

下世代介面設計  
Next Gene Interface Design

研究生：黃雅雯

Student：Ya-Wen Huang

指導教授：劉育東

Advisor：Yu-Tung Liu

國立交通大學

建築研究所



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  
In

**Science of Architecture**

July 2008

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十七年七月

國立交通大學建築研究所  
碩士論文

下世代介面設計

在虛實共構的空間中表現知覺模擬與參與者的直覺互動與體驗

Next Gene Interface Design

The Visual Simulation and the Participant's Perceptual Interaction and Experience  
of Representation in the Virtual-Physical Space



研究生：黃雅雯

指導教授：劉育東

中華民國九十七年七月

## 中文摘要

本設計為表現參與者在虛實共構空間的視覺回饋模擬以及參與者感知的互動經驗，分別對於空間(space)、視覺模擬(Virtual simulation)、互動介面(Interaction/Interface)等領域的交集作為文獻探討範圍。數位建築以 2008 年「澳底大地建築國際計畫」-Next-Gen 由 AleppoZone 設計的狂草住屋(Calligraphic House)作為虛實共構空間。數位資訊化的時代同時也帶來對「空間」另一種新的解釋與可能性。運用不同的科技技術或是不同的數位媒材與不同的參與者互動方式，而產生多種不同形式的空間呈現，而這些數位媒材的整合主要在於是否能引發參與者的空間知覺，而產生身處於虛擬空間的存在感受。本創作設計主要目的是表現參與者在空間中直覺感知的互動形式以及虛擬空間中視覺回饋的模擬，以自然、直覺地形式融入虛實共構的空間中；表達知覺互動的經驗對於參與者的投入(involvement)與沉浸(immersion)的程度與現象，並且詳盡紀錄此設計理念的推論與過程。下世代介面設計(Next Gene Interface Design)的形成，由心智空間(mental space)開始論述，到數位資訊化時代而產生的虛實共構空間，因多元化的媒材整合，進而改變人類的互動行為與對空間的重新認知，在這樣的條件之下，設計因此形成。虛擬到實體，實體又回到虛擬，以一種自然的方式來銜接虛實共構的空間，本論文以此概念設計一段 3 分 30 秒的視覺動畫模擬影片做為與參與者互動的呈現探討。

關鍵字：心智空間，虛擬空間，實體空間，數位建築，虛擬實境，人機互動/介面，視覺模擬

## Abstract

This design presents the simulation feedback from visual and participants' perceptual interaction and experience under the Virtual-Physical Space. The reference reviews cover the intersection of several domains, includes space, virtual simulation, interaction. The digital architecture uses "Calligraphic House" designed by Aleppo Zone in NEXT-GENE "Ao-Di Grand Land Architecture International Project Taiwan 2008" as the presentation of the Virtual-Physical Space. The age of digital information also brings another explanation and possibility of space. It generates various different styles to display space by applying different science technology, digital multimedia, and interactive style. Also, the intention of integrating of various digital multimedia is to cause the participants to sense spatial perception, and feel that they are in virtual space with sense of presence further. The primary objective of this design is to present the interactive style of space percipience and the simulation feedback from visual of participants in virtual space, and merge the presentation and real space naturally and intuitively. It will also present the degree and phenomenon of participants' involvement and immersion with experience of perception interaction, and record the discussion and process of the design philosophy in detail. The next generation interface design comes into being from mental space to the Virtual-Physical Space produced by the age of digital information. Therefore, integrating of various multimedia changes human' s interaction behaviors and space cognition, and the design is formed in such conditions. From virtual to reality, and then back to virtual, the Virtual-Physical Space is combined by applying a nature style. The design result is presented as a visual anime of 3 minutes and 30 seconds duration.

Keyword: mental space, virtual space, physical space, digital architecture, virtual reality, human-computer interaction/interface, virtual simulation



## 謝誌

本創作論文的完成，首先要感謝我的指導教授劉育東老師。謝謝劉育東老師在大力推動台灣數位建築進軍國際舞台之際，仍能專注、嚴謹的給予我創作論文的指導以及設計思考的訓練並果決的引領我，因為您，我的人生充滿了豐富性與挑戰性。

另外，感謝侯君昊教授、林楚卿教授在口試過程中給予嚴厲、精闢的建議與見解。特別謝謝君昊老師引領我進入數位互動科技的領域，在懵懵懂懂時期，能夠為學生適時的改變教學方針，適時的叮嚀與鼓勵我，在許多科技技術門檻限制的窘境之下，因為老師教學的熱誠，仍能讓我充滿創意的點子而不輕言放棄。謝謝楚卿老師百忙之餘能夠詳細審閱我的論文以及給予創作中所需要的資源，並給予論文口試嚴厲的建議與指導。

感謝簡聖芬老師在數位生活課程中給予大量的知識與討論，對於數位科技因此而有所認識進而創作。感謝葉李華老師的啟發，對於未來科技的想像，創意的根據與活化於是而生。感謝東海大學邱浩修老師給予互動科技與美學的指導，精采的課程與美學的討論，給予我在互動領域中產生重要的改變。

感謝姿汝同學全力的支援，沒有妳的相挺與陪伴，我的研究生活會很孤單。

感謝小錄、玠佑論文創作時期互相陪伴、鼓勵，因為一起行動，膽小的我也能造就論文的完成。感謝元智資傳李元榮老師、交大資工博士生陳宥霖、神達工程師歐欣龍給予創作論文的指教和建議，也因為你們我的論文的學術性可以趨於完整。以及感謝工研院資通所所有的朋友，謝謝你們每天如同家人般的陪伴、加油打氣。

謝謝科旭陪伴我度過人生的低潮期，在我最無助的時期幫助了我，同時不斷的鼓勵我學習與創作，你的好，我會一輩子銘記在心。最後，感謝爸媽對我如此無私的支持與付出，也包容我的任性，讓我可以無憂的度過研究所的生涯。

# 目錄

中文摘要.....	i
Abstract .....	ii
謝誌 .....	iii
目錄 .....	iv
第 1 章 緒論.....	1
1.1 前言.....	1
1.2 設計問題與目標.....	4
1.3 設計流程.....	4
1.3.1 第一階段：創作理論的推論研究.....	5
1.3.2 第二階段：數位資料的建構.....	6
1.3.3 第三階段：整合數位資料與虛擬空間.....	6
第 2 章 文獻探討.....	7
2.1 實體與虛擬共構的空間.....	7
2.1.1 由數位發生的實體空間.....	7
2.1.2 感知空間：想像與具體化的虛擬空間.....	8
2.2 視覺模擬.....	11
2.2.1 從傳統設計媒材到電腦輔助設計的視覺呈現.....	11
2.2.2 虛擬實境的視覺呈現.....	12
2.3 人機介面互動形式.....	16
2.3.1 人機互動發展的過程概述.....	16
2.3.2 人機互動的呈現形式.....	19
第 3 章 創作內容.....	22
3.1 設計理念.....	22
3.1.1 設計理念之形成.....	22
3.1.2 設計理念之架構.....	23
3.2 設計理論基礎.....	24
3.2.1 感知空間(perceptual space).....	24
3.2.2 存在感(sense of presence) .....	25
3.2.3 消失的互動介面(the vanishing interaction interface) .....	26
3.3 設計形式與技法.....	27
3.3.1 設計形式.....	27
3.3.2 設計技法.....	30
第 4 章 設計成果.....	33
4.1 數位建築動畫引導模擬互動場所 (AleppoZONE Design, 2008).....	33
4.2 知覺現象-視覺模擬與互動形式 .....	34
4.2.1 連接 Connect-位置(00:41:00~01:05:00) .....	34

4.2.2	方向 Direction-光影(01:06:00~02:12:00).....	35
4.2.3	距離 Distance-遠近(02:12:00~02:11:00).....	36
4.2.4	向量 Velocity-深度 .....	37
4.3	創作成果.....	38
第 5 章 結論 .....		40
5.1	創作結論.....	40
5.2	未來研究與貢獻.....	41
5.2.1	未來研究.....	41
5.2.2	創作貢獻.....	42
References.....		43
附錄一：影片分鏡表.....		46
附錄二：設計連續圖檔輸出-2D 狂草轉 3D 模型(AleppoZONE Design, 2008) .....		51
附錄三：設計連續圖檔輸出-3D 虛擬建築空間動畫引導至互動場所(AleppoZONE Design, 2008)..		52
附錄四：設計連續圖檔輸出-下世代介面設計之參與者與「位置」知覺互動模擬表現.....		53
附錄五：設計連續圖檔輸出-下世代介面設計之參與者與「方向」知覺互動模擬表現.....		54
附錄六：設計連續圖檔輸出-下世代介面設計之手部互動與「方向」知覺互動模擬表現.....		55
附錄七：設計連續圖檔輸出-下世代介面設計之參與者與「距離」知覺互動模擬表現.....		56
附錄八：設計連續圖檔輸出-下世代介面設計之手部互動與「距離」知覺互動模擬表現.....		58



# 第1章 緒論

「建築設計不只是在光影中玩量體的組合，也是一種在空間中玩數位資訊的遊戲……，未來的建築將是『形隨機能轉，機能隨程式轉』」(Mitchell, 1999)。數位資訊化的時代同時也帶來對「空間」另一種新的解釋與可能性。因著數位資訊化而產生的「虛擬空間」是相對於「實體空間」的一種名詞。「虛擬空間」介在心智空間(mental space)與實體空間(physical space)中，同時具有心智空間的無限想像能力與實體空間身歷其境的感知能力，使用者與數位媒材之間產生了新型態的互動行為及參與方式。這類由數位資訊化與虛擬化而產生的新空間，有許多不同的名詞如人造世界(artificial world)、虛擬世界(virtual world)或數位世界(digital world)、虛擬環境(virtual environment)或數位環境(digital environment)等 (Dodge and Kitckin, 1999)。邁入 21 世紀數位資訊化時代，到處充滿數位訊息與無線通訊的空間，數位資訊化正逐漸地改變人類的生活方式以及對新型態空間的重新認知，將資訊科技導入建築空間中，使得數位資訊轉化為未來空間資訊「實體化」(embodiment)。因此，如何利用較為自然、直覺的方式來銜接虛擬與實體空間，成為一個熱烈討論的議題。

## 1.1 前言

由人類的心智、思維與想像力等建構而成的空間稱之為「心智空間」(mental space)，「心智空間」唯一的限制是它無法具體的產生「置身其中」也就是「存在感」的知覺感受。對照於心智空間的「實體空間」(physical space)因為受到構造、材料、技術等限制則具體明確而又能實際地置身其中。想像與現實，不著邊際與置身其中，心智空間與實體空間，成為空間概念的二元性(Liu, 2002)。90 年代起，人類在數位資訊化等新科技發明中超越了實體空間的限制，對於原先所認知的舊空間觀念有了全新的互動行為及參與方式，同時也解放了空間概念的二元性(Liu, 2002)。「心智空間」藉由媒材之形式、資訊內容的呈現、以及使用者參與其中的互動程度，因而產生「虛擬空間」；是一種虛體的概念空間以具體形象化的空間呈現(Weng, 2007)。「虛擬空間」是由多種不同形式的數位科技、數位資訊等相互整合所構成的空間，運用不同的科技技術或是不同的數位媒材與不同的參與者互動方式，而產生多種不同形式的空間呈現，而這些整合主要在於是否能引發參與者的

空間知覺，進而產生身處於虛擬空間的存在感受。

「空間感」(sense of space) 的形成，必須仰賴具有生命特質的「知覺」(Gibson, 1966; Downs and Stea, 1973)。而空間知覺的產生則是透過空間中的物件之間彼此的相互關係，即是空間觀念的關聯，物件之間因此會產生四個基本的知覺現象：連接(connect)、距離(distance)、方向(direction)以及向量(velocity)。為了擷取空間知覺，大量的知覺線索(cue)必須被人們所使用，而任何空間之中的尺度、深度、或距離都可以被視為空間中能夠被感知的線索(Huang, 2005)。人類與生具備了對空間的認知能力，那是一種了解與操控空間的心智能力(MacAndrew, 1993)。面對週遭空間與環境時，大部分都是經由視覺形式來獲取空間中的訊息，當然其它感官如聽覺、嗅覺等也因著接收各類訊息之統合扮演其重要角色，只是視覺佔了主導性的部分(Bell et al., 1996)。

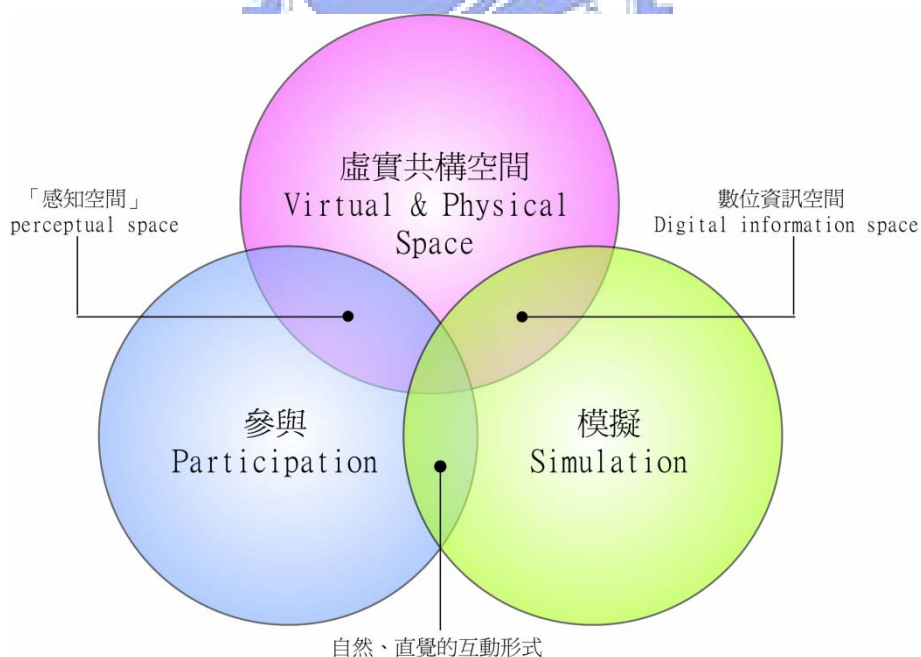
中世紀以前，建築設計對於視覺模擬的表現形式：建築師在腦中形成的意念，透過二度空間中各種圖集的搭配以及等比例縮小的實體模型，來表達三度空間的巨大實體和空間(Liu, 1996)。自 1980 年代開始，由於電腦科技與運算速度不斷改良，使得電腦成為模擬建築環境最主要的工具，其中除了 2D 平面繪圖，更利用電腦繪製模型，精確的模擬空間形式的變化、光線與材質的配置，以及 3D 動畫(animation)和虛擬實境(virtual reality)等相關技術，使得使用者可以具體的考量並體驗建築空間(Liu, 1996)。由電腦等數位新媒材所建構產生的「模擬空間」，也就是呈現在螢幕或是虛擬實境之中的空間(Kalawsky, 1993; Iovine, 1995; Mitchell, 1995)。數位電腦所建構的模擬空間，從呈現的媒介可區分為：一種以電腦螢幕為基礎的電腦動畫，提供視覺觀看的感受回饋；一種以螢幕為基礎的電玩遊戲，提供視覺感受與下達指令的回饋；虛擬實境，一種經由視覺所感知到的三度空間環境，視覺的呈現由 2D 圖像轉化到 3D 的立體圖像，提供互動性、沉浸性與多重感官的呈現，利用其所具有的特點、構成的要素以及與參與者間的互動行為，提供參與者置身其中的沉浸感和擬真的感受。由於虛擬技術的出現，電腦在視覺上與空間上的模擬能力與建構能力，幾乎可以發揮人類無限的想像力，甚至透過沉浸式虛擬環境(cave automatic virtual environment, CAVE)，人們可以近乎真實的身歷其境。如交通大學建築所應用在重現消失的古城-虛擬長安就是利用電腦模擬的科技，將記載唐代生活的人文、藝術與城市的考古資料進行嚴謹的數位整合，透過 CAVE 展示以逼真的視覺呈現來使人們能夠親自感受唐代的生活(Liu and Tang, 2003)。然而，虛擬實境發展至此，參與者如何在沉浸式虛擬環境中進行較為直覺互動的研究尚未有進一步的突破(Cruz, 2003)。

「虛擬空間」是由多種不同形式的數位科技、數位資訊等相互整合所構成的空間，運用不同的科技技術或是不同的數位媒材與不同的參與者互動方式，而產生多種不同形式的空間呈現，而這些整合主要在於是否能引發參與者的空間知覺，進而產生處於虛擬空間的存在感受。在虛擬空間中增加互動的介面，讓使用者能自然地、直覺地與虛擬空間進行互動，更可產生沉浸和投入的效果(Stanney, 1997, Witmer and Singer, 1998)。

早期透過平面電腦螢幕的發展，從輸入文字命令，到滑鼠、鍵盤、光筆、搖桿、數位板等輸入工具，而 1960 年代由於數位板的發明，開始研究人與機器(電腦)之間的關係(Mitchell, 1977)。配合

今日多數人所熟悉的游標視窗選單系統(Window-Indicator-Menu-Pointer, WIMP)(Gross and Kemp, 2001)，電腦的使用已融入一般人的生活中。今日，隨著電腦應用領域不斷的延伸、軟體系統功能越來越強大，人與電腦之間的互動形式也越來越多樣化，在目前的數位科技引導下，單一的滑鼠、鍵盤與 WIMP 介面已不足以滿足使用者對軟硬體設備整合的需求(Gross and Kemp, 2001)。如何利用較為自然的方式來銜接虛擬與實體空間，以及符合「簡單、友善、自然、一致性」的人與電腦之間互動的形式，成為使用者介面的重要原則。

因應數位資訊化的趨勢，未來不論是工作場所的資訊處理模式，或是展覽空間多媒體運用，透過嵌入在空間中的程式化運算裝置，與人自然的互動，從事無所不在的電腦運算。當電腦與空間週遭相互結合，滲透到生活中的每一個層面時，包括嵌入電腦的觸控桌面、電子牆、觸控地板、以及各種無線感應裝置，人們將很自然的在空間中與傢俱、牆面、地板等實體介面直接做資訊處理與互動運算(Jeng, 2003)。人類在數位資訊化等新科技發明中超越了實體空間的限制，讓使用者以直覺、自然的方式瀏覽、吸收、擷取、呈現數位資訊的空間，未來的空間設計將不只是在光線中玩量體的組合，也是一種在空間中玩數位資訊媒體的遊戲。本文探討虛擬與實體共構的數位資訊空間，人類參與其中與空間中的數位資訊以視覺的方式模擬並與空間直覺式的互動經驗，消失的互動介面將成為人類文明的新視覺觀與新空間觀，如圖一。



圖一 設計研究範圍-虛實共構空間、參與、模擬



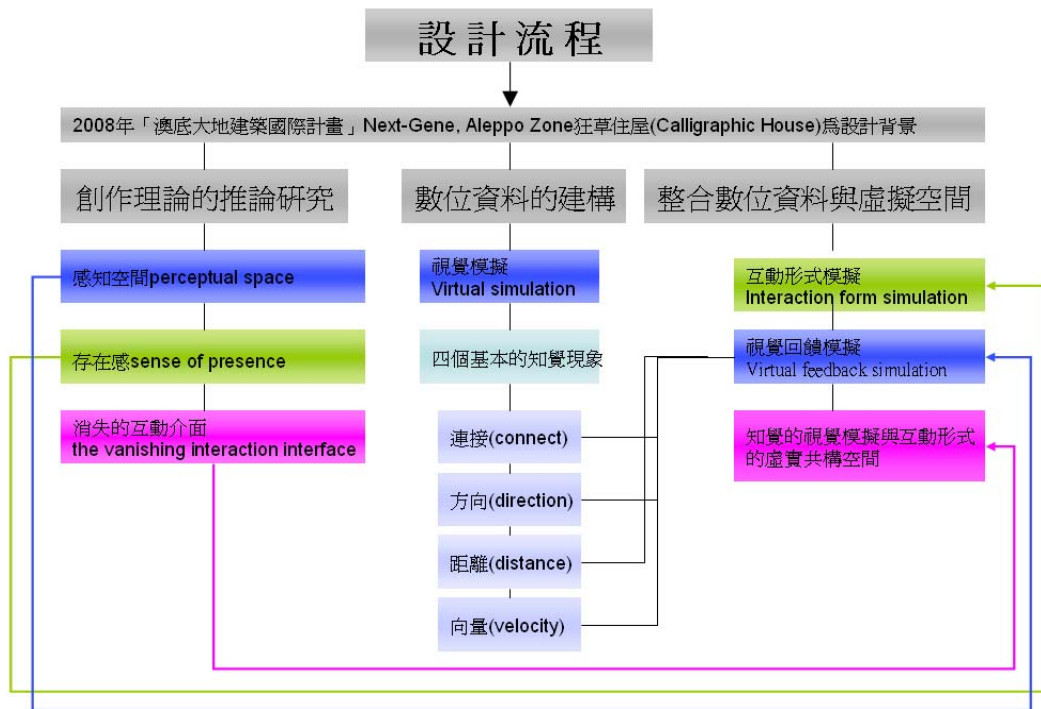
## 1.2 設計問題與目標

如前所述，「心智空間」藉由媒材之形式、資訊內容的呈現、以及使用者參與其中的互動程度，因而產生「虛擬空間」，運用不同的科技技術或是不同的數位媒材與不同的參與者互動方式，而產生多種不同形式的空間呈現，而這些數位媒材的整合主要在於是否能引發參與者的空間知覺，進而產生身處於虛擬空間的存在感受。空間知覺的產生則是透過空間中的物件之間彼此的相互關係，物件之間因此會產生四個基本的知覺現象：連接(connect)、距離(distance)、方向(direction)以及向量(velocity)(Huang, 2005)。因此本創作空間中四個基本的知覺現象分別以位置、光影方向、遠近與深度表現視覺模擬與參與者直覺的互動形式。本創作設計主要目的是為了表現參與者在空間中直覺感知的互動形式以及虛擬空間中視覺回饋的模擬，以自然、直覺地形式融入空間中；表現知覺互動的經驗對於參與者的投入(involvement)與沉浸(immersion)的程度與現象，並且詳盡的紀錄此設計理念的推論與過程。下世代介面設計(Next Gene Interface Design)的形成，由心智空間(mental space)開始論述，到數位資訊化時代而產生的虛實共構空間，虛擬到實體，實體又回到虛擬，以一種自然的方式來銜接虛實共構的空間，設計成果以一段 3 分 30 秒的視覺動畫影片作為結果的呈現。



## 1.3 設計流程

本創作以 2008 年「澳底大地建築國際計畫」Next-Gen, Aleppo Zone 狂草住屋(Calligraphic House)為設計背景，整個製作過程的內容分為三個階段進行：第一階段是創作理論的推論研究，進行對於空間知覺現象的理解與推論。第二階段是數位資料的建構，利用電腦模擬科技的優勢，模擬知覺與視覺的效果呈現。第三階段是整合數位資料與虛擬空間，以模擬知覺現象與參與者直覺互動的呈現。創作的重要議題是如何利用較為自然的方式來銜接實體與虛擬空間，並符合「簡單、友善、自然、一致性」的人與介面之間互動的形式，如圖二。



圖二 下世代介面設計之設計流程圖



### 1.3.1 第一階段：創作理論的推論研究

此階段分別探討空間(space)、視覺模擬(Virtual simulation)、互動介面(Interaction/Interface)形式作為創作的理論基礎。空間(space)，探討「心智空間」是如何形成「虛擬空間」，推論「實體空間」又如何能在「虛擬空間」中以自然、直覺的方式與人與介面之間互動形式的銜接，大部分都是經由視覺形式來獲取空間中的訊息，視覺佔了主導性的部分(Bell et al., 1996)；視覺模擬(Virtual simulation)，則以 2D 平面繪圖到虛擬實境概念的發展過程作為視覺模擬呈現的探討過程，同時引發參與者的空間知覺是否能產生置身其境的「存在感」。在「虛擬空間」中增加互動的介面，讓使用者能自然地、直覺地進行互動，更可產生沉浸和投入的效果(Stanney, 1997, Witmer and Singer, 1998)；因此在互動介面(Interaction/Interface)形式的部分，則透過平面電腦螢幕的發展，從早期鍵盤輸入文字命令，到滑鼠、光筆、搖桿、數位板等輸入工具，而 1960 年代由於數位板的發明，開始研究人與機器(電腦)之間的關係(Mitchell, 1977)，未來數位資訊化的趨勢透過嵌入在空間中的普遍電腦運算裝置，與使用者從事無所不在的自然互動。虛擬與實體共構的空間，人類的視覺與空間直覺式的互動經驗，將成為人類文明的新視覺觀與新空間觀。



### 1.3.2 第二階段：數位資料的建構

大部分都是經由視覺形式來獲取空間中的訊息，當然其它感官如聽覺、嗅覺等也因著接收各類訊息之統合扮演其重要角色。此階段是數位資料的建構，利用電腦模擬科技的優勢，模擬空間知覺(space perception)的四個基本的知覺現象：連接(connect)、距離(distance)、方向(direction)以及向量(velocity)作為參與者互動形式的基本依據(Huang, 2005)，分別以位置、遠近、光影方向與深度在「虛擬空間」中表現視覺模擬的效果呈現。

### 1.3.3 第三階段：整合數位資料與虛擬空間

此階段整合數位資料包含 1. 情境(Scenario)，創作情境的設計與敘述;2. 影片分鏡表(Film Story Board)，將情境文字轉換為影片草稿的分鏡圖表，內容包括場景(Sence)、畫面說明、聲音、時間表；3. 參與者的藍幕動態攝影，參與者與虛擬空間中四個知覺的互動形式模擬；4. 四個知覺的視覺模擬，分別以位置、遠近、光影方向與深度在「虛擬空間」中表現視覺模擬的效果呈現;5. 合成四個知覺的互動形式與視覺效果的模擬。



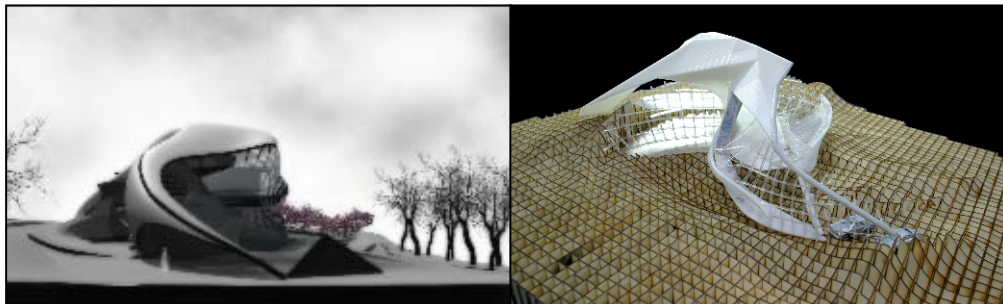
## 第2章 文獻探討

本章文獻探討之整理，包含了三個主要部分：1. 實體與虛擬共構的空間—敘述人類心智空間與實體空間的意涵與差異以及虛擬空間的本質及其具體化等相關探討；2. 視覺模擬—敘述傳統媒材、電腦輔助設計到虛擬實境等視覺呈現的發展過程定義、與相關應用；3. 人機互動形式—敘述人機互動發展的過程與互動形式的演進。

### 2.1 實體與虛擬共構的空間

#### 2.1.1 由數位發生的實體空間

數位(digital)的本質是數字(digits)或符號的表示法，具有以數值(0,1)判斷的二元論，與非連續性的性質。經由數位化或電腦輔助設計的方法、過程、或觀念所產生的建築設計稱為數位化設計。21世紀初，建築領域由於數位化媒材的應用，我們所熟知的建築基本要素—機能、形式、量體、空間，這些由建築師與電腦數位化程序共同主導設計過程下所產生的新現象，在國際間愈來愈多人將之統稱為「數位建築」(Liu, 2001)，以 2008 年「澳底大地建築國際計畫」Next-Gen, AleppoZone 的狂草住屋(Calligraphic House)為例，如圖三。



圖三 2008 年「澳底大地建築國際計畫」Next-Gen, AleppoZone 的狂草住屋(Calligraphic House)之數位建築

數位建築之定義有三：1. 將電腦數位化過程融入設計思考過程所衍生出自由、任意而充滿曲線型式的建築(Liu, 1996)。2. 將各類電腦數位媒材，運用在建築設計的過程中—從設計概念、早期設計、設計發展、細部設計、施工計畫、營造過程等任一階段或幾個階段甚至全部的過程—並在機能、形式、量體、空間與建築理念上有關鍵性成果的建築，可廣義的視為「數位建築」(Liu, 2001)。3. 建築基本要素—機能、形式、量體、空間，這些由建築師與電腦數位化程序共同主導設計過程下所產生的新現象，在國際間愈來愈多人將之統稱為「數位建築」(Liu, 2001)。

數位建築，相對於實體建築，以資訊電子或電腦數位化來輔助其設計與製造、使用等的空間環境，其意義不僅只是以數位化的方式將空間概念化或將設計理念呈現需要轉換(transformation)的步驟，例如形變(邱茂林, 2003)。數位資訊化的來臨，人類在建築空間的定義超越了實體空間的限制，牆不再是牆、地板不再是地板，所有「單元」的定義與界線不再如實體空間的邊界那樣清楚，隨著生活形態的轉變對於原先所認知的舊空間觀念有了全新的互動行為及參與方式。數位建築不僅是應用數位技術於建築領域，同時也是人類應用數位化科技於「空間認知」、產出、使用之建築活動探討，如：能夠聽從人類訊息及指令；空間產生符合個別使用者之需求、選擇、使用方式等；能結合自然、人文環境因子變動，隨時調整空間及其服務產出。

「空間」在過去的觀念似乎僅存在於物質性的生產，是科學機制下的產物；是建築師桌上的模型；是都市設計者的格子系統，這些模型的建立除了其物質性的呈現，更隱含著人類在哲學思考層面上對空間的認知(吳志平, 1998)。建築中的“實體空間”是在人的知覺能力範圍內的，其全部的複雜性在於人與建築空間之間的基本關係；人生活於其中，融會於其中，積極地參與於其中。正如海德格爾所說，人與空間不能分開考慮。另一個注意到建築體驗的空間性的是 Scharnow：「對於建築體驗的根本是人在空間中移動。」我們融入數位空間之中，並不是像看一張圖片或是影片那樣的感受環境。參與者以所有的感官，並以不同的互動方式，……人在建築空間中的生活感受，必有空間的“邊界”，或稱“界面”及其性質(材質、光線、色彩等)的合作、參與。

## 2.1.2 感知空間：想像與具體化的虛擬空間

60年代起，認知心理學開始探討認知感官的相互機能，和對資訊處理(information-processing)的功能，包括：1. 人腦如何處理資訊，如感官如何被操作去認知型態(pattern recognition)；2. 記憶單元在人腦中的作用；3. 資訊如何組織和呈現(knowledge representation)在記憶裡，如視覺影像(visual images)、分類(categorization)、資訊知識組織(semantic organization)等等；4. 追尋複雜的資訊處理，如語言表達能力(language)、決策制定(decision making)、問題解決(problem solving)等等(Anderson, 1980)。

過去研究中關於「空間」的定義，大致分為絕對的(absolute)與關聯的(relational)兩種不同的觀點：

絕對的空間概念指出空間是容器；而關聯的空間概念則認為空間描述的是空間中物件之間的關係(Madanipour, 1996)。萊布尼茲(Leibniz, G. W.)定義空間所說的「無法辨識(indiscernible)；也就是說空間自我包含(in itself)，空間既不是一無所有，也不是一些既有(something)。在此的空間被處理成「主體化的」(subjectivist)過程，依據這個過程而成就其演化(Leibniz, 1981)；參與者在空間中的存在構成了經驗的演化，這些演化創造了相互獨立卻又關聯的關係。這個空間是具絕對關聯性(space is absolutely relative)的，它成爲一件「實質的客體」(eternal objects)，並創造出不同但相互關聯的形式(form) (Whitehead, 1928)。空間演化過程的建立來自於自我的參考空間(correlative space)、領域和主體(monad)，這參考空間正是心智認知的來源。

人類與生具備的空間認知能力是一種了解與操控空間的心智能力(MacAndrew, 1993)。這種能力讓我們得以理解週遭空間環境，並成功地在其中進行動作或活動等，在陌生不熟悉的新環境中，空間認知能力顯得格外重要。面對週遭環境時，大部分的人都是經由視覺形式來獲取空間中的知識，而其它感官如聽覺、嗅覺等影響也扮演重要角色，只是視覺佔了主導性的部分(Bell et al., 1996)。「看」一個空間或是環境，那是經由視覺感官的作用，接收刺激後在腦中形成的空間影像；若要去理解這個空間並能在空間中活動，也就是主動的感知這個空間，形成「空間感」(sense of space)，則必須仰賴「知覺」(Gibson, 1966; Downs and Stea, 1973)。空間感來自於人對空間訊息的感知，進而對空間形成認識，此一說法亦突顯『人』與『空間』其相對關係的重要性，以及從認知心理學領域的觀點來看，人對於空間的概念可謂來自一種認知架構的建立(Weng, 2003)。從生態學觀點說明人類知覺外在環境的機制運作，Gibson 對於存在(presence)的定義，並非指我們所身處的周遭實體環境，而是我們的心智對於環境的知覺所構成的概念，不論是自主(可控制)或非自主(不可控制)的心智歷程所產生的知覺。因此，存在可被定義成：感覺身處某個環境、場所、空間的意識(sense of being in an environment)，而這個環境、場所、空間等不必然是我們當下實際所在的地點(Gibson, 1996)。

空間是由人的感知(perception)而產生的；即所謂的具生命特質的感知空間(perceptual space)。「空間」被界定是由空間創造者，透過手段將空間塑造成一特定的場所；此時，這被界定的結果(指場所)，將不再因其他的機會而改變，它已經告訴你這是如何的場所。空間不是由定義或原則產生的，而是由生物本能的知覺去「體會」空間的存在。它的存在，是因為我們張開了眼睛，讓空間透過視覺的轉換而映在心底；也是因為我們伸出了雙手去觸摸它的存在(吳志平, 1998)。而人造物的創作也僅是將這生物空間擴大而已，但在這擴大的過程，卻因科學、技術、表現手法等因素而直接的改變我們對空間的認知。空間應是一連續的客體，既不是理性的幾何式空間，也不是單一的同價(isotropic)空間；同時空間是無法由人類的心智中作暫時的抽離，所以空間本身的自由應該由對其化約過程有所認識後，重新作出開放式的空間構成(Poincare, 1913)。每個人不論在控制或自發的狀態下，都會產生所謂的「心像」(Mental images)。「經驗」與「人」的分隔，使我們的心智活動往往先經驗而存在，代替了真實經驗的累積，因此在建立真實經驗時，「先驗」的心智活動常常會干涉真實經驗的實際發生過程。知覺基本上是相對於外在空間的另一個空間組織，它由外界來定位自己的存在，因其本身的非獨立性，而使意識本身的型態是建立在非本身因素的。我們身體移動的經驗。當身體移動時，空間與身體的相對關係是不斷改變的，也創造對空間的不同記憶。



因為身體的還原，使一些空間經驗延遲在心理發生，但是當身體回到起點時，身體和心理的差異就大了。空間的意義似乎是在時間之後才發生的，它的實質經驗似乎越來越模糊；因為時間和空間的差異也正式這經驗斷裂的起點。這之間的差異，是同時存在於時間和空間之中和彼此的交互關係之中。“建築可以透過三種元素來定義和解析，他們是空間(身體和物質空間的構成)，運動(身體在空間中的運動)和事件”(Tschumi, 1987)。活動的延續、空間與抽象化的事件，透過在一個可變的系統，建立起空間和身體運動之間的互動關係，創造出具有虛實互動的空間經驗。空間的演進也從探究空間本質、空間認知到空間的參與者-以人為中心，及空間的定義由客觀實存的本質轉而強調人對空間主觀的感知以及對空間的經驗與記憶。虛擬空間透過某種方式傳達，進而導致空間參與者的直接經驗時，才能夠以「空間」的形式存在於人的心智當中，而不同的人其腦海中建構的虛擬空間的心智圖像(mental image)也會有所不同(Roudavski, 2003)。「空間」分為兩種用法：視空間為三向度的幾何形；或知覺場(Perceptual field)。在日常經驗中從本能的三向度整體所抽離出來的空間可稱之為「具體空間」(Schulz, 1995)。大部分的人都是經由視覺形式來獲取環境的知識，當然其它感官如聽覺、嗅覺等影響也扮演重要角色，視覺佔了主導性的部分。我們所身處的環境空間當中即涵蓋了無數的資訊，而取得這些空間訊息的方式，則是必須透過人在空間中的直接經驗(direct experience)，或仰賴訊息本身的特性(affordances)來加以感知進而產生行動：這樣的情況之下，人所具備的空間能力，便是能否充分理解空間或有效運用這些空間要素的重要指標之一(Roudavski, 2003)。此外，人的存在有三個方面：物理經驗、感官知覺和理性評判；他們分別觸及空間、形式和尺度：空間的經驗是由“內—外”兩重體構成；形式的知覺是由“虛—實”兩重體構成；尺度的評判則由“線—面—體”三重體構成。空間經驗分為三個領域：工作空間(work space)，行動空間(walking space)和視覺空間(visual space)(陳伯沖, 1997)。

隨著各種傳統媒材繪畫、圖像、透視等表現法的發展，一直到 60 年代快速發展的電腦動畫、電影、網際網路等多媒體媒材的非物體物件訊號，形成了人類感官認知上的空間意象，而此空間意象則廣泛的被稱之為『虛擬空間』。「虛擬空間」介在心智空間與實體空間中，同時具有心智空間的無限想像能力與實體空間身在其中的感官能力，這些來自非物質世界如影像、數位訊號、電腦模型等等的三維或四維呈現，皆能夠經由人的視覺、聽覺、觸覺等在腦中產生等同於實體空間物件之三維相對關係、屬性、動作的概念。由此得知，虛擬空間的認知過程，類似於人在實體空間中的經驗，這些經驗可以激發出當人在真實世界時遭遇相關情境實的知識及心理反應(Roudavski, 2003)，人類新的空間概念因而形成。「虛擬空間」取決於所建構媒材之形式、所呈現的訊息內容、以及使用者參與其中的互動程度，是一種概念的空間。虛擬空間並非由單一的同性質空間所組成，而是由多種不同形式的數位科技、數位傳播等相互結合所組成，運用不同的科技技術或是不同的數位媒材與不同的參與者互動方式，而產生多種不同的空間呈現形式。虛擬空間的設計不盡然需要去模擬模仿任何真實(Reality)，而是要能夠提供讓空間使用者擁有一個綜合性質的空間經驗，而這種經驗必須是可以獨立於真實世界，一種超真實(hyper reality)的經驗(Bridges and Charitos, 1997)。虛擬空間只有當透過某種方式傳達，進而導致空間使用者的直接經驗時，才能夠以「空間」或「場所」的形式存在於人的心智當中，而不同的人其腦海中建構的虛擬空間或場所的心智圖像(mental image)也會有所不同(Roudavski, 2003)。虛擬實境媒材的本質，虛擬實境中的使用者通常須透過許多線索(cue)或象徵(symbol)與環境進行互動的形式；虛擬實境不同於其他媒材之處在

於能讓參與者於環境中自我再現(representation of self)的特性，加上虛擬實境能夠讓身處其中的人不受時間與空間的限制，使其兼具接收訊息與提供訊息者之身分(Sherman and Craig, 1995)。人類在數位資訊化電腦等新科技發明中超越了實體空間的限制，打破原先所認知的舊空間觀念，這類由電腦數位化與虛擬化而形成的新空間，有許多不同的名詞如人造世界(artificial world)、虛擬世界(virtual world)或數位世界(digital world)、虛擬環境(virtual environment)或數位環境(digital environment)等(Dodge and Kitckin, 1999)。

## 2.2 視覺模擬

### 2.2.1 從傳統設計媒材到電腦輔助設計的視覺呈現

1963 年，電腦繪圖(computer graphics, CG)的開始應用於建築設計，成為建築中第一代電腦輔助繪圖(Computer-aided drafting, CAD)。以蘋果電腦做設計而聞名的繪圖程式設計師 April Greiman 曾說過：「The computer is nothing more a pencil.」她認為，電腦和鉛筆一樣，只是一項工具(tool)。當電腦程式設計師在設計電腦功能的時候，只會思考到工具性功能。1990 年起，電腦在數位影像處理與合成技術日漸成熟，加上電腦模擬與動畫能力也發展健全，電腦不再只是「工具」，成為思考與呈現設計意念與施作方式的「媒材」(media)，電腦不只是工具，是材料(material)，也是具有傳播以及散佈(distribution)資訊的功能(Maeda, 2007)。因此電腦媒材化設計(computer-mediated design)被稱之為電腦設計(design with computer) (Liu, 2001)。

在全球互動設計跟人機介面領域裡，最重要的一個研究機構，就是美國矽谷的全錄帕克(Xerox PARC)實驗室。這個實驗室做出了世界上第一台個人電腦(Personal Computer)雛形，發明且設計出所謂的「桌面」(desktop)的使用「隱喻」(metaphor)。1960 年代設計自動化之理想興起，但僅止於探索電腦化之可能性，透過平面電腦螢幕的發展，多數的輸入工具也都是以針對 2D 媒材為主(如滑鼠、鍵盤、手寫版...等等)。倒是由於數位板的發明，而逐漸研究人與機器(電腦)之關係。1970 年代，資料庫之發展背大量運用於建築上，資料庫模式中之階層式、關聯式到最近的物件導向式等也先後被應用在建築結構、材料計算、能源計算等(Mitchell, 1977)，但這些發展對於輔助設計之看法仍停留在工具化的階段。1980 年代，電腦圖學與視覺模擬技術有了長足的進步，透過數位媒材的應用，呈現傳統媒材無法做到的效果，如即時的光影、沉浸式的空間體驗以及動態的內容展示等。回顧電腦輔助設計之發展，有幾個關鍵的外在因素：個人電腦的發明、電腦圖學的發展、人工智慧與認知心理學的研究開啓、網際網路的發明與多媒體的技術等。21 世紀的今日，電腦幾乎提供所有過去傳統媒材的功能，且將這些媒材變得十分容易操作，發展了許多前所未有的設計媒材，如人機互動、虛擬實境、自由形體技術、網際網路等等。

米契爾教授對於電腦輔助建築設計在新世紀發展之可能性做了八項預測，包括：1.使用設計導向之幾何模型建構工具；2.更真實與可靠的模擬；3.更豐富的即時反應回饋；4.易於資料結構之維護；5.自動地設計評估；6.知識根基的組成；7.多樣性的電腦輔助設計網路；8.平行處理方式(Mitchell, 1992)。

(邱茂林, 2003)提出以電腦生成建築空間的概念，著重於建築設計或空間該如何與資訊互動，以及應用數位技術生成建築空間。由於個人電腦之普遍化，可將電腦視為一個電子化工具，猶如電子計算機一般。在建築諸多相關領域都可能需運用電腦作計算、分析、模擬、表現等操作。

## 2.2.2 虛擬實境的視覺呈現

### 2.2.2.1 虛擬實境的定義與發展

90年代中期開始發展的「虛擬實境」(virtual reality)系統，將資料建入電腦模型之中，由人們自由的在空間中感受自己想要的部分，更能縮短想像與真實間的差距(Liu, 1996)。由電腦等新媒材所建構產生的模擬空間，也就是呈現於螢幕或是虛擬實境之中的虛擬空間(Iovine, 1995;Kalawsky, 1993;Mitchell, 1995)，模擬真實世界裡的空間場景如數位化的城市建築，或是重現歷史已消失的景觀如唐代長安古城，如圖四，或憑空想像創造的虛幻意象如科幻電影場景等。



圖四 虛擬長安-盛唐長安藝術、建築、城市的再現(Liu, 2003)

虛擬實境是一種經由人的視覺所感知到的三度空間環境，影像的呈現由 2D 圖像轉化到 3D 的立

體圖像，提供了互動性、沉浸性與多重感官的呈現，利用其所具有的特點、構成的要素以及與參與者間的互動行為，提供參與者真實的沉浸感和擬真的感受。虛擬實境既以模擬人類的五官為目的，人類對外界之資訊以視覺與聽覺為主，因此虛擬實境初期以視覺化與多媒體介面為主。虛擬實境(Virtual reality)，完全建構在電腦環境中之虛擬世界。虛擬實境以資料形式可區分為幾何體式(geometry-based)及影像式(image-based)二種：

#### 1. 幾何體式(geometry-based)

直接將 3D 幾何形體直接轉換成虛擬實境格式，以利互動觀看或指定屬性，VR 物件保留原物件大部分量體特徵且可用滑鼠控制作 360 度立體轉向。觀看者可以步行(walk-through)或飛行(fly-through)方式穿越其中。

#### 2. 影像式(image-based)

基本上它屬於一種相片品質的虛擬環境：利用影像處理的後製作方法，將所拍攝的圖像藉由瀏覽程式呈現於電腦上，也有 3D 軟體在建構完成實體模型後直接輸出環景影像格式。影像式虛擬實境格式製作又可分為環景及物件兩種：

##### 2.1 環景(panorama)

環景就是從一個定位點去看週遭環境，可由定位點縮放視覺比例。

##### 2.2 物件

允許觀看者從各個不同的角度翻轉觀看物件。物件的製作始於將圖檔依行、列排序，物件建構後運用滑鼠操作相對位置便可呈現對應影像，以模擬看到物件不同角度的立體效果。



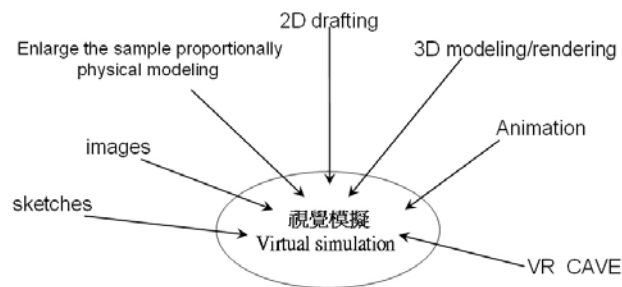
英國學者 Jelena Petric 與 Tom Maver(2001)曾嘗試定義虛擬實境相關名詞，包括：1. 真實的(real)，非想像的、確認其存在、事實上發生的；2. 虛擬的(virtual)，相對而言，可以不因實質而存在，而以精華或效力形式存在，想像力的產物；3. 虛擬實境(virtual reality)，曾經存在、目前存在，或未來將存在於真實建築造型或功能之電子模擬(electronic simulation)；4. real virtuality，從來不存在之環境(無論是否為建築)之電子證實。對於抽象事物(即將實現或永不實現之空間構想)之視覺實證(visual verification)及互動之能力，是系統發展者或使用者對其功能發展之期望。

過去有關於虛擬實境的研究成果大致可分為系統實作(implementation level)、設計呈現(representation level)、介面(interface level)三個層次(Maher, 1999)。



### 2.2.2.2 虛擬實境媒材的視覺呈現形式

從視覺呈現的媒介來看可分為：以草稿、圖片、等比例縮小實體模型、進而以電腦螢幕為基礎的 2D 圖片、3D 模型、算圖圖片、電腦動畫、電玩遊戲、虛擬實境等，如圖五；另外則是由早期頭盔式虛擬顯示器漸漸演變而來的空間沉浸式(spatial immersive display, SID)，沉浸式虛擬實境利用視差原理，藉由頭戴式顯像器(head-mounted display, HMD)給予觀看者立體景深錯覺，進而得到置身其境之感。



圖五 虛擬實境媒材的視覺呈現形式

包覆型自動虛擬環境(cave automatic virtual environment, CAVE)是一種由多部電腦構成的數位環境，最早是 1993 年建置在伊利諾大學(University of Illinois)(Cruz, 1993)。CAVE 的沉浸式空間經驗則將多部的投影器與音效同步化，讓原本多是平面的數位媒材轉變為立體的內容呈現，透過 CAVE，將影像投影至三到六面牆，形成一個包覆式的空間，使用者必須佩帶立體眼鏡，用控制器來進行操作，此種空間沉浸式的虛擬實境可以達到很高的沉浸感，讓人產生身歷其境的感受，特別是六面投影的完全沉浸式，影像從上下前後左右完全的包覆瀏覽者，所能引發的存在感最為強烈，使用者可以獲得接近真實空間感官經驗。如交通大學建築所應用在重現消失的古城長安，將其人文、藝術、與城市，經過嚴謹的推論考察後，透過 CAVE 展示出來(Liu, 2003)。之後出現了多種不同的 CAVE 系統，但架構上基本都是由多部電腦進行運算並將運算後的視覺輸出至複數的平面顯示牆上。CAVE 提供使用者沉浸式的、擬真的、具有空間感的導覽體驗。CAVE 的視覺輸出會成像在大型的牆面尺寸螢幕上，利用佔滿人類視覺感知區域的方式，人的視覺不會受到外框或是邊界影響，讓參與者產生有如身歷其中的空間感覺。不過，參與者無法在 CAVE 環境中進行較為直覺的互動，對於如何在沉浸式環境中進行互動的研究尚未有進一步的突破(Cruz, 2003)。

### 2.2.2.3 虛擬實境與存在感

在虛擬實境研究的領域裡，最常被人探討的就是參與者在虛擬實境中的「存在感」(sense of presence)(McKinnon and North, 2004)。根據 ISPR(International Society for Presence Research, 2005)對於「存在感」的定義，認為存在感是一種心理的狀態，或是某人部分或全部的主觀感知(subjective perception)透過人造技術產生或過濾的一種經驗，並且在這經驗裡他或她的部分或全部的感知對於精確地承認人造技術所扮演的角色是沒作用的。在虛擬實境裡，存在感也許可以藉由逼真的經驗(如豐富的感覺)以及互動的程度或者是使用者在虛擬世界裡能操作物件與四處走動的程度來產生(Steuer, 1992; Witmer and Singer, 1998)。存在為一種具體化的認知，存在感的形成是由心理的呈現而來，當使用者的身體動作跟虛擬環境中的動作可能一樣時，則會感受到存在感(Schubert, Friedmann and Regenbrecht, 1999)。使用者若能在虛擬實境裡有越多控制或互動行為，則能體驗到越多的存在感(Stanney et al, 1997; Witmer and Singer, 1998)。這控制或是互動行為若是以身體或身體一部分來作為與虛擬環境互動時，則越能提高使用者的存在感(Schubert, Friedmann, 1998)。使用者透過與虛擬環境發生容易、且直接的互動行為時，將有助於提高存在感的提升(Stanney et al, 1997; Witmer and Singer, 1998)。

「存在感」是依靠某人的注意力從實體空間中轉移到虛擬實境裡，但並不是完全的取代實體空間裡的注意力。「存在感」或許可以描述成需要直接的注意力與根據使用者知覺的刺激和環境因素間的互動的一種正常察覺(awareness)的現象(Witmer and Singer, 1998)。人類在實體空間裡會體驗到多樣化程度的存在感，而這是一種典型的「注意力」分離，分離在實際的世界與精神世界(Witmer and Singer, 1998)。該如何明確的讓使用者把注意力集中在虛擬實境上，絕大部分還是藉由他們能融入虛擬實境有多深，以及有多少主觀的存在感能被體驗與回報(Witmer and Singer, 1998)。因此，虛擬實境中會影響使用者存在感的因素有使用者若能與虛擬環境自然的互動(Stanney et al, 1997)，並且這互動能越接近真實世界或模仿真實世界的經驗，將能有效的提高使用者的存在感(Witmer and Singer, 1998)。

(Stanney et al, 1997)等人的研究裡提出，在虛擬實境中會影響使用者的存在感的因素有：

- A. 互動容易(ease of interaction)：設計一個容易互動的虛擬環境是最能預測存在感的存在；並且建議這互動如果能很流暢且精確的互動，則能增進使用者的存在感。
- B. 使用者可控制項目(user-initiated control)：使用者在虛擬實境裡擁有越多的控制則感受到的存在感會越深；而這控制因素是受到系統是否能夠立即回應以及適當的使用者初始的行為與控制模式自不自然所影響。並建議使用者在虛擬實境裡一開始就被賦予高度的互動行為，則存在感將會增加許多。
- C. 圖像的真實性(pictorial realism)：虛擬實境裡最能表現明顯的「深度感」的地方是最容易產生存在感的。

D. 沉浸時間的長短(length of exposure)：這裡的「沉浸」是指在使用者待在虛擬環境裡面，延長待在虛擬實境裡的時間可以增加使用者的存在感。

E. 社會的因素(social factors)：在虛擬實境裡，存在感或許會藉由其他個體的存在和其他個體與使用者互動的程度來增加。

F. 系統因素(system factors)：對於無經驗的使用者來說，發現投影式(screen based projections)的虛擬實境，比頭戴式顯示器(HMDs)或螢幕式(monitors)的虛擬實境提供更大的存在感。

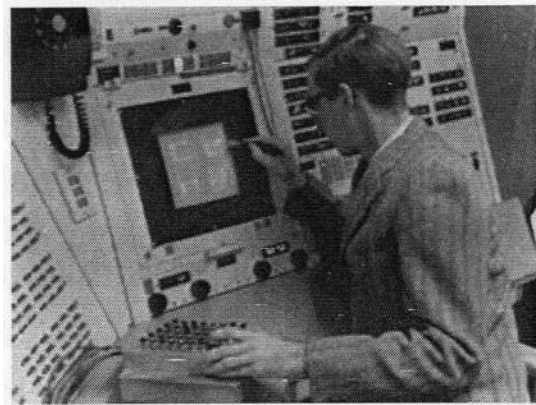
影響存在感的兩個重要因素為：投入(involvement)及沉浸(immersion)，兩者對於存在的經驗都是必要的，但兩者中若有其中之一便能讓使用者感受到存在感。投入指的是一種心理學的體驗狀態，當一個人的精神專注把注意力放在一連續的刺激上或有意義的活動與事件上，因此，當使用者把注意力集中在虛擬環境的刺激時，便能更加的投入在虛擬環境的體驗增加存在感(Stanney et al, 1997)。投入的多少將取決於使用者受到多少的活動與事件的吸引且能持續的讓人注意(Witmer and Singer, 1998)。沉浸是一種心理狀態經由個人感知被圍繞、包含其中和空間互動，其持續地提供刺激與體驗。影響沉浸的因素包含了由實體空間的隔離、感知個人身處其中的虛擬空間、互動與控制，經由自然的方式和自身行動的感知(Witmer and Singer, 1998)。在虛擬實境裡，若使用者在虛擬空間裡想要移動時，而虛擬實境也將能依其使用者所想的移動，此時，存在感便會浮現出來(Schubert, Friedmann, Regenbrecht, 1999)。這控制或是互動行為若是以身體或身體一部分來作為與虛擬空間互動時，則越能提高使用者的存在感(Schubert & Friedmann, 1998)。當使用者自然地、直覺地與虛擬空間進行互動，便能有沉浸和投入在此環境的效果，感覺置身在一個模擬的空間中移動或是直接地與空間中的實體互動，將會增加使用者的存在感(Witmer and Singer, 1998)。更可藉由讓使用者利用身體的直覺動作輸入介面來瀏覽環境進而產生沉浸和投入的效果(Stanney et al, 1997)，互動介面提供使用者直覺式的刺激與回饋，提升使用者在虛擬環境中的存在感。在虛擬環境中視覺是最主要獲得資訊的方式，但仍有許多可能性來提高使用者的存在感，以達到更好的經驗效果。所有的應用都企圖去產生更大的存在感，因為存在的經驗能使結果或是模擬的應用更加的自然、沉浸、直接和更真實，不但更有效而且是有興趣的(Nunez and Blake, 2001)。

## 2.3 人機介面互動形式

### 2.3.1 人機互動發展的過程概述

所謂人機互動(human-computer interaction/interface)指的就是人類與電腦等機器之間的互動關係，最常見的人機互動關係為：人類對電腦下達指令，電腦根據這些指令進行運算後，將結果以人類感官的形式(如視覺、聽覺等等)將運算的結果回饋給人類。60年代早期，Ivan Sutherland 在同一個實驗室從事定名為 Sketchpad 的研究計畫(Sutherland, 1965)，如圖六。該計畫將空間資訊透過互動

形式來進行電腦繪圖的工作，開始了電腦繪圖互動式應用的起端。空間資訊化，以點、線、面的數字資料記錄儲存，轉化電腦繪圖的資訊空間。互動性的突破發展，搭配著 Douglas Engelbart 創造 Tool Kit 的觀念，提出 On line system(NLS)，首次出現滑鼠，視訊會議等，人機互動的起始點(Engelbart, 1962)。



圖六 Sketchpad 的研究計畫(Sutherland, 1965)

人類與電腦間的互動歷史可以回溯到世界上的第一部電腦的產生開始，一般都認為第一部電腦是在 1946 年開發出來的 ENIAC。隨著電腦的發展，電腦與人之間的互動形式也逐漸地改變。Nielson(1993)將人類與電腦間的互動形式整理後分為五個時期(1946-1993)：

#### 1. 批次處理系統(batching)

在電腦發明的初期，電腦是昂貴的貴重物，多隸屬於大學或是研究單位，並由多人分享。要使用電腦的人必須將程式寫在卡片上，送進電腦的工作排程中，過幾天後才會得到程式執行或是計算結果。由於電腦的反應實在太慢，跟人類間的互動並非即時的，因此，從目前的觀點甚至不認為當時的電腦能稱得上能跟人類互動。

#### 2. 條列式命令系統(line-oriented systems)

隨著電腦處理速度的增加，接下來的電腦已經可以接受人類以鍵盤輸入一行指令，並馬上針對該指令作出反應，不論是執行工作或是回應訊息。這個時期的系統包括 MS-DOS 與純文字模式的 UNIX 系統。

#### 3. 全螢幕介面(full-screen interfaces)

全螢幕的介面讓人機互動的方式跳脫了一行一行、一個指令一個動作的互動形式，讓使用者可以用按鍵切換的方式選擇螢幕畫面裡的視覺元件，如表單(form)、選單(menu)等，再用鍵盤輸入訊息，這個時期也由全錄研究中心(Xerox Palo Alto Research Center)所發展出來的許多視覺元件也一直延用至今，成為互動介面的一種標準(Meyes, 1998)。



#### 4. 直接控制(direct manipulation)

幾乎是現今電腦標準配備的滑鼠在 1965 年時由史丹佛實驗室(Strandford Research Laboratory)提出其原型，並在 1981 年首次商業化成為 Xerox 的 UNIX 作業系統 Star System 的一部分，也成為之後 Apple 發表的個人電腦(Lisa, 1982)跟(Macintosh, 1984)的標準配備，現在成為所有電腦的標準互動裝置。滑鼠的發明讓人類得以與電腦進行直接的互動，如點選畫面裡的按鈕、選擇文字、拖放動作(drag' n drop)等，而電腦也提供即時的視覺回饋，讓人機互動的形式就如在再真實世界中操作物件一樣。這樣的互動形式也有了一個常見的代名詞，WIMP(windows, icons, menus, pointing device)。所謂直接操作就是透過取代訊息或移動訊息等直接動作來互動，並且不需要明確的命令修改訊息，如一般的物件移動等。操作方式如在實體環境下一樣，可立即達到互動的功能。其主要的優點在於：(1) 使用者能立即掌握虛擬環境；(2) 學習時間短；(3) 能得到立即的回饋；(4) 發現錯誤並能迅速訂正(Foley, 1987)。

#### 5. 下世代介面(next generation interfaces)

從 1991 年後，許多的研究都開始認為人機的互動形式將走向自然與直覺，讓電腦來適應人類的行為模式，而不是讓人類去學習複雜的操作方式以與電腦進行互動。

1991 年，全錄帕克實驗室的科學家懷瑟 (Mark Weiser) 提出一篇重要的文章「二十一世紀的電腦」(The Computer for 21th Century)。文章中懷瑟直接了當地說明：持續三十多年的個人電腦的互動模式將會成為過去，而他所提倡的「遍佈式運算」(Ubiquitous Computing) 會將之取代。他認為「影響最深刻的科技，是那些最終以『消失』的型態存在的科技。而這些科技慢慢的深化在我們的生活中，一直到變成生活的一部份，進而消失。」。所謂「消失」，其實是因為工具的設計，而讓工具本身完全地整合 (fit-in) 到工作執行的動作裡，讓使用者在互動的過程中，不會感覺到工具的存在。未來的人機互動形式中，人類將不會感受到與機器之間的互動會有所謂的介面存在，稱之為消失的介面(the vanishing interface)，人類將會很自然、直覺地使用電腦(Laurel, 1993)。未來的人機互動將不會再以人與電腦的形式存在，而是隨著科技的進步，運算設備的縮小化以及嵌入式，所謂的電腦將以無所不在的運算裝置形式存在，人類將處於一個遍佈各式各樣運算設備的環境中，互動形式也將有很大的改變(Ishii, 1997)。未來應該要發展針對特定工作的多種小型而易於使用的裝置，而不是一個超大型但難用的超級電腦(Norman, 1998)。在虛擬實境領域中嘗試著要將使用者介面透明化或消失，通常還是必須戴著特別的裝置。

WIMP(windows-indicator-menu-pointer)介面是簡而易懂得的操作方式，但是由於在使用上並不直覺，所以一般來說，當使用者無法使用直覺性行為來表達指令動作時，視窗選單才會被選用作為指令下達方式(Allen, 1990)。隨著人機互動模式的推陳出新，新一代人機互動模式被要求包含虛擬實境(virtual reality)、語音辨識與合成、手寫體與手勢辨識等技術，而整合這些來自不同感知通道的資訊，有賴多通道介面的發展。開發多通道介面的目的在充分利用人類多種感覺和運動通道的互補特性，來達到使用者與電腦相互間的溝通，因而增進人機互動中的自然性。人類的感覺通道包含視覺、聽覺、觸覺、嗅覺和平衡等。目前在操作電腦時，主要的互動是透過眼和手，除了

易導致疲勞、效率不高外，這種限定通道的溝通方式，本身即是互動模式的一種限制。若將聽、說和手、眼等協同動作採用多通道以自然方式進行互動，不但可提升人機互動時的效率，也可增加互動內容。在資訊社會中，通過網路和分散式電腦系統的幫助，人們可以克服空間的區隔和時間上的差異，實現人與人之間的遠距互動和合作。目前人機互動系統中，人被稱為使用者，與機器進行溝通時，沒有主動控制系統反應的能力。而在未來系統中，人才是主動的參與者，電腦將對人的各種動作做出反應。人機介面的趨勢，終將從電腦為中心轉變為以人為中心，人機介面是一個跨領域的學科，也是電腦相關領域中較為新興的學科之一。它是電腦科學和認知工程（cognitive engineering）兩大學門互相結合的產物；人機介面亦涉及當前許多熱門的電腦技術，如人工智慧、自然語言處理、多媒體系統等，同時也包含人因工程、語言學、社會學等研究成果的運用。

### 2.3.2 人機互動的呈現形式

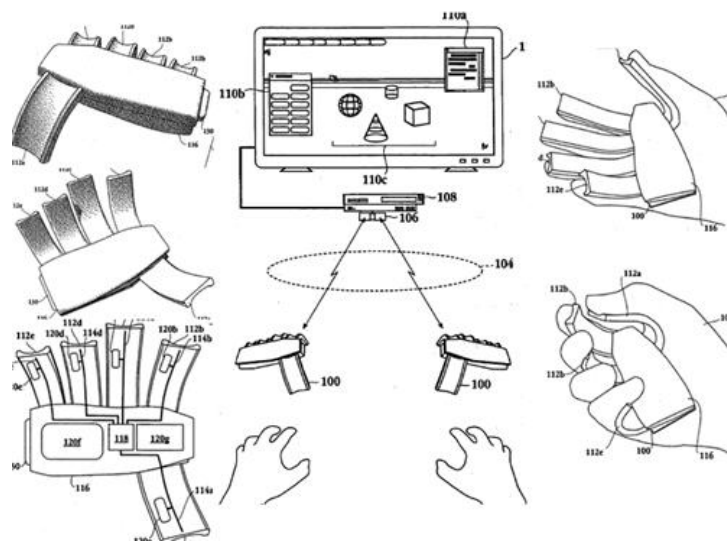
使用者與介面的互動模式上，主要包含兩個因素。一是如何將使用者所提供的訊息傳送到電腦及如何將電腦的訊息呈現給使用者。另一則是使用者介面透過介面設計的暗示或隱喻，而能整合使用者的互動和訊息表現，進而達到互動的機能。

在電腦或遊戲的輸入裝置上，從鍵盤滑鼠的操控到利用雙手來進行互動外，更有利用身體或身體的一部份來操控互動裝置，利用這樣的方式當作輸入裝置的控制稱為身體輸入裝置(bodily input device)，除了利用視覺來感受虛擬世界外，更多了其他的感官來加強在虛擬世界中的知覺，進而增進使用者在虛擬環境裡的存在感。如圖七以 Wii Fit 以身體輸入作為互動裝置的介面，利用身體或身體的一部分當作輸入裝置的控制器稱之為『身體輸入裝置』(bodily input device)，延續活動，空間與抽象化的事件，透過一個裝置，建立起空間和身體運動之間的互動關係，創造出具有虛實互動的空間體驗。隨著電腦角色越來越重要，科學家也加強努力讓操作電腦方式越來越簡單、自然，現在的科技已經發展到語音控制、眼球控制、甚至腦波控制電腦，其中語音控制與眼球控制電腦相關技術較為成熟。



圖七 Wii Fit 以身體輸入為互動裝置的介面

從電腦普遍運算的角度切入，人機互動的介面(human-computer interaction/interface, HCI)以各種資訊可感知的互動形式(如視覺、聽覺、觸覺等)融合在電腦生成的虛擬環境中，如圖八。參與者能夠以人的感知系統、認知系統以及經驗和知識對虛擬環境進行體驗；虛擬空間能夠理解參與者的行為(如語音、表情、手勢或身體輸入等)，實現與人與電腦之間的互動。隨著電腦應用領域不斷延伸、軟體系統功能越趨複雜，人與電腦之間的互動模式也越加多樣化。在資訊數位化趨勢引導下，人機互動模式不斷更新，人機互動介面的虛實結合，語音辨識與合成、手寫體與手勢辨識、虛擬實境等技術，已成為人與電腦互動的通道，將使用者或參與者帶入環繞性空間。



圖八 以各種資訊可感知的互動形式 sony PS3, 2008

人類對本身各種尺寸結構及生理限制，有相當的了解並能應用在設計中，然而令人驚訝的是，人類對自身的心智能力及認知限制等的了解卻較為缺乏。人機介面與互動應朝著滿足參與者要求一種自然、不須思考轉化的感觸式人機介面輸出入工具發展。由於人機介面在與使用者的交互作用中涉及了大量的資訊處理，因此人類對於相關資訊的處理能力、記憶與學習能力對於人機介面之設計而言，多視為負面考量因素。由於每個人對於資訊處理、記憶與學習的能力皆不相同，為降低這負面因素的干擾，應盡量減少人類在資訊處理、記憶與學習上之負擔。

當邁入 21 世紀數位時代，處在於一個充滿數位資訊與無線通訊的城市，一個對空間、時間與材質重新認知的替換時期，資訊數位化時代正逐步地改變人類的生活方式以及對於空間的重新認知，將資訊科技導入建築空間中，使數位資訊轉化為未來建築設計的元件。因應數位資訊化的趨勢，透過嵌入在空間中的程式化運算裝置，與人自然、直覺地的互動，進行電腦遍佈運算。當電腦與週遭環境互相結合，嵌入到生活中的每一個層面時，包括嵌入電腦的觸控桌面、電子牆、觸空地板、以及各種無線感應裝置，使用者將很自然的在空間中與傢俱、牆面、地板等實體介面直接做資訊處理與互動運算。



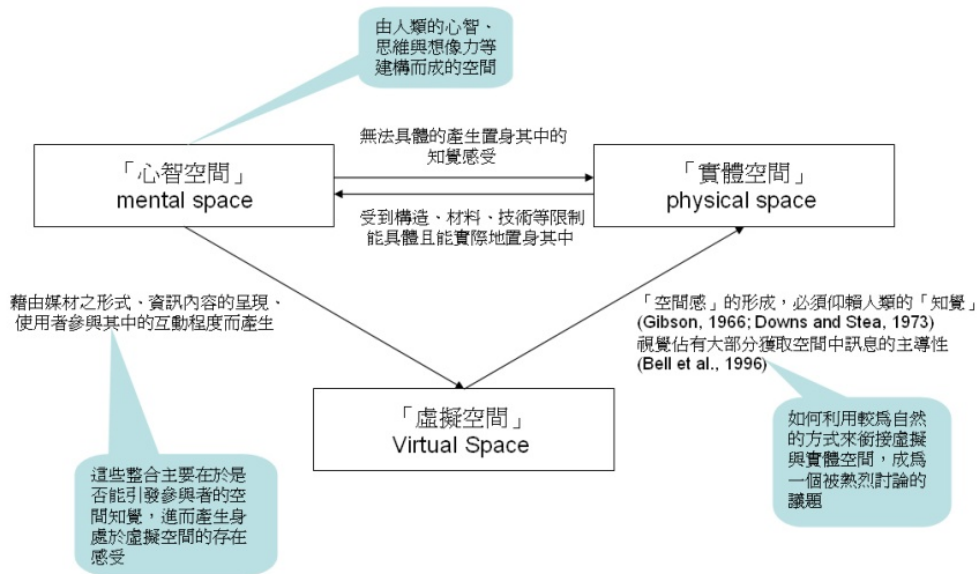


## 第3章 創作內容

### 3.1 設計理念

#### 3.1.1 設計理念之形成

「心智空間」(mental space)是由人類的心智、思維與想像力等建構而成的空間。「心智空間」無法具體的產生「置身其中」的知覺感受，對照於心智空間的「實體空間」(physical space)因為受到構造、材料、技術等限制則具體明確而又能實際地置身其中。「心智空間」藉由媒材之形式、資訊內容的呈現、以及使用者參與其中的互動程度，因而產生「虛擬空間」，是一種虛體的概念空間以具體形象化的空間呈現；由電腦等數位新媒材所建構產生的「模擬空間」，也就是呈現在螢幕或是虛擬實境之中的虛擬空間(Kalawsky, 1993;Iovine, 1995; Mitchell, 1995)。「虛擬空間」是由多種不同形式的數位科技、數位資訊等相互整合所構成的空間，運用不同的科技技術或是不同的數位媒材與不同的參與者互動方式，而產生多種不同形式的空間呈現，而這些整合主要在於是否能引發參與者的空間知覺，進而產生身處於虛擬空間的存在感受。若在虛擬空間中增加互動的介面，讓參與者能自然地、直覺地與虛擬空間進行互動，更可產生沉浸和投入的效果(Stanney, 1997,Witmer and Singer, 1998)。此外，人機互動的形式更趨向自然與直覺，讓電腦適應人類的行為模式，而不是讓人類為與電腦進行互動而學習複雜的操作方式。如圖九所示。



圖九 設計理念之形成

設計理念的形，由心智空間概念的引發，數位資訊化時代下而產生的虛實共構空間，因多元化的數位媒材整合，人類對於原先所認知的舊空間觀念有了全新的互動行爲、參與方式與對空間的重新認知。在這樣的條件與改變之下，利用較爲自然、直覺的方式來銜接虛擬與實體共構的空間，模擬人類的視覺知覺與空間中自然、直覺的互動經驗，設計因而形成。人類在數位資訊化等新科技發明中超越了實體空間的限制，讓使用者以自然、直覺的方式瀏覽、吸收、擷取、呈現數位資訊的空間，未來的空間設計將不只是在光線中玩量體的組合，也是一種在空間中玩數位資訊媒體的遊戲(Mitchell, 1995)。

### 3.1.2 設計理念之架構

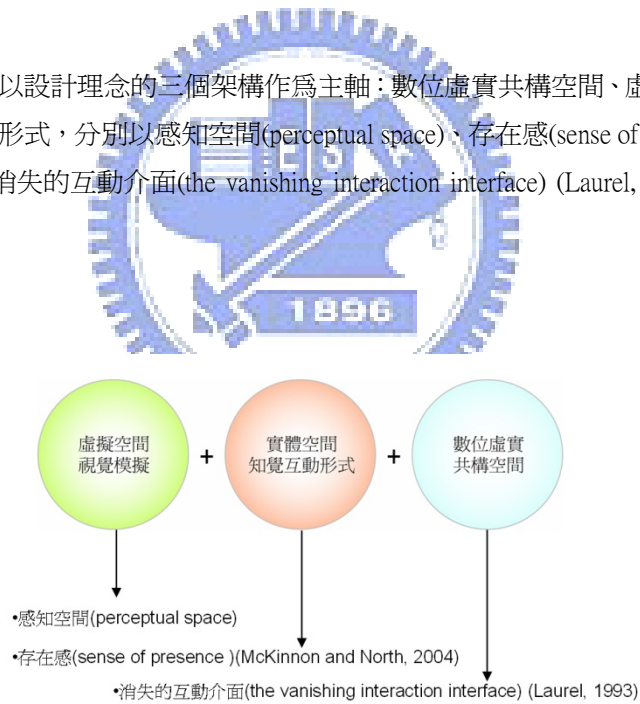
在數位資訊化時代的條件下，透過多樣化數位媒材的整合與應用，因而發生了不同於舊空間觀念的全新與差異化互動行爲、參與方式與對空間的重新認知。設計中以 2008 年「澳底大地建築國際計畫」Next-Gen, Aleppo Zone 的狂草住屋(Calligraphic House)爲虛實共構的空間，旨在於表現以數位化設計的虛擬空間進而形成建築實體空間的意涵；而下世代介面設計則是表現實體空間中參與者與虛擬空間知覺的互動形式，並以一種消失的介面進行感知互動。下世代介面設計理念形成之後，虛擬到實體，實體又回到虛擬，以一種自然的方式來銜接虛實共構的空間，企圖表現人在空間中直覺感知的互動形式以及虛擬空間中視覺回饋的模擬，以自然、直覺地形式融入空間中。設計架構：以數位虛實共構空間、虛擬空間的視覺模擬、與實體空間知覺互動的形式爲主要架構，如圖十。



圖十 設計理念之架構圖

### 3.2 設計理論基礎

設計的理论基礎主要以設計理念的三個架構作為主軸：數位虛實共構空間、虛擬空間視覺模擬以及實體空間知覺互動形式，分別以感知空間(perceptual space)、存在感(sense of presence)(McKinnon and North, 2004)以及消失的互動介面(the vanishing interaction interface)(Laurel, 1993)作為理論基礎的重點，如圖十一。



圖十一 設計理念之架構圖

#### 3.2.1 感知空間(perceptual space)

「空間感」(sense of space) 的形成，仰賴具有生命特質的「知覺」(Gibson, 1966; Downs and Stea,

1973)。“知覺 (perception)” 這個詞在心理學文獻中，通常指“事物如何被看見” 這個視覺感受上的意義。空間知覺，是一種建構(construct)，這種建構基於所期望的、已知的以及體驗的事物。而空間知覺的產生則是透過空間中的物件之間彼此的相互關係，即是空間觀念的關聯，物件之間因此會產生四個基本的知覺現象：位置(location)、距離(distance)、方向(direction)以及向量(velocity)。人類與生具備了對空間的認知能力，那是一種了解與操控空間的心智能力。面對週遭空間與環境時，大部分感知的線索都是經由視覺形式來獲取空間中的訊息，當然其它感官如聽覺、嗅覺等也隨著接收各類訊息之統合扮演其重要角色。為了擷取空間知覺，大量的知覺線索線索(cue)必須被人們所使用，而任何空間之中的尺度、深度、或距離都可以被視為空間中能夠被感知的線索(Huang, 2005)。

人在建築空間中的生活感受，必有空間的“邊界”，或稱“界面”及其性質(質地、色彩等)的合作、參與。由於資訊數位化趨勢下，「虛擬空間」是由多種不同形式的數位科技、數位資訊等相互整合所構成的空間，運用不同的科技技術或是不同的數位媒材與不同的參與者互動方式，而產生多種不同形式的空間呈現，而這些整合主要在於是否能引發參與者的空間知覺，進而產生身處於虛擬空間的存在感受。

### 3.2.2 存在感(sense of presence)



在虛擬實境研究的領域裡，最常被人探討的現象就是參與者在虛擬實境中的「存在感」。根據 ISPR(International Society for Presence Research, 2005)對於「存在感」的定義，認為存在感是一種心理的狀態，或是某人部分或全部的主觀感知(subjective perception)透過人造技術產生或過濾的一種經驗。在虛擬實境裡，存在為一種具體化的認知，存在感的形成是由心理的呈現而來，當使用者的身體動作跟虛擬空間中的動作可能一樣時，則會感受到存在感(Schubert, Friedmann and Regenbrecht, 1999)。Stanney 等人在 1997 年的研究裡提出，在虛擬實境中會影響參與者的存在感的因素有：

- A. 互動容易(ease of interaction)：設計一個容易互動的虛擬空間是最能預測存在感的存在；並且建議這互動如果能很流暢且精確的互動，則能增進使用者的存在感。
- B. 使用者可控制項目(user-initiated control)：使用者在虛擬實境裡擁有越多的控制則感受到的存在感會越深；而這控制因素是受到系統是否能夠立即回應以及適當的使用者初始的行為與控制模式自不自然所影響。並建議使用者在虛擬實境裡一開始就被賦予高度的互動行為，則存在感將會增加許多。
- C. 圖像的真實性(pictorial realism)：虛擬實境裡最能表現明顯的「深度感」的地方是最容易產生存在感的。

- D. 沉浸時間的長短(length of exposure)：這裡的「沉浸」是指在使用者待在虛擬空間裡面，延長待在虛擬實境裡的時間可以增加使用者的存在感。
- E. 社會的因素(social factors)：在虛擬實境裡，存在感或許會藉由其他個體的存在和其他個體與使用者互動的程度來增加。
- F. 系統因素(system factors)：對於無經驗的使用者來說，發現投影式(screen based projections)的虛擬實境，比頭戴式顯示器(HMDs)或螢幕式(monitors)的虛擬實境提供更大的存在感。

在創作設計中四個知覺現象分別加入 Stanney 等人所提出影響參與者的存在感的因素，並且表現其中影響存在感的兩個重要因素：投入(involvement)及沉浸(immersion)。投入指的是一種心理學的體驗狀態，當一個人的精神專注把注意力放在連續的刺激上或有意義的活動與事件上，因此，當參與者把注意力集中在虛擬空間視覺的刺激與回饋時，更能投入在虛擬空間的體驗增加存在感。其投入的程度取決於參與者受到多少的活動與事件的吸引，且持續的引人注意。沉浸是一種心理狀態經由個人感知被圍繞、投入和空間互動，其持續地提供刺激與體驗。影響沉浸的因素包含了由實體空間的隔離、感知個人身處其中的虛擬空間、互動與控制，經由自然的方式和自身行動的感知(Witmer and Singer, 1998)。

在虛擬空間中視覺是最主要獲得資訊的方式，但仍有許多可能性來提高使用者的存在感，以達到更好的經驗效果。所有的應用都企圖去產生更大的存在感，存在的經驗能使結果或是模擬的應用更加的自然、沉浸、直接和更真實，更有效果而且是有趣的內容。



### 3.2.3 消失的互動介面(the vanishing interaction interface)

1991 年，全錄帕克實驗室的科學家懷瑟提出一篇重要的文章「二十一世紀的電腦」(The Computer for 21th Century)，直接了當地說明：持續三十多年的個人電腦的互動模式將會成為過去，而他所提倡的「遍佈式運算」(Ubiquitous Computing) 會將之取代。他認為「影響最深刻的科技，是那些最終以『消失』的型態存在的科技。而這些科技慢慢的深化在我們的生活中，一直到變成生活的一部份，進而消失。」。人機的互動形式將走向自然與直覺，讓電腦來適應人類的行為模式，而不是讓人類去學習複雜的操作方式以與電腦進行互動。未來的人機互動形式中，人類將不會感受到與機器介面之間的操控互動，稱之為消失的介面(the vanishing interface)，人類將會很自然、直覺地使用電腦(Laurel, 1993)。未來的人機互動將不會再以人與電腦的形式存在，而是隨著科技的進步，運算設備的縮小化以及嵌入式，所謂的電腦將以無所不在的運算裝置形式存在，人類將處於一個遍佈各式各樣運算設備的環境中，互動形式也將有很大的改變(Ishii, 1997)。

Tangible user interface, TUI 的概念創始人是 MIT 的一位日本教授石井裕(Hiroshi Ishii)，提出 Tangible



Bits(實體位元)的概念。第一個關於 Tangible interaction 的研究開始於 1995 年的 Tangible Bits，以 Tangible user interface 的定義來說，以往經由滑鼠、鍵盤等等的控制裝置(input device)來操控電腦裡的數位資訊，數位資訊的型態是虛擬的。而 Ishii 將虛擬概念的加入將使得傳統的實體形式進化成數位媒體，將數位化資訊項目靈魂般注入實體上，讓使用者經由操作實際物體而影響數位資訊媒體的變化；而這些實體化的數位媒體稱做實體媒介 (Tangible Media)。這種介面是原子所構成的實質環境和位元所構成的虛擬環境的介面。實體媒介將會基於人最自然的互動行為，整合虛擬概念及數位科技，作為更直接的人機互動介面(ishii, 1995)。

1999 年，計算機協會(ACM)舉辦的世界最頂級電腦圖學會議(SIGGRAPH)，「Tangible Media」發表的「音樂瓶」(Music Bottle)，瓶子是 Ishii 教授設計給在日本的母親使用。當她打開瓶子的瓶蓋，瓶子會根據在美國波士頓當地的天氣的不同，而播放不同的音樂，進而藉由音樂就可得知波士頓當時的天氣。同樣地，ishii 教授在美國打開瓶蓋，可以得知他的母親在日本的天氣如何(ishii, 1999)。從「音樂瓶」的例子中可以想像，這樣的工具可以很輕易地「消失」在我們的意識當中，達到懷瑟所謂「以『消失』的狀態，存在於生活當中」的科技。

### 3.3 設計形式與技法

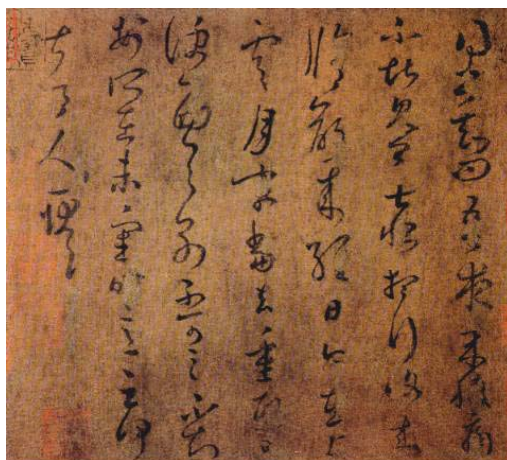


#### 3.3.1 設計形式

##### 3.3.1.1 虛實共構的空間表現

建築以中國書法的意境呈現，中國書法之所以是一種藝術，是因為文字是書寫的純粹形式—線條、濃淡、潤枯等等(如書論中的“屋漏痕”、“錐畫沙”等，如圖十二王羲之上虞帖)。中國書法的線條含有氣韻生動四大美，在動中取靜，靜中取動之運用如線條，線條應用的最高境界(林崇宏, 1999)。這樣的形式使得書寫成爲一種藝術，意境；中國書法的基本形式，乃是由線條所經營構成的。而建築的形式所呈現給人的是它的形象，建築提供的是一個場所、場境，而人的感受則成爲意境。它是一個由象而意的過程，而設計則是由意而象的相反過程；這裡，象即形象、意象；意即意境。對建築的感受進行描述，並不能窮盡建築本身。我國書論中所謂“言有盡意無窮”、“只可意會不可言喻”，書論中有“意到筆不到”，“得意忘形”等，指的就是這一事實，言語的終止之處，正是意境的顯露之時(陳伯沖, 1997)。模擬影片中內容的敘述與象徵，一開始就

是以平面的狂草形式轉化為 3D 數位媒材建構產生的虛擬空間，一個以狂草意境為概念的實體空間。



圖十二 王羲之上虞帖 現存於上海博物館

當參與者進入以狂草形式為概念設計的實體空間，在實體空間中包含了一處以狂草意境表現的虛擬空間。狂草與虛擬空間的表現形式則以中國北宋詞選的內容作為資訊訊息的呈現(context)，選用蘇軾的水調歌頭，如下：

水調歌頭(丙辰中秋，歡飲達旦，大醉，作此篇，兼懷子由)

明月幾時有 把酒問青天  
不知天上宮闕 今夕是何年  
我欲乘風歸去 又恐瓊樓玉宇 高處不勝寒  
起舞弄清影 何似在人間  
轉朱閣 低綺戶 照無眠  
不應有恨 何事長向別時圓  
人有悲歡離合 月有陰晴圓缺 此事古難全  
但願人長久 千里共嬋娟

### 3.3.1.2 參與者與虛擬空間知覺的形式-以視覺作為感知回饋的模擬

參與者進入空間中與狂草視覺進行知覺互動。創作中的知覺設計是依據理論基礎的感知空間

(perceptual space)提出的四個基本的知覺現象，作為視覺設計的概念與架構。週遭空間大部分感知的線索都是經由視覺形式來獲取空間中的訊息。本設計以視覺知覺作為感知空間的主要線索。此階段是數位資料的建構，利用電腦模擬科技的優勢，模擬空間知覺(space perception)的四個基本的知覺現象：連接(connect)、距離(distance)、方向(direction)以及向量(velocity)作為參與者知覺互動形式的基本依據，分別在「虛擬空間」中以位置、遠近、光影方向與深度表現視覺模擬的效果回饋。

第一部份：知覺現象-連接 Connect，根據參與者的介入並感應其位置，以第一人稱為中心的感應範圍進行互動顯現視覺效果模擬的回饋。

第二部分：知覺現象-方向 Direction，以第一人稱的方向互動感應，模擬草書字形中所發散出來的光影，根據參與者的介入感應其字形光影的移動方向視覺效果模擬的回饋。

第三部分：知覺現象-距離 Distance，以第一人稱的遠近距離互動感應，模擬草書字形中遠近距離的凝聚與分散，根據參與者的介入並感應其字形凝聚與分散視覺效果模擬的回饋。

第四部分：知覺現象-深度 Depth，設計在此不作人稱觀點敘述、設計中無加入任何視覺效果模擬的回饋，只是以靜態影子的效果強化視覺的深度。



### 3.3.1.3 參與者在實體空間中經由虛擬空間的視覺模擬回饋與刺激而產生知覺的互動形式

參與者與感知空間的介面互動模式上，主要包含兩個因素。一是如何將參與者所提供的訊息傳送到電腦及如何將電腦的訊息呈現給使用者。另一則是參與者感知空間的介面透過介面設計的暗示或隱喻，而能整合參與者的互動和訊息表現，進而達到互動的機能。當參與者身體在空間中移動時，身體與空間的相對關係是不斷改變的，因此也創造出對空間的不同記憶，如圖十三。這部分則是透過數位建構的資料，進一步利用電腦模擬科技的優勢，模擬參與者在空間知覺的四個基本的知覺現象：連接(connect)、距離(distance)、方向(direction)以及向量(velocity)作為參與者知覺互動形式的基本依據，分別與位置、遠近、光影方向與深度視覺效果模擬的回饋作為參與者直覺互動的關聯性(space is absolutely relative)。

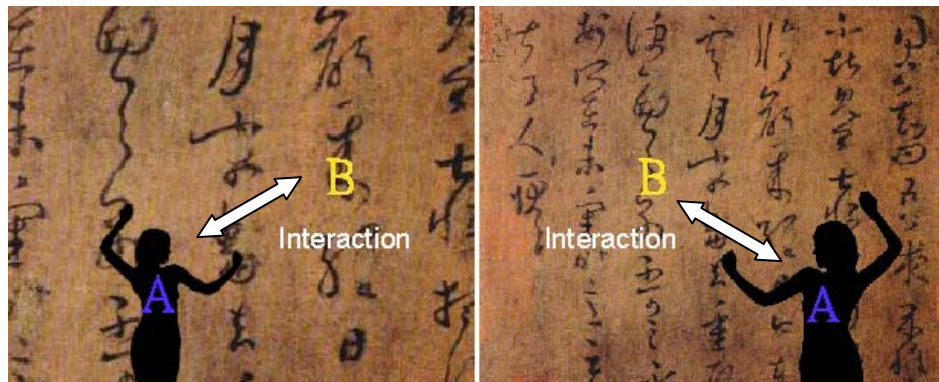
第一部份：知覺現象-連接 Connect，根據視覺模擬的回饋，模擬參與者介入虛擬空間中，感知空間感應參與者的位置，而對應出參與者直覺互動的形式表現。

第二部分：知覺現象-方向 Direction，根據視覺模擬的回饋，模擬參與者介入虛擬空間中，感知空間感應參與者的方向，而對應出參與者直覺互動的形式表現。



第三部分：知覺現象-距離 Distance，根據視覺模擬的回饋，模擬參與者介入虛擬空間中，感知空間感應參與者的距離，而對應出參與者直覺互動的形式表現。

第四部分：知覺現象-深度 Depth，設計在此不作人稱觀點敘述、設計中無加入任何互動形式。



圖十三 參與者身體在空間中移動時，身體與空間的相對關係是不斷改變的，A 點與 B 點知覺互動形式示意

感知的線索經由視覺形式呈現，因此，當參與者把注意力集中在虛擬空間視覺的刺激與回饋時，能增加虛擬空間中「投入」(involvement)的體驗並增加存在感。同時，參與者在虛擬空間中依據視覺的刺激與回饋所發生的一種心理狀態經由個人感知被圍繞、投入和直覺的互動形式更能增加「沉浸」(immersion)的刺激與體驗。本設計中將投入(involvement)及沉浸(immersion)兩者影響存在感作為視覺模擬與直覺互動的重要因素，以一種自然與直覺的形式銜接虛擬與實體空間的資訊呈現。

### 3.3.2 設計技法

#### 3.3.2.1 文字描述與影片分鏡表

(a) 情境—單一參與者在虛擬空間中四個視覺現象的模擬與直覺互動形式的表現

參與者 A 與狂草意境在數位空間中的精神對話。

參與者 A 進入建築空間中，好奇的觀看著周圍環境(鏡頭的視角以第一人稱進行)。一樓空間中，參與者 A 爬上一座造型揮灑飛白如狂草的樓梯，進入二樓空間的交會處，在一處曲線空白的圍幕前(固定的面向)，與固定距離的感應範圍內，參與者 A 在三度空間中發現了可以與狂草進行知覺互動的功能。

參與者 A 經過空白的圍幕前，以參與者 A 為中心的感應範圍進行互動，根據參與者 A 的介入並感應其位置，顯現出一行行北宋文學家蘇軾詞選的水調歌頭詞句，參與者 A 可以聚精會神地專注在眼前的詞句欣賞，並得到以第一人稱視覺效果模擬的回饋。

當參與者 A 行進左右兩邊時，意外的又發現狂草字形中所散發出來灰黑色的光影，參與者 A 左右行進時，字形光影根據參與者的知覺感應得到移動方向的視覺效果回饋。參與者 A 更是以手靠近字體，而光影同樣給予視覺上控制的回饋。

當參與者 A 要離開圍幕前，又發現後退這樣的動作會使眼前的資訊形象分散，而靠近卻又使資訊內容形象凝聚起來。

(b) 影片分鏡表

參見(附錄一)。



### 3.3.2.2 視覺元素的建構

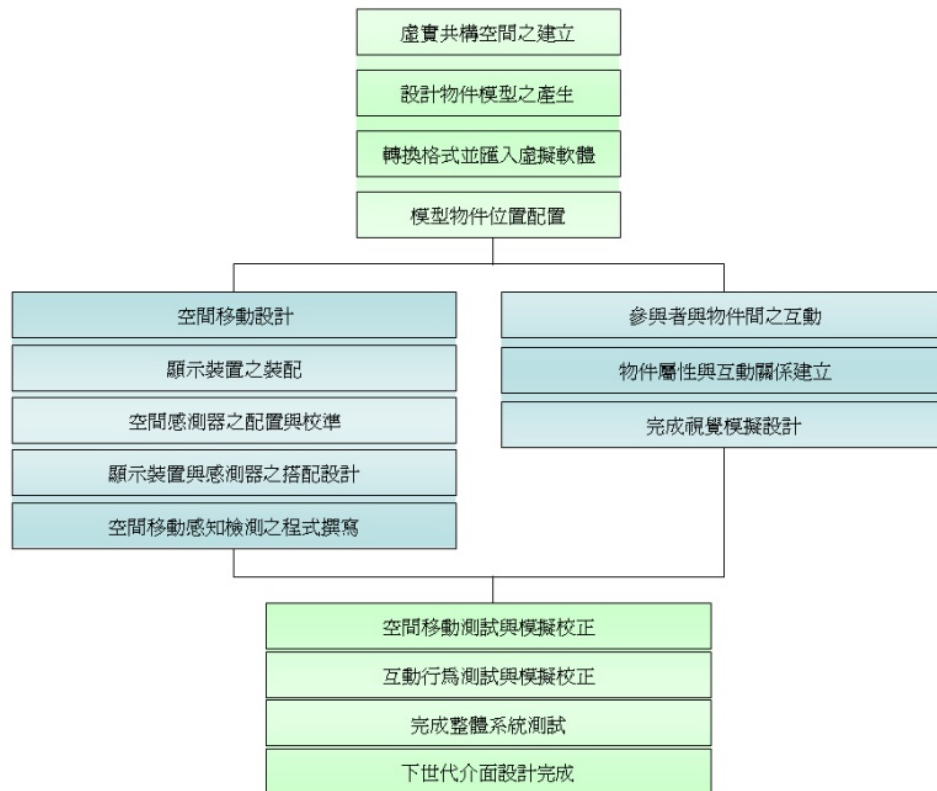
(a) 3D 虛擬建置

虛擬空間的建置是根據 2008 年「澳底大地建築國際計畫」Next-Gen, AleppoZone 的狂草住屋(Calligraphic House)作為虛實共構的空間，同時以中國書法狂草作為空間意境的表現，以數位化設計的虛擬空間進而形成建築的實體空間；經由電腦動畫表現狂草的線條形式轉化成空間意境的呈現，並且透過電腦模擬建構空間，進而表現虛擬空間中的空間感受與結構。而表現於虛擬空間中的視覺效果，這部分則是透過數位建構的資料，利用電腦模擬參與者在空間知覺中的四個基本的知覺現象：連接(connect)、方向(direction)、距離(distance)以及向量(velocity)作為參與者視覺互動形式的回饋與刺激。

(b) 實體模擬建置-藍幕與虛實共構的空間

下世代介面設計是為了表現一種自然且直覺地銜接虛擬與實體空間中數位資訊的呈現，模擬一種

「消失的介面」作為參與者進入空間感知的互動形式。因此，對應四個知覺現象模擬的互動形式，模擬了四組參與者的互動情境並拍攝成動態視訊串流資料，進而表現一種以自然、直覺的方式銜接虛實共構的空間。



圖十四 視覺元素建構圖

## 第4章 設計成果

### 4.1 數位建築動畫引導模擬互動場所 (AleppoZONE Design, 2008)

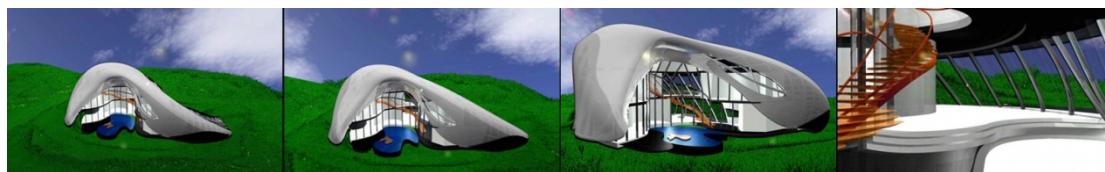
設計中以 2008 年「澳底大地建築國際計畫」Next-Gen, Aleppo Zone 的狂草住屋(Calligraphic House) 為虛實共構的表現空間。建築概念的形成是融合中國書法狂草的線條與意境，線條的經營含有氣韻生動四大美，在動中取靜，靜中取動之構成線條，這些線條形式的設計經由數位媒材建構而產生模擬空間，影片中模擬此虛擬空間並企圖表現空間感受。圖十五模擬影片中一開始就是以狂草的線條形式轉化為 3D 數位媒材建構產生的虛擬空間，同時也是一個以狂草意境為概念的實體空間，如影片中時間軸顯示(00:00:00~00:14:00)。



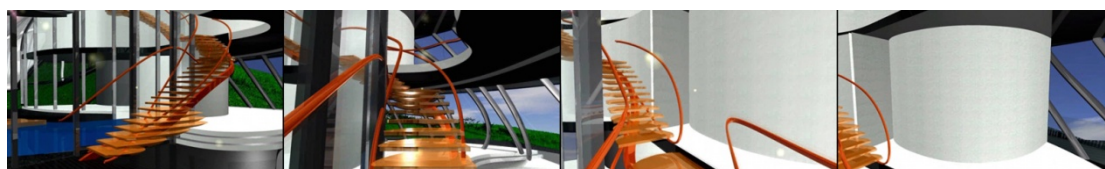
圖十五 狂草的線條形式轉化為 3D 數位媒材建構產生的虛擬空間

取得由 Aleppo Zone 設計的「狂草住屋」3D 建築數位資料，匯入至建構軟體中以便進行檔案整理，數位資料的建構則依據情境(Scenario)撰寫的內容、將文字以影片分鏡表(Film Story Board)的方式，清楚的進行未來設計中，我們所需要的場景(Sence)、畫面說明、聲音、時間表。當所有的數位資料建構安排妥當，便可經由電腦進行模擬算圖，最終獲得苦心經營的影片檔案。圖十六這一部分所要敘述的象徵意涵為狂草的線條形式轉化為 3D 的模擬空間，企圖以第一人稱的視角帶入空間中，圖十七企圖表現參與者在數位建築空間的感受必有的空間 “邊界”，或“界面”及其

性質屬性(材質、色彩等)的合作、參與，如影片中時間軸顯示(00:15:00~00:40:00)。



圖十六 3D 數位媒材建構產生的模擬空間



圖十七 3D 數位媒材建構產生的模擬內部空間

## 4.2 知覺現象-視覺模擬與互動形式



### 4.2.1 連接 Connect-位置(00:41:00~01:05:00)

設計中四個知覺現象之一-連接(connect)知覺，作為參與者與虛擬空間中知覺形式的視覺互動表現。根據參與者的介入並感應其位置，以第一人稱為中心的感應範圍進行互動顯現視覺效果模擬的回饋。並依據視覺模擬的回饋，模擬參與者介入虛擬空間中，感知空間感應參與者的位置，而對應出參與者直覺互動的形式表現。連接在虛擬空間中視覺模擬的表現以資訊模組隨著參與者的位置顯現，參與者經由位置移動的形式，感應參與者的相對位置，進而瀏覽所在位置眼前的資訊；參與者不論在牆面的哪個位置，不同的訊息也就相對的顯現在參與者的眼前，經由此直覺的動作，參與者只能專注於眼前的資訊，而當想變更不同的資訊時，則改變自身的位置即可獲得訊息。設計過程中，除了視覺模擬效果的建構，還要模擬參與者介入空間中事件的發生。因此要如何模擬參與者與視覺模擬效果的互動形式，似乎成爲一個直觀的判斷。影片中(00:41:00~01:05:00)，如圖十八，當參與者「走進」虛實共構的空間…，「走進」便成了直覺互動形式的表現。視覺模擬與互動形式根據參與者的知覺而進行與產生，在虛擬空間中設計一個互動容易(ease of interaction)的虛擬空間是最能表現存在感。





圖十八 四個知覺現象之一-連接(connect)知覺(00:41:00~01:05:00)

#### 4.2.2 方向 Direction-光影(01:06:00~02:12:00)

設計中四個知覺現象之一-方向(direction)知覺，作為參與者與虛擬空間中知覺形式的視覺互動表現。以第一人稱的方向互動感應，模擬草書字形中所發散出來的光影，根據參與者的介入感應其字形光影的移動方向作為視覺效果模擬的回饋。並依據視覺模擬的回饋，模擬參與者介入虛擬空間中，感知空間感應參與者的方向，而對應出參與者直覺互動的形式表現。方向知覺在虛擬空間中視覺模擬的表現，以草書字形所發散出來的光影作為一個感知的線索。影片中(01:05:00~01:45:00) (圖十九)參與者經由左右方向移動的形式與字形所發散出的光影作直覺互動，當參與者向左邊移動時，感應參與者的相對方向，草書字形所發散出來的光影亦向左邊偏移，反之。參與者不論在牆面的哪個方向，光影也就相對的偏移在參與者的方向，經由左右移動這樣直覺的動作，參與者便能自然地操控牆面上的資訊。

影片中，當參與者「走進」虛實共構的空間，當參與者「向左邊行進」時，光影…，「向左邊行進」便成了直覺互動形式的表現。另外，光影模擬的真實性，會影響與參與者互動的結果。在此投入(involvement)為影響空間存在感其一的重要因素，當參與者把注意力集中在空間中視覺光影的刺激與回饋時，更能表現空間存在的感受。因此，當參與者在空間中移動時，空間中草書字形所發散出來的光影除了會跟隨參與者的方向所移動，同時也能與參與者身體手部即時的光影互動，如圖二十。參與者若是以手部近距離的與牆面互動，也能得到相同的視覺回饋，如圖二十一。如此，更增加於虛擬空間中參與者與牆面互動沉浸的存在感受。



圖十九 四個知覺現象之一-方向(direction)知覺(01:05:00~01:45:00)



圖二十 手部互動與視覺模擬示意圖(01:30:00~01:38:00)



圖二十一 手部互動與視覺模擬更增加沉浸的存在感受(01:45:00~03:30:00)

#### 4.2.3 距離 Distance-遠近(02:12:00~02:11:00)

設計中四個知覺現象之一-距離(distance)知覺，作為參與者與虛擬空間中知覺形式的視覺互動表現。以第一人稱的遠近距離互動感應，模擬草書字形中遠近距離的凝聚與分散，根據參與者的介入並感應其字形凝聚與分散視覺效果模擬的回饋。並依據視覺模擬的回饋，模擬參與者介入虛擬空間中，感知空間感應參與者的距離，而對應出參與者直覺互動的形式表現。距離知覺在虛擬空間中視覺模擬的表現，以字形凝聚與分散作為一個感知的線索。影片中(02:12:00~02:55:00)，如圖二十二，參與者向後移動與字形凝聚、分散作直覺互動，當參與者佇立在牆面前方，近距離的視覺模擬回饋是凝聚資料的訊息內容，可以清楚的看見；反之，向後漸漸移動時，感應參與者的相對距離，固定距離外的視覺模擬回饋是分散資料的訊息內容。參與者靠近，資料的訊息內容便清楚的顯現參與者眼前，參與者站得遠，資料訊息便是分散的狀態。經由前後移動這樣直覺的動作，參與者便能自然地操控牆面上的資訊。影片中，當參與者「走進」虛實共構的空間，當參與者「向左邊行進」時，光影…當參與者「向後漸漸移動」，資料訊息便是分散的狀態…，「向後漸漸移動」便成了直覺互動形式的表現。因此，視覺模擬的真實性會影響與參與者互動的結果。投入(involvement)為影響存在感其一的重要因素，當參與者把注意力集中在空間中視覺凝聚與分散的刺激與回饋時，能增加存在的感受。另一個影響存在感重要因素為沉浸(immersion)，影片中除了參與者對於視覺模擬的刺激與回饋的投入(involvement)，當參與者經由一種個人感知的心理狀態被模擬空間所圍繞、投入以及和空間自然直覺的互動，如圖二十三以參與者手部與虛擬空間中視覺模擬進行的直覺互動，更增加投入與沉浸的存在感受，同時也是表現空間存在感的重要方法。



圖二十二 四個知覺現象之一-距離(distance)知覺(02:12:00~02:55:00)

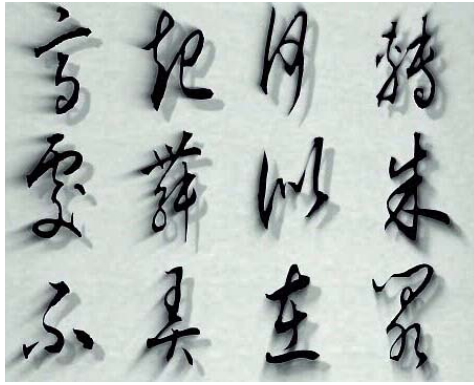


圖二十三 手部互動與視覺模擬更增加投入與沉浸的存在感受(02:55:00~03:30:00)

#### 4.2.4 向量 Velocity-深度

設計中四個知覺現象之一-向量(Velocity)知覺，作為虛擬空間中知覺形式的視覺表現。設計在此不作人稱觀點敘述、設計中沒有加入任何視覺效果模擬的回饋、沒有互動形式，只是以靜態影子的視覺效果強化深度；在狂草字形加入陰影，增加圖像的真實性(pictorial realism)，虛擬空間裡最能表現明顯「深度感」的地方，是最容易加深存在的感受。





圖二十四 四個知覺現象之一-向量(Velocity)知覺  
在狂草字形加入陰影，增加圖像的真實性，更能加深存在感受

### 4.3 創作成果

這一階段的模擬影片企圖表現「數位建築」，相對於實體建築，以資訊電子或電腦數位化來輔助其設計與製造、使用等的空間環境，不僅是應用數位技術於建築領域，同時也是人類應用數位化科技於「空間認知」、使用之建築活動探討。人類在數位空間的定義超越了傳統實體空間的限制，牆不再是牆、地板不再是地板，所有「單元」的定義與界線不再如實體空間的邊界那樣清楚。隨著數位資訊化的發展，虛實共構的空間有了全新的互動行為及參與方式。基於數位資訊化的發展，由多種不同形式的數位科技、數位資訊等相互整合所構成的「虛擬空間」，運用不同的科技技術或是不同的數位媒材與不同的參與者互動方式，而產生多種不同形式的空間呈現，而這些整合主要在於是否能引發參與者的空間知覺，進而產生身處於虛擬空間的存在感受。

參與者與感知空間的互動形式上，主要包含兩個因素。一是如何將參與者所提供的訊息傳送到電腦及如何將電腦的訊息呈現給使用者。另一則是參與者感知空間的介面透過介面設計的暗示或隱喻，而能整合參與者的互動和訊息表現，進而達到互動的機能。當參與者身體在空間中移動時，身體與空間的相對關係是不斷改變的，因此也創造出對空間的不同記憶。這部分則是透過數位建構的資料，進一步利用電腦模擬科技的優勢，模擬參與者在空間知覺的四個基本的知覺現象：連接(connect)、距離(distance)、方向(direction)以及向量(velocity)作為參與者知覺互動形式的基本依據，分別與位置、遠近、光影方向與深度視覺效果模擬的回饋作為參與者直覺互動的關聯性(space is absolutely relative)。

在虛擬空間中視覺是最主要獲得資訊的方式。這一部分以知覺四個基本的現象作為虛擬空間中視覺模擬與互動形式兩個部分的表現。設計中四個知覺現象的部分都企圖產生更多直覺的互動與存在感，不僅以視覺形式的模擬表現，也表現參與者經由視覺模擬回饋與刺激而產生知覺的互動形式。人機的互動形式將走向自然與直覺，讓電腦來適應人類的行為模式，而不是讓人類學習複雜

的操作與電腦進行互動。未來這些以『消失』的型態存在的科技慢慢的深化在我們的生活中，直到變成與我們互動生活的一部份，進而介面消失。





## 第5章 結論

由多種不同形式的數位科技、數位資訊等相互整合所構成的虛擬空間，運用多樣化數位技術或是多元性的數位媒材以及參與者互動形式的發生，在虛實共構的空間因而產生多種不同形式的表現。本創作從參與者的知覺層面切入，以數位虛實共構空間、虛擬空間的視覺模擬、與實體空間知覺互動的形式作為創作的架構。表現存在於實體空間中的參與者對於虛擬空間中視覺模擬的知覺現象與互動形式的直覺控制。根據視覺模擬的回饋，感知空間中感應參與者本身的活動，對應出參與者直覺互動的形式表現，以影片模擬的方式企圖呈現下世代介面設計的概念。本章提出下世代介面設計概念的結論、未來研究與貢獻。



### 5.1 創作結論

本創作以 2008 年「澳底大地建築國際計畫」Next-Gen, Aleppo Zone 狂草住屋(Calligraphic House)為設計背景。虛擬空間中最能引發的兩個重點就是參與者的空間感與存在感，參與者存在於一個實體空間中受到構造、材料、技術等限制能具體明確的感知邊界與界線，但若是存在於一個人造的虛擬空間則必須經由多元化的數位媒材，進而以一種虛體的概念表現其具體形象化的空間，為了強化參與者的知覺感受-投入與沉浸的效果，更在虛擬空間中增加擬真、互動的介面；一種能讓參與者自然、直覺地與空間進行互動。本設計理念的形成，從心智空間概念的引發，到數位資訊化時代下而產生的虛實共構空間，因多元化的數位媒材整合，人類對於新空間的產生有了全新的互動行為、參與方式以及與對空間的重新認知。在這樣的條件與改變之下，下世代介面設計以人為設計的起點，提出一種更為自然、直覺的方式來銜接虛實共構空間中的互動形式，模擬人類的視覺知覺，並與空間中自然、直覺的互動體驗，設計因而形成。

創作中利用數位電腦媒材科技的優勢，模擬知覺與視覺的效果，進而模擬知覺現象與參與者直覺互動的呈現。由多種不同形式的數位科技、數位資訊等相互整合所構成的虛擬空間，運用多樣化數位技術或是多元性的數位媒材以及參與者互動形式的發生，在虛實共構的空間因而產生多種不同形式的表現。本創作從參與者的知覺層面切入，以數位虛實共構空間、虛擬空間的視覺模擬、與實體空間知覺互動的形式作為創作的架構。表現存在於實體空間的參與者對於虛擬空間中視覺

模擬的知覺現象與互動形式的直覺控制。根據視覺模擬的回饋，感知空間中感應參與者本身的活動，對應出參與者直覺互動的形式表現，以影片模擬的方式企圖呈現下世代介面設計的概念。人類在數位資訊化等新科技發明中超越了實體空間的限制，下世代介面設計的概念提出讓參與者以自然、直覺的方式瀏覽、吸收、擷取、呈現數位資訊的空間，未來的空間設計將不只是在光線中玩量體的組合，也是一種在空間中玩數位資訊媒體的遊戲。虛擬與實體共構的空間，人類的視覺與空間直覺式的互動經驗，將成爲人類文明的新視覺觀與新空間觀。

## 5.2 未來研究與貢獻

### 5.2.1 未來研究

數位科技永無止境的發展，便會觸發探討新世代與更人性化互動的介面設計，新空間的互動型態就會不斷的浮現出來。科技的日新月異，讓想像更趨於具體化甚至存在於我們的生活週遭。本創作提出下世代介面設計的概念，著重於人類知覺層面的討論與應用開發，但仍屬知覺層面的廣泛面，未來可發展的研究方向有：

1. 繼續延伸四個基本的知覺現象，探討其它感官知覺與人互動的形式，如視覺、聽覺、觸覺、或是以身體作爲操控介面等。
2. 繼續延伸四個互動行爲的模式，進行多方面以人爲設計的出發點，模擬參與者在虛擬空間中與「消失的介面」如何無須經過學習複雜的操作方式，進而更自然、直覺地就能定義操控物件放大、縮小、抓取、X、Y、Z 控制…等等。
3. 同一虛擬空間中，多人參與者互動的形式與空間知覺現象的定義與探討。或者，不同虛擬空間中，多人多點互動的發生進而產生新空間的重新定義與探討。
4. 數位資訊化時代正漸漸地改變人類的生活方式以及對新型態空間的重新認知，視覺模擬的回饋與如何利用較爲自然、直覺的互動方式來銜接虛擬與實體空間，成爲一個重要的議題。

## 5.2.2 創作貢獻

過去人機互動模式多以機器介面為設計的出發點，透過機器與人進而互動，讓使用者學習複雜的操作方式以與電腦進行互動。未來的人機互動將不會再以人與電腦的形式存在，而是隨著科技的進步，運算設備的縮小化以及嵌入化，所謂的電腦將以無所不在的運算裝置形式存在，人類將處於一個遍佈各式各樣運算設備的環境中，互動形式也將有很大的改變(Ishii, 1997)。人機互動的形式趨向於自然與直覺的操控，讓電腦來適應人類的行為模式，而不是讓人類去學習複雜的操作方式。甚至，在下世代介面設計中所表現的概念，人類將不會感受到與機器介面之間的操控互動；人類將會很自然、直覺地與虛擬空間並存並參與其中。以人的知覺為概念基礎的出發點，相信未來互動更趨近於人性化形式操控。



## References

- Anderson, J. R., Cognitive Psychology and Its Implications, San Francisco : W.H., Freeman, 1980.
- Anders, P., Cybrids: Integrating Cognitive and Physical Space in Architecture, In Design and Representation, Proceedings of the 1997 Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture, Cincinnati, Ohio, 1997.
- Andrew, Vande M., Form Follows Data-The Symbiosis between Design&Information Visualization, Key Centre of Design Computing&Cognition School of Architecture, Design Science&Planning University of Sydney, 2008
- Bridges A. and Charitos D., On Architecture Design in Virtual Environments, Design Studies, vol 18, No2 , pp.143-154, 1997.
- Chrisyan Norberg-Schulz., GENIUS LOCI-Towards a Phenomenology of Architecture, Rizzoli Publishing Group, 1991.
- Chan C. S. and Wong C. H., How Real is the Sense of Presence in A Virtual Environments-Applying Protocol Analysis for Data Collection, CAADRIA2005, New Delhi(India)28-30 April 2005, vol.1, pp.188-197, 2005.
- Ishii H. and B. Ullmer., Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, In Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI' 97): 234-241, Atlanta, USA: ACM, 1997.
- Ishii H. and Mazalek A. and JayLee., Bottles as a Minimal Interface to Access Digital Information, Tangible Media Group, MIT Media Laboratory, 2001.
- Kalay Y. and Marx J., Changing the Metaphor: Cyberspace as a Place, in CAAD Future, Taiwan, pp:18-28, 2001.
- Kalay Y. and Marx J., Architecture and the Internet: Designing Places in Cyberspace, in ACADIA, New York, pp:230-241, 2003.
- Liu Y-T., Understanding Architecture in the Computer Era, Hu's Press, 1996.
- Liu Y-T., Creativity, Computing Media, and Design : Dialogue with Peter Eisenman, On our way from Hsinchu to Taipei Airport, December 4, 2000.
- Liu Y-T., Emergence of Digital Architecture, Taipei, Hu's Press, 2001.
- Liu Y-T., Spatial Representation of Design Thinking in Virtual Space, in J. S. Gero and B. Tversky(eds.), Visual and Spatial Reasoning in Design II, Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney, Australia, pp.25-40, 2001.
- Liu Y-T., Spatial Representation of Design Thinking in Virtual Space, Proceedings of CAADRIA2000, NCTU, Hsinchu, Taiwan, 2002.
- Liu Y-T. and Tang S-K., Space, Place and Digital Media: Towards a Better Simulation of a City that has now Disappeared, International Journal of Architectural Computing, vol.1, iss.1, pp.112-129, 2003.

- Norman, Donald A., The Design of Everyday Things, Currency and Doubleday Publishing Group, Inc. USA, 1988.
- Madanipour A., Urban Design and Dilemmas of Space, Environment and Planning D: Society and Space, 14, pp.331-355, 1996.
- McKinnon L. D. and North M., A Comparative Study of Presence in Virtual Reality vs. Presence in the Real World, Proceedings of the 42<sup>nd</sup> annual Southeast regional conference, 2004.
- Rowe, Reter G., Design Thinking, The MIT Press, Cambridge, MA, USA, 1991.
- Roudavski S., Spatial Context of Interactivity, in Proceedings of Interactive. Convergence Conference, Prague, 7-9 August, 2003.
- Sutherland I., The Ultimate Display, in IFIP, pp:506-508, 1965.
- Steuer J. S., Defining Virtual Reality: Dimensions determining telepresence, Journal of Communication; 42:73-93, 1992.
- Stanney K. Salvendy G. Deisinger J. Mon-Williams, M. Dizio P. Newman D. Ellis S. Piantanida T. Ellison J. Reeves L. Fogleman G. Riedel O. Gallimore J. Singer M. J. Maida J. Witmer B. Mead A., Aftereffects and Sense of Presence in Virtual Environments: Formulation of a Research and Development Agendal, [http://peer.nasaprs.com/peer\\_review/prog/afteraffects.pdf](http://peer.nasaprs.com/peer_review/prog/afteraffects.pdf), 1997.
- Schubert T. Friedmann F., Embodied Presence in Virtual Environments, <http://www.personal.uni-jena.de/~sth/papers/vri98.pdf>, 1998.
- Schubert T. Friedmann F. Regenbrecht H., Decomposing the Sense of Presence: Factor Analytic Insights, <http://www.personal.uni-jena.de/~sth/vr/insights.html>, 1998.
- William J. Mitchell 著，劉育東譯，建築設計思考，台北，胡氏圖書出版社，1995。
- Mitchell W.J., e-Topia, MIT Press, 1999.
- Witmer B. G. and Singer M. J., Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire, Presence: Teleoperators and Virtual Enviroments 7, 225-240, 1998.
- Zevi, B., 施植明譯，Le Langane Moderne de l' Architecture，台北，遠博出版，1992。
- Zevi, B., Architecture as Space: How to look at Architecture, DA CAPO, New York, 1994.
- 陳柏沖，建築形式論-邁向圖像思維，台北，田園城市文化事業有限公司，1997。
- 陳文印，設計解讀：工業設計專業知能之探索，台北，亞太圖書，1997。
- 吳治平，超時空-混沌現象中的空間機會，台北，創新出版，1998。
- 林崇宏，造型·設計·藝術，台北，田園城市文化事業有限公司，1999。
- 劉育東，「虛擬長安-人文、藝術、科技的整合呈現」，故宮文物月刊，科技新知 Science News，20卷，第三期 231，2002。
- 邱茂林，「怎麼數位？如何建築？試論數位建築的發展」，電子計算機於土木水利工程運用研討會與論壇，台灣科大，2003。
- 黃千溥，實體、虛擬與心智空間中人與週遭環境研究-認知行為中心的實體與虛擬空間性探討，國立交通大學碩士論文，2003。



黃千溥，虛擬空間之空間感與存在感探討-網際空間與沉浸式虛擬空間，國立交通大學碩士論文，2008。

黃慶輝，以空間與媒材因子探討實體、虛擬、與網際空間之交互關係，國立交通大學碩士論文，2005。

楊凱鳴，虛擬實境 CAVE 系統之身體使用者介面，國立交通大學碩士論文，2005。

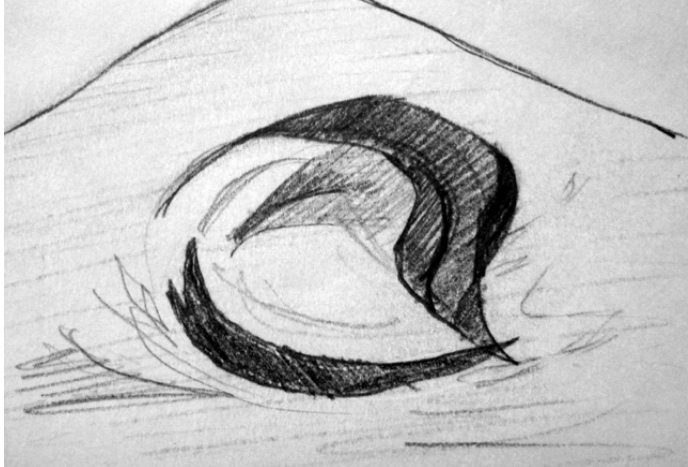

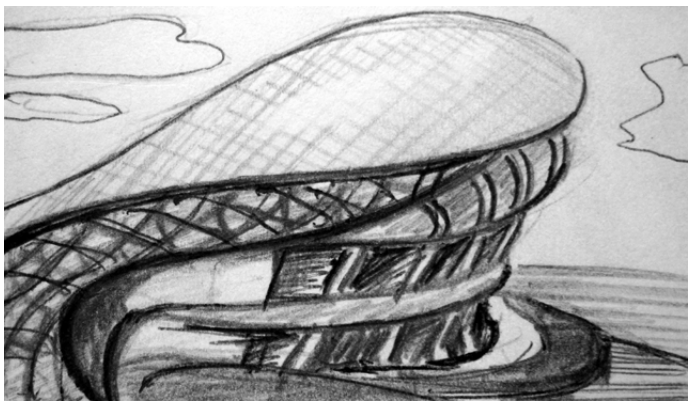


附錄一：影片分鏡表

Film Story Board

情境模擬 A：

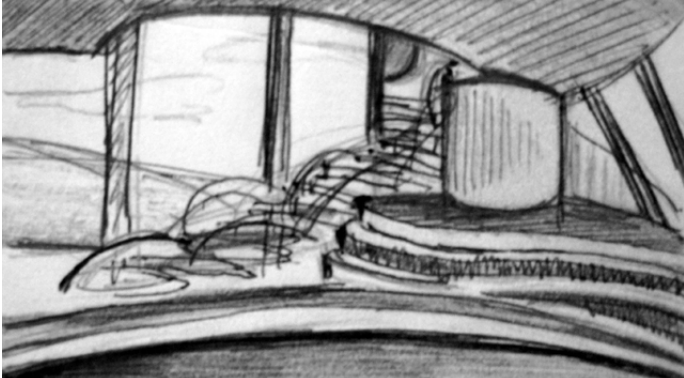
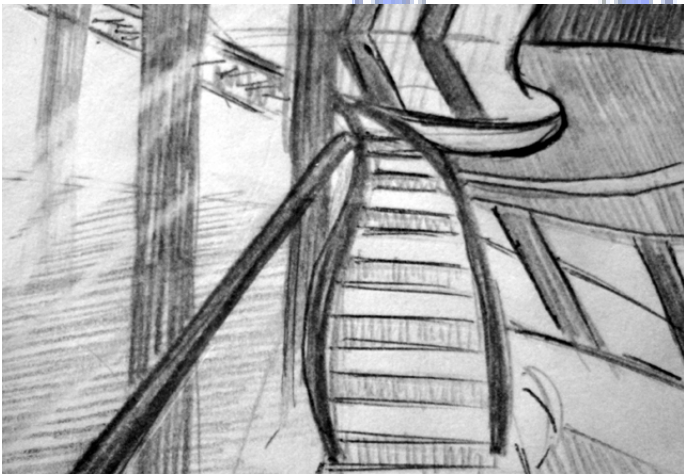
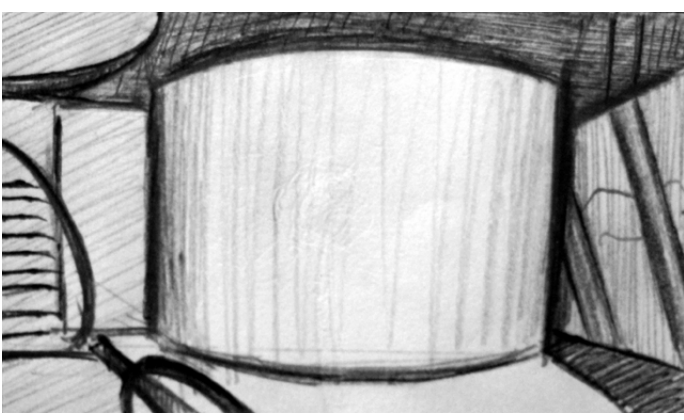
Page no:01

場/鏡	分鏡圖示	畫面說明	聲音說明	秒/呎
<input type="checkbox"/> 完成		2D 狂草書寫轉化 為 3D 建築模型 <input type="checkbox"/> 完成	<input type="checkbox"/> 完成	10s <input type="checkbox"/> 完成
<input type="checkbox"/> 完成		狂草住屋 (Calligraphic House)數位建築 全景 (淡入全景) <input type="checkbox"/> 完成	<input type="checkbox"/> 完成	5s <input type="checkbox"/> 完成
<input type="checkbox"/> 完成		狂草住屋 (Calligraphic House)數位建築 近景 (鏡頭拉近) <input type="checkbox"/> 完成	<input type="checkbox"/> 完成	5s <input type="checkbox"/> 完成

# Film Story Board

情境模擬 A :

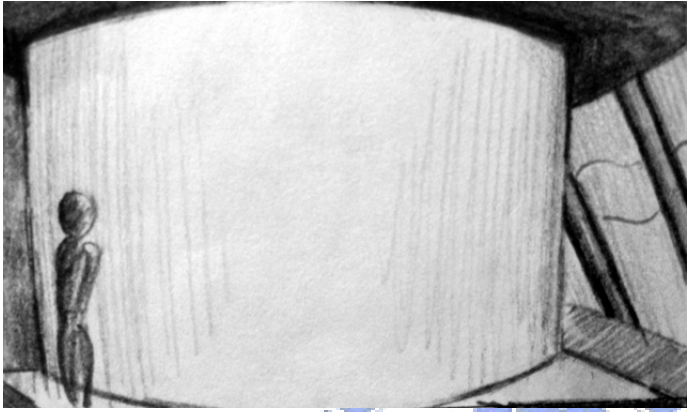
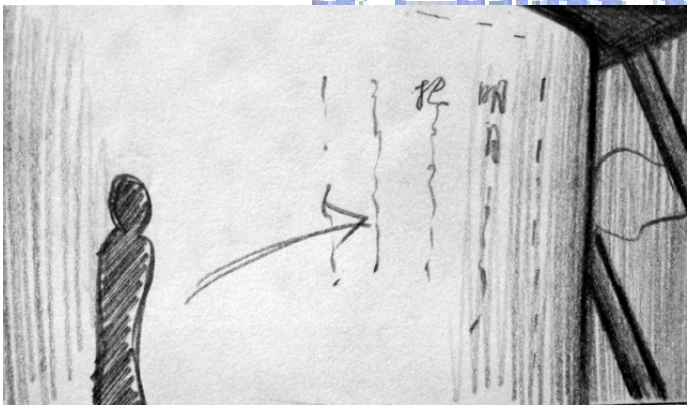
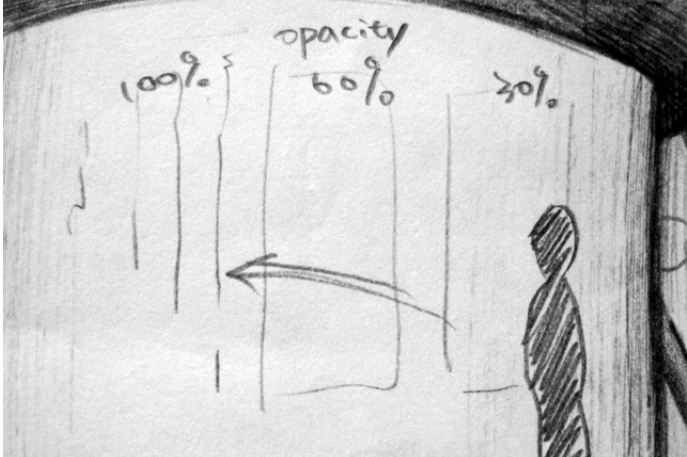
Page no:02

場/鏡	分鏡圖示	畫面說明	聲音說明	秒/呎
<input type="checkbox"/> 完成		狂草住屋 (Calligraphic House)數位建築 室內景 <input type="checkbox"/> 完成	<input type="checkbox"/> 完成	3s <input type="checkbox"/> 完成
<input type="checkbox"/> 完成		狂草住屋 (Calligraphic House)數位建築 室內上樓景 show 出互動場所 位置 <input type="checkbox"/> 完成	<input type="checkbox"/> 完成	5s <input type="checkbox"/> 完成
<input type="checkbox"/> 完成		狂草住屋 (Calligraphic House)數位建築 互動場所景 <input type="checkbox"/> 完成	<input type="checkbox"/> 完成	3s <input type="checkbox"/> 完成

# Film Story Board

情境模擬 B :

Page no:03

場/鏡	分鏡圖示	畫面說明	聲音說明	秒/呎
<input type="checkbox"/> 完成		參與者進入場所 <input type="checkbox"/> 完成	<input type="checkbox"/> 完成	3s <input type="checkbox"/> 完成
<input type="checkbox"/> 完成		以參與者為中心進入的位置即時顯示草書的視覺效果 <input type="checkbox"/> 完成	<input type="checkbox"/> 完成	5s <input type="checkbox"/> 完成
<input type="checkbox"/> 完成		參與者與位置的表現方式互動模擬 <input type="checkbox"/> 完成	<input type="checkbox"/> 完成	3s <input type="checkbox"/> 完成



# Film Story Board

情境模擬 C :

Page no:04

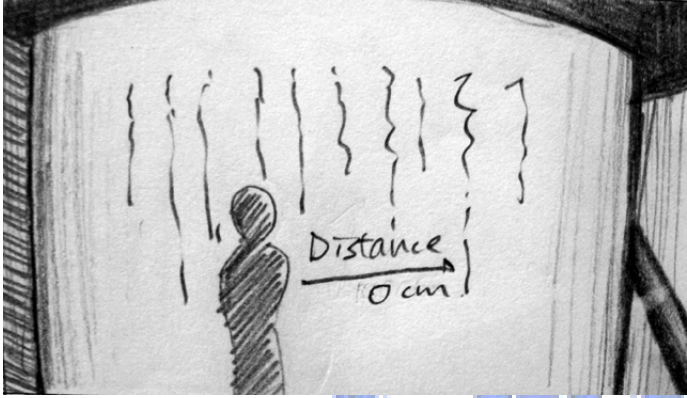

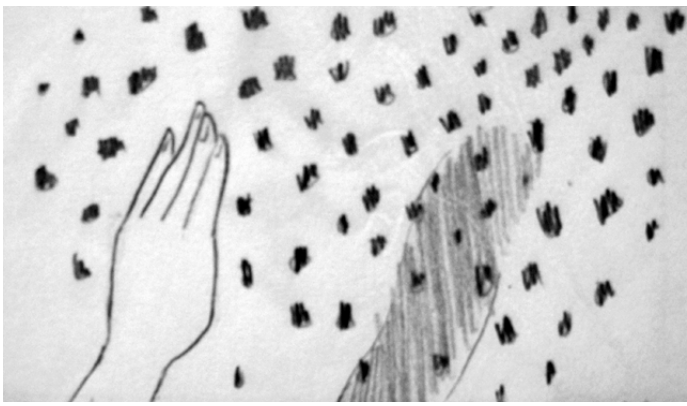
場/鏡	分鏡圖示	畫面說明	聲音說明	秒/呎
<input type="checkbox"/> 完成		參與者與方向的表現方式互動模擬 <input type="checkbox"/> 完成	<input type="checkbox"/> 完成	30s <input type="checkbox"/> 完成
<input type="checkbox"/> 完成		方向與視覺互動光影的模擬 左邊 <input type="checkbox"/> 完成	<input type="checkbox"/> 完成	10s <input type="checkbox"/> 完成
<input type="checkbox"/> 完成		方向與視覺互動光影的模擬 右邊 <input type="checkbox"/> 完成	<input type="checkbox"/> 完成	10s <input type="checkbox"/> 完成



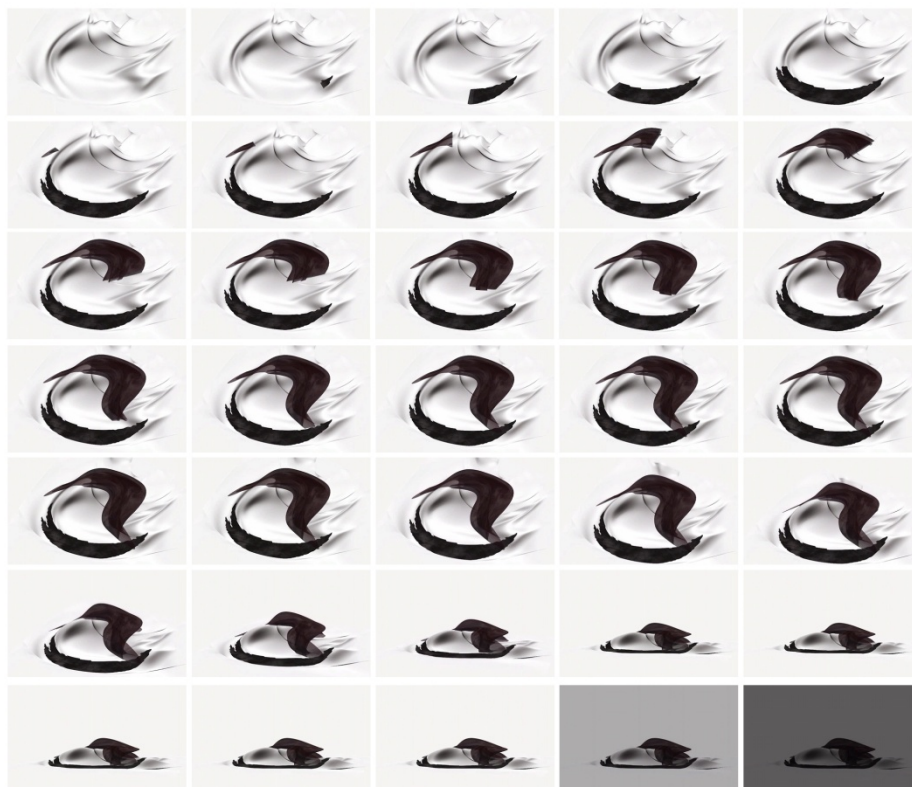
# Film Story Board

情境模擬 D :

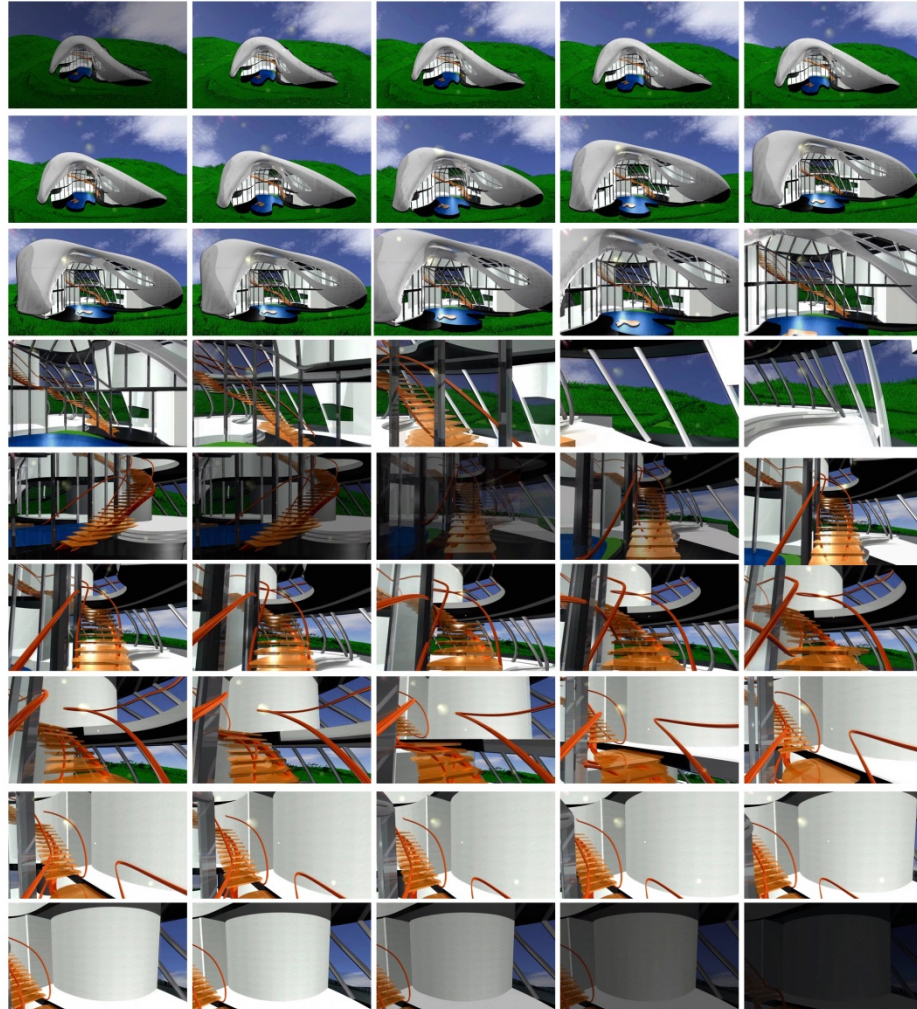
Page no:05

場/鏡	分鏡圖示	畫面說明	聲音說明	秒/呎
<input type="checkbox"/> 完成		參與者與距離 的表現方式互 動模擬 <input type="checkbox"/> 完成	<input type="checkbox"/> 完成	32s <input type="checkbox"/> 完成
<input type="checkbox"/> 完成		距離與視覺互 動未碎裂的模 擬 <input type="checkbox"/> 完成	<input type="checkbox"/> 完成	10s <input type="checkbox"/> 完成
<input type="checkbox"/> 完成		距離與視覺互 動碎裂的模擬 <input type="checkbox"/> 完成	<input type="checkbox"/> 完成	17s <input type="checkbox"/> 完成

附錄二：設計連續圖檔輸出-2D 狂草轉 3D 模型(AleppoZONE Design, 2008)

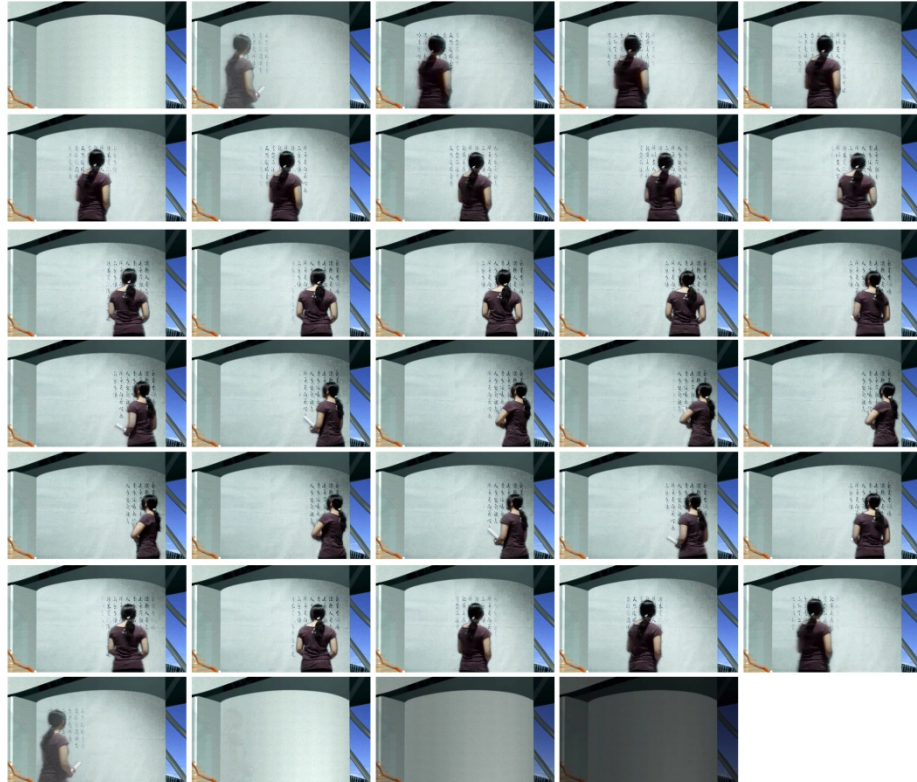


附錄三：設計連續圖檔輸出-3D 虛擬建築空間動畫引導至互動場所(AleppoZONE Design, 2008)





附錄四：設計連續圖檔輸出-下世代介面設計之參與者與「位置」知覺互動模擬表現

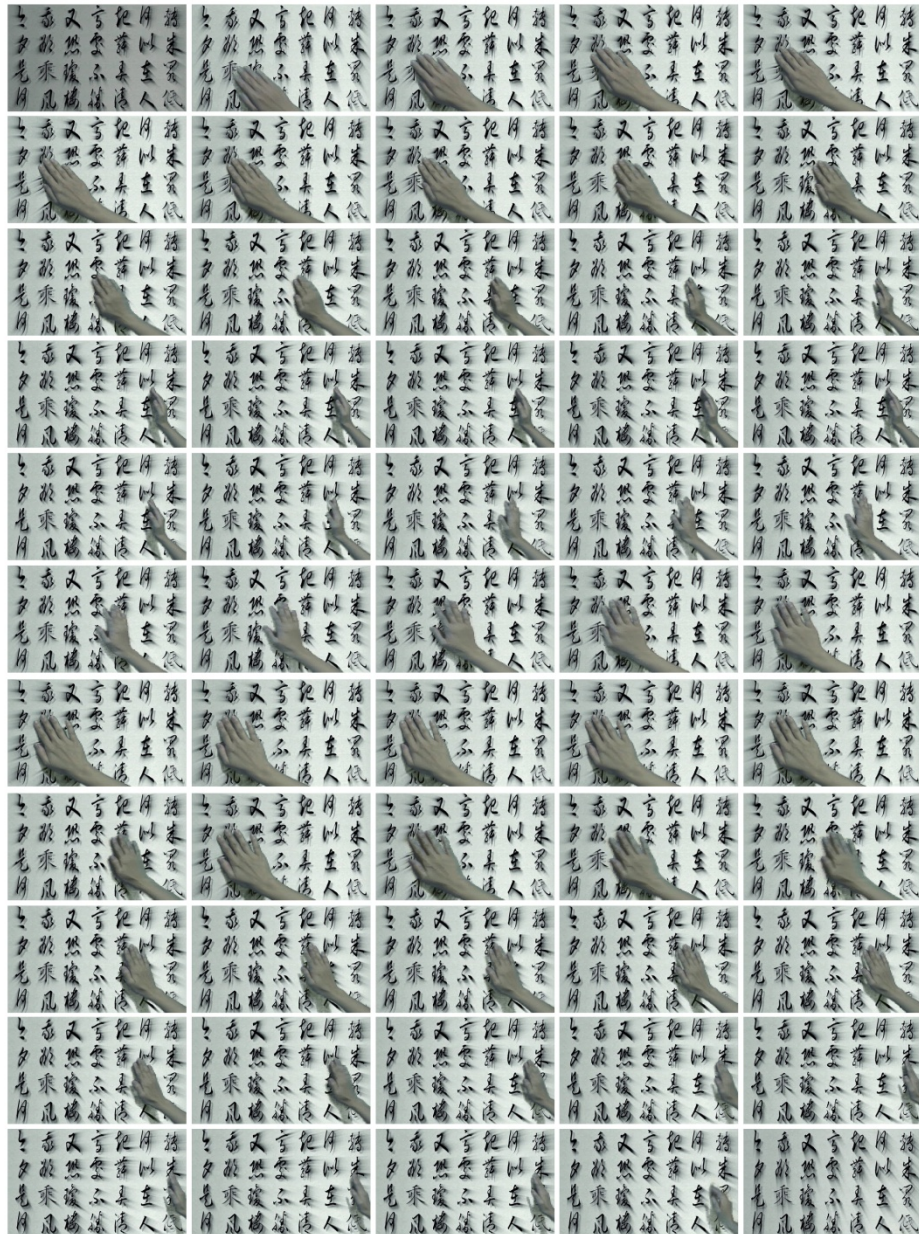


附錄五：設計連續圖檔輸出-下世代介面設計之參與者與「方向」知覺互動模擬表現

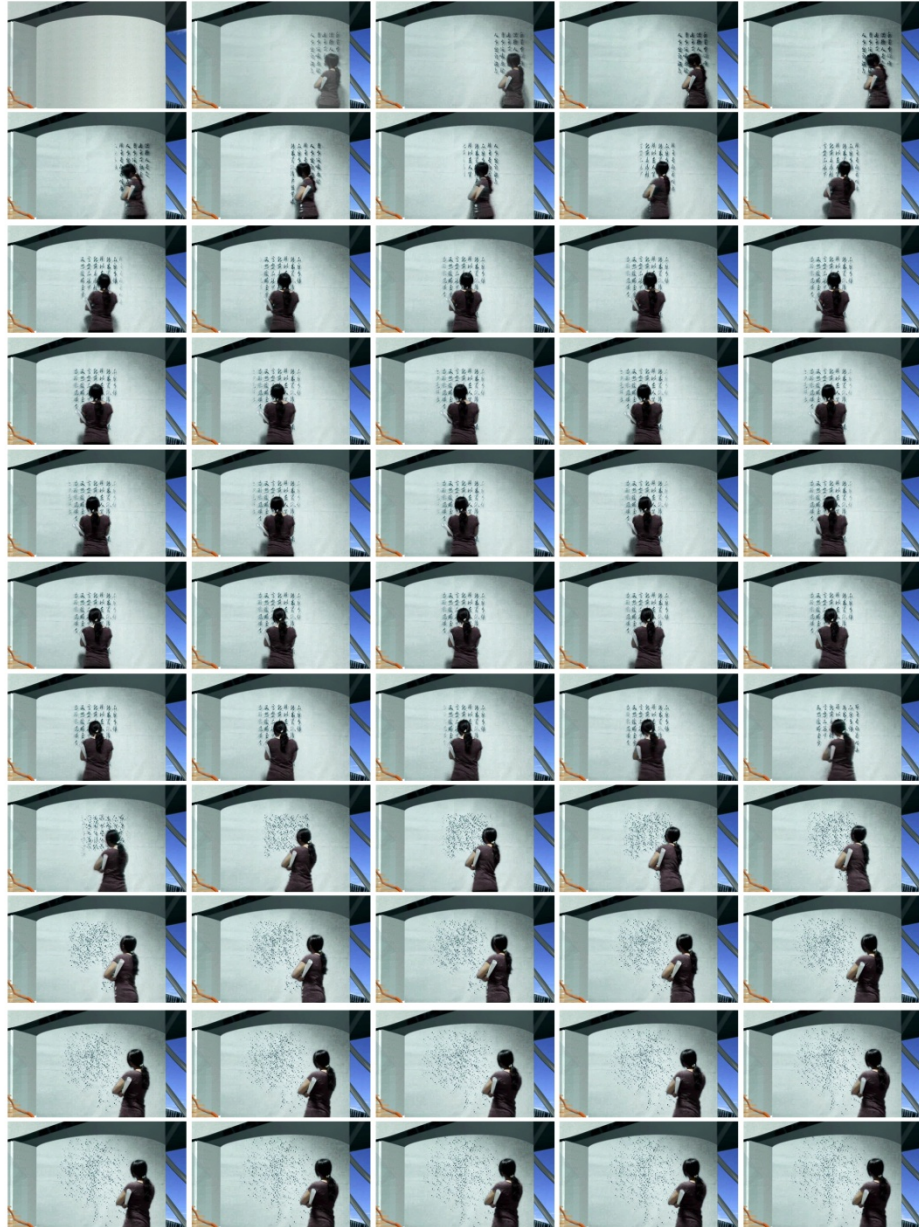




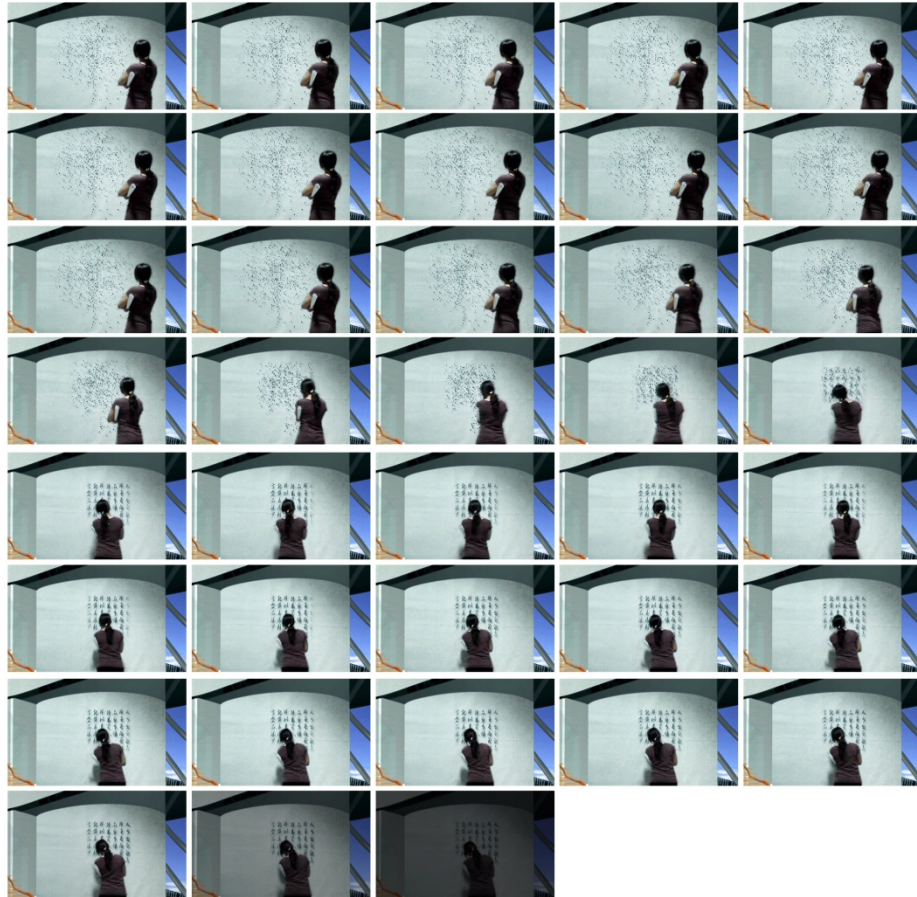
附錄六：設計連續圖檔輸出-下世代介面設計之手部互動與「方向」知覺互動模擬表現



附錄七：設計連續圖檔輸出-下世代介面設計之參與者與「距離」知覺互動模擬表現







附錄八：設計連續圖檔輸出-下世代介面設計之手部互動與「距離」知覺互動模擬表現

