

國立交通大學建築研究所

碩士論文

基地設計之基地環境互動行為研究

A Pilot Study of Interactive Design Behaviors on Site



研 究 生 蔡瑞文

指 導 教 授 張登文

中華民國九十四年八月

基地設計之基地環境互動行為研究

A Pilot Study of Interactive Design Behaviors on Site

研究生： 蔡瑞文

Student： Ruei-Wen Tsai

指導教授： 張登文

Advisor： Teng-Wen Chang

國立交通大學
建築研究所
碩士論文



**Submitted to Graduate Institute of Architecture
College of Humanities and Social Sciences
National Chiao Tung University
in partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master
in
Architecture**

August 2005

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十四年八月

中文摘要

設計者在基地上進行基地設計時，通常都會遇到設計概念及基地資訊，如何有夠有效的記錄及處理的問題。Lynch 及 Hack 曾提出在基地上記錄設計構想的概念，是來自於設計者的認知和基地現場環境的結合。但是因為媒材的關係，使得這樣的設計行為必需依靠設計者本身的想像。本研究的目的為了解，目前在基地上設計的過程中，設計概念經過資料數化的轉譯過程後，所造成的設計結果之差異，並由移動性設計裝置的角度，提供 DOS 的整合性設計過程。

為了解一般基地設計過程中，設計及基地現場環境的互動性，本研究透過文獻的回顧及簡單訪談，了解目前基地設計過程，並透過觀察實際基地設計中，設計者所產生的行為及設計成果分析，發現設計成果的差異性所產生的原因，是來自於一般基地設計所使用的媒材。所以本研究經由設計行為的觀察、和設計相關的文獻回顧，及設計視覺思考、空間互動技術的相關研究案例，整理出基地設計所需的設計媒材要素。經過相關設備的評估分析，實作一基地設計媒材裝置 (MODA)，並在實際的設計過程中操作。

由使用媒材裝置設計的成果及分析，和一般基地設計過程的設計成果相比對，發現透過新的設計媒材裝置，的確能夠使在基地當下所發展的設計構想，能有效的保留。對基地設計行為及對基地環境的設計思考，也因為媒材所提供整合性及即時性的功能，產生基地設計的行為及步驟的改變。設計媒材和設計行為的關係，也因為設計媒材具有初步判別設計者行為的特性，是設計媒材與設計者間更具互動性的可能。

關鍵字：互動式設計媒材，在基地上設計，基地設計活動，Mixed reality，設計過程。

英文摘要

The information collected directly from the site is often a key inspiration for the further design development. How does designer capture the design concepts along with perceiving the site information when they are on site? Lynch and Hack have pointed out that the design concepts are the combination of the cognitive perception of designers and the environmental information of the site. Therefore, a suitable design media is needed to allow such interactive design behaviors with environment on site. Consequently, the goal of our research is to understand the differential design concepts that can be translated and represented in digital form, and also the possible integrated design process for DOS (design on site) base on a mobile design device.

With activity analysis, this thesis unleashes several key points in information translation among a typical DOS session. The interactive behaviors involving design concepts and the environment of the site are identified. With reviews of several case studies of the interactive technologies of physical-virtual space, a movable design device called MODA (Mixed reality On site Design Assistance) is proposed and implemented as the test-bed for understanding DOS.

Experiments are conducted for comparing the usages of DOS with MODA and general DOS. The advantages of using DOS mode as well as the possible research direction for design media for DOS are discovered and discussed as well. Among those, a useful design process that integrates both information collection and design on site process is proposed.

Keywords : Interactive design media, design on site, design activity on site, mixed reality, design process

謝誌

首先，我要感謝的是我的指導教授—張登文老師，是這篇論文最重要的幕後推手。和張老師做研究，是件很刺激的事，加上本所這個領域的特殊性，讓近一年半的論文發展過程，從頭開始，每一次的課程，都是一次重度的腦力激盪；每一次的 meeting，都是耗盡腦力心力體力的研究體驗。老師除了嚴謹的研究工作及論文寫作，很多時候也能和他天南地北的聊，關心學生的生活狀況，了解同學間的問題及需要，這樣亦師亦友的老師，在此要特別的致上感謝。

還有，要感謝的，是所上一起和學生奮鬥的老師們。Aleppo 老師是我進研究所一路以來的大家長，他爲了這個所真的是貢獻良多。侯大及李華老師，有他們在課堂上的教導，豐富了研究所生涯的學識。待在研究室的時間裡，和同學們建立了深厚的革命情感。感謝大師兄、小黃、勝誠學長，在我一入學就開始的「提攜」和「照顧」，楚卿學姐、米寶學長對我們的照顧。當然，眾同學們，發哥、Max、文禮、Kevin、唐董、Bob、Ohno、琇貞、Daniel、洋基、Hugo、凱慈，還有設計組的同學不良、史丹利、心豪、船長、Prada、識源等，雖然我們分屬不同組，但是這段時間大家一起在研究室裡學習、生活，誰說在研究所結交不到好朋友呢？「銀箭車隊」是我們的傳奇，「龍珠」是我們的名號。這段日子和大家的點點滴滴，都是陪伴我一生的美好回憶。

在論文的寫作過程中，承蒙許多朋友的支持和協助，有的是協助我的研究，有的是實際參與。文化大學景觀系的郭毓仁老師、台灣大學城鄉與建築研究所的林峰田老師、及台灣科技大學建築系的簡聖芬老師，都曾給予我在論文寫作上的意見和鼓勵。椰風規劃的佳慧、幸儀、阿邦，讓我能了解實務界中的狀況。在此一併的感謝。

感謝我的父母及家人。在這近 30 年來，他們辛苦的讓我長大成人，一路的陪伴在我的身邊，不管喜怒哀樂，他們都無怨無悔的支持我。謝謝女友雅婷，她以無比的精神和關心，在我的研究生涯中增添了亮麗的色彩。在論文的研究中也有許多她著力的地方。在論文寫作忙碌的過程中，不斷的給我加油打氣。沒有她的真心付出，這篇論文不會這麼的完整。雅婷，謝謝妳。

還有許許多多的人，我都要感謝。謹將這篇論文獻給所有關心我、支持我的朋友。

目錄

中文摘要

英文摘要

謝誌

第一章 緒論 1

1.1 研究動機	2
1.2 研究目的	3
1.3 研究方法	4
1.4 研究步驟	4
1.4.1 研究流程及論架構	5

第二章. 研究背景及先期研究 6

2.1. DOS 的圖像思考	6
2.2 基地與設計的關係	7
2.3 DOS 的實際過程	8
2.4 DOS 行為和基地資訊的互動	9
2.5 DOS 行為的觀察	11
2.5.1 基地現場的設計行為	11
2.5.2 設計者的 DOS 行為觀察	11
2.5.3 一般 DOS 程序	11
2.5.4 使用一般媒材的 DOS 過程記錄	12
2.6. 小結	14

第三章. 文獻回顧及案例分析 15

3.1. 設計和基地環境間的關係	15
3.2. 景觀設計中的視覺思考及案例分析	16
3.2.1 景觀模擬	17
3.2.2 利用 VRML 的景觀視覺化設計	18
3.2.3 初期設計階段的視覺模擬	19
3.2.4 設計概念的即時檢討	20

3.2.5 直覺式的設計工具	21
3.3 裝置與環境互動相關案例	23
3.3.1 擴增實境	23
3.2.2 與實際環境互動	24
3.2.3 實虛空間的互動	25
3.2.4 地圖資料的視覺化改變	27
3.3 小結	28
第四章.裝置評估及實作	29
4.1 DOS 媒材特徵	29
4.2 發展 DOS 媒材裝置的要素	30
4.3 裝置元素概念	32
4.4.相關元素評估及實作	35
4.4.1. 可用設計工具評估	35
4.4.2. 評估結果及裝置實作	37
第五章.假設驗證	43
5.1. 假設驗證流程	43
5.2. 以 MODA 執行 DOS 過程及成果討論	43
5.2.1. 設計工作進行	43
5.2.2. 設計成果及操作心得	45
5.2.3 設計階段產生的設計成果差異	47
第六章.結論、研究限制及後續研究	49
6.1. 結論	49
6.2. 討論	49
6.3. 研究限制	51
6.4. 後續研究	52
參考文獻	54



圖目錄

圖 1-1	設計者在設計基地上的設計過程和假設可行的設計過程	3
圖 1-2	研究流程圖	5
圖 3-1	景觀規劃設計資訊系統架構(Haaren 2002)	17
圖 3-2	圓明園「瀟溪樂處」的繪畫（左）和數位化模擬後的成果（右）(Wang, et al. 2000)	18
圖 3-3	利用 VRML 模擬及合成照片(Honjo and Lim 2001)	19
圖 3-4	對設計概念的模擬(Yuda, et al. 2004)	20
圖 3-5	即時設計模擬系統(Yuda, et al. 2004)	20
圖 3-6	抽象細部分級（上）及系統架構（下）(Lou, et al. 2003)	21
圖 3-7	圖 3-6 數位砂箱（Digital Sandbox）的系統架構(Harris 2001)	22
圖 3-8	數位砂箱（Digital Sandbox）的操作介面(Harris 2001)	22
圖 3-9	AR 應用的世界(Feiner 2002)	24
圖 3-10	Tour machine（左）。由頭載式顯示器所看到的影像（右上）。手持式顯示器的操作介面（右下）。	25
圖 3-11	MARS（Mobile Augmented Reality System）的系統架構。	25
圖 3-12	原址現況（左）合成數位影像後（右）(Vlahakis, et al. 2002)。 ..	26
圖 3-13	從參考影像中追蹤合成虛擬物件(Stricker 2001)。	26
圖 3-14	Archeoguide 系統架構(Vlahakis, et al. 2002)	27
圖 3-15	手持式顯示器及識別標誌(Gordon, et al. 2002)	28
圖 3-16	實作於圖徵的呈現(Gordon, et al. 2002)	28
圖 4-1	基地現貌（A）及設計概念和基地現場的視覺結合（B）	33
圖 4-2	裝置主要架構圖	35
圖 4-3	Tablet PC（www.toshibadirect.com/）	36
圖 4-4	ER1（取自 www.evolution.com）	36
圖 4-5	設計者 DOS 工作的移動規則	40
圖 4-6	軟體運作架構	42
圖 4-7	MODA 裝置	42
圖 5-1	受測者 A 使用 MODA 的設計成果	45
圖 5-2	受測者 B 使用 MODA 的設計成果	45

表目錄

表 4-1	設備評估分析表	37
表 4-2	RCC 中可設定的狀況	38
表 4-3	RCC 中可設定的反應	39
表 5-1	本研究中一般設計過程及使用 MODA 之過程比較	44
表 5-2	DOS 工作的設計成果比較	47



第一章 緒論

每當設計者拿到設計的基地圖，站在設計基地上，完成了對基地的調查後，接下來還可以做什麼？

在這裡所指出的基地及設計，是尺度介於都會公園及鄰里公園間的景觀設計工作。這樣的尺度，以一般的地圖等現況資料而言，因其精度不足以用來執行設計工作，故設計者需要到現場，對基地做實地的勘查、記錄，補充現有資料記載的不足。而此時設計者在基地上，因為直接的接受基地現場的資訊，當下產生了初期的設計概念。如此，我們可以稱這個階段的設計過程，為在基地上設計（Process of design on site, DOS）的過程。

Lynch 和 Hack（1984）等曾針對設計者和基地的關係，認為一個設計者如果只依賴以往自身的經驗及視覺觀察，將會失去找出基地中隱晦資訊的機會（Lynch and Hack 1984）。每一個設計基地或設計案，都是獨一無二的，而這種獨特性，往往來自設計及基地資訊的不同，或許就是要接近基地本身觀察。以目前的設計過程中，能夠具有高度的互動性，來連結初步設計和基地調查 2 個階段嗎？

Lynch 和 Hack 認為，設計者可以依照現況和基地地圖的對照，將基地的特徵用文字或圖像記錄下來，也可以把看到的記在腦中。而將這些資訊帶回事務所等自己工作的場所，繼續設計工作。而設計者在基地，要能夠將地圖上所標示繪製的平面資訊，和基地現場的立體環境結合，將立體的基地景物和平面的地圖做投射，想像整個未來景觀，包括設計中將會納入設計的道路及建物。

依此觀之，要在基地上完成這樣的工作，就要靠設計者本身對地圖的判別能力和對基地環境的敏感度，還要有豐富的設計想像力、對基地現況的表達能力，還有記憶力，才有可能掌握基地對設計的影響。故 Lynch 等人認為，是有 DOS 過程存在的。設計的產生，設計者需要和基地環境間產生互動，而互動的模式，是設計者從基地現場進行基地環境的分析，而基地分析的結果也回饋給設計者，做為設計概念發展的參考，以此循

環，直到初期設計構想完成。

依 Lynch 等人的看法，對應在使用一般設計媒材，進行基地上的設計工作時，發現到一個現象。設計者所看到的，是立體的基地現場，尤其是在進行整地設計時，基地地表的起伏是立體的。但是設計者記錄於基地圖上的，卻是 2D 的等高線圖。3D 立體的空間設計，得用代表平面的符號註記，為何設計者必需將轉換 3D 設計概念至 2D 的平面圖，在進入後續的設計過程後，還需將 2D 的資訊轉為 3D 的設計呢？這可能是所使用的媒材的影響。因為設計者所使用的基地圖，所顯現的便是平面的基地資訊，設計者爲了要記錄基地資訊及發展設計概念，增加了資訊轉換的過程。

隨著電腦科技的進步，電腦有機會在設計過程及設計媒材方面，提出更具實用性的功能。其已被大量的應用在目前的空間設計程序中，尤其是景觀設計的設計程序。電腦做爲一個設計媒材的角色，除了發揮電腦最擅長的複雜運算及大量記憶外，運用虛擬實境 (Virtual reality) 及擴增實境 (Argument reality) 等結合虛實空間的互動技術，進行完成初步的設計概念構想發展。而在設計行爲改變的影響下，設計者如果期望能將身處基地的當下，所發展設計的概念，或是基地現場的重要資訊，結合空間互動技術的裝置記錄，讓後續在事務所的設計工作，能有來自基地的初期概念，是可以研究的方向。

1.1 研究動機

設計者在設計基地上直接進行 DOS 工作，是發展設計構想的絕好時機，而設計者除了在基地上，了解設計的需求及基地的適宜性分析外，當設計概念產生的同時，有沒有可能讓設計概念和基地環境有更多互動性的可能，檢視及改進設計的概念，進而在基地上將設計完成。

設計者在基地現場進行 DOS，透過基地現場的實體環境和設計基地資料的相互對照，透過由設計者的設計概念，構思未來的設計看法。但由對目前專業執業者的訪談中卻發現：受訪者皆同意，在設計基地上完成初期設計的構想不錯，和 Lynch 一樣，也認爲設計當在基地發展。但實際的作法上，也就是要設計者將基地資訊等資料記錄或記憶後，回到事務所

後再繼續設計的工作，DOS 階段是被分成二階段進行的。

且在設計的過程中會發現，設計者雖然身處基地現場，但是記錄設計概念的方法，卻是以平面的符號來記錄。是什麼原因，使得基地上的環境，和設計的概念間不能有效的產生互動，得經過向度間的轉譯呢？是對 Lynch 的主張有所疑問？是因為沒有經過相關的 DOS 訓練？還是因為設計媒材上的限制？

故以在基地上的設計過程來說，本研究提出一種假設。由圖 1-1 可以了解，利用目前所進行的方式，因為設計工作的不連貫，將無法將設計者在基地現場所獲得的資訊，和設計者所發展的設計構想，完整的記錄及保存。因此，有沒有可能利用電腦及空間互動技術，發展適合 DOS 過程中所使用的，具移動性的設計媒材，幫助設計者完成 DOS 工作，在基地上的設計概念，不會因資料形式的轉譯而有所漏失，能夠完整的完成資訊傳遞，是本研究的主要動機。

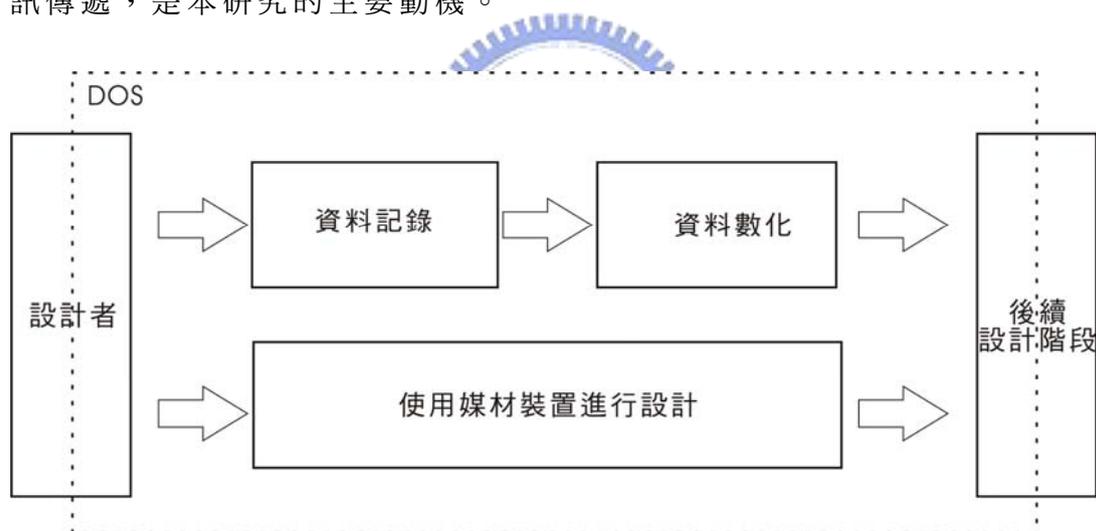


圖 1-1 設計者在設計基地上的設計過程和假設可行的設計過程

1.2 研究目的

根據前述的問題，本研究提出的研究目的，為透過觀察及分析 DOS 工作，了解在 DOS 的兩階段過程中，經過資料數化的轉譯過程後，所造成的設計結果之差異，並由移動性設計裝置的角度，提供 DOS 的整合性設計過程，驗證 DOS 資料因使用的媒材，將可透過設計媒材裝置的改變而得到保留的研究假設。

1.3 研究方法

基於研究目的，在於以設計早期階段的整地設計為例，釐清基地及初期設計概念間資訊流通的情形，並以實際設計工作行為的觀察探討研究目的。因此本研究所使用的研究方法如下：

- 1 觀察分析設計者在進行 DOS 時，所產生的設計行為，並分析 DOS 各工作階段中所得到的成果，找出設計行為的差異性。
- 2 根據對 DOS 行為及過程的分析，推理出一個整合性的 DOS 環境及其所需的設計媒材要素。
- 3 利用媒材裝置的實作，並進行實際設計工作，產生設計成果，驗證本研究提出的假設。



1.4 研究步驟

本研究進行之步驟可分為設計行為分析及裝置實作，現將本研究進行分述如下：

- 1 設計行為記錄及分析：由研究者的自身 DOS 經驗，和 2 位具空間設計背景，目前尚在執業的受測者，以一實際基地的景觀整地設計案，讓受測者使用一般常用的設計媒材，進行目前一般所使用的設計工作，由研究者觀察受測者產生的設計行為，並加以記錄分析。
- 2 相關研究整理：對相關文獻回顧，包括設計思考模型及環境互動科技，以及媒材空間互動研究探討：
- 3 理論推理：源自本研究對文獻回顧所發現的問題，以 Lynch 對於 DOS 的看法為主，配合相關設計思考、電腦輔助設計及電腦與環境之互動技術的文獻回顧，及對目前景觀設計界的從業人員的基本訪談由於本研究的問題，透過文獻的整理，找出可能的解釋。
- 4 裝置實作及測試：爲了了解設計者在基地發展並完成初期設計概念的

可能性，驗證本研究所提出的假設，依照圖像思考設計模型，本研究以媒材為解決研究問題的方法，由實作一個裝置來驗證本研究所提出的研究假設，並實地的操作裝置。利用裝置在原基地上，以整地設計為例，由受測者的角度，記錄使用裝置在基地上操作時的情況及分析設計的結果，並和一般設計的設計成果進行分析，以判斷是否可以本研究之研究目的。

- 5 根據上述研究過程所得到的成果，作成結論及討論：確認裝置符合流程及合乎假設的條件，並做成結論，討論研究過程中的發現，及提出後續研究。

1.4.1 研究流程及論架構

本研究的研究流程及論文架構，可如下圖所示：

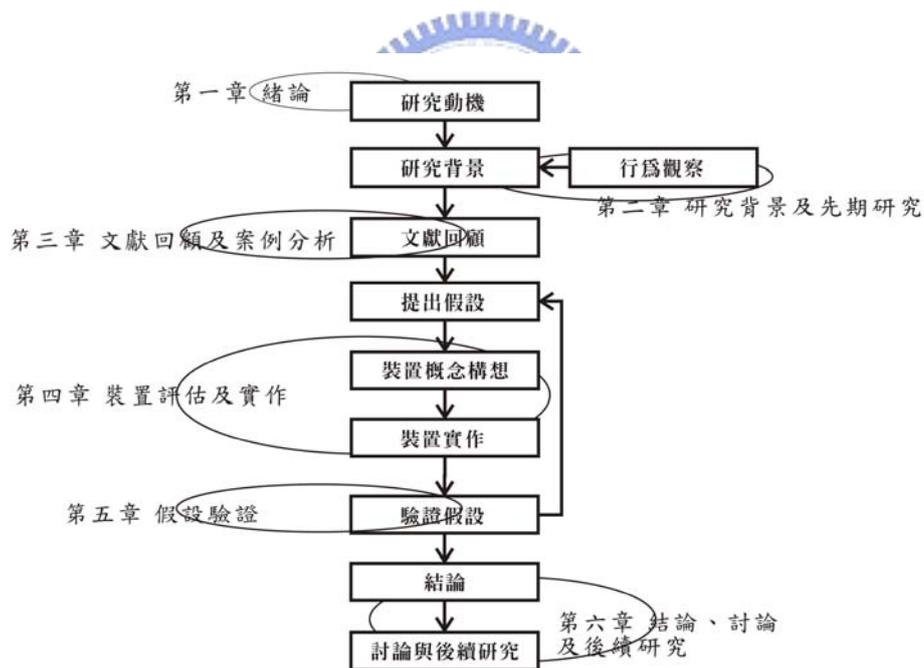


圖 1-2 研究流程圖

第二章.研究背景及先期研究

在基地現場所從事的设计過程中，設計者的设计概念發展與環境條件帶給設計者思考的互動上，類似於圖像思考的方式。故本章從圖像思考的概念開始，和 Lynch 及 Hack 所提出的 DOS 概念作對照，以及從圖像思考的模式，了解基地與設計間的關係，再綜合對目前專業者對 DOS 的看法，找出基地設計行為和基地資訊互動的類型，配合對一般專業者進行 DOS 工作的實際觀察，探討 DOS 的设计行為和一般 DOS 所遭遇的問題。

2.1. DOS 的圖像思考

Lynch 和 Hack 所提出之，在基地上完成設計的设计行為，利用圖像思考 (Visual thinking) 的過程來加以解析，可以幫助我們再進一步地了解基地環境和初期設計概念間的關係。Laseau (2001) 認為，圖像設計的過程，是設計者的眼、腦、手及設計草圖 4 個元素溝通的過程 (Laseau 2001)。整個利用圖像思考的過程，其實是一個定義及產生設計構想的迴圈，過程進行中，透過眼、腦、手、紙 (草圖) 等四個階段的循環，設計構想不斷的經由這四個元素間的轉換，由最開始的，在紙上畫出和構想有關的泡泡圖開始，眼睛接收來自紙上的圖像，傳到腦中，經過設計者的思考，加入了個人的經驗、興趣、甚至是自己想嘗試的想法，再透過設計者的手將想法表現在紙上。隨著紙上所呈現的圖樣的改變，也刺激了設計者腦中的想法，而設計的要點也會不斷加入，使得表現於紙上的設計概念更加的完整，最後所呈現出來的草圖的重要性，在於草圖能夠表現設計者對設計問題的思考，而不只是設計者怎麼想。

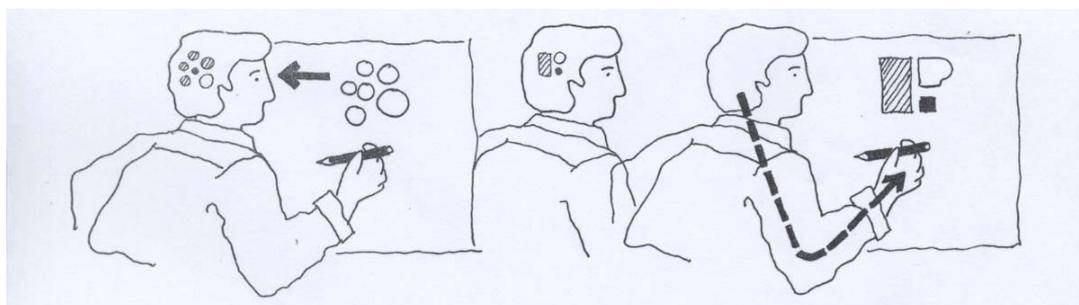


圖 2-1 設計的圖像思考(Laseau 2001)

在這裡，圖像思考的概念可以解釋為，草圖所表現的，其實是設計者心智圖像的投射，而設計者的設計概念會因草圖的刺激而引發更多的想法，而經過這樣的思考過程中，一開始在紙上所繪的草圖，不論是泡泡圖或是基地分析簡圖，和基地的關係都不是直接的。因為設計者的眼睛所接收的，只是在以「草圖」作為媒材所傳遞的符號，設計者的思考，也將會受限於紙筆間所能傳達的資訊。這也呼應了 Lynch 和 Hack 所認為的，設計者以地圖和基地現場作聯想的看法。對設計者來說，基地環境相對於地圖所表達的，是複雜的資訊，而地圖是經過簡化的基地資訊，所以設計者接收基地的訊息，經過設計者的整理過濾，產生心智圖像，再轉化為地圖上可註記的文字及符號。

如此一來，基地調查和初期設計概念，在 Lynch 和 Hack 所提出的方法下，就可能藉由設計者的心智圖像產生，設計者進而將這些想法記錄在適當的媒材上。因為換句話說，Lynch 所指出的這些過程，就是要說明，基地資訊和設計間應是連續的過程，基地的資訊和設計概念相輔相成，因此在基地上進行設計是應該有的設計行為，也是整個設計過程中重要的一環。設計概念的生成，和基地要有密切的關聯。



圖 2-2 以 DOS 為出發點的圖像思考,改繪自 Laseau (2001)

2.2 基地與設計的關係

設計者和基地產生關聯，依照圖像思考方式有兩種可能：1)設計者的心智圖像來自於在基地現場的直接感受下，而經過設計者的思考，直接產生設計的成果並記錄於其它媒材上。這是目前一般採行的 DOS 方式；2)設計者位處於基地現場，直接接收基地的空間訊息，再經設計者的思考後，直接就將設計者所想的，在設計基地上進行施作工程，完成整個設計。後者的設計方法，從歷史上就可以找到不少例子。

自古以來，許多有名的園林景觀，如中國北方皇家園林，及南方的江南園林，或是日本平安、江戶時代的皇家及園林等，都是園林景觀和自然融合的絕妙佳例。古代中國式的庭園景觀設計，稱為「園藝」，而設計者爲了要創造一處具情緒感染力的視覺景色，根據「因地制宜才能有佳作」的設計原則，仔細地研究基地的實際空間脈絡是必需被要求的(Tsu 1988)。在經過基地調查後，才依設計者的構想，「隨曲合方」(陳植 1983)。

但這些園林的設計者或是施工者，在史藉上卻極少有記載，也少見相關園林建築的平面圖或相關的工程設計資料留下。除了如圓明園等皇家園林，有留下建築者的姓名官銜(汪榮祖 2004)，其餘所看得到的資料，多半是庭園景點的繪畫，或是描述庭園的詩賦詞文。建構皇家園林方面，更有供皇帝御覽的模型(Wang, et al. 2000)。

這是因爲中國古代的景觀設計者多爲文人及畫家(馬千英 1985)，其善於用藝術及美學的看法表達景觀山水，對於景觀的塑造，是一種藝文的，詩文書畫意境的實現。也就是說，中國庭園的設計，是因地制宜的手法，是一種圖像思考的過程，庭園的設計，就是直接反映設計者心中對景的意念。文人的詩畫可以說是庭園的設計模擬圖，「借景」的設計手法，就是經由基地現場環境的了解所進行的設計。

這種在基地現場設計者在基地上，直接以設計者的設計想法轉化爲實際設計的模式，是目前仍可以見到，且普遍使用的設計方法。雖然以景觀設計的角度看，和設計的互動就比較不足，無法在設計真正施作前，針對設計做調整，而因爲缺乏在與其它相關專業領域(如繪圖、施工、估價等)的溝通上也將產生困難，設計的變化度也將受到限制，而且能掌握的尺度範圍上，比較適合小範圍的庭園造景設計。然而這樣的手法，和基地的互動性，遠高於其它的設計方式。

2.3 DOS 的實際過程

在本研究問題的思考過程中，爲了要了解目前的景觀設計執業者，對於基地和設計概念間的關係，曾經對 3 位目前在事務所執業的設計師進行簡單的訪談。目的在於了解他們在進行基地調查和初期設計構想間，設

計進行的方式，是否能和 Lynch 的看法相同。被訪談的對象均表示，到基地實際勘查，對往後設計的進行很有幫助，對基地的掌握很重要。而在設計進行的初始階段，大多會到設計基地現勘，訪談對象也都同意，到基地現場的主要目的，是要和已經取得的基地資料，如地圖、航空照片，或是基地的照片作比對，確認基地資料是否和現狀相同，而手上的地圖等資料有誤或有疏漏，這時就會進行資料的註記和補充，也會依需要，使用平板等測量工具進行簡單的測量。

至於在基地直接進行設計工作，受訪者均表示，在基地現場，設計的靈感來源充足，此時記錄設計構想的方式，多是直接在基地地圖或基地簡圖上，用線條勾勒簡單的平面圖構想，標示出重要或是需注意的點或區域，或選某幾個具設計價值的視點畫簡單的素描。具體的初期設計方案草圖，都是要回到事務所後進行。

在訪談結果中，得到個有趣的現象。以基地現場及事務所區分，設計者傾向將基地現場所得到的資訊視為「基地調查」，包括依基地現場特徵而對基地地圖的註記，及設計構想的草圖、素描等，視為基地調查的註解。而資料回到事務所，才算正式進入了「設計」階段。也就是說，在事務所中進行的設計，其概念並不承續自基地所繪的資料，而是當作事務所進行設計的輔助資料，設計是在事務所「產生」的，而非在基地上產生的。設計者在基地現場所產生的心智圖像，會隨著時空環境的變換而缺損，雖然部份經由草圖的形式紀錄下來，但也非能進入實質的設計過程中。基地環境和設計概念構想間，顯然出現了訊息傳遞的落差，在事務所中產生的設計概念，並非是直接取自於基地環境，中間會經過資訊的轉化，造成了 DOS 過程和設計過程間，設計概念傳遞的不連續。然而依 Lynch 和 Hack 的看法，設計構想的產生，應該是在設計基地上，而不是在事務所的辦公室裡。

2.4 DOS 行為和基地資訊的互動

以目前普遍上所採行的景觀設計過程中「整地設計」而言，設計者需要取得基地資訊，就是基地現場的地形狀況。而爲了要了解基地的現有地形，大多會利用的資料，包括了地形圖、地圖、航空相片等，是經過抽象化的基地資訊。設計者運用這些媒材的方式，紙上作業的型式，就有

許多的方法，幫助我們從地形圖等各式圖面上，解讀出山脈谷地和河流水塘，並運用製圖及計算方法，將整地的範圍、程度等設計，利用運算的方法表現出來(Harvey M. Rubenstein 1996)。也就是說，當整地設計變成一種製圖技術和計算方法時，也將基地實質環境和設計構想發展兩者漸行漸遠，設計者不需到現場，憑藉著媒材本身所呈現的資訊就進行設計，顯然的，這正是 Lynch 和 Hack 等所擔憂「只以視覺感官及個人經驗的基地調查」之所在。

而由本章所整理出的三種 DOS 過程，分別為 1)Lynch 等提出的看法。2)目前一般的設計過程，及 3)園藝庭園設計等等，可以發現，設計者和基地現場環境的互動方式均不相同。就以目前一般所採行的 DOS 過程而言，當設計者身處基地時，是以記錄基地資訊為主，設計的概念是通常並不在基地上完成；Lynch 及 Hack 的觀點則是認為，設計者應該要依據基地現場的狀況，想像未來的設計樣式，即設計概念的生成，然後將想像得到的設計概念記錄於基地圖上帶回事務所進行後續設計工作。而部份的庭園/園藝設計者就直接由基地環境產生設計概念。這三種 DOS 的過程，和設計初期概念形成的關係，可整理成下圖(圖 2-3)所示。可以發現除了某些園藝的專業者外，初期設計概念的產生，都不是在基地上完成。但是這三種 DOS 的過程，都不會忽略基地環境對設計的重要性，不論設計者是以何種方式看待基地環境的。

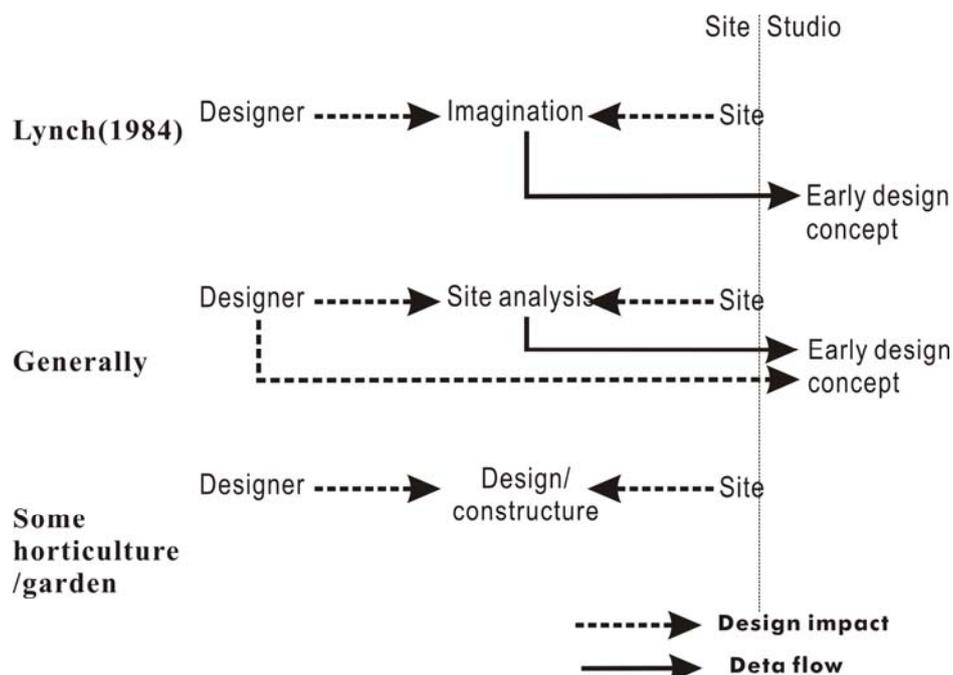


圖 2-3 三種設計過程 (Lynch、目前一般 DOS、部份的園藝/庭園設計者)

2.5 DOS 行為的觀察

2.5.1 基地現場的設計行為

目前相關設計者的戶外設計行為研究，尚屬少數，故需要經過實際的觀察才能得知設計者的設計行為。其中，Tsai 曾根據自己的設計經驗，認為基地的設計行為，可以歸納為以下幾個階段(Tsai and Chang 2005)：1)設計者會繞著基地周邊，先觀察整個基地。2)尋找一個適合觀察到基地全貌的點。3)觀察基地現場，利用基地的特徵，定義基地的屬性，並放大仔細觀察基地。4)產生設計概念。5)記錄所產生的設計概念。6)對設計概念成果進行視覺上的評估。7)評估結束，如接受設計概念，完成此設計階段。8)回到步驟 3，重新進行設計概念的產生及評估。

Tsai 同時在研究中指出，設計者的 DOS 行為，重要的是針對設計概念的評估部份。其它有趣的觀察，則是設計者在設計過程中所產生的自然姿勢。當設計概念在設計者的思考下產生時，設計者往往不自覺的會產生一些姿勢，而這些姿勢和設計者的設計概念有關連。設計者的自然姿勢及口語，也和設計者產生的心智圖像有關。

2.5.2 設計者的 DOS 行為觀察

本研究假設驗證的第一階段，是請受測者先使用一般目前所使用的媒材—設計基地的紙本資料及筆等，在基地的現場進行設計。設計的條件為改變現地的高程，沒有時間的限制，以受測者完成合理設計為原則。本階段所得到的設計者設計行為，其結果可做為了解本研究裝置的建構依據。

2.5.3 一般 DOS 程序

本階段觀察 2 位受測者的 DOS 行為，其 DOS 之程序如下：

1. 基地選定：本研究以景觀整地設計為設計的執行項目。為了突顯設計

前後的改變，使受測者較易於感受設計前後的差異，故本研究選定一處現況較為平整，面積約為 18000 平方公尺的的方型開闊綠地，做為本研究的設計基地案例。

2. 設計媒材準備：經先前訪談得知，目前基地現場調查仍普遍使用紙筆做為設計媒材，故本階段使用的媒材為 A3 大小，比例尺為 1/200 的基地都市實測圖，圖上標示有基地附近的道路、街廓、獨立樹、涼亭等基地現場資訊。
3. DOS 條件設定：本研究步驟，是要了解景觀整地之 DOS 行為，故景觀整地為主要的設計項目，以景觀美質為設計條件，無其它的設計要求。實際設計的面積以基地現場為最大範圍，設計進行的時間不限，以滿足一般設計過程中基地調查及設計的完成度為準，完成度由受測者自行認定。
4. 進行 DOS 工作：兩位受測者同時抵達基地現場進行設計，同時研究者在基地的另一側，以不干擾 2 位受測者的設計工作為原則，在旁邊跟隨記錄受測者的行為。
5. 記錄成果整理分析：分析觀察受測者的 DOS 行為，做為下個階段裝置實作的參考。設計所得成果由受測者數位化後，做為本研究假設驗證的對照資料。

2.5.4 使用一般媒材的 DOS 過程記錄

本研究發現，設計者在基地上的設計工作所產生的行為，可整理出以下的特點：

1. 設計者到達基地後，會出現三階段的工作模式。1)基地全貌觀察。初抵基地時，設計者會先尋找一個可以綜覽基地全貌的點，並對基地進行觀察，找到幾個基地上現有的地形地物，和設計者手上的基地圖互相的比較，讓基地圖和基地現場相符。2)設計構想的產生，設計者會自行選擇一個利於觀察及工作進行的點，使用手上的設計媒材進行設計工作。3)設計檢視。設計者以紀錄於媒材上的設計概念，移動至基

地相對應的位置，想像設計後的環境改變，必要時在媒材上進行設計概念的修改。

2. 設計者在基地上的移動方式及時機，和設計者所能觀察基地的位置能否觀察到基地，及設計者對設計檢驗的需要有關。在設計過程中，因有進入體驗設計場所的必要，而會走進基地的範圍。受測者並表示，若基地現場不易在同一點觀察，便會進入基地範圍，以觀察及記錄受視覺遮敝或是距離過遠不易直接目視的區域。故設計者在以一般媒材進行基地設計過程時，會因觀察基地及想像設計的需求而產生移動，但是移動的程度和基地的環境相關。
3. 在設計者產生的設計行為中，手勢和凝望是兩個主要常出現的動作。手勢多出現在設計者觀察及思考的時候，也就是常出現在基地設計的第二階段。觀察本研究的受測者來看，手勢常隨著凝望而出現，手掌或手指會指著視線的方向，或是產生呼應設計想法的動作，如表現出起伏的動作等。不過大致上設計者的動作以凝望為主，其餘為使用媒材的行為。

此外，分析 2 位受測者的工作可以發現，2 位受測者的基地移動過程。受測者 B 從定點出發後，並沒有太多的移動現象，而是找到一個定點，開始設計，然後又找了一個點，坐下來，在基地圖上記錄設計，直到設計過程結束。另外，受測者 A 的動作就比較豐富。先是在基地範圍內移動，並下來觀察思考。如此移動—思考的過程反覆數次後，便找一個點，坐在基地的草坪上記錄設計。經過一段時間，再起身移動到基地的其它點。

受測者利用一般媒材，所做的設計概念的表現上，可以發現到一個現象。雖然受測者已經身處設計基地，所做的設計也是空間整地設計，但是在媒材的記錄上，卻是使用平面的符號，如等高線、點標記、文字等。設計者從事的是 3D 立體的設計，但在基地上卻是用平面的方式註記。顯見目前一般的 DOS 過程，設計思考的方式和所使用的媒材有一定的差距。

由此可知，在目前一般設計過程中，設計者記錄設計概念，需要經過資訊的轉換，而透過對 2 位受測者的設計成果來看，當基地上所註記的符號，再經過資料數化的過程，所產生的設計初期構想，就和最初在基地上的有所落差。要解決這樣的設計資訊落差，完成基地上的設計，並將

在基地上所完成的成果，可以直接的用在後續的設計工作上，設計媒材是問題的關鍵。

2.6. 小結

綜合本章各節對 DOS 行爲的討論，可知在圖像思考的背景，一般 DOS 過程所產生之，設計資料間不連續的問題，可以透過設計媒材的角度來解決。在本章的先期研究之下，設計者在基地現場的當下產生的 DOS 問題，可以被視為是因爲設計者和基地環境間，無法透過設計概念及設計媒材做有效的互動，因此，下一章就以可能的解決方案進行探討。除了與 DOS 相關的文獻回顧，和設計方面的視覺思考研究，及利用虛實空間互動技術有關的設計媒材研究。



第二章.研究背景及先期研究

在基地現場所從事的設計過程中，設計者的設計概念發展與環境條件帶給設計者思考的互動上，類似於圖像思考的方式。故本章從圖像思考的概念開始，和 Lynch 及 Hack 所提出的 DOS 概念作對照，以及從圖像思考的模式，了解基地與設計間的關係，再綜合對目前專業者對 DOS 的看法，找出基地設計行為和基地資訊互動的類型，配合對一般專業者進行 DOS 工作的實際觀察，探討 DOS 的設計行為和一般 DOS 所遭遇的問題。

2.1. DOS 的圖像思考

Lynch 和 Hack 所提出之，在基地上完成設計的設計行為，利用圖像思考 (Visual thinking) 的過程來加以解析，可以幫助我們再進一步地了解基地環境和初期設計概念間的關係。Laseau (2001) 認為，圖像設計的過程，是設計者的眼、腦、手及設計草圖 4 個元素溝通的過程 (Laseau 2001)。整個利用圖像思考的過程，其實是一個定義及產生設計構想的迴圈，過程進行中，透過眼、腦、手、紙 (草圖) 等四個階段的循環，設計構想不斷的經由這四個元素間的轉換，由最開始的，在紙上畫出和構想有關的泡泡圖開始，眼睛接收來自紙上的圖像，傳到腦中，經過設計者的思考，加入了個人的經驗、興趣、甚至是自己想嘗試的想法，再透過設計者的手將想法表現在紙上。隨著紙上所呈現的圖樣的改變，也刺激了設計者腦中的想法，而設計的要點也會不斷加入，使得表現於紙上的設計概念更加的完整，最後所呈現出來的草圖的重要性，在於草圖能夠表現設計者對設計問題的思考，而不只是設計者怎麼想。

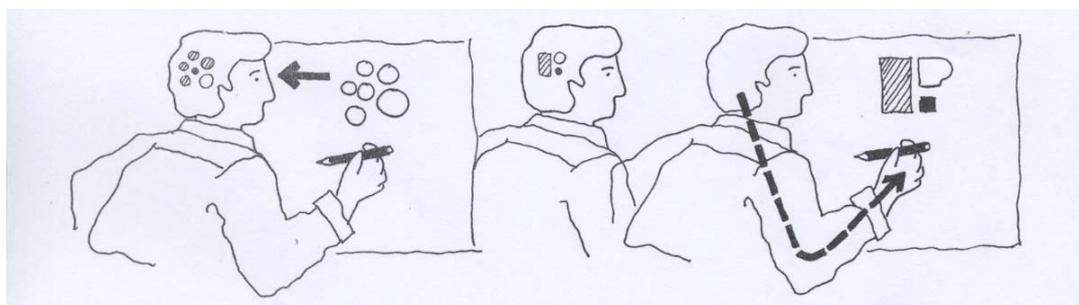


圖 2-1 設計的圖像思考(Laseau 2001)

在這裡，圖像思考的概念可以解釋為，草圖所表現的，其實是設計者心智圖像的投射，而設計者的設計概念會因草圖的刺激而引發更多的想法，而經過這樣的思考過程中，一開始在紙上所繪的草圖，不論是泡泡圖或是基地分析簡圖，和基地的關係都不是直接的。因為設計者的眼睛所接收的，只是在以「草圖」作為媒材所傳遞的符號，設計者的思考，也將會受限於紙筆間所能傳達的資訊。這也呼應了 Lynch 和 Hack 所認為的，設計者以地圖和基地現場作聯想的看法。對設計者來說，基地環境相對於地圖所表達的，是複雜的資訊，而地圖是經過簡化的基地資訊，所以設計者接收基地的訊息，經過設計者的整理過濾，產生心智圖像，再轉化為地圖上可註記的文字及符號。

如此一來，基地調查和初期設計概念，在 Lynch 和 Hack 所提出的方法下，就可能藉由設計者的心智圖像產生，設計者進而將這些想法記錄在適當的媒材上。因為換句話說，Lynch 所指出的這些過程，就是要說明，基地資訊和設計間應是連續的過程，基地的資訊和設計概念相輔相成，因此在基地上進行設計是應該有的設計行為，也是整個設計過程中重要的一環。設計概念的生成，和基地要有密切的關聯。



圖 2-2 以 DOS 為出發點的圖像思考,改繪自 Laseau (2001)

2.2 基地與設計的關係

設計者和基地產生關聯，依照圖像思考方式有兩種可能：1)設計者的心智圖像來自於在基地現場的直接感受下，而經過設計者的思考，直接產生設計的成果並記錄於其它媒材上。這是目前一般採行的 DOS 方式；2)設計者位處於基地現場，直接接收基地的空間訊息，再經設計者的思考後，直接就將設計者所想的，在設計基地上進行施作工程，完成整個設計。後者的設計方法，從歷史上就可以找到不少例子。

自古以來，許多有名的園林景觀，如中國北方皇家園林，及南方的江南園林，或是日本平安、江戶時代的皇家及園林等，都是園林景觀和自然融合的絕妙佳例。古代中國式的庭園景觀設計，稱為「園藝」，而設計者爲了要創造一處具情緒感染力的視覺景色，根據「因地制宜才能有佳作」的設計原則，仔細地研究基地的實際空間脈絡是必需被要求的(Tsu 1988)。在經過基地調查後，才依設計者的構想，「隨曲合方」(陳植 1983)。

但這些園林的設計者或是施工者，在史藉上卻極少有記載，也少見相關園林建築的平面圖或相關的工程設計資料留下。除了如圓明園等皇家園林，有留下建築者的姓名官銜(汪榮祖 2004)，其餘所看得到的資料，多半是庭園景點的繪畫，或是描述庭園的詩賦詞文。建構皇家園林方面，更有供皇帝御覽的模型(Wang, et al. 2000)。

這是因爲中國古代的景觀設計者多爲文人及畫家(馬千英 1985)，其善於用藝術及美學的看法表達景觀山水，對於景觀的塑造，是一種藝文的，詩文書畫意境的實現。也就是說，中國庭園的設計，是因地制宜的手法，是一種圖像思考的過程，庭園的設計，就是直接反映設計者心中對景的意念。文人的詩畫可以說是庭園的設計模擬圖，「借景」的設計手法，就是經由基地現場環境的了解所進行的設計。

這種在基地現場設計者在基地上，直接以設計者的設計想法轉化爲實際設計的模式，是目前仍可以見到，且普遍使用的設計方法。雖然以景觀設計的角度看，和設計的互動就比較不足，無法在設計真正施作前，針對設計做調整，而因爲缺乏在與其它相關專業領域(如繪圖、施工、估價等)的溝通上也將產生困難，設計的變化度也將受到限制，而且能掌握的尺度範圍上，比較適合小範圍的庭園造景設計。然而這樣的手法，和基地的互動性，遠高於其它的设计方式。

2.3 DOS 的實際過程

在本研究問題的思考過程中，爲了要了解目前的景觀設計執業者，對於基地和設計概念間的關係，曾經對 3 位目前在事務所執業的設計師進行簡單的訪談。目的在於了解他們在進行基地調查和初期設計構想間，設

計進行的方式，是否能和 Lynch 的看法相同。被訪談的對象均表示，到基地實際勘查，對往後設計的進行很有幫助，對基地的掌握很重要。而在設計進行的初始階段，大多會到設計基地現勘，訪談對象也都同意，到基地現場的主要目的，是要和已經取得的基地資料，如地圖、航空照片，或是基地的照片作比對，確認基地資料是否和現狀相同，而手上的地圖等資料有誤或有疏漏，這時就會進行資料的註記和補充，也會依需要，使用平板等測量工具進行簡單的測量。

至於在基地直接進行設計工作，受訪者均表示，在基地現場，設計的靈感來源充足，此時記錄設計構想的方式，多是直接在基地地圖或基地簡圖上，用線條勾勒簡單的平面圖構想，標示出重要或是需注意的點或區域，或選某幾個具設計價值的視點畫簡單的素描。具體的初期設計方案草圖，都是要回到事務所後進行。

在訪談結果中，得到個有趣的現象。以基地現場及事務所區分，設計者傾向將基地現場所得到的資訊視為「基地調查」，包括依基地現場特徵而對基地地圖的註記，及設計構想的草圖、素描等，視為基地調查的註解。而資料回到事務所，才算正式進入了「設計」階段。也就是說，在事務所中進行的設計，其概念並不承續自基地所繪的資料，而是當作事務所進行設計的輔助資料，設計是在事務所「產生」的，而非在基地上產生的。設計者在基地現場所產生的心智圖像，會隨著時空環境的變換而缺損，雖然部份經由草圖的形式紀錄下來，但也非能進入實質的設計過程中。基地環境和設計概念構想間，顯然出現了訊息傳遞的落差，在事務所中產生的設計概念，並非是直接取自於基地環境，中間會經過資訊的轉化，造成了 DOS 過程和設計過程間，設計概念傳遞的不連續。然而依 Lynch 和 Hack 的看法，設計構想的產生，應該是在設計基地上，而不是在事務所的辦公室裡。

2.4 DOS 行為和基地資訊的互動

以目前普遍上所採行的景觀設計過程中「整地設計」而言，設計者需要取得基地資訊，就是基地現場的地形狀況。而爲了要了解基地的現有地形，大多會利用的資料，包括了地形圖、地圖、航空相片等，是經過抽象化的基地資訊。設計者運用這些媒材的方式，紙上作業的型式，就有

許多的方法，幫助我們從地形圖等各式圖面上，解讀出山脈谷地和河流水塘，並運用製圖及計算方法，將整地的範圍、程度等設計，利用運算的方法表現出來(Harvey M. Rubenstein 1996)。也就是說，當整地設計變成一種製圖技術和計算方法時，也將基地實質環境和設計構想發展兩者漸行漸遠，設計者不需到現場，憑藉著媒材本身所呈現的資訊就進行設計，顯然的，這正是 Lynch 和 Hack 等所擔憂「只以視覺感官及個人經驗的基地調查」之所在。

而由本章所整理出的三種 DOS 過程，分別為 1)Lynch 等提出的看法。2)目前一般的設計過程，及 3)園藝庭園設計等等，可以發現，設計者和基地現場環境的互動方式均不相同。就以目前一般所採行的 DOS 過程而言，當設計者身處基地時，是以記錄基地資訊為主，設計的概念是通常並不在基地上完成；Lynch 及 Hack 的觀點則是認為，設計者應該要依據基地現場的狀況，想像未來的設計樣式，即設計概念的生成，然後將想像得到的設計概念記錄於基地圖上帶回事務所進行後續設計工作。而部份的庭園/園藝設計者就直接由基地環境產生設計概念。這三種 DOS 的過程，和設計初期概念形成的關係，可整理成下圖(圖 2-3)所示。可以發現除了某些園藝的專業者外，初期設計概念的產生，都不是在基地上完成。但是這三種 DOS 的過程，都不會忽略基地環境對設計的重要性，不論設計者是以何種方式看待基地環境的。

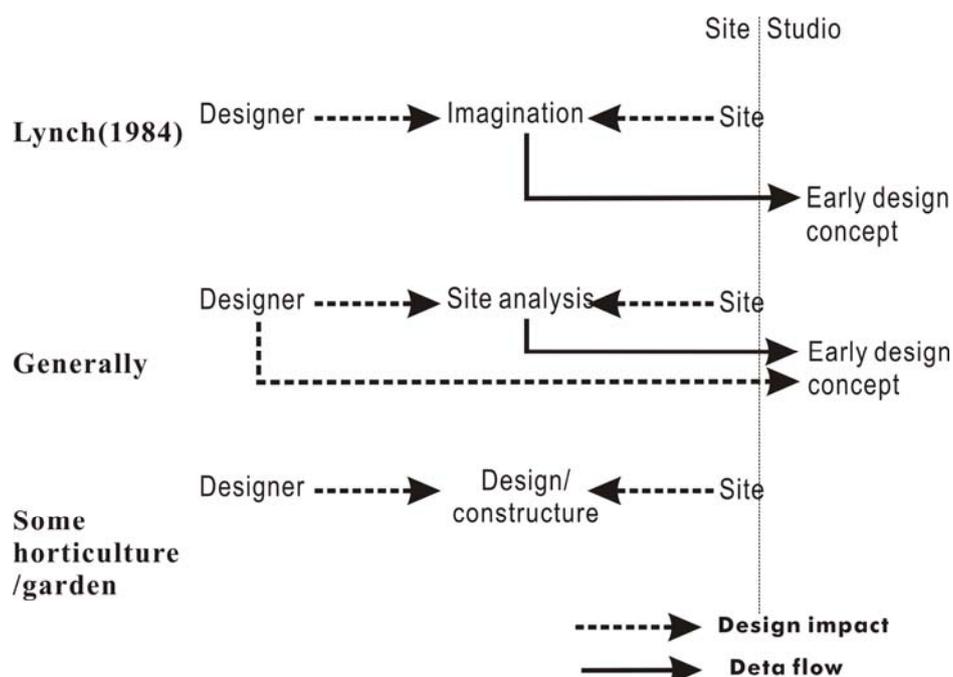


圖 2-3 三種設計過程 (Lynch、目前一般 DOS、部份的園藝/庭園設計者)

2.5 DOS 行為的觀察

2.5.1 基地現場的設計行為

目前相關設計者的戶外設計行為研究，尚屬少數，故需要經過實際的觀察才能得知設計者的設計行為。其中，Tsai 曾根據自己的設計經驗，認為基地的設計行為，可以歸納為以下幾個階段(Tsai and Chang 2005)：1)設計者會繞著基地周邊，先觀察整個基地。2)尋找一個適合觀察到基地全貌的點。3)觀察基地現場，利用基地的特徵，定義基地的屬性，並放大仔細觀察基地。4)產生設計概念。5)記錄所產生的設計概念。6)對設計概念成果進行視覺上的評估。7)評估結束，如接受設計概念，完成此設計階段。8)回到步驟 3，重新進行設計概念的產生及評估。

Tsai 同時在研究中指出，設計者的 DOS 行為，重要的是針對設計概念的評估部份。其它有趣的觀察，則是設計者在設計過程中所產生的自然姿勢。當設計概念在設計者的思考下產生時，設計者往往不自覺的會產生一些姿勢，而這些姿勢和設計者的設計概念有關連。設計者的自然姿勢及口語，也和設計者產生的心智圖像有關。

2.5.2 設計者的 DOS 行為觀察

本研究假設驗證的第一階段，是請受測者先使用一般目前所使用的媒材—設計基地的紙本資料及筆等，在基地的現場進行設計。設計的條件為改變現地的高程，沒有時間的限制，以受測者完成合理設計為原則。本階段所得到的設計者設計行為，其結果可做為了解本研究裝置的建構依據。

2.5.3 一般 DOS 程序

本階段觀察 2 位受測者的 DOS 行為，其 DOS 之程序如下：

1. 基地選定：本研究以景觀整地設計為設計的執行項目。為了突顯設計

前後的改變，使受測者較易於感受設計前後的差異，故本研究選定一處現況較為平整，面積約為 18000 平方公尺的的方型開闊綠地，做為本研究的設計基地案例。

2. 設計媒材準備：經先前訪談得知，目前基地現場調查仍普遍使用紙筆做為設計媒材，故本階段使用的媒材為 A3 大小，比例尺為 1/200 的基地都市實測圖，圖上標示有基地附近的道路、街廓、獨立樹、涼亭等基地現場資訊。
3. DOS 條件設定：本研究步驟，是要了解景觀整地之 DOS 行爲，故景觀整地為主要的設計項目，以景觀美質為設計條件，無其它的設計要求。實際設計的面積以基地現場為最大範圍，設計進行的時間不限，以滿足一般設計過程中基地調查及設計的完成度為準，完成度由受測者自行認定。
4. 進行 DOS 工作：兩位受測者同時抵達基地現場進行設計，同時研究者在基地的另一側，以不干擾 2 位受測者的設計工作為原則，在旁邊跟隨記錄受測者的行爲。
5. 記錄成果整理分析：分析觀察受測者的 DOS 行爲，做為下個階段裝置實作的參考。設計所得成果由受測者數位化後，做為本研究假設驗證的對照資料。

2.5.4 使用一般媒材的 DOS 過程記錄

本研究發現，設計者在基地上的設計工作所產生的行爲，可整理出以下的特點：

1. 設計者到達基地後，會出現三階段的工作模式。1)基地全貌觀察。初抵基地時，設計者會先尋找一個可以綜覽基地全貌的點，並對基地進行觀察，找到幾個基地上現有的地形地物，和設計者手上的基地圖互相的比較，讓基地圖和基地現場相符。2)設計構想的產生，設計者會自行選擇一個利於觀察及工作進行的點，使用手上的設計媒材進行設計工作。3)設計檢視。設計者以紀錄於媒材上的設計概念，移動至基

地相對應的位置，想像設計後的環境改變，必要時在媒材上進行設計概念的修改。

2. 設計者在基地上的移動方式及時機，和設計者所能觀察基地的位置能否觀察到基地，及設計者對設計檢驗的需要有關。在設計過程中，因有進入體驗設計場所的必要，而會走進基地的範圍。受測者並表示，若基地現場不易在同一點觀察，便會進入基地範圍，以觀察及記錄受視覺遮敝或是距離過遠不易直接目視的區域。故設計者在以一般媒材進行基地設計過程時，會因觀察基地及想像設計的需求而產生移動，但是移動的程度和基地的環境相關。
3. 在設計者產生的設計行為中，手勢和凝望是兩個主要常出現的動作。手勢多出現在設計者觀察及思考的時候，也就是常出現在基地設計的第二階段。觀察本研究的受測者來看，手勢常隨著凝望而出現，手掌或手指會指著視線的方向，或是產生呼應設計想法的動作，如表現出起伏的動作等。不過大致上設計者的動作以凝望為主，其餘為使用媒材的行為。

此外，分析 2 位受測者的工作可以發現，2 位受測者的基地移動過程。受測者 B 從定點出發後，並沒有太多的移動現象，而是找到一個定點，開始設計，然後又找了一個點，坐下來，在基地圖上記錄設計，直到設計過程結束。另外，受測者 A 的動作就比較豐富。先是在基地範圍內移動，並下來觀察思考。如此移動—思考的過程反覆數次後，便找一個點，坐在基地的草坪上記錄設計。經過一段時間，再起身移動到基地的其它點。

受測者利用一般媒材，所做的設計概念的表現上，可以發現到一個現象。雖然受測者已經身處設計基地，所做的設計也是空間整地設計，但是在媒材的記錄上，卻是使用平面的符號，如等高線、點標記、文字等。設計者從事的是 3D 立體的設計，但在基地上卻是用平面的方式註記。顯見目前一般的 DOS 過程，設計思考的方式和所使用的媒材有一定的差距。

由此可知，在目前一般設計過程中，設計者記錄設計概念，需要經過資訊的轉換，而透過對 2 位受測者的設計成果來看，當基地上所註記的符號，再經過資料數化的過程，所產生的設計初期構想，就和最初在基地上的有所落差。要解決這樣的設計資訊落差，完成基地上的設計，並將

在基地上所完成的成果，可以直接的用在後續的設計工作上，設計媒材是問題的關鍵。

2.6. 小結

綜合本章各節對 DOS 行爲的討論，可知在圖像思考的背景，一般 DOS 過程所產生之，設計資料間不連續的問題，可以透過設計媒材的角度來解決。在本章的先期研究之下，設計者在基地現場的當下產生的 DOS 問題，可以被視為是因爲設計者和基地環境間，無法透過設計概念及設計媒材做有效的互動，因此，下一章就以可能的解決方案進行探討。除了與 DOS 相關的文獻回顧，和設計方面的視覺思考研究，及利用虛實空間互動技術有關的設計媒材研究。



第三章.文獻回顧及案例分析

有許多研究探討過設計的過程，而在電腦科技相對比以往進步，對空間設計行為和思考模式的探討，便有以電腦等做為數位媒材的研究模式及方法的研究。針對本研究所涉及的的相關理論及解決方案，在本章中先回顧部份設計專業者對 DOS 的看法、在景觀設計中的視覺思考模式，再到利用相關的空間互動媒材及互動技術，增加與環境互動性之相關案例。

3.1.設計和基地環境間的關係

景觀及基地規劃的理論中，最為人知的就數 Kevin Lynch。他和 Gary Hack 所合著的「Site planning」(Lynch and Hack 1984)這本書，對於基地的規劃提出了自己的看法，和工作的步驟。在「Site Planning」這本書中，提到基地規劃有下列步驟：1)問題的界定。2)基地和使用對象的計劃和分析。3)初期設計方案及預算概估。4)設計細部發展及詳細的預算。5)契約文件。6)招標及契約簽定。7)施工。8)使用及管理。

在以上的步驟中，基地分析和設計初步方案的發展是整個過程的第 2、第 3 階段。並且認為，這些步驟所表達的不是一個一成不變的線性步驟，真正代表的應該是一種迴路，一種循環。以整地設計的需求來說，地形可以表現基地能和設計視覺特性，爲了要了解地形的特性，使用模型和地圖作為設計的媒材。而模型的資訊也是來自於一張精密的等高線地形圖，甚至是電腦的簡單透視資料也來自於此，所以地形圖是基本且可運用的整地設計主要媒材。

在地形圖的使用上，Lynch 和 Hack 認為，設計者需要有輕鬆判讀地圖的能力，要了解地圖上所代表的意義。這點很重要，因爲在觀看地圖時，必須能夠將水平的地圖資訊和立體的現場實地產生連想—這是用心靈感受地圖，且從混雜的基地現場狀況，分析出地圖上的特徵。對於地圖給設計者的最大用處，Site planning 中有段話是這麼說的：

“She [The designer] can image a while landscape by looking at its map and see the patterns of roads and buildings that might fit into

it.”(Lynch and Hack 1984)

在景觀設計與基地的關係上，亦有學者抱持相似的看法。如 Michael Laurie 在「An Introduction to Landscape Architecture」的書中提到，一個成功的設計，是要和基地環境間有親和性，且能根據基地環境發展明確的設計規劃，重要的是設計能符合基地的特性。Laurie 認為，一個成功的設計是具有獨一性的，而基本的要求就是要能符合基地的特性，而基地的特性也是具獨一性的，不同的基地特性也提供了不同的設計解決方案。

另者，Sébastien Marot 認為，了解基地的特性，是一種「讀和寫」的過程。(Marot 1999)設計者「閱讀」基地的自然、人文，並將之轉化為設計，「寫」在基地上。「讀」和「寫」之間，設計和基地資訊有有交流的機會，且根據設計者在基地上所體驗到的事件，來產生設計概念。

3.2. 景觀設計中的視覺思考及案例分析

景觀的視覺品質是景觀設計上極為注重的部份。利用電腦媒材所為景觀視覺品質的評估方面，以數位技術模擬景觀主要的元素，來針對景觀設計及開發的品質做評估及模擬。以景觀的數位化方式及作法而言，Ervin 指出，有關景觀建築的規劃和設計之視覺評估、建議及替選方案，甚至是環境沖擊的模擬，皆可以使用景觀數位化模型(Ervin 2001)。數位化的型式很多，不只是數位的電腦模型，還包括了照片及擬真影像等。

以上這些都有一個共同的特點—都是用數位方法來描述景觀。地形在景觀中所扮演的角色，Ervin 指出，地形，或稱為高程，是景觀最基本的組成元素，在自然界的環境中，景觀設計者常會把自然的、波狀的地形改變成符合設計需求的地表形狀，但通常都無法做得自然。地形通常都需要大量的資料設定，所以一般來說上 GIS 比 CAD 系統還常用來處理地形的資料，GIS 在這裡是扮演了提供基地資訊的角色。

此外，Haaren 透過對目前的技術及思維，提出了對於景觀規劃及設計的未來取向(Haaren 2002)。Haaren 認為，現今的景觀設計和規劃，必須著重於以土地使用的永續性為前題的景觀使用多功能性。而現代的景觀規

劃就是一種了解及管理人類和環境的變遷關係，設計及規劃者要以一個藝術家而不是科學家自許。而對未來景觀設計及規劃的工作，Haaren 提出了一個工作的架構，明確的強調多媒體科技將扮演重要的角色，而就科技的應用上，Haaren 指出，使用 GIS 及多媒體的技術不只能增進以往土地使用變遷的可能性及規劃的彈性，而且能促進與整體景觀規劃的溝通。多媒體的角色，在本研究中就是一種基地資訊系統的一環。整個的架構如下圖（圖 2-1）所示：

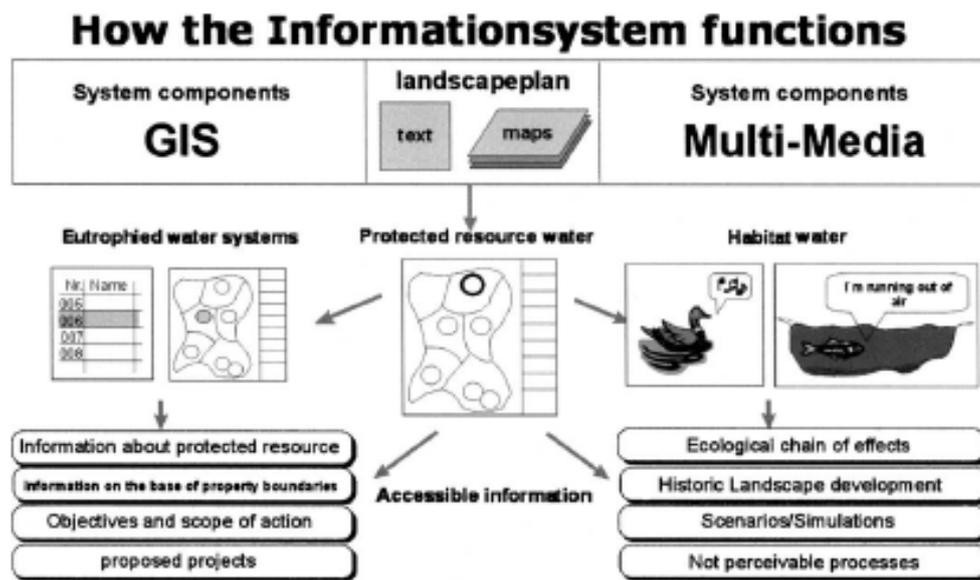


圖 3-1 景觀規劃設計資訊系統架構(Haaren 2002)

3.2.1 景觀模擬

在相關的景觀模擬的研究上，以史蹟景觀的電腦模擬來說，有研究是針對已消失的有名庭園，其中包括了中國的近代名園「圓明園」(Wang, et al. 2000)。Wang 等人利用目前可以取得的部份圓明園的資料，包括圖畫、模型及詩詞歌賦等，利用電腦繪圖軟體及多媒體的技術整合，模擬了極盛時期的圓明園建築、景觀、水景山石、庭園植栽、室內傢俱佈局、甚至還加入了當時帝王后妃的人物生活場景，並製作成動畫，融入場景當中。在景觀的模擬上，也做了現存遺跡的基地調查，針對現今圓明園遺址上所遺留的殘遺加以確認，並結合衛星及航空照片等遙測資料，以求能更精確的掌握原有的圓明園景觀。圓明園是清朝的皇家御苑，1860 年毀於英法聯軍。



圖 3-2 圓明園「濂溪樂處」的繪畫（左）和數位化模擬後的成果（右）(Wang, et al. 2000)

3.2.2 利用 VRML 的景觀視覺化設計

在自然景觀設計工作的模擬上，Tsuyoshi 等人利用 VRML(visual reality modeling language) 來進行景觀設計的視覺化設計(Honjo and Lim 2001)。VRML 的特點，在於網路上的高效能應用，尤其是在表現在三度空間的視覺化應用上，透過 VRML 可以輕易的做資料的傳輸。整個系統結合了 GIS 系統的環境資料庫，加上地形、建築、植栽等 VRML 資料，建構一個 VRML 的伺服器。另外也對喬木的生長，利用建立尺度大小不同的植栽資料，可以針對植物的生長對景觀的改變進行視覺化的模擬預測。整套的系統運作是利用即時算圖和行走路徑兩種模擬的方式，以網際網路作為平台，除了提供設計者對設計構想的輔助工具外，藉著網路無遠弗屆的特性，也可做為參與式設計的討論平台。此外，VRML 於森林景觀資源的調查和模擬，也有一定的成果(Lim and Hinjo 2003)。

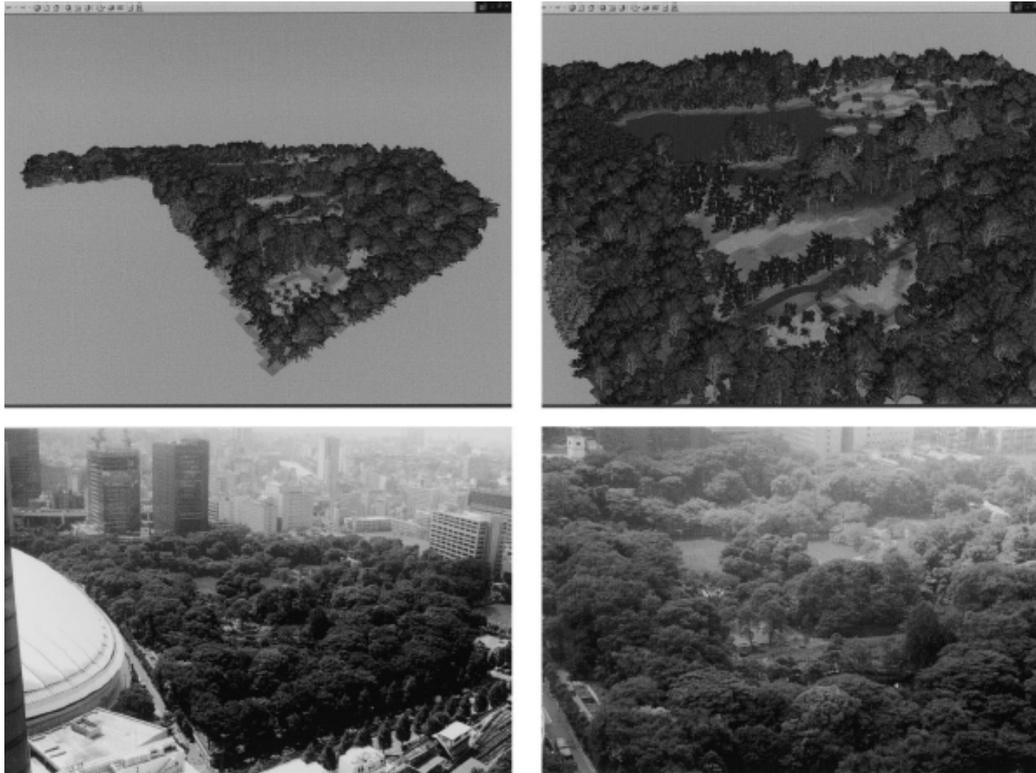


圖 3-3 利用 VRML 模擬及合成照片(Honjo and Lim 2001)

3.2.3 初期設計階段的視覺模擬

在都市景觀的視覺化方面，有相關的研究是有關電腦輔助都市視覺化模擬的研究。都市景觀的視覺模擬，Yuda 等人提出，利用外掛模式的 3D 立體電腦繪圖軟體，作為環境設計的表現和設計的新方法(Yuda, et al. 2004)。尤其在初期設計階段，如果沒有足夠的資料，很難在初期設計階段就能使用 3D 電腦動畫軟體，來進行像一般繪圖的 3D 建模動作。在設計的初期階段時，設計者產生的設計概念，所使用的媒材，大多是口語或是一些像是概念圖或是草圖等非常含混不清的影像，所以初期設計階段所需要的媒材，是要能夠傳達和校準設計的概念，以及迅速的協調新產生的設計概念。Yuda 等人以一個體育場的規劃設計過程為例子，發現在初期設計階段中，使用「plug-in」的 3D 繪圖軟體的確有助於對設計的發展及校正有實質的幫助，尤其是在過程中，也能對基地週圍的基地環境來檢討設計概念，而且「plug-in」的設計模式，可以延伸至網路，成為即時的 3D 互動式的新設計方法。



圖 3-4 對設計概念的模擬(Yuda, et al. 2004)



圖 3-5 即時設計模擬系統(Yuda, et al. 2004)

3.2.4 設計概念的即時檢討

此外，即時模擬系統在環境設計上，Lou 等人指出，目前一般的即時模擬系統較常應用於室內或工業設計上，而因為環境模擬所需的系統資源很大，必須能夠運算出包括上千個細部的建築模型及百萬個以上的聚合面的複雜場景，而 Lou 等人的研究主題，便是要探討場景元素的管理，要能有效率的提供處理複雜且移動中的物件之理想方式(Lou, et al. 2003)。Lou 等人以細部分級 (LOD, level of detail) 的規則為基礎，以從螢幕上視點到物件所佔螢幕的比例為計算基準，發展成為抽象細部分級 (DL0D, discrete level of detail) 將模型的聚合面數量和物件縮放的遠近來調整。本研究成功的以每秒 20 格數的速度完成即時模擬系統，而本研究的成果可以提供景觀設計者即時的進行設計工作，並可即時的檢討設計成果。

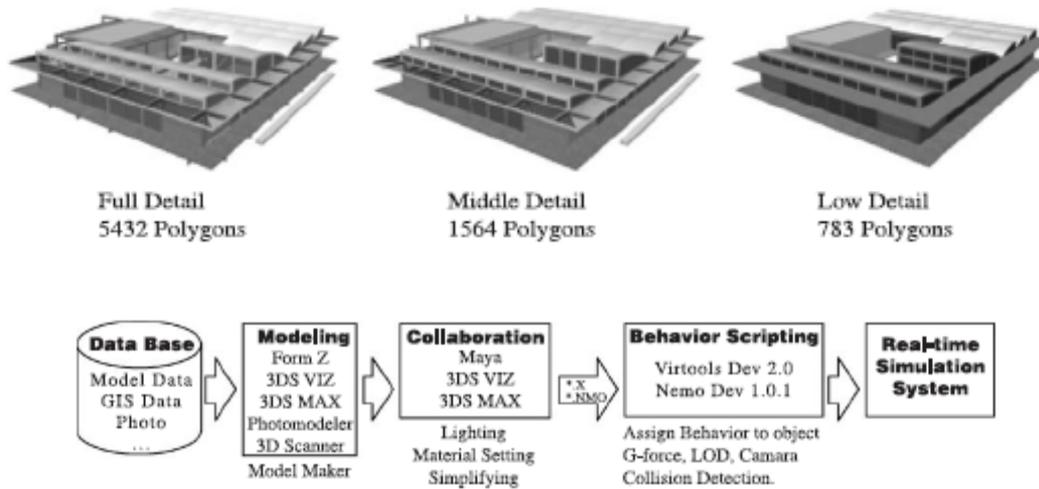


圖 3-6 抽像細部分級（上）及系統架構（下）(Lou, et al. 2003)

3.2.5 直覺式的設計工具

在視覺化的設計媒材應用上，整地設計是景觀設計的重要工作，而利用數位化的工具進行地形的「雕塑」的可能性研究，有 Harris 的數位砂箱「Digital sandbox」(Harris 2001)。本研究提供了一個數位式的整地輔助運算工具。

Harris 認為，以目前的設計及分析地表徑流所使用的傳統設計工具—傳統的砂箱，一個盒子內裝著一定數量的細砂或符合當地地質的土壤，將砂子型塑出設計所需的地形後，模擬地表徑流的狀況。但以上的傳統設計作業方式，無法滿足設計者在基地分析及整地設計的工作需要，因此 Harris 在這個研究中，提出了一個適應單人作業，整合基地分析及設計的粗略概念工具。整個系統是以姿勢為主的操作介面，來進行整地及地表徑流的分析。在這個研究中，使用物件導向的概念來設計及實作數位砂箱。藉由實體砂箱的呈現及濃縮了以往利用實體砂箱對地表徑流方式所產生的屬性及行為，是主要的軟體的實作概念。

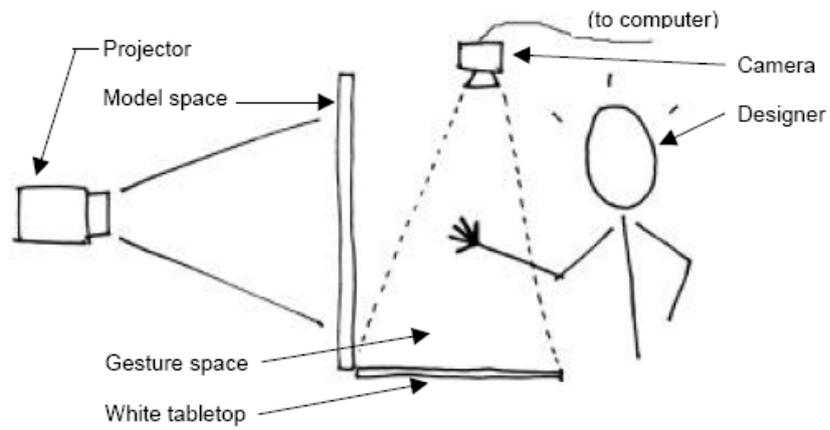


圖 3-7 圖 3-6 數位砂箱 (Digital Sandbox) 的系統架構(Harris 2001)

數位砂箱裝置的成果，能夠讓設計者能夠雕塑地形網格，在網格上加入代表樹木及建築物的物件，以及預測整地後因地表徑流所產生的地貌。除了技術與操作上的限制，數位砂箱的裝置達到了在單機運算環境下，將設計與分析整合的目的，且更能接近以往設計者使用傳統實體砂箱的作業方法。是一項新的設計媒材。

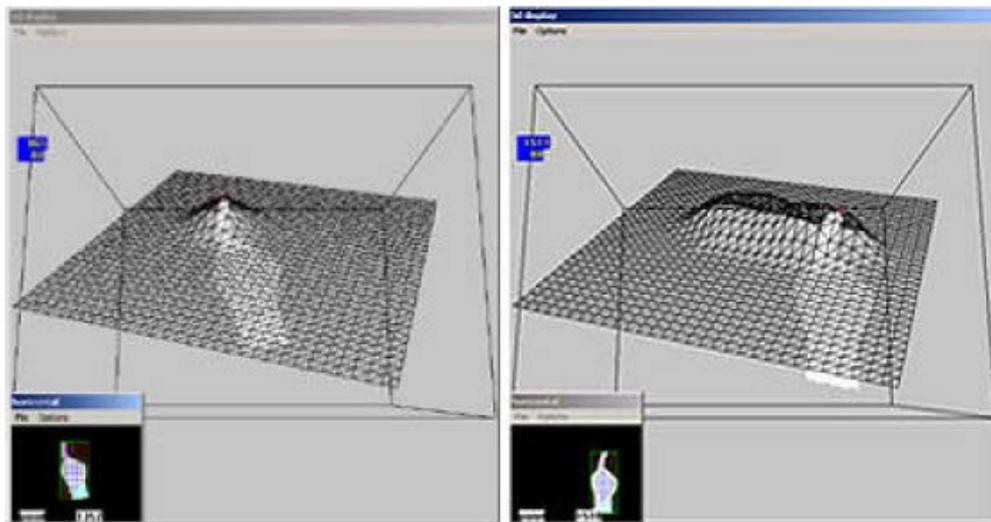


圖 3-8 數位砂箱 (Digital Sandbox) 的操作介面(Harris 2001)

3.3 裝置與環境互動相關案例

3.3.1 擴增實境

擴增實境 (Augmented reality, AR) 在定義上有許多的解釋。一般來說，擴增實境的技術，主要是在於讓使用者的視野，從實體的世界中導入虛擬的影像及資料，讓使用者視覺上的感覺增加，而這種視覺上的感覺是來自和環境融合的虛擬物件，或是顯示和實體環境有關的，非幾何圖形的資訊。

和虛擬實境 (Virtual Reality, VR) 比較起來，虛擬實境是想要以虛擬世界取代真實世界，但是擴增實境是要在真實世界裡增加資訊 (Azuma, et al. 2001)。AR 技術是利用人類的視覺和空間感，將資訊帶到使用者所處的實際環境中，換句話說，AR 的技術是讓使用者留在現實環境中的，這和虛擬實境 (Virtual Reality, VR) 有所區別。簡單的來說，虛擬實境必須將使用者完全帶入一個人工的環境中，並和實際的環境切開。擴增實境具有下列三個特性 (Feiner 2002)：1) 擴增實境是加入電腦生成的資訊，來增加使用者的感知能力，雖然虛擬實境意圖取代真實的環境，但擴增實境是用來輔助現實環境的。2) 大多數的擴增實境研究焦點都放在「視覺穿透」裝置上，通常都有頭戴式的裝置，並可以套疊圖形及文字的資訊在使用者的視線中。3) 近年來科技的進步，快速引領著許多的領域如外科醫學、維修保養人員、軍事人員、旅客及電腦遊戲玩家進入擴增實境系統。可見的未來，擴增實境在這些領域的應用將是稀鬆平常。



圖 3-9 AR 應用的世界(Feiner 2002)

Feiner 並為擴增實境技術做了個註腳：

” Getting the right information at the right time and the right place is the key in all these applications” .(Feiner 2002)

3.2.2 與實際環境互動

經過近 30 年的努力，擴增實境在實際的應用上，已經有初步的應用成果。空間資訊的擴增實境式顯示方式，有 Höllerer 等人的哥倫比亞大學研究團隊所開發的「A Touring Machine」(Feiner, et al. 1997, Höllerer, et al. 1999, Höllerer, et al. 1999)。這是結合了擴增實境技術及移動式使用者介面的裝置。主要的研究目標，是結合擴增實境和移動式使用者介面這兩種科技，產生一種可穿戴式系統，來幫助人們和這個世界互動的可能性。這個系統在硬體方面分成顯示和運算兩大部份，而顯示的部份又分為手持(handhold PC)和頭戴式顯示裝置(seeing-through)。

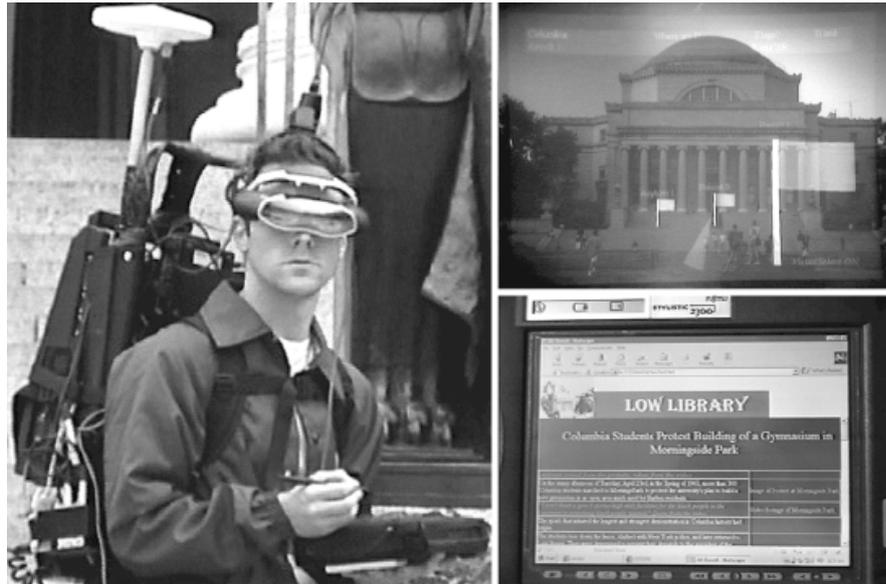


圖 3-10 Tour machine (左)。由頭載式顯示器所看到的影像 (右上)。手持式顯示器的操作介面 (右下)。

這個裝置的運作方式，是透過 GPS 定位系統找到使用者的座標後，裝置的運算單元由座標中找到該座標的空間資訊，並在手持式單元的顯示幕上，同時有該空間的空間資訊。兩者不同的是，頭戴式單元所顯示的，是由手持式單元中所選取後的，來自資料庫的 HTML 的資訊。

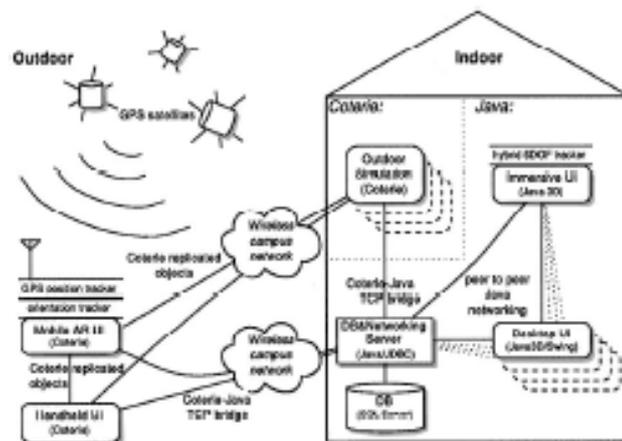


圖 3-11 MARS (Mobile Augmented Reality System) 的系統架構。

3.2.3 實虛空間的互動

實虛空間的結合及互動，應用在空間座標相同，但時間不同的考古現場，Archeoguide (Augmented Reality based Cultural Heritage On-site

GUIDE) 這一個目前將史蹟呈現和擴增實境技術結合的一個例子(Dähne and Karigiannis 2002, Vlahakis, et al. 2001)。



圖 3-12 原址現況 (左) 合成數位影像後 (右) (Vlahakis, et al. 2002)。

Archeoguide Project 主要的研究目的，是利用擴增實境技術的互動性，結合歷史遺跡的現場，如此的虛實空間環境結合成為一個參觀者的自導系統。這個裝置對參觀者提供多媒體及新媒體資訊，更進一步的，整個系統根據參觀者的所在位置及互動方式，提供資訊給參觀者參考。這個研究將討論的技術有定位技術、座標循跡系統，和以此基礎發展的影像媒合系統研究(Stricker 2001)，這些技術就像擴增實境所需的，由影像算圖系統所產生高品質的視覺影像一樣，便是為擴增實境技之所需。

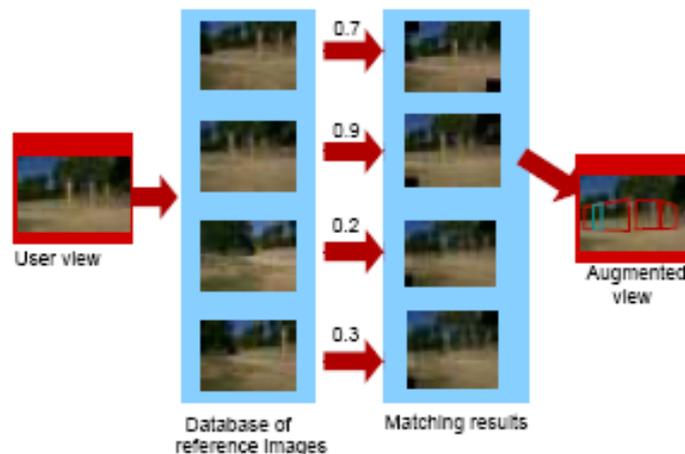


圖 3-13 從參考影像中追蹤合成虛擬物件(Stricker 2001)。

整套裝置主要可以分成三個部份 1)提供基地資訊的伺服器，硬體的功能必須是最好的，因為伺服器擔任的工作是整個系統的圖形運算及提供擴增實境的內容。2)移動單元，包括一個隨身的運算單元、一個頭戴式顯

示器以及 GPS 全定位系統的定位循跡裝置。3)無線網路環境，規格為標準的 IEEE 802.11。軟體方面需要有作業系統、顯示軟體、算圖軟體、資料庫軟體和定位及循跡軟體的配合。

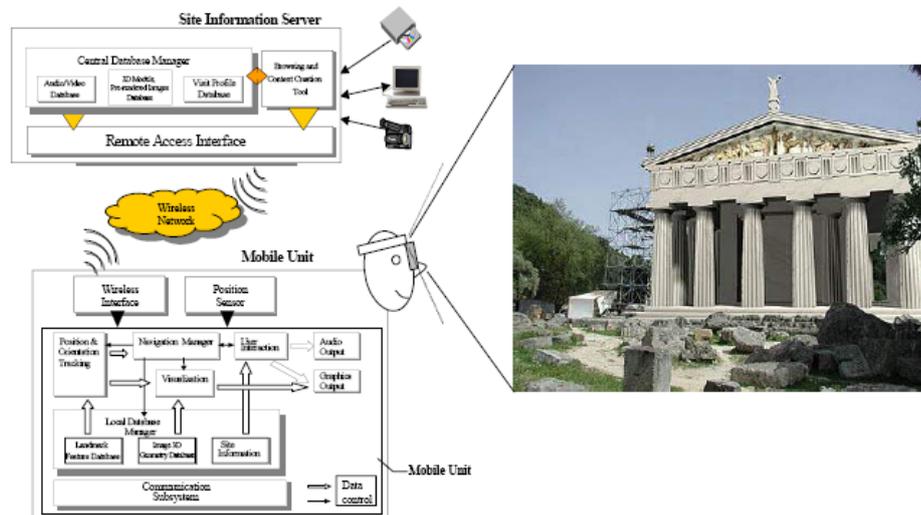


圖 3-14 Archeoguide 系統架構(Vlahakis, et al. 2002)

使用者可以透過戴上移動單元，在史蹟的現場看到原本在現實中已經看不到的遺蹟影像。移動單元會接收使用者的所在位置，並向伺服器傳回使用者的座標位置。伺服器根據座標計算在該位置可能看到的影像，再經過無線網路傳回給移動單元，使用者就可以看到影像。隨著使用者的移動，所顯示的影像也會跟著改變。

3.2.4 地圖資料的視覺化改變

運用 AR 的概念，Gordon 等人發展出包含即時高密度立體視覺系統的 AR 系統(Gordon, et al. 2002)。在這個研究中，Gordon 等人使用一套稱為 ARToolKit (ARToolKit) 的軟體工具，結合了手持式顯示裝置，可執行兩種主要的功能：1) 3D 環境的表現及追蹤使用者的指尖或是筆尖，可提供做為自然 3D 指示的勢勢參考。2) 3D 定位的運算及使用者的視角不需基準點的分級程序，也不需用手動的方式來將系統初始化。Gordon 等人利用了立體視景攝影機、發展指向追蹤及攝影機視角的追蹤演算法，由一個提供相關資料的參考平面，而參考平面上的標記可以協助攝影機將這套技術應用於地圖上特殊資訊的立體呈現上。



圖 3-15 手持式顯示器及識別標誌(Gordon, et al. 2002)



圖 3-16 實作於圖徵的呈現(Gordon, et al. 2002)

3.3 小結

本章回顧及整理重要的景觀與 DOS 的看法，了解目前景觀及 DOS 的理論。景觀空間視覺化設計思考的相關理論及案例研究，由此可了解在 DOS 過程中，設計概念的視覺化思考，及對設計概念的檢視。此外，透過與環境互動技術相關研究案例的整理，了解空間及設計資訊和實際環境之間互動的可能。以上都是本研究的相關重要研究依據。

第四章.裝置評估及實作

4.1 DOS 媒材特徵

爲了驗證本研究所提出的研究假設，以設計媒材的方法，探討基地上設計的可能性，以及設計資料傳輸利用的方法，故本研究以設計裝置，應用於基地上初期設計概念的產生上，來探討在基地上設計的可行性爲主。就本研究所需的裝置，提出基本的概念。

因目前對於在基地上初期設計構想的研究爲初期研究，對於基地上的設計行爲，尙未有較全面的研究和分析，故透過媒材的實作，提出可能性來驗證本研究的假說，是爲本研究的重要課題。本研究認爲，根據先前對一般 DOS 流程的記錄觀察，及該階段所使用的設計媒材而言，符合 DOS 工作所需的設計媒材，應包含下列 3 個主要特徵：

1. 可協助收集基地資訊：以一般的設計過程而言，設計者在基地上進行基地調查，可使用既有的地圖、地形圖等資料，或是將資料帶到基地的現場做實地勘查，將資料和現場狀況做比對後，把要點紀錄在資料上。將資料和基地的環境做媒合、比對及記錄，是基地調查的重要工作。由本研究實際觀察一般 DOS 過程可發現，在這個階段所使用的媒材，能夠提供基地調查的功能，但是類比式的記錄方式，在資料上卻顯得雜亂，且資料需經數位化的過程，始方便後續規劃設計施工等工作需要，在資料的使用上有不便之處。以本研究的立場，如能從基地資訊的收集，就能以數位形式來完成，將有助於資料的使用和應用，達到便利的目的。所以數位設計媒材，應要滿足輔助設計者資訊收集記錄的功能。
2. 可視覺化呈現設計的構想並記錄之：現有在基地上的設計作業，如 Lynch 所述，普遍上來說，是以 2D 平面的地圖資料爲主，配合設計者在基地現場的視覺觀察，和 2D 的平面資料互相的對照，產生設計的想像，這是一種透過心智圖像所產生的設計。依賴心智圖像的設計概念產生方式是最直接的，但是它無法被直接具體的

描述，還需經由其它的媒材來轉述或記錄，而因為資料轉換，無可避免的產生資訊的落差，且透過 2D 的平面資料和基地現場的視覺比對，對於設計者的思考工作也會造成負擔。利用數位化媒材的協助，提供 3D 的現場立體模型，設計者可以較直覺的產生設計概念的心智圖像，也有助於對基地環境的了解，再將設計的概念直接記錄於數位媒材中，如此在基地上所記錄的基地資訊或是設計概念，都可以記錄下來，並可應用在後續的設計階段中。所以視覺化的輔助設計媒材，是本研究裝置的要素之一。

3. 能夠即時的顯示及修正設計的概念：目前在基地上的設計行為，受限於目前常用的媒材特性，能隨時的提供記錄設計者設計概念的功能，如文字的記錄、口語的描述、或是用素描等圖像繪畫的方式，將設計的概念保留下來，再回到事務所進行後續的設計工作。記錄於紙張媒材的資料，與基地資訊間的互動性較為不足，設計概念無法隨時做調整，而設計概念也因媒材呈現的形式因素，經由和基地的互動達到檢視設計的目的，如此一來，設計很容易因為基地調查的不確實，而產生設計和基地現場的誤差，設計的成果有可能因為無法真實反應基地的現況，而無法完全的被落實在基地上，或是設計對基地環境產生不良的影響。如果能在基地上，就能進行初步的設計，並可依現場的狀況來調整，如此一來不但可以避免設計和基地間的不諧調，而且可以縮短因設計初期對基地環境的誤判，而產生的設計修正的時間和成本。

4.2 發展 DOS 媒材裝置的要素

綜合以上 3 點，可以知道，因為媒材的因素，目前在基地上發展初期設計概念的困難點，是媒材的應用方式的問題。其中，資料格式間的轉換更是一大重點，因為重要的 DOS 資訊，往往因為因此流失。具互動性的設計媒材在這個階段顯得十分的重要，互動式的設計行為也是互動式設計媒材的操作方式。互動式設計媒材的關鍵，在於了解「當我們在設計基地上時，有什麼方法可以做得比目前的階段更多的事？」為此，根據先前所列 DOS 媒材的特徵，本研究設計媒材的發展架構，本研究認為可以用下列 4 點來發展 DOS 所使用的設計媒材：

1. 降低操作裝置的困難度：這是一個非常普遍的現象。隨著科技的日新月異，出現了許多可以應用的機械或裝置，但相對的功能越強，操作的複雜度也相對的增加，尤其是專業的裝置，需要熟練的熟手方能駕輕就熟。設計媒材的目的乃是輔助設計者進行設計工作之用，如果該媒材雖功能強大但架構上太複雜，甚至得另行結合其它專業才能使用，如此設計媒材就失去了幫設計者代言設計的原始初衷。數位式的設計媒材如果操作的難度太高，設計者需要花費多餘的心思來操作，嚴重的干擾了設計者最重要的工作—設計，或是只好捨棄不用，另找尋其它的替代媒材。所以複雜的裝置儘管功能強大，但以設計工作的角度就不能算是有效率的設計媒材。直覺式的使用設計媒材，並能適應戶外的使用需求，是本研究裝置的發展重要概念。
2. 轉換設計者的指令，並將設計者的設計思考以視覺方式呈現：依照設計者所操作的指令，裝置需要能夠接受設計者的直覺式指令，並能夠即時的將設計的成果顯示出來，這是心智圖像和數位媒材間的資料轉換過程，把設計者腦海中出現的設計概念，透過設計者的直覺動作，輸入裝置中，裝置再經過計算後利用螢幕呈現出來。如此一來設計者自我產生的設計思考就可以用數位的形式呈現，儘管還是會產生資訊的落差，但因為是經過數位式的資料呈現，且比起一般的媒材具有數位化的優點，且經由設計者進行調整及修改後，更能接近設計者心智圖像中的設計概念。資料修改的特點將於下一點詳述。
3. 設計者能依據裝置顯示的資訊修改及調整設計：視覺化的數位資料，除了能夠提供設計者記錄設計概念的心智圖像外，重要的一點，提供了設計者修改設計概念的機會。一般在 DOS 階段所使用的媒材，如紙圖、地圖等，提供了設計者單向的註記功能，或以草圖、素描的形式記錄下設計概念。這樣的記錄最大的缺點就是，基地現場環境和設計概念間缺少互動性。一般的設計工作上，不是將資料畫得很亂，充滿了註記和符號，不然就是得準備許多的描圖紙，一張又一張的畫出設計的概念草案。這樣的資料形態非常的亂，而且在進入細部設計前，資料的轉換一定會產生困難，增大了資訊的落差。數位設計媒材提供了互動性的可能，即時的在基地的現場不但是產生設計概念，而且能在基地上，直接根據

現場進行設計的調整及修正，使呈現出來的設計概念，經過調整後，更接近設計者的心智圖像，也和基地現場做密切的結合。換句話說，透過數位化資料的特性，構成了設計者的心智圖像和基地現場的互動可能。

4. 儲存並共享在 DOS 的成果：以目前一般設計工作所使用的媒材而言，基地上的資訊要能讓後續的設計階段應用，要經過資料型式的轉換。如此一來，不利於資料的再利用。至於要分享基地調查，乃至於設計概念的成果，以目前所使用的媒材也是不容易的。利用數位化的資料形式及特性，配合如 WIFI、Bluetooth 等網路連結，可以輕易的完成資料的分享，將資料由裝置間的網路互相的傳遞和分享，或是傳送至與離基地有距離的遠端辦公室，由另一個工作小組進行後續的設計工作，減少因為兩方間的時空距離而影響到設計進行的期程。

綜合以上針對裝置構成的要點，決定了本研究的裝置實作方向，需具有以上的要件。



4.3 裝置元素概念

綜合以上有關 DOS 進行所需的媒材裝置特徵及要點，本研究經由設計者使用媒材裝置，可能產生的 DOS 情境，分析 DOS 過程及所需要的裝置元素。以下就以 DOS 工作為例之情境分析：

使用者給予裝置操作的指令，由指令系統收到後，經由中央控制系統傳至 3D 軟體進行設計，地形運算系統處理使用者的操作指令，對設計資料進行運算，並將結果由顯示系統顯示出來。而使用者看到由顯示系統所顯示的設計運算結果後，決定在基地的移動行為，而裝置察覺到使用者的移動後，移動系統開始動作，讓裝置能根據使用者的移動方向及位置，使系統移動，並和設計者的位置保持適當及一定的距離。

在裝置移動的同時，定位系統也記錄下裝置移動的座標位置，以 GPS 的座標系統和裝置中所載入的數位模型座標相對應。當設計者停在基地的某個位置，就代表著目前編輯的數位模型座標，是為相對應的實際基地

位置。

編輯數位模型，以進行設計工作的指令，是利用語音及手勢二種方式來操作。語音和手勢的指令，可以和部份 3D 編輯軟體的功能相互對應。以進行景觀整地的設計而言，可以用手勢的高或低代表決定設計地形的高起或低下。而語音的辨識則是可以提供較精確的數值輸入，做為數位模型編輯的參考。如同使用者發出語音「50」，可以表示該正在被編輯的點，其座標的 Z 值上升或下降 50 個設計單位。該點輸入完成後，設計者移動到下一個點，繼續設計的工作。或是以手勢操作軟體，在數位模型場景中放入樹木、涼亭、造型石塊等景觀設施，如此也可評估及模擬設施物在未來基地施作後的情形。

等到一定的區域完成設計，設計者可以使用裝置的顯示系統，對剛剛所完成的設計進行檢視。同樣的是使用手勢的輸入方式，旋轉裝置內的數位模型，就像使用 3D 軟體對模型進行編輯一樣的方式。設計者就能從許多不同的角度來觀察設計的成果。同時，也可以操作裝置，連結遠端的資料庫，查詢有關的基地資訊，或利用網路視訊，和位於事務所的其它人員進行聯繫，或是進行與設計概念相關的討論。

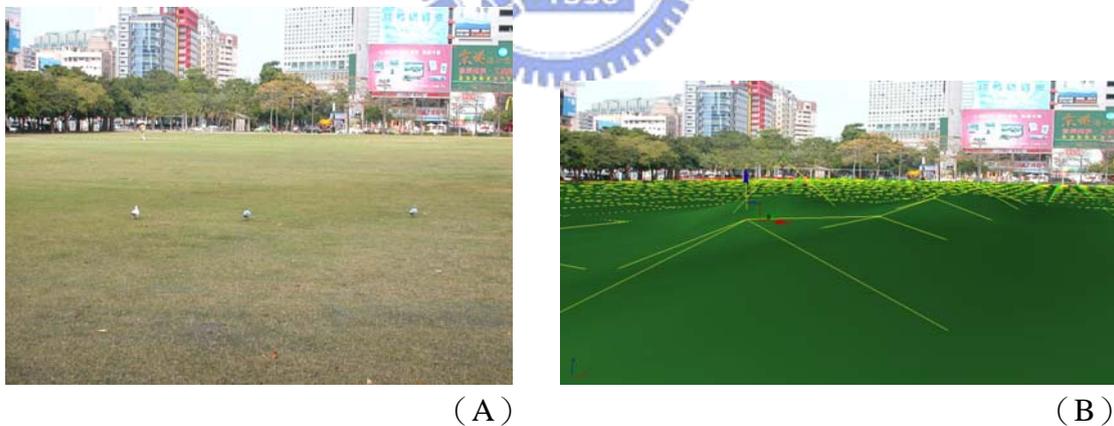


圖 4-1 基地現貌 (A) 及設計概念和基地現場的視覺結合 (B)

當設計進入完成階段，設計者將初步的設計概念利用裝置完成後，可以利用網路，將設計後的成果及資料傳送回事務所，或是協同工作的其它單位。也可以儲存在裝置中。

依照上述的 DOS 情境可知，一個能夠輔助設計者進行 DOS 工作的媒材裝

置，可整理出 7 種基本之設計媒材的功能。詳述如下：

- 姿勢辨識系統：適合用於 DOS 的媒材裝置須考慮兩個要點，1)為了方便在戶外的裝置操作使用，2)可利用人體姿勢，讓電腦指令的輸入及裝置的操作能符合戶外操作的需要，而不必使用其它的輸入裝置。本研究之輸入方法，以能在 3D 編輯軟體的操作中，替代部份滑鼠所執行之編輯及檢視功能為主要的方向。
- 地形資料運算系統：數位形式的資料需要經過運算，而具有運算資料功能的電腦，搭配數位資料的處理軟體，如 3D 模型的編輯軟體等，進行資料的運算、顯示及儲存。
- 網路連結系統：設計者在基地現場，會需要許多有關基地環境的資料，如地質、土壤、水文等，當設計者在事務所時，這些資訊可以透過書籍資料、電話或是網際網路取得，但是當設計者在基地現場需要查閱這些資料時，便得在事前攜帶大量的資料前往現場，這樣對 DOS 工作而言是不切實際。利用網際網路，連結到遠端的資料庫，提供基地資訊的查訊，就可以在基地現場，即時的獲得所需要的基地資訊。
- 顯示系統：顯示系統就像是整個裝置的視覺窗口，讓設計者能透過對數位模型的檢視，對照基地現場環境，進行設計概念的產生，進而完成設計，故顯示系統是本裝置重要的構成元素之一。
- 移動系統：依照上節的裝置分析，設計媒材的操作，不能影響設計者的設計工作為主。為了不讓設計者在設計過程中太過分心，減輕設計者操作的負擔，本研究提出，裝置需具備一定的移動能力，並能夠跟著設計者移動。
- 定位系統：利用全球定位系統 (GPS)，地球上的每一個角落都有一個座標值。而數位地形資料中，也可以由 xyz 的座標來表示。將接收到的 GPS 訊號，和數位模型中的座標相對應，配合裝置的移動系統，就可以將設計者在基地現場的位置，和數位模型中的座標相對照，設計者就能依照設計的需求，移動到基地上設計所需要的位置，了解基地並操作裝置以完成設計概念。

- 中央控制系統：這個部份的元素要能協調軟體和硬體的機能，也就是說，是整個系統中軟體功能和硬體間的溝通橋樑。配合軟體的指令，讓硬體能產生動作，或是軟體能接受硬體傳回的訊息，是這個元件應該扮演的角色。

根據本研究整理的裝置功能，可做為本研究裝置的依據。功能間的相互關係可如圖 3-1 所示：

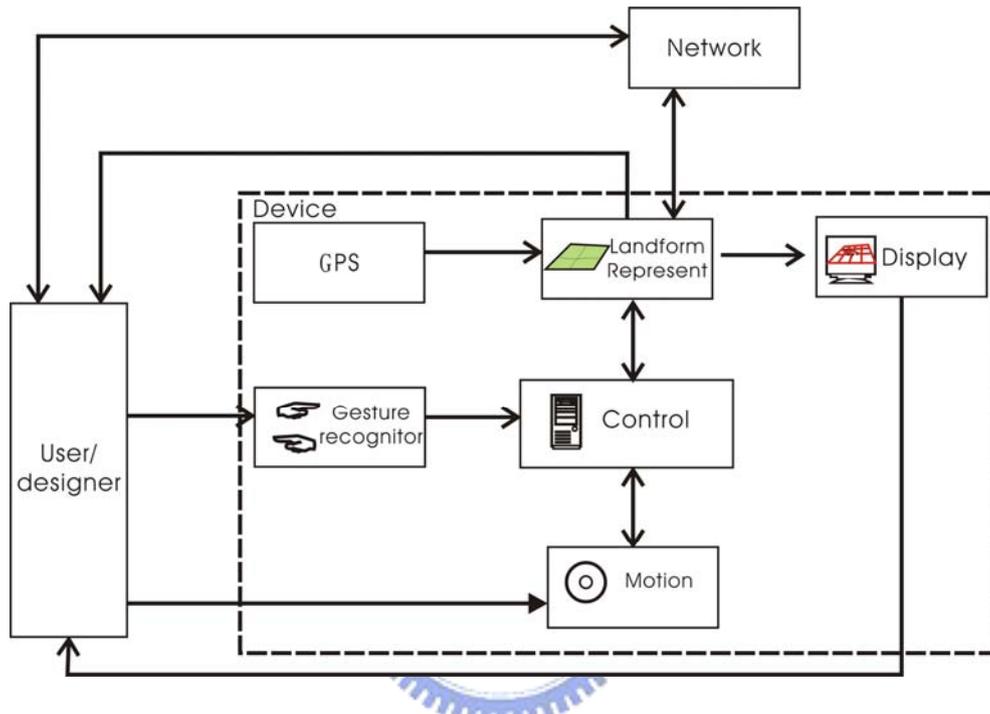


圖 4-2 裝置主要架構圖

4.4. 相關元素評估及實作

4.4.1. 可用設計工具評估

根據上（）節的裝置元素分析和第二章的設計者 DOS 行為記錄，可以得知，DOS 媒材裝置所需的特性。本研究選擇三種可以進行 DOS 工作，並滿足本研究裝置概念分析的數位設備，經由不同於一般設計過程所使用的數位工具，以能提供顯示、運算及儲存功能的設備為基本的條件，以進行本研究裝置的分析。

以下列舉出符合基本條件的設備，並簡述其功能特性如下：

1. Tablet PC: 新一代的筆記型電腦。當初產品設計的概念是來自於手寫筆記板。整體的造型和一般的筆記型電腦的外型類似，不過 Tablet PC 的特點在於所使用的是觸控式螢幕，利用硬體所附的觸控筆和作業系統中的手寫辨識功能，可以代替滑鼠及鍵盤的輸入功能。不只是基本文書上的使用，其它程式也可以透過其觸控板來輸入。



圖 4-3 Tablet PC (www.toshibadirect.com/)

2. ER1 Bundle: ER1 是由美國的 Evolution Robotics 公司所開發的一款機器人裝置套件(ER1 personal robot system)，套件中包含了硬體和軟體兩部份。硬體部份包括可組合式的構件、步進馬達、網路攝影機及和電腦間的連接單元。軟體的部份是透過專屬的控制軟體，能設定 ER1 的各種功能，經過軟體的設定，賦予 ER1 簡單的任務。ER1 可以說是一種半自動的機器人模組。



圖 4-4 ER1 (取自www.evolution.com)

3. PDA: PDA (Personal Digital Assistance)，包括智慧型手機 (smart phone) 等，是一種高機動性的數位裝置，由觸控式螢幕及觸控筆為主要的輸入介面。資料的儲存是以記憶體的方式儲存，作業系統通常都是放在 ROM，而資料都放在 RAM，所以電源的維持對於資料的保全

十分的重要。PDA 的特點是尺寸便於攜帶，打開電源即可操作，機動性十足，且操作直覺，易於上手。

根據本研究提出，DOS 媒材所需的主要構成元素，針對上列三種設備的可行性進行評估。結果如下表所示：

表 4-1 設備評估分析表

媒材構成要素	Tablet PC	ER1 bundle	PDA
姿勢辨識系統	○	○	×
地形資料運算系統	○	○	×
顯示系統	○	○	○
移動系統	×	○	×
中央控制系統	×	○	×
裝置元素間組合彈性	×	○	○
客制化操作規則	×	○	×
裝置成本	中	高	低

(○：該設備適用性高，×：該設備適用性低或不支援)

4.4.2. 評估結果及裝置實作

依照上述對元件功能的系統需求及表 3-2 針對相關設備所進行的評估。因此本研究發現，PDA 雖然在移動上比起其他設備便利，但本身對資料的處理能力上明顯的不足。Tablet PC 比起 PDA 而言，運算能力較強，但是 Tablet PC 需要由使用者帶在身上操作，增加使用者在執行 DOS 工作上將產生負擔。

故本研究採用 ER1 做為本研究實作裝置的主體架構。因 ER1 bundle 符合本研究裝置對移動的需求，且以類機器人的操作模式，對於設計者在基地上進行工作，讓設計者較不會有著「攜帶裝置」的感覺，能夠使設計者自在的操作裝置。且以 ER1 的特性，可以使用較高運算性能的電腦，如此對地形處理的效能來說，可以有許多幫助。ER1 的移動能力，可以做為運算設備的移動平台。

此外，ER1 bundle 有其專屬的操控程式 RCC (Robot Control Center, RCC)，可提供作為本研究的主要功能如下：

- 座標定位：ER1 也可以提供以移動的起點為基準，輸入相對座標使 ER1 可移動到指定的任一點。座標定位功能可以輔助 GPS 系統，和數位模型的座標相互的對照。
- 語音辨識：語音辨識的功能可用在資料輸入上。以 4.3 節的情境為例，語音辨識的功能就可以替代滑鼠或鍵盤輸入數字，可以輔助裝置模型編輯時，做數值輸入的動作。
- 影像辨識：ER1 的影像辨識功能，配合攝影機，在 ER1 bundle 中是做為影像記錄，及利用影像做為 ER1 行進的參考。ER1 的影像辨識功能，可辨識出指定的顏色及物體，並以此目標前進。藉由影像辨識的功能，可使裝置能跟隨使用者的移動而移動。

ER1 的軟體操作邏輯近似程式寫作，其操作指令的方式，是以「if...than」的方式，經過設定，可設定使 ER1 接收到的狀況，以及接收後所產生的反應，就算是完成了一個規則。而在實際操作上，由事件接收器接收指令，接著觸發事件，就完成了一個 ER1 的動作，在操作上算是十分的直覺。透過 RCC，ER1 可接受的狀況，主要可整理成下表：

表 4-2 RCC 中可設定的狀況

狀況	簡述
視覺影像：	這個部份主要由連接 ER1 的攝影機來提供。可接受的事件還可以針對所拍攝影像的顏色、物體的影像辨識及偵測物體的移動而產生事件的觸發。
聲音：	在 RCC 中，經由攝影機上或是電腦內建的麥克風可以設定為辨識特定語音或是環境中的音量。不過目前 RCC 在語音的辨識上只能接受英文。
訊息：	這裡指的是電子郵件。RCC 能夠和電腦系統預設的電子郵件軟體結合，只要系統收到和欄位中的任一條件相符，即能觸發事件。
時間：	可在此設定時間，當系統時間和所設定的時間相符，即能觸發事件。
連續事件：	在 RCC 中，可以有很多由「if...than」的條件結合的程序。每個程序間也可以是為不同程序的條件。這個設定可以把之前執行完畢的程序視為一個條件，來觸發其它的事件。
機械手臂動作狀	Evolution Robotic 公司針對不同的裝置應用需求，提

態：	供了擴充套件增加 ER1 的功能。這個欄位就是以 ER1 擴充套件中機械手臂的狀態做為一種事件。如果 ER1 有裝置機械手臂，就可以依手臂的開合等動作觸發事件。
----	--

另一方面，RCC 可執行的指令如下表所示：

表 4-3 RCC 中可設定的反應

反應	簡述
移動：	作為機器人的一種，移動是基本的功能。ER1 以步進馬達帶動輪子做為移動的方式。在 RCC 的設定上，移動是一種可被觸發的事件，透過 RCC 的操作介面，可以設定移動的距離、角度、方向，以及前進後退，還可以設定停止前進的條件。
播放聲音：	聲音也是可執行的事件。ER1 可以播放系統內的聲音檔案，也可以由 RCC 播放輸入到欄位中的字句。不過，目前只能輸入英文。
寄送 E-mail：	ER1 可以經由電子郵件的接受來觸發事件，同樣的 ER1 接受指令後，也可以送出電子郵件。只要在欄位上填入需要的資料，當該事件被觸發後，就可以收到 mail 了。
執行程式：	這裡的程式指的是系統內已安裝的應用程式。在欄位上輸入程式執行檔的路徑，ER1 接受到事件後，就可以執行指定的指令。例如，當使用者要在收到特定的 mail 後執行 Word，就可以輸入 Word 的路徑，當 ER1 收到特定對象寄來的 mail 時，系統就立即執行 Word。
記錄影像及動畫：	ER1 可以將攝影機捕捉到的影像，以靜態影像或動態影片的方式記錄至電腦的硬碟中。這個欄位可選擇影像的模式（動態/靜態），還可以將成果用 E-mail 寄到指定信箱中。
機械手臂的動作：	機械手臂是 ER1 的擴充套件之一，透過指令也可以使機械手臂產生事件。可指定的機械手臂動作有手臂的開闔等。

由「if... than...」組合而成的規則，可以有很多的可能性。一個反應可以由一種狀況，或是很多種狀況產生；同樣的，一個狀況也可以同時觸發多個反應。而一個規則也可以觸發很多的規則。ER1 所建立的規則可以用以下的敘述式表示：

If <狀況> then <反應>

或

If <狀況> Then <反應一>

If <反應一> Then <反應二>

例如，設計者發現基地現場有一棵不知名的樹，此時設計者欲查詢該樹的相關資料。在這之前設計者可設定一規則，讓裝置發現現場有深綠色植物，並呼叫裝置內的資料庫查詢介面，供設計者查詢。此時的狀況就是「發現基地上的植物」，反應就是「呼叫資料庫查詢介面」。這個規則的敘述式可表示如下：

If 顏色=深綠色 Then 呼叫資料庫程式

以下舉出 DOS 過程中，設計者基地上所產生的移動，來說明設定 RCC 的規則，以評估 ER1 的軟體操控功能。依照 2.4.5 節中，對一般 DOS 行為的觀察，設計者在基地上的移動情形為圖 4-5 所示：

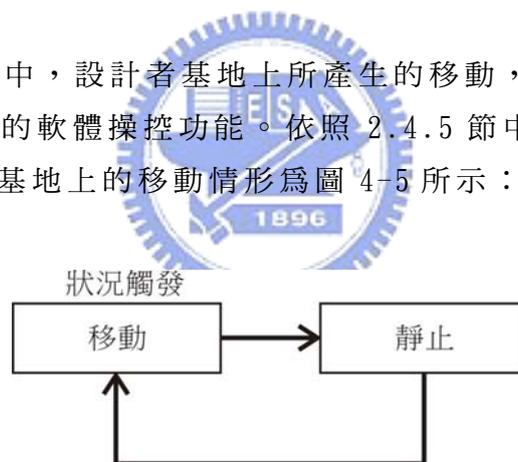


圖 4-5 設計者 DOS 工作的移動規則

而依據 RCC 可設定的狀況和條件，可以設定 RCC 的規則，以敘述式表示為：

If ER1 識別出設計者身上的識別物

Then ER1 跟著識別物向前移動

以及

If ER1 識別出設計者身上的識別物離攝影機 20cm

Then ER1 開始向前移動

則移動的規則可整合表示為：

If ER1 識別出設計者身上的識別物 **And**
 識別出設計者身上的識別物離攝影機 20cm
Then ER1 跟著識別物開始向前移動

設計者在基地上停止前進時，有許多的可能狀況。設計者可能是暫時停止下來，可能是在定點附近繞圈子，也可能是準備要操作裝置進行設計概念的記錄。ER1 可以根據設計者所指定的規則，判別設計者可能的設計行為，據此產生相對應的反應或裝置功能。

如此使 ER1 bundle 有了類似 AI (Artificial Intelligent) 的行為。ER1 bundle 提供了以「if...then」為操作的模式。應用類機器人執行設計工作，是 ER1 bundle 和其它數位式裝置無法提供的功能。加上可彈性搭配電腦進行運算，只要能滿足 RCC 最低硬體需求的電腦，均可作為 ER1 的運算單元，提高資料運算上的效能。符合本研究對 DOS 媒材的觀點—移動性設計媒材，故本研究以 ER1 bundle 為本研究所而裝置之主體架構。因現階段在定位技術上的問題，後端資料庫也尚未齊全，本研究現以假設驗證為目標，配合本裝置，整合三種功能的軟體。現就軟體的功能分述如下：

- 模擬滑鼠輸入：以網路攝影機配合滑鼠模擬軟體的方式，利用影像辨識的功能，提供設計者戶外區域使用的操作模式，以供 3D 軟體及系統的操作所需。
- 數位模型顯示、編輯及儲存：以 3D Studio VIZ 或 Maya 等 3D 繪圖軟體，進行數位模型的處理工作。
- 控制裝置的軟體：利用 ER1 本身的控制介面，作為裝置移動及協調電腦及 ER1 各部元件之間的溝通管道。

現階段整體裝置運作架構如下圖所示：

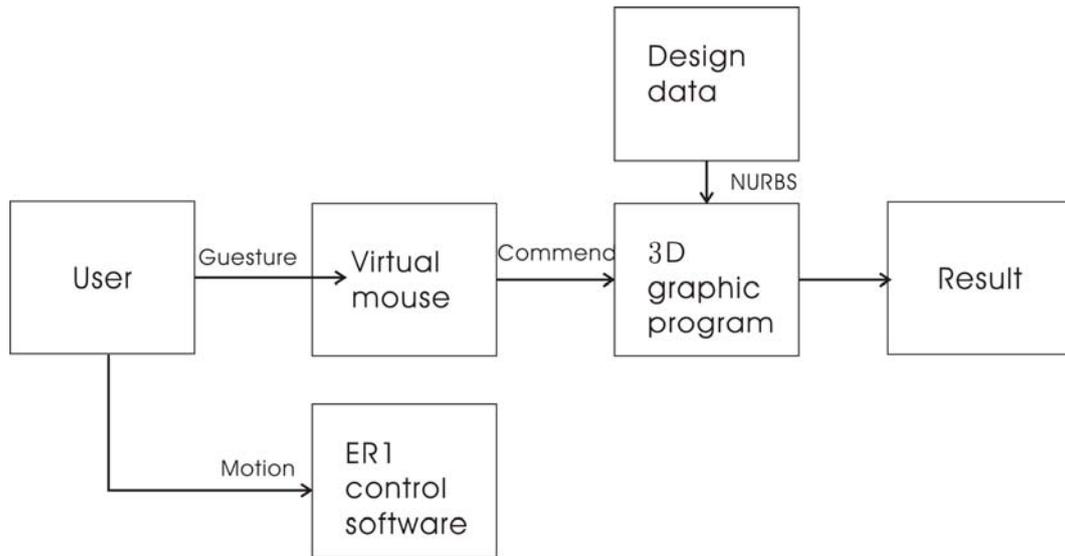


圖 4-6 軟體運作架構

將上述軟體和 ER1 裝置整合後，使用於本研究的 DOS 環境，這個裝置本研究稱為 Mixed reality On site Design Assistance (MODA) (圖 4-5)。

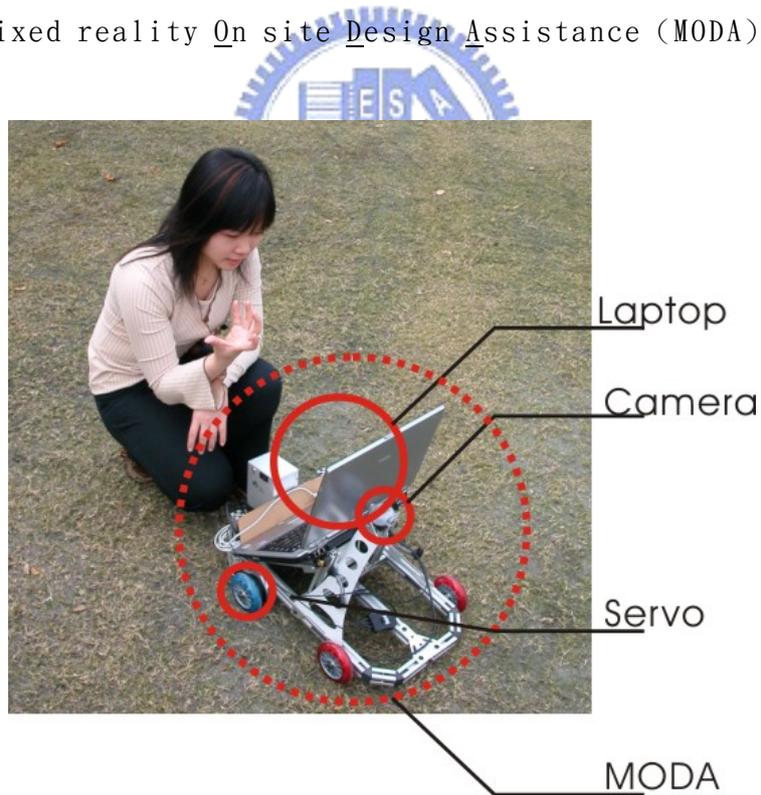


圖 4-7 MODA 裝置

第五章.假設驗證

1.1.假設驗證流程

爲了驗證本研究所提出的假設，本研究過程將藉由實際設計工作的進行，利用一般媒材及本研究的裝置，本研究以 2 位目前在業界具空間設計背景的執業人員作爲受測者，分別以紙筆及裝置爲 DOS 媒材，在一選定的基地上進行初期設計的發展，以進入實質設計階段前的資料，探討媒材特性是否是 DOS 工作的影響因素。並以設計工作的實際進行，了解是否因爲設計媒材改變，設計者能夠將身處基地現場的設計概念，保留到下一個設計階段。以及在 DOS 的過程上，是否能由 3D 媒材的顯示而對設計及基地能有所了解及改變。

使用媒材：

- 基地圖：1/200 的紙圖，內容爲基地的都市計畫圖。
- 鉛筆：在紙圖上註記用。
- MODA：MODA 已經事先組裝完成，並已經將基地的數位檔案以 NURBS 的資料格式輸入 MODA 的電腦中。



1.2.以 MODA 執行 DOS 過程及成果討論

1.2.1. 設計工作進行

依照前（5.3）節所做的情境設定，本階段的實驗，請 2 位具景觀設計相關背景，且專業經驗在 2 年以上的設計者爲本研究的受測者，進行本研究 2 階段假設驗證。第一階段一般 DOS 的實際操作過程及成果，已於第 2 章說明，本節主要以 MODA 爲設計媒材裝置的 DOS 部份進行說明。進行本階段前，每個受測者均經 MODA 裝置的操作說明，也確認受測者能了解本

實驗之實驗目的後，由一個受測者單獨進行設計工作。時間不限。其操作過程如下：

1. 基地選定：本研究選定一處現況較為平整的綠地，設計工作進行的基地條件和使用一般設計媒材一樣，以便於比較。
2. 設計媒材準備：以 MODA 為設計媒材，讓受測者操作，設計基地的資料已經事先先儲存在 MODA 的電腦中。
3. DOS 條件設定：本研究目的，是要了解景觀整地之 DOS 行為，故景觀整地為主要的設計項目，以景觀美質為設計條件，無其它的設計要求。實際設計的面積以基地現場為最大範圍，設計進行的時間不限，以滿足一般設計過程中基地調查及設計的完成度為準，完成度由受測者自行認定。
4. 進行 DOS 工作：兩位受測者同時抵達基地現場，不過不同時進行設計工作，2 位受測者逐一進行設計。同時研究者在基地的另一側，以不干擾 2 位受測者的設計工作為原則。
5. 記錄成果整理分析：將所得到設計成果，和一般設計過程所得成果進行比對和分析，並對受訪者進行訪談，了解使用心得。

在本研究過程中，與使用一般媒材（2.4.2 節）及 MODA 裝置所作的 DOS 流程異同點，整理如下表：

表 5-1 本研究中一般設計過程及使用 MODA 之過程比較

設計過程	一般設計過程	使用 MODA
基地選定	平坦綠地（180 平方公尺）	平坦綠地（180 平方公尺）
設計媒材準備	使用基地紙圖、筆	使用 MODA，基地資料已先載入
DOS 條件設定	以景觀美質考量為主，設計進行時間不限	以景觀美質考量為主，設計進行時間不限
進行 DOS 工作	受測者同時進行設計	一次一個受測者進行設計
記錄成果整理分析	記錄設計的成果及受測者產生的設計行為	記錄設計的成果

1.2.2. 設計成果及操作心得

受測者操作 MODA，進行 DOS 工作，所完成的設計成果分別如下圖(圖 5-1、圖 5-2) 所示：

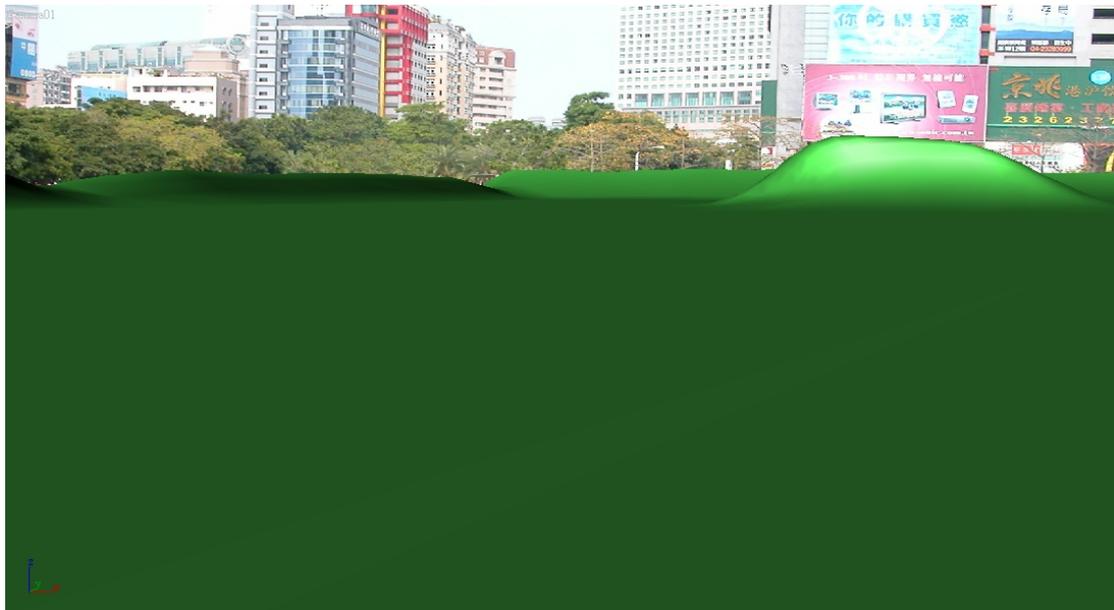


圖 5-1 受測者 A 使用 MODA 的設計成果

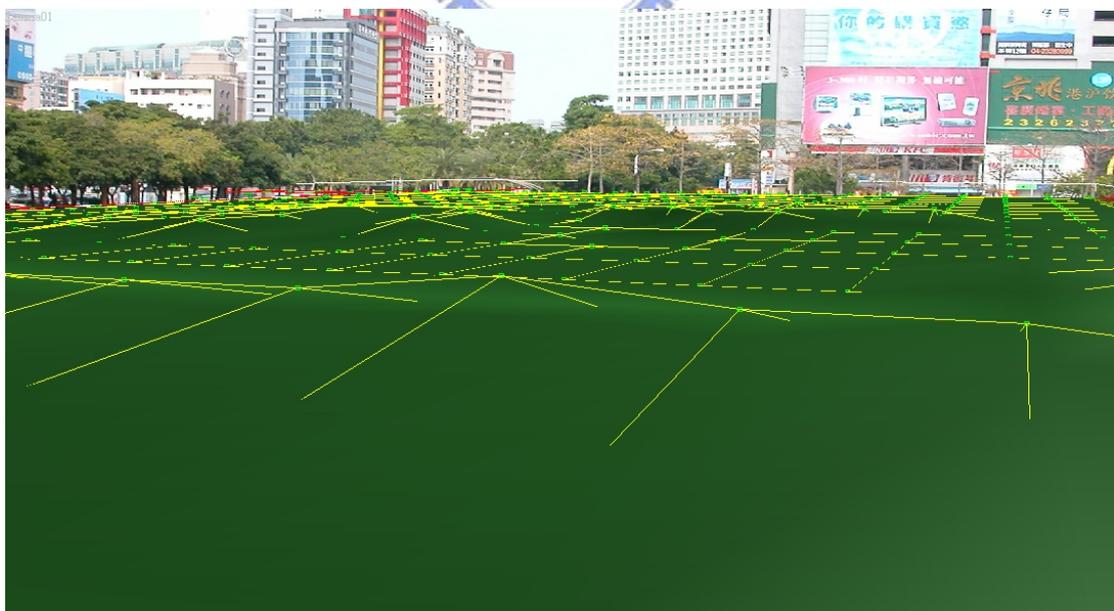


圖 5-2 受測者 B 使用 MODA 的設計成果

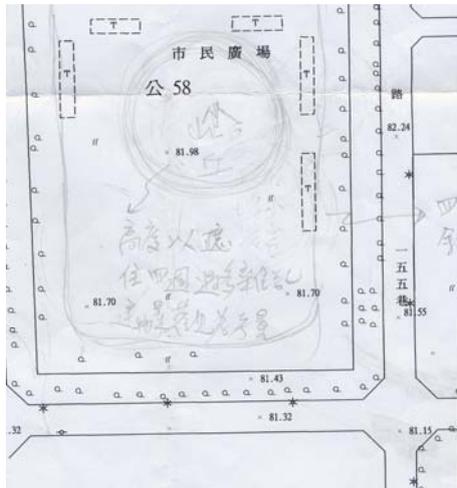
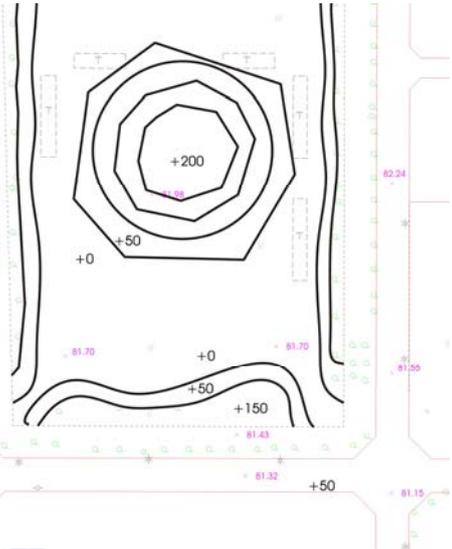
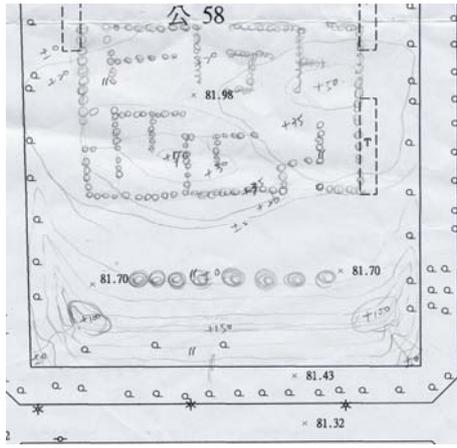
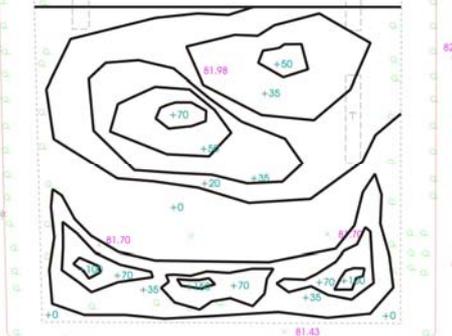
本研究的受測者們在實際使用 MODA 後，提供了以下的使用心得：

1. 由於裝置上電腦螢幕亮度的限制，如果戶外的光線較強，電腦的裝置操作就顯得不容易，使用本裝置將會有天氣上的限制。關於此點，本研究的目的，是利用一個簡單的裝置，提出一種基地上進行初期設計概念記錄及產生的可能。由於這個研究尚屬早期研究階段，且目前的裝置等並非完全適用於戶外，裝置本身所產生的限制在目前的階段並不能完全避免。
2. MODA 裝置的移動，是跟隨著設計者的後方來前進。雖然可以讓設計者不致於分心於 MODA 的操作，但還是會習慣性的回首看看，MODA 是否有跟上設計者的腳步。如果 MODA 跟隨移動的方式，是在設計者的前方移動，並不是設計者得跟隨著 MODA 移動，而是 MODA 的位置，如果能始終在設計者視線的前方，以 MODA 的體積，尚不至於遮擋設計者的視線，且當設計者需要操作 MODA 時，馬上可以就 MODA 的操作位置，進行設計工作。
3. 雖然透過裝置本身所提供的影像辨識功能，能使裝置可以大致跟隨設計者的位置，但是在速度上不能隨著設計者的移動速度來作調整，設計者在使用上反而會產生怕裝置跟不上心理負擔，移動幾步就得回頭看看裝置是否跟上，或是常常因為設計者突然的停止前進，使得裝置撞上設計者。裝置停下的角度也往往不是設計者所需要的視角，3D 軟體中的旋轉功能尚可用來校正視角的偏差，使設計者所看到的模型顯示視角大致符合。
4. 一般 DOS 工作進行的時間，絕大部份都是在白天。如果在夜晚進行 DOS 工作，基地環境的照明條件將直接影響到設計工作的進行，例如是媒材的使用，及對設計基地的觀察，對照明的需求是關鍵的要素。而 MODA 使用電腦作為操作及設計的設備，基地的資訊和設計的概念，能利用有亮度的螢幕提供設計者檢視資料的可能。只要能解決基地環境的照明，也許有可能使用 MODA 在夜間進行 DOS，或是觀察夜間基地的狀況，產生另一種不同於一般設計過程的設計模式。

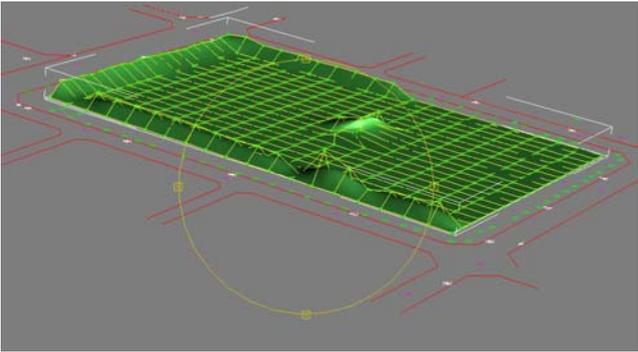
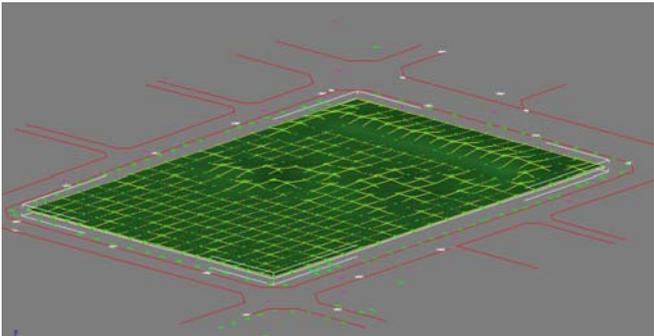
5.2.3 設計階段產生的設計成果差異

在第二章中，本研究已對一般 DOS 過程進行記錄及分析。一般設計過程中可分成 DOS 和資料數化 2 階段，設計概念才算是進入到細部設計的階段，而 DOS 及資料數化間，因資訊轉換所產生的差異，以下表整理之：

表 5-2 DOS 工作的設計成果比較

一般設計過程	受測者 A	<p>DOS :</p> 	<p>資料數化 :</p> 
	受測者 B	<p>DOS :</p> 	<p>資料數化 :</p> 
MODA 受測者 A	<p>受測者 A</p> <p>MODA 裝置 :</p>		

設計

		
過程	受測者 B	MODA 裝置： 

由上表（表 5-2）的設計成果比較可得知，在一般設計過程中，很明顯的看得出 DOS 和資料數化兩階段間，設計資訊經過轉化所產生不同。在資料數化階段的資料，在設計的配置上已有些許的不同，和 DOS 階段所記錄的資訊做比較，其表現的精細度已經減少，等高線的圓滑度也有減低。

由受測者個別產生的設計成果來分析，受測者 A 的設計概念，在 DOS 階段時，設計的概念是文字敘述，而進入資料數化階段後，原有的文字部份已轉化為用等高線來表示。

受測者 B 的一般設計成果中，設計概念的差異在基地南側的處理上就已經出現。而使用 MODA 進行 DOS 工作，就直接得到數位式的立體資料，省去資料數化的處理過程，及資料轉換導致設計概念及基地資訊流失的風險。一般設計過程需要 2 階段的工作處理，而 MODA 直接保留在基地上產生的設計概念。

第六章. 結論、研究限制及後續研究

6.1. 結論

經過本研究的研究過程，可以發現，使用 MODA 裝置後，在基地現場所完成的初期設計構想，由基地現場到事務所後，進入下一個細部設計階段前，原有的設計不會改變，保留了從基地現場當時的設計概念。而用一般 DOS 過程的成果，從前一章的表顯示，DOS 的資訊，在基地的現場是記錄在紙圖上，但是回到事務所，經過資料的數位化後，和原有紙圖上的資料相比，內容就已經有所不同。這代表了在一般的 DOS 過程中，經過資料形式的轉換後，原有在基地上所作的設計概念，離開了基地，用不同方式處理，如此的時空轉換之下，基地上的設計概念就會有所漏失。也說明了 DOS 的工作，需要利用媒材，將設計概念及基地資訊做有效的傳達及連結其它的設計過程。



6.2. 討論

本研究使用 MODA 媒材裝置，進行 DOS，對於設計流程，乃至於設計行為的改變，有 3 點結論如下：

1. DOS 的流程得已簡化：原本的一般 DOS 過程中，資料數化是一個重要的步驟，但因為資料數化對基地資訊及設計概念的保留上，會因資格式轉換而產生資訊的漏失。本研究使用數位式的設計媒材，嘗試將 DOS 的流程，在一開始就進入數位化的程序。不但在基地上的設計資料得以保留，且免去了資料轉換的步驟，設計過程得以簡化為單一個 DOS，所獲得的資訊也可以即時的儲存及分享。簡化一般的 DOS 過程，是本研究對設計過程的改變。保留當下設計者在基地上對基地環境的感知，及因為其感知而產生的設計概念，是資料保存的另一個重要的意義。
2. 一般 DOS 過程中，對基地環境及設計的檢視，由原本的 2D 平面的圖資型式，以 3D 檢視設計資訊基地及設計概念的發展，因為媒材的改變而

證明可行。透過對基地資料的立體檢視，設計者在面對基地時，除了可以用和基地現場向度的資料，不需透過設計者本身的想像，將 3D 及 2D 平面做結合，直接可以由 3D 的各個角度檢視，就像拿著一個基地的實體模型，在基地上檢視基地的感覺一樣。也能使用 3D 的設計方法，在基地上完成設計的初期構想發展。設計者對基地環境的感受，將會因為檢視基地方式的不同，而對基地環境會有更進一步的了解及觀察的面向。

3. 設計的工作，因為設計媒材裝置的介入，應該可以開始思考「設計代理者」的出現及其代表的意義。一直以來，設計工作就充滿了主觀意識，也是人類引以為傲的能力。從數位式的設計媒材出現後，設計是否能由電腦取代，一直是個有趣的思考議題。以目前的科技，要完全的以電腦取代人的設計工作尚不可及。如何能協助設計者進行設計工作，使設計者專注於設計工作，是目前數位式設計媒材可以發揮的地方。對設計媒材的觀點，本研究的觀點認為，就在於以不增加設計者的操作負擔，讓設計者將心力專注於設計本身，才是一個好用合理的現代設計媒材的基本要素。在本研究過程中，發現 MODA 裝置的主體架構提供了規則設定式的操作模式，並初步探討將設計者的部份 DOS 行為，作為規則設定的嘗試，DOS 設計媒材和專家系統的結合，將可能使「設計代理者」不只是協助設計者記錄及分析，設計者的設計行為和所產生的設計概念，都有可能透過媒材的專家系統，能夠參與更多更複雜的設計工作，甚至能夠在 DOS 階段就衍生出初期概念。在此本研究提出的，是一個媒材發展方向的初探。
4. 隨著目前生態設計的注重，對設計基地調查的要求日漸增加，設計上儘可能的讓基地所受的影響減到最小，使自然環境得已受到保存。這種設計和自然環境共存的生態設計規劃，對於已經被現代文明破壞得很嚴重的環境，純粹且消極的抱著拒絕設計的心態，對人類文明的演進是絲毫沒有幫助的。在設計上尊重所處的環境，環境自然會給設計空間最好的回應。中國的園林造景藝術，就是講究和自然融合的極佳例子。中國的造園哲學，注重與基地的關係，用的是「體宜因借」的自然手法，不論是江南園林還是皇宮御苑，藉著和自然的和平相處，遠山近水，透過精妙的設計，全都進了視線裡，使園林的範圍，不被局限在有限的人工建築範圍，而是隨著視線而向外延伸。傳統園林能有如此的境界，是根基於對基地環境的了解，至少設計者要能知道在

基地的周圍有沒有可以「借」的景，而在基地上找到適合借景的地方，並以適當的設計來配合。媒材的功用，就是在於輔助設計者進行設計工作，對基地的了解詳實，設計者能夠多接近基地，接近自然，以自己的親身體驗來作設計，才是對基地環境負責的美的設計。

6.3. 研究限制

數位式的工具，相對於以類比型式的記錄方式來說，有著保存及使用上的優點，但是數位形式也是描述環境的方法之一，其特性也對於本研究的研究成果產生影響。以數位形式的內容而言，本研究所用是由 NURBS 所描述的數位化地形資料，是一種經數學計算後的曲面。由曲面和曲線所構成。而曲面的解析度將決定地形模型的精細度，但是 NURBS 的精度相對於自然的地形來說，精度上是不足的，也說是有可能會遇到，設計者所要改變的點，卻可能在模型上，沒有相對應的點提供設計者對曲面來調整。

其中一個方法是將 NURBS 的密度調高，但是將會使資料量增加，使電腦運算的負擔加重，有可能會因為運算量大，而產生顯示上的延遲，影響作業的效率。但若純以資料量來做考慮，減少 NURBS 的密度，則會和現場地形產生落差，如此以設計資料和基地現場的媒合度就將產生問題，資料本身也會失去意義。因為數位化形式的資料，在本研究的範圍內，會產生上述的限制，故本研究所使用的 NURBS 曲面精度，以達成本研究目標所需為主，並不以高精密度的地形模擬為前提。

景觀設計中的整地設計目的，以美學觀點為第一考量。不似一般以土木工程的角度所進行的大地工程。普遍上，就以高爾夫球場的景觀設計來說，球道和果嶺的地形設計，除了滿足運動上的功能需要外，整個球道地形起伏的美感，更是設計的重點，因為球道需滿足使用者視覺上的感受，並非如一般的大地工程，將地形設計如切割般的施作，而是在設計及施作的階段，均要合乎景觀美質的要求。這需要有經驗的設計者及施工的團隊才能完成，也就因為景觀整地的設計要求異於大地工程，所以在精密的程度上也較為寬鬆，可以較為自由的發揮，且本研究的目的，

即以一個景觀設計為例，能夠發現在基地上設計的可能性，資料的精細度及電腦的運算能力，尚不足以應付精細度較高的大地工程需要，所以本研究的目標，以 DOS 的可行性探討為主的假設驗證，應用的程度屬於本研究的研究限制。

設計者在基地上的設計行為，可能會依照每個設計者本身的專業訓練、設計需求的不同及設計基地現場的狀況而有所不同。本研究經過訪談及案例研究式的觀察，所大致歸納出的設計者 DOS 行為，僅能作為本研究媒材裝置製作的案例分析之用，設計者的 DOS 行為觀察，可由日後更詳細大量的研究來取得。

6.4. 後續研究

後續的研究上，景觀設計的本質是以「位址」為基礎，也就是說，景觀設計不只是在創造一個景觀，而是像在基地展開一面網子，網子就是座標系，在基地的什麼地方，在何種座標位置上，設計出符合該基地特性的場所空間。有了座標系的輔助，設計者可以精確的決定景觀格局中的每一個元素，甚至是一棵喬木，都可以依照需求，在整個設計完成之前，能夠協助設計者先了解設計的成果讓設計者能夠用更多的精力，放在處理其它設計的問題上。

在更廣域的應用上，一種可以讓使用者產生實虛互動的裝置或研究，除了在空間設計的領域中，可以作為設計媒材之外，空間座標相同，但是時間不同的虛空間概念，可以用在考古研究上。在時間的序列中，數位技術為歷史空間的復元提供了一個新的工具。電腦所創造出的虛擬空間，結合 3D 場景的模擬，就產生了另一種新的歷史空間的存在形態。在虛擬空間中，可以自由的在同一個實體空間中，產生不同時期的歷史虛擬空間。包括從未在真實世界中出現的建築物，或歷史上所出現的人、事，都可以用數位科技呈現。

這樣以座標為基準提供互動內容的方式，將可以用來呈現許多歷史上曾發生過的歷史事件，如有名的戰爭、關鍵性的會議，都有可能讓使用者透過互動科技和虛擬空間的場景互動，而不只是看到考古建物本身而已。如此，或許可以解決一部份，有關古蹟修復程度的合宜性爭議。而

由於數位資料的修改彈性很高，做為對歷史考古場景的檢討及研究。這是本研究的實虛環境互動可能性方面，極有潛力的發展方向。

而透過增加實虛空間互動性的設計媒材，也提供了設計者由遠端，來執行 DOS 的可能。人類一直不斷在進行的，用無人太空船對行星進行的科學探測，也是一種基地調查。目前在火星上更有許多無人的探測車，接受來自地球的指令在火星上行動。到目前為止，人類應該還沒有在其它行星上建築的需要，但是同樣的概念，可以延伸應用於設計的協同工作上。透過網路，可以將基地上的設計及調查結果，即時的和在不同空間的設計團隊連線，取得所需要的資訊，增加設計工作的團隊合作效率。或是一個設計專案小組可以同時獲得不同基地的設計資訊。跨越空間距離 DOS 互動形式和設計資料間的有效傳遞，也是本研究在互動性設計媒材在設計過程的應用方面，後續重要的研究方向。



參考文獻

- ARToolKit, <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit>
- Azuma, R, Baillot, Y, Behringer, R, Feiner, S, Julier, S and Macintyre, B: 2001, Recent Advances in Augmented Reality, *IEEE Computer Graphics and Applications*, **21**(6): 34-47.
- Dähne, P and Karigiannis, JN: 2002, Archeoguide: System Architecture of a Mobile Outdoor Augmented Reality System, in, *Proceedings of the International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR '02)*, IEEE, pp.
- ER1 personal robot system, Evolution Robotics, www.evolution.com
- Ervin, SM: 2001, Digital Landscape Modeling and Visualization: A Research Agenda, *Landscape and Urban Planning*, **54**(1-4): 49-62.
- Feiner, S, MacIntyre, B, Höllerer, T and Webster, A: 1997, A Touring Machine: Prototyping 3D Mobile Augmented Reality Systems for Exploring the Urban Environment, in, *ISWC'97, International Symposium on Wearable Computers*, pp: 74-81.
- Feiner, SK: 2002, "Augmented Reality: A New Way of Seeing." *Scientific American*
- Gordon, G, Billinghamurst, M, Bell, M, Woodfill, J, Kowalik, B and Erendi, A: 2002, The Use of Dense Stereo Range Data in Augmented Reality, in, *ISMAR, IEEE & ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, IEEE Press, Los Alamos, CA, pp: 14~23.
- Haaren, Cv: 2002, Landscape Planning Facing the Challenge of the Development of Cultural Landscapes, *Landscape and Urban Planning*(60): 73-80.
- Harris, RM: 2001. *The Digital Sandbox: Integrating Design and Analysis in a New Digital Earth-forming Tool*, University of Washington, Seattle.
- Harvey M. Rubenstein: 1996, *A Guide to Site Planning and Landscape Construction*, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Höllerer, T, Feiner, S and Pavlik, J: 1999, Situated Documentaries: Embedding Multimedia Presentations in the Real World, in, *ISWC '99 (International Symposium on Wearable Computers)*, IEEE, San Francisco, CA, pp: 79-86.
- Höllerer, T, Feiner, S, Terauchi, T, Rashid, G and Hallaway, D: 1999, Exploring MARS: Developing Indoor and Outdoor User Interfaces to a Mobile Augmented Reality System, *Computer & Graphics*, **23**: 779-785.
- Honjo, T and Lim, E-M: 2001, Visualization of Landscape by VRML System, *Landscape and Urban Planning*, **55**: 175-183.
- Laseau, P: 2001, *Graphic Thinking for Architects & Designers*, 3rd, John Wiley &

- Sons., USA.
- Lim, E-M and Hinjo, T: 2003, Three-Dimensional Visualization Forest of Landscapes by VRML, *Landscape and Urban Planning*, **55**: 175-183.
- Lou, C, Kaga, A and Sasada, T: 2003, Environmental Design with Huge Landscape in Real-time Simulation System: Real-time Simulation System Applied to Real Project, *Automation in Construction*, **12**: 481-485.
- Lynch, K and Hack, G: 1984, *Site Planning*, 3rd, MIT press.
- Marot, S: 1999, 《Recovering Landscape--Essays in Contemporary Landscape Architecture.》 in J Corner, (ed.), *The Reclaiming of Site*, Princeton Architecture Press, New York, USA, pp: 45~58.
- Stricker, D: 2001, Tracking with Reference Images: a Real-time and Markerless Tracking Solution for Out-door Augmented Reality Applications, in, *Proceedings of the 2001 conference on Virtual reality, archeology, and cultural heritage*, ACM Press, Glyfada, Greece, pp: 77-82.
- Tsai, R-W and Chang, T-W: 2005, Land Forming While You Are on Site, in, *Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA)*, New Delhi, India, pp: 387~397.
- Tsu, Y-S: 1988, *Landscape Design in Chinese Garden*, McGraw-Hill, Inc.
- Vlahakis, V, Ioannidis, N, Karigiannis, J, Tsotros, M and Gounaris, M: 2002, Virtual Reality and Information Technology for Archaeological Site Promotion, in, *5th International Conference on Business Information Systems (BIS02)*, 24-25 April 2002, Poznań, Poland, pp.
- Vlahakis, V, Karigiannis, J, Tsotros, M, Gounaris, M, Almeida, L, Stricker, D, Gleue, T, Christou, I, Carlucci, R and Ioannidis., N: 2001, ARCHEOGUIDE: First results of an Augmented Reality, Mobile Computing System in Cultural Heritage Sites, in, *Virtual Reality, Archaeology, and Cultural Heritage International Symposium (VAST01)*, 28-30 November 2001., Glyfada, Nr Athens, Greece, pp.
- Wang, L-F, Wang, C and Fournier, A: 2000, Envisioning Yuan Ming Yuan(Garden of Perfect Brightness), *IEEE Computer Graphics and Applications*, **20**(1): 10-14.
- Yuda, Y, Yeo, W, Oh, S, Kaga, A, Sasada, T and Sato, R: 2004, "Plug-in" Method as Used in the Initial Study Stage, in, *CAADRIA 2004(Computer-Aided Architectural Design Research in Asia 2004)*, Korea, pp: 535-543.
- 汪榮祖: 2004, *追尋失落的圓明園*, 麥田出版, 台北.
- 馬千英: 1985, *中國造園藝術泛論*, 詹氏書局, 台灣.台北.
- 陳植: 1983, *園冶註釋*, 明文書局, 台灣,台北.