

國立交通大學
建築研究所
碩士論文

智慧化設計工作平台 - 輔助設計者進行資訊擷取與彙整

**SWIRO - A Designer's Smart Workbench for
Information Retrieval and Organization**



研究生：黃暉皓

指導教授：侯君昊 助理教授

中華民國九十七年七月

智慧化設計工作平台 - 輔助設計者進行資訊擷取與彙整
**SWIRO - A Designer's Smart Workbench for Information Retrieval
and Organization**

研 究 生：黃暉皓

Student：Wei-Hao Huang

指導教授：侯君昊

Advisor：June-Hao Hou

國立交通大學

建築研究所



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

智慧化設計工作平台 - 輔助設計者進行資訊擷取與彙整

學生：黃暉皓

指導教授：侯君昊

國立交通大學
建築研究所

摘要

當設計者在作出設計前，往往都需要做先前的案例分析及資料搜尋，以利設計者在做設計的階段有更多的靈感來幫助設計的產出。而當設計者在搜尋資料時，往往會從許多資料搜尋的地點，如圖書館、書架或是網路中搜尋相關的資訊。本論文希望能以介面的設計來幫助設計者資料搜集的階段能夠更簡易並有效率的找出並記錄自己想要的資料。為達到此目標，本論文實做出一智慧型系統家具，其內容包含：資訊桌面，環室書架及數位布告欄 三樣智慧型傢俱元素。透過此三樣智慧型傢俱元素，達到輔助設計者資料搜尋與彙整的目標。

關鍵字： 涵構感知，環室智能，智慧空間，人機介面

SWIRO - A Designer's Smart Workbench for Information Retrieval and Organization

Student : Wei-Hao Huang

Advisor : June-Hao Hou

Graduate Institute of Architecture
National Chiao Tung University

ABSTRACT

In the past, most of the media researches concerning design environment were design process and developing steps. For example, the ClearBoard by Ishii (1992), the InfoRoom by Rekimoto (1999), and the i-Land by Streitz (1999) proposed instant collaboration environments. Others like the Virtual Paper and Pen by Aliakseyeu (2003) and Digital Clay by Rossignac (2003) used physical components to make designer more perceptively in making digital models or sketches. However, few of them care about the information gathering in the early stage of the design process. So far there are still few efficient tools for designer to easily search and capture the information they need. Designers usually need to find information in different kind of media separately. This research tried to develop a prototype of an integrated information interface for designers in the process of information gathering. The prototype including three element which are Informational desk, Ambient bookcase and Digital billboard. And a scenario of using such system is:

A designer comes into the design studio; he wants to find out some ideas so he starts looking for books on his bookcase. He grabs a book of interest from the bookcase, and start reading this book on the desk. After a while, the desk slowly shows up the information that is related to this book. By aware of the information, he thinks one of the photos can stimulate his design, so he uses the Digital Pushpin and nail the photo onto the wall. After the designer leaves the studio, everything is stored to be used next time.

誌謝

感謝許多老師對我的指導，君昊老師耐心的指導我的論文寫作，登文老師帶我認識人機介面的領域和 ALEPPO 老師提供我許多嘗試的機會。謝謝阿范提供台大電機所讓我洗板，教我許多電子的知識，南哥一直很有義氣的挺我，小毛，彼得幫我作使用者測試，還有學長們，HUGO DANIEL 讓我能夠很快速的了解人機界面領域的東西，41一直很有耐心的陪我。要謝的人太多了，那就謝天吧.....。



目錄

中文提要.....	i
英文提要.....	ii
謝誌.....	iii
目錄.....	iv
圖目錄.....	vi
表目錄.....	viii
1. 導論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究問題.....	3
1.3 研究目的.....	4
1.4 研究步驟.....	6
1.5 論文章節架構.....	7
2. 文獻回顧.....	8
2.1 互動與設計.....	8
2.1.1 互動式介面.....	8
2.1.2 互動式電腦輔助設計.....	12
2.1.3 桌面式互動.....	15
2.2 智慧空間.....	17
2.2.1 情境感知.....	19
2.2.2 環室環境.....	22
3. 分析與設計.....	26
3.1 資料搜集行爲.....	26
3.1.1 觀察樣本.....	26
3.1.2 資訊與行爲分析.....	27
3.1.3 空間與行爲關係.....	32
3.2 情境分析.....	35
3.2.1 資料搜集情境.....	36
3.2.2 問題分析.....	37
3.3 系統規劃.....	38
3.3.1 SWIRO 使用情境.....	38
3.3.2 系統雛形.....	40
3.3.3 互動流程規劃.....	41

4. 系統實作	47
4.1 先期實作	47
4.1.1 實作架構.....	47
4.1.2 紅外線影像辨識.....	48
4.1.3 發現問題.....	48
4.2 系統架構	50
4.2.1 系統軟體流程	50
4.2.2 空間與硬體架構.....	53
4.2.3 行為觸發與技術說明.....	56
5. 系統使用與測試	63
5.1 應用範例	63
5.2 使用者測試	69
5.2.1 實驗設定.....	69
5.2.2 受測對象.....	70
5.2.3 實驗結果.....	71
5.2.4 訪談結果與建議.....	74
5.2.5 小結	76
6. 結論	78
6.1 結論.....	78
6.2 研究貢獻	79
6.3 研究限制	80
6.4 未來研究	81
7. 參考文獻	82



圖目錄

圖 1.	傳統資訊搜集流程.....	4
圖 2.	預期資訊搜集流程.....	5
圖 3.	互動式人機介面架構圖 (Ullmer & Ishii, 1999).....	9
圖 4.	Smart skin (Rekimoto , 2002).....	10
圖 5.	Pin & Play 元素 (Van Laerhoven et al , 2003).....	10
圖 6.	Pin & Play 使用情境 (Ljungblad et al ,2007).....	11
圖 7.	人本互動模式 (Jeng , 2002).....	11
圖 8.	Illuminating Light Clay (Underkoffler, 1999).....	13
圖 9.	SARDE (Chen, 2006).....	13
圖 10.	Augment Sketching and Modeling (Yang, 2005).....	14
圖 11.	Augmented Surface (Rekimoto, 1999).....	16
圖 12.	IdeaSpaceSystem (Ann Heylighen & Segers, 2001).....	16
圖 13.	Visual Interaction Platform (Dzmitry Aliakseyeu et.al, 2006).....	17
圖 14.	情境感知元素 (Schmidt, 1999).....	19
圖 15.	Augmented Reality Kitchen (Bonanni, et al, 2005).....	20
圖 16.	Ambient Trigger (Chen, 2006).....	21
圖 17.	i-land (Streitz, et al,1999).....	24
圖 18.	Hello Wall (Prante et al., 2004).....	24
圖 19.	Interactive Public Ambient Display (Vogel et al, 2004).....	25
圖 20.	1. 受測者 A 及其工作環境 2. 受測者 B 及其工作環境.....	27
圖 21.	Berrypicking 資訊搜尋行為模型.....	28
圖 22.	設計者 IRO 流程與採草莓模型關聯性觀察.....	29
圖 23.	設計工作空間常用家具 (建築設計資料集, 2006).....	32
圖 24.	設計者 IRO 流程與使用空間的關聯.....	33
圖 25.	各式設計工作空間.....	35
圖 26.	傳統 IRO 操作流程情境示意圖.....	36
圖 27.	SWIRO 操作流程情境示意圖.....	39
圖 28.	傳統與預期系統數位資訊搜尋操作流程比較圖.....	42
圖 29.	傳統與預期系統實體資訊搜尋操作流程比較圖.....	42
圖 30.	預期系統輸入關鍵字搜尋實體及數位資訊流程.....	43
圖 31.	傳統與預期系統數位資訊分析操作流程比較圖 上. 暫存資訊 下. 使用暫存資訊.....	43

圖 32.	預期系統資訊分析操作流程.....	44
圖 33.	傳統與預期系統數位資訊記錄操作流程比較圖 上. 存檔 下. 列印.....	44
圖 34.	傳統與預期系統實體資訊轉化為數位資訊記錄操作流程比較圖.....	45
圖 35.	傳統與預期系統數位資訊使用操作流程比較圖.....	45
圖 36.	傳統與預期系統實體資訊使用操作流程比較圖.....	46
圖 37.	SWIRO 先期實作 1. 工作桌面與布告欄 2. 數位圖釘.....	47
圖 38.	操作情境 1. 顯示相關資訊 2. 使用者閱讀數位資訊 3. 記錄數位資訊.....	48
圖 39.	紅外線影像辨識 1. 紅外線濾鏡 Webcam 2. 數位圖釘的微動開關 3. 紅外線辨識軟體.....	48
圖 40.	SWIRO 系統架構.....	50
圖 41.	SWIRO 子系統運作流程.....	53
圖 42.	SWIRO 空間配置及硬體架構.....	53
圖 43.	資訊桌面與環室書架硬體施做 上. 資訊桌面 下. 環室書架.....	54
圖 44.	數位布告欄 1. 數位圖釘構造 2. 數位圖釘 3. 釘上數位圖釘.....	55
圖 45.	SWIRO 子系統與感測器架構圖.....	55
圖 46.	RFID 天線切換硬體架構.....	57
圖 47.	資訊桌面閱讀區畫分.....	58
圖 48.	觸摸感應器位置.....	58
圖 49.	使用記錄資料庫欄位規劃.....	60
圖 50.	SWIRO 操作流程圖.....	62
圖 51.	SWIRO 系統原型 1. 資訊桌面 2. 環室書架 3. 數位布告欄.....	63
圖 52.	SWIRO 啟動操作 1. 系統提供燈光 2. 必要操作介面.....	64
圖 53.	顯示相關資訊及閱讀資訊 1. 顯示相關資訊 2. 點選欲閱讀資訊 3. 閱讀數位資訊 4. 閱讀實體資訊.....	64
圖 54.	建議資訊配置.....	65
圖 55.	資訊桌面使用者操作流程 上. 筆式操作 下. 手部操作 1. 上推 2. 下拉.....	66
圖 56.	環室書架書籍建議顯示 1. 顯示建議資訊 2. 關閉建議資訊.....	67
圖 57.	數位圖釘釘上資訊種類 1. 實體資訊 2. 數位資訊 3. 實體轉化為數位資訊.....	67
圖 58.	三種數位圖釘操作方式 1. 釘上 2. 移動 3. 拔下.....	68
圖 59.	數位資訊記錄型態 1. 文字提示網頁 2. 圖片提示網頁 3. 新書資訊網頁.....	68
圖 60.	系統使用流程 1. 數位資訊提供 2. 實體資訊提供 3. 分析資訊 4. 記錄資訊 5. 使用資訊.....	70
圖 61.	SWIRO 系統原型實際運作狀況.....	78

表目錄

表 1.	IRO 操作行為分析表.....	29
表 2.	空間與操作行為分析表.....	34
表 3.	感測器訊號對系統代表意義分析表.....	56
表 4.	受測者基本資料.....	71
表 5.	IRO 過程資訊使用統計.....	72



導論 1

當設計者在作出設計前，往往都需要做先前的案例分析及資料搜尋，以利設計者在做設計的階段有更多的靈感來幫助設計的產出。而當設計者在搜尋資料時，往往會從許多資料搜尋的地點，如圖書館、書架或是網路中搜尋相關的資訊。儘管要搜集的資料相同，他們還是需要透過許多的搜尋場所來找出他們想要的資料，例如他們想找安藤忠雄的資料，他們必須透過書架上書籍及網路關鍵字的搜尋，才可能將資料搜集完整，對設計者來說相當的費時。故本論文希望能以介面的設計來幫助設計者資料搜集的階段能夠更簡易的找出並記錄自己想要的資料。

1.1 研究背景



在過去，運算是因電腦而生，而非人，而在未來，運算將以人為中心運作 (Bennani, 1999)。1990年，當 Norman 提出以人為中心 (Human-centered) 的概念後，人機介面的研究便開始以更加貼近人本的方式做出介面的設計，他們主要皆以如何能讓使用者更加直覺的使用為其目標 (Zimmermann, 1987; Sato, 2001)。而在網路及感測器技術的相繼出現後，介面的操作形式開始逐漸演變成與環境融合的方式發展，遍佈的、互動的和可觸及的媒體 (Tangible media)，成為人機介面 (Human computer interface, HCI) 設計智慧裝置和器具的新方向 (Carroll, 2001)。另一方面，資訊檢索 (Information retrieval) 的研究受到人機介面領域的影響，也開始朝向以行為為主要的研究方式進行資訊的檢索 (Schultze, 2002)。在1995年時，Nahum Gershon 提出了人資互動 (Human Information Interaction, HII) 的新名詞，此後此領域的研究者開始透過高互動性的介面、以使用者為中心的方式對資訊進行動態及多管道的搜索，進而達到最佳的資訊提供；而在這樣的環境中，使用者可能透過各式各樣的裝置和介面，找到所需的資訊，並與其進行互動，但他們所著重的方向是如何能夠透過行為分析使資訊檢

索的效率及演算更為精確，而非介面設計本身 (Morville, 2005)。

當 Sutherland 於1963年發表繪圖板 (Sketchpad) 的論文後，全世界第一個可讓設計者使用筆與電腦圖像互動的人機介面就此產生。此後電腦輔助設計的領域開始許多研究針對筆式系統做出更進階的輔助設計研究，他們或是讓使用者在設計階段能更直覺的操作數位設計軟體做出草圖設計，或是透過筆將設計者的草圖行為整合草模設計讓使用者能更方便的做出模擬 (Lipson, 1997 ; Igarashi, 1999 ; Masry, 2005)，有些則是將其整合於桌面透過紙張與筆的隱喻，將設計階段的草圖行為以更直覺操作的方式讓設計者能夠不必經過困難的學習過程即可以電腦做出設計者所想像的設計 (Ann Heylighen, et al, 2001 ; Aliakseyeu, et al, 2006)，而這些研究的目的多是著重於如何能夠讓設計者在更簡易及方便的環境下做出設計，鮮少有針對設計者資料需求的部分做出琢磨的研究出現。

另一方面，關於空間研究的發展，Mitchell (1999) 認為在未來，人們不僅操控電腦，並生活於電腦之中；當人在實質環境中的行為與虛擬運算環境緊密結合時，人不僅僅是電子裝置的使用者，更是電子化媒介空間中的居民。而當遍佈式運算的概念 (Ubiquitous computing) 在1991年時被提出後 (Weiser, 1995)，關於空間議題的研究開始朝向空間的智慧化 (Brumitt, et al, 2000 ; Dourish, 2004) 與多媒體空間 (Bly, et al. 1993 ; Ishii, et al, 1997) 的走向發展。而所謂的智慧空間， Gross (2003) 認為其必須兼具有科技性與舒適性，且在智慧空間中的軟體、硬體設備將會越來越複雜，所以如何讓使用者更容易的操作與使用，將是智慧空間的研究者將會面臨到的問題。在此前提之下，許多智慧空間的研究開始著重於如何讓空間更人性化，使空間中的運算裝置與介面更加寧靜 (calm) 與透明 (Weiser, 1995)，並且探討如何利用實體介面來連結虛擬環境與真實環境，達到兩者無縫的 (seamless) 接合 (Ishii, et al, 1997)。為了主動的感知人且使人能夠自然的與環境互動，讓存在在空間中的資訊也能夠主動的被人所感知，而不是被動的等待使用者去發覺，情境感知 (Context aware) 的概念也被提出，使環境能夠主動的配合使用者的需求，讓使用者不必被強迫的去適應環境的改變 (Barkhuus, et al, 2003 ; Streitz, 2004)。而後隨著環室智能 (Ambient Intelligence) 的提出，情境感知和遍佈式運算的概念被進一步的強化，環境必須在不影響使用者的狀態下主動提供使用者資訊，使其在不受干擾的狀態下獲得其所需要的資訊 (Prante et al, 2003)。經由這些概

念的成形，設計空間的智慧化也開始受到重視。

1.2 研究問題

設計的過程中，其流程可分為 資料搜集、設計發想、細部設計 與 計畫案實現 等四個階段 (Jones,1992)。而在電腦輔助設計的研究中，大部分是利用更人性的操作讓設計者能夠在設計發想、細部設計階段時更直覺的操作輔助設計軟體 (Zimmermann, 1987 ; Sato, 2001)，或是利用新型態的操作，激發設計者產生不同的靈感 (Anderson, 2000)。在這些研究中，較少有針對設計者在資料蒐集階段所做的研究，因此在本篇論文中，將針對設計者在資料搜集的過程中所遇到的狀況，提出改善的可能。

本論文將資料搜集的行為流程初步區分為資訊的檢索與彙整，來分析現今設計者資訊蒐集流程中所遭遇的問題。現今的設計者在做資訊檢索時，需要各自從數位的及實體的文件中去搜尋其所需要的資訊，並透過使用者自行的歸納整理，才能獲取所需的資訊。例如使用者如想搜尋某件 Zaha Hadid 的建築作品，他必須從書櫃中搜尋此建築師的作品集或相關雜誌，看其內容是否有對使用者想看的作品有做描述，並且必須透過網路，輸入使用者所想的到的關鍵字，再次對此作品做出搜尋。對於設計者而言，雖然所需資訊的需求相同，但現的狀況，卻是必須重複對此兩種資訊做出檢索和比對的動作，才能各自取得所需實體資訊及數位資訊；且當使用者再做資訊的彙整時，也必須各自分開處理，例如使用者若看到想要的資訊時，若是在書本內，則使用者必須印出此資訊再張貼於牆面，而若是數位資訊則必須存檔於資料夾內，此種資訊的處理方式，並不是一個有效率的資訊彙整方式 (圖 1-1)。我們希望藉由本論文的研究，能夠解決設計者在資訊搜集時所遭遇的問題，並嘗試將各類的資訊整合讓使用者可以更方便及直覺的方式對資訊做出處理。

而如何能夠藉由空間及介面的設計整合，使設計者不須單獨的操作各種資訊，且在處理資訊時能夠使數位與實體的資訊無縫的連結，讓設計者以更直覺且有效率的方式做出處理及彙整資訊的行為，是本論文首要關注的研究問題。在此問題之下，如何能夠藉由介面的設計有效的幫助設計者搜尋出想要的資訊，也是本篇論文必須解決的地方。本論文希望透過介面

幫助設計者判斷資料的相關性，提共設計者資訊的建議，幫助設計者在作資料搜尋時，能更精確的提供使用者有可能需要的相關資訊，以減少資訊過荷 (Information overload) 的情形發生。

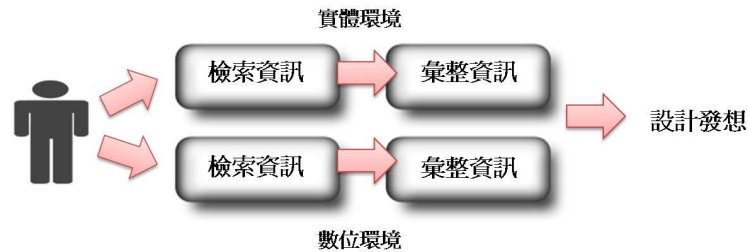


圖 1 傳統資訊搜集流程

而本論文所要提出的疑問是：

- “ 我們可否將各種的資訊以同一種方式處理？ ”
- “ 是否能透過介面及空間判斷我們資訊的需求並做出適時的幫助？ ”
- “ 空間的元素是否能夠對我們資訊搜集的流程做出更多的幫助？ ”
- “ 有沒有更直接方便的方式幫助我們節省資訊搜尋的時間和精力？ ”

1.3 研究目的

在上述的前提之下，本篇論文企圖以分析設計工作空間內各種傢俱的特性，取出適合的元素將數位資訊搜集的介面整合於其中，創造出一智慧化設計工作平台的系統原型來解決上述的研究問題。而此平台系統將以整合數位與實體資訊的檢索與彙整流程，並適時的提供設計者搜集流程中所需要的資訊為目的，使設計者能夠更迅速且直覺的使用並操作各種類型的資訊 (圖 1-2)。

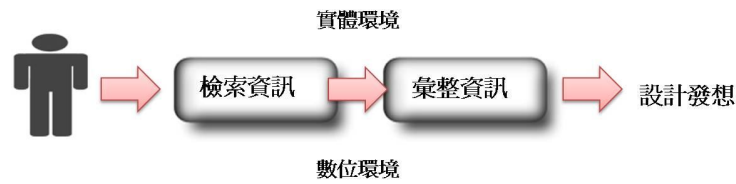


圖 2 預期資訊搜集流程

此一智慧化工作平台的系統原型的成果將包含下列所述的三樣智慧型傢俱及一系統軟體，各個傢俱間透過此系統軟體能夠即時的傳遞使用者的需求並給予適當的回應，其三樣智慧傢俱各為：

- **資訊桌面 (Informational Desk)**

為一提供資訊搜尋及整合的平台，在此桌面上，使用者可以無縫的操作數位與實體的資訊。並且當設計者在閱讀實體資訊時，此桌面將搜尋與實體資訊相關的數位資訊，提供設計者作為參考。



- **數位布告欄 (Digital Board)**

此數位布告欄能夠將數位及實體的資訊以同樣的介面 (圖釘) 記錄於其中，使設計者能夠更方便的記錄其所需的資訊。

- **環室書架 (Ambient Bookcase)**

當使用者閱讀或記錄數位資訊時，系統能夠辨別相關實體資訊所在的位置並透過環室光源 (Ambient light) 顯示其位置提供使用者作為參考，縮短設計者資訊搜尋的時間。

而系統軟體則會依據使用者的使用流程狀況提供適時的資訊處理及幫助，並記錄設計者的使用狀況，如記錄使用者輸入的關鍵字資訊及閱讀的資訊，做為系統未來輔助設計者資訊檢索時提供整合相關資訊的依據。

1.4 研究步驟

我們嘗試以設計的工作空間為基礎，透過下列四個步驟將研究加以實行，首先針對設計空間元素特性加以分析及對設計者資訊搜集行為的做出觀察，提出一設計空間中輔助設計者做出資訊搜集時的操作介面可能性，並透過此可能性規劃出系統的原型架構，最後實作出此智慧化輔助設計平台原型並加以測試其可行性。而以下就針對此四個步驟的細節加以說明：

- 行為分析與認知觀察

透過對設計者的觀察，及與設計者訪談兩種方式，分析出設計者資訊搜集時行為的流程與特性，作為此一智慧化輔助設計工作平台系統規劃的依據。而此觀察的重點著重在下列兩個方面：

1. 資訊搜集的行為

透過觀察設計者的資訊搜集的過程，分析此搜集行為的流程，使系統能夠在適當的時間提供設計者適時的幫助。

2. 設計空間元素分析

分析使用者行為與空間元素的關聯及空間元素的特性，作為設計此系統的互動流程與應提供功能的參考。



- 整合資訊媒材與規劃互動設計

透過第一步的分析與評估整理，了解設計者資訊搜集行為與空間元素兩者間的關聯後，取出其關鍵的行為與空間元素，作為媒材與介面設計之參考，透過環室智能和可觸式位元 (Tangible bit) 的設計方式，整合數位與實體資訊之間間隙，設計出直覺使用的互動流程，並提出可能的裝置架構與系統規劃。

- 實作系統原型

我們將此系統原型分為兩個實作部份：

1. 硬體裝置

透過各種環境感測器 (Sensor) 來得知環境目前即時的使用狀況，並回傳訊息至軟體系統平台之上，透過軟硬體的整合，達到本研究所欲呈現的互動模式與智慧平台的系統原型樣貌。

2. 軟體系統

分析資訊的模式和架構，將各種形式的資訊，有系統的分類並提供回饋，透過 C#與 Flash 程式，撰寫出一軟體整合與控制平台，作為智慧平台之代理系統。

- 使用評估

將實作出之系統與裝置，透過真實的架設與使用，並藉由使用者測試與訪談的方式，了解此系統的不足與缺失，作為日後改進與檢討的依據。透過使用評估，我們更能了解使用者實際操作的情形，體會使用者的真實需求。

1.5 論文章節架構



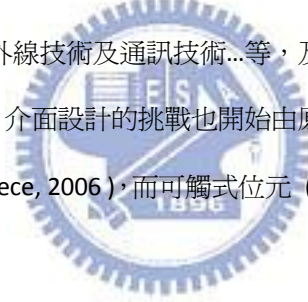
本論文分成六個章節，其內容各為下列所述：

- 第一章 導論：說明研究背景、問題、目標與研究步驟。
- 第二章 文獻回顧：包含人機介面、電腦輔助設計及智慧空間領域內所提出的理論和相關案例分析。
- 第三章 分析與設計：包含資訊搜集行為的觀察、空間與行為的關聯性及系統雛形規劃。
- 第四章 系統實作：說明先期實作、系統軟體規劃、硬體建構流程、及系統互動的方式。
- 第五章 系統使用與測試：包含系統應用範例及使用者測試。
- 第六章 結論：說明結論，研究貢獻、研究限制與未來研究。

文獻回顧 2

2.1 互動與設計

電腦的介面在早期是很直接單純的，隨著電腦螢幕與個人工作站的出現，介面的設計需求開始出現，而最早的圖形使用者介面（Graphical User Interfaces, 簡稱 GUI）介面是由 Xerox Corporation's Palo Alto 的研究中心在 1970 年所設計出來的，到了 1980 年隨 Apple Macintosh 的盛行而變的普遍（Grudin, 1990）。那時許多的研究發展專注在介面專用的功能（如功能選單、視窗、選色視窗及圖像...等）設計中，以期在 GUI 上達到最佳的組織與呈現。隨著各種感測器的發明，如紅外線技術及通訊技術...等，及各種辨識軟體，如語音辨識及視覺辨識...等感測技術的出現後，介面設計的挑戰也開始由原本的圖型介面研究，開始衍生為各種互動形式介面的開發（Preece, 2006），而可觸式位元（Tangible Bits）的概念也因此被提出。



2.1.1 互動式介面

可觸式位元為互動形式介面中的其中之一的設計方向，其概念是由 Ishii 在 1997 年所提出。他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。透過此概念，他提出一種新型態的互動模式，透過人做為互動的核心，並藉由實體的物件產生新的運算媒材介面（Computationally-mediated interfaces）來操控數位化資訊，將實體媒介虛擬數位資訊整合，透過人自然的操作行為而達到無縫的接合（Ullmer & Ishii, 1997）。而可觸式位元的設計原則為：

1. 實體裝置的呈現是結合數位資訊的運算呈現的（Model）。

2. 實體的呈現是使用機械裝置做為互動的控制 (Control)。
3. 實體的呈現可以直覺的與多變的數位的訊息連結(Rep-d)(圖 3)。

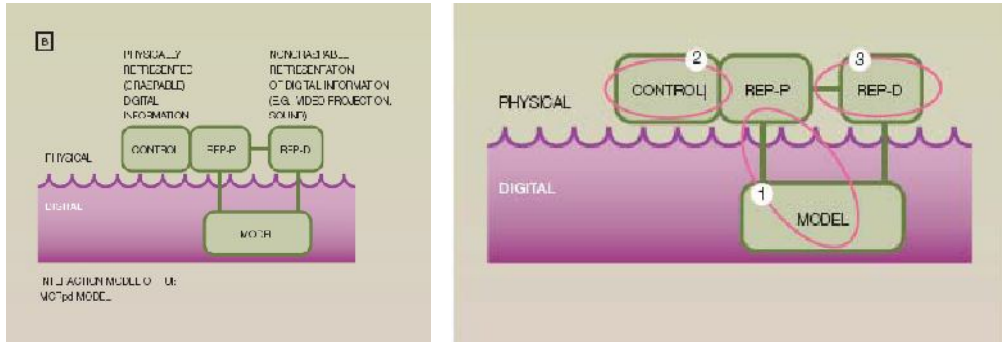


圖 3 互動式人機介面架構圖 (Ullmer & Ishii, 1999)

當可觸式位元的概念被提出後，Wendy (1998) 認為要改變現有電腦介面的設計方式，就必須先改變人們對電腦的看法，如果只是使用鍵盤或是滑鼠以及電腦螢幕...等的方式使用電腦，還不如將電腦想成大家都熟悉並且經常使用的日常生活用品；與其創造一個人造物（如電腦）來當成為實體世界和虛擬世界溝通的介面，不如讓實質世界的物件可以改變提升到可以存取數位資訊及與人溝通的能力。於是許多融於一般日常生活用品的介面因此而相繼被設計出來，如底下的兩個案例：

- Smart Skin

Smart Skin 以桌面為介面，操控虛擬影像的方式跟使用者互動 (Rekimoto , 2002)。使用者可直接使用雙手在桌面上操控虛擬的資訊，透過手勢的改變來操控所有的資訊呈現。利用電容感測器的方式，使用者可以透過最自然的方式點選，描繪或瀏覽在桌面上的資訊，並且透過此一方式，虛擬的資訊與實體的資訊緊密的連結，達到了無縫的接合，增加了工作空間中使用者操控資訊的效率與便利性 (圖 4)。

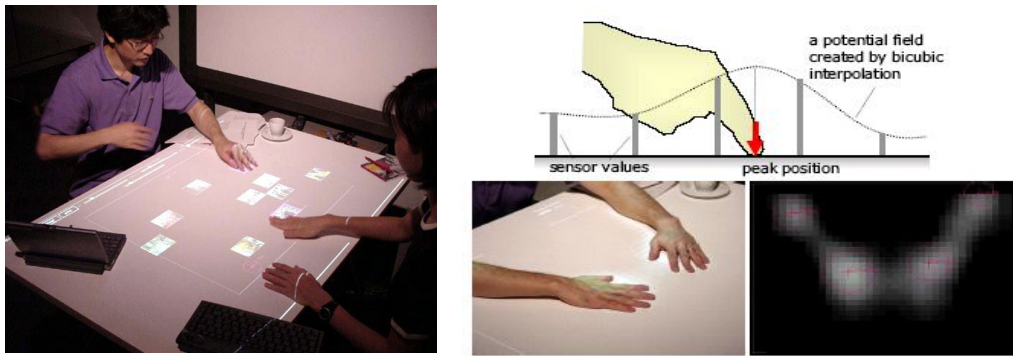


圖 4 Smart skin (Rekimoto, 2002)

- **Pin & Play** (Van Laerhoven et al, 2003)

Pin & Play (Van Laerhoven et al, 2003) 透過表面 (Surface)、連結元件 (Connector)、物件 (Objects) 及網路 (Network) 四種元素，將牆面或其他張貼的表面當做一個網路連線匯流排 (network bus) 及電源供應源，讓貼在此表面之上的所有物件變成一網路連線的元件，透過感測網路 (sensor network) 的方式，連結所有在此表面上的感測元件，構成一個整合數位資訊 (Digital information) 與實體資訊 (Physical information) 的新型態操控介面 (圖 5)。



圖 5 Pin & Play 元素 (Van Laerhoven et al, 2003)

透過此系統，數位資訊與實體資訊可以達到串連，圖釘可連結各使用者的客製化資訊，將各使用者資訊串連，藉以提供更詳細的需求的資訊，達到更有效的客製化資訊提醒，其使用情境如下 圖 6 所示。(Ljungblad et al, 2007)



圖 6 Pin & Play 使用情境 (Ljungblad et al, 2007)

而對於互動式介面的互動的模式，Jeng (2002) 提出以認知空間，實體空間，與虛擬空間做為區分互動發生的狀態。在認知空間中，使用者接受感知 (Perception) 後，開始發生動作。在實質空間中，使用者透過控制介面操控物理性介面 (Physical representation)，進而搖控數位化介面 (Digital representation)。而在虛擬空間中，透過物理性介面，使數位資訊具體化呈現互動，藉由使用者操控物理性介面，而促動數位化資訊與其互動，產生實體與虛擬的人本互動模式 (圖 7)。

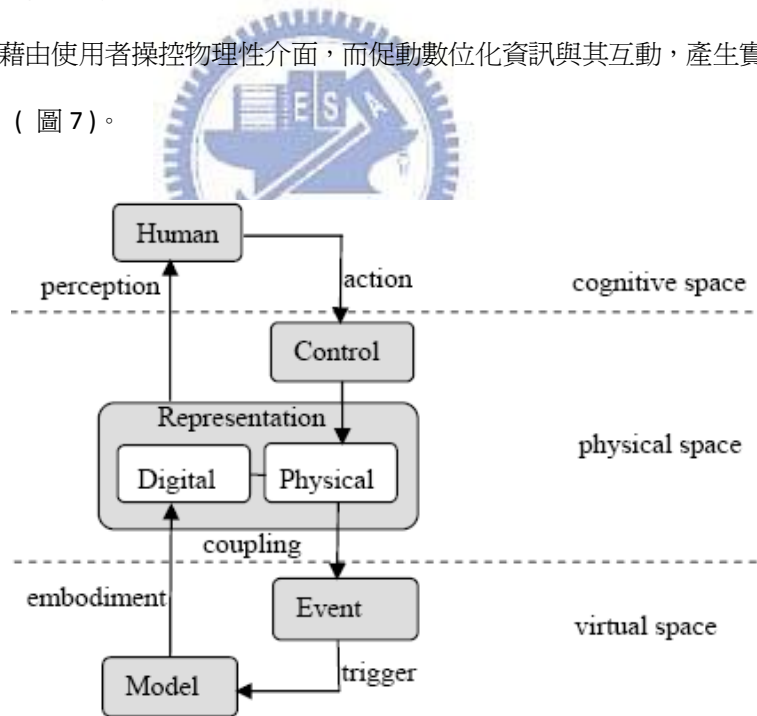


圖 7 人本互動模式 (Jeng, 2002)

2004 年，在 Notes On Natural Interaction 一文中，認為新型態互動式介面的設計必須讓人覺得驚奇，有趣和舒適。針對他們要解決的問題，在他們的控制之下，使用者會覺得經歷

一個神奇的經驗。而這個介面的架構可以依照三個主要的功能元素 1. 感測 (Sensing) 2. 智能 (Intelligence) 3. 呈現 (Presentation) 和兩個方法元素 1. 作用 (Influence) 2. 認知 (Cognition) 來建構。其功能元素和方法元素的作用為：硬體與軟體複雜交構出來的感測元素用來處理使用者一般的行為感測，而接著透過智能化系統來處理這些感測元素所傳回的資訊，並藉由效果呈現的工具（如投影機，喇叭...等）呈現出更優於一般傳統操作介面的視覺效果與更適切的情境操控；這些元素會深深的影響各個其他元素，且不能單獨的被設計與呈現，所有的元素必須靠著人行為的認知達到有效的串連 (Valli, 2004)。

2.1.2 互動式電腦輔助設計

對於電腦輔助的設計工具來說，Aliakseyeu 在 2003 年提出一設計此類工具的基本原則，他認為要設計出好的工具，必須先考慮下列兩項的基本要件：

1. 自然的操作：電腦媒材介面必須讓設計者如同使用傳統工具一樣，可以直覺的將想法具體的表現出來。因此，直覺這樣的特性在輔助設計型態的互動介面中變成是很一個基本的設計環節，它可以讓設計者專注於設計問題上而不是去思索如何使用電腦。
2. 足夠的表達工具：一張影像可以激發設計師許多的靈感，而文字則用來對想法下註解、解釋或是引發設計者聯想。所以工具本身要能夠同時提供與掌握多樣的媒材呈現方式，做出足夠設計者理解的表達。

許多案例開始依循上述的原則做出電腦輔助設計工具，他們多針對設計創作或發想時的需求而做出輔助介面，較少針對資訊搜集階段設計者需求的研究案例出現。而當觸碰式位元被提出後，各種新型態的互動式輔助設計工具開始相繼被提出，底下的案例就是針對設計初期的概念階段所提出的輔助工具。

- **Illuminating Light Clay** (Underkoffler, 1999)

美國麻省理工學院 (Massachusetts Institute of Technology) 媒體實驗室 (Media Lab) 的光黏土計畫，是一個能夠提供設計者直接利用黏土的雕塑來操作地表坡度的新型態輔助設計工具 (Underkoffler, 1999)。此系統經由及時的雷射掃描，將3D模型的影像將投影至黏土表面，達到數位資訊與實體資訊的即時整合。設計者可利用實體環境的黏土操作數位資訊，而系統即能及時感知地形上各項數據的變化，透過電腦的數據分析，將數位的資訊投影至黏土表層。而此工具的提出，能夠使設計師在設計階段時更直接的獲得具體模型與設計規劃的參考依據 (圖 8)。

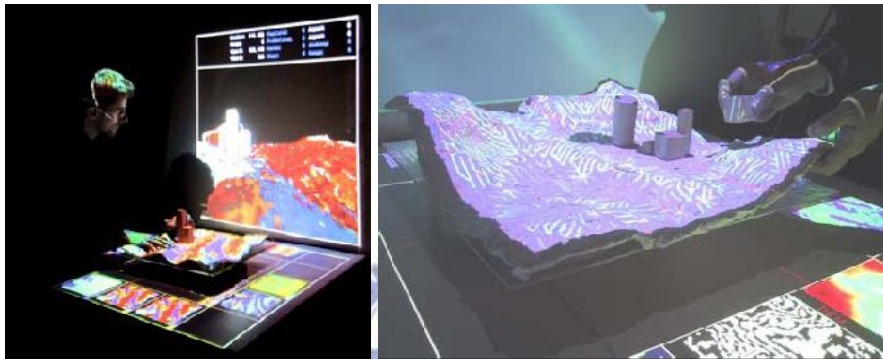


圖 8 Illuminating Light Clay (Underkoffler, 1999)

- SARDE (Chen, 2006)

SARDE (Chen, 2006) 透過將實際比例的材質投影至牆面讓設計者能夠直接體驗設計出的材質在空間中給人的感受，並透過手部的直接操作讓設計者能夠直覺的操作系統將材質的設計做出變化。透過此系統設計不再需要靠社記者自行想像也不需要再透過軟體輔助才能看出空間完成後的樣貌，而是能夠在一比一的空間比例中直接的體驗設計完成後整體空間給人的感覺 (圖 9)。



圖 9 SARDE (Chen, 2006)

- **Augmented Sketching and Modeling** (Yang, 2005)

此案例作者嘗試將設計者繪製草圖與製作模型的動作，藉由擴增實境 (Augmented Reality, AR) 的方式將兩者整合 (Yang, 2005)。透過此系統，設計者可經由手繪的方式，將實體的模型整合於數位環境並加以修改。透過數位環境的顯示，設計者可以了解模型與實際基地的確切關係，不必再透過設計者自行想像即能看見設計作品時記在基地上的樣貌，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 10)。

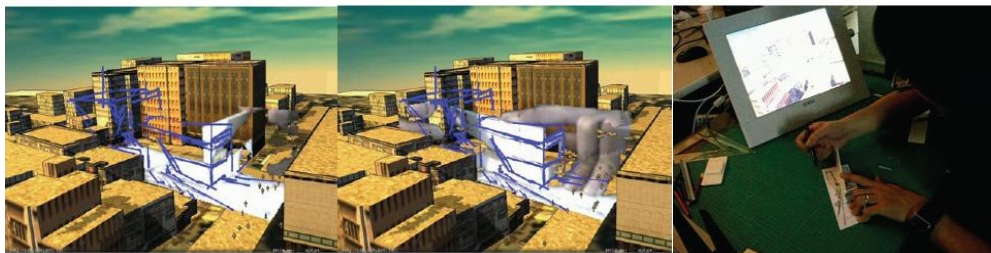


圖 10 Argumented Sketching and Modeling (Yang, 2005)

上述幾個例子皆是嘗試以虛擬與實體整合於同一介面中，達到更直覺方便的操作為目標，讓使用者能夠更容易的以同一操作方式同時控制數位與實體的資訊所設計出來的輔助設計工具。而除了這些設計輔助工具外，筆式系統的方式更是另一個被廣為運用於輔助設計工具的方式。

在 1963 年，Sutherland 提出能夠讓設計者以更直接的模式與電腦溝通，透過圖像介面與筆式系統的控制，突破過去只能以打字輸入和程式編寫的互動方式，筆式系統形式的使用者介面因而產生。對於設計者而言，草圖是最為自然且符合設計者思考的設計方式，所以許多的研究開始以草圖為主要的電腦輔助設計概念，透過筆式系統加以操作 (Igarashi, 1999 & Masry, 2005)。而傳統手繪草圖與電腦筆式系統的比較，設計者所習慣利用的圖形思考過程會受不同媒材特性影響而有所改變；筆式系統比傳統筆紙多了具體層次的圖形呈現，使設計者得以在草圖階段繪製較完整檢視設計的具體圖形 (Lim, 2003)。而透過分析，所有的筆式系統可分為三個主要的類別：

1. 以互動電腦影像投影結合實體筆與紙的繪圖系統。
2. 以二度空間草圖轉畫三度空間草模型之系統。
3. 以草圖繪製，圖形辨識為主的系統 (Lim, 2003)。

2.1.3 桌面式互動

Beryl 和 Apperley (2002) 指出在環境中的介面在操作上應該更注重在以模仿使用者習慣的現有工具特性上，也就是設計者不需額外增加使用心志的負擔便能輕易上手的隱喻 (Metaphor) 設計手法。介面必須提供一個乾淨不受阻礙的空間讓設計者輕易的進行非正式的、直接的和快速的且不受任何負面條件或情境干擾的描繪環境。而 紙 與 筆為一種最自然且設計者所能廣泛接受的設計草圖描繪方式，而一般筆式操作的介面中，能夠以比直接接觸在顯示器上的方式是最適合於設計者的使用介面 (Lim,2003)。於是桌面式互動系統開始出現，透過將實體桌面整合數位資訊，以模擬紙與筆的方式，將操作與顯示整合於同一介面上，達到更直接的操作。底下為各個使用互動式桌面為研究的案例：

- **Augmented Surface** (Rekimoto, et al., 1999)

透過攝影機辨識系統，在擴增表皮的工作環境中，使用者可以在手提電腦、資訊牆面、資訊工作平台上自由的轉換資訊，呈現在整個資訊空間中，透過電腦的操作，資訊可由螢幕內拖曳至螢幕外或由空間中拖曳至螢幕內，並且透過數位標籤，使用者可以自由的在實體物件上加入資訊，並可自由拖一此附加之資訊於此擴增實境 (Augmented Reality) 之空間中 (圖 11)。

而此一空間中主要有兩大構成元素，分別為 1. 資訊牆面 (InfoWall) 2. 資訊桌面 (InfoTable)，主要提供多人討論時候資訊的共享。使用者可以透過自然的手勢，旋轉或操控虛擬資訊，或者透過攝影機將實體資訊擷取成虛擬資訊後在各個裝置間自由傳遞。

且此一系統提供多人的操控模式，所以當使用者在此一擴增表皮工作環境中，在靠近手提電腦的範圍內，即可自由的拖曳資訊，不受其他使用者的影響 (Rekimoto, et al., 1999)。

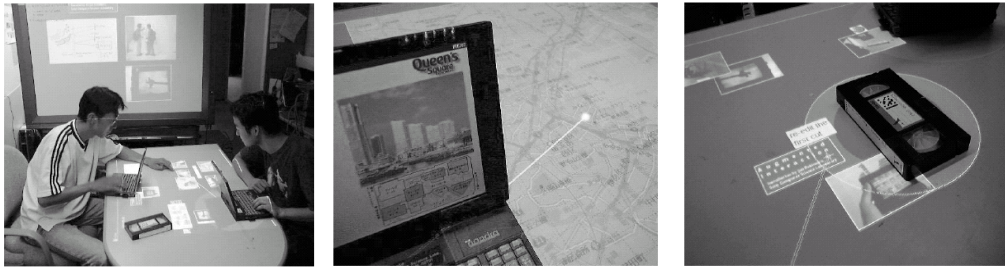


圖 11 Augmented Surface (Rekimoto, 1999)

- **IdeaSpaceSystem** (Heylighen et al, 2001)

IdeaSpaceSystem (Heylighen et al, 2001) 被設計成桌面式環境，用來輔助建築設計者在設計早期發展階段的工具，它藉由桌面牆面上的顯示器及筆式系統的輔助縮減設計過程中可能的思考阻礙並提高工作的流暢度。此系統會主動記錄所有的設計資料然後利用文字呈現的方式，提供設計者一個新的處於兩個文字之間的聯想關係 (Association) 和關聯 (Relations)，透過這種方式來刺激設計者產生新想法或新的創意的可能 (圖 12)。



圖 12 IdeaSpaceSystem (Heylighen et al, 2001)

- **Visual Interaction Platform** (Aliakseyeu et.al, 2006)

藉由擴增實境的方式，Visual Interaction Platform 以電子紙 (Electronic Paper) 與數位筆的操控方式，輔助設計者在早期的設計階段能夠將數位的資訊與實體資訊同時操作。透過將所有實體資訊以簡易的方式數位化後在桌面式的環境讓設計者能夠以同時具有數位與實體工具優點的操控方式讓設計者能夠在早期的設計階段縮減設計過程中可能因操控介面的布變而產生的多餘思考並提高設計工作的流暢度 (Aliakseyeu et.al, 2006) (圖 13)。



圖 13 Visual Interaction Platform. (Aliakseyeu et.al, 2006)

這些案例都嘗試將數位資訊當成實體化的物件（如紙與筆...等）提供使用者操作並使用數位資訊，且將資訊整合於傢俱元素中構成一智慧傢俱系統。

2.2 智慧空間

當電腦不再是單一裝置，所有的運算裝置將遍佈於環境中，無所不在，而我們將此稱作遍布式運算（Weiser, 1995）。當遍布式運算的概念被提出後，智慧空間的議題也開始被受到重視。Mitchell (1999) 在探討空間中真實的元素與數位資訊的整合共構設計時，提出了感測科技、嵌入式智能及連線環境三個智慧空間內該具備的元素：

1. 感測科技 (Systems of Tags and Sensors)：此元素所扮演的角色，是透過感測訊息，如各種標籤 (Tag)，感應裝置 (Sensor) 將所接收的訊息整合嵌入式智能將數位的訊息隱喻帶回真實的空間中。
2. 嵌入式智能 (Embedded Intelligence)：智慧型物件透過嵌入式的記憶空間 (Embedded memory) 與 機器智能 (Machine Intelligence)，進行訊息的處理與回應，電腦不再是單一的個體，成為分散的電子裝置，而機械智能則成爲一種與所有實體物件相關聯的屬性。
3. 連線環境 (Decentralized Instant Networking)：物件與物件間必須具備能互相聯結溝

通的能力。透過聯鍵技術，如無線網路（Wireless），及短距離的高頻率低耗能無線電波傳輸接收器，如藍芽科技（Bluetooth），來達成各個物體能互相聯結溝通並自行運作相關機制的連線環境。

在電腦融入於環境中後，如何讓電腦不易干擾人的使用，使電腦的操作讓人更加不易查覺（Weiser, 1995），人機互動變的相形重要。而在人與環境互動的部分，Ellis (1991) 提出了當互動式空間被建構時，互動的行為可依據 1. 時間 2. 空間，做為分類而分出四種形式的互動。其互動的分類為：

1. 面對面互動（face-to-face interaction）：同時同地。
2. 同步分散式互動（synchronous distributed interaction）：同時不同地。
3. 非同步互動（asynchronous interaction）：不同時同地。
4. 非同步分散式互動（asynchronous distributed interaction）：不同時不同地。

此四種互動依照各種情境的不同採取不同的環境互動模式。而在遍佈式運算的概念下，前攝式運算（proactive computing）將此概念區分為兩個部份，定義出人本中心（human-centered）與人本指揮（human-supervised）的運算環境。在前攝式環境中，Tennenhouse 認為介面的設計分為三個要素，其各為 1. 實體化（getting physical）2. 真實化（getting real）3. 自由化（getting out）。透過這樣的設計，環境將不只是朝著自動化的方向設計，而是更能以人為中心，讓使用者扮演指揮者的角色，密切的輔助使用者進行活動（Tennenhouse, 2000）。

運用這些概念，許多的研究開始探討各種智慧空間的可能性。例如美國的 House_n 計畫，此計畫是由麻省理工學院媒體實驗室與建築系合作的計劃，以強調生活及工作場所的設計必需以回應人的需求、價值及活動為出發，整合技術與應用，子計畫方向包含：1. 開放建築（Open Source Building, OSB）的相關研究 2. 以 PlaceLab 為中心的生活實驗室（Larson et al., 2000）。英國的 Equator 計畫（Rodden et al, 2002）由 Bristol、Glasgow、Lancaster、

Nottingham、RCA、Southampton、Sussex、UCL 等大學組成，以整合物質與數位間互動為主的跨領域合作計畫，子計畫內容涵蓋都市經驗、遊戲與學習經驗、數位化照顧、家居經驗、數位化環境科學等，以挑戰遍布式運算中的數位設備、系統基礎架構和互動的方式等新課題。及韓國的 Ubiquitous Dream Hall 韓國政府與業者共同運用無所不在的資通訊技術，建置了一個示範應用環境無所不在的夢想會館 (Ubiquitous Dream Hall)。重點包含了 5A: 任何時間 (Any time)、任何地點 (Anywhere)、任何設備 (Any device)、任何服務 (Any service) 以及安全性 (All Security)(張玉霜，民 94)。

而在上述幾個智慧空間概念的前提之下，情境感知 (Context Awareness) 的概念因而被提出。

2. 2. 1 情境感知

1994年 Schilit 與 Theimer 提出情境感知的理論，他們認為環境應當將使用者所需的資訊，依不同的地理位置或情境送達到使用者可以利用的地方。而為達成讓環境感知使用者所需的資訊，必須考量各個情境的目前狀態，那些考量包含了地點、人員身份、活動狀態、實質物件或資訊物件...等情境內的實質要素 (entity)。進而，Schmidt 將情境所構成的元素定義為 1. 環境 (Environment) 2. 人物本身 (Self) 3. 活動 (Activity) 三個像度(Schmidt, 1999)(圖 14)。

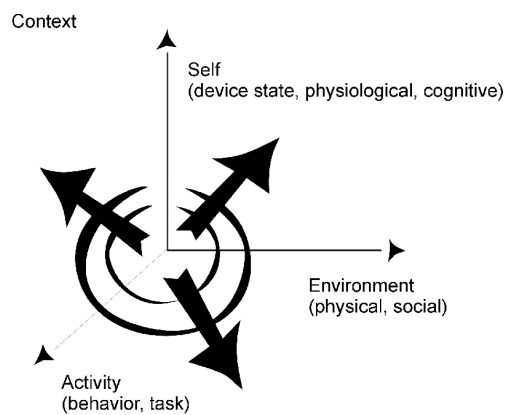


圖 14 情境感知元素 (Schmidt, 1999)

2000 年，Schmidt 進一步將情境感知的類型，分別歸類為 1. 人爲因素感知 (Human Factor) 2. 物理環境感知 (Physical Environment) 兩種類別。人爲因素的類別中包含三大感知類型：

1. 使用者資訊 (如感知使用者習慣、情緒、生理狀況...等)。
2. 使用者的社交狀態 (如感知目前使用者合作對象、社會互動、群體...等)。
3. 使用者所要達成的任務。

而物理環境的感知因素也同樣包含三大感知類型：

1. 地理位置。
2. 周圍的基礎建設 (如感知無線訊號強弱，基地台..等.)。
3. 實際環境因素 (如感知噪音，溫度，氣壓，光亮...等)。

幾乎所有的情境感知系統皆包含於上述的分類中。如下列情境感知的案例。



- **Augmented Reality Kitchen** (Bonanni, et al, 2005)

在此案例中，作者透過擴增環境 (augmented environment) 的方式，增強廚房空間中使用者對環境資訊的察覺，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，例如將一般危險卻無形的訊息已視覺化的圖形加以顯示提醒使用者該注意的安全資訊。此案例利用人對顏色光和影像增強環境的互動性，並透過一些暗示性的元素，如 顯熱水槽 (HeatSlik)，冷凍庫攝相機 (FridgeCam)，和 擴增傢俱 (Augmented Cabinetry)... 等 (圖 15)，來使廚房的使用更加人本及自然 (Bonanni, et al, 2005)。



圖 15 Augmented Reality Kitchen (Bonanni, et al, 2005)

- **Ambient Trigger** (Chen, 2006)

在此案例中，作者嘗試將數位資訊引入實體空間中，轉化為可被觸摸的環境介面，將數位資訊變成實體環境的一個部分。透過將資訊隱藏於實際的設計環境中，當周圍物件發生變動時，設計者可透過實體裝置來觸發並改變時體環境的使用狀態及功能 (Chen, 2006)。作者透過將資訊結合於空間中空曾空間原本應具備的功能，增加其元素的功能性，使傳統空間能夠更加智慧 (圖 16)。



圖 16 Ambient Trigger (Chen, 2006)

2004 年，MIT 多媒體實驗室 (Media Lab) 提出常識運算系統 (computing commonsense)，並認為每個人都有自己獨特的思考記巧，且這些思考可透過多代理人系統 (Multi-agents) 來假設並進行個人化的常識推論。系統透過情境感測了解環境的狀況，如發生的人、事件與目標...等，建構出個人化的常識運算控制結構。此系統透過人工智慧情境 (Artificial life scenario) 的方式模擬並學習人的思考聯結並借由廣泛的知識基礎產生不同的推論程序，藉以判斷多樣的情境狀況。此系統並定義出六個推論機制並使其互相聯結，其六個機制分別為：

1. 自我知覺思考 (Self-conscious thinking)：比較使用者習慣的差別，做出想法間的聯結。
2. 自我反思思考 (Self-reflective thinking)：建構出使用者實體與認知的知識範圍模型。
3. 反射思考 (Reflective thinking)：設定可信的推論並選擇適當的呈現。
4. 審慎思考 (Deliberative thinking)：推斷外部的事件狀況，如預測、計劃、診斷及說明...等。

5. 回饋式學習 (Learned reactions) : 發生在想法間例外的動作推斷學習。
6. 直覺反應 (Innate reaction) : 對於外部事件或內部想法的常識直覺反應(Singh, et al , 2004)。

爲了讓使用者能夠更直覺的獲得並吸收系統所提供的資訊, 架構遍佈式運算及情境感知的概念知下, 環室智能 (Ambient Intelligence) 的理論開始被提出。

2. 2. 2 環室環境

在環室智能的定義中, 環室(Ambient) 代表的事將電子儀器及資訊往背景(background) 移動, 而智能 (Intelligence) 則是將使用者移往前景 (Foreground)。他是將資訊嵌入使用者的周遭環境, 並且經由轉化, 藉使用者的視覺、聽覺、觸覺等感官知覺, 傳達給使用者, 並透過抽象的表現方式來傳達察覺。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. 藉由融入環境、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)。

而環室智能包含五個重要元素, 其各爲 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 (Ambient environment) 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)。

2003年, Gross 將環室介面的設計準則作出整理, 而整理出的設記要點則條列出如下列

幾點：

1. 應給人印象深刻的。
2. 應是有效率的。
3. 應是安全的。
4. 需要有良好的效用。
5. 必須是好學及並好記的。
6. 介面的回應是可見的。
7. 應給予使用者適當的回饋。
8. 應提供簡約 (constraints) 的回應。
9. 應提供適當的資訊搭配 (adequate mapping) 。
10. 應提供符合的功能性 (consistent functionality) 。
11. 應是目的導向的 (target domain) 。
12. 設計環室介面應讓使用者能夠融入與參與的 (participatory) (Gross, 2003) 。



而當環室智慧的理論被提出後，許多的案例也開始將此理論應用於其研究中，例如底下這些智慧空間的研究：

- **i-land** (Streitz, et al,1999)

i-land 在遍佈式運算的理念下，提出一個未來工作空間的遠景。在此空間中，資訊與空間傢俱密切整合，透過其所設計的嵌入式的資訊傢俱，互動牆面(DynaWall)、互動桌面 (InteracTable)、和 資訊座椅 (CommChair) (圖 17)，資訊可以相互同步傳遞，而讓使用者能夠更自然的在此空間中以簡易的操作進行資訊的互相傳遞，。

透過此環境，研究者期望達到四個目標：1. 整合虛擬資訊與實質建築空間 2. 提供一個創新的團隊溝通空間 3. 整合應用擴增實境與遍佈運算的概念 4. 提出目前工作團隊的經驗，達到對未來的期望。透過這四點想法，所有工作環境的週遭都是通往資訊的介面，藉由互動式電子牆，互動桌面等形式呈現 (Streitz, et al,1999) 。



圖 17 i-land (Streitz, et al,1999)

- **Ambient Agoras** (Prante et al., 2003)

Ambient Agoras 將環室運算介面透過 InfoRiver、SIAM、HelloWall 三樣傢俱元素創造出新型態資訊傳遞的可能性 (Prante et al., 2003)。他們嘗試將實體元素與建築空間成爲一組織內資訊交流、合作與社交的介面，而在 HelloWall 的操控上，透過環室感知的裝置 (Ambient Device)，使用者可以透過個人隨身的裝置，和 Hello Wall 互動，並給予其個人化的資訊及留言機制，且所呈現的資訊會隨這使用者與其距離的不同而呈現出不同的資訊，如下 圖 18 (Prante,, et al, 2003)。



圖 18 Hello Wall (Prante et al., 2003)

- **Interactive Public Ambient Display** (Vogel et al, 2004)

Interactive Public Ambient Display 藉由手勢操作介面並依循使用者距離的不同，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 四種不同的模式 (Vogel et al, 2004) (圖 19)。

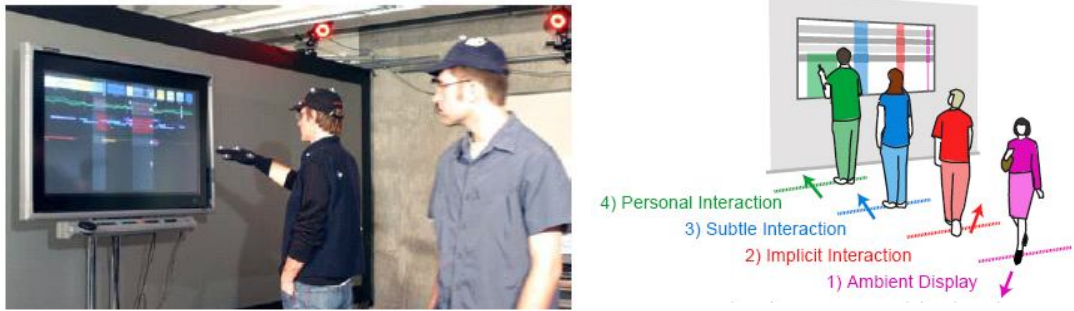


圖 19 Interactive Public Ambient Display (Vogel et al, 2004)

總結上述案例及理論基礎，我們可以得知智慧空間、電腦輔助設計及人機介面領域的發展，透過上述智慧空間及電腦輔助設計的案例，我們可以發現現今的研究中，大部分的案例皆以輔助設計者設計流程中設計發想，早期設計或設計繪圖的階段為主，鮮少出現以輔助設計者資訊搜集階段為重點的研究出現。因此，本研究將藉由上述各領域的理論為原則，參考上述案例中常用的資訊顯示方式及介面操控模式來發展出一輔助設計者資訊搜集階段的智慧空間系統原型。



分析與設計 3

3.1 資料搜集行爲

本研究經由拍攝設計者完整設計流程影片的觀察及訪談，分析設計者在設計期間資料檢索與彙整的行爲，透過接下來章節中的整理和先前研究中所描述的基本理論，作為實作出系統原形的依據。

3.1.1 觀察樣本



我們將觀察受測者的背景限定為設計背景的使用者，並取了兩個樣本範例做為觀察的依據。此兩個使用者的學習背景資料為：

1. 使用者 A 背景：建築碩士研究生，專長建築設計，平常的設計工作主要以建築設計類為主，熟習電腦操作，以使用書籍為主，電腦為輔的方式搜尋設計所需資料，且以傳統設計工具（如描圖紙、筆...等）做為設計時使用的工具。

使用空間：如 圖 20 (1)，為使用者慣用的設計工作環境，其空間內工作所需工具包含電腦，書櫃，工作桌，工作椅，貼圖牆面 和 印表機。

2. 使用者 B 背景：建築碩士研究生，專長視覺設計，平常的設計工作以平面設計類為主，熟習電腦操作，以使用電腦為主，印刷物為輔的方式搜尋設計所需資料，且以電腦做為設計時使用的工具。

使用空間：如 圖 20 (2)，為使用者慣用的設計工作環境，其空間內工作所需工具

包含電腦，書櫃，貼圖版，工作桌，工作椅，文件置放櫃，掃描機 和 印表機。



圖 20 1. 受測者 A 及其工作環境 2. 受測者 B 及其工作環境

我們將觀察所得到的論點分為 空間、資訊與行為，探討三者之間的關聯性，並將此關聯性透過以下 1. 資訊與行為分析 2. 空間與行為的關係 兩個章節做出說明，期待能做出一個更貼近設計者在資訊檢索與處理階段時所需的智慧型設計工作環境原型。

3. 1. 2 資訊與行為分析

1989 年，Marcia J.Bates 提出一名為採草莓 (Berry picking) 的資訊搜集行為模型。此模型提出，資料搜索的過程是反覆與互動的；在資訊搜尋的過程中，隨著使用者與資訊、搜尋系統的互動，查詢的方式和資訊需求本身也會隨之變化，而適切的文件就像草莓園中的草莓，散布在資訊蒐集場所（如搜尋引擎、資料庫...等）中，使用者必須依照其變化的搜尋策略，不斷的在搜尋的模式及瀏覽的模式中切換，靠此方式尋找才能出最適切的資料幫助其做進一步的思考。而其依循的策略包括：追尋註腳提供的參考資源、範圍掃描、搜尋引用文章、搜尋主題和作者...等。其模型如下圖 21 所示：

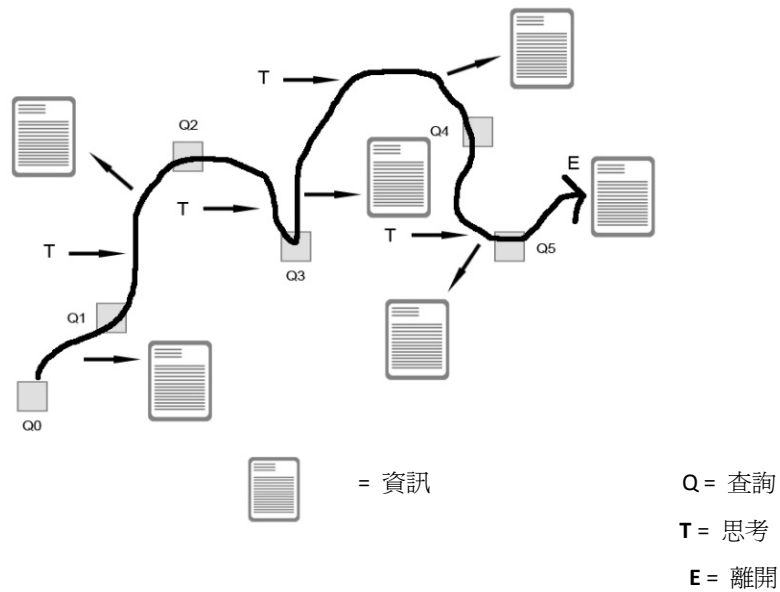


圖 21 Berrypicking 資訊搜尋行為模型

本研究透過觀察設計者在實體資訊（例如書集，文件...等）和數位資訊（例如如網路、檔案...等）的檢索及彙整行為（Information Retrieval and Organization，以下簡稱 IRO），基於上述的搜集行為模型，將 IRO 的過程歸納為 搜尋（Search）、分析（Analysis）、記錄（Record）及 使用（Use）四種 IRO 的操作行為。設計者透過分析資料，思考產生的資訊搜尋策略變化，做為查詢的依據，在實體資訊蒐集場所及數位資訊蒐集場所中搜尋所需的資料開始分析，並透過各種的記錄方式，將搜尋後分析所需及適切的資料加以記錄，以便幫助設計者作為日後激發設計想法的資訊，當搜尋完畢，設計者使用其記錄的資訊做為設計階段輔助或參考的工具。我們將觀察設計者 A、B 的 IRO 流程整理如下 圖 22 所示。

搜尋 (Search): 透過此動作，將散布於資訊蒐集場所的相關資料彙整，做初步的篩選。

分析 (Analysis): 將查詢後搜尋出的資訊透過設計者本身的思考及篩選，選取出所需的資訊。

記錄 (Record): 透過各種工具（如貼紙、布告欄、資料夾...等），將資料以設計者容易取得及閱讀的方式做出標記或儲存。

使用 (Use): 以各種可能的方式將記錄過的資訊當作輔助或刺激設計發想的媒材，做為設計階段的工具使用。

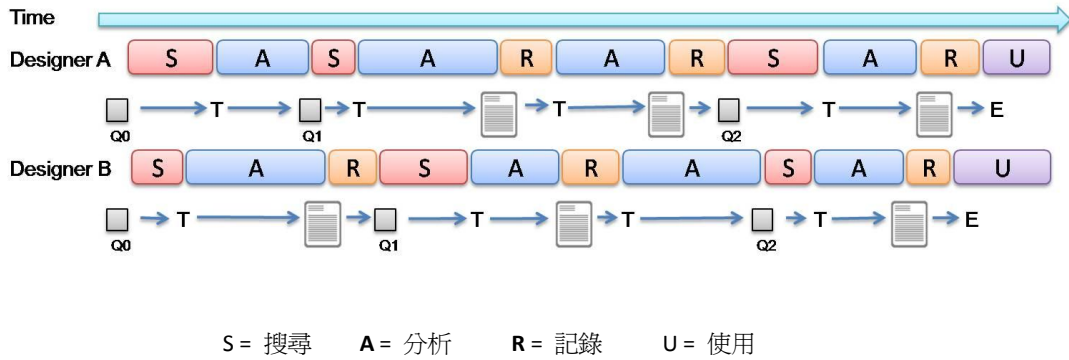


圖 22 設計者 IRO 流程與採草莓模型關聯性觀察

本研究將設計者在 IRO 過程中各種出現的行為所使用的操作方式、空間中設計者所使用的工具及資訊呈現的媒介，和先前提出的四種 IRO 的行為做出整理，將結果整理如表 1 所示：

行為分類	操作方式	使用工具													資訊呈現媒材		
		書櫃	文件櫃	工作桌	螢幕	鍵盤	滑鼠	牆面	貼圖版	印表機	掃描器	筆	便利貼	圖釘		膠帶	
搜尋	觀看書櫃	✓															書本
	觀看文件櫃		✓														紙張
	將書籍取出置於桌面		✓	✓													書本
	將文件取出置於桌面		✓	✓													紙張
	在搜尋引擎及電腦中輸入關鍵字			✓	✓	✓	✓										網頁檔案
分析	閱讀書籍、文件			✓								✓					書籍 紙張
	將書籍、文件置於桌面一旁			✓													書籍 紙張

分析	將書籍收回書櫃	✓		✓											書籍	
	將文件放回文件櫃		✓	✓											紙張	
	閱讀網頁、檔案			✓	✓	✓	✓								網頁 檔案	
	將網頁、檔案最小化			✓	✓	✓	✓								網頁 檔案	
	將網頁、檔案關閉			✓	✓	✓	✓								網頁 檔案	
記錄	將書籍、文件做出標記			✓								✓			書本 紙張	
	將書籍、文件寫出標記			✓								✓			書本 紙張	
	將書籍、文件列印張貼於牆上							✓						✓	紙張	
	將書籍、文件列印張貼於貼圖版							✓	✓				✓	✓	紙張	
	將網頁、檔案列印張貼於牆上			✓	✓	✓	✓	✓						✓	紙張	
	將網頁、檔案列印張貼於貼圖版			✓	✓	✓	✓		✓	✓				✓	✓	紙張
	將書籍、文件掃描			✓	✓	✓	✓					✓			檔案	
	將網頁、檔案存檔			✓	✓	✓	✓								檔案	
使用	觀看牆面							✓							紙張	
	觀看貼圖版								✓						紙張	
	將貼圖板文件拆下置於桌面翻閱			✓					✓						紙張	

使用	將牆面文件拆 下置於桌面翻 閱			✓				✓									紙張
	開啓檔案將其 置於設計圖面 檔案中			✓	✓	✓	✓										檔案
	開啓記錄網 頁、檔案			✓	✓	✓	✓										網頁 檔案

表 1 IRO 操作行為分析表

透過上表可以發現雖然 IRO 的過程雖然相同，但卻需要設計者自行在不同的操作工具中做出相同目的的搜尋行為，才能找出存在相關的數位和實體資訊，例如設計者在做資料查詢時，需要從書櫃及文件櫃內搜尋書籍及文件等實體資料，但卻必須再從網路搜尋引擎以相同的策略才得以尋求到網頁、檔案...等數位資訊，並不能夠使用相同的操作就能夠搜尋到兩種類型的資訊；在處理及彙整資訊時也必須透過各種的呈現媒材將數位及實體資訊當作不同類型的個體，透過不同的操作行為來做處理比較，如設計者必須在桌面上翻閱書籍但卻必藉由電腦螢幕才能閱讀網頁，對設計者來說並不是直接且有效率的操作方式；且在記錄資訊方式的差異會使設計者必須將想要參考的資訊分散記錄於不同的位置，如記錄於書籍、文件內（做出標記或是貼上便利貼...等），將網頁記錄於網頁瀏覽器（如Internet Explorer、firefox...等）的我的最愛資料夾欄位中，或是以檔案形式記錄於設計者指定的檔案資料夾內，此種記錄方式設計者必須自行將數位資訊的存檔位置或實體資訊擺放位置記牢，以方便日後對此資訊的使用。此種需增加設計者額外的負擔去記憶儲存資訊位置的方式，對於設計者來說，並不是一個好的資訊記錄方法；而若設計者欲將資訊記錄於同一位置，例如將各種資訊記錄於貼圖版或牆面上時，則須將資訊列印後，才能將此資訊張貼，或是將書籍內容掃描記錄於個人電腦中，對於使用者來說卻是多了一個不必要的步驟，造成使用者的不方便。且因為數位資訊記錄位置分散的原因，造成使用者在使用資訊時，會因為忘了記錄的位置而無法有效的利用搜尋出的結果，例如將檔案存取後，但卻忘了檔案的存檔位置與檔名，而發生找不到想使用的資訊的困境。整個在設計者對資訊搜尋、分析記錄及使用時所採用的操作流程，對

於設計者而言多了許多增加使用者操作負荷且繁瑣的步驟，並不是一個有效率的 IRO 操作行為。

3.1.3 空間與行為的關係

在一般的辦公環境中常被使用的傢俱有辦公桌、辦公椅、沙發、檔案櫃、儲物櫃、書櫃...等，而在設計工作空間中，常被使用的傢俱則有繪圖桌、繪圖椅、繪圖櫃、側桌、圖紙盒、圖紙存放櫃...等（圖 23）。

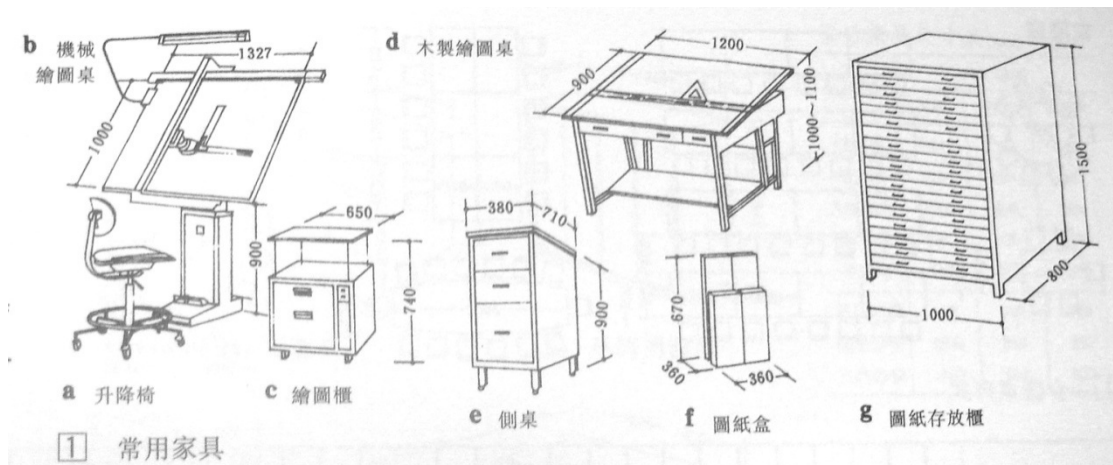


圖 23 設計工作空間常用家具（建築設計資料集, 2006）

而透過觀察設計者在 IRO 的過程，可以發現空間中的傢俱元素與實體資訊的搜尋、分析、記錄與使用行為之間的關連。使用者通常會在特定功能的傢俱元素中出現特定的 IRO 操作行為（圖 24）。本研究透過觀察 IRO 過程後分析的結果，將實體的空間傢俱元素存在的功能類型分為資訊的儲存空間（Storage Space）、處理空間（Working Space）及展示空間（Presentation Space）。設計者在儲存空間中搜尋所需的資訊，並在處理空間中做出分析與判斷後，將能夠刺激設計發想或使用的資訊張貼於展示空間中，當需要使用資訊時，則選擇在處理空間或展示空間中使用其所需的資訊。整個 IRO 的過程就是由重複這樣的流程所構成。

以下就針對此三樣空間元素做出細部的說明及分析：

儲存空間 (Storage Space)： 在此元素中，大量的實體資訊被存放於此。存在此空間元素中的實體資訊大量但零散，需要設計者藉由本身的需求去尋找出所需要的可能相關之資訊。當設計者需要尋求任何實體資訊時，皆會由此類型的空間元素中搜尋。

處理空間 (Working Space)： 設計者透過此空間元素去分析與處理設計者的決策判斷所搜尋出的大量資訊。使用者會將儲存空間中初步挑選出的資訊先暫時存放於此空間中，藉由透過設計者的篩選選出需要的實體資訊。此空間的功能就是扮演資訊處理平台角色的空間元素。

展示空間 (Presentation Space)： 設計者會將能夠刺激在此設計中發想的必要資訊透過存放於此空間做為記錄之用。而當設計者欲使用其所記錄資訊時，也會透過觀看此空間的資訊來達到激發設計靈感的目的。



圖 24 設計者 IRO 流程與使用空間的關聯

表 3-2 為設計空間中常見的傢俱與 IRO 行為對照的分析表。此表將這些傢俱透過上述的功能類型做出分類，並將其與 IRO 流程做出簡單的分析：

傢俱名稱	功能類型	IRO流程			
		搜尋	分析	記錄	使用
書櫃	儲存 展示	✓		✓	✓
文件櫃	儲存	✓			
側桌	儲存 處理	✓	✓		✓
辦公桌	處理 展示		✓	✓	✓
繪圖桌	處理		✓		✓
貼圖版	展示			✓	✓
布告欄	展示			✓	✓
牆	展示			✓	✓

表 2 空間與操作行為分析表

而數位資訊則透過電腦螢幕的顯示與鍵盤、滑鼠的操控提供設計者分析與操作。設計者分析資訊需求後，使用鍵盤、滑鼠等操作介面在網路搜尋引擎中輸入分析後所決定的關鍵字，透過螢幕判斷選取適當的數位資訊並存取此資訊於適當的位置，例如將網頁存檔於電腦中的文件夾 (Document) 內部或是我的最愛連結中，方便日後能夠快速的找出此網頁的資料。整個數位資訊 IRO 的過程透過數位資訊操作介面 (鍵盤, 滑鼠) 及 顯示介面 (螢幕) 兩種數位資訊的控制元素 (Control Element) 完成。而當設計者欲將資料轉換型式時，例如將網頁、檔案資訊列印出來張貼在貼布告欄中，或將書籍資訊掃描變成數位檔案，則透過印表機及掃描器等資訊的轉化介面 (Transform Interface) 做出轉換。

控制元素 (Control Element)：包含可使使用者能控制並與數位資訊做出互動的操作介面，如滑鼠、鍵盤、數位筆、數位手套...等，及將數位資訊顯示出來提供使用者閱讀判斷的顯示工具，如螢幕，投影機等。

轉化介面 (Transform Interface)：將實體資訊與數位資訊互相轉換的介面工具，設計者能透過此工具將數位與實體的資訊隨意轉換，此介面常見的工具具有印表機、掃描器...等。



圖 25 各式設計工作空間

由上述的三種實體空間中的功能元素、數位資訊兩種控制元素及資訊轉化介面可構成一完整的设计工作空間（圖 25）。

3.2 情境分析

經過上述的分析，我們得之目前的設計工作環境並不能滿足設計者在 IRO 時的便利性與有效性。為改善目前的設計工作環境，我們將傳統的使用流程做出分析，並以整合兩種資訊媒材 IRO 的操作為目標，期待使設計者能夠在此環境系統內有效且便利的找尋出所需要的資訊內容。

3.2.1 資料搜集情境

下圖 26 為一設計環境中設計者 IRO 時的情境分析圖，透過此圖，我們可以看出目前設計者在工作環境中的整個 IRO 的操作流程。一開始，使用者透過儲存空間找尋出可能為設計發想所需的資訊後，在處理空間中將此搜尋出的實體資訊做出分析。一方面透過電腦的控制元素，使用者亦將此搜尋策略用於搜索出相關的數位資訊。而此時使用者將數位與實體的資訊分別做出分析，找出使用者所需要的資訊。當使用者在找出所需的資訊後，會將資訊記錄於展示空間，或將資訊存檔。若使用者欲將數位資訊記錄於展示空間中，或將實體資訊存檔，則透過轉化介面達到此目的。使用者不斷重複上述的操作，並產生新的搜尋策略作出新一次的搜尋，直到使用者離開此 IRO 的情境，並開始在處理空間或展示空間中使用記錄的資訊做出設計，整個 IRO 流程即如上所描述。

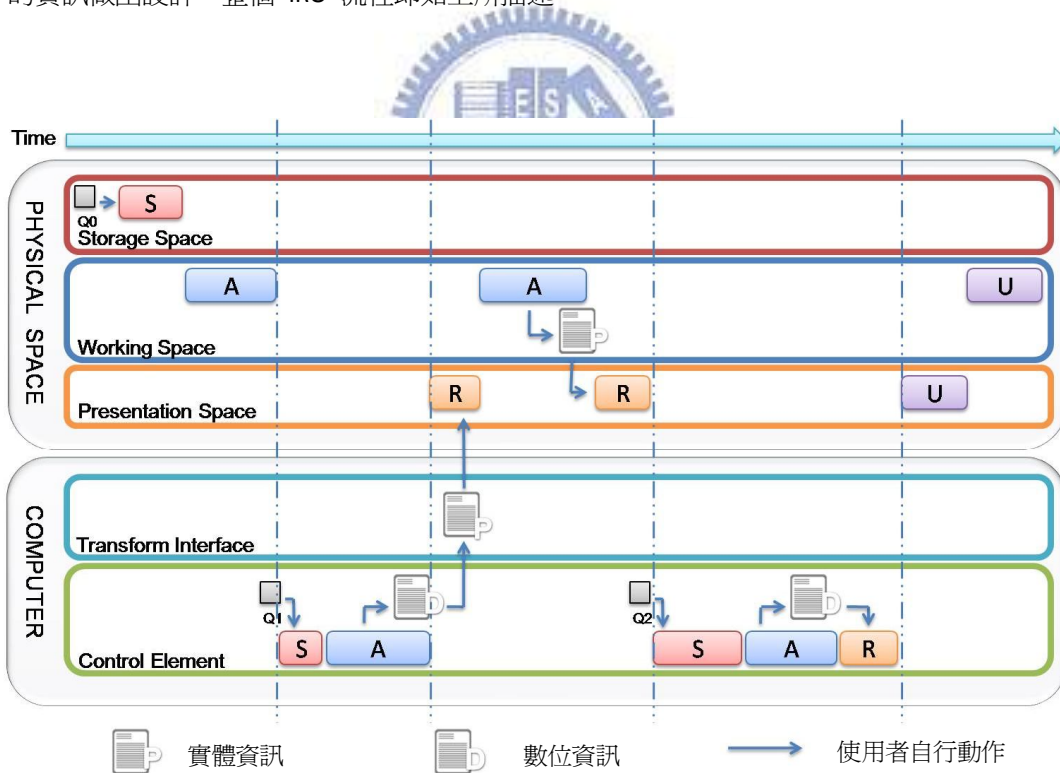


圖 26 傳統 IRO 操作流程情境示意圖

3.2.2 問題分析

從上述使用情境，我們可以發現幾個主要三個的問題，其依序為 1. 資訊蒐集場所眾多，資訊搜尋不易 2. 資訊記錄分散，增加使用者負擔 3. 資訊處理方式不一，同步處理資訊不易。而本研究也將針對這幾點問題提出解決的方案。以下就針對所發現的問題做出說明：

- 資訊蒐集場所眾多，資訊搜尋不易

在設計工作空間中，由於實體資訊數量眾多且繁雜，故所擺放的位置必須眾多且空間需求量大。而在這麼大量的擺放空間中，使用者必須依循本身記憶及資訊擺放位置的規則搜尋。若不記得想要搜尋的資訊位置或不清楚擺放的規則，則必將所有的擺放空間都搜尋一遍才能找出想要的資訊。而雖然虛擬資訊有搜尋器可以有效的幫助使用者搜尋出相關的資訊，但搜尋引擎還是各有其特色，例如文字搜尋器（如 Google, Yahoo...等），圖片搜尋器（如 Flickr, 無名小站...等）和 書集資訊搜尋器（如 Amazon...等），必須靠使用者自行依其不同的需求選擇不同的搜尋器，如此將耗費使用者大量時間與精力去尋找出所需資訊，對使用者來說並不是一有效率且輕鬆的方式。

- 資訊記錄分散，增加使用者負擔

當設計者想要記錄下其所搜尋出的資訊時，必須依照不同類型的資訊將其儲存於不同的位置，虛擬的資訊將被使用者儲存於使用者指定的虛擬資料夾中，幫助使用者記憶其儲存位置，而實體的資訊則是張貼於設計工作空間的資訊記錄場域中。例如設計者將檔案儲存於設計者指定的資料夾內、網頁存於瀏覽器的我的最愛裡，而書籍、文件訊則是將其張貼於布告欄中。如此記錄位置的分散將造成使用者對於記錄的資訊必須再花費精力去記憶其記錄的位置，才能在下次需要此資訊時簡單的找出此資訊，此種記錄方式將會造成使用者增加額外的負擔。

- 資訊處理方式不一，同步處理資訊不易

由先前研究的分析，我們了解到許多研究因為數位媒材操作上的不直覺，所以嘗試透過以隱喻的方式，將數位資訊以紙張的方式提供使用者操作，整合現有的設計媒材，讓設計者在草圖階段可以更直覺順手的操作。而在傳統的 IRO 流程中，同樣存在此類問題，設計者在分析及使用資訊時，由於各種資訊必須透過其呈現的媒材才能讓設計者使用，例如透過顯示器觀看數位資訊，及透過書籍瀏覽實體資訊，設計者必須藉由各自的呈現媒材閱讀此資訊，在數位資訊的操作上同樣不能使設計者直覺順手的操作，造成使用者處理資訊時的負擔。

本研究將提出一智慧的設計工作平台 (A Designer's Smart Workbench for Information Retrieval and Organization，以下簡稱 SWIRO) 以解決上述分析的問題，來幫助設計者作出更有效率且便利的資訊搜尋與彙整操作。

3.3 系統規劃



經由先前的分析，我們得知目前使用者在 IRO 的操作流程中可能遭遇的問題，我們將在此章節中提出可能得解決方式及預期達到的 SWIRO 智慧型設計工作空間架構，做為實作前的系統原型規劃。

3.3.1 SWIRO 使用情境

我們希望透過此系統原型能夠達到以下目標：

1. 將各個 IRO 流程中的介面整合，使設計者能夠在同一操作的平台上控制不同的資訊。
2. 當設計者在做資料搜尋時，系統能夠在不妨礙使用者的前提下，提供使用者適當的資訊建議，縮減設計者資訊搜尋的時間。

3. 透過此系統原型，能夠讓設使用者省略轉化資訊的步驟，更便利的使用各種資訊，並將各個記錄資訊整合於同一位置，減少使用者記錄資訊時的負擔。

為達到上述目標，我們將整個 SWIRO 系統的預期操作情境設定如下 圖 27 所示。我們將擁有 IRO 過程中所需的三種元素功能的设计空間傢俱設定作為此系統的傢俱原型，並將數位資訊的操作與使用整合於這些傢俱中，使設計者能夠以操作實體資訊相同的操作方式同時操作數位資訊。當使用者搜尋到所欲瀏覽的書籍時，系統能夠自動感知使用者所閱讀的書籍並提供相關的數位資訊建議，提供使用者參考。同樣的，當設計者在閱讀數位資訊時，系統也能夠提供相關的實體資訊建議供使用者做為參考之用。設計者可透過處理空間同時分析及使用實體及數位資訊，而不用如傳統使用般分為兩種介面操作。而當設計者欲記錄資訊時，也可將數位與實體的資訊皆記錄於展示空間中，而不必透過轉化介面將資訊轉化。整個 IRO 的過程將在系統所設定的三個空間中的功能元素中執行，而不再有實體資訊媒材與虛擬資訊媒材的區別。

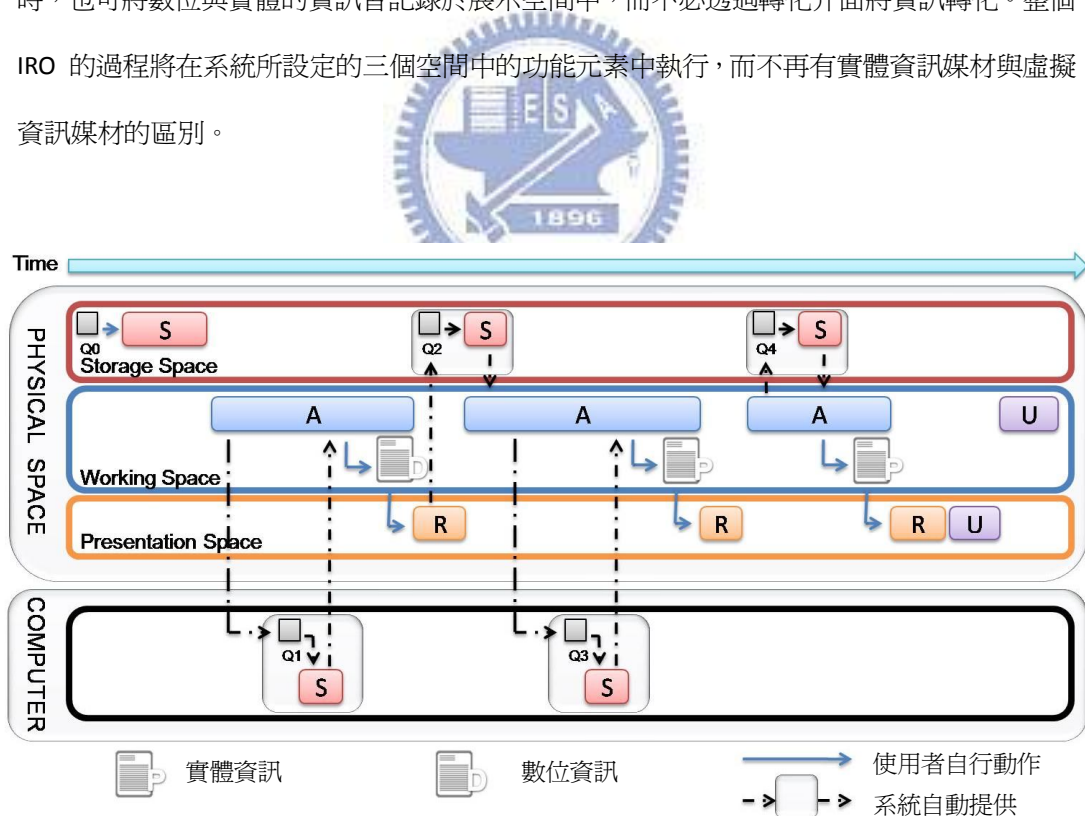


圖 27 SWIRO 操作流程情境示意圖

3.3.2 系統雛型

本研究規劃書架、工作桌、布告欄三種設計工作空間中常用的傢俱做為 SWIRO 系統雛型中主要的儲存空間、處理空間及展示空間，並將其各命名為環室書架 (Ambient Bookcase)、資訊桌面 (Informational Desk) 及數位布告欄 (Digital Billboard)。此三樣智慧型傢俱彼此互相串連，並偵測使用者的行為後提供使用者適時的幫助。經由此三種智慧傢俱所構成的智慧型設計空間，我們希望達到一個便利與人性的操作，提供設計者一個更簡易的資訊搜尋方式，使設計者能夠將更多的心力專注於設計之中。我們將整個 SWIRO 智慧型空間的系統原型以各個傢俱為單位，說明其扮演的角色與期望達到的目標，底下為各個傢俱的說明：

- 環室書架 (Ambient Bookcase)

本研究期望透過此書架，能夠提供設計者更方便的實體資訊搜尋機制，使設計者能夠透過此智慧型書架更簡單的找到想要閱讀的書籍，不必再像傳統的方式在書架前一本一本書籍慢慢尋找才能找出想要的資訊。我們透過環室資訊顯示的方式，使書架在不會影響到設計者工作的狀態下提供設計者實體資訊的建議，讓設計者做為 IRO 搜尋階段的資訊參考。

- 資訊桌面 (Informational Desk)

藉由此桌面，我們期望將數位與實體的資訊整合，讓設計者能夠使用統一的操作介面及相同的操作流程處理各種資訊，不必再由各個分散的介面獨立處理各類搜尋的資訊，統合整個 IRO 分析及使用的操作流程。由於當 IRO 行為完成後，設計者會進入到早期設計的階段，所以我們採用設計此階段的研究中，常使用的操控引喻，紙與筆，做為資訊桌面的操控方式，將網頁模擬為虛擬紙張，並使用數位筆與手並用的方式對資訊做出操控，以利設計者進行下一設計階段的使用。且透過此桌面，我們期望系統能主動的提供使用者所需的數位資訊，不必再由使用者自行於各個搜尋引擎中做出重複的搜尋動作，浪費許多無謂的精力與時間。

- **數位布告欄 (Digital Billboard)**

我們預期創造出一個可同時記錄數位與實體資訊的數位化布告欄，經由釘上數位圖釘的動作，我們可以將各種的資訊同時張貼於此布告欄中。透過此方式將所有的設計者想記錄的內容集中記錄於此布告欄中，使設計者能夠更方便的操作 IRO 的記錄及使用流程，不必再將資訊記錄於各個分散的位置，造成使用上的不便。且在數位資訊的使用上，藉由釘上數位圖釘把數位資訊做為紙張張貼的隱喻，數位資訊可以以圖像的方式顯現，設計者不必再只能透過記錄資訊的檔案名稱猜測檔案的內容再開啓此資訊瀏覽，而是可以直接以在布告欄中觀看此數位資訊。

而整個系統會記錄使用者分析及記錄行為中所操作資訊的內容，做為日後判斷各種資訊之間相關性的依據。



3. 3. 3 互動流程規劃

為能有效的設計此系統，我們將傳統 IRO 的使用流程與 SWIRO 系統原型的預期互動流程做出比較，以確定能夠確實幫助使用者更順暢的進行操作。我們將互動流程以 IRO 的操作行為分別做出說明。

- **搜尋**

傳統的數位資訊搜尋行為，當使用者閱讀書籍時，若需要與此書中相關的資訊，設計者則會上網以各種關鍵字搜尋相關的資訊，例如設計者若在觀看安藤忠雄的作品時，通常會透過網路搜尋安藤忠雄的所有相關資訊，而傳統的資訊搜尋行為必須自行使用搜尋引擎輸入此關鍵字，本系統則期望能減去此步驟，當使用者瀏覽安藤忠雄的資訊時，系統自動幫助使用者搜尋網路中各種安藤忠雄的資訊，提供使用者更便利的資訊建議 (圖 28)。

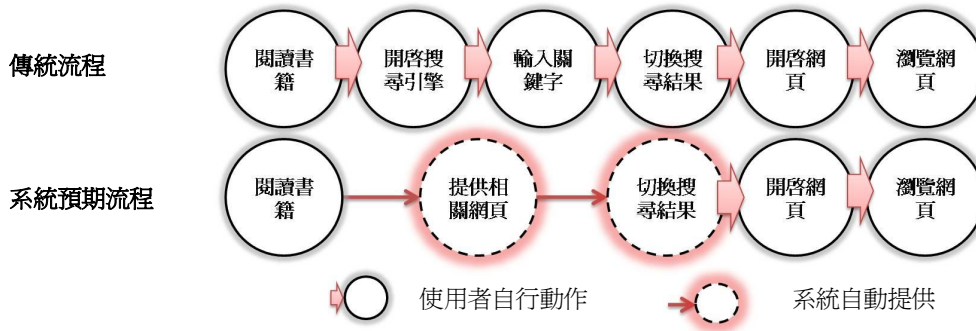


圖 28 傳統與預期系統數位資訊搜尋操作流程比較圖

而當於網路看到資訊而產生新的資訊需求時，使用者也會透過觀看書架中的書籍，尋找是否有與之相關的書籍在書架中可供閱讀。但傳統的搜尋行為必須透過設計者自行在書架中一本一本的尋找，其搜尋的方式並不是個有效率的方式，故本系統希望能夠省略此一步驟，當使用者需要相關實體書籍資訊時，能夠自動的提供使用者書籍的建議及所在位置的資訊，使設計者能夠更方便的找出需要的書籍（圖 29）。

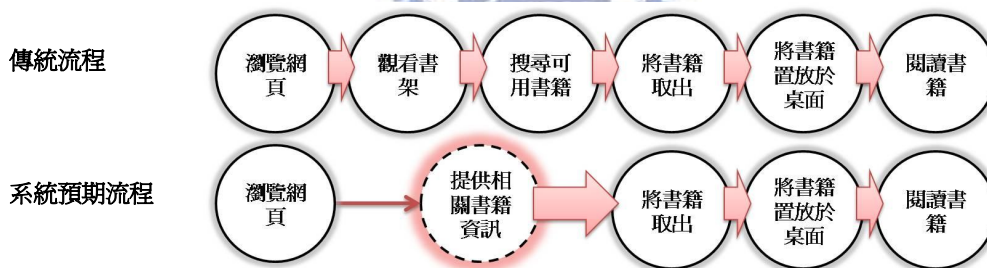


圖 29 傳統與預期系統實體資訊搜尋操作流程比較圖

由於資訊桌面採用紙與筆的操作模式，本系統期望透過在桌面上書寫關鍵字的方式，讓設計者能夠在看到想要搜尋的關鍵字資訊時能夠立即的書寫，當使用者輸入關鍵字後，系統會自動幫使用者搜尋相關的實體及數位資訊。系統會以動態的方式秀出各大搜尋引擎所找出的數位資訊，不必透過使用者自行連結至搜尋引擎中做出搜尋的動作即能得到想要的資訊。且系統能透過書中的內容提供與關鍵字相關的實體資訊建議，提供使用者更方便的實體資訊搜尋（圖 30）。

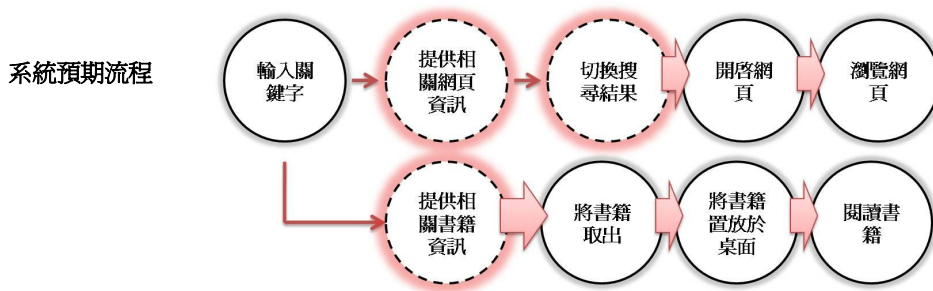


圖 30 預期系統輸入關鍵字搜尋實體及數位資訊流程圖

- 分析

我們將數位資訊的顯示介面與資訊桌面整合，使數位資訊能如紙張般操作，以便使各種資訊能夠同時被設計者操作。由於將數位資訊以紙張的方式整合於資訊桌面中，本研究期望透過手部的推拉能夠讓使用者操縱閱讀資訊或將資訊暫放一旁。而傳統在使用網頁資訊時，瀏覽多個網頁必須創造許多新分頁，但每個分頁的內容僅以分頁標頭的名稱提示使用者。當欲切換分頁時，常常會造成使用者不知到想要的網頁資訊存在於哪個分頁中。而透過將網頁模擬如紙張般操作，我們期望將數位資訊以圖形方式顯示於桌面中，讓使用能夠透過圖像辨識需要的網頁在哪，不會造成使用者常常切換不到自己想要的網頁的狀況發生（圖 31）。而在數位資訊與實體資訊比較的操作上，透過本系統將兩者的整合，使用者不必再一邊用手翻閱書籍一邊卻要使用滑鼠和鍵盤瀏覽數位資訊，達到更簡便與人性的操作。

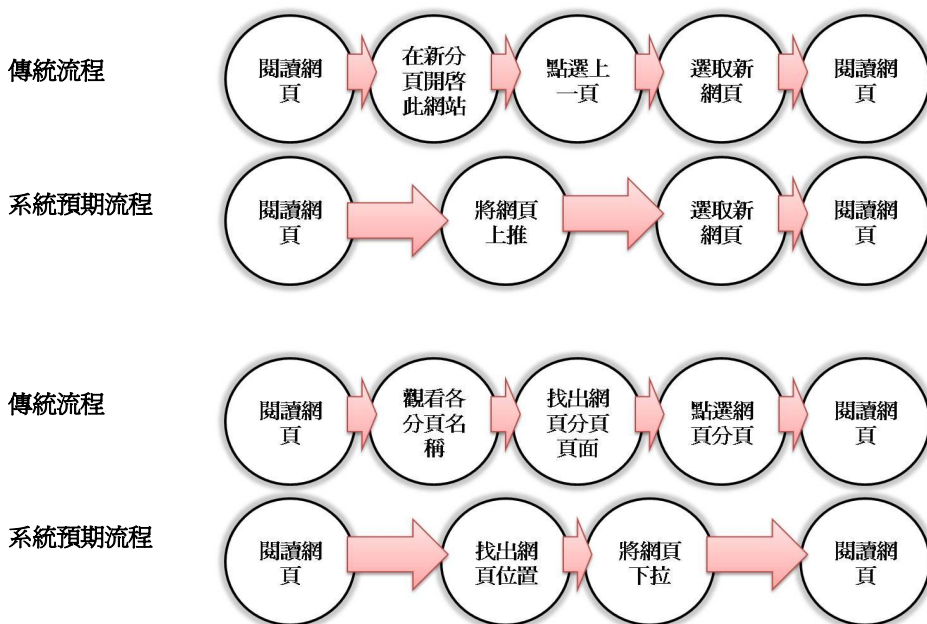


圖 31 傳統與預期系統數位資訊分析操作流程比較圖 上. 暫存資訊 下. 使用暫存資訊

且在設計者比較分析資訊時，系統能自動判別使用者正在想要閱讀的資訊。當使用者閱讀實體資訊時，系統會自動將數位資訊暫放一旁，直到使用者想閱讀此數位資訊時才移至桌面提供設計者使用（圖 32）。

系統預期流程

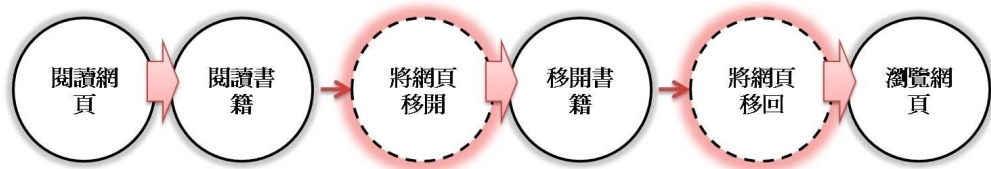


圖 32 預期系統資訊分析操作流程

記錄

本研究期望以數位圖釘為操作介面，透過釘上數位圖釘的動作，達到記錄數位資訊於數位布告欄的目標。而傳統一連串煩瑣的記錄數位資訊操作過程，或是將其透過印表機列印出來張貼的行為，將被本系統簡化為當圖釘釘上數位布告欄時，數位資訊即被系統自動記錄於圖釘所釘上的位置（圖 33）。我們期望透過以使用者原本就慣用的操作方式將各種資訊的記錄方式統合，且將記錄資訊彙整於同一記錄區域，不需使用者額外再耗費精神去回想檔案記錄在何處。

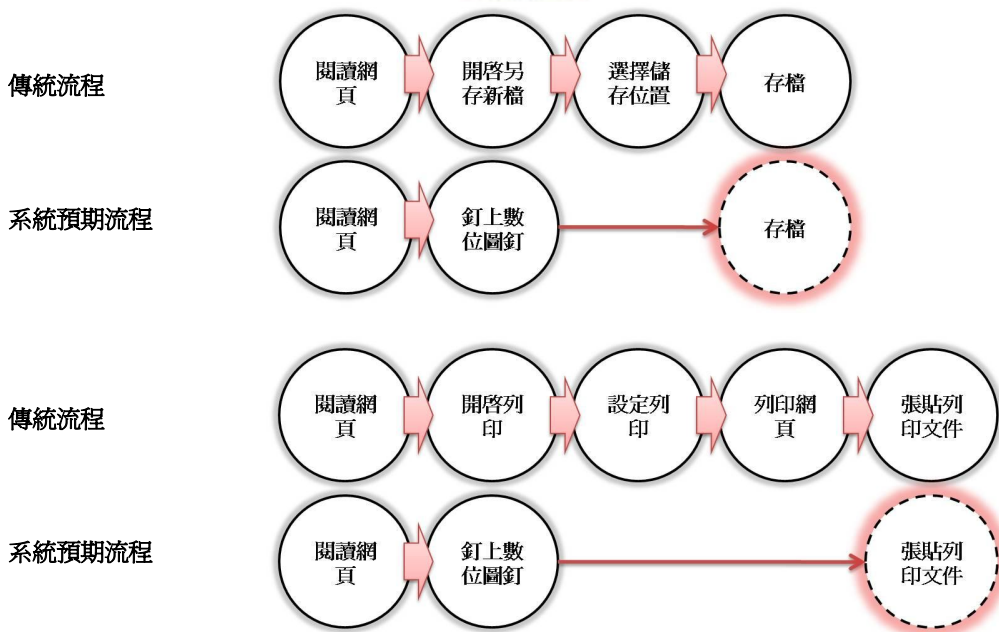


圖 33 傳統與預期系統數位資訊記錄操作流程比較圖 上. 存檔 下. 列印

且透過數位圖釘，本研究期望以相同的記錄操作行為，當使用者想記錄實體資訊時，也能直接把數位圖釘當正常圖釘使用將實體文件釘上，或是藉由釘上數位圖釘的動作，將實體資訊轉化為數位資訊釘上數位布告欄中記錄，不必再像傳統資訊記錄過程一般，必須先將其透過引印成文件後，才能張貼於布告欄中（圖 34）。

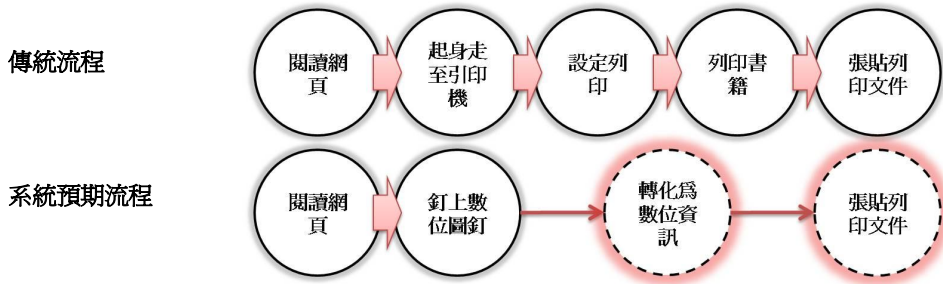


圖 34 傳統與預期系統實體資訊轉化為數位資訊記錄操作流程比較圖

- 使用

由於記錄方式的改變，當我們使用記錄資訊時，也變得更為簡易。設計者只須找出釘上資訊的位置，將圖釘拔下後，系統就會自動於資訊桌面中顯示出該記錄的資訊，不必再如傳統的記錄資訊一般，得先回想記錄的位置後一個一個資料夾打開，最後找到檔案後，才能開啓使用（圖 35）。且透過此種以圖像記錄數位資訊的方式，使用者不再需要只能以檔名判斷是否為所要找的資訊，只需要透過圖形辨認，對使用者來說將會更容易使用記錄的資訊。

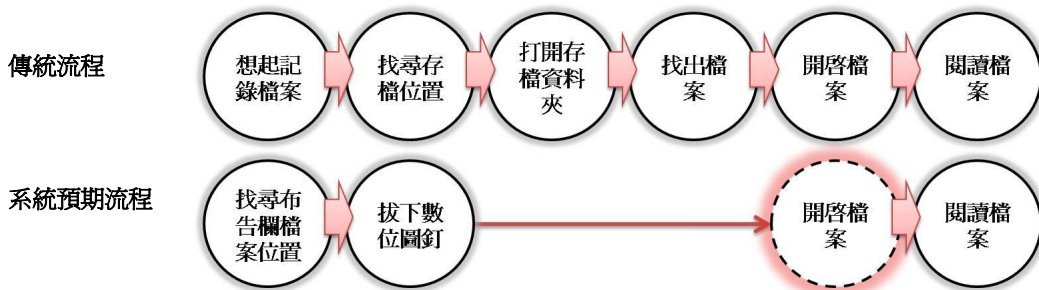


圖 35 傳統與預期系統數位資訊使用操作流程比較圖

當系統記錄實體資訊時，可藉由釘上數位圖釘將桌面上的實體資訊轉化為數位資訊釘上

數位布告欄，所以當欲使用此資訊時，設計者不必再將書籍做出掃描轉化資訊的動作即可在數位介面中使用（圖 36）。

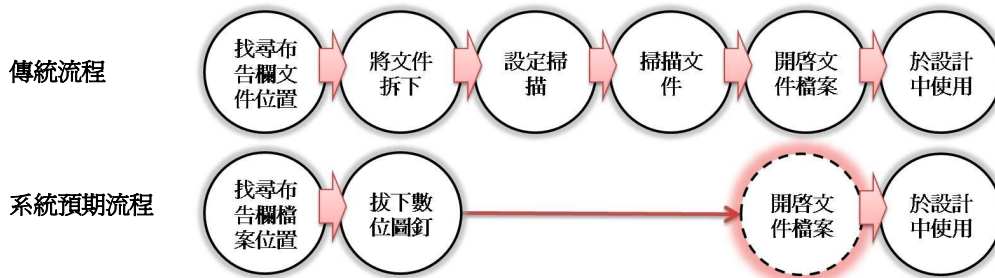


圖 36 傳統與預期系統實體資訊使用操作流程比較圖



系統實作 4

4.1 先期實作

延續第三章之分析，我們透過系統的先期實作來找出可能遭遇實作層面的問題，而後做出一個完整的 SWIRO 系統。先期實作包含透過 RFID 讀取標籤後使用搜尋引擎 Google 抓回相關資訊和使用 Webcam 做出紅外線的影像辨識。

4.1.1 實作架構

整個先期實作的系統架構包含一嵌入式觸控螢幕與使用手部操作的工作桌面和一套數位布告欄，數位布告欄包含數位圖釘和一個投影的傳統布告欄，其實作元素如下 圖 37 所示。

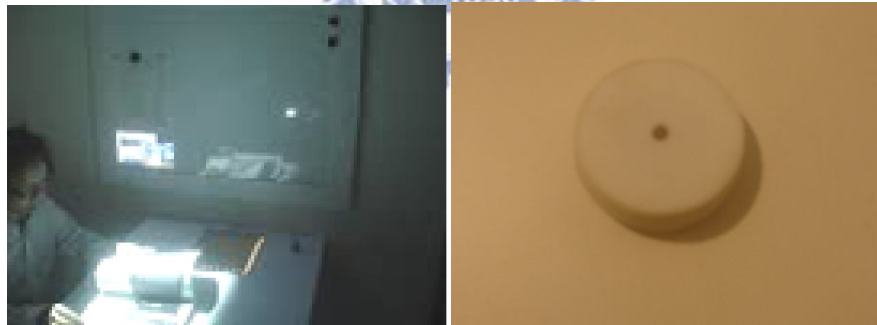


圖 37 SWIRO 先期實作 1. 工作桌面與布告欄 2. 數位圖釘

當使用者閱讀桌上的書籍，此系統會讀取黏貼於書本上的 RFID 標籤編號，透過預先記錄於標籤內的關鍵字資訊於 Google 中抓取文字及圖片資訊，顯示於鑲嵌在桌面的觸控螢幕中，使用者可透過點選觸控螢幕上的資訊在桌面閱讀詳細資訊；當使用者欲記錄此數位資訊時，可透過系統的數位圖釘記錄於布告欄中，其使用情境如下 圖 38 所示。



圖 38 操作情境 1.顯示相關資訊 2. 使用者閱讀數位資訊 3. 記錄數位資訊

4.1.2 紅外線影像辨識

數位圖釘透過背面的微動開關，當釘上布告欄時，微動開關啟動後，數位圖釘上的紅外線 LED 燈即發亮，藉此讓偵測位置的 Webcam 感測到數位圖釘的位置並配合將設計者欲記錄的數位資訊投影於布告欄中。Webcam 透過加上紅外線濾鏡，可以簡單的濾出數位圖釘上的紅外線光點，進而辨識數位圖釘所在位置（圖 39）。

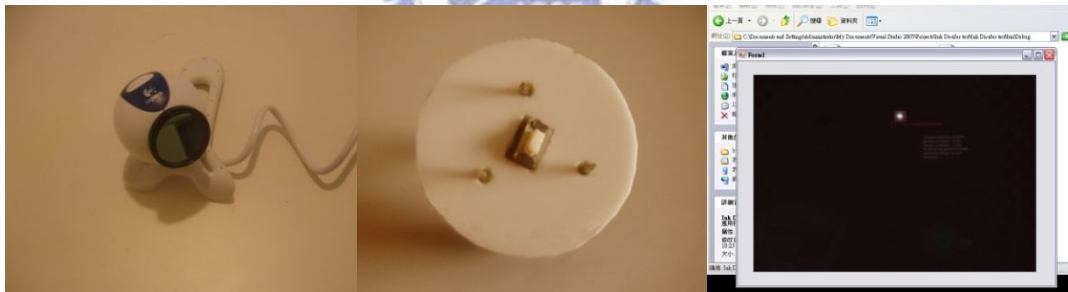


圖 39 紅外線影像辨識 1. 紅外線濾鏡 Webcam 2. 數位圖釘的微動開關 3.紅外線辨識軟體

4.1.3 發現問題

當實作出 SWIRO 的先期系統並測試時，我們發現了幾項系統不足的地方，以下是將系統不足的地方以條列式分項說明：

- **無法主動搜尋數位資訊**

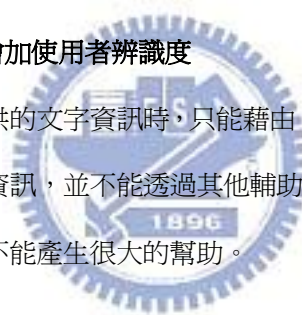
當使用者介面由傳統的個人電腦改為桌面式互動系統後，使用者只能藉由閱讀實體資訊來找出相關數位的資訊，而無法透過使用者自行的輸入來搜尋，且資訊來源全透過 Google 的搜尋，缺乏資料的豐富性，例如無法針對新書或是相片的資訊做出建議。

- **無法有效找出相關資訊**

透過預先記錄於 RFID 標籤內的資訊，系統可以找出相關的數位資訊，但對於使用者在觀看數位資訊時，系統並不能有效的提供相關的實體資訊訊息，且系統無法隨著使用者的使用，而產生不同於預先設定的資訊搜尋結果，意即系統對於每本書每次搜尋資訊的關鍵字資訊皆為相同，並無法滿足使用者在多次使用後的資訊需求。

- **透過文字呈現的資訊無法增加使用者辨識度**

當使用者在瀏覽系統所提供的文字資訊時，只能藉由 Google API 所提供出來的網頁標題及文摘做為判斷是否為所需的資訊，並不能透過其他輔助性的資訊（如圖片、聲音...等），對於使用者判斷資訊的需求並不能產生很大的幫助。



- **無法有效記錄資訊**

在布告欄中，透過先期實作的方式，無法透過同一操作介面（數位圖釘）達到記錄各種的資訊（實體與數位化資訊），必須分別藉由傳統的圖釘與數位圖釘才能在布告欄中記錄實體與數位資訊，且當實作出數位圖釘後，我們發現使用者記錄實體書籍的方式相對不便，因為必須透過將書籍列印後張貼的動作才能記錄於公佈欄中，與現行釘上數位資訊的方式相比，並不是一個有效率的作法。

透過上述分析，我們將做為實作出 SWIRO 系統參考與改善的目標，以期能夠更貼近使用者的需求，達到更完善的 IRO 操作介面。

4.2 系統架構

為達成 SWIRO 系統原型，在硬體方面則在空間中布置各種感測器 (Sensor)，使系統能夠動態的感應使用者行為並同步的給予回饋，而軟體方面本研究採用 C#.NET 為主要程式撰寫之語言，並搭配 Flash ActionScript 做出各種視覺顯示的動態介面及效果來實作出此資訊系統。

4.2.1 系統軟體流程

透過先前的行為觀察分析所得的結果與上個章節所規劃的系統雛型，我們得以得知 SWIRO 的系統需求。依照分析出的系統需求，本研究將各個家具元件分別規劃成三個不同的子系統並搭配一 SQL 網路資料庫伺服器，子系統間透過 XML 傳輸協定相互串連與溝通，共同架構出一完整的 SWIRO 資訊系統 (圖 40)。

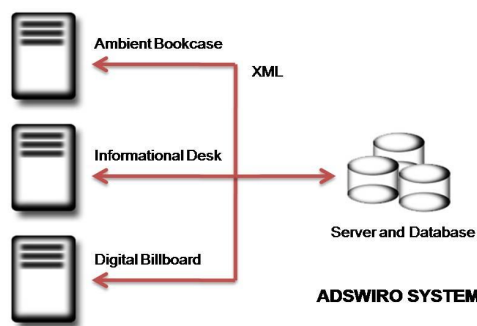


圖 40 SWIRO 系統架構

而各子系統共分為六個主要的模組處理一切 SWIRO 系統所需的功能，其模組各為行為觸發模組 (Behavior trigger module)、資訊處理模組 (Data filter module)、資訊庫模組 (Information heap module)、網路模組 (Network model)、圖形介面處理模組 (Graphic interface process model) 和輸出代理人模組 (Output agent module)，各模組的功能如下所述。

- 行為觸發模組 (Behavior trigger module)

透過接收各種感測器所傳出的訊號，行為觸發模組扮演著將此訊號解析並傳給資訊處理模組，讓資訊處理模組能夠依照訊號的不同做出判斷而使系統做出不同的回應的角色。行為觸發模組藉由各類的感測器回傳的訊息做出分析，我們可得知使用者目前的行為，而各感測器所傳遞的訊號代表的意義及行為分析的方式，我們將在接下來的章節中詳細說明。

- 資訊處理模組 (Data filter module)

透過行為觸發模組與網路模組所傳遞回的資訊，資訊處理模組則是負責將各訊息傳遞給該接收此訊息的模組，讓各模組間的溝通可以流暢的進行，例如若接收到需要各個傢俱間溝通的訊號時 (如資訊桌面需傳遞訊號給環室書架)，資訊處理模組則將此訊息傳遞給網路模組，讓網路模組將此訊息傳遞；或當接收到相關資訊需求的訊息時，資訊處理模組則將此訊息傳遞給資訊庫模組，透過資訊庫模組在網路及資料庫中取得相關訊息。



- 網路模組 (Network model)

在開啓 SWIRO 系統時，各子系統會自動連線至主系統，藉以提供子系統間互相傳遞資訊的功能，當資訊處理模組傳遞資訊給網路模組時，網路模組能將此資訊正確的傳遞至欲傳遞的子系統中，而此子系統也透過網路模組接收此訊息並傳遞給資訊處理模組做更進一步的資訊判斷，例如數位布告欄透過網路模組傳輸給資訊桌面釘上數位圖釘的訊號，資訊桌面的網路模組收到訊號後，則由資訊桌面的資訊模組透過網路模組傳遞正閱讀網頁的相關訊息給數位布告欄做出反應。

- 資訊庫模組 (Information heap module)

此模組扮演一切相關資訊處理並提供系統使用的角色。當資訊處理模組傳遞需求至此模組時，此模組能透過連線主系統的資料庫抓取相關關鍵字、書籍及網頁資訊，並透過存取出的相關關鍵字再至網路的搜尋引擎抓取相關資訊；或將使用者使用的各種資訊存入主系統的資料庫中，例如將使用者本次使用所閱讀的資訊、使用過的關鍵字資訊及記錄的資訊存入系

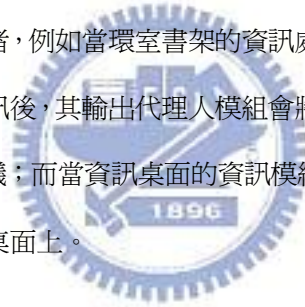
統資料庫中，作為資料相關性判斷的依據。而此系統所使用的搜尋引擎包括 Google 的文字及圖片搜尋、Yahoo 的文字、新聞及圖片搜尋、Flickr 相片搜尋 和 Amazon 書籍搜尋。

- 圖形介面處理模組 (Graphic interface process model)

當資訊需要做顯示處理時，圖形介面處理模組扮演著圖形處理的角色。例如將資訊庫模組所整理的資料以 HTML 的檔案格式輸出，提供給輸出代理人模做出動態的排版與資訊顯示，或將資訊處理模組傳來的網頁位址抓取其網頁頁面的縮圖，儲存成 300*225 像素的 JPG 格式，提供系統輸出代理人使用。

- 輸出代理人模組 (Output agent module)

此模組透過接收資訊處理模組處理完畢的資訊，將資訊傳遞至各正確的輸出軟硬體，讓其做出正確的反應回饋與使用者，例如當環室書架的資訊處理模組傳來使用者閱讀網頁的相關實體書籍所在書架位置的資訊後，其輸出代理人模組會將相關書籍所在位置的環室光源亮起，提供使用者相關書籍的建議；而當資訊桌面的資訊模組傳來網址資訊時，其輸出代理人則會透過投影機將網頁投影至桌面上。



透過此六種模組的功能，我們可以架構出一完整的 SWIRO 軟體系統。當使用者正使用 SWIRO 時，行為觸發模組會透過各個感測器傳來的訊號，做出使用者的使用狀態的判斷，並將資訊傳入資訊處理模組。透過資訊處理模組的分析，系統選擇傳遞資訊給資訊庫模組、網路模組、圖形介面模組或是輸出代理人模組。當需要取得相關資訊時，資訊處理模組會通知資訊庫模組做出相關資訊的搜尋。若需要各子系統間的訊息傳遞則傳入網路模組，各子系統接到網路模組的訊號後，會傳入其所在的資訊處理模組中再做出分析。而若需圖型處理的時候則將資訊傳給圖形介面處理模組做出進一步的圖形處理。各模組做出處理後，會再通知資訊處理模組，而後資訊處理模組將處理的資訊透過輸出代理人模組顯示出處理後的資訊。整個 SWIRO 的子系統運作流程如下圖 41 所示。

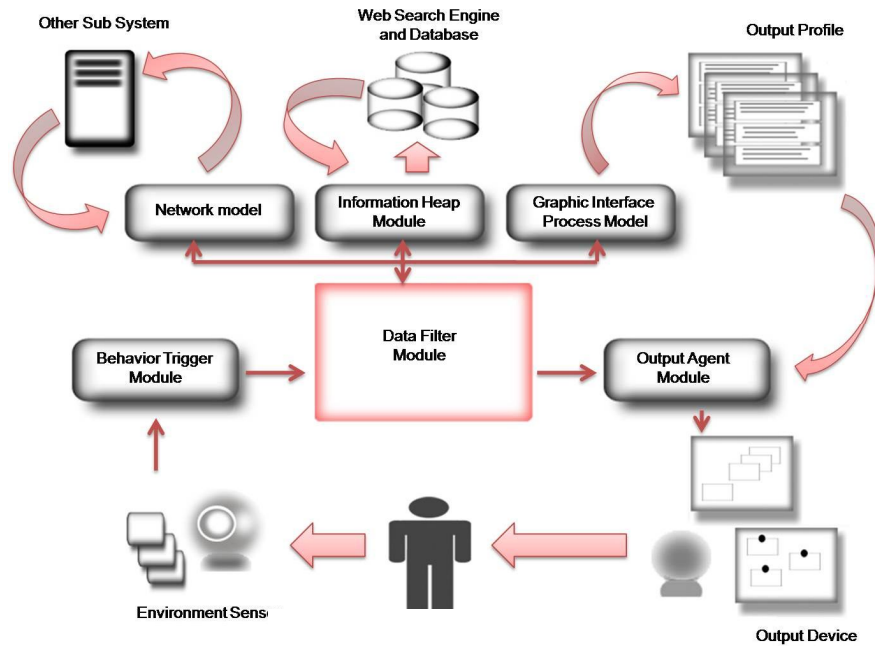


圖 41 SWIRO 子系統運作流程

4.2.2 空間與硬體架構

如第三章所述之系統雛型，本 SWIRO 系統包含資訊桌面、環室書架及數位布告欄三種傢俱元件，而其設計工作環境的空間配置及硬體架構如下圖 42 所示。我們將整個硬體架構以各個 SWIRO 的傢俱元件為單位做出說明，其說明如下：

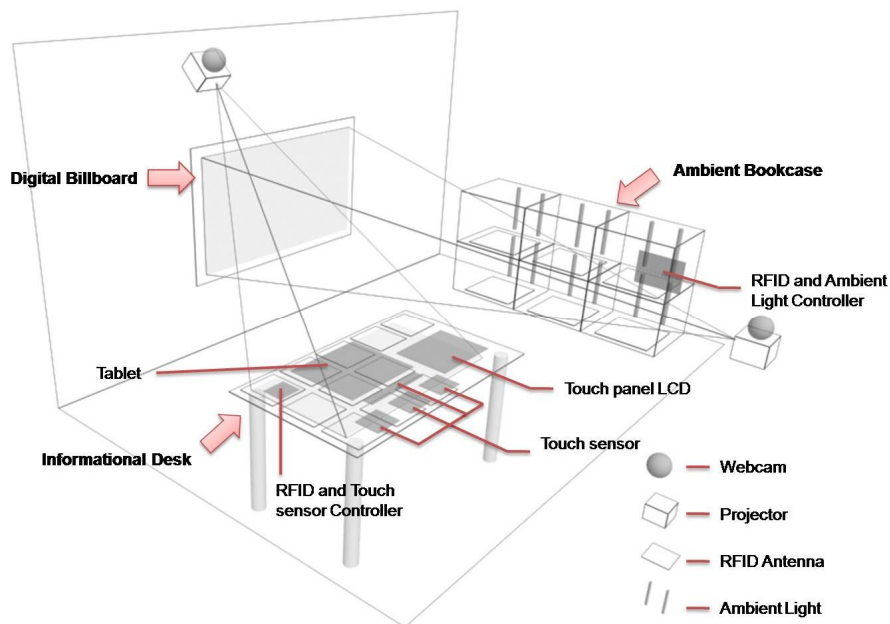


圖 42 SWIRO 空間配置及硬體架構

- 資訊桌面

包含 1. RFID 讀取器 (RFID Reader) 和 RFID 天線 (RFID Antenna) 2. 觸摸感測器 (Touch sensor) 3. 觸控螢幕 4. 數位畫板 (Tablet) 5. Webcam 五種感測元件 (圖 43) 並搭配一台投影於桌面的投影機。透過各個感測元件所傳回的資訊可了解使用者目前的行為並給予適當的回應。

由於在環室書架的書本中，皆有黏貼代表此書本的 RFID 標籤，RFID 讀取器透過本論文以 Microchip 公司所生產的八位元單晶片做的自製控制器切換讀取的天線，可以感測 RFID 標籤的所在位置，進而了解書本的資訊及在桌面上擺放的位置；透過觸摸感測器則可感測使用者手部對桌面資訊的操作行為；觸控螢幕可動態的顯示使用者所需的操控介面，提供使用者操作；數位畫板可感測使用者使用數位筆操作的行為；而使用 Webcam 則可對坐在桌面前的使用者的動態行為做出感測。



- 環室書架

包含 1. RFID 讀取器和 RFID 天線及 2. 環室燈光控制器 (Ambient Light Controller) 兩種硬體元素 (圖 43)。透過 RFID 讀取器切換天線同樣能偵測出書本資訊及所在書架中的位置；而透過環室燈光則可提供書本所在位置的資訊給與使用者做出最直接的回饋。



圖 43 資訊桌面與環室書架硬體施做 上. 資訊桌面 下. 環室書架

- 數位布告欄

包含 1. Webcam 及 2. 數位圖釘 兩種硬體感測元件及一台投影於布告欄中的投影機。經由 Webcam 可對使用者使用數位圖釘的行為做出偵測；數位圖釘藉由特殊的開關設計，當釘上布告欄時，會因釘上的資訊形式的不同而造成紅外線 LED 不同的反應，讓 Webcam 可分辨釘上的為實體或數位的資訊，當釘上的為數位資訊時，紅外線 LED 發亮，當釘上的為實體資訊時，情形則相反（圖 44）。

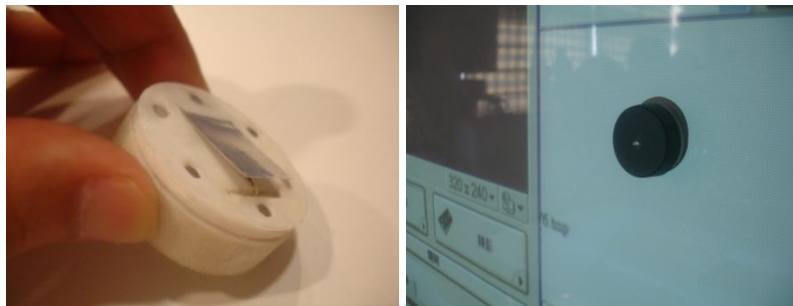


圖 44 數位布告欄 1. 數位圖釘 2. 釘上數位圖釘

而各個感測器與子系統的搭配則如下圖 45 所示。

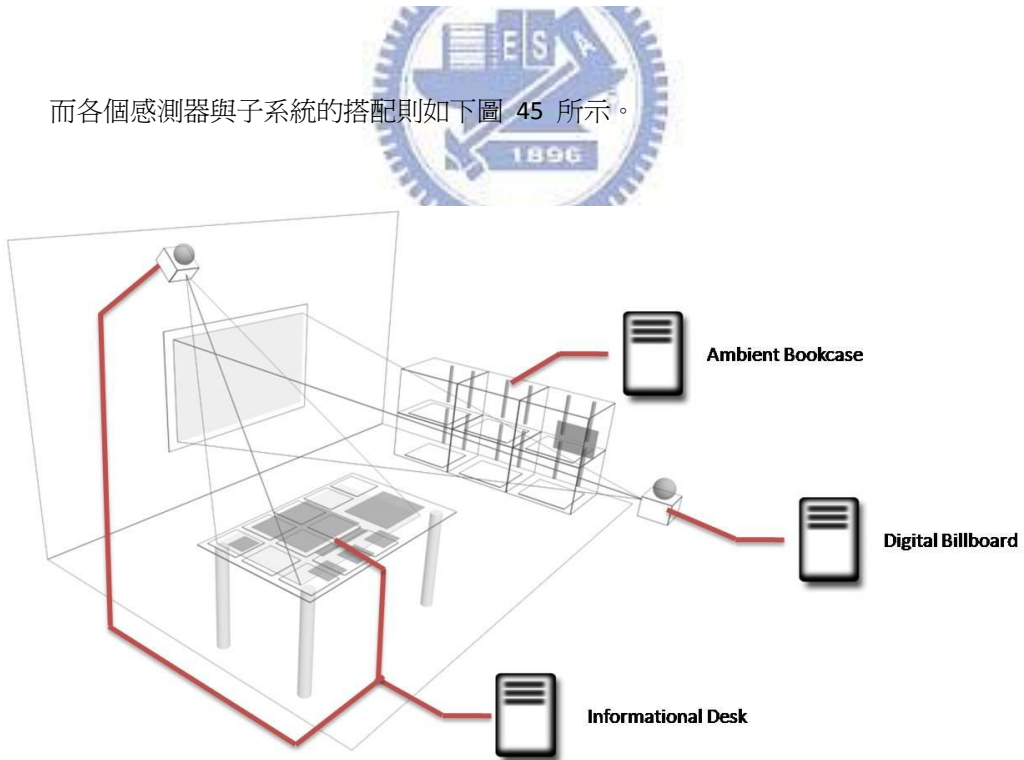


圖 45 SWIRO 子系統與感測器架構圖

4.2.3 行為觸發與技術說明

各種感測器的搭配可偵測出使用者目前的行為，而其所搭配偵測的行為對於系統的意義則整理成如下表 3。

SWIRO 傢俱元素	感測器	訊號提供	判別意義	判別行為分類
資訊桌面	RFID 讀取器 + 天線	讀取桌面上所有標籤及其所在位置	提供資訊庫模組做出資料相關性判斷及記錄。	搜尋記錄
			提供輸出代理人模組判斷是否將顯示網頁縮至暫存區塊。	分析使用
	觸碰感應器	判斷使用者手部在桌面推拉動作	提供輸出代理人模組判斷將數位資訊暫存或將暫存的數位資訊拉下至桌面中央顯示。	分析使用
	數位筆+數位畫板	手寫辨識	提供關鍵字供資訊庫模組做出搜尋即作出資料相關性記錄。	搜尋記錄
		點選數位板位置	桌面中央顯示數位資訊的操控。	分析使用
	Webcam	動態感應 (一有動作則回傳訊息)	提供行為觸發模組判斷是否為閱讀狀態。搭配 RFID 讀取器，若桌面閱讀區域有書本，Webcam 有動態感應，則使用者正閱讀此書。	分析使用
			當網路模組傳回釘上實體資訊命令時，則將桌面畫面拍下並回傳資訊庫模組做出記錄。	記錄
	觸碰板	判斷使用者在其上方點選的位置	提供輸出代理人模組判斷欲顯示資訊。	分析
			提供使用者主動操作系統。	搜尋

				分析
環室書架	RFID 讀取器 +天線	讀取書架中所有標籤及其所在位置	提供輸出代理人做為環室書架亮燈的依據。	搜尋
數位布告欄	Webcam	紅外線亮點位置	搭配資訊桌面的 RFID 讀取器及 Webcam 感測訊號，提供圖型模組判斷是否將桌面閱讀的實體資訊轉化為數位資訊。	記錄使用
			提供資訊庫模組對貼上資訊做出資料記錄。	記錄
			提供輸出代理人模組 貼上、拔下 或 移動數位資訊的判斷。	記錄使用

表 3 感測器訊號對系統代表意義分析表

我們將針對上表格中所使用需加詳述的各項感測技術進行說明：



- 書籍位置判斷

本系統採用集佳科技 RWM600 的 RFID 讀取器，其優點為可以多個標籤同時讀取，最高效率可達 30 張，所以透過此讀取器和本論文自製的切換天線電路板，系統可藉由判別讀取天線的編號及其天線所讀取的 RFID 標籤編號做出哪個標籤在哪個天線上的判別，故可定位書籍所在書架的位置，而此自製的 RFID 天線切換硬體架構則如 右圖 46 所示。

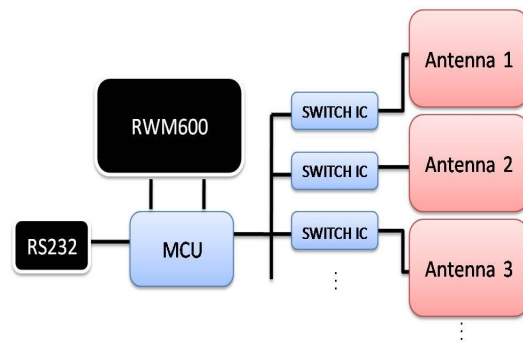


圖 46 RFID 天線切換硬體架構

- 閱讀書籍判斷

由於資訊桌面也有 RFID 的天線陣列，故我們可以得知書籍在桌面上的位置。因為本研究將 RFID 標籤黏貼於書籍的左下角，透過 RFID 天線的分割，我們可將桌面分割為閱讀區域及非閱讀區域 (圖 47)。當閱讀區域有的天線讀到標籤資訊時，加上 Webcam 判斷閱讀區塊有動作發生，我們推斷使用者正閱讀天線所讀到標籤所代表的書籍；此時若使用者點選數位資訊，則會呈現此數位資訊在非閱讀區域，當桌面閱讀區域讀不到標籤資訊時系統才將數位資訊顯現在閱讀區域中。而透過比對使用此系統



圖 47 資訊桌面閱讀區畫分

啓始時桌面書籍擺放的狀況，可以了解使用者新擺上的書籍，做為記錄與比對找出相關資訊的依據。



- 數位資訊暫存

本系統使用型號為 QT113 的電容感測器 IC 搭配自製電路板達到觸摸操控。透過觸控感應器，可以判別使用者推拉數位資訊的動作。當圖 48 中 1 感應器感應到觸碰資訊時，若 2、3、4 其中一個感應到觸碰資訊，則將資訊顯示分別對應到 2、3、4 感應器位置上方投影出資訊。相同若先感應到 2、3、4 其中一有觸摸反應，若 1 感應器接著感應到觸摸資訊後，若 2、3、4 位置有投影暫存資訊，則將資訊顯示於閱讀區。若單純只單一感測器有觸摸反應或搭配順序不對則不動作。藉此可將數位資訊暫存於資訊桌面上。

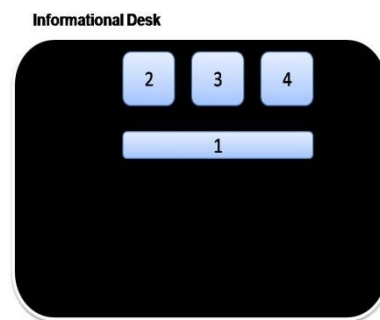


圖 48 觸摸感應器位置

- 數位筆手寫辨識

微軟 Windows XP 內建有手寫辨識功能，可以簡單的利用 INKEDLib、MSINKAUTLib 兩個功能庫 (Library) 達到手寫辨識的功能。透過此功能，我們可以用手寫輸入的方式讓使用者主動輸入關鍵字做出搜尋。

- 數位圖釘的使用

我們用 320 * 240 畫素可讀取紅外光的 Webcam 加上濾光片後，偵測數位布告欄的動態影像。我們將影像的 RGB 值儲存成一個 80 * 60 的矩形陣列 (意即每四點偵測一次)，每隔 0.5 秒偵測一次。當使用者釘上數位圖釘時，我們用以下方式判別 1. 使用者欲記錄的資訊為實體、數位資訊，或是欲將實體資訊轉為數位資訊 2. 釘上、拔下 和 移動數位資訊。

1. 若釘上數位圖釘，Webcam 感應不到紅外光點時，則使用者釘上的資訊為實體資訊。

當釘上數位圖釘，Webcam 判定釘上資訊時，使用者閱讀區域若中有書籍，則系統會將書籍畫面照下，並投影於布告欄中偵測到數位圖釘位置的右下方，系統判別使用者欲將實體資訊轉化為數位資訊記錄；而閱讀區若顯示網頁，則將網頁資訊釘上布告欄中，系統判別記錄此網頁資訊。

2. 透過 RGB 值的設定，我們可以比對出紅外線亮點，當亮點產生時，系統隔兩秒再偵測一次，若還是偵測同一位置有亮點，系統判別釘上資訊。若紅外光點消失，系統隔兩秒再偵測一次，若確實消失，辯別其餘陣列內有無新亮點產生，若無則系統判別拔下資訊，並將此資訊傳回資訊桌面，若確實消失，但判別其餘陣列內有新亮點產生，則將消失亮點所記錄資訊移至新亮點右下方，系統判定移動資訊。

- 資訊相關度排序

資料採礦技術就發現知識的類型觀點而言，主要包括 1. 關聯法則 (Association Rule) 2. 資訊歸納 (Data Generalization) 與資料總結 (Data Summarization) 3. 資料分類 (Data Classification) 4. 資料簇群 (Data Clustering) 5. 樣式相似度 (Pattern-based Similarity) 6. 路徑移動型樣 (Path Traversal Patterns) 與 7. 類神經網路 (Neural Network)...等 (藍儒鴻,

2004)。

本論文採用關聯法則的方式當 SWIRO 系統搜尋相關性資訊的依據。關聯法則的技術主要是找出資料間的關聯性，一般常見的商業應用常用於搜尋出顧客與買賣商品之間的關聯性，例如超商記錄各個顧客買過的東西，而決定各個商品的擺放位置。運用此資料採礦技術的目的，即是為了找出一般普通常識所不知道或不明顯的關聯性，透過關聯性法可以找出所有與特定目標有強關係所有資訊，故適合用於本論文所需的資料採礦機制。本論文透過記錄使用者每次使用所閱讀的書籍及網頁，輸入的關鍵字及記錄的資訊，將資料庫的使用記錄欄位規劃如 圖 49。

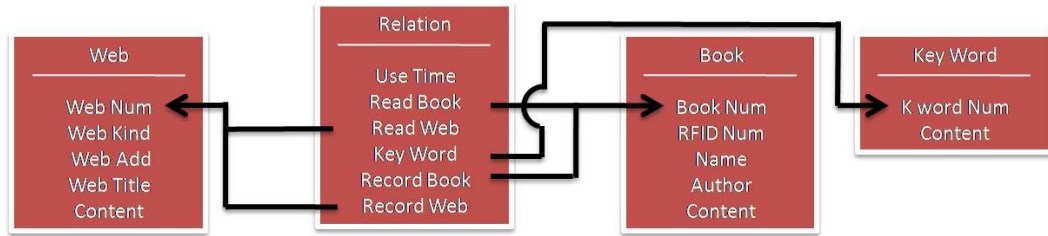


圖 49 使用記錄資料庫欄位規劃

我們使用關聯法則所定義的支持度 (Support) 與信賴度 (Confidence)，做為判斷資料相關性的準則。支持度為關聯事項發生的頻率，而信賴度則是此關聯事件的可信程度。舉例來說 T1 為閱讀的書籍，而 T2 則是記錄的網頁資訊，我們要找出 T1 與 T2 的關聯性，則判斷相關性的準則為：

支持度：Sup (T1 → T2) = P (T1 T2)	T1 = 閱讀的書籍
信賴度：Con (T1 → T2) = P (T1 T2) / P (T1)	T2 = 記錄的網頁資訊
	P = 所占總數百分比

本研究採用關聯法則中廣為使用的 Apriori 演算法，將最小支持度定為 10%，而最小信賴度定為 30%，當判斷是否為相關資訊時，從資料欄位取出所有滿足最小支持度與最小信賴度的資訊並透過信賴度排序找出所有強關係的資訊，將所有找出的資訊以 Record 欄位的資訊優先，Read 欄位次之的順位顯示資訊於資訊桌面的觸碰螢幕中供使用者點閱。而找出的

Key Word 欄位資訊則依排序於各搜尋引擎中搜索相關的資訊並在觸碰螢幕中做出動態顯示提供使用者建議。

整個 SWIRO 系統原型的互動流程及行為感測技術如下圖 50 所示。以下就針對下圖的流程表進行說明：

1. 我們透過 RFID 及 Webcam 感測使用者閱讀資訊的狀態。當 RFID 讀取到標籤且 Webcam 感測到有動態發生時，系統判定使用者正閱讀標籤所代表的書籍，並開始搜尋各大搜尋引擎尋找相關資訊。當搜尋資訊完成時，即將所搜尋到的資訊以動態切換的方式將結果顯示於資訊桌面的觸碰螢幕中供使用者參考。
2. 透過數位畫板我們能感測使用者對數位筆的操作。當使用者書寫關鍵字時，系統能辨識使用者所書寫的文字，並開始搜尋相關的數位與實體資訊。當搜尋完畢時，系統會將數位相關的資訊顯示於資訊桌面的觸碰螢幕中，並將搜尋到的相關實體書籍位置透過環室書架的環室光源顯示予使用者知曉。
3. 當使用者正閱讀書籍時，系統會自動將先前使用者所點閱的數位資訊先暫存於桌面暫存區中，直到感測到使用者沒有在閱讀書籍時才將資訊移回桌面的閱讀區塊中。而透過電容觸摸感測器，使用者也可以手部的動作直接操作數位資訊，將其暫存或選擇閱讀。當使用者將數位資訊上推時，系統即將使用者正閱讀的數位資訊暫存於桌面上方使用者所指定的位置，而當使用者將資訊下拉時，則將此暫存資訊重新顯示於桌面的閱讀區塊中。
4. 當使用者釘上數位圖釘時，系統透過 Webcam 偵測數位圖釘上所顯示的紅外光資訊偵測使用者釘上資訊的形式及狀態位置。當使用者正閱讀書籍時，系統透過 Webcam 拍下書籍畫面並顯示於使用者所釘上數位圖釘的位置，並自動記錄使用者所釘上的資訊及相

關的狀態做為日後相關資訊參考。當使用者閱讀數位資訊時，則將此數位資訊顯示於圖釘釘上的位置，並加以記錄，且開始搜尋並提供使用者記錄資訊相關的實體資訊位置。而當使用者將數位圖釘中夾著實體媒材時，系統則不會有任何動作。當使用者拔下數位圖釘時，系統即自動將數位圖釘所在位置的資訊顯示於資訊桌面的閱讀區中供使用者操作。

- 系統透過 RFID 感知書籍所在位置，當使用者取出或放入書籍時，系統即能自動偵測。當使用者欲獲得相關書籍建議時，可主動操作系統，系統即透過環室書架的環室光源提供使用者建議。而當使用者記錄數位資訊時，系統也會自動提供使用者所記錄數位資訊的相關書籍建議供使用者參考。當提供建議時，系統會感測書籍的狀態，當使用者取出系統建議的書籍時，系統隨即關閉環室光源顯示，而若使用者沒有動作時，系統在一定時間後則會自行關閉顯示光源。當然使用者也能透過資訊桌面的觸碰螢幕自行操控光源的顯示與關閉。

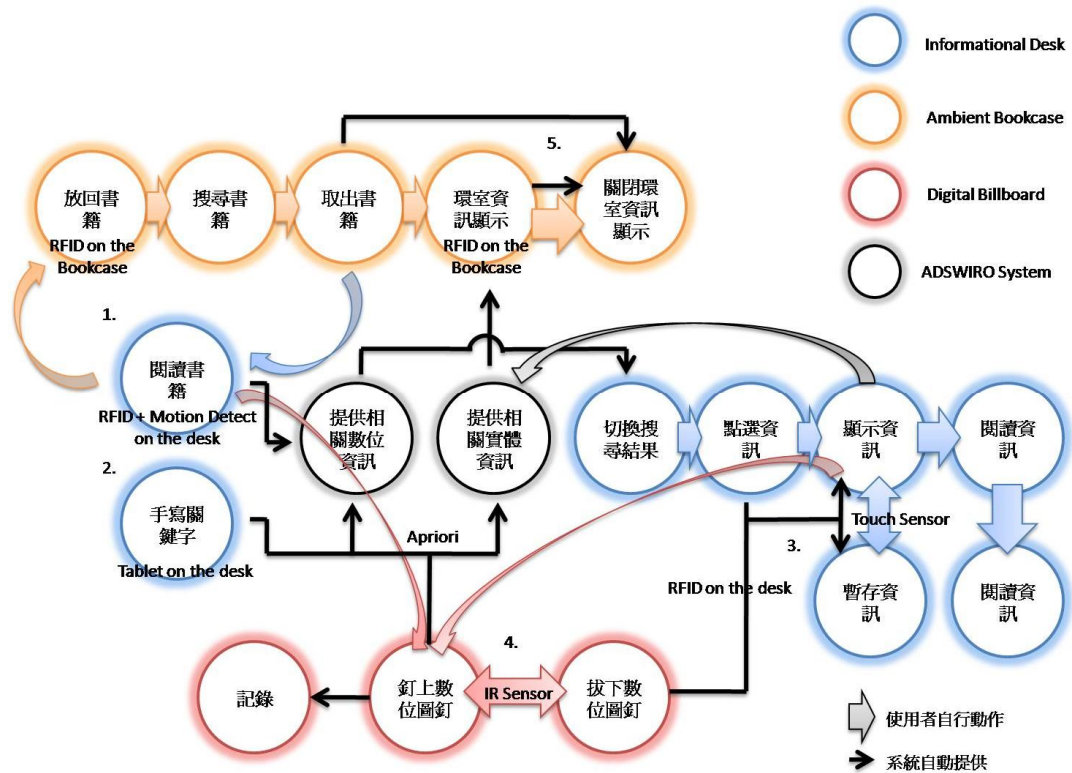


圖 50 SWIRO 操作流程圖

系統使用與測試 5

5.1 應用範例

整個 SWIRO 實作出的原型包含資訊桌面、環室書架和數位布告欄，其空間配置和實作原型樣貌如下 圖 51 所示。



圖 51 SWIRO 系統原型 1. 資訊桌面 2. 環室書架 3. 數位布告欄

各個傢俱元素互相串連，當使用者在其中做出 IRO 行為時，各個傢俱會依據使用者的行為做出適當的回應，底下為此系統原型的使用範例整理：

1. 當設計者開始閱讀書籍，系統會自動提供燈光與必要的圖型操作介面，這些圖形操作介面是用來輔助設計者做主動的系統操作（圖 52）。

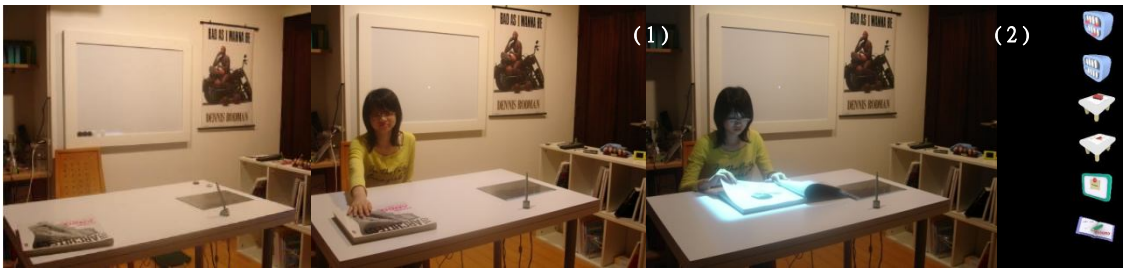


圖 52 SWIRO 啟動操作 1. 系統提供燈光 2. 必要操作介面

2. 系統會搜尋與使用者閱讀的書籍相關的數位資訊並以動態的方式顯示於鑲嵌在桌面上的觸控螢幕中。當使用者覺得想要瀏覽此系統提供的資訊時，可以點選觸控螢幕。當使用者點選後，系統會自動判別使用者的閱讀狀況。若使用者正在閱讀書籍時，系統會將資訊暫存於桌面左下方，若無，則系統會將資訊投影於桌面上的閱讀區中 (圖 53)。



圖 53 顯示相關資訊及閱讀資訊 1. 顯示相關資訊 2. 點選欲閱讀資訊

3. 閱讀數位資訊 4. 閱讀實體資訊

3. 觸控螢幕顯示從各搜尋引擎中找出的資料，搜尋引擎包含 Google, Yahoo, Flickr, Amazon 四種，並以動態的方式將找到的資料顯示 (圖 54)。

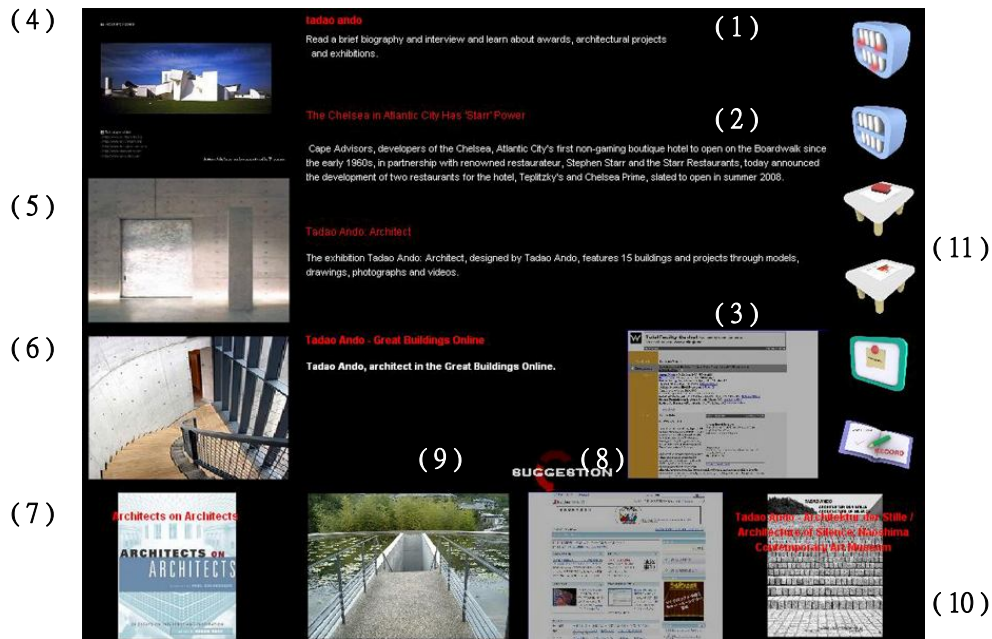


圖 54 建議資訊配置

而上圖 5-4 建議資訊的配置依序為 1. Google 文字搜尋 2. Yahoo 新聞搜尋 3. Yahoo 文字搜尋 4. Google 圖片搜尋 5. Yahoo 圖片搜尋 6. Flickr 像片搜尋 7. Amazon 書籍搜尋 8. 系統建議網頁 9. 系統建議圖片 10. 系統建議書籍 11. 使用者主動操作介面。

4. 使用者對於數位資訊的操作方式有兩種，筆式操作和手觸摸操作（圖 55）。

筆式操作可操作：1. 瀏覽網頁（如將網頁上下移動，點選網頁按鍵...等）

2. 使用 SWIRO 手寫輸入關鍵字搜尋，搜尋後的數位資訊將顯示於觸控螢幕中。

手觸摸操作：

1. 將數位資訊暫存於桌面上方，或移下閱讀。

2. 觸碰觸控螢幕選取顯示資訊。

3. 主動操作 SWIRO 系統。

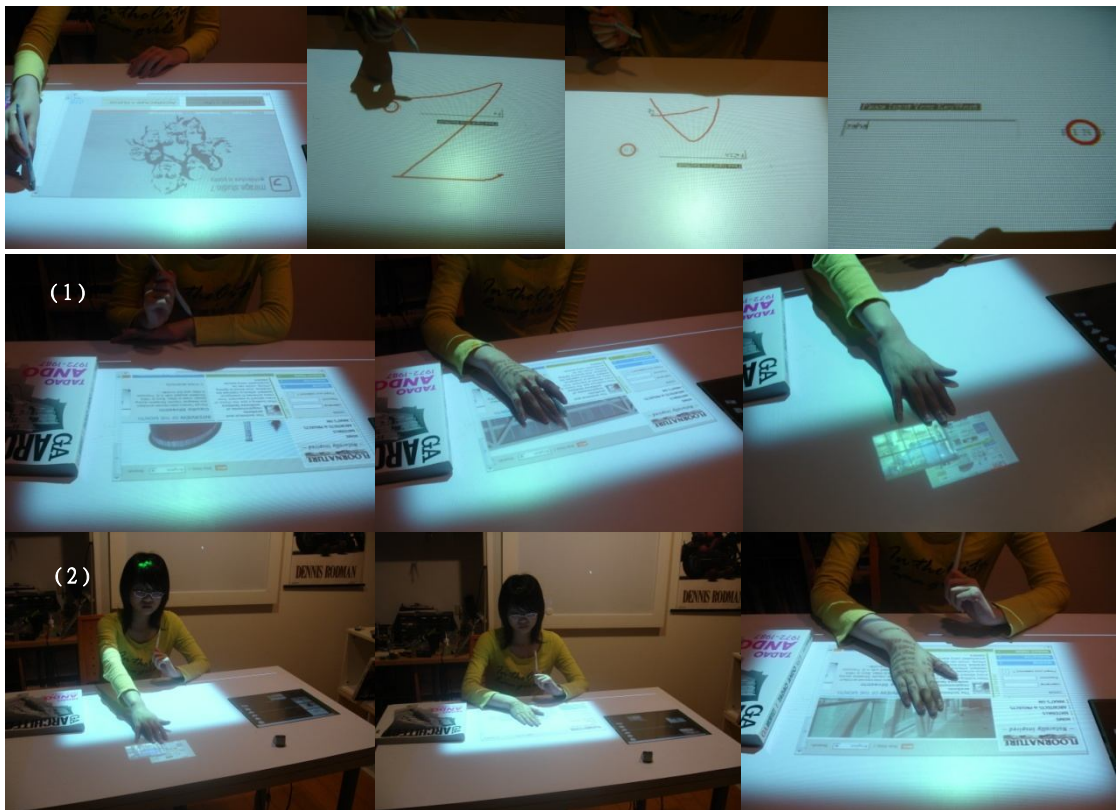


圖 55 資訊桌面使用者操作流程 上, 筆式操作 下, 手部操作 1. 上推 2. 下拉

5. 當使用者正瀏覽數位資訊時，系統會協助搜尋實體資訊，當搜尋完畢後，系統以環室燈光顯示書籍所在正確位置（圖 56）。系統有三種狀況透過環室燈光對使用者提出建議：
 1. 當使用者輸入關鍵字搜尋數位資訊
 2. 當使用者記錄數位資訊
 3. 使用者透過圖形介面主動提出建議要求

共有三種關閉燈光方式：

1. 當使用者將書籍拿出後，環室燈光關閉
2. 使用者主動關閉
3. 系統等待一段時間後關閉。

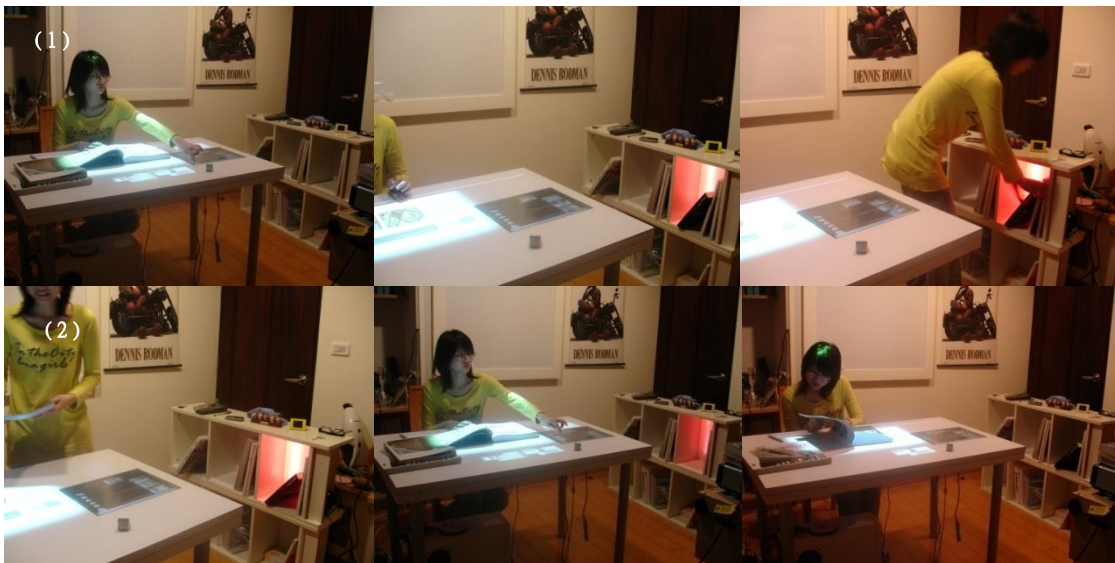


圖 56 環室書架書籍建議顯示 1. 顯示建議資訊 2. 關閉建議資訊

6. 當使用者欲記錄資訊時，可透過數位圖釘將資訊記錄於數位公佈欄中。數位圖釘可同時記錄數位及實體資訊，或將實體資訊轉化為數位資訊記錄，而不用更改使用的介面（數位圖釘）(圖 57)。



圖 57 數位圖釘釘上資訊種類 1. 實體資訊 2. 數位資訊 3. 實體轉化為數位資訊

數位圖釘的使用方式分為：

1. 記錄

當記錄數位資訊時，使用者釘上數位圖釘，系統將會把呈現在桌面上的數位資訊以網頁縮圖和關鍵資訊搭配的方式顯示於數位布告欄中。

2. 移動

當使用者移動數位圖釘時，數位資訊的顯示也會隨著圖釘的位置移到新的圖釘所在的

位置。

3. 拔下

當使用者拔下數位圖釘時，數位布告欄的數位資訊也隨即消失，而其資訊將會呈現於資訊桌面上供使用者決定關閉或閱讀（圖 58）。

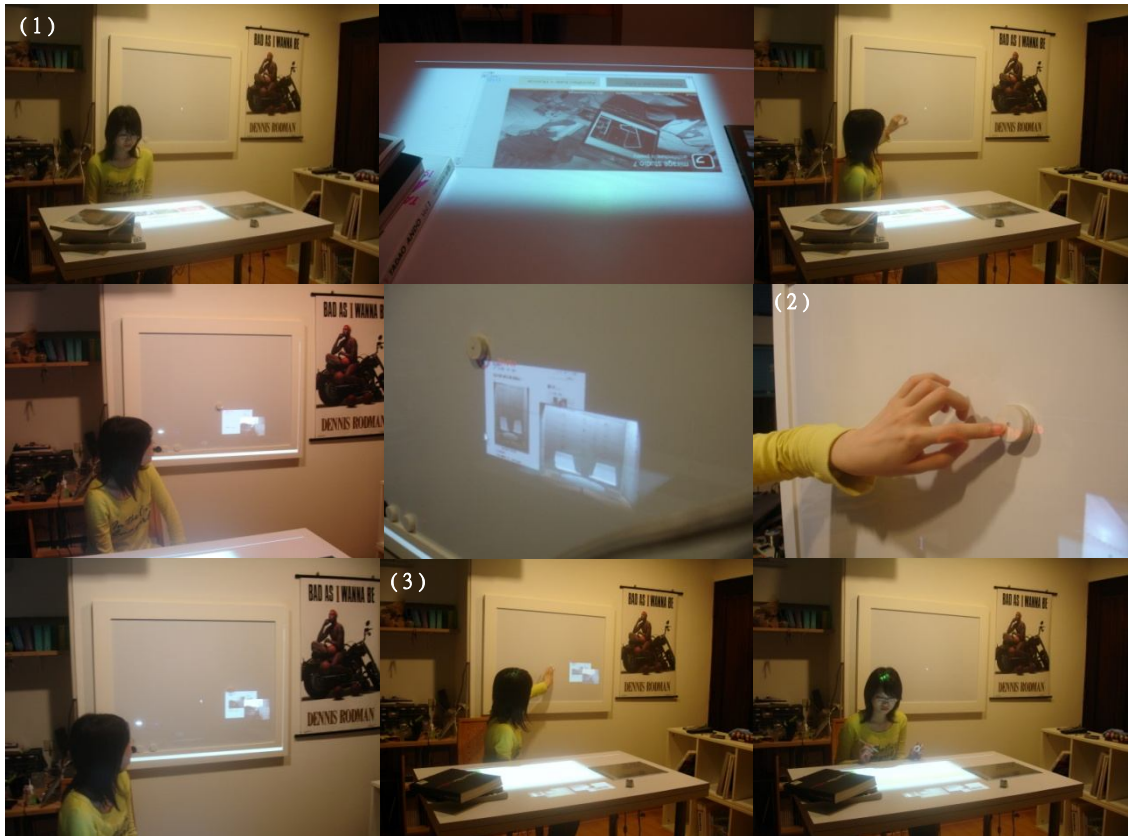


圖 58 三種數位圖釘操作方式 1. 釘上 2. 移動 3. 拔下

7. 而所記錄及暫存的數位資訊，系統會依使用者點選時所依循的辨別資訊不同而分別顯示為文字提示網頁，圖片提示網頁及新書資訊網頁（圖 59）。

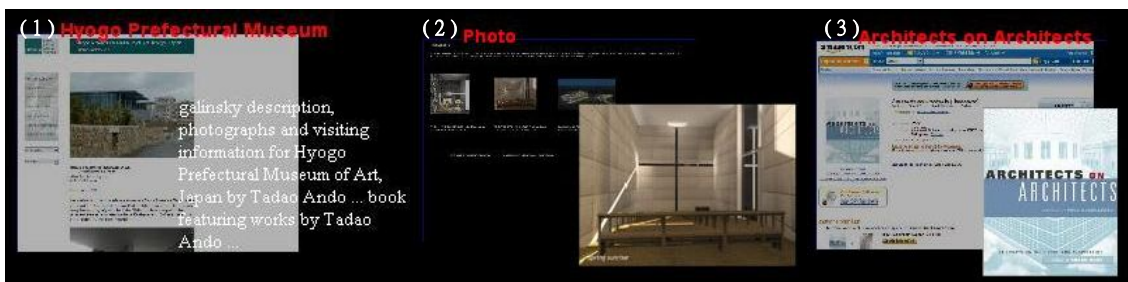


圖 59 數位資訊記錄型態 1. 文字提示網頁 2. 圖片提示網頁 3. 新書資訊網頁

5.2 使用者測試

我們將此 SWIRO 原型系統透過使用者測試來檢驗其是否能夠達到預期的目標並測試出系統原型使用流程中所包含的缺失與使用的介面所造成的不足，作為未來改進此系統原型的依據。

5.2.1 實驗設定

我們將使用者測試實驗分成 系統先期訓練、受測者測試 及 受測者訪談三個階段。我們透過先期的系統訓練，使系統原型能衍生出資料相關性的資料庫記錄，再透過讓受測者按照預先規劃的實驗流程做出系統使用性測試的實驗，最後透過受測者的使用經驗訪談給予此系統未來改善的建議。而各個流程的詳細說明如下：

- 系統先期訓練

為減低系統的不確定性，我們將系統訓練的資訊相關性設定以建築師安藤忠雄的資訊 (Tadao Ando) 為依據，訓練此系統資訊間彼此的相關性並產生出系統認定相關的兩本雜誌、兩本安藤忠雄作品集、三個關鍵字及 10 個建議網站，其網站內容包含各種與安藤忠雄相關的網頁，圖片及新書資訊。透過此先期的訓練讓系統能夠適時提供出適當的相關資訊建議，做為使用者測試的回饋。

- 使用者測試

我們將測試分為三個階段，第一階段先教導使用者系統的功能及使用方式，包括系統使用流程及使用者介面操作，使受測者能夠更快的進入狀況並適當的使用此系統避免產生無謂的操作以降低影響實驗的不確定因素。

第二階段我們讓受測者自行的隨意操作，藉以讓受測者體驗系統學習資料判斷及使用者介面細部的操作，讓受測者能夠在訪談時針對此系統使用上的缺失提出改善的建議。

第三階段我們則告知受測者以安藤忠雄為資料搜尋的目標，分別使用傳統的搜尋方式

及此系統搜尋 10 分鐘，透過分別記錄受測者在 10 分鐘內使用傳統 IRO 操作與 SWIRO 系統 IRO 操作上資訊使用及匯整的數量差異，本研究得以量化的數據分析此系統是否實際可行。

- 受測者訪談

於受測者測試完畢後，我們藉由訪談了解受測者使用此系統後的感受與建議，本研究主要針對設計者使用此系統的流程適當性做出詢問。此流程包含數位相關資訊提供、實體相關資訊提供、分析資訊、記錄資訊及使用資訊（圖 60）。



圖 60 系統使用流程 1. 數位資訊提供 2. 實體資訊提供 3. 分析資訊 4. 記錄資訊 5. 使用資訊

5.2.2 受測對象

我們將受測者設定為設計領域的學生及工作者。其背景皆有建築設計之背景故對安藤忠雄有一定的認知但專長及工作領域各為建築、視覺及平面設計類，透過以各種領域的設計者的測試給與系統全面性的回饋及建議，可以作為此系統改進的方向與目標。其受測者資料如下表 4 所示。

設計者	年齡	背景	工作	專長	使用搜尋工具排序
 Designer A	30	建築研究所 藝術系	室內設計 及平面設 計師	平面設計 室內設計	1. 網路 2. 書籍
 Designer B	26	建築研究所 資訊傳播系	學生	視覺設計 資訊傳播 設計	1. 網路 2. 書籍
 Designer C	27	建築研究所 建築系	建築設計 師	綠色建築 設計	1. 書籍 2. 網路

表 4 受測者基本資料

5.2.3 實驗結果

透過 10 分鐘的操作，我們將 IRO 過程使用者測試第三階段的結果分為閱讀書籍的數目，使用關鍵字搜尋的次數，閱讀網頁的數目及記錄資訊的次數做出統計，統計的結果則記錄如下表 4-4 所示。

受測者測試		閱讀書籍數	使用關鍵字數	點擊網頁數	閱讀網頁數	記錄資訊數
Designer A	傳統	2	4	16	10	3
	SWIRO	4	1	15	12	5
Designer B	傳統	3	5	24	15	4
	SWIRO	4	2	15	10	6
Designer C	傳統	6	5	20	13	3
	SWIRO	4	0	16	10	6

表 5 IRO 過程資訊使用統計

我們觀察受測者三階段的使用者測試，將其受測行為情況透過 IRO 操作流程做為分類加以敘述如下。

- 搜尋

經過第一階段的解說後，使用者在第二階段時會點閱許多系統提供網頁以判斷系統提供的資料相關性，且系統在提供出實體資訊建議時，使用者會特別改變書籍的擺放位置，確定此系統真的能提供正確的相關位置。使用者在開使使用此系統後即能順手的操作系統找出相關資訊，但手寫辨識的正確率不太準確，造成使用者在此部分有不順手的地方。

當進入第三階段後，使用者在實體書籍的搜尋上，皆有取出安藤忠雄得兩本作品集做為參考，但在傳統的搜尋中大部分受測者沒有取出有安藤忠雄作品的雜誌翻閱，而在使用 SWIRO 系統時，因系統提供出的訊息，所有使用者皆能找出此雜誌並翻閱，使用者反應此功能的確能增加使用上的便利性。而在關鍵字的使用上，使用 SWIRO 系統時使用者以關鍵字搜尋的次數明顯減少，詢問使用者是否因系統提供建議而減少搜尋資料次數，設計者 A 及設計者 B 認為有影響但手寫辨識正確率不高也是減少搜尋的原因之一，設計者 C 則認為影響不大，主要是手寫辨識的原因。

- 分析

當使用者開始操作時，一開始常會混淆使用數位筆操作與手部操作的部分，直到操做

幾次後方可上手，使用者反應使用兩種操作工具易造成混淆，建議以手部為主的操作方式。而在書本與網頁切換閱讀的部分，受測者則是很快就能夠掌握，比對數位與實體資訊，受測者反應此方式比傳統更能讓人做出資訊比對。

當進入第三階段時，我們將未閱讀超過 30 秒的網頁，定義為點擊網頁數，而將超過的定義為閱讀網頁數。數據顯示傳統與使用 SWIRO 系統時點擊網頁數與閱讀網頁數量差無明顯差別，但詢問使用者時，受測者皆認為 SWIRO 系統在使用上比傳統媒材更為方便使用。

- 記錄

記錄方面，使用者經過解說後，很快就能上手操作數位圖釘釘上各種資訊。在使用中系統偶有誤判，影想到受測者的使用，受測者 B 反應當系統誤判圖釘為拔下時，桌面上設計者正閱讀得資訊則受到影響，被拔下的資訊覆蓋，使用者必須再找出原本閱讀的資訊，而應有更好的方式讓系統誤判時其他部分不會受到影響。

而在第三階段的測試時，受測者記錄的資訊有明顯增加的趨勢，使用者認為由於系統提供較傳統使用介面為多的可用資訊，故記錄的資訊量較為增加。且在記錄資訊後，由於系統會依照閱讀與記錄資訊的情形提供相對應的相關資訊，故設計者認為更能簡易的找出需要的資料。

- 使用

由於記錄資訊使用牽涉到早期設計，故本測試請受測者想像使用階段時會遭遇到的問題並給予意見。

受測者 A 認為記錄資訊可以直接轉為數位檔案相當方便，但應可考量記錄的資訊可直接用於其他軟體以方便設計者使用。而使用者 B 則認為使用上不必去尋找存檔位置算式系統提供相當便利的模式。設計者 C 則認為記錄資訊若能直接記錄於桌面對使用上則會更為方便，不需記錄於布告欄中。

5.2.4 訪談結果與建議

我們將各個受測者的訪談內容摘要如後：

Designer A

這樣的介面對設計者來說很有幫助，透過直覺性的資訊抓取及擺放的方式，能讓使用者操作上更順手，且當記錄許多筆資料時，可以全部皆記錄於布告欄中，省去統整記錄的步驟，且在使用時所有資訊已數位化，對於平面設計來說，更可以省去許多掃描資料的麻煩，非常方便。且已往做設計的時候有可能花半天的時間去找資料，現在透過系統自動衍伸建議的資訊，可以更快速的找出更多可能搜尋很久才能找出的資料，省去許多找資料的時間集資訊搜尋的困難度。在操作介面上，此系統也屬於簡單易懂，不必經過太多的學習即能上手，但如果能夠在更延伸出直接將記錄的資訊能夠直接使用於設計軟體中，如記錄的圖片，能直接拖移至 PHOTOSHOP 等繪圖軟體中使用，對設計者會更有幫助。

而在空間硬體的規劃上如果能將布告欄移至桌面前方，並將桌面傾斜，將更有助於設計者的使用，使設計者能夠不用回頭即能看到記錄的資訊，且不會因視角的問題而造成顯示在桌面上的資訊不能完全的被設計者看清。

Designer B

在做設計時，以往我們常常在桌面上放許多書及開許多網頁，而許多時間我們需要在許多的網頁間切換才能決定我們需要的圖片或資訊，這套系統試圖將此行為整合在同一個平台，使用手動的移動資訊，可以透過右手拿筆記錄資訊而使用另一隻手做資訊的搜尋，增加許多的便利度。且在記錄資訊時，只需要釘上圖釘即可記錄資訊，不必再做掃描、列印或存檔的動作，在資訊記錄上方便很多。

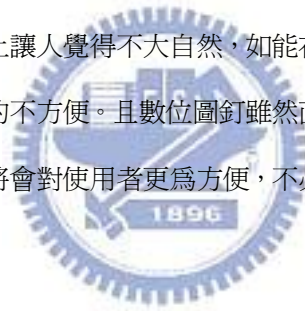
但系統觸碰的面積太小，且沒有標明觸碰的位置，會讓使用者不易辨識。而在顯示相關數位資訊時，礙於觸控螢幕的限制會造成使用者的不便，若能夠將觸碰螢幕融入桌面，以 AR 的方式顯示數位資訊於書籍之旁，會更加的易於使用。且透過筆與手的並用，容易使設

計者混淆，會讓人搞不清是該用手操作或用筆操作，若能夠只用手部操作會更加好用。

Designer C

當你在看東西的時候，系統能自動幫你搜尋相關的資訊，使你可以一邊閱讀一邊看系統幫你搜尋的資訊，非常方便，尤其是書架顯示相關資訊的方式讓人能夠更方便的找到想要閱讀的書籍，非常適合應用在個人的工作空間中。且資訊的取得不是難處，但是能夠更精準的找出所需的資訊才是困難的地方，此系統確實能夠幫助使用者過濾掉許多不必要的資訊，算是很實用的工具。如果能夠將設計者閱讀資訊所產生的靈感以繪圖方式記錄於各種資訊上，或對各種記錄資訊做出標記，如用數位筆畫圈圈出重點，畢竟設計者有時在閱讀資訊時產生的靈感跟圖片與文字並不一定相關，只是由此圖片所衍生出來的型體設計，若能讓設計者順便記錄自己的靈感，將會更為實用。

但一大一小的螢幕於使用上讓人覺得不大自然，如能在同一介面上操作會更加直覺，且用觸控筆的操作會比手操控來的不方便。且數位圖釘雖然直覺，但如能在使用者能閱讀與手能夠操作的範圍內與桌面整合將會對使用者更為方便，不必獨立出來於牆面上，畢竟記錄的資訊都是要被使用的。



我們針對使用流程設計幾個問題，其問題如下：

1. 你覺得此系統在你搜尋、分析、記錄及使用時是否有幫助？
2. 系統的建議是否會影響你資訊搜尋時的決策？
3. 系統自動提供資訊件意對你目前進行得工作是否產生干擾？
4. 當資訊建議時，是否有縮短你資訊搜尋的時間，及提高找到你想要的資訊的機率？
5. 對於介面的規劃和傳統比較是否比較為順手？

而我們針對幾個問題的提問所得到的結果，使用者認為：

1. 對於使用流程操作上，設計者皆認為能夠適時的幫助資訊搜尋、分析、記錄及使用。
2. 系統自動提供的資訊並不會影響使用者的判斷，只會幫助使用者更簡易的找到自己所

需的資訊。

3. 資訊提供的方式並不會對使用者本身正在進行的工作造成干擾。
4. 使用者皆認此系統為能提高資訊搜尋及匯整的效率，減少資訊搜尋與匯整的時間。
5. 此操作流程比傳統的操作方式更為有效、順手且便利。

5.2.5 小結

我們將受測者所建議及觀察受測者的操作所整理出的資訊歸納出此系統的能夠提供的幫助以及需要改進的地方，以系統使用流程、使用者介面及系統操作的精準度做出分類，分別詳述如下：

- 系統使用流程

優點

1. 適時的提供相關數位與實體資訊，增加工作效率。
2. 整合各種資訊於同一媒介，使用方便。
3. 資訊型態轉換方便，不必再經煩瑣步驟。
4. 透過傳統的傢俱形式賦予功能，能讓設計者更直覺的操作。



需改進

1. 不能整合現有設計軟體，對於記錄資訊的使用較為不便。
2. 不能對記錄資訊做出標記或繪圖。

- 使用者介面

優點

1. 手部操作能讓使用上更直覺。
2. 圖釘操作使資訊記錄更簡便。
3. 書架顯示相關書籍位置的方式簡單易懂且不易造成干擾。

需改進

1. 手部和數位筆共同操作易造成混淆。
2. 數位相關資訊顯示與桌面分開，造成使用上不自然。
3. 布告欄位置應置於設計者視線能夠直接看到的地方，使設計者方便閱讀。

- 系統操作精準度

需改進

1. 系統對於圖釘釘上的行為會因電池電量的問題而造成使用上的誤判。
2. 布告欄系統會因環境光源的影響而偶有產生資訊記錄的誤判。
3. 桌面觸碰的感測器及數位筆書寫的操作偶爾會出現感應不良的狀況發生。
4. 手寫判斷的精準性有待加強。
5. 書架環室光源偶爾會產生無法自動關閉的狀況發生。



結論 6

6.1 結論

設計者在做出一設計時，相關資料搜尋的過程所搜集到的資料會影響到設計者做設計時的許多想法及概念的成形，是一個必要且不可少的過程。但在傳統空間及介面中，設計者卻需要在茫茫的資訊海中慢慢尋找，才能整理出此次設計時所需要的各種資訊，耗費不少不必要的時間及精力。

本研究嘗試創造出此 SWIRO 系統原型，將數位資訊融入於設計工作環境的空間元素中，使空間內的傢俱能夠具有智能，適時提供使用者所需的幫助，並透過擴增工作桌、書架及布告欄 此三樣傳統傢俱的功能來輔助設計者設計時的資訊搜集（圖 61）。透過使用者測試的結果，我們得知此系統的資訊桌面、環室書架及數位布告欄 三樣傢俱能幫助使用者在 IRO 的各種操作上整合各類資訊及輔助設計者，證明此系統對於設計者在尋找及彙整資料時確實有一定的幫助，也驗證了此 SWIRO 系統原型的可行性。



圖 61 SWIRO 系統原型實際運作狀況

6.2 研究貢獻

長期以來，資訊搜集一直是設計過程中不受到研究所重視的階段，許多電腦輔助設計的研究皆著重於設計過程中其他階段的發想，鮮少有針對設計者檢索及匯整資訊的研究出現。本研究嘗試對於設計者此階段做出新型態的輔助設計系統，幫助設計者能夠更便利的做出資訊搜集。我們將此研究的貢獻整理條列如下：

- 提出結合資訊搜尋與彙整的輔助設計空間形式

本研究透過分析各類傳統傢俱的功能及特性，將數位資訊整合於其中，擴增此傢俱的功能性，使其附有智慧並能輔助設計者在資訊搜集時的各種操作行爲。我們企圖創造出一新型態的輔助設計空間系統，使設計者可透過各個空間的傢俱元素尋求適時的幫助。

- 整合資訊的使用方式

我們嘗試將數位與實體資訊的使用方式做出整合，使設計者不必再因資訊呈現的媒材的不同而採用不同的處理方式。設計者在此系統中可輕鬆的以同樣的操作及介面分析及記錄各種的資訊，且可透過同樣的搜尋方式同是在數位與實體的環境中搜尋所需的資訊，對於設計者來說可以更加便利與直覺的處理各種類型的資訊，不必再像傳統的方式般獨立的處理各種資訊。

- 提升設計者資訊檢索與匯整的效率

藉由使用資訊檢索領域的研究成果，我們將其資訊相關性的演算方式運用於介面上的使用，幫助判別設計者所需的資訊，增加設計者在資訊搜尋上的便利性。且透過此研究創新的記錄方式，設計者不必再將資料記錄於不同的儲存位置，可以簡單的找尋出所記錄的資訊，提升資訊使用上的效率。

- 建構專屬設計領域資料搜尋關聯性的資料庫

透過系統使用，我們可建立一個設計領域專屬的資料相關性資料庫，做為設計領域中各

種類型資訊關聯性判斷的依據。此資料庫不僅可提供此系統使用，未來在各種輔助設計系統的使用或研究上，皆可做為分析及參考的依據。

6.3 研究限制

由於本研究為個人獨力完成之系統原型，故其運作皆未考慮系統執行效率及省電環保等問題，而只專注在研究的議題上，提出一完整的資訊檢索及彙整流程的輔助系統。而此系統的研究限制則條列如下：

- 資訊相關性判斷演算效率

由於此系統採用資訊檢索領域中的研究成果做為演算的方式，並未針對此系統設計專屬的演算法，故當資料庫的資訊量龐大或網路頻寬不夠時，其演算效率並不一定能處於最佳狀態，為此系統的限制之一。



- 人機介面設計限制

在對於數位資訊的搜尋方式中，手寫辨識由於採用開發套件 (Small Development Kits, SDK)，故其辨識效率並不是本研所能控制，且因現今投影設備解析度及個人研究經費的限制下，本研究只能採用鑲嵌觸碰螢幕及數位筆與手部行為併用的方式做出此輔助設計的資訊桌面操作介面，無法實際採用完全的擴增實境與全部以手部行為操作做出系統的人機介面設計，故只能以現行的系統操控做為妥協的方式。

- 未能整合設計其餘階段資訊的使用做出研究

本研究主要針對設計者在資訊搜集過程中的行為做出研究，對於其餘設計階段的行為皆較少著墨，如設計思考時與資訊的關聯、設計行為時使用資訊的方式，或是早期設計階段對資訊的使用...等議題，且在資訊的使用上處理較為不足，無法整合現有電腦輔助設計軟體做出更便利的資訊使用行為。

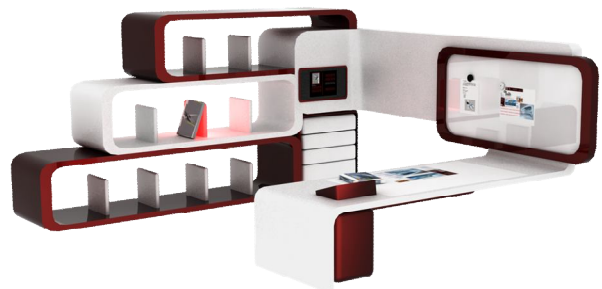
- 系統設定運作過程繁複

對於系統的使用上，因有許多子程式互相串連成整個 SWIRO 系統，所以當需要使用時必須依序打開主程式及各個子程式，造成系統使用上的不便，增加使用者許多不必要的麻煩。

6.4 未來研究

架構在此 SWIRO 系統原型之下，本研究希望能夠針對下列的方向做出未來的研究：

1. 在此階段研究因各種硬體限制而做出的使用者介面，希望在未來能夠改善，使其能更人性且便利的為設計者所使用。並且，在未來希望能整合設計流程的各個階段，創造出一完整的輔助設計的智慧型工作環境，使設計者在此空間中能夠更專注於設計的發想及創作上，以更便利且有效率的方式做出設計。
2. 將此系統由個人的工作環境擴增為團體工作區域，考量各個傢俱間可能得改進及合作溝通的方式，並可藉由集體共同建立資料庫的方式，使資訊相關性的資料量更為準確及一般化，有別於個人環境所建立的資料客制化的特性，提供另一型態的資料讓設計領域的使用或研究做為參考。
3. 透過 RFID 桌面定位的功能，本研究希望在未來能夠將所有設計者所使用的物件皆貼上標籤，藉以研究設計者在桌面的習性，創造更為貼近設計者需求的桌面式互動環境。
4. 在未來本研究希望能透過更精準研究人的行為改善資料資料相關性判斷的演算方式，使其能更為準確且有效率的判斷設計者所需的資訊。
5. 除了幫助設計領域的資料搜尋及匯整，本研究希望在未來能夠將此系統延伸，並不限定於設計領域的使用者，而是更為貼近一般使用者的需求，並將智慧畫的物件延伸到其他傢俱元素中，創造一大眾化的智慧型工作環境。



參考文獻

- Aliakseyeu , D. : 2003, “ A Computer Support Tool for the Early Stages of Architectural Design ,Thesis “, Fostering Creativity in Cooperative Design, CDVE 2004.
- Anderson, D., Frankel , J.L.,et al : 2000, “ Tangible Interaction + Graphical Interpretation: A New Approach to 3D Modeling ”, Proc 27th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, pp.393-402.
- Aarts, E., et al. : 2003, “ The New Everyday: Visions of Ambient Intelligence ”, 010 Publishing, Rotterdam.
- Barkhuus, L., Vallgaard, A. : 2003, “ Smart Home in Your Pocket ”, Proc UbiComp.
- Bates, M.J. : 1989, “ The Design of Browsing and Barrypicking Techniques for the Online Search Interface ”,
http://www.si.umich.edu/~rfrost/courses/SI110/readings/InfoFinding/Bates_on_Berry_picking.pdf
- Bennani, N. Cordonnier, V., et al : 1999, “ Digital photography and computer technology : a promising field of innovation ”, MultiMedia Databases and Images Communications, MDIC99.
- Beryl , P., Apperley, M. : 2004, “ Interacting with sketched interface designs: an evaluation study ”, CHI'04.
- Bly, S.A., et al : 1993, “ Media spaces: Bringing People Together in a Video, Audio, and Computing Environment ” CACM.
- Bonanni, L., et al : 2005, " Counter Intelligence: Augmented Reality Kitchen ", Extended Abstracts of Computer.
- Brumitt, B., et al : 2000, “ EasyLiving: Technologies for Intelligent Environments ”, Proc. Handheld and Ubiquitous
- Carroll, J. M. et al : 2001, “ Human-computer interaction in the new millennium “, Addison Wesley, New York
- Chan, C.T., Chang, T.W : 2006, “ 1:1 Spatially Argumented Reality Design Environment ”, Innovations in Design & Decision Support System in Architectures and Urban Planing, p p 487-499.
- Chen, T-H : 2006, “ Ambient Triger : An Interface Framework for Ecoking Ambient Reconfiguration in Personal Design Environment ”, NCTU , Master.
- Dourish, P.: 2004, “ What We Talk About When We Talk About Context ”, Personal and Ubiquitous Computing.
- Elin Rønby, P., Tomas S. : 1997, “ AROMA: abstract representation of presence supporting

- mutual awareness”, Proc CHI’97, ACM Press, pp.51-58.
- Ellis, C.A., et al : 1991, “ Groupware: Some issues and experiences ”, Proc Communication ACM, pp. 9-58.
- Gellersen H. W., Schmidt A., Beigl M. 2002, “ Multi-sensor context-awareness in mobile devices and smart artifacts ”, Proc Mobile Networks and Applications, pp341 – 351.
- Gross, T. : 2003, “ Ambient Interfaces: Design Challenges and Recommendations “, Proc HCI 03.
- Grudin, J. : 1990, “ The Computer reaches out: the historical continuity of interface design ”, Proc CHI’90, pp261-268.
- Heylighen, A. Segers, N. : 2001, “ Idea Space System “,
http://www.faculty.arch.usyd.edu.au/kcdc/journal/vol6/papers/segers_html/iss.htm
- Igarashi, et al : 1999, “ Teddy : A Sketching interface for 3D freeform design ”, SIGGRAPH 1999, Los Angeles.
- Ishii, H. and Ullmer, B. : 1997, “ Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and Atoms ”, Proc. ACM.
- Jeng, T., et al : 2002, “ Interaction and Social issue in a Human-Centered Reactive Environment ”, Proc CAAERIA 2002, pp285-292.
- Jones, J.C. : 1992, “ Design Methods “. David Fulton Publisher.
- Larson, K. : 2000, “ The home of the future “,
http://architecture.mit.edu/house_n/web/publications/publications.htm.
- Lim, C.K. , 2003, “ Is a pen-based system just another pen or more than a pen? ”, Conference on Education in Computer Aided Architecture Design in Europe, Austria.
- Lipson, H., Shpitalni, M. : 1997, “ Conceptual design and analysis by sketching “, AIDAM.
- Ljungblad, S. Maria, A. et al : 2007, “ Ubicomp challenges in collaborative scheduling: Pin&Play at the Göteborg film festival ”, Personal and Ubiquitous Computing.
- Mackay, Wendy. : 1998. “Augmented Reality: Linking real and virtual worlds”, Proc ACM AVI.
- Masry, M., Lipson, H. : 2005, “ A Sketch-Base Interface for Iterative Design and Analysis of 3D Objects ”, Eurographics Workshop on Sketch-Base Interface and Modeling, Dublin, Ireland.
- Mitchell, W.J. : 1999, “ E-Topia : Urban Life, Jim, But Not as We Know It.”, Cambridge, MA: MIT Press.
- Morville, P. : 2005, “ Ambient Findability “, O’Reilly.
- Norman, D.E. : 1990 , “ The Design of Everyday Things ” , Doubleday, New York.
- Prante, T., et al : 2003, “ Hello Wall - Beyond Ambient Displays”, Proc UBICOMP.
- Preece, J., et al. : 2006, “ Interaction Design-Beyond Human Computer Interaction ” John

- Wiley & Sons, Inc.
- Rekimoto, J., et al. : 1999, " Augmented Surfaces: A Spatially Continuous Workspace for Hybrid Computing Environments ", Proc CHI'99.
- Rekimoto, J. : 2002, " SmartSkin : An Infrastructure for Freehand Manipulation on Interactive Surfaces ", Proc CHI2002.
- Rodden, T., Bendford, S. : 2002, " The evolution of buildings and implications for the design of ubiquitous domestic environments ", The school of Computer Science and Information Technology, The University of Nottingham.
- Sato, Y., Sato, M., et al : 2001, " Real-Time Input of 3D Pose and Gestures of a User's Hand and Its Applications ", HCI, Proc. 2001 IEEE Virtual Reality Conference (VR 2001), pp. 79-86.
- Schultze, S. : 2002, " A Collaborative Foraging Approach to Web Browsing Enrichment ", CHI.
- Singh, P., Minsky, M et al : 2004 " Computing Commonsense ", BT Technology Journal.
- Streitz, N.A., et al : 1999, " i-LAND: an Interactive Landscape for Creativity and Innovation." Proc CHI '99.
- Streitz, N.A.: 2004, " Ambient and Ubiquitous Computing: Smart Artefacts and the Disappearing Computer ", Proc IADIS, Proactive Computing Communications of the ACM, Lisbon.
- Schmidt, A., Aidoo, K.A., et al : 1999, " Advanced Interaction in Context ". 1th International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC99), Springer LNCS, pp89-101.
- Sutherland, V.E. : 1963 " Sketchpad : A man-machine graphical communication system, AFIPS , Spring Joint Computer Conference, pp 329-346
- Tennenhouse, D. : 2000, " Proactive Computing ", Communication of ACM.
- Underkoffler, J.H., Ishii : 1999 " Illuminating Light : An Optical Design Tool with a Luminous-Tangible Interface ", Proc CHI'98, ACM Press, Los Angles.
- Valli, A.: 2004, "Notes on Natural Interaction "
- <http://naturalinteraction.org/NotesOnNaturalInteraction.pdf>
- Van Laerhoven, K., Villar, N. et al : 2003, " Pin&Play : The Surface as Network Medium " IEEE Communications Magazine, IEEE Press, pp. 2-7.
- Vogel, D., Balakrishnan, R. : 2004, " Interactive Public Ambient Display: Transitioning from Implicit to Explicit, Public to Personal, Interaction with Multiple Users ", ACM UIST Symposium.
- Weiser, M. and Brown, J. S. : 1995, " Designing Calm Technology ", PowerGrid Journal.

Zimmermann, T. G., Lanier, J., Blanchard, C., et al : 1987, “ A hand gesture interface device”,
Proc. ACM, Human Factors in Computing Systems and Graphics Interface, pp. 189-192.

楊基辰：民 94, “ 擴增素描與模型 — 運用擴增實境以強化並結合設計媒材 ”, 交通大學建築研究所碩士論文.

張玉霜：民 94, “ 南韓Ubiquitous Dream Hall 打造「無所不在」的生活 ”, 資策會 FIND 網站「趨勢導航」單元.

建築資料集成編委會：民 97, “ 建築設計資料集 ”, 臺隆書店.

藍儒鴻：民 93, “ 設計資訊採礦支援建築設計協同作業之研究 ”, 成功大學建築研究所博士論文.

Code Project <http://www.codeproject.com/>

Microchip <http://www.microchip.com/>

Equator <http://www.equator.ac.uk/index.php/articles>

Philip Research <http://www.research.philips.com/>

MIT House_N http://architecture.mit.edu/house_n/

RWM600

http://www.gigatms.com.tw/chinese/upload/product/catalog/catalog_96.pdf

