

國立交通大學

建築研究所

碩士論文

實體數位空間的人機互動設計
Human-Computer Interactive Design in Physical Digital Space



研究生：林玠佑
指導教授：劉育東 教授

中華民國九十七年七月

實體數位空間的人機互動設計
Human-Computer Interactive Design in Physical Digital Space

研究生：林玠佑

Student : Chieh-Yu Lin

指導教授：劉育東

Advisor : Yu-Tung Liu

國立交通大學
建築研究所
碩士論文



Submitted to the Program in Graduate Institute of Architecture
College of Humanities and Social Science
National Chiao Tung University
in partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master of Science
in
Architecture
July 2008

Hsinchu, Taiwan, Republic of China
中華民國九十七年七月

目錄

中文提要	i
英文提要	ii
1. 導論	1
1. 1 前言	1
1. 2 設計問題與目標	2
1. 3 設計流程	5
2. 背景研究	7
2. 1 空間與互動.....	7
2. 2 環室環境.....	12
2. 3 互動介面	17
3. 設計成果	20
3. 1 設計場景分析.....	20
3. 2 情境與介面設計.....	22
3. 3 空間的互動設計.....	23
3. 3. 1 基地位置與建築群落關係	26
3. 3. 2 環境觸發	29
3. 3. 3 多人互動觸發.....	32
3. 3. 4 互動連結.....	35
3. 3. 5 可攜式資料共享.....	39
4. 結論	41
4. 1 貢獻.....	41
4. 2 未來研究.....	42
參考文獻	43



中文摘要

空間不斷的演化，人們的空間概念也逐漸的越來越豐富從實體的空間到實虛共並存空間，然而空間也將因為遍佈式運算而逐漸走向智能空間，希望透過人機互動的融入，將空間的概念產生更多的可能，利用遍佈式運算的能力使得空間中的活動越來越不受實體牆面的區隔而受限，同時又能保有原有個人空間的私密。試圖以人機互動的方式來提供一種方式，串連不同的空間與活動，並且以空間涵構為前提，盡可能不改變空間原本具有的活動與實體元素的情況下，試圖分析原有的空間元素跟活動的關係，依據此關係來規劃互動的介面，以喝酒寒暄為例挑選四個不同的空間，以運用遍佈式運算強化空間中的資訊，人與人之間的連繫與溝通能穿越實體空間的限制，而最後的形式將以一段動畫來說明呈現。

英文摘要

With space develops continually, people also enhance spatial concepts more than before. They understand the range from physical space to coexistence with physical and virtual space. However, it is influenced from ubiquitous computing, and it will be promoted to intelligent space gradually. I hope to make use of HCI to space that can produce more possibility to spatial concept. For example, through the use of ubiquitous computing, people's activities should not be limited by physical walls. Meanwhile, it also helps people to keep themselves own space. I attempt to provide a method of HCI to link different space and activities together. In addition, I take the spatial concepts as my presupposition to avoid changing original space elements and activities. I analysis the original relationship between space elements and activities. According to the relationship to plan interactive surfaces. I take drink alcohol and communicate to each others for my example. I choose four different places, and use mathematics operation to strengthen the information of space. It can solve the problem about limit of real space by people's association and communication. Finally, it is displayed by animation.

第一章 緒論

1.1 前言

建築的演變會隨著人們對空間的定義而有所不同，由於電腦而產生新的數位空間概念不但影響了設計的發展，也正逐漸的顛覆我們既有的空間概念與空間裡論(劉育東, 2007)；在空間不斷的演化，人們的空間概念也逐漸的越來越豐富，從實體的空間到實虛共並存空間，然而空間也將因為遍佈式運算(ubiquitous computing)而逐漸走向智能空間，因而在此次的設計所選定的空間挑選了不但是前衛性的建築，更是實體的數位空間，然而更希望透過人機互動的融入，將空間的概念產生更多的可能，利用遍佈式運算的能力使得空間中的活動越來越不受實體牆面的區隔而受限，同時又能保有原有個人空間的私密。



人機互動(Human-Computer Interaction interface, HCI)已經由一台主機的形式打散拆解逐漸演變成與環境融合(Carroll, 2001)，而我們不再只是使用電腦，也生活在電腦之中(Mitchell, 1999)。近年來 HCI 的研究與發展被廣泛的運用於各領域，在建築上卻多半研究如何輔助設計過程，試圖結合媒材產生新的設計方法(Van Dijk, 1995; Piper, 2002; Jung, 2002, Ishii, 2004)，但是也沒有因此產生新的建築型態與空間，同時也缺乏對空間上的應用與探討。但是也不乏運用實體建築空間元素為介面的互動裝置(Prante, et al., 2004)，但仍少有空間上的討論。空間一直以來是建築的一個重要的議題。在傳統建築中，空間的定義是由實體元素所界定出來的有限的場所(void) (Zevi, 1985)，在近幾年網際網路空間也形成了新的空間概念，其空間感由動作、互動、背景音三個要素所界定(Liu, 2001)；

HCI 一直以來的發展介於實體與虛擬之間，同時與人的生活與行為緊密的結合(Streitz, 2004; Elin Rønby, 1997)，實質的改善人的生活。在本次的設計中以空間涵構的想法去構想，而非以物件的角度去談遍佈式運算所帶來的可能。

人與人之間的交流可以透過很多種的方式與形式，但是在空間上可以透過人機互動的科技或是方式，使人可以隨時的透過空間的串連來進行交流與對話，使得人對於空間有更多的主導權。此次的設計目的試圖以人機互動的方式來提供一種方式，串連不同的空間與活動，並且以空間涵構為前提，盡可能不改變空間原本具有的活動與實體元素的情況下，試圖分析原有的空間元素跟活動的關係，依據此關係來規劃互動的介面，而最後的形式將以一段動畫來說明呈現。

在此次的設計以下代基因建築(Next-gene) 集體設計中的四個休閒空間(lounge space)為設計的範圍，空間與空間在建築的涵構中存在著一定的關係，然而彼此之間又性質上的差異的空間。然而設計的過程大致分為四個步驟：設計場景分析、情境與介面設計、空間的互動設計、設計成果與情境動畫的製作，最後呈現一個 3~5 分鐘的動畫，並將動畫分五個主題的方式來描述。

1.2 設計問題與目標

隨著電腦的快速發展，使用電腦為媒材對於空間的表達已經開始追求虛擬真實的空間。Steuer(1992)認為虛擬實境如要產生臨場感，其主要的構成來源是身體和認知活動以及虛擬環境之間的互動。而使用者能夠直接的與虛擬環境互動。然而 1993 年隨著網際網路的興起，將這些虛擬的環境使用者得以透過網路來傳遞訊息，藉此拉近了全球的距離，也透過網際網路使得空間概念產生了一些變化；也隨著資訊與通訊技術的發展，技術逐

漸的走入我們的實際生活之中，而同時也開始影響人們對空間的概念，在人機互動對於空間的發展上一直以來的發展介於實體與虛擬之間，同時與人的生活與行為緊密的結合 (Streitz, 2004; Elin RØnby, 1997)，然而人與人之間的互動仍然受到現有實體空間的局限與區隔，人與人活動上的溝通連繫不應當受到空間太多的限制，也因為各項的技術與設備不斷的發展並且被融入空間之中 (Carroll, 2001)，使得空間開始出現了一些新的可能性，然而是不是可以透過人機互動的方式與技術來串連不同的空間與活動？同時使原有的實體空間機能依然不受影響，而當透過互動串連的狀態下卻能輕易的轉換空間屬性。

本設計以喝酒寒暄為例來討論，在實體數位化空間之中加入了人機互動，要如何的將活動與空間來串連，因而挑選了四個吧檯區域，分別代表了不同程度的私密與開放空間，因而選定的空間分別為：

AleppoZONE 的 Islay 吧檯(圖 1,左紅圈)

AleppoZONE 的 Islay 島(圖 1,右紅圈)

Akihisa Hirata (平田晃久) 的遊戲室(圖 2)

MVRDV 的 接待空間(圖 3)



對於不同的個人空間，是否有可透過互動的形式透過網路來串連之間的關係，使得能連結活動與對話，進而將空間串連。在此次的設計將以動畫來呈現整體互動與空間之間的連結，並分析使用原有的空間元素或是活動為觸發互動的介面，讓使用者在不需要做太多額外的行為的情況之下，能輕易的透過網路與其他空間使用者互動，使得在原有的行為模式下空間得以延伸串連，設計成果為一個 3 分 30 秒的動畫創作。



圖 1. 狂草建築的 Islay 吧檯與 Islay 島

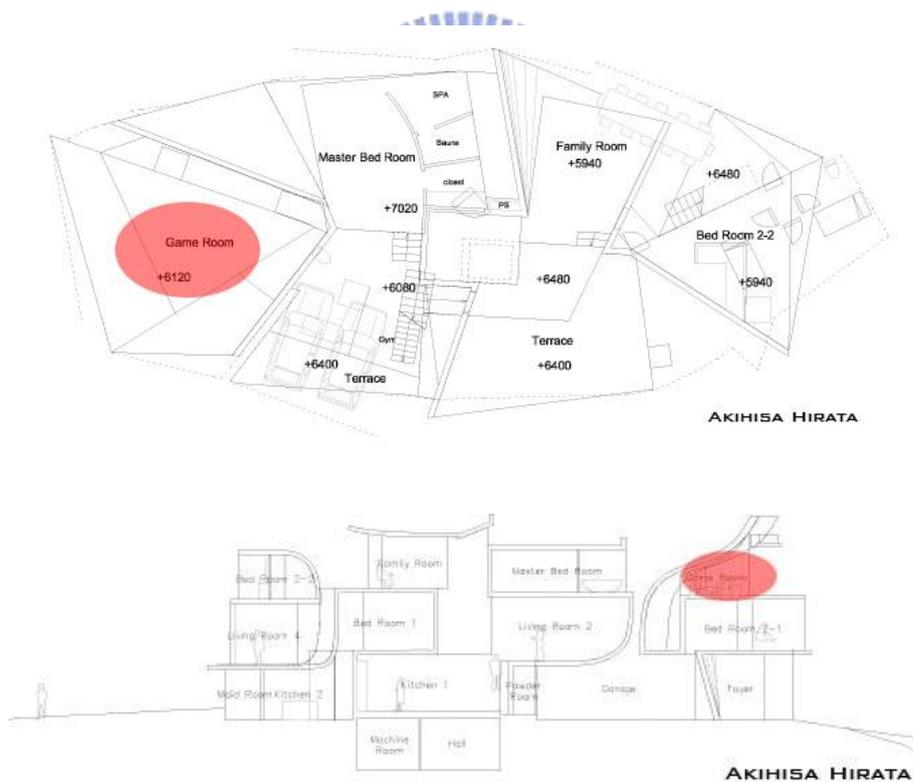
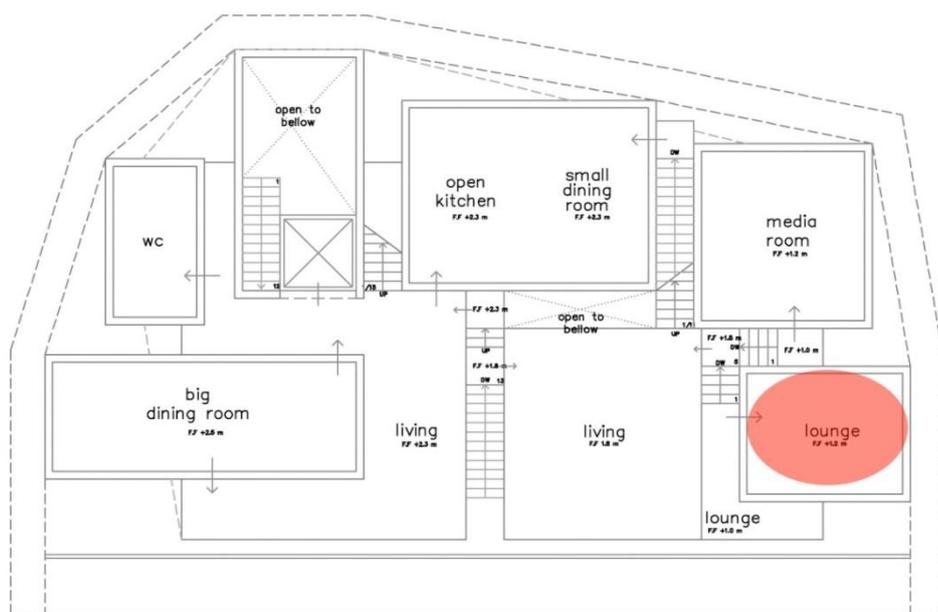


圖 2. Akihisa Hirata (平田晃久) 的遊戲室



MVRDV

圖 3. MVRDV 的 接待空間



1.3 設計流程

1. 設計場景分析

再以喝酒寒暄為主要的活動為前提下，先分析其空間應具備的空間元素，整理歸納其可做為互動的介面，其次依照時間與空間的使用者的行為來分析使用者在此空間可能的次要活動以及行為，並觀察可提供視覺化的數據資料。

2. 情境與介面設計

依據上一步驟分析使用者在此空間內的行為，並依照活動的行為做為規化介面與設計的依據；同時分析其具有共同特性的活動或是可被視覺化之行為，在這之中尋找可能可以促進交流的可能之因子，再決定抽象化或是將訊息強化。而可分析的方向為空間內的活

動、活動的行為、物件的使用、可能的互動介面操作，做成一個簡易的行為的架構模式。依據可能的互動情境的行為模式，並依據情境設計一套互動流程，再為此流程規畫其可操作介面。

3. 空間的互動設計

依據設計場景分析後的介面設計界定出主要的情境描繪，將分析出的互動介面融入在空間的元素之中，讓使用者無需太多額外的行為便可輕易的取得他所需要的訊息，然而互動的觸發物與活動相互結合，以此設計為例，以喝酒寒暄為其主要的互動情境，將酒杯與茶几的相互關係來判斷機制的觸發，使用者無須額外的學習便能輕易的與其他空間的使用者互動；然而空間會自動的感應行為，判斷現在的狀況模式並適當的調整環境配合活動。

4. 設計成果與情境動畫的製作



設計完成之後將其互動的情境與機制切分成幾個主要的主题，以分鏡的方式去切割時間與鏡頭，逐一的呈現說明。同時也回頭檢視問題的探討與背景研究是否設計結果能夠符合預期。

第二章 背景研究

2.1 空間與互動

人機互動(Human-computer interaction interface, HCI)已經由一台主機的形式打散拆解逐漸演變成與環境融合(Carroll, 2001)，而我們不再只是使用電腦，也生活在電腦之中(Mitchell, 1999)。近年來 HCI 的研究與發展被廣泛的運用於各領域，在建築上卻多半研究如何輔助設計過程，試圖結合媒材產生新的設計方法(Gross, 1996; Van Dijk, 1995; Piper, 2002; Jung, 2002, Ishii, 2004)，但是也沒有因此產生新的建築型態與空間，同時也缺乏對空間上的應用與探討。但是也不乏運用實體建築空間元素為介面的互動裝置(Prante, et al., 2004)，但仍少有空間上的討論。

當電腦不再是單一裝置，所有的運算裝置將遍佈於環境中(Weiser, 1991)，隨著資訊與通訊技術的發展，技術逐漸的走入我們的實際生活之中，而同時也開始影響人們對空間的概念。在電腦融入於環境中後，如何讓電腦更能隱藏於環境之中(Wiser, 1995)，人機互動變得相形重要。而在互動的部分，Ellis(1991)提出了在互動空間之中，互動的行為可依據時間與空間，做為分類而分成面對面互動(face-to-face interaction)、分散式互動(synchronous distributed interaction)、不同步互動(asynchronous interaction) 和非同步分散式互動(asynchronous distributed interaction)的互動的形式。

Jeng(2002)將人機互動分為認知空間、實體空間與虛擬空間，使用者在認知空間接受到訊息(perception)後，會對實體空間中的實體介面(physical representation)產生動做或反

應，然而在連結到數位化介面(digital representation)，進而使得虛擬資訊與其開始互動，實體與虛擬的互動也隨之產生(圖 4)。

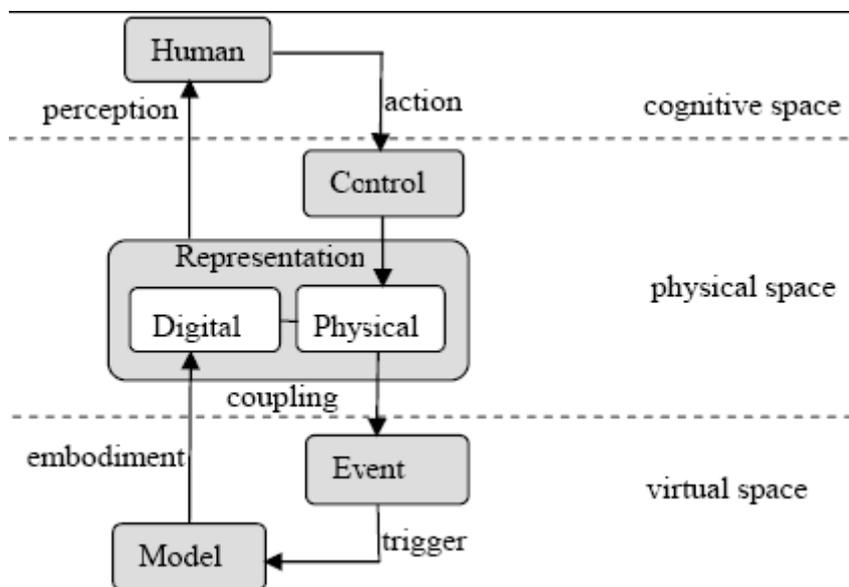


圖 4. 互動架構圖(Jeng, 2002)

Ishii(1997)提出可觸式位元(Tangible Bits)的概念，認為介面的構成是由原子所構成的實質環境與位元所構成的虛擬環境相結合而成。透過實體媒介整合虛擬數位資訊，兩者透過人自然的操作行為結合。之後又產生運用可觸碰式媒材操作電腦輔助設計平台利用實體物件串聯虛擬的資訊(圖 5)，讓人直覺的操作物件或模型與虛擬的資訊直接操作互動(Jeng, 2003)。當可觸式位元的概念被提出之後，實體世界與虛擬的世界溝通的介面開始產生了變化，人們開始脫離滑鼠與鍵盤的束縛，操作的介面開始慢慢的與是日常生活的東西慢慢的融合在一起。

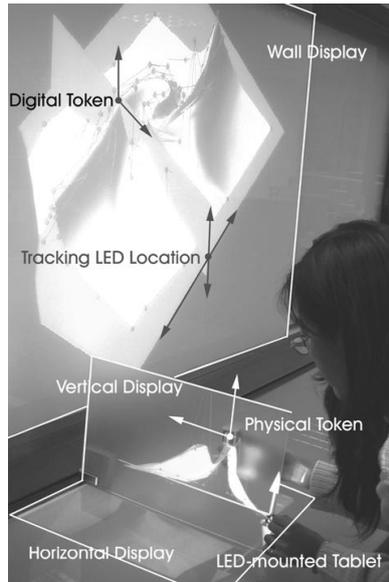


圖 5. 物件直接操作虛擬模型(Jeng, 2003)

隨著電腦的快速發展，使用電腦為媒材對於空間的表達已經開始追求虛擬真實的空間。虛擬實境是透過一個人的五感所感知到的空間，然而現今的虛擬實境已經不再僅僅只是視覺上的再現實體空間，而是透過事件的加入讓使用這可與之互動。Steuer(1992)認為虛擬實境如要產生臨場感，其主要的構成來源是身體和認知活動以及虛擬環境之間的互動。而使用者能夠直接的與虛擬環境互動。然而 1993 年隨著網際網路的興起，將這些虛擬的環境使用者得以透過網路來傳遞訊息，藉此拉近了全球的距離，也透過網際網路使得空間概念產生了一些變化。

在另一方面，因為網路的特性，不同的空間因此得以連接，因而造就了合作式工作環境的產生(CSCW)，在這些研究中，早期是探討如何自遠端及時的與近端做合作式的同步設計(Ishii, et al., 1992)，接著開始有人關切空間的互動議題下去探討，空間中的裝置如何同步的被各個設計者操作，達到合作式設計環境，產生最大的效能(Streitz, et al., 1999; Johanson, et al., 2003)，近年來，因為人際互動的被重視，社交被認為是激發設計靈感的設計過程中重要的一環，合作式設計環境開始有研究朝向設計過程中人際的互動資訊為議題(Prante, et al., 2003)，藉由使用者的有意義的行為轉化為簡單易懂的資訊，讓遠端參

與者以覺察的方式獲得這些資訊，進而更加理解其它參與者的行為，強化彼此合作溝通上的理解程度。

空間一直以來是建築的一個重要的議題。在傳統建築中，空間的定義是由實體元素所界定出來的有限的場所(Zevi, 1985)，然而 Godrèche (1996)指出空間在社會中的具有三種型態：1.原始的空間秩序(organic spatial orderings)、2.工程的空間秩序(engineered spatial orderings)、3.網際的空間秩序(cybernetic spatial orderings)，而其中在網際的空間秩序中提到由科技重建時間與空間的關係，重建了新的空間認同也塑造了空間感。

在近幾年網際網路空間也形成了新的空間概念，其空間感由動作、互動、背景音三個要素所界定(Liu, 2001)；HCI 一直以來的發展介於實體與虛擬之間，同時與人的生活與行為緊密的結合(Streitz, 2004; Elin Rønby, 1997)，實質的改善人的生活；本篇研究在討論一個介於實體與虛擬之間的互動裝置，讓其具有實體空間與虛擬空間的空間感元素，而藉由這些元素的變化改變人對空間的感知也創造新的空間經驗。

Streitz(1999)提出 i-LAND 的互動討論空間雛形，空間透過虛擬實境並藉由互動牆面、互動桌面和嵌入式系統的椅子，並透過網路串連各個資訊整合(圖 6)；而他們所提出的互動空間有四個主要的目標：1.整合虛擬資訊與實體的建築空間、2.整合擴增實境與遍佈式運算、3.提供一個創新的團隊合作溝通空間、4.提出目前工作團隊經驗以達到對未來的希望。在 i-LAND 更提到實質的空間必須要可以反應需求的改變，提高空間的彈性與移動性，針對不同的團體與活動的需要，可以透過擴增實境與遍佈式運算建構一個符合需求及有效率的互動空間

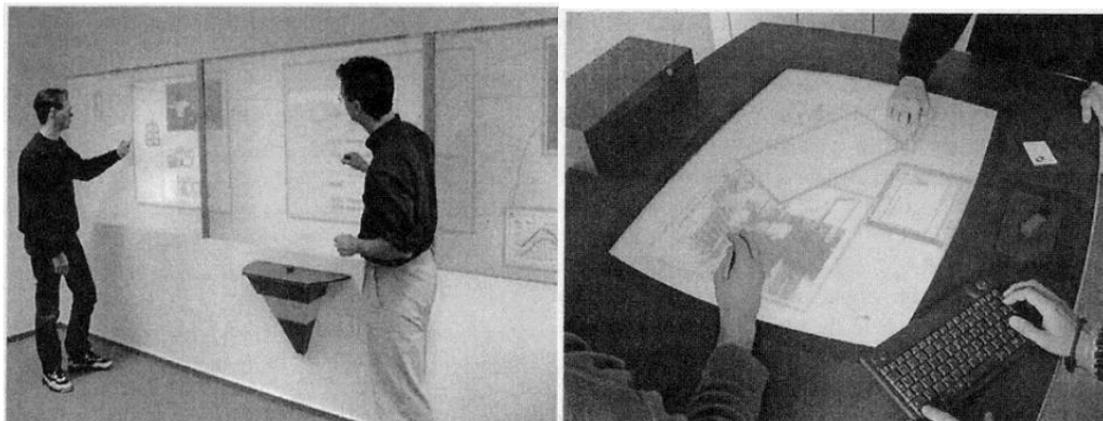


圖 6. DynaWall and InteracTable(Streitz, 1999)

Toizumi (2000)針對會議空間的互動提出了面對面合作式溝通環境，空間內的資訊需要先傳到系統電腦在一起呈現於共同螢幕，每個使用者都是透過網路與資料互動。

Johanson(2003)更進一步的提出一個以會議為主的互動型態空間(圖 7.)，其中以合作式的溝通環境為前提，每一位開會的成員都會各自帶著不同的文件、電腦、PDA 等等，一旦進入到這個互動空間之中，個人所攜帶的資訊就能夠輕易的在這空間中被呈現出來或是分享，他們的目的也是希望能夠減少其他不必要的時間，使得會議的焦點是專注於討論的事物本身。

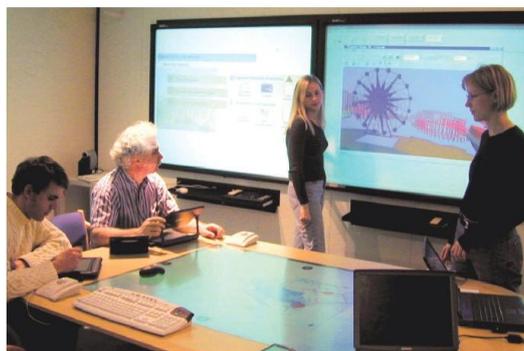


圖 7. Interactive room(Johanson, 2003)

2.2 環室環境 Ambient environment

而環室智能(Ambient intelligence)包含五個重要元素，其各為 1. 嵌入式裝置(Embedded) 2. 情境感知(Context-aware) 3. 個人化 (Personalized) 4. 適應性 (Adaptive) 5. 和預期性 (Anticipatory)。前兩項元素是資訊系統融入環境中，建構環室智能環境的要素，而其他的則是調整此系統適應並回應使用者使其具有「智慧」的要素(Aarts, et al., 2003)。Gross(2003)將環室介面的設計準則整理出幾點：應給人印象深刻的、應是有效率的、應是安全的、需要有良好的效用、必須是好學及並好記的、介面的回應是可見的、應給予使用者適當的回饋、應提供簡約(constraints)的回應、應提供適當的資訊搭配 (adequate mapping)、應提供符合的功能性(consistent functionality)、應是目的導向的 (target domain)、設計環室介面應讓使用者能夠融入與參與的 (participatory)。

在 iCube 的計劃中，不但結合了多模式的互動環境(圖 8)，互動環境結合於傳統的設計空間之中，並且創造智慧型工作室家具(Jeng, 2003)。資訊結合於建築元素同時也開始結合於家具等等物件本身，使得遍佈式運算已經廣泛使應用於一般的生活空間之中，人無需改變使用原有的使用模式便可獲得相關的額外資訊，然而空間環境也開始辨識及儲存個人資訊，透過物件本身的感知與使用者進行互動與調整。



圖 8. iCube (Jeng, 2003)

擴增實境廚房 augmented reality kitchen

在擴增實境廚房(augmented reality kitchen)的案例透過感應器、攝影機以及資料庫系統減少了多餘的家電空置，並將廚房的活動與資訊轉化為直觀的圖像，來輔助使用者在此空間中更容易且方便的察覺原本廚房空間中不易察覺的資訊(圖 9)，強調資訊本身的直覺性不需花費額外的精神去處理，並隨時提供建議給使用者；如：料理台以互動的方式教導烹飪的步驟，利用水龍頭上的燈光顏色來提示水溫(Bonanni, 2005)。



圖 9. 擴增實境廚房 Augmented Reality Kitchen: information projection on the refrigerator (1), the range (2), the cabinet (3), the faucet(4) and drawers(5). (Bonanni, 2005)

阿囉牆 Hello Wall

在 Hello Wall 中讓實體元素與建築空間成為組織內中的資訊交流、合作與產生社交察覺之介面，使用者可以透過隨身資訊與 Hello Wall 互動(圖 10)，Hello Wall 客製化的儲存個人的資料，必賦予個人化的機制，也同時透過資料的相互傳遞使人可以透過其裝置與其他人互動(Prante, et al., 2004)。

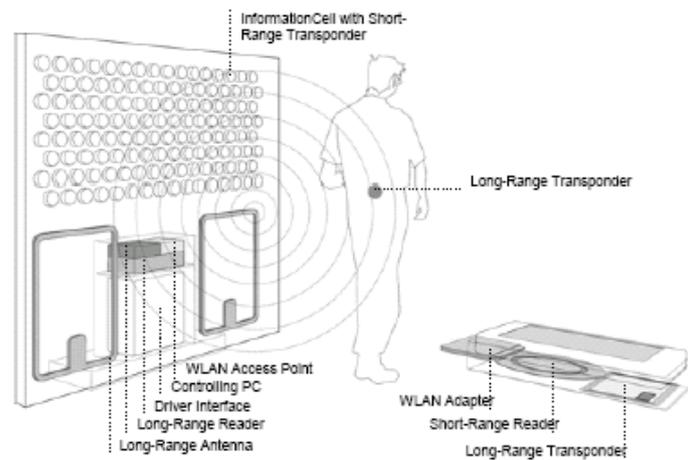


圖 10. 阿囉牆 Hello Wall (Prante, et al., 2004)

環室觸發 Ambient Trigger

藉由實作一個可重塑的環室個人設計環境(Ambient Personal Design Environment)，證實環室觸發此概念的可行性與發展性，使用者只需將一個環室觸發公事包放在桌檯上，便能觸發環境個人化；將公事包裡面的環室觸發筆拿出來，就能觸發環境重塑成筆式活動空間，針對筆式活動提供資訊服務支援；將公事包裡面的環室觸發物拿出來，就能觸發環境重塑成遠端合作空間(圖 11)，提供遠端合作與溝通的資訊服務支援(Chen, 2006)。這樣的環境可讓使用者輕易地透過體構的行為(embodied action)，觸發環室要素重新設定以支援某項特定的設計活動。

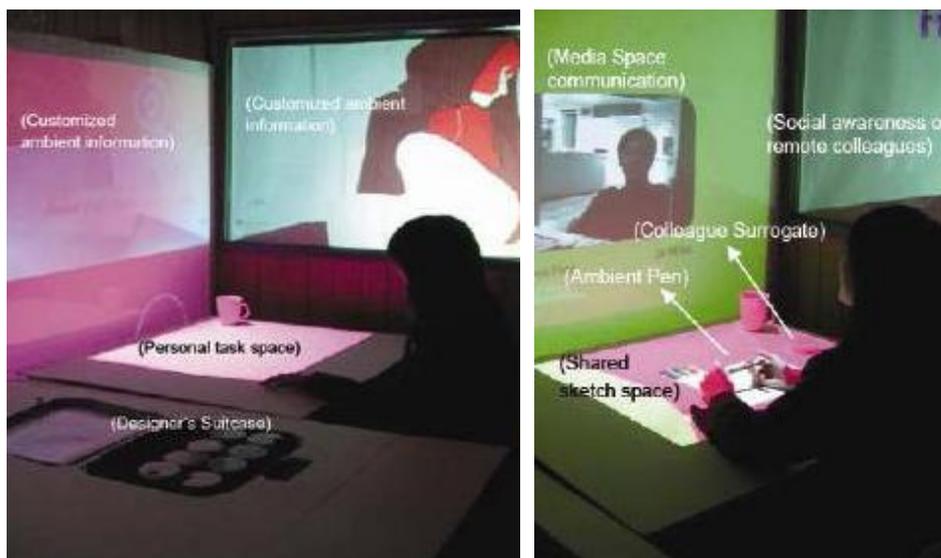


圖 11. 環室觸發 Ambient Trigger (Chen, 2006)

環室顯示 Ambient Displays

環室顯示(ambient displays)為一種新的訊息顯示方式，直覺而又不造成空間使用者的干擾，其訊息透過抽象的轉化在空間中以微妙的光線、聲音以及一些動態的變化呈現，這些變化又能很巧妙的被融合於環境之中。抽象表現方式的好處包括：(1) 抽象的呈現方式能夠給予空間中的人一層隱私權的保護；(2) 藉由訊息融入環境之中，不需要使用者貫注太多注意力的抽象呈現方式，也許較富含媒體(media-rich)的呈現方式更適合；(3) 不需要太多的頻寬；(4)讓使用者能夠個人化，便於選擇適合的顯示媒介及不同的配對(re-mapping)方式(Elin Rønby, 1997)。

在 Ishii(1998)所提出的環室空間(ambient room)中運用的方式包括透過投影時鐘，水波漣漪，瓶子等象徵物件，傳達出空間中的資訊變動與空間活動情況(圖 12)，他認為使用者應具備其他的感知，不應僅僅只是使用圖像的方式來呈現訊息(Ishii, 1998)。

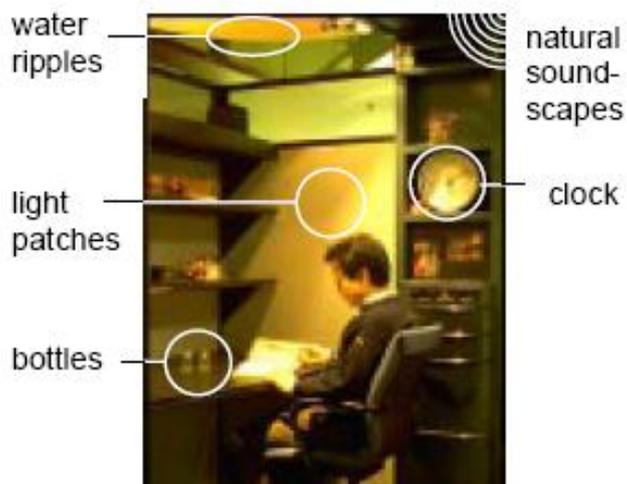


圖 12. Ambient media displays and controls (Ishii 1998)

互動環室顯示 Interactive Public Ambient Display

在互動上，對於介面使用距離的不同，使用者的互動模式也有所不同，藉由分析環視顯示裝置的設計原則，依照距離將互動方式分成 ambient display、implicit interaction、subtle interaction、personal interaction 四種(圖 13)(Vogel and Balakrishnan, 2004)。

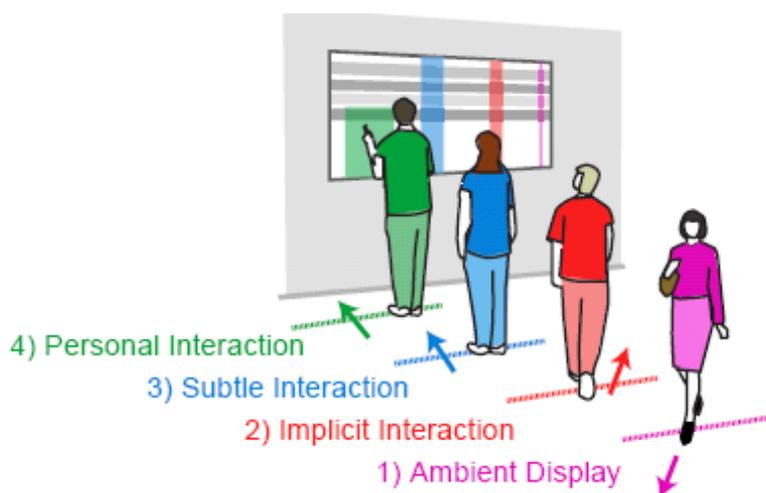


圖 13. Interactive Public Ambient Display (Vogel and Balakrishnan, 2004)

2.3 互動介面 Human-Computer interactive interface

都市計畫擴增桌面 Augmented Urban Planning Workbench

設計中有的時間分割和空間問題世界於不同習慣的表現上。草圖的製作、實體模型、近幾年的電腦模擬等，也沒辦法相容在同一環境中，齊彼此都是相互獨立的。而當代的設計者被要求將不同的媒材容於一體，在 Ishii(2002)提出的都市計畫擴增桌面試圖的整合不同的媒材於一體(圖 14)，並將此系統應用在設計課程之中。

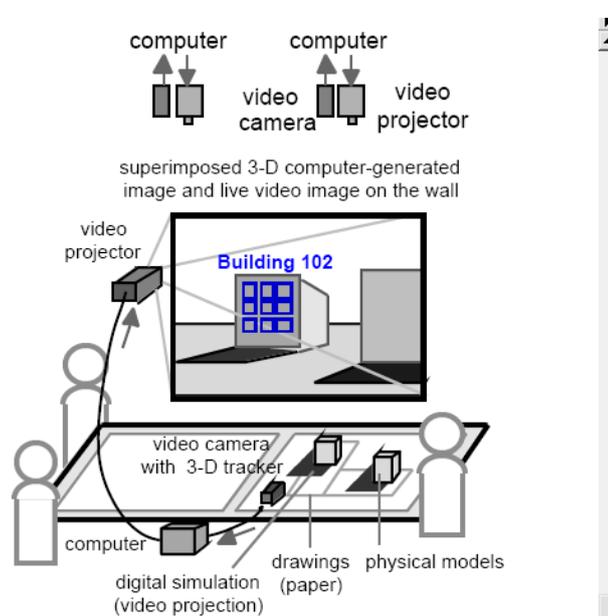


圖 14. Augmented Urban Planning Workbench (Ishii, 2002)

一般的實體模型多在最後的階段才完成的，而實體模型其實是人對空間最直覺的感應。藉由動態的雕刻能夠在最初階段就給予最快速的概念模擬。且一般數位化的模擬多被限制在 2D 平面上，但數位化模擬可提供更多的有利的條件，可觸式媒材也提供了從物實體的虛擬環境的設計過程變得更簡單容易。Ishii(2004)提出兩個可觸式媒材介面 Illuminating Clay 與 SandScape sensing technology。

illuminating Clay 是用同一種原理製作出來的，使用者可以和由黏土或沙子構成的基地模互動，這個模型會隨時因應基地模上的改變，感應會輸出至電腦中並改變虛擬模型 (digital elevation model, DEM) 的高度(圖 15)。GIS 備應用在此系統中，且結果將被投影在基地模上。且整個系統都是即時的。此感應裝置藉由三維雷射掃描器(3D Laser scan) 即時掃描黏土製的基地模，所取得的資訊直接數據化轉成三軸的數值(xyz)，且此感應器非常的靈敏。

SandScape sensing technology 此系統地下裝有 1m 直徑的箱子，裝有紅外光的 Led 陣列，紅外光直接向上打在沙的基地模上，沙量較少的地方透光率較高，沙較厚的地方透光率低，並藉由頂上的紅外線攝影機(IR camera)去偵測光明亮來感測高度。

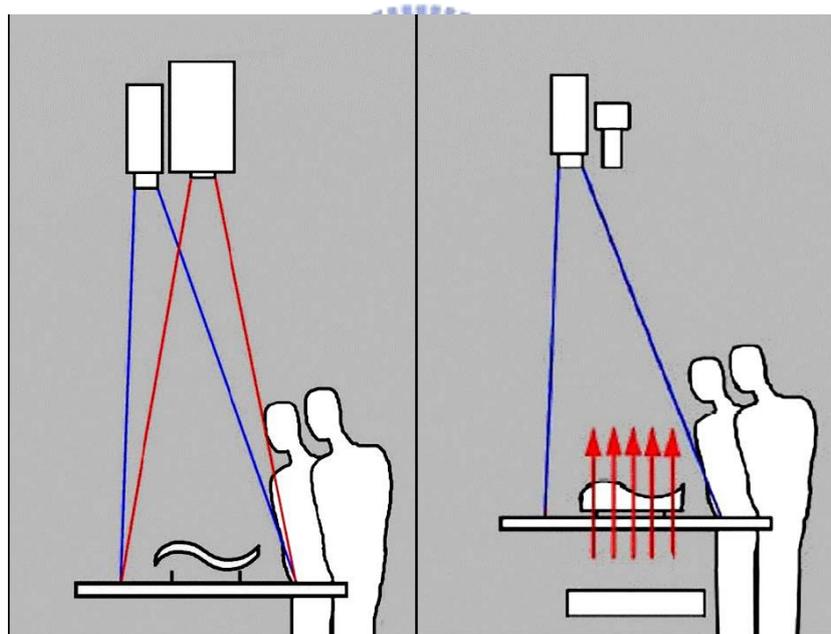


圖 15. Illuminating Clay (Ishii, 2004)

擴增素描與模型 Augmented Sketching and Modeling

作者嘗試的藉由擴增實境(Augmented Reality, AR)的方式將將手繪草圖與製作模型的動作做整合，並透過一個虛擬環境做疊合資訊後呈現 (楊基辰, 2005)。使用者可以直接透

過一個操作的界面看到實體的模型，並且直覺的直接將想要的圖形描繪上去，透過介面將兩這資訊疊合顯示，使用者將直接的看到兩者之間的關係(圖 16)，並做直覺得做適當的調整，不必再透過反覆的 2D 圖面與 3D 圖面的轉換與思考，給與直接 3D 環境的手繪修改與模擬，且此系統可模擬各種時間的光源，讓設計者可以更加了解實際設計狀況的許多細節部分。



圖 16. 擴增素描與模型(楊基辰, 2005)

Beilharz (2005)提出了幾個利用非觸覺的手勢來聲音的資訊產生互動(圖 17)。他有別於使用傳統的滑鼠鍵盤，並以自在的方式與電腦互動，並將電腦隱藏於環境之中，同時也提出利用手的移動轉動來控制虛擬環境中的三維物件(3D Objects)的方式。

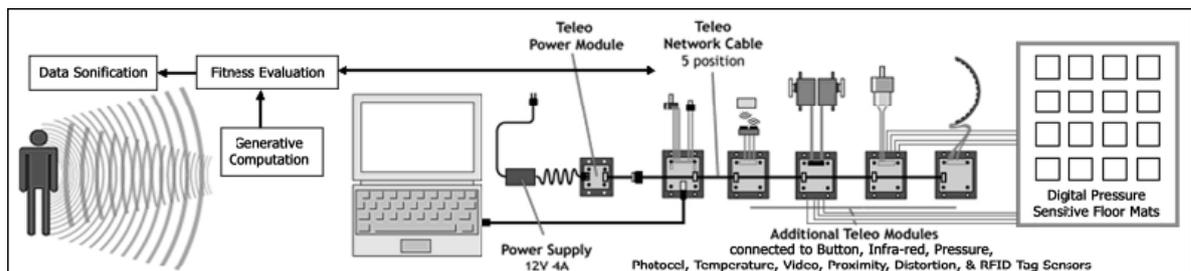


圖 17. Architecture as the Computer Interface (Beilharz, 2005)

第三章 設計成果

3.1 設計場景分析

在選定的空間 Islay 吧檯、Islay 島、遊戲室與接待空間在空間機能上同屬於吧檯空間，而吧檯空間的設計是為來往旅客或客戶的休憩而設計的空間，於是在公共空間的場所，為使用者而設計的專屬空間，把臨時客服與放鬆心情的需要，集結功能於具有舒適與休憩的作用，用意在做短暫時間的輕鬆，居家生活的吧檯空間具有隨意的舒適、自在感，或者可以試著衣衫不整，但原因不是因為沒人，而是氛圍與質感讓人的體驗與感受可以放鬆與依賴，以及家的滿足與感動，不是像 KTV 包廂與五星級飯店一樣，任何人都可以住，卻沒有獨特的個人象徵與獨特味道。



對於喝酒空間的需求還是很模糊，跟休息室與等候區不同，但在空間定義與認知上二者好像同義的意思，所以常看到候等區是電視與報章雜誌的功能設計，而休息室也是如此，這與 lounge 的需求應該有所不同才是。而本設計就常見的活動做為主要的分析，在這些可能發生的活動歸納行為與介面，在個別分析活動是否適合會在 Islay 吧檯、Islay 島、遊戲室與接待空間中形成。

Ishii(1997)認為介面的構成是由原子所構成的實質環境與位元所構成的虛擬環境相結合而成。因而在分析可能的互動介面先由實體的元素做為依據，再歸納可能可以做為互動的介面。因而互動的介面可以很多元化，對於虛擬的資訊的操作不再是局限在鍵盤與滑鼠，也應當是與生活空間結合在一起的，因而要找出適當的介面應當先分析出空間中的活動，然而在從活動中挑選適合的互動介面，或是適合的操作形式。

依據空間機能所可能產生的活動分為幾個主要的項目來做活動的分析，如個人的私密活動常不希望被外界所打擾，好友的喝酒談天，以及固定的團體聚會等等。在此將活動歸納分為四項：1. 看電視/書籍 2.個人小酌 3.好友談心 4.團體聚會。整理其關係與可能的互動介面如表 1。依據表一歸納出可能可以做為互動的介面如表二。

表一. 活動與介面分析表

活動	看電視/書籍	小酌	家人談心	聚會
人數	以個人為主	以個人為主	兩人以上	兩人以上
	交流性低	交流性低	交流性高	交流性高
介面	沙發 茶几 電視(LCD) 書籍、雜誌 燈光	沙發 茶几 酒杯 酒櫃 手機	沙發 茶几	沙發 茶几 酒杯 酒櫃
行爲	閱覽	乾杯 回憶	聲音 肢體語言 表情	聲音 肢體語言 表情 乾杯

表二. 互動介面與空間元素

項目	家具	物品
介面	沙發 茶几 燈光 酒櫃 電視(LCD)	酒 酒杯 書籍、雜誌 手機

3.2 情境與介面設計

在情境上選擇以喝酒寒暄為其主要的情境，因而其主要的觸發物為其相關行為活動的物品或空間元素，在此選定為個人酒杯、茶几、酒櫃以及個人隨身裝置為主要的互動介面元素，將互動的機制與空間元素結合，利用不同的行為與觸發物彼此之間不同的相互關係來判斷機制(圖 18)。

在此次的設計中將個人的藏酒的酒櫃做為互動起始的一環，當人喝酒多半喜歡尋找同好，具有相同品味的朋友，當你拿起了酒往往就會想到幾個朋友，然而利用這樣的關係再擴增，酒櫃自行的利用酒瓶底下的 **RFID tag** 判斷酒名使你一接近酒櫃就能輕易的知道你要的酒放在哪個位置，然而碰觸酒瓶就主動的搜尋在你的相關的空間關係中，有誰跟你一樣的愛好或是藏酒，讓你可以有機會想到邀請一同飲酒或是互動談天。



杯子本身是具有個人化識別的能力，杯子中利用主動式 **RFID** 的個人化識別判斷個人的身分，利用茶几的相互關係(距離的遠近、是否放置在桌面之上)來判斷可能的行為模式，做為觸發互動喝酒模式的產生，或是連結之後將空間訊息透過連結傳遞到對方，同時將可加強互動或溝通的訊息視覺化，如酒杯的位置；然而在溝通的過程中，許多的圖像是難以用言語來描繪的，因而空間互動的過程也必須能輕易的連結個人隨身裝置，使得整體的溝通是輕易而流暢的。

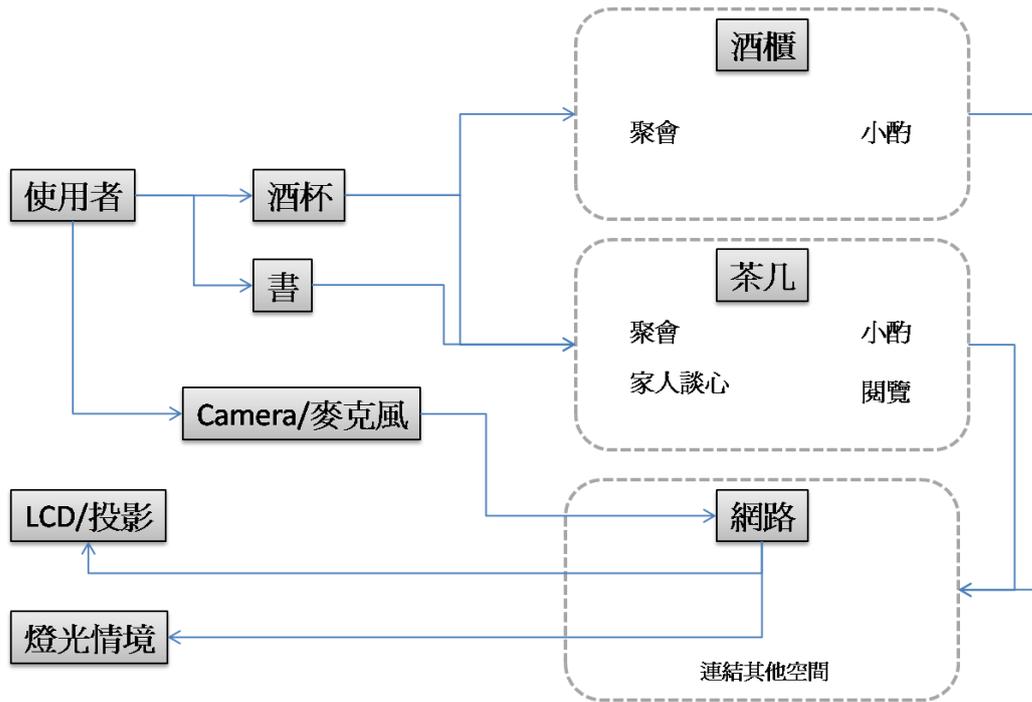


圖 18. 情境架構圖

3.3 空間的互動設計



動畫將從整個基地開始描述，然而在挑選出社區的群落中的三個建築體，在這三個建築中的四個空間做為互動，在此架構下空間與空間的使用者之間彼此有著一定氛圍的關係。接著就是空間的互動，互動的順序將以觸發機制的機制為順序(圖 19)，同時也分為環境觸發、多人互動觸發、互動連結、可攜式資料共享這幾個段落，而將不同的行為放置在各空間。

1. **基地位置與建築群落關係**：從建築較大的輪廓開始描繪整體空間的關係，逐步的帶入到空間之中。使得初步印象得之各空間之相對關係。
2. **環境觸發**：利用空間中原有的物件，在不改變人原有的行為模式下做為觸發互動的機制，同時主動提供可能需要之資訊。

3. **多人互動觸發**：在休閒空間中，茶几扮演了相當重要的角色，而在此同樣的也利用茶几做為連結上的主要互動介面，而此次的設計情境以共同喝酒寒暄為主，故當酒杯與茶几的相互關係做為觸發互動介面的主要參考依據。
4. **互動連結**：當互動的界面被啟動之後使用者透過視覺化的圖形，可以判斷其他空間的使用者上線的情況，同時利用點選邀請對方一同喝酒寒暄；然而杯子與茶几之間的關係也透過視覺化的方式呈現。
5. **可攜式資料共享**：合作式的溝通環境為前提，每一位使用者各自帶著不同的文件、電腦、PDA 等等，一旦進入到這個互動空間之中，個人所攜帶的資訊就能夠輕易的在這空間中被呈現出來或是分享，目的是希望能夠減少其他不必要的時間，使得焦點是專注於討論的事物本身(Johanson, 2003)。

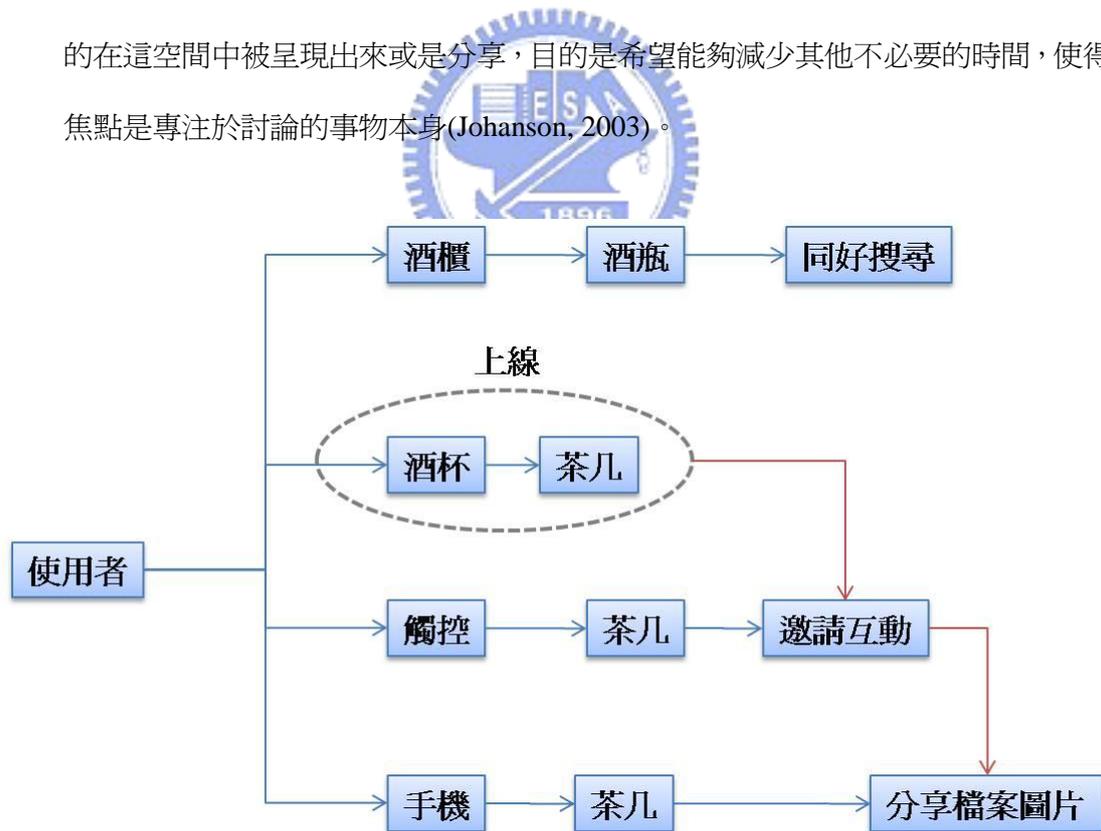


圖 19. 互動關係架構圖

將視線從建築帶入到空間中，開始描述透過互動的機制如何連結不同的空間活動。

將互動的主軸分為單一使用者的酒櫃的好友搜尋，也就是人與互動裝置之間的互動；與多人之間互動，也就是透過茶几與空間做互動的連結。

每個空間對應不同的使用者(圖 20)，在 Akihisa Hirata (平田晃久) 設計的遊戲室中，SaSa 與酒櫃的互動；在 MVRDV 設計的 接待空間中的 Peter 啟動了茶几邀請了同樣在室內空間的 Tom；Tom 就位在 AleppoZONE 設計的 Islay 吧檯的空間中接受邀請互動；John 與 Ott 在戶外空間也就是 AleppoZONE 設計的 Islay 島相談之中發現 Peter 上線了，並邀請 Peter 一起對話，並分享訊息。

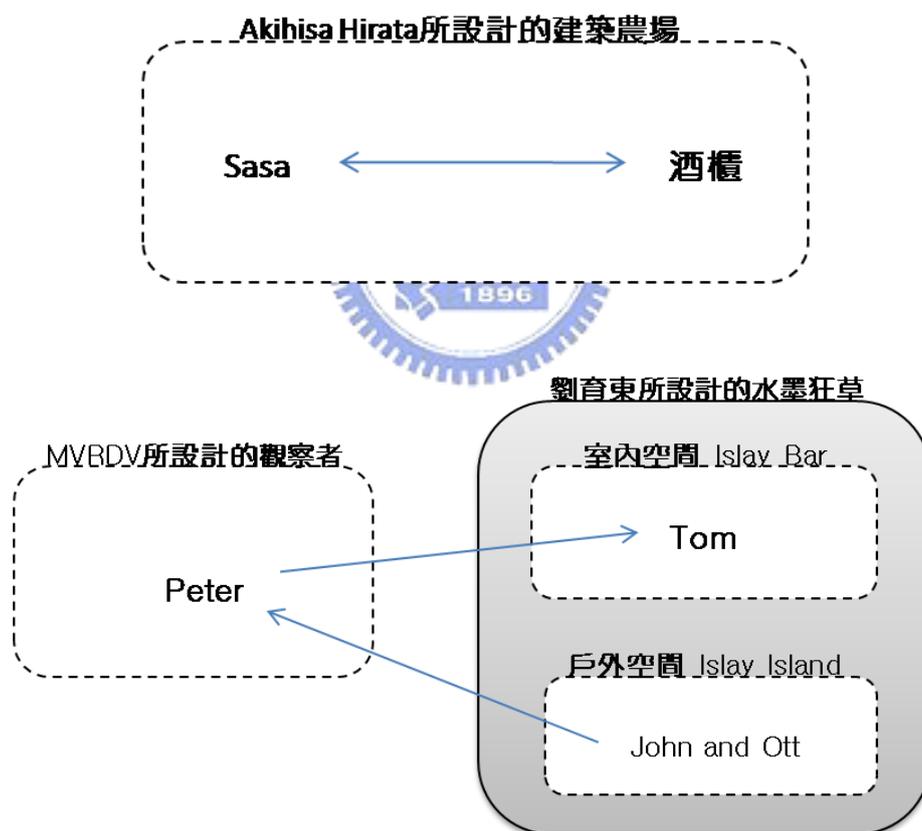


圖 20. 互動關係圖

3.3.1 基地位置與建築群落關係

在基地上三個建築體坐落於一個社區的群落中，透過動畫呈現他們之間的建築區塊的關係、道路連結的關係、量體與相對位置的關係。再進而描述三個建築的外觀逐步的將視覺引導入室內。也描述了 AleppoZONE 的 Islay 吧檯、AleppoZONE 的 Islay 島、Akihisa Hirata (平田晃久) 的遊戲室、MVRDV 的 接待空間這四個空間在建築空間上的相對關係。

將視角從空中都市逐漸的深入到社區，試以一個建築的角度逐漸的帶入到互動的空間去談互動從第一幕的空照顯示出下代基因建築(Next-gene) 集體設計的機地位置 (圖 21)，帶入到在社區的群落中三個建築體的相對關係，從規劃土地的切分到建築相互動線上的連結 (圖 22)，也同時顯示了建築量體與空間的關係，也顯示了相互之間距離的關係。

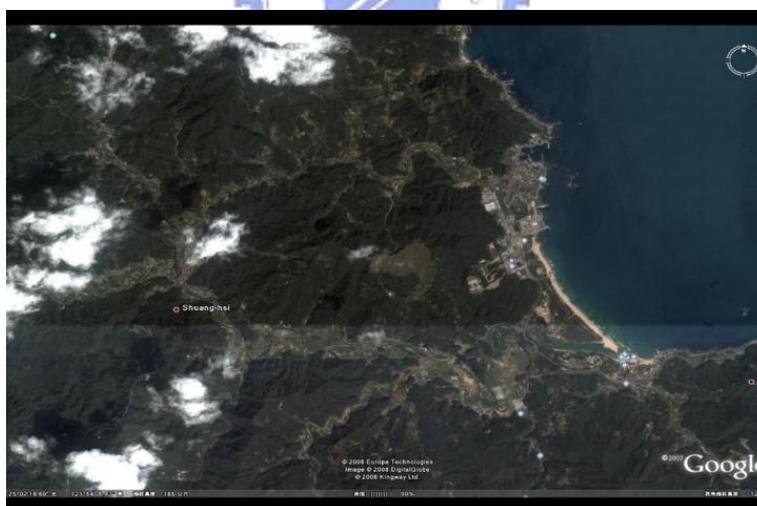


圖 21. 基地空照圖

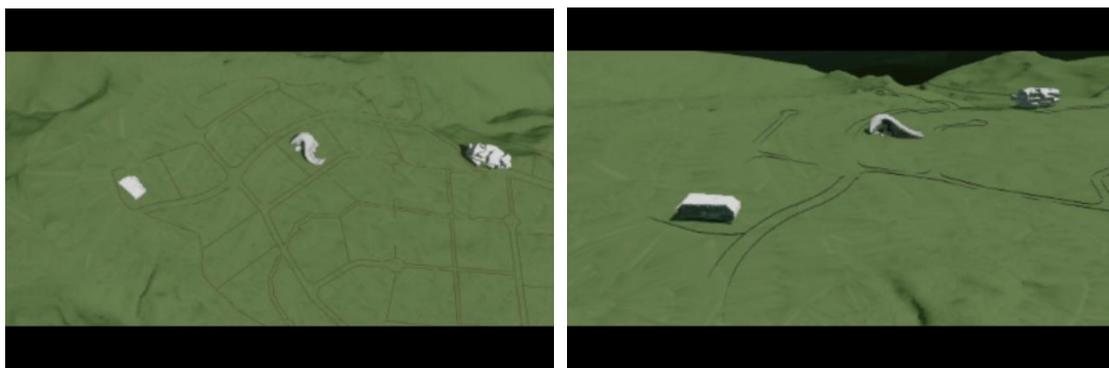


圖 22. 三個建築體之間的關係

接著以更細緻的模型開始描述建築體本身與內部空間的關係，也逐漸的開始帶到所選定的設計範圍：MVRDV 所設計的觀察者中的接待空間(圖 23)、AleppoZONE 所設計的水墨狂草中的 Islay 吧檯與 Islay 島(圖 24)、Akihisa Hirata 所設計的建築農場中的遊戲室(圖 25)。空間中的互動裝置設計盡可能與其建築設計風格一致，也讓互動的本身是隱藏於空間之中，也如同遍佈式運算的理念，電腦融入於環境中後，如何讓電腦更能隱藏於環境之中變得相形重要 (Wiser, 1995)。

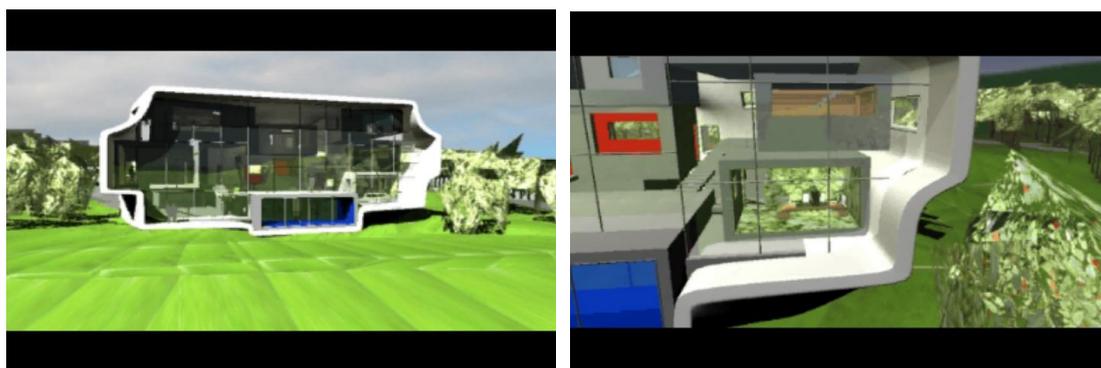


圖 23. MVRDV 所設計的觀察者

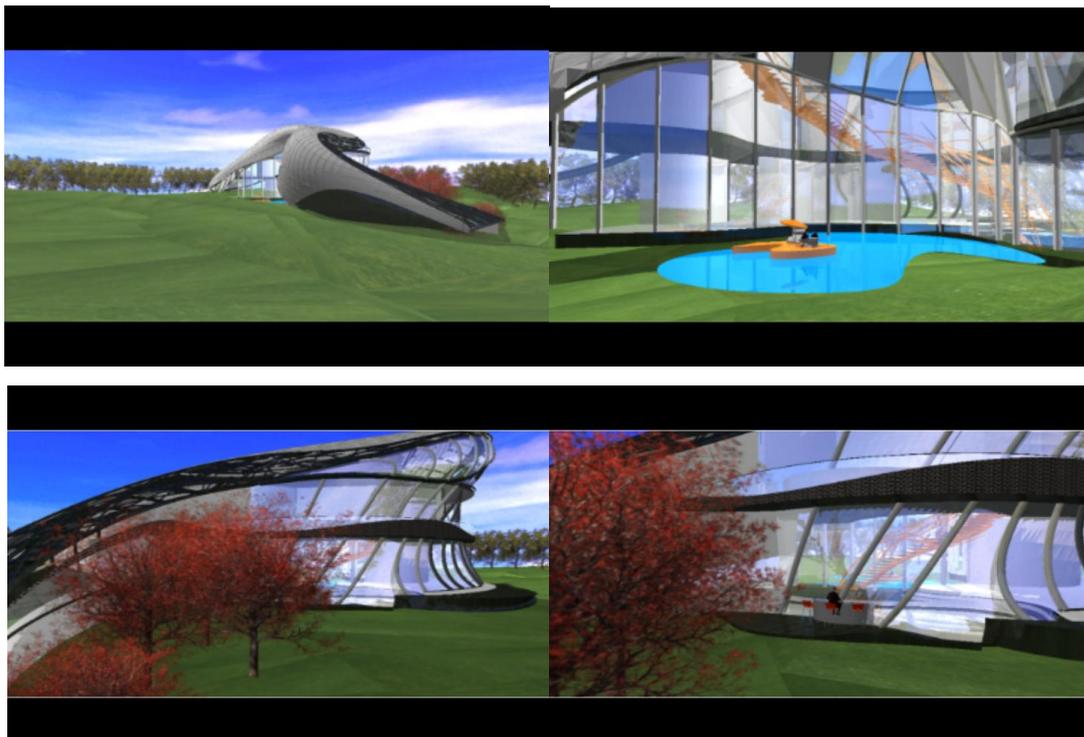


圖 24. AleppoZONE 所設計的水墨狂草



圖 25. Akihisa Hirata 所設計的建築農場

3.3.2 環境觸發

隨著硬體上各種感測元件的發明與進步，以及在軟體上各種演算法的太就換新，使得各種識別軟體相繼的出現，各種互動的形式也開始出現，更讓 Ishii(1997)提出了可觸式位元的互動介面概念，進而能發展出運用實體的物件來串連虛擬的資訊。然而互動介面也應對於使用者的不同距離提供不同的互動模式以及資訊(Vogel, 2004)。

在設計的過程想法中，試圖利用酒櫃的互動來做一個社交互動的一個起始點，希望從拿酒瓶的時候能利用互動的方式讓使用者不經意的想起好友，或是增加一些連結的契機。在互動的形式上，也曾試圖的運用光線變化，利用像徵物件將虛擬的資訊視覺化，或直直接的給與空間留言，但是過多的互動又讓使用者的行為受到了太多的干擾，而變相的成為為互動而互動，因而最後決定讓電腦融入於生活環境之中，以人的行為為主的互動，在既有的行為模式下讓使用者與虛擬資訊能夠直覺的互動。

在這次的設計環境中，酒櫃假定了每個酒瓶都具有 RFID 的標籤，在放置的平台上設置了壓力感測以及 RFID 的讀取機，使得酒瓶一但放入酒櫃就會直接連結到酒商的資料庫中同步資料取得酒的相關資訊，並自動下載回來；當使用者靠近的狀況下酒櫃就會啟動，在前方的顯示裝置會自動的將酒的名稱顯示與相關的資訊 (圖 26)，讓使用者在第一時間可以方便尋找所想要喝的酒類，不需要花時間逐一的拿起來看才能找到適合或是想要喝的酒類，同時每一個放置的位置會逐一的掃描比對也避免拿錯或放錯位置的情況。



圖 26. 酒櫃的觸發

酒櫃也會自動的將藏酒建檔歸納可與線上伺服器做同步，使得其他使用者可以透過互動機制得知你的喜好與藏酒。然而當手靠近酒瓶藏在架上的人體紅外線感應會感應到手的位置而判斷得知你所要拿的物品，將酒的資訊以較顯眼的方式呈現，提醒你避免拿錯(圖 27)，使得資訊能夠被融入環境之中，提共使用者更個人化的訊息(Elin RØnby, 1997)



圖 27. 酒瓶互動觸發

一旦感應使用者選定酒類將自動搜尋在社區內的同好，或是同樣在酒櫃中有同樣收藏的使用者，搜尋到的人名顯示在一旁(圖 28)，不一次顯示太多資訊干擾使用者的視覺，而利用點選的方式逐步的呈現進一步的相關資訊(圖 29)，讓使用者依據個人的需要去點選需要的資訊；點選一旁的選單會在主螢幕上先顯示對方使用者的建築外觀，在顯示他所相對應的休閒空間(圖 29)，也可以觀察出擁有同樣藏酒或是愛好的人再對於空間的喜好有甚麼不同，然而近進一步的以文字列表的方式顯示對方的其他藏酒或是愛好(圖 30)，依此建立起之後可能的互動或是談話的契機，讓兩個再開始互動之前建立起某些

的交集，可以從環境的連結與愛好的相關等等開始創造出一些共同的話題。



圖 28. 同好搜尋

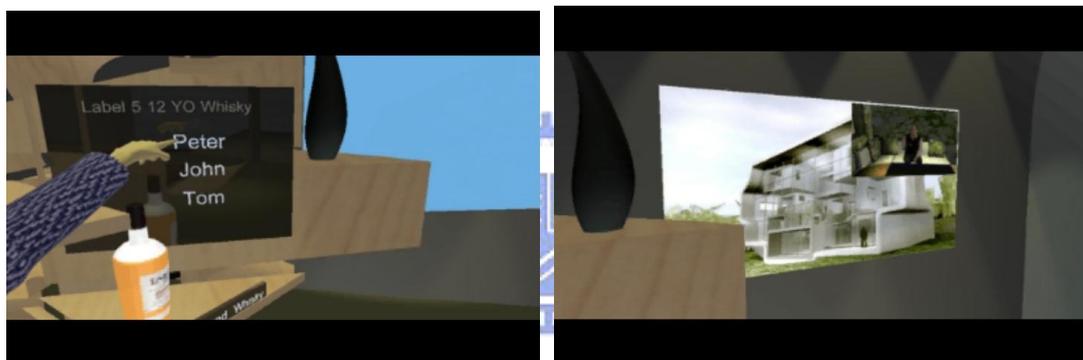


圖 29. 選單資訊



圖 30. 同好的空間資訊與相關喜好

在這次的互動中 Peter 位在 MVRDV 所設計的觀察者中的接待空間，Tom 位在 AleppoZONE 所設計的水墨狂草中的 Islay 吧檯，John 與 Ott 位在 AleppoZONE 所設計

的水墨狂草中的 Islay 島個別的空間分屬於不同的使用者。在水墨狂草中的兩個空間又分別的代表了室內與室外的兩個不同的空間。

3.3.3 多人互動觸發

智慧空間應該在使用者有不同需求的時候，提供不同的機能與模式，來滿足使用者的不同需求，然而觸發互動的觸發物應是搭配人的自然行為(Chen, 2006)。然而當多人互動的情形之下，彼此之間有許多的訊息應當被傳遞與呈現，然而這些的訊息應當要直覺而又不造成空間使用者的干擾，進而將訊息抽象化的顯示；Elin Rønby(1997)認為抽象的呈現方式能夠給與空間中的人一層隱私權的保護，也讓使用者在空間環境之中不需要花費太多的注意力。



在設計的過程中，對於互動的觸發物件，基於人的行為活動為主要的考量，開始思考環境要如何判斷是怎麼樣的人，再來推測現在應當在進行怎麼樣的活動；在客製化的前提之下，又如何能針對個人化因素來做判斷，人在回到家之後不喜歡帶著太多多餘的東西，當然也不喜歡被標籤給黏著，個人化的識別標籤就不適合附加在穿帶的物品之上，而應當利用活動會運用到的元素或是行為來加以識別，並使得具識別標籤的元素能與空間相連結，並將個人喜好加以儲存及運用。有了身分的識別之後，空間能知道個人之前的喜好與設定，然而空間仍需要透過使用者的行為來判斷現在的活動並給予正確的互動輸入模式(Vogel and Balakrishnan, 2004)，甚至是利用直覺的選單操作，才能正確的提供使用者想要的環境。在這次的設計中，就以喝酒寒暄為其主要的活動來討論，透過酒杯位置或是與使用者的關係判斷使用者的活動給予不同的環境模式(圖 31)。



圖 31. 茶几與使用者空間關係

杯子本身是具有個人化識別的能力，杯子中利用主動式 RFID 的個人化識別判斷個人的身分，利用茶几的相互關係(距離的遠近、是否放置在桌面之上)來判斷可能的行為模式，做為觸發互動喝酒模式的產生(圖 32)。

酒杯一旦靠近茶几，茶几即時的會感應並啟動，並登錄個人資料並同步個人的相關喜好的設定與模式的設定，連結空間內的燈光、氣溫控制、音樂的播放隨著使用者做不同的更改。而當酒杯放置在桌面之後，桌面會自動的偵測杯子的位置，同時以小圖示的方式顯示相關好友的上線情況(圖 33)。

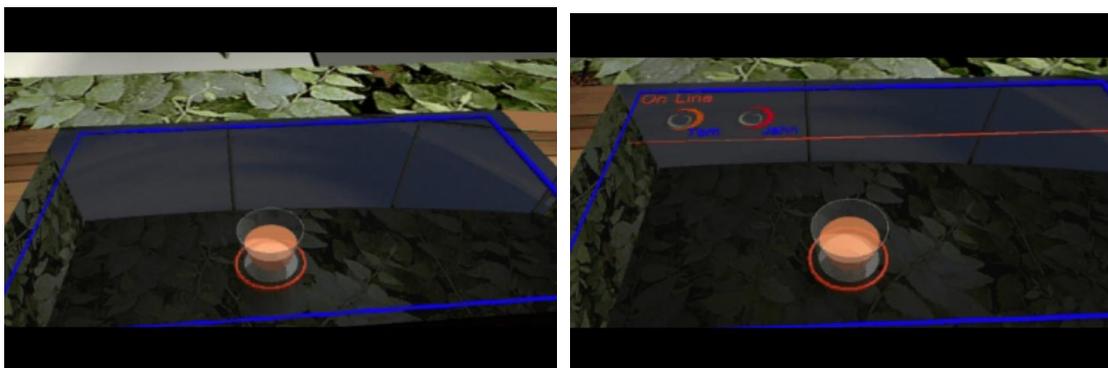


圖 32. 茶几互動觸發

桌面上所出現的小圖即是已經上線的友人，可以透過點選小圖的方式來邀請互動或是對話（圖 34），連結不侷限於一對一，可以同時對多方送出訊息以及對話，然而當一次對多方送出連結的訊息後，本身就會成為伺服器端，也就是多方的訊息上的同步上都會透過伺服器端來進行連結。

無論單一或是多方的連結，當點選之後，茶几會同步的送出資訊給對方，也同步的更改房間中的模式設定為飲酒對話模式，更改燈光以利於投影跟視訊對話，也將音樂的聲音降低（圖 33）。

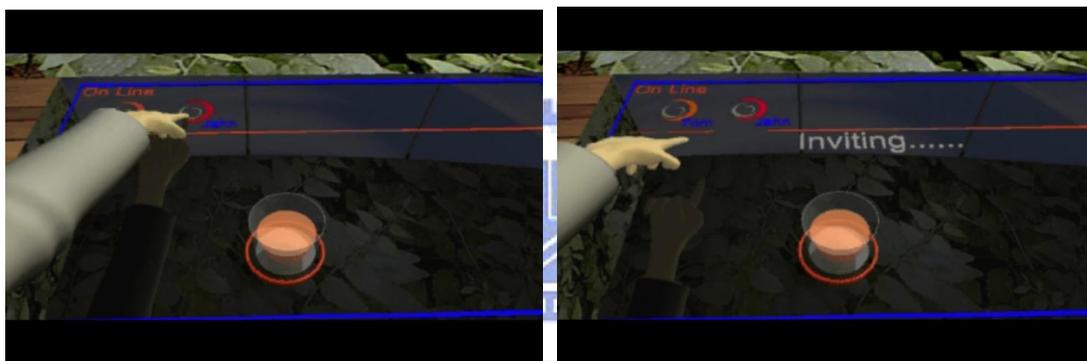


圖 33. 好友上線狀態

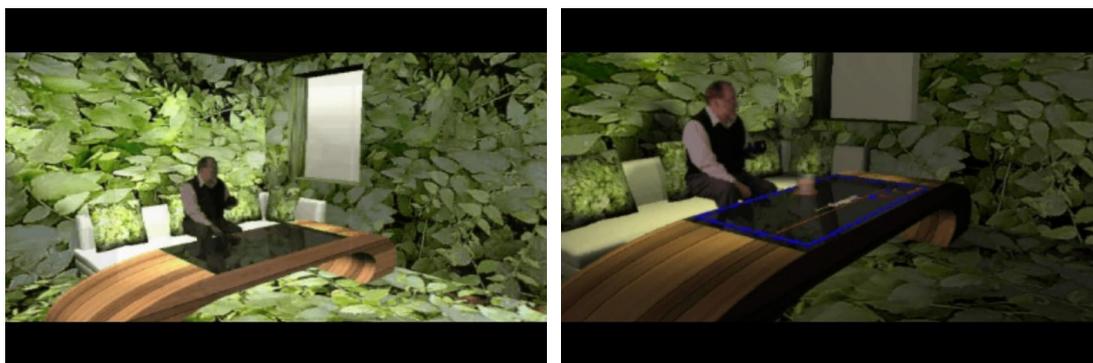


圖 34. 空間情境改變

3.3.4 互動連結

Beryl (2002) 認為在環境中的互動操作的介面，應當仿照使用者對於現有的工具或是空間元素原有的使用習慣；也就是使用者不應當還需要額外的學習才能學會如何操作介面，也無須負擔額外的心力與注意力在互動的界面上，互動的操作應當是融入在生活與空間之中的，讓使用者在不知不覺中直接的參與了互動，而對於情境沒有太多額外的干擾。

因而在空間選擇了兩個主要的構成元素：1.資訊窗 2.互動桌面。資訊窗在一般的情況是保有原有空間中窗戶的特性，當空間的情境轉變或是面對使用者不同的需求的情況，將自動的轉化為可以投影或是不透光的封閉空間。而互動桌面指的就是茶几，使用者能透過直接用手操作虛擬資訊，直接的點選、旋轉或是拖曳的方式來直接操作實體裝置與虛擬的資訊(Jeng, 2003)。



利用裝置與空間的關係，以及遠方的互動關係連結不同的空間，在此次的設計中試圖的利用不一樣的方式讓不同的空間進行對話：室內空間與室內空間的對話，室內空間與室外空間的對話。

使用者透過圖式的點選送出邀請，燈光自動調整，前方窗戶自動的轉為投影模式，做為主要對話視窗(圖 35)，同時顯示邀請的狀態，對方是否接受邀請或是中斷連線 (圖 36)，其邀請狀態的背景會顯示對方的空間環境，以利於更容易去識別所邀請的人。



圖 35. 邀請互動

受邀請的一方會以簡單而不干擾的方式靜靜的在一旁顯示，等待使用者自動察覺，如果使用者正處於忙碌的狀態或是專心於某件事物上，邀請的顯示並不會造成太大的干擾 (圖 37)。

使用者透過點選的方式接受要請之後，桌上的圖示會與對方所放置的酒杯位置做呼應，以輔助兩人之間的互動。

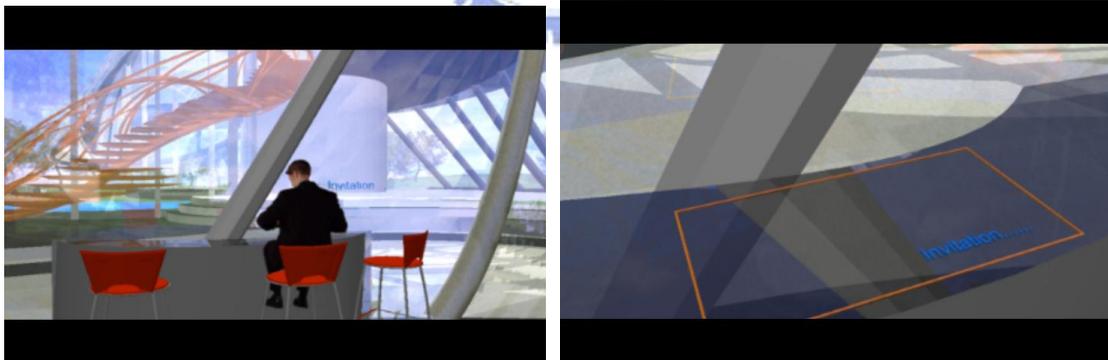


圖 36. 受邀訊息

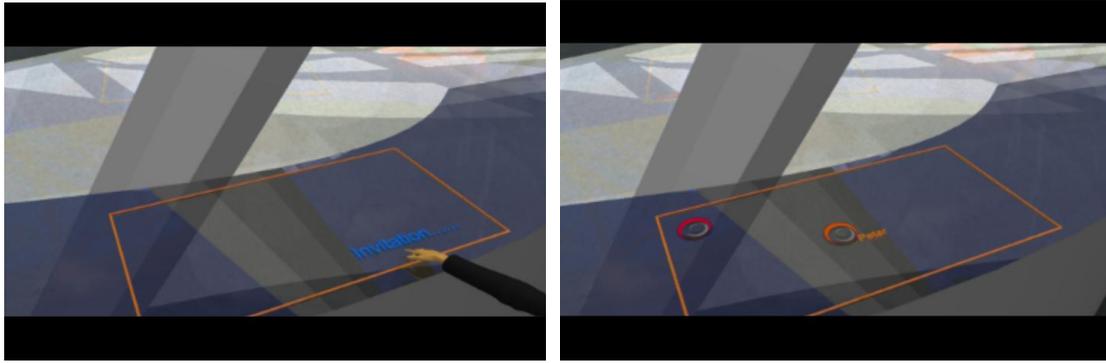


圖 37. 接受邀請與對方共享狀態

使用者上線後可以透過點或選拖曳放置酒杯來連結對方，甚至與對方視訊喝酒談天(圖 38)，然而在對話的過程中也可以突然的邀請第三方的人加入對話，或是中途的連結其他人的邀請，使得對話連結可以很多元，而桌面上對應的圖示就會依據你所連結的空間或是使用者資訊做變化，對方酒杯所放置的位置會在你桌面上顯示，同時圖示也具備了個人化的風格與資訊，使用者可以直覺的判斷與聯想這是誰的杯印，並與之互動(圖 39)；然而在多方互動的情況下視窗的切割 字母化面的關係大小，會依據你杯印的相關距離來判斷而有所不同，較為接近的則畫面越大，反之則會在子視窗(圖 40)，用此強調資訊的本身，使得使用者得以輕易的查覺原本在空間中不易被察覺的資訊(Bonanni, 2005)。

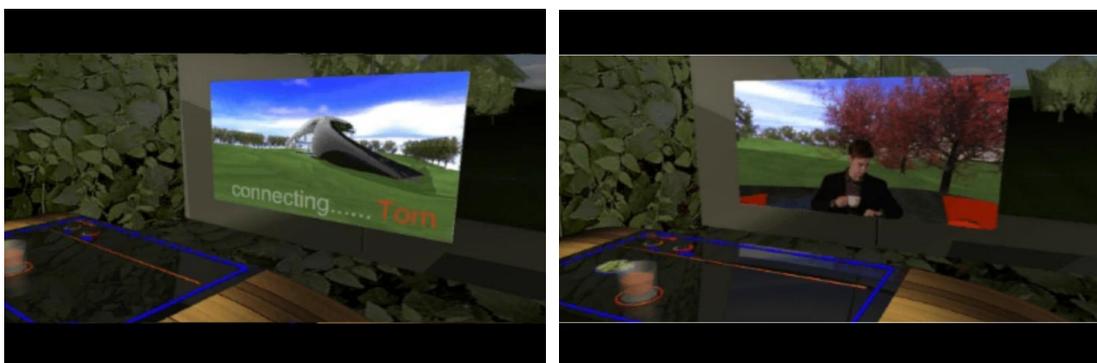


圖 38. 視訊連結

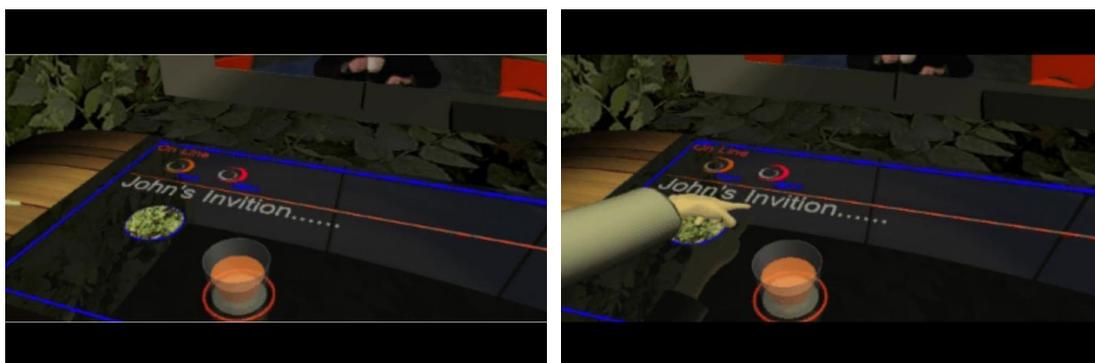


圖 39. 多方連結



圖 40. 多方連結與畫面切割



3.3.5 可攜式資料共享

因為網路崛起與普及化因而被廣泛的應用，使得不同的空間因此得以連接，也同時造就了所謂合作式工作環境的產生，從 Ishii(1992)應用在討論如何同步的共同合作設計，到接著開始加入了空間的議題，空間的裝置開始也串連與同步，然而到 Prante(2003)認為人際的互動應當更為重要，以人際的互動資訊為議題來討論合作式環境，藉由使用者本身的行為轉化為簡單易懂的資訊，讓遠端參與者以察覺的方式獲得資訊，也強化彼此的溝通。

在雙方聊天的過程當中，談天說地的過程常常會需要一些畫面的資料來補助，甚至是促進雙方的溝通，但是如果畫面或資料無法與對方共享，卻會使得對話有隔閡或是無法聚焦，手忙腳亂的拿起手機或傳真機又顯得麻煩，而且也使得對話必須中斷好一陣子，談話始終無法聚焦，因而能夠簡單將資料的同步與分享也顯得相當的重要。因主要在喝酒的情境討論之下，在同步的隨身設備上，選擇仍以日常生活中比較容易會隨身攜帶的手機為其連接的主要的儲存設備，也正因為手機本身的功能越來越多元化，從單純的電話逐步的加入了照相的功能，然而結合了記事以、MP3 以及 3G 上網等等，相對的內部記憶體的儲存的空間也越來越大，手機也是越來越貼近生活的一部份。然而在分享的方式上仍以視覺化的圖示為主要的操作介面，讓使用者直覺的去點選或是拖曳他所想要共同分享的圖片或是音樂。

使用者透過茶几的互動機制與對方的視訊過程之中，將隨身的個人儲存裝置，如手機或相機之類相關的儲存設備放上桌面(圖 41)，茶几將透過紅外線的感應方是判斷儲存設備的位置，並透過無線 USB 搜尋周邊的設備，一但搜尋配對後連結自動的同步個人化資料並顯示在桌面上 (圖 42)，個人所攜帶的資訊就能夠輕易的在這空間中被呈現出來或是分享，目的也是希望能夠減少其他不必要的時間，使得焦點是專注於討論或是活動本

身；而透過點選可以輕易的將資料或圖片送到對方的畫面之中（圖 43），減少在對話上或是空間上的隔閡(Johnson, 2003)。

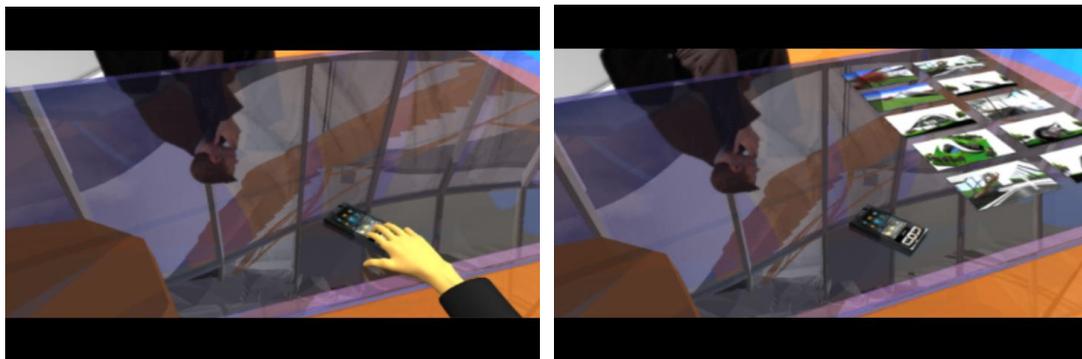


圖 41. 隨身裝置驅動茶几

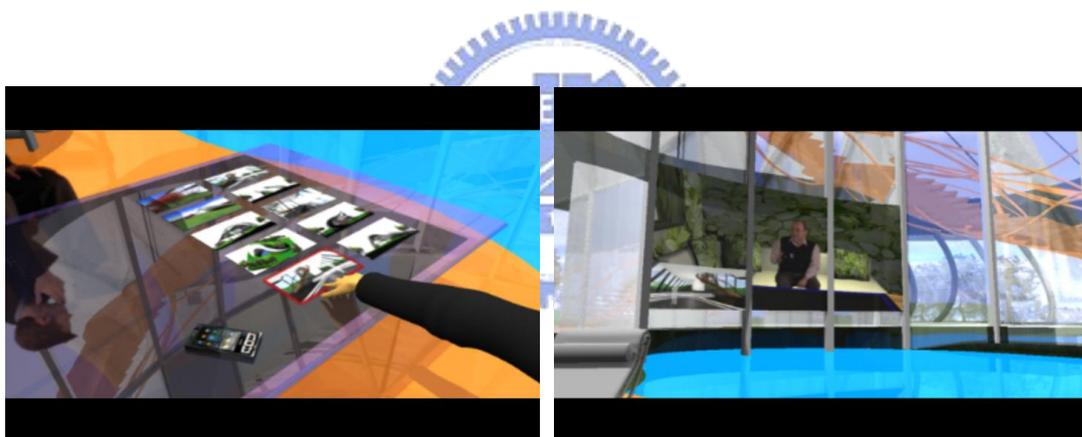


圖 42. 隨身裝置檔案連結

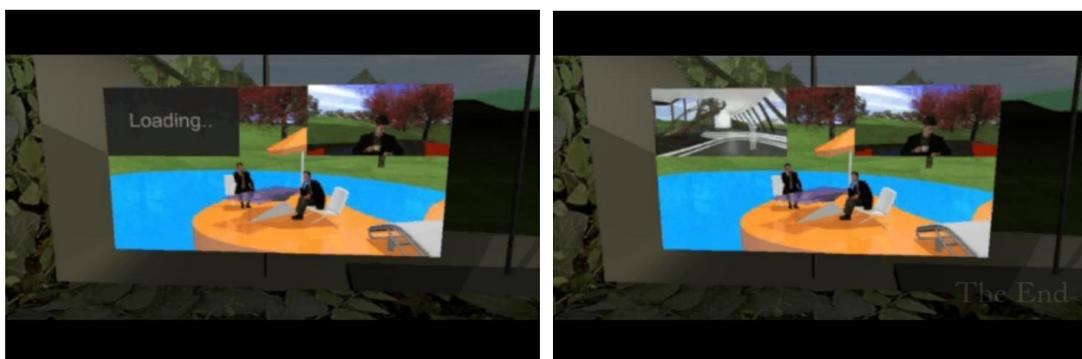


圖 43. 同步共享檔案

第四章 結論

現在科技的發展，往往始於便利人們的生活或是輔助工作上的順利進行，然而即使是人機互動的發展也常常是如此，利用數位科技輔助了工作，也輔助空間設計者能更順暢甚至是無縫的進行遠端的合作式設計，也因為空間不斷的演化，人們的空間概念也逐漸的越來越豐富從實體的空間到實虛共並存空間，然而空間也將因為遍佈式運算而逐漸走向智能空間，希望透過人機互動的融入，將空間的概念產生更多的可能，利用遍佈式運算的能力使得空間中的活動越來越不受實體牆面的區隔而受限，同時又能保有原有個人空間的私密。試圖以人機互動的方式來提供一種方式，串連不同的空間與活動，

4.1 貢獻



在這次的設計中，在實體數位化的空間中加入了人機互動的方式，為原有的空間提供了另一種連結的可能，而這空間的連結主導權在使用者本身，並透過喝酒的情境為例來討論，讓即使是只有一杯酒的時間也能讓使用者在自己的私人空間中也能互動，將互動這件事情融入在生活的空間之中，讓使用者在拿起酒瓶的時候也能想起他的好友或是得知有哪些同好，讓有相當程度共通點的人能透過互動相互共鳴，進而能串連不同的空間。

並且在空間涵構的溝通必須相互的傳遞許多的訊息，然而有許多的訊息是因為無助於空間的互動與活動的交流，或是會對於交流造成困擾，因而該被轉化或是隱藏，有的訊息在原有的空間模式下是一個微弱的訊息，但是可以透過視覺化將他強化，創造另一種可能性的互動，例如將對方的杯子的位置用圖像顯示並附加上個人圖形，透過遍佈式運算

的方式強化我們平常覺得微弱的資訊，是可以創造出一些新的互動與交流。

4.2 未來研究

人的生活與空間是越來越多元的，空間應當是越來越貼近個人的生活，人居住在空間裡應該擁有對於空間的主導權，然而人與人的溝通交流也不應當受到實體空間的區隔而受到限制，在未來的空間連結應當可以更加的隨心所欲，也應當隨手可得。

未來的研究希望能透過更多不一樣的情境，透過連結不同的活動型態使得空間更加的多元與自由，如此一來能更為貼近真實在空間中生活的使用者，進而擴大使用的層面，並將介面延伸到更多元化的空間元素中，也就是擴大空間涵構連接的可能性，不只是局限人與人的溝通上，更可以是其他活動上空間脈絡上的連接。



參考文獻

- Bonanni, L., Lee, C. and Selker, T.: 2005, CounterIntelligence: Augmented Reality Kitchen. Proceedings of 2005 Conference on Human Factors in Computer Systems, ACM, pp. 2239–2245.
- Beilharz, K., Martens, B. & Brown, A.: 2005, Responsive Sensate Environments: Past and Future Directions: Designing Space as an Interface with Socio-Spatial Information. Proceedings of 10th International Conference on Computer-Aided Architectural Design, Wolters Kluwer Academic Publishers, pp. 361-370.
- Carroll, J. M. (ed.): 2001, Human-computer interaction in the new millennium. Addison-Wesley, New York, pp. 647–672.
- Chen, T.H.: 2006, Ambient Trigger: An Interface Framework for Ecoking Ambient Reconfiguration in Personal Design Environment. NCTU, Master.
- Ellis, C. A., Gibbs, S. J., & Rein, G. L.: 1991, Groupware: Some issues and experiences. Communications of the ACM, 34(1), pp. 38-58.
- Elin Rønby, P. and Tomas S.:1997, AROMA: abstract representation of presence supporting mutual awareness. Proceedings of 1997 Conference on Human Factors in Computer Systems, ACM Press, pp. 51-58
- Godrèche, C. and Luck, J.: 1996, Long-time regime and scaling of correlations in a simple model with glassy behavior. Journal of Physics A: Mathematical and General, pp. 1915-1928.
- Gross, M. D.: 1996, The Electronic Cocktail Napkin- a computational environment for working with design diagrams. Design Studies. 17(1), pp. 53-69.
- Gross, T.: 2003, Ambient Interface: Design Challenges and Recommendations. Proceedings of 9th International Conference on Human-Computer Interaction, Lawrence Erlbaum, pp. 68-72.
- Ishii, H., Kobayashi, M. & Grudin, J.: 1992, Integration of Inter-Personal Space and Shared Workspace: ClearBoard Design and Experiment. Proceedings of the 1992 ACM conference on Computer-supported cooperative work, pp. 33-42
- Ishii, H. and Ullmer, B.: 1997, Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and Atoms. Proceedings of 1997 Conference on Human Factors in Computer Systems, ACM, pp. 234-241.
- Ishii, H., Wisnecki, C., Brave, S., Dahley, A., Gorbet, M., Ullmer, B., & Yarin, P.:1998,

- ambientroom: Integrating ambient media with architectural space. Proceedings of 1998 Conference on Human Factors in Computer Systems, ACM, pp. 173–174.
- Ishii, H., Underkoffler, J., Chak, D., Piper, B., Ben-Joseph, E., Yeung, L. & Kanji, Z.: 2002, Augmented Urban Planning Workbench: Overlaying Drawings, Physical Models and Digital Simulation. Proceedings of the International Symposium on Mixed and Augmented Reality, pp. 203–214.
- Ishii, H., Ratti, C., Piper, B., Wang, Y., Biderman, A., & Ben-Joseph, E.: 2004, Bringing clay and sand into digital design - continuous tangible user interfaces. BT Technology Journal. 22(4), pp. 287-299.
- Lee, C.H, Ma, Y.P. & Jeng, T.: 2003, A Spatially-Aware Tangible Interface for Computer-Aided Design. Proceedings of 2003 Conference on Human Factors in Computer Systems, (To appear)..
- Jeng, T.-S., Lee, C.-H., Chiu, M.-L., Tsou, J.-Y., Kvan, T., Morozumi, M. & Jeng, T.-S.: 2003, iCube: Ubiquitous Media Spaces for Embodied Interaction. Proceedings of 8th International Conference on Computer-Aided Architectural Design, Kluwer Academic Publishers, Tainan, pp. 226-234.
- Johanson, B., and Winograd, T.: 2003, Interactive Workspace. Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer, 36(4), pp. 99~103.
- Mitchell W. J.: 1999, E-Topia : Urban Life, Jim, But Not as We Know It. Cambridge, MA: MIT Press
- Piper, B., Ratti, C. & Ishii, H.: 2002, Illuminating Clay: A 3-D Tangible Interface for Landscape Analysis, Proceedings of 2002 Conference on Human Factors in Computer Systems, pp. 355 – 362.
- Prante, Th., Röcker, C., Streitz, N. A., Stenzel, R., Magerkurth, C., van Alphen, D. & Plewe, D.A.: 2003, Hello.Wall: Beyond ambient displays. Proceedings of 5th International Conference on Ubiquitous Computing, pp. 277-278..
- Prante, T., Stenzel, R., Röcker, C., Streitz, N. & Magerkurth, C.: 2004, Ambient agoras: InfoRiver, SIAM, Hello.Wall. Proceedings of 2004 Conference on Human Factors in Computer Systems, Vienna, Austria.
- Liu, Y. T.: 2001, Spatial representation of design thinking in cyberspace. In J. S. Gero, B. Tversky, T. Schubert & Friedmann(Eds.), Visual and Spatial Reasoning, University of Sydney, Sydney, pp. 43-55.
- Steuer, J.: 1992, Defining Virtual Reality : Dimensions Determining Telepresence. In F. Biocca

- and M. R. Levy (Eds.), *Communication in the age of virtual reality*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 33-56.
- Streitz, N., Geißler, J., Holmer, T., Konomi, S., Müller-Tomfelde, C., Reischl, W., Rexroth, P., Seitz, R. & Steinmetz, R.: 1999, *i-LAND: An interactive landscape for creativity and innovation*. Proceedings of 1999 Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM, pp. 120–127.
- Streitz, N. A.: 2004, *Ambient and Ubiquitous Computing: Smart Artefacts and the Disappearing Computer*. Proceedings of Proactive Computing Communications of the ACM, Lisbon.
- Tennenhouse, D.: 2000, *Proactive Computing*. Communications of the ACM, vol. 43, pp. 43-50.
- Toizumi, K. and Yamaguchi, S.: 2000, *Computer supported face-to-face meeting environment for Architectural design collaboration*. Proceedings of InterSymp99, Systems, Baden-Baden, pp. 39-47.
- Van Dijk, C. G.: 1995, *New Insights in Computer-Aided-Design*. Design Studies. 16(1), pp. 62-80.
- Vogel, D. and Balakrishnan, R.: 2004, *Interactive Public Ambient Display: Transitioning from Implicit to Explicit, public to personal, interaction with multiple users*, Proceedings of 2004 ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp. 137–146.
- Weiser, M.: 1991, *The computer for the 21st century*. Scientific American, 265 (3), pp. 94-104.
- 劉育東，2007，數位建築與東方實驗。台北：天下文化，pp. 44-50
- 楊基辰，2005，擴增素描與模型 – 運用擴增實境強化並結合設計媒材，交通大學建築研究所碩士論文。