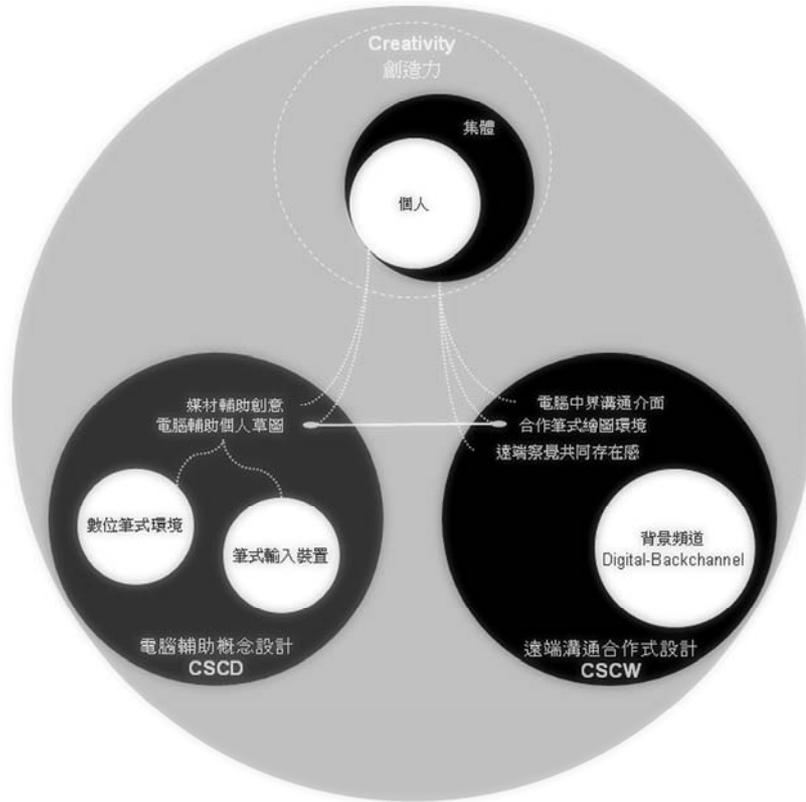


第二章 相關研究回顧



(圖3) 文獻回顧之脈絡

2.1 概念設計階段的媒材輔助

就電腦輔助概念設計發展階段來說，我們都知道好的媒材跟介面必須讓建築師可以隨心所欲的、直覺的進行草圖手繪、下註解、做草模、搜尋跟設計切題的參考影像或其他相關資訊。基於這些因素，Dzmitry Aliakseyeu(2003) 認為電腦要輔助建築早期設計必須先考慮下列幾項基本要素：

(1)自然的操作(Natural Interaction): 電腦媒材介面必須讓建築師如同使用傳統工具一樣，可以隨心所欲的、直覺的將想法具體的表現出來 - 也就是一個外顯的過程(Externalize)。因此，直覺這樣的特性在輔助性媒材的設定裡頭變成是很基本的一個環節，它可以讓設計者專注於設計問題上而不是去思索如何使用電腦。

(2)足夠的表達工具: 工具本身要能夠同時提供與掌握多樣的媒材呈現方式，這裡泛指草圖、影像、文字和實體模型等重要的行為。草圖仍舊是一個非常豐富的媒材呈現工具，它的意圖上是很模糊且抽象的。草圖因此通常有不同的解釋方式也有不同的詮釋結果。一張影像可以激發建築師許多的靈感，有時候它呈現材質或者是氛圍是建築師剛好欣賞的，或者是影像顯現明確的混合比例(Composition of proportions)剛好指引設計者一個美學的方向。文字則主要是用來對想法下註解、解釋或者是類似能引發聯想的關鍵字，有時候它也被用來做為概念想法的結構組織或是描述。

幾乎每一個群組設計過程都開始於一系列小型的初始設計會議，會議上設計成員不斷透過表達、討論和逐步發展概念性的想法。這樣的過程就像是一個充滿創意的小型公開論壇。設計者持續的被整體所鼓舞去盡量向其他成員表現他們的任何想法，這些想法有可能是基於某人先前所提的想法之基礎所衍生的另一個新想法和問題解決的方式，與會者一般都使用一些大型共用的工作檯面作為集體討論的區域來使彼此的互動過程更為容易進入狀況。一般在傳統設計環境常用的媒介包括白板(White Boards)、圖表(Filp Charts)和攤在桌面等大面積的紙張，在現有的環境則有電子白板等供集體討論的電子媒介。有鑒於合作式設計領域 CSCW 與 CSCD 的廣泛，我們將只針對以筆跟紙為主所開發的電腦合作環境和群組軟體進行回顧，並對有關察覺(Awareness) 與遠端存在感(Tele-presence)等社會層面溝通議題作為議題的延伸。



2.1.1 電腦中界溝通介面

電腦發展的速度遠超過於幾年前的想像，操作行為模式也不再僅侷限於桌上型的互動機制，尤其是設計環境中所使用的媒材形式要求特殊，許多不同的人機介面應用因此不斷被提出。Fischer (2003) 就認為電腦作為中界溝通(Computer-Mediated Communication:CMC)的介面在設計活動上，大致可以有下面幾種尺度上的區分(Fischer, 2003):

空間尺度上的 地理上被分隔兩地的設計群組之間要進行設計溝通與討論設計，必需透過網路聯結所提供的虛擬空間跟頻道來進行視訊與音訊串流的連結。

時間尺度上的 依照時間軸的區分，可以分為同步的與不同步的、直接的與不直接的、立即的與延後的、長期的與短期的溝通互動模式。

技術尺度上的 不同技術層面之間的设计群組的合作設計流暢度，需要依據各自對於彼此技術領域範圍內知識的熟悉度而定，這個尺度所代表的差異性就在於群組之間本身可以互相理解的程度。

- 以多頻道溝通模式為架構的群組軟體設計

社會層面上的 來自於不同領域與不同社群的合作差異性，因為彼此的思考認知都有可能產生極大的差異，就像是一個建築設計師跟一個舞蹈背景之間，往往溝通會有隔閡而很難有共識。這種情況，通常需要能夠提供一個可以引起共識的物件或是基礎，電腦媒材環境才有辦法介入這個尺度的輔助合作設計環節。

後兩項比較是社會研究學所在探討的一些議題，包括如何在合作設計環境中建立可以達成共識的討論基礎、知識的分享機制等的議題討論。這個部份本研究會在第二章節的末段將這個部分與設計創造力整理在一起本供研究參考之用。這裡暫時僅針對前面兩項有關空間與時間兩個尺度的合作設計環境中可能的一些方式，繼續了解兩種尺度所歸類的遠端設計環境的相關案例分析。首先以桌上型空間這個尺度來看，我們將先討論建築設計環境中比較常用的電腦輔助筆式繪圖環境的發展狀況。

2.1.2 電腦輔助個人草圖

傳統手繪草圖與電腦筆式系統的比較，設計者所習慣利用的圖形思考過程會受不同媒材特性影響而有所改變；筆式系統比傳統筆紙多了具體層次的圖形呈現，使可較完整檢視設計的具體圖形得以在草圖階段繪製(Lim, 2003)。電腦一直無法導入設計早期發展階段做為有力的輔助工具問題仍就在於設計者永遠需要不受拘束的、快速的、模糊的、不明確且直覺的方式去詮釋想法以及描繪部分明確的物件來解釋自己內心裡面的想法，因為發想的過程，想法更新的速度非常大量且迅速，很容易就被遺忘。而往往電腦的介面或是輸入裝置的轉換，無法輔助設計者在這階段進行快速的保存這些片段及碎裂的想法，容易造成思考的中斷。

大多數針對建築與軟體工程設計早期的圖表(Diagram)輔助工具，都是存在於電腦環境並伴隨著滑鼠與鍵盤的裝置以及制式化的圖行使用者介面。然而大部分的設計者仍舊選擇從徒手草圖作為設計的開始，他們給了幾個理由：

- (1) 徒手草圖是快速的，電腦環境一般來說依舊需要設計者去選擇預定好的指令列，然後在螢幕上制放以及縮放小工具箱(Wigets)。
- (2) 小工具的選用(Widget Selected Mode) 迫使設計者提早在比較明確的部分下決定，就像是電腦環境並未提供設計者對抽象的元素進行描述的途徑(Landay, 1996)。不拘形式的和含糊不清的特性在早期設計階段是重要的條件。譬如設計者使用軟體很輕易的新增一個窗戶物件，並置放在喜好的位置，系統隨即要求設計者輸入尺寸之類或是要求比較細節的資訊，但在概念初始、空間尚未明朗化的階段，這是不太需要浪費太多時間在細節上。

2.1.2.1 數位筆式環境 Computer Augmented Sketches Environment:

從使用性的角度來看，Beryl&Mark (2002)指出數位筆式環境在介面的操作上應該更注重在以模仿使用者習慣的現有工具特性上，也就是設計者不需額外增加使用心志的負擔便能輕易上手的隱喻(Metaphor)設計手法。介面必須提供一個乾淨不受阻礙的空間讓設計者輕易的進行非正式的、直接的和快速的且不受任何負面條件或情境干擾的描繪環境。因為想法和概念是信手拈來且稍縱即逝的存在於設計者的短期記憶裡。除了盡量保留原有傳統的環境特性之外，數位的筆式環境值得花更多的心力在提供更多傳統紙張與白板的功能性，底下我們描述了一些數位筆式環境的需求：

- (1) 實體的輸入介面應以筆式為基礎且直接接觸(Direct-Contact)的。筆是人從小到大最熟悉的繪圖工具，然而當筆尖與圖素並非直接接觸，會產生設計者使用繪圖板眼睛卻注視螢幕進行描繪時的不直覺與中斷性，這樣的介面並非是一個理想的筆式介面。
- (2) 可供繪圖的區域必須夠大，供有意圖參與討論的使用者們隨時加入。
- (3) 讓使用者把努力專注在設計的課題上，工具和背後的支援必須是謙虛的、樸素的，像筆和橡皮插一樣。
- (4) 數位環境可以提供草圖編輯的進階功能，也因此對於草圖的簡易複製、改變比例尺寸是可以被使用的。

數位媒材提供的筆式環境的目標便是在於採用自然的使用者介面(Natural User Interface)，整合這些便利性到筆式環境，只需要輕微的使用認知上的負擔以及些許的訓練，就能輕易應付所有的操作。



在各種不同的領域，已經有不少的研究(Landay, 1996 ; Landay&Myers, 2001; Lim, 2003) 發展一個使用者界面和一個網頁界面為基礎的筆式草圖工具；Gross(1996) 則建立一個建築師的筆式輔助工具。James A. Landay (1996) 發展了一個 CASE 工具介面 DENIM。每一個計畫雖採用了不同的方式但都提供了基本的筆式介面或是由系統主動去辨識潦草的繪畫文字轉化成較為正式的設計(Formal-Design)，或是一種仿效的功能

2.1.2.2 筆式輸入裝置 Pen-Based input Device:

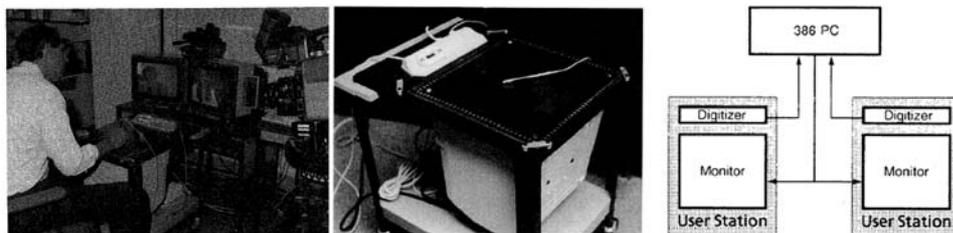
到目前已經有足夠多的筆式輸入裝置可以供設計者使用(圖 4)，但唯一主要可以區別的需求是尺寸。PDA 或許是最受歡迎的攜帶是筆式設備，然而若是針對設計需求，它螢幕尺寸卻是嚴重的不足。Tablet PC 普遍擁有 A4 尺寸大小輸入與顯示功能，非常適合單一設計者的筆式手繪設計環境，但以多人同時合作角度來看，必須提供共享的工作平台的要求之下，很清楚的他依舊沒有足夠大的尺寸同時供所有設計者進行瀏覽與在上面進行討論。Xerox 在 1990 發展了名為“Liveboard”的互動白板，並作為日後支援會議討論的基礎像是 Tivoil (Elin Rønby Pedersen, et al., 1993)。Smartboard (DviT:Digital Vision Touch Technolog)則是一個商業版本算是比較大尺寸的互動，而類似的 Mimio (Interactive whiteboard) 則利用固定在白板角落的紅外線裝置來抓取比的位置所販售的電子白板。



(圖 4) Personal projected displays (Mark S. D. Ashdown, 2004)

2.1.3 遠端合作筆式繪圖環境

合作式的筆式環境，主要是提供同時異地的設計群一組多人同時、共同編輯、共同視角、且可以互相手勢察覺(Gesture Awareness) 的繪圖環境。主要多圍繞在共享桌面、多人察覺以及你見及我見的(WYSIWIS: what You see is What I see) 的互動設計架構上面。在這些的概念前導之下，目前有兩種類型的實際運作方式：一種是以群組軟體開發(Groupware) 為基礎的共同編輯系統；一種則是以影像為基礎的工作空間分享(Shared Working Spaces)(圖 5、圖 6)。應用軟體多以提供多人同時編輯或是多人同時進行草圖討論的環境，主要以滑鼠游標(Cursor) 來區分不同的設計者，並以直接多樣的圖示切換來代表編輯功能的轉換(圖 7)；而影像為基礎的方式則是直接將一方工作台上所擷取的影像直接投影在另一方的桌面上，提供設計者之間的手勢以及意圖的察覺，並以對方的角度共同討論問題。底下段落將各別作案例的分析與特色描述：



(圖 5) Commune System, 分享桌面的筆式系統 (Bly, S, 1990)



(圖 6) VideoDraw, 遠端合作式設計 (John C. Tang, 1990)



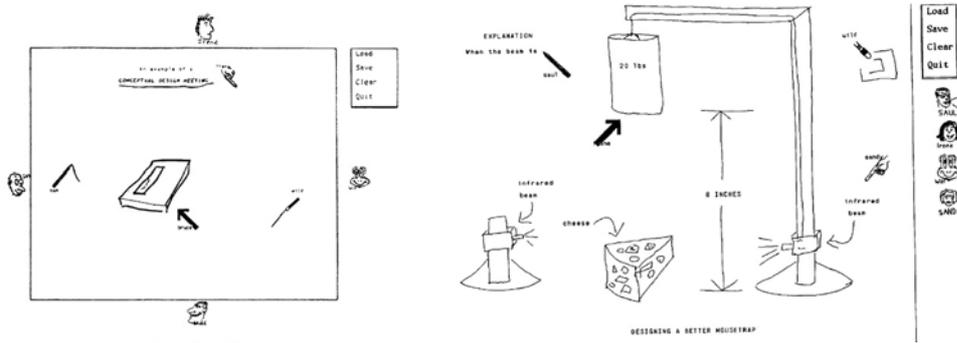
(圖 7) 群組軟體(Groupware)允許多人同時編輯進行創意發想 (Greenberg, S., 2003)

2.1.3.1 以軟體為基礎—Computer-Based Groupware of sketching:

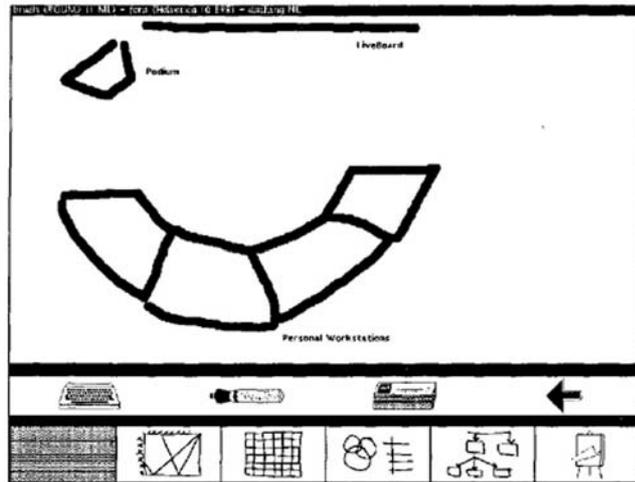
在 CSCW 領域，協同編輯系統(Collaborative Editing Systems) 被發展用來支援同時異地的設計團隊可以從不同的位置在線上共同編輯同一份文件或是同時對同一個分享物件進行操控 (Concurrent object manipulation) 。而協同圖形系統(Collaborative graphical system) 則是協同編輯之下的一種合作協力系統，當此分享物件為圖形編輯系統裡的元素(Graphical Objects) 如線、矩形、圓、草圖等時，透過分享工作空間的隱喻將電腦螢幕視為一個分享的螢幕與視窗，讓所有人的同時在同一個畫面上進行互動。

所有這類的系統，都支援同時的繪圖和討論。這些以電腦為基礎的繪圖系統常用的兩種系統架構有：物件導向(Objected-Based) 與點陣圖導向(Bitmap-Based) 兩種。早期多以 B-Based 為主；例如 WE-MET(wolf, 1991) 是一個以筆式為基礎且是針對小型且非正式的工作群組所設計的工具。GroupSketch(GreenBerg, 1992) (圖 8) 是一個以像素(pixel-by-pixel) 且多人為基礎的素描簿，設計者可以在共享的範圍內標記和書寫，系統並透過筆的不同形狀對應不同的書寫功能。相對於 GroupSketch，GroupDraw 同樣是由 Calgary 大學的 Saul Greenberg's 小組所開發的協同編輯系統，則是以 O-Based 為結構所發展的繪圖系統，允許使用者建立物件導向的幾何圖形物件，並各自擁有物件為基礎的基本指令。BoardNoter (Stefik, 1987) 仿效了原有黑板的一些非正式的使用行為模式，提供四種基本的工具包括粉筆、橡皮擦、鍵盤和與指標(Pointer) (圖 9)。Conversation Board (Brinck, 1992) 是 O-Based 基礎的多人繪圖環境，以多不同的彩色馬克筆、可以編輯的多行文字以及簡單基本的幾何圖素配合連結線段(Connector)，連結線段是指雙邊帶有箭頭符號用以註記兩個物件之間關係的圖像元件，當物件被設計者拖曳的同時，連結線段始終能維持調整保持物件之間的聯結關係。Tivoli(Moran, 1995) 則主要是針對會議討論而設計，其使用一系列實體的物件來擴增白板的討論行為與文字管理，GroupDraw(Greenerg, 1992) 也是 O-Based 為基礎所開發的環境，使用者可以建立、移動、調整尺寸並刪除繪圖物件，並提供一個可以拖曳的工作表面(圖 10)。

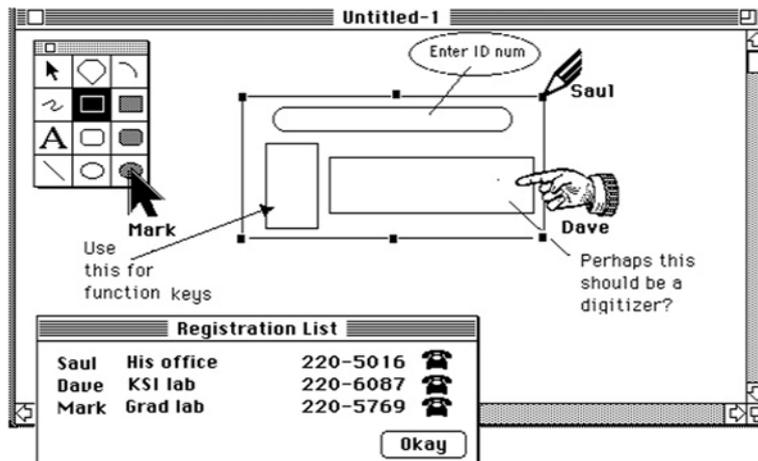
- 以多頻道溝通模式為架構的群組軟體設計



(圖 8) GroupSketch (GroupSketch, 1992)



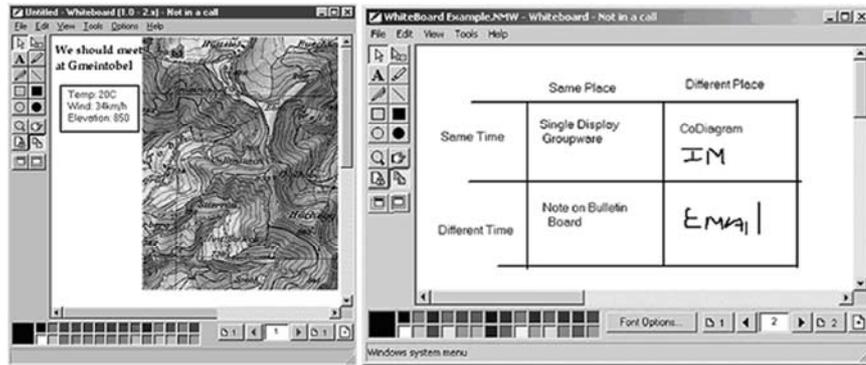
(圖 9) Boardnote. (Stefik, 1987)



(圖 10) GroupDraw (Greener, 1992)

- 以多頻道溝通模式為架構的群組軟體設計

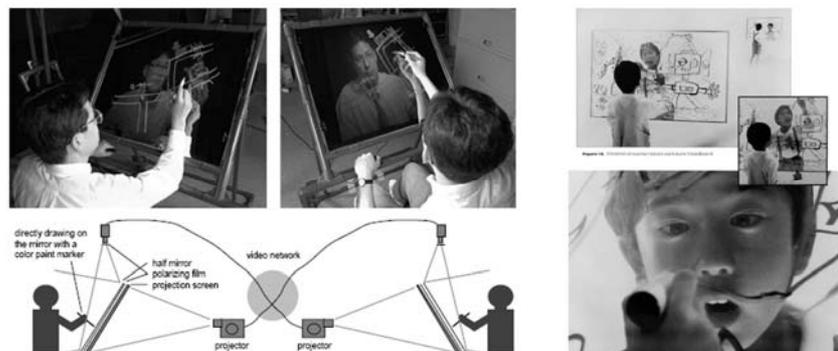
以點陣圖(B-based) 為主的系統無法允許使用者直接操控繪圖物件，雖然物件導向(O-based)為基礎的繪圖環境無法完善的提供機制處理所謂的共同操弄物件(concurrent object manipulation)。部份商業性的產品，像 Netscape's NetConference 和 Microsoft's NetMeeting 都附有簡單的電子白板功能，但他們僅僅提供簡單的圖表工具，不適合早期的或是偶發性的設計討論行為(圖 11)。



(圖 11) NetMeeting 電子白板畫面

2.1.3.2 以視訊為基礎－Video-Based Collaborative Sketching:

VideoDraw (Tang, Minneman, 1990) 是一個分享的繪圖環境，其在雙方之間提供一個共同分享的假想的畫框，參與者可以在螢幕上直接繪畫、擦掉，也可以直接在紙上運用手勢傳達設計概念，就好像彼此之間真的有一張大張的實體紙張。這樣的方式不僅讓設計者可以看到彼此會正在描繪的圖像和過程，描繪的同時也伴隨著手勢的傳達。**VideoWhiteBoard** (Tang & Minneman, 1991) 則是同樣概念下所提供較大尺寸的共享繪圖白板，讓不同地點的人可以同時互相看到彼此所正在描繪的想法，並同時透過對方半透明的陰影互相察覺。**ClearBoard**(1992) 的合作繪圖環境，則使用反射鏡將鏡頭和投影機隱藏在投影幕背後，藉由傳遞對方的影像來達到眼神交會(Eye-Contact)和凝視(Gaze-Awareness) 的察覺(圖 12)。每個使用者都擁有一個自己的圖層可以進行描寫與編輯，所有人看到的桌面則是經由重疊各自圖層之後的影像，因為個別的圖層是獨立的，因次並不會有編輯上互相干擾的情形發生。



(圖 12) ClearBoard-1 (ClearBoard, 1990)

2.1.4 遠端察覺與共同存在感

在傳統的設計討論桌上，共享的繪圖桌面和大面紙張也許僅僅只是一層建立與保存圖素的媒介。但經由實際的調查小群組的設計活動之後，Tang(1988) 發現人們在實體共享的空間中藉由大量的手勢(Gesture)、繪圖(Drawing) 與書寫(Writing) 相互表達自己的想法以進行共同討論與發想。其中接近三分之一的動作便是手勢，這些短暫性的手勢動作會比直接在共享紙張上進行討論要來的重要。設計者上半身的比手畫腳(Hand-Movements)通常是伴隨著繪圖的表達，表現的內容與草圖所描述的文本擁有在某些意義層面上的直接關聯性，成員之間便是常透過這樣的方式來傳達部份設計資訊。許多探討分散式合作的研究因此都會把重心放在遠端存在感(Tele-presence) 或共同存在察覺(Co-presence) 的課題上；一種給予地理上被分散兩地的設計者感覺彼此是身處在同一環境的體驗設計手段；目標是在傳達發生在彼此之間清晰的和細微的動態察覺，包括身體語言(Body-Language)、手勢、眼神交會、溝通背後的暗示(meta-level communication cues) 並且知道誰正在說話等基本能力。

共同存在(Co-Presence) 或遠端存在(Tele-Presence) 用來描述同時異地合作者之間互相察覺彼此輕微的感覺。在任何與創意有關的設計活動裡，講求的不僅僅是最後的結果，設計者在共享桌面上的互動過程也是重要的(Bly, 1990)。而多人同時察覺(Multi-User Awareness)為了讓合作設計的彼此能夠彼此察覺對方的手勢，進一步地去了解對方的手繪的意圖，很多研究都試圖在虛擬工作空間中透過不同的方式去模擬，而多人互動(Multi-User Interaction) 是達到協同設計工作必須的條件，協同設計工作的成員，必須能同時地在同一個共享空間中進行溝通跟互動 (Tang, 1990； Jason Stewart, 1999)。

2.1.4.1 以軟體為基礎— Awareness in Computer-Based Groupware:

要在軟體為主的介面上提供設計者彼此察覺的能力，既有的作法大致可以分為兩種：

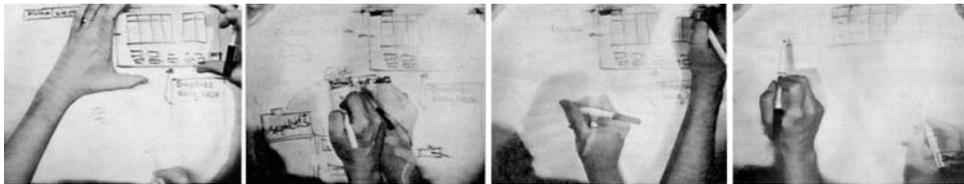
(1)直接讓對方同步看到自己的游標移動和游標的圖示改變，來達到持續察覺、手勢、意圖(Intention)、狀態、指引(Pointing)。例如 **GroupSketch(GreenBerg, 1992)**、**GroupDraw(Greenerg, 1992)** 將每一個參與者的游標分別被標上名字和改變不同的形狀(Cursor-Shapes) 藉以隱喻不同的工作狀態，每一個討論桌上的使用者可以在共有的工作平面上知道彼此活動的狀態。

(2)使用遠端指標(Tele-Pointer)，但只有用滑鼠拖曳該代表移動指標的符號之後，對方才能注意該指標的狀態，互動過程屬於非同步的不持續性，要等到移動方將滑鼠放下，遠端指標的代表圖示才會更新在對方畫面上的指標新位置。這樣的作法只能提供短暫察覺、指引、狀態，不持續性的察覺，使得使用者必須不時的注意去注意畫面週遭的指標是否已經改變，不時的分散注意力去關心目前是誰正在移動。**BoardNoter()** 便是以遠端指標為主，將螢幕視為是一個共享的桌面。在固

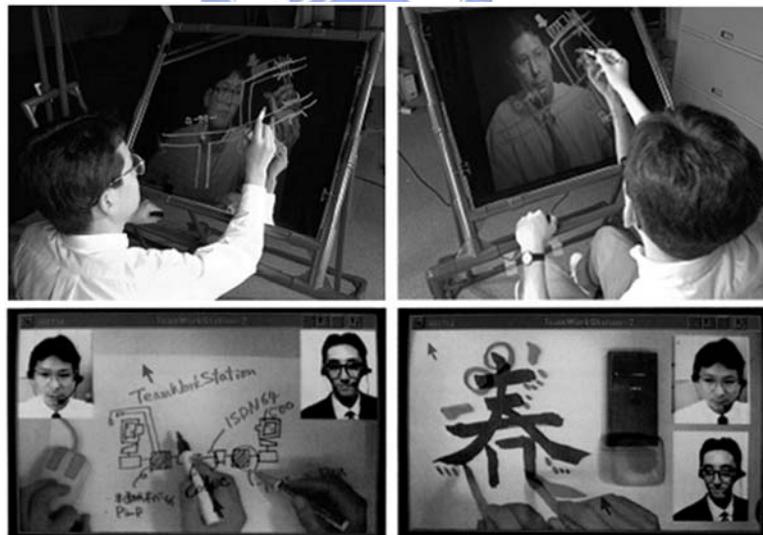
- 以多頻道溝通模式為架構的群組軟體設計定的區域內，使用者可以點選遠端並移動端指標去詮釋他的意圖和描述。NetMeeting 的視訊只能察覺對方的眼神、存在感跟眼神交會，但無法同時察覺對方看繪圖時的意圖，相反的 NetDraw(Dongqiu Qian et al., 1999) 卻只能察覺對方繪圖時的意圖，卻無法同時察覺對方的眼神，這兩部分被分開設計。

2.1.4.2 以視訊為基礎－Awareness in Video-Based Environments:

透過視訊持續的同步察覺手勢、意圖、狀態、指引，是最方便也最能直接達到所有傳統設計環境手勢傳達(Gesture-Communication) 的需求。VideoDraw(Tang, Minneman, 1990) 允許分散兩地的設計者透過影像的傳遞與疊置(Overlapping)，並使用一般的馬克筆進行繪畫和自然的手勢進行互動(圖 13)。它是一組簡單且採用類比方式所建構的系統，主要是由兩組上面加有玻璃的 CRT 螢幕，並直接將雙方的影像直接連結到彼此的螢幕上，螢幕上配有玻璃片以供使用者在其上面進行繪畫。

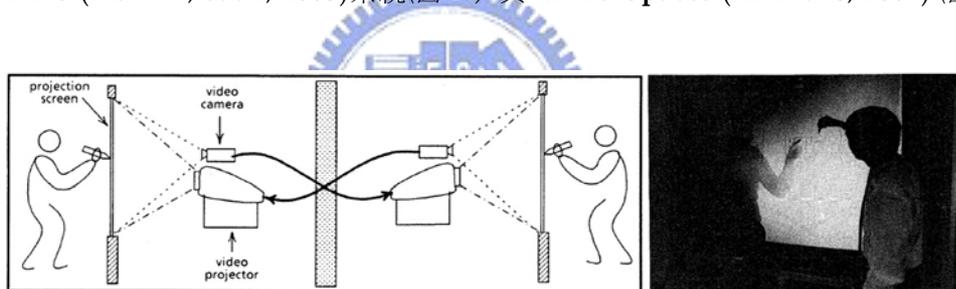


(圖 13) VideoDraw (VideoDraw, 1990)

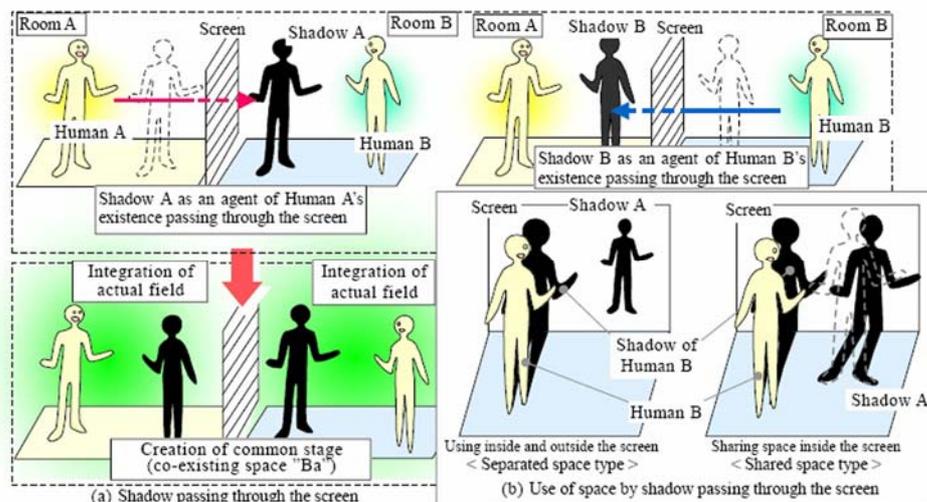


(圖 14) ClearBoard-1 prototype. (ClearBoard, 1990)

ClearBoard(1992) 是以一片玻璃的兩邊，雙方使用者在上面用麥克筆繪畫為引喻，進一步將該玻璃引申為虛擬的連線，由視訊的硬體與半反射鏡構成(圖 14)。所投射的影像經由水平的鏡射以提供彼此雙方擁有同一個視角的繪圖環境，因此雙方可以以正面視角來讀取對方所書寫的文字。眼神察覺則允許使用者去察覺對方所正注視的事物，來加強所謂的共同存在感。在這邊所描述的每一個系統都利用影像的方式試圖在共享的繪圖環境中去提供對彼此的察覺。在這些案例中，影像是以疊影與影像混合圖層的方式呈現在用戶端的螢幕上，而不僅僅只是顯示在設計者側邊的一個小視窗或小螢幕。此外，部分研究像是 **VideoPlace**(Myron W. Krueger, 1985)、**VideoDraw**(Tang, Minneman, 1990)、**VideoWhiteBoard**(Tang, Minneman, 1991)(圖 15)以及 **Shadow Communication**(Yoshiyuki Miwa, 2004) (圖 16) 等，藉由使用者的影子來描述彼此的存在感。他們認為影子或白底黑像(Silhouette-Form) 的視訊仍然可以提供許多有用且有關察覺方面的資訊(圖 17)。**Telemurals** (Karrie Karahalios, 2004)指出參與者只要些許的努力就可以解讀這些色塊圖層所代表的意義，並且指出讓參與者在顯示畫面上進行手勢溝通和指引這些動作對互動過程的價值。透過影子做為溝通與互動的元素，可以讓彼此可以互相察覺、感受存在感知之外，在腦力激盪的合作發想情境中，能讓設計者進一步知道對方的意圖，包括手繪草圖時的意圖以及手勢表達的意圖等，像是 **LIDS** (Mark A, et al., 2003)系統(圖 18) 與 **MirrorSpaces** (H. Evans, 2004) (圖 19)。



(圖 15) VideoWhiteBoard (John C. Tang et al., 1991)

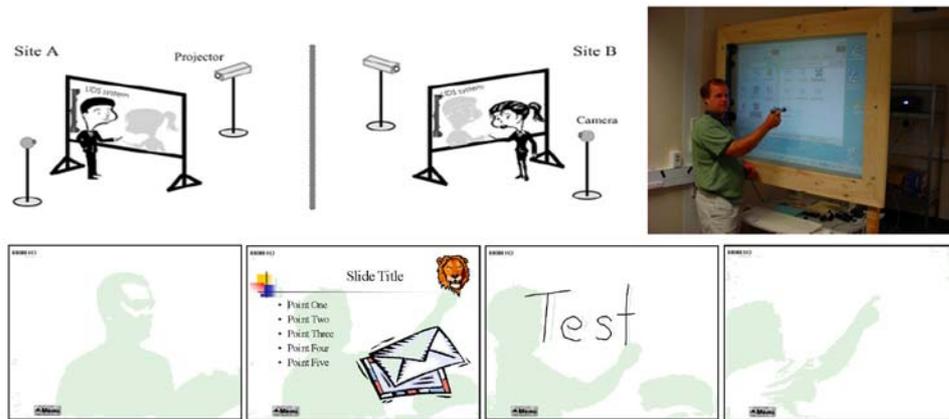


(圖 16) ShadowCommunication. (Yoshiyuki Miwa, 2004)

- 以多頻道溝通模式為架構的群組軟體設計



(圖 17) Telemurals-針對不同地的遠端察覺設計 (Karrie Karahalios, 2004)



(圖 18) The LIDS video shadow system. (Mark A, et al., 2003)

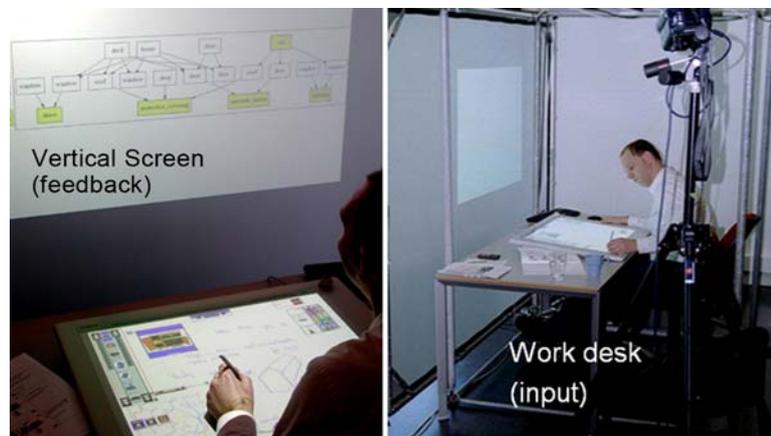


(圖 19) MirrorSpaces. (H. Evans, 2004)

2.1.5 媒材輔助創意交換

創意或創造力指的是設計者藉由觸發機制所引發的一連串思考最終的表現行為，原本是屬於一個極度抽象的名詞，一般人很難去解釋它，對它的共識也缺乏較為客觀的定義；而設計的概念發展過程在早期更被學者形容為是一個設計師內部的黑箱作業，是無法被探討的。談論設計創意的議題肯定有點像是空手抓空氣，很難掌握。但經由社會科學與認知科學近幾年來的蓬勃發展，學者紛紛尋找不同的方法與研究手段試圖去開拓這片未知的領域，透過編碼、口語分析、量化等大量統計研究分析，使得原本抽象的事物逐漸明朗化使其具有較為偏向客觀的參考價值。不全然正確也不一定會有必然的結果，但卻值得我們花心思在這上面。也因此許多的學者開始嘗試運用媒材的特性加以輔助創意的研究，重點則多是擺在如何透過媒材作為觸媒(Catalyst)去觸發(Trigger)設計者的思考所引發的一連串後續的且富有創造力的設計行為。

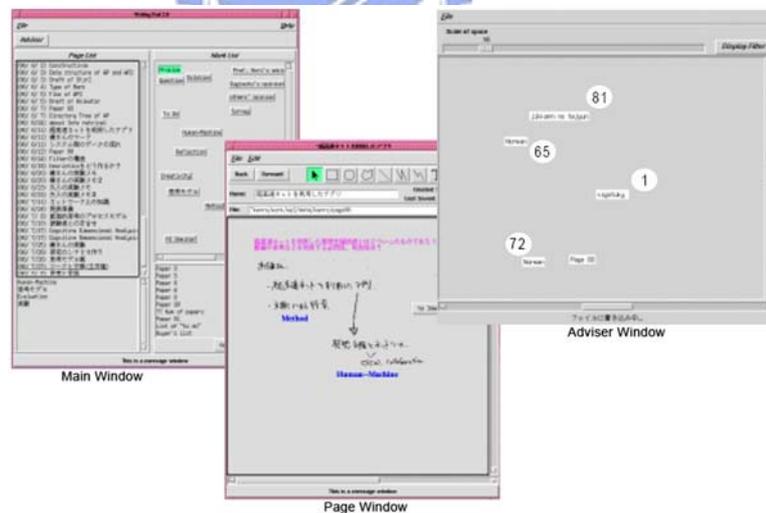
一些在這樣的觀念之下所設計的系統已被實作，明確的作法主要以提供設計者外部的知識(External-Knowledge)和記憶來輔助問題解決為主。其中兩個系統 IAM-eMMa、EVIDII 是由(Masao Ohira, et al., 1999)所提出，該系統就像是一般設計者本身會做的，它搜尋任何與目前設計主題有直接關聯性的影像，並適時的回饋給設計者。影像是從由其他設計者事先所歸類的影像資料庫中所搜尋而來，這樣的互動模式被學者稱做為“使彼此不對稱的知識趨近於平衡”的一種狀態，藉由這樣的些微差異來激發群體之間的想像力。另一個系統 **IdeaMagnager**(Shibata, 2002)則是一個在個人通訊設備 PDA 上類似知識管理的系統，它允許設計者可以在任何想法產生的時候即時記錄下來。**IdeaSpaceSystem** (Ann Heylighen & Segers, 2001) 則是設計用來輔助建築設計者在設計早期發展階段的工具，它縮減設計過程中可能的思考阻礙並提高工作的流暢度，此系統主動捕捉所有的設計資料然後利用文字呈現的方式，提供設計者一個新的處於兩個文字之間的聯想關係(Association)和關聯(Relations)，透過這種方式來刺激或鼓舞新想法的衍生過程(圖 20)。



(圖 20) IdeaSpaceSystem (Ann Heylighen, 2001)

- 以多頻道溝通模式為架構的群組軟體設計

這些系統都是從設計者的例行性作業中，去檢索取出(Retrieve) 與設計主題有關的資訊來幫助創意的發想。雖然這些系統萃取有用的資訊來幫助想法的衍生和探索，但這些系統都是針對個人單獨設計環境而設定，是以一個設計者單獨的工作並解決設計問題等為主。當研究方向開始對個人與個人之間的互動產生興趣，**Brainstorm system** (Dick Stenmark, 1999) 首先允許組織內的成員採用匿名的方式(Anonymously) 將任何想法提案用郵件的方式分享到伺服器(Idea Shared Server)上，其他成員可以針對任何一個感興趣的提案，以自己專長所能掌控的知識與觀點對任何想法做評論與討論，並回饋給予社群中的成員。在這個案例當中，匿名是一個很有趣的設定，一旦它讓使用者可以貢獻任何想法而不需要擔心別人的異樣的眼光，減緩同儕之間的壓力(Peer Pressure) 或是舒緩生手擔心專家嚴厲批評而產生的怯弱，同時避免太多或者粗糙未經縝密思索的評論可能使一個設計者失去勇氣而逐漸退出討論或提供任何建議的可能性。**Fischer's EDC(2005)** 是一個擴增的實體設計環境，允許成員裡面的設計者使用輔助的桌子，牆面顯示資訊，實體可碰觸(Tangible-Objects) 物件來幫助設計問題的解決和記錄整個想法推論的過程。此外，Aihara 和 Hori 研究如何增強人的創造性思維，他們提出一個 **En Passant 2(K. Aihara, 1997)** 系統，用來儲存使用者的研究記錄(Research-Notes) (圖 21)。以 **Writing Pad 2** 作為使用界面，分三個視窗呈現：主視窗、頁面視窗和指導視窗(Adviser Window)。主視窗，明確地處理想法的時間屬性做為索引。頁面視窗，詳載設計者的草圖、文字作為設計思考的記錄，並且給予使用者一些觸發物來召回他/她的當時所擁有的記憶涵構。



(圖 21) En Passant 2 System (K. Aihara, 1997)

資訊交流(Shared Information) 也是一種集體創意發想過程中常見的提示機制。談到設計群體在創意發想的討論過程中，最大的特色就是往往會伴隨大量的資訊或是想法的分享，就像是以往的白板大面積的紙張就是扮演這樣的一個角色。**Achten(2002)** 也認為要建置一個符合協同設計的電腦輔助建築設計環境必須能夠提供以下幾各特徵，包括多人參與、能感知其他參與者再同一個空間中、所有參與者都能夠與設計的內容進行互動、參與者之間可以彼此分享或交換資訊內容等，

- 以多頻道溝通模式為架構的群組軟體設計他更強調了溝通語言、溝通環境、溝通行為等等多人溝通相關的議題是在未來協同設計該著重的研究重點。因此以數位環境所能提供的平台來說，一個資訊交換中心或是共享空間不僅可以稍稍彌補暫時沒有想法的尷尬時刻之外，也能促進群體之間能透過分享的機制將不管是想法或是所擁有的參考資訊，都可以透過這樣的機制達到分享的目的。**Dynamo**(Izadi, S, Brignull, et al., 2003) 就是一個被放置在公共空間中的大面螢幕，它允許多人同時登入的互動模式，此空間中的人都可以將他隨身攜帶的記憶裝置透過這個機制進行登入，並且以視窗來決定個人的工作區域(圖 22)。平常狀態之下的彼此的工作區域都是各自獨立，當某一方想要分享資訊或是影音檔案，便可以透過簡單的拖曳授權其他人進行編輯，直接將資訊拖曳到對方的工作視窗進行分享。而 **Rekimoto** (1999) 則發展一套以桌面與筆記型電腦互動為主的資訊分享平台。使用者可以直接將電腦端的影像檔案透過擴增實境的手法直接拖曳到桌面上置放，而其他的使用者也可以將滑鼠的觸角延伸到桌面上將別人分享的影像直接從桌面拖曳到自己的電腦端(圖 23)，等等都是直接在現有的設計環境常遇到的環境中去達到資訊分享的不同機制(圖 24)。



(圖 22) *Dynamo*, 多人同時編輯與資料分享平台
(Izadi, S, Brignull, et al., 2003)



(圖 23) *Augmented Surfaces*. (Jun Rekimoto, 1999)



(圖 24) ConnecTables. (Peter Tandler, et al., 2001)

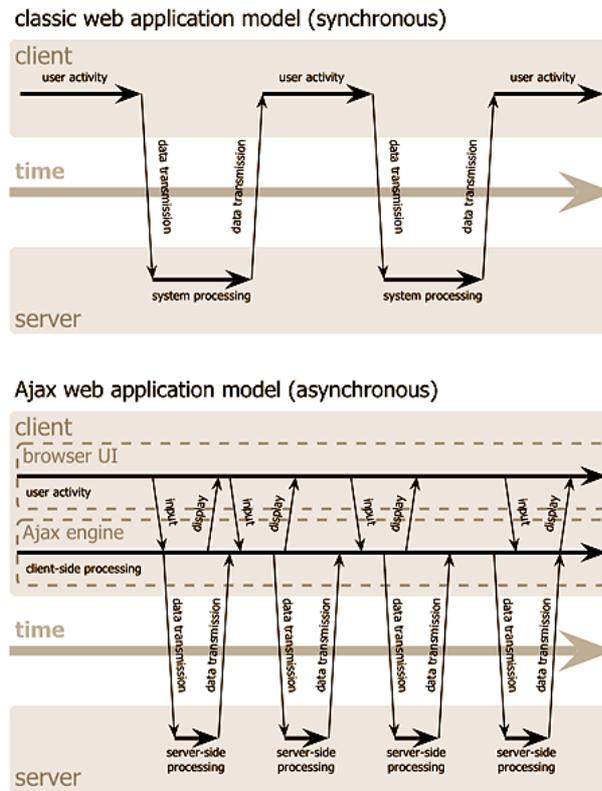
2.2 群組軟體的溝通架構

以現有的遠端合作式媒材或是即時溝通軟體硬體環境來說，一般都是採以單一頻道並同步廣播的架構，沒有所謂主從或是個別差異的觀念。所有的終端都被視為是對等的，以此架構之下的運作模式，只要任何一個終端有所更動，伺服器會將這個訊息向所有的終端畫面進行要求同步更新。整個運作決策機制中只有全部同步的概念。而非同步則多是在描述不同時間差之下的資訊溝通，諸如討論版、留言板等媒介。非同步可以允許不同時間的對同一事物進行存取跟分享。這是兩種迥然不同的模式，以目前來說雖然這是因應不同的使用情況所發展出來的兩種溝通架構，然而慢慢有在同步的機制上去整合非同步溝通特性的概念被提出來，而所採用的方式則因人而異(BLY, 1990; Scrivener, 1994; Rekimoto, 1998; Sharon, 2001)。



2.2.1 同步與非同步溝通模式

以 AJAX 所提的架構來解釋何謂同步與非同步的整合可能方式。原本的網際網路背後的溝通機制是終端也就是瀏覽器透過 HTTP Request 的協定去向伺服器提出資料要求，而伺服器的存取函數做出相對應的反應，如此依來一往的溝通架構就是一種類似同步的溝通概念，因此只要終端一有任何的更動或是有向伺服器提出新的要求，伺服器都會將整個終端的畫面清掉，然後重新進行同步更新。這樣的情況對於某方面人士他們認為這是一種干擾。因而整合 JavaScript 跟 XML 動態顯示的特性提出一個新的非同步架構叫 **AJAX: Asynchronous JavaScript and XML**。透過終端的 AJAX Engine 可以靜待使用者輕微的流覽畫面的行為，事先向伺服器提出要求，並在使用者察覺之前將使用者準備使用的相關資訊即時透過 JavaScript 呈現在使用者面前。這跟以往還得經過表格填寫再跟伺服器提出要求並等待回應的機制相比，就使用者的感受來說方便許多，並且特色在於終端因此有了自己的動態屬性，動態決定終端的需求，而伺服器針對特殊的需求給予回應(圖 25)。



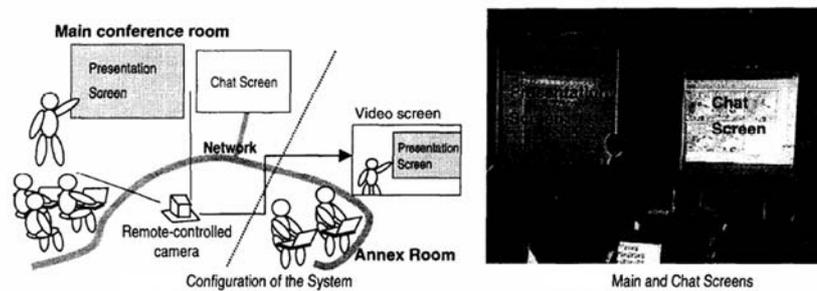
(圖 25) AJAX 溝通架構

2.2.2 溝通頻道與背景頻道

“Channel”一詞原有通道的意思，也就是連結兩個實體空間之間的一個通道、管道(Rekimoto, et al., 1998)，通常設計環境中常被用來幫助溝通的平面媒材，廣義的來說也是一種管道(Access)的觀念，它提供一個短暫分享的討論空間、共識平台。然而近一步的透過數位通訊的方式讓不同地的設計群體可以透過影音串流進行溝通連結。新的頻道概念也逐漸成型並透過數位頻道(Digital Channel) 名詞的觀念衍伸，被用來重新定義這些存在於實體空間中或是虛擬空間(CyberSpaces)的抽象討論空間，它同樣具有連結兩個實體空間的能力，但是是透過比較資訊傳遞、影音溝通等電訊的方式來連結。

在實體環境的面對面對談中，竊竊私語(Whispering)、傳遞紙條(Passing-Notes) 和其他私下的交談(Behind-the-scenes conversations)可能看起來像是不禮貌的、引起混亂的或沒有參與感等閒話(Gossip)，然而學者主張在電腦虛擬媒介中的私人活動與對話是一種存在於氛圍中(Ambient) 的背景頻道 (Background-Channel) 活動，有時候反而可以幫助專注力範圍內(Attentive) 的主要頻道(Foreground-Channel) 談話的對焦和主要的問題定義上(Sharon Cogdill, et al., 2001, Rekimoto, et al., 1998)。頻道一詞在這裡的定義，更像是某種可以獨立運作且是經由人的行為所

- 以多頻道溝通模式為架構的群組軟體設計構築的一種抽象空間，在背景頻道所提供的空間裡，參與者有能力分辨主從關係與週遭細膩變化的能力(Background of Awareness)，而相互以比較不引起大家注意的方式去幫忙對方，同時又能維持他們在主頻道討論的品質與順暢。因此私人的對談在以不中斷主要頻道的情況下可以轉移到對於其他人來說是背景特性的空間中持續進行(Sharon Cogdill, et al., 2001)。例如: Rekimoto, et al., (1998) 在一個多人國際會議上作了一個有趣的實驗，他們設置聊天室並將即時更新的談話內容投影在主講者旁的大螢幕上讓所有台下的與會人士自由的交換彼此從主講者簡報內容所及時以發的想法或意見，透過這樣的方式，就像是實體空間中的主頻道進行的同時額外有一個虛擬的溝通頻道(Virtual Communication Channel) - 背景頻道的存在(圖 26)，初步的結果顯示這樣的設置，對會議的進行以及對事情的瞭解、想法的交流分享都有明顯的效果。



(圖 26) 虛擬的頻道與實體的頻道整合 (Rekimoto, et al., 1998)

藉由整合讓背景頻道與主頻道同步運行，這樣的互動溝通模式允許所有參與的成員，在觀看主講者演出的同時背地裡交換意見想法。透過結合虛擬的與實體的兩種溝通方式，同時異地或是同地不同空間兩端的參與者可以在不分散真實世界簡報的注意力之下進行互動討論。根據實驗結果，他們認為這樣的背景頻道設置有很大的可能性以及潛力成爲一種可以加強與擴增討論情境 (Augmented-Discussing) 的工具。在這篇代表性的報告之後，運用電腦媒介的溝通工具來建立同時異地參與者之間非同步的背景頻道，吸引許多對社會性溝通(Socio-Communication) 議題感興趣的學者重視(Joseph, et al., 2004)。在這類的解釋之下，電腦媒介所營造的另一個溝通空間，很典型的便被假想爲一種次要的(Secondary)或是存在於背景的背景溝通管道，而形成一個數位後頻道“Digital-Backchannel.”(Joseph, et al., 2004) 的概念。本研究將所有從實體空間使用的代表溝通管道的媒材到遠端環境溝通頻道的媒材發展整理如下圖(圖 27):

Communication Channel	Awareness Capability	
	Attentive (Main- / Front-) Mediated Objects/Spaces	Ambient (Sub- / Back-) Mediated Objects/Spaces
Physical / Reality Communication Way / Media	White-Board Largescale Paper	Private-Scrappaper Tiny-Discussion Activity
Digital / Virtual Reality Digital Communication Channel	Attentive / Foreground / Main Digital Channel & Spaces	★ Our Goal !! Ambient / Background / Secondary Digital Back - Channel & Spaces

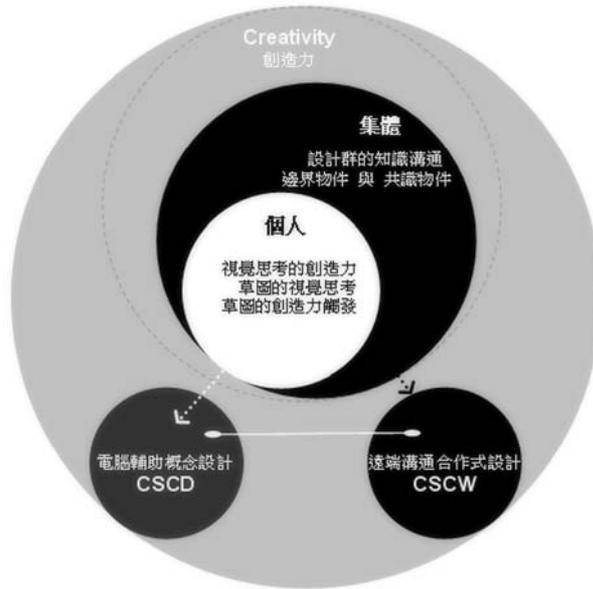
(圖 27) 實體通道與數位頻道的種類

到目前為止，已有多樣的電腦通訊工具允許那些被時間或是地理因素所隔離的設計群體，以同時異地或是不同時的方式進行分享、彼此討論激勵並針對同一個設計主題進行溝通與合作。藉由新的資訊媒介，讓設計者有機會可以即時地分享實體工作空間的經驗，加強面對面的討論，減緩了部分參與者的漂移(Free-Riding) 所引起其他人的分心或是當面直接的針鋒相對(Detraction) 等在社群中所造成的負面影響。這樣以背景頻道跟主要頻道之間的劃分概念成為本研究的靈感來源，尤其跟本研究討論遠端合作平台的頻道劃分的問題上有很大的關聯性，透過屬性的劃分我們可以輕易的建立多頻道即時溝通模式(Multi-Synchro-Channel) 的一些觀念。包刮在現有遠端溝通媒介環境的限制之下，以額外增設非同步副頻道的方式，提供私人對談等暗地裡進行的活動一個暫時的空間等。而主、副頻道的劃分則是現有可能被用來作為遠端合作設計平台的工具像是 NetMeeting 或是 MSN 所無法提供的一項特性，雖其有提供多組視窗等類似多頻道的溝通方式，但其並沒有所謂主與副頻道的區別，容易讓設計平台的使用者或是主軸會議產生困擾，再者其也非全以筆式為主要考量為設計基礎，所以本研究以透過這些媒介所欠缺的部份來加強多頻道溝通模式的架構。

2.3 群體創意的行為模式

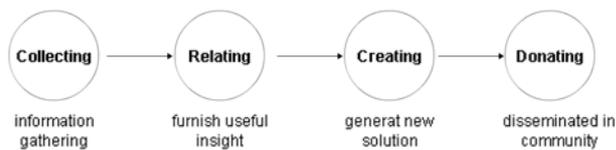


本研究的目的雖不討論創意如何被展現，也不是評估媒材輔助創造力被激發的程度與否。但由於文獻回顧過程中我們發現傳統的設計討論互動有一些集體創意觸發的機制存在，我們認為這些現象的重要性可以幫助我們在發展合作式群組軟體的過程中可以有很大的參考價值，甚至可以在遠端媒材環境上去提供集體創造力的觸發機制與平台。要達到這些需求就必須廣泛地了解其來源，用來提升我們在媒材環境設定上的準確性。因此在這整個第二章節的末段，我們選擇用小篇幅的文獻來說明創造力的來源與定義。第一個步驟則從了解設計師個人創造力的來源開始，我們首先從社會科學與認知心理等領域之學者所歸納的論說中去了解創意的行為與發生的模式，並討論在設計早期發概念發想階段何種媒材是設計師最常使用的工具？試著從這一個初始的出發點去切入，了解其成因，將這些要素作為系統實作時的設計參考依據(圖 26)。



(圖 28) 創造力的回顧範疇

有關創造力 “Creativity (創意、創造性、原創力)” 一詞的意義: Warr (2005) 比較了現有的創造力理論模型並提出一個對於創造力一詞一個統一的描述: “Creativity is the generation of ideas, which are a combination of two or more matrices of thought, which are considered unusual or new to the mind in which the ideas arose and are appropriate to the characteristics of a desired solution defined during the problem definition and preparation stage of the creative process”。創意算是一種轉化知識的一種藝術，它讓知識由一種形式轉化為另一種新的形。Shneiderman (2003) 提出一個由四個步驟所組成的理論架構來詮釋創造力過程(Creative Process)，他並相信這些步驟可以被適當的電腦工具所輔助(圖 29)。



(圖 29) 創造力的過程 (Shneiderman, 2003)

這四個步驟是個週期性的循環同時設計者可以任意從一個步驟跳到任何一個步驟，這個理論架構是基於下列的假設，並且是基於設計者本身對於發現兩個表面上毫無關係物件(as-yet-unrelated things) 其背後聯結關係的能力。：

(1)新的知識是由既有的知識轉化而來;

(2)持續性的創意動能:

藉由不斷的刺激，觸媒來幫激發思考與創造力的產生，觸媒可以激起一連串的思考事件;

- (3)想法的精煉是一個社會性的互動過程，這類的互動也是創造力觸媒的來源之一；
- (4)創意在還沒散播分享出去之前都不算完成。

2.3.1 個人創造力的表現

草圖是一種以圖解的元素將線條和平面呈現出具體想法的媒介，在構想發想階段，設計者常以草圖與概念模型發展構想，尤其利用繪製草圖產生出不同的視覺行為(Goldschmidt, 1994; Schon&Wiggins, 1992; Suwa, et al, 2001)。手繪草圖長久一來仍就被當成是一種具有藝術性質的媒介物質而被廣泛的用在概念設計階段，是因為它在捕捉和溝通設計意圖的立即性和視覺經驗。一個創造力在設計過程的典型模式(Creative Design Process)包含有四個時期：資訊的收集、潛伏期、洞察力的產生到想法的評估(Csikszentmihalyi, 1995)(圖 30)，前三個階段並同時不斷的與其他人進行溝通互動，不管是直接或是間接的透過彼此的具體想法表現做為媒介。



(圖30) 個人設計創造力典型的發展過程

在建築設計的領域，手繪草圖和圖表(Diagram) 都是常被用來作為輔助創意發想以及找尋靈感的工具。在設計早期概念發想階段，設計者更傾向於廣泛的運用手繪作為衍生想法的主要輔助工具。Oxman(1997)更定義手繪草圖的創意，是一個內部不斷的進行重新詮釋(Re-presentation)和重新解釋(Re-interpret)，且充滿概念性的一個探索過程。藉由這些初始的、模糊的與曖昧不明的草圖進行推理，並不一定會被要求具有邏輯性，反而允許任何結構不良(ill-structured) 或是類比跳要式的推論過程。此外，同一個草圖可以激發不同知覺上的反應，草圖的功能在設計者個人的概念發想階段裡，儼然就像它不斷的在鼓舞存在設計者內部的重新解釋的循環。重新解釋則提供設計者一個對原事物新的解釋而成為一個新的知識，這個新的知識同時也引導設計者做進一步的(Re-Interpretation) (Remko, 2002)。到此，設計者從既有的草圖中萃取出一個新的意義。

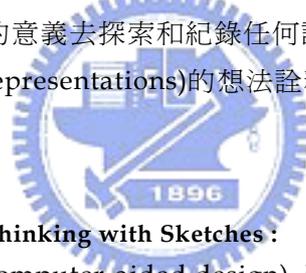
草圖的手繪對設計者來說是不費力的和自然的媒材，通常在年幼的時候就已經開始藉由手繪來學習與熟悉新事物培養心智，也因次使用筆進行自由的描寫過程對設計者來說是幾乎不需任何的認知上的負擔，這個特性允許設計者充分的詮釋他的設計想法並且可以充分的將認知上的重點全擺在設計的過程上(Glodschmidt, 1999)。

設計思考對於設計者個人來說是一個內部的過程，在設計早期這個重複的過程是非常快速且伴隨

- 以多頻道溝通模式為架構的群組軟體設計著設計問題逐漸被建構、精練、放棄而不斷的迅速延續著。手繪草圖擁有不正式的、真實的抽象性描述等特性。人們廣泛的運用各種媒介來進行手繪例如用樹枝在砂坑上描繪、筆跟紙、筆跟大尺寸白板，這些表面共同的特徵是它們提供了直接的、快速的和不費力的的方式去視覺化與外顯化想法(Goldschmidt, 1999)。沙子最容易進行描繪與更改，但缺乏持久與攜帶的特性。白板同樣容易進行描繪與更改，並且可以允許許多人同時進行分享的討論空間，不過同樣不持久與不可攜帶。相對之下，紙張提供更多的持久性可以將想法保存下來，並且沒有使用上的限制，設計者可以選擇一張適當尺寸的大紙張開始一場設計討論，並在過程中任意的、立即地加入額外的紙張。筆跟紙是熟悉的、有效率的和自然的表現想法的媒介，可以讓設計者比較明確的去表現內部抽象的想法，草圖的立即性、抽象性，因為較少細節描述，可以激發設計者更多的思考。

2.3.1.1 草圖在設計早期的使用 Sketching in Early design :

草圖因為他的快速與容易取用進行描繪的特性，因此在設計早期探索設計階段依舊被設計者廣泛的使用，作為隨時記錄想法的媒材工具。它非常適合用在解決結構尚未明朗的設計問題上(Goel, 1995)，讓參與的設計者可以快速的生產、評估、編輯、精練和替換想法，徒手的草圖描寫長久以來被視為是概念設計發展階段具有美學特性的媒介，因為它在捕捉想法與設計意圖的溝通(Communication Design Intent)與視覺經驗方面的立即性。傳統筆-紙的隱喻也比電腦媒材的滑鼠-選單互動模式提供一個更直接的意義去探索和紀錄任何設計決定，且讓設計者可以去創造隱含有多種意思和不精確(Imprecise Representations)的想法詮釋。



2.3.1.2 草圖的視覺思考 Visual Thinking with Sketches :

儘管在電腦輔助設計的(CAD: Computer-aided design) 環境中使用 3D 建模的過程是複雜的，在設計早期設計者仍舊持續使用傳統的媒材來進行快速的探索。設計早期，設計者進行探索主要依賴大量的視覺檢驗甚過於精準的及明確的量與尺度，直到設計後期 CAD 真正適合的時候。

直到現在，大部分研究創造力開發等領域的學者普遍認為傳統的手繪仍是設計過程中最不可或缺的部份。一個設計開始於一個認知上的模糊的想法，這樣的初始念頭通常是很不明確的，然後設計者開始用一些較具體的形式(External Form)來表現與其他設計者分享這樣的想法，並進行設計溝通(Tversky, 1999)。這些具體的形式的輔助媒材當中，設計者普遍傾向於選擇草圖作為它們一開始想法的表現工具，因為手繪允許他們快速地去下載並記錄短暫的記憶(Short-term memory)進入一個比較持久的時間，建築師利用手繪去探索空間上的關係，並用來與其他設計者進行溝通。

手繪在設計過程中就像是一個認知的輔助工具，它彌補了人對於短暫記憶能力的限制，因為其可以幫助迅速短暫的紀錄保存任何片段的想法，並且同時藉由將心智內的想像(Mental Imagery)用比較具體的形式描畫，來支援認知上(Cognitive-Effort) 的探索。手繪允許設計者以視覺得方式來描述一個整體的概念，並且進一步的從圖素上去辨識(Recognized)、精練和探索較為微觀的細節部份(Goldschmidt, 1999)。不同程度的精練同時存在於相同的圖樣當中，在這樣的脈絡持續

- 以多頻道溝通模式為架構的群組軟體設計發展之下，結構不良的問題逐漸地被分解成爲多個結構良好的解決方式，這些都是應用設計者與生俱來的視覺思考能力所表現的高階設計行爲。

2.3.2 設計群的創造力表現

此章節描述了設計群裡的知識溝通(Knowledge Communication in Communities)等設計行爲中一種的社交活動，並討論幾種不同設計社群中有關知識交流(knowledge Communication)的互動過程，包含個人的與群體之間的。接著指出在由不同知識背景與培養環境所組成的合作設計組合中如何去促進以及建構在這多知識系統之間的互動 (Fischer, 2001)。Fischer 也以各種角度指出不同的設計群組之間 (Design Communities) 如何依靠邊界物件(Boundary object) 來促進不同差異性之間的知識溝通與分享設計任務。

溝通(Communication) 一詞之定義解釋，因學術領域跟研究標的不同而有不同的含意。溝通包括一個人的意思影響另一個人的所有過程，是一種社會行爲，用以分享態度觀點知識及意見的方法。溝通存在於傳遞與交換事實、意念、感覺和行動；是一種往返式的連續思考程序，也是一種社會程序符號化的歷程。溝通是動態進行的，是由個人或團體透過工具或媒介將意念等傳遞到另一個人或團體，並且可以透過回饋得到接收者預期的反應與互動。一般的溝通理論最爲常見的仍就是 Shannon&Weaver(1948) 所提的五個歷程：

(1)資訊來源(Source):

由原始訊息構成，包括傳遞者之意圖與目標的某些形式。

(2)傳達者(Transmitter):

將資料轉譯(encoder)並傳遞給接收者，由原始資料轉換而來的訊息，通常是編成語言的形式(或其他任何系統的符號形式)以便於傳遞。

(3)噪音(Noise):

它是概稱任何無法全然解釋溝通的問題，特別是指發生在傳遞與接收之間的任何干擾。

(4)接收者(Receiver):

在接收者身上發收訊息編碼並進行解碼(Decoder)的過程，這個歷程與知識的獲得、知覺及聆聽的等歷程相近。

(5)目的地(Destination):

是指解碼後的訊息所造成的行動結果，對於達成組織目標的貢獻。

這裡我們較感興趣的是接收者對所接收的資訊做解碼的部份與針對對方所分享的設計知識所編碼的部份。編譯的部份是以設計者本身的角度對其他設計者提供的資源進行詮釋與描述，藉由這個差異性來互相激發；而解譯的部份依照設計者心志模型、專業本領、經驗的差異而有所不同，這個差異性則是在分享的物件之下相互創意的觸媒(Trigger)或催化劑(Catalyst)，也是集體創造力的來源。

設計過程溝通的媒介型式：言辭的(Verbal)、視覺的(Visual)、聲響的(Sound)、手勢的(Gestural)、眼神交會(Eye gazes)、表現(Representation)、共通的語言(Common)、共同的理解(Shared Understanding)、邊界物件(Boundary Object)。而單指建築學系的設計溝通上來說，在設計早期階段比較容易用來呈現想法的媒介(Design Artifacts)且常用的媒介物包括草圖、文字註記(Annotation)、圖表(Diagram)、草模(Rough Modeling)。草圖(Sketching)是設計過程中重要的部份，它允許設計者透過實體的媒介來快速的表現他的想法(Beryl and Mark, 2004)。在知識的溝通過程，設計者最常用的媒介仍舊是草圖，因為它的直覺與快速的特性，讓設計師可以輕易的將內心的想法表現出來近一步與人溝通。而草圖的作用在設計者與群組內其他成員之間建構了一個視覺的對話窗口，並且讓圖案以及物件之間的關係的辨識更為容易(Tversky, 1999)。

有時候，在基本的語言溝通之外，非語言的溝通亦占了很大的互動因素，包括觸覺的與視覺的、空間接近性、姿勢、外表、注視方向、透過傳遞者與接受者的相互注意和反應…等等(儲裕娟, 2003)。例如，設計者受設計條件的限制激發了他的反向思考，或是設計者與他人溝通過程中所產生的對話、評圖式言語、腦力激盪、手勢…等，這些資訊都提供給設計者除了圖面訊息展示以外更多的刺激，也因為這些刺激效用使的草圖的作用就像是作為激發創造力的一種觸媒劑。

2.3.2.1 邊界物件與共識物件 Boundary objects and Shared Understanding :

邊界物件講的比較像是，不同背景之間的溝通，而共識認知則是比較在講雙方如何建立對談的基礎確保雙方的談論是在同一件事上面。**邊界物件**(Boundary objects) (Bowker & Star, 2000; Star, 1989) 是設計者內心想法的一種具體化呈現的物件(Externalization of Ideas)，但主要是用作不同領域或相異知識之間的溝通物件，使建立彼此之間認知上的共同認知(Shared Understanding)更為容易，縮減了彼此之間共識認知在空間上、時間上、概念上和技術上的隔閡。在設計社群裡，邊界物件可以提供一個參考的錨點(Referential-Anchoring) 為雙方的溝通建立一組分享的文本(Shared Context)(Clark & Brennan, 1991)。這樣的邊界物件可以用來指出也可以被命名，確認彼此雙方的溝通是在談論同一事件上面。一個有基礎的溝通藉由外部具體化的呈現物件的輔助，可以幫助雙方辨識出溝通破裂易(Breakdowns) 的地方，並且借助此一外顯物件來進行修補。

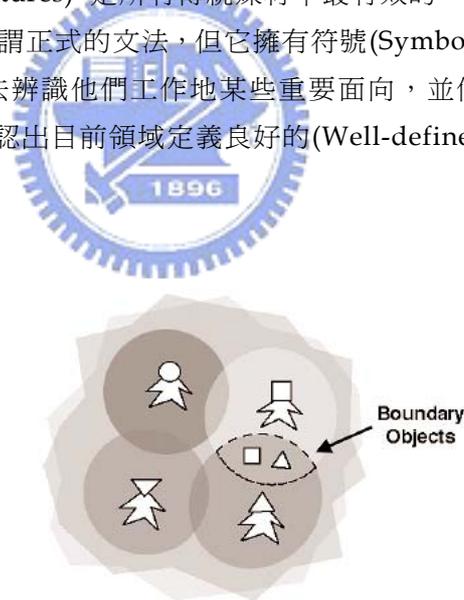
邊界物件提供一個可以分享的參考物件，允許不同的知識系統(Knowledge Systems)之間順暢的溝通管道，並賦予系統之間產生不同的意義，這些意義不一定要相同。事實上，彼此對該邊界物件所產生的不同意義，能夠引導新知識的創造(Creation of new Knowledge)。藉由電腦來輔助

- 以多頻道溝通模式為架構的群組軟體設計

CoIs 透過不斷的創造、討論和精練，該邊界物件也允許不同的 CoPs (Fischer, 2005) 的知識系統之間進行互動。在這樣的觀念之下，不同的是知識系統之間互動的意義在於轉換“彼此對事物不熟悉程度的不平衡(Asymmetry of Ignorance)” (Rittel, 1984) 而成為一個可以互相刺激與創造社會性集體創意(Social Creativity)(Fischer, 1999)的來源。

邊界物件同時也是新知識或新意義產生的地方；是不可預期的事物可以被預期的地方；是創新與非正統解決方法可以被挖掘的地方；是偶然發現有價值的物品才能可能的地方；也是舊想法產生新生命的地方(圖 31)。CoIs 的多樣性可能是一個困難的問題，但他也提供了知識的創造和分享的特有的機會(Arias, et al., 2000)。重要的是邊界物件應該被具體的概念化成為一個已經經過演化的設計物件(design Artifacts)，變成可以被理解的還有富有意義的，就像他平常被使用、討論、精練那樣。基於這個原因，邊界物件更應該被概念化成像是一個提醒之物(Reminders)，它觸發知識(Trigger Knowledge) 或是像溝通的零件(Conversation Pieces) 並且成型一個共同的認知的的作用勝過於只是把它當作一個知識的容器(Containers of Knowledge)。也就是這些圍繞著邊界物件的互動是指過程什麼樣的知識被創造以及溝通，而不是物件本身所代表的意義。

充滿豐富性文本的圖象(Rich Pictures) 是所有傳統媒材中最有效的一種邊界物件形式，它整合了文字跟圖檔的特性。圖像沒有所謂正式的文法，但它擁有符號(Symbolic) 跟圖樣(Diagrammatic) 的特性，圖像提供使用者機會去辨識他們工作地某些重要面向，並修正錯誤和不正確的術語用法。除此之外，圖像可以幫助辨認出目前領域定義良好的(Well-defined) 的角度，並且去了解這些面向在領域內的練習。

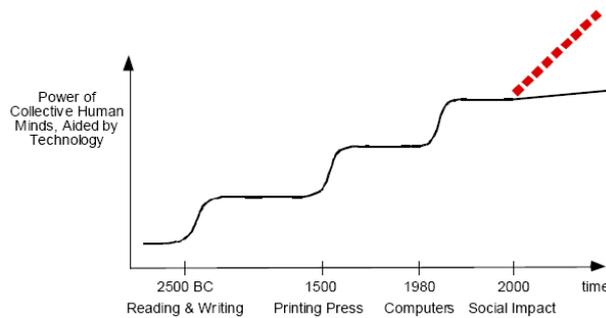


(圖 31) 邊界物件: 提供一個在兩者之間都富有意義且為共享的參考物件(Shared reference)，使不同的知識庫(knowledge systems)之間進行互動 (Fischer, 2005)

2.3.2.2 社會性的集體創意 Collective Creativity / Social Creativity :

未經輔助的個人記憶(心智、思考意志)是被過於高估的(John-Steiner, 2000)，沒有經過外來的輔助，記憶、想法、推理等能力都是被限制住的(Norman, 1993)。另外，創造力的行為不僅僅只是運作於個人內部，也常常在社會性的空間脈絡(Social Context) 之下形成(Fischer, 1997)。到目前為止，很多創造力方面的研究均著重在個人身上，然而最近學者開始考慮社會性方面地議題(Edmonds, 1999; Fischer, 2003)。(圖 32) 描述了經由外部媒材輔助的創造力(Invention)與創意

(Creativity) 被開發的發展歷程及未來可能方向(Fischer)。



(圖32) 外部媒材輔助之下的創造力發展差異 (Fischer G, 2005.)

大部分我們的理解、思考能力和創造力是經由外來的，不管是社群中的其他人或是環境中的物件、所見之物等所圍塑而成的集體記憶(Collective Memory) - 學者稱之為“Collective Creativity”；有經收集而來，結合大眾之心志努力而激發所產生的集體創造力之意。“Collective”一字的定義有集體的、收集而來的、聚集而成的、非個體的等這些層面的意義。雖然富有創意的個體常被當作是一個獨立運作的實體看待，然而與其他個體的互動與合作所產生的創意也是被重視且提起討論的議題(Csikszentmihalyi, 1995)。

大部分研究設計創意相關的研究，均談到設計師在熱中於設計過程時通常都會廣泛的使用外部資源(Externalization)來產生新點子，這類的外部資源就像是一種創造力的觸媒(Externalization as Trigger)，往往帶給設計刺激進一步思考的行為。大部分研究創造力行為的社會領域學者普遍同意設計者在專注從事設計問題的時，會伴隨著使用大量且廣泛的外部資訊(External resources)來幫助思考問題及發展創意，這類的外部資訊包含著多樣的有關實體的(Physical)和有條理的(Logical)資訊；譬如瀏覽攝影圖片、與別人交談(Kumiyo Nakakoji, 1999)。而在設計討論過程即時產生的草圖和外顯的表現物件(External re-presentations)也是一種設計者常依賴的外部資源，設計者利用這些不斷累積的和片段的資訊來想出(Incubate)、培育(Foster)一個新的想法或是找出(Discovery)之前隱藏(Previously hidden)於兩個片段之間的聯結關係(Association)(Remko van der Lugt, 2002)。在這樣的想法成形階段，創意洞察力(Creative insight)瞬間浮現，設計者便應用該關聯性在他手中的設計課題上，進一步培育可能的新創意想法。他們把該新衍生的創意反思和反應(reflect)在他們的後期評估階段(Evaluation phase)上，來決定這樣的結果是否喜歡與合適。他們此時同樣可以採用外部資訊的輔助來進行評估，這四個時期不斷的重複進行直到設計者滿足最後他所衍生的設計物件(Design artifacts)。

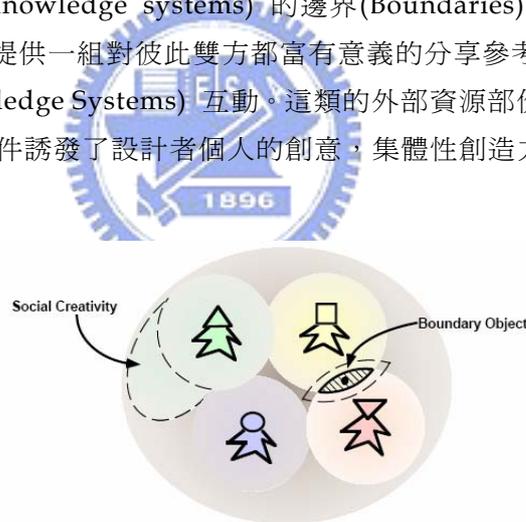
Gennari and Reddy(2000) 描述設計過程就像是 “Human activity, involving communication and creative thought among a group of participant ”。Osbon(1997)主張認為 “the average person can think up twice as many ideas when working with a group than when working alone” 在集體的創意發

- 以多頻道溝通模式為架構的群組軟體設計

想的討論過程中，分享的視覺文本(Shared Visual Context)(Scrivener, 1994) 或是收集而來的集體創意(Collective Creativity)(Nakakoji, 1999) 藉由提供一個容易取得的且鼓勵建立在之前的設計上的設計資源，來促進群體之間創造力的發生

如果前面所述，CoIs 被定義為社群中的每一個人都熱衷於分享他們架構與分析的問題，CoIs 的組成通常是比 CoPs 來的短暫，他們因一個明確的計畫聚在一起，並在討論會議之後就解散(Fischer, G. et al., 2005)。如果 CoIs 可以有效的利用不熟悉的平衡(Symmetry of Ignorance) 每個人對解決問題熟悉度的不同) 的特性，他將比 CoPs 有更大的可能性去嘗試更多的創新(Innovative) 與轉換(Transforming)。CoIs 的每一個成員必須在每一個短暫的過程中去學習互相溝通與學習(Engeström, 2001)，以對事情有不同洞察力(Perspective) 或是有不同語彙(Vocabulary) 去描述他的想法的人進行交流，並且建立一個共同的基礎(Common Ground)(Clark&Brennan, 1991)。

這樣類型的學習過程 CoIs 需要外顯的設計物件(Externalizations)(Bruner, 1996; Harel&Papert, 1991)，並成爲一種邊界物件(Boundary Object) 的形式(Star, 1989)，該類型的物件意義在於跨越個人知識系統(Individual knowledge systems) 的邊界(Boundaries) 作爲分享溝通與加強設計訊息傳遞的元件，邊界物件提供一組對彼此雙方都富有意義的分享參考物件(Shared Reference)，允許不同的知識系統(Knowledge Systems) 互動。這類的外部資源部份藉由社群中其他設計者所產生的設計知識以及表現物件誘發了設計者個人的創意，集體性創造力便因而產生(圖 33)。



(圖 33) CoIs, Social Creativity, and Boundary Object(邊界物件) (Fischer, 2005)

2.4 小結

從文獻回顧中我們可以了解，設計者在早期概念發想的摸索過程常依靠許多的外部資源，這些可以激發設計者靈感與思考的元素包括設計過程中經由討論所即時產生的草圖與片斷想法等設計產物，這些媒介常被作爲設計者之間創意方面的互動分享物件與觸媒，讓群體之間創意衍生

- 以多頻道溝通模式為架構的群組軟體設計的過程更為容易、衍生更多的想法。但同時我們也發現在現有的遠端媒材環境設定上，每一個與會的個體即時產生的草圖想法會因為沒有可供小組臨時討論的獨立通道，使得設計者私人的部分漸漸被設計者獨立在自己的私人領域內，沒有可以促進交流與精煉想法的機會。換句話說，現有的遠端媒材環境其實輕微的縮減了地理上被分隔兩地的個人他們之間的創造力可以互相激發的機會而缺少這樣類知識溝通的觸媒(Trigger)。總歸原因是在於原本的實體設計環境中，一個正式的設計討論情境有所謂的專注力範圍內的討論跟專注力之外等周圍的(Peripheral)、氛圍的(Ambient)等小組討論行為的發生。往往較具有決定的想法創意都是在小組討論的情境中發生，而共有的媒介像是白板、大面積討論紙張則比較是將這些分散的重點性的想法創意開始進行討論跟總結。而就以前本研究所觀察的遠端設計環境，較沒有這樣領域劃分的概念，因此所提出來的溝通架構僅適合被應用在重點式的逐一檢視討論會議或是僅有言語、視訊上溝通的要求。為了釐清這樣的領域劃分對於集體創造力表現的影響跟輔助，讓小組討論這一類在討論邊緣發生的設計行為可以同樣在遠端環境上表現。本研究將以回顧的文獻為依據，去提出一個新的溝通架構來反映這一類的设计討論需求。

