

支援遠距設計溝通的電腦工具的改進方法研究

A Study to the Method Enhancing the Computer Tools for Distance Design Communication

陳淳迪* Stephen Scrivener Andree Woodcock

Chun-Di Chen* Stephen Scrivener Andree Woodcock

摘要

目前在有關於如何利用電腦視訊工具支援遠距協同工業設計的研究上，主要偏重於技術上的實現，較少由了解執行設計溝通的需求著手。導致目前對於什麼為必需的溝通工具或技術，以有效支援設計溝通與作業仍然莫衷一是。本研究嘗試導入使用性分析的概念，將探討的議題重心由技術層面轉為關注於“人”（設計師）的需求上，以口語分析法分析遠距協同設計工作中，進行視覺設計溝通所遭遇到的停滯問題。分析的重點為探討不同工具在支援視覺設計溝通上，效率以及效力的差異，並由此提出電腦媒介溝通工具改進的方法以及遠距工業設計的溝通需求。

關鍵詞：遠距協同設計、停滯分析、視覺溝通、工業設計

ABSTRACT

In this article, we are interested with how to improve the design of computer-mediated communication (CMC) systems that support talking about things between designers separate at a distance. By arguing the current studies giving little about how to enhance CMC systems for communication visually, we propose an approach based on usability analysis with the focus on the breakdown events in distance cooperative design communication. The particular interest is to evaluate the difference of efficiency and effectiveness between different communication tools. The conclusions are made by suggesting the way to improve the way of the used CMC tools as well as the communication requirements of industrial design.

Keywords: distance cooperative design, breakdown analysis, visual communication, industrial design

一、前言

工業設計的溝通經常需要使用大量的視覺資訊以輔助口語溝通的進行，圖面與模型乃是其中最常使用到的。近來因應產業的發展，遠距協同設計已廣見於設計實務工作中 (Haymaker *et al.* 2000)。在此趨勢下，發展有效支援遠距協同設計溝通的工具就顯得重要。現今，電腦已成為能傳遞影音資訊的溝通工具，具有支援協同設計溝通的潛力 (Dix, *et al.* 1993)。本研究即在於探討如何提升電腦溝通工具應用在設計溝通的能力。

本文首先回顧目前電腦視訊溝通工具研究所採用的研究途徑的限制，並提出以「人」為中心的使用性分析為基礎的研究架構，藉由分析遠距協同設計中的口語及行為資料，嘗試提出設計溝通的需求，以做為後續改進電腦視訊溝通工具能力的參考。

承上，本研究的目的有二：

1. 提出以使用者中心為概念的電腦溝通工具的評估方法，此方法應該要可以減少過去研究在研究途徑上所導致在研究結果上的限

陳淳迪 國立台北教育大學造形設計系助理教授

Stephen Scrivener Head of Research, Chelsea College of Art and Design, UAL, UK

Andree Woodcock Senior Research Fellow, ViDe, Coventry University, UK

制。

2. 提出設計溝通需求以擴大應用層面。

二、協同設計溝通研究

工業設計師在協同設計中，經常是以一個中介者的角色存在，整合各類資訊以解決問題（Lucie-Smith, 1983）。McDonough and Kahn（1997）與 Anumba 等（1997）的研究指出較好的溝通協調有助於提昇協同設計的同步性，並提升工作效率。Wright（1998）認為合作式設計牽涉到資料、經驗及知識的分享，良好的溝通提升資訊分享的效率、縮短產品發展時間、減低成本及增加產品品質。其他稍早的研究，也有類似的看法（Walsh, *et al.* 1992; Lorenz, 1986）。

Maher 等（2000）更進一步指出設計溝通和其他類別工作的溝通，最大的不同點在於前者通常會使用到大量的視覺資訊，例如圖片、手繪圖及模型。在功能上，視覺資訊不單可作為個人設計思考的記錄媒材，在設計溝通上亦扮演重要的角色，能傳遞語言所無法表述的資訊、作為評估設計與意見交換的參考物，為設計溝通的橋樑。

（Pipe, 1990; Arnheim, 1996; Scrivener and Clark, 1996a; Hofmeister, *et al.* 1996）。Lindemann 等（1999）及 Wagner（2000）則強調視覺資訊在設計活動中，具有「說服」他人的功能。因此，在遠距即時協同設計已是目前的趨勢之下，電腦溝通工具的發展必須回應設計溝通上的需求，提供適當具成本效益的溝通方式以有效支援設計溝通的進行。

電腦溝通工具的研究，可以廣見於每雙數年的電腦支援協力工作（Conference of CSCW）以及單數年的歐洲電腦支援協力工作（Conference of ECSCW）的研討會上。然而，目前研究的結果對於哪些是必須要的技术或者工具的看法缺乏一致性，甚至於有互相抵觸的情形產生。Chen 等（1999）指出過去的研究在視訊對於設計溝通的價值的評估上存在著衝突的結果；一部分的研究者認同視訊的功能，視其為能有效的提升遠距設計溝通的工具（Whittaker and O’Conaill, 1997; Fussel *et al.* 2000）；其他研究者則持不同的看法，認為視訊有無對於設計溝通並沒有明顯的影響

（Gabrial, and Maher 2000; Reid and Reid, 2000），Hu 等（2004）的研究則認為視訊工具會減低參與度，影響設計師之間溝通的進行，減低溝通的效益。

本研究認為如此的問題出自於過去的研究所採用的研究途徑上的限制。歸納過去電腦媒介溝通工具的研究途徑可以發現存在兩種常見的形式；一種是把面對面溝通的情形視為電腦媒介溝通工具的設計規範（Isaacs *et al.* 1995; Ishii, 1990; Scrivener and Clark, 1994）。另一種則採用比較的方法，由比較不同電腦媒介溝通工具與環境所造成的在工作執行或結果上的差異，從而界定什麼樣的溝通工具或什麼樣的溝通形式是必需的（Fussel *et al.* 2000; Cadiz, *et al.* 2000; Gabrial, and Maher 2000; Karsenty, 1997; Williams, 1997; Mark, *et al.* 1999）。

採取第一種研究途徑的研究者，認為面對面為最佳的溝通形式；溝通者可以看到、聽到對方，甚至觸及對方。因此，溝通工具必須儘可能的讓使用者有面對面溝通的感覺才是好的，容易達成溝通的目的。Hollan and Stornetta（1992）質疑如此的研究途徑將會使工具設計者失去探索及開發電腦溝通工具所蘊含的潛力的機會。事實上，電腦溝通工具可以提供面對面無法做到的溝通形式。例如可以讓使用者連線同時參加數個線上討論會（Isaacs *et al.* 1995）；或者在面對面溝通時，空間的因素會限制參與者同時發言討論的機會，而虛擬世界則沒有如此的限制；線上會議的參與者可以在其他的與會者沒有察覺的情形下，或不影響其他與會者的情形下，即時的與其他特定的與會者私下進行溝通（McDaniel, 1996）。

另一方面，Kvan 等（1997）以及 Mazijglou and Scrivener（1998）認為工具的優劣與設計結果的好壞並沒有密切的關聯。他們指出設計師可以克服適應不良的溝通環境以進行溝通，設計結果的比較並無法有效的推論溝通工具在效能上的差異。Gaver（1992）及 Olson and Olson（1997）則質疑比較分析的方法，認為不論是比較設計產出或是過程的差異，皆無法對於溝通工具的設計提出實質上的建議。他們認為由於工作、技術、使用者、工作內容的差異，以及不同的環境脈絡，

不同的工具會因此有不同的優劣點。並結論強調電腦溝通工具的評估必須將工作脈絡考慮進去。

綜觀之，過去有關電腦溝通工具的研究所使用的方法，會限制研究者探索電腦媒介溝通工具的潛力、產生沒有定論，甚至於相衝突的結果。本研究認為過去研究的癥結在於將重心置於工具的效能及模擬上，而缺乏對於使用者需求的了解。Norman (卓耀宗, 民 89) 指出「人」才是重點，使用性分析的一項重要工作是要了解人在特定的情境下，為了達到目的所遭遇的問題及需求為何。

三、使用性分析

以使用者為中心的設計理念已廣泛的為人注意。Norman (卓耀宗, 民 89) 強調以使用者為中心的考慮能增進產品使用性並且減少產品的不適合的可能與程度。他認為在使用者及設計人員之間建立和諧的使用與操作模式是獲得一個成功的產品非常重要的因素。國際標準組織 (ISO) 定義使用性為在一個特殊的環境裡特定族群的使用者能夠有效用、有效率及滿意的達到一定的目標 (Stanton, 1998)，如圖 1 所示。Nielsen (1993) 則提出包含效率性 (efficiency)、錯誤率 (errors) 等五個使用性的評量面向。

Winograd and Flores (1986) 曾經提出停滯分析 (breakdown analysis) 的方法，以檢測軟體設計及使用上的問題；停滯的發生意味著一個系統 (人、工具等系統的組成部分) 在某方面的不足。當此不足達到某種程度時，使用者必須將他自己抽離出原本進行中或注意的事物，轉而注意並處理這個停滯問題。使用者根據當時情況判斷這個停滯問題是否會影響工作的進行，以決定是否必

須立即解決停滯問題，或者如不影響或沒有顯著的干擾則可先暫置一旁。因此，整個系統的使用程度可以藉由界定停滯時刻、停滯原因及使用者如何解決這些停滯問題來進行分析，並進而提出改進系統使用上的建議。

Scrivener 等 (1996b) 更進一步的界定停滯發生的種類，如圖 2 顯示。在一個包含 A/B 兩個次系統的溝通系統中，每一個次系統皆可以包含使用者，工具，工作，以及環境等項目。因此在兩個次系統的溝通中，停滯可以發生於：使用者／使用者、使用者／工作、使用者／工具、使用者／環境、工作／工具、工具／環境。例如，當一位溝通者不了解對方所言之意時，產生了使用者／使用者的停滯；於視訊會議中，使用者不熟悉對焦的操作時，則可能產生了一個使用者／工具的停滯。

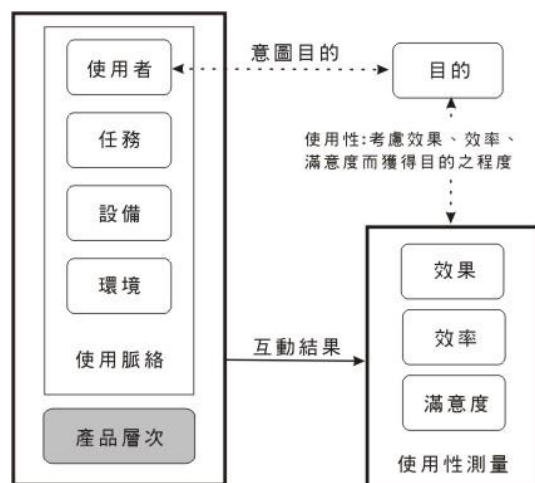


圖 1 ISO9241 的使用性評估架構 (參考 Stanton, 1998)

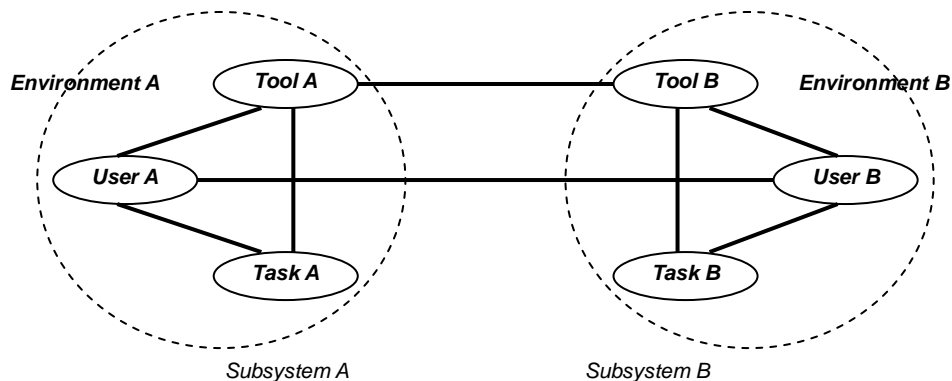


圖 2 人—電腦交互系統模型中的次系統 (改編自 Scrivener 等, 1996b)

應用停滯分析法, Scrivener 等(1996b)在 ROCOCO 研究案裡探討遠距設計中, 不同工具對於設計溝通支援程度差異的問題。Lee (2001) 則使用停滯分析法探討跨國設計的案例中, 設計師之間及設計師與客戶之間的溝通問題。另外, 在 FashionNet 研究案中, Woodcock and Scrivener (1999) 認為適當的運用停滯分析可以界定溝通問題的本質、溝通交互作用的影響以及設計師執行工作的能力因素。Tang and Chu (2005) 則探討在設計教學活動上, 師生認知差異所產生的教學與學習停滯現象, 藉此提出教學改進的策略。

然而, 停滯分析在實際操作上存在幾個問題, 首先, 不同的研究者對於設計溝通的停滯現象各有不同的分類; 朱灝蓉 (2005) 在設計實務教學的研究中, 強調認知差異所導致的停滯現象, Lee (2001) 在有關跨國的設計合作中, 則強調文化及語言差異所造成的溝通問題。李宸頡 (2005) 在有關遠距設計實務教學的研究中, 認為在教學中, 工作的停滯就是學習及教學上的問題, 而真實環境的問題有並非關於虛擬世界研究, 因此, 只探討使用者/使用者, 以及使用者/工具的停滯。上述這些研究的差異顯示停滯分析在操作性上的複雜性。

其次, 停滯分析相當耗時, 僅僅在停滯點的界定及其問題界定上, 研究者就往往比須來回參考多種資訊, 如口語資料、影音紀錄、訪談記錄。然而, 當不同的研究者對於上述資料的解釋及看法不一時, 對於停滯發生的原因的看法, 解釋以及改進情形的建議就會有更加分歧的可能。

另一方面, Hollan and Stornetta (1992) 認為透過工具所進行的溝通可以由媒介、機制、及溝通目的加以描述。溝通的目的獨立於媒介與傳達機制外。一個視覺傳達機制意指能攜帶視覺資訊的元件; 而媒介則是能傳達此元件的管道。由於特定的機制僅有特定的媒介傳遞, 因此, 一個溝通的管道可以由「媒介—機制」加以表達, 例如透過視訊, 以手勢比劃出一個物體的外型以輔助口語上的溝通, 可以以「視訊—手勢」這一項「媒介—機制」說明輔助資訊的使用, 而使用視覺資訊的目的則可以理解為表現一個造形。

稍早, 針對電腦工具對於設計溝通的支援情形, Chen 等 (2002) 整合停滯分析以及媒介—機制組合的看法進行遠距協同設計行為的研究, 由對於工具使用分析, 他們提出溝通工具是條件式的被選用的; 設計師會從他們所能支配的媒介—機制組合中, 選擇其中最有效力或效率的組合, 以達到溝通的目的。

延伸上述的概念, 電腦視訊工具對於視覺設計溝通的支援情形可以藉由媒介—機制組合的替換的分析探討之。其原理為媒介—機制組合的替換的發生可以理解為使用者對於媒介—機制組合在溝通效力或者效度上的選擇; 相較於替換前的組合, 替換後的組合提供較佳的溝通效力或者效度。分析替換的狀況, 可以得到各個組合在特定狀況下的優劣情形。而改進的方法, 則可藉由強化媒介—機制組合的優點和減少其缺點獲得。

本研究參考 ISO9241 的解釋 (Stanton, 1998), 定義效力在此意指完成工作要求的程度; 而效率則意指執行某一工作相對所需要的花費(體力或時間)的多寡。

應用上述有關溝通的架構, 停滯分析以及媒介—機制組合的看法, 本研究以目前在探討設計思考與行為常見的口語分析法 (protocol analysis) 的原理, 將設計師視覺資訊溝通的行為與口語資料進行逐字稿編寫及編碼工作。再藉由分析設計師使用特定的媒介—機制組合的原因, 評估組合的相對優缺點。最後, 藉由組合的替換以及溝通工具使用的了解, 提出改進電腦視訊工具支援設計溝通的分法, 以及歸納出概念設計階段的視覺溝通需求。

為了獲得探討視覺溝通的資料以進行如上所的設計溝通研究架構, 本研究安排一個遠距協同設計工作, 以下將首先說明此活動的安排與實施, 然後說明編碼及替換分析的操作。

四、遠距線上協同設計

4.1 設計工作規劃

參考 Delft Protocol workshop, 本研究所安排的遠距協同設計工作為設計一個能穩固大型登山背包

於腳踏車後座部位的裝置 (Cross, *et al.* 1996)。範圍從設計簡述到完成初步構想。採用此題目的原因有二：第一，此工作坊已經收集相當多的設計資訊，可供參與本研究的設計師參考，減少蒐集資料的負擔。第二，此題目的複雜程度可以讓參與設計師在四週的限時中完成。

設計工作的重點放在概念發展階段上。Baxter (1995) 認為概念發展階段是非常重要的，因為此階段的成功與否，對於整體設計工作的成功與否有著決定性的影響。Cross (1994) 提出在面對概念發展階段的複雜性時，設計師必須多方面考慮如機構、市場定位、意義傳達等問題，並發揮最大的創造力以獲得最佳的解決方案；Anumba 等 (1997) 亦提出相似的看法。

縱觀之，概念發展階段為一個從抽象進展到有形的過程。設計構想在此透過各類視覺資訊 (如：草圖、精描圖、模型) 來表達、討論並加以修改。本研究除了考量此階段的重要性外，相較於其他設計階段，設計師於此階段會遭遇到很多不確定性，促使其使用多種視覺資訊以及溝通媒介進行設計討論 (Lindbeck, 1995)。因此，可以提供研究者豐富的視覺溝通資料以及觀察到較密集且多樣的視覺溝通方式，有利於研究分析的進行及獲得豐富的結果。

在正式進行線上設計工作之前，預先進行設備測試及暖身會議，使參與者相互熟悉並練習遠距溝通工具。正式的設計展開工作持續進行四週、每週進行一次的線上設計溝通。每次線上設計溝通進行的時間長短由設計師根據討論的及進度結果決定。於線上實驗之後，藉由共同觀察實驗錄影帶的方式，進行設計師的訪談，探討停滯發生的原因及克服的方法。

4.2 參與者

本研究模擬一般的設計討論，設計小組安排為一位高階設計師 (D) 與三個初級設計師 (Loughborough 大學產品設計系畢業班學生，分別為 A、R、J) 共同執行一項設計案，三位初級設計師獨立進行構想開發工作。高階與初級設計師相隔兩地，透過以 ISDN 專線進行點對點連線 (256K) 的電腦視訊溝通工具進行即時設計討

論。所有的設計師都沒有使用電腦視訊溝通工具的經驗。

4.3 實驗器材與材料

兩地的實驗環境皆盡量安排如實際的設計工作環境一般，如圖 3，包括個人電腦、A3 數位板、手繪工具。電腦會議系統 (PictureTel) 具同步的視訊及音訊傳遞功能，內含一群組軟體 (LiveSharePlus)。視訊攝影機提供手動對焦及光圈調整，可調整角度、或將攝影機與腳架分離的功能，解析度為 FCIF 規格。

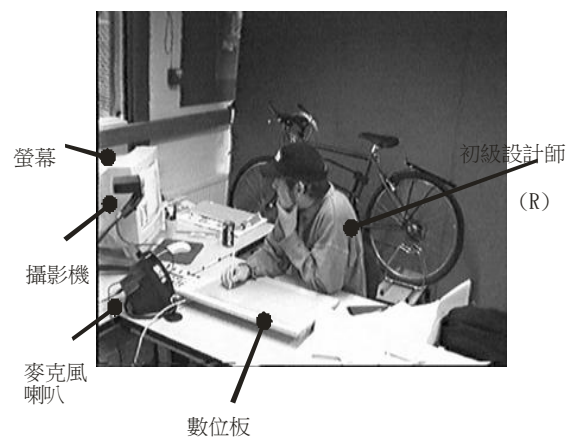


圖 3 遠距協同設計環境佈置

視訊會議系統的介面如圖 4 顯示，包括左上半部的初級設計師影像、下半部的高階設計師影像、以及群組軟體所含的電子白板的畫面 (右半部)。此工具提供如手指般可為遠端所見的指標工具。使用者可以用滑鼠移動該指標使遠端溝通者得知討論物為何。另外，在初級設計師端提供一些設計參考物 (腳踏車、登山背包、以及後座置物夾)，以輔助設計溝通。



圖 4 視訊會議系統的介面

過程全程影音紀錄，主要的分析資料來自於 PictureTel 所傳遞的影音資訊的錄製。由於 PictureTel 為唯一的資料傳遞工具，因此，此錄影資料提供所有雙方能聽見及顯現於螢幕上的動作與資料，如參與者的表情、手勢、電子白板的繪圖過程以及視訊資料等。分析此錄影帶的影音資料，即可獲得所有於線上工具使用與設計溝通的情形。

五、資料分析

5.1 編碼過程

本研究首先將線上的設計討論進行逐字稿編寫，逐字稿內容包括排列序號、說話者、以及談話內容。反映兩人對談式的設計溝通，逐字稿的編寫方式為一輪流發言的次序的形式。每一次的線上設計討論的逐字稿的編寫的排列序號由 1 開始。以下面的節錄為例，序號是 139 到 142，每一句稱之為語句 (turn)，共有四個語句；說話者是高階設計師 D 及初級設計師 R，形成 D-R-D-R 的順序；每一個所發言的字稱之為字辭 (term)。故在這個節錄中，有 4 個語句 (139 到 142)，語句 139 包含 8 個字辭。

139 D where does the cable go at the top
140 R it goes up to the little brace here
141 D yeah
142 R and then down the back to the top tube
across here

Shannon and Weaver 的溝通理論模型指出溝通目的為形成溝通重要的一部份 (鄧成連, 民 90)。整合此觀點以及前述的媒介—機制組合替換的分析架構，本研究首先從兩方面對於設計溝通中，使用到視覺資訊的口語資料進行編碼：

1. 傳達視覺資訊的媒介—機制組合，
2. 使用視覺資訊的目的。

然後進行媒介—機制組合的替換分析，分析工作包括：

1. 界定發生媒介—機制組合的替換情形，
2. 分析替換的目的及其原因，
3. 評估替換中，媒介—機制組合的相對優劣。

最後，本文由替換分析的結果提出改善溝通系統的建議。以下分別說明。

5.2 媒介—機制組合的使用及替換界定

本研究所使用的電腦視訊系統包含兩種媒介：視訊與白板；構成五種媒介—機制的組合：視訊—圖像、視訊—手勢、視訊—物件、白板—圖像、以及白板—手勢。設計視覺溝通，媒介—機制組合的使用界定通常可藉由仔細觀察影音資料配合口語資料的理解獲得，例如數位白板出現圖示 (白板—圖像) 或者用手勢比出一個造形，而對方可以透過視訊設備看到此手勢 (視訊—手勢)。以下例說明媒介—機制組合的界定。高階設計師在講到「things」這個字時，對著攝影機拿起一張有圖的紙。目的在於說明可以將構想圖畫在什麼東西上。

294 D if you want to use those, you know those
things to render onto, you know, that sort of
thing

明顯的，視訊為溝通此字語「things」的媒介。單純得觀察視訊資料，可能會將機制界定成「圖像」，因為觀察到的是一張圖。然而，口語資料的理解顯示高階設計師的用意並不在於這幅畫的內容，而在於有這個圖的紙。因此，機制應該界定為「物件」。而溝通「things」的媒介—機制組合為「視訊—物件」。

5.3 使用視覺資訊的目的

本研究稱之視覺溝通意指於即時的設計討論中，以視覺資訊輔助口語溝通的進行。因此，界定視覺溝通的目的必需參酌使用視覺資訊的前後溝通脈絡，包括口語及視訊資料。本研究參考 Tang and Leifer, (1988) 以及 Harrison and Minneman (1996) 的研究，提出五類視覺溝通的目的：闡明、指明、強調、註解、辨別，分別說明如下：

闡明：使用媒介—機制組合來溝通傳達某物件的屬性或者兩物件彼此的關係。

指明：界定口語所指涉的物體，此目的在於孤立出所指涉的物體。比較「指明」和「闡明」

的差異，主要在於「指明」沒有引入新的資訊。

強調：指出特別重要或需要注意的物體。相較於「闡明」，「強調」也沒有引入新的資訊。而與「指明」相較，「強調」著重於能招引注意力於所討論事物之功能。

註解：一般而言，註解並沒有對口語討論加入額外的訊息，其主要的目的是儲存訊息，以作為將來的參考。

識別：說明某口語討論指涉對象的意義或屬性。「識別」、「闡明」、「指明」存在細微的差異；和「指明」比較起來，「識別」同樣沒有引入新的資訊，但是「識別」具有連接口語意義與視覺資訊所具有的意義的功能，是和「指明」不同之處。

在下面的逐字稿節錄中，高階設計師談到一特定長度時，張開雙臂比出所談論的這一個長度，如圖 5 之左下角圖所示。由逐字稿及錄影帶資料可發現視覺資訊的使用發生於字辭「that」上，並產生一個由「白板－圖像」到「視訊－手勢」的替換。以初級設計師的角度而言，高階設計師的動作對於使他了解 350 公釐有多長並沒有具體的幫助。實際上，對於設計師而言，了解 350 公釐有多長並不需要視覺資訊的輔助。然而，透過視訊的傳遞，高階設計師的手勢真實的傳達了這個長度在真實世界的情形。

140 D right, 350 mm across which is about that, right

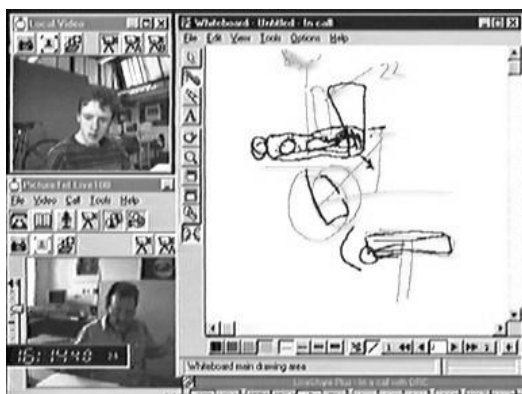


圖 5 目的「識別」的案例

本研究於所進行的設計溝通中，共記錄 4221 次使用視覺資訊的案例，亦即使用到媒介－機制組合的次數。表 1 整理各個目的所使用的媒介－機制組合的次數。以「視訊－手勢」的使用為例，有 353 次是為了強調，386 次是為了闡明。

表 1 媒介－機制組合與溝通目的的次數

	視訊－圖像	視訊－手勢	視訊－物件	白板－圖像	白板－手勢
強調	4	353	2	40	2
註解	0	0	0	84	0
闡明	244	386	118	1836	10
識別	8	9	7	12	0
指明	159	29	69	848	1

由此表可得知在本研究所規劃的合作式設計概念發展階段中，「白板－圖像」最常被使用，其次為「視訊－手勢」。以目的而言，在本研究所關注的概念發展階段中，「闡明」為最常需要的設計視覺溝通目的，其次為「指明」。而在傳達「闡明」的目的上，「白板－圖像」最常使用（1836 次），其次為「視訊－手勢」（386 次）。

媒介－機制組合在使用次數上的差異，顯示不同的組合對於不同的目的有不同的支援性。「白板－圖像」、「視訊－圖像」以及「視訊－物件」較適於闡明及指明；「視訊－手勢」則適於支援闡明及強調的目的；「白板－圖像」是唯一支援註解目的的組合。「白板－手勢」是最少使用到的媒介－機制組合，訪談結果顯示設計師對於此工具的不熟悉，設計討論的經驗，以及此工具不容易使用皆為影響此工具使用的因素。

5.4 媒介－機制組合的替換原因分析

分析 PictureTel 錄影帶內容以及口語文資料，吾人得以界定媒介－機制組合的替換情形，其作法為比較前後文本中存在不同的媒介－機制組合的情形。

圖 6 顯示設計師正在討論如何藉由一個小裝置來穩固綁住登山背包的背帶，對應的口語資料如下面的節錄。標明底線的文字為有使用視覺溝通的話語，上標字為其所使用的媒介－機制組合。此節錄其中包含兩個組合替換，第一個替換發生於語句 318 的字辭「take」上，由「白板－圖像」（WB-D）轉換到「視訊－手勢」（VD-G）；而第

二個替換發生於語句 319 的字辭「post」上，由「視訊－手勢」（VD-G）轉換到「白板－圖像」（WB-D）。

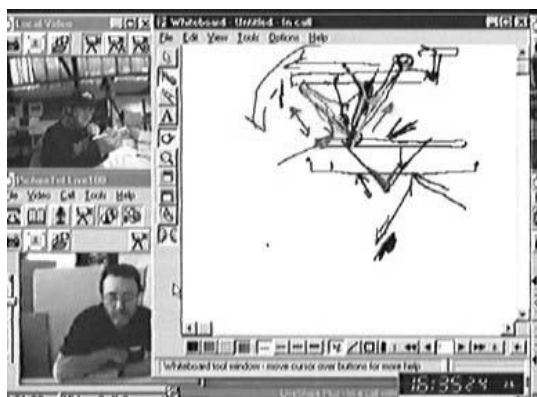


圖 6 媒介－機制組合的替換

- 316 R so you want something on this post
there^{WB-D}, so we can move up in that
direction^{WB-D} or that direction^{WB-D}
- 317 D yeah
- 318 R that'll take^{VD-G} up^{VD-G} the slack in the strap^{VD-G}
- 319 D no because, I mean, ok, you've got the
post^{WB-D} there^{WB-D}, good idea and you've
 got your strap^{WB-D} here and you're
pack^{WB-D} is at the front^{WB-D} and...

在上述第一個替換中（由「白板－圖像」替換到「視訊－手勢」），初級設計師晃動著手心向上且微張的右手手掌，緊接著將五指靠攏，然後微微向下移動右手手掌。圖 5 左上角的畫面顯示初級設計師的動作。觀察錄影帶，以及對於文本的了解，或許可以將此動作解釋為拿取某樣物體，或者以什麼動作拿取某樣物體。然而，由文本的脈絡可以發現「take up」的意義似乎並不需要手勢的幫助及可理解。再者，這個伴隨「take up」的手部動作，並不是在說明「take up」是什麼樣的動作或者因移動而產生的效果。因此，本研究認為這個手勢的目的在於「強調」該話語，「強調」某事物的發生。

整合視覺溝通目的以及媒介－機制組合的替換的分析結果，初級設計師從「白板－圖像」轉換到「視訊－手勢」的動作，可以解釋為是為了達成「強調」「take up」這個動作。

5.5 評估媒介－機制替換的優點

在說明媒介－機制替換分析的編碼方式，包括媒介－機制組合使用、替換發生、以及目的的界定之後，本節將說明媒介－機制替換所代表的「媒介－機制」組合的相對優劣分析。

就上述的第一個替換而言，本研究的興趣在於使用「視訊－手勢」達成「強調」這個目的之效力或效率的優點為何，這些優點使得設計師沒有從「白板－圖像」轉換到其他的媒介－機制組合上，或繼續使用「白板－圖像」。

首先，如果要轉換到「白板－手勢」，則初級設計師必須完成一連串的动作；他要將數位筆指到白板左側的小圖示，輕敲遠端指標上的圖像以啟動遠端指標，再以數位筆移動遠端指標，以獲得期望的結果。這顯然會比使用「視訊－手勢」複雜得多。其次，在這個例子中，以「白板－手勢」來進行「強調」這個目的可能會產生誤導。第一種情形是除非「白板－手勢」作用於空白處，否則這個動作可能會被誤認為在「指明」某一部分的圖，為「take up」所欲加之於的物體；第二，不論「白板－手勢」是否作用於空白處，使用「白板－手勢」容易被誤認為是「闡明」一個移動的方向或是移動的狀態。由上，吾人可以認為在這個例子中，不論是效力或效率「白板－手勢」皆不及「視訊－手勢」。

其次，如果停留在「白板－圖像」，則除了會發生如同上述「白板－手勢」所遇到的問題外，由於「白板－圖像」會在白板上留下筆跡，會影響到白板上的圖面的可視性。再者，這些筆跡所具有的形體、大小、筆寬等性質，可能會被理解成有意義的，並傳達某些超過「強調」目的所要傳達的內容，例如：原本是要「強調」某物體是「厚的」的可能會被理解為「多厚」或「什麼位置要厚一點」。因此，「視訊－手勢」會比「白板－圖像」有效力。

如果設計師是由「白板－圖像」轉換到「視訊－圖像」，則會發生如同上述「白板－圖像」所遇到的在效力上的問題－加入某些不必要的資訊而產生誤解；更甚者，轉換到「視訊－圖像」還會有顯著的效率問題；初級設計師必須改變攝影機的角度，將其從對準臉部調整至紙面上，或者將圖

繪製於紙上，再拿起來對準攝影機。而這些動作都會影響效率。最後，由於「視訊－物件」具有顯著的形體，因此，使用「視訊－物件」容易使人誤解，以為使用這個媒介－機制組合的目的為「指明」。使用「視訊－物件」亦可能存在效率問題。設計師必須找到適合的物體，才能傳達「強調」的目的，並將此物體移到攝影機能拍到的位置。

以上說明在一個有多種溝通管道的環境中，如何從溝通效力以及效率的評估，了解設計師為了達成溝通目的，如何選擇一特定的媒介－機制組合。同時也說明如何藉由分析視覺溝通目的以及媒介－機制組合的替換，了解其相對的優缺點。

下面將說明如何應用此方法，提出改進溝通工具的建議以及提出設計師於設計溝通的需求。

六、媒介－機制替換的應用

6.1 提出工具改進的建議

提出改進溝通工具的建議的基本的原則在於了解替換前後的媒介－機制組合的優劣情形後，減少媒介－機制組合的缺點，或甚而提高現存的優點。

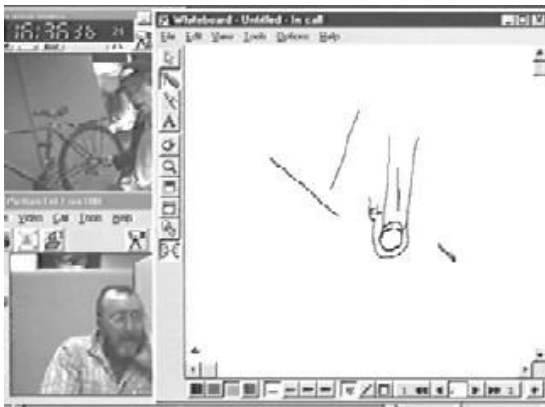


圖 7 由白板－圖像到視訊－物件的替換以滿足「識別」目的

以圖 7 及相關逐字稿節錄為例，組合替換發生在語句 155 的「here」上，由「白板－圖像」轉換為「視訊－物件」，轉換的目的為「識別」。在語句 155 中，初級設計師透過指到物件（輪軸）的行為，傳達給高階設計師有關他所了解高階設計師在語句 154 末所言之意為何。

- 154 D at the bottom of your leg^{WB-D} there's some sort of circle^{WB-D} that sits over^{WB-D} the pole^{WB-D}, sits over the pole^{WB-D}, right, ...and has a strap^{WB-D} that goes around there^{WB-D}, right, ... and onto a spike^{WB-D} which is actually part of the, you know ...the member^{WB-D}
- 155 R oh, right, I'm with you. So on the bike...it goes on this part here^{VD-O}

在這個組合替換中，「視訊－物件」比「白板－圖像」更有效力，因為在初級設計師所指的物件，對照於周遭物，可以清楚的讓彼此了解初級設計師所稱「here」的意思為何。對效率而言，「視訊－物件」也會比「白板－圖像」更高，因為「視訊－物件」只需對攝影機作微調就可以得到能滿足溝通的影像。而如果設計師繼續使用「白板－圖像」的話，則必須畫出包括輪軸、部分周圍元件和足供辨識的圖。

據此得知「白板－圖像」的效率可以藉由使繪圖更流暢加以提升，例如使用手寫繪圖螢幕，提高繪圖時的手眼協調、提供可快速瀏覽與開啟的腳踏車圖片；而提升「白板－圖像」效力則可由提供較擬真的圖面為發展方向。如增進設計師使用數位草圖的能力或者提供可快速參考的腳踏車圖庫，使得設計師能在白板中指出所討論的部份為何處。

另一方面，雖然在這個例子中，「視訊－物件」的效力與效率皆高於「白板－圖像」，但是，「視訊－物件」仍然具有改進的空間。此組合的效力可以藉由提高解析度及色彩品質（同時提高影像壓縮的技術以減少頻寬負荷）、加裝望遠鏡頭以及自動對焦來增強；而效率則可以藉由加快影像捕捉的速度來獲得，例如：增加一台專門拍物件的攝影機或者良好的伸縮鏡頭。

本研究分析設計師的線上設計溝通，共記錄並分析 527 次媒介－機制組合替換的案例。系統設計師可以藉由上述之改進方法，提升本實驗所用的電腦視訊溝通工具。然後，系統設計師必須比較系統改進前後的不同，以證實改進的狀況。如果一起改進所有媒介－機制組合，則發生媒介－機制組合替換的情形不見得會顯著的減少，因為各媒介－機制組合相對的強弱仍然存在。

另一方面，如果是一個一個的改進與再測試，於再度測試時會發現優先改進的媒介－機制組合（如：視訊－圖像），會比較不容易為其他媒介－機制組合所替換。接著，可以改進另一個媒介－機制組合，例如：「視訊－手勢」。於再度測試，系統設計師會發現因為改進了「視訊－手勢」，所以「視訊－圖像」到「視訊－手勢」的替換次數會增加。依此類推，可以改進所有的媒介－機制組合，以提升整體的電腦溝通系統對於設計溝通的支援。

6.2 設計溝通需求的界定

分析媒介－機制組合替換的原因也可以使吾人發現所觀察的設計階段中，設計溝通的需求。例如，吾人觀察到有大量替換到「白板－圖像」的案例，似乎顯示設計師們偏好或需要在同一物件下進行設計溝通。

以下將說明由媒介－機制替換分析所歸納的概念發展階段的設計溝通需求。

(1) 具多樣的視覺精準度於造型或屬性的資訊溝通

概念發展所討論的造型或者形狀的精準度，取決於設計的環境脈絡以及階段。分析設計溝通的進行可以發現由「白板－圖形」替換為「視訊－手勢」，其目的為闡明一個仍然不確定的造型。反之也可以觀察到從其他媒介－機制到「白板－圖形」的替換，而其目的為溝通較確定的造形。因此，對概念發展階段而言，溝通的進行需要能進行多樣的精準度的造型或屬性的溝通。

(2) 資訊共用及檢索的可能

分析發現「註解」只有透過「白板－圖像」達成，顯示設計師於概念發展階段，需要一個能儲存資訊並提供分享及回顧的空間。

(3) 同一圖面上工作

吾人發現在概念設計發展階段中會產生大量的替換到「白板－圖像」的情形，顯示設計師喜好或需要在同一物件下工作以進行設計溝通。於同一物件工作能較容易的比對彼此的設計概念，因此，有利於設計概念的發展。此需求呼應了目前

的協同設計中，使用電腦 3D 建模重要性；電腦 3D 建模不只有利於造形及機構的設計，或者提供在產品研發鏈上的益處（Martin and Schirrmeister, 2002；羅啟源及陳鑑文，民 92），設計師可以透過應用程式分享或者檔案分享的方式，於線上討論電腦 3D 模型並進行修改，有助於設計工作的進展。

(4) 區隔指示符號及設計圖

由「白板－圖形」到「白板－手勢」的替換反映設計師在進行設計溝通時，需要區隔概念圖以及溝通時所使用到的指示記號，如說明「這裡」、「那裡」的記號。因此，更成熟的指示系統有其發展的價值。

(5) 參考到真實世界

雖然「識別」的目的於本研究中所觀察到的數量極少，由「視訊－圖形」到「視訊－手勢」的替換可以得知「視訊－手勢」能提供真實世界的尺寸。再者，「視訊－物件」的使用亦顯示真實世界資訊對於設計討論的重要。因此，真實世界所能提供的資訊必須要能適當的能於設計溝通中參考。

七、討論與結論

本研究的動機為對於過去研究成果的衝突而起，這些衝突來自於過去研究在研究途徑上的限制。本研究提出電腦溝通工具並無法藉由比較結果或者是以某一種溝通型態（如面對面溝通）為標竿，作為設計或改進的目標。

本研究提出以分析系統中媒介－機制組合替換的原因，作為發現相互間溝通工具優缺點，及改進建議的方法。系統設計師應用此方法，可提升其所關注的電腦視訊溝通工具。並藉由比較改進前後的不同，以證實改進的狀況。應用的程序摘要說明如下：

1. 界定系統支援設計溝通的媒介－機制組合；
2. 界定媒介－機制組合替換發生的案例；
3. 界定媒介－機制組合替換發生時的溝通目的；
4. 評估替換中媒介－機制組合優劣；

5. 提出改進建議。

在實際應用上，系統設計師則可將改進建議轉化加入於為產品設計規範中，作為設計發展的方向或依據。

本研究所提出的方法雖然是由研究特定的媒介－機制組合替換，於特定的環境與脈絡中產生的，然而此方法本身具有高度通則化（generality）的價值，可以作為發展其他設計類別的協同設計工具的參考。

本研究藉由分析媒介－機制組合替換，探討設計溝通需求以及工具的使用性。其限制說明如下：首先，不同的設計環境與不同的設計脈絡（工作內容、階段等）會產生不同的溝通需求，因此，於特定環境為特定電腦視訊工具所提出的改進方法，有其應用於其他系統或環境的限制。例如，在後續設計原型的討論中，如果白板較不會被用到，則提昇白板的精準度對於此階段的討論的助益不大。

第二，本方法對於發生組合替換的效力／效率評估，無法全部於事後設計師訪談中獲得說明，部分必須依靠研究者主觀上對於資料的判斷。再藉由其他設計領域相關的研究者的評估，對相異處進行討論以提升可信度。

第三，不同的研究者或系統設計師會對於改進方式會有不同的建議，更廣泛的觀點對於設計建議應有所助益。這部份的目的除了提出改進建議外，也作為說明往後如何應用組合替換分析的參考。

第四，由本方法所提出的改進建議主要是做為如何提升工具使用性的一些可能方向的提議，因此，不必然目前的技術所能達成的，但卻可能是後續值得發展的。

本研究的目的是在於探討提升電腦溝通工具適用於遠距協同工業設計的方法。本研究以使用者中心的觀念，從了解設計師在進行設計溝通時所遇到的停滯問題著手。藉由分析媒介－機制的替換以及其中的視覺溝通，吾人得以瞭解細微而具一般性的設計溝通需求。這些設計溝通需求可以提供

系統設計師做為發展溝通工具設計規範的參考。

參考文獻

- [1] 朱灝蓉，民 94，工業設計之設計工作坊中學學習現象與溝通所扮演角色之相關研究，碩士論文，長庚大學工業設計研究所
- [2] 李宸韻、陳淳迪、胡慧茵，民 94，遠距工業設計實務教學之停滯分析，2005 明志科技大學技術與教學研討會論文集，11 月 19 日
- [3] 卓耀宗 譯，民 89，設計心理學—以使用者為中心、安全易用的日常生活用品設計原理，Norman, D, 1988, *The Psychology of Everyday Things*, 遠流出版社
- [4] 鄧成連，民 90，設計管理，台北，亞太圖書
- [5] 羅啟源、陳鑑文，民 92，設計鏈之創新價值參考模式-以液晶電視(LCD TV)為例，2003 知識與價值管理學術研討會論文集，國立台北科技大學，頁 1-10
- [6] Anumba, CJ, Baron, G, & Evbuomwan, NFO, 1997, Communication issues in concurrent life-cycle design and construction, *BT Technology Journal*, 15, pp 209-216
- [7] Arnheim, R, 1996, Sketching and the psychology of design, in V. Margolin, and R. Buchanan, ed. *The Idea of Design*, The MIT Press, Cambridge, MA, pp 70-74
- [8] Baxter, M, 1995, *Product Design, Practical Methods for the Systematic Development of New Products*, Chapman & Hall, London, pp 19
- [9] Cadiz, J, Balachandran, A, Sanocki, E, Gupta, A, Grudin, J, & Jancke, G, 2000, Distance learning through distributed collaborative video viewing, *Proceedings of CSCW'00*, ACM Press, pp 135-144
- [10] Chen, CD, Scrivener, SAR, & Woodcock, A, 1999, Visualisation in collaborative computer mediated dialogue, *Proceedings of HCI99, Munich, Volume 2*. pp. 226-231.

- [11] Chen, CD, Scrivener, SAR, & Woodcock, A, 2002, Using visual communication resource shifts to inform CMC design, Proceedings of Common Ground, 2002, London, pp 229-242
- [12] Cross, N, 1994, Engineering Design Methods, Strategies for Product Design, John Wiley and Sons, England, pp 19-22
- [13] Cross, N, Christiaans, H, & Dorst, K, 1996, Introduction: The Delft protocols workshop, in N. Cross, H. Christiaans, and K. Dorst, ed. Analysing Design Activity, John Wiley & Sons, UK, pp 1-16
- [14] Dix, A, Finlay, J, Abowd, G, & Beale, R, 1993, Human-Computer Interaction, Prentice Hall international Limited, Cambridge, pp 470-476
- [15] Fussell, SR, Kraut, RE, & Siegel, J, 2000, Coordination of communication: effects of shared visual context on collaborative work, Proceedings of CSCW'00, ACM Press, pp 21-30
- [16] Gabriel, G, and Maher, ML, 2000, An analysis of design communication with and without computer mediation, Proceedings of CoDesigning 2000, Springer-Verlag, London, pp 329-338
- [17] Gaver, W, 1992, The affordances of media spaces for collaboration, Proceedings of CSCW'92, ACM Press, pp 17-24
- [18] Harrison, S, and Minneman, S, 1996, A bike in hand: a study of 3-D objects in design, in N. Cross, H. Christiaans, and K. Dorst, ed. Analysing Design Activity, John Wiley & Sons, England, pp 417-436
- [19] Haymaker, J, Keel, P, Ackermann, E, & Porter, W, 2000, Filter mediated design: generating coherence in collaborative design, Design Studies, Vol. 21, No. 2, pp 205-220
- [20] Hofmeester, GH, Kemp, JAM, & Blankendaal, ACM, 1996, Sensuality in product design: A structured approach, Proceedings of CHI'96, ACM Press, pp 428-435
- [21] Hollan, J, and Stornetta, S, 1992, Beyond being there, Proceedings of CHI'92, ACM Press, pp 119-125
- [22] Hu, YH, Hsu, CH, & Chen, CD, 2004, The influence of communication environment to the brainstorming practice, Proceedings of DRS 2004, Australia.
- [23] Isaacs, EA, Morris, T, Rodriguez, TK, & Tang, JC, 1995, A comparison of face-to-face and distributed presentations, Proceedings of CHI'95, ACM Press, pp 354-361
- [24] Ishii, H, 1990, TeamWorkStation: toward a seamless shared workspace, Proceedings of CSCW '90, ACM Press, pp 13-26
- [25] Karsenty, L, 1997, Effect of the amount of shared information on communication efficiency in side by side and remote help dialogues, Proceedings of ECSCW'97, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp 49-64
- [26] Kvan T, West, R & Vera, O, 1997, Tools for a virtual design community, in LM. Maher, JS. Gero, & F. Sudweeks, ed. Formal Aspects of Collaborative CAD, University of Sydney, Australia, pp 109-123
- [27] Lee, LC, 2001, The Development of Intervention Strategies for Problems in International Cooperative Design Projects, Unpublished Ph.D Thesis, Coventry University, UK, pp 107-114
- [28] Lindbeck, JR, 1995, Produce Design and Manufacture, Prentice Hall, Inc, USA, pp 98-101
- [29] Lindemann, U, Assmann, G & Stetter, R, 1999, The development of a mountain-bike frame, in J. Gero, eds. Visual and Spatial Reasoning in Design, Tversky, Australia, University of Sydney, pp 257-261
- [30] Lorenz, C, 1986, The Design Dimension: Product Strategy and the Challenge of Global

- Marketing, Oxford, Basil Blackwell, pp 12-13
- [31] Lucie-Smith, D, 1983, A History of Industrial Design, Phaidon Press, UK, pp 117
- [32] Maher, ML, Simoff, S, & Cicognani, A, 2000, Understanding Virtual Design Studio, Springer-Verlag, London, pp 72-73
- [33] Mark, G, Grudin, J, & Poltrock, SE, 1999, Meeting at the desktop: an empirical study of virtually collocated teams, Proceedings of ECSCW' 99, Kluwer Academic Publishers, pp 159-178
- [34] Martin, G, and Schirrmeister, F, 2002, A design chain for embedded systems, Computer, March, pp 100-103.
- [35] Mazijglou, M, and Scrivener, SAR, 1998, The rich picture of design activity, Automation in Construction, Vol 7, pp 157-175
- [36] McDaniel, S, 1996, Providing awareness information in remote computer-mediated collaboration (doctoral colloquium), Proceedings of CSCW'96, ACM Press, pp 446
- [37] McDonough III, EF, and Kahn, KB, 1997, Using "hard" and "soft" technologies for global new product development, IEEE Engineering Management Review, pp 66-75
- [38] Nielsen, J, 1993, Usability Engineering, San Francisco Academic, pp 25-34
- [39] Olson, GM, and Olson, JS, 1997, Making sense of the findings: common vocabulary leads to the synthesis necessary for theory building, in KE. Finn, AJ. Sellen, & SB. Wilbur, ed. Video Mediated Communication, Lawrence Erlbaum, pp 71-91
- [40] Pipe, A, 1990, Drawing for 3-Dimensional Design, Concepts, Illustration, Presentation, Thames and Hudson, London, pp 86-88
- [41] Reid, SE, and Reid, FJM, 2000, Sharing design ideas; conversational grounding in collaborative design, Proceedings of CoDesigning 2000, Springer-Verlag, London, pp 339-348
- [42] Scrivener SAR, and Clark, SM, 1994, Experiences in computer-mediated communication, Proceedings of the ISAT School/IFIP TC 8/WC 8.5 Workshop, Biblioteka Informatyki Szkol Wyzszych, Poland, pp 122-154
- [43] Scrivener SAR, and Clark, SM, 1996a, How interaction with sketches aids creative design, Design Management Journal, Spring, 1996
- [44] Scrivener, SAR, Urquijo, SP, & Palmen, HK, 1996b, The use of breakdown analysis in synchronous CSCW system design, in P. Thomas, eds. CSCW Requirements and Evaluation, Springer-Verlag, London, pp 157-172.
- [45] Stanton, N, 1998, Product design with people in mind, in N. Stanton, eds. Human Factors in Consumer Products, Taylor & Francis, London, pp 1-17
- [46] Tang, HH, and Chu, HR, 2005, The role of instructional communication in design studio, Proceedings of IASDR 2005, B2-5
- [47] Tang, JC, and Leifer, L, 1988, A framework for understanding the workspace activity of design teams, Proceedings of CSCW'88, ACM Press, pp 226-232
- [48] Wagner, I, 2000, Persuasive artefacts in architectural design and planning, Proceedings of CoDesigning 2000, Springer-Verlag, London, pp 379-390
- [49] Walsh, V, Roy, R, Bruce, M, & Potter, S, 1992, Winning by Design: Technology, Product Design and International Competitiveness, Cambridge, MA, Blackwell Business, pp 50-54
- [50] Whittaker, S, and O'Conaill, B, 1997, The role of vision in face-to-face and mediated communication, in KE. Finn, AJ. Sellen, & SB.

Wilbur, ed. Video Mediated Communication,
Lawrence Erlbaum, pp 23-50

- [51] Williams, G, 1997, Task conflict and language differences: opportunity for videoconferencing? Proceedings of ECSCW'97, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp 97-108
- [52] Winograd, T, and Flores, F, 1986, Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design, Norwood, New Jersey, Ablex
- [53] Woodcock, A, and Scrivener, SAR, 1999, Multimedia network applications in the fashion industry, in B. Jerrard, R. Newport, & MI. Trueman, ed. Managing New Product Innovation, London, pp. 212-222
- [54] Wright, I, 1998, Design Methods in Engineering and Product Design, McGraw-Hill, Publishing Company, Berkshire, UK, pp114-115

謝誌

本研究部分為國科會研究計畫之一部份 NSC93-2516-S-182-002，承蒙國科會經費補助，特此致謝