

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

擴展修正 GOMS 模式於團隊與群體作業之研究(I) 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 96-2221-E-041-023-
執行期間：96年08月01日至97年07月31日
執行單位：嘉南藥理科技大學資訊管理系

計畫主持人：李豐良

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：杜家鼎
大專生-兼任助理人員：劉宏益

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 97 年 09 月 30 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 ☒ 成果報告
☐ 期中進度報告

擴展修正 GOMS 模式於團隊與群體作業之研究(I)

計畫類別：☒ 個別型計畫 ☐ 整合型計畫

計畫編號：NSC 96-2221-E-041-023-

執行期間：96 年 8 月 1 日至 97 年 7 月 31 日

計畫主持人：李豐良

共同主持人：許尚華

計畫參與人員：杜家鼎、劉宏益

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：☒ 精簡報告 ☐ 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

☐ 赴國外出差或研習心得報告一份

☐ 赴大陸地區出差或研習心得報告一份

☒ 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

☐ 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

☐ 涉及專利或其他智慧財產權，☐ 一年☐ 二年後可公開查詢

執行單位：嘉南藥理科技大學

中 華 民 國 97 年 7 月 31 日

摘 要

由於電腦網路科技的快速進步，產生了「是否可以經過電腦網路，運用電腦以進行群體或團隊間合作的工作概念」，並進一步相互結合，產生所謂電腦支援協同工作(Computer Support Collaborative Work, CSCW)的研究領域。這樣的工作型式可以讓群體或團隊的使用者即使在不同的地點，仍可透過電腦網路來共同討論與合作。在 CSCW 的環境中，使用者可以不必離開原有的工作環境，仍能互相溝通及分享共同的資料，可以節省時間與空間的浪費。但是電腦支援協同工作的群體中的成員之間的關係不只是基於溝通、協同與相互合作而已；有許多工作間的關係可能具有多重的意義存在，而且混合了許多元素，這些元素包含合作、衝突、愉快、競爭、共同研究、承諾、警告、控制、強迫、相互合作與反對等。

本研究經過專家探訪與先前測試，研擬建構了在 CSCW 中之績效架構圖；並在先導分析中，將嘗試思構 CSCW 績效影響相關因果模式。架構中的團隊績效(team performance)有兩個重大的影響因素，分別為團隊知識(team knowledge)與團隊狀況察覺(team situation awareness)。其中團隊知識是藉由團隊心智(team mental)與團隊狀況(team situation)所組成；因為每個人所擁有的心智與狀況不同，所以在團隊工作中，必須透過溝通與協調來進行互動，這樣才能將個別(individual)和共有(mutual)的心智與狀況整合成團隊所有的知識。另外一個重要的影響因素為團隊狀況察覺(team situation awareness)，因為在團隊工作中，每個人所察覺的狀況都不盡相同，有些人察覺到相同的狀況，而有些人察覺到其他人沒察覺到的狀況，因此需要藉由溝通和協調來進行交換所觀察到的狀況。另外，團隊知識可能也會影響其團隊狀況察覺，因為如果沒有好的團隊知識，就算能觀察到許多狀況，也沒有辦法對所觀察到的狀況作溝通和協調並做出有利的決策行為。

後續研究將延伸並加強修正基本 GOMS 理論，將以上相關因素適切引入。同時將探討可應用在 CSCW 介面設計的相關作業面向，並進行績效評估影響與相關應用。同時亦將設計模擬相關 CSCW 的情境以進行較大規模的實驗評估，以建構累積更多細緻的基本操作單元與代理人資料庫；期待提供撰寫更趨於實際 CSCW 的分析與代理人模擬器，來呈現更精確的 CSCW 進行過程，期望這樣的整合程序將能建立更實用的應用議題，例如 CSCW 的訓練作業或程序書的需求分析、模式轉換與程序編寫等工作，提供更有效率的團隊人員績效提昇方案。

關鍵詞：電腦支援協同工作、GOMS、人機互動、團隊績效

Abstract

In the Internet era, the field of computer supported collaborative work (CSCW) has an intense interest in studying collaborative work. The CSCW researchers may remain unreflective about the structure and impact of their own collaborations. The users of community work in a somewhat cooperative manner, but also are somewhat autonomous. In practice, as Rob Kling mentioned, many working relationship can be multivalent with and mix elements of cooperation, conflict, conviviality, competition, collaboration, commitment, caution, control, coercion, coordination and combat (the “c-words”). Then, the CSCW could emerge as a field in response to the recognition that group and organizational contexts matter in human-computer interaction (HCI).

From the present results obtained, team performance architecture of CSCW was constructed by focus group. After pilot study, structure model of CSCW was also attended to induct. In the above architecture, team knowledge is multifaceted and comprised of relatively generic knowledge in the form of team mental models and more specific team situation models. Team mental models refer to the collective task- and team-relevant knowledge that team members bring to a situation. In addition to team mental models, the team situation model develops in situation while the team is actually engaged in the task.

The further proposal will extend and modify the basic theory of GOMS with above factors for CSCW. First, the models and procedures of setting CSCW may be identified by the focus group. Next, a series of experiments will be performed with simulated situation of setting CSCW. In this stage, more detail operators of modified GOMS models and elements of agent databases will be collected for further analysis for setting CSCW. Finally, the integrated modified GOMS analysis program and agent simulator for CSCW will be coded as well as analysis models in terms of setting CSCW more effect for further application and researches, such as CSCW task design, CSCW training requirement analysis and train program design.

Keywords : computer supported collaborative work (CSCW), GOMS, human-computer interaction (HCI), team performance

一、前言

隨著資訊科技的快速發展，人們建構出許多功能更強大、組件更複雜的系統，以解決社會快速進步所衍生出的複雜問題與狀況，因此人們在此複雜系統中所扮演的角色也有所改變：過去往往需求高運動技巧(motor skills)的重覆性作業，逐漸轉變為需要高認知(recognition)程度的作業，如各式各樣的監控、規劃、決策以及設計作業等。這樣的情境改變，造成作業的複雜度將會超出了個人的認知能力範圍，若僅憑單一個人的能力，將無法瞭解與掌控整個系統的狀態，因此必須採取團隊群體的方法，藉由團隊成員責任與角色的分配，使得團隊能夠處理對於個人來說是太複雜的作業(Cooke, Salas, Cannon-Bowers & Stout, 2000; Dixon, 2000; 翁賢哲, 2001)。

更由於電腦網路科技的快速進步，產生了「是否可以經過電腦網路，運用電腦以進行群體或團隊間合作的工作概念」，並進一步相互結合，產生所謂電腦支援協同工作(Computer Support Collaborative Work, CSCW)的研究領域(Grenberg, 1991; Kling, 1991; Wilson, 1991)。這樣的工作型態可以讓群體或團隊的使用者即使在不同的地點，仍可透過電腦網路來共同討論與合作。在 CSCW 的環境中，使用者可以不必離開原有的工作環境，仍能互相溝通及分享共同的資料，可以節省時間與空間的浪費。但是電腦支援協同工作的群體中的成員之間的關係和一般團隊工作一樣，可能不只是基於溝通、協同與相互合作而已；有許多工作間的關係可能具有多重而複雜的意義存在，而且混合了許多正向與反向的元素，這些元素包含合作、衝突、愉快、競爭、共同研究、承諾、警告、控制、強迫、相互合作與反對等多種不同的因素(Kling, 1991; 1994)。

二、研究目的

本研究擬延伸並加強修正基本 GOMS 理論，探討在 CSCW 介面設計的發展模式與方法。先利用專家訪談探討各類型之 CSCW 可能存在的模式與進行方式；然後模擬 CSCW 的情境進行實驗，以建構累積細緻的基本操作單元與代理人資料庫，以提供撰寫更趨於實際 CSCW 的分析程式與代理人模擬器，來呈現更細微的 CSCW 進行過程，期望這樣的整合程序將能大幅提昇未來設計與研究的信度與效度。

三、文獻探討

在 CSCW 中之群體工作績效架構圖(圖 1.1)，對於團隊績效(team performance)的兩個重大影響因素分別為團隊知識(team knowledge)(Cooke, Salas, Cannon-Bowers & Stout, 2000)與團隊狀況察覺(team situation awareness)。其中團隊知識是藉由團隊心智(team mental)與團隊狀況(team situation)所組成；因為每個人所擁有的心智與狀況不同，所以在團隊工作中，必須透過溝通與協調來進行互動，這樣才能將個別(individual)和共有(mutual)的心智與狀況整合成團隊所有的知識。另外一個重要的影響因素為團隊狀況察覺(team

situation awareness)，因為在團隊工作中，每個人所察覺的狀況都不盡相同，有些人察覺到相同的狀況，而有些人察覺到其他人沒察覺到的狀況，因此需要藉由溝通和協調來進行交換所觀察到的狀況。另外，群體知識可能也會影響其群體狀況察覺，因為如果沒有好的團隊知識，就算能觀察到許多狀況，也沒有辦法對所觀察到的狀況作溝通和協調並做出有利的決策行為。

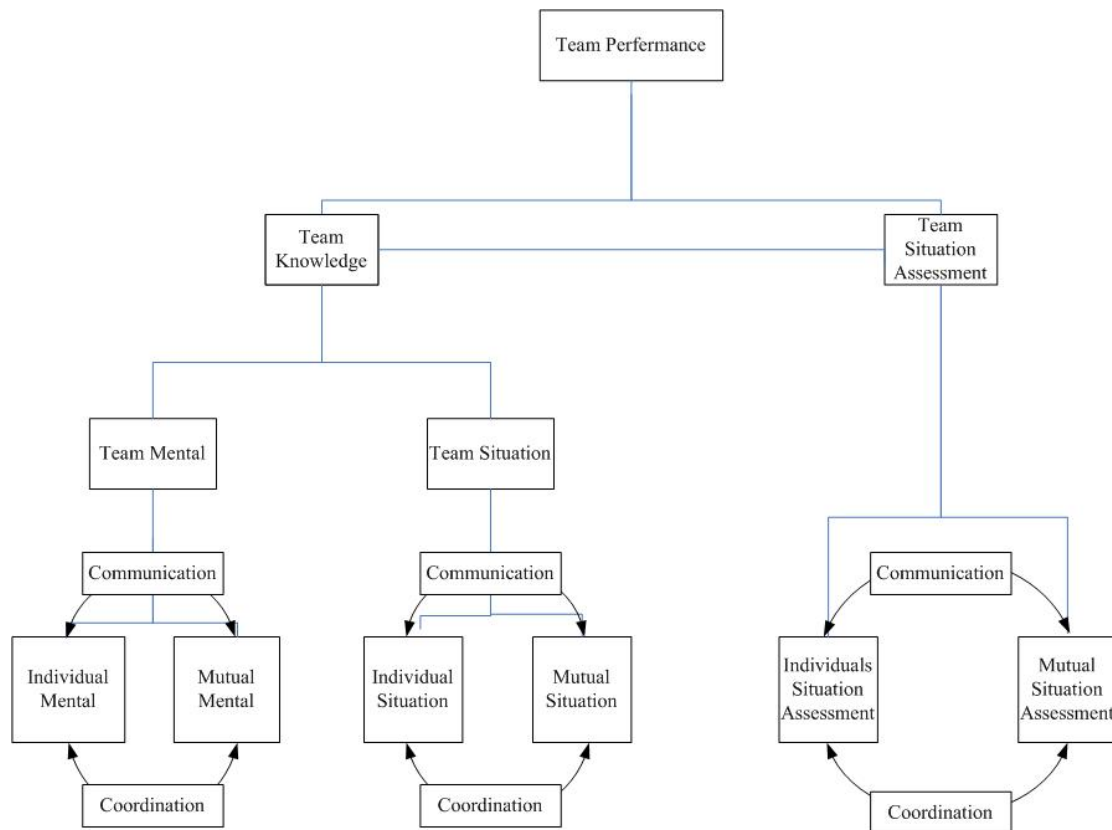


圖 1-1：CSCW 中之團隊工作績效架構圖(Cooks et al., 2000)

因為 CSCW 的系統是被設計來增加決策者與團隊合作間的效能，要經由促進資訊的交換，存取，分享和使用來進行(Grenberg, 1991; Wilson, 1991)，並利用溝通引導出各種工作間程序資訊的分享與交換，與其他成員進行互動活動(Grenberg, 1991)。在這樣的情況下，可以設計良好的介面代理人(interface agent)，在個人、群體與機器間進行各種訊息的傳遞；如此，這樣的介面代理人就變得非常重要，因而介面代理人設計的好壞也將直接影響群體作業操作的效率性與資訊的正確性(Benyon, Turner, & Turner, 2005; Vera & Roseblatt, 1995; 李青蓉、魏丕信、施郁芬、邱昭彰, 1998)。

另外，在系統操作效率或使用者心智工作負荷的分析上，我們經常會用到作業分析的技術(West & Nagy, 2000)。作業分析泛指透過收集及分析使用者與系統間互動的資訊，以評估作業配置、人機互動等過程優缺點的技术。在作業分析中，所獲致的結果除能夠預測系統或模式的優缺點，以進行設計上的評估與選擇外，更可進一步分析使用者在進行該項作

業時的心智工作負荷，以預測其執行績效。常用的作業分析技術包含：階層式作業分析(HTA)、GOMS(goal, operations, methods, selection rules)族、認知作業分析(cognitive task analysis)、認知複雜度理論(cognitive complexity theory, CCT)等不同的應用領域，其中又以 GOMS 家族的分析方式最享盛名(John & Kieras, 1996a;1996b; Kieras & Santoro, 2004)。因為目前在介面設計上應用最廣的量化技術為 GOMS，因為該理論是目前介面設計應用最廣泛的方式(John & Kieras, 1996 a;1996b)。其次，透過 GOMS 理論基礎發展出許多代理人系統，讓 GOMS 理論與其他理論能夠結合，並可應用在不同層面的設計上(John & Vera, 1992; Kieras & Santoro, 2004; Vera & Roseblatt, 1995)。

四、研究方法

對於 CSCW 之『異地同時、開放式共享權參與、開放式發言權、不允許遲到』模式議題，以焦點團體 (focus group) 的方式進行，透過與專家、實際系統使用者進行半結構性訪談，據此等資料整理出影響 CSCW 之模式的因素，並擬進行小型的前測與狀況模擬，以此建立雛型之群體 GOMS 模式。本階段將更精確化設定的模式議題，例如各種細緻動作的詳細確認（包含各活動、姿態、手勢、臉面表情、移動、人與人、人與機之間的明顯示意等）與模式中團隊整體與個人間的互動表現規劃，除探討 GOMS 原有之基本操作單元之適用性外，另外探討已構思增加的 CSCW 適用之操作單元與相對平行作業之特殊操作單元之實用與正確性，以發展修正 GOMS 模式。同時深究研究模式在實際應用上的切確案例與相關議題，並分辨各案例的同質與異質性，作業的相同與差異性，作業的單純或複雜性等研究變異，並據以建立未來模式資料庫的分析標準與分辨準則。

實驗：

目的：探討藉由電腦溝通和協調的行為，觀察 GOMS 原有之基本操作單元之適用性外，並構思增加的 CSCW 適用之操作單元與相對平行作業之特殊操作單元之實用與正確性，以發展修正 GOMS 模式。

作業屬性

- **實地之異同：**異地同時，CS 可提供多人在不同的地方藉由網路連線的方式進行對戰。
- **共享權參與的許可控制：**開放式，如果是網路遊戲，可提供使用同一個區域網路的人使用。如果是線上遊戲，且伺服器沒設密碼的化，可供所有看到該伺服器的燃使用。
- **發言權的管理：**開放式，只要是遊戲裡面的人，都能夠利用內建的溝通、協調模式按鍵或是文字訊息的輸入來進行發言。
- **遲到者的問題：**不能遲到，因為使以一個團隊的方式進行，因此不能遲到。

Participant：每一組 4 位交通大學學生(工工所或系)，有玩過 CS 的玩家，並對裡面的溝通與協調方式有一定的瞭解，擬完成 25 組實驗與觀察。

設備：4 台電腦(搭配滑鼠和鍵盤)。

材料：CS 遊戲。

觀察：(1)GOMS 原有之基本操作單元之適用性，(2)並構思增加的 CSCW 適用之操作單元與相對平行作業之特殊操作單元之實用與正確性。

程序

1. 先說明實驗目的與過程，並確認他們對於遊戲的瞭解與進行。
2. 進行一小段前測，讓玩家熟悉地圖、武器、文字輸入方式、內建溝通和協調訊息。
進行正式的施測，由四個人組成一小隊，在交大六樓不同的人因實驗室，與 100 等級的 bot 對打。
3. 觀察實驗時，其組員之間的溝通方式與行為；包括內建溝通、協調按鍵和文字、語音訊息的輸入。

分析：原有 GOMS 原有之基本操作單元之適用性，並構思增加的 CSCW 適用之操作單元與相對平行作業之特殊操作單元之實用與正確性。

五、結果與討論

在專家訪談與文獻蒐集後，除了基本的 GOMS 操作單元外，在 CSCW 的研究領域中必須增加溝通與協調兩大行為分類，才得以描述團隊合作領域。再利用情境實驗，確認這些溝通與協調次操作單元的存在；這些操作單元和 Pinelle, Gutwin & Greenberg(2003)研究所提出之合作機制大致相同；顯然可以利用這些操作單元作更細微的步驟分析與作業分解，並可以運用於實際工作中。

Table 1: The Mechanics of Collaboration (Pinelle, Gutwin & Greenberg, 2003)

Category	Mechanic	Typical actions
Communication		
Explicit communication	Spoken messages	Conversational Verbal shadowing
	Written messages	Conversational Persistent
	Gestural messages	Indicating Drawing Demonstrating
	Deictic references	Pointing + conversation
	Manifesting actions	Stylized actions
Information Gathering	Basic awareness	Observing who is in the workspace, what are they doing, and where are they working

	Feedthrough	Changes to objects Characteristic signs or sounds
	Consequential communication	Characteristic movement Body position and location Gaze direction
	Overhearing	Presence of talk Specific content
	Visual evidence	Normal actions
Coordination		
Shared access (to tools, objects, space, and time)	Obtain resource	Physically take objects or tools Occupy space
	Reserve resource	Move to closer proximity Notify others of intention
	Protect work	Monitor others' actions in area Notify others of protection
Transfer	Handoff object	Physically give/take object Verbally offer/accept object
	Deposit	Place object and notify

後續研究將延伸並加強修正基本 GOMS 理論，將以上相關因素引入 CSCW 的研究主題中。同時將探討可應用在 CSCW 介面設計的相關作業面向，並進行績效評估影響與相關應用。同時亦將設計模擬相關 CSCW 的情境以進行更大規模與各種不同情境方向的實驗評估，試圖找出更多適性化的操作單元，以建構累積更多細緻的基本操作單元與代理人資料庫；期待提供撰寫更趨於實際 CSCW 的分析與代理人模擬器，並實際應用與實務領域中進行工作對照，來呈現更精確的 CSCW 進行過程，期望這樣的整合程序將能建立更實用的應用議題，例如 CSCW 的訓練作業或程序書的需求分析、模式轉換與程序編寫等工作，提供更有效率的團隊人員績效提昇方案。

六、參考文獻

中文部分：

李青蓉、魏丕信、施郁芬、邱昭彰 (1998), 人機介面設計, 台北：國立空中大學。
翁賢哲(2001), 「應用團隊互動訓練促進團隊知識分享」, 國立交通大學工業工程與管理研究所碩士論文。

英文部份：

- Benyon, D., Turner, P., & Turner S. (2005), *Designing Interactive Systems: People, Activities, Contexts, Technologies*, Addison-Wesley, Pearson Education Limited, England.
- Cooke, N.J., Salas, E., Cannon-Bowers J. A., & Stout, R. (2000), "Measuring Team Knowledge", *Human Factors*, 42, 151-173.
- Dixon N. M. (2000), *Common Knowledge*, Harvard Business School Press.
- Greengerg, S. (1991), *Computer-Supported Co-operative Work and Groupware*, Academic Press Ltd., London.
- John, B.E. & Kieras, D.E. (1996), "Using GOMS for user interface design and evaluation: Which Technique", *ACM Transactions on Computer Human Interaction*, 3(4), 287-319.
- John, B.E. & Kieras, D. E. (1996), "The GOMS family of analysis techniques: Comparison and contrast", *ACM Transaction on Computer Human Interaction*, 3(4), 320-351.
- John, B. E. & Vera, A. H. (1992), "A GOMS analysis for a graphic, machine-paced, highly interactive task", *Human Factors in Computer Systems, CHI '92*, ACM, New York, 251-258.
- Kieras, D.E. & Santoro, T.P. (2004), "Computational GOMS modeling of complex team task: Lessons learned", *CHI 2004*, 6(1), 97-104.
- Kling, R. (1991), "Cooperation, coordination and control in computer supported work", *Communications of the ACM*, 34(12), 83-88.
- Kling, R. (1994), "Fair information practices with computer supported cooperative work (CSCW)", *Computer-Mediated Communication Magazine*, 1(2), 5.
- Pinelle, D, Gutwin, C & Greenberg, S. (2003), "Task analysis for groupware usability evaluation: modeling shared-workspace tasks with the mechanics of collaboration", *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 10(4), 281-311.
- West, R. L. & Nagy, G. (2000), "Situating GOMS Models within complex, sociotechnical systems", *Proceedings of Cognitive Science 2000*, avail at: <http://www.cis.upenn.edu/~ircs/cogsci2000/PRCDNGS/SPRCDNGS/PAPERS/>
- Wilson, P. (1991), *Computer Supported Cooperative Work: An Introduction*, Oxford England Norwell, MA.

七、計畫成果自評

本研究內容與原申請計畫內容大致相符，唯在研究情境的設計上，因為情境軟體的使用熟練度不佳，未能設計出原先預設的規劃內容，只能借用現有線上遊戲加以變通應用，實乃美中不足。所以在 CSCW 的操作單元萃取上，可能有不足或誤差，在未來的研究中必須利用實際工作情境補強，但是仍得出部分的研究成果，且與相關的研究有相對照與呼應的效果，惟仍可更加強發掘更多的操作單元與工作需求分類。未來的發展可應用在 CSCW

介面設計的相關作業面向，例如 CSCW 的訓練作業或程序書的需求分析、模式轉換與程序編寫等工作，提供更有效率的團隊人員績效提昇方案。這樣的構想可持續表於相關人機介面與人因工程的研究期刊，並可應用在 CSCW 的整合系統上，建立良好的資訊溝通，並可於開發系統前，先行進行系統發展評估與修正，以收系統開發成效。



出席國際學術會議心得報告

計畫編號	NSC 96-2221-E-041-023
計畫名稱	擴展修正 GOMS 模式於團隊與群體作業之研究(I)
出國人員姓名	李豐良
服務機關及職稱	嘉南藥理科技大學 資訊管理系 副教授
會議時間地點	美國拉斯維加斯(Caesars Palace, Las Vegas, Nevada, USA)
會議名稱	2008 第二屆應用人因工程與人體工學國際研討會議(2 nd International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, AHFEI 2008)
發表論文題目	Applying GOMS model to identifying team training requirements of process control systems

一、參加會議經過

本國際研討會『2008 第二屆應用人因工程與人體工學國際研討會議(2nd International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, AHFEI 2008)』於 2008 年 7 月 14-17 日於美國拉斯維加斯凱撒宮大飯店(Caesars Palace, Las Vegas, Nevada, USA)舉行，並且併合『第十二屆進階製造於人因領域研究研討會(12th International Conference on Human Aspects of Advanced Manufacturing, HAAMAHA)』同時舉行。美國拉斯維加斯是一個國際聞名的賭城，也是世界重要的會議中心，本次的凱撒宮大飯店更是許多研討會極力爭取的地點，設施完善豪華，地點寬敞。

此次會議的行程於 7 月 14 日由桃園國際機場出發，搭乘中午出發之美國聯合航空 UA872 班機至舊金山後，轉搭 Ted 航空班機至拉斯維加斯，到達之後隨即報到並參加研討會的開幕式與開幕講演，開幕講演請到具有美國軍籍身份的 Dr. Dylan Schmorow 進行報告，題目為：Revolutions Colliding: The Emergence of Modern Ergonomics, The Pioneering of Future Ergonomics，內容精采，絕無冷場。會後參加歡迎宴與佈置展示報告。7/15-7/17 參加相關會議並進行研究交流，得知國外相關研究主流概況，並啟發本人許多研究構想。7/18 返程，並於 7/19 抵達桃園機場返台。

本次會議以全文發表，總計七大主題，84 場次超過 550 篇的論文發表，並結合三場 Workshop 與持續的廠商展示與 53 篇的 poster，內容非常豐富，參加的人也非常多，主要的各領域主題如下：

- 認知人體工學(Cognitive Ergonomics)
- 實體人體工學(Physical Ergonomics)
- 人體工學在製造的應用(Ergonomics in Manufacturing)

- 健康照護與特殊族群(Healthcare and Special Populations)
- 人體工學模式與使用性評估(Ergonomics Modeling and Usability Evaluation)
- 社會與組織人體工學(Social and Organizational Ergonomics)
- 安全(Safety)



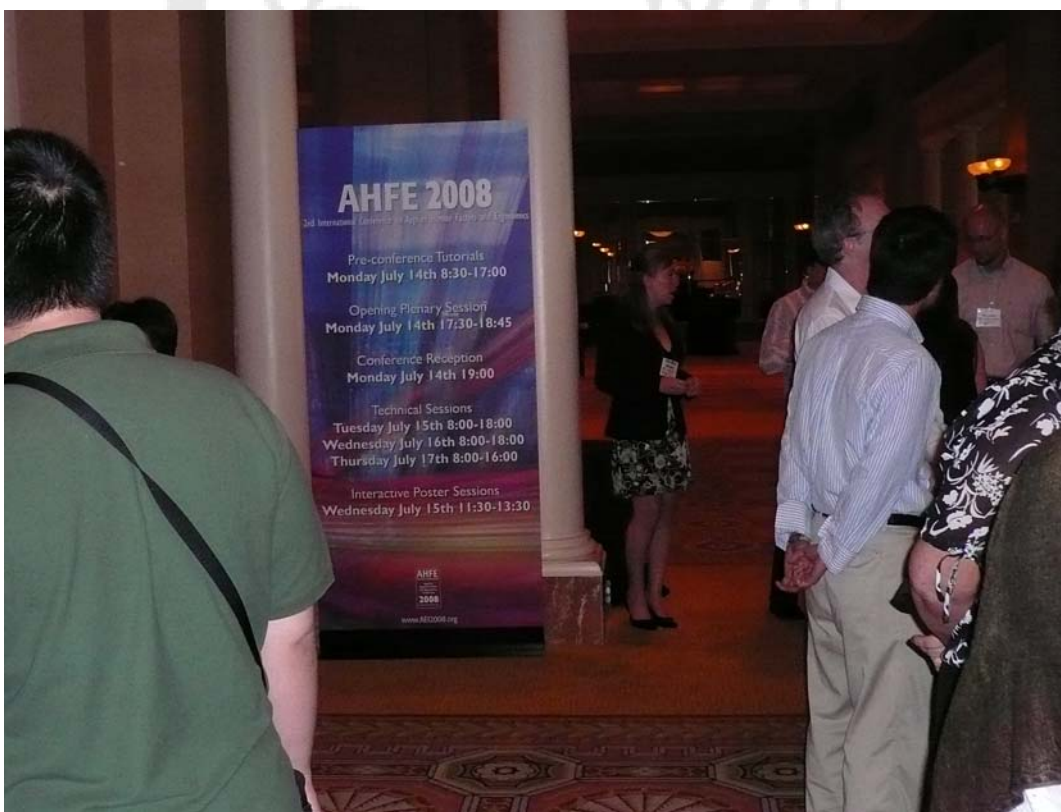
研討會會場：美國拉斯維加斯凱撒宮大飯店(Caesars Palace, Las Vegas, Nevada, USA)



研討會會場入口：美國拉斯維加斯凱撒宮大飯店(Caesars Palace, Las Vegas, Nevada, USA)



研討會註冊報到櫃檯



歡迎晚宴會場



廠商展示會場



張貼論文討論現場

二、與會心得

本次研討會重要的主題在於科技技術的應用對於人類績效的提昇，並且藉由科技設備的應用偵測工作者或使用者的弱點與身心狀況，在藉由機器設備的輔助，提昇工作者或使用者的使用績效。另一個重要的主題就是群體工作的研究，這也是本人本次研討會參加的主因之一，這次參加投稿的研究報告主要是利用人因工程上相當重要的分析理論—GOMS，去分析在群體工作上的相關合作與協調機制，本研究並提出一個預測的機制模式，等待進行大規模實驗時加以驗證。研討會中之張貼論文中，加拿大學者 R. Breton 教授指導的兩篇相關論文：Metrics for Assessing Support of Cognition in Command and Control (MASC3): Project Overview and Demonstration of the S-CCS Microworld 與 Team Design in C2: A Step Towards Predicting Team Performance as a Function of Team Structure 和本人的研究非常相關，本人也對 Breton 教授的研究方法與設備，以及相關結果，和相關研究實際參與人員做了長時間的心得交換與討論，並且非常明確的瞭解其研究的理念與看法，並實際操作其研究之相關電腦設備與軟體，明白其相關的研究數據收集方法與來源，整個過程的實際研討與瞭解，對於本人具有相當的啟發與感覺，對於回到國內之後進行後續與整合的研究，也有了進一步的看法和心得，對於此行的收獲可謂良多。

其他的國家，例如日本的研究則相對多數著重於老人族群特性的相關研究，包含各種公共設施設備的設計與使用，都是日本學者研究的重點與方向，也完成了一定程度的結果，值得未來也會成為老人化國家的台灣一個重要的借鏡。另外在先進研究上，如開幕講演的內容中提到的相關擴大認知(Augmented Cognition)的研究，藉著先進設備的輔助，瞭解參與者或工作者更詳細的生理與心理的狀況以提供必要的輔助，使之提昇工作的效能，也將是未來對於認知科學與相關偵測與輔助設備研究與設計的重要發展方向與基礎，亦可提供台灣學者未來注意的重點。另外有一些跨領域的有趣主題，例如蛋糕奶油的裝飾擠製器的改善，也可以提供相關科系的研究構想；當然有一些未來人因工程或人體工學的學術模式與推論；評估方式的發展與比較；其他各式各樣安全行為模式、設備的研發與討論等，都可以知道全世界對於人因工程與人體工學各式各樣的應用的重要脈動與推展。

本次能夠參與這次的研討會，非常感謝國科會計畫的經費補助，同時也感謝本校嘉南藥理科技大學對於旅費不足之數的額外補助，使本人能夠無後顧之憂而順利成行，特於本報告中致上無限的敬意與感謝。

三、攜回資料名稱及內容

- 本屆研討會全文光碟片 (ISBN 978-1-60643-712-4)
- 研討會議程時刻表 (AEFEI 2008 Final Program)
- 2010 第三屆應用人因工程與人體工學國際研討會議 (3rd International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, AHFEI 2010) 宣傳簡介與徵文須知訊息
- 擴大認知 (Augmented Cognition) 研究會論文集光碟片兩片 (2005, 2007)
- 擴大認知 (Augmented Cognition) 研究主題影片

四、AHFEI2008 發表論文如附。



Applying GOMS Model to Identifying Team Training Requirements of Process Control Systems



Lee, Feng-Liang

Department of Information Management / Chia Nan University
of Pharmacy & Science / 60 Erh-Jen Road, Sec. 1 / Jen-Te
Hsiang Tainan / 717 TAIWAN, ROC
E-mail: fenglee@mail.chna.edu.tw



Hsu, Shang-Hwa

Department of Industrial Engineering and Management /
National Chiao Tung University / 1001 Ta Hsueh Road /
Hsinchu / 300 TAIWAN, ROC
E-mail: shhsu@mail.nctu.edu.tw



Tu, Chia-Nai

Department of Industrial Engineering and Management /
National Chiao Tung University / 1001 Ta Hsueh Road /
Hsinchu / 300 TAIWAN, ROC
E-mail: play12271227@yahoo.com.tw

ABSTRACT

This progressing study extends and modifies the basic theory of GOMS for applying in the teamwork of the process control systems. The modified teamwork GOMS model can be utilized to describe and to identify what the team members must do in the process control systems. Furthermore, the modified GOMS analysis not only can describe what the team members must learn, but can specify which can be used as a basic for training or for developing reference documentations. In this study, we propose the procedure of modified method based on GOMS, which can be applied to develop the usability database and to identify team training requirements for process control systems for further training program.

Keywords

GOMS, team, team training, process control system

INTRODUCTION

In the highly automation era, the process control systems are complex and elaborate. Almost all systems are monitored and controlled by open communication and networking systems either inside or outside of the plant. The requirement of task complexity surpasses the cognitive capability of an individual (Kling, 1991; Wilson, 1991; Cooke, Salas, Cannon-Bowers & Stout, 2000; Neale, Carroll & Rosson, 2004). Hence, making decision via a working team with communication and information sharing would be necessary (Horn, Finholt, Birnholz, Motwani & Jayaraman, 2004).

How to train team members to communicate and to share correct information by using proper way is one of the key factors of control systems. In process control environment, we need to focus on the teamwork that carrying on in a group task instead of the task work.

This progressing study applies modified GOMS model in identifying team-training requirements for process control systems. GOMS is a well-known model that has been successfully used in various research topics, such as predicting the performances of human-computer interaction, identifying usability problems, and improving user-interface design (Card, Moran & Newell, 1983; Kieras, 1988; 1994; 1996; Olson & Olson, 1990; Gray, John & Atwood, 1993; Wood, 1993; John, Vera & Newell, 1994; Nesbitt, Goarton & Rantanen, 1994; Kieras, Wood, Abotel & Hornof, 1995; John & Kieras, 1996a; 1996b; West & Nagy, 2000; John, Vera, Matessa, Freed & Remington, 2002; St. Amant, & Ritter, 2004). The idea of GOMS is that well-learned human behavior can be modeled by goals, operators, methods, and selected rules (Card, Moran & Newell, 1980; Card, Moran & Newell, 1983; John, 1995). This claimed GOMS is clearly within the process control rule framework, as depicted in Figure 1. Using selected rules is to choose one method for accomplishing a task which essentially embodies the idea of the control rule. In addition, operators need to specify how the system retrieves information from the various environments and how the team members generate control behaviors in the systems. The idea that team members have goals, or more specifically the idea that they created sub goals to bring them much closer to their end goals, is the only element of GOMS that is not directly tied to implementing process control needs (Elkerton & Palmiter, 1991).

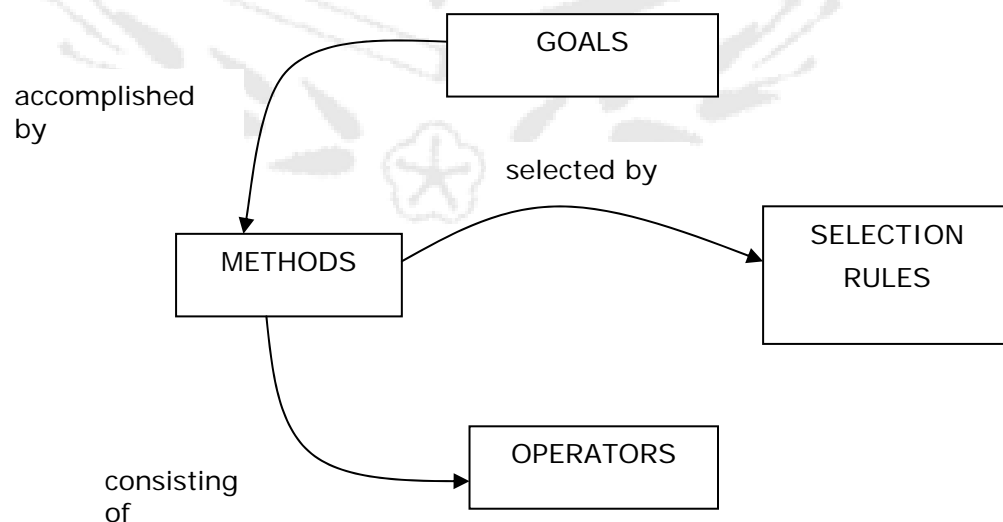


Figure 1: Model of GOMS (Card, Moran & Newell, 1983; John, 1995)

GOMS and TEAMWORK

In general, the GOMS model has been only associated with individual model, since it assumes that one single user interacts with a physical interface (Beard, Smith & Denelsbeck, 1996; Baskin & John, 1998). The operators of model expanding to teamwork need to be able to represent in collaborative situation (Pinelle, Gutwin & Greenberg, 2003; Kieras & Santoro, 2004; Antunes, Borges, Pino & Carrico, 2005). The mechanisms of collaboration collected by Pinelle, Gutwin and Greenberg (2003) provide a well-defined way to conceptualize and to describe teamwork. The mechanisms cover two general types of teamwork activity, namely communication and coordination. Communication and coordination are the important intermediate activities in analytic architecture of team performance, as shown in figure 2 (Cooke, Salas, Cannon-Bowers & Stout, 2000; Dixon, 2000; Eseryel, Ganesan & Edmonds, 2002). Those mechanisms are therefore well suited as an analytical basic component as operator in our application. Still, some more components need to be found and identified in our pilot study for particular process control systems.

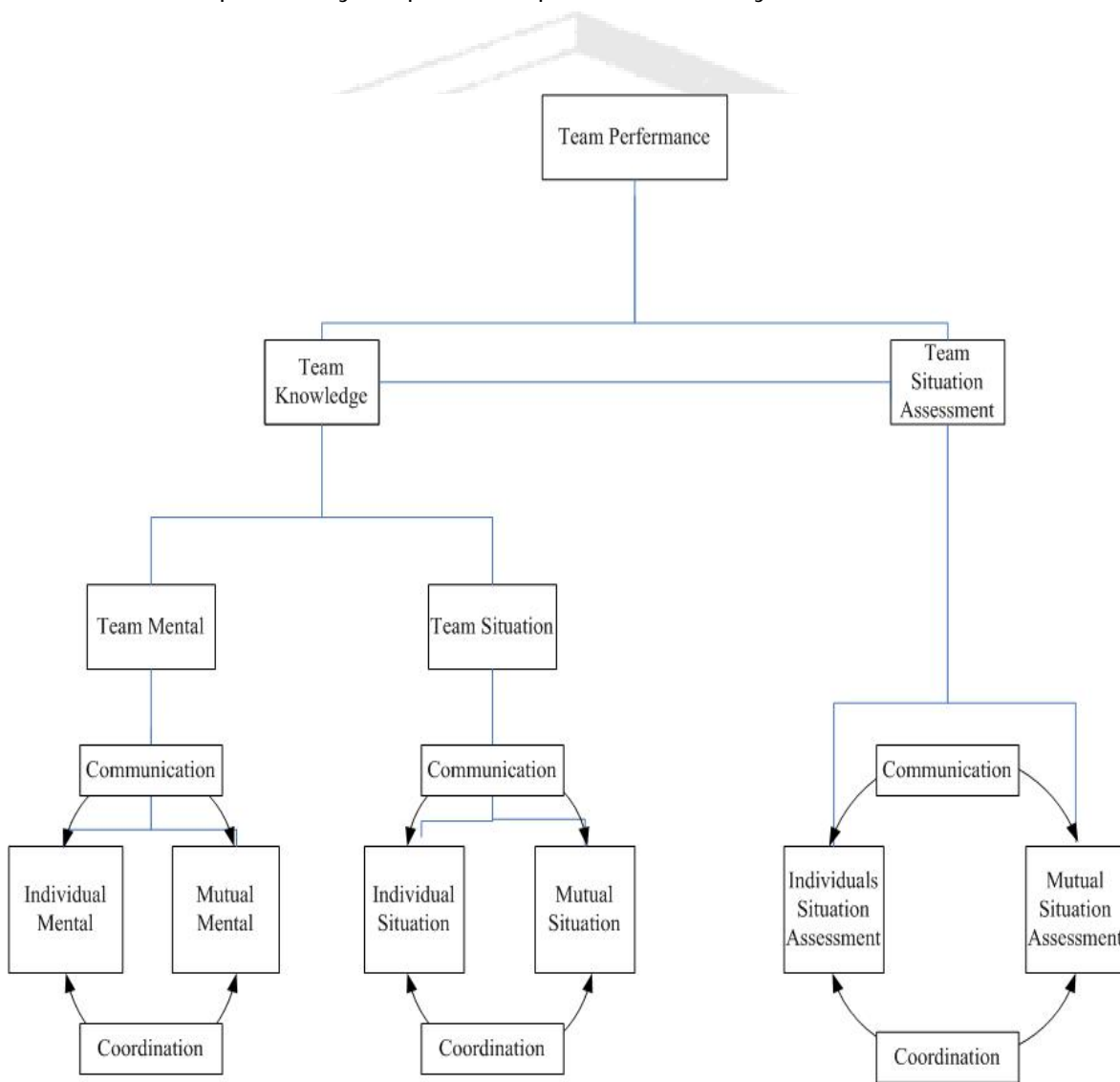


Figure 2: Analytic architecture of team performance (Cooke, Salas, Cannon-Bowers & Stout, 2000)

Table 1: The Mechanisms of Collaboration (Pinelle, Gutwin & Greenberg, 2003)

Category	Mechanic	Typical actions
Communication		
Explicit communication	Spoken messages	Conversational Verbal shadowing
	Written messages	Conversational Persistent
	Gestural messages	Indicating Drawing Demonstrating
	Deictic references	Pointing + conversation
	Manifesting actions	Stylized actions
Information Gathering	Basic awareness	Observing who is in the workspace, what are they doing, and where are they working
	Feedthrough	Changes to objects Characteristic signs or sounds
	Consequential communication	Characteristic movement Body position and location Gaze direction
	Overhearing	Presence of talk Specific content
	Visual evidence	Normal actions
Coordination		
Shared access (to tools, objects, space, and time)	Obtain resource	Physically take objects or tools Occupy space
	Reserve resource	Move to closer proximity Notify others of intention
	Protect work	Monitor others' actions in area Notify others of protection
Transfer	Handoff object	Physically give/take object Verbally offer/accept object
	Deposit	Place object and notify

THE WORK IN PROGRESS OF THIS STUDY

In this study, the particular operators in normal or collaboration situation need to be collected and identified in the pilot studies. Moreover, the methods and selection rules should also be gathered and setup in the pilot studies.

The teamwork GOMS model and database can be developed as the procedures below:

1. Predict the normal and cooperative mechanisms of teamwork in the process control system.
2. Define the normal and cooperative operators of teamwork GOMS model.
3. Identify and modify the normal and cooperative operators, methods and selection rules from experiments for teamwork and team task in the process control system.

4. Evaluate teamwork GOMS with various control situations.
5. Setup teamwork GOMS database including operators, methods and selection rules.
6. Modify various situations exception for different systems.
7. Test and Update the teamwork GOMS database.

The training requirements may be derived from GOMS model after finishing the database. Essentially, the teamwork and team task would be analyzed with GOMS analysis procedures. Then, the analyzed model should be reviewed and confirmed by training department staff or seniors. The weak should be found as well as priority and focus point. The training requirements could be pointed out in the model and process. When training requirements were found, the reference documents are also written and composed.

FUTURE WORK

Some related works should be investigated in the further experiments. First, the predicted structure model of team performance (shown in figure 3) would be verified or modified. Second, the collaborative operators would be expending to suit for the other control situation. Third, validity of proposed method could be verified in the other control systems for further study.

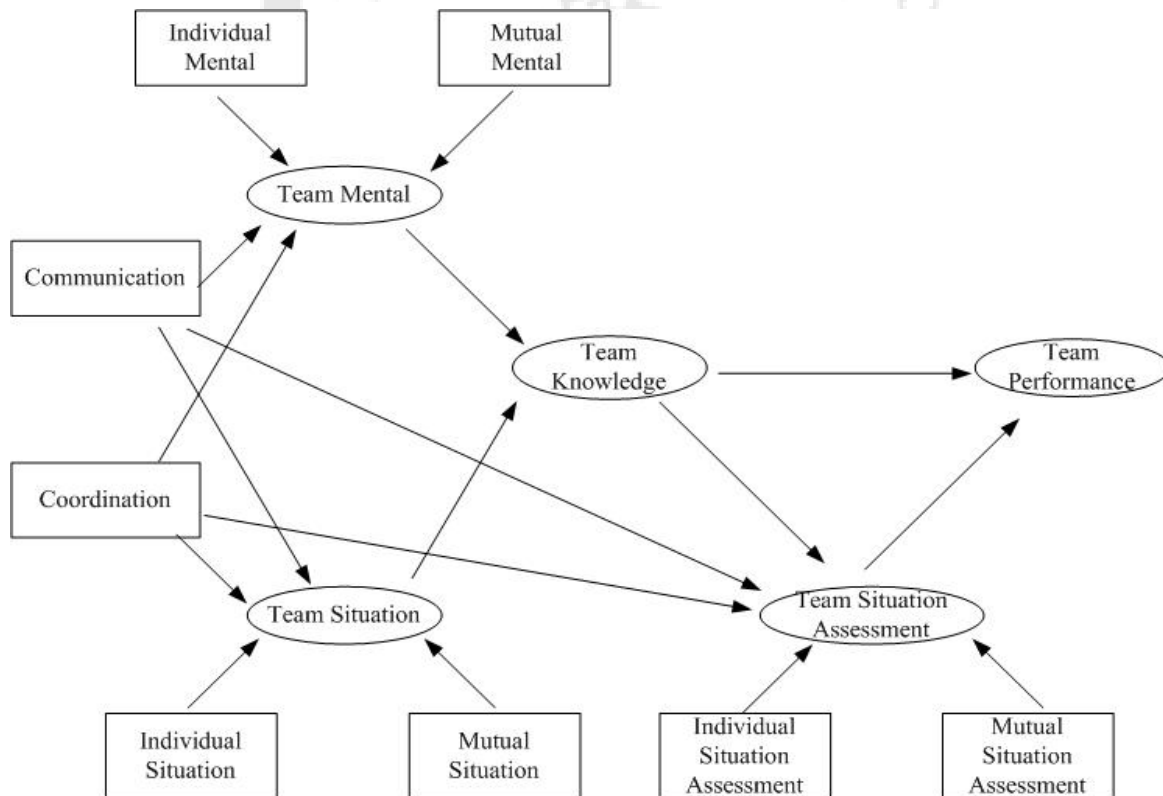


Figure 3: Predicted Structure Model of Team Performance

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was financially sponsored by the National Science Council, Taiwan, R.O.C., under research grant NSC 96-2221-E-041-023.

REFERENCES

Antunes, P., Borges, M.R.S., Pino, J.A. & Carrico, L., 2005, Analyzing groupware design by means of usability results, avail at: <http://whitepapers.techrepublic.com.com/whitepaper.aspx?docid=157939>.

Baskin, J.D. & John, B.E., 1998, Comparison of GOMS analysis methods, CHI 98, 261-262.

Beard, D. V., Smith, D. K., & Denelsbeck, K. M., 1996, Quick and dirty GOMS: A case study of computed tomography interpretation, Human Computer Interaction, 11, 2, 157-180.

Card, S. K., Moran, T. P., & Newell, A., 1980, The keystroke-level model for user performance time with interactive systems, Communications of the ACM, 23, 7, 396-410.

Card, S. K., Moran, T. P., & Newell, A., 1983, The Psychology of Human-Computer Interaction, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ.

Cooke, N., Cannon-Bowers J., & Stout, R., 2000, Measuring Team Knowledge, Journal of Human Factors, 42, 1, 151-173.

Dixon N. M., 2000, Common Knowledge, Harvard Business School Press.

Elkerton, J. & Palmiter, S.L., 1991, Designing help using a GOMS model: An information retrieval evaluation, Human Factors, 33, 2, 185-204.

Eseryel, D., Ganesan, R., & Edmonds, G. S., 2002, Review of computer-supported collaborative work system, Educational Technology & Society, 5, 2, 130-136.

Gray, W. D., John, B. E., & Atwood, M. E., 1993, Project Ernestine: A validation of GOMS for prediction and explanation of real-world task performance, Human Computer Interaction, 8, 3, 237-209.

Horn, D.B., Finholt, T.A., Birnholz, J.P., Motwani, D. & Jayaraman, S., 2004, Six degrees of Jonathan Grudin: A Social network analysis of the evolution and impact of CSCW research, CHI 2004, 6, 3, 582-591.

John, B. E., 1995, Why GOMS?, *Interactions*, 2, 4, 80-89.

John, B.E. & Kieras, D.E., 1996a, Using GOMS for user interface design and evaluation: Which Technique, *ACM Transactions on Computer Human Interaction*, 3, 4, 287-319.

John, B.E. & Kieras, D. E., 1996b, The GOMS family of analysis techniques: Comparison and contrast, *ACM Transaction on Computer Human Interaction*, 3, 4, 320-351.

John, B. E., Vera, A. H., & Newell, A., 1994, Toward real-time GOMS: A model of expert behavior in a highly interactive task, *Behavior Information Technology*, 13, 4, 255-267.

John, B. E., Vera, A. H., Matessa, M., Freed, M., & Remington, R., 2002, Automating CPM-GOMS, *CHI2002*.

Kieras, D. E., 1988, Towards a practical GOMS model methodology for user interface design, In M. Helander, (Ed), *The Handbook of Human-Computer Interaction*, North-Holland, Amsterdam, 135-158.

Kieras, D. E., 1994, GOMS modeling of user interfaces using NGOMSL, *Human Factors in Computer Systems, CHI'94*, ACM, New York.

Kieras, D. E., 1996, Guide to GOMS model usability evaluation using NGOMSL, In M. Helander and T. Landauer (Eds), *The Handbook of Human-Computer Interaction*, 2nd ed. North-Holland, Amsterdam.

Kieras, D.E. & Santoro, T.P. 2004, Computational GOMS modeling of complex team task: Lessons learned, *CHI 2004*, 6, 1, 97-104.

Kieras, D. E., Wood, S. D., Abotel, K. & Hornof, A., 1995, GLEAN: A computer-based tool for rapid GOMS model usability evaluation of user interface designs, *UIST'95 Proceedings*, ACM, New York.

Kling, R. 1991, Cooperation, coordination and control in computer supported work, *Communications of the ACM*, 34(12), 83-88.

Neale, D.C., Carroll, J.M. & Rosson, M.B. 2004, Evaluating computer-supported cooperative work: Models and frameworks, *CHI 2004*, 6, 3, 112-121.

Nesbitt, K., Goarton, D., & Rantanen, J. 1994, A case study o GOMS analysis: Extension of user interfaces, Tech. Rep. BHP/ETR/R/94/048, BHP Research-Newcastle Laboratories, Australia.

Olson, J R. & Olson, G. M. 1990, The growth of cognitive modeling in human-computer interaction since GOMS, *Human Computer Interaction*, 5, 221-265.

Pinelle, D, Gutwin, C & Greenberg, S., 2003, Task analysis for groupware usability evaluation: modeling shared-workspace tasks with the mechanics of collaboration, ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 10, 4, 281-311.

St. Amant, R. & Ritter, F.F. 2004, Automated GOMS-to-ACT-R model generation, Proceedings of the sixth International Conference on Cognitive Modeling, 26-31.

West, R. L. & Nagy, G. 2000, Situating GOMS Models within complex, sociotechnical systems, Proceedings of Cognitive Science 2000, avail at: <http://www.cis.upenn.edu/~ircs/cogsci2000/PRCDNGS/SPRCDNGS/PAPERS/>

Wilson, P. 1991, Computer Supported Cooperative Work: An Introduction, Oxford England Norwell, MA.

Wood, S. 1993, Issues in the Implementation of a GOMS- Model Design Tool, unpublished Report, Univ. of Michigan, Ann Arbor, Mich.

