛的角度探討各類群體支援系統的特性，將其所需之功能由底層往上，依序區分為溝通性、事務性、決策性及應用性等四個層次，而下層的功能可以用來支援上層功能的建立。這些研究成果對於群體決策支援系統的發展，均具有重大的啓示作用。

雖然這些文獻的內容，對於瞭解群體軟體的功能及特性有所助益，然而由於下面兩個原因，使得上述之功能分類方法並不完全適用於群體軟體（甚至群體電腦輔助教學軟體）的開發：一、多數分類方法係針對群體決策支援系統所提出。

群體決策支援系統係整個群體軟體的一支，它尤其強調決策輔助的功能，但這些功能對於其他種類的群體軟體（包括群體電腦輔助教學軟體）而言，可能並非那麼重要；二、越來越多的群體軟體利用有彈性的主從架構(client/server architecture)來實現，且同類軟體間的標準化要求亦日受重視，上述各種功能分類方法無法在這些方面提供設計者明確的指引。因此，我們急切需要一個能夠符合現今開發環境，且能有效提供各類群體軟體設計指引的功能分類方法，以利分析與設計工作的順利進行。以下我們將從應用領域以及群體間的協調控制兩個不同的構面來探討，並依此建構一個群體軟體功能分類的新方法。

從應用領域的角度來看，一個群體軟體所提供的功能，極可能有一部分和某種特殊的應用領域有關，而其他則和該應用領域沒有關係。例如，在群體拼圖軟體系統中，即存在有部分功能，是群體拼圖活動所特有的，而其他的一般性功能，則可以和其他種類的群體電腦輔助教學軟體共享。只要能夠有效的區分和特定應用領域有關與無關的功能，即可將應用領域無關的部份獨立出來，和其他群體軟體共用，如此不僅可節省軟體開發時間，並能促成軟體開發及規格的標準化。

另一方面，若將觀注的焦點轉移至群體間的協調控制上，可以發現群體軟體亦存在有類似上述的現象：一個群體軟體所提供的功能，極可能有一部分和群體的協調控制有關，而其他部分則和群體的協調控制沒有關係。例如，在群體拼圖系統中，圖片的搬移與放置是與群體協調控制無關的動作（某一使用者進行該動作時，並不影響其他使用者的動作）；而圖片被放置於正確位置後，是否能夠加分的判斷，則是和群體協調控制有關的動作，因為系統必須確保只有第一個正確地完成該放置動作的使用者才能享有加分的權利。在採取主從架構的系統中，可將與群體協調控制沒有關係的功能全部置於客戶端中，以減少資料及控制訊息的傳遞，並增進系統效率。對於和群體協調控制相關的功能，必須在伺服器端及客戶端均提供相對應的程式，經由共同合作來完成該項工作。

藉由前面的探討可以瞭解：一個能夠滿足開發環境特性，且能夠有效提供群體軟體設計指引的功能分類方法，必須同時顧及應用領域及群體協調控制的相關性。因此，本研究以應用領域和群體協調控制做為區分群體軟體功能的兩個構面，建構出一個符合實際需要的群體軟體功能分類方法，如圖1所示。其中，橫向構面為軟體功能和群體協調控制的相關性，縱向構面則是和應用領域的相關性，每個構面均依相關性區分為有關及無關兩個部分。因此，群體軟體所提供的全部功能，被劃分為四大類，分別為客戶端基礎設施、客戶端應用程式、群體協調控制基礎設施，以及群體協調控制應用程式。

客戶端基礎設施係指與群體協調控制及應用領域均無關的群體軟體功能。由於這些功能和群體協調控制無關，這些功能應置於主從架構的客戶端；又其與特殊應用領域亦無關，故屬於基礎設施(infrastructure)，是可以和其他種類群體軟體所共用的。通常，與使用者界面或系統開發環境相關的功能多屬本類功能，如視窗位置與大小的調整、檔案格式等均屬之。由於一般常用的開發環境及使用者

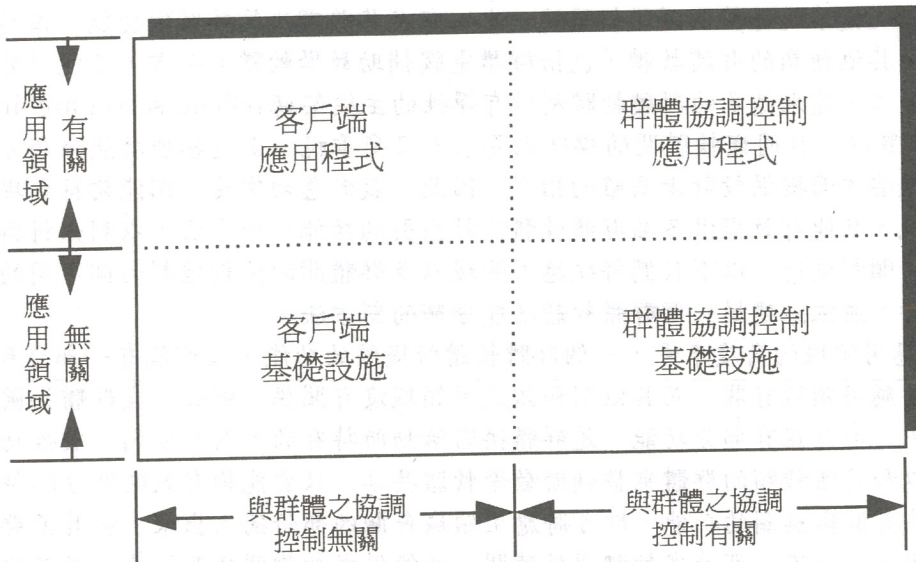


圖 1 群體軟體功能分類架構

界面均提供有標準的格式，客戶端基礎設施通常不需群體軟體開發人員自行撰寫，有助於產品的標準化並節省開發時間。

客戶端應用程式是指與群體協調控制無關，但與應用程式有關的群體軟體功能。同樣地，本類功能亦應置於主從架構的客戶端，以儘可能減少網路傳輸的負擔，確保系統執行的效率；又其與特殊的應用領域有關，故屬於專為該領域所開發的應用程式，無法和其他種類的群體軟體共享。因此，客戶端應用程式的功能，是群體軟體開發者所必須自行設計與撰寫的。

與群體協調控制有關的群體軟體功能，必須藉由群體成員間的合作才能達成，故在主從架構的設計中，伺服器端與客戶端均需存有相對應的功能模組。群體協調控制基礎設施是與群體協調控制有關，但與應用領域無關的群體軟體功能。此類功能亦可為所有的群體軟體所共用，因此，開發人員若已擁有現成的功能模組，則群體協調控制基礎設施的功能就可以不必重新開發了。例如，中山大學資訊管理系所目前發展了一套群體溝通的共用模組，該模組的功能，可以做為未來發展其他種類群體軟體之用。

群體協調控制應用程式是與群體協調控制和應用領域均有關的群體軟體功能。伺服器端與客戶端均需存有相對應的功能模組，以利群體成員間的合作；此類功能亦屬於專為某一特定領域所開發的應用程式，自然無法和其他種類的群體軟體共享。因此，群體協調控制應用程式的功能，也是群體軟體開發者所必須自行設計與撰寫的。

隨著群體軟體開發經驗的累積，先前所發展的群體軟體，其提供的功能極有機會在未來發展其他種類的群體軟體時派上用場。故可預見在累積一定的經驗後

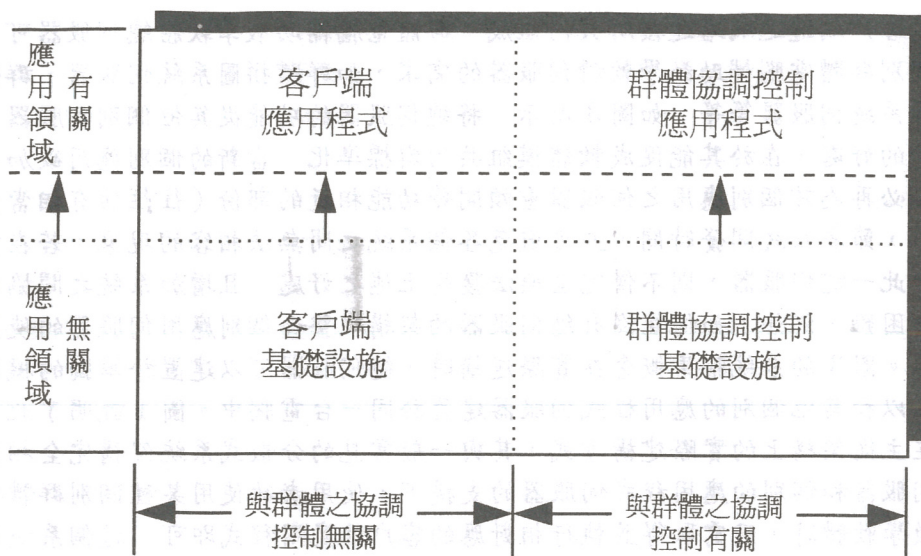


圖 2 經驗累積對群體軟體開發的影響

，群體軟體的發展將會因軟體模組的再使用 (reuse) 更為省時省力，且易於維護。因此，與特定應用領域有關的功能，將由於未來的群體軟體發展計劃有效地再使用它們，而使得這些原本與特定應用領域有關的功能，會逐漸地與該特定應用領域脫離關係，成為與應用領域無關的功能，如圖 2 所示。亦即群體拼圖軟體的開發，對於未來發展其他種類群體電腦輔助教學軟體，有相當重要的意義。

肆、群體電腦輔助教學系統的整合架構

一個支援群體活動的軟體系統，可以採取下列兩種設計架構：(1) 將所有的軟體功能模組全部建構在一台主機上，使用者透過該主機的終端機來使用該系統；(2) 採用分散式系統的主從架構，將需要群體合作及溝通協調的機制建構在伺服器端，而其他不需協調合作的功能則放在各個使用者端的機器上。由於第一種做法不易支援分散於各地的使用者，且當主機無法正常運作時，所有使用者均無法上機使用，所以採取分散式系統架構是較佳的選擇。因此，以下有關群體電腦輔助教學軟體的設計，均以採取分散式系統的主從架構來討論。

本研究所提出的群體電腦輔助教學軟體系統架構，包含系統輪廓以及模組層級架構兩個部分。系統輪廓是以最終使用者 (end user) 所必須瞭解的系統架構，而模組層級架構則為系統開發者規範了系統實際建構的方式，使用者無須知道其內部的構造。有了這兩項工具，將可使群體電腦輔助教學軟體的建構過程，無論在與使用者的溝通及開發者之間的工作分配與協調上，均較過去更為有效。

一、群體電腦輔助教學軟體系統輪廓

一個完整的群體電腦輔助教學軟體系統輪廓，可由一個階層式的伺服器端和

一些客戶端透過網路連接所共同組成。群體電腦輔助教學軟體總伺服器可支援多種個別群體電腦輔助教學軟體伺服器的需求，如群體拼圖系統伺服器、群體數學教學系統伺服器等等，如圖3所示。將總伺服器的功能從其他個別伺服器中獨立出來的好處，在於其能促成軟體模組共用與標準化，當新的個別應用欲加入時，將不必再為該個別應用之伺服器重頭開發功能相近的部份（往往佔有相當大的比例），節省系統開發時間，並可避免各個系統之間無法相容的現象。若在設計上取消此一總伺服器，則不僅完全無法獲得上述之好處，且增加系統之間協調控制上的困難（例如，如何在沒有總伺服器的架構下整合個別應用伺服器的使用者管理）。圖3的系統輪廓概念在實際建構時，總伺服器可以建置於單獨的機器上，也可以和其他個別的應用程式伺服器建置於同一台電腦中。圖4說明了此系統輪廓在主從架構上的實際建構方式，其與一般常見的分散式系統架構完全相同。在總伺服器和個別的應用程式伺服器的支援下，使用者欲使用某種個別群體電腦輔助教學軟體時，只需取得並執行相對應的客戶端應用程式即可。這個系統輪廓可以分成兩個主從架構來看：第一、就總伺服器與應用程式伺服器之間的關係而言，總伺服器是服務提供者，而應用程式伺服器則向總伺服器要求提供服務；第二、就應用程式伺服器與客戶端應用程式之間的關係而言，應用程式伺服器是服務提供者，而客戶端應用程式則向應用程式伺服器要求提出服務。在此一系統輪廓之下，使用者操作的便利性可以有效提升，且能允許使用者在同一時間使用多種不同的群體應用系統。換句話說，使用者在使用各種不同的群體電腦輔助教學軟體時，只需簽入系統一次，省去了必須分別對各種不同的群體電腦輔助教學軟體系統重覆簽入的麻煩。

在本系統輪廓中，應用程式伺服器提供溝通協調、資料管理及工具管理等功能，讓各個客戶端的使用者得以分享群體資源並解決衝突。此外，各應用伺服器之間又可透過群體電腦輔助教學總伺服器來達到各種不同應用系統的整合，使得整個群體電腦輔助教學軟體的應用具有一致性，並能共享各種資訊與資源。採用這種架構的另一個好處是它有利於後續系統的發展。由於群體電腦輔助教學系統總伺服器已提供許多可共用的底層功能，如果開發中的教學應用程式需要運用這些功能，只需透過呼叫即可，無需重新撰寫。

本系統輪廓並未考慮容錯(fault tolerance)的功能。在總伺服器當機時，整個群體電腦輔助教學軟體系統將無法正常運作。為使總伺服器當機所產生的不良影響程度降至最低，我們可以在系統上另設置一備用總伺服器，當總伺服器端因當機或其他原因無法提供服務時，備用總伺服器即可發揮作用，維持系統繼續運作。在實務界中，許多企業機構亦採取此一方式來規避系統當機的風險。

二、群體電腦輔助教學軟體模組層級架構

群體電腦輔助教學軟體模組大致可分為三個層次，分別為應用層、協調控制層與通訊層。應用層包括所有客戶端所需的應用程式及使用者介面，其功能在於

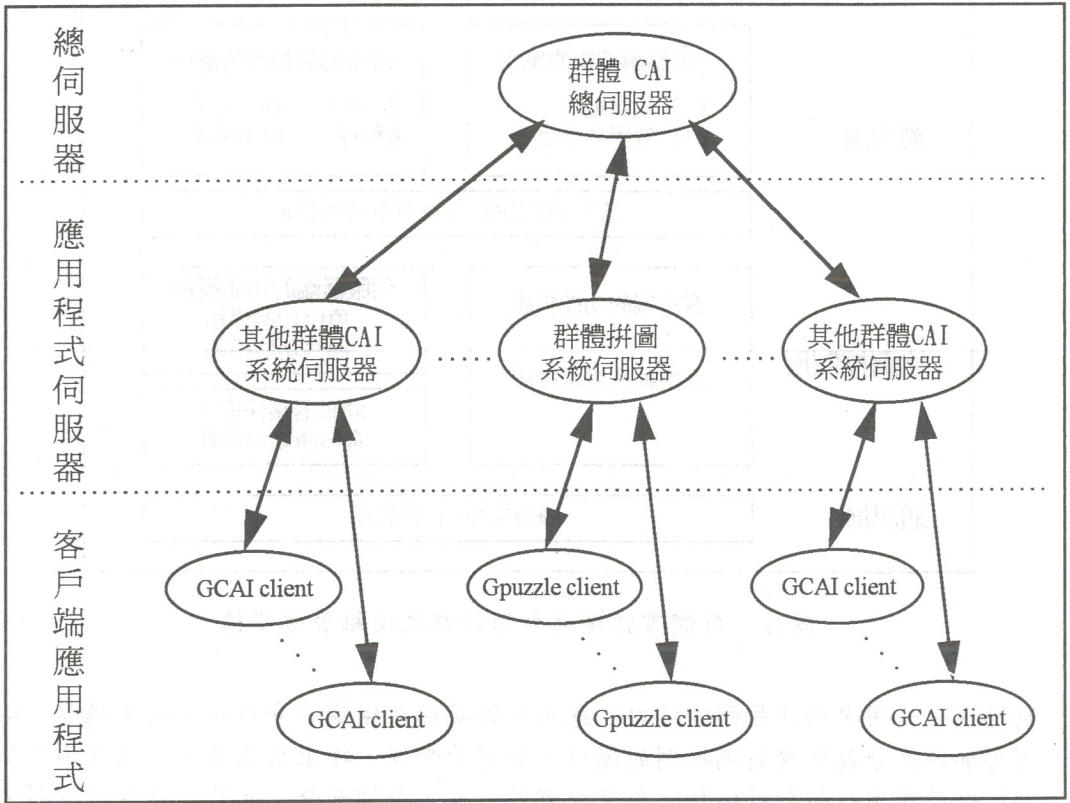


圖 3 群體電腦輔助教學系統之輪廓

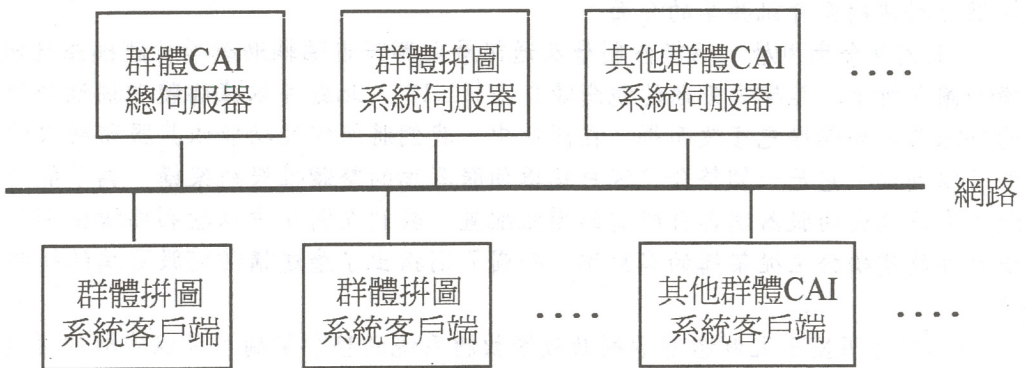


圖 4 系統輪廓的建構方式

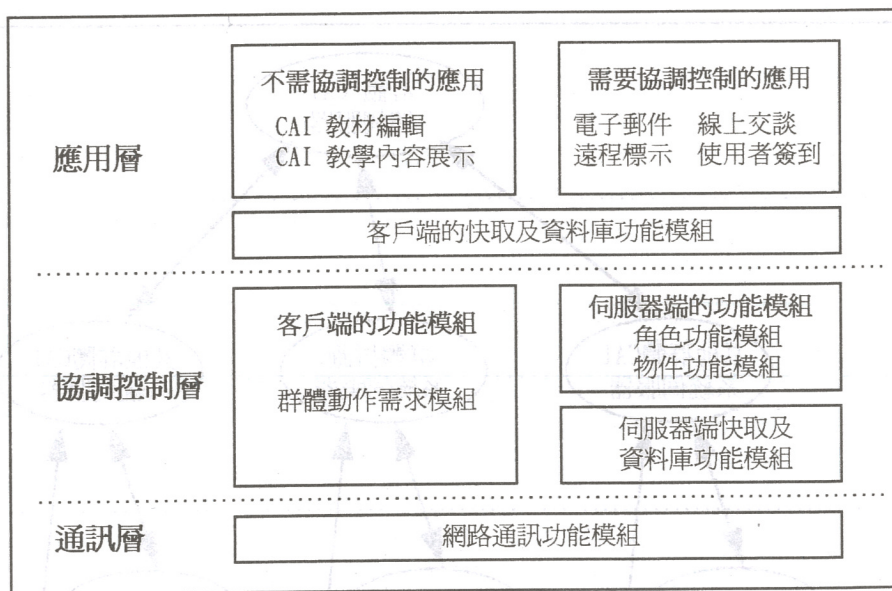


圖5 群體電腦輔助教學軟體之模組層級架構

直接提供使用者操作軟體的能力。應用層的功能在建構於分散式主從架構時，必須再加以區分為需要協調控制的應用（如電子郵件、線上交談等），以及不需協調控制的應用（如教材編輯、教學內容展示等）兩個部分。此外，為有效提昇系統績效，還可以加上快取及資料庫功能模組。協調控制層則分別為伺服器端和客戶端提供群體電腦輔助教學軟體所必備的各項群體協調基礎，如資料管理、工具管理和使用者角色管理等，為各種應用層的需求提供服務。通訊層則包含群體溝通所需的通訊功能及 OSI 參考架構傳輸層以下的服務，為群體電腦輔助教學軟體提供資料傳輸與資訊共享的介面。

上述包含應用層、協調控制層及通訊層之群體電腦輔助教學軟體模組層級架構如圖5所示。其層次分類的觀念源自於[11,12]，此處係依據群體電腦輔助教學的特殊要求加以擴充修改而得。在圖6中，我們將所需的功能依其服務層次的高低予以列出。它是一個整合了客戶端與伺服器端的整體性模組架構。為了能清楚顯示客戶端與伺服器端各自所需的模組配置，我們在圖6中以陰影描繪出那些模組元件應建構於主從架構的客戶端；而圖7則指出了應建構於伺服器端的模組元件。

本研究所提出之群體電腦輔助教學軟體系統的整合架構，係以宏觀的角度來結合各種不同的群體教學應用功能，它非常適合做為發展全面性、整合性的群體電腦輔助教學軟體，藉以保持應用系統間的相容性。但若使用者的需求僅需要某種單一的特殊教學應用，則可以省略有關群體電腦輔助教學軟體總伺服器的設計，僅需採用單一的應用程式伺服器，並在使用者的電腦中置入相對應的客戶端應

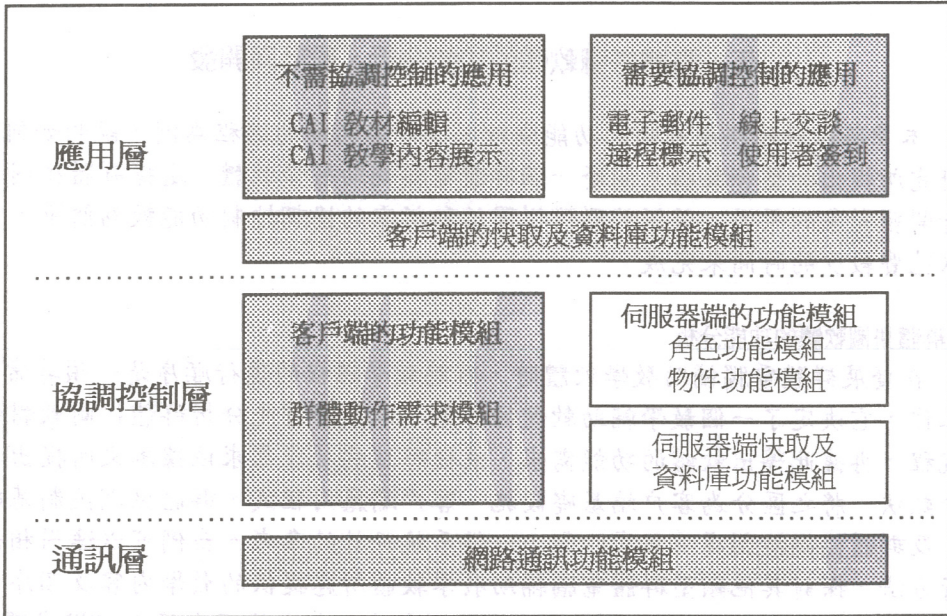


圖 6 群體電腦輔助教學軟體之客戶端 (client) 模組層級架構

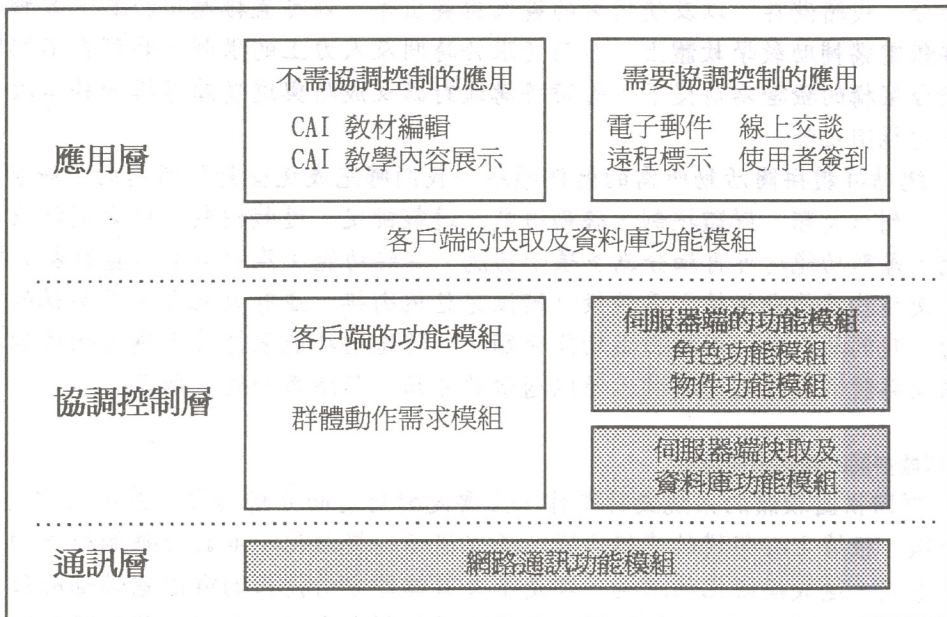


圖 7 群體電腦輔助教學軟體之伺服器端 (server) 模組層級架構

用程式即可。

伍、群體拼圖軟體的功能分析、設計與開發

本章將以群體拼圖軟體的功能分析、設計與開發的過程為例，說明如何運用本研究所提出的整合架構來開發一個群體電腦輔助教學軟體。選擇群體拼圖做為試行開發對象的原因，係鑑於群體拼圖活動所需的協調控制功能較為簡單，預期可以花費較少的時間來完成。

一、群體拼圖軟體的功能分析

在發展群體電腦輔助教學軟體時，確認教學課程的進行順序是一項非常重要的工作，它決定了一個教學輔助軟體的骨架。本節將首先分析群體拼圖軟體的使用流程，再據此導出軟體的功能需求，最後將這些功能需求依據本文所提出之功能分類法，將之區分為客戶端基礎設施、客戶端應用程式、群體協調控制基礎設施，及群體協調控制應用程式四類，以供系統設計的參考。我們可以運用相同的分析方法，探討其他類型群體電腦輔助教學軟體所應提供的教學內容及順序。

我們認為，群體拼圖活動所需之一系列動作，包含使用者簽入、模式選擇、圖形選擇、圖形切割、隨機配置、圖片搬移與放置、位置判斷、計時、計分、狀態更新、進度檢查、復原、儲存進度、溝通對話、成績儲存、使用者簽出等。它們之間的順序關係，如圖 8 所示。其中某些動作，如儲存進度、溝通對話、計時、計分、成績儲存，以及使用者的簽入與簽出等，均可直接應用於其他各種類型的群體電腦輔助教學軟體上。然而受限於時間及人力上的限制，我們在不影響系統整合架構的驗證為前提下，暫時將溝通對話及成績與進度儲存排除於本次系統實作的範圍之外。

總結群體拼圖活動所需的動作順序，我們將完成這些動作所需的系統功能歸納為下列六大類：群體控制、啟動遊戲、遊戲設定、遊戲控制、結束遊戲及雜項功能，每類功能均可再細分為多項子功能。這些功能及其細項子功能如表 1 所示。為了使這些功能與後續之系統設計階段完整地銜接，並有效配合主從架構的設計理念，我們利用本文所提出之功能分類法，將這些功能依據其與應用領域的相關性以及群體協調控制的相關性予以適當的分類，其結果如圖 9 所示。

二、群體拼圖軟體的系統設計

群體拼圖軟體的系統設計工作，主要是針對前面分析而得的系統所需功能及其分類，根據主從架構的建構方式，予以適當的模組化，並設計每個模組的內部運作方式。達成模組化的工具，即是本文第肆部分所提出的群體電腦輔助教學軟體模組層級架構。利用該模組層級架構的模組劃分方式，本研究將群體拼圖軟體所需的各項功能切割成多個模組，如圖 10 所示。在應用層中，需要協調控制的應用包括使用者簽到與簽出、遊戲參數設定和計分檢查；不需協調控制的應用則包

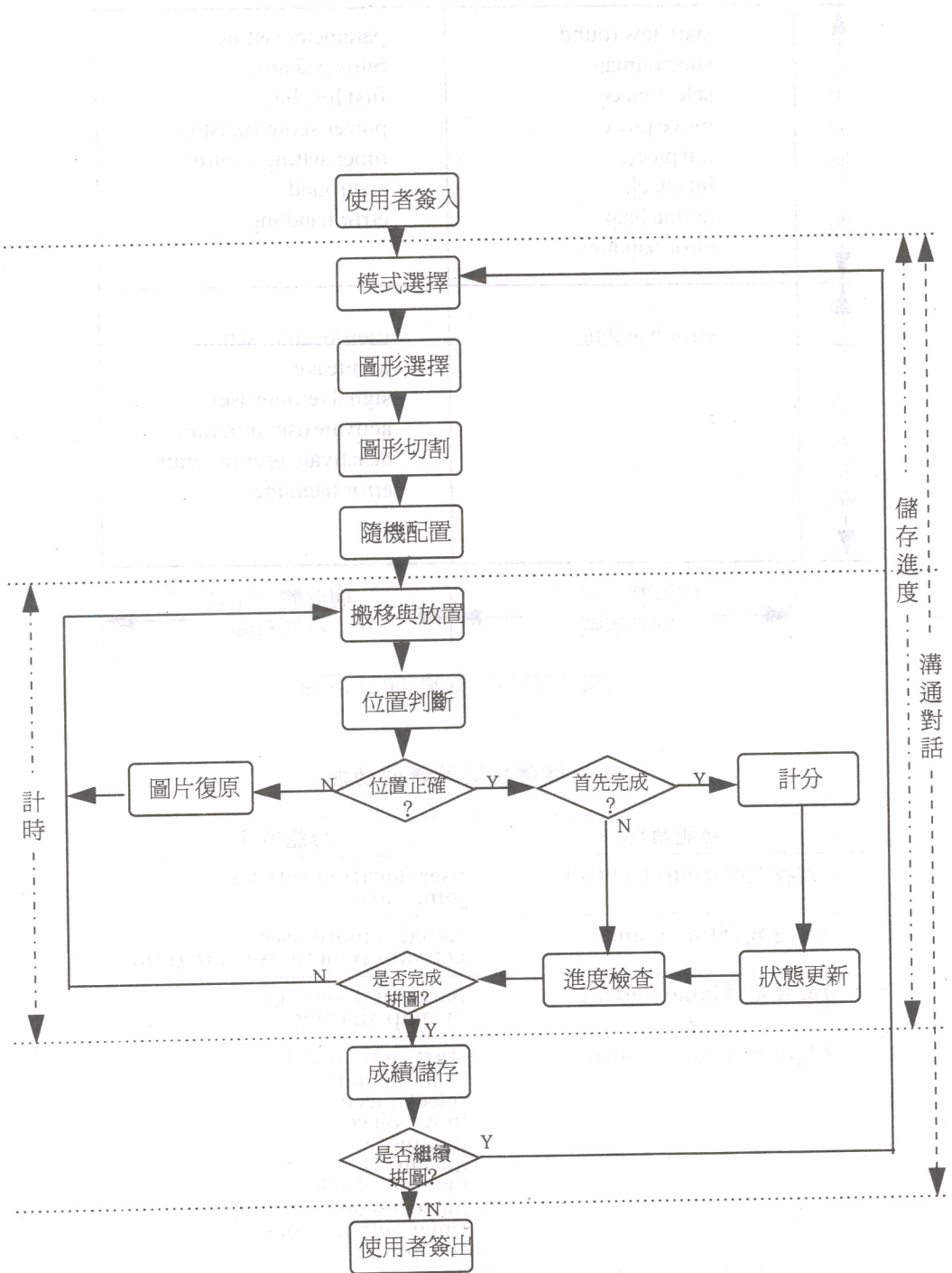


圖8 群體拼圖動作的順序關係

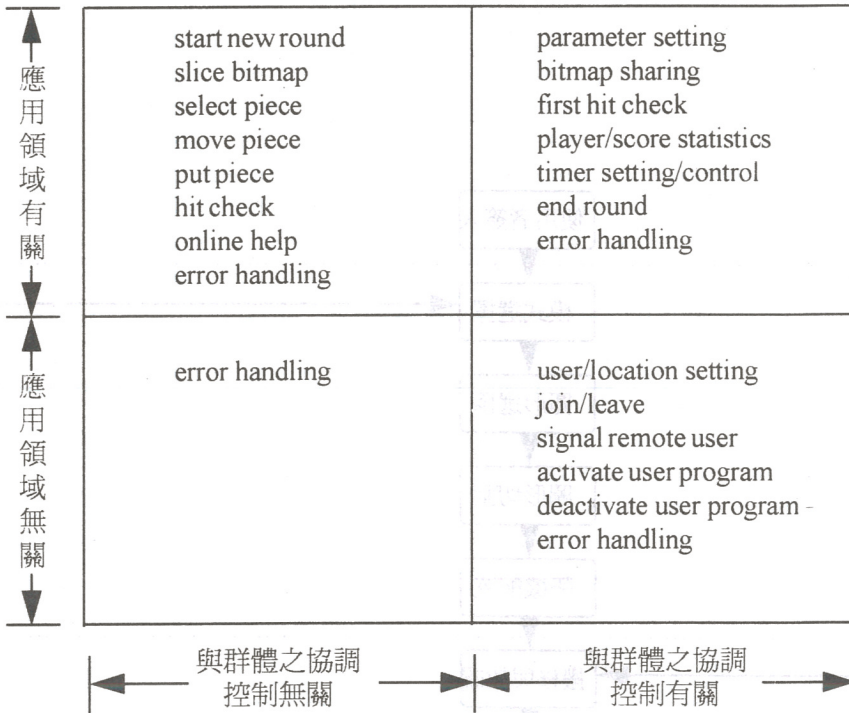


圖9 群體拼圖軟體功能分類圖

表1 群體拼圖軟體的功能

功能類別	功能項目
群體控制 (Group Control)	user/location setting join/leave
啓動遊戲 (Start Game)	signal remote user activate remote user program
遊戲設定 (Game Setting)	parameter setting bitmap sharing
遊戲控制 (Game Control)	start new round slice bitmap select piece move piece put piece hit check first hit check player/score statistics timer setting/control end round
雜項功能 (Misc. Requirement)	online help error handling
結束遊戲 (End Game)	signal remote user deactivate remote user program

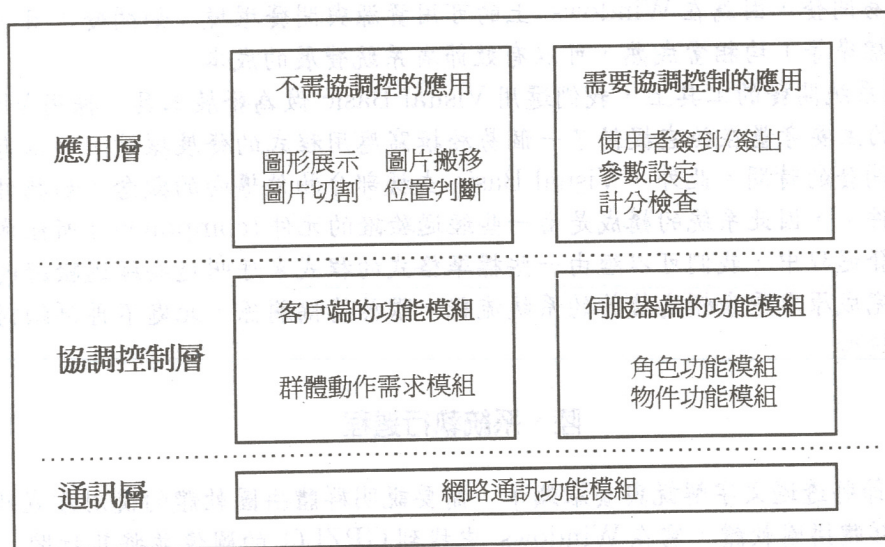


圖10 群體拼圖軟體之模組層級設計

含圖形展示、圖片搬移、圖片切割及圖片位置判斷。在協調控制層中，伺服器端的功能模組有二：角色功能模組負責維護使用者的角色及其權限，在群體拼圖軟體中，使用者的角色包括老師（主持人）及學生二類，其中只有老師擁有圖形（教材）選擇及宣佈拼圖正式開始的權限；物件功能模組中則包含圖形共享、系統時間同步控制等協調各客戶端使其保持一致性的功能。客戶端的群體動作需求模組的主要功能，是接受客戶端的群體協調控制要求，如請求判斷是否可以加分、請求加入或離開某一拼圖遊戲等，然後將此要求傳送給伺服器端的相關功能模組，以便由伺服器端提供服務。通訊層則為網路通訊功能模組，負責各客戶端與伺服器端之間控制訊息的實際傳遞。至於詳細的模組設計及實現方式，已超出本文的範圍，故不在此詳述。有興趣的讀者，可參考文獻[5]以獲得更多的設計細節。

三、群體拼圖軟體的開發

群體拼圖軟體的建構理念是一個提供多人同時使用的群體電腦輔助教學軟體，且不限定使用者的所在地是否為同一地點。因此，在網路傳送的協定上，我們選擇了TCP/IP，希望借重其對各種區域網路及廣域異質網路的穿透能力，使系統能在各種異質的網路上執行，以利各地裝設各種不同網路設備的使用者均能連線使用。例如，只要再透過PPP/SLIP，即可在電信網路中傳遞資料，讓擁有Modem的使用者在家利用電話撥號連線即可加入使用的行列。

在使用者介面上，為讓使用者感到親切並易於使用，我們選擇在個人電腦上最為流行的Microsoft Windows做為系統的發展平台，因此只要會使用Windows的使用者，即能輕鬆地進行群體拼圖。採用Windows做為發展平台的另一個好

處是容易開發，因為在 Windows 上的可用資源與開發環境（如開發工具、程式介面與標準等）均相當成熟，可以有效節省系統發展的成本。

在系統開發的工具上，我們選用 Visual Basic 做為發展工具。採用 Visual Basic 的主要考量在於它提供了一個易於撰寫應用程式的發展環境，可以有效節省系統開發的時間。此外，Visual Basic 支援部分物件導向的觀念（如物件、動作及事件），因此系統的構成是由一些經過驗證的元件（component）所組成。在實際開發過程中，我們可以經由一些標準格式的程式來呼叫這些經過驗證的元件，即可完成原本看來頗為複雜的系統流程。限於篇幅關係，此處不再詳細討論這些實作技術。

陸、系統執行過程

本節將透過文字解說與螢幕顯示，簡要說明群體拼圖軟體的使用方式及過程。欲使用群體拼圖軟體，需在 Windows 中找到 GPZLC 的圖像並將其打開。此時將會在螢幕上看到如圖 11 所示之群體拼圖軟體簽到畫面。使用者必須輸入伺服器端的 IP 位址、服務埠號、使用者姓名及密碼，然後按下簽到圖像鈕，此時系統將檢查上述輸入資料是否正確。待判定正確後，該使用者才算正式完成簽到工作。

以拼圖主持人身分簽入系統的使用者，在簽入後將有選擇欲拼湊之圖形的權利。選擇拼湊圖形的畫面如圖 12 所示。主持人可以選擇任何目錄之下的圖形檔案來做為拼圖的對象。在此畫面下，可以利用滑鼠選擇，亦可直接輸入檔案名稱，端視使用者之喜好。選擇完畢後，按下 OK 鈕，即完成圖形選擇的工作。

選好欲拼湊之圖形後，主持人還必須決定圖形切割的方式。本系統係運用水平切割及垂直切割的方式來切割圖形。主持人可以改變水平切割個數及垂直切割個數來決定圖形的切割方式，如圖 13 所示。此時，螢幕左邊會顯示未切割之圖形，主持人則在右邊的輸入視窗中選擇分割數，該視窗將同時顯示切割線，以利主持人觀察切割是否適當。完成決定切割數後，按下 OK 鈕，隨後螢幕將出現如圖 14 所示之等待拼圖參與者加入的畫面。此時系統將等待其他使用者的加入。當有使用者加入時，每個參與者的畫面上均會顯示出參與者的編號及姓名，並累計參與人數。當主持人決定開始進行拼圖活動時，只要按下「遊戲開始」圖像鈕，系統即結束等待階段，準備讓使用者們開始進行拼圖。為讓使用者在開始拼圖前能夠觀察完整圖形，系統將會給予每位拼圖參與者十秒鐘的觀察時間。此時每位使用者螢幕上均會出現如圖 15 所示之畫面。當倒數時間終了時，即正式展開群體拼圖活動。

當群體拼圖活動展開後，所有拼圖參與者的螢幕上將出現如圖 16 所示之畫面。此時左半部的方格即是拼圖完成區，而右半部則為切割並隨機排列後的圖形。所有使用者即可同時進行圖片搬移的工作。圖 17 是圖片搬移中的一個典型畫面。左半部的圖片，均已被置於正確位置，使用者僅能對右半部（暫存區）尚未放置完成的圖片進行搬移。

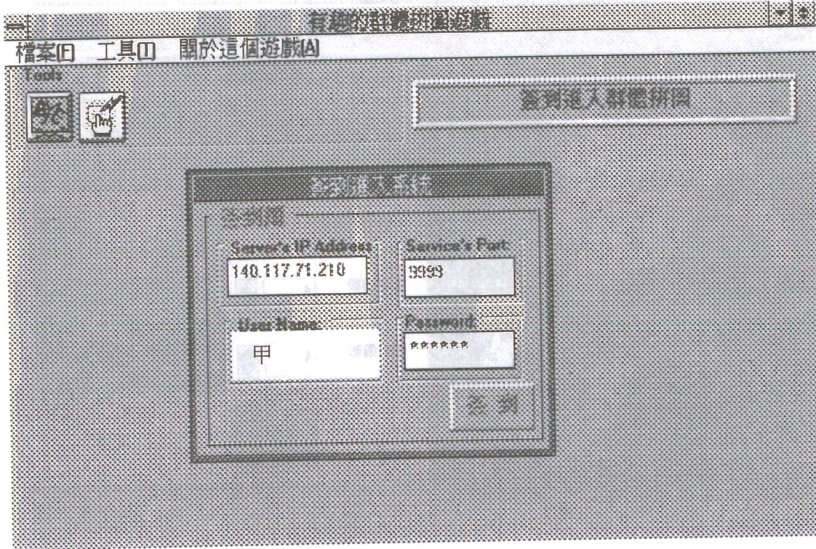


圖 11 群體拼圖軟體簽到畫面

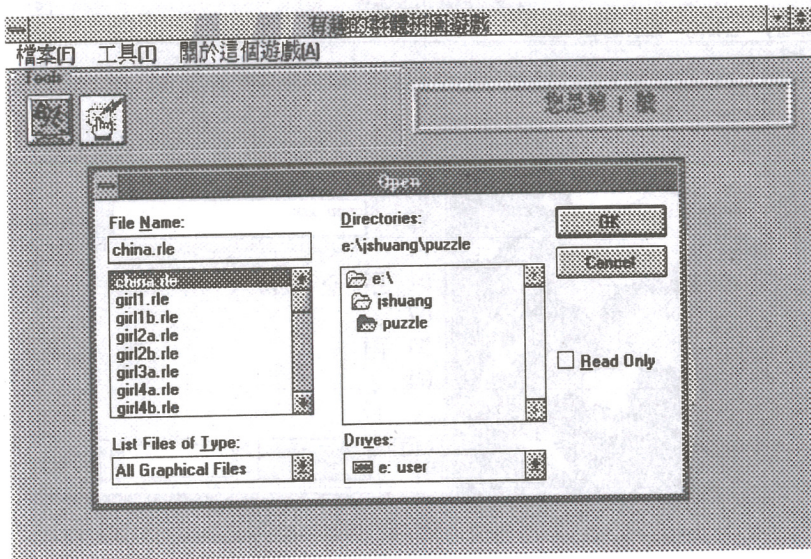


圖 12 選擇拼湊圖形的畫面

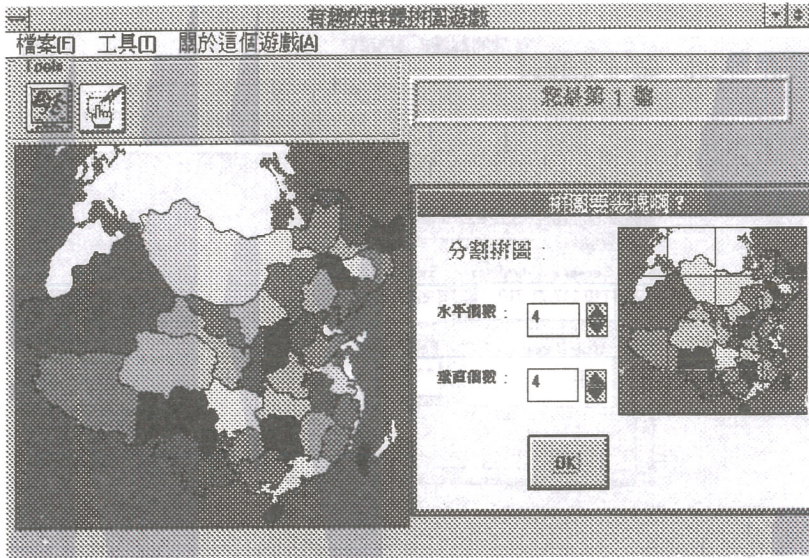


圖 13 選擇圖形切割的畫面

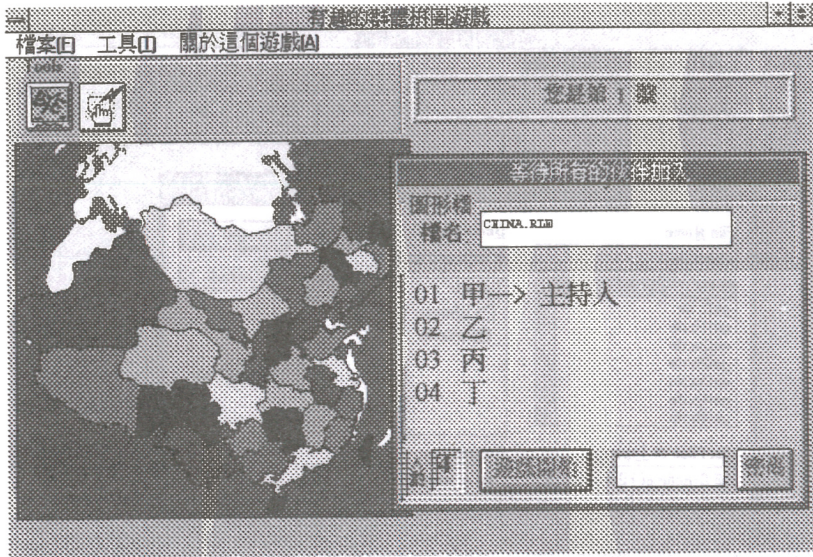


圖 14 等待拼圖參與者加入的畫面



圖 15 群體拼圖動作的順序關係

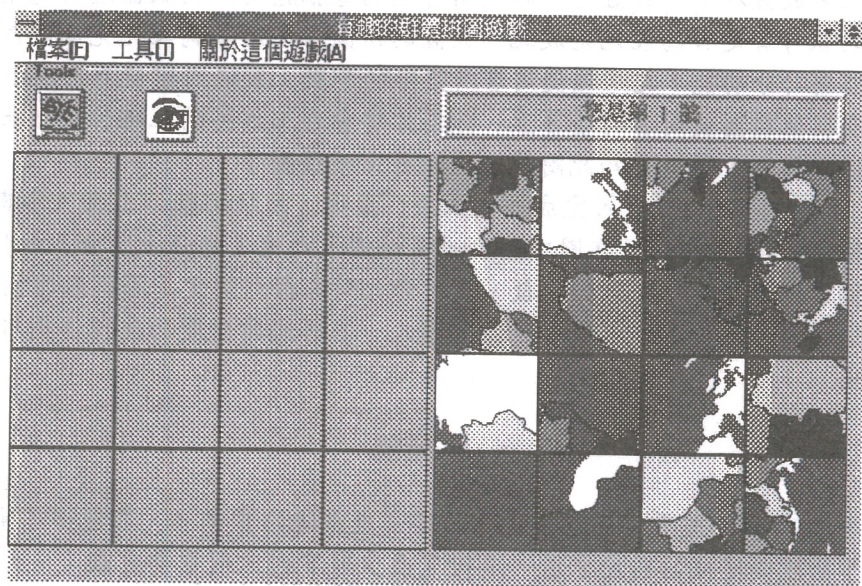


圖 16 圖片隨機配置後的畫面

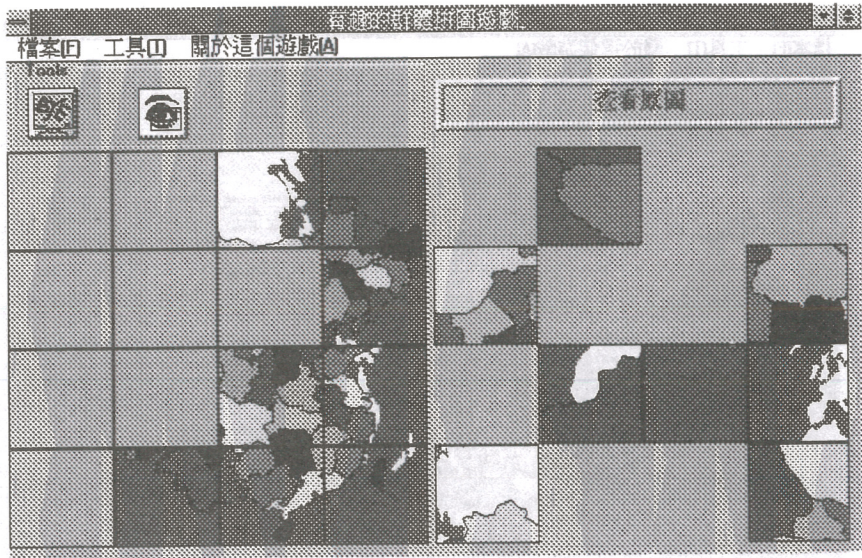


圖 17 圖片搬移中的畫面

在一塊圖片被使用者放置於完成區的某一位置之後，該使用者端的電腦應立即自動偵測放置位置是否正確，若其放置位置錯誤，則以自動復原的功能，將該誤植圖片「放回」至暫存區中原先位置所在，以利其再度搬移。當某一圖片被某地的使用者放置於正確位置時，該使用者端的電腦應通知伺服器端的電腦，檢查該動作的執行者是否為最先完成此一放置的拼圖者。若其為最先完成放置者，系統即可啟動計分功能，記錄該使用者所獲得的分數（系統內建值為每次加一分）。同時，在其他拼圖使用者的螢幕上，該圖片將會在工作區的正确位置上出現，並從暫存區中消失，藉以告知此圖片已被搬至正確位置了。

當所有的圖片均被置入完成區之正確位置後，系統將顯示出每位參與者所獲得的成績，如圖 18 所示。在圖中顯示，在這個十六塊（總分十六分）的拼圖遊戲中，每個參與者各從中獲得之分數。使用者此時有權利決定是否再繼續拼圖遊戲。若繼續進行，原主持人可以續任，亦可換人。不再繼續拼圖的使用者則可離開系統並簽出。

柒、結論

本研究的執行成果，無論在理論的建立或系統的實作上，都獲得了重大的成就。從學術理論建立的角度來看，本研究至少有下列三項重要貢獻：

- (1) 將群體軟體的觀念引入電腦輔助教學的領域中，並主張「群體電腦輔助教學軟體」的研究開發。我們相信，將群體互動的機制建構於電腦輔助教學中，將有助於群體的學習成效。
- (2) 提出一個能夠有效指導群體電腦輔助教學軟體發展的群體軟體功能分類架構。

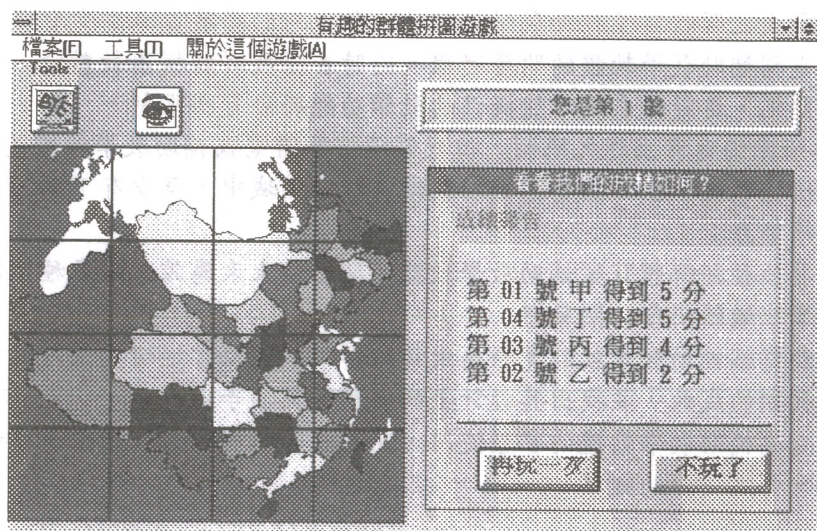


圖 18 拼圖成績報告的畫面

由於現有的各種群體軟體功能分類架構均無法有效指導群體軟體的發展，本研究提出一個能滿足指導在主從架構下發展群體軟體的功能分類架構，有助於維持群體電腦輔助教學軟體在分析與設計上的一貫性。

- (3) 提出一個整合各類群體電腦輔助教學軟體發展的三層式系統架構。由於提倡共用模組的建立，利用此架構除可降低各種群體電腦輔助教學軟體的開發成本外，並能保證各系統之間具有高度的一致性，有利於群體電腦輔助教學軟體的迅速開發與維護。

由於中山大學資管所先前已在相同的環境下發展了一套電子會議系統及群體繪圖軟體 [4,7,19,20]，這些工具將來可視需要，逐漸整合至群體電腦輔助教學軟體中，以提升其教學成效。目前另一個正在進行的「群體電子書編輯系統」專案，其成果將可用來做為多人同步線上編輯多媒體教材之用。因此，展望未來群體電腦輔助教學軟體之發展與應用前途，將是無可限量的。

本研究發展之群體拼圖軟體，其主要教學功能在於它能在遊戲的過程中，提升學習者對於問題的分析與歸納能力。學習者必須在一群混亂的圖片中，運用適當的分析法則，瞭解各塊圖片究竟在原圖形中的那個部分；亦可使用一些歸納方法（如類似的顏色等）以加速拼圖的完成。茲舉群體拼圖軟體應用在地理課程教學上的應用為例。當教師在說明某一國家內各區域的地理位置時，即可將該國家的圖形打散成多塊圖片，讓學生嘗試著透過群體拼圖過程，使其在實際的操作及互動的學習過程中，激發其分析與歸納的能力（有別於傳統的背誦方式），以增進其對該國家各地理位置的瞭解。講授完畢後，亦可於適當時機透過群體拼圖軟體進行拼圖比賽，以考核學習成效。

本研究目前僅針對「群體拼圖軟體」進行分析、設計與實作。由於群體拼圖

軟體係遊戲式之群體電腦輔助教學軟體的一種，它的發展並無法完全包含其他類型之群體電腦輔助教學軟體的開發過程。同時在發展群體拼圖軟體時，也對部分功能予以簡化，這對於系統所能提供的教學功能將會有所限制。

雖本研究仍存有上述之限制，但我們深信群體電腦輔助教學軟體是一個非常有潛力的研究領域。在群體電腦輔助教學軟體的領域中，至少有下列三個研究方向值得繼續努力：

- (1) 完成其他種類群體電腦輔助教學軟體的開發。未來應該針對多種不同教學方式的需求繼續研發相關軟體。
- (2) 將群體電腦輔助教學軟體實際應用於教學中，並以實證研究來評估它是否能達成預期的成效，並找出其設計上的缺點，設法予以改進。
- (3) 群體電腦輔助教學軟體的實際使用，究竟會帶給現有教育體系何種程度的影響，有待進一步的觀察。

參考文獻

1. 余善真、鄭鳳生，“全球資訊網教學環境”，第四屆國際電腦輔助教學研討會論文集，民國八十四年三月，頁S4-24至S4-30。
2. 洪榮昭，電腦輔助教學之設計原理與應用，松崗電腦圖書公司出版，民國七十八年九月。
3. 梁定澎，“多媒體電子會議系統之設計”，1994多媒體技術研討會論文集，民國八十三年。
4. 梁定澎、陳年興，“群體協力行為模式之研究與人機介面之設計：以多媒體電子會議為例”，工研院委託研究報告，民國八十三年。
5. 梁定澎、陳年興，群體軟體在CAI上的應用(二)，教育部電子計算機中心專題研究計劃期末報告，民國八十四年五月。
6. 淡江大學，淡江大學電腦輔助教學，淡江大學電腦教學中心出版，民七十三年十月。
7. 陳天亮、洪國書、謝伯昌、靳嘯虹、蘇柏胡、梁定澎、陳年興，“電子會議系統之發展架構”，第五屆全國資訊管理研討會論文集，民國八十三年。
8. 陳昭雄，電腦輔助教學概論，松崗電腦圖書公司出版，民國七十七年六月。
9. Bock, G. “Groupware: The Next Generation for Information Processing?” in Marca and Bock (Eds.) Groupware: Software for Computer-Supported Cooperative Work, IEEE, Los Alamitos, 1992, pp.1-6.
10. Bullen, C., and Bennett, J. “Learning From User Experience With Groupware.” Proceedings CSCW '90, October, 1990.
11. Chen, N. S., Chao, K. J. and Hsu, M. H. “Developing Groupware Applications Using Client/Server with Event-Pipe Method.” Proceedings of 1995

- Pan Pacific Conference on Information Systems , Singapore,1995.
12. Chen, N. S., Hsu, M. H. and Chao, K. J. "Developing Groupware Applications Using Middleware Support." Proceedings of the ISDSS '95, Hong Kong, 1995, pp.443-452.
 13. DeSanctis, G., and Gallupe R. B. "A Foundation for the Study of Group Decision Support Systems." Management Science, Vol. 33, No.2, 1987, pp.589-609.
 14. Egbert, J. "Group Support Systems for Computer Assisted Language Learning: Of Evolution, Purpose, and Real-Time Interaction." in Jessup and Valacich (Eds.) Group Support Systems, New York: Macmillan, 1993.
 15. Ellis, C. A., Gibbs, S. J., and Rein, G. L. "Design and Use of a Group Editor." in G. Cockton (Eds.) Engineering for Human-Computer Interaction. North-Holland, Amsterdam, 1990, pp.13-25.
 16. Engelbart, D. C., and Elish, W. K. "A Research Center for Augmenting Human Intellect." Proceedings of the Fall Joint Computer Conference, 1968, pp.395-410.
 17. Johansen, R. Groupware: Computer Support for Business Teams. New York: The Free Press., 1988.
 18. Liang, T. P. "Model Management for Group Decision Support." MIS Quarterly, Vo.12, No.4, 1988, pp.667-680.
 19. Liang, T. P., Lai, H., Chen, N. S., Wei, H., and Chen, M.C. "When Client/Server Isn't Enough: Coordinating Multiple Distributed Tasks.;" IEEE Computer, Vol.27, No.5, 1994, pp.73-79.
 20. Liang, T. P., Wang, J. M. and Wang C. E. "Workflow Modelling and Implementation." Proceedings of the 1993 Pan Pacific Conference on Information Systems , Kaohsiung, Taiwan, 1993, pp.251-254.
 21. Nunamaker, J. F. Jr., Dennis, A. R., Valacich, J. S., and Vogel, D. R. "Electronic Meeting Systems to Support Group Work: Theory and Practice at Arizona." Communications of the ACM, Vol. 34, No.7, 1991, pp.40-61.
 22. Wagner G. R., Wynne B. E., and Mennecke B. E. "Group Support Systems Facilities and Software." in Jessup and Valacich (Eds.) Group Support Systems, New York: Macmillan, 1993.