

國立交通大學

建築研究所碩士論文

網路虛擬實境中的設計溝通行為研究

A Study of Design Communication Behavior in the Metaverse



研 究 生：許宏賓

指導教授：劉育東、侯君昊

中 華 民 國 九 十 九 年 七 月

網路虛擬實境中的設計溝通行為研究

A Study of Design Communication Behavior in the Metaverse

研 究 生：許宏賓

Student : Hsu, Hung-Pin

指導教授：劉育東

Advisor : Liu, Yu-Tung

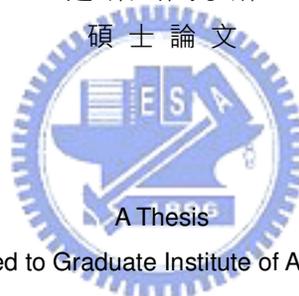
侯君昊

Hou, June-Hao

國立交通大學

建築研究所

碩士論文



Submitted to Graduate Institute of Architecture

College of Humanities and Social Sciences

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Science

in

Architecture

July 2010

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中 華 民 國 九 十 九 年 七 月

網路虛擬實境中的設計溝通行為研究

學生：許宏賓

指導教授：劉育東 教授

侯君昊 助理教授

國立交通大學建築研究所碩士班

摘 要

網路虛擬實境中是近年新興的設計媒材與溝通媒介，由於其提供整合性的設計與溝通環境，讓設計者得以在網路虛擬實境中進行合作式設計活動，面對此新型態的設計環境，本研究主要探討是其中的設計者進行合作式設計活動時，在自身與多人溝通的行為研究。本研究之研究方法分為兩個步驟，步驟一是分別在三種不同的設計溝通環境中進行認知實驗：一般當面環境、一般遠距環境、網路虛擬實境等，以比較出網路虛擬實境與一般設計溝通環境間的差異；步驟二則是進行實驗結果的口語編碼與分析。研究結果顯示，設計者於網路虛擬實境中更重視設計初期的概念發想與討論，同時也產生出與一般設計溝通環境所不同的設計方法與習慣。本研究之結果期望能提供研究導向的網路虛擬實境中設計與溝通知識，以及實務導向的網路虛擬實境之環境開發與使用知識。

關鍵字：網路虛擬實境、設計溝通、合作式設計、口語分析

A Study of Design Communication Behavior in the Metaverse

student : Hsu, Hung-Pin

Advisors : Liu, Yu-Tung
Hou, June-Hao

Graduate Institute of Architecture
National Chiao Tung University

ABSTRACT

Metaverse is a new type of design and communicative media in recent years. This media provide a integrated design and communication environment to let designers could cooperated with each other. Face to this new type of design environment, this research focus on the behavior of self and multipersonal communication of designers for collaborative design actions. The research consists of two stages. At the stage one, the author executed three experiments in different kinds of design environments, which are normal face-to-face environment, normal distance environment and Metaverse. To find out the design and communication phenomena in the Metaverse by comparing with the normal design environment. At stage two, the author analyzed the retrospective data of three experiments by transcription, segment, and encoding. The results show that designers in the Metaverse attached great importance to generate ideas and discuss with each other in the initial design process. Moreover, they have different design and communicative methods and behaviors with normal design environment. The findings may provide that the knowledge of design and communication behavior in the Metaverse for research and environment development.

Keywords: Metaverse, design communication, cooperative design, protocol analysis

誌 謝

本研究「網路虛擬實境中的設計溝通行為研究」是我在空間專業研究中認知領域的重要研究，主要是以網際建築與虛擬建築作為認知空間研究的議題，也以資訊時代的傳播溝通行為在建築空間領域的現象探討，作為我過往在資訊、傳播、建築等學術領域中於空間研究表現的階段性里程碑。

研究的過程中，首先得必須感謝台灣新竹 國立交通大學建築所的所有教職員，其中又以數位建築專長並在主帶我在空間認知領域專業訓練的 劉育東 教授，以及輔助本論文之 侯君昊 助理教授為主要感謝對象，此外還要感謝提供我在建築案例與實業知識的院長 曾成德 教授、所長 張基義 副教授、龔書章 助理教授等，以及提供我數位建築領域知識的 葉李華 助理教授、許倍銜 助理教授，以及論文口試委員 國立台灣科技大學工商設計所 唐玄輝 助理教授、元智大學藝術創意與發展學系 林楚卿 助理教授等。

在空間領域的學術研究廣闊，在這個段落我必須感謝以下提供我知識與經驗的所有老師們：國立台灣大學建築與城鄉所長 夏鑄九 教授、王鴻楷 榮退教授，以及國立交通大學傳播所 李峻德 副教授、族群與文化所 林欽榮 副教授、工業工程與管理系 洪瑞雲 教授等。

知識透過閱讀先前的研究，厚實我對於空間專業領域的認識，必須感謝以下幾位重要的學者：Christopher Alexander, Don Norman, Jane Jacobs, John Gero, Kevin Lynch, Manuel Casetells, Roland Barthes, Terry Eagleton, William Mitchell.

最後感謝支持我學術研究的朋友 國立清華大學電子工程所 陳偉陵，以及我在台灣高雄以及中國上海的家人。



目錄

1. 緒論	1
1.1 引言	1
1.2 研究問題與目標	2
2. 文獻回顧	4
2.1 網路虛擬實境	4
2.2 自身溝通	5
2.3 多人溝通	12
3 設計溝通認知實驗	18
3.1 實驗方式的選擇	18
3.2 實驗設計與說明	18
3.3 實驗過程與結果	22
4 實驗結果與分析	30
4.1 編碼系統建構	30
4.2 實驗口語編碼	34
4.3 實驗結果分析與討論	47
5 結論與建議	58
5.1 結論	58
5.2 研究貢獻	59
5.3 研究限制	59
5.4 未來研究	60
參考文獻	62
附錄一 實驗一口語紀錄編碼	68
附錄二 實驗二口語紀錄編碼	96
附錄三 實驗三口語紀錄編碼	129



1. 緒論

1.1 引言

設計過程中的溝通效果會影響設計結果的呈現，而依據設計者的溝通對象可將設計溝通行為分為對設計師自己的自身溝通 (Self Communication)，以及設計師對他人的多人溝通 (Multipersonal Communication) 兩種。

設計者的自身溝通活動常稱作設計思考 (design thinking)，而構想產生 (concept generation) 是設計思考領域重要的活動典型 (Dorst and Dijkhuis, 1995)，以行為導向的設計思考研究，主要是關注設計者在設計活動中訊息處理的過程 (Akin, 1986; Gero, 1990)，而以內容導向的設計思考研究，則著重於了解設計者在設計過程中所見、所作、所想，以及從記憶中被刺激的靈感 (Mckim, 1980; Larkin and Simon, 1987; Laseau, 1993)，也因此開啟草圖對於視覺思考的研究 (Goldschmidt, 1991, 1992, 1994; Dorst and Dijkhuis, 1995; Suwa and Tversky, 1997; Suwa et la., 1998)。

設計者的多人溝通活動，在設計領域早期的研究重點都在描述設計師利用設計與他人溝通的論點 (Koenig, 1974; Nelson, 1979; Pile, 1979; Eco, 1980)，而口語文字是最自然的溝通媒介，因此，在設計上使用口語溝通描述、輔助說明、發表呈現等階段都是相當重要的角色 (Lawson and Loke, 1997; Tomas et la., 1998)；此外，設計者也常透過原型 (prototype) 或設計圖及輔助文字來進行多人溝通活動 (Schrage, 2003; Forslund et al., 2006)，也正因此，由多位設計者共同參與合作設計時的多人溝通，就成為重要的課題 (Saad and Masher, 1996)。

而隨著數位資訊科技的影響，設計與溝通媒材及環境都有了重大的變革。由於設計者身處的設計環境中豐富的視聽刺激，著實影響了設計過程中發展創造力的機會 (Bennett, 2006)，而在自身溝通的設計思考扮演重要角色的紙筆草圖，也隨著數位媒材融入設計構想發想階段 (Fish and Scrivener, 1990; Goldschmidt, 1991; Goal, 1995)，開始影響著設計者的思考過程。面對電腦與網路的普及，已打破設計者進行多人溝通的時空限制，電腦支援合作式設計 (Computer-Supported Cooperative Design, CSCD) 相關系統的開發，正藉由電腦的網路串連，搭建起各種分散式設計環境 (Maher et al., 1997; Chiu, 1998)，面對此新型態的溝通方式，設計者的多人溝通研究，正隨著數位科技的影響，而引起設計研究的關注 (Maher et la., 1997; Hoog et la., 2007)。

隨著網際網路的大量使用，一種有別於傳統實體的空間形式「網際空間 (cyberspace)」儼然已經誕生 (Wertheim, 1999)。網際空間的形式也隨著數位科技發展與使用者的需求，由80年代的BBS、Chat Rooms，到90年代的MUD、MMORPG，演變至今日21世紀的網路虛擬實境 (Metaverse)，透過網路的溝通型態也因此逐漸改變。網路虛擬實境 (Metaverse) 的特點在於，使用者能透過3D化身 (avatar) 在其虛擬環境中與其他的化身互動，而由於其所提供使用者透

過數位媒材或編碼設計面貌、用品、建築甚至城市、網路虛擬實境中的設計者扮演著重要的角色，也因此引起了設計領域同樣部分學者的關注，其研究主題擴及設計教育、合作設計、介面設計、虛擬建物設計等 (Abdellatif and Calderon, 2007; Hoog et la., 2007, 2008; Kathryn et la. 2008; Antonieta et la., 2009; Tan and Lim, 2009; Hsu, 2010)。

1.2 研究問題與目標

設計中的自身溝通研究都能以訊息刺激 - 心智反應 - 構想呈現等方向進行不同觀點的探討。設計者透過不同類型「看」的視覺刺激，進一步的影響了設計方向的決定性 (Schon and Wiggins, 1992)。Schon與Wiggins (1992) 提出「看 - 動 - 看 (seeing - moving - seeing cycle)」的循環，其認為繪圖 (drawing) 提供設計者視覺呈現 (visual display) 並可以被再解釋的 (reinterpretation)。類似的研究都指向構想發展階段的視覺刺激能引發設計者思考、創新、記憶等不同的的心智反應 (Goldschmidt, 1994)。其不僅能促使一個設計的開始，也能作為突破設計構想阻礙時的重要關鍵 (Cross, 1999)。隨後設計者構想的呈現會由記憶系統、文字語言、圖釋語言等形式所產生，並以相互交結且多重運作的形式出現 (Akin, 1986)。而數位媒材出現後，也引發了學者對於自身溝通領域在訊息刺激 (Cross et la., 1996; Van Dijk, 1995; Elsas and Vergeest, 1998)、心智反應 (Fish and Scrivener, 1990; Goldschmidt, 1991; Goal, 1995)、構想呈現 (Mitchell and McCullough, 2001; Liu, 1996; Sasada, 1999) 上都進行全面性的探討。

多人溝通研究由 Shannon 與 Weaver (1949) 所提出的溝通的數學理論開始，對於編碼解碼 (coding / decoding) 與媒介管道 (media / channel) 進行探討。Berlo (1960) 更清楚勾勒出溝通參與者、訊息、媒介的影響因素。而設計領域對於多人溝通的探討，在網路伴隨數位溝通媒介及設計媒材出現之後，更建構起多樣化的合作式溝通環境 (Maher et la., 1997; Chiu, 1998)。以及數位合作設計環境相關研究的探討 (Schnabel et la., 2001; Kvan, 2001; Broadfoot and Bennett, 2003)。Gabriel 與 Maher (2002) 就清楚的勾勒出CSCD的多人溝通過程及其間的影響因子，包含溝通控制、溝通技術、社會溝通、設計溝通的影響，其中設計溝通又可細分為設計構想、設計任務、設計領域等影響因素。

然而隨著網路虛擬實境的出現，網際網路在今日已經巨幅的影響著人類的生活，設計活動與角色的定義與既有的空間認知隨著網際網路的出現而打破，人際之間的溝通行為必須被重新加以定義 (Mitchell, 1995)。因此在設計領域同樣也已經開始引起部分學者的關注，研究主題擴及設計教育、合作設計、介面設計、虛擬建物設計等 (Abdellatif and Calderon, 2007; Hoog et la., 2007, 2008; Kathryn et la. 2008; Antonieta et la., 2009; Tan and Lim, 2009; Hsu, 2010)。而其中在設計溝通方面的議題都鮮少或過於片面的被關注與探討。

為了瞭解開發中的網際虛擬實境對於設計者在進行溝通時的影響，探討在網路虛擬實境中設計者在設計過程中進行自身與多人溝通的特性是相當重要的。基於上述，本研究所推論提出之研究問題有兩個層面：

1. 自身溝通層面：網路虛擬實境的設計環境特性與現今有所差異，設計者於網路虛擬實境中進行設計時，自身溝通中的訊息刺激、心智反應、構想呈現等現象為何？與現今設計環境相比又有何特殊性？
2. 多人溝通層面：網路虛擬實境的溝通環境特性與現今亦有不同，設計者於網路虛擬實境中進行設計時，與其他設計者在多人溝通過程中的設計溝通的現象為何？其間影響設計溝通的人際溝通因子又為何？利用不同類型的溝通媒介時的現象為何？又與現今設計環境相比又有何特殊性？

因此，目前關於網路虛擬實境的研究，在設計多人溝通的議題都仍有待進行全面性的探討，面對此一新興設計與溝通環境的發展，本研究想要探討的是，利用網路虛擬實境的設計環境進行設計溝通時，在設計過程與結果上，會與現今的設計環境有何種不同的影響與差異。因此，本研究的主要研究目標為：研究設計者在網路虛擬實境進行設計時，自身溝通與多人溝通現象。



2. 文獻回顧

2.1 網路虛擬實境

隨著網際網路的大量使用，一種有別於傳統實體的空間形式「網際空間 (cyberspace) 」儼然已經誕生 (Wertheim, 1999) 。而對於設計者而言，網際空間中的文字不再只是用於敘述的符號，而是提供表達想像與心智模型的媒介，參與者可以經由對自身行為的描述、創造、控制並進行人際之間的溝通與互動 (Castells, 1996) 。

早在 80 年代網際網路的發展初期，允許使用者透過文字或由文字所組成的圖形來進行溝通的網路電子佈告欄系統 BBS (Bulletin Board System) 就已經出現；而同時期出現的「參與式歷險遊戲 (MUD) 」，讓網際空間的使用者能以文字與其於使用者的角色溝通並創造物件與環境。到了 90 年代則開始出現圖形化的大型多人線上角色扮演遊戲 MMORPG (Massive Multiplayer Online Role Playing Game) ，其不僅具備了 MUD 的多人線上溝通的特質，同時也增強在影音多媒體的效果，將先前單機電腦的單人角色扮演遊戲提升至多人線上的網路平台。而邁入 21 世紀，網路虛擬實境 (Metaverse) ，一個虛構的虛擬世界被開發出來，使用者在其中可以透過化身 (avatar) 在以現實世界為隱喻的三度空間中與軟體代理人 (software agent) 及其他的化身互動。其中又以「第二人生 (Second Life, SL) 」最具代表，其是由 Linden 實驗室在 2003 年推出，可允許使用者製造虛擬物品，並透過虛擬貨幣交易，也因此產生具有建築設計環境與市場的虛擬網際空間。

Second Life 目前已經成為許多大學開設虛擬課堂的平台，更有效的縮短師生之間的隔閡 (Nesson, 2007) ，也由於在 Second Life 中這些教育單位的出現，使得目前在設計領域同樣也已經開始引起部分學者的關注，研究主題擴及設計教育、合作設計、介面設計、虛擬建物設計等 (Abdellatif and Calderon, 2007; Ramirez and Russell, 2007; Hoog et la., 2007, 2008; Kathryn et la. 2008; Walaiporn et la., 2009; Antonieta et la., 2009; Tan and Lim, 2009; Hsu, 2010) 。

檢視網際空間的發展與變遷，隨科技功能的提升與使用需求的翻新，網際空間中的設計與溝通環境已經逐漸朝向多樣化、整合式、使用者導向的功能邁進，而也正由於網路虛擬實境允許使用者設計虛擬社群世界中化身的外貌、用品、衣服、建築、敷地等的特質，也就更突顯出了解這個新興的網際空間中設計與溝通行為的重要性。

2.2 自身溝通

2.2.1 設計思考

設計者的自身溝通活動常稱作「設計思考 (design thinking)」，其承襲認知科學知識，以探究設計者心智過程及設計行為的研究。在設計思考領域主要將設計活動視為兩種典型：第一種是將設計視為「理性解決問題」的過程，第二種是將設計視為「動作中的反應」的過程，而「構想產生 (concept generation)」階段則是屬於第二種典型的設計思考研究 (Dorst & Dijkhuis, 1995)，意即透過行為與內容探究設計思考中的知識。

以行為導向的設計思考研究，主要是透過認識設計者真實的設計行為，以改進設計過程方面的研究理論。這類的研究中又以 Schon (1983) 為代表，他指出探究理性解決問題的研究將設計描述為普遍性的過程，但卻忽略了設計問題特殊的本質，因此應該將研究的焦點重新轉移到設計者處理問題的方式，並藉由感知與思考的角度指出設計是由動作中反應及設計狀態對話的過程。

而人類的行為過程就好比是訊息處理模式 (Information processing system)，Newell 和 Simon (1972) 將訊息處理系統定義為包含感覺 (receptor)、處理 (processor)、受動 (effector) 等記號結構的記憶體所共同組成的系統，其分別作為刺激、反應、呈現的活動區域。在設計程序 (design processes) 上，Akin (1986) 則以獲取 (acquisition)、表達 (representation)、轉換 (transformation) 等訊息的控制來說明處理訊息的過程；Gero (1990) 則將設計程序模式定義為由形式 (formulation) 到綜合 (synthesis) 到分析 (analysis) 到評估 (evaluation) 到形式重現 (reformulation) 最後到設計陳述 (design description)。

以內容導向的設計思考研究，是著重於了解設計者在設計過程中所見、所作、所想，以及從記憶中被刺激的靈感。Mckim (1980) 提出視覺思考 (visual thinking) 是看 (see)、想像 (imaging)、繪圖 (draw) 三種活動的綜合。「看」是由外而內的活動，是外在感官受到刺激的知覺行為，例如：設計環境與媒材；「想像」則是內在的活動，其結果是提出構想或是為既有的問題找到解答；「繪圖」則是由內而外的活動，是將內在想法的利用圖像表達，並同時評估或比較某個構想。Mckim 認為在「看」與「想像」之間的活動，是「看」提供「想像」素材，而「想像」影響著「看」的活動，例如：該看什麼或看到什麼；「看」與「繪圖」之間的活動，則是「看」讓「繪圖」更方便呈現，「繪圖」刺激著「看」的活動；而「想像」與「繪圖」之間的活動，是「想像」提供「繪圖」的目標，「繪圖」則可以呈現設計者的「想像」。

圖表或圖釋在人類視覺思考的重要性高於文字 (Larkin and Simon, 1987)，而 Laseau (1993) 更指出回顧歷史資料的探究，有足夠的證據顯示建築師普遍使用草圖思考。而 90 年代以後相對於草圖的研究，也多支持設計行為的觀點，以用來了解設計者與草圖之間的視覺思考與互動關係 (Goldschmidt, 1991, 1992, 1994; Dorst and Dijkhuis, 1995; Suwa and Tversky, 1997; Suwa et al., 1998)。而草圖由於其不精確的特性，存有許多想像 (imagery) 或是心像 (mental

imagery)；其中心像通常是以視覺呈現的 (Miller, 1986) · Finke (1989) 認為意象 (image) 可以分為視覺意象 (retinal image)、圖像意象 (iconic image)、心智意象 (mental image)。Anderson (1990) 認為心像等於意象，也就是心中的畫面或景物的呈現，心像作為對當下未能被感覺器官所接受的事物所形成的心理表徵，其可能涉及到視、聽、嗅、味、觸等感官的心理表徵，而多數人對於視覺心像的感知程度會高於其他形式的心像，反應出人們常將問題所涉及的物體視覺化，並在心中表徵出這些視覺心像以解決問題 (Kosslyn et al., 1990)。Liu (1998) 指出設計師從事設計心像活動時，其主要的思考過程，是在截取長期記憶中對於形體或經驗所呈現的圖像 (icon)，再經由思考與心像連結，進而形成設計構想的產生。

2.2.2 自身溝通的特性

人類資訊處理 (Human Information Processing, HIP) 的過程是自身溝通過程中最基本的單元。依據 Newell 和 Simon (1972) 將訊息處理系統定義為包含感覺 (receptor)、處理 (processor)、受動 (effector) 等記號結構的記憶體所共同組成的系統，因此可以由訊息刺激、心智反應、構想呈現等訊息處理的過程探討自身溝通的特性。

訊息刺激

當人們接收訊息刺激時，會將訊息轉譯成自己所理解的意義，也就是解碼 (decoding)，再將外在刺激轉化成為內在的心智呈現 (mental representation)，也就是編碼 (coding)，最後傳送到大腦中記憶、思考、遺忘等。例如，來自周遭環境讓眼睛看到的或是耳朵聽到的訊息刺激腦產生感覺或甚至是構想等，而解碼的過程則常被視為人對於外界事物的認知過程。

Guilford (1967) 提出「智力結構模式 (intelligence structure model)」，他認為問題解決的過程是由環境中提供刺激的訊息對於溝通系統的輸入開始，訊息會引起一連串的認知動作，再經過不斷的發散收斂的思考與評鑑後，最後才輸出產品；這個過程對於設計領域而言有兩個重點：環境提供的訊息刺激反應發現問題，以及發散收斂思考評鑑解決問題，前者就是設計過程中的創新的重要因素，而後者則是設計思考的過程。

因此，來自於環境的刺激，被認為是創造力發展的重要來源。研究環境對於創造力之影響性的學者認為創造力的發展是環境刺激下的產物。例如，處於複雜且具挑戰的環境中，較能產生富有創造力的產品 (Oldham and Cummings, 1996)。Ernst Kris (1952) 認為創造力 (creativity) 包含稱為初級思考歷程 (primary process thinking) 的「靈感階段 (inspirational phase)」，也就是環境對於心智的刺激；以及稱為次級思考歷程 (secondary process thinking) 的「精緻階段 (elaborative phase)」，是指經由控制思考重新以較嚴格的邏輯評論先前的觀念。其中，靈感階段是在強調暫時性地放鬆控制思考，以讓思考回到介於意識與潛意識之間的前意識 (preconscious) 階段，其為潛意識中可召回的部分，意即能被回憶起的經驗，其對於創造力的價值在於觀念能自由蒐集、比較與轉換；Lawrence (1958) 更認為「前意識是創造思考的泉源」。

個體是反應的主體，會經常因為刺激呈現出各種反應，當獲得好結果的反應一再出現時，該刺激就會被再度強化。而就個體與環境交互控制的過程而言，Sloane 等人（1980）認為，若反應是由環境中的多項刺激所控制，較容易產生創新性的行為，在環境中新的刺激會產生新的反應，而新的反應就是創新的行為。Amabile（1983, 1996）提出創造力呈現的成分模式（creativity componential model），他認為創造力的理論架構可以分為有五個步驟：刺激、準備、反應發生、反應確認與溝通、結果；其中來自外在或內在的刺激，是確定問題或任務的關鍵；而在反應發生的階段，是產生創新解決方式的階段，個人經由搜尋記憶與探索環境特性以產生反應的可能性，特別是經由認知途徑產生解答；而反應確認與溝通的階段，則是以事實知識與其他準則來測試反應的可能性。

除了來自於環境的刺激，在設計過程中，設計者透過不同類型「看」的視覺刺激，進一步的影響了設計方向的決定性（Schon and Wiggan, 1992）。透過視覺意象的刺激，能產生「圖釋思考（graphic thinking）」，而其中，草圖的對於設計者的視覺意象刺激是模糊且不確定的，因此設計者在面對這些看似無意義的線條或圖形時，能夠透過看的活動來接收並詮釋來自於圖釋視覺刺激的各種可能訊息，進而串連起記憶中的相關資訊，以將圖釋再結構並重新賦予意義，這樣的運作方式在設計過程中反覆運作，圖釋與設計者的心智之間產生了一種刺激新構想的交互作用。

設計草圖除了記錄功能，也在影響著整個設計過程。而 Schon 與 Wiggins（1992）則提出「看 - 動 - 看（seeing - moving - seeing cycle）」的循環，其認為繪圖（drawing）提供設計者視覺呈現（visual display）並可以被再解釋的（reinterpretation），而其中看是檢視、思考、評價設計現況的活動，當設計者發現設計可以有所改善時，設計師會設法移動到更好的狀態，並再度重覆檢視的步驟，直到滿足設計目的為止，設計活動的進行是與當下情況的反應溝通；他們並定義設計過程的基本單位是「動作試驗（a move experiment）」，其中包含三種看的形式：表面視覺理解（literal visual apprehension）、質的評價判斷（appreciative judgments of quality）、空間型態理解（apprehension of spatial gestalts）。Herbert（1992）則提出「畫 - 反應 - 畫（stroke - response - stroke）」以及「畫 - 擦拭 - 畫（Stroke - Erase Revise - Stroke）」的設計理論模型，設計者會在設計過程中先畫出圖形，在透過視覺刺激引發思考以決定下一筆畫的反應。

繪圖的視覺刺激能引發設計者思考並產生新資訊並擴大心像（Goldschmidt, 1994），其不僅能促使一個設計的開始，也能作為突破設計構想阻礙時的重要關鍵（Cross, 1999）。而後，Suwa 等人（2000）更透過了解設計者的感知行為來定義草圖中非預期發現的情形（unexpected discovery）。在其研究中指出，設計者在概念階段的設計行為是在非預期的發現與探索新議題或需求中交互刺激循環的過程。也就是設計者透過感知與草圖之間的互動過程，非預期性的發現會導致新議題或需求的產生，而相對的議題或需求的產生也是造成另一次非預期發現的機制，也因而這種經過視覺刺激產生設計構想的階段，被視為是主導設計創造力的重要關鍵階段。

心智反應

訊息刺激心智反應產生構想的階段乃是設計最初期，設計者藉由知識及經驗來發展與組織各種想法，並在腦中以這樣的隱約草圖來定義有待解決的問題，或者引導設計者找尋最佳的答案。構想產生的過程則被形容為「黑箱 (black box)」(Rowe, 1987)，其引起許多研究學者的關注 (Cross, 1984; Harshaw, 1991; Jones, 1992; Goel, 1995; Liu, 1996)。

構想發展是設計思考中必然且最重要的階段 (Goel, 1995)，而由於人類短期記憶的有限性，因此必須透過圖像及其所附屬用以說明的標記、數字、文字等所組構成的「圖釋 (graphic)」，作為視覺意象的記憶儲存工具 (Miller, 1986)。設計者常透過來自視覺刺激的圖釋思考方式，探索、記錄、發展設計構想，待明顯且具體的設計構想產生之後，再對外傳達以達到溝通的目的 (Robbins, 1994)。在設計構想具體化的現象，則是設計構想在設計初期，會定義一些設計條件，並加以修正使其能夠被理解，而後逐漸在心中描繪出構想。隨著設計的進行一邊增加其精密度，一邊加以捕捉使其能夠具體化。設計者不斷的修正、嘗試錯誤、累積經驗，以找尋最佳的方案，再透過不同的表達方式，如像塗鴉的草圖、透視圖、平面圖或者模型等，尋求設計概念，表達形式形成設計思考的記錄過程。

Zeisel (1981) 則將構想發展的轉變比喻為一個螺旋形的結構，在每一個循環都經歷想像 (image)、展現 (present)、測試 (test) 三個階段活動，而每個循環跳到下個循環則是「概念移轉 (concept shift)」。在呈現階段，設計者以草圖或者模型等種種方式表達內心中以形成之概念。在測試階段，設計者測試設計是否符合原定之目標。設計過程在螺旋性的循環中，隨著設計的發展螺旋會漸漸縮小，最後落入解答的範圍。而 Harshaw (1991) 更提出個人在作構想評估時，是根據所產生的構想數量而決定，並認為無論是個人或群體在產生構想時，都可以將設計循環劃分為構想產生 (concept generation) 與構想選擇 (concept selection) 兩個階段。

建築設計的構想階段也常使用草圖與實體模型進行設計發展，Suwa 與 Tversky (1997) 就清楚點出草圖在設計中的角色可以經由兩個角度來研究：草圖的特性 (Goel, 1995)、設計者與草圖間的關係。而其中後者包含：設計師如何看草圖 (Goldschmidt, 1991, 1992, 1994)、設計師從草圖中看到什麼 (Suwa and Tversky, 1997)、設計師如何畫以及畫什麼 (Van Sommers, 1984)。

在設計構想產生階段中，使用大量圖示 (drawing) 是設計行為中相當重要的特徵，結構模糊的草圖也因此被受關注。在設計初期，設計者心中構想尚未明確，意味著其中包含許多變化的可能性，而這也是設計者發展新構想的重要空間。草圖是指設計者在設計初期所繪製的自由線條圖示，其能捕捉存在於設計者腦中模糊的形體與空間，就由於草圖具備這樣模糊的特質，其能夠保存設計者心中的概念並將其具體的呈現，同時也保有發展其他替選方案的彈性空間，而能使人類在有限的工作記憶中順利運作，也因此大部分的建築師在設計的早期會使用徒手繪製大量的草圖 (Goldschmit, 1994)。

Mckim (1980) 提出構想草圖會發生在兩個設計的階段當中，首先是探索階段，也就是設計者在初期設計時將所想到的模糊影像透過草圖呈現，再者是發展階段，設計者將個人經驗和限制條件實踐到設計當中。Goel (1995) 在研究繪圖的文本關係以及草圖在設計過程中的角色時，提出繪圖的過程包含三種轉換的形式：水平轉換、垂直轉換、新構想產生。其中新構想產生是指與先前繪圖的形式或內容完全無關的新作品，而大部分的繪圖則常來自於先前繪圖的水平或垂直轉換，水平轉換是指將繪圖修正為相關但明顯不同的作品，垂直轉換則是透過更詳細的描繪及增加細節已增強現有的繪圖。對應到設計階段，新構想產生與水平轉換主要是於設計初期，而垂直轉換則是細部設計階段。草圖的不僅適合用於探索設計概念，幫助設計構想具體化 (Suwa and Tversky, 1997; Cross, 1999)，同時也與設計者的內在思考進行呈現與解釋的對話過程 (Goldschmidt, 1991)。設計者使用草圖嘗試新想法、比較替選方案、利用繪圖截取瞬間的構想，同時將這種具有思考性的草圖分為三種類型：集中與控制非口語想法的思考性草圖 (thinking sketch)、領導製圖員產生完成圖的指示性草圖 (prescriptive sketch)、交換意見時解釋圖中不明之處的言說性草圖 (talking sketch)。

立體實體模型是圖釋之外，在設計過程中經常使用的輔助工具，例如：設計初期的概念模型、檢視基地環境的量體模型、建築內部的室內剖面模型、表現結構的結構模型、表現細部的細部模型等。立體模型能將設計者腦中的想像，以立體視覺化的方式呈現，也較平面更讓人容易理解立體空間概念，而模型也被認為對發現預期外的問題相當有助益。Lai (1997) 的研究發現，設計者直接使用三維的實體模型進行創作時，相對於二維的圖面較不受限於繪圖工具及視覺形式呈現上的侷限。模型可供設計者無拘束的轉移視點與觀察位置，來進行創造、修整建築形式的工作，相對於二維圖面以具特定觀點的固定描繪面呈現，設計者透過模型可自由調整建築形式的操作表現。而 Lin (2000) 更進一步指出實體模型的操作過程較電腦模型來的繁複，但在量體及尺度感的掌握上較電腦模型佔有較大的優勢。

構想呈現

呈現 (representation) 是一種造型的概念，透過呈現我們得以將對事物的感知以某種媒介表達出來。呈現是設計知識的浮現，其與設計成果的展現 (presentation) 必須有所區隔；呈現是透過大腦心智所接收的資訊呈現於外並於以呈現的媒介，其組織了事物或程序，就如同解決問題的方法；然而由於人類短期記憶對訊息處理的容量有所限制，因此設計者在設計概念的修飾上大都僅能專注於小部分的修正。

人類短期記憶的限制也可能為設計者本身的呈現能力所補足，也就是呈現形式的操作。對於設計者而言，繪圖或模型等呈現方式都是設計者將抽象轉化為具像的主要手法，並提供了設計師評估構想的簡便工具。而呈現的形式主要是由記憶結構和訊息處理的過程所推演而得的，Akin (1986) 認為呈現會由記憶系統的運作 (memory system)、文字語言的表達 (written or spoken)、圖釋語言 (graphics) 的詮釋等形式所產生，而這些呈現的形式都是相互交結並且多重運作的。

在討論運作記憶系統 (memory system) 形式的呈現上，由於人類對於訊息處理過程的前後次序是有關聯性、衍生性、導引性等種種脈絡特性的，因此可以藉由脈絡操作來輔助對於事物的認知與理解能力。例如從訊息刺激心智的角度看，其所產生的記憶、推演、辨識等訊息處理的脈絡關係都將牽動著外來訊息與構想之間的關聯性；而就構想發展的角度看，設計者透過看 - 動 - 看的歷程反覆的檢視設計，視覺的訊息經過觀察、思考、修正的動作推演與決定等脈絡性的因素也都牽動著設計呈現的形式與結果。

在討論表達文字語言 (written or spoken) 形式的呈現上，設計者常將來自於外界刺激的訊息利用文字記錄下來，文字的呈現式設計心智將訊息組織後傳給手，透過手將腦中的訊息利用經驗中的字彙逐一陳述，而搭配圖像出現的文字，則是輔助說明圖像中表達不足的訊息，這些都是設計過程中文字呈現的功能特性。

在討論詮釋圖釋語言 (graphics) 形式的呈現上，由於圖釋具有組織時間較短、傳達訊息較多、溝通理解較容易等特質，因此構圖是設計常用的呈現形式，其利用不同型式的線圖，精確的描述物質或甚至是概念性的世界 (Purcell and Gero, 1998)。Tovey (1986) 也指出在將觀念繪圖化時，設計的繪圖具有三種重要的功能：使設計過程容易、使設計過程客觀以供他人參與、能與他人溝通完整的設計計畫案。Laseau (1993) 認為「有明確意義的圖像語言對於設計思考及設計者之間的溝通是極為重要的」，其所擁有的所有符號及其相互關係被同時考慮，而透過視覺作用圖像所能引起的注意力與記憶力也較文字更強，這使得圖釋語言較口語文字語言具有更能夠被廣泛接受，且同時的在短時間之內對於事物進行清楚完整描述的特點。設計構想在呈現階段藉由「視覺化的成品」，將設計構想具體化，以能夠將自己的初步的模糊想法清楚表達，並能藉由視覺化的成品不斷嘗試與修改設計構想 (Peng, 1994)。

2.2.3 數位媒材的影響

隨著數位環境的發展，來自設計者身處的設計環境的視覺與聽覺刺激也越來越豐富多元，這影響了設計過程中發展創造力的機會，Bennett (2006) 認為，數位媒材與大眾媒體的盛行與快速變化，使得設計者所身處的環境文化也快速翻動著，這相當程度的影響了設計師處理文字與視覺語言的能力；然而，這種影響有正面的，也有負面的，設計師可以大量的從生活週遭得到靈感，但也必須因應著數位環境的發展改變原本的設計方式，大量的資訊也同樣影響到了設計師在設計靈感後期的判斷，而那並不是設計師所必然能夠完全控制的變化，數位時代環境下的設計師必須體認這樣的變化，並適時且適當的增加自己在思考與判斷設計構想的能力。

設計師在設計過程中所使用的媒材會影響設計師的思考與表達 (Zevi, 1981 ; Liu, 1996)。設計過程，是設計者將腦中意念實踐的過程，而媒材是過程中與外界溝通的媒介 (Liu, 1996)。使用不同的媒材呈現也會改變設計過程中的方法與步驟，因此影響了設計者的思考 (Schon and Wiggins, 1992)。在傳統的設計媒材中，紙筆所繪製的草圖，被研究者視為設計師用來表達與發展設計構想的重要媒材 (Goldschmidt, 1991; Schon and Wiggins, 1992; Goels, 1995)。在

1990 年代，電腦被應用在設計過程中，也開始影響著設計者的思考過程。Soufi and Edmonds (1996) 指出浮現的子型(emergent sub-shapes) 影響著設計過程的創造性，知覺(perception) 與心像有助於了解辨識子形的認知基礎；Liu (1998) 更進一步的指出設計中看圖形的一些特性，例如對於子形的辨識，並把人類辨識圖像的能力帶入到電腦輔助設計當中，以改善現有的電腦輔助設計系統。

電腦輔助設計系統 (computer aided design, CAD) 是數位時代下重要的媒材，隨著電腦運算功能的演進衍生出更多的電腦輔助設計系統：Liu (1991) 提出以知識為基礎 (knowledge based system, KBS) 的電腦輔助系統，以解決建築系統化設計的問題。Jindo 等人 (1995) 提出利用專家系統概念輔助感性工學設計的電腦系統。Muller 與 Pasman (1996) 提出以知識資料庫作為輔助產品類型設計的電腦系統。這些數位時代下的電腦輔助設計系統在功能、形式、結構等設計特點上都深切的影響到設計者的設計環境、過程與結果。

作為支持在構想階段中複雜的認知過程的草圖，同樣面臨到數位媒材特性的轉變 (Fish and Scrivener, 1990; Goldschmidt, 1991; Goal, 1995)。Tovey (1989) 認為當時工業領域的電腦輔助設計系統能幫助設計者進行進化性的設計 (evolutionary design)，同時對於設計的整合與評估也相當有幫助；然而，他也提出由於電腦輔助設計的精確性，所以無法支持創新性的設計，也對流動性 (fluid) 的設計思考與成型存有限制。但隨著專注於構想設計的電腦輔助構想設計系統 (computer aided conceptual design, CACD) 應運而生，Tovey (1989) 的論點似乎必須跟隨著數位資訊時代的脈動而有所修正。Elsas 與 Vergeest (1998) 認為電腦輔助構想設計具有增進設計概念品質、允許設計替選案快速產生、提供更好的溝通與評估平台、避免早期設計所產生的昂貴錯誤決定等優勢。這類著重電腦系統開發的研究，都試圖發展出運算式的繪圖環境，以求得電腦與草圖之間的直接關係，讓設計師在構想發展階段就能利用電腦廣泛進行草圖測試 (Cross et al., 1996; Van Dijk et al., 1995; Elsas and Vergeest, 1998)。而 Won (1999) 則指出電腦與傳統媒材在構想呈現方式的差異主要為：對電腦系統的不熟悉所導致電腦媒材發展較傳統更少的概念、媒材特性的不同導致電腦媒材的呈現較傳統更為精確、電腦較能表現圖形陰影與色調使設計者更快呈現心中影像。

另一方面，部分學者則從研究手繪草圖的特性分析出發，其目的在於透過了解設計者如何從事設計，以作為提供設計模型的基準，並期望能將研究結果應用在電腦輔助設計的發展上 (Manolya et al., 1998; Verstijnen et al., 1998)。Herbert (1992) 即以傳統草圖的特性分析，進而舉例說明使電腦輔助設計系統更有效的方法，如：提高圖像的模糊性、增加精細度與重新組合、考慮草圖與前後脈絡間的關係、設計平台改良，並藉由儲存功能補強漏失的資訊、加強想像的虛擬操作、探討電腦輔助設計中座標系統的角色、增進繪圖速度等方式，以使電腦輔助設計系統更具效用。這些研究指出了未來電腦輔助設計系統發展的新方向。基於電腦媒材所繪線條太過確定，因此不被設計者所廣泛認為是相當具有創造力的設計思考媒材的眾多批評，Lawson 與 Loke (1997) 鎖定言詞媒材的不確定性，提出包含言詞媒材的電腦輔助設計系統，以增進設計者在進行構想發展階段的可能性。

電腦媒材被應用於設計過程的相關議題，在近年引起大量的研究。不同類型的數位媒材開始介入設計的不同階段，也開始對傳統設計過程產生諸多方面的衝擊（Liu, 2001）。其中，電腦輔助設計構想發展的可能性，最為一般研究者所關注。早期的相關研究多對於電腦介入概念的可能性有所爭議，而在近日，則開始有認知方面的研究對使用電腦進行設計構想的設計行為加以探討。在眾多的數位媒材當中，又以 3D 電腦模型最為廣泛的被使用在構想發展階段當中，其中任意轉換視點及遠近比利的視覺化繪圖方式，又被認為是最具有實體模型的特質（Lai, 1997）。Lin（2000）更進一步的指出，電腦模型與實體模型在建構的程序與方式是有極大的差異，尤其電腦由於具有許多指令功能並有其獨特的操作方式，在操作過程中也可能會產生如建築草圖般的不確定性和非預期的結果。此外，Elsas 與 Vergeest（1998）也指出在構想階段使用電腦，不僅可以允許設計替選方案的快速產生，並可增加構想設計的品質，提供較好的品質以供評估與設計的溝通。Won（1999）則指出由於電腦螢幕在視覺呈現上的特性，讓使用電腦媒材的使用者較使用傳統媒材的設計者更容易進行想像，設計者在轉移注意焦點後也較容易持續的往更深入的細節來進行發展。Hanna 與 Barber（2001）認為，使用電腦媒材對設計過程的影響，在於設計行為由傳統繪製草圖到概念構想的過程，轉變為由思考到概念構想的過程，而且電腦媒材的使用對設計認知、創造力、直覺、光線模擬、日照分析、早期構想產生等都都有所助益。

數位媒材跨越時空的特質，讓設計有更多樣的選擇，然而設計者必須面對新的議題是，如何在多樣性的數位媒材中，選擇並搭配出最能夠滿足設計構想的設計媒材。某些研究者的普遍觀點認為，加入聲音、影像、圖形多少會讓媒材更為真實，接近於面對面的臨場感更能夠增加溝通的效果（Johansen and Bullen, 1984; Greenberg et al., 1992; Sudweeks and Rafaeli, 1995; Egado, 1998）。然而在數位媒材介入設計的不同階段後，也開始對傳統的設計過程產生諸多方面的衝擊（Goldschmidt, 1991; Schon and Wiggins, 1992; Goels, 1995）。例如數位提供了快速複製媒材的可能，卻也可能因為操作介面的設計而導致認知上的負擔，相同介面的數位媒材操作可以降低使用者在操作上的錯誤，反之跨界面的設計與使用則會而導致認知上的負擔（Norman, 1988; Shneiderman, 1997）。運用媒材當面進行溝通具有立即且同步的優點，但也可能同時受到來自不預期溝通請求所帶來困擾，相對的，非同步溝通則可選擇溝通時間與地點（Ellis and Keddara, 1995; Mitchell, 1995）。因此，媒材類別應用在設計的不同階段中，作為溝通的效果都各有不同。

2.3 多人溝通

2.3.1 多人溝通的特性

多人溝通模式的本質，源自於多個自身溝通模式所共同組構而成，自身溝通的訊息處理模式包含有環境的資訊源以及自身的接收器、解碼、記憶與思考、編碼、傳送器，這是人類將外在訊息解釋並轉為知識的資訊處理流程，而多人溝通的資訊源則來自於另一個自身溝通的傳送器，其各自都是一個自身溝通的體系，也因而牽涉到溝通參與者的自身溝通特性，其中最重要的莫過於溝通參與者能正確接收與解讀溝通訊息的符號意義（symbolic meaning）。

雜訊 (noise) 則對於訊息溝通的正確性有相當程度的影響。Shannon 與 Weaver (1949) 的「溝通的數學理論」中，就對一般溝通系統的過程描繪了雜訊影響的可能。他所提出的訊息傳遞模式包含五個基本要素：資訊來源、傳送者、雜訊、接收者、目的地。資訊來源 (傳送者的大腦) 將訊息編碼並由傳送器 (傳送者的口或手等表達器官) 將信號經媒介 (medium) 傳送。媒介可能會受雜訊來源之影響而組成新的接受信號，再由接受者的接受器 (接受者的眼或耳等受器) 將訊息接收至目的地 (接受者的大腦)。由 Gerbner (1956) 的研究可以發現，溝通活動參與者自身對於環境及溝通事物的經驗相當程度的影響著溝通的結果。Berlo (1960) 就指出溝通參與者、訊息、媒介的影響因素，其中影響溝通參與者的因素包含溝通技巧、態度、知識、社會制度、文化；影響訊息的因素包含成分、內容、處理、結構、符碼；而影響媒介的因素包含視覺、聽覺、嗅覺、味覺、觸覺等五種感官。Schramm (1963) 更強調出溝通參與者的經驗對於訊息來源與目的、編碼與解碼、傳送訊號的影響。而溝通參與者會影響溝通的因素有知識、技能、態度，他同時強調多人溝通是動態的相互關係 (dynamic interrelationship)：溝通參與者同時且持續發送接收訊息；以及多人溝通的交流關係 (transactional relationship)：溝通參與者的交流存在於溝通參與者之間及其與環境的關係之間。

在研究多人溝通中影響溝通效果的自身特性，Maletzke 所提出的大眾媒介模式 (1981) 相較於先前的溝通模式，作了更全面且精細的探討。他認為傳遞端受到自身形像、個性結構、工作團隊、社會環境、從屬組織、媒介與訊息內容的大眾符碼壓力與制約 (意即約定俗成) 等因素所影響，並藉由內容選擇與結構來控制傳送至媒介的訊息；而接收端則受到自身形像、個性結構、閱聽者身分、社會環境所影響，其由媒介中選擇訊息內容，以得到訊息內容的效果體驗，但也同時受到壓力或制約。

而設計領域在溝通觀點的早期研究，包含 Koenig (1974)、Nelson (1979)、Pile (1979)、Eco (1980)，其重點都在描述設計師利用設計與他人溝通的論點。而這種觀念在建築中更進一步的回溯，可以發現來自溝通觀點的建築訓練對於傳達何謂是建築的意義有更深入的探討。而溝通在設計領域的論點已經被用來討論許多設計相關的議題，同時溝通的概念也已經成為設計研究的核心 (Burdek, 2005)。多人溝通的正確性會影響設計目標是否正確，良好且順暢的溝通過程也可以降低溝通的時間，同時也可以減少因為誤差所需要修正的工材與時間。因此，正確的利用作為溝通的設計媒材，成為設計創作中相當重要的課題。

而口語文字是最自然的溝通媒介，且具有廣泛的約定俗成的效果，其最重要的功能就是溝通容易，對於訊息傳遞與接收雙方所存在的隔閡也較小；而為了補足隔閡並使訊息正確，口語文字也允許即時說明補充，直到溝通的雙方完成正確的訊息傳遞，同時也能配合語調與語句等口語上的操作，增強訊息傳遞的正確性。因此，在設計上使用口語溝通描述、輔助說明、發表呈現等階段都是相當重要的角色。口語的言詞 (verbal) 是設計者與他人之間主要的溝通媒介，且應用上從言詞到視覺再回到言詞，應被視為設計過程整體的一部分。Tomas 等人 (1998) 亦視設計是言詞 - 視覺 - 言詞 (verbal - visual - verbal) 的連續過程，在他的研究中證明以視覺呈現為主導的設計過程中言詞的重要性。而在建築設計領域中，雖然設計成果的呈現媒材主要為圖像與模型，但有許多傑出的建築師仍寧願企圖以言詞系統性的闡述設計的核心構想，以取代某些輪廓清晰的

事物作為其設計概念，這種以口語言詞作為媒材的設計構想呈現，聚焦在他們的工作與設計團隊上 (Lawson and Loke, 1997)。設計者有目的的使用語言能夠喚起 (evoke) 並溝通設計概念的精緻度。

設計是一種整合與處理大量資料的多人參與活動，設計為滿足複雜的機能需求，設計者已無法獨力完成設計，並必須與不同背景的專家進行溝通，合作式設計就成為近代無法避免的設計方式。合作式設計 (Collaborative design) 是一項需要個人的參與的活動，以分享信息和組織設計的任務和資源。特別是在複雜與大型的計畫中，設計往往涉及多個個人或團體在設計過程中的合作。設計合作的目的是交流專業知識、概念、資源、責任。設計溝通是過程中設計開發的中心。設計溝通的有效性變成對設計者在分享設計資訊、決策、協調設計任務中的關鍵。

個人參與合作式設計時，設計環境與多人溝通的改變成為重要的課題，在 Saad 與 Masher (1996) 的研究中指出，設計者在設計工作進行中思考設計問題、累積知識、紀錄過程的設計知識空間稱為工作空間 (workspace)。當個人參與群體工作時，個人的工作空間 (individual workspace) 便結合成更大的空間集合，進而形成共享的群體工作空間 (group workspace)。設計者於個人工作空間提供可被分享的訊息給群體工作空間，同時自群體空間中獲取自己所需的設計資訊，並隨著時間的推演逐漸與他人達成設計共識，這種多人溝通的資訊交流過程構成了個人與群體之間緊密的合作關係。

設計溝通過程中，除了利用面對面 (face-to-face, FTF) 的溝通之外，也常透過設計圖中對於繪圖與讀圖的共同理解的規則來進行溝通，如有需要再輔以文字說明 (Forslund et al., 2006)。Schrage (2003) 認為有別於以對話為溝通方式的交換式溝通模式，以原型作為溝通活動參與者共同的溝通介面的模式，呈現出原型物件與共享理解觀念的共享空間 (shared space)，並稱之為合作式溝通模型 (collaborative model)。其中，透過語言交談溝通是屬於交換式溝通，傳送者與接收者間利用語言作為工具交換想法，其間有複雜的編碼與解碼過程，容易產生誤解，需要多次訊息交換才可以達到理解目的。而原型 (prototype) 可以協助雙方將溝通焦點集中，以形成共享空間，讓雙方在共同的知識經驗中進行溝通。

2.3.2 數位媒介的影響

隨著個人電腦功能的增強，以及電腦網路技術的進步與普及，使得電腦系統的應用逐漸由傳統的主機、終端機以及個人單機的使用，開始朝向開放性分散式系統的應用，而由於眾多的半結構化 (semi-structured) 和非結構化 (un-structured) 問題，已無法再以傳統分析或結構的處理程序解決，而是必須仰賴群體討論，以針對問題進行相互溝通協調，共同努力找出解決方案。因此很明顯的支撐起，群體間互動支援系統環境對於群體智慧的需求應用的重要性。為了要支援這樣的應用，勢必要採用不同以往的軟、硬體架構，來發展一個適用於支援群體合作的電腦環境。

電腦中介溝通

電腦中介溝通 (Computer-Mediated Communication, CMC) 的特點在於能打破時空限制，形成虛擬社群 (Virtual Community)，其能夠保有真實社群的互動、共同目標、認同與歸屬感、各種規範與不成文規定等特徵，並且有具有排斥或拒絕的可能 (Rheingold, 1994)。Lindlof 與 Schatzer (1998) 則將虛擬社群定應為一種由一群具有共同興趣的人自主性地組成，通常是環繞著特定的文本或是由非電腦中介溝通領域引進的環境，例如特定主題的討論區等。

Fischer (2003) 認為電腦中介溝通介面在設計活動上可分為空間、時間、技術、設計等層面；就空間層面上，被分隔兩地的設計者要進行設計溝通時，就必需透過網際網路的虛擬空間進行視聽通訊的連結；時間層面可依照時間軸區分為同步與不同步、直接與不直接、長期與短期的溝通互動模式；在不同的技術層面之間的设计群組進行合作設計的流暢度，必須要仰賴溝通參與者對於彼此技術領域知識的熟悉度，其間的差異就在於設計溝通者之間自身可相互理解的程度；在討論社會層面，來自不同領域、社群、環境的設計者合作，會因彼此思考認知的差異而產生隔閡，因此對於電腦中介溝通環境的設計，引起共識的物件或基礎就顯得相當重要了。

Mitchell (1995) 認為在不同地點的設計師其溝通方式依其非同時 (asynchronous) 與同時性 (synchronous) 的兩種不同情況下，與設計師所慣用的溝通媒介文字、聲音、影像及影片而有八種不同之溝通形式，包含：非同時性的電子郵件、聲音郵件、傳真、影片郵件。同時性的網路交談、電話、電子白板、視訊會議等。他同時指出，運用媒材當面進行溝通的優點是參與者同時聆聽、討論，提出的問題也立即且同步的獲得回答。然而，由於無法預期的溝通請求會帶來正在進行中的事情被迫中斷，因此，非同步溝通的優勢是溝通參與者可以自由的選擇溝通的時間與地點。而 Ellis 與 Keddara (1995) 則依照時間及地點來分類媒材的功能，共分為四種不同的群體支援系統型態，其中包含：面對面互動、非同步互動、同步分散式互動、非同步分散式互動等四類，其中又以同步分散式的溝通技術，是電腦支援合作工作中最常使用的溝通形式，其可以支援完成因為距離與時間的侷限因子所產生的溝通限制，而達到合作式設計的完整性。

電腦中介溝通的特點在於需要花比較長的時間進行資訊的交換，而時間的長度則決定於用於溝通的電腦介面所提供的即時性或仿真性，之後再經由互動逐漸發展出印象，其關係的發展會隨資訊的交換速度而增加，直到最後溝通雙方的關係會與面對面關係相同。此外，使用者對於溝通環境的信賴程度會影響到電腦中介溝通效果，溝通環境的真實與即時性可以增加溝通者的對於環境與溝通對象的信賴感，而溝通效果會隨信賴感增加而提升。透過電腦中介環境的溝通者會因為從事的活動而影響到溝通內容的效果，結構清楚的溝通活動內容安排，會較繁瑣形式所產生的溝通效果更好，因此溝通參與者與活動的合作程度也會影響到電腦中介溝通的效果。而溝通介面設計的協調程度，會影響到使用者在電腦中介環境中溝通的流暢程度，進而改變溝通的效果，嚴重的錯誤設計可能更增加溝通者的認知負擔而導致溝通資訊的喪失等 (Norman, 1993; Shneiderman, 1997; Preece, 1998)。

電腦支援合作式設計

傳統合作式設計中，設計者彼此都是透過面對面，即同時同地的方式交談，這種溝通是透過口語言談或非口語的傳統繪圖工具交互表達自身的構想。無法面對面溝通時，合作式設計的參與者往往會透過電話或傳真機聯繫與傳送圖稿文件。雖然這種溝通方法相當快速，但也可能由於 2D 和 3D 視覺化表現都必須翻譯成口語表述，而導致嚴重的溝通失效 (Levine and Ehrlich, 1991)。

而隨著電腦與網路的盛行，80 年代開始電腦支援共同工作 (Computer-Supported Cooperative Work, CSCW) 的觀念、理論和架構陸續被學者提出，以作為發展群組軟體 (groupware) 的基礎。Eills (1995) 對群組軟體的定義是：群組軟體提供一個資源共享環境的界面，以支援群體成員從事同一工作或是達成同一目標的電腦軟體系統。由定義可知群組軟體的目的在於支援組織成員的溝通、合作以及協調等活動，使得群體的工作能順利進行，並借由電腦系統的輔助來提供組織的效率和生產力。設計者在合作式設計的案例中，透過網際網路傳遞媒介以溝通設計概念，其中包含文字、圖像、影片、立體模型，文字作為呈現空間的媒介，其重要性並不低於視覺媒介。而在設計領域同樣有 CSCW 系統的研究 (Hoog and Seifried, 2007)，其稱為電腦支援合作式設計 (Computer-Supported Cooperative Design, CSCD) 或電腦中介合作式設計 (Computer-Mediated Cooperative Design, CMCD)。

在 Maher 等人 (1997) 發現合作式設計可分為共同式 (mutual)、個別式 (exclusive)、指導式 (dictator) 等三種類型：共同式合作式設計是指合作的設計者之間的溝通合作形式，是採取合作者對相同設計問題進行溝通協調已完成設計，而由於其常產生溝通上的口語及繪製圖像，因此較難以紀錄到設計者對問題主要的設計認知活動；而個別式合作式設計是指合作設計者將設計問題分解成許多子問題，設計者之間分別解決個別的子問題，待全數子問題解決完畢後再進行溝通協調工作，這種方式的特點在於設計者在設計過程中是屬於個別單一的設計認知活動，待設計告一段落後的討論協調時才進行設計溝通活動；指導式合作式設計則強調設計者之間的主從關係，設計者中部分作為設計指導，其他則負責執行，而這種方式的主要設計認知活動中進行合作溝通，同時負責執行的設計者也會因為自己的認知活動進行設計認知的行為，因此是最適合作為研究設計者雙方進行設計認知思考活動的類型。

設計研究必須關心新的設計環境是否會破壞設計過程和已經發生的合作活動 (Bannon and Schmidt, 1991)。新的合作式設計工具必須考量到工作的方式、使用的資源、工作的障礙等全新的挑戰 (Finholt et al., 1990)。而成功的 CMCD 並不一定意味著要模仿身處的環境 (Gabriel and Maher, 2002)，除了某些在 CMCD 環境中的管道可能會影響到同步合作式溝通的流動和數量，但並不必然會影響到彼此溝通及表現設計構想的品質與內容。例如，在 CMCD 環境中聲音和視訊並不是必要的溝通管道。儘管溝通的方式有些許的不同，但 Gabriel 與 Maher 發現設計師仍能有效地合作與溝通設計表現，因為這兩種管道會造成更多的干擾，而成功的合作期間沒有他們其實也能順利的進行。他們同時更指出電腦中介合作式設計的多人溝通中，會受到溝通控

制、溝通技術、社會溝通、設計溝通的影響，而其中設計溝通又可細分為設計構想 (Idea)、任務 (Task)、領域 (Scope) 等影響因素。

同步分散式的溝通技術應用在電腦支援合作工作中，在設計實業中的電腦科技的運用已經建立了各種分散式設計環境，如合作式筆式環境 (Cooperative Pen-Based Environment) 與虛擬設計工作室 (Virtual Design Studio, VDS) (Maher et al., 1997; Chiu, 1998)。其中，虛擬設計工作室是透過連結網路的電腦所建置的數位環境與程序，其早期的目的在於設計教育的探討，以了解電腦應用在設計領域中所產生的創造潛力。Mitchell (1995) 指出「虛擬設計工作室不僅建立起電腦輔助設計的新典範，更彰顯出設計作為社會行為的本質」；隨著虛擬設計工作室設計環境系統概念的普及，透過虛擬設計工作室所進行的設計專案與研究，其目的大都是企圖將新科技導入設計專案的執行，並研究利用網路環境進行設計溝通時所面臨的問題，這些研究大都是在探討遠距的合作設計專案 (Schnabel et al., 2001; Kvan, 2001; Broadfoot and Bennett, 2003)。透過虛擬設計工作室團隊成員可以在分散式環境中同步或是不同步地工作，也因此在世界各地利用新運算與通信技術建構了許多機構 (Wojtowicz, 1994; Branko et al., 2000; Kvan, 2000)。

正當設計過程經由數位媒材誕生而改變的近年，通訊技術在全球化下的傳播功能也同樣衝擊數位媒材設計領域，網路虛擬實境技術以單一介面提供生產、消費、溝通等功能，在虛擬網路的世界裡建立起具有規模的經濟、社會、文化的聚落，新型態的建築和建築師正應運而生 (Hsu, 2010)。由數位虛擬場景所搭建的地景在媒體、遊戲或是網路空間中都正大興土木，從業於虛擬空間的建築師們，正以特殊的面貌迎向全然新穎的工作特點和設計對象，新一代的建築師訓練正悄然崛起，因而也引起設計領域以 Second Life 為主要代表對網路虛擬實境的研究產生關注：

Abdellatif 與 Calderon (2007) 在研究 Second Life 在建築教育中作為遠距學習的電腦中介工具時認為，Second Life 的虛擬環境仍缺乏輔助溝通的語音或視訊，同時電腦硬體設備需求也較高。Hoog 等人 (2008) 在 Second Life 中設計了一套建築教育課程，其重點在強調課程參與者的要以建築師角色的化身觀點，為建築用戶角色的化身考量進行網路虛擬實境中的建築設計。然而，結果顯示學生很難步將實體世界的思想投射到虛擬世界中，而該平台介面的複雜設計也讓不熟悉平台介面的學生遭遇設計過程的阻礙。

建築師在虛擬的地景中面臨到的改革，是發生在非傳統的新式數位媒材上，地景世界之更新正同步伴隨著社會的更新。因應全球化和電腦化的變遷，設計實業已經有很大改變，因此如何透過不同管道進行最好的設計合作，是當代設計者所需要面對的新課題。

3. 設計溝通認知實驗

本研究主要在探討設計者在網路虛擬實境中的自身溝通與多人溝通的現象，因此本研究專注於溝通過程中的資料蒐集與分析，而將研究方法分為兩個步驟，步驟一是分別在三種不同的設計溝通環境中進行認知實驗：一般當面環境、一般遠距環境、網路虛擬實境等。步驟二則是進行實驗結果的編碼與分析。

3.1 實驗方式的選擇

應用口語分析 (protocol analysis) 在設計領域中的研究，主要可分為「放聲思考法」(think-aloud protocol) 與「影音回溯法」(audio / video retrospection)。「放聲思考法」是在研究較為複雜的認知行為中思考過程的主要研究方法 (Ericsson and Simon, 1993)，這種研究方法是受測者在實驗進行時同步的將其心智思考放聲講出，因得讓實驗的研究者分析其思考過程與脈絡，這種方法被廣泛應用在設計活動的研究上 (Gero and McNeil, 1998)，然而也有不少研究指出放聲思考法會影響設計參與者在創作過程中的感知行為 (Ericsson and Simon, 1993; Suwa and Tversky, 1997)。

「影音回溯法」則是要試圖解決同步口語資料和回溯資料不足而出現的改良式方法 (Suwa and Tversky, 1997; Suwa et al., 1998)，這種方法是在設計階段結束後提供受測者實驗過程中所錄製的影音資料進行回溯，受測者得以觀看並操控影音資料後完整的回溯實驗進行時的思考過程，也允許研究者對於受測者的回溯內容進行發問或請受測者深入說明 (Suwa and Tversky, 1997)。

放聲思考的口語分析雖著重於訊息處理過程導向的設計觀點 (Ericsson and Simon, 1993)，然而卻有影響受測者在進行設計時的感知行為，對於本研究欲探討之自身溝通的設計思考過程較為不利，同時也無法在合作式設計中的多人溝通過程中使用。而影音回溯的口語分析則著重於認知行為反應 (Dorst and Dijkhuis, 1995; Suwa et al., 1998)，且較不影響到受測者進行設計與溝通的過程，因此本研究採以影音回溯法的口語分析方法進行研究資料的收集，同時為了讓受測者得以自由的在實驗過程中進行設計溝通，研究者將不參與其中，而以全程錄影的方式記錄受測者的設計溝通過程，以讓受測者得於實驗完成後立即回溯剛才的設計過程。

3.2 實驗設計與說明

本研究的認知實驗分為，實驗一：一般當面環境的設計溝通認知實驗，實驗二：一般遠距環境的設計溝通認知實驗，以及實驗三：網路虛擬實境的設計溝通認知實驗，以下針對整體實驗之計畫與操作細節作說明，包含實驗目的、實驗對象選擇、實驗題目擬定、實驗流程、實驗環境與記錄方式等。

實驗目的

本研究之目的在於了解設計師於網路虛擬實境的設計溝通環境中進行合作式設計時，對於自身及其合作者的設計溝通現象，因此以現今一般當面與遠距等兩種設計溝通環境中的設計溝通現象作為網路虛擬實境的對照，以突顯出網路虛擬實境中的設計溝通現象；因此，本研究採以口語分析實驗讓設計師在三種不同環境中進行合作式設計活動，以獲取其溝通歷程的口語資料進行分析。

實驗對象選擇

由於本研究主要是研究設計師在網路虛擬實境中的設計溝通行為，並以一般當面與遠距設計溝通環境中的設計溝通行為進行比較，故受測者必須選擇具有專家能力的設計者，且必須對這三種設計溝通環境相當熟悉，以比較出其間的差異。因此，本研究受測者選擇受過超過 4 年以上專業建築設計教育的建築設計師 2 人，其必須熟悉當面溝通與遠距溝通的合作式設計方式，同時也必須具備在 Second Life 中實際進行合作式設計的經驗，以確保其在網路虛擬實境的環境裡具有理想的設計能力。

實驗題目擬定

在設計题目的擬定上，由於本研究主要在研究網路虛擬實境中的設計溝通現象，而如同本研究之文獻回顧所述，「第二人生（Second Life, SL）」是網路虛擬實境最具代表性的系統，其允許使用者藉由編寫 Linden Script Language (LSL) 與操作3D建模工具設計虛擬建物，因此本研究以Second Life及其中的建築設計作為設計與溝通的認知實驗與研究案例。

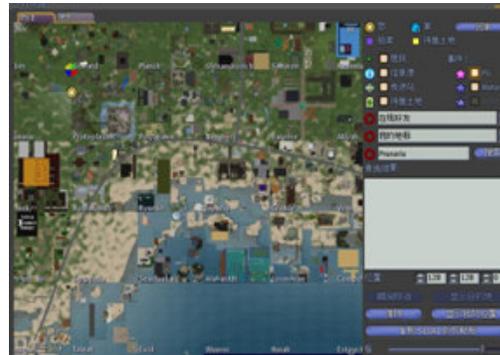
在本研究的三次實驗中，皆以 Second Life 中的名為 Prunariu 的領地為設計的基地，這塊位於網路虛擬實境中的土地是由 Mainland First 網路社團所有，面積為 45376 平方公尺，其土地特性可提供其他居民，意即非土地擁有者在其土地上創造地標、飛翔、輸入物件、創造物件、設計腳本等，其所輸入或創建的物件皆得以設定允許其他居民進行修正與拿取，以便設計者相互修正設計，唯非土地擁有者的其他居民所設計的建物會於6小時內消失，並以個別物件方式歸還給設計者。選定該土地的原因在於，該土地得以無償提供給所有居民進行上述在虛擬建築設計與營建的全部功能，並得以所有 Second Life 中的對談方式與其他居民進行溝通與交談，如文字、語音、物件交換等。

實驗中受測者針對所設定的基地進行虛擬建物的設計，實驗提供受測者基地位置資訊，如圖3.2.1所示，並得依受測者之需求至 Second Life 中該基地瀏覽以獲取更詳細之資訊；其中建築設計並無特別規範，受測者係依據本研究所模擬 Second Life 中業主之建築需求進行建築設計，其中告知設計者業主之職業、個性、喜好，以及基地位置與簡單建築機能需求等，本研究實驗之設計題目下：

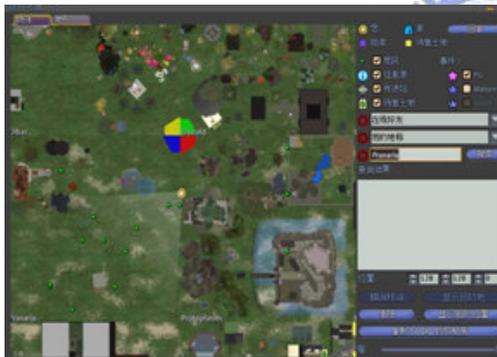
這次設計案的委託業主是位女性的海洋生物學家，他打算與他的丈夫在他所工作地點的島嶼上的基地設計一棟自己住的房子，他的丈夫是位經營遊艇生意的海上運動好手，他們都熱愛自己的工作與海洋。設計基地是在一個島嶼南方鄰近沙灘的平原上。而對於業主而言，住宅代表的意義超過遮蔽物或居住的地方，更是包含生活、工作、娛樂等功能的一個空間。



(1) 基地與島嶼之間的關係



(2) 基地與沙灘之間的關係



(3) 基地與接鄰用地之間的關係



(4) 基地與接鄰建物之間的關係

圖 3.2.1 受測者基地位置資訊

實驗流程

由於本研究是要透過設計者於一般當面與遠距之設計溝通環境，比較出其於網路虛擬實境中設計溝通的現象，因此本研究先於一般當面設計溝通環境，以及一般遠距設計溝通環境中進行實驗，最後在於網路虛擬實境 Second Life 中進行實驗。

實驗過程中並不限定受測者設計與溝通的時間及方式，實驗過程中是依據受測者雙方意願開始設計，並由受測者雙方決定設計完成的程度與時間。而為了確保相同的受測者進行各次認知實驗中對於相同設計题目的想法、操作、溝通等行為表現不會相互干擾，因此本研究設計各次認知實驗的執行時間必須間隔兩周以上。

實驗環境與記錄方式

為了詳細記錄受測者在實驗過程中的設計溝通行為，本研究以影音回溯法作為記錄受測者的設計溝通過程的研究方法，同時根據先前所述之實驗題目、流程等研究需求，本研究於各項實驗中有以下的實驗環境與設備之安排：

實驗一：一般當面設計溝通環境與設備

設計媒材包含紙、筆、及其所慣用之電腦繪圖軟體等；同時，考量到受測者在資料存取與傳輸的需求，除了USB與記憶卡等當面傳輸工具外，仍於當面溝通的環境提供網路傳輸介面；實驗所需的詳細設計與溝通工具，研究者會於實驗進行前訪查受測者所慣用之需求，以提供最完整的設計溝通工具給受測者於實驗中自由進行合作式設計。實驗中為了詳細記錄兩位受測者的設計溝通過程，實驗一配置兩台攝影機A、B分別錄製受試者的動作以及用以作為討論或筆紙繪圖的圖面設計區，兩位受測者的電腦操作畫面則同步以MORRE軟體錄製，實驗過程並以錄音筆記錄受測者的交談對話，實驗環境與設備的配置如圖3.2.2所示：

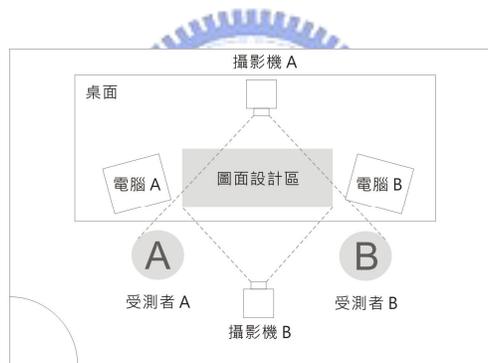


圖 3.2.2 一般當面設計溝通實驗之環境與設備配置

實驗二：一般遠距設計溝通環境與設備

設計媒材與實驗一相同，包含紙、筆、及其所慣用之電腦繪圖軟體等；溝通介面則提供受測者所慣用之溝通工具，如網路視訊、即時通訊、手機等；實驗所需的詳細設計與溝通工具則同樣會於實驗進行前訪查受測者所慣用之需求。實驗中為了詳細記錄兩位受測者的設計溝通過程，實驗二配置四台攝影機，A1、B1攝影機是在錄製兩位受試者的動作，A2、B2攝影機是在錄製用以作為筆紙繪圖的圖面設計區，兩位受測者的電腦操作畫面同樣以MORRE軟體錄製，實驗過程並分別以錄音筆記錄受測者的交談對話，實驗環境與設備的配置如圖3.2.3所示：

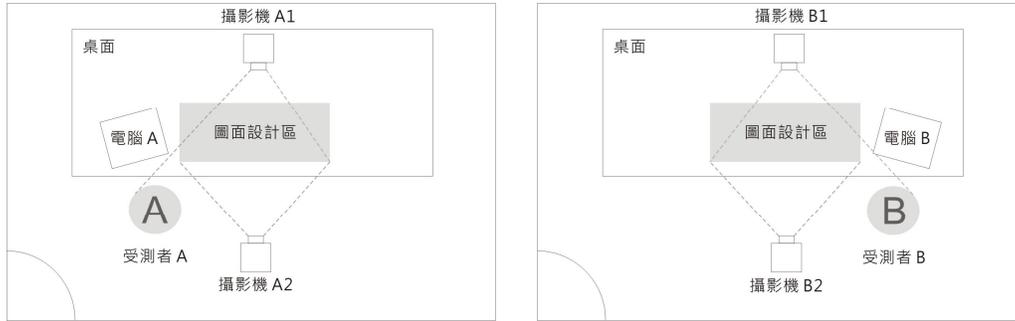


圖 3.2.3 一般遠距設計溝通實驗之環境與設備配置

實驗三：網路虛擬實境設計溝通環境與設備

設計媒材與溝通媒介是以本研究所挑選之網路虛擬實境案例 *Second Life* 之環境所支援之功能為主，但並不完全限制，原因是在於考量到設計者實際使用網路虛擬實境進行合作式設計時，並不一定限制僅使用單一環境介面所提供的設計媒材與溝通介面，而可能會因為較慣用或較方便等原因選擇其餘設計溝通方式，這也是本研究所欲探討的現象之一。因此，實驗所需的詳細設計與溝通工具同樣會於實驗進行前訪查受測者所慣用之需求。實驗環境與設備的配置則與同為遠距設計溝通環境之實驗二相同。

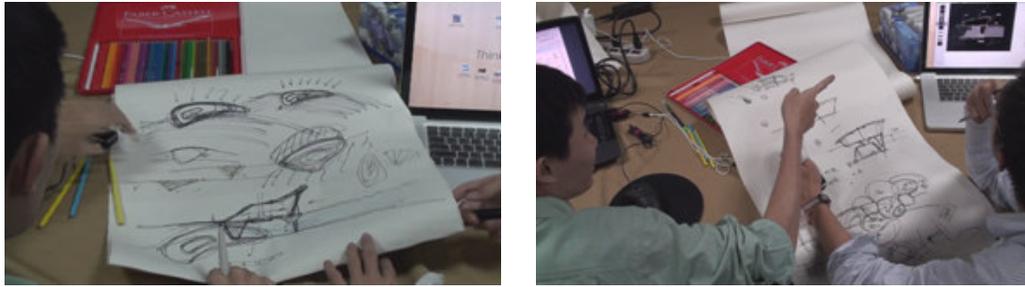
3.3 實驗過程與結果

本研究以相同的設計題目讓兩位受測者在三種不同的設計溝通環境中進行合作式設計，其中實驗一是於一般當面設計溝通環境，實驗二是於一般遠距設計溝通環境，實驗三則是於網路虛擬實境 *Second Life* 的設計溝通環境。在每次的實驗結束後，受測者則透過影音回溯法回顧剛才實驗的設計過程。隨後，研究者再將影音回溯記錄轉譯成文字與圖像資料，以進行後續的編碼與分析。以下是本研究三組實驗的過程概述與實驗結果。

實驗一：一般當面環境

實驗一主要在於了解設計師於一般當面設計溝通環境進行合作式設計的行為現象，受測者得於實驗前接受研究者的訪查自由挑選所慣用的設計媒材與溝通介面，並於實驗時由受測者自行討論決定該用何種媒材與介面進行合作式設計溝通；在設計媒材的部分，兩位受測者皆選用紙、筆、記憶卡式照像機、電腦繪圖軟體 *Sketch UP*、修圖軟體 *Photoshop*、簡報軟體 *PowerPoint*，以及包含上述軟體的電腦配備；在溝通媒介的部分，兩位受測者則選用 *USB* 隨身碟。

在實驗一的過程中，約莫可以分為六個階段：首先，兩位受測者先閱讀業者所提出的設計需求，並利用紙筆記錄下業主需求，並開始進行設計構想的發想，其中包含風格與機能；在機能的部分兩位受測者經過溝通討論後，決定採用可持續性的建築概念作為建築機能的設計構想，在這個合作式多人溝通的構想發想階段，兩位受測者花費約20分鐘進行討論。



(1) 利用圖紙討論設計構想

(2) 同時利用圖紙與電腦討論與修改設計

圖 3.3.1 實驗一受測者設計溝通之部分行為紀錄

隨後，兩位受測者決定各自上網找尋所分配的機能，他們都透過慣用的入口網站、搜尋引擎，以及平時存取於快捷位置的網站等進行案例的搜索，兩位受測者都表示在網站上找尋案例與決定案例是否採用時，大都是透過直覺與美感進行評估，在找尋機能案例的過程中，也同時非刻意的在觀察是否有符合美感需求的外觀，在這個各自找尋案例的階段，兩位受測者約莫花費10分鐘。

第三，兩位受測者依據所找的案例進行討論，受測者A在找尋機能案例的同時，也檢視到了貝殼的圖片並再接再厲的討論中成為設計外觀的構想；受測者在這個討論的階段，大都直接邀請對方檢視自己的電腦畫面，所找到的案例比較可能於後期用到的圖片是已經存檔到電腦當中，而其他用來講解概念則是保留網頁的開啟而並未存取，同時雙方也會將重要的案例，利用紙筆繪製到圖面設計區進行討論，並在討論的過程中持續發展構想，則花費約20分鐘。

第四，這個階段中，兩位受測者是在進行上個階段中，雙方所討論出來的機能與外觀構想後，所被分配到的工作；受測者A繼續至網路上找尋外觀構想的案例，受測者B則依據剛才的討論將建築設計外觀的輪廓先利用電腦軟體拉出，這個部分則花了約10分鐘。

第五，隨後兩位受測者回到圖面討論區，並利用紙筆更進一步的以剛才所找尋到的案例，討論利用電腦軟體所拉出的模型，隨後受測者B一邊與受測者A透過紙筆討論，同時一邊修改電腦模型，兩位受測者在這個階段一同檢視設計並修正設計，這個部分約花費30分鐘。

第六，接著受測者B將電腦草模利用USB傳給受測者A，由受測者A進行細部設計，受測者B則開始以剛才的案例圖片及討論時的手稿草圖拍照傳至電腦中進行修圖與投影片的製作，兩位受測者於製作模型與投影片的同時會不時的檢視對方的進度，並透過紙筆或直接於電腦軟體修正以進行討論，因此這個部份是各自進行所分配的任務，但不時零星的與對方溝通討論，並持續到整個設計結束，整個摻雜零星多人溝通的自身溝通階段總計約70分鐘，此階段部分溝通紀錄如下：

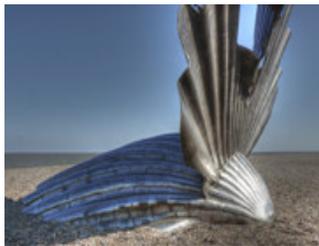
受測者A：這裡會（重疊B）有透水…所以他會上來這樣，然後這邊會（重疊B）下來這樣…。

受測者B：（重疊A）嗯嗯。（重疊A）這是不是之前畫階梯的房子，我先前跟你說畫那條線，再loft 這樣子…。（實驗一 01:18:20）

上述實驗一的合作式設計的各個溝通階段，除了最後的階段外都有較為清楚的自身與多人溝通的分野，而雖然實驗並未要求受測者製作投影片，但由於兩位受測者認為其可以更清楚向業主說明建築設計的成果，因此這個部分在整體實驗的過程中都是重要的任務，同時也佔有為數不少的時間，合計實驗一的設計總體時間約160分鐘，實驗中的各個溝通階段如表3.3.1所示。截取至實驗一受測者所製作的投影片中的部分設計成果，則如圖3.3.2所示。

表 3.3.1 實驗一自身與多人溝通之受試時間分配

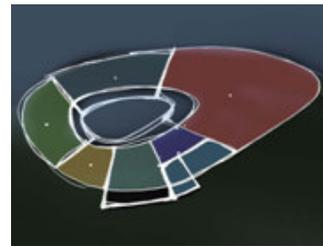
溝通類別與活動		受試時間 (分)															
一般當面環境		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
實驗一	類																
	別																
	自身溝通																
	多人溝通																
活動	自身溝通	設計案例				設計執行				收尾階段：							
	多人溝通	設計發想				設計發展				設計討論				修改與討論設計與簡報			



(1) 設計構想



(2) 空間機能



(3) 空間配置



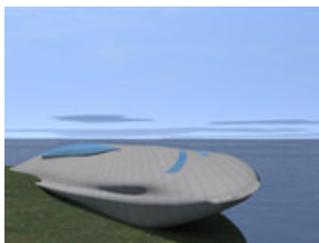
(4) 機能解說



(5) 室內模擬



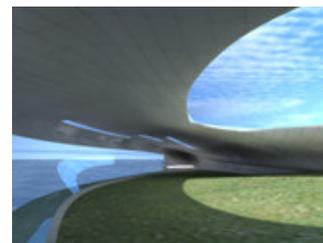
(6) 基地解說



(7) 建築側視圖



(8) 建築上視圖



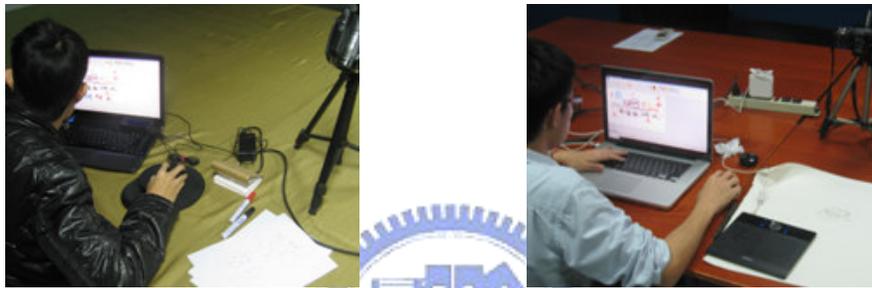
(9) 建築內部

圖 3.3.2 實驗一部分設計成果

實驗二：一般遠距環境

實驗二主要在了了解設計師於一般遠距設計溝通環境進行合作式設計的行為現象，受測者同樣得於實驗前接受研究者的訪查自由挑選所慣用的設計媒材與溝通介面，並於實驗時由受測者自行討論決定該用何種媒材與介面進行合作式設計溝通：在設計媒材的部分，兩位受測者皆選用電腦繪圖軟體 Sketch UP、修圖軟體 Photoshop、簡報軟體 PowerPoint，其中除了包含這些軟體的電腦配備外，受測者B還選用了慣用的電腦手繪板工具。

在溝通媒介的部分，兩位受測者則選用 Skype 網路視訊介面。由於實驗前受測者皆僅選用電腦作為溝通與設計工具，因此必須將先前3.2節所計畫的實驗錄影設備修正為分別錄製兩位受測者動作的A1、B1攝影機，而安裝於兩台電腦中用以錄製電腦操作畫面的側錄軟體則維持不變。



(1) 受測者A利用視訊進行設計溝通 (2) 受測者B利用視訊進行設計溝通

圖 3.3.3 實驗二受測者設計溝通之部分行為紀錄

而在實驗二的過程中，同樣約莫可以分為七個階段：首先，兩位受測者先於 Skype 上與對方會面後，隨即開起共享畫面讓雙方都能看到對方的電腦操作桌面與視訊畫面，受測者先閱讀業主所要求的设计需求後，決定各自提出一個提案，第一個是以業主的職業與興趣相關，以「海洋」為主題的设计構想，隨後設計者再取與第一個反差較大的「森林」概念作為第二個構想，這個過程中由受測者B負責將討論的內容編寫至 PowerPoint 中，並同時進行討論與修正，花費共約10分鐘，此階段部分溝通紀錄如下：

受測者A：好，空間感是沒有邊界的…然後就是…我還希望它可以被水包圍…被水包圍
然後，這個水跟他本來的空間和機能發生關係。…空間與機能發生（重複B）關係…。
受測者B：好。（重複A）關係…。（實驗二 00:08:13）

第二，在上個階段的溝通中，兩位受測者決定各自負責一個提案並開始上網尋找案例，兩位受測者都連上各自所慣用的資料或搜尋網站找尋案例圖片，這個階段與實驗一的第二的階段相比，受測者在網路上搜尋資料的方式相同，這個階段共計約10分鐘。

第三，在這個階段裡，受測者開始就所找尋到的案例進行討論，討論時兩位受測者以語音與對方溝通，並在需要呈現案例以供討論時開啟共享畫面，討論決定由受測者B負責將討論的結果編寫於 PowerPoint 中，其中包含建築設計風格、基地配置，並依據業主的需求規劃室內空間配置，其間受測者B是利用手繪板與 Photoshop，以畫筆的方式繪製草圖，這個階段共約20分鐘。

第四，這個階段兩位受測者各自進行先前在討論中所分配到的構想，受測者A負責構想A海洋，受測者B負責構想B森林，並分頭開始針對其所負責的部分以 Sketch UP 進行電腦建模，這個部分花費約20分鐘。

第五，在各自建模之後，兩位受測者同樣透過視訊與語音交談，並將各自的電腦模型傳至受測者A的電腦當中，並由受測者A共享其電腦畫面，開始一邊與受測者B討論，並一邊修改模型，這個部分當中受測者是盯著螢幕與受測者A對談，並檢視對方的設計，共花費約20分鐘。

第六，由受測者B進行 PowerPoint 的製作，其間並上網找尋案例輔助，受測者A則負責進行電腦模型的修正，這個階段兩位受測者皆表示是以直覺美感進行細部的修正，並以符合先前所討論的結論與業主需求為主，同樣花費約20分鐘。

第七，兩位受測者再度開啟 Skype 並繼續進行剛才的工作，這個階段中兩方都持續進行原本的工作，同時也不時的透過 Skype 彼此支援並檢視對方的進度直到整體設計結束，最後的階段兩位受測者花費約50分鐘。

實驗二的合作式設計的各個溝通階段，由於遠端連線的關係，受測者只有在連線對談時才進行多人溝通，其餘時間皆為自身溝通的獨立設計。這個實驗當中的前五個合作設計階段皆與實驗一相同，而最後兩個階段中的設計任務其實是相同的，都屬於設計最後的收尾階段，不過受限於遠端的合作關係，因此第六個階段中兩位受測者還是自己獨自進行設計任務，但受測者表示能與對方保持連線較能掌控自己執行任務的速度，因此在第七階段時還是選擇開啟了語音通話。

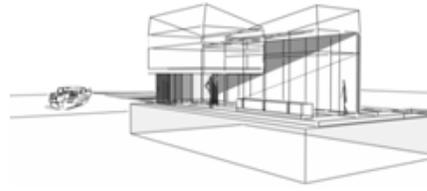
實驗二受測者以實驗一相同的原因為業主製作了投影片，也因此以投影片為主的呈現在實驗二的過程與結果中都是重要的任務，也同樣花費受測者不少的時間，合計實驗二的設計總體時間約150分鐘，實驗中的各個溝通階段如表3.3.2所示。截取至實驗二受測者所製作的投影片中的部分設計成果，則如圖3.3.2所示。

表 3.3.2 實驗二自身與多人溝通之受試時間分配

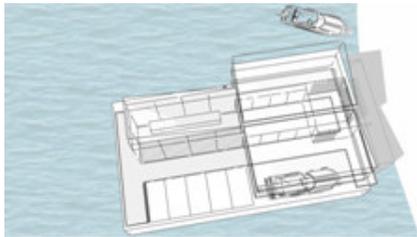
溝通類別與活動		受試時間 (分)															
一般遠距環境		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
實驗二	類	自身溝通															
	類	多人溝通															
	活	設計案例		設計執行				設計修改				收尾階段：					
	動	設計發想		設計發展				設計討論				修改與討論設計與簡報					



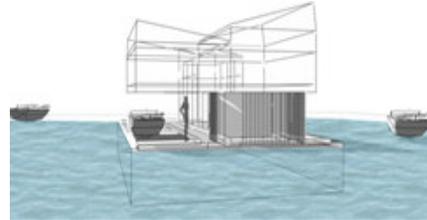
(1) 構想 A 海洋設計案例



(2) 構想 A 設計成果側視圖



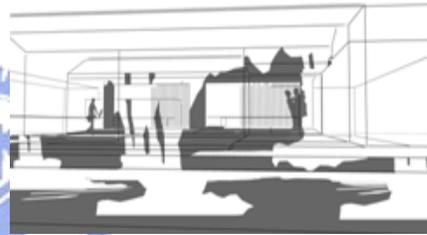
(3) 構想 A 設計成果上視圖



(4) 構想 A 設計成果機能解說



(5) 構想 B 森林設計案例



(6) 構想 B 設計成果側視圖



(7) 構想 B 設計成果彩現側視圖



(8) 構想 B 設計成果彩現上視圖

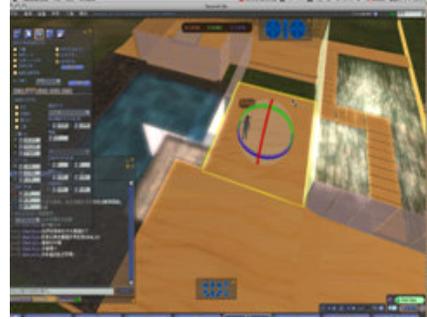
圖 3.3.4 實驗二部分設計成果

實驗三：網路虛擬實境

實驗三主要在於了解設計師於網路虛擬實境的设计溝通環境下，進行合作式设计的行为现象，受测者同样也可於实验前接受研究者的访谈，以自由挑选惯用的设计媒材与沟通介面，並於实验时由受测者自行讨论决定该用何种媒材与介面进行合作式设计沟通，但两位受测者皆仅选用 *Second Life* 所提供的介面与功能，也因此必须将先前3.2节所计划的录影设备修正为分别录製两位受测者动作的A1、B1摄影机，安装於两台电脑中用以录製电脑操作画面的侧录軟體则维持不变。



(1) 受測者A以化身溝通設計



(2) 受測者B以化身溝通設計



(3) 實驗者以化身在旁觀察受測者



(4) 實驗者與受測者化身

圖 3.3.5 實驗三受測者設計溝通之部分行為紀錄

實驗三約莫可以分為兩個階段：首先，兩位受測者先登入 Second Life，指定對方以語音通話，並以 Second Life 中的座標方位找到業主的領地後前往會面，隨後於業主的領地上找尋適合營建的建築基地，他們選定了一塊背向城堡，面向夕陽的土地作為建築基地，共計約15分鐘。隨後，兩位受測者檢視基地特性並開始拉出些許幾何方塊進行試建，其間由受測者A直接提出建築基地配置與大小，隨即由兩位受測者拉出樓地板面積並同時進行修正，這個部分僅花費約15分鐘。隨後兩位受測者一同於基地上圍塑出空間機能配置，這個階段受測者同樣透過語音討論並直接於基地拉選建築量體並配置材質，這個部分花費共約40分鐘。這個階段合計共約70分鐘，此階段部分溝通紀錄如下：

受測者 A：你看這一個九宮格，然後依序填上數字，左邊是 1，上面的中間是(重疊 B)…對…2 在他的右邊，3 在 2 的旁邊，3 在 2 的右邊，(重疊 B)然後 4 在 1 的下面，然後你就把她填滿，(重疊 B)然後 9 會在右下角。

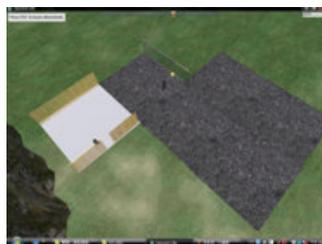
受測者 B：(重疊 A) 左上角是 1…然後 2 哩？(重疊 A)…恩。(重疊 A) 恩。(實驗三 00:49:50)

第二，由於兩位受測者並未注意到模型建置的開放他人修改的功能，因此決定統一由受測者B重新開始進行樓地板的鋪設，而由受測者A來進行室內隔間與圍牆的製作，受測者B鋪設完樓地板與水池後則開始製作家具，全部室內配置皆完成後最後才搭建屋頂，這個部分中兩位受測者同時於相同基地各自建置所分配到的模型建製任務，並隨時討論與支援對方，時間花費約60分鐘。最後，兩位受測者各自調整自然環境並在建築設計的各處拍攝圖片，以提供給業主在實際參觀建築設計前，先行對於建築成品有所了解，這個階段花費約20分鐘。這個階段合計共約80分鐘。

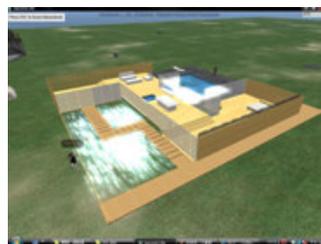
在第一個階段中，受測者表示由於能夠利用化身前往基地，並能夠在未來建築的基地上實際建置模型的過程，能夠讓他們經由對於基地特性的了解轉換為設計概念，因此即便是 **Second Life** 中提供使用者在其介面中上網瀏覽，他們也並未如前兩個實驗一樣搜尋案例。而在第二階段中，受測者以截取畫面的取代了先前兩個實驗的簡報，但其間所截取的畫面當中用於簡報的部分較少，其他的部分多半是自己留存用的有趣圖片，並表示在建築設計完成後，實際在剛才所建置的虛擬建物中行走是相當有趣的過程，因此在製作簡報時也伴隨著許多聊天性質的溝通。合計實驗三總計約157分鐘，各個溝通階段如表3.3.3所示，而受測者所截取的畫面則如圖3.3.3所示。

表 3.3.3 實驗三自身與多人溝通之受試時間分配

溝通類別與活動			受試時間 (分)															
網路虛擬實境			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
實驗三	類	自身溝通	[Redacted]															
		多人溝通																
	活動	自身溝通	[Redacted]															
		多人溝通																



(1) 基地配置



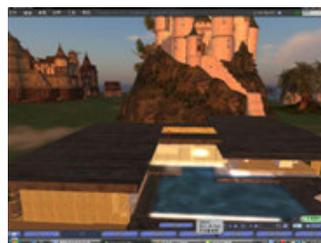
(2) 空間機能配置



(3) 室內環境設計成果



(4) 室外環境設計成果



(5) 建築上視圖



(6) 建築側視圖

圖 3.3.6 實驗三部分設計成果

4. 實驗結果與分析

口語分析是現今探討設計認知過程的重要研究方法·其能夠有效的探究受測者設計時的思考活動方式 (Ericsson and Simon, 1993; Van Someren et al., 1994; Cross et al., 1996) · 而設計思考活動中的視覺及口語編碼資料必須要有所區別·並且同時以口語編碼來對於視覺資料進行分析。早期的設計活動中的口語研究報告中·建築設計主要是對於單一個設計師進行研究 (Eastman, 1970; Foz, 1973; Akin, 1986; Hamel, 1990; Goldschmidt, 1991) · 到後期藉由擴展傳統且單一主題的口語分析方式轉變到一個團隊設計活動 (Cross et al., 1996; Vera et la., 1998; Kan and Gero., 2008; Kan et la., 2010) 。就如同 Newell 與 Simon (1972) 所說·藉由口語分析研究者可以記錄受測者的行為·以供後期分析並定義出計畫行為模式中的不變性。

因此·接續上個章節中的實驗結果·本研究的分析資料是來自於認知實驗中受測者進行設計溝通過程·以及實驗後的影音回溯後所得取之口語資料所共同組成。而研究分析過程可分下列步驟：首先·本研究參考先前研究中探討設計溝通行為的口語編碼·以建構出分析所需之編碼系統；第二·採用口語分析方式將實驗所得的口語及視覺資料進行編碼；最後·再對於設計者在不同實驗環境中的設計溝通行為進行分析·以觀察比較出網路虛擬實境中的設計溝通現象。

4.1 編碼系統建構



為了探討設計師於合作式設計過程中的溝通行為·就必須記錄和分析自然發生在合作式活動中口語形式的溝通表達。雖然口語可以質化資料的特殊型態盡可能重建實驗的過程·但無法作為進行分析時的實際資料 (Purcell et la., 1996) · 要分析這些溝通口語關係就必須仰賴編碼系統的建構·本研究採用口語編碼分析實驗所得之視覺與口語資料·而編碼系統是先整理文獻中所提及之設計溝通相關理論·再交叉建構出適合觀察本研究之設計溝通現象的口語編碼系統。

4.1.1 自身溝通編碼整理

在構想產生階段中的設計思考理論部分·由 Mckim (1980) 提出視覺思考是「看」、「想像」、「繪圖」等活動的綜合；Zeisel (1981) 則將構想發展的轉變比喻為「想像」、「展現」、「測試」階段的螺旋型循環結構所展生的概念移轉進行構想發展。

而在訊息處理的設計思考理論觀點中·Akin (1986) 透過訊息控制階段的角度觀察·認為設計程序中的訊息處理過程可以分為「獲取」、「轉換」、「表達」等部分。Cohen (1969) 則從訊息記憶的角度觀察·認為人類記憶包含「感官記憶」、「短期記憶」、「長期記憶」等三種儲存型態。藉由上述理論·可以交疊出構想階段的設計思考的行為應可分為「訊息接收」、「訊息轉換」、「訊息記憶」、「構想發想」、「構想呈現」、「構想測試」。

但面臨數位科技的進步，設計工具與環境也因此有了更多樣性的選擇。Mitchell and McCullough(2001)提出設計者用以呈現的媒材可分為四種形式：第一種是包含文字(words and texts)與聲音(sounds)的一維媒材(one-dimensional media)，第二種是包含影像(images)、手繪線段(drafted lines)以及多邊形、繪圖、地圖(polygon, plans, and maps)的二維媒材(two-dimension media)，第三種是包含空間線段(lines in space)、表面與彩現(surfaces and renderings)、立方集合(assemblies of solids)的三維媒材(three-dimension media)，以及第四種包含動態模型(motion models)、動畫(animation)、超媒體(hypermedia)的多維度媒材(multidimensional media)。因此「訊息接收」與「構想呈現」根據設計媒材的不同，就可以再細分為「一維」、「圖面」、「立體」、「動態」等接收或呈現之形式。根據上述討論，本研究整理出設計時自身溝通編碼如表4.1.1所示。

表 4.1.1 自身溝通編碼整理

編碼	編碼分項	編碼來源
訊息接收 / 訊息呈現	一維 / 圖面 / 立體 / 動態	「看」、「繪圖」(Mckim, 1980)「展現」(Zeisel, 1981) 「獲取」、「表達」(Akin, 1986)「媒材形式」(Mitchell and McCullough, 2001)
訊息記憶	長期 / 短期 / 感官	「訊息記憶」(Cohen, 1969)
	訊息轉換	「轉換」(Akin, 1986)
	構想發想	「想像」(Mckim, 1980)「想像」(Zeisel, 1981)
	構想測試	「測試」(Zeisel, 1981)「表達」(Akin, 1986)

4.1.2 多人溝通編碼整理

在合作式設計中的設計溝通研究部分，由 Sudweeks 與 Albritton(1996)探討溝通形式對於設計的影響，有溝通的非正式控制(informal control of communication)、溝通的正式控制(formal control of communication)、社會情感溝通(socio-emotional communication)、觀念溝通(conceptual communication)、任務溝通(task communication)等。Olson 等人(1997)則觀察電腦中介合作期間花費在「提出新構想並澄清這些想法」的時數。而 O'Connail 與 Whittaker(1997)藉由研究當面溝通和視訊會議之間設計者互動關係，認為設計溝通在「阻斷(interruption)」、「重疊(overlap)」、「移轉(hand-over)」、「支配(dominance)」上的不同。而 Vera等人(1998)則是在研究電腦中介設計環境中的限制，對於設計高階(high-level design)與設計低階(low-level design)之影響。

依據上述四項合作式設計中的設計溝通研究，經 Gabriel 與 Maher(2002)整理後認為，設計溝通可分為「溝通控制(communication control)」、「溝通技術(communication technology)」、「社會溝通(social communication)」、「設計溝通(design communication)」等四個部分，其中設計溝通又可分為設計構想(design ideas)、設計領域(design scope)、設計任務(design task)等三個類別，如表4.1.2所示：

表4.1.2 多人溝通編碼整理

編碼	編碼分項	
溝通控制	阻斷 (interruption) / 發言權控制 (floor holding) / 移轉 (hand-over) / 線上確認 (online acknowledgement)	
溝通技術	工具與環境 (tools and environment)	
社會溝通	社會與人際 (social and interpersonal)	
設計 溝通	設計構想	描述 (introduction) / 接受 (acceptance) / 回絕 (rejection) / 說明 (clarification) / 確認 (confirmation) / 發展 (development) / 重覆 (repetition) / 引述 (referencing) / 檢視 (revisiting) / 評估 (evaluation)
	設計任務	題要 (brief) / 排程 (schedule) / 任務 (task) / 指南 (instruction) / 行為 (action) / 設計呈現 (design representation)
	設計領域	低階設計 (low-level design) / 高階設計 (high-level design)

4.1.3 設計溝通編碼建構

由訊息處理的角度觀察，合作式設計活動中設計者的自身溝通與多人溝通之間最大的差異，是在於自身溝通的對象是設計者自己本身，而多人溝通的對象是設計合作者。因此，以單一設計者的角度思考，無論在自身溝通或多人溝通的編碼上，關於「訊息接收與呈現」的編碼是可以交互使用的，只是設計者所溝通的對象有所不同而已。觀察上述的設計編碼中，自身溝通編碼的「訊息呈現/接收」與多人溝通編碼中「設計溝通」的「設計呈現」與「行為」即是指相同的事情，只是多人溝通時呈現與接收的對象是設計合作者，自身溝通的對象是設計者本身而已。

再進一步的分析上述自身與多人溝通編碼整理，可以依據編碼的特性分為「溝通」與「設計」兩種層面。在「溝通層面」的部分，首先是來自於自身溝通，主要在論述設計思考行為的「思考與記憶」，其中包含有「訊息轉換」、「訊息記憶」、「構想發想」、「構想測試」等，但其中「訊息記憶」的「感官記憶」難以從口語資料中獲得，因此本研究不將其列入編碼；此外，「構想發想」也包含來自於「多人溝通」中的「內容描述」，主要都在說明設計溝通中溝通設計構想；同時，由於人類處理資訊至不同記憶中皆會歷經「訊息轉換」，因此同樣不列入本研究之編碼當中。

「溝通層面」的第二部分是亦是自身溝通中，用以描述溝通傳遞的「接收與呈現」，包含有「一維」、「平面」、「立體」、「動態」等，而其中而由於一維媒材的「文字」與「聲音」對於設計者而言有很大不同的意義與使用方式，因此有必要將其分別表述；同時，本研究的主要分析資料為受測者的口語及影像，因此在口語資料分析的實驗中，聲音作為設計溝通的形式必須排除受測者一般用以溝通的口語形式，而是必須定位在富含特殊意義的聲音，如：音樂、口技等。

第三則是多人溝通中講述溝通技巧的「訊息控制」，則包含「溝通阻斷」、「溝通奪取」、「溝通移轉」、「溝通回應」、「溝通社交」等。這三類溝通層面的編碼及其所對應編碼整理的來源，如表4.1.3所示。

表 4.1.3 溝通層面編碼組構

編碼類別	描述	來源
第 1 類：「思考與記憶」類別		
1 短期記憶 TSM	設計者於短期記憶中的知識獲得構想	訊息記憶
2 長期記憶 TLM	設計者於長期記憶中的知識獲得構想	訊息記憶
3 構想發想 TIM	設計者發想新概念或構想	構想發想
4 構想測試 TTM	設計者測試既有之構想是否滿意	構想測試
第 2 類：「接收與呈現」類別		
5 聲音形式 ARS	設計者接收或呈現特殊聲音描述形式	訊息接收或呈現：聲音
6 文字形式 AR1	設計者接收或呈現文字書寫形式	訊息接收或呈現：文字
7 平面形式 AR2	設計者接收或呈現平面圖釋形式	訊息接收或呈現：平面
8 立體形式 AR3	設計者接收或呈現特殊立體模型形式	訊息接收或呈現：立體
9 動態形式 AR4	設計者接收或呈現動態影音形式	訊息接收或呈現：動態
第 3 類：「訊息控制」類別		
10 溝通阻斷 CIR	溝通同步重疊阻斷對方陳述的現象	溝通控制：阻斷
11 溝通奪取 CFL	不同意對方發言內容時企圖奪取發言權	溝通控制：發言權控制
12 溝通移轉 CTF	讓出發言權：提問、確認、指定發言者	溝通控制：移轉
13 溝通回應 CRE	表達有跟進對方的對話或仍在線上	溝通控制：線上確認
14 溝通社交 CSC	處理人際關係的溝通內容	社會溝通

在「設計層面」編碼的組構，皆是參考自前述之多人溝通編碼整理，首先來自於「設計溝通」之「設計構想」，其主要是在說明設計溝通中溝通設計構想之「目的」，包含「內容解說」、「內容重覆」、「構想回絕」、「構想確認」、「構想接受」、「設計發展」、「設計引述」、「設計檢視」、「設計評估」等；此外，源於「設計溝通」中「設計任務」的「內容指南」的意義在於「設計者運用或提出該如何繪製及繪製何處與何物的設計指示」，因此是為設計者溝通設計構想的任務，也是屬於「目的」。

第二則是來自於「設計溝通」的「設計領域」，主要在描述設計的「層級」，第一種是具重大影響的廣泛討論、抽象的構想、所有構想的概念的「設計高階」溝通，第二種則是在深入描述獨立單元與色彩的「設計低階」等兩種設計層級方式。

第三是源於「設計溝通」的「設計任務」，是在論述設計過程中屬於「活動」的安排，包含「設計題要」、「設計排程」、「設計任務」等。除此之外，由於合作式設計活動的安排中，設計者所用以溝通或設計的工具及其所處的環境，都是屬於活動安排的部分，因此多人溝通編碼整理中，「溝通技術」的「工具與環境」亦是歸屬於設計過程所安排的「活動」。設計層面共三類的編碼，以及其所對應編碼整理的來源，如表4.1.4所示。

表 4.1.4 設計層面編碼組構

編碼類別	描述	來源
第 1 類：「目的」類別		
1	內容解說 DEP 尋求或呈現構想的澄清與說明	說明
2	內容重覆 DRP 重覆或重新描述已經說明或被回絕的構想	重覆
3	內容指南 DIS 運用或提出如何繪製及繪製何處與何物的設計指示	指南
4	構想回絕 DRJ 將構想回絕而無法繼續發展	回絕
5	構想接受 DAC 欲繼續發展而接受構想	接受
6	構想確認 DCF 再次確認設計構想或相關資訊時	確認
7	設計發展 DDV 推敲並發展更深入的構想解釋與討論	發展
8	設計引述 DRF 由外引述適合設計目的的構想	引述
9	設計檢視 DRV 特別檢視設計已經呈現的構想或提到已完成的細節	檢視
10	設計評估 DEV 評估設計構想	評估
第 2 類：「層級」類別		
11	設計低階 LLD 獨立單元、色彩等	低階設計
12	設計高階 LHD 較具影響的廣泛討論、抽象構想、構想概念	高階設計
第 3 類：「活動」類別		
13	活動題要 ATP 回到設計題要閱讀、分析、討論	題要
14	活動排程 ASC 進行設計排程或回到討論設計案時	排程
15	活動任務 ATK 當特定部分的工作被要求完成	任務
16	工具環境 ATE 設計活動中的溝通與設計工具與環境	工具與環境

4.2 實驗口語編碼

本研究實驗口語編碼過程包含三個主要的步驟：第一步是「記錄」，是將口語資料記錄為文字資料 (transcription)；第二步是「斷句」，是將文字資料分斷為斷句 (segmentation)，然後依據設計者的操作目的所分的設計階段中所有斷句視為相同的「段落」(section)；第三步是「編碼」，是針對每個斷句進行編碼 (encoding)。

在操作口語編碼的過程中，第一步「記錄」必須要詳細記下受測者溝通過程的口語內容及語氣，如以「...」代表受測者語意尚未完成的短暫暫停，「~」則是受測者語調延長，(笑)則是特別加註受測者的語調等，尤其不同的語氣會使相同的口語內容具備完全不同的意義，這也是前述溝通編碼中的「聲音形式」編碼，以實驗一片段口語資料作為實例說明：

受測者B：「怎麼樣...」哈哈哈哈哈」

受測者A：「今天作設計蠻快樂的嘛(笑)，可能是我們面對面相見歡。」(實驗一
01:09:05)

第二步是將記憶為文字實驗口語報告進行「斷句」，常用的斷句方法可區分為以「口語事件」(verbalization events)或是以「受測者意圖」(intention)為依據等兩種類型：「口語事件」是以口氣停頓、語調、語意的轉折作為新斷句的開始(Ericsson and Simon, 1993)；「受測者意圖」則是描述的「設計轉折」(design move)，如受測者的構想或動作的改變等，作為斷句的依據，也因此斷句可以只有一個句子，也可以包含多個句子(Gero and McNeill, 1998; Goldschmidt, 1991; Suwa and Tversky, 1997; van Someren et al., 1994)。而由於本研究是在於觀察設計者於設計過程中的設計溝通現象，故選擇「口語事件」作為資料斷句的方式。

第三步是依據前述之溝通與設計層面編碼組構，針對每個斷句進行「編碼」，編碼時主要是根據Purcell等人(1996)舉出由Glaser及Strauss(1973)所提出的利用「紮根理論(grounded theory)」，其提供更紮實且豐富的方法，並允許單一段落編入多種編碼。因此，本研究在編碼的過程中，是依據溝通層面的「思考與記憶」、「接收與呈現」、「訊息控制」，以及設計層面的「目的」、「層級」、「活動」等六類合計共30項編碼，對於單一實驗每次僅獨立編寫一種編碼，每一個實驗需要編寫六次，因此三個實驗共需編寫18次，這樣的方法可以確保研究者在編寫的過程中，考量口語資料的細密程度。以下是針對前述之溝通與設計層面的編碼組構，分別對於本研究之實驗結果斷句進行編碼的說明與範例：

4.2.1 溝通層面編碼

第1類：「思考與記憶」類別

這個類別共有4種編碼：「短期記憶(TSM)」、「長期記憶(TLM)」、「構想發想(TIM)」、「構想測試(TTM)」，主要是在將實驗口語紀錄中，受測者在自身溝通上對於設計的思考與記憶特別標註出來，以觀察在設計溝通的過程中，受測者的構想與記憶的關係，以及構想發想與測試的發展過程。

編碼 1. 短期記憶(TSM)：

設計者於短期記憶中的知識獲得構想。以人類處理資訊的角度觀察，短期記憶是提供人類處理工作資訊的短暫儲存空間，因此設計者在進行溝通行為時，短期記憶空間都會不時的在處理資訊，而本研究主要在觀察設計過程的溝通行為，因此僅對於設計層面相關的溝通行為進行編碼，以下列實驗紀錄為例：

受測者A：「OK...那有幾項關於業主的重點，應該是說，他們本身就是從事海洋相關的...不管他的興趣或工作都跟海洋有關嘛。」(實驗二 00:04:32)

這筆實驗紀錄之前，受測者已先閱讀過業主的設計需求，並由受測者A於實驗進行中作為討論的開始，因此在此處受測者提到業主的興趣或工作是與海洋相關，是將業主所提供的設計需求暫時存於短期記憶中，也就是工作記憶，以作為受測者與合作設計對象設計溝通使用。



編碼 2. 長期記憶 (TLM) :

設計者於長期記憶中的知識獲得構想。這裡的長期記憶是指與設計層面相關的過往所積累的知識，如建築案例等，而並不包含溝通層面中過往經驗或價值觀等，根生地固影響設計者的知識，以下列實驗紀錄為例：

受測者A：「然後我想起我先前有作過類似的景觀案例，於是我選取我先前存下來的連結去找資料。」（實驗二 00:13:30）

在上面的實驗紀錄前，受測者A是在利用關鍵字上網搜尋設計所需的圖片，剛開始時是依據網頁呈現的順序觀看，直到他想起先前所做過的類似案例，才停止瀏覽網頁開始直接連結上先前所存下的網路位置，並依據印象找尋過往記憶中的案例。

編碼 3. 構想發想 (TIM) :

設計者發想新概念或構想。這裡是指設計者與溝通對象直接表達或是間接利用問題等方式，來描述先前並未提出的全新概念或構想的發想。其可以是主題、風格、操作方法，是指因此，同樣在自身溝通的內容描述上，設計者在對溝通對象直接表達常以「我想...」或相似意義的字眼開頭，而間接表達則通常是以「這個問題好像是...」等自我提問的方式開啟。以下列實驗紀錄為例：

受測者A：「那交通工具我想，基本上業主他有他自己的快艇是沒問題的。就更方便他平常的海上作業什麼的。對，而且他說業主是一個海上的運動好手，所以他運動完就直接開進家裡應該是不錯的選擇。」（實驗二 00:24:47）

受測者A於上面的紀錄中，在實驗二以海洋概念的建築設計案中，提出了對外連結的交通旅運方式，這是受到先前建築物被構思成被水包圍的概念所影響，而以快艇為交通工具也影響到這個設計案中的空間配置，這個嶄新構想也更牽動到後面的所有空間規劃上構想的發展。

編碼 4. 構想測試 (TTM) :

設計者測試既有之構想是否滿意。如修改、增減、刪除等思考原本提出之構想的溝通行為，以下列實驗紀錄為例：

受測者A：「再來還要讓植物進他的空間嗎？就跟上面的多...產生很大的對比。所以，讓植物與綠進入生活...所以剛剛的隱密性變成透明性，然後...所以他的空間感...是封閉的。（重疊B）然後還有眾多的植物包圍，然後...讓植物和綠進入生活。」（實驗二 00:09:53）

受測者A在此之前所構思的設計概念，原本是利用許多植物圍繞於建築的週邊，以產生封閉的隱密感，然而在這個紀錄中他測試原本封閉隱密的構想，並決定修正原先的概念，將綠色植物帶入生活，以產生能與隱密性共存的透明性。

第2類： 「接收與呈現」類別

這個類別共有5種編碼：「聲音形式 (ARS)」、「文字形式 (AR1)」、「平面形式 (AR2)」、「立體形式 (AR3)」、「動態形式 (AR4)」，主要是以形式的角度觀察設計者在不同的設計溝通環境中與自身或他人溝通時，用以接收與呈現訊息之溝通媒介或設計媒材的現象，也由於本研究關注的是溝通形式，因此訊息接收與呈現的頻率、來源、效果等，都不在編碼的考量當中。

編碼 5. 聲音形式 (ARS)：

設計者接收或呈現特殊聲音描述形式。在設計溝通的過程中，聲音形式的溝通媒介或設計媒材相對於「接收與呈現」類別中的另外四種編碼，是較少出現但也通常具有較特殊的涵意或是功能，如音樂、音效、口技、語調等，以下列的實驗紀錄為例：

受測者A：「喝哈哈~這個接收聲音非常有趣ㄟ...」

受測者B：「哈哈~。」（實驗二 01:19:27）

如同上面的例子，在本研究的三種環境的設計溝通實驗中，受測者皆未使用聲音作為設計媒材，而是出現在溝通媒介的音效，受測者溝通時的語調，以及溝通時聲音形式的中斷與干擾；其中，特別是受測者溝通的語調常會影響相同的話語產生不同的意義，就如同在本章的實驗編碼中所陳述，也是實驗分析者在操作口語紀錄時必須謹慎小心的。

編碼 6. 文字形式 (AR1)：

設計者接收或呈現文字書寫形式。由於本研究的三個實驗環境都得以使用口語方式和設計合作者進行溝通，因此文字形式出現的機會就較少，但意義也就更重要，例如在實驗初期以文字寫下討論結果的摘要、在討論手繪草稿時所寫下的圖稿標註、實驗二與實驗二後段要製作向業主提案的簡報中的文字等，都是具有特殊意義的溝通形式。以實驗一當面溝通環境之實驗紀錄為例：

受測者B：「接下來應該是房子的機能吧。」

受測者A：「對，直接把機能寫上去了...那...機能我想要簡單為主，畢竟業主來這裡只是短暫的停留而已。」（實驗一 00:01:50）



圖 4.2.1 文字形式溝通範例

編碼 7. 平面形式 (AR2) :

設計者接收或呈現平面形式，如影像、手繪、圖片、幾合等。這種類型的編碼在「接收與呈現」類別中是最常出現的，例如實驗一與實驗二再討論的開頭都是先進行口語討論後，在各自尋找適合的案例圖片向對方說明構想，下面以實驗一受測者以圖片進行概念說明為例：

受測者B：「然後比較有趣的這張，(重疊A)這個設計...好...他就是平常是這樣子嘛，然後他有潮汐的時候就變得這樣子，我注意到他階梯的部分，不同潮汐會有不同表像，就是建築會有不同外觀，然後滿潮的時候就是這樣子...如果是以一個單獨潮汐發電來講的話，這是一個不錯的設計。」(實驗一 00:32:00)



圖 4.2.2 平面形式溝通範例

編碼 8. 立體形式 (AR3) :

設計者接收或呈現立體模型形式。由於本研究所進行的實驗難以使用實體模型進行設計溝通，因此受測者利用在設計溝通的立體形式都是以電腦模型為主，以實驗一中受測者利用電腦建模講解並同步修正概念的紀錄為例：

受測者A：「o好，就這樣，你覺得哩...？我覺得有順就好，順就好啦~你順便把這邊截這個...像這個...」受測者B：「好好好，那我就loft...我loft給你看...這個是這樣嗎？所以下面我們要畫嗎？還是先這樣？就是下面要不要畫，你懂我意思嗎？」(實驗一 01:12:20)

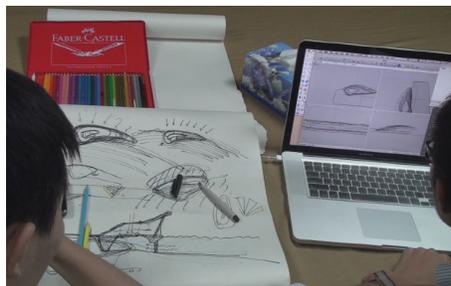


圖 4.2.3 立體形式溝通紀錄

編碼 9. 動態形式 (AR4) :

設計者接收或呈現動態影音形式。包含動態模型、動畫、超媒體等。這種形式的溝通類別在實驗中多出現於開始時的構想討論階段。但這裡特別需要申明的是，在實驗二的網路視訊以及實驗三的網路虛擬實境等超媒體，在本研究中是為研究的目標環境，而並非是用以溝通設計的形式，因此必須將這裡的動態形式更清楚定義為：跨越原本溝通管道的動態溝通形式，例如一般遠距溝通中的受測者所使用的網頁，以下列實驗二中的案例說明：

受測者A：「打海上人家，認為通透感應該要夠，所以直接在海上會比較好。通常我用 Google 來搜尋會比一個個看會來的更快。看到我想要的具有透明感的圖片，我利用螢幕截圖存到桌面上，這裡我大概看了8、9頁吧。」（實驗二 00:12:30）

第3類： 「訊息控制」類別

這個類別共有5種編碼：「溝通阻斷 (CIR)」、「溝通奪取 (CFL)」、「溝通移轉 (CTF)」、「溝通回應 (CRE)」、「溝通社交 (CSC)」，主要是在講述設計者利用控制訊息的技巧，與設計合作者進行設計層面的溝通。

編碼 10. 溝通阻斷 (CIR) :

溝通同步重疊阻斷對方陳述的現象。由於受測者於本研究中進行實驗時都選擇口語形式作為主要的溝通方法，因此口語溝通中都會出現為數不少的溝通阻斷現象，以實驗三的紀錄為例，下面第3句與第4句畫底線的部分是與對方重疊的，導致受測者A的發言受到阻斷：

受測者A：「傢具可以素一點沒關係阿。」

受測者B：「素一點是不是？」

受測者A：「(重疊B)對阿，你就...對阿你就可以不用花時間調很多材質阿。」

受測者B：「(重疊A)要白的嗎?」（實驗三 01:57:30）

編碼 11. 溝通奪取 (CFL) :

「溝通奪取」是當溝通者不同意對方發言內容時企圖奪取發言權的現象，這是有意識去控制溝通的行為，常與溝通阻斷的重疊現象同步發生，不同的重疊後的發言權被迫奪取，以實驗三討論建築空間時的紀錄為例，受測者B對於受測者A所提出在某些基地位置上面配置水池的構想並不苟同，因此他奪取設計溝通的發言權，並提出質問、想法與解決方式：

受測者A：「我想要456 上面有一個很大的水池ㄟ，然後上面(重疊B)可以養...對對對對對，也就是他的頂蓋是水體啦(重疊B)...」

受測者B：「(重疊A) 456 上面有很大的水池?!(重疊A) 為什麼?」(實驗三 00:56:00)

編碼 12. 溝通移轉 (CTF)：

「溝通移轉」是發言者向溝通對象拋出問題、向對方確認，或是以指定對方發言等方法讓出發言權的現象，下面取自實驗二的紀錄中，受測者A除了表述自身的概念外，也向對方拋出發言權以了解對方的想法，是「溝通移轉」型態中的典型案例：

受測者A：「那概念的話，我們是要提一個還是提兩個？」

受測者B：「概念歐...恩...我覺得可以兩種方案。」

受測者A：「就是A方案和B方案兩種這樣。然後到時候再來供業主選擇。」

受測者B：「恩，好。那我們就各提一個方案好了。」(實驗二 00:04:14)

編碼 13. 溝通回應 (CRE)：

表達有跟進對方的對話或仍在線上，這種行為在無論在日常生活的當面溝通中，或是以視訊或語音為基礎的遠距溝通中都很常出現，下面以實驗二中受測者A向受測者B講述構想為例，受測者B會一直以「恩」來表示有跟進對方的對話，這種回應有時會依據對方語調的停頓出現，以符合對方對於溝通完成的期待，而有時也會像下述案例出現在連續的語句中，這種情況多半是自身想要表達溝通成功的狀態，也因此會伴隨不會阻斷溝通的重疊現象出現：

受測者A：「我後來邊畫邊想的時候我發現，他應該是要靠在水邊會比較好，因為他還是需要居住品質的。所以如果浪一直這樣子這樣子不大好。如果他在隨處的(重疊B)...的地方就可以達到海底去的話我覺得不是很好，所以我覺得只給他一個A1的方案就是靠在海岸邊的。」

受測者B：「恩(重疊A)。」(實驗二 01:05:17)

編碼 14. 溝通社交 (CSC)：

處理人際關係的溝通內容。這並不僅侷限於具有刻意社交目的的對話，也包含有趣的回應或玩笑話，但這種對話內容不一定都與溝通主題無關，有時也會以特殊的語調營造溝通目的以外的談話氣氛，就如同下述的案例所示：

受測者A：「ㄟ，安怎?(笑)」

受測者B：「喝哈(笑)，阿?你說什麼?」

受測者A：「你現在要幹嘛?」

受測者B：「我覺得上面太平了，你不會這樣覺得嗎?隨便啦，還是我...隨便。反正我們也快沒時間了。」(實驗三 02:25:50)

4.2.2 設計層面編碼

第1類： 「目的」類別

這個類別共有10種編碼，其主要是在說明設計溝通中溝通設計構想之「目的」，並可再依據編碼的特性分為四組：第一組是設計者對於設計在「內容表達」上的處理，包含「內容解說(DEP)」、「內容重覆(DRP)」、「內容指南(DIS)」；第二組是設計者與自身或合作者在溝通「構想認定」上的處理，包含「構想回絕(DRJ)」、「構想確認(DCF)」、「構想接受(DAC)」；第三組是設計者在「設計演進」上的處理，包含向前演進的「設計發展(DDV)」以及回顧引述的「設計引述(DRF)」；第四組是針對已完成部分在「設計回顧」上的處理，包含「設計檢視(DRV)」、「設計評估(DEV)」。

編碼 1. 內容解說(DEP)：

「內容解說」則是當設計者向溝通對象尋求或是呈現構想的澄清與說明。在意義上「內容解說」與「內容描述」的不同是，前者是對於溝通對象作更細部的解說構想，也就是進行低階設計的說明，因此常會發生於較容易被誤解或較難以理解的部分構想；而後者則是對於溝通對象描繪講述整體的設計構想，也就是進行高階設計的講述，因此內容解說與描述有時會交叉的出現，特別是所欲傳達的構想較大的時候，設計者就必須先針對部分的解說後，後面向對方描述構想的溝通行為才比較容易達成，下述實驗三的案例中，受測者A先進行整體設計構想的「內容描述」，隨後在對其設計構想進行「內容解說」：

受測者A：「然後這個建模軟體也有受限，也方便我們分工，想要…你看這一個九宮格。」

(實驗三 00:49:50)

(...篇幅有限省略部分...)

受測者A：「所以456就是客廳阿，或是我們等一下繼續討論我們要給業主什麼樣的觀念，大概都呈現在這個地方。」(實驗三 00:53:30)

編碼 2. 內容重覆(DRP)：

設計者重覆或重新描述已經說明或被回絕的構想。在意義上「內容重覆」與「內容解說」的不同之處是，「內容重覆」是針對已經被描述或解說過的部分「再次」的說明，因此通常會發生在自我察覺或是經由對方反應對於已陳述部分無法理解的部分，而有時設計者也會透過內容重覆的方式期望已被回絕的構想能夠有機會被對方所接受；在下面的案例中，受測者A向對方講解九宮格的設計構想，但由於溝通後對方無法理解，因此受測者A又再更仔細的向對方重覆了一次九宮格的構想：

受測者A：「然後這個建模軟體也有受限，也方便我們分工，想要…你看這一個九宮格。」

(…篇幅有限省略部分…)

受測者A：「你看這一個九宮格，然後依序填上數字，左邊是1，上面的中間是(重複B)…

對…2在他的右邊，3在2的旁邊… (…篇幅有限省略部分…)」 (實驗三 00:49:50)

編碼 3. 內容指南 (DIS) :

設計者運用或提出如何、何處、何物、何時進行圖面繪製、介面使用、功能操作等與設計構想或執行相關的指示，以溝通表達的控制程度而言，其可以是具有控制力較小的建議、輔助、期望，也可能是控制力較強的指導、要求；如下列實驗三的案例裡，受測者A向受測者B指引攝影機的操作方式：

受測者A：「你到那個查看有沒有，攝影機控制那邊，你把攝影機控制打開。」

受測者B：「查看，攝影機控制，恩。」

受測者A：「攝影機控制，我就可以用那個平移阿，就很像3D轉視角這樣。」 (實驗

三 01:27:55)

編碼 4. 構想回絕 (DRJ) :

設計者將構想回絕而無法繼續發展，回絕的發生不只侷限在構想初次被表述後，也會發生在構想被發展或執行一段時間或甚至是構想被完成之後，因此這種狀況下的構想回絕有時也會伴隨構想解說、重覆、檢視、評估等，並針對已完成的構想進行溝通時發生；這裡以實驗一構想發展上的討論階段為例，受測者B將先前所述的多項概念否決以擇取最適合的主題：

受測者B：「我覺得我們可以focus在潮汐上面，太陽能是到時候可以再討論的部分，

就是算出潮汐的電力之後，在考慮還需不需要太陽能。」 (實驗一 00:39:02)

(…篇幅有限省略部分…)

受測者A：「好，那就太陽能槓掉。」 (實驗一 00:39:34)

編碼 5. 構想接受 (DAC) :

設計者欲繼續發展而接受構想，這與編碼4「構想回絕」的意義相反，發生時機可以是初次表述構想後，也可能是被回絕的構想經過重覆後再次被接受，下列案例是來自於實驗二受測者B向受測者A提出構想後，由雙方討論後同意接受構想：

受測者B：「如果是森林呢？」

受測者A：「恩，森林歐，看這座島上面好像也沒有什麼植物的樣子。」

受測者B：「對阿，如果把它作到一個熱帶叢林一樣的…」

受測者A：「恩…好…那我們第二個就是用海洋的相反…森林為主題。」 (實驗二

00:05:10)

編碼 6. 構想確認 (DCF) :

設計者再次確認設計構想或相關資訊時，其發生時機則比較廣泛，可以是在構想被接收、回絕、初次提出，或是已經被執行一段時間之後，其目的也可以是增加對於對方的肯定，或是表達對於對方的懷疑等。這裡的範例就是受測者B向受測者A解說概念後，向受測者A確認構想傳遞正確：

受測者B：「就他不是全部都是水池阿...就他上面是水池但是會有步道。」

受測者A：「...歐你說會有一部分...」

受測者B：「恩...懂我意思嗎？我等一下拉給你看。」（實驗三 00:56:00）

編碼 7. 設計發展 (DDV) :

設計者推敲並發展更深入的構想解釋與討論，以實驗二的為例，受測者A將原本兩個方案只知道方案A為海洋的構想，發展出定義方案B讓業主在家的感覺上與方案A相反的構想：

受測者A：「好，等一下歐，我稍微紀錄一下...完全與海洋為主題。好，那我覺得，以這樣來看的話B方案的話就應該跟海洋是相反的。因為他已經工作上接觸這麼多了，所以他回家給他另外一種感覺。就是，一個對比的兩個方案。」（實驗二 00:05:10）

編碼 8. 設計引述 (DRF) :

設計者由外引述適合設計目的的構想，很常發生於設計初期的引述案例進行概念討論與發想的階段。這裡的「由外引述」並不僅是指別人所提出的構想，也可以是對方的構想或談話，其目的可以用以強化自己的構想，也可以用來否決對方的構想，或是對於構想進行評估等；下述的例子是受測者B於實驗二的構想發展階段，引述網路上搜尋的案例圖片作為設計構想的說明：

受測者B：「因為我會比較想要呈現給業主是這種房子啦，就是有點像度假...熱帶的度假小屋的感覺，恩。」（實驗二 00:26:56）

編碼 9. 設計檢視 (DRV) :

「設計檢視」是指設計者特別檢視設計是否已經能透過圖像或文字方式呈現出構想，或是提到他們所已經完成細節的部分，其著重細部或階段目標的達成，如色彩、平衡、材質等；下面的例子是實驗二中，受測者A在設計執行階段透過3D電腦模型檢視設計概念中的連通性執行成果：

受測者A：「為了讓這兩個空間都能有脫開建築物本體，隨後我就將下方的盥洗區拉出量體，並依據通透的原則修正，最後我檢視空間的繪圖是否完整，利用3D可以檢視到平面所無法檢視的連通性的部分。」（實驗二 00:59:00）

編碼 10. 設計評估 (DEV) :

「設計評估」的意義在於了解對於既有訂立的目標和想法達成的效果與程度，其與「設計檢視」的不同在於「設計評估」著重概念、構想、任務所達成的效果，因此要注意在口語編碼時兩者之間的差異，以及避免被受測者的口語用詞所誤導。以實驗二為例，受測者A利用先前所討論出的機能配置評估目前的設計成果，並進一步的發展出後面操作方法的決定：

受測者A：「畫完後我感覺若是規定停泊完後必須盥洗後再上船的設計並不夠自由，這與我先前通透的構想相違背，所以我檢視了機能配置的要求圖片後，決定把整個空間都設計成可以被盥洗室包圍的空間。」（實驗二 00:54:00）

第2類： 設計層面「層級」類別

這個類別共有2種編碼：「LLD（設計低階）」、「LHD（設計高階）」，主要是在記錄設計者在溝通過程中所討論的設計層級，其對於設計結果具有相當程度的影響，但並不會使得設計成果具有較好的價值判斷，這類的設計溝通紀錄主要是在提供觀察分析者，以理解溝通過程與環境等因素對於設計者進行設計溝通行為時的影響。

編碼 11. 設計低階 (LLD) :

設計層級屬於低階的主要是設計構想與概念下，對於獨立單元、色彩、材質、操作方式等細部的設計溝通與操作，以實驗三的討論地板材質的顏色為例：

受測者A：「然後配裡面入口玄關這個白色的材質。」

受測者B：「恩。」

受測者A：「對，所以你裡面那個地板的顏色(重疊B)...」

受測者B：「(重疊A)...那我可不可以用這種材質的木頭阿？」

受測者A：「ㄟ...我看一下，有別種的材質你就換一下沒關係。」（實驗三 00:29:00）

編碼 12. 設計高階 (LHD) :

設計高階層級主要是在設計構想與概念下，具重大影響的廣泛討論、抽象的構想、所有構想的概念等，在這個前提之下，前述的色彩、材質等看似細部的設計操作，也可以是整體設計構想與概念的高階層級，也就是以某種色彩或材質作為整體設計的重要表達概念，例如：溫暖色系的木建築設計構想；下列是以實驗三中的建築基地配置討論為例，當中由受測者A所提出的九宮格配置與水池概念，都是首次在這個設計案例當中所提出的，也成為整體設計構想的主要操作方向：

受測者A：「就是現在不是有兩個L是一個閃電形嗎？」

(...篇幅有限省略部分...)

受測者A：「然後他這樣整個街廓9個10乘10的方塊所組成。」

受測者B：「9個？」

受測者A：「9格阿，他有4格是水，有5個是建築面積，總共加起來是一個九宮格。」

(實驗三 00:46:20)

第3類：設計層面「活動」類別

這個類別共有4種編碼：「活動題要 (ATP)」、「活動排程 (ASC)」、「活動任務 (ATK)」、「工具環境 (ATE)」，主要是在論述設計過程中屬於「活動」的安排，研究者可以從這個類別了解設計活動與工具等因子對於設計者在進行設計溝通時的影響。

編碼 13. 活動題要 (ATP)：

「活動題要」是指設計者回到設計活動所提供之設計題要，閱讀、分析、討論以找出符合設計題要的操作方式或設計概念等設計相關的構想，這也包含在對話中談及題要，或是以題要所提供的資訊進行討論等間接性的提及，下述是以實驗二作為活動題要的案例，其中受測者B再度回到了活動題要中，並提出身為海洋生物學家的女主人的生活需求：

受測者B：「就一定要有的地方是客廳和廚房嘛，那你覺得海洋生物學家還需要其他的生活機能的地方？」(實驗二 00:36:08)

編碼 14. 活動排程 (ASC)：

當設計者進行設計排程或是再回到設計案討論等與設計活動安排相關的行為，以本研究的合作式設計為例，活動排程在這裡包含約定時間、工作分配、設計應達成之程度等合作方式等，以下列實驗一的口語紀錄為例：

受測者B：「恩，所以你現在的意思是先建模還是先定風格？」

受測者A：「我們先定風格...然後我們直接討論大概是這樣的感覺...就可以建模...那等一下再談怎麼建模...是要一起建還是分工都可以...。」

受測者B：「...好。」(實驗一 00:08:01)

編碼 15. 活動任務 (ATK) :

活動中某特定部分的工作被要求完成，即為「活動任務」。在將實驗結果編碼時，必須注意對於「任務」的定義。在多人溝通中，活動任務的定義要視兩方討論分配的結果而定，被指定的特定部分工作即為任務；而在自身溝通中亦然，例如構想發想繪製出一個概念的全部草圖是為一個「任務」，而完成一個草圖只是一個「步驟」，以實驗一為例：

受測者B：「我這部分是在作搜尋的動作，我先利用潮汐中文去搜尋潮汐的英文...」（實驗一 00:16:15）

(...篇幅有限省略部分...)

受測者B：「好了嗎？...ㄟ...我找到幾個案例我們來討論一下，這是潮汐發電的原理，這個不是跟我剛剛講的把水困在一個水池，就是沒有一個特定的出口...」（實驗一 00:31:00）

在上述的實驗一案例中，受測者於設計初期的討論之後，即上網搜尋設計相關的資料，於是他們各自上了幾個他所熟悉的網站找尋資料，並將資料存取整理再跟對方討論；這個例子中完成上網搜尋資料才是完成任務，而非完成一個網站的搜尋就是一個任務，也就是這整個例子是一個任務。

編碼 16. 工具環境 (ATE) :

設計活動中設計者所操作之溝通與設計工具，這裡以實驗三為例說明。在「工具環境」編碼時要注意的是對於工具的定義，例如下面的例子中，由受測者A所提出的MSN才是工具，而Sky driver則只是該工具的功能。

受測者A：「好，那我們要決定一下，資料要怎麼傳輸。」（實驗三 00:06:50）

(...篇幅有限省略部分...)

受測者A：「到MSN有一個Sky...有一個Sky driver」

受測者B：「啊？」

受測者A：「MSN啊。」

受測者B：「不要用MSN啦...。」（實驗三 00:07:43）



4.3 實驗結果分析與討論

本研究之實驗分析的第三步驟，是對於設計者在不同環境中的設計溝通行為的口語編碼結果，先個別進行統計再比對分析，分析時以網路虛擬實境的設計溝通現象為主，一般當面環境、一般遠距環境的實驗結果則作為對照，分析結果包含「設計過程」以及「編碼結果」兩大方面的討論。

4.3.1 設計過程討論

這個部分是要以設計過程的觀點來檢視實驗結果，主要是觀察受測者於設計溝通環境中，不同階段的工作特性，以提供研究後期主要以口語編碼進行分析不同設計階段的口語溝通行為現象，以檢視受測者的設計溝通行為是否會因不同環境特性，而在設計溝通行為上產生不同影響。本研究依據設計階段之特性，將各實驗之設計階段及其所對應的執行時間配置找出，如表4.3.1所示：

表 4.3.1 不同環境中的設計階段及其執行時間

溝通類別與活動			受試時間 (分)															
一般當面環境			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
實驗一	類	自身溝通	[Bar chart showing communication activity for '自身溝通' in face-to-face environment]															
	多人溝通	[Bar chart showing communication activity for '多人溝通' in face-to-face environment]																
實驗一	活	自身溝通	設計案例				設計執行				設計討論				收尾階段：			
	多人溝通	設計發想				設計發展				設計討論				修改與討論設計與簡報				
一般遠距環境			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
實驗二	類	自身溝通	[Bar chart showing communication activity for '自身溝通' in distance environment]															
	多人溝通	[Bar chart showing communication activity for '多人溝通' in distance environment]																
實驗二	活	自身溝通	設計案例				設計執行				設計修改				收尾階段：			
	多人溝通	設計發想				設計發展				設計討論				修改與討論設計與簡報				
網路虛擬實境			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
實驗三	類	自身溝通	[Bar chart showing communication activity for '自身溝通' in virtual environment]															
	多人溝通	[Bar chart showing communication activity for '多人溝通' in virtual environment]																
實驗三	活	自身溝通	[Bar chart showing communication activity for '自身溝通' in virtual environment]															
	多人溝通	設計發想				設計發展				收尾階段：修改討論設計與簡報								

在實驗一的一般當面環境中約莫可以分為六個階段：第一是構思設計概念的「設計發想」階段，第二是上網搜尋「設計案例」的階段，第三是將設計構想與案例與合作者討論的「設計發展」階段，第四是將初步討論結果實際進行「設計執行」的階段，第五是討論初步設計成果的「設計討論」階段，第六是將整體設計進行「收尾修正」的階段。

而在實驗二的一般遠距環境中，是與實驗一的設計階段配置相似，唯在最後收尾階段前多了一個歸屬自身溝通特性之「設計修改」階段，受測者在這個階段當中是將上述第五階段的討論結果分配工作後，在這個階段分別進行所分配之工作，而後再於收尾階段透過網路視訊與對方一邊進行自己份內的工作，同時也能夠了解對方目前執行工作的進度。

而由於溝通環境的遠距關係，實驗二的受測者較實驗一在設計工作的分配上較為清楚，並以時間約定來控制每個階段的操作時間，雖然受測者仍可以隨時以視訊呼叫對方，但顯然環境的遠距特性仍讓即時配置工作的彈性受到了限制，也因此可以看出實驗二的各個對應的設計階段中，自身溝通的設計階段時間都較實驗一更長。而值得注意的是在越接近收尾階段時，受測者越希望能即時的查看對方的工作進度，以便能在自身設計工作之餘，仍能即時的透過彼此協助完成工作，因此即便是實驗二的遠距環境特質，受測者仍捨棄原本約定各自進行的工作，改以即時的工作狀態下進行收尾階段，這也是實驗二與實驗一在設計階段中多了一個自身溝通的「設計修改」之原因。

在前述的環境與設計階段理解下，檢視網路虛擬實境的設計階段配置可分為自身溝通的「設計發想與發展」以及多人溝通的「收尾階段」：「設計發想與發展」階段的特性是包含前述兩個實驗的前3個階段，不同的是受測者透過化身及語音對談，與對方即時討論設計並修正設計，與前兩個實驗相比，他們花費更多的時間討論設計基地的特性及其與接鄰環境的關係，這取代了前述兩個實驗中的設計案例搜尋；此外，由於面對建築基地直接進行設計討論，用以討論與說明的模型或圖示也都已經是最終設計的一部分，因此討論與執行設計的階段是與設計發展同步進行的。

而在「收尾階段」的特性是在對於設計已經進行到後期，在完稿前所進行的設計、修改、討論等，實驗一與實驗二中兩位受測者並準備以投影片簡報的形式，作為向業主簡報的工具與方法，而實驗三中的收尾階段則是包含前兩個實驗的「設計執行」、「設計討論」、「收尾階段」等，同時受測者認為在相同的網路虛擬實境中，受測者的代理人可以直接與業主的代理人利用模型進行解說，因此省略了用投影片簡報製作，改以拍攝電腦畫面寄送予業主檢視以及實際模型講解等兩種方式，向業主進行設計成果的表現。由於這三個實驗的設計階段時間配置與特性不同，因此本研究依據其特性分為「設計發想」、「設計發展」、「設計討論」、「設計執行」等四大階段：

1. 「設計發想」階段：

其主要目的是在透過討論與工作分配產生設計構想，在實驗一與實驗二的部分，包含前述之設計發想與設計案例的搜尋，實驗三的部分則由前述之設計發想與發展中，依據溝通目的中屬設計發想的部分。

2. 「設計發展」階段：

其目的是透過討論與執行的方式，將先前第一階段的設計構想更細緻化並實際操作設計，其包含實驗一與實驗二的設計發展與設計執行部分，以及實驗三之設計發想與發展中，歸屬於設計發展的部分。

3. 「設計討論」階段：

主要是討論先前設計的初步成果，包含實驗一與實驗二的設計討論階段，以及實驗三在收尾階段中，溝通行為是為設計討論為主要目的。

4. 「設計收尾」階段：

這個階段是最後收尾執行設計的部分，包含建模、修圖、製作簡報等，即為實驗一與實驗二的收尾階段，以及實驗三中收尾階段中，口語目的為設計執行的部分。

4.3.2 編碼結果分析

本研究將實驗依據前述之編碼規則，將實驗口語與影像資料都以口語編碼方式取出具有分析價值的意義，而本研究盡可能的利用口語編碼觀察分析實驗資料，並非是要透過分析透徹的比較網路虛擬實境與一般當面環境、一般遠距環境之間的差異，而是要說明其中每種溝通環境中，各種層面在行為上對應的數量。

我們特別感興趣的是，這種新型態的網路電腦中介環境在哪些層面上討論設計議題的能力會受到影響，而表現出品質相同但較少數量的設計溝通，以及在不同的合作式環境中發生的溝通控制方法上是否會顯著的差異。以下依據本研究分析之溝通層面與設計層面的兩種編碼，進行編碼結果的分析與討論：



溝通層面編碼結果分析

第 1 類：「思考與記憶」類別

「思考與記憶」類別的溝通層面編碼分析，主要是研究設計者在自身溝通上對於設計的思考與記憶，以觀察在設計溝通的過程中，受測者的構想與記憶的關係，以及構想發想與測試的發展過程。本研究於不同設計溝通環境中，設計者於「思考記憶」在各階段之編碼統計，如表4.3.6所示。

實驗結果顯示網路虛擬實境之受測者在設計思考的過程中，在「短期記憶」與「長期記憶」的部分相對於一般當面環境與一般遠距環境，會較與案例經驗相關的「長期記憶」更集中於與工作環境相關的「短期記憶」；而就記憶的集中性觀察，網路虛擬實境的短期記憶較集中於設計前期的發想與發展階段，而一般遠距環境及一般當面環境則同樣都集中於設計發展部分，唯數量上網路虛擬實境較少；此外，網路虛擬實境與其於兩種一般設計環境在長期記憶的集中都偏向設計初期，但數量上較不明顯，因此無法判定其分散的集中性。

而在「構想發想」與「構想測試」的部分，網路虛擬實境整體與其餘兩種一般環境都偏向於設計初期；在「構想發想」上網路虛擬實境特別較偏向於設計初期的構想發想階段，而「構想測試」階段則偏向設計初期的發想與發展階段。

表 4.3.6 不同環境中「思考與記憶」在各階段編碼統計

溝通環境		一般當面環境					一般遠距環境					網路虛擬實境				
編碼	階段	發	發	討	執	小	發	發	討	執	小	發	發	討	執	小
		想	展	論	行	計	想	展	論	行	計	想	展	論	行	計
1	短期記憶 TSM	4	13	3	4	24	8	19	15	4	46	8	8	4	5	25
2	長期記憶 TLM	9	2	0	1	12	3	1	1	1	6	1	2	0	0	3
3	構想發想 TIM	13	16	5	2	36	9	21	1	1	32	10	11	0	1	22
4	構想測試 TTM	9	14	13	7	43	7	24	14	4	49	8	11	4	2	25
合 計		35	45	21	14	115	27	65	31	10	133	27	32	8	8	75

因此，根據溝通層面編碼的「思考與記憶」類別之結果分析可以發現，設計者於網路虛擬實境中更重視設計初期之概念發想與討論，其對於設計基地之命題或相關資訊的認識會較過往經驗更為重要，同時設計者於設計初期之構想發想狀態會比一般當面環境或一般遠距環境都更倚賴構想發想與發展，並於設計初期產生更多的構想測試修正的現象。

第 2 類：「接收與呈現」類別

「接收與呈現」類別的溝通層面編碼分析，主要是以形式的角度觀察設計者在不同的設計溝通環境中與自身或他人溝通時，用以接收與呈現訊息之溝通媒介或設計媒材的現象，各實驗之「接收與呈現」在各階段編碼統計，如表4.3.7所示。

在此類別中，三種實驗結果在「聲音形式」的溝通都僅有語調類型的聲音溝通形式，其中網路虛擬實境於設計末期的溝通討論中有較多的語調類型溝通，而一般遠距與當面環境在聲音形式之數量分佈則較為平均；若以整體數量的角度觀察，網路虛擬實境是與一般當面環境相似，但較一般遠距環境多。

此外，在文字、平面、立體、動態等溝通形式的接收與呈現上，網路虛擬實境的實驗中大都出現立體形式的溝通媒材，這是由於網路虛擬實境的環境提供設計者以代理人與對方交談並實際製作數位立體模型，雖然設計者得以使用網際網路搜尋資料案例，但在本研究的實驗中並無出現，反而是以對於設計基地的口語討論代替案例搜尋，因此並無平面與動態形式的媒材；同時又由於設計者欲以網路虛擬實境中的設計模型直接向業主的代理人講述設計概念，因此並無製作投影片的需求，也就沒有文字與平面形式上的溝通表現。

表 4.3.7 不同環境中「接收與呈現」在各階段編碼統計

溝通環境		一般當面環境					一般遠距環境					網路虛擬實境				
編碼	階段	發	發	討	執	小	發	發	討	執	小	發	發	討	執	小
		想	展	論	行	計	想	展	論	行	計	想	展	論	行	計
5	聲音形式 ARS	1	0	6	17	24	0	2	1	9	12	6	3	6	13	28
6	文字形式 AR1	13	2	2	9	26	10	18	1	5	34	2	0	0	0	2
7	平面形式 AR2	6	26	16	17	65	8	24	16	16	64	0	0	0	0	0
8	立體形式 AR3	0	5	23	18	46	0	10	18	6	34	14	13	9	14	50
9	動態形式 AR4	6	0	0	4	10	7	0	1	0	8	0	0	0	0	0
合計		36	33	47	65	171	25	54	37	36	152	22	16	15	27	80

由於本研究實驗中的語調大都與設計活動的氣氛有關，亦即受測者的特殊語調常伴隨社交溝通出現，因此網路虛擬實境於設計溝通的語調口語溝通，在數量上能與一般當面環境相同，而較遠距環境都來的較多。因此，綜合上述可以發現，網路虛擬實境中的設計過程較一般遠距環境於設計溝通上更能提供更有趣的溝通氣氛。同時，網路虛擬實境提供設計者以代理人與對方交談並實際製作數位立體模型，由於設計過程中所需的各種用以設計或溝通媒材融入設計環境中，因此對於不同種類媒材的需求較小。

第 3 類：「訊息控制」類別

「訊息控制」類別溝通層面編碼，主要是在講述設計者利用控制訊息的技巧，與設計合作者進行設計層面的溝通。各實驗中「訊息控制」在各階段編碼統計如表4.3.8所示。在這個類別的階段中，代表話語重疊的「溝通阻斷」出現在網路虛擬實境中的數量雖較一般當面環境多，但與一般遠距環境差異較少。而在「溝通奪取」的溝通主導權部分，三個溝通環境的實驗結果則並無太大差異，顯示奪取與環境的關聯性可能較小。

「溝通移轉」主要能看出溝通參與者是否需要或期望提醒對方表達意見，由實驗結果可以看出網路虛擬實境與一般遠距溝通都較一般當面環境少有這方面的傾向，但網路虛擬實境仍較一般遠距環境較少。而代表讓對方理解自己能跟進對話的「溝通回應」行為上，網路虛擬實境與一般遠距環境相比，設計者需要以特別回應的方式達到讓對方理解跟進程度的次數更低。此外，網路虛擬實境在「溝通社交」的編碼結果，是與前述「聲音形式」的分析相符，主要出現於設計過程的討論與執行階段，出現之數量較一般遠距環境多，而與一般當面環境相近。

表 4.3.8 不同環境中「訊息控制」在各階段編碼統計

溝通環境	一般當面環境					一般遠距環境					網路虛擬實境				
	發 想	發 展	討 論	執 行	小 計	發 想	發 展	討 論	執 行	小 計	發 想	發 展	討 論	執 行	小 計
10 溝通阻斷 CIR	2	4	1	0	7	2	2	4	2	10	3	5	1	3	12
11 溝通奪取 CFL	2	3	1	0	6	2	2	4	2	10	0	5	0	2	7
12 溝通移轉 CTF	11	14	12	3	40	8	20	6	4	38	12	9	4	5	30
13 溝通回應 CRE	3	2	1	0	6	4	8	7	1	20	3	2	0	0	5
14 溝通社交 CSC	1	0	5	16	22	0	1	1	12	14	4	1	4	13	22
合 計	19	23	20	19	81	16	33	22	21	92	22	22	9	23	76

因此，綜合上述可以發現，網路虛擬實境已改善了設計過程中部分因遠距所造成之溝通上的困擾，實驗結果顯示網路虛擬實境的溝通環境較一般遠距環境更能提供順暢且不易導致話語奪取的溝通環境，雖然仍無法像一般當面環境能夠當面了解對方是否要回應或表達的狀態，但仍然優於一般遠距的設計溝通環境。此外，由於網路虛擬實境中的設計者仍然是透過遠距以口語的形式進行溝通，但由於介面與媒材都於同一環境的狀態下，所需要以特別回應的方式達到讓對方理解跟進程度的效果，能夠較一般遠距環境更為優良。由於網路虛擬實境的設計與溝通環境特質，能讓設計者於設計溝通的過程顯得更為有趣，但又由於其目前在代理人的動作與表情呈現的功能上仍多有限制，因此仍與一般當面環境在情感的表達上還有段距離，這點也能在設計者於溝通過程中回應的行為現象中看出。



設計層面編碼結果分析

第 1 類：「目的」類別

「目的」類別主要是在說明設計溝通中溝通設計構想之「目的」，其依據目的的特性共分「內容表達」、「構想認定」、「設計演進」、「設計回顧」等四種類組，各實驗中「目的」在各階段編碼統計如表4.3.9所示。

首先，於「內容表達」類組部分，網路虛擬實境中在「內容解說」的部分較集中於設計前期的發想與發展階段，而設計後期的討論與執行則相對較少，顯示網路虛擬實境在溝通設計內容的解說上，較具有於設計前期即決定或討論清楚之現象。而作為解釋或強調的「內容重覆」，網路虛擬實境集中於設計初期，整體數量也較一般遠距環境少，但略多於一般當面環境，顯示網路虛擬實境較一般遠距環境更能讓設計者清楚表達或容易接受對方論述。

在「內容指南」的部分，網路虛擬實境的分佈較為平均，整體的數量也較少，相對的一般遠距環境則集中於設計中期與後期階段，主要是在於一般遠距環境的溝通介面與設計介面並非同時存在，因此讓受測者比較需要去跨界面解說設計操作的方法，而一般當面環境較集中於設計溝

通的後期的討論與執行階段，是因為實驗一的受測者由於一般當面環境受測者認為能利用較複雜的設計工具進行設計，因此在設計工具的溝通上就需要較多時間的討論。

第二，在「構想認定」上，網路虛擬實境在「構想回絕」與「構想接受」的狀況與一般當面環境相似，網路虛擬實境與一般當面環境在構想回絕與接受的數量較少，分佈也大致平均，這是由於網路虛擬實境與一般當面環境會因為設計者於當面溝通的關係，而減少對於構想表達意見的需求之現象，同時就「構想確認」觀察，網路虛擬實境的數量上較一般當面環境與一般遠距環境少，顯示網路虛擬實境尚未克服因為距離對訊息接受程度的影響。

第三，在「設計演進」部分，網路虛擬實境在「設計發展」的集中與數量都大致相同，然「設計引述」的程度則較另外兩者的一般溝通環境更為薄弱，顯示網路虛擬實境能提供一般設計者對於構想發展的習慣與期望，但設計者在網路虛擬實境中的設計構想於引述程度上則相對較不重視。

第四，在「設計回顧」的階段，受測者在網路虛擬實境中的「設計檢視」行為，較集中於設計中期的發展與討論階段，數量上約略接近於一般當面環境，但較一般遠距環境少，顯示網路虛擬實境的受測者相對於設計末期的修正更重視對於設計初期概念的討論，而一般環境在設計末期對於設計檢視更為要求，遠距則更增加了一般遠距環境整體再檢視過程的需求。在設計概念、構想、任務所達成效果的「設計評估」中，網路虛擬實境較一般環境的數量上都明顯較少，同樣亦顯出網路虛擬實境的特質讓設計者對於設計達成的效果關注與要求程度較低的現象。

表 4.3.9 不同環境中「目的」在各階段編碼統計

溝通環境 階段 編碼	一般當面環境					一般遠距環境					網路虛擬實境				
	發 想	發 展	討 論	執 行	小 計	發 想	發 展	討 論	執 行	小 計	發 想	發 展	討 論	執 行	小 計
1 內容解說 DEP	9	21	8	4	42	11	32	11	1	55	10	23	0	0	33
2 內容重覆 DRP	1	3	1	0	5	1	3	4	0	8	1	5	0	0	6
3 內容指南 DIS	3	4	16	12	35	4	11	5	12	32	7	4	6	6	23
4 構想回絕 DRJ	1	3	2	4	10	2	8	6	6	22	3	1	1	1	6
5 構想接受 DAC	9	7	10	4	30	11	15	10	6	42	6	5	3	3	17
6 構想確認 DCF	3	14	11	15	43	7	14	15	9	45	11	13	5	3	32
7 設計發展 DDV	4	14	6	4	28	5	20	4	0	29	3	15	6	3	27
8 設計引述 DRF	7	11	1	2	21	6	11	1	0	18	0	1	0	0	1
9 設計檢視 DRV	5	11	10	12	38	7	19	18	11	55	3	8	5	6	22
10 設計評估 DEV	7	12	6	0	25	6	26	13	1	46	1	1	1	2	5
合 計	49	100	71	57	277	60	159	87	46	352	46	76	27	24	172

因此，藉由上述的分析與討論後可以發現，網路虛擬實境能較一般遠距環境更能讓設計者清楚表達或容易接受對方論述，網路虛擬實境的確改善了設計過程中部分因遠距所造成之溝通上的困擾。但由於網路虛擬實境仍為遠距溝通的關係，而減少對於構想表達意見的程度與機會，同時在確認訊息正確的部分也較一般當面環境更多，因此仍然無法達到一般當面環境所能提供設計者於概念發想與修正的特性。此外，網路虛擬實境在溝通設計內容的解說上，也使設計者較傾向於設計前期即決定或討論清楚之現象，同時相對於設計末期的修正，設計者更重視對於設計初期概念的討論，都顯示出設計者於網路虛擬實境中更重視設計初期之概念發想與討論。

而網路虛擬實境雖然提供了整合式設計介面，但由於其功能仍較為薄弱，因而讓設計過程及其成果都受到侷限。雖然網路虛擬實境能提供一般設計者對於構想發展的習慣與期望，但設計者的設計構想相對較不重視先前案例的引述，也讓設計者對於設計達成的效果關注與要求程度相對較低，因而產生出網路虛擬實境中不同以往的設計方法與習慣。

第 2 類：「層級」類別

「層級」類別的設計層面編碼，主要可以分析出設計者在溝通過程中所討論的設計層級，各實驗中「層級」在各階段編碼統計如表4.3.10所示。實驗結果顯示在「設計低階」編碼的部分，網路虛擬實境的總量雖低於一般當面環境與一般遠距環境，顯示在設計細節的討論量上，網路虛擬實境呈現較一般遠距環境與一般當面的設計溝通環境更少的現象；而在各階層的分佈上，網路虛擬實境集中在設計中期的「設計發展」與「設計討論」階段，顯示設計低階會於發展階段被討論後，再於設計討論階段完成，因此到設計後期的執行階段則細節部分較少，相較之下，一般當面環境與一般遠距環境則偏向設計末期再處理設計低階的問題。而在「設計高階」的編碼部分，網路虛擬實境的總量則低於兩種一般溝通環境，但三種設計環境中在設計高階議題的討論，則都顯示是集中於設計初期較多。

表 4.3.10 不同環境中「層級」在各階段編碼統計

溝通環境	一般當面環境					一般遠距環境					網路虛擬實境				
	發 想	發 展	討 論	執 行	小 計	發 想	發 展	討 論	執 行	小 計	發 想	發 展	討 論	執 行	小 計
11 設計低階 LLD	3	14	10	16	43	2	12	15	10	39	6	12	3	4	25
12 設計高階 LHD	7	8	2	1	18	9	13	5	0	27	2	4	0	0	6
合 計	10	22	12	17	61	11	25	20	10	66	8	16	3	4	31

因此，在上述的討論中，網路虛擬實境在設計細節的討論量較少，顯示網路虛擬實境中設計低階的議題會於發展階段被討論後，再於設計後期階段由設計者獨自完成，因此到設計後期的執行階段則細節部分較少；而設計高階總量雖較低，但都集中於設計初期，顯示雖然設計者於設計概念的高階層次溝通數量較少，但設計細節等低階層次於設計初期相對更被重視，因此網路虛擬實境中設計者具有更重視設計初期之概念發想與討論的現象。

第 3 類：「活動」類別

設計層次「活動」類別的編碼，主要是在論述設計過程中屬於「活動」的安排，研究者可以從這個類別了解設計活動與工具等因子對於設計者在進行設計溝通時的影響。各實驗中「活動」在各階段編碼統計如表4.3.11所示。

首先，「活動題要」在三個實驗環境都是於設計初期的發想階段，進行活動題要的討論，而在「活動排程」上網路虛擬實境則會比一般當面環境與一般遠距環境多。這個現象比較值得注意的是，在網路虛擬實境之設計過程的討論與執行階段，設計活動的題要鮮少被設計者所提及，但活動排程則仍持續，是由於設計者於初期會花費較多的時間在設計初期工作的分配上，而設計討論與執行階段的操作都屬於較為個人且直覺的設計工作，但仍需要對方相互支援的需求也增加，因此對於活動排程的討論自然就仍持續需要。

而在「活動任務」中，網路虛擬實境與一般當面環境的分佈都相對較一般遠距環境較為平均，然而就數量的角度觀察，網路虛擬實境與一般當面環境的結果較為接近，而一般遠距環境對於活動任務的分配與討論則相對較多，顯示網路虛擬實境的设计溝通環境提供設計者在活動任務的分配上，會較一般遠距環境更趨近於一般當面環境。

在「工具環境」的編碼分析上，網路虛擬實境在數量上會較一般遠距環境相似，但較一般當面環境更多，顯示對於設計工具與溝通環境的安排上，網路虛擬實境與一般遠距環境都較一般當面環境更需要工具與環境的討論；此外，網路虛擬實境都集中於設計發想與發展階段，而一般當面環境則分佈較為平均，一般遠距環境則集中於設計的發展與討論階段。綜合上述，網路虛擬實境對於工具環境討論溝通的需求都集中於設計初期的發想階段，一般當面環境則需求都相對較少，而一般遠距環境都集中於設計中期的設計發展與設計討論，對於工具與環境上的討論需求也多半較另外兩個環境更多。

表 4.3.11 不同環境中「活動」在各階段編碼統計

溝通環境 階段 編碼	一般當面環境					一般遠距環境					網路虛擬實境				
	發 想	發 展	討 論	執 行	小 計	發 想	發 展	討 論	執 行	小 計	發 想	發 展	討 論	執 行	小 計
13 活動題要 ATP	4	2	1	2	9	4	5	0	0	9	6	2	0	2	10
14 活動排程 ASC	3	5	1	3	12	7	7	5	5	24	9	11	7	8	35
15 活動任務 ATK	4	5	3	3	15	4	8	7	4	23	3	3	3	6	15
16 工具環境 ATE	2	3	3	7	15	5	16	14	10	45	16	7	13	13	49
合 計	13	15	8	15	51	20	36	26	19	101	34	23	23	29	109

綜合上述的分析可以發現，網路虛擬實境的設計溝通環境可以改善一般遠距環境因遠距所造成在活動任務溝通上的困擾，提供設計者在活動任務的分配上更趨近於一般當面環境的特性；而對於設計工具與溝通環境的安排上，網路虛擬實境仍與一般遠距環境都較一般當面環境更具有工具與環境上溝通的需求。此外，網路虛擬實境中設計者會花較多時間在設計工作的分配上，顯示設計者於網路虛擬實境中，更具有工作分配與排程的需求。

4.3.3 實驗結果討論

經由上述的編碼過程與分析，可以透過與一般當面環境及一般遠距環境的比較，歸納分析出一些設計者於網路虛擬實境中進行設計溝通的現象：

1. 網路虛擬實境在設計過程中，改善了部分因為遠距所造成之設計溝通上的困擾：

網路虛擬實境的溝通環境較一般遠距環境更能提供不易導致話語奪取的溝通環境，同時也能更趨近一般當面環境讓設計者能當面了解對方是否要回應或表達的狀態，而由於溝通介面與設計媒材都於相同環境，因此改善了由於遠距所造成在溝通確認與跨界面解說設計操作的方法上的負擔，也由於其具有類似遊戲環境的特質，能提供更有意思的設計溝通過程，此外，網路虛擬實境在設計活動任務的分配上，也較一般遠距環境更能趨近於一般設計者於當面環境中合作設計之習慣。然而，本研究所挑選的網路虛擬實境由於代理人仍具有在動作與表情溝通上的限制，因此在溝通確認與回應上都仍與一般當面環境尚有段距離，同時也尚未能完全克服因為遠距傳輸對訊息接受正確程度所造成之影響，因此也具有工作分配排程以及工具環境在溝通上的需求。

2. 設計者於網路虛擬實境中，更重視設計初期的概念發想與討論：

實驗結果顯示，網路虛擬實境相對於案例經驗導向的長期記憶，更重視於設計初期討論階段中與工作環境相關的短期記憶，意即對於設計基地的認識會較過往經驗更為重要。在設計初期的概念發想中，設計者在網路虛擬實境中於構想發想、測試、修正、內容解說、細部討論的行為都較為集中，也因此設計者會花費較多的時間在設計初期工作的分配上。此外，網路虛擬實境中設計者在設計初期的溝通內容也多為正式的對話，後期施作時才具有較多語調的口語溝通。因此，設計者於網路虛擬實境中，較具有於設計前期即決定或討論清楚之現象，並較一般遠距環境更能讓設計者清楚表達或容易接受對方論述。

3. 網路虛擬實境提供設計者，新的設計方法與習慣：

網路虛擬實境提供設計者以代理人與對方交談並實際製作數位立體模型，由於各種媒材融入設計環境中，因此對於不同種類媒材的需求較小，也比一般遠距環境更能滿足設計者對於構想發展的習慣與期望。而網路虛擬實境中的設計者在其中的設計構想引述程度則相對較不重視，同時由於相對於設計末期的修正，設計者更重視對於設計初期概念的討論，因此對於設計後期所達成的效果關注與要求程度較低，也保留了設計成果的彈性，對於設計高階的討論也相對較低的現象。而雖然網路虛擬實境雖然提供了整合式的溝通與設計介面，改善了部分遠距環境讓設計者需要，但設計環境所提供的設計功能較為薄弱而對於設計行為與成果都產生某種程度限制。



5. 結論與建議

本研究主要是希望了解設計者在網路虛擬實境之設計環境中的設計溝通行為，以及其與現今一般的合作式設計環境在設計溝通現象的異同點，以了解設計者在網路虛擬實境進行合作式設計時的設計溝通現象。

5.1 結論

透過這個研究，可以發現在網路虛擬實境的合作式設計環境中，設計者的自身溝通與多人溝通的行為與現象，這呈現出設計者在遠距溝通科技進步的時代下，對於新型態的遠距合作式設計環境的使用情況，以進一步推得對於未來設計溝通環境的期望與需求。

在自身溝通的部分，設計者在網路虛擬實境的设计溝通環境下，產生了特殊的設計行為與現象，設計過程更倚重於設計初期的溝通，其中包含對於設計題目與資訊的認識會較過往設計經驗更為重要，同時也更著重於構想發想、測試、修正等設計構想上的自身溝通行為。網路虛擬實境中的設計溝通的草稿是直接以立體模型的方式呈現，並成為設計成果的部分，也取代了向業主簡報設計成果投影片的功能，設計媒材的種類需求降低，卻也更能輕易的接近於設計者對於設計成果之構想發展的習慣與期望。雖然設計者於網路虛擬實境中的較不重視設計構想的引述程度，同時對於設計高階的討論也相對較低，但卻更傾向倚重於設計初期概念的討論，這個作法會讓設計所達成的效果關注與要求程度較低，設計成果也較保有的彈性，也讓設計者更能以較少的溝通發揮對於設計作品的要求。

在多人溝通的部分，設計者更倚重於設計初期在设计構想內容解說與細部討論，也更重視在初期的設計工作分配，這不僅改善了由於遠距環境在设计工具與環境溝通對於整體設計過程的影響，也使得設計者傾向於在设计前期就決定或討論設計概念與合作方法，而相對於設計過程的後期設計成果能讓設計者自身保有更多彈性的發揮空間。設計者由於網路虛擬實境所提供之整合性的設計媒材與溝通環境，讓設計者能夠在保有遠距溝通的方便性外，同時讓整體的設計過程更能趨近於當面溝通環境方便性；整合性的環境不僅解決了部分設計者在合作設計的過程中，因為設計環境與媒材在溝通上困難，也企圖透過虛擬代理人的方式，以人物化身搭配真實聲音的方式表現於遠距溝通的環境與行為上，這降低了由於遠距環境所造成的溝通資訊的誤差，也縮短了設計者在跨越介面的溝通困難，也因此，相較於一般遠距溝通環境，網路虛擬實境更能提供設計者對於溝通上的需求，然而也由於目前在代理人之動作與表情設計上的限制，而降低了在溝通確認與回應上的優勢。

5.2 研究貢獻

透過本研究了解到設計者在網路虛擬實境的設計過程中，進行自身溝通時訊息刺激、心智反應、構想呈現的現象，及其進行多人溝通時設計溝通的現象。同時藉由與一般環境的比較，分析出網路虛擬實境的溝通與設計環境在溝通過程中現象的特殊性，以了解新興的開發中網路虛擬實境中設計者的溝通行為，以為網路虛擬實境的使用者、研究者、平台介面設計者提供具參考價值的研究資料。因此，透過本研究期望應能達到下列兩個方面的研究貢獻：

1. 研究導向的網路虛擬實境中設計與溝通知識：本研究對於網路虛擬實境中的設計者，在設計過程中的設計與溝通行為進行評估，其分析所得到的資料可以提供作為研究網路虛擬實境之設計溝通行為中以下的研究資料：第一，自身溝通的訊息刺激、心智反應、構想呈現；第二，多人溝通的合作設計溝通現象與效果；第三，網路虛擬實境設計的特色與困難；第四，一般當面與一般遠距環境與網路虛擬實境中的設計與溝通比較，以勾勒出現有網路虛擬實境中的設計與溝通行為現象。
2. 實務導向的網路虛擬實境之環境開發與使用知識：本研究期望透過網路虛擬實境及現今設計與溝通環境的比較，以分析出網路虛擬實境在環境設計與使用上的特色、優勢或困難，以為網路虛擬實境的使用者評估出作為新興設計合作的價值，並提供網路虛擬實境的環境及介面開發者設計或改良上的知識。



5.3 研究限制

本研究作為電腦輔助設計與溝通的中介環境研究上的新議題，必定有某些限制存在，而作為初期研究，本研究雖選擇目前開發之最具規模且包含設計行為與市場之網路虛擬實境平台，然而無法絕對代表所有相類似功能之網路虛擬實境系統，因此難免有其不足之處，因此仍存有下列所述之研究限制：

1. 本研究所挑選的受測者的學習背景：由於本研究中所挑選的受測者是以受過專業建築教育訓練，同時亦具有實際操作網路虛擬實境的设计者為主，這樣的背景要求是以能支持一般當面與遠距環境中進行設計操作，以提供與網路虛擬實境相互比較作為研究分析使用，然而現今數位工具與網路的普及，網路虛擬實境中的設計者不一定僅限於受過專業建築教育訓練，因此這樣的背景是為本研究之限制，未來可進一步的加以研究來進行此方面的比較。

2. 在受測者的選擇上：由於要找到具有使用網路虛擬實境經驗的建築設計師，並且同時擁有在一般當面環境與一般遠距環境中設計溝通之經驗者仍屬少數，同時由於不同設計師於不同溝通設計環境中操作設計之結果均可能有所差異，因此，本研究是以認知科學為研究的出發點，盡可能找尋符合一般普遍設計習慣的設計師進行研究，並僅以兩名設計師在設計過程中於三種不同環境中進行合作設計之資料作為分析依據，而在進行分析時，亦盡可能的排除受測者的個人差異特質，作者本身認為就本研究的認知角度，作為初步的研究，受測者的數目是為足夠，希望能在進一步的研究中選用更多數的受測者。
3. 設計命題的選擇上：本研究是以建築設計為主，因此實驗成果也無法包含所有設計者於該設計溝通環境中的行為與現象，但作者本身主觀認定，就本研究所分析之認知或設計現象看來，無論是選用何種網路虛擬環境或是何種設計命題，設計者的設計溝通行為應不至於產生過度影響研究結果的差異。
4. 口語報告法的選用：本研究的在口語報告的方法上選用回溯法，因此在自身溝通的部分所獲取之口語資料可能僅偏重於概念邏輯的闡述，而少動作與細節上的描述。而回溯法由於受到短期記憶的侷限，也可能造成部分研究資料的流失或遺漏。
5. 設計過程的限制：而由於本研究是屬於透過溝通設計環境配置操作認知實驗的實證性研究，而過程中也透過與設計者的高度互動來獲取研究之成果，同時由於本研究為保有設計者於設計溝通行為的真實性，因此為限制其實驗操作之時間與合作過程的階段，因此在設計問題與操作過程的掌控自然較有困難；此外，由於所有過程皆為配合受測者的時間進行，因此在過程中自然會出現一些無法由研究者所掌控的變因，如每個段落進行的時間或中斷的間隔，都是過程中無法避免的限制。
6. 口語編碼的限制：由於本研究編碼中的長期記憶與短期記憶的定義，是以設計過程中受測者口語溝通內容涉及過往經驗者為長期記憶，而涉及該次受測之設計活動者為短期記憶，但並不考量口語溝通內容所未呈現於與過往經驗的長期記憶相關的短期記憶部分，因此在長期記憶的判斷上僅受限於受測者之口語溝通內容為主。此外，本研究的編碼方式是依據受測者的口語對話內容作為段落，再對於相同段落中兩位受測者的對話同時進行編碼，主要是以段落的设计溝通現象為研究的主要目的，因此並未考慮兩位受測者分別在设计溝通上的限制。

5.4 未來研究

數位時代的設計媒材與溝通媒介的發展，不僅對於設計過程產生某種程度的影響，以認知思考的角度觀察，設計者的行為也受到設計溝通環境的不同特性而有所改變。本文將焦點放置在設計整體過程的設計溝通階段，來看設計者於網路虛擬實境中的設計溝通行為之現象，並進一步與當代普遍的一般當面環境與一般遠距環境進行比較，研究結果雖然已回答本文所欲探討之問題，但仍可進一步的經由其他角度進行分析討論：

1. 改善現有網路虛擬實境之設計與溝通環境：依據在未來研究的建議當中可以改良本研究結論所提出網路虛擬實境中使用者在溝通過程中產生的因素，以作為設計者在溝通時對於媒材的真實需求進行媒材的修正與創新；而同時本研究在自身溝通研究是以行為導向的觀點來分析溝通過程，未來研究也可以從任務導向的問題解決程序，透過最佳化理論的角度對其環境或系統進行分析。
2. 方法學上的研究：對於分析所用的編碼系統，本研究主要是依據心理學中部分的認知行為概念所提出來的，針對的是設計的認知行為分析，因此也僅能在初期的研究中分析出網路虛擬實境中的部分設計溝通現象。而在後續研究中，希冀能夠參考本研究之觀察現象，針對設計溝通主題，發展出一套更為全面的編碼系統，專門作為設計和溝通的交叉分析之用。
3. 不同設計媒材運用方式與轉換關係：目前許多的實務設計師將多種設計媒材交錯應用於設計過程中，使得設計媒材的選擇變得較為多元，這對於設計師的合作設計溝通過程中的創意思考和最後的設計結果都會有所影響。設計者在不同的設計環境之間的设计行為與想法，是如何影響設計思考和發展，尚需後續研究繼續探討。此外，對於多種設計媒材與溝通介面的整合應用於設計溝通研究，應如何運用於設計實業與培訓中，亦是一個值得探討的方向。



參考文獻

- Abdellatif, R. and C. Calderon. (2007) *SecondLife: A Computer-Mediated Tool for Distance-Learning in Architecture Education? ASCAAD2007*: 17-34. Alexandria.
- Amabile, T. M. (1983) *The social psychology of creativity*. NY: Springer-Verlag.
- Amabile, T. M. (1996) *Creativity in context*. Boulder, CO: Westview.
- Anderson, J. R. (1990) *Cognitive Psychology and Its Implications*, New York.
- Antonieta, A., Fillwalk, J. and Vásquez, G. V. (2009) *Collaborating in a Virtual Architectural Environment: The Las Americas Virtual Design Studio (LAVDS) populates Second Life*, SIGraDi 2009, Sao Paulo, Brazil.
- Akin, O. (1986) *Psychology of architectural design*, Pion Ltd, London.
- Bannon L.J. and Schmidt K. (1991) *CSCW: four characters in search of a context*, in: J.M. Bowers, S.D. Bendford (Eds.), *Studies in Computer Supported Cooperative Work*, North Holland, Amsterdam.
- Berlo, D. K. (1960) *The process of communication: An introduction to theory and practice*, Holt, Rinehart and Winston: New York.
- Bennett, A. (2006) *Design studies: theory and research in graphic design*. New York : Princeton Architectural Press.
- Burdek, B.E. (2005) *Design: history, theory and practice of product design*, Birkhauser, Basel, Switzerland.
- Branko, K, Schmitt, G, Hirschberg, U, Kurmann, D and Johnson, B (2000) An experiment in design collaboration, *Automation in Construction*, (9): 73–81.
- Broadfoot, O. and Bennett, R. (2003) *Design studios: Online? Comparing traditional face-to-face design studio education with modern Internet-based design studios*. Proceeding of Apple University Consortium Conference: Digital Voyages, Adelaide, Australia.
- Castells, M. (1996) *The rise of the network society*, Blackwell Publishers, Oxford.
- Chiu, M. L. (1998) *The design guidance of CSCW: learning from collaborative design studios' in Sasada*, CAADRIA 98', Osaka, Japan, 261–270.
- Cohen, J. (1969). *Complex learning*, Rand McNally: Chicago.
- Cross, N. (1984) *Developments in design methodology*, John Wiley and Sons, London.
- Cross, N. (1999) Natural intelligence in design, *Design Studies*, 20(1): 25-39.
- Cross, N., H. Christiaans and K. Dorst (1996) *Introduction: the delft Protocols Workshop*. In *Analyzing Design Activity*. Cross N. et al.(ed.) John Wiley & Sons, London. pp.1-16.
- Dorst, K. and J. Dijkhuis (1995) Comparing paradigms for describing design activity, *Design Studies*, 16(2) 261-274.
- Eastman C.M. (1970) *On the analysis of intuitive design processes*. *Emerging Methods in Environmental Design and Planning*. G.T. Moore (ed.), MIT Press, Cambridge, MA
- Ericsson, K. A. and Simon, H. A. (1993) *Protocol analysis: verbal reports as data*, MIT Press, Cambridge.
- Eco U. (1980) *Function and sign: the semiotics of architecture*. In: G. Broadbent, R. Bunt and C. Jencks, Editors, *Signs, symbols and architecture*, Wiley, Chichester, UK, 11–69.
- Egido C., (1998) *Video conferencing as a technology to support group work: a review of its failures*, CSCW '88, Portland, ACM Press, 13–24.

- Elsas, P. A. and Vergeest, J. S. M. (1998) New functionality for computer-aided conceptual design: the displacement feature, *Design Studies*, 19 (1) 81-102.
- Ellis, C. A. and Keddara, K. (1995) *Dynamic Change within Workflow Systems*, University of Colorado Technical Report.
- Ernst K. (1952) *Psychoanalytic explorations in art*. England: Oxford, International Universities Press.
- Fish, J. and Scrivener, S., (1990) Amplifying the mind's eye: sketching and visual cognition, *Leonardo* (23): 117-126.
- Fischer, G. (2003) *Design Social Networks in Support of Social Creativity*, ECSCW 03'.
- Finholt, T., Sproull, L., Kiesler, S. (1990) *Communication and performance in ad hoc task groups*, in: J. Galegher, R.E. Kraut, C. Egidio (Eds.), *Intellectual Teamwork: Social and Technological Foundations of Cooperative Work*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 291–325.
- Finke, R. A. (1989) *Principle of Mental Image*, MIT Press
- Forslund K., Dagman A. and Söderberg R. (2006) *Visual sensitivity: communicating poor quality*. In: D. Marjanovic, Editor, *International Design Conference*, Dubrovnik, Croatia, 713–720.
- Foz A. (1973) *Observation on designer behavior in the Parti*, DMG-DRS J.: Des. Res. Methods 7 (4) 320–323.
- Gabriel, G. C. and Maher, M. L. (2002) Coding and modeling communication in architectural collaborative design, *Automation in Construction*, (11) 199-211.
- Gerbner, G. (1956) Toward a general model of communication, *Audio visual communication review*, 4(3): 171-199.
- Gero, J. S. (1990) *Design prototypes :A knowledge representation schema for design*. AI Magazine, Winter, 27-36.
- Goel, V. (1995) *Sketches of Thought*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Gero, J. S. and McNeill, T. (1998) An approach to the analysis of design protocols, *Design Studies*, 19(1):21-61.
- Glaser, B.G. and Strauss A.L. (1973) *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*, Observations, Aldine, Chicago.
- Goldschmidt, G. (1991) The dialectics of sketching, *Creativity Research Journal*, 4(2):123-143.
- Goldschmidt, G. (1992) Serial sketching: visual problem solving in designing, *Cybernetics and Systems: An International Journal*, 23:191-219.
- Goldschmidt, G. (1994) On visual design thinking: the via kids of architecture, *Design Studies*, 15(2):158-174.
- Greenberg S., Roseman M., Webster D., Bohnet R., (1992) *Issues and experiences designing and implementing two group drawing tools*, 25th Annual Hawaii International Conference on the Systems Sciences, Hawaii, IEEE, 139–150.
- Guilford, J. P. (1967) *The nature of human intelligence*. NY: McGraw-Hill, Inc.
- Hamel R. (1990) *Over Het Denken van de Architect, On Thought Processes of Architects*, AHA Books, Amsterdam.
- Hanna, R. and Barber, T. (2001) An inquiry into computers in design: attitude before-attitudes after, *Design Studies*, 22(3), 255-281.
- Harshaw R. B. (1991) *Conceptual design by individuals and groups in mechanical engineering*, Case Western Reserve University.
- Herbert, D. M. (1992) *Architectural study drawing*, Van Nostrand Reinhold: New York.
- Herbert, D. M. (1992) Graphic processes in architectural study drawings. *Journal of Architectural Education*, 46(1).
- Hoog, J., Falkner, C., and Seifried, P. (2007) *Collaborative spaces as learning environments*. ASCAAD2007, 357-364.

- Hoog, J., Falkner, C. and Seifried, P. (2008) *Second City: A Three-dimensional City Model as Interdisciplinary Platform for Research*, eCAADe, 359-366.
- Hsu, H. P. (2010) *Design Behavior in the Interactive Virtual Environment on the Network Space*, Proceeding of IEEE International Conference on Intelligent Human Computer Interaction, Allahabad, India.
- Jindo, T., Hirasago, K. and Nagamachi, M. (1995) Development of a design support system for office chairs using 3D graphics, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15: 49-62.
- Johansen R. and Bullen C., (1984) *Thinking ahead: what to expect from teleconferencing*, Harv. Bus. Rev. 4-10.
- Jones, J. C. (1992) *Design methods*, 2ed, VNR: New York.
- Kathryn, M., Lou, M. M. and Saunders, R. (2008) *Achieving adaptable behavior in intelligent rooms using curious supervised learning agents*, CAADRIA 2008, 185-192: Thailand.
- Kan, J., Gero, J. (2008) *Do Computer Mediated Tools Affect Team Design Creativity*, CAADRIA 2008, 263-270: Thailand.
- Kan, J., Gero, J. and Tang, H. H. (2010) *Measuring Cognitive Design Activity Changes During an Industry Team Brainstorming Session*, Design Computing and Cognition (DCC'10.), J.S. Gero (ed), 621-640, Springer.
- Koenig G.K. (1974) *Architettura e comunicazione Seconda edizione accresciuta da un saggio su Schindler e Neutra*, Liberia Editrice Fiorentina, Florence, Italy.
- Kosslyn, S. M., Seger, C., Pani, J. R., and Hillger, L. A. (1990) When is imagery used in everyday life? A diary study. *Journal of Mental Imagery*, 14(3), 131-152.
- Kvan T. (2000) Collaborative design: what is it? *Automation in Construction* (9): 409- 415.
- Kvan T. (2001) The pedagogy of virtual design studio, *Automation in Construction* (10): 345-354.
- Lai, G. D. (1997) *A Study of Architectural Representation and Architecture Form*, Master Thesis, NCTU, Taiwan.
- Larkin, J. H. and Simon, H. A. (1987) Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words, *Cognitive Science* (11): 65-99.
- Laseau. P. (1993) *Graphic thinking for architects and designers*, Van Nostrand Reinhold: New York.
- Lawrence, Kubie (1958) The Neurotic Process as the Focus of Physiological and Psychoanalytic, *Research Journal of Mental Science*, 104: 518-536.
- Lawson, B. and Loke S. (1997) Computers, words and pictures, *Design Studies*, 18(7).
- Levine S.R. and Ehrlich S.F., (1991) *The FreeStyle system, a design perspective*, in: A. Klinger (Eds.), Human-Machine Interactive Systems, Plenum, New York, 3-21.
- Lin, G. Y. (2000) *A Study of Computer Models in terms of Space and Media*, Master Thesis, NCTU, Taiwan.
- Lindlof, T. R. and Shatzer, J. (1998) Media ethnography in virtual space: Strategies, limits, and possibilities. *Journal of Broadcasting and Electronic Media*, 42(2): 170-189.
- Liu, Y. T. (1991) Schematic-Designer: a knowledge-based CAD system for schematic design in architecture, *Design Studies*, 12(3).
- Liu, Y. T. (1996) *Understanding Architecture in the Computer*, Era Hu Publish, Taipei.
- Liu, Y. T. (1998) *Restructuring shapes: design cognition and computation*, Ann Arbor, MI: Proctor Publications.
- Liu, Y. T. (2001) *Spatial representation of design thinking in cyberspace*. Proceedings of the Visual and Spatial Reasoning in Design II 25-40. Australia: University of Sydney.

- Maher, M. L., Simoff, S. J. and Cicognani, A. (1997) *Observations from an experimental study of computer-mediated collaborative design*, Proceedings of IFIP, 165-186.
- Maletzke, G. (1981) *Medienwirkungsforschung*, Max Niemeyer Verlag, Tübingen, Germany.
- McKim, R. H. (1980) *Experiences in visual thinking*, Brooks / Cole Press, Monterey, California.
- Muller, W. and Pasman, G. (1996) Typology and the organization of design knowledge, *Design Studies*, 17(2): 111-130.
- Miller, A. (1986) *Imagery in Scientific Thought*, MIT Press.
- Manolya, K., Stephen A. R. and Linden, J. (1998) Structure in idea sketching behavior. *Design Studies*, 19(4): 485-517.
- Mitchell, W. J. (1995) *City of Bits: Space, Place, and the Infobahn*, MIT Press, Cambridge.
- Mitchell, W. J. and McCullough, M. (2001) *Digital Design Media*, 1st Ed., Van Nostrand Reinhold, New York.
- Nelson G. (1979) *Problems of design*, 4th Ed., Whitney Library of Design, New York.
- Newell, A. and Simon, H. A. (1972) *Hunan problem solving*, Prentic-Hall, Englewood, Cliffs, NJ.
- Nesson, R. (2007) *A Harvard Law School lecture in Second Life*, Repost by Christine Lagorio, The New York Times.
- Norman, D. A. (1988) *The design of everyday things*, New York: Doubleday.
- Norman, D. A. (1993) *Things that make us smart*, Addison-Wesley, Cambridge.
- O'Connell, B. and Whittaker, S. (1997) *Characterising, predicting, and measuring video-mediated communication: a conversational approach*, Video-Mediated Communication, Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, 107-131.
- Oldham, G. R., & Cummings, A. (1996) Employee creativity: personal and contextual factors at work. *Academy of Management Journal*, 39(3), 607-634.
- Olson, J.S., Olson, G.M., and Meader, D., (1997) *Group work with and without video*, in: K.E. Finn, A.J. Sellen, S. Wilbur (Eds.), Video-Mediated Communication, Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, 157-173.
- Peng, C. (1994) *Teamwork in Architecture modeling: representation and communication requirement for computer support in collaborative design*, Doctoral dissertation, The University of Edinburgh, UK.
- Pile J.F. (1979) *Design: purpose, form and meaning*, University of Massachusetts Press, Amherst, MA.
- Preece, J. (1998) *A guide to usability: human factors in computing*. Wokingham, England: Addison-Wesley.
- Purcell, T. Gero, J. and McNeill, T. (1996) The data in design protocols: the issue of data coding, data analysis in the development of models of the design process, in: N. Cross, H. Christiaans, K. Dorst (Eds.), *Analyzing Design Activity*, Wiley, Chichester, 225-252.
- Purcell, A. T. and J. S. Gero, (1998) Drawings and the design process: A review of protocol studies in design and other disciplines and related research in cognitive psychology. *Design Studies*, 19(4): 389-430.
- Rheingold, H. (1994) *The Virtual Community: Homesteading on the Electronic Frontier*, London: Addison-Wesley Publishing.
- Robbins, E. (1994) *Why architects draws*, MIT Press, Cambridge.
- Rowe, P. G. (1987) *Design thinking*, The MIT Press, Cambridge, MA.
- Saad M. and Maher M.L., (1996) Shared understanding in computer supported collaborative design, *Computer Aided Design*. 28 (3): 183-192.

- Sasada, T. (1999) Computer graphic and design: presentation, design development, and conception, Proceeding of CAADRIA, 21-29.
- Schnabel, M. A., Kvan, T., Kruijff, E., and Donath, D. (2001) The first virtual environment design studio. Proceeding of eCAADe, Helsinki, Finland.
- Schon, D. A. (1983) *The reflective practitioner: How professional think in action*, Basic Books, New York.
- Schon, D. A. and Wiggins, G. (1992) Kinds of seeing and their functions in designing, *Design Studies*, 13(2): 135-156.
- Schrage, M. (2003) *Serious play: how the world's best companies simulate to innovate*, Harvard Business School Press, Cambridge.
- Schramm, W. (1963) *The Science of human communication*, 1st Ed., Basic, New York.
- Sloane H. N., Endo, G. T., and Della-Piana. G. M. (1980) Creative behavior, *Behav Anal*, 3(1), 11–21.
- Shneiderman, B. (1997) *Designing the user interface*. Reading, Mass: Addison Wesley Longman.
- Shannon C.E. and Weaver W. (1949) *The mathematical theory of communication*, University of Illinois Press, Urbana.
- Soufi, B. and Edmonds, E. (1996) The cognitive basis of emergence: implication for design support, *Design Studies*, 17(4): 211-236.
- Sudweeks, F. and Rafaeli, S. (1995) *How do you get a hundred strangers to agree: computer mediated communication and collaboration*, in: T.M. Harrison, T.D. Stephen (Eds.), *Computer Networking and Scholarly Communication in the 21Century University*, NY: SUNY Press.
- Sudweeks, F. and Albritton, M. (1996) *Working together apart: communication and collaboration in a networked group*, in: C.D. Keen, C. Urquhart, J. Lamp (Eds.), *Proceedings of the 7th Australasian Conference of Information Systems (ACIS96)*, Conference Proceedings, Hobart, Tasmania. Department of Computer Science, University of Tasmania, Tasmania, 701–712.
- Suwa, M. and Tversky, B. (1997) What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, *Design Studies*, 18(4): 385-403.
- Suwa, M., Purcell, T. and Gero, J. (1998) Macroscopic analysis of design processes based on a scheme for coding designer's cognitive actions. *Design Studies* 19(4): 455-483.
- Suwa, M., Gero, J. and Purcell, T. (2000) Unexpected discoveries of design requirements: important vehicles for a design process. *Design Studies* (21): 539-567.
- Tan, B. K. and S. Lim T. Y. (2009) *Place-Making In Online Virtual Envionment: The Case Of Second Life*, CAADFutures.
- Tomes A., Oates C., and Armstrong P. (1998) Talking design: Negotiating the verbal-visual Translation, *Design Studies*, (19):127-142.
- Tovey, M. J. (1986) Thinking styles and modeling systems, *Design Studies*, 7: 20-30.
- Tovey, M. J. (1989) Drawing and CAD in industrial design, *Design Studies*, 10(1): 24-38.
- van Dilk, C. G. C. (1995) New insights in computer-aided conceptual design. *Design Studies*, 16(2): 62-80.
- van Someren, M. W., Barnard, Y. F., and Sandberg, J. A. C. (1994) *The Think Aloud Method: a practical guild to modeling cognitive processes*, London: Academic Press Limited.
- van Sommers, P. (1984) *Drawing and cognition*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Verstijinen, I. M., Hennessey, J. M., Leeuwen, R., Hamel C., and Goldschmidt, G. (1998) Sketching and creative discovery. *Design Studies*, 19(4): 519-546.

- Vera A., Kvan T., West R. and Lai S., (1998) *Expertise and collaborative design*, CHI '98, Conference Proceedings, Los Angeles, 503–510
- Wertheim, M. (1999) *The pearly gates of cyberspace : a history of space from Dante to the Internet*, 1st ed., W.W. Norton, New York.
- Wojtowicz, J. (1994) *Virtual Design Studio*, Hong Kong University Press, Hong Kong.
- Won, C. J. (1999) The Comparison between visual thinking using computer and conventional media in the concept generation stages of design. *Automation in Construction*, 10: 319-325.
- Zeisel, J. (1981) *Inquiry by design: tools for environment-behavior research*, 1st Ed., Wadsworth, California.
- Zevi, B. (1981) *The modern language of architecture*, Van Nostrand Reinhold.

