

國立交通大學建築研究所

碩士論文

實體環境中活動行為與情境資訊間的互動介面研究

An interactive interface senses contextual information existing in the physical space



研究生 金啓平
指導教授 劉育東

中華民國九十八年七月

實體環境中活動行為與情境資訊間的互動介面研究
An interactive interface senses contextual information existing in the physical space

研究生：金啟平

Student：Chi-Ping Chin

指導教授：劉育東

Advisor：Yu-Tung Liu

國立交通大學
建築所
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
in
Science

July 2009

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十八年七月

中文摘要

科技的普遍化，讓資訊的提供與傳遞遍及整個世界，使我們在日常生活當中獲得便利與舒適。在此需求之下，因為越來越多的可用資訊產生，因此，情境資訊的使用概念從以使用者為導向之設計原則中被提出，透過心理學分析建立了情境與人類活動及行為間的重要關係。同樣地，將情境發展概念延伸至人機互動研究上，情境感知運算不僅能根據不同的使用者身分、環境屬性及行為變化特性，而提供不同的情境化資訊，進一步地亦能藉由預知場景故事內的使用者行為，先行一步自動提供具輔助性的情境資訊。

由於人機互動強調了利用針對人類行為模式的探討，創造出更直覺式的互動形式，因此，本研究藉由從過去各式不一樣的情境資訊使用案例進行收集與分析，企圖找出在資訊發送與接收上的互動方向特性，但也發現了雖然過去不管在理論、技術、介面規劃…等研究類型上，已有許多與情境感知相關的參考文獻，卻仍然缺少了一個能整合所有影響因素的資訊應用介面，透過這個介面更深入的討論情境感知應用上的互動因子，也藉此解決如何在資訊已飽和的限度內，適當的提供人們空間中無意圖性且自然而存在的情境資訊？並藉由人機互動設計將新媒材與新科技無形化地融入日常生活運用當中。所以，本研究的研究目的在於建立一個能融入現存實體空間設備之中的智慧裝置雛型-情境磚，透過裝置實作與場景模擬，進行建構與可應用模式的討論。情境磚雛型在設計上利用六角形蜂巢結構保留了磚塊應有的穩固性，並且各磚塊之間具有中介溝通介面進行訊號傳遞，人們可透過磚塊輕易地獲得其他空間的情境資訊，彷彿自己正處在情境發生的空間之內。在未來的研究中，將透過技術的改進與各種材料上的媒合實驗，增強磚塊的使用效力及使用性。情境磚具有高度應用的可能性，它的概念與設計原則將能擴展於各種不同領域之中。

Abstract

The technology, nowadays, makes our life more convenient and more comfortable through providing every kind of information around the world. Because of more and more kinds of information we needed in our life, the notion of context with user-centre design framework was proposed based on psychology theory. Applied these concepts to assist Human-Computer Interaction (HCI) research, context-aware application is not only to give the contextualize information according to the users, environment, or human behavior but also to automatically provide auxiliary information fit in with scenarios by predicting user behaviors in advance.

Based on the importance of human behavior analysis in HCI research, this paper discusses the property of interaction in sending and receiving direction with diverse cases. Although there have been lots of related researches in recent decade, it was still lack of an integrated interface to discuss the interaction factors on context-aware application and concern about how to merge the novel media and technology into our living space invisibly with the appropriate information display. Therefore, the objective of this paper is to propose a unit of contextual bricks that was applied for fully discuss the context-aware construction and application in practice. Prototype of contextual bricks preserved the characteristic of stability with cellular hexagonal structure, and each was designed with communicable construction. The people could get the contextual information from other spaces as seeing through the walls. In the future study, the completed suit of bricks will tend to be used effectively and easily through technical improvement and material experiment. The contextual bricks have high applied possibility and multiple developments in each kind of areas.

致謝

能順利的完成論文研究,
首先多虧了這四年在交通大學建築研究所的時光
不管是在程式、電子電路、互動設計、虛擬實境的學習,
與建築構築、設計的觀察,
甚至是到外系所選修心理學與機器人感測技術運用的課程,
都在不預期的情況下,
直接或間接幫助到研究的完成

當然，
仍不免俗的感謝所有老師、朋友的關心與親人的支持

指導老師 Aleppo
君昊老師



小毛
文禮
郁鈞
姿汝
聖軒
妍伶
珮倩
偉皓
玠佑

菁芳
書青
益霖
雅米

不小心插到花的 St. Pro、Suno

謝謝大家的陪伴,
這四年我過得既充實又快樂

目錄

第一章	緒論	1
1.1	研究背景	1
1.2	研究問題	4
1.3	研究目的	5
1.4	研究方法與步驟	5
第二章	文獻回顧	8
2.1	情境感知	8
2.1.1	環境資訊感測	11
2.1.2	位置感測	13
2.1.3	活動中的輔助資訊	15
2.1.4	情感設計	17
2.2	環境智能	19
2.2.1	無形化介面	19
2.2.2	遍佈式介面	21
2.2.3	智慧化介面	23
第三章	情境資訊互動性分析	25
3.1	空間中資訊變異與傳遞	25
3.2	資訊應用介面	37
3.3	資訊裝置的感知互動方向性	50
第四章	互動介面設計與實作	54
4.1	設計架構與規範	55
4.2	裝置製作與設計	60
4.3	無形化介面結構	66
4.4	情境應用發展與討論	71



第五章 結論與後續研究 76

5.1 結論	76
5.2 研究貢獻	76
5.3 研究限制	77
5.4 後續研究	78

參考文獻 81

附錄一、過去研究案例之互動性分析表	86
-------------------	----



第一章 緒論

1.1 研究背景

「資訊」(Information)出現於人類社會的組成、群體生活，及相關於歷史記載與文字發明。早期人類文明依賴文字的書寫、圖像的繪製、雕刻，在傳統媒材，如：龜殼、岩壁、竹簡、獸皮、絹帛…等，留下以記錄為目的且不易廣泛流傳的靜態資料(Data)，經過後人整理後成為知識類資訊。之後，蔡倫造紙與畢昇活版印刷的發明，透過新媒材與新技術的結合，使資訊具有大量複製與流通的條件，並造成資訊媒體的形成，加速資訊在溝通交流中的使用頻率及效率。自 1980 年代開始，電腦通訊技術的急速發展，資訊革命(Information Revolution)打破了傳統媒材在資訊傳輸上形體、空間、重量上的限制，資訊科技也漸漸改變人們工作場所和工作方式、學習場所與學習方式，除此之外，也改變了人們在購物、休閒、飲食、選舉、醫療服務、戰爭、交朋友…等生活型態(Rogerson and Bynum, 1996)。資訊革命使研究者對資訊研究的意識抬頭，資訊廣泛地存在於自然界與人類社會活動中，不隨人的主觀意識而改變，但對人類社會行為擁有極大的潛在影響力。

傳統的資訊定義所表達的資訊媒材與內容為實體化資訊(Physical Entity)，實體資訊的目的在於傳達知識、呈現環境中的資料、傳播通訊、及當作學習資源與貨物(Madden, 2000)。而現今的數位資訊，使資訊定義顯示出了資訊應有實體與抽象兩種相對的屬性同時存在(Raber and Budd, 2003)。抽象式資訊(Abstract Entity)為存在實體空間中的動態資訊，其內容、形式、容量都會隨時間而改變，資訊的動態特性，也導致資訊的價值會隨著時間的流逝而衰減。藉由現今新技術、新媒材的開發，抽象式資訊有了顯示在實體空間及場所的可能性，資訊的變異特性能夠即時的展現在數位資訊的交流當中，並反映了事物的形成、差異、和關連性。

動態資訊的利用衝擊以往人類對資訊的了解與掌控，也刺激人類在生活中對動態資訊的需求，加強了「人類活動」與「環境中資訊元件」之間的互動，及顯示了其間的相關連結。過去的科技發展在實體化資訊上已有相當程度的應用，如電腦系統、軟體設計，電子月曆、天氣預報，特別是在網頁製作、電子書、搜尋引擎、和線上教學...等系統上。然而，人機互動(Human-Computer Interaction, HCI) 因應新發展、新趨勢，更有效地利用數位資訊的動態特性，結合已有的科技設備，設計出更多樣化的應用系統、介面、以及個人化裝置。嘗試藉由資訊的提供彌補人類在生活上的不足與對周遭環境掌控上的需求，使空間環境更活性化、智慧化，也藉此在人於人之間建立起溝通的橋梁。例如透過 HCI 技術規劃後，建構的數位廚房，能因應人類需求顯示菜單、物品擺放位置、冰箱內容物...等資訊(Bonanni et al., 2005)。因此，居住在智慧環境中的使用者被賦予察覺與構築環境狀態的能力，依據以往的生活經驗擷取、吸收資訊，並與周遭環境產生互動(Chiu, 2005)。

資訊的應用配合人類活動需求與特性，結合 HCI 技術進一步建構出的智能空間，能在實體空間內藉由資訊的顯示、傳遞，參與環境創造，針對空間中的生物、物件進行不斷的追蹤和感測，並且給予回饋及幫助(Guallart and Cantarella, 2004)。在 HCI 應用的研究上，新技術創造出了嶄新的使用模式介面，例如可觸式介面(Tangible Media)，探索人類的空間能力及在實體空間中活動的天性，讓使用者能直接觸碰實體目標物件進行操作，使操作行為變得更簡單更直覺(Sharlin et al., 2004)。除此之外，研究者亦模擬了人類行為、活動、知覺系統對照出在 HCI 領域上更活性化的電腦感測運算模式(Sharma et al., 1998)。逐漸地，HCI 除了與資訊的使用、操作密不可分，不管是在研究或設計上，人類/使用者亦成為設計上極大的影響因素之一。

運算裝置已與人們的日常生活密不可分(Norman, 1998)。為有效解決生活中的問題，滿足人們需求，達到服務人群的目的，HCI 開始融合過去各領域上的設計理論與經驗，發展出人機互動設計(HCI Design)。以 HCI 理論、技術為基礎背景，配合不同的設計環境與使用者需求，針對 HCI 中的系統、介面、產品、裝置、設備...等，在其互動性的設計規劃上，進行更深入的探討。從早期 70 年代起，為了讓人們更輕易的使用產品，使用者導向設計(User-centered Design)概念的出現指出產品在學習上的困難及其功能過於複雜(Norman and Draper, 1986; Norman, 1988)，於是產品在使用者接受度及使用性上有了進一步的設計嘗試。當科技已然成為人類生活的一部分，HCI 的設計思考上有了重大改

變，開始強調不只是使用者，而是以人性為中心的設計(Human-centered Design)，讓科技以服務人類需求為目的。此設計變革藉由快速學習上手及減少使用上的錯誤，實質增進了人類對於科技產品的使用性(Norman, 2005)。

然而，以人為中心的設計雖然方便人類，卻也因過於注重使用者的意見而縮減了原本人類應有的活動、行為。所以，為了真正了解人類行為及需求，應先了解人類的活動內涵及活動在社會情境、人際網路連結上的意義。以活動為導向的設計概念(Activity-centered Design)在工作內容(Tasks)與工具操作(Operation)中的取得了中介平衡，使工具操作能完美的滿足工作內容中的使用，雖然設計較繁雜，但因其產品的成果美好，讓人願意花力氣去學習(Gay and Hembrooke, 2004)。除此之外，個人應用裝置及無線裝置的普遍性發展與遍佈，亦使得使用者導向設計、分析不再能完全概括複雜的系統使用規畫(Gay and Hembrooke, 2004)，於是在 HCI 設計上，開始出現以資訊、情境為導向的輔助設計概念(Context-based design)。情境設計從設計脈絡上著手，討論社會規範、歷史、文化…等，透過連結不同空間中的資訊及不同裝置，形成人類溝通與互動。HCI 結合設計的成果整合了不同的系統功能與空間構造元素，並透過設計行為的本質使結果具創意特色，不僅提升生活品質，並能配合永續環境的發展應用(Chiu, 2005)。

從另一個角度來看，為了能滿足多數人的需求，通用設計(Universal Design)法則、哲理亦從 70 年代開始探討人們對於非傳統科技上的使用管道的接受性，考慮每個人、每種情況，進而產生適用於各式各樣環境、情勢、現象之下的產品，其成果可以是裝置、環境規劃、系統、或設計思考過程(Vanderheiden, 1996)，在 HCI 應用上通用設計亦有效提升科技產品的外觀及使用品質。近年來由於社會人口結構組成的變化，和合設計(Inclusive Design)的概念開始從通用設計中獨立，讓設計者也注意到透過與環境中資訊的互動結合，相對的特別有利於提供個人、家庭、甚至是社會中身心障礙人士的行動、溝通與看護(Nicolle and Abascal, 2001)，資訊介面能輔助其在視覺、聽覺、行動、及認知上的基本能力，同時也使產品擁有更大的使用彈性、更容易被使用。科技介面成為人類活動與情境資訊間的中介媒材(Nardi, 1996)，並藉由探討資訊在其情境中的使用性，將人類活動中的情境資訊需求涵括於設計之中。因此，人機互動設計根據人類活動的不同而有了不同的設計目的，又因不同的設計目的而置入不同的情境資訊運算於其中。

1.2 研究問題

人類爲了適應外部世界，而有控制環境中的資訊溝通與交換的期望與需求(Wiener, 1948)，並冀望不同的活動能配以不同的情境資訊提供。在舉辦群體活動時，會希望能掌握會場人數的位置及變化；在出外旅遊時，透過手機更能方便的獲得同伴及其周遭的相關資訊；在公開的社交場合，一個適於空間應用的輔助溝通裝置介面，能激起人與人之間的良性互動(Streitz and Prante, 2003)。因此，對人類活動及行爲而言，情境(Context)是影響資訊概念的重要因素，如果忽略了情境，即無法正確評估和了解資訊 (Madden, 2000)。

在科技發展前，人們透過感官組織系統進行空間感知、觀察、推理來獲得活動所需資訊；在科技發展後，在人機互動裝置、系統的相對應下，找到替代人類感知運算的方法(Sharma et al., 1998)，並能透過電子訊號傳輸跨越時間與空間限制，爲人類生活帶來新的溝通行爲(Broms, 2005)，同時也彌補人類感知功能上的不足與增加生活上的便利。然而，在資訊自由與電子化的現代，各式各樣的資訊與資訊設備充斥，複雜的使用介面及多種裝置交互配合反而造成人們使用不便、吸收不良的混亂情況。在 HCI 設計上，爲了讓人們輕易的使用且有效的吸收、利用資訊，不僅針對資訊的種類、顯示方法、使用方式，逐漸的開始有了各種不一樣的嘗試，因此也反應出了同一空間中或個人單體所能使用的資訊含量是有所限度的。所以，本研究爲了探討資訊中的情境資訊對於人類活動、行爲上的需求，及探索能有效掌控的適當方法與介面，先排除了知識類的文字資訊顯示不討論，最重要的問題是如何在資訊已飽和的限度內，適當的讓空間中無意圖性且自然而存在的情境情訊給予人們在行爲、活動、生活上的幫助？並藉由人機互動設計使資訊顯示裝置能輕易的融入日常生活當中。因此，在介面應用的靜態設定上，資訊的選擇、分佈與分配，與動態的資訊傳遞方向性，及因人類的意志所產生的行爲對介面的互動形式而有的不同影響，在此研究將成爲情境資訊利用的重要議題之一，將配合現今已有的科技介面案例進行分析與討論。

1.3 研究目的

空間情境資訊的應用擴大人類的感知範圍，輔助人們的感知能力，將周遭空間進一步提升至能滿足人類需求而智慧化的模式。此研究在確立了情境資訊對人類活動的重要性之下，企圖藉由人機互動設計與情境資訊研究，透過實作探討資訊在裝置介面互動上的方向性，以此建立一個能融入現存實體空間設備之中的智慧裝置雛型-情境磚(Contextual Bricks)，成爲人與情境資訊間的中介介面，並透過介面設計規劃出各式不同的人與人之間、人與介面之間、介面與介面之間的互動交流與應用。此介面雛型同時具備環室空間中的情境資訊輸入，及配合人類各種感知能力的輸出裝置，不僅能協助專家學者在不同的情境下進行空間情境資訊相關應用研究，亦讓此裝置在人機互動設計應用下，能針對特定使用者、活動來進行空間擺設、規劃，並能通用於社會結構下的所有族群。尤其小孩、老人、與身心障礙者，空間情境資訊的擷取及供給，對其及週遭照護的使用者來說特別重要。情境資訊在適當位置、適當時機下的顯示所形成的智慧環境，使處與相連環境中的人們根據與環境互動而產生所得之資訊，能更易於互相溝通、照顧。

1.4 研究方法與步驟

本研究將根據空間中的情境資訊需求與互動分析，實作資訊顯示互動介面之情境磚雛型，爲了建立直覺式使用介面，並使正確的資訊能有效地傳達，本研究第一步驟透過已完成的製作案例找出適合情境資訊應用的設計原理，以「人」、「資訊」、「介面」三者，在互動原則上進行交互分析。在掌握了設計原則之後，第二步驟即根據第一步驟的分析結果整合出此互動裝置的設計規範，並依據此規範進行互動架構設計、系統架構規劃、硬體設備應用、裝置外型及組合式結構設計。第三步驟將會透過故事劇本(Scenarios)之描述方法，發展此介面在不同屬性之實體環境空間中應用的各種可能狀態，透過這些情境資訊應用模式的建立探討情境資訊對於人類活動、行爲上的輔助性、溝通性、及互動性，同時亦針對設計完成的概念雛型進行情境應用上的可行性討論。最後，將在未來研究中

提及可修正之設計方向，並提出有效改進之建議。除此之外，不管是在結構上還是介面形式上，亦皆懷抱著能更進一步地提出各式設計實驗的未來規劃。

第一步驟：情境資訊互動分析

1. 「Context：情境顯示型態與內容定義」：透過既有研究案例定義出本研究所引用的情境資訊類別及內容，並從案例中的基本顯示型態歸納出適用於本研究問題、目的、及應用環境之呈現方式。
2. 「Interface：介面分析」：透過現有資訊介面案例的整合，及針對其介面應用上使用使用者行為之分析，歸納出資訊內容、資訊顯示型態、與介面設計間的關聯性，藉此找出適宜於情境資訊應用之介面模式。
3. 「Interaction：感知互動方向性」：以佔據人類生活大部分的活動、行為之居家、室內型空間為範例，從人本身的行為意圖到所接觸之資訊內容、用途...等，分析時間、空間環境中互動訊號的輸入及輸出(Input / Output)，以此提出專屬於資訊之互動方向性。藉此訂立出適用於所定義的情境資訊的互動型態應用，並最能解決研究問題、達成研究目的之人機互動模式。

第二步驟：裝置設計與實作

1. 「設計架構與規範」：依據情境資訊定義、顯示圖像規則、介面應用、及感知互動方向性之原則，建立情境磚之互動架構。包含電源供應、訊號的輸入與輸出、資訊連結溝通傳遞模式、與介面空間使用設計等。
2. 「軟硬體技術」：利用感測元件結合電子電路應用，進行裝置介面的實際操作控制實驗與製作。整體技術核心可分為空間中的情境資訊感測與顯示兩大類別。

3. 「組合式結構」：情境資訊互動介面裝置的單元體及細部構件設計。使介面可以互相組裝，除了兼顧結構穩固的設計外，並保有形體自由變化的特性。

第三步驟：情境應用發展與討論

從基本模式至進階應用模式，提出不同空間屬性下的情境使用範例，討論組合排列方式對功能應用上所造成的影響，並從範例中指出其對生活的輔助性與互動性。歸納為情境磚之應用包含原本的「資訊顯示介面應用」、建立「人與人之間的溝通應用」、或移作空間中的「互動燈具」、與達成「居家照護」之目的。



第二章 文獻回顧

本章節將導入兩個密切相關的 HCI 研究概念—情境感知(Context-Awareness)與環境智能(Ambient Intelligence)。藉此延伸空間中的情境資訊是如何在過去案例中透過裝置、介面、系統...等方式應用，這些案例不僅確立了情境資訊對人類活動的重要性，亦指出目前已被應用之資訊內容及法則，也討論了過去的設計形式及資訊的存在本身在互動設計中所扮演的角色。最後，將陳述透過文獻回顧整理出情境感知、環境智能、與遍佈式運算(Ubiquitous Computing)在智慧生活研究中的共通與差異。

2.1 情境感知

「情境感知」最早是隨著分散式行動計算(Mobile Distributed Computing)的興起而來。在此運算下，使用者在任何時間、地點都可以藉由行動式運算系統查詢任何其他位置的相關資訊(Schilit and Theimer, 1994)，因此，在此之後的研究議題上，感知情境成爲了新的挑戰。情境感知基本的系統架構(如圖 2-1)是提供相關資訊與服務給使用者在任務中所使用，進而產生互動行爲與反應，其中，資訊範圍廣泛包含人、事、地、物，甚至與使用者及任務本身相關(Dey, 2001)。而情境感知所產生的作用讓人類能察覺到活動、事件的進行(Abowd and Mynatt, 2005)，用來減低使用者的認知負荷。科技將透過感知設定範圍內物件的變與不變，獲得其時間、地點、位置資訊，甚至詳細至實體或數位物件的身分、狀態、內容，藉此產生回應。

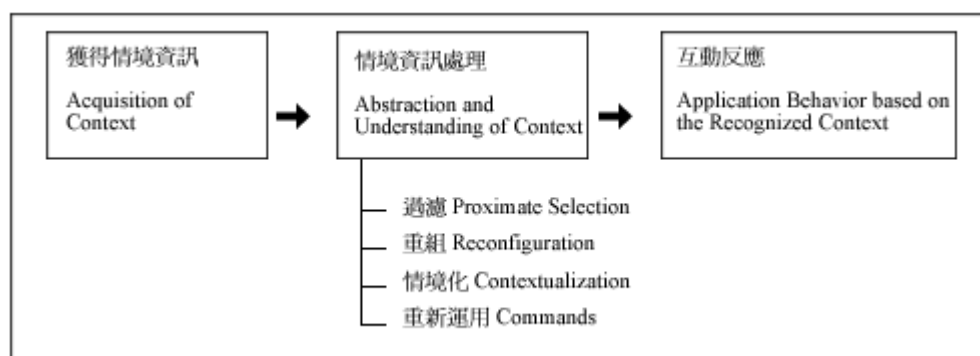


圖 2-1、情境感知系統

初期的情境感知系統以地點、場所作為應用上的區間架構(如圖 2-2)，情境資訊被認定也有類似的從屬關聯性(Schilit and Theimer, 1994)，每個層級都有特殊的地域相關資訊。而早期這些資訊著重於辦公情境下的企業管理應用，如：會議室的密度、公司內的社交行為...等，並將其中應有的內容分類為「運算情境」：網路連線、溝通元件、印表機、影印機；「使用者情境」：空間中人物的位置、話語、移動、社交行為；「實體情境」：空間大小、名稱、邊界、亮度、噪音、溫度、交通資訊(Schilit et al., 1994)。隨著研究案例的增加，情境內容涵括大多人們認知世界中的構成，最早的通用定義已不足，雖之而起的定義將第四度空間元素—時間，結合位置、活動、實體的人、地、物資訊形成情境資訊之索引(Dey and Abowd, 1999)，以廣義的通用名詞總括了當時主要情境內容於其中。

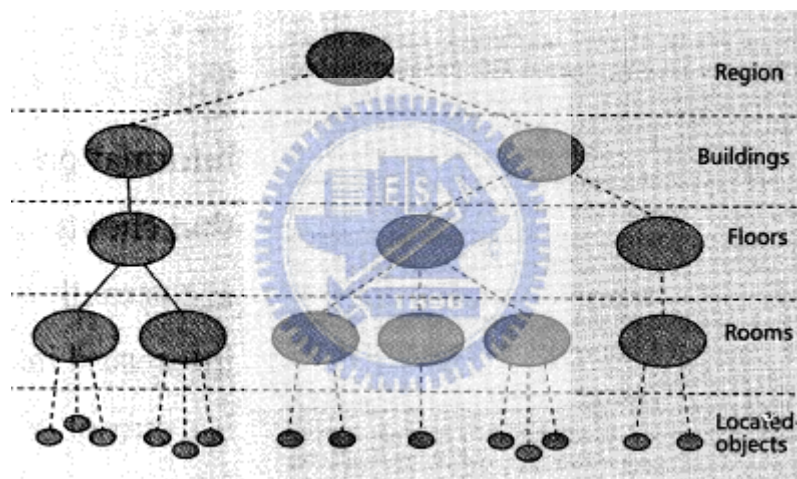


圖 2-2、以場所為基本的情境架構分析圖(Schilit and Theimer, 1994)

另一方面，為了加深對於情境資訊的掌控，研究者嘗試從訊號的產生源將情境資訊分析成「人為因素」及「環境因素」兩大部分(Beigl et al., 2001)。人為因素包含使用者習慣、情緒、生理狀態、工作、興趣、社會互動、特定行為、活動...等；環境因素包含各式地理資訊、空間位置、區域建設、運算設備、自然變化、氣候及噪音、溫度、氣壓、光影亮暗...等實體環境度量狀態。

同樣地，為了讓情境資訊的使用更透徹，研究者更進一步地從反向推演，探討情境資訊在系統上被應用的動態特性，將其分化成主動式情境(Active Context)及被動式情境(Passive Context)(Chen and Kotz, 2000)。主動式情境代表系統自動操作下所獲得的情境資訊直接影響系統下一步驟的運作模式，即系統直接對情境產生反應；被動式情境只是單

純影響系統的資訊量或呈現方式，反應產生在使用者接收資訊後，更改系統設定等行為上。

綜合過去以來的所有分析，不管是從場所、環境、人為行為、或是系統介面進行研究探討，情境資訊的重點議題不外乎仍環繞著「環境」、「物件」、「人及其他生物」，因為情境資訊的重要性在於感測情境中的變化，如：環境自然變化、人的行為動作產生、生物成長、移動，及物件雖是無生命的人工產物，卻又受環境、人及生物所操縱。而不同定義、分類的出現，則是來自科技進步，使情境感知獲得逐步擴張其應用領域的能力。隨著從行動裝置協助於辦公空間的使用，到利用產品設計進行生活空間的應用，研究者逐步發展出以人為情境資訊應用中心的新定義(Bradley and Dunlop, 2004)，並進一步探討使用者與資訊傳達介面間互動的認知與反應(Bradley and Dunlop, 2005)，情境感知逐漸進入了人機互動的研究範圍內(如圖 2-3)，從「使用者」、「媒材」及原本的「情境」資訊本身進行探討，嘗試創造出有效的中介介面。

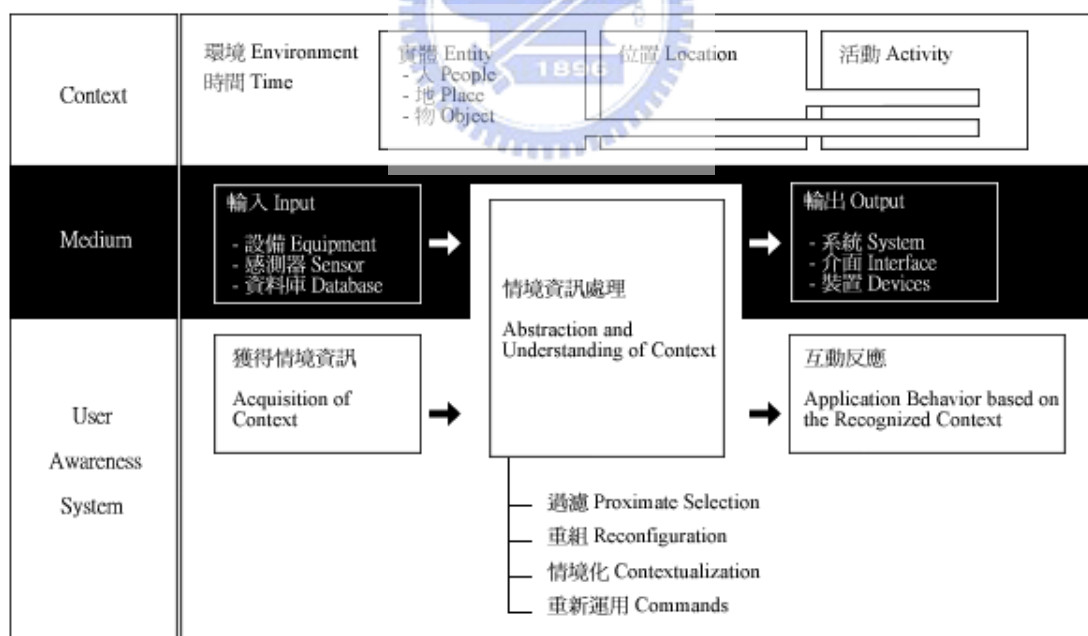


圖 2-3、人機互動設計下的情境感知系統架構

情境感知運算為 HCI 中新開發的領域，只有少數實體應用被建立且測試。在人機互動下系統開發最重要的部分已非侷限於資訊的收集、分析、與運算，進而環繞使用者建立外在活動與內在心智模型。因此，以下案例依據互動設計的思考角度，引用以環境為本、

物件導向、活動導向及依據使用者經驗而進行的設計模式，從資訊的使用性簡單的分爲：

- 「環境資訊感測」：意旨其互動無行爲意圖，資訊仍反應在環境本身的狀態、樣貌或空間的亮度、密度，和物件受操控下的情境變化上。
- 「位置感測」：過去的解釋，位置感測是環境資訊感測中的一環，然而，位置感測含跨環境、人、物件三個情境感知中主要元素，不僅如此，爲了居家照護，位置感測亦常伴隨在狀態偵測之中，並不適合歸於任一類型之下。因此，此處的位置感測主要功用在於回顧物件、生物的靜態狀態與動態移動的互動操作。
- 「活動中的輔助資訊」：描述了情境中以活動爲導向的互動設計。資訊的獲得是爲了協助特定活動進行或完成人類行爲任務所需之目的，資訊應用的種類遍及早期定義的各種資訊類別之中。
- 「情感設計」：爲近幾年所出現的新設計理念，在此代表了在情境感知的環境或藉由獲得情境資訊的裝置，所引起人類情感共鳴之反應表現。

2.1.1 環境資訊感測

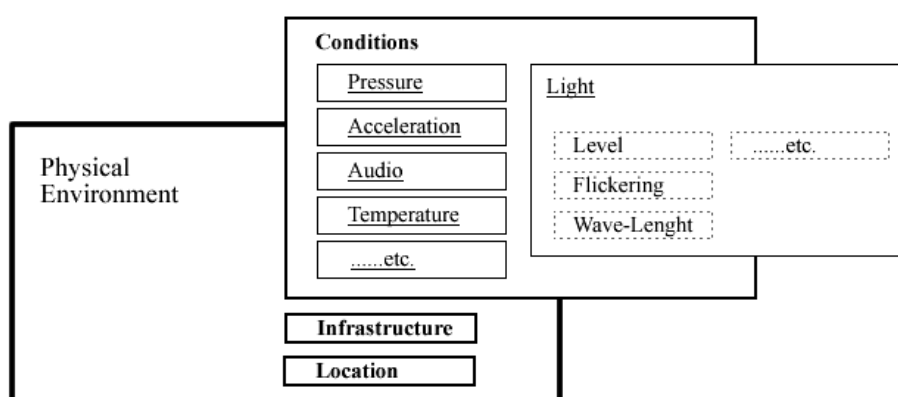


圖 2-4、環境情境資訊深度特性區別之標示圖

單就環境情境深度分析，資訊的來源在於狀態(噪音、光線、壓力、溫度...等)、基礎設備(運算裝置、溝通設備...等)、位置(絕對位置、相對位置...等)(Schmidt et al., 1998)。而

每項又各自包含不同的感測特性，並以程度的顯現加以區別(如圖 2-4)。因此，環境資訊感測的特色特別反應在與自然對應的應用上，維也納科技大學嘗試利用情境感知原理，藉由攝影設備捕捉天空的情境變化，從 170 張記錄下不同的天空圖像(如圖 2-5)進行日照模擬，將結果與室內照明測量結果相比較，並從獲得的資訊中探討提高室內環境照明系統運作上的品質與效能問題(Mahdavi, 2006)。

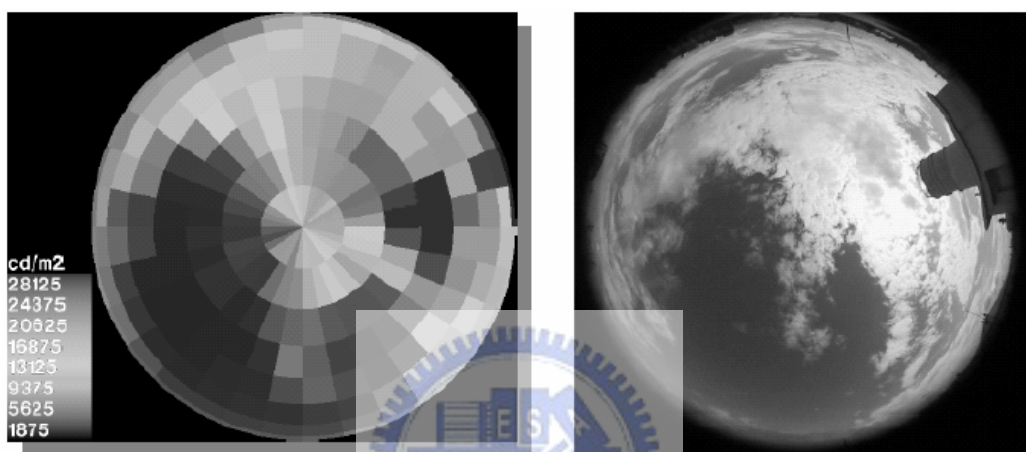


圖 2-5、以魚眼設備拍攝之天空圖像(右)；校訂後天空發光率分佈圖(左) (Mahdavi, 2006)

除此之外，利用各式不同的狀態感測器(光感測、壓力感測、加速度感測、溫度感測...等)獲得情境並顯示於介面，比起傳統的溫度計設備，科技數位化賦予了狀態偵測上更多的可能性。例如結合無線射頻系統(Radio Frequency Identification, RFID)掌握電源插頭的運作(如圖 2-6)(Helal et. al, 2005)。人們因此透過資訊掌握居家環境，亦在環境感測的輔助下顯示了情境對生活的影響與重要性。

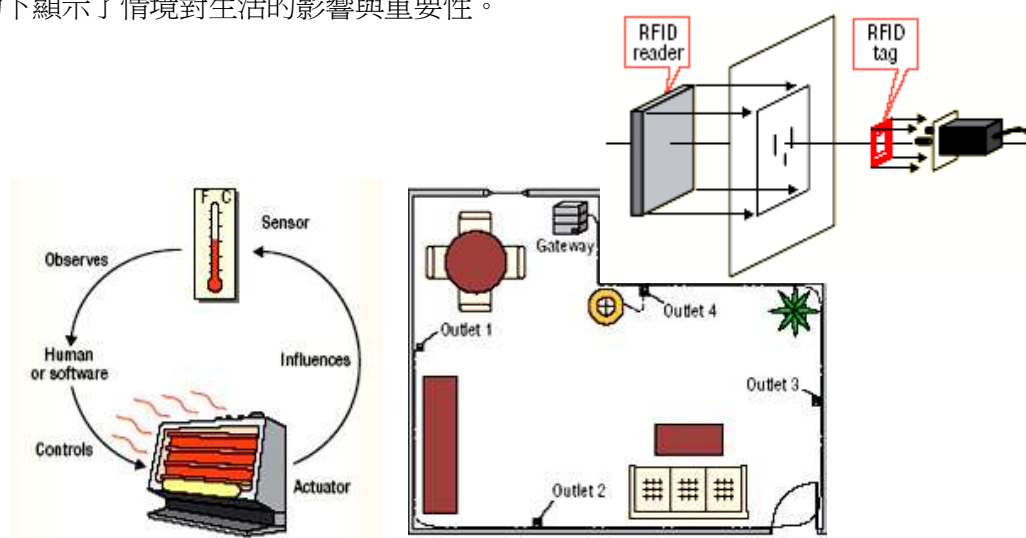


圖 2-6、傳統的溫度計感測介面(左)；數位化系統結合 RFID 感測技術(右) (Helal et. al, 2005)

2.1.2 位置感測

位置感測亦是環境感測中的一環，同時包含人與物件的偵測，其研究除了環境資訊的提供(2.1.1 中討論)之外，主要發展在於人與物的尋找、辨認、感知、照護上。Georgia Tech 的 Smart Floor Project 設計(Kidd et al., 1999)，在居住空間自動化及智慧化的過程中，利用感測器嘗試結合生活事件上的應用。設計者為了獲得屋內即時的情境資訊，收集資料供中央系統分析判斷，利用智慧地板追蹤家中成員的腳步大小及力量的不同，來辨識其身分、行爲、及位置。同時，此系統介面結合 RF 標籤感測技術，讓使用者可以透過特定的觸碰顯示介面尋找家中的物件目前擺放何處。

而技術上的成熟應用由 AT&T 實驗室的 The Sentient Computing Project(Addlesee et al., 2001)，利用無線攜帶式識別器(Want et al., 1992)完整建立複雜的室內位置感知系統 Active Bat System。此研究徹底部屬感測脈絡，讓使用者所攜帶的裝置不再只是個人裝置，在大體環境中嚴然已成為遍佈式運算的一部分。除了因應室內感測而使用的無線紅外線感測技術之外，另以更新圖面呈現最新的 3D 方位相互關係(如圖 2-7)，讓空間中的工作者在需求時能透過更直覺的方式找到工作夥伴，此系統之實際位置與圖像誤差值已不超過三公分。

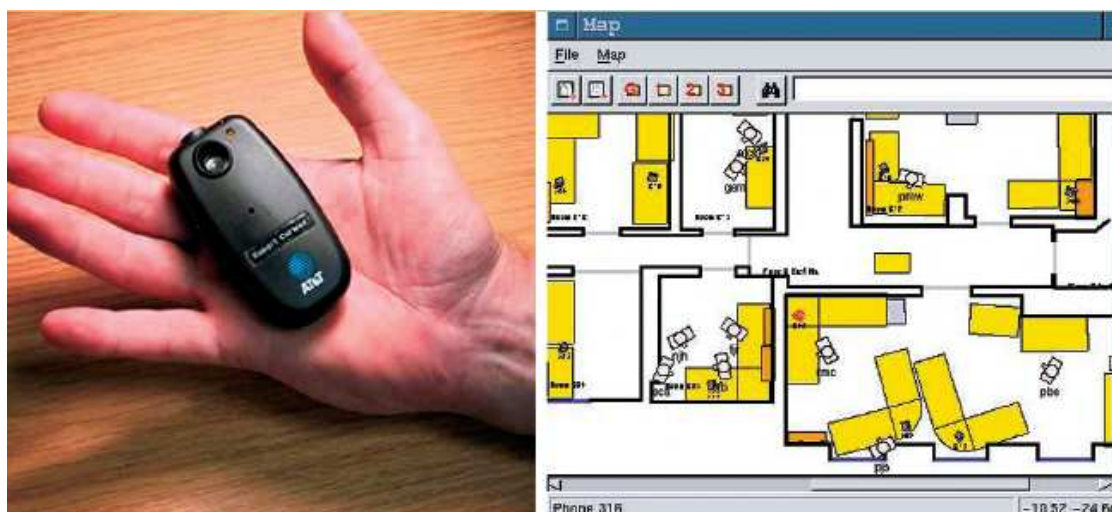


圖 2-7、AT&T 實驗室 Active Bat System(右)，無線攜帶式識別器(左)(Addlesee et al., 2001)

隨著無線感測器網路(Sensor Network)的發展，研究者嘗試將具有感應、無線通訊或處理資訊能力的微小感測器，以矩陣排列的方式融入生活空間之中。The Gator Tech Smart House Project (Helal et. al, 2005)利用地墊下壓力感測器的串連，在主系統介面經過編號與實體空間佈置互相對應(如圖 2-8)，直覺且準確的擷取使用者在空間中的絕對位置。



圖 2-8、感測地墊(左)，Smart Floor 配對系統(右) (Helal et. al, 2005)

Smart Carpet (Glaser et al., 2005)縮小的感測矩陣範圍，配合布織品的排列，利用觸碰感測器(Touch Sensor)與非同步傳送接收方式，以銅線編入布料形成連結網路，讓每一單元具有通路功能將訊號傳送到系統平台，透過編碼過後的資料分析，可以感知使用者位置與移動路徑。此系統的應用發展不僅著重於位置感測上，經過不同的資料採集結果，亦可分辨使用者在空間中的狀態是站立、蹲坐、或躺臥，在動態觀察之下，能進一步提供生活中居家照護之功用。

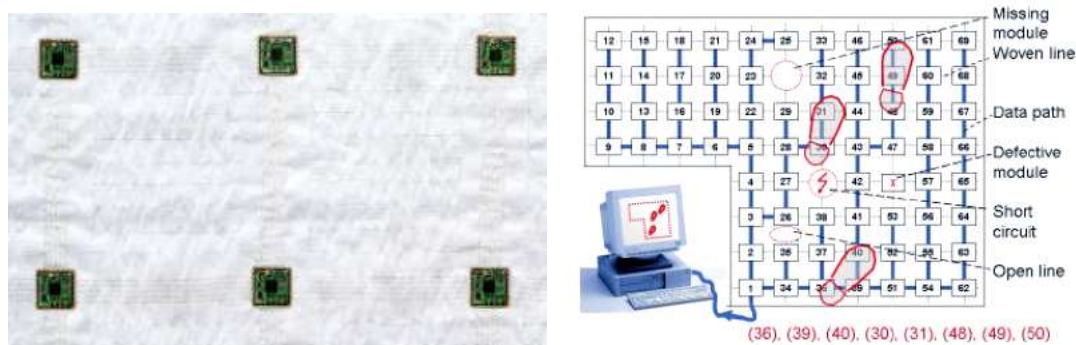


圖 2-9、感測地毯(左)，Smart Carpet 感測分析架構(右) (Glaser et al., 2005)

2.1.3 活動中的輔助資訊

活動中的情境需求是從互動設計中的使用者經驗發展而來，Microsoft 的 Easy Living 計畫 (Brumitt et al., 2000)，透過感測器將裝置與人之間的互動關係清楚的表示，當使用者走到任何一個裝置之前，之前工作的桌面與需求都會立刻在裝置介面上出現，形成客製化的聰慧環境。這個計畫主要研究的技術範圍包括 XML 當作資料交換；多種感測器資料在電腦上進一步融合(Sensory Fusion)，判斷出使用者的情境狀況；建置使用者週遭空間的配置圖與電腦視覺的結合，用來幫助物體追蹤與室內定位；與前兩項不同的是活動中的輔助情境感測通常還會隨之配置顯示介面於實體空間之中。



圖 2-10、Easy Living 計畫中客製化情境顯示(Brumitt et al., 2000)

智慧廚房 (Bonanni et al., 2005; Lee et al., 2006; Bonanni, 2006) 的設計反過來利用人類在空間中行爲進行感測，呈現活動過程中應有的資訊於人們注意的到且能方便閱讀的地方。其中資訊的顯示分爲三類，一種顯示了冰箱內已存在的物件於冰箱外層上，讓使用者能即時得知冰箱內的資訊(如圖 2-11)；一種顯示物件特性，如水溫、火爐的開或關(如圖 2-12)；另一種則是當人們需要找尋特定物件時，環境會根據記憶自動告知顯示物件的所在地(如圖 2-13)。



圖 2-11、智慧廚房
左邊冰箱門面顯示
冰箱門內的資訊。

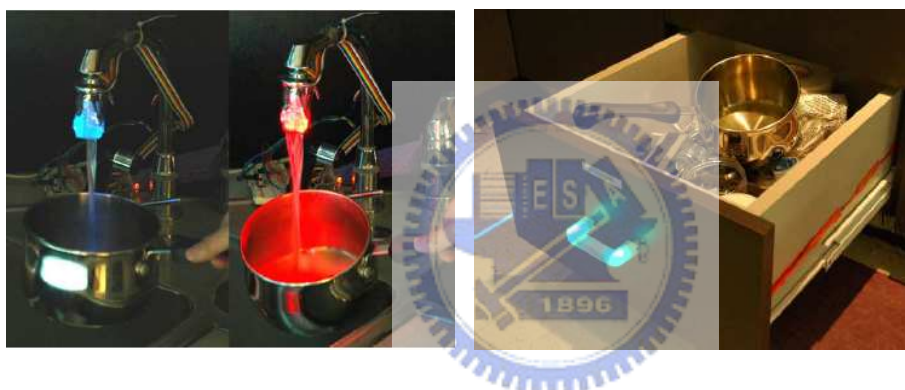


圖 2-12(左)、
水溫顯示裝置

圖 2-13(右)、
特定物件擺放
指示燈號

同樣的概念，亦由建築師 OMA/Rem Koolhaas 應用於紐約市的 Prada 服飾旗艦店的設計上(Giammalvo, 2003)。在試裝室採用 Privalite 玻璃牆，當房間被使用時能夠從透明切換到不透明，顧客也可以自由切換透明度來控制試裝室的隱私性，也能即時掃描衣服標籤上的條碼，進一步獲得產品詳細的額外資訊。由攝影機及電漿螢幕構成的魔術鏡(如圖 2-14)，讓顧客不僅能看到自己個角度試穿的模樣，並能瀏覽自己所有是穿過的衣服的歷史紀錄。



圖 2-14、試裝室及魔術鏡(左)；展示區的標籤掃描裝置(右) (Giammalvo, 2003)

2.1.4 情感設計

過去的設計、研究行為從認知談起，著重於裝置本體的技術研究或行為層次的功能應用上。隨著人類在人機互動設計中扮演越來越重要的角色，現今的研究、設計議題開始探討情感上的反思互動(Norman, 2005)，包含文化意涵、情緒、感受性及對個人產生的不同意義。情緒的產生來自外界刺激、想像、經驗、回憶，同樣地分為正面(愉悅、溫馨、美味)與負面(厭倦、陰冷、噁心)特性，生活交流所產生的情境資訊滿足了人類的心理需求，進而產生安全感、歸屬感、與感到對未來的渴望。回頭檢視過去案例，目前情感設計的發生，在情境感知研究上，主流可分為遠端的存在感(Remote Present)與藉由行為而得到的滿足感，研究中的互動設計有時不一定要有其出現的目的，意義反而可以是經由使用者感受後所賦予的。

爲了讓人與人的交流跨越距離的障礙，藉由彼此的存在感到安定、產生情緒，透過新媒材的運用，藉由科技增加人們之間的親密性。於是，產生了 LumiCard、TreeLamp 與 6th Sense(如圖 2-15)各式表現式設計(Tollmar and Persson, 2002)。LumiCard 會將寫在卡片上的訊息，傳遞至遠方對應連結的卡片上；TreeLamp 顯示了人與人的連結關係，當你想起遠端的親朋好友，碰觸相對應的樹狀點，另一端的燈就會亮起，傳達思念；6th Sense 配合裝置在遠端環境中的感測器而使用，燈光亮起表示環境天氣、氣溫、氣氛...等達到情感傳達的情境狀態。

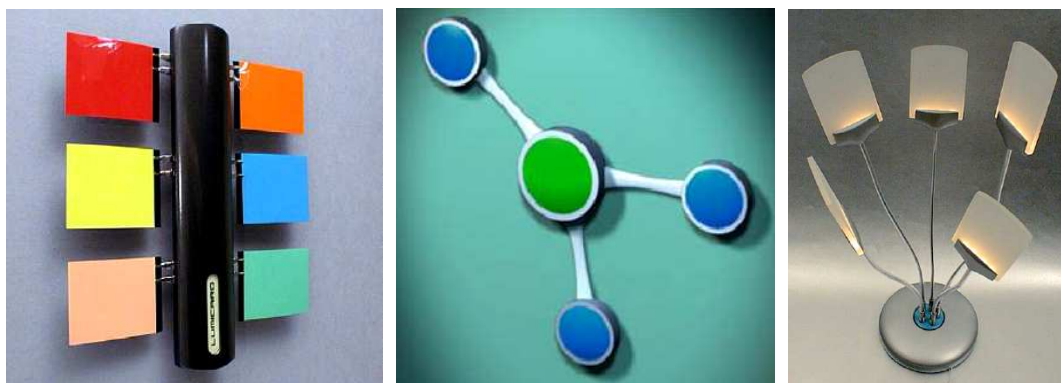


圖 2-15、LumiCard(左)；TreeLamp(中)；6th Sense(右) (Tollmar and Persson, 2002)

另外，爲了得到效果驗證，研究者把裝置雛型實際實驗於三個家庭之中(如圖 2-16)，當有人位於裝置附近，另一端的燈光就會亮起，藉由存在感的傳達減少孤單。從得到的資

料中可以知道，情感設計的確可應用於人類的情感層面，使用者藉由不同於傳統形式電話上的溝通連絡，感覺彼此彷彿緊鄰而居。此裝置亦增加了日常生活中互相接觸、注意的頻率，無形的情感傳遞反應了互動上、感受上的直覺性。



圖 2-16、實體環境測試 (Tollmar and Persson, 2002)

從 Lover's Cup (Chung et al., 2006) 可以發現另一類從行為上所獲得的情緒感知。兩個分別位於不同地的杯子，藉由無線傳輸及感測器連接網路讓杯子間產生聯繫，亦讓相隔甚遠的情人從對飲的行為中，透過情境感測、分析而瞭解彼此當下的心情。其主要機制為當一方嘴唇接觸杯子，另一方的杯子將會發出光芒並在杯身顯示對方杯中的液體容量；當搖晃杯子時，另一方的杯子也會搖晃；在社交的場合，還可以透過乾杯的情境進行雙雙配對(如圖 2-17)。



圖 2-17、Lover's Cup 使用情境 (Chung et al., 2006)

情感設計的特色在於透過無意識的行為或生活中的小動作產生情緒觸發的效果，而情境感知在此的功能則是負責紀錄、傳遞情感的發生。

2.2 環境智能

環境智能概念的產生與演進，其實是從普遍式運算(Ubiquitous Computing)的發展而來(Weiser, 1991)，強調電腦運算是看不見的、不具任何形式的存在，但又無所不在的無聲無息地運作於人們生活環境當中。此外，由於未來電子運算設備將會存在於生活中的任何物件，智慧牆、智慧桌、智慧地板...等智慧化設計使場所具有連結、互動、感知的條件，人們可以透過電子資訊裝置，隨時隨地與周遭、甚至遠方的人、事、物、環境產生連結，而環境也能藉由感測網路的建立及運算，產生近似具有人類智能般的行為，進行資訊收集與分析。所以，一個智慧環境(Smart Environment)將存在許多智慧裝置，因擁有自主性獲取與應用知識的功能(Cook and Das, 2005)，其中的居住者具備情境感知的能力，因為資訊的獲得與周遭環境產生互動，而持續讓生活更舒適。智慧環境從構想到執行，被視為以人為本的設計模式，未來設計的智慧生活空間將能擁有主動機制去參與環境的改善與創造，在其空間智能運算下，追蹤和感測人群以及物件，給予回饋及幫助(IAAC, Media House Project, 2004)。

「環境智能」的正式應用與建立，由 Royal Philips Research 將研發重心放在人的生活起居設計之中 (Philips Research, 2003)，及 MIT Media Lab 的 Ambient Intelligence Group 提出了關於環境智能應有的特質，其中包含無形(Invisibility)、遍佈(Ubiquity)、聰慧(Intelligence)。在 EUSAI(European Symposium on Ambient Intelligence)會議上，對環境智能的實行時應有的特徵，也整合了現存的現象來進行描繪，其中包含各式已存在 HCI 議題中的研究概念—遍佈運算、情境感知、智能辨識，代表人在裝置介面上不需學習反應的自然互動。在此概念下的未來智能產品設計原則發展，則以「資訊無所不在，裝置存於無形」為中心。

2.2.1 無形化介面

環境智能中的無形化介面常與現有實體空間作結合，如牆面、地面、桌面，亦或利用周遭接觸物體表面，在不改變物體本身功能及形態下，將顯示介面覆蓋上去，如同皮層一

般。在 Royal Philips Research 的專案 Nebula 中(Marzano and Aarts, 2003)，設計者利用的居家生活中的實體空間—天花板，根據人們在空間中的移動與手勢，投影出不同的虛擬圖像(如圖 2-18)，並營造使人們能容易放鬆的氣氛，增加其對空間的想像力，豐富人們在睡覺、醒來...等活動時的經驗感受。人們亦可在天花板上留下個人留言、塗鴉，空間將如同無形使用介面，透過介面的嵌附而達到環境智能化之目的。

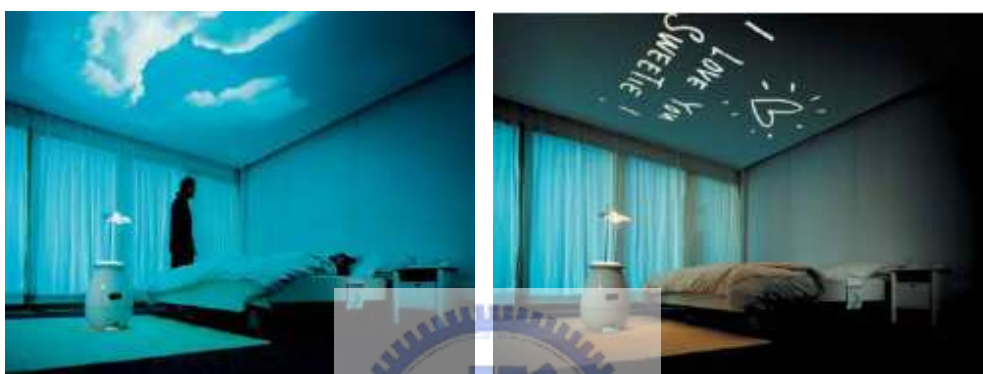


圖 2-18、Nebula 使用情境 (Marzano and Aarts, 2003)

Activity Wallpaper (Skog, 2004)則為投影在牆壁上之環境資訊視覺化顯示介面(如圖 2-19)，透過環境中聲音資料的收集與感測，分析其頻率組成藉此判斷空間活動的活躍性，並藉此探討在公開場合顯示情境資訊的影響與必要性。

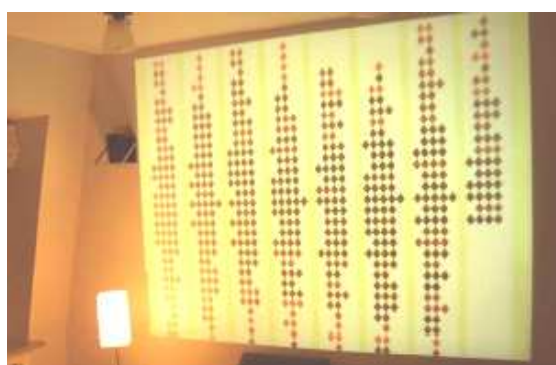


圖 2-19、Activity Wallpaper 顯示介面 (Skog, 2004)

同樣為牆面介面的發展，隨著科技進步，擴大了空間中的顯示介面，減少了空間中的擺放設備，讓無形化介面不再只是研究。Light Emitting Wallpaper (Samson, 2007)利用最新 OLED 及 e-link 技術，設計出省能源又低成本的可發光的電子壁紙(如圖 2-20)，使用者

可以藉由改變燈源來顯示整片或一部分圖案，也可以透過電腦與無線網路改變壁紙圖樣，這類型 LED 顯示技術亦可用來取代燈泡支援基本室內照明需求。



圖 2-20、Light Emitting Wallpaper (Samson, 2007)

2.2.2 遍佈式介面



環境智能也能經由空間中遍佈各式各樣的互動感應裝置，將實體空間中的資訊依賴裝置感測而有不同的資訊顯示、反應、及控制，形成智慧化環境(如圖 2-21)。在 Smart House Project (Park et al., 2003)中，設計者規劃了各型態的智慧居家裝置，以直覺化的介面提供使用者活動上應用的需求。如：智慧墊(如圖 2-22)透過體重偵測及腳印辨識，能在屋子內外空間的中界處—玄關—留下個人留言訊息及進出紀錄；智慧化妝台能根據使用者化妝時的行為改變鏡內影像大小(如圖 2-23)；智慧桌則同時提供了在工作與休閒上的應用，桌面的觸碰式螢幕讓人可以隨意在桌上連結至網際網路空間、塗鴉、或在緊急時以文字留下溝通訊息(如圖 2-24)。各式智慧化傢俱滿足了使用者在情境使用上的需求，環境智能的營造，主要依賴數位化輔助設備的遍佈影響之下，因此，各裝置互相影響而形成的遍佈式介面為達到聰慧目標的重要方法之一。



圖 2-21、360 度環視空間之智慧化環境 (Park et al., 2003)



圖 2-22、智慧墊



圖 2-23、智慧化妝台



圖 2-24、智慧桌

除了與傢俱的結合外，The Gator Tech Smart House (Helal et al., 2005)以遍佈式運算介面的方式連結家中設備，並實際走訪一般家庭生活空間的配置，全面性思考不同的場域下因進行不一樣的活動而產生的不同需求，從室內到室外配合空間性質與動線設計，在環境中實際裝設了資訊顯示介面(Smart Display)、環境狀態偵測(Smart Plug)、及諸多智慧化傢俱(如圖 2-25)等進行居住性測試。



圖 2-25、The Gator Tech Smart House 空間配置圖 (Helal et al., 2005)

2.2.3 智慧化介面

在環境智能下的智慧化介面發展，最早是從互動工作空間(Workspaces)開始，探討高解析度的大螢幕顯示與人類之間的互動性。The Interactive Room (IRoom) (Johanson et al., 2002)結合了牆面上三個顯示螢幕與個人運算裝置(PDA, 筆記型電腦)，嘗試讓工作中所需求的資料(表格、圖像、文字)能跨越螢幕的隔閡，自由的來回不同介面上拖拉移動(如圖 2-26)。在工作進行的同時，每個人也可透過隨身裝置操作環境中的設備運作。最特別的是，後端在資料搜尋與軟體應用上的串連，當一個特定的計畫案在螢幕上進行討論，系統會隨著討論進度，同時叫出需使用軟體及相關檔案，甚至此檔案能同步在另一個工作空間中被討論。

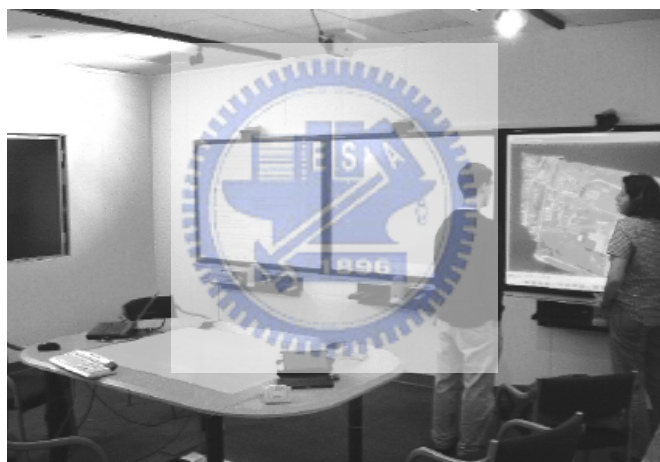


圖 2-26、IRoom 互動工作空間 (Johanson et al., 2002)

Hello.Wall (Prante et al., 2003; Streitz and Prante, 2003; Prante et al., 2004; Streitz et al., 2005; Streitz et al., 2007)的設計利用訊息當做溝通的媒介，在特定的範圍內轉換周遭的資訊與團體中的氣氛於牆面的顯示之中。此應用配合了個人隨身裝置的使用，透過資訊感測的判別與互動，給予人們在實體空間中額外抽象的資訊應用。當 Hello.Wall 在近距離接收到由個人隨身裝置傳遞出的的資訊時，牆上接收到的單一光點就會產生反應(如圖 2-27)；當有人經過 Hello.Wall 時，則會隨著距離的不同與人數的多寡，而透過個人裝置接收到不同的資訊。



圖 2-27、Hello.Wall 智慧化牆面裝置 (Prante et al., 2003)

最後，The SwissHouse Project (Wang and Waldvogel, 2004) 則是發展到了居家生活空間互動上。此研究介面打破了空間限制，在環境中設計了一面適於居住應用的顯示介面。透過系統連線，可以即時查詢位於全球各地親朋好友的絕對位置與相對位置(如圖 2-28)，並能進一步經由網路攝影機連結兩端影像，讓遠端的人們跨越距離的障礙透過介面進行直接或間接的溝通(如圖 2-29)。甚至透過彼此居住空間影像的顯示，隨著行為而在環境中產生即時的動態變化，不僅在視覺上延伸了此地的空間感至彼地，不用透過刻意的互動行為，更讓兩地的人們產生彷彿生活在同一空間中之錯覺。



圖 2-28、全球連線介面



圖 2-29、遠距溝通介面

第三章 情境資訊互動性分析

人機互動研究著重於人類的使用性(Usability)、接受度(Accessibility)、機器裝置在使用上的效率，並嘗試結合互動設計以減少使用隔閡。本研究的目的為探討適於生活環境中的情境感知介面及互動方式，因此，在進行設計規劃前，必須從基礎的情境資訊定義、介面、互動關係中，釐清隨著科技發展而演化的各層轉變，掌握研究脈絡中的未來趨勢。此章節將從過去案例的設計與經驗，分別針對情境感知設計所需的三要素—資訊內容與顯示方式(Context)、應用介面(Interface)、互動方向性(Interaction)—進行詳細分析與探討(可參考附錄一)，再進一步發展成情境磚(Contextual Bricks)之設計原則(如圖 3-1)。

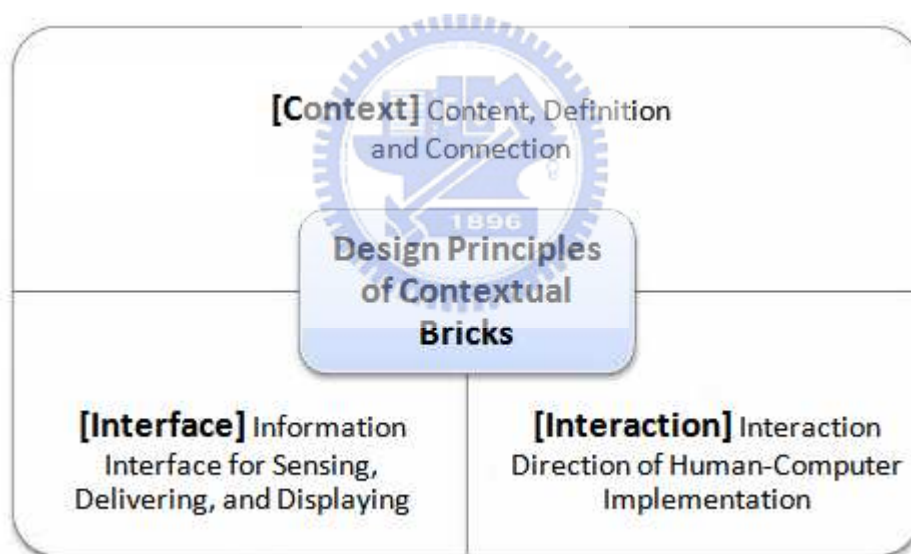


圖 3-1 The Constituents of Design Principles

3.1 空間中資訊變異與傳遞

從人類擁有語言、文字開始，資訊藉由各種方式散播於空間之中，經過文明、知識、科技的發展，資訊的定義也逐漸擴充、改變。至目前為止，在人類已建立長遠的知識背景之下，大部分的資訊在空間中的變異與傳遞已有固定的模式。例如：時間資訊介面的演

變(如圖 3-2)。最早人們利用日影的方位從圖像式理解時間的變化，到鐘錶的發明將刻度標上數字指示，有效輔助大眾閱讀資訊的能力，受到科技進步的影響，數字式電子鐘錶相繼問世，文字式的資訊呈現方式不僅縮短了人們閱讀時間的速度，也讓資訊的傳達更精確。至 20 世紀開始，因由生活模式的改變，隨著需求的不同，介面設計開始出現不以準確、方便閱讀為準則的圖像式或加以文字輔助圖像式的時間資訊呈現。配合人機互動(HCI)設計產生人類與資訊直接互動的可能性，研究者更嘗試將資訊視覺化(Information Visualization)應用在圖形化介面(Graphical Interfaces)的開發上，尋求方法以提高使用者對抽象、複雜資訊的認知能力。從以上現象，我們可以清楚知道不僅資訊會隨著時間產生變異，資訊的呈現方式也會隨著場地、介面、使用者資訊、影響、作用...等而不同。

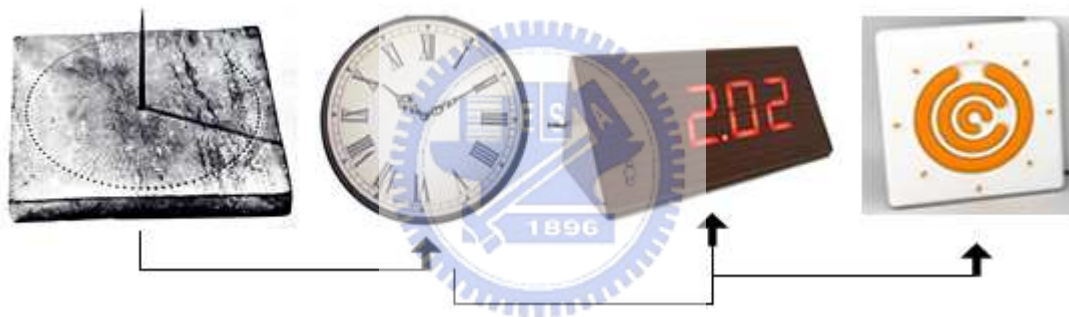


圖 3-2、時間資訊介面的演變

整合目前應用於生活中的情境資訊類型，可從資訊間的連結與使用資訊的意圖重新定義情境資訊之特性為三個層級。

- 第一層定義(Level 1)：情境資訊的基本模式。由人類使用資訊的意圖而產生，將資訊命名、量化，用以得出狀態、結果，標示出情境資訊的存在意義。此層級展現了情境資訊的深度，具有彼此間相互交疊、連貫的特性。
- 第二層定義(Level 2)：情境資訊的應用模式。將第一層級已被定義的情境資訊結合資訊的擷取模式，專注於以人為主的應用上，進行資訊間連結性的討論，展現了情境資訊的廣度。情境的提供方式與連結，造成使用者在資訊的使用上很大的影響。

- 第三層定義(Level 3)：情境資訊的偶發性，由空間差異與時間變化而產生的情境資訊。在使用者不預期之下發生或對於未注意之物件給予關注時，才與資訊進行連結，賦予資訊意義。

第一層與第二層定義的情境資訊在生活中不斷的累積與無時無刻地進行，因此，為了建立空間中的資訊介面，並在不增加使用者負擔的情況下，達到提供具有輔助性的情境資訊之目的，本論文將藉由第三層定義探討生活間的連結、溝通與互動關係，並指出適切且相對應之視覺認知介面。

第一層定義 — 情境資訊的階層性 (Meaningful Context)

情境是生活環境當下靜態及動態存在，情境資訊則是將使用者需求的情境資訊化，為了讓使用者能透過情境資訊察覺活動、事件的進行，透過轉化產生的文字、圖像，將人們與環境、周遭的人、事物進行連結，簡單的說，情境資訊就是「有關...的資訊」。第一層定義整合過去研究對於情境資訊的描述，客觀的將生活中的實體與情勢分類成各式情境資訊的定義(如表 3-1)。

來源 Source			結果 Result	
主要類別	子項目	內含資訊	量化值	狀態值
人 People (A)	健康	脈搏、血壓、體溫	次數/分、攝氏/華式	過低→正常→過高
	社會關係	親屬、朋友、工作同仁、 客戶、周遭人員 (A)	數量	群組型態、 陌生→熟識
	姿勢	X	X	站、坐、臥、擁抱
	行爲	話語、手勢、動作	X	交談、用餐、睡覺
	身分	稱呼、性別、職業、 相互關係、連絡方式	X	陌生→熟識； 無關聯性→關聯性高
	位置 Location (F)	絕對位置、相對位置、 空間屬性(C)	有效距離	遠→近；在→不在 地址、座標、上下左右
事件 (B) Assignment/Task	工作	會議、企劃、設計、製作、 跑業務、出差	時間長度、人數	人(A)、地(C)、 時間(E)、內容

事件 (B) Assignment/Task	購物	店家、商品資訊、同行人員(A)、預算、購物清單、歷史紀錄	品項數目、金額、帳目	路線規劃、購物計畫 便宜→昂貴 經驗感度差→感度佳
	烹飪	水溫、火爐使用、食譜、食材、調味料、器具、工作分配	使用單位量、溫度	位置指示、狀態顯示 危險→安全 味道淡→味道佳
	運動	同好(A)、場地(C)、路線、節奏	時間長度、卡路里	休息中→運動中 慢→快、時間(E)
	尋找失物	錢包、手機、鑰匙、人(A)	相距距離	位置(F)、不在→在
	健康照護	人員狀態(A)、吃藥狀態	X	緊急狀態→平安無事
地 Place (C)	設施	販賣機、公廁、物件(D)	數量、距離	位置(F)、販賣品項
	地域資訊	範圍、位置、附近建築、停放車輛、自然景觀	面積、地址、座標	綠化、都市化 偏僻→熱鬧
	環境	燈光、噪音、空氣品質、交通情況、溫度、天氣 周遭人員(A)	亮度、音量、攝氏/華氏	暗→亮、安靜→吵鬧、 汗濁→新鮮、冷→熱、 晴、陰、雨、雪、風暴
	空間配置	會議室、廚房、起居室	數量、面積、尺寸	所有人(A)、活動(B)、 物件(D)、時間(E)
物件 Object (D)	設備	列表機、電腦、網路、咖啡機、影印機、傳真機	數量、硬體數值 網路速度	人員使用(A)、電源狀態、時間(E)、位置(F)
	電器	冰箱、電話、電燈、電視、電鍋、電暖爐、電風扇	冷度、熱度、亮度、 時間長度	人員使用、電源狀態、 冰箱內容及期限(E)、 位置(F)
	交通工具	汽車、機車、腳踏車	車速、油量、 行駛時間長度	人員使用狀態(A)、 時間(E)、位置(F)
時間 Time (E)	靜態顯示	日期、時間	時間長度	行程、議程 緩慢→快速、短→長
	動態變化	移動方向、速度、加速度	速度值、加速度值	上、下、左、右、東、 南、西、北、慢→快

表 3-1、各式情境資訊 (註：僅列出具代表性描述)

表 3-1 包含了最早從情境感知應用產生的情境資訊內容定義(Schilit et al., 1994)、時間資訊(Dey and Abowd, 1999)、針對人為產生與環境產生的情境資訊差異(Beigl e al., 2001)、以使用者為中心的活動任務資訊(Dey, 2001)、與使用者周遭實體現象及社會現象相關情境資訊(Bradley and Dunlop, 2004)。依人類在活動表面所接觸的實用資訊範疇分類為屬性(A)-人、屬性(B)-事件、屬性(C)-地、屬性(D)-物件、屬性(E)-時間。當其中任一屬性為情境主體，也就是設計應用上的主要資訊時，其他屬性則為次要資訊隨情境演變進行資訊連結，情境資訊的階層特性在此狀態下因資訊的使用角度而有深、淺狀態的變換差異產生。從情境資訊的階層特性中可以發現各屬性雖然看似不同系統，但彼此之間又是互相牽連。如同想要了解周遭人物的社會關係資訊時，資訊的細部將會回到屬性(A)尋求周遭人員的相關資料，人與人之間的關聯系統運用在情境資訊的形成上，將形成無限迴圈(如圖 3-3)，永遠有更深一層的資訊讓使用者可以進行搜尋、連結。

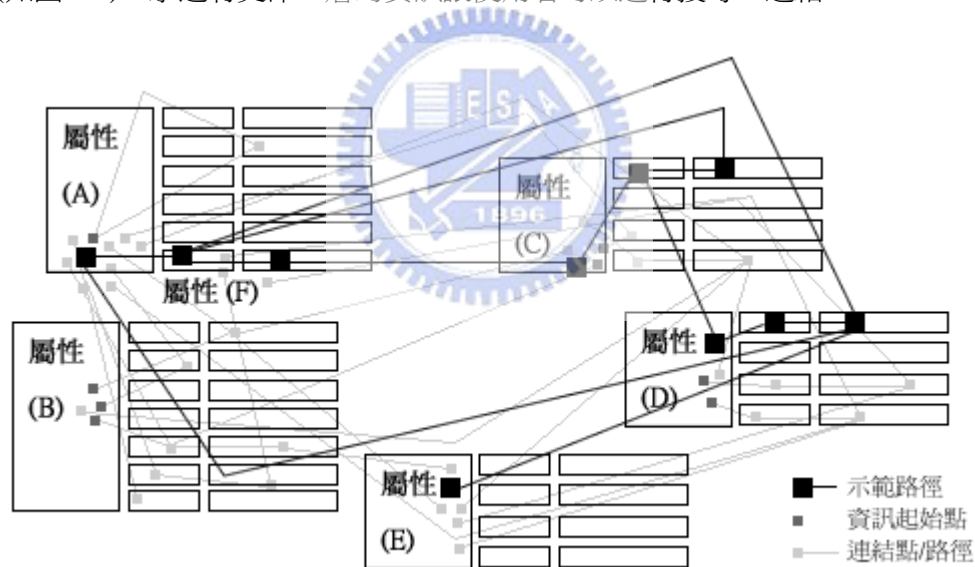



圖 3-3、情境資訊階層示意圖

雖然各屬性彼此相連結而產生資訊階層，但此特性下的情境資訊在提供資訊給使用者操作的同時，亦解釋了資訊對使用者而言將代表的意義，因此，此層級為非變動的情境資訊，配合情境的產生因素而有固定的名稱、使用性。此階層特性非雙向性，而是上與下的單向關係，不能反向相疊合。此外，各屬性各有其不同的特徵與特性，由情境的階層關係可以看出屬性內情境資訊的運用模式。

- 屬性(A)-人、(C)-地：為通用情境。資訊主體內容完整且獨立，普遍含跨在其他屬性的子項目或資訊狀態連結中，導致在情境資訊的應用階層上，次要連結性強於主要連結性。
- 屬性(B)-事件、(D)-物件：為特殊情境。屬性(B)代表個人化情境，而屬性(D)則顯示特殊存在物件。兩者的資訊主體皆主導了情境資訊的發生，因此在應用階層上，屬於主動連結的一方，擔任其他屬性的次要連結甚少。
- 屬性(E)-時間：為情境資訊的變化因子，主控情境狀態的產生與變化。在階層應用上，無主要連結性，但與各屬性間都有階層關係存在。
- 屬性(F)-位置：為情境資訊階層的底層單元架構，無主要連結特性。雖不是情境資訊的主要類別，但卻能代表各式情境的狀態結果顯示，因此，亦列為階層化情境的重要屬性之一。



Andy Hopper:		in own office (Room 207), near window desk accompanied by Maurice Wilkes, near main desk	
<i>Communications</i>			
Telephone	Unavailable		<i>Connect</i>
Videophone	Available	(conference with Needham)	Join conference
Paging	Unavailable		<i>Initiate page</i>
E-mail	Available	(unread for 2 days)	Compose mail
Fax	Available		Compose fax
<i>Future absences</i>		<i>Equipment</i>	
On holiday, 27/10 for 2 days		Workstation, near round desk	
Workshop in Lancaster, 3/11 for 1 day		Videophone, near window desk	
At sigops Boston, 6/12 for 3 days		Telephone, near main desk	
		Notebook, near side desk	

圖 3-4、以文字顯示情境資訊 (Harter and Hopper, 1993)

表 3-1 亦指出階層化情境資訊在結果上，分別有量化數值或狀態標示兩種顯示型態差異。量化數值大多直接用數字、百分比、或者是由數字統計、轉化而成的分析圖表傳達情境

狀態，如溫度計、車速計、油箱狀態顯示，或是人每週的健康狀態、營養攝取量(Schmidt et al., 1998; Li and Landay, 2008)。而對於部分無量化基準的情境資訊，則多用文字(如圖 3-4)、圖像或以文字輔助圖像呈現的形式共同描述其狀態(Addlesee et al., 2001)。除此之外，狀態值亦是量化值進一步運算後的結果呈現，將量化值與事前設定的基準值相對應而得出的狀態描述或顯示(Bonanni et al., 2005)。

量化值以最小的誤差呈現資訊，而狀態值的顯示方式則提高人類理解資訊的能力。然而，情境資訊中並非所有結果都能轉化成狀態顯示介面，從生活中需要運用到的知識系統到對於環境中人類的活動狀態的察知，大部分的資訊仍以文字輔助圖像提醒、傳達、呈現，但對於人類而言卻不一定是最佳的資訊吸收、理解模式。情境資訊類型與顯示之間有著可推演的關聯性(如圖 3-5)，文字為情境資訊的實體呈現(Physical Entity)具有精確的描述情境的能力，適於較複雜的情境資訊顯示，大多偏向用以與人有關的靜態情境資料上；而圖像或圖像式介面為情境資訊的抽象呈現(Abstract Entity)，反映情境的原始狀況，適於表現動態的資訊變化，因此，大多偏向於用在環境中活動狀態的顯示上。

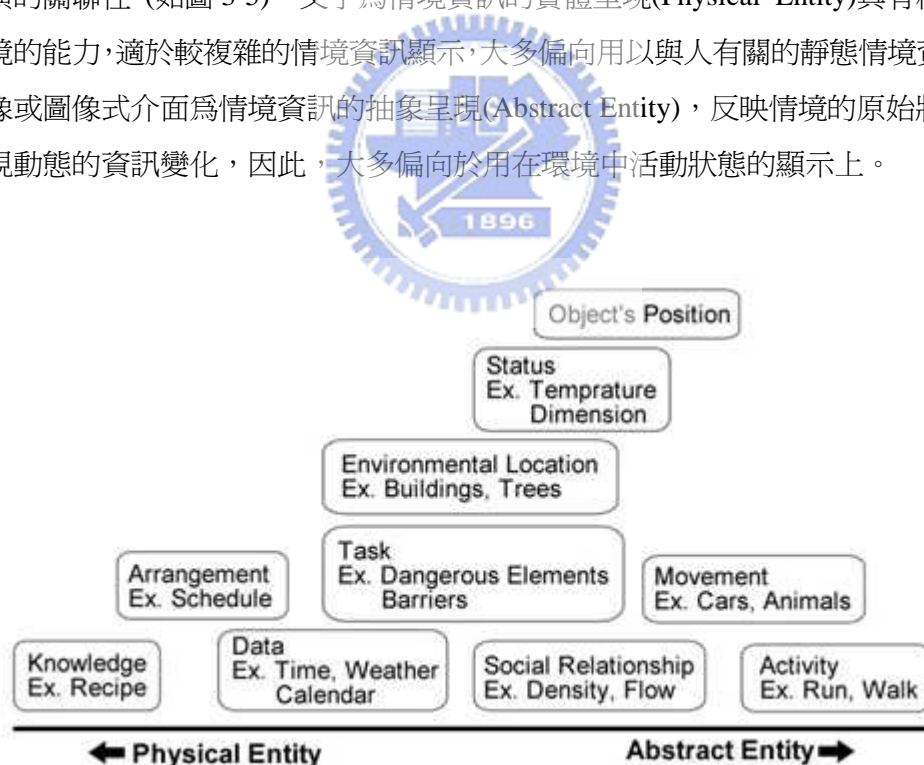


圖 3-5、階層化情境資訊顯示型態示意圖

第二層定義 — 情境之連結性 (Networked Context)

由第一層定義可以清楚瞭解情境資訊因人的活動、行為而產生不同的解釋及顯示型態，而資訊在使用選擇則由深至淺有不同的階層排列。從應用面來看，情境資訊的連結特性來自於使用者透過介面與資訊的連結情況，也就是關於使用者「如何得知有關...的資訊」。此種連結特性與第一層定義的階層特性，最大不同處在於連結特性所建立的連接管道是相互間可雙向流通的。另外，第一層定義下的情境資訊是使用者在具有使用動機的前提下，經由介面、裝置所提供的，而第二層定義接著探討使用者為了察覺情境資訊的動態行為反應及靜態狀況變化，在經過不同的介面形式獲取資訊的過程中，所接收的資訊以使用者為中心而產生相互連結的狀況。

此層級定義講求情境資訊及介面的使用性(Usability)，為了達到特定的目的、效果，正確選擇情境資訊的使用定義，能有效提升使用者的活動效率。根據以人為主的使用介面進行分析，產生的網路連結形式可分為三種(如圖 3-6)，三者模式是可共存、不互相排斥之關係，在現今資訊介面繁雜的情況下，同時從多於一種的介面形式獲得資訊，更是普遍化之行為。

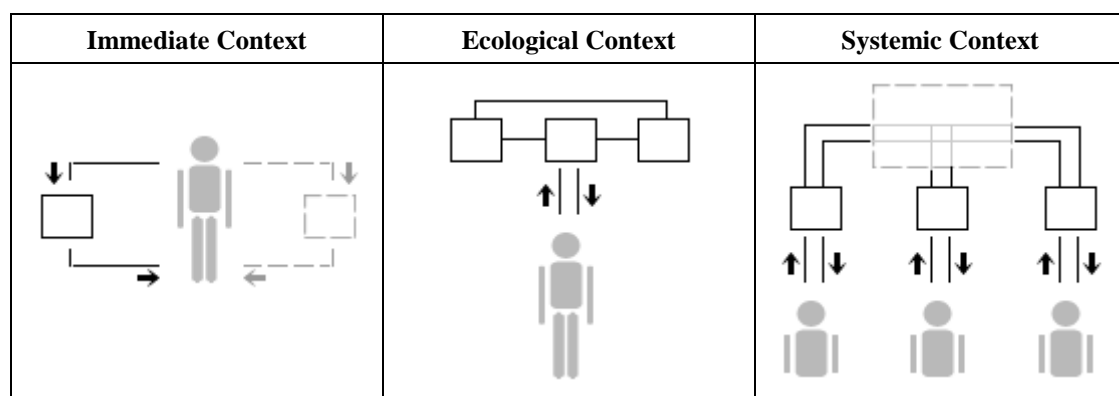


圖 3-6、情境資訊之連結示意圖

- 即時情境(Immediate Context)：代表在使用者作用下非透過第三關係，即時產生或即時獲得的情境資訊。通常發生在單一環境，或單一使用者在已瞭解情境資訊來源的情況下，與單一人、物、介面進行與情境有關之連結，企圖在第一時間獲得情境資

訊，為使用性極高的情境應用模式。例如：操作電腦、撥接電話、閱讀說明、視訊會議、面對面一對一對談...等，情人杯(Lover's Cup)的使用情境就是以杯子作為中介介面，即時連結杯子兩端持有者的活動與行為狀態(Chung et al., 2006)。

- 生態情境(Ecological Context)：為介面、系統間情境資訊的內部連結，或產品間相對於情境變化而互相指示、操控之關係。此類型連結模式並不包含運算思考、分析，著重於裝置不同的運算行為與連結。利用第一層定義的階層關係，在資訊介面間形成資料供需生態鏈，能從不同系統同時獲得大量具有相關性的情境資訊。其連結下所產生的資訊架構從追求單一答案、結果，到產生複雜、紛亂的資訊多重片段，是沒有標準化程序，會自我產生且不可預期的，因而通常應用於不確定情境資訊來源的情況下。例如：同時操縱空間中多個機器開關、偵測家中電源插頭使用狀態(Helal et al., 2005)、搜尋環境中的無線網路、網路搜尋引擎...等。
- 系統情境(Systemic Context)：由多重使用者與裝置介面連結而成具規模性的資訊網路模式，其連結網路除了融合以上兩類的資訊連結特性之外，與以上兩類最大的不同之處在於中央系統針對資訊運算與整合，並擴增與不熟識的人員交流、參與不相關事務的可能性。在此模式的應用下，使用者主動選擇適合的介面系統，在各裝置的連結下，甚至經由具有資訊統籌、分類、管理、分配的主機系統，利用其系統內複雜的互動行為察知情境。此系統連結亦提供在多人模式下同時獲得同一情境主軸下的情境資訊，為目前大多情境資訊應用的資訊連結形式。

在實際運用上，透過遍佈式感測器及使用者手中的資訊顯示介面，能捕捉空間範圍內工作同仁之所在位置(Addlesee et al., 2001)，或者由多數使用者輸入想要傳達之訊息，儲存於同一介面中，同時也可藉由手中的裝置獲得屬於自己的訊息(Prante et al., 2003)，此類型連結情境亦為目前最有效益之情境應用模式。

透過情境資訊連結性的運用可以發現，連結的差異導致不是所有物件都能成為情境資訊供使用者使用，也不是每種已被定義的情境資訊都是使用者所需求的，可能只是符合特定活動的個人行為需求下而產生。連結選擇的原因可能來自於資訊來源、資訊本身準確度、資訊詳細程度的需求、因應不同任務、使用者本身的使用習慣...等而有個人化差異，

因此，情境資訊的連結性的階段性任務就在於協助設計師瞭解各式情境資訊感知應用的系統與介面設計。

第三層定義 — 情境資訊之偶發性 (Incidental Context)

人類在生活中會不自覺得在意周遭變化，如：周遭的環境、活動，進而尋求環境的認識與掌控，如：找尋人、地、物。第一層及第二層定義都是在人類的意圖下產生具有層級性、連結性的情境資訊。然而，亦有些情境不在人的預期下於空間中產生或變化，透過人們接收、理解後才賦予資訊存在的意義，此類型情境資訊的需求程度因人而異，但卻有不可分割之隱性連結性，稱作偶發的情境資訊(如圖 3-7)，亦為本研究所企圖透過實作證實對人類生活確實具有輔助性之情境資訊。

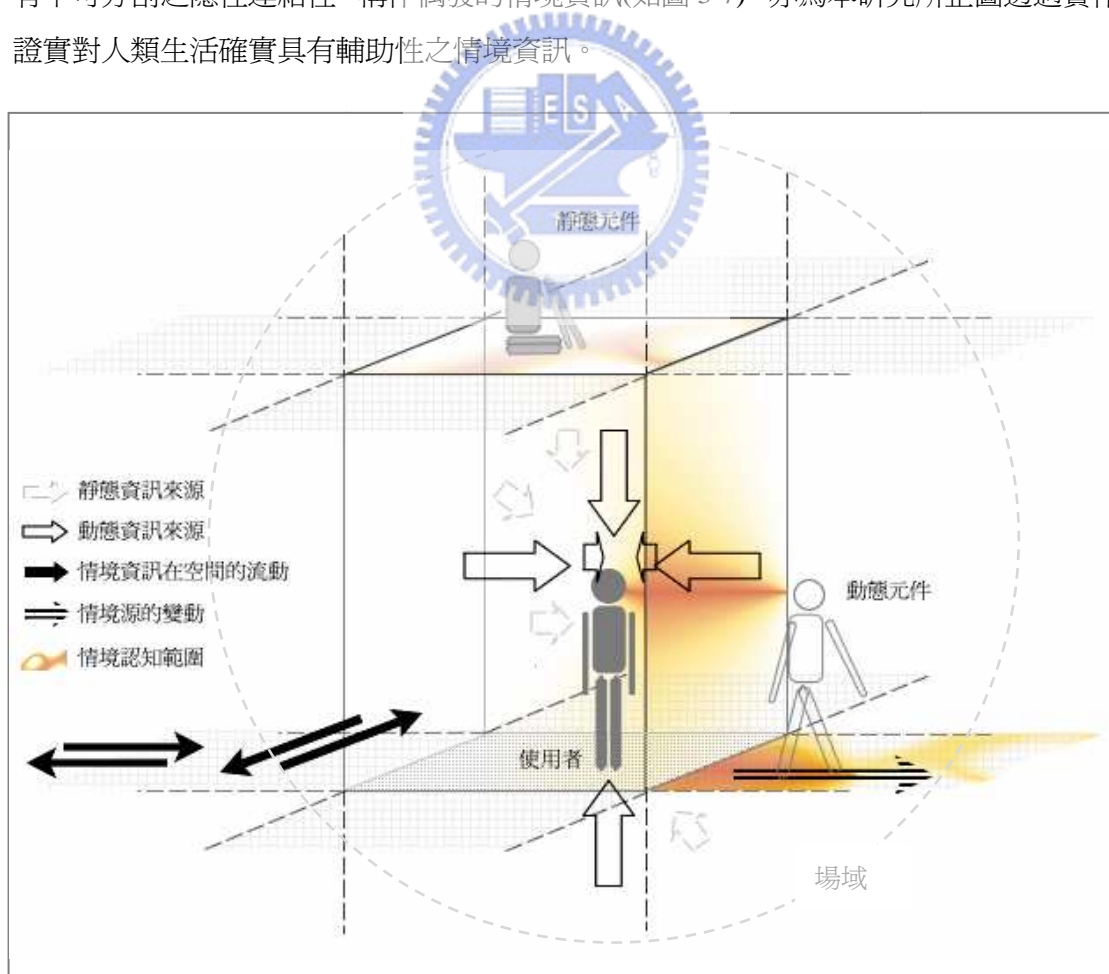



圖 3-7、偶發性情境資訊示意圖 (情境磚之情境應用連結模式概念圖)

人類是群居的動物，且在動物性上保有對於其周遭環境的領域性，不喜歡在看不到的地方有不知道的事情正在發生，讓人類喜歡掌控並能隨時關照處在自己領域內人、事、物的狀況，維持自己所屬的場域。

圖 3-7 從使用者所在的環境為中心，來思考偶發性情境資訊對使用者的需求與影響。相對於第一層定義為使用者而呈現的情境資訊，與第二層定義利用科技所形成的遠距連結應用，對第三層定義而言，最重要且有用的情境資訊反而來自於近距離範圍的感測，讓使用者能隨時掌握個人場域範圍內的情勢與變化，在偶發性情境發生的當下進行評估、決策與反應，維持使用者在環境中的熟識度與安全性。此階層定義並非設定於任何事務狀態的使用下，因為在生活中的情境特別是不可預測的，其中包含針對周遭空間中的變化與周遭空間中的物體狀態變化，例如：在咖啡廳遇到熟識的人、遺忘物件放置地點、身體狀態...等。



第三層定義可能發生的狀況可分為兩種，第一種為「偶發性事件」，在使用者遭遇事件之前，即使情境發生，使用者仍處在未知的情況下，直到使用者與事件處於同一個空間之內。第二種狀況「偶發性變化」則是因人性而產生，人類為獨立的個體，在每個人不同且複雜的思考模式之下，依個人意志對當下產生的行為、反應是不可預測的。即使處在同一個空間內，因存在感的影響，不管是已知或未知的情境，在使用者主動查覺自己場域內的變化之前，情境並未被資訊化，也不具任何使用性意義。

因此，第三層定義的主要發展重點在於偶發性情境產生的因素，從使用者認知觀點(鄭昭明, 1993)探討空間中的「變」與「不變」，藉此找出讓使用者在環境中掌握偶發性情境的應用模式。空間中的「變」來自於動態物件(如圖 3-8)，事件的發生、人物的出現...等狀況並不在使用者的預期或規劃之下，使用者因感官刺激而察知訊息的存在，經過對環境、目前活動狀態...等條件與知識記憶綜合思考評估過後，再選擇是否要分散注意力去辨識、確認此一情境，甚至更進一步與情境產生連結。而空間中的「不變」指得是靜態物件(如圖 3-9)，在使用者對情境已知的情況下，因暫時性轉移注意力或遺忘，使情境狀態與自己的印象或記憶產生差異，或靜態物件自身產生突發性的變化，而有引發新的偶發性事件的可能性，在此一狀態下的靜態物件與使用者間已有一定的連結性。

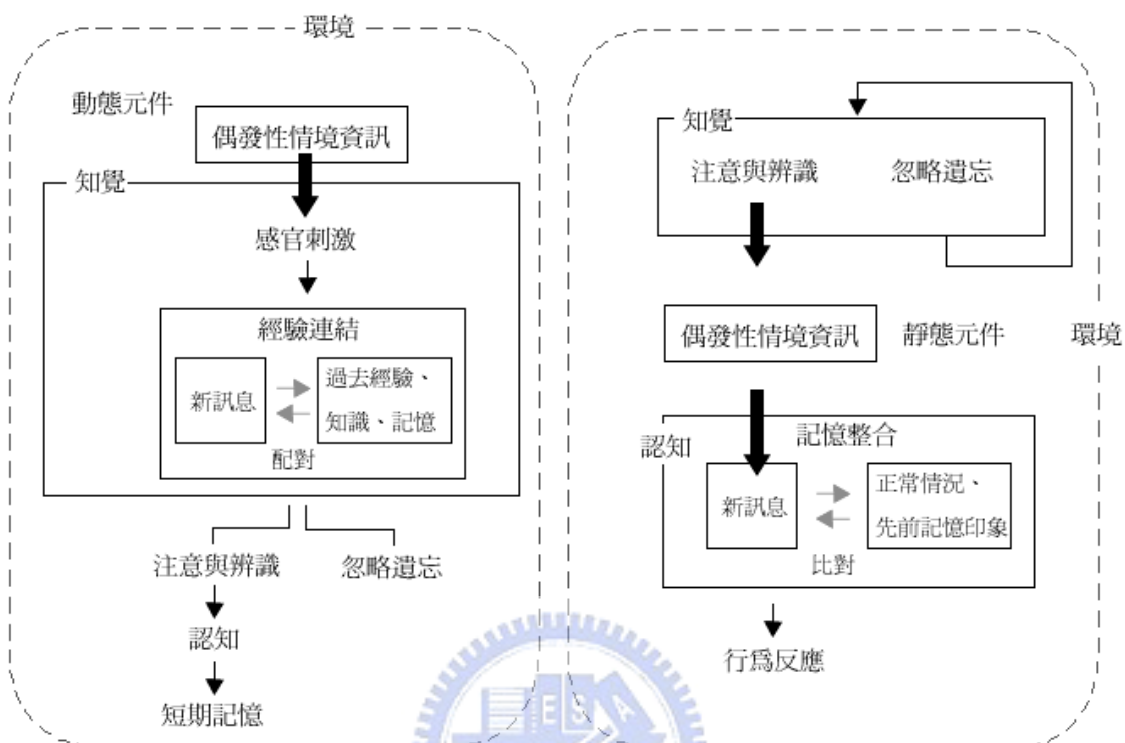


圖 3-8、空間中的「變」所影響之使用者認知模型 (改編自鄭昭明, 1993)

圖 3-9、空間中的「不變」所影響之使用者認知模型 (改編自鄭昭明, 1993)

空間中的「變」與「不變」最大的差異在使用者知覺過程，空間中的「變」依賴感官刺激感測訊息的出現，而空間中的「不變」對情境對象已有大致上的概念，對於訊息的察知來自訊息本身的存在感強烈或薄弱的差異，影響使用者的注意。

從需求的種類與製造出連結的強度可以發現，對人類而言，在已被定義的資訊體制下，非依個人需求而有所不同之額外的情境資訊，其應用集中於感情傳達及溝通目的上，一方面這是生活中不可缺乏的普遍行為，另一方面這類資訊與使用者息息相關卻又不會帶給使用者接收、記憶上負擔。在互動應用上，第三層定義與第一、二層定義最大的不同，在於第三層定義的互動連結行為是受情境資訊內容所影響的，因為情境資訊的給予並非完全在使用者需求的前提下。

因此，偶發性情境資訊運用講求使用者接受後的效果(Effect)，及探討進一步理解過後而產生反應之目的。在訊息接受與認知之後過程，將可回歸第一層定義來加以解釋，不過

在此使用者的解釋隨著資訊的偶發性，也具有不可預測性，有可能單純只是因為引起使用者的注意力而產生短暫連結，而資訊本身對使用者並無任何意義，資訊只會短暫儲存於短期記憶領域之中。亦有可能因為感情存在因素而隨時注意周遭環境的變化，雖然並未產生下一步的動作反應，但資訊本身對使用者而言卻是極有意義的存在。其他大部分的意義皆已存在於第一階層因任務、活動而產生的定義之中，如：尋找物件、健康照護。

3.2 資訊應用介面

情境資訊介面的發展以顯示介面為中心，介面的使用模式直接影響了使用者接收資訊的便利性與人類處理資訊的能力，而在情境感知應用上，額外重視感測介面的遍佈型態與連結關係。本章節承接 Media House Project (Guallart and Cantarella, 2004) 針對在電腦廣泛應用之後，科技與生活整合的發展研究，共可歸納出五個結合資訊顯示介面、感測介面與運算發展的應用階段，並將介面裝置的應用面延伸至空間概念進行分析，整理出在各種不同介面形式下，介面連結與使用連結兩種型態的空間連結特性(如圖 3-10)，在各階段應用中加以比較各部強弱。

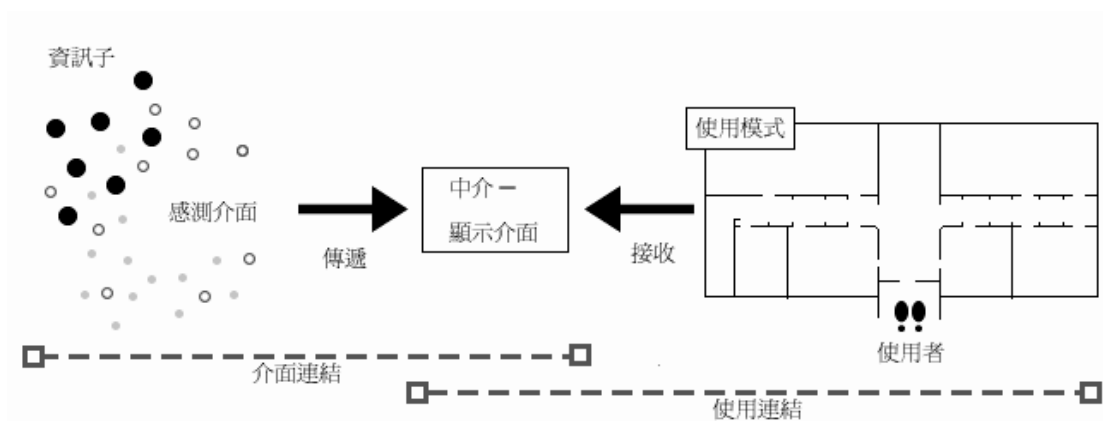


圖 3-10、應用於各發展階段之分析模型

五個階段分別從資訊應用發展初期，技術影響了介面形式演變，到隨著智慧化空間 (Intelligent Space) 的議題出現，將介面結合感測器網路 (Sensor Network) 應用，擴大了電

腦擷取資訊與運算的範圍。也因此出現了更有效整合空間中的裝置的方法，配合空間結構改善運算連結。接著研究者將連結的概念應用於整體環境中資訊交流與電力傳輸上，尋求將介面隱藏進建築結構中，讓電腦運算網路架構上的聰慧智能同等於建築實體上的組成效用。而本論文隨著應用介面形式的演變，更企圖就使用模式上的分析，進一步推衍出下一階段可能演化觀點「The House is the network」，並以此概念發展成情境磚之雛型介面。

第一階段 (Stage 1) — A House with Computer

資訊應用介面在第一階段著重於顯示介面的演進(如圖 3-11)，從電腦科技演變成資訊和通訊技術(Information and Communication Technologies, ICT)的迅速發展，讓個人數位助理(Personal Digital Assistant, PDA)、行動電話、觸控式螢幕、大型電子顯示屏幕...等介面，逐漸廣泛地充斥在我們日常生活的實質環境之中。在第一階段發展時期，大部分資訊來源來自於介面所附屬的輸入裝置，或遠端資訊所在介面的相關儲存設備，由此產生了不同介面間的資訊傳遞、接收、擷取...等交流行爲，結合成介面連結通路。

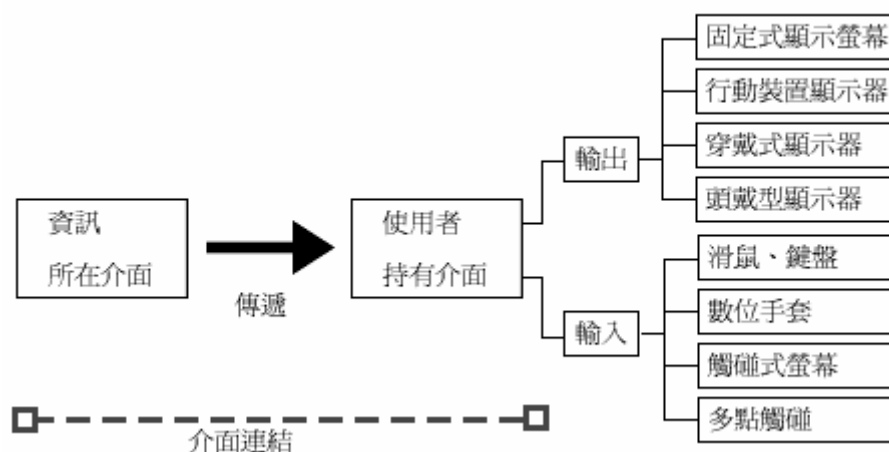


圖 3-11、第一階段之介面連結關係

第一階段的介面使用概念很單純(如圖 3-12)，一個裝置擔負一個完整的使用目的，不會重複性地安置同樣的裝置在同一個空間之中。空間中仍會有多樣不同功能性裝置介面同時進行應用，但除了在電源供應上的連結意義之外，各個獨立的介面間並不會因為存在

於同一空間而具有連結的功能或效果存在，除非裝置介面本身功能就在於建立人與人之間溝通的管道。

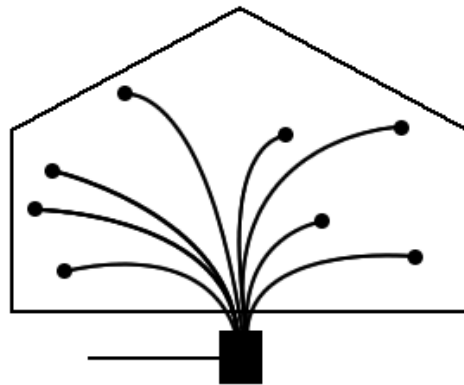


圖 3-12、第一階段之介面與空間的連結關係圖 (Guallart and Cantarella, 2004)

另外，在使用模式與空間性的討論上，介面的操控方式及顯示裝置對使用者在空間中的行為有極大的影響，也因此研究者開始嘗試發展出各式不同的輸入、輸出介面。輸入裝置的發展目的在於減少使用上的限制及增加操縱的直覺性，從基本的鍵盤、滑鼠到希望能讓使用者不透過工具直接進行手部操控(Rekimoto and Matsushita, 1997)，讓使用者不再受限於工具的操控能力。資訊介面與操控裝置的結合，減少了裝備需求上的麻煩，也增加介面在空間中遍佈的可能性。而輸出裝置的發展從固定式介面到可隨身穿戴、攜帶式行動介面各有其應用特色與限制，固定式介面配合空間功能或活動中需求而配置，使用對象範圍不受個人限制但受空間限制。反觀行動式介面，其使用目的為配合使用者個人需求的不同所配置，在使用上雖有人員限制，但卻不受空間限制。

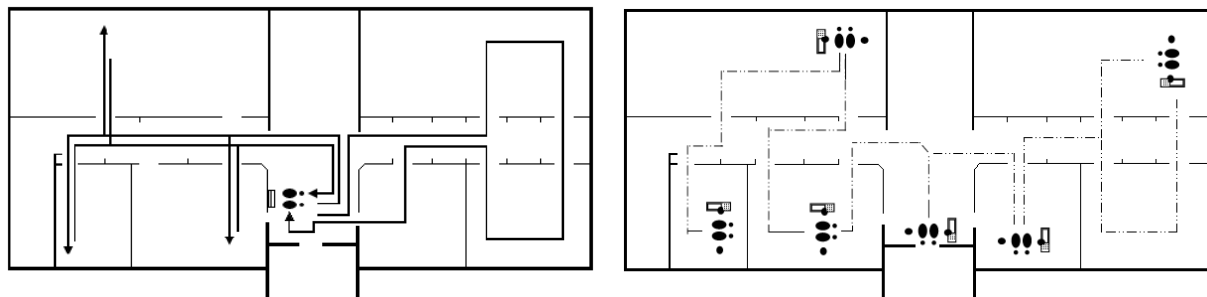


圖 3-13、(左) 固定式介面下，空間中的使用者行為 (右) 行動式介面下，空間中的使用者行為

雖然兩種介面皆有其優缺點，但都不適切於在固定環境中活動的使用者行為模式(如圖 3-13)。行動式介面對於空間中的使用者反而帶來使用上的負擔，使用者在自己的活動場域中，必須隨身攜帶裝置才能有效獲得資訊。固定式介面則被設置地點所限制，在非單一空間的場域中，使用者必須隨時回到能利用資訊介面的範圍內，才能獲得資訊。

第二階段 (Stage 2) — The House is the Computer

第二階段的資訊介面演進企圖藉由場域中各裝置間相互連結(如圖 3-14)，創造出在不同的空間中能呼應使用者不同的活動與行為的智慧環境。在此階段概念下，各個介面雖如同第一階段發展有各自獨特的功能存在，但從整體環境中看來，卻為中央控制下的的分區零件，各介面間透過有線、無線、或網路連結進行資訊交換，透過連結型態亦可描繪出空間中使用者的場域範圍，形成虛擬電子運算機制，提供空間能因應使用者需求及反應環境變化的能力。

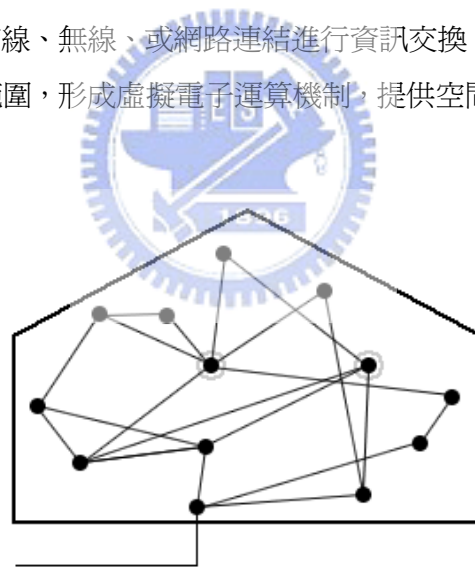


圖 3-14、第二階段之介面與空間的連結關係圖 (Guallart and Cantarella, 2004)

此種連結型態在情境資訊感知的應用下，環境中的介面可被分成遍佈端與接收端，遍佈端為遍佈於環境中的使用裝置，彼此間互相連結，而接收端為在空間中供使用者使用的資訊介面，與多個遍佈端互相連結，由此獲得使用裝置的相關資訊或遠端操控運用。

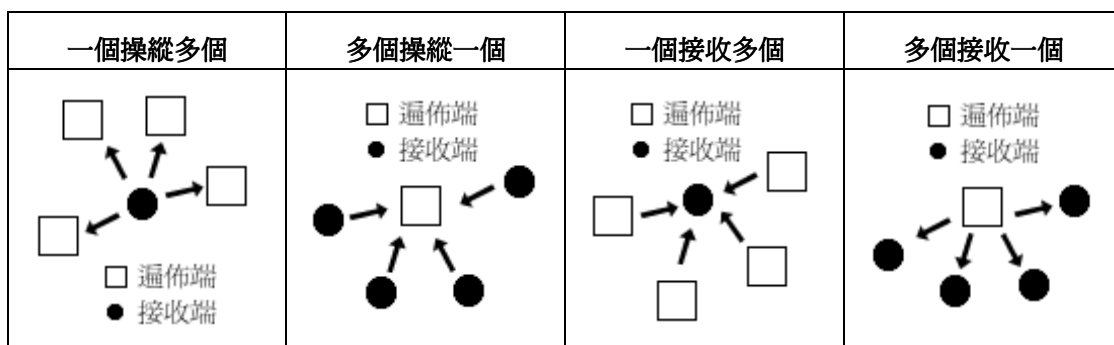


圖 3-15、第二階段介面與裝置之連結型態

遍佈端與接收端兩種層級實際上組成的形式有四種(如圖 3-15)，當接收端為輸入時，可同時操縱多個遍佈端之裝置，多個接收端介面也可同樣地操縱同一個遍佈端之裝置；當接收端為輸出時，可同時接收來自多個裝置之訊息，也可多個接收端介面同樣地接收或擷取來自同一個遍佈端之訊息。實際的應用如麻省理工學院的活氧計畫(Oxygen Project)(Rudolph, 2001)，為了建立合乎事件發展的播報環境，將資訊的輸入裝置進行連結，感測其內容進度，適時的將輔助事件的影像及文字資訊傳送到多數使用者的介面上(如圖 3-16)。

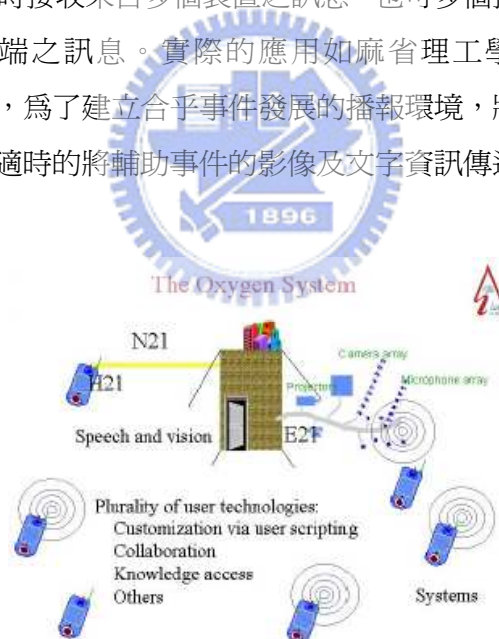


圖 3-16、活氧計畫之資訊介面應用模式 (Rudolph, 2001)

因為多重資訊介面的使用及資訊介面間的交流與傳遞，影響了針對固定式介面使用上的行為模式(如圖 3-17)，資訊介面在空間中的編排以使用者需求為中心，讓使用者在不同空間可以透過不同介面獲取同樣的資訊，減少了為了閱覽介面而在空間中不必要的移動，不僅增加資訊獲得的即時性，也提高了使用效率。

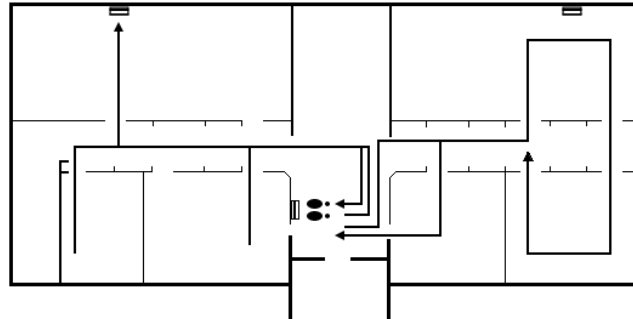


圖 3-17、第二階段演進對於固定式介面下，空間中使用者行為的改變

此階段並嘗試將資訊介面與感測介面的結合，擴增了資訊介面連結系統上的完整性，增強針對環境中資訊的擷取能力，一方面讓使用者能獲得更有效的輔助資訊，另一方面亦透過情境的界定，讓環境配合人類行為產生變化，藉由人與外在環境的交互運作，形成空間的智慧主體呈現。Media House Project 將微感測器藉由物件實際遍佈式的裝置在居家空間之中進行實驗(如圖 3-18)，紀錄人們生活中所接觸到的變因，透過情報空間的感測介面收集數據資料在一般生活行為下的變化。經過進一步分析與概念發展，在空間中人類行為如同電腦設備中的輸入裝置，而空間中的裝置物件則為電腦設備中的輸出裝置，隨著人類位置的移動，空間定位下該處燈光設備則會即時開啓，無輸入時則關閉(Guallart and Cantarella, 2004)。

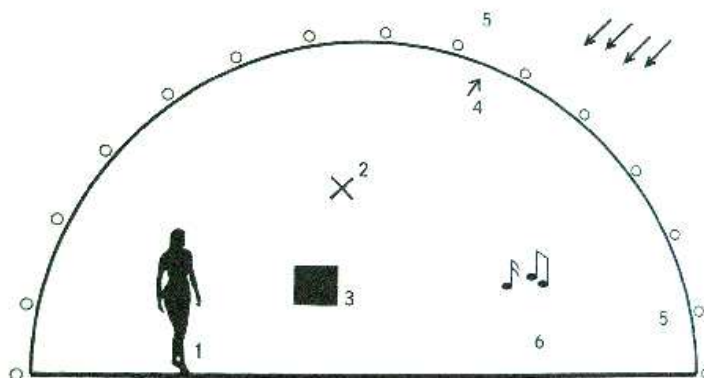


圖 3-18、遍佈式感測裝置之空間狀態配置圖 (Guallart and Cantarella, 2004)

第三階段 (Stage 3) — A Structure with a Network

第三階段如同資訊介面演變的過渡期，在裝置越來越多、越來越複雜的情況下，介面雜亂且重複的交錯於環境之中。爲了提高空間的使用性，在結合資訊科技的情況下建造一個可居住的環境，及提升資訊傳遞、運算上的效率，最好的方法就是減免不必要的介面分布。此階段內每件裝置、介面皆爲獨立的「點」，具有輸出及輸入功能，而研究者所嘗試的就是依各點的連接需求、屬性、配合活動...等特性進行整理分類，探討如何配合不同的空間形式，有效連接各點，規劃出最有效的連結路線。因此，在此階段空間中使用者對於資訊介面的使用模式並未有顯著的改變，而環境中的情境關係對於空間中介面的分布與連結則有特別大的影響。

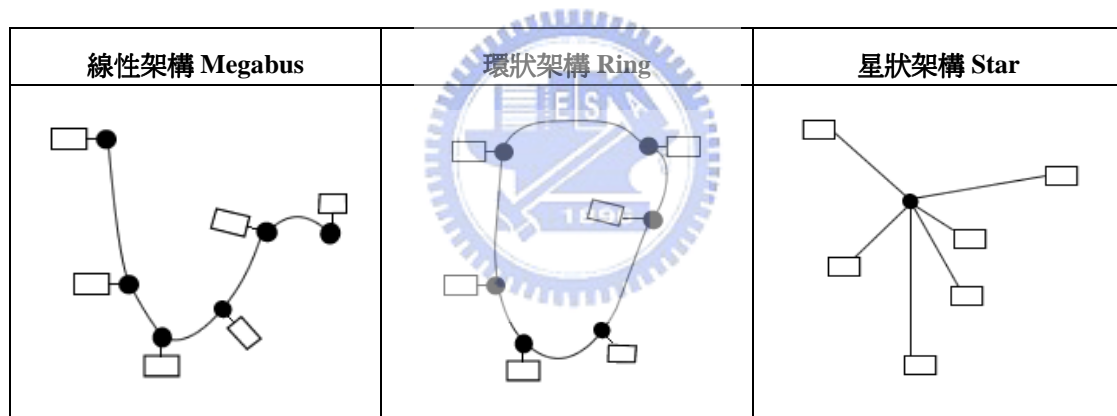


圖 3-19、架構式資訊介面連結型態 (Guallart and Cantarella, 2004)

配合空間架構的資訊介面連結基本型態有三種(如圖 3-19)，從情境感知中不同的位置感測技術範例來看，第一種線性架構適於成長期空間應用，具有彈性變化的可能性，能配合不同階段性空間規劃，隨時進行地域空間、連結的延伸或對已編排的架構進行刪減，如同 Active Bat System(Addlesee et al., 2001)，於使用者身上配戴感測及接收裝置，可隨時增加使用者數量，也因為使用者在空間中的移動而拉長線性架構。

第二種環狀架構呈現出裝置、介面之間資訊互相溝通的特性，適於用在感測事件發生場所的連結應用上，強調因環境的變化使得資訊在各裝置間不停的流竄，各點上的資訊負

擔是相近份量，非必要不可隨意刪減之關係，如同情感設計中的遠端連結設計(Tollmar and Persson, 2002)，藉由實體的溝通裝置，架設起彼此間環狀的溝通管道。

第三種星狀架構著重關聯性，強調如身體架構般牽一髮而動全身的中心結構，其變化在於能隨時依據連結的多寡改變空間中連結的密度上，能應付突如其來的連線關係。無線感測器網路(Sensor Network)的發展代表了此種架構的實際應用模式，Smart Carpet(Glaser et al., 2005)和 Smart Floor(Helal et. al, 2005)皆由中央系統接收、控制遍佈於地面的感測器訊號，藉此得知人與物件於空間中的絕對位置。

依此概念針對使用者需求經過架構整合進一步發展出來的變化與情境應用(如圖 3-20)，從其接線狀態就可一窺空間區間架構。此階段發展與第二階段最大的不同在於資訊的傳遞設定非必然性，各介面、裝置在使用上不是直接共同分享資源，其連結的意義在建立良好溝通管道，將配置整合空間資訊形成網路，在通訊協定的溝通下進行資料的存取、交換，一方面易於更準確的直接從目的地獲得資訊，達到智慧無所不在，另一方面在需要的時候才進行連結，減少隨時更新及過路運算上的負擔。

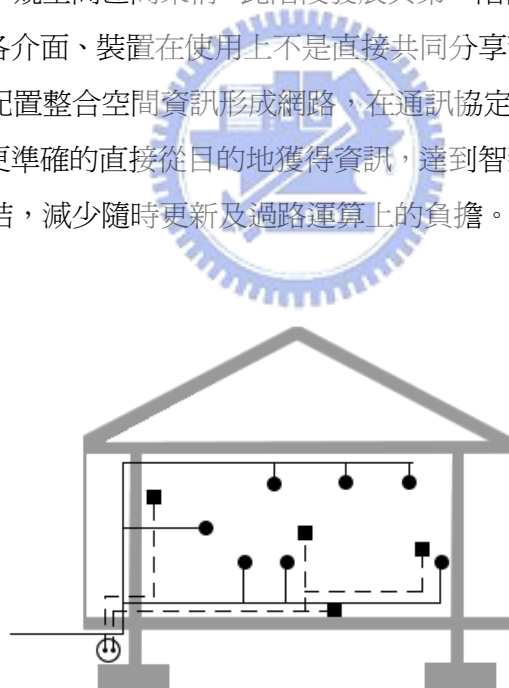


圖 3-20、第三階段之介面與空間架構的連結關係圖 (Guallart and Cantarella, 2004)

第四階段 (Stage 4) — The Structure is the Network

實體空間的構成包含了統稱內容物之空間中的物件，如同建築體的虛擬結構般之有形、無形溝通線路的連接，及內、外部供實體物件活動之皮層組織面。當裝置、介面間的線

路在第三階段已建立的情況下，第四階段的發展目的在針對介面的設置與存在，如何與實體空間元素共存的討論上。在 Media House Project 中，研究者嘗試將因應資訊連結而形成遍佈於空間中的線路無形化，藉由線路與空間結構的結合，將裝置的影響範圍從點延線擴大為面，讓空間應用不受建造時的線路規劃所限制，能更有效的支持各式多媒體互動設計環境。

建築結構於介面上的應用除了追隨原有的結構理論，另外需要先掌握幾個設計概念發展上須注意到的特色，第一：結構是由多個模組化物件所組合而成；第二：結構是要可以做彈性的延伸出新的空間範圍的。因此，在進行細部設計前，必須先思考將應用的結構形式，再從連接關節及樑、柱等部分，配合形式分別規畫出不同的工作區間與功能，最後藉由模組化設計完成使用邏輯，讓其能自由因應不同的設計需求。

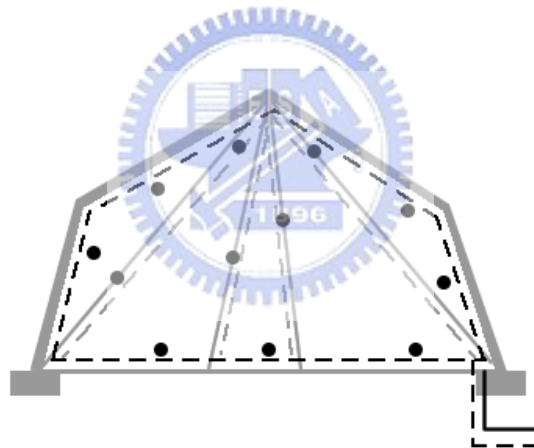


圖 3-21、第四階段之介面與空間結構的連結關係圖 (Guallart and Cantarella, 2004)

完成後的結構組成(如圖 3-21)，將介面連結完整包覆空間體，空間中不再因介面的充斥而線路紛雜，且各空間皆有形成資訊顯示面的可能性。甚至在實體環境測試中(如圖 3-22)，以結構的線性組成來看空間組成，在沒有牆面的分隔之下，介面鑲嵌於空間之間隔結構之中，等於遍佈於兩邊不同空間之中線上，因此，讓介面在使用上能同時被兩邊空間所應用。結構化裝置介面網路系統並沒有直接對使用者行為模式造成影響，但卻使得介面的遍佈能順應空間使用動線，進而配合人類行為與活動，將裝置、介面設置在空間流動的路線上。



圖 3-22、以裝置連結架構為結構之 Media House Project 設計(Guallart and Cantarella, 2004)

第五階段 (Stage 5) — The House is the Network

第五階段為本研究順應資訊介面演變而提出未來介面形式可能轉化之設計發展，近年來新式感測及顯示介面的結合，強調以無形化介面讓資訊能更加融入生活環境及空間之中。而無形化介面的發展從 Wooden Mirror (Rozin, 1999)嘗試應用抽象的點陣圖像，結合感測介面與顯示介面於牆面上，即時映照情境資訊原本的樣貌(如圖 3-23)，到逐漸擴大介面範圍成整體空間遍佈式運用(如圖 3-24)，實際裝置介面於地板上(Eng et al., 2003)，處在空間中的所有使用者皆為介面的使用者，介面遍佈程度的差異及即時動態顯示的影響，使得介面的應用模式如同與人類活動的即時反應和互動一般。

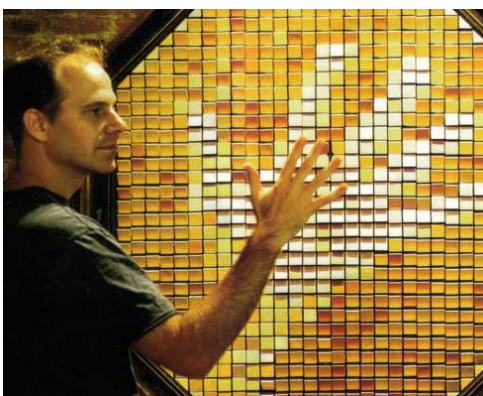


圖 3-23、Wooden Mirror 結合牆面應用
(Rozin, 1999)



圖 3-24、互動地面應用 (Eng et al., 2003)

無形化介面藉由單元面積在空間物件的表層進行組合，使得生活介面嵌入不同於物體原本使用目的之功能，爲了透過介面完整地重新定義一個空間範圍，第五階段所發展出的空間介面組成不僅達到介面無形化之目的，以單元模組的形式創造多形體的表面，同時讓空間體的構成就等於介面連結上的實體線路模型(如圖 3-25)。此階段之介面發展目的回應了本研究所探討的問題，以結構元件排列成空間面向，再進一步組織各面向形成空間體的智慧材料運用，不僅爲融合新媒材於生活當中的有效方法之一，亦因爲接下來將介紹的空間介面特性，減輕了使用者在介面設置、使用及操作上的負擔。

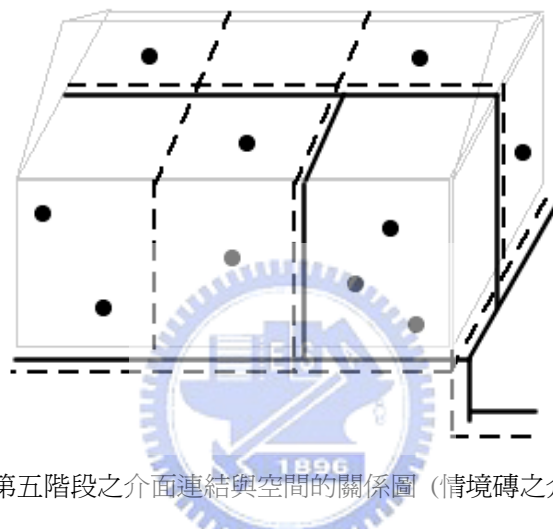


圖 3-25、第五階段之介面連結與空間的關係圖 (情境磚之介面應用模式)

智慧材料在建築上的使用改變了被視爲靜止物件的建築表面，此應用介面被稱爲智慧建築皮層(Smart Architectural Surfaces, SAS)(Chang et al., 2004)，應用內部的感測能力調整自身狀態以符合動態需求，賦予建築物本身擁有智能之條件(如圖 3-26)。單就建築體在建構上並不如科技裝置需求複雜的系統支援，形體的組成以個別化的建材爲中心(Chien, 2009)，因此，建築介面應用的關鍵概念來自於「構成」，組合建築單元、塊件，如細胞衍生、堆疊，形成牆面、天花板、地面、甚至是建築體，根據各單元共通、資訊交換所產生之行爲架構，重新定義構件的輸出、輸入模式，以模組化行動之方式完成介面動態與互動系統之間的设计。



圖 3-26、智慧材料於建築介面上的應用 (Hall, 2006)

適於生活型態的資訊應用介面，應當從效力(Effective)、效率(Efficient)、及學習(Easy to Learn)、認知(Recognition)、記憶(Easy to Remember)重新進行考量。而智慧材料所形成的智慧空間介面具有三項特色，第一，能以自然地感測模式，有效地發覺材料所包覆的空間體內之變化；第二，因由介面遍佈程度同等於空間本體，讓使用者能直覺地從事件引發之處接受與事件相關之情境訊息；第三，當使用者的感官感受幾乎分辨不出環境與介面的差異時，比起其他階段的介面應用，空間介面符合使用者長期以來的認知習慣，更能引發出空間中最自然的使用者行為模式。

所以，能滿足形成空間介面使用的智慧材料，透過先前在室內空間及建築上的實際製作案例，如同情境磚設計所需，可以發現其介面雛型應掌握之設計條件具備四大特性。

- 可組合式設計：空間介面的構成經由科技促成，但也因為科技製品的限制無法以單一設備建立穩固的住宅，因此，以發展空間介面為目的之智慧材料除了本身應具有獨立使用之結構支撐性之外，自身材料亦需有相互組合或與其他傳統建材結合建構之能力，在應用上才能如同建材應有的定義一般，保持空間擴張之彈性。
- 模組化行為：空間介面的智慧並不等於高科技產品所提供的智慧，高科技產品有效使用範圍有限，而空間介面涵括範圍無涯，因此，空間智慧化來自於介面行為的聚集與互相呼應，形成空間介面的智慧材料在功能上需明白定義其數位化應用之規則，依據規則產生不同的模組化使用方式，則有不同的行為變化。
- 重複單元交互利用：如同一般材料之特性，要完成一個完整的空間介面，並非依靠單一獨特個體，在所需的地方運用不同功能之個體相互推疊、填充，不管在結構或數位感知、顯示上，應有能互相輔助，如結合成大片顯示介面，或訊號傳輸、指示之特性。
- 資訊連結關係：空間介面所作用之資訊大多與環境中的情境相關，因此對於形成空間介面之智慧材料而言，對資訊連結的支援與反應將特別重要，材料本身要能具有與其他單元溝通之特性，或經由外部控制單一或多數介面個體，針對同樣情境進行反應，或同時針對不同情境進行反應。

使用者接觸資訊介面的認知過程包含接收、理解、與反應，空間介面的形成影響了使用者對於現有介面的操作習慣，尤其是資訊接收的對應上。空間化的資訊介面不同於過去資訊介面裝置的配置或攜帶方式，攀附建築形體隱含於環境中，目前雖然介面本身為固定式定點設立，但對使用者而言，在非主動的操控下，因介面系統的結合及感測元件在大環境的遍佈，資訊出現的區塊卻是非固定地方與非特定時機的，主導權在資訊本身的變化上。而在這樣的情境狀況下，如果遇到突發事件、偶發性資訊的產生，將喚起人們在實體環境中透過自身探測獲得資訊的經驗，讓資訊接收的方式回歸到從感官系統出發的偵測模式(如圖 3-27)，反射性的依照資訊傳達的元素選擇適任的感官系統或肢體接收資訊，不經過轉換，從眼睛接收視覺顯示訊號之刺激；從耳朵接收聲音頻率；從鼻子分辨氣味；從嘴巴感受味道；從皮膚偵測碰觸。依賴人類原始的感測性，能透過介面直接與資訊交流，減少資訊理解上的學習負擔，依照過去經驗對資訊的呈現方式進行認知，並以符合日常習慣之行為做出反應。

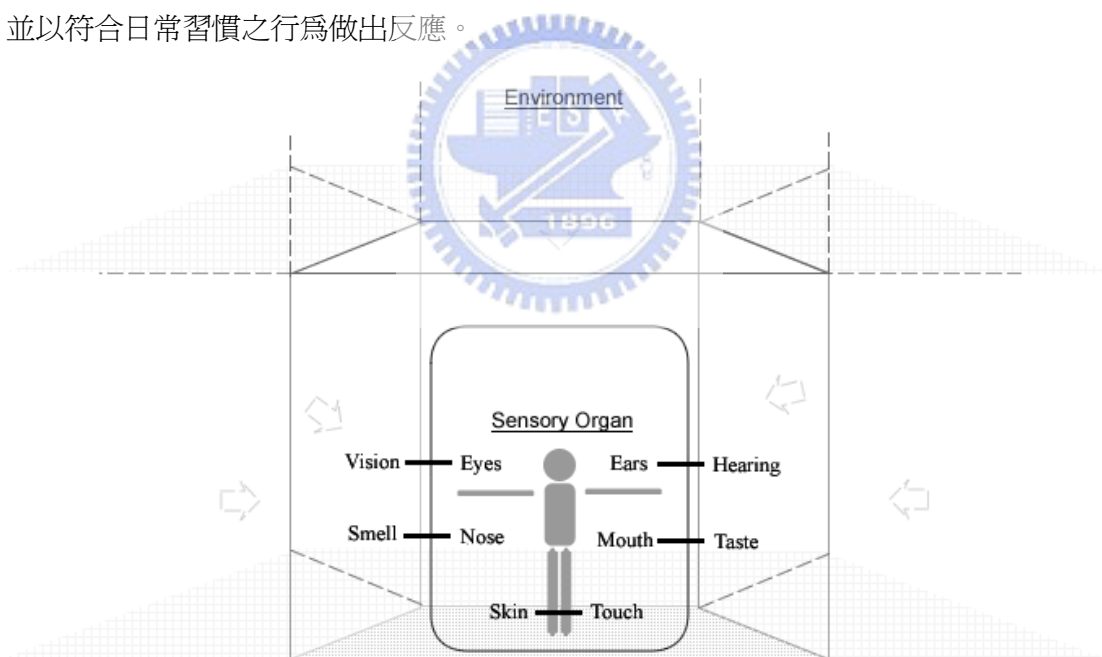


圖 3-27、使用者在空間介面下的資訊接收能力示意圖

最後，由空間化資訊介面在環境中的構成，來看人們使用空間介面之態度與使用者行為模式。在空間介面的使用行為上，回歸到無任何科技輔助下的活動模式，如同多位使用者在同一空間中的感知形態，情境感知在被感測者無自覺得情況下進行，無須改變自身行為，空間裝置自然地擷取使用者於空間中的情境資訊。由於人們看待空間介面容易有如同身處於非數位化之環境、一般建築空間之錯覺，降低了現代人們對於介面使用上的

過度意識。在空間介面的應用上，資訊顯示的有無會導致介面存在感的變化，當無資訊在介面上流竄時，介面並無特別之存在感，如普通的空間體一般；而當資訊出現在介面上時，才顯現出介面功能的存在。

也因為無形化空間介面本身即為空間構築材料，可以輕易地透過建築面或典型且常用的生活物件，不佔空間地分配於使用者地域中的每個屬性空間，擴大了固定式介面傳播資訊的範圍，減少了使用者在空間中的重複行為(如圖 3-28)，尤其在與情境感知系統的結合應用上，使得感測輸入的情境資訊內容與輸出目的能與雙向使用者所在的空間相對方位、使用功能...等更具關聯性。

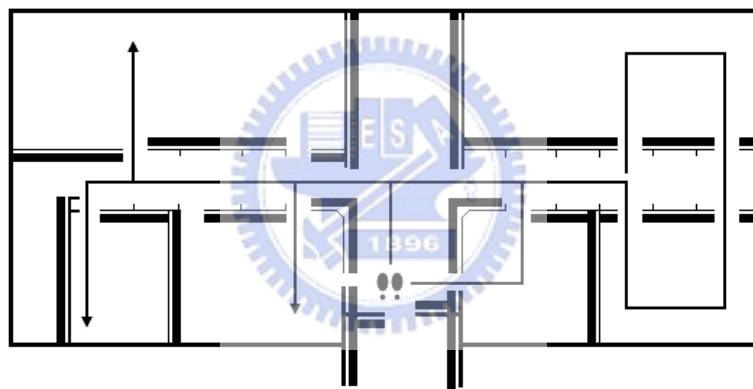


圖 3-28、第五階段—無形化介面應用上，空間中使用者行為模式之變化示意圖

3.3 資訊裝置的感知互動方向性

資訊的產生有所來源，資訊的內容則顯示了傳達目的地，因而資訊的傳遞具有單向流動之方向性。過去案例甚少從互動的角度，專門探討資訊裝置、介面中資訊擷取與接收之行為，本章節從「人」與「介面」兩種角度，分別針對資訊裝置、介面的互動設計進行分析探討。了解資訊裝置的感知互動方向性，除了有助於不同設計目的之應用上，介面互動方式的選擇與決定，亦能進一步的找出適於不同使用環境下的資訊裝置設計。

資訊介面、裝置的特點在於結合了感測介面與顯示介面，從介面本身的性質來看，感測介面為資訊的輸入裝置，環境中的人、事、物皆是給予資訊的來源；而顯示介面則為資訊的輸出裝置，其功能為傳送資訊給介面所處環境中的人們。因此，資訊在介面間的流動概念其實很簡單，從輸入流入，接著從輸出傳出。但其互動線路的多樣化，則是根據不同的資訊介面形式，而使得資訊流動線路因空間關係而變異。

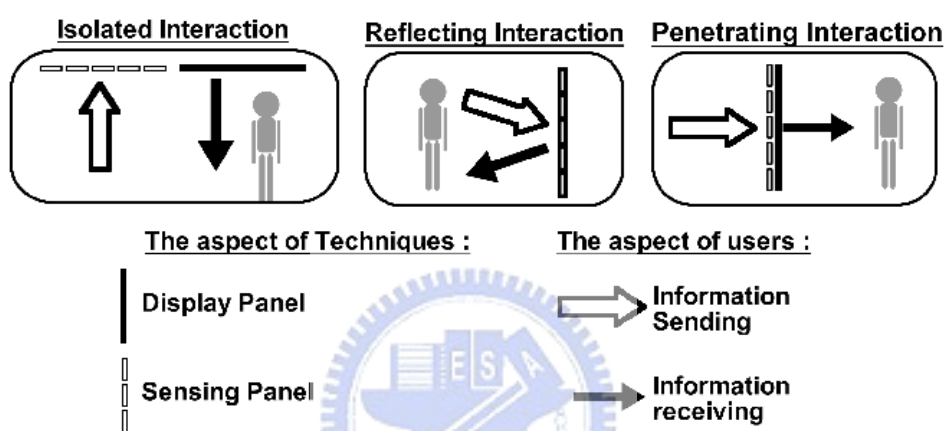


圖 3-29、資訊裝置的感知互動示意圖

資訊介面應用的互動方向從目前發展共可發現三種形式(如圖 3-29)，第一形式，獨立式互動(Isolated Interaction)來自於傳統裝置介面應用概念，感測介面與顯示介面各自獨立，因而資訊的傳送方向與接收方向亦無接續性。第二形式，反射式互動(Reflecting Interaction)為近年來資訊介面常用之互動形式，介面所扮演的角色為即時反射資訊，感測介面與顯示介面的互動方向朝向同一個使用者，也就是說資訊的傳送者與接收者為同一人。第三形式，穿透式互動(Penetrating Interaction)則為本研究因應無形化互動介面之探討，而設計出最適於情境感知應用之互動形式，並運用於情境磚的互動設計上。在此形式下，讓資訊的傳送方向與接收方向直接地穿透過介面而產生接續性。

第一形式 (Direction 1) — 獨立式互動

獨立式互動產生於感測介面與顯示介面為兩個不同的裝置系統分別放置的互動形式，強調的是介面存在的個別獨立性，其互動特性具有極大的使用彈性，經過設計之後，亦可完成反射式互動或穿透式互動的互動形式，但也因此反應出介面的不定性或重複性。在

此互動形式下，輸入與輸出的使用者分別為兩個不同的空間作用場域，通常訊息發送端與接收端為兩個不同單元、個體，可在兩個不相連之遠距空間、相疊合之空間、甚至在同一空間之中使用(如圖 3-30)，在訊息的傳遞上具備延遲特性，傳送時機與接收時機可同步可不同步，完全依據設計所需來進行。以資訊互動介面為例，The SwissHouse Project (Wang and Waldvogel, 2004)中的遠距溝通介面就是透過兩個獨立裝置相連結，分別輸入己方的資訊給彼方，並顯示彼方的資訊於己方，達成訊息傳遞、交流之目的。

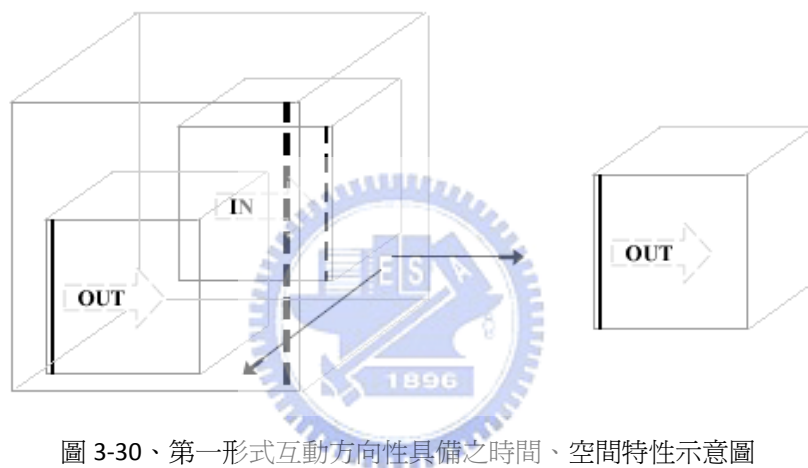


圖 3-30、第一形式互動方向性具備之時間、空間特性示意圖

第二形式 (Direction 2) — 反射式互動

反射式互動來自於感測方向與顯示正對方向相同的單一裝置、介面個體(如圖 3-31)，簡化裝置、介面上的設計行為，目前大多用於固定式系統介面。其訊息傳遞方向特色在線路單純，訊息的發送端與接收端為同一使用者，輸入與輸出作用於相同場域或相同裝置之中。在此互動形式之下，訊息的傳遞是即時產生的回應的，在使用者動作的同時，也可看到動作之下所形成的訊息樣貌，具有以使用者為中心之互動特性，通常應用於使用者透過資訊介面了解自身或周遭環境之情境。例如 Wooden Mirror(Rozin, 1999)的互動設計形式，即時反射用於偵測使用者的感測訊號於顯示介面上，讓使用者能透過介面看到自己的動作、行為樣貌。

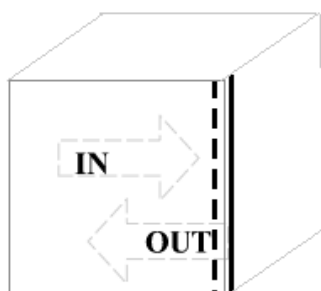


圖 3-31、第二形式互動方向性具備之時間、空間特性示意圖

第三形式 (Direction 3) — 穿透式互動

穿透式互動為感測介面與顯示介面背對背之相連介面、裝置，於無形化介面設計下，專為相異空間下的情境感知目的而設計。使用者與資訊傳輸者為存在不同空間的個體，藉由輸入場域與輸出場域之間的空間連續性，在訊息產生、發送的同時，彼此空間因而相互連結，如同兩方使用狀態處於同一空間之中。在訊息傳輸的時間軸上並未有明確的應用限制，根據不同的設計，可選擇顯示現在、過去、甚至是未來可能發生之資訊。此互動形式適合用於兩方相鄰之空間，也可以相鄰實體空間、網路空間為傳輸介質，將訊息藉由存在於空間架構中的連結系統送至鄰近空間之中。以情境磚之互動形式為案例來看，使用者可以透過情境磚所組成的介面，得到來自其他空間的傳遞訊息，並隨時發送己方訊息至其他空間之中。

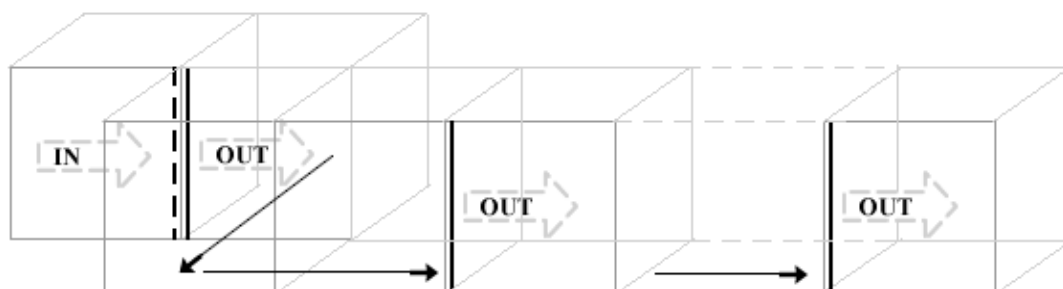


圖 3-32、第三形式互動方向性具備之時間、空間特性示意圖

第四章 互動介面設計與實作

人類在生活中會不自覺得注意、觀察周遭變化，周遭環境、活動、...等。也會在心理需求下尋求環境的認識，如：找尋熟悉或相似的人、地、物。第三章完整的推演出實作裝置應有條件為設計概念衍生的問題基點，以無形化介面進行穿透式互動形式，將裝置構成空間整體，用以察知環境中的偶發性情境，讓使用者能透過情境資訊的提供，輕易的掌握自身場域中的情況變化。第四章將經由「情境磚」(Contextual Bricks)之設計與實作，藉由研究者以經驗與反經驗的思考路徑應對設計問題，測試第三章理論在應用上的可行性。

空間感知設計需要針對「對象」與「物件」兩方面進行考量(如圖4-1)。從對象層級思考對應介面互動的設計形式，從物件層級具體的提出設計雛型的預知形態，呼應概念言語之構成。在第一節的部分，主要規畫了情境磚在設計上必須遵守的運作架構，功能條件形成基本單元組件類型、及單元間的溝通連結模式，並討論資訊於介面上的顯示圖像規則。第二節描述在實作設計上，可完成基本單元介面的技術可能性，及實際製作上的技術應用。第三節主要介紹介面於組裝上的結構設計，及應用第二節發展出來的技術規劃，配合結構形式針對細部構件進行設計，第四節則針對情境磚之應用，在多方故事場景的發展之下，進行其實用性討論。探討了情境磚介面對於人類的輔助性，與透過情境磚所展現的人與人之間的互動性。

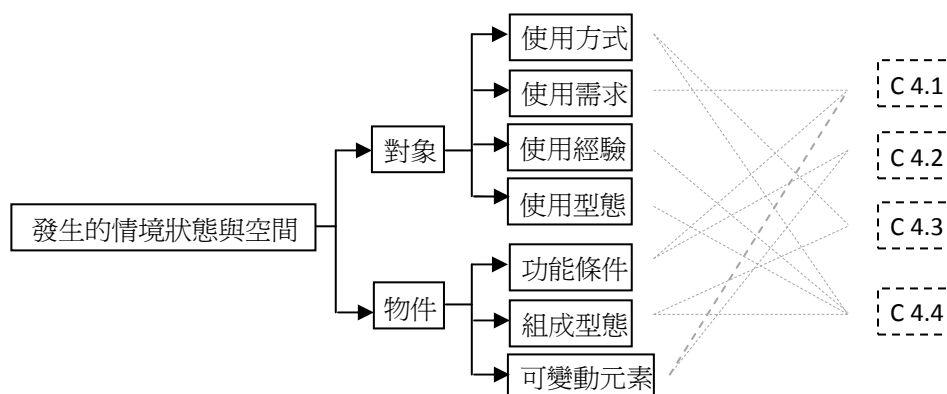


圖 4-1、以空間感知為著眼點之設計動向預測

4.1 設計架構與規範

情境磚之設計架構依據第三章所推衍出於「資訊」、「介面」、「互動」三方面的階段性發展，必須遵循三條不可變動之原則，以驗證理論發展於設計應用的可行性。其一、情境磚之情境感測內容應為使用者自身週遭的偶發性情境資訊；其二、應滿足無形化介面之條件特色，包含可組合式設計、模組化行為、重複單元交互利用、及完成資訊間可相互連結之關係；其三、互動型態訂為穿透式互動形式，在無形化介面下最適於情境感知之互動方向性。

因此，情境磚之基本設計概念為了滿足第二點原則，引用傳統建材—紅磚頭的建造模式，加上現今已被確立其建築可行性之新構造—「蜂巢結構」(Honeycomb)(HTA研究會, 2006)為介面形體設計基礎(如圖4-2)，讓情境磚能具有高度自由造型能力。



圖 4-2、2005 年愛知世界博覽會之西班牙館外牆設計

並依據第三點設計原則，將磚塊兩面設計成一面為感測介面(Sensing Interface)，另一面則為點陣式顯示介面(Display Interface)，作用在連結兩個相鄰但不相通的空間，當情境發生時，磚塊即為介面，使用者不需另外配帶任何裝置。其感知內容在介面形式與互動形式的配合下，將符合第一點設計原則之應用，讓使用者能透過視覺感知即時發生於身邊的偶發式情境(如圖4-3)。



圖 4-3、情境磚之設計概念圖

另外，在六角形磚塊體的側面依據第二點設計原則，設置中介溝通裝置(Communicate Medium)，主導情境磚塊間資訊互動連結的運動功能(如圖4-4)，因應六邊形之邊長數目，三邊為資訊接收(A、B、C)，另三邊為資訊傳送(D、E、F)，當情境磚在應用中進行排列時，「磚塊·壹」之A、B、C任一邊與「磚塊·貳」之D、E、F任一邊相對，兩個磚塊即呈現可溝通之狀態，當「磚塊·壹」感測到情境的同時，也會將資訊經由通路傳送至「磚塊·貳」。反之，當「磚塊·壹」的排列狀況為A、B、C任一邊與「磚塊·貳」之同樣A、B、C任一邊相對，或「磚塊·壹」之D、E、F任一邊與「磚塊·貳」之D、E、F任一邊相對時，兩個磚塊間的通路並不成立，呈現不可溝通之狀態。因此，資訊的傳輸與連結狀況將完全依設計者需求而可自行排定。

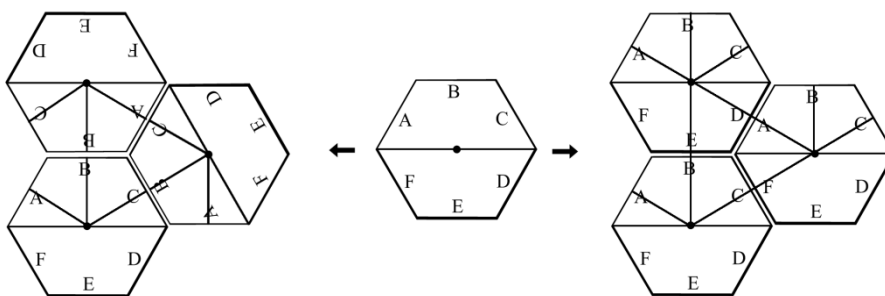


圖 4-4、情境磚之資訊溝通示意圖

由以上各部份設計可整理出情境磚之基本邏輯架構(Framework)(如圖4-5)。

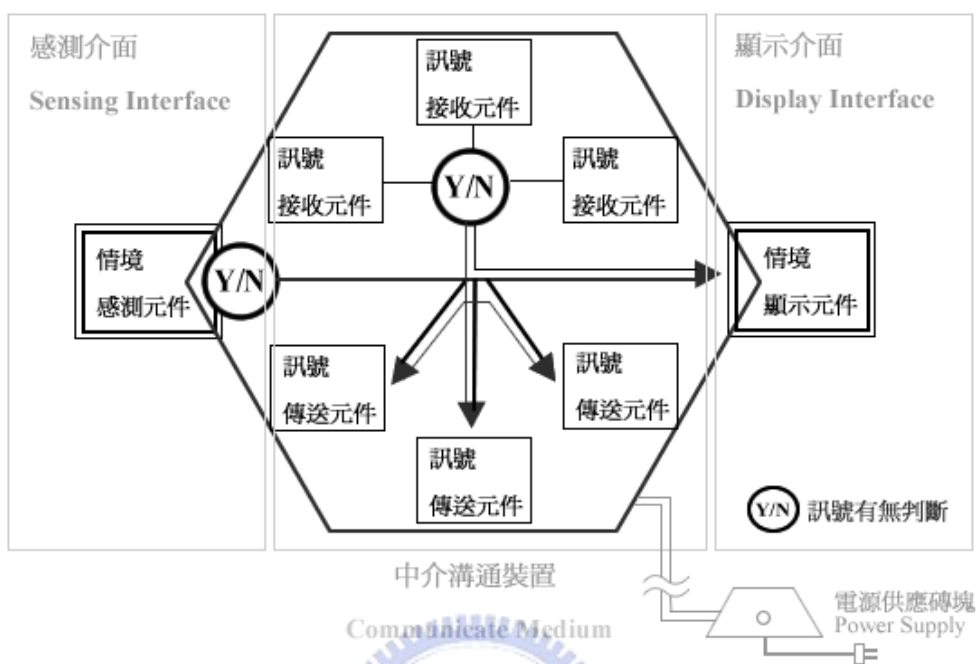


圖 4-5、情境磚之基本邏輯架構

圖4-5中，感測介面由情境感測元件所構成，而顯示介面由情境顯示元件所構成，情境磚內含之中介溝通裝置則分別以三個訊號接收元件及三個訊號傳送元件分配至六組側邊面上，所有的感測元件及接收元件皆為類開關之功能設計，藉由訊號有無之判斷連結線路。

而情境磚實際應用上，資訊連結情況將如圖4-6所示，圖中顯示三組情境磚，以黑色磚塊為中心排列，各組感測介面皆與顯示介面直接連結，當感測到第一手情境時(Direct Context)，將會同時傳送至自身磚塊的顯示介面，也會透過中介溝通裝置傳送至通路上連結磚塊(如：灰色磚塊)的顯示介面上。而黑色情境磚同時也在白色情境磚的通路上，因此，當白色磚塊感測到第一手情境時，將會透過中介溝通裝置傳送至黑色磚塊的顯示介面上，在此時對於白色磚塊而言的第一手情境，對於黑色磚塊則是經過多手傳輸過後的情境資訊(Indirect Context)。

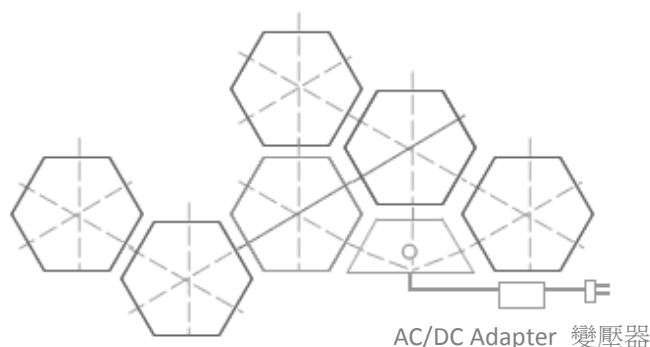


圖 4-7、情境磚之電源連結網路

最後，回歸到情境磚之顯示介面設計來看，情境磚運作的基本原理包含自然地運用人與空間的接觸面積，感測周遭空間人、物之位置、動作狀態、移動，並將感測到的結果以物件原來的樣貌及動態，利用點陣式圖案(Pattern)呈現於介面上，讓使用者不需經過資訊轉換的過程就能從自身印象、經驗了解圖案所代表的意義，或鄰近空間所發生的事件。因此，情境磚之顯示介面不需要文字輔助加以解說，而其圖案之構成就變得非常重要，這也關係到選擇正六邊形為情境磚形體設計之原因。

爲了讓人們能有效理解圖像式資訊，圖像的精細程度對使用者的理解程度有很大的影響。配合磚塊間資訊溝通裝置之分配，在磚塊同樣大小的情形下，以雙數多邊形應用來看圖像介面的顯示形態(如圖4-8)，四邊形為傳統磚材之基本造型，方便建造，但其顯示圖案線條過於簡單、方正，資訊傳導功能會因方向選擇過少而變化單調。而本研究所選擇的正六邊形除了滿足結構上需要外，不管在顯示圖案細膩度或傳導方向上皆為設計基準。

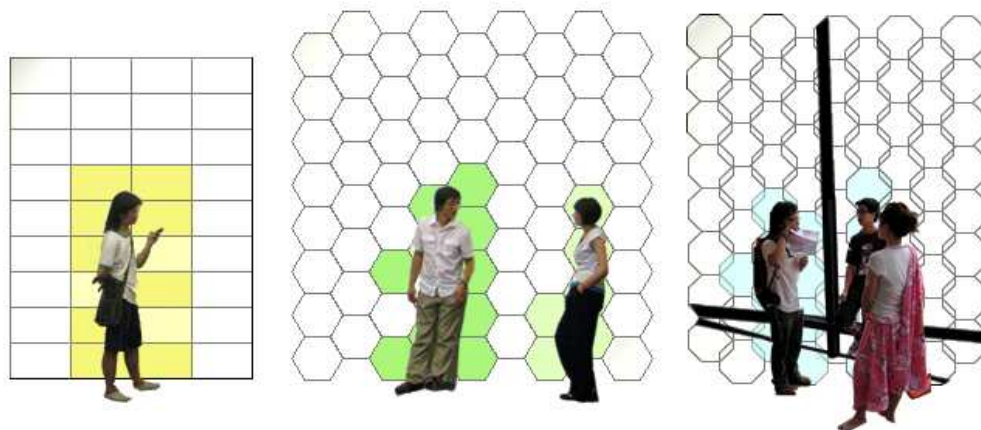


圖 4-8、各式多邊形顯示圖案的精細程度效果展現

六邊形以上對於顯示效果並無太大差異變化，雖然資訊傳導方向會越複雜，能於空間中建立越多的資訊傳輸路線，但為了釐清線路，使用者在建構介面時的工作時間也越長，極有可能變成不易使用之裝置介面。需再次強調，以上之分析只限於以同樣大小之磚塊的圖形比較上，在設計上如需增加圖形的細膩度，最有效的辦法還是藉由技術調整單元大小，提高密度，亦或增加單元介面上的顯示劃分區域。

4.2 裝置製作與設計

依據設計概念進行電子電路選擇與規畫，尤其在情境資訊感測元件上，元件的特性對空間內部資訊擷取有很大的影響。在情境感知應用下，可運用之普遍性感測元件包含光敏電阻、熱敏電阻、觸控感測器、電容測器、人體紅外線感測器、超音波測距、紅外線發射與接收遮斷運用，根據感測距離可分為空間接觸面之感測與內部感測兩種型態供設計者選擇運用(如圖4-9)。

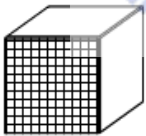
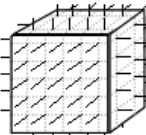
空間接觸面之感測		光敏電阻、熱敏電阻、觸控感測器、電容感測器
空間內部感測		人體紅外線感測器、超音波測距、紅外線發射與接收遮斷運用

圖 4-9、感測元件於空間運用之感測型態

本研究設計雛型實作原則講求以最簡單、方便、準確的形式，感測與空間表面接觸之目標行為。表4-1中所描述各個適用於情境感知之感測元件特性，從準確性及使用條件來看，熱敏電阻、人體紅外線感測器、超音波測距及紅外線發射與接收遮斷應用都不適於情境磚之設計，而進一步考量感測距離長短與使用效率，將選擇使用光敏電阻與發光二極體(Light Emitting Diode, LED)應用於情境磚之感測介面、顯示介面、中介溝通裝置製作上。

感測元件	距離	準確性	優點	缺點	價格	感測原理
光敏電阻	15-30 cm	高	輸出隨距離會有程度上的變化	不同亮度環境下，會影響使用效果呈現	低	亮度變化導致電阻值改變
熱敏電阻	極短	不穩定	環境影響小	用於人體，感熱不易	低	溫度變化導致電阻值改變
觸碰感測器	極短	高	感測範圍彈性化設定	無法用於空間中動態感測	貴	感測人體少量電流流動
電容感測器	約10 cm	高	體積小、具穿透性	感測距離有限	中等	利用接近物體帶電荷量導通電路
人體紅外線感測器	5-250 cm	距離越遠，準確性越低	感測距離較遠	容易有雜訊	中等	感測人體微小紅外線訊號，影響電壓變化
超音波測距	0-645cm	高	可得到距離數據	有時間差	昂貴	感測超音波投射到物體而反射回來的訊號
紅外線發射與接收遮斷應用	隨兩個元件裝置距離而定	高	使用彈性高，準確性高	需要兩個元件準確地對向配合	低	從紅外線接收器是否接收到訊號來判斷

表 4-1、可用於情境感知之感測元件特性比較

因此，為了完成情境磚之介面，需要掌握兩種類型磚塊、及四個裝置部分之實作設計，包含居於輔助角色的「電源供應磚塊」(Power Brick) (如圖4-10)——著重電源裝置之設計，與主要的「資訊介面磚塊」(Info Brick) (如圖4-11)——內含感測裝置、顯示裝置、中介溝通裝置、及引用電源供應磚塊之電源連接設計。

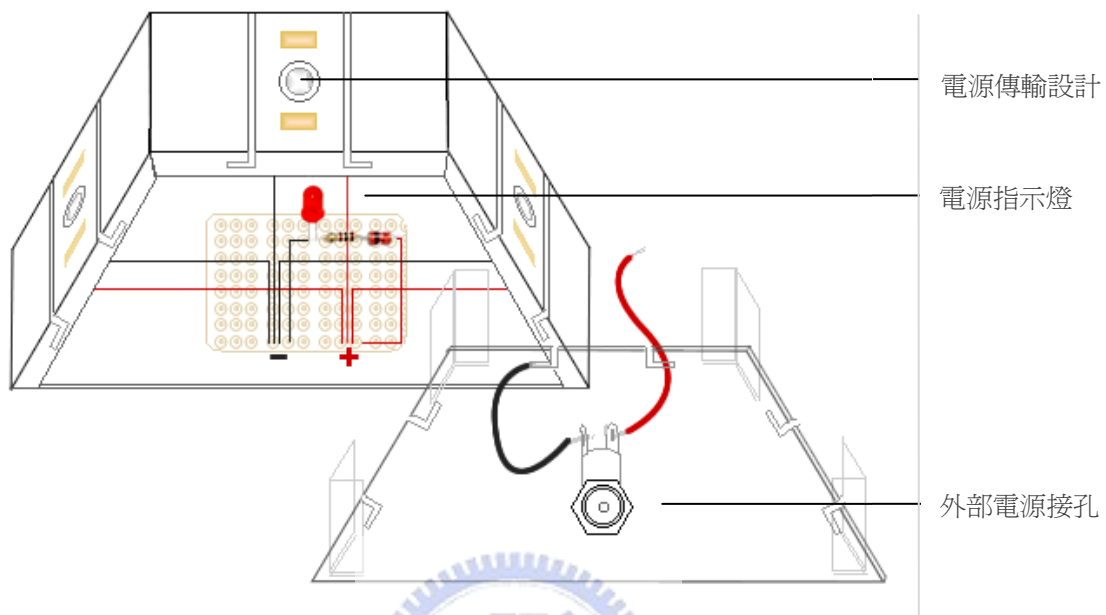


圖 4-10、電源供應磚塊之設計

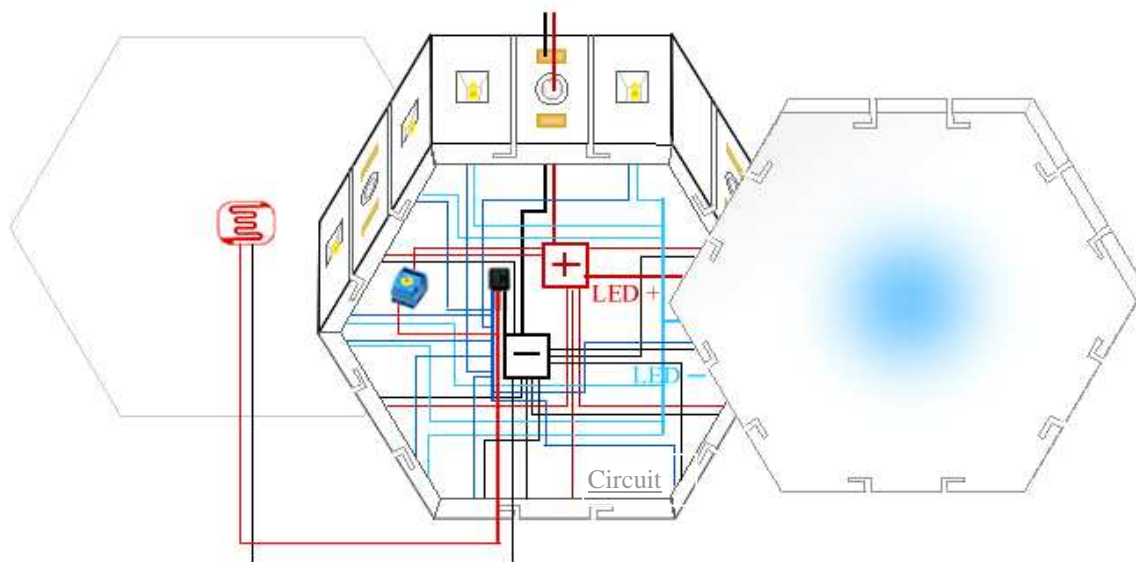


圖 4-11、資訊介面磚塊之設計

電源供應磚塊之設計製作說明

在電源磚塊設計上，除了於磚塊體上的外部電源接孔與內部的電源指示燈外，最重要的部分是在磚塊側邊的電源傳輸設計(如圖4-12)。考量到磚塊在使用上容許六邊任意互相接合及翻轉的自由度，電源必須是以平面方式自然接合的對稱設計，因此，將電源設置於側邊紙板塊邊長與邊寬的正中央。上、下長方條以未切斷之銅質導電膠帶纏繞紙板，仿效一體成型之導導體連接紙板的正反兩面，再經由鐵片與膠帶的接觸傳輸電源，此設計為負電的傳輸點。而正電的傳輸點於中央圓形區塊，利用磁鐵的吸力減緩接觸不良的發生，透過鐵片與供應電源相連接。在此情況排列下，不管是左右水平旋轉或前後垂直翻轉，正、負電的接合都不會受影響。

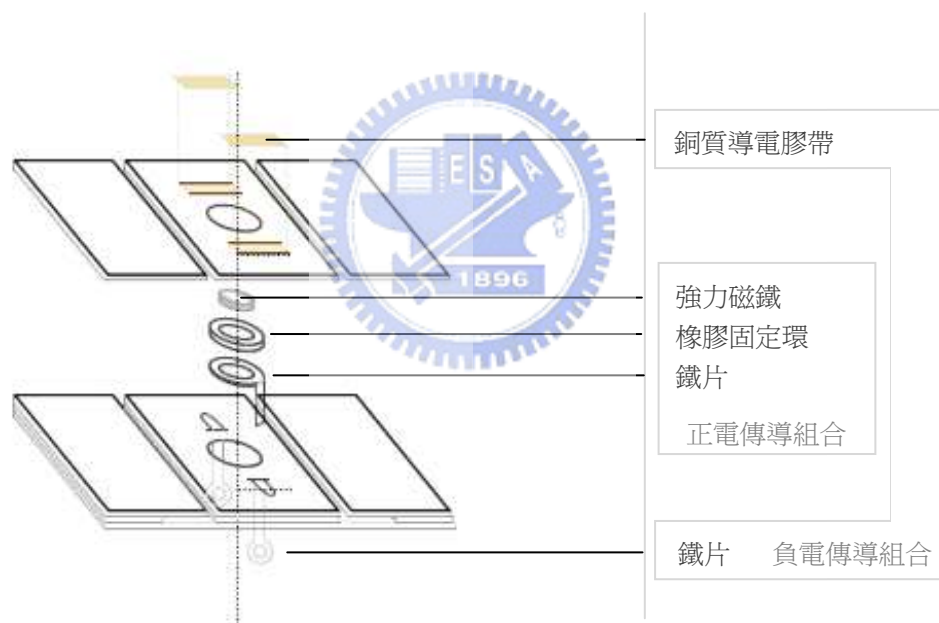


圖 4-12、電源磚塊之電源傳輸設計

資訊介面磚塊之設計製作說明

資訊介面磚塊功能全部倚靠光敏電阻與LED燈運作，包含中介溝通裝置亦由此一感光系統進行訊號傳遞(如圖4-13)，中介溝通裝置之訊號傳送端分別各以一個LED燈設置於側邊紙版之左、右兩端，而訊號接收端則在左、右其中一端設置光敏電阻感測元件。

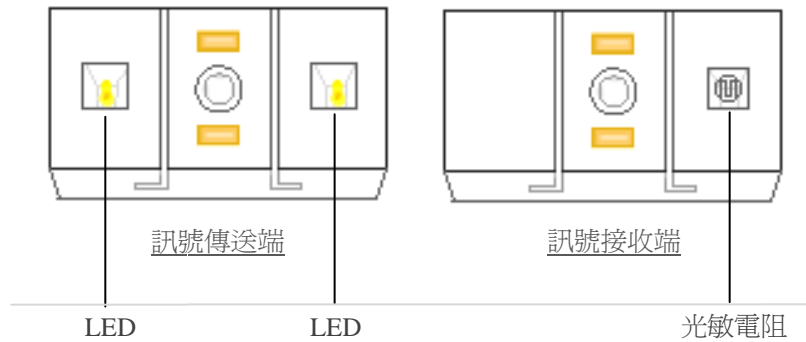


圖 4-13、中介溝通裝置設計

在製作串聯上單純經由電路設計來執行，主要電路反應包含兩種模式(如圖4-14)：

- 基本模式：當感測介面的光敏電阻接收不到充足光源時，顯示介面的LED燈會亮起，以及磚塊側面負責傳輸訊號之中介溝通裝置上的傳送端LED燈也會一同亮起；反之，當感測有光時，介面燈暗，中介溝通裝置上的LED燈亦暗。
- 傳輸模式：當中介溝通裝置上的訊號接收端之光敏電阻感測到來自其他磚塊的光源，收到訊號時，顯示介面與中介溝通裝置之傳輸端上的LED燈皆會亮起。

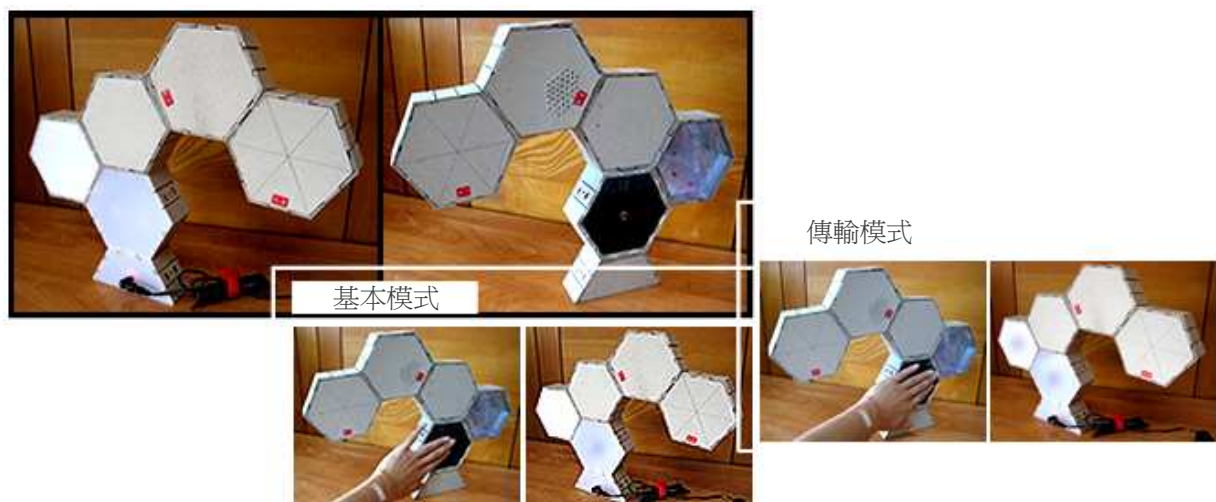


圖 4-14、情境磚之電路反應模式

在此應用模式下，情境磚之實作透過光敏電阻由兩種不同的電路交叉連接而成。基本模式所使用的是與光敏電阻特性相反的反向操作電路，而傳輸模式所使用的是正向操作電路，光敏元件的規格(如圖4-15)對這兩種電路分別有不同的影響。



圖 4-15、目前市面上可輕易買到之光敏電阻規格

使用光敏電阻與物件進行互動，光敏電阻的感測準確度不僅受元件本身感光面面積影響，也與互動物件本身之面積相關。在正向電路使用上，根據元件本身的特性，感光面越大，收集光線的能力越強，靈敏度會越高，電阻的變化程度也會比較大，相對的效果呈現具有較多的層級，原因在於元件的反應是依據是否有光源投射在感光面上。

但在以電晶體進行的反向電路使用上卻不然，反向電路是藉由電阻大小形成的電位差控制電流的流通，操控的關鍵在於尋找剛好能控制LED燈在亮度邊緣(即將變亮的狀態)的電阻值 R_s ，而 R_s 是來自受環境光源照射下的光敏電阻值 R_1 ，與為了控制電路而加裝的電阻值 R_2 相配合而形成。因此反向電路是根據 R_s 變化而有一定的亮、暗切換點，光敏元件如果有越高的光線收集能力，反而需要越大的物體來遮罩才能達到效果，也就等於會縮短有效感測距離。

因此，光敏電阻的反向電路應用，最好依據電路所消耗的電流量而定，大電流適於選擇感光面較大之元件，小元件用大電流，需要加大 R_2 的電阻值，反而會縮小LED亮暗之差距，或有LED會不夠亮的情況發生；而小電流用大元件反而造成電流過度消耗，效果反而不如感光面較小之元件適當。

除此之外，在反向電路上，從感測物件的面積來看，由於反向電路必須將光敏電阻的感光面完全由影子遮蓋，LED才會有較顯著之變化。以較小元件為實驗測量裝置，同樣電路設置下，面積小的物件(約一隻手掌大小)之有效感測距離較近，約15公分內才會有影響，但隨著物件面積擴增(約兩隻手掌大小)，有效感測距離就越拉越遠，最遠可到30公分。且在同樣的感測距離下，物件面積大小所引起的LED亮度反應也不盡相同，面積大的物件覆蓋程度較廣，不易受邊緣環境光影響，LED亮度較亮；面積小的物件即使完全覆蓋，仍會受邊緣滲透之環境光影響，雖有一定亮度但仍不如面積大的物件之呈現。

以上實驗結果套用於情境磚之應用，其效果以人為例：

- 遠處移動/停留：LED亮度小
- 近處移動/活動/停留：LED亮度大

最後，光敏電阻元件應用除了可從電路設計、感測體面積來選擇之外，也可參考鑲嵌感測單元的單元體面積來決定，建議可以嘗試在光敏元件本身應有的15公分感測距離下，感測體面積的大小剛好可以等於或小於單元體面積之元件，則為最佳規格之選擇。

4.3 無形化介面結構

情境磚之所以能同時為介面又可以為空間建構之材料，除了蜂巢結構本身的穩固性外，最重要的關鍵就在於每一單元間的卡接設計，情境磚實作雛型的目的就在於測試應用於情境感知功能的無形化介面建構之可能性。因此，情境磚雛型之建構方式不僅需兼顧穩固性，同時亦需進一步考量情境磚在應用上的設計行為。

情境磚的使用方式有兩個在向量旋轉上的自由度(如圖4-16)，一個是左右向水平選轉，選擇側邊中介溝通裝置之連接方式；另一個是前後翻轉，選擇面對使用者的介面應為感測介面或顯示介面。因此，在情境磚單元體的設計上，為了因應這兩種自由度的變化，從電源設計到中介溝通裝置的位置設計，都盡量採取一致化且置中或兩點平均分配的形

式。而情境磚的組織結構上的操作方式當然也無法例外，亦必須遵守一致化且對稱之原則，防止在翻轉的過程中，造成建構元件相互衝突，無法維持完整介面型體設計與功能上的彈性。

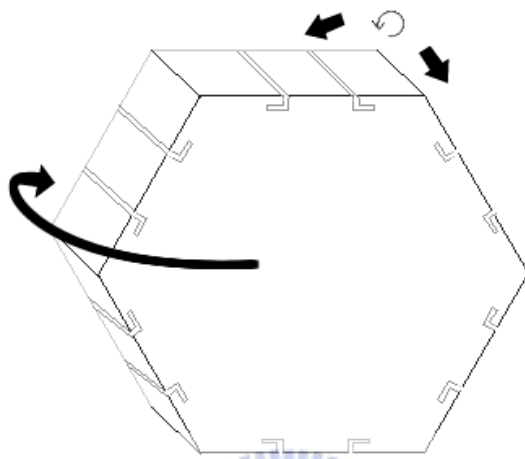


圖 4-16、情境磚之使用向量示意圖

而情境磚雛型在設計上的使用對象設定為不限定使用年齡、經驗、背景之使用者，因此在建構的過程中，不能包含需求技術性條件之行爲，在工具的輔助、使用上亦有限制，講求以最少的步驟及構件達到穩固性及最佳的建構效果。因此，情境磚雛型採用以額外固定元件式的建構方式設計(如圖4-17)，情境磚的每一側邊都設有兩道L型溝槽，藉由口字形構件將兩塊不同的磚塊結合在一起，每一邊相連則需要兩個口字形構件來完成。

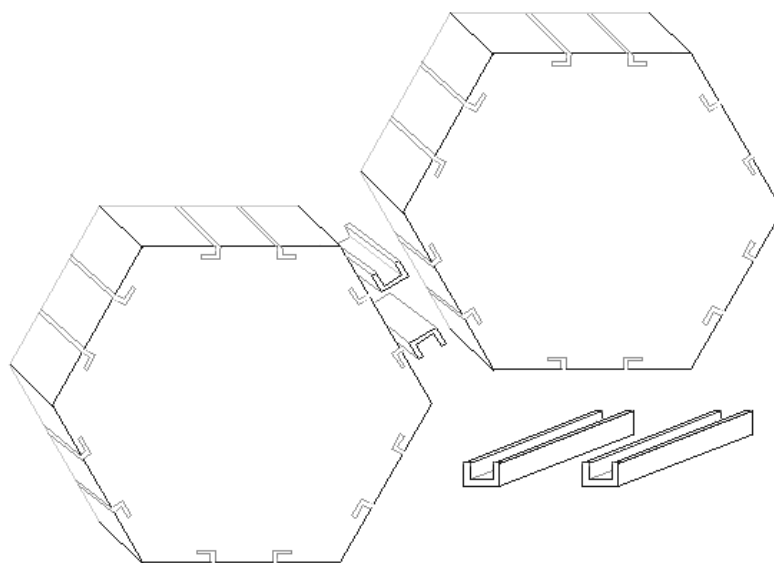


圖 4-17、情境磚雛型之建構方式設計

最後，在實際操作測試下，將所有需要的媒材、構件擺放在桌面上，使用者已了解電源供應磚塊及資訊介面磚塊的個別樣貌與功能，但未有磚塊建構方式講解及說明的情況下進行，試驗是否能讓使用者自行經過觀察、理解後，進行組裝應用(如表4-2)。其過程選用四種實際操作的行為因子—檢視(Inspect)、執行(Execute)、修改(Revise)、決策(Determine)，標註使用者操作當下的行為，並進行解釋。

階段一、摸索			時間 00:00:38
時間記錄	實際操作行為	行為說明	操作圖片
00:00:00 – 00:00:02	檢視	觀察桌上所有元件，思考其可能組裝方式	
00:00:02 – 00:00:04	決策	使用者選擇從電源供應磚塊開始發展	
00:00:04 – 00:00:19	執行	拿起U字形構件，嘗試將構件插入磚塊側邊溝槽	
00:00:19 – 00:00:33	決策 – 執行	成功插入第一個構件，決定先依序插入其它構件於剩餘側邊溝槽	
00:00:33 – 00:00:35	檢視	在接連完成其他兩個構件組裝之後，拿起第三個構件時，重新檢視是否有先完成所有構件組裝之必要性	

表 4-2、情境磚雛型之建構測試

00:00:35 – 00:00:38	決策	決定拿起資訊介面磚塊，正式進入介面組合階段	
階段二、介面組合			時間 00:00:41
時間記錄	實際操作行爲	行爲說明	操作圖片
00:00:38 – 00:00:54	執行	嘗試將資訊介面磚塊直接插入電源磚塊側邊的構件上	
00:00:54 – 00:01:02	檢視 – 決策 – 修改	執行遇到阻礙，決定先拆下電源磚塊側邊上，其中一邊的U字形構件	
00:01:02 – 00:01:19	執行	改變組裝行爲，將資訊介面磚塊平放於桌面上與電源磚塊對齊，再將構件置入	
階段三、介面發展			時間 00:00:51
時間記錄	實際操作行爲	行爲說明	操作圖片
00:01:19 – 00:01:25	檢視	直立起已組合磚塊進行查看，並展開概念發想過程	
00:01:25 – 00:01:48	決策 – 執行	在想法建立之後，進行下一塊資訊介面磚塊的組裝	

表 4-2、情境磚雛型之建構測試

00:01:48 – 00:02:10	執行	根據想法，直接進行最後一塊資訊介面磚塊的組裝	
階段四、完成			時間 00:00:07
時間記錄	實際操作行爲	行爲說明	操作圖片
00:02:10 – 00:02:17	檢視	與腦中抽象的想法概念相對應，檢視是否有所遺漏或需要修改的地方	

表 4-2、情境磚雛型之建構測試



圖 4-18、建構測試之完成樣貌

實驗結果顯示了組裝上的可行性，在第一階段—摸索的過程時，使用者根據自身經驗，直覺式的將構件先行置入溝槽內，在第一組構件完成後，之後同樣的組裝行爲明顯地順暢許多。但在第二階段—介面組合的過程中，使用者將會藉由程序上的錯誤發覺磚塊正確的建立工序，並開始懂得尋找適當的施力點讓組裝更容易進行。第三階段—介面發展已不見在組裝上的滯礙，平均組裝一個磚塊需要22秒的時間，其他時間則花在概念發想到想法建立之過程，構思如何組織抽象概念化爲實質磚塊位置的擺放上。最後，使用者達成實驗目的，順利完成組裝測試(如圖4-18)。

4.4 情境應用發展與討論

情境磚為保有部分隱私程度的前提下，所形成的情境感知介面，此介面系統具有人與人之間、人與介面之間、介面與介面之間三方面的互動性。電源供應磚塊與資訊介面磚塊在介面的形體組成上，已能滿足最簡單的排列式設計(如圖4-19)，而情境磚的應用特色則在於磚塊對應實體環境中的空間位置，依據不同的介面功能組合與排列，將會導致各式不同的情境應用變化。此章節藉由之前的設計與實作，特別提出使用者在了解情境磚互動與設計的情況下，於環境中運用的可能意像，進行最後討論。

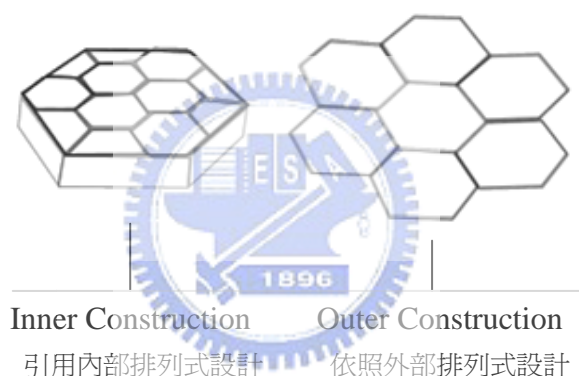


圖 4-19、情境磚應用中最簡單的排列設計案例

場景一(Scenario 1) — 情境資訊顯示應用

場景一之應用為本研究中情境磚原原本本從設計法則而規畫的功能，其應用模式屬於以活動為中心的設計(Activity-Centered Design, ACD)，在此類型下的互動模式偏向人與介面之間的互動。介面就如同空間中的通道一般，當空間中的活動情境發生時，即出現在使用者眼前。而情境磚介面與其他資訊應用介面不同的地方就在於資訊的輸入是在自然且使用者無自覺的情況下而發生，在介面建立後，不需要額外的學習與操作。表4-3將情境資訊顯示應用以故事劇本描述的方式，進行更深入的討論。

故事劇本、場景一：情境資訊顯示		
 <p>情境資訊顯示應用的故事劇本中，磚塊的排列方式大都一樣，中介溝通裝置以傳送端與傳送端相對，接收端與接收端相對的形式組裝，因此，磚塊間無資訊傳遞功能。至於空間中的組裝上，一面全為感測介面，一面全為顯示介面，無交錯使用。</p> <p>● 訊號傳送端 正面：顯示介面 ■ 訊號接收端 背面：感測介面</p>		
A • 於辦公空間	B • 於多人居家空間	C • 於單人居家空間
<ul style="list-style-type: none"> - 在走道就可以知道兩旁的會議室中是否有人，是否正在使用 - 在辦公室中就可知道門外即將有人來拜訪 	<ul style="list-style-type: none"> - 剛進家門，就可以知道有沒有人已經回到家中 - 在用餐時間看到媽媽在廚房，就知道準備要吃飯了 - 早上起床可以知道測所有沒有人使用 	<ul style="list-style-type: none"> - 在雙方允諾下，可以藉由感受到隔壁房客的存在，增添安心感及減少孤寂感
		

表 4-3、情境資訊顯示應用之故事劇本模擬

場景二(Scenario 2) — 人與人的溝通介面

場景二之應用與場景一不盡相同，善用磚塊與磚塊間的中介溝通裝置，屬於以人為中心之設計應用模式(Human-Centered Design, HCD)。在此類型下的互動行為建立於人與人之間，介面的輸入是來自於人類有目的性的行為，透過介面發送通知、指示，與其他空間中的人們進行連結。表4-4描述了空間中人與人相互溝通的情境應用模式，並嘗試藉由情境磚各式不同的排列形式，進行應用發展上的討論。

故事劇本、場景二：人與人的溝通	
 <p>在透過訊息發送進行溝通的應用下，磚塊的排列運用感測介面當作觸發元件，利用磚塊間的中介溝通裝置—傳送端與接收端的結合，形成訊號傳輸線路。在此排列模式下，並未限定感測介面與顯示介面是否應在同一側或需交錯組合使用，完全端看顯示介面所存在的空間即為通知目標之所在。</p>	 <p>● 訊號傳送端 〓 訊號接收端</p> <p>第二種溝通應用下的磚塊排列，藉由二塊以上的磚塊，感測介面與顯示介面相鄰且交錯的組合形式，但磚塊間訊號不相通，讓兩邊空間同時具有主動傳輸與被動接收訊號的能力。此類型互動屬於尋求心靈上的交流與慰藉。</p>
<p>A • 一對多發送通知 (向不同的空間發送通知)</p>	<p>B • 一對一之間的互動</p>
<ul style="list-style-type: none"> - 通知在各個房間的孩子們，晚餐準備好了 - 視覺式的電鈴，當有朋友到訪抵達大門前時，訊息會順著通知路線傳至屋內 	<ul style="list-style-type: none"> - 相鄰的兩個房間中的同伴，在疲累時發送訊號，彷彿在詢問：「你正在做甚麼呢？」，甚至可以是情侶間的情感表達管道
	

表 4-4、人與人間的溝通應用之故事劇本模擬

場景三(Scenario 3) — 互動燈具

此場景下的應用同時包含了人與介面之間及介面與介面之間的互度形態，有效的利用情境磚之訊號傳遞規則(如圖4-20)，將同側之介面排列以顯示介面包圍感測介面或緊鄰感測介面，並只限定此區具有訊號傳遞之功能，就能讓經過排列設計的情境磚成為具有反射式互動效果的互動介面。

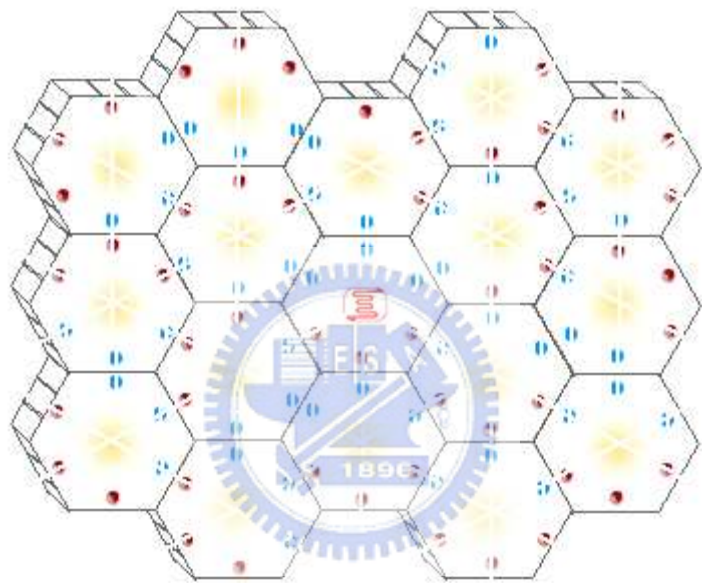


圖 4-20、反射式互動效果之排列設計

此種模式下的可能應用，包含成為空間中跟隨人類移動的光源，或於感側面施加行為而開關的互動燈具(如圖4-21)，以及指示、紀錄、或標記物件擺放位置的靜態情境顯示燈(如圖4-22)。



圖 4-21、互動燈具應用模擬圖



圖 4-22、物件指示燈應用模擬圖

場景四(Scenario 4) — 居家照護

居家照護所描述的場景為情境資訊顯示模式進階應用於人與人之互動上，將情境感知對象瞄準小孩或長者經常活動的區域，藉由情境磚之跨空間特性，讓照護者即使與照護對象處在不同的空間之中，也能經由介面上的圖像變化，隨時掌握其位置及活動狀況。於實體空間中，利用情境磚執行居家照護的排列應用如圖4-23，將情境磚的感測介面佈置為二樓樓層地板，顯示介面面向一樓樓層成為天花板，當照護者因事於一樓忙碌時，可從天花板觀察二樓被照護者的情況，如圖面上情境磚的黃色區域顯示了靜態行為姿勢與位置，藍色區域則表示其動態活動過程的連續顯示狀態。



圖 4-23、居家照護應用模式模擬圖

第五章 結論與後續研究

5.1 結論

本研究從情境感知領域著手，企圖透過過去人機互動設計案例，找出結合「空間」、「資訊」、「介面」三者概念設計發想應用階段的平衡點，並外加入「使用者」的活動、行為模式進行討論。而情境磚之設計，根據互動介面研究的成果而產生，即為研究結果之驗證。情境磚遵從客觀的研究分析逐步建立內部規則、運作機制，因此，其設計運用完全依賴介面組裝者的想法而定，介面可以簡單也可以複雜，功用及規模也隨著設計而改變，在沒有任何設計的情況下，情境磚也只是一般的構築元件而已。

情境磚為內含設計法則的磚塊介面單元，不僅能透過組合形成無形化空間介面，其本身就如同具有設計能力的設計師，讓一般使用者能透過內建的设计規則，規畫出符合特定空間、屬於自己、滿足自己需求的獨特介面。在情境磚的使用下，空間被無限的感測元件及顯示元件所整合，解決現今資訊介面充斥、雜亂無章之問題，不管是日常生活起居或者是工作，將更具彈性調適能力，並且有效地成就數位生活與支援社交活動。情境磚提供了一個讓人們開始習慣處在智慧環境之中的管道，智慧化環境不僅能給予人類生活上的幫助，更為日常生活添加了多元化互動的形式與活動，透過對於隨手可觸及的工具、裝置、介面的探索，將會逐漸變成可實現的未來。

5.2 研究貢獻

本研究的貢獻主要在於提出情境資訊在人機互動設計上應用的可能性，最需要磨合的重心在於適當的資訊顯示與無負擔的資訊介面，並進一步探討如何藉由設計建立人與人之間互動的橋梁。因此，在理論架構上，完整建構出情境感知設計應有的三要素：「情境

資訊」、「資訊介面」、「互動」，並結合空間與使用者行為深入探討此三要素的發展與運用特性，情境感知應用的發展需三者並繼，取得設計上的平衡點，才得以完備。

除此之外，在裝置介面的實際設計範例中，運用建築的結構原理創造出具有情境感知應用功能的無形化空間介面，讓資訊介面能輕易的融入日常生活空間之中。在互動設計上，創造出直接讓組成空間之元件彼此互相溝通之資訊傳遞介面設計，在此設計下，資訊傳輸路徑將隨著空間結構前進，不需要額外的線路連結或系統整合，視覺化的資訊傳輸路徑因此也成爲了情境資訊的一部分，在傳輸的過程中透過介面顯示，也同時在與經過的空間中的使用者產生互動。

5.3 研究限制



本研究應用理論方面，專注於情境感知領域，操縱介面於實體環境中的空間性與人類的活動行為，從過去案例中進行情境資訊與互動上的分析。然而，雖然加入了人類於空間中活動行為的討論，但因爲是過去案例的整理，所以無法進一步透過實體觀察獲得更豐富的數據與更有效的例證，導致行為模式的探討在本論文中只能處於輔助的角色。除此之外，本研究中針對情境資訊的分類與資訊介面的涵括，僅引用各類型的主要案例進行說明，而此研究仍處於活躍的發展階段，隨著時間將有可能會有所增減與改變。

在實際設計範例方面，由於本研究所設計的情境磚之使用是用於替代空間建材來建構空間介面，因此，在雛型的製作、實體建構、使用模擬上，因爲實體環境所建設之空間體的規模龐大，如需進行實體環境測試，將會需要大量的磚塊雛型才能順利進行，及實體環境中影響感測因子眾多...等原因，皆遇到執行不易之限制。

情境磚製作最大的限制在於磚塊內含所有構件的選擇與製作，如固定卡榫、磚塊側邊的感測元件放置溝槽...等地方，因爲少量製作無法專門訂做，皆由現成各式其他用途之美

術材料、電子材料、水電零件加工而成，最後磚塊本身設計的演變，逐漸變成先決定可用零件，再配合零件改變磚塊的形體設計，無法顧及設計上的合理性。

而情境磚雛型建構測試，則有組合成果上的介面完整性的限制，原因來自於六角形形體配合傳統方形空間應用時，空間線的切割是無法預測與控制的，在此情況下，空間的邊緣將會產生六角形的瑣碎形體狀態(如圖5-1)，這必須以個別案例的形式處理。在實體建構設計時，針對特定的空間提出所需不規則形磚塊的要求，依此而特別訂製。

本研究製作之情境磚只是測試設計理論及概念用雛型，情境磚本身在實體建築運用上，最後仍須依賴跨領域整合團隊，包含室內設計師、電子與軟體工程師、人因工程專家、與互動設計工程師...等人員，針對建築體規模、功能、設計區域、...等條件選擇適當的電子感測裝置、顯示元件、建構材料與方式，重新進行評估、考量。本研究現階段之應用最多只能將空間轉化成爲一個具創意與吸引人的地方。

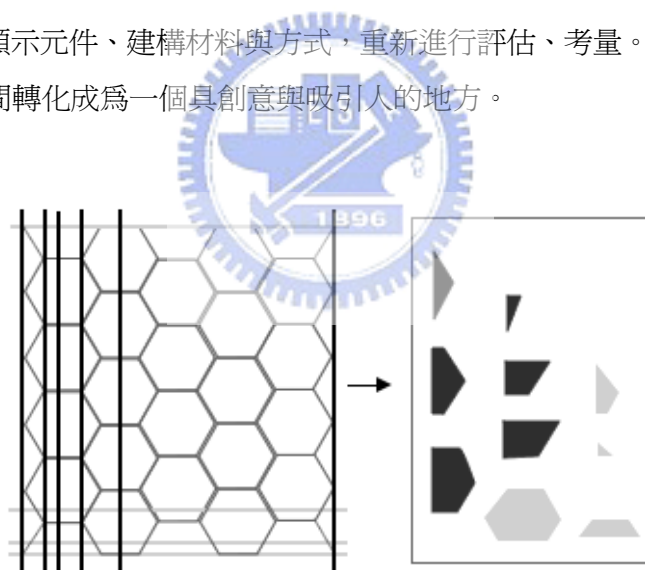


圖 5-1、情境磚在空間切割情況下，將會產生的瑣碎形體狀態

5.4 後續研究

未來針對情境感知的互動介面研究可針對不同對象分別進行深入分析，尤其是在設計應用上最常提到的將情境感知達成居家照護之運用，縮小使用對象範圍，更深入、細膩的

發展通用於老人、小孩、身心障礙人士的設計原則與傳達介面(如圖5-2)，將情境感知理論的開發融合至合和設計(Inclusive Design)的領域上。

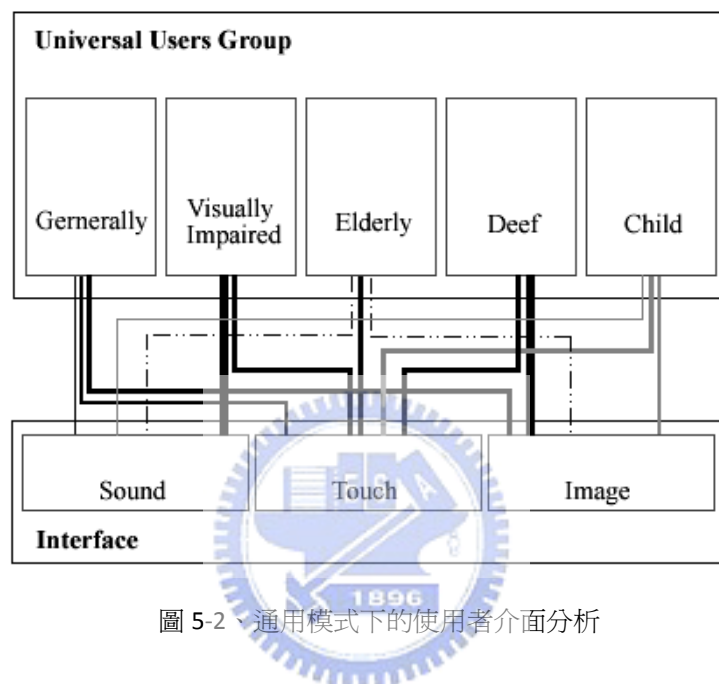


圖 5-2、通用模式下的使用者介面分析

甚至因為情境感知介面的應用環境於國家、文化、風俗、語言、地理、歷史特性、屬性...等差異，而有不同的介面設計、互動行為與情境資訊內容產生。例如：應用在學術研究領域，以創作模組的形式，實驗在啟發孩童創造力的教學能力上。

而情境磚所創造出來的介面與互動形式，只是一個開始，需要遵守的只是概念及設計原則。隨著科技的進步與關鍵技術運用的改變，甚至於形體本身的形態變化，都能讓情境磚本身具有極大的轉變。

在設計上，可以嘗試增加磚塊的辨識能力，能更精準的透過牆面的資訊傳輸系統，隨時隨地即使與想要通訊的人進行溝通，跨越傳統電話的空間障礙，及必須隨時攜帶行動裝置上的不便。或者是建立情境磚介面的資訊紀錄模式、系統，讓使用者可以選擇顯示現在、過去、或未來的時間軸下，藉由情境磚所記錄的屬於特定空間中的活動資訊。

從磚塊本身的結構性上，擴增情境磚之功能磚塊，使之能達成自由形體建構之目的。增添用於變更連接角度的結構磚塊(Bent Bricks)；與爲了加強使用者進行資訊傳輸的主動與被動意圖的差異，添增設立訊號開關機制的開關磚塊(Switch Bricks)。

亦可從技術面改良磚塊的使用效率，利用生物感測獲得更多的使用者資訊；結合有機發光二極體(Organic Light-Emitting Diode, OLED)應用，改善顯示介面的細膩度；配合綠色環保能源設計，讓每一單元的磚塊都具有自行供電的永續能源設計，降低人類與環境負荷，同時也提升使用週期與情境磚本身的使用生命。



參考文獻

- Abowd D. G. and Mynatt D. E. (2005) *Designing for the human experience in smart environments*, in Cook D. J. and Das K. S. (Eds), *Smart environments-technology, protocol and applications*, pp. 153-174, Wiley Interscience.
- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., and Preece, J. (2004). *User-Centered Design*. In W. Bainbridge (Ed.), *Encyclopedia of Human-Computer Interaction*: Thousand Oaks: Sage Publication.
- Addlesee M. et al. (2001) *Implementing a Sentient Computing System*, *Computer*, vol. 34, no. 8, pp. 50–56.
- Beigl M., Gellersen H.-W., and Schmidt A. (2001) *MediaCups: Experience with Design and Use of Computer-Augmented Everyday Objects*, *Computer Networks*, vol. 35, no. 4, pp.401–409.
- Benyon D., Turner P., and Turner S. (2005) *Designing Interactive Systems: People, Activities, Contexts, Technilogies*. Addison Wesley, London, UK.
- Beyer H. and Holtzblatt K. (1998) *Contextual design: Defining customer-centered systems*, Morgan Kaufmann Publishers, Inc. San Francisco, California.
- BlinkenLights (2001) <http://www.blinkenlights.net/project>
- Bonanni L., Lee C.H., and Selker T. (2005) *Counter Intelligence: Augmented Reality Kitchen.*, CHI Paper in Extended Abstracts of Computer Human Interaction (CHI)
- Bonanni L. (2006) *Living with Hyper-reality., Ambient Intelligence in Everyday Life*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 130-141.
- Bradley N. and Dunlop, M. (2004) *Towards a user-centric and multidisciplinary framework for designing context-aware applications*. In: *Proceedings of the International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp 2004)*.
- Bradley N. and Dunlop M. (2005) *Toward a multidisciplinary model of context to support context-aware computing*. *Human-Computer Interaction*, Vol. 20, pp. 403-446.
- Broms L. (2005) *Awareness Aspects of the RemoteHome*, Master's Degree Project, KTH Numerical Analysis and Computer Science.
- Brumitt B., Meyers B., Krumm J., Kern A., Shafer S. (2000) *EasyLiving: Technologies for Intelligent Environments*, *Proc. Handheld and Ubiquitous Computing 2nd Int'l Symp. HUC 2000*, Springer-Verlag, New York, pp. 12–29.
- Chang S., Chung J. D., Kim H., Kim Y., Lee M. (2004) *Smart Architectural Surface: Modularized Platform for Polymorphic Functional Changes and Multimodal Interactions*. In *proceedings of the ICAT conference*.

- Chen G. and Kotz D. (2000) *A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research*, tech. report TR2000-381, Dept. of Computer Science, Dartmouth College, Hanover, N.H.
- Chiu M. L. (ed.) (2005) *Insights of smart environments*, Archidata, pp.17-44.
- Chien S. F. (2009) *Smart Building Products: Some Investigations*, In proceedings of CADDRIA, pp. 695-703.
- Chung H., Lee C. H., and Selker T. (2006) *Lover's Cups: Drinking Interfaces as New Communication Channels.*, In Proceeding of CHI Conference, pp. 375-380.
- Cook D. J. and Das S. K. (eds.) (2005) *Smart Environment-Technology, Protocol and Applications*, Wiley Interscience.
- Dey K. A. and Abowd. D. G. (1999) *Towards a Better Understanding of context and context-awareness*, Technical Report GIT-GVU-99-22, Georgia Institute of Technology, College of Computing.
- Dey K. A. (2001) *Understanding and Using Context*, Personal and Ubiquitous Computing, Vol.5, Issue 1, 2, pp. 4-7.
- Eng K. et al. (2003) *Ada-Intelligent Space: An artificial creature for the Swiss Expo.02*, Proceedings of the 2003 IEEE/RSJ International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2003).
- Gay G. and Hembrooke H. (2004) *Activity-centered design: An ecological approach to designing smart tools and usable systems*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Giammalvo G., Lobo H., Quinn R. (2003) *Prada epicenter, New York, USA.*, The Arup Journal, Vol. 38, No. 1, pp. 21-24.
- Glaser R., Lauterbach C., Savio D., Schnell M., Karadal S., Weber W., Kornely S., and Stohr A. (2005) *Smart Carpet: A textile-based large-area sensor network*, http://www.future-shape.de/publications_lauterbach/SmartFloor2005.pdf
- Gullart V. and Cantarella L. (Eds.) (2004) *Media house project: The house is the computer, the structure, the network*, Actar Publish.
- Hall P. (2006) *Living Skins: Architecture as Interface*, Adobe Design Center, <http://www.adobe.com/designcenter/thinktank/livingskins/>
- Harter A. and Hopper A. (1994) *A Distributed Location System for the Active Office*, IEEE Network, vol. 8, no. 1.
- Helal A., Mann W., El-Zabadani H., King J., Kaddoura Y., and Jansen E. (2005) *The gator tech smart house: A programmable pervasive spac*, IEEE Computer, Vol. 38, No. 3, pp. 50-60.
- HTA 研究會 (Eds.) (2006) *Honeycomb tube architecture*, 株式會社新建築社, Tokyo, Japan.
- Huang, J., and Waldvogel, M. (2004) *The Swisshouse: an Inhabitable Interface for Connecting Nations*, Proceedings of Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques (DIS 2004), Cambridge, ISBN:1-58113-787-7, pp 195-204.

- IAAC, 2004, Media House Project-The House is the computer, the structure is the network, Institut d'arquitectura avancada de Catalunya (IAAC), Barcelona.
- Johanson B., Fox A., and Winograd T. (2002) *The Interactive Workspaces Project: Experience with Ubiquitous Computing Rooms*, IEEE Pervasive Computing, vol. 1, no. 2, pp. 67–74.
- Kidd C., Orr R., Abowd D. G., Atkeson G. C., Essa A. I., MacIntyre B., Mynatt E., Starner E. T., Newstetter W. (1999) *The Aware Home: A living laboratory for ubiquitous computing research*, To appear in the Proceedings of CoBuild'99.
- Lee C.H., Bonanni L., Espinosa J.H., Lieberman H., Selker T. (2006) *Augmenting Kitchen Appliances with a Shared Context Using Knowledge about Daily Events*, Short Paper in the Proceedings of IUI.
- Li Y. and Landay A. J. (2008) *Activity-Based Prototyping of Ubicomp Applications for Long-Lived, Everyday Human Activities*, In Proceeding of CHI, Florence, Italy.
- Madden A. D. (2000) *A definition of information*, Aslib Proceedings, Vol. 52, No. 9, pp. 343-349.
- Mahdavi A. (2006) *The technology of sentient buildings*, ITU A/Z Vol. 3, No. 1/2, 2436.
- Marzano S. and Aarts E. (2003) *The new everyday: Views on ambient intelligence*, Rotterdam Publishers.
- Nardi, B. A. (Eds.) (1996) *Context and consciousness: Activity theory and human-computer interaction*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Nicolle C. and Abascal J. (Eds.) (2001) *Inclusive design guidelines for HCI*, TAYLOR & FRANCIS, London and New York.
- Norman A. D. and Draper S. W. (1986) *User-Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*, Basic Books (Perseus), USA.
- Norman A. D. (1988) *The psychology of everyday things*, Basic Books (Perseus), USA.
- Norman A. D. (1998) *The design of everyday things*, The MIT Press, London, England.
- Norman A. D. (1998) *The invisible computer: Why good products can fail, the personal computer is so complex, and information appliances are the solution*, The MIT Press, Cambridge, MA.
- Norman A. D. (2005) *Human-centered design considered harmful*, ACM Interactions, Vol.12, No.4 (July/Aug.), pp 14-19.
- Norman A. D. (2005) *Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things.*, MIT Press
- Park H. S., Won H. S., Lee B. J., Kim W. S. (2003) *Smart home – digitally engineered domestic life*, Personal and Ubiquitous Computing, Springer , Vol. 7 (3-4), pp. 189 – 196.
- Philips Research (2003) *Ambient intelligence: Changing lives for the better*, Philips Research Password Magazine, Issue 17, Oct. 2003, pp. 4-7.
- Prante Th., Röcker C., Streitz N. A., Stenzel R., Magerkurth C., Alphen van D., Plewe D. A. (2003) *Hello.Wall-Beyond ambient displays*, In: Peter Ljungstrand, Jason Brotherton (Eds.), Video

- Track and Adjunct Proceedings of the 5th Intern. Conference on Ubiquitous Computing (UBICOMP'03), Seattle, Wash, USA, Oct. 12-15.
- Prante Th., Stenzel R., Röcker C., Streitz N., Magerkurth C. (2004) *Ambient Agoras-InfoRiver*, SIAM, *Hello.Wall*. In proceeding of CHI Conference, pp. 763-764.
- Preece J., Rogers Y., and Sharp H. (2002) *Interaction design: beyond human-computer interaction*, JohnWiley & Sons, Inc. USA.
- Raber D. and Budd M. J. (2003) *Information as sign: semiotics and information science*, Journal of Documentation, Vol. 59, No. 5, pp. 507-522.
- Rekimoto J. and Matsushita N. (1997) *Perceptual Surfaces: Towards a Human and Object Sensitive Interactive Display*, Workshop on Perceptual User Interfaces (PUI-97), Banff, Alberta, Canada, Microsoft (October 1997), pp. 30-32.
- Rogerson S. and Bynum T. W. (1996) *Information ethics: the second generation, The future of information systems*, UK Academy for Information Systems Conference.
- Rozin D. (1999) *Wooden mirror*, <http://www.smoothware.com/danny/mirror.html>
- Rudolph L. (2001) *Project Oxygen: Pervasive, Human-Centric Computing-An Initial Experience*, in Lecture Notes of Computer Science Advanced Information Systems Engineering, 13th International Conference (CAiSE2001), Vol. 2068, pp. 765-780, Springer-Verlag.
- Samson J. (2007) *Light Emitting Wallpaper*. <http://www.jonassamson.com/>
- Schilit B. N. and Theimer M. M. (1994) *Disseminating Active Map Information to Mobile Hosts*, IEEE Network, pp. 22-32.
- Schilit B. N., Adams N., and Want R. (1994) *Context-aware computing applications*. In Proceedings of IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp. 85-90, IEEE Computer Society Press.
- Schmidt, A., Beigl, M., Gellersen, H.-W. (1998) *There is more to context than location*, In Proceeding of the Intl. Workshop on Interactive Applications of Mobile Computing (IMC98), Rostock, Germany.
- Sharlin E., Watson B., Kitamura Y., Kishino F., and Itoh Y. (2004) *On tangible user interfaces, humans and spatiality*, Personal and Ubiquitous Computing, Vol. 8, No. 5, pp. 338-346.
- Sharma R., Pavlović I. V., and Huang S. T. (1998) *Toward multimodal human-computer interface*, Proceeding of the IEEE, Vol. 86, No. 5, pp. 853-869.
- Skog T. (2004) *Activity Wallpaper: Ambient Visualization of Activity Information*. In: Proceedings of the International Conference on Designing Interactive System (DIS 2004).
- Streitz A. N. and Prante Th. (2003) *Ambient Displays and Mobile Devices for Creation of Social Architectural Spaces---Supporting Informal Communication and Social Awareness in Organisations*, Public and Situated Display: Social and Interactional Aspects of Shared Display Technology, Kluwer Academic Public.

- Streitz A. N., Röcker C., Prante Th., Alphen van D., Stenzel R., Magerkurth C. (2005) *Designing Smart Artifacts for Smart Environmen*. In IEEE Computer, March, pp. 41-49.
- Streitz A. N. and Prante Th., Röcker C., Alphen van D., Stenzel R., Magerkurth C., Lahlou S., Nosulenko V., Jegou F., Sonder F., Plewe D. (2007) *Smart Artefacts as Affordances for Awareness in Distributed Teams*. The Disappearing Computer, Springer Verlag Berlin Heidelberg, pp. 3-29.
- Tollmar K. and Persson J. (2002) *Understanding Remote Presence.*, In Proceeding of Nordic Conference on Human-Computer Interaction.
- Vanderheiden, G. C. (1996) *Universal design... What it is and what it isn't.*, Madison, WI: Trace Research and Development Center.
- Want R., Hopper A., Falcão V., Gibbons J. (1992) *The Active Badge Location System*, ACM Trans. Information Systems, vol. 10, no. 1, pp. 91–102.
- Wiener N. (1948) *Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine*, Cambridge, Massachusetts: The Technology Press; New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Weiser M. (1991) *The computer for the 21st century*, Scientific American, September Issue.
- 鄭昭明 (1993) *認知心理學: 理論與實踐*, 桂冠圖書股份有限公司



附錄一、過去研究案例之互動性分析表

案例名稱	資訊之階層性 (Level)			介面應用階段 (Stage)					感知互動方向性 (Direction)			
	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	
Augmented Reality Kitchen (Bonanni et al., 2005)	●					●					●	●
Media House Project (Guallart and Cantarella, 2004)	●	●			●		●			●	●	
Tangible User Interface (Sharlin et al., 2004)		●		●							●	
RemoteHome (Broms, 2005)			●					●		●		
MediaCups (Beigl et al., 2001)	●		●		●					●		
Sentient Buildings (Mahdavi, 2006)	●									●		
The Gator Tech Smart House (Helal, 2005)	●		●			●		●		●		
Aware Home (Kidd et al., 1999)			●					●		●		
Active Bat System (Addlesee et al., 2001)	●					●				●		
Smart Carpet (Glaser et al., 2005)	●		●			●		●		●		
EasyLiving (Brumitt et al., 2000)		●				●				●	●	
Prada Epicenter (Giammalvo et al., 2003)	●			●							●	
Remote Presence (Tollmar and Persson, 2002)		●	●			●				●		
Lover's Cup (Chung et al., 2006)		●	●	●						●		
Nebula (Marzano and Aarts, 2003)		●						●			●	
Activity Wallpaper (Skog, 2004)	●							●		●		

案例名稱	資訊之階層性 (Level)			介面應用階段 (Stage)					感知互動方向性 (Direction)		
	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3
Light Emitting Wallpaper (Samson, 2007)								●		●	
Smart Home (Park et al., 2003)	●		●	●	●					●	
Hello.Wall (Prante et al., 2003)		●						●		●	
The Interactive Workspaces (Johanson et al., 2002)		●				●		●		●	
The SwissHouse (Huang and Waldvogel, 2004)		●						●	●		
Active Office (Hater and Hopper, 1994)	●			●						●	
Perceptual Surfaces (Rekimoto and Matsushita, 1997)		●		●				●		●	
Project Oxygen(Rudolph, 2001)	●				●				●		
Smart Building Products (Chien, 2009)	●					●		●	●		
Smart Architecture Surface (Chang et al., 2004)		●						●	●		
Living Skins (Hall, 2006)		●						●	●		
BlinkenLights (2001)		●						●	●		
Ada (Eng et al.,2003)			●					●		●	
Wooden Mirror (Rozin, 1999)	●							●		●	