

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

總計畫(2/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2520-S-009-008-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立交通大學資訊科學學系

計畫主持人：孫春在

共同主持人：蔡今中，袁賢銘

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國92年5月29日

國科會科教處九十一年度整合型計畫

網路合作設計應用於自然與科技領域之整合型研究：環境、
學習、評估、與應用

總計畫

期中報告

計畫編號：NSC 91-2520-S-009-008

關鍵詞：合作設計、同儕評量、網路學習、思考風格、學習動機

總計畫主持人

國立交通大學資訊科學系 孫春在 教授

國立交通大學資訊科學系 袁賢銘 教授

國立交通大學教育研究所 蔡今中 教授

一、研究動機

本計畫的目的是在網路學習環境中發展以合作設計為主體的學習策略並作評估。然而合作是一個動態而精緻的互動過程，並不是簡單地將幾個人聚在一起就可以產生預期的學習效果。相反的，我們需要事先了解影響合作成效的因素，才能發展出良好的合作模式，進而促成學習的成效。

基於過去四年的計劃經驗與成果，我們發現影響合作成效的原因眾多，因此總計畫首先分析以往合作學習相關的研究文獻，將影響合作的因素區分為兩類：一是成員間的組成及互動因素，二是合作工作的性質。本整合計畫執行多次合作設計實驗，我們希望能在進行這些教學實驗時能夠更確實的控制可能影響成果的變因，以增進實驗結果的解釋性。其中，在合作成員因素方面包括種族文化的差異、性別的影響、個人的學習動機、個人喜好團隊的程度、自我效能、思考風格等等(John 1998、1999, Warren, et al. 1998, Victor, et al. 1996, Rene, et al. 1996, Jason, et al. 2000, Sternberg, 1994)，均值得深入探索。在合作工作的性質方面如：此工作是否適合在合作模式中進行？工作本身的是否具有可分割性、工作的表現要求為何？工作與成員資源間的關係為何？分工部門間的相關性是高或低？(Steiner, 1972)都是非常值得探討的問題。

在上述影響合作成效的因素中有一個部分是個人特質，此部分以往國內外的研究多以性別、種族、自信等為主，我們則將目標訂為影響合作學習的教育心理因素，例如思考風格(Sternberg, 1994)。思考風格是運用才智的方式，若思考風格與環境條件相同智能也才足以有效發揮。於 Sternberg 提出的思考教學中認為：在互動中，思考上的互相教導和潛移默化是智能成長重要途徑之一。所以，思考風格在合作學習中可能也是相當重要的因素之一。

而除了個人特質，從另一個角度來看合作學習，我們可以發現分組方法是合作學習最根本、最源頭的問題，它不僅可以幫助我們有效的驗證假設，更可以讓我們針對許多影響合作的因素找到最佳組合。因此，在分析了影響合作的因素後，若我們希望在分組時同時考慮這些因素找出最佳組合，單靠以往教師憑經驗或感覺進行分組的話，將會造成分組時需同時考量多變因的困難度。另一方面，延續以往的計畫，我們希望能找出具有較高效能團隊的研究，因此總計畫分析了各種分組的可能性，並以程序化的程式處理方式進行電腦分組，以滿足實驗時所需的各種分組需求。在此，我們設計了一個可以輸入多維參數，並能針對各種不同組隊需求而動態調整組隊演算法的模型，以解決無法有效分組之問題，並在群組人力規劃和配置上同時兼顧平衡與效能兩方面的考慮，並以期望本模型能適用各種情況下。

二、文獻探討

團體效能

Baron, Kerr, and Miller (1992) 論述 Steiner (1972) 之團體效能模型認為：一個小組可能的最大生產力為成員的資源(member resources)加上任務需求(task demands)，減掉小組互動過程的損失(group process loss)。這裡所指的成員資源是企圖完成工作之成員的相關知識、能力、技術、工具……等等，然而這些資源是否有用都跟他所要完成的工作有直接的關係，因此要分析一個小組可能有的最大效能，其工作本質是最具決定性的。Steiner (1972) 將所有工作分析後發現有三個特徵可以用來區分工作的種類，分別為工作的是否可分割性、工作的表現要求、工作與成員資源間的關係。

1. 可分割性：指的是一個工作是否可分割為更小的單元，各單元再由不同人來完成，如果可以則稱該工作為可分割的(divisible)，不然則稱之具有單位性質(unitary)。

2. 表現要求：指的是評量工作效能的準則，分為最大表現與最佳表現的工作(maximizing and optimizing performance criteria)兩種，所謂最大表現是評定成功時，需看小組工作表現的最大量或最快速度，例如拔河就是這樣性質的工作。而最佳表現對成功的要求則是意味著找到一種比較好的(可以有不同「好」的定義)解決問題之道，例如解一個最佳組合的問題。

3. 工作與成員資源間的關係：分為四種方式，不匯整、匯整、加總、或自由組合貢獻(4 types of task demands linking with individual resources: disjunctive, conjunctive, additive, or discretionary)，不匯整的工作與資源關係指的是小組從成員中選擇單獨一個人的工作成果當作小組的表現即可，所以只要小組中一個人有提出答案的能力就可以了，例如解最佳組合問題，每個組員可能有不同的解答，此時小組必須挑選一個他們認為最好的答案來當做該組的答案。連結式結合指的是評定小組成就時以最差成員的水準當作總成績，因此小組每一成員都必然有解決問題的能力，例如攀岩時繩索一個串著一個組員，只要有一個人爬不上去，該小組便會失敗，因此小組的成功，是體能技巧最差的也能攀上目標。加總結合是每個成員的貢獻一點一滴加在一起當作小組的表現，例如拔河。自由組合貢獻則是由成員自由尋找任意方式組合資源，例如藍調樂團奏出的音樂，永遠有創新、任意組合的可能性與自由。

除了成員的資源以及工作本身的性質不同會影響團體效能外，小組成員在合作的過程中也會造成效能損失，Baron, Kerr, and Miller (1992) 分析後歸納出三個主要因素，分別為組員特質、集體研討、組的大小。

1. 組員特質：

在討論的過程中，有些個人特質將會影響小組的成效，例如：說服他人的

能力、解題者的地位、解題者的自信。組員必須能夠將自己的想法明確地表達出來並且說服其他組員，但並不是每個人都具有這樣的表達能力及說服能力。再者，提出解答的組員可能是大家認為成績不好或本來不認為他有解題能力的，那麼他提出的答案可能就無法被接受。最後，想到解答的人還必須對自己有信心，才會將答案說出來，不然可能一開始就被他自己否定了。所以當小組中最有能力的人不是具有自信，且相當會說話，並在小組中具有最高的地位的那個人時，他們的團體效能就會大大的降低了。

2. 集體研討：

在小組進行腦力激盪時可能造成團體效能的降低或被限制，所謂的限制是同一時間內只能有一個人發表意見，於是等待發言中的學生可能就放棄當初的想法，或甚至不小心忘記要講什麼，也可能因為覺得其他組員都已經表達得清楚，自己沒有責任再貢獻了。

3. 組的大小：

根據 Triplett (1898), Kravitz & Martin (1986), Ringelmann (1913)等學者的研究發現團體效能會隨著群體的增大而增加，但是以負加速度成長的。組員的多寡會影響小組的生產力，但也會增加小組的過程損失，而這之間的平衡點還是該由工作本身的性質來決定。例如集體性質的工作（評估時是看最差的那個組員的表現），越大的群組只會有越差的效能。

歸納以上所有的分析可以發現，影響團體效能的因素最主要為：工作性質、成員資源、組員特質、互動討論造成的損失、組的大小。

分組方法

目前教育上常見的分組方法有「學生自行選擇組員」、「隨機組隊」、「互補組隊」、「平衡組隊」四種。(Huxham & Land, 2000)

1. 學生自行選擇組員：由學生自己尋找合適的組員，如此組內成員彼此熟悉，合作較易進行，減少溝通上的損失。但也可能造成成績差或人緣不佳的學生找不到組員，或是有搭便車的行為。

2. 隨機組隊：老師採用抽籤或電腦隨機組隊的方式形成小組，學生分佈平均，目前還沒有一種分組法可以證明比隨機組隊一定要好。

3. 互補組隊(heterogeneous grouping, Jaques, 1984)：將特質不同的學生組在一起，例如將成績好的學生和成績不好的學生組成一組，希望成績好的學生能引導成績差的學生，使其能有所進步。這樣的方組法可以讓學生提早適應社會上不平等不公平的現實，學習如何與不同的人相處、共事，因此將差異越大的人組成

一隊越好，例如：男生和女生，外向和內向。

4. 平衡組隊(skill balance grouping, Katzenbach & Smith, 1993)：將組員角色事先設定，讓每一組都符合這樣的角色分派。例如設定小組內有領導者、評估者、執行者三種角色，則組成許多這樣的小組，小組內差異性大，但小組間的差異性則越小越好。

許多合作學習都著重在異質組的研究，但其實也可以觀察同質組內有什麼互動方式，因此還可有同質組的組隊方式。

從資訊演算法觀點來看，分組其實是一個組合最佳解問題。不同於一般分群法只要將現有的資料區分開來，分組問題需要考慮到更高層次的問題，因為它既有固定組員人數的限制，又必須將所有參與人員都納入某一個分組，還必須找到合適的組員組在一起。鄭心惠(2000)提出使用基因演算法解決分組問題，她採用爬山式 (Hill Climbing) 演算法企圖跳開局部最佳解，讓演化更具變化性。本論文詳細整理組隊可能需求，針對不同需求定義出組隊標準，再採用基因演算法使組隊結果更好，提出一個更具彈性且較為周密的分組模型。

三、分組方法

分組模型的整個流程可分為初步分群和最佳化組隊兩部分。初步分群是為了使我們的分組結果具有意義，如高行政群、三高群，而不再是單純的同質組這類統稱。初步分群可採用 K-means 分群法或 density 分群法兩種，前者強調距離的重要性，先隨意設定幾個群中心，再將靠近那些群中心的點構成一類，反覆計算群中心並重新分派進該群，此法簡單且必收斂，但若遇到異常點將使結果變的相當差，且須事先知道要分成幾群。後者則強調結構的重要性，認為同一類的結構緊密，所以以密度為準則，利用分裂聚合的操作進行分群，此法不需事先知道群數，且分出來的結果和人直觀的分群結果比較接近。最佳化組隊部份將根據實驗需求進行不同組隊演算法，首先我們提出兩種主要的演算法：距離法、形狀法。

距離法

將多變項對應到空間結構，每一空間維度代表一種變項，則每個學生將為空間上一點。如以行政、立法、司法三變項為例，將建構出一三度空間，而兩學生間的差異則為兩點間距離。若以三人為組，則一組在空間上將被表示為一個三角形，而在同質組裡三角形越小越好。因此，只要我們將所有點兩兩距離算出，找最小的任兩點合併，直到有某三點被合併了，則第一組產生，其為全部學生裡差異最小的一組，將之去除後剩餘的點繼續尋找最小距離合併，以此類推，直到所有的點都被處理。

但這樣以距離為準則，由小而大慢慢聚合的方式有一個潛在的問題，也就

是它可能會為了產生最小三角形組(以三人組為例)，而使得整體效能變差，如例子中：最好的同質組組隊方式可能是 (A, B, F), (C, D, E)，但 A、B 卻選擇了最近的 C 組成一組，而使得剩下的 F 必須得跟 D、E 組隊，造成可能會出現很大的三角形，但這裡我們希望組成的是同質組，所以應該每個三角形都越小越好。為了避免這樣因重視最小距離而忽略整體效能，我們提出另一種方法，由形狀來決定組隊。

形狀法

以整體來看，所謂都是同質組表示每個小組都很像，但以距離聚合方式會造成第一組很像，漸漸變“不像”，所以該以整體的觀點去看，而非以個人的角度出發，因此提出“形狀”這樣的相似度定義。

形狀的概念來源是同質組就是要“像”，而所謂的像是距離近或是看起來的形狀像，若將使用者的特徵向量畫出，其端點將會形成一個圖形，以三維特徵為例，其圖形為三角形，故同質組組員的三角形如能越像表示越同質。其實從距離角度來看，就是希望各學生在該為度上的向量質差越小越好。不使用距離直接兩兩相減的方式，根據肯德爾和諧係數 (Kendall's coefficient of rank correlation) 的觀念，越相近表示和平均值的誤差越小，因此定義出一相似度計算方式：

$$\sum_{i=1}^n \sqrt{(X_i - \bar{X})^2} + \sum_{i=1}^n \sqrt{(Y_i - \bar{Y})^2} + \Lambda \quad n: \text{小組組員個數}, \quad X、Y: \text{變項}$$

$$\bar{X} = \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) / n$$

第一項為組內各學生之變項 X 與組內該變項平均值的差總合，第二項為與第二個變項間的差總合，以此類推，因此質越大表示其相似度越低。若已知整體的平均相似度，則希望每個小組與平均相似度的差越小越好。

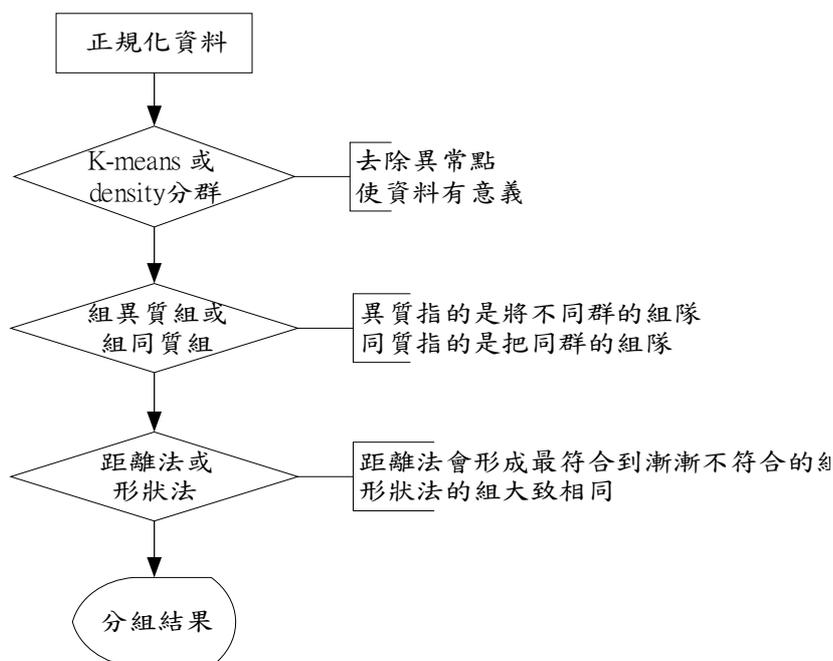
定義形狀相似度的公式後，可計算出整體資料相似度，以整體資料相似度值為小組組隊準則，利用基因演算法試圖組出類似整體資料相似度的小組，如此便可使所有資料有最佳化的組合，使每個點都可被重視到。整體資料相似度可透過將整體資料分群 (群數極為小組人數)，找出各群群中心，則群中心組隊的相似度即整體資料相似度。

距離與形狀兩種方式的比較

由形狀為出發點的公式看起來似乎還是使用了“距離”，但不同的是他是以整體的觀點出發。以整體的角度來看，距離法屬於貪婪演算法 (greedy algorithm)，看到最小的就組成一組，可能造成破壞整體效能，而形狀法則可透

過形狀相似度的計算將現有的資料組成最符合整體相似度的小組。因此距離法找出的小組三角形會由小漸漸變大，可能變到相當大而失去了原有同質的性質了；而形狀法雖然無法找出最小的三角形，卻可以使每個三角型(也就是每個小組)最相像，也就是組間也是同質組。

以下流程圖為分組流程：



參考文獻

鄭心惠(民 89)。合作學習環境中學生分組模式之研究。國立交通大學資訊科學研究所碩士論文。

Baron, R. S., Kerr, N. L., & Miller, N. (1992). *Group process, Group decision, Group action*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.

Blignaut, R. J., & Venter I. M. (1998). Teamwork: can it equip university science students with more than rigid subject knowledge? *Computer and Education*, 31, 265-279.

Cohen, E. G. (1994). Restructuring the classroom: conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64(1), 1-35.

Cordero, R., DiTomaso, N., & Farris, G. F. (1996). Gender and race/ethnic composition of technical work group: relationship to creative productivity and morale. *Journal of Engineering and Technology Management*, 13, 205-221.

- Cosden, M. A., & English, J. P. (1987). The effects of grouping, self esteem, and locus of control on microcomputer performance and help seeking by mildly handicapped students. *Journal of Educational Computing Research*, 3, 443-460.
- Henry, S. M., & Stevens, K. T. (1999). Using Belbin's leadership role to improve team effectiveness: An empirical investigation. *The Journal of Systems and Software*, 44, 241-250.
- Huxham, M., & Land, R. (2000). Assigning students in group work projects. Can we do better than random? *Innovations in Education and Training International*, 37(1), 17-22.
- Kravitz, D. A., & Martin, B. (1986). Ringelmann rediscovered: The original article. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50, 936-941.
- Li, W., & Aiken, M. (1998). Inductive learning from preclassified training examples: an empirical study. *IEEE Transaction on System, Management, and Cybernetics-Part C: Applications and review*, 28(2), 288-295.
- Lou, Y., Abrami, P. C., & d'Apollonia S. (2001). Small group and individual learning with technology: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 71(3), 449-521.
- Lurey, J. S., & Raisinghani, M. S. (2001). An expirical study of best practices in virtual teams. *Information and Management*, 38, 523-544.
- Ma, J., & Zhou, D. (2000). Fussy set approach to the assessment of student-centered learning. *IEEE Transactions on Education*, 43(2), 237-241
- Ringelmann, M. (1913). Research on animate sources of power: The work of man. *Annales de l'Institut National Agronomique*, 2e serie-tome 7, 1-40
- Savicki, V., Kelley, M., & Lingenfelter, D. (1996). Gender and group composition in small task groups using computer-mediates communication. *Computers in Human Behavior*, 12(2), 209-224.
- Steiner, I. D. (1972). *Group process and productivity*. New York: Academic Press.
- Sternberg, R. J. (1998). *Thinking styles*. NY: Cambridge University Press.
- Sun, C. T., & Chou, C. (1996). Experiencing CORAL: Design and implementation of distant cooperative learning. *IEEE Transaction on Education*, 39, 357-366.
- Triplett, N. (1898). The dynamogenic factors in pacemaking and competition. *Journal of Psychology*, 9, 507-533.

