

國立交通大學

傳播研究所

碩士論文

3D 電腦遊戲玩家空間能力與尋路策略對
地標使用與空間知識之影響

The Effects of 3D Computer Gamers' Spatial Abilities and
Wayfinding Strategies on Landmark Usage
and Spatial Knowledge Construction



研究生：吉同凱

指導教授：李峻德 博士

中華民國一〇一年一月

3D 電腦遊戲玩家空間能力與尋路策略
對地標使用與空間知識之影響

The Effects of 3D Computer Gamers' Spatial Abilities and
Wayfinding Strategies on Landmark Usage and Spatial
Knowledge Construction

研究生：吉同凱

Student: Tung-Kai Chi

指導教授：李峻德 博士

Advisor: Jim-Jiunde Lee, Ph. D.



A Thesis
Submitted to Institution of Communication Studies
National Chiao Tung University
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master of Arts
in

Communication Studies

January 2012

Hsinchu, Taiwan, Republic of China.

中華民國一〇一年一月

3D 電腦遊戲玩家空間能力與尋路策略對 地標使用與空間知識之影響

學生：吉同凱

指導教授：李峻德 博士

國立交通大學傳播研究所碩士班

摘 要

過去 3D 電腦遊戲的相關研究，主題都放在空間能力、尋路策略或或環境地標之有無等因子，來評估玩家的任務表現，但卻鮮少提及這些不同條件的玩家是否有選擇不同特性的地標作為尋路依據的傾向，又對於空間知識的建構有何影響？

本研究依空間能力與尋路策略區分受測者為「高空間能力/地標型策略」、「高空間能力/縱覽型策略」、「低空間能力/地標型策略」與「低空間能力/縱覽型策略」四組進行實驗。四組受測者在納入多種類別互異地標物件、接近真實城市場景之虛擬環境，完成指定的尋路任務。研究發現地標型策略的玩家常用節點類地標，縱覽型策略者則常用地區類地標。無論何種尋路策略的玩家，低空間能力者都較高空間能力者注重地標的視覺性。研究另結論：個人空間能力顯著影響地標使用種類，而尋路策略傾向則顯著影響注意的地標性質。故 3D 遊戲環境設計上，路徑規劃複雜化、區域之間的視覺差異模糊化、路徑的交叉點最小化，可使空間能力不同者感受難度差異。而降低地標－尤其是節點上－的視覺特質、減少文字或圖樣等易產生認知意義的物件、去除特別高大的物件，也能有效加強遊戲經驗。

The Effects of 3D Computer Gamers' Spatial Abilities and Wayfinding Strategies on Landmark Usage and Spatial Knowledge Construction

Student: Tung-Kai Chi

Advisor: Jim-Jiunde Lee, Ph. D.

Institute of Communication Studies
National Chiao Tung University

Abstract

From previous studies of 3D computer games, the gamer's spatial ability, wayfinding strategy, and landmark interface these three important issues has attracted many concerns and investigations to examine their effects on the computer gamer's performances, however, how gamers' different characteristics (spatial ability and wayfinding strategy) might affect their landmark usages and spatial knowledge constructions has been rarely discussed.

This present study categorized subjects into four groups of 3D computer gamers according to their spatial ability and wayfinding strategy scores: "high spatial ability/landmark strategy", "high spatial ability/survey strategy", "low spatial ability/landmark strategy", and "low spatial ability/survey strategy". A 3D computer game simulated the urban scenes of the real world was chosen as the experimental environment where four groups of 3D computer gamers completed their assigned wayfinding tasks as the study request. The results showed that the landmark-strategy gamers usually applied the node type of landmarks, and survey-strategy gamers preferred to apply the district type of landmarks. Regardless their wayfinding strategy tendencies, the low spatial ability gamers focused more on the visuality of a landmark comparing to the high spatial ability gamers. It is also concluded by the study that as gamers' spatial abilities result significant effects on their decisions for applying different types of landmark, their tendencies of wayfinding strategies will also affect their behaviors of differentiating natures of landmarks, Therefore, when designing the environment in a 3D game, complicating the path planning, blurring the visual difference between the regions, and minimizing the cross points can make gamers with different spatial abilities experiencing the different levels of difficulty. Additionally, reducing the visual features of landmarks, especially those locating on the route nodes, as well as subtracting elements that might easily produce cognitive meanings such as texts or drawings, and removing tall objects, are also very effective approaches to enhance gaming experiences.

目 錄	
摘 要	I
Abstract	II
目 錄	II
表目錄	V
圖目錄	VII
一、	緒論
1.1	研究背景與動機
1.2	研究問題與方向
1.3	預期貢獻
1.4	名詞解釋
二、	文獻探討
2.1	虛擬環境
2.1.1	環境設計
2.1.2	環境任務與知識領域(Knowledge Domain)
2.2	尋路
2.2.1	尋路行為(Wayfinding)
2.2.2	認知地圖(Cognitive Map)與空間知識(Spatial Knowledge)
2.3	空間能力(Spatial Ability)
2.3.1	空間能力的性質
2.3.2	測量空間能力
2.4	地標(Landmarks)
2.4.1	地標之定義
2.4.2	地標之性質
2.5	影響尋路行為之因素
2.5.1	遊戲環境對尋路的影響
2.5.2	個人差異對尋路的影響
2.6	小結
三、	研究方法
3.1	研究問題與假設
3.2	自變項
3.2.1	尋路策略(Wayfinding Strategy)
3.2.2	空間能力(Spatial ability)
3.3	依變項
3.3.1	地標
3.3.2	空間知識
3.3.3	個人差異
3.4	實驗設計
3.4.1	實驗對象
3.4.2	實驗工具
3.4.3	實驗流程
四、	資料分析

4.1	樣本敘述統計.....	80
4.2	各組描述統計分析.....	81
4.2.1	空間知識分析.....	81
4.2.2	地標使用情形分析.....	82
4.3	假設驗證.....	84
4.3.1	研究問題一驗證.....	84
4.3.2	研究問題二驗證.....	89
4.3.3	研究問題三驗證.....	93
4.3.4	研究問題四驗證.....	101
五、	結論與建議.....	111
5.1	地標使用狀況.....	113
5.1.1	地標使用狀況小結.....	116
5.2	空間知識建構.....	118
5.3	地標使用與空間知識間之關係.....	121
5.4	研究限制與建議.....	127
5.4.1	研究限制.....	127
5.4.2	未來建議.....	127
參考文獻	129
附件一	尋路策略問卷.....	138
附件二	空間能力量表使用授權書.....	141
附件三	實驗後問卷.....	142
附件四	地標使用情形訪談文件.....	146



表目錄

表 1	整理 Lynch(1960)所歸類之五種地標種類與示意圖	34
表 2	地標類別、性質與提出學者一覽表	38
表 3	Lohman 整理之空間能力定義測驗與本研究採用之空間能力面向、	51
表 4	空間能力量表信度測驗結果	51
表 5	實驗組別一覽表	56
表 6	各類型遊戲選做實驗環境考量一覽表(來源：巴哈姆特網站遊戲排行榜)	59
表 7	實驗任務內容、流程詳細說明	62
表 8	地標與路徑知識測驗題目情境說明	72
表 9	受測者情境答題流程與計分實例	74
表 10	地圖實用度計分編碼員基本資料	76
表 11	樣本結構資訊	80
表 12	各組之空間知識的平均數與標準差	81
表 13	各組之地標種類的平均數與標準差	82
表 14	各組之地標性質的平均數與標準差	83
表 15	空間能力與地標種類的獨立樣本 t 檢定	85
表 16	空間能力與地標性質的獨立樣本 t 檢定	86
表 17	空間能力與地標知識的獨立樣本 t 檢定	87
表 18	空間能力與路徑知識的獨立樣本 t 檢定	87
表 19	空間能力與縱覽知識的獨立樣本 t 檢定	88
表 20	尋路策略與地標種類的獨立樣本 t 檢定	89
表 21	尋路策略與地標性質的獨立樣本 t 檢定	90
表 22	尋路策略與地標知識的獨立樣本 t 檢定	91
表 23	尋路策略與路徑知識的獨立樣本 t 檢定	91
表 24	尋路策略與縱覽知識的獨立樣本 t 檢定	92
表 25	地標型策略傾向玩家其空間能力與地標種類的獨立樣本 t 檢定	93
表 26	地標型策略傾向的玩家其空間能力與地標性質的獨立樣本 t 檢定	94
表 27	地標型策略傾向者之空間能力與地標知識的獨立樣本 t 檢定	95
表 28	高空間能力下，尋路策略與路徑知識的獨立樣本 t 檢定	95
表 29	地標型策略傾向玩家之空間能力與縱覽知識的獨立樣本 t 檢定	96
表 30	縱覽型策略傾向玩家其空間能力與地標種類的獨立樣本 t 檢定	97
表 31	縱覽型策略傾向的玩家其空間能力與地標性質的獨立樣本 t 檢定	98
表 32	地標型策略傾向者之空間能力與地標知識的獨立樣本 t 檢定	98
表 33	高空間能力下，尋路策略與路徑知識的獨立樣本 t 檢定	99

表 34	縱覽型策略傾向玩家之空間能力與縱覽知識的獨立樣本 t 檢定	100
表 35	地標種類與地標知識之描述性統計量	102
表 36	地標種類與地標知識之變異數同質性檢定	102
表 37	地標種類與地標知識之單因子變異數分析檢定	102
表 38	地標種類與路徑知識之描述性統計量	103
表 39	地標種類與路徑知識之變異數同質性檢定	104
表 40	地標種類與路徑知識之單因子變異數分析檢定	104
表 41	地標種類與縱覽知識之描述性統計量	105
表 42	地標種類與縱覽知識之變異數同質性檢定	105
表 43	地標種類與縱覽知識之單因子變異數分析檢定	105
表 44	地標性質與地標知識之描述性統計量	106
表 45	地標性質與地標知識之變異數同質性檢定	107
表 46	地標性質與地標知識之單因子變異數分析檢定	107
表 47	地標性質與路徑知識之描述性統計量	108
表 48	地標性質與路徑知識之變異數同質性檢定	108
表 49	地標性質與路徑知識之單因子變異數分析檢定	108
表 50	地標性質與縱覽知識之描述性統計量	109
表 51	地標性質與縱覽知識之變異數同質性檢定	109
表 52	地標性質與縱覽知識之單因子變異數分析檢定	109
表 53	本研究假設驗證結果	111
表 54	受測者於訪談過程中所列舉出之地標一覽	113
表 55	其他實驗常見認知性地標整理	125

圖目錄

圖 1	影響個人選擇性注意環境線索之認知因素(Raubal & Worboys, 1999; Worboys, 1999).....	11
圖 2	尋路者感知模型 (Raubal, 2001).....	13
圖 3	尋路行為決策流程圖(王人弘, 2003).....	14
圖 4	Thrstone 的基本心理能力包含空間能力 (1938)	21
圖 5	尋路行為流程圖.....	42
圖 6	本研究變項架構.....	44
圖 7	二度空間旋轉能力測驗範例.....	52
圖 8	立體圖旋轉能力測驗範例.....	52
圖 9	空間感觀能力測驗範例.....	53
圖 10	空間組織能力測驗範例之作答選項.....	53
圖 11	空間組織能力測驗範例之視圖角度說明	53
圖 12	地標種類與性質內涵示意圖	54
圖 13	實驗室環境與操縱手把.....	57
圖 14	指定任務環境城市：Las Venturas 地圖	60
圖 15	遊戲環境範圍內各目標地點所在位置.....	63
圖 16	實驗環境內之路徑型地標.....	64
圖 17	實驗環境內之邊緣型地標.....	64
圖 18	實驗環境內之地區型地標.....	65
圖 19	存檔折返點 The Clown's Pocket 各角度外觀.....	66
圖 20	實驗環境內之節點型地標.....	67
圖 21	實驗環境內之地標型地標.....	67
圖 22	實驗流程圖	69
圖 23	遊戲環境內的任務觸發點.....	70
圖 24	路徑知識評分依據：路徑與轉向分析圖	72
圖 25	依常見地點外觀與名稱製作之小卡片示意圖.....	75
圖 26	物件種類測量：地圖繪製實例 1.....	76
圖 27	物件相對位置測量：地圖繪製實例 2.....	77
圖 28	受測者地標種類區分與使用次數分配情形.....	118
圖 29	受測者地標性質歸類與使用次數分配情形.....	117
圖 30	普遍經驗影響玩家的地標記憶	122
圖 31	個人經驗影響玩家的地標記憶	123
圖 32	實驗環境分區圖.....	124
圖 33	任務內容與遊戲經驗影響玩家的地標記憶.....	125

一、緒論

1.1 研究背景與動機

無論在現實生活環境或是遊戲虛擬環境，我們都有非常多機會必須從甲地（起點）移動至乙地（目標地點），這就是尋路行為；當然，在現實生活中，我們控制的是自己的身體，而在遊戲環境中，我們則是藉由操縱遊戲中的分身(avatar)，而得以在環境當中悠遊移動。

然而，無論現實或虛擬，任何一種尋路行為如果發生怎麼東轉西繞，卻還是一直回到原點的迷路情況，不但讓尋路者感到心浮氣躁，而且在遊戲環境裡迷失方向，當然會嚴重地影響到玩遊戲的樂趣；除此之外，考慮到更嚴肅的議題，虛擬環境已經經常被用來做為教育、職業等訓練之用途(virtual environment) (Witmer, 1996)；顯然，這個現象也顯示出，在遊戲環境中正確導覽(navigation)的重要性。而這便有賴虛擬環境的設計環節：一旦導覽設計不良影響到訓練結果，牽涉到對現實生活中的影響，極可能會耽誤到重要任務，進一步造成無可彌補的嚴重後果。故而怎麼樣有效幫助剛剛進入陌生環境的使用者迅速進入狀況、熟悉環境，也是遊戲在進行空間配置與設計上十分重要的一環。

進入陌生環境時，要認識該環境中空間配置的方法有幾種：直接親身體驗環境、運用符號表徵(symbolic representation)如地圖、照片、錄影等工具來認識環境，或進入虛擬的環境等(Witmer, 1996)。地標是環境中可以輕易辨別與記憶的實體，也是每個人初進入一個陌生環境時所可以抓到的一根浮木；只要該物件能夠引起個人的注意，或對個人產生意義，任何一種東西都可以成為地標。所以我們可以斷言：對於不同成長背景、不同認知傾向的人而言，能引起注意、產生意義的物件當然也就不盡相同。所以對於地標的種類加以區分，也因此開始有了實質上的影響，對於尋路行為的表現與結果也因此而有所區別，這剛好可以與遊戲在難度設計的概念上相吻合。

所以，期望能夠藉著實驗的過程，加以歸納出受測對象的空間能力、尋路策略上的不同，與地標使用情形間的關係，以及進一步，兩者與空間知識建構之間的關係等效果，是之所以展開本研究最主要的目的。而目標則是在歸納出結果之後，可以進一步來依照物件所屬的地標種類，控制虛擬環境中出現的物件，來達到任意調整尋路任務難度與市區街道

設計友善程度的效果。這對遊戲設計人員甚或是實際城市景觀設計者，甚至是遊戲內的廣告置入設計而言，絕對是值得特別重視的結果。

1.2 研究問題與方向

由於虛擬空間(virtual environment)可以降低損失的嚴重性，所以在各領域的使用上皆非常廣泛，且有逐漸重要的趨勢。虛擬環境的差異不但取決於規模(size)、密度(density)與活動(activity)三個面向，進一步來看活動這個面向，在國內外，遊戲都已逐漸得到重視，用來作為教育(Dewey, 林寶山, 康春枝合譯, 1990)、職業訓練，甚至是疾病治療(Musselwhite, 1986)等多重功能。

以多人線上角色扮演遊戲(MMORPG)為例，影響環境內最重要的一種活動—即「尋路行為(wayfinding)」的—是遊戲故事設計中的敘事線。不同的敘事線幫助玩家從中建立出陳述性知識(declarative knowledge)、程序性知識(procedural knowledge)、策略性知識(strategic knowledge)與後設認知知識(metacognitive knowledge)等四種不同的知識領域(knowledge domain)，以及藉由環境線索整合出的「地標知識(landmark knowledge)」、「路徑知識(route knowledge)」與「縱覽知識(survey knowledge)」等三種空間知識(spatial knowledge)。玩家將這些知識加以運用，經由「感覺(sense)」、「計畫(plan)」與「行動(action)」三個階段，做出尋路的決策行為。

在上述的過程中，尋路者會經歷「獲得空間知識」與「建立認知地圖」兩個重要過程(Sholl, 1996; 引自 Golledge, 1999)。在移動過程中個人建立對環境的認識，即空間知識。經過個人認知處理、內化後，會將空間中各錨點(anchor point)不完整、不連貫且可能是扭曲地相互連結後，即可畫出一張網絡狀的認知地圖(cognitive map)。欲了解空間知識的建構情形，地標知識與路徑知識的測量方面，參考Thorndyke(1980)、Kruger, Aslan, & Zimmer(2004)以及 Munzer, Zimmer, Schwalm, Baus, & Aslan(2006)等的作法，以玩家對地標的自由回憶(free recall)，並以情境引導畫出路徑圖來加以評分。縱覽知識則根據 Billingshurst & Weghorst(1995)的研究，以小卡片提示，評量玩家繪製地圖的地圖實用度(map goodness)、物件種類(object classes)與物件相對位置(relative object positioning)。

空間能力(spatial ability)」是一種認知能力，具有固定性與變動性兩種特質，前者是與生俱來的天賦，而後者可藉訓練加強。空間能

力使用戴文雄、陳清欝與孫士雄(2001)開發的空間能力量表，從空間感官能力、二度空間旋轉能力、立體圖旋轉能力與空間組織能力四個部分測量出個人的空間能力分數。

至於「尋路策略」(wayfinding strategy)分為「地標型策略」與「縱覽型策略」兩種，不同尋路策略的玩家所建立並使用地標的傾向皆有所不同。地標(landmarks)則是在環境中確立方位與導覽的關鍵。尋路策略以 Pazzaglia 等在 2000 年發展出一份關於「空間描述」的問卷(Questionnaire on Spatial Representation)為主，測量出地標性策略傾向、路徑性策略傾向與縱覽性策略傾向三個分數，將地標性策略傾向與縱覽性策略傾向得分相減後，可得知個人的尋路策略傾向。

根據對地標的詮釋，可以簡單做出分類，並從**組成的要件**和**呈現的性質**兩個角度來切入。Lynch(1960)認為路徑(paths)、邊緣(edges)、地區(districts)、節點(nodes)、地標(landmarks)五個要件構成了形形色色的地標，整理 Glenn, Chignell, Sorrows & Hirtles 等的論點，則可以發現地標的性質有視覺性、結構性、認知性以及遠距地標四種。「空間能力」與「尋路策略」這兩個因素即為本研究之自變項，來了解不同條件的玩家對於「地標」的詮釋與選用是否會有所差異？以及空間知識的建構情況又有何不同？彼此之間的相互關係衍生出四個研究問題：「空間能力的高低，對於玩家的地標使用與空間知識建構是否有影響？」、「尋路策略傾向的差異，對於玩家的地標使用與空間知識建構是否有影響？」、「空間能力與尋路策略傾向，兩者的交互關係如何影響地標使用與空間知識建構？」、「地標使用的情形，與空間知識建構之關係為何？」

1.3 預期貢獻

關於空間能力與空間知識之間的關係，從過往研究可以發現，注重的都是縱覽知識，而進入環境時發展的地標知識與路徑知識則在其中缺席；如 Cutmore 等的研究發現，空間能力較好的人縱覽知識也較好，路徑知識再度缺席(Cutmore, Hine, et. al, 2000)。故而本研究欲先驗證，空間能力較佳者，是否縱覽知識的建構亦比較好？那麼空間能力表現較差者，其地標知識與路徑知識的建構會不會比空間能力佳的人來得好呢？藉著釐清空間能力與空間知識間之關係，進一步和尋路策略傾向做一連結，徹底了解以尋路行為為中心所發展出來的幾個相關概念的關聯性。至於在尋路策略傾向的差異上，常見的分類是男性偏好以縱覽知識來解決尋路問題，而女性採用路徑策略尋找尋路目

標(Lawton, 1994)。然而性別顯然不是唯一的分類依據，Pazzaglia 的尋路策略問卷(Pazzaglia, 2000)即是為了測驗這不是完全依照性別區分的個人差異而設計的，況且，男性、女性雖然尋路策略不同，然而各自的尋路表現孰優孰劣亦尚沒有定見。換句話說，縱覽策略傾向者或地標策略傾向者雖然空間知識的建構不同，或許在尋路時間、錯誤率等尋路結果變項上的表現互有高低，但尋路的過程仍是個可供探求的黑盒子。

所以本研究考慮的即是不同「空間能力」與「尋路策略」的玩家在遊戲中的地標注意與使用狀況，進而對空間知識建構的影響。空間知識建立的完整與否，對尋路行為的表現有絕對的正面影響，掌握地標這個元素，等若掌握玩家的注意(attention)。一旦揭開了這個黑盒子的神祕面紗，將可以進一步更精確地掌控遊戲設計與廣告置入的精準度。

1.4 名詞解釋

1. **空間能力**：個人所具備的一種認知能力，是對於視覺上的形狀、結構進行儲存、提取或轉換的能力(Lohman, 1988)。有固定性與變動性兩種特質，前者是一種天賦性向，後者則可藉由練習而獲得提昇。
2. **空間知識**：個人在環境中移動的過程中會注意到若干特定目標物件，在認知上將環境內各目標物件間建立出的地理位置關係就是空間知識(Sholl, 1996)；可分為地標知識、路徑知識與縱覽知識三種。
3. **認知地圖**：個人建立空間知識後，將各目標物以認知相互連結後所形成的網絡狀地圖(Spencer & Blades, 1986)。認知地圖無法百分之百準確再現實際的環境結構，而是由個人認知內化後不完整且不連貫的拼貼地圖(Tversky, 2000)。
4. **認知對應**：將複雜、不確定性高、變化性大的環境中擷取資訊加以合併與儲存出空間知識，並產生認知地圖的認知過程(Kaplan, 1976)。
5. **尋路**：排除環境中的障礙，通往目的地的一種動態過程(Loomis, Golledge & Klatzky, 2001)。也是一種空間能力，幫助獲得空間知識，建立認知地圖。
6. **尋路策略傾向**：個人所偏好依靠不同空間知識，來建立出不同認知地圖，並做出不同尋路行為決策的傾向。分為地標型策略、路徑型策略與縱覽型策略。
7. **地標**：環境中可輕易被辨別與記憶的實體(Richter, 2007)，是人類進行尋路行為時最重要的依據之一，尤其是在初次進入的陌生環境時。

二、文獻探討

2.1 虛擬環境

2.1.1 環境設計

虛擬環境是一種節省成本的方式；從控制損失的風險管理(Risk Management)角度來看，由於一切皆為虛擬的，因而使用者在訓練過程中的任何失敗(failure)在經濟上或人才上會帶來的損失，其嚴重性(severity)也可以降至最低，故而虛擬環境的應用十分廣泛，凡是製造業、娛樂業，或是專業訓練甚至是教育業都少不了他的蹤跡。

當玩家登入遊戲環境，透過操縱環境裡的角色，以所謂的化身(avatar)在其中進行尋路行為、完成指定任務，其實是進入一種虛擬環境(VE, Virtual Environment)，是由數據集(data set)所建構出來的世界(Johns, 2003)。使用者沉浸(simulating)在虛擬環境裡，其任意進行的動作，都可以藉由數據的運算處理得到模擬出來的結果(Jackson 等, 1998)。其好處跟傳統的課堂教學方式相較，使用者可以直接跟資訊進行互動(Osberg 等, 1997)，創造更加投入的學習經驗(Johns, 2003)。

Darken 及 Sibert(1993)對虛擬世界進行的分類包含三個面向：規模(size)、密度(density)與活動(activity)。

1. 規模

小型的虛擬世界較一目了然，從單一視角即可看出各物件間的差異，而這也是小型虛擬世界的主要目的：將注意力集中在個別或單一群組的物件上。Kuipers 與 Levitt(1988)則認為大型虛擬世界其「規模遠大於一目了然的世界。」Darken 與 Sibert(1993)則認為在大型的虛擬世界當中，不具有任何一個優勢(vantage)的視角可以完全將該環境中的所有細節盡收眼底。

本研究需要玩家在遊戲環境中四處行走，藉著視角與化身位置的改變與移動來達成要求的遊戲任務，因此屬於大型的虛擬世界。

2. 密度

密度稀疏的世界裡可供參考，用以尋路的物件或線索不多，例如汪洋中僅有幾條船的情境；Darken 及 Sibert(1993)的研究發現，在這種單調且缺乏相互比照線索的環境下，受測者容易迷失方向。

相對而言，稠密的虛擬世界包含較多的物件與環境線索，例如大樓林立的都市叢林，或是各別大樓的內部也都是密度高的稠密環境。

本研究需要玩家辨認遊戲環境中的各種物件、街道等相對或絕對配置作為地標參考，因此需要環境密度上相對較高的虛擬世界。

3. 活動

穩定的虛擬世界內，物件的用途與位置是固定的，不會隨時間變動；動態虛擬世界的物件相對而言則沒有固定位置，物件的位置或可預期，循固定規律改變位置，或不可預期，採取隨機分配的方式，因而增加尋路行為的複雜程度。

要增進遊戲環境中尋路的效果，空間的設計與配置帶有很大的影響力。例如 Passini(1984)將 Lynch(1960)提出的城市設計概念加以延伸，談到尋路者藉導覽環境建立的認知地圖帶有階層性，故而環境設計應該要具備一個帶有組織性的設計準則。如台北市以中國文化裡耳熟能詳的八德：「忠孝仁愛信義和平」作為街道命名的原則，或根據 Montello(1992)的研究發現，不對稱式的街道結構設計與直向排列設計的街道相比，尋路行為的錯誤率較高，故而紐約曼哈頓的格子狀街道設計，能讓導覽者能將空間資訊直接納入認知地圖當中。

此外，大型環境由於範圍大、內容複雜，尋路者建構認知地圖時會將大型環境歸類並區分成數個小型區域以方便記憶。所以在環境的設計上，每個地區(places)要有所不同。

基於當前對於人類或其他動物在現實世界裡的尋路行為亦還不算完全了解的現狀，所以我們可以說：當環境轉變為虛擬，在影像解析度、設備延宕程度或其他技術上的限制之故，虛擬環境中的感官線索其實是更加相形見绌的。這個不足連帶使得虛擬環境中的尋路行為研究可能遭遇到更大的困難，一旦虛擬空間規模更大、更抽象，又更動態的時候，其中的線索或刺激將完全無法跟現實世界產生對應關係(Darken & Sibert, 1993)，這是目前技術面的不足之處，也是未來發展的重點。

2.1.2 環境任務與知識領域(Knowledge Domain)

本研究場域的概念類似多人線上角色扮演遊戲(MMORPG)的遊戲環境。但這類環境未必要與網際網路連結，或與其他玩家互動，重要的是多人線上角色扮演遊戲的核心設計概念。而這個核心概念是具有互動性的敘事環境(narrative interactive environment) (Dickey, 2006)。MMORPG 的敘事環境其區別性可從時間性與敘事的故事線兩個角度切入；從時間性來看，傳統的電視遊樂器(video games)或單人角色扮演遊戲(single player role-playing games)的世界裡，其時間在角色登出或關機後即停止，直到遊戲重新開啟，讀取存檔進行遊戲，時間才又重新開始運作；MMORPG 藉由網路連結起來，則是永久並持續存在的環境，由眾多的遊戲玩家所建構起來的世界，故而任何單一玩家登入登出、進出遊戲皆不會影響遊戲環境持續向前推進的性質。因此，就時間性來看，遊戲時間在玩家登出後是否持續推進對於本研究所關心的尋路行為並無直接影響，而應該將重點聚焦在敘事性上。

至於從敘事的故事線(Storyline)來看，傳統電視遊樂器或單人角色扮演遊戲的敘事環境主要多為線性的單一故事線，這條敘事故事線的劇情會隨著玩家所扮演的角色在遊戲環境中所進行的冒險歷程而逐一揭開。反之，MMORPG 在遊戲設計的敘事方式上並不侷限在一條固定單一的故事線，而是強調玩家在遊戲環境當中的經驗。簡言之，MMORPG 其實可以視為有無數個小型的敘事故事線在進行的環境。遊戲中的諸多任務中，玩家遭遇到非玩家角色(non-player character, NPC)，與之互動，或到達一特定的地點，完成遊戲的要求或目標，藉以獲得獎賞或者在遊戲環境中提昇等級的憑藉(Dickey, 2006)。完成 NPC 的要求就是一種小型的遊戲任務，任務的類型從傳遞特定物品到尋找遺失物皆有，不勝枚舉。

藉著遊戲經驗，玩家可以從中建立知識。根據認知心理學、知識管理(knowledge management)、學習理論與教學設計等各領域的學者可以得知知識領域可區分四類，分別是：陳述性知識(declarative knowledge)、程序性知識(procedural knowledge)、策略性知識(strategic knowledge)以及後設認知知識(metacognitive knowledge)(Ackerman, 1986; Anderson, 1983; Bloom, 1956; Bransford, Brown, & Cocking, 2000; Brown, 1978; Gagne, 1985; Jonassen, 1996; Kraiger, Ford, & Salas, 1993; Smith & Ragan, 1993; Wagner, 1987)。此外，Dickey對各知識領域也有描述，陳述性知識(declarative knowledge)代表的是事實(facts)

與資料(data)的知識，尋路者需要標籤(label)、辨認(identify)或定義(define)他們所見到的事物來完成要求的任務。程序性知識(procedural knowledge)被形容為聚焦在如何完成任務、行動或過程的知識。以學習過程為例：學習的目標在於演示完整的行動過程，而學生必須遵循既定的順序來找到多個目標物件或者完成行動任務。至於策略型知識則是運用知識、觀念和經驗來處理與解決各種新舊狀況的知識(Dickey, 2006)。



2.2 尋路

2.2.1 尋路行為(Wayfinding)

當我們進入一個全然陌生的環境，或許每當到達一個岔路口時，我們會將特別吸引注意的物體記憶下來(可能是麥當勞、小雜貨店，甚至只是一株形狀怪異的樹木)，藉由這些特別物體間連結出來的網絡，建立我們對整個環境最初的認識，藉此以尋找正確路方向與路徑，並朝我們的目的地前進。而這就是所謂的「尋路行為」。

「尋路」(wayfinding)一詞，最早見於建築師 Kevin Lynch 在 1960 年代著作的「都市意象」(Image of the City)一書當中，他使用這個詞彙來陳述一個人擁有「瞭解都市環境之能力與洞察力，並藉由受測者所繪之地圖進行共同因素的辨識與分析。」藉此，可以歸納出空間(space)、結構(structure)、連續性(continuity)、可見性(visibility)、穿透性(penetration)與自明性(identity)，是避免於都市空間中迷失的重要因素(陳建維、張晃銘、黃昱仁、蔡垂宏，2005)。

在大型的環境裡，尋路者無法從自己目前所在的位置直接觀察到其目的地時，故而需要導覽(navigation)的過程，尋路行為因此應運而生。Gluck(1990)認為尋路行為的定義是導覽與操作的過程；Peponis, Zimring 與 Choi(1999)則將尋路描述成：運用比較方便的方法去搜索出通往特定地點的路線，並且足以判斷是否已經到達目的地的能力。可見人們確實會依照 Loomis 等人所說的，藉由「感知當下環境中的障礙(obstacles)與危害(hazard)」，並「遵從導覽的指示，從當下感知到的環境中到達遠距目的地」這兩個部分，來組成所謂的尋路行為(Loomis, Golledge, Klatzky, 2001)。尤其當環境的規模範圍很大的時候，必須仰賴尋路，才能準確地從一個地點移動到另一個地點(陳建維、張晃銘、黃昱仁、蔡垂宏，2005)。簡而言之，尋路行為是我們排除環境中的障礙，通往目的地的一種動態過程，也一種空間能力，幫助我們獲得空間知識、建立認知地圖。

Vinson 認為，導覽之所以在遊戲環境裡顯得如此重要的原因有三：首先，在絕大多數的角色扮演遊戲環境當中，不論遊戲任務的類型都常具備尋路的因素。常見的任務內容打怪、尋寶等，共通的行動要求就是從當下的位置移動到目標物所在的目的地。然而從上述的例子可以發現，尋路通常並非遊戲的主要目標，而是隱匿在任務目標之下，隨著玩家在路徑過程中的沉浸經驗(cumulative experience)、內在目標

(immanent goals)而有動態的變化(Lueg, Bidwell, & Goth, 2006)；其次在大型的虛擬環境裡尋路的難度會提高，因此造成迷失(disorientation)的現象發生；並容易形成玩家強烈的挫折感(Vinson, 1999)。

尋路行為的類型可以依據對空間配置的認識程度與目的地之有無簡單區分為三種：

1. 無經驗但有目的地的**無知式搜尋**(naive search)，此種搜尋屬於徹底的地毯式搜尋；
2. 有經驗且有目的地的**主題式搜尋**(primary search)，由於此種搜尋對搜尋區域已經有一定程度的認識，所以通常不會太徹底；
3. 沒有目的地的**探索式搜尋**(exploration search)，屬於進入陌生空間的初步認知過程(Darken & Sibert, 1996)。

至於尋路的過程可依序分為認知對應(cognitive mapping)、決定策略(decision making)與執行計畫(Decision execution)三大階段(Arthur, Passini, 1992)：認知對應是建立空間概念的過程中感知環境中的刺激線索，並加以整合的階段；決定策略是在前一階段建立認知地圖的基礎下，判斷該走哪條路徑、路徑上有何決策點等，這些考量將會成為個人空間知識的一部分，作為日後尋路行為的先備知識(Glen, Stanney, 1999)；至於執行計畫的階段，尋路者將擬定的計畫化為實際的行動，並在執行過程中不斷對周遭環境進行觀察，藉由比對特徵與辨認路標的方式來確認自己的位置，不斷為自己重新定位，並且確定自己是正確地朝目的地的方向前進。

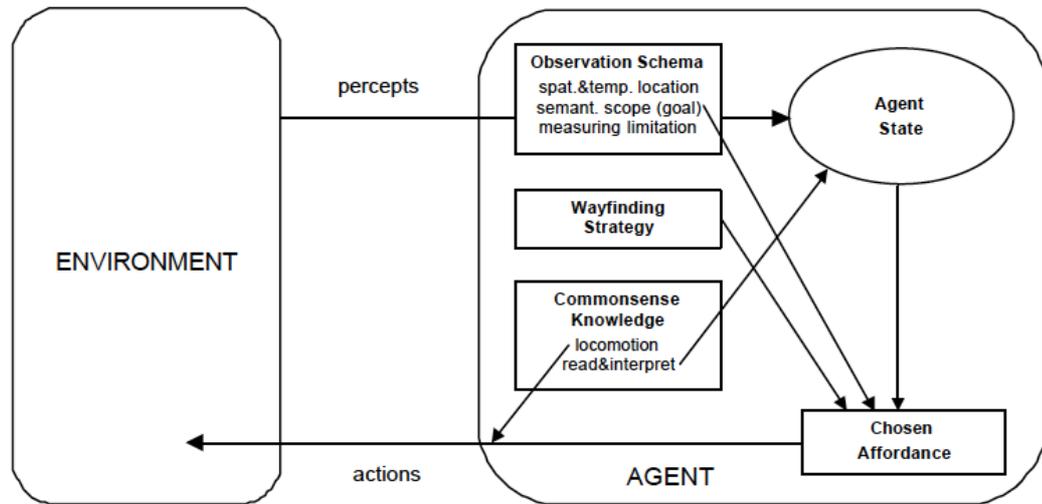


圖 1 影響個人選擇性注意環境線索之認知因素(Raubal & Worboys, 1999 ; Worboys, 1999)

對尋路者個人而言，在尋路過程會選擇性地注意環境中的刺激。影響到其注意力的要素有三：觀察基模(observation schema)、尋路策略(wayfinding strategy)以及基礎知識(commonsense knowledge)。此三者與尋路者的狀態(State)間之互動決定其後續會採取的行動(見上圖1)。尋路者受當下位置、尋路目標等因素影響，會採取不同的觀察基模。基礎知識則是尋路者在日常生活環境裡建構起來的知識，進入虛擬環境的同時也會運用到這些知識，包括：

- 回應當下環境刺激的行動；在此指涉的是單純的移動行為(act of locomotion)所需利用到的知識，例如：站立、避開障礙、朝目標前進等。與尋路行為還牽涉到地標的選用不同(Montello, 1998)。
- 資訊的解讀與理解；諸如接收文字或數字所傳達的訊息，或是對箭頭的指向意為指引前進之方向這類資訊的理解都包含在基礎知識之內。(Raubal, 2001)

因此 Raubal(2001)參考 Passini 尋路的三階段概念，以及 Gat 於 1998 年提出「感覺-計畫-行動」(“Sense-Plan-Action”，SPA)，整合出尋路感知模型(model of perceptual wayfinding)，以個人為中心，有助於我們了解個人在位於決策點當下的內部認知過程(見下圖 2)。該模型強調尋路者在遊戲中的代理人(Agent)，可以藉由感應器(Sensor)接收所

有跟環境有關的資訊，然後再藉著反應器(Effector)針對環境刺激做出反應動作(Russell and Norvig, 1995)：

1. 感覺(Sense)階段：

首先在感覺的階段，尋路者會感知(Perceive)周遭環境所提供之線索與資訊。該階段在意義內涵上，與 Passini 所提及的認知對應十分接近，強調幫助尋路者迅速蒐集空間配置的環境刺激。

前面曾提及：透過尋路者的認知選擇，環境內的刺激僅有部分會被選擇性注意；引起注意的資訊受個人的文化、社會背景、經驗或目的(Gaver, 1991)的影響，至於對資訊的詮釋亦因個人的技巧與價值而有所差異(Rasmussen and Pejtersen, 1995, p. 122)。總而言之，心智上的策略與能力、尋路過程涉及的任務內容與環境中出現的素材三者之間的互動，可以組合出相當不同的結果，造成各尋路者在感知階段對環境產生的認識也有所區別。

2. 計畫(Plan)階段

在計畫階段，尋路者整合先前感知到的環境訊息，經過內在的認知決策(Decide)後，決定下一步要進行什麼。首先尋路者會進行比對，當下的環境與目的地是否吻合，若是，意味尋路任務已完成；否則尋路者會繼續尋找並比對存在於環境中，任何與前往正確路徑相關的訊息，以決定前進的方向。

3. 行動(Action)階段：

行動階段又可分為選擇性決定注意何種環境線索，以及採用環境線索後的實際動作兩個步驟。前者可以視為計畫階段的延續，是尋路者做出決策後的結果；此結果之所以會產生的原因如前所述，是因為環境中充斥著各式各樣的訊息，尋路者會受諸多因素影響而選擇性注意並採用對其產生意義的部分。至於後者則可以視為實際採取行動後的結果；尋路者採取行動，即開始從當下位置移動至下一個決策點。值得注意的是到達下一個決策點的同時，又必須回到最初感知環境的階段，再次比對環境、擬定決策、採取行動，重新形成一個尋路感知模型的循環(Raubal, 2001)。

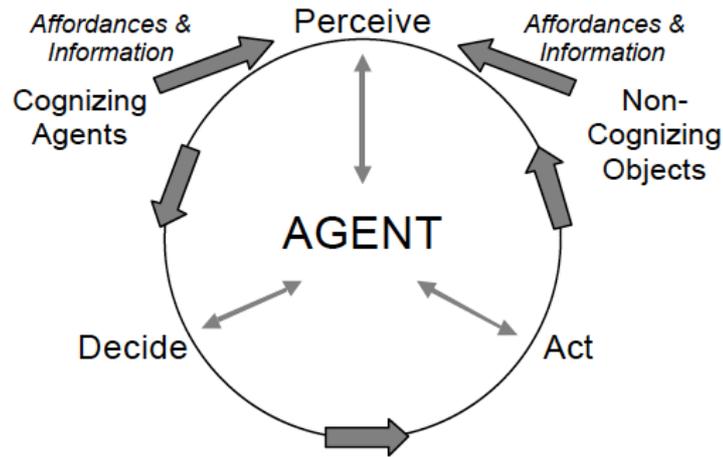


圖 2 尋路者感知模型 (Raubal, 2001)

此外，Downs 與 Stea 也整理出尋路行為可簡單分為導覽、路徑選擇、路徑監督與目的地辨認四個步驟 (Downs & Stea, 1973)：

1. **定位**：是為了要檢測某人與附近物體與目的地之間的位置關係。
2. **路徑選擇**：選擇一條可以從當下位置到達目的地的路徑。
3. **路徑監督**：路徑確定後進行監督確認在正確路徑上朝正確的方向前進。
4. **目的地辨認**：辨別尋路者正確到達目的地，或已位於目的地的附近。

總結而言，本研究認為以尋路者的觀點而言，整個尋路過程中途遭遇的決策點都會讓他們經歷「Sense-Plan-Action」(也可以視為 Perceive-Decide-Act)的認知過程；若以觀察整個尋路過程的角度而言，則會依照認知建立→決策→執行的三階段進行；詳細情形請參閱下圖 3。

尋路者在尋路過程確實會選擇性注意環境資訊，而且選擇的經常是與當下任務相關的尋路資訊。環境線索之所以受注意不是因為它們存在於環境中，而是尋路者對這些提示有需要(not it is there but because it is needed)(Passini, 1996)。其他資訊即便稍後會有用處也常被忽略。所以個人尋路行為上的差異經常可以藉由完成預設的環境任務而突顯出來；執行任務的環境不限於現實或虛擬，主要目的在比較各任務執行的結果上有何顯著差異。如 Marie 曾針對空間知識建構的研究，設計出兩種不同的網路購物任務，藉以比較不同年齡層完成任務的時間長短(Sjolinder 等, 2000)；Pazzaglia 與 De Beni 在 2001 年的研究也比較

不同尋路策略的受測者在執行尋路任務時的錯誤次數(errors)、猶豫時間(hesitation)與解讀地圖或文字說明的時間(study time)上的差異(Pazzaglia & De Beni, 2001)。

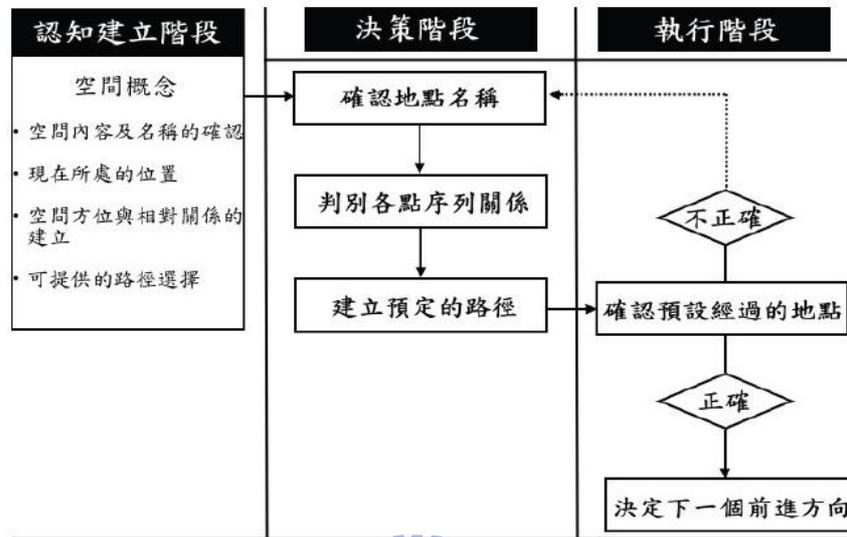


圖 3 尋路行為決策流程圖(王人弘, 2003)

總的來說，尋路行為所發生的環境可以分為三種，包括：(1)室內環境；(2)室外環境；以及(3)兩者混合的環境(Strothotte, Fritz, et. al, 1996；Dodson, Moore & Moon, 1999)。要了解尋路行為與空間能力之間的關係，必須談到室外環境。Petrie(1995)提出「微型尋路(micro-navigation)」與「鉅型尋路(macro-navigation)」兩個概念，微型尋路是對當下環境所進行的尋路，而鉅型尋路則是針對遠方環境的尋路。傳統在討論空間知識時，所使用的都屬LRS(landmarks-route-survey knowledge)模型。不過有幾位學者特別在討論縱覽知識時，提出傳統 LRS model 以外的可能性(如：Steven & Coupe, 1978；Colle & Reid, 1998 等)，也就是所謂縱覽知識獲取的雙軌模式(dual-mode)，來解釋有時長時間且直接地暴露在虛擬環境裡未能產生縱覽知識(Chase, 1983)，有時縱覽知識又幾乎在進入環境的當下即開始建立的現象。Colle 與 Reid 的這個模型跟 Petrie(1995)的概念十分接近，指出縱覽知識的獲取有「鄰近」與「遠距」之分。故而屬於鄰近或微型尋路的縱覽知識比較注重當下視覺所見的空間視覺能力，而遠距或鉅型尋路所需的縱覽知識則比較需要將腦中的認知地圖加以旋轉運用的心像旋轉能力。這邊提及的地標、路徑與縱覽知識三

種空間知識，以及個人空間能力差異等相關概念的定義，在後面章節會有詳細陳述。

2.2.2 認知地圖(Cognitive Map)與空間知識(Spatial Knowledge)

在虛擬環境中尋路，假若使用者界面的導覽支援不足，會讓玩家迷失方向並迷路(disoriented and get lost)(Chittaro & Bruigat, 2004)。導覽(navigation)這個詞彙，最初是專門指涉搭乘船隻飄洋過海的過程，而後其意義被延伸並且不僅專指乘船，也可以是搭乘飛機或甚至是太空船等任何交通工具時，確認路徑的過程(determining the path)。Darken 與 Sibert(1993)歸納導覽是：「在任何環境(environment)裡搭乘任意交通工具(object)航行時，確認路徑的過程。」Chittaro 與 Bruigat(2004)對導覽下的一個簡單定義則為：「判斷自己身在何處，其他東西又在何處，以及要怎麼到達物件所在處或特定目的地的過程。」

「獲得空間知識」與「建立認知地圖」是尋路者與一個陌生環境互動(導覽)時會經歷的兩種過程(Sholl, 1996; 引自 Golledge, 1999)。空間知識(spatial knowledge)是移動過程中，個人對於環境內各個目標物之間在認知上建立的地理位置關係；建立空間知識之後，空間中各目標物都可視為錨點(anchor point)；認知地圖(cognitive map)則是錨點與錨點之間相互連結後，即可成為一個網絡狀的地圖(張天鳳, 2005)。

經過尋路者有目的性地(Spencer et al, 1989)將眼前的圖像、資訊以及對環境的態度加以整合之後，才能組成認知地圖(Spencer, & Blades, 1986)。認知地圖是一種介於隱喻(metaphorical)與假設(hypothetical)間的構念(construct)(Gollege, 1999)，並不一定能百分之百再現原實體環境結構。最早使用「認知地圖」一詞的Tolman指出，我們的神經系統指有類似繪製地圖的再現能力，經由人的認知系統處理、內化後，再現出可能是不完整且不連貫，甚至是扭曲變型、「經過拼貼」後形成的地圖(Tversky, 2000；引自張天鳳, 2005)。

「認知地圖」與相關概念「認知對應」(cognitive mapping)之間的差異在此必須特別說明；由於人是具有感應刺激、資訊處理與儲存能力的有機體，然而受制於有限的行動力，在大型的虛擬環境裡，使用者面對複雜、不確定、變化性高且難以預測的環境，必須從中擷取資訊來組成一個綜合性的表徵(comprehensive representation)。因此個人必須經歷連串獲取、合併、與儲存相關空間知識的「心理過程」(Downs & Stea, 1973)，稱為「認知對應」。換言之，對一個場所的空間配置所形成的心

像(mental image)：「認知地圖」，是經過「認知對應」的「生產過程」，可產生出供個人「使用」的「產品」。

「認知對應」受「接觸環境的頻率」、「環境物件的區別程度(distinctiveness)」以及「環境中特定地標被用來規劃路徑的頻率」等因素的影響。環境物件的區別程度可以是視覺上的，也受背景知識(background knowledge)影響。就算蒞臨陌生環境，以前到過相似環境而建立起來的知識(previous knowledge)也會影響認知對應的動態過程(Kaplan, 1976)。

導覽意識(navigation awareness)是針對環境擁有完全的導覽知識。導覽知識依照後續行為又可區分為三種知識，分別是地標知識(landmark knowledge)、路徑知識(route knowledge)與縱覽知識(survey knowledge)。下面針對這些形成認知地圖所需具備的空間知識進行介紹：

空間知識大致分為：地標知識(landmark knowledge)、路徑知識(route knowledge)與縱覽知識(survey knowledge)三種 (Darken & Sibert, 1996; Elvins, 1997; Dodge & Kitchin, 江淑琳譯, 2005)，也有學者僅做路徑知識與縱覽知識兩種區分(Luca, 2006)。無論空間知識有幾種分類，可以確定的是個人其空間知識建立的傾向，對尋路策略(strategy)的發展會造成不同的影響：

1. 地標知識(Landmark Knowledge)

地標知識又稱辨認知識(recognizing knowledge)，是在環境直接或間接獲得的經驗，有助於辨認環境當中的特定物體或地點，是一種對於環境之中特別顯著、突出地標的視覺再現(Parush & Berman, 2004)，例如：巴黎的艾菲爾鐵塔或凱旋門等等。地標知識經由認知系統與感知到的環境特徵相對應後，被感知到的物件將會在個人心智中展開接收、製碼等過程，然後儲存於記憶之中(Chen & Stanney, 1999)。因此初來乍到一個環境的時候，最先需要的就是地標，尤其是靜態的地標更被視為一種標記，用以輔助對空間、方向等的記憶(Darken & Sibert, 1996)。

諸多學者指出，個人初入一個全然陌生的環境時，最先仰賴的通常是地標知識(如：Evans, Marrero, & Butler, 1981; Ferguson & Hegarty, 1994)，地標的形狀、顏色或周遭的文字標籤等特徵都是地標幫助個人記憶環境的方法(Pazzaglia & De Beni, 2001)。

一般地標知識僅限用於認識環境的最初步驟，而後則會發展出更進一步的其他空間知識。但地標型策略的人不同。Pazzaglia等人的研究結果顯示，地標型策略者傾向於倚靠地標來認識與記憶空間的情形，不僅限於進入陌生環境時，而是一種常態。即便在已經十分熟稔的環境，他們依舊習慣於使用該種策略來尋路。

2. 路徑知識(Route Knowledge)

對尋路者而言，僅有地標知識不足以將各地標間連結起來，因此需要進一步的路徑知識，從起點開始將沿途的若干個地標連結起來，而成一條獨特路徑，成功地到達終點(Golledge, 1991)。由於路徑知識的建立是源自於在新環境中的探索與行走，因此有相當程度是倚賴個人的視覺記憶。Satalich(1995)認為，路徑知識是一種自我參照(ego-referenced)的知識，其特色是導覽者(navigator)從一地標行走到另一地標，不具有開發替代路徑的(如捷徑)能力，因此只能藉由已知的單一路徑在錨點間往返(Luca, 2006)。Satalich要求擁有路徑知識的導覽者對地標之間的距離進行估計，發現與真實距離近似。由於該知識是依照順序而習得，並且是單向的，因而有助於回想(recall)。

3. 縱覽知識(Survey Knowledge)

至於形成認知地圖的最後一種知識是縱覽知識，Roger等人(2007)也稱之為“configuration knowledge”(Thorndyke, 1983)，有建構出該空間的布局之意。縱覽知識的建構來自於個人在環境中的多次探索，藉以建構出往返起始錨點與目的錨點間的多種路徑，亦或者是利用地圖或圖片研究出空間的布局(Evans & Pezdek, 1980; Luca, 2006)，其特色是外心(exocentric)的觀點，也就是如同飛翔在地面之上的鳥瞰視角，可以綜觀整個空間，其心中自有一張完整的認知地圖(Goldin & Thorndyke, 1982; 引自 Satalich, 1995)。根據 Darken 與 Petterson(2002)的研究，這種知識的建構十分仰賴個人的空間能力，尤其是「心像旋轉能力」(mental rotation ability)。如Pazzaglia & De Beni 便發現，縱覽型策略的尋路者，在心像旋轉能力的測驗上(如：MRT, Mental Rotation Test)的表現就較地標型策略者來得好。

縱覽知識一旦建立，個人將可以有足夠能力找出空間中物件的位置，並估計物件與物件之間的距離。以認知地圖建構的角度來看，在此階段，縱覽型策略的尋路者，其認知地圖已經建構完成。根據個人的認知地圖，尋路者心目中可以參照的參考點是整體性(global)的(Lawton, 1994, 1996)，由此將可以前往環境當中的任何地點(Roger et.

al, 2007)。

4. 空間知識間的關係

上述的三種空間知識能幫助尋路者建立有關該環境的認知地圖，並協助他們往後對該區域的導覽活動(Elvins, 1997)。值得注意的是，這三種空間知識並非固定不變，相反的尋路者會基於不斷獲得到的新資訊，開始對原有的資訊持續進行比較及重組，因此空間知識的建立即是上述的認知對應概念，是屬於動態的過程(陳俊文、游萬來、邱上嘉，2003)。

至於這三種空間知識間的關係，很容易產生誤解為「地標知識→路徑知識→縱覽知識」的線性關係，其實這實非必然；地標知識在組織空間知識的過程中，扮演著重要角色是可以肯定的，Montello雖然提出這點，但也曾經對於這種順序關係提出質疑(Montello, 1998)；地標型策略傾向的人，或許也會發展出縱覽知識，但在尋路行為上，確實有傾向於持續使用地標知識的層級上。擁有縱覽知識的人，通常也擁在地標知識與路徑知識，但這層關係並不是必然性的(Moeser, 1988)。

至於在虛擬環境中，個人使用的尋路知識種類基本上可以分為路徑知識與縱覽知識兩大類(Cutmore, Hine, et. al, 2000)，至於地標知識則與路徑知識歸為一類，這是因為從定義上來看，地標知識就像是在觀看一系列的相片而已，隨後所建立的路徑(route)知識才是以路徑(path)將地標連結起來後的結果(Darken & Peterson, 2001)，而路徑知識是將起點與終點之間的路徑上的地標連結起來所組成的知識，Darken與Peterson亦指出，路徑知識可以想像成個人對於探索區域的描繪圖，會隨著路徑結構的細節逐漸增加而趨於完整，而縱覽知識就等同於一張建構完整的認知地圖，再加上使用地圖的能力(Cutmore, Hine, et. al, 2000)。故而對都市的路徑這個「基礎結構」(fundamental structure)的認識是必要的，也從路徑知識開始，才屬真正有效的尋路行為。

此外，這種由地標到路徑再到縱覽知識的建立過程，是藉由在環境中的探索經驗而獲得的(Presson與Hazelrigg, 1984)。然而。而經驗只是其中一條主要的獲得管道，其實還有另外一條直接觀看環境的地圖或照片來建立縱覽知識的「捷徑」(Goldin, &Thorndyke, 1982；Thorndyke, & Hayes-Roth, 1982)。

利用地圖建立的空間知識來自於鳥瞰的視角，效果也限制在地圖上導覽或指出特定地點的位置(Richardson, Montello, & Hegarty, 1999)，

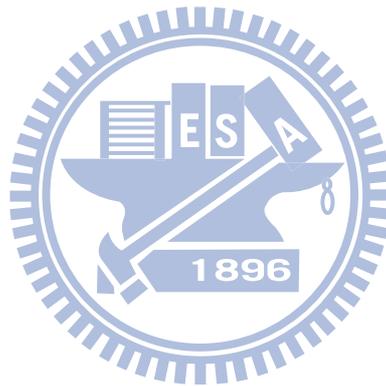
由於未曾實際進入環境親身體驗，故而缺乏詳細的環境線索。同時，由於在設計上都以地圖的上方為北方，故而利用地圖所建立的縱覽知識，也就是個人的認知地圖，很容易受到方位的影響與限制，而迫切需要心像旋轉能力的輔助。由此可知，藉由次要管道建立的縱覽知識，一旦進入環境中，要準確指出地標位置與相對關係顯然並不容易，其表現明顯劣於經由主要管道所建立起來的縱覽知識。故而個人同時擁有地標、路徑與主要的縱覽知識，其導覽意識可算完整，因此在某些空間能力的測驗上，有較佳的結果。在習慣的路徑無法通行的情況下，也能夠嘗試其他先前未走過的路徑(Statish, 1995)。然而究竟何種策略者在尋路上的表現較優，仍無定論；從Denis, Pazzaglia, Cornoldi與Bertolo的研究結果發現，若干地標型策略的尋路者僅依靠使用地標來尋路，其任務表現依舊優於縱覽型策略者(Denis, Pazzaglia, Cornoldi, & Bertolo, 1999)，顯示出這種傾向的尋路者雖然對整體空間組成的認識非常貧乏，仍然能夠在環境中來去自如(Passini, 1984)。

總結而言，當我們企圖獲取(acquiring)並組織(organizing)周遭環境相關的知識時，地標確實是連結各知識，相當重要的要素(Richter, 2007)，如Siegel與White(1975)指出的：當我們初次接觸新環境時，地標可說是我們最初獲取的空間知識。換句話說，對縱覽型策略的尋路者而言，空間知識的建構過程中，第一個步驟是記憶地標，辨識為曾經造訪過的地點，接下來的步驟才是連結各地標的「路徑學習」(route learning)並整合而成縱覽知識；地標型策略的尋路者則偏好用地標來尋路，且無論環境熟悉與否，各地標都持續是分離的圖像(isolated images)，地標策略者很難會整合出縱覽知識(Pazzaglia & De Beni, 2001)。不過在尋路任務的表現上，即便前者的空間知識建構較完整，然兩者孰優孰劣仍尚無定見。

關於空間知識與先前提到的知識領域之間，依據先前的描述，空間知識區分為地標知識、路徑知識與縱覽知識，地標知識與路徑知識合併討論，而縱覽知識為另一類；地標與路徑知識是尋路者在完成指定任務之後能否清楚回想並描繪出從A點移動至B點沿途的地標與正確路徑；而縱覽型知識則是指尋路者是否徹底瞭解遊戲環境中每個物件的方位與自己的相對位置。前面曾提及，經過學習經驗而獲得的知識主要可分為陳述性知識與程序性知識，陳述性知識是有關事實、資料、概念與原則的知識；程序性知識則是由完成任務、展開行動或執行程序的知識所組成的。由此看來，Dickey所指涉的知識領域與本研究所欲探討的空間知識之間，在一定程度上可做出相互的對應；陳述性知識在空間中是關於物件與位置的知識(Golledge & Stimson, 1987)。空間中的某些位置由於具有特殊的外顯樣貌或內涵屬性，因此容易感知到

其具有的顯著性而被突顯出來，因此給予一個認知上的意義。在此層面上，地標知識強調辨識與記憶地標，故而陳述性知識與地標知識之間，有其雷同之處。

程序性知識強調的是完成尋路的知識，或是在環境內移動(move)所必須的知識。程序知識不只是強調依照既定而單一的順序完成任務，也從理論與實證上驗證了這跟尋路路線規劃(travel plan)的構成與執行有很大的關係(Garling, Book, & Lindberg, 1984)，尋路過程中路徑知識將地標連結成一條單一路徑與善加利用縱覽知識已建立的完整認知地圖，沿著任何路徑都可以到達目的地的概念和程序知識的建構過程不謀而合，事實上，另外也有證據支持成人面臨陌生環境時建立路徑知識與建構程序知識的過程之間十分類似(Moore, 1976；Golledge & Stimson, 1987)。至於策略性知識著重的是衡量角色當下的能力或情境來決定行動，著重在利用後設知識來幫助新手玩家的後設認知知識亦然，與尋路的關係皆不大。



2.3 空間能力(Spatial Ability)

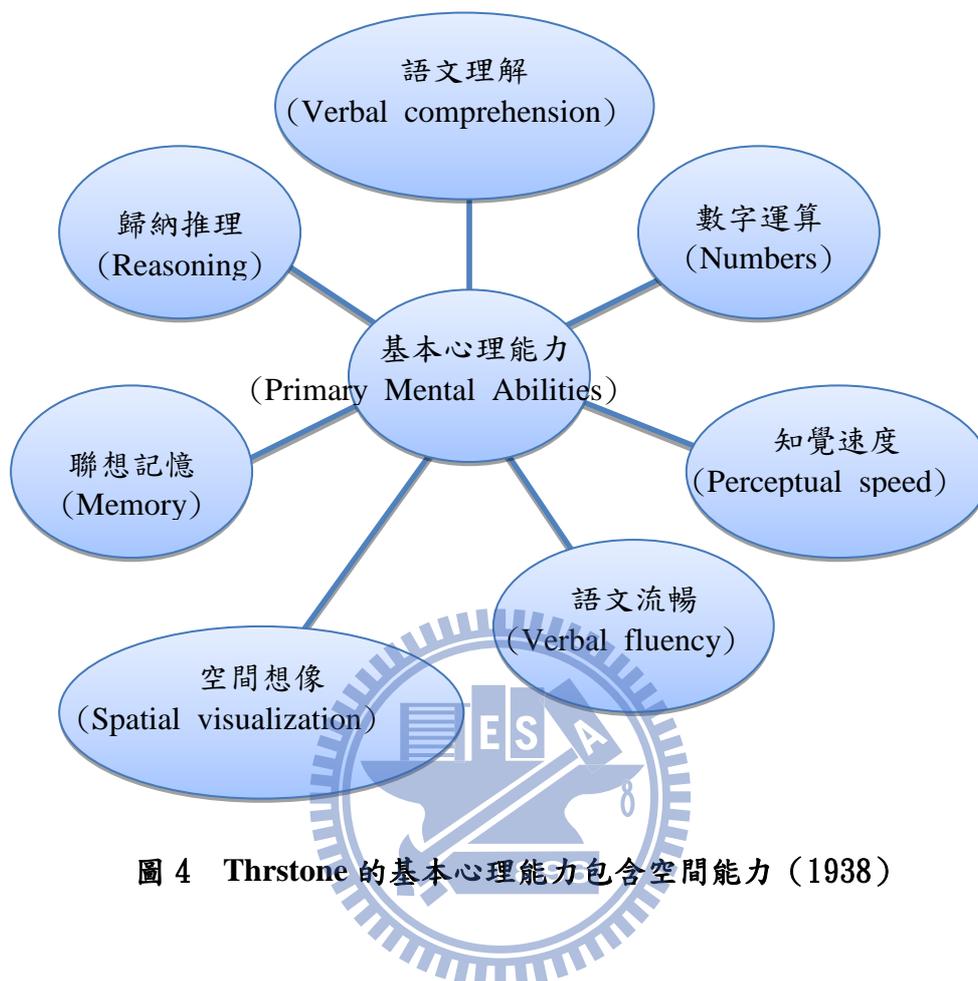


圖 4 Thrstone 的基本心理能力包含空間能力 (1938)

2.3.1 空間能力的性質

藉由尋路行為，個人在環境中可以建立空間知識。不同尋路策略的個人，也由此開始產生足以影響尋路效果的歧異。不過除此之外，個人天生所具備的空間能力不同，在其中也扮演著舉足輕重的角色。

空間能力(spatial ability)是一種認知能力，在早期心理學與教育學研究領域，空間能力這個要素幾乎是被忽略的，而在認知功能方面即便有，也從未被置於研究中心，而是處在一個不重要的輔助地位。有些學者將其視為智能或心理能力其中的一個種類（如圖 4；Thurstone, 1938），其中涉及諸多認知能力。無論如何，就定義上來看，空間能力指的是個人對於視覺上的形狀、結構進行儲存、提取或轉換的能力(Lohman, 1988)。其實空間能力的好壞，取決於認知能力中的感知能力(perceptual capability)、基本資訊處理能力(fundamental information-processing capability)、先備知識(previously acquired knowledge)與動態能力(motor

capability)間的互動(Allen, 1999),並且與空間知識的建立和形成之間,有相當密切的關係。Ekstrom 等人認為空間能力具有調節變項(moderate)之功能(Ekstrom, French, Harman, & Dermen, 1976; Bailey, 1994; Satalich, 1995; Waller 等, 1998),而且執行不同的指定任務(task-dependent)(Waller, 2000),其性質相異,也會決定空間能力影響力的強度。所以本研究認為,進行尋路任務相關的研究,空間能力理應被列為變項之一,積極考慮且加以控制,來凸顯對尋路任務的表現上會造成的影響。

空間能力(spatial ability)一詞其實是個複雜的概念;近來一些對於空間能力的分析面向,著重在空間旋轉能力、空間記憶能力、認知地圖描繪能力、自我定位能力、地圖詮釋能力(Allen, 1999)等等;空間能力是個體內在抽象認知過程(潘玉華, 2003);另外 Gorgorio(1998)則指出空間能力是一種綜合了不同空間轉換、解讀空間資訊以及溝通空間資訊的能力;國內學者如洪蘭(2000)則認為將東西轉化成圖形顯現於腦海當中,並能映射出正確形狀、大小與位置的能力,就是空間能力(曾俊豪, 2005)。經過剖析,空間能力的概念同時具有**固定性與變動性**兩種特質,亦即空間能力既是「與生俱來的個人差異」的風格(style),同時又是「可以利用訓練來達到提昇的效果」的能力(ability)。這種特殊的雙重性質將分別詳述如下:

所謂空間能力的**變動性**指的是動態(dynamic)、可學習的空間能力。如同 Dünser, Kaufmann, Steinbügl 與 Glück(2006)所曾提及空間能力的此種性質:

我們對於目前有哪些面向上的空間能力可以藉由訓練而增強並不是非常清楚,不過依據 Durlach 等人的研究結果,可以知道設計精良的訓練程式至少有助於提昇基礎空間能力(basic spatial knowledge)。

故而當個人隨探索時間拉長而對環境的熟悉度上升,在環境中的尋路任務表現也會增強。藉著虛擬實境或 3D 環境,利用探索任務的訓練,空間能力可以達到提昇的效果。然而這種能力的變動性是一種長期效果(long-term effect),在學校學習方面如 Burton 與 Dowling(2009)的針對工科學生空間能力的研究、Alias, Black 與 Gray(2002)針對結構設計(Structural design)課程的研究,又如職業訓練的領域來看,像是 Wanzel, Hamstra 等(2002)針對外科醫師的研究等都發現,提昇空間能力的訓練至少要以如一整個學期為單位的長時間才可以獲得顯著的效果。故而短時間內接受的虛擬環境訓練不會使個人的空間能力有顯著的上升。

而在另外一方面，空間能力的**固定性**指的是一種與生俱來天賦性向 (aptitude)，也可視為一種認知風格 (cognitive style)，不會隨練習時間延長而有所變動。這種空間能力的認知風格是在現實或虛擬環境當中，能夠將視覺刺激 (visual stimuli) 製碼 (encode)、辨別其中之地標與地點，將幾何圖形轉換、並整合而成相關的重要空間資訊 (Waller, 2000) 的能力。換句話說，空間能力會影響初次進入陌生環境的個人，能在多次變換方向或從不同角度觀看環境裡的物件，仍能辨別成功不致失去方向感，故而在這空間能力也可以被視為一種類似性別的先天性個人差異；在這個層面上空間能力是一種固定的風格。所以以本研究之實驗設計來看，每位受測者所接受的實驗環境刺激皆不超過六十分鐘，故無論是空間的認知能力 (變動性) 或認知風格 (固定性) 都不必考慮會有實驗前後之空間能力差異的問題，實驗環境設計相關細節請參閱下章。

由於 Lohman (1988) 指出，空間能力是有諸多面向與概念揉雜其中，尚未具備一個令眾家學者皆滿意的定義，仍舊是一個 "ill defined concept" (Pellegrino & Goldman, 1983)；如：視覺記憶 (visual memory)、空間掃描 (spatial scanning) 等，所以不同的理論基礎下，學者的研究衍生出各自對空間能力的分類法，導致目前還未能達到一定的共識；好比 Carroll (1993) 將空間能力分為五個因素，分別是空間想像、空間關連 (spatial relation)、視覺空間感知速度 (visuospatial perceptual speed)、完形速度 (closure speed) 與形狀變通 (closure flexibility) (林漢裕、李玉琇, 2010)，或是 McCormack (1988) 將空間能力分為四大領域，包括空間感知、空間記憶、邏輯空間思考、創意空間思考等，可以說是眾說紛紜，不一而足。

不過本研究於眾多不同的看法下，依舊可以整合出學者之間所達到的一定程度的共識，McGee (1979) 綜合過去對空間能力的研究，將分為視覺化 (visualization) 與空間定向 (spatial orientation) 兩種；Linn & Peterson (1985) 則將空間能力分為空間知覺 (spatial perception)、心智旋轉 (mental rotation) 與空間視覺 (spatial visualization) 三種 (鄭海蓮, 2007)；至於 Lohman (1988) 對空間能力的三種分類中，亦包含了空間定向與視覺化。所以基本上，可以看出目前空間能力普遍受到認可的，大略是空間定向 (spatial orientation) 與視覺化 (visualization) 兩大類。同時，這兩種類別已經具備完整量表，足以測量 (Ekstrom, 1976；McGee, 1979；Lohman, 1988；Miyake 等, 2001)。

空間定向與視覺化在定義上經常有混淆不清的情形。所謂的空間定向，是以心智(mentally)來變更或移動視覺刺激(visual stimuli)，而不會讓自己跟其他刺激物間之關係被擾亂，依然能夠將這些刺激物作為空間中參考物的能力(Ekstrom, 1976)，也就是將空間定向定義為對於一個空間圖案被改變方位之後，依然不被混淆的能力(French, 1951)。Michael 等人(1957)指出，空間定位的重要性在於受測者以自身為準來觀察、瞭解刺激物，是一種將自我作為一個參考點的視角旋轉能力(Waller, 2000)。

視覺化能力則是在空間中操作(manipulate)或改變(transform)圖形排列方式的一種能力(Ekstrom, 1976)。空間定位與視覺能力的相同之處，在於兩者皆需要短期的視覺記憶(short-term visual memory) (Carroll, 1974)，不過就感知速度(perceptual speed)與測驗難度而言，空間定位較為困難或缺乏練習。

此外空間定向僅依賴較簡單且快速的心像旋轉能力，而視覺化還需實際進行多次的操作(Zimmerman, 1954; Werdeline & Stjernberg, 1969; Werdeline & Stjernberg, 1971)，強調的是解題的正確性而非速度(鄭海蓮, 2007)。所以空間定向與視覺能力雖然是很相近的概念，不過空間定向將整個圖形視為整體，而視覺化需要把圖形做心智上的重組(restructure)，區分為多個部件，再進行後續動作。因此心智旋轉能力應屬於空間定位，若是旋轉或重組問題則應包含於視覺化能力的範圍當中。欲了解先天空間能力的高低區別，有賴諸多學者針對空間定向與視覺化兩個面向所開發的測量方法，下節將進一步說明。

根據以上的討論可以了解到，空間能力並不是一個單一的構念(Voyer, Voyer, & Bryden 1995)。然而早期運用在環境探索上的空間能力卻鮮少在過往的研究裡頭出現，推測有部分是基於困難度。這個困難度來自於：空間能力、尋路行為的研究最早都是源自於建築設計與都市規劃的觀點(Lynch, 1960)，所以若要控制真實環境，以設計出一個實驗的難度相當高。不過從 Cutmore 等人的論點來看，尋路任務所需要的，是蒐集與運用相關空間資訊的能力(Cutmore, Hine, et. al, 2000)。從生理觀點來看，基於大腦右半球發達的人，通常擅於執行跟空間能力相關的任務(Lezak, 1995)，故而空間能力高的人，空間知識的獲取也比較完整，在尋路任務的表現上也會比較好。

附帶一提，從性別來看空間能力差異對尋路策略的影響也可以發現，男性在心像旋轉能力與空間感知能力兩個項目上的表現比較好(Linn and Peterson, 1985)。由於要能夠指出空間中未見的地點(unseen locations)

的能力與心像旋轉能力呈現正向關係(Bryant, 1982)，所以男性在探索空間(或尋路)的過程中的策略比較偏向使用縱覽知識，以辨別方向(如：找出北方)來解決尋路問題。而女性偏好的策略則是使用路徑描述(route description)的方式(Lawton, 1994)。除了可以看出個人差異在其中扮演的角色，也再次佐證研究尋路策略的分類依據，確實是將傾向於發展地標知識與路徑知識的受測者視為一個類別，而將傾向於使用縱覽知識受測者視為另一個類別。

2.3.2 測量空間能力

測定空間能力一般都使用「紙筆測驗」(paper-and-pencil task)的空間能力測量法，外國學者如Ekstrom(1976)等人的「因素參照認知測驗」，該測驗共有23個面向，其中認為認知能力包括空間能力與邏輯推理能力等，因此亦具備對空間能力的測量。其他空間能力測量亦有Vandenberg & Kuse (1978)的空間旋轉測驗(Vandenberg Mental Rotations Test)、Bennet等(1972)的區分性向測驗(differential aptitude tests)，或是Guilford & Zimmerman (1956)的圖片比較空間旋轉測驗(Guilford-Zimmerman Spatial Orientation Test)、以及Silverman & Eals (1992)的空間記憶測驗(Objects Location Memory Test)等，至於國內如戴文雄、陳清檳與孫士雄(1998)的空間組織(spatial organization)、空間感觀(spatial perception)以及空間旋轉(spatial rotation)等三面向的空間能力量表(戴文雄等, 2001)等，題目屬於圖像變化問題，內容多著重在觀察紙張上的小型圖示或物體，然後在心中想像其旋轉、倒映、或摺疊等變化後的樣子來答題。

不過值得一提的是，利用紙筆測驗量測空間能力，在答題時所看到的視角與環境的呈現，比起直接在如虛擬實境(VR, Virtual Reality)、立體3D等虛擬大樓、街道環境中行走，完成若干尋路任務與獲取空間知識的表現上，有明顯的不同，是否能以紙筆測驗的空間能力結果來預測玩家在虛擬遊戲環境內尋路的表現？

就視角上而言，由於紙筆測驗所看到的圖形位於單一視角的紙張平面，所有的轉動、摺疊等變化完全是受測者利用個人的空間能力，在心智內部來完成的，因此沒有視角上的任何變化，即使有，也是轉動前與轉動後的靜態圖形兩相對照。相對於紙筆測驗，在虛擬環境內的視角，通常可隨尋路者的意願而產生實際的變動，而且玩家必須經歷圖形動態轉動的過程。

就環境上而言，對受測者來說，紙筆測驗的全部環境就是那一本紙張、紙張上的一堆積木或立體的圖形，獨立於受測者而存在。至於虛擬環境則將受測者「包含」(contain)在內，不但規模較大且複雜，理論上同時會有無限多組圖形同時刺激著玩家的感官，周遭環境也會隨著玩家在遊戲內的化身(avatar)位置移動而改變。

面對著這樣的疑慮，Hegarty等(2005)便針對大規模(large-scale)與小規模(small-scale)的空間能力問題進行過研究，結果發現小規模的空間能力僅是對於在真實環境尋路任務的預測力顯得略低，不過仍具有一定程度的預測力。再者小規模的空間能力測驗結果，是能夠外推至大規模虛擬環境當中的尋路任務表現的；如Bryant的研究發現，個人要在真實環境中指出未造訪過地點的正確方向，其準確性與紙筆測驗出的心像旋轉表現(mental rotation performance)呈高度正相關(Bryant, 1982)。Hegarty等推測，這是由於紙筆測驗與虛擬環境等視覺媒體有類似的特性，亦即著重在一或說是限制在一視覺刺激的輸入，相對弱化了真實環境所具備的其他刺激，如觸覺或嗅覺等(Megarty 等, 2005)。如此，本研究打算使用紙筆測驗的結果，來對即將進入虛擬環境的玩家進行空間能力高低的分類依舊足以成立。

空間能力無論是Lohman(1988)的三因素論、McGee(1979)的二因素論或Linn and Peterson(1985)的三因素論，這些理論架構都未能經過徹底的實證過程。本研究經過考量，採用的是國內學者戴文雄等在2001年所研發出來的空間能力量表。該測驗一共分為空間感官能力、二度空間旋轉能力、立體圖旋轉能力以及空間組織能力四個部分。涵蓋內容從二維的平面能力到三維的立體能力都包含在內，除了題項具備了完整性之外，與本研究關注3D電腦遊戲環境之主題與概念亦能相互扣連。

因此我們可以假設：尋路者初入一個陌生環境會基於先天上的空間能力差異而在初始尋路任務的各方面表現上有高低之分，然而學習性的空間能力將隨著對環境的熟悉度上升，以及空間知識的建立臻於完備而有所提昇。此時彼此之間在任務表現上的差異也將會趨於平衡。由於本研究之主要目的是欲探求任務與地標對於不同空間能力的玩家(尋路者)的尋路表現所形成的影響，故在此玩家將被安排在一個全然陌生的新環境，以先天性的空間能力開始其尋路任務的旅程。

2.4 地標(Landmarks)

2.4.1 地標之定義

從前面章節的陳述看來，地標對認識環境、尋找目的地的重要性不必贅述。當四周環境嚴重缺乏差異性可供尋路者理解空間中的布局情形，如每個轉角的牆面或隧道口都長得一模一樣，大部分的人都會受困於這樣的一個迷宮當中，找不到出口。當環境內具備顯著特徵物時，該物通常都會被尋路者視為地標來使用，反之，環境內如無特徵物，則尋路者會偏好採用地理性的方位（如：東、南、西、北的方向）辨認方向（Heft, 1979）；由此可知環境的「差異」性來自於地標，而地標在建構對環境的認知理解過程當中扮演著重要的角色（Sorrow & Hirtle, 1999）。

Liu 等(2009)曾提出一種針對認知受損的患者設計出的指向系統。該系統具備兩個核心種類，其中一種即是以地標為主的指向方式，根據他們給的定義，很適當地讓我們理解地標在尋路上的重要意義：「地標為主的指向方式，指引了使用者與地標間的關係。因為地標可以有效提昇使用者對於他們正往何處走(whether they are going the right way)以及路線是否正確(whether they are going the right way)的了解。」(Liu, Hile, Borriello, Brown & Harniss, 2009)

地標是人類進行尋路行為時最重要的依據之一。最早論及地標概念的是 Lynch。Lynch 在其著作《都市意象》(The Image of the City)中指出：要能順利協助建構認知地圖，以完成尋路行為的地標要素有五：路徑(paths)、邊緣(edge)、地區(districts)、節點(nodes)與地標(landmarks)。利用地標可以辨別出過去是否曾經造訪過特定的地點，並且藉此也能夠找出正確的前進方向，地標是尋路成功與否最重要的線索(Lynch, 1960)，可以說是個人對於周遭環境的心智表徵(mental representation)中最主要的部份(Richter, 2007)。

至於地標(landmark)的定義，過往有為數不少的相關文獻都曾論及。早期學者如 Siegel & White(1975)認為，地標即是空間中的決策點(decision points)。所謂的決策點指的是眾多路徑的交會點，行人在此必須正確辨認方向、選擇行走路徑以到達目的地，如十字路口或圓環等。然而此種對決策點的定義因過於簡單粗略而遭致批評，因為尋路者需要確認當下位置並做出行進方向決策的絕非只有路徑交會點而已。況且這也忽視地標作為區隔或建構空間知識的功能下，必須考慮到差異性的問題。顯然，如此的定義沒有太大的意義，故而多數學者開始轉而尋求地

標應該具有的更複雜的意涵；Sadalla 等(1980)利用空間認知過程的概念，將地標改定義為尋路的參考點(reference points)，且各個參考點也可能會因為不同程度的參考性而具有連續性(continuum)，(Sadalla 等, 1980)，所以教堂、樹木甚至某條路的盡頭都可以是參考點，而這些參考點即是地標(Vinson, 1999)，有效將環境劃分成多個便於辨別的區塊。

Golledge(1999)進一步指出，尋路行為(wayfinding)其實具備多重的目標，而地標的運用將可以一一滿足這些目標，包括如何組織出對於一個空間的概念(as an organizing concept)，以及如何對尋路者的導覽上提供協助(as a navigational tool)。因為地標一方面可以視為一個錨點，另一方面亦帶有一種尋路的輔助功能。尋路者在範圍較大、較複雜的環境內建構認知地圖時，通常會將大型環境分割成多個小型區域，而錨點在其中扮演的即是將不同區域連結起來的角色。而地標作為尋路的輔助則是在尋路者辨認方向與進行決策時的參考點。

由上述脈絡可以看出，學者間對於「地標」所給予的定義彼此各異。不過可以確定的是，早期「決策點即地標」的觀念已經不被學者所接受，取而代之的是，普遍都認為能稱之為地標的物件必須有其能夠「抓住眼球」的特性；Lynch(1960)在其著作的「都市意象」(The Image of the City)提及地標的概念時，明確指出：

「所謂地標，必須從眾多的可能性當中指出特定的要素，因此在設計上，地標必須具備在環境(context)當中，能夠顯得獨特(unique)且有記憶點(memorable)的物理特質。」

簡言之，地標之所以能夠被辨認出來，主要是由於該地標在多地點的可見性(visible from many locations)或與周遭物件的反差較大的緣故(Lynch, 1960)；此外，Presson 與 Montello(1988)也認為，任何能夠從背景中凸顯出來的東西都可以被視為地標。Richter(2007)整理眾多文獻，將地標的定義總結為：「可以輕易被辨別(recognizable)與記憶(memorable)的實體。」下面將探討：什麼樣性質的物件符合被視為地標的條件。

2.4.2 地標之性質

地標無論在現實或虛擬環境之下，都可以說是在環境中確立方位(orient)與導覽(navigate)的關鍵，因此必須具備獨特的視覺特質、目的與意義，或者在空間中處於中央或特別顯著的位置，以便能夠幫助尋路

者辨別決策點、路徑的起末點(origin and destination of a route)、正確的前進方向(verification of route progress)、提供折返線索(orientation cues for homing vectors)，並且足以提示地區的差異之處(suggest regional difference) (Sorrows & Hirtle, 1999)。從某種角度而言，許多路徑定向(route direction)的研究結果與此種說法是有所共鳴的。

因此本文將在這個小節，間單將各學者所提出的地標性質略加整理。首先就地標的位置而言，地標可以位於決策點上、決策點間的路段上(route segment between two decision points)(Herrmann, Schweizer, Janzen & Katz, 1998)，同時地標也可以是離行進路徑有一段距離，但視覺上仍舊觀看得到的遠距地標(distant landmark) (Lovelace, Hegarty & Montello, 1999)，如：台北市的 101 摩天大樓。再度印證地標的位置不見得必須在所謂的十字路口或各種形式的道路交叉點。

而就地標的大小而言，前述的分類當中，學者通常都將地標視為點狀的實體(point entities)，如：「都市意象」一書中談到建立城市空間知識的重要元素，即是可以用來當做參考「點」的物件，主要是由於其可以與其他物件做出區別(Lynch, 1960)。而 Sorrows & Hirtle(1999)在提出空間知識建構的階層概念時，亦同樣採用 Lynch 提出的觀點。但地標的大小不僅止於此，Ritcher(2007)對尋路行為協助系統所做的研究，進一步將地標的種類拓展出點狀地標(point landmarks)的範圍，探討到線狀地標(linear landmarks)，如：河流或鐵路等；也探討所謂的面狀或區域地標(areal landmarks)，如：公園或大型購物中心等；此外，還包括了結構性的因子，像是交叉路口、T 字路口、圓環等，討論範圍顯然較過去的點狀地標來得更廣更大。Darken 與 Sibert 則提出總體性(global)地標與局部性(local)地標的差異，而認為總體性地標在導覽的過程中可以提供較局部性地標為大的幫助。總體性地標如太陽或月亮，外觀是龐大且位置是穩定的，也就是 Darken & Sibert 所說的固定性(immobility)與可視性(visibility)(Darken & Sibert, 1996)，概念有點近似前面所提及的「遠距地標」。

反過來看，無論是大小或是位置，僅對於已經被視為地標的物件做一外觀上的分類。地標之所以被視為地標的緣故顯然不在於此。根據許子凡(2004)的整理，尋路行為的過程當中可以用來作為地標導覽的資訊分為兩大類型：原生資訊與後生資訊。原生資訊指的是環境中的物件本身，如建築物、道路等等，而後生資訊則是當原生物件提供的導覽資訊不足時，特意設計出來提供導覽幫助的物件，例如：指向的路牌等。

Elvins(1997)認為認知地圖的建構效果十分依賴地標，至於物件成為地標有三大要素：可辨別、結構與意義。O' Neil(1992)則針對環境中經常被用來作為地標的招牌做一分類，認為圖形式的招牌可以提昇尋路的效率，而文字式的招牌則是決定性的參考點，可以大幅減少錯誤次數。Sorrow & Hirtle 也認為，地標之所以會從環境中突顯出來的特質，可以歸納出五個主要項目：分別是奇異性(singularity)、突出性(prominence)、可親性(accessibility)、內容性(content)以及典型性(prototypicality) (Sorrow & Hirtle, 1999)。

1. 奇異性(singularity)

讓物體可以成為地標的一個特質是來自於它的奇異性，或是與周遭環境所形成的強烈對比所致(Ritcher, 2007)。具備奇異性的物體在大小、形狀、位置、年代久遠程度甚至是整潔程度上都可能與周遭其他物品相異，就像我們常說的「萬綠叢中一點紅」一樣，因為與周邊的差異所以特別引人注目，也是決定地標的主要特質(Lynch, 1960)。

2. 突出性(prominence)

突出性強調的是物體在空間中的位置，也是物體成為地標的第二個特質。在現實環境中，具有突出性的地標從四周及遠處就可以看到、或該地標就座落在許多路徑的匯合處，因而被突顯出來。所謂的交通樞紐包括能通往許多地方的起點，或許多地方會共同到達的終點，前者如位於市中心的火車站，以此為起點可以四通八達。後者則像俗語說的：「條條大路通羅馬。」就字面的意思而言，「羅馬」就算是一個具有突出性的地標。

前述的遠距地標或可算是一種突出性的地標，雖然 Lynch(1960)認為，遠距地標（通常像是摩天大樓）鮮少被視作導覽用的地標，只是一座城市可供欣賞的天際線(skyline)而已。相對的，區域性地標(local landmarks)才較常被用來導覽，像是：某路口的公車站牌。有時候即使路口的公車站牌已經拆除了，我們仍然會以「那裡以前是公車站牌，過了那個地方之後再左轉。」回答問路的人。可見得許多區域性地標的使用時間，甚至會地標本身的存在時間還來得久遠(Sorrows & Hirtle, 1999)。不過 Darken & Sibert(1996)則認為總體性地標由於其到處可見的可視性(visibility)與位置規律或不動的固定性(immobility)，反而提供尋路者穩定可靠的幫助。

3. 可親性(accessibility)

地標的可親性比較常用在網頁設計上，以「回到首頁」的概念來說明最能理解地標可親性的意義。一旦在某個網站的網頁與網頁間迷失，最快釐清頭緒的方式可能就是點選「回到首頁」，重新從首頁開始，另闢一條瀏覽的路線。現實世界中，可親性地標像是座落在交叉路口（如：圓環）的建築物或任意物件，甚至是交叉路口（圓環）本身都可能因為從任何一條路皆可以到達的特性，而成為一種可親性地標(Sorrows & Hirtle, 1999)。可親性地標與突出性地標在定義上或有相似之處，不過對尋路者而言，可親性地標在心智模式(mental model)裡可能會成為在空間內每一次尋路行為的起始點。

4. 內容性(content)

有些地標的使用則是基於該物體的內容、意義、用法或文化顯著性。例如：肚子餓的時候，看到街上有一個大大的黃色 M 字招牌，就知道麥當勞在那裡，可以買到速食，並不是源於 M 字招牌在視覺或結構上的因素，而是因為對大多數人而言，這種地標的意義是共知且共享的。

5. 典型性(prototypicality)

地標的最後一個特質是典型性。人們經常依照某種特定典型來替該類別的物品命名，因為這樣的方式可以讓學習、辨認和分類的效率更好(Rosch 等, 1976)。典型性地標強調的就是因為經常被用來代表某種特定的類別而成為地標。因此將之歸類為地標的一種特性是非常有效的方式(Glenn & Chignell, 1992)。例如在台灣，7-11 已變成一種便利商店的代稱，即便實際上可能是別家便利商店，只是招牌與商標同樣以紅、綠、白三色來搭配設計，以 7-11 作為稱呼也成為絕大多數人所可以接受並產生類似想像的說法。

此外，Vinson 將 Lynch(1960)所提出的地標輔助準則進行整理，認為有效的地標應具備物理性特徵(physical feature)與可辨識性(distinctive)，並提出地標的設計準則如下：

1. 虛擬環境內必須設計地標，地標有助於尋路者在環境中導覽的親身經驗，加強縱覽知識的形成。

2. 虛擬環境中最好能將路徑、邊緣、地區、節點與地標五種地標都包含在內。
3. 必須以顯著的高度、複雜的形狀、明亮的外觀、龐大可見的記號、材質特殊、四周景色特別或具備獨特的顏色與建築結構等原則來設計虛擬環境中的建築物地標。
4. 務必使用具體的物件（如汽車）來設計地標。
5. 可以從周遭物件或地標區別出來的物件才可以作為地標。
6. 地標物件從不同角度看可以呈現出不同的樣貌，幫助尋路者以此辨別方向。
7. 為了提昇地標間的區別性，可以在周遭放上不同的物件，對尋路者而言，即是注意外觀類似的地標周遭有何不同的其他物件。

其中第 3、第 4 條原則談的是物理性特徵，強調的是具備物理特徵性的地標物件，應該幫助尋路者注意該地標並記住其所在的位置，加強回憶(recall)的效果，也對縱覽知識的建立與運用有正面效果。第 6、7、8 條原則談的則是可識別性，要達到所謂的可辨識性有幾種途徑；首先要可以從周遭物件中突顯出來而成為地標。其次，幾個鄰近地標之間最好各自具有能彼此區隔的特色，否則一旦相互混淆的情形發生，會導致錯誤的導覽行為。第三，於不同角度觀看單一地標時，最好能呈現便於區隔的不同樣貌，否則也會造成尋路者辨認方位上的誤判情形(Vinson, 1999)。從上述脈絡，簡單做一小結，釐清各概念間之關連性：空間能力是我們去感知、學習環境與周遭物體間關係的感官和認知過程；導覽是成功探索周遭環境以建立路徑知識與縱覽知識的結果；尋路策略則是針對周遭環境，運用空間能力以及導覽意識以到達目的地的傾向(Satalish, 1995)。而地標在這個動態過程中，扮演極為關鍵的角色。

除了這幾種性質之外，針對進入環境時需要線索幫助尋路，Lynch(1960)也在研究了都市環境後提出五個元素，是絕大多數的都市所共有的，包括地標(landmarks)、路徑(paths)、節點(nodes)、地區(districts)與邊緣(edges)。「地標」是整個環境當中最顯著突出的參考線索，而「路徑」將各個「地標」連結起來。這裡所謂的連結，在地理上未必真的有一條「路徑」會將各「地標」接起來，而是在尋路者的腦海中，藉著路徑可以開始建立地標之間的空間關係。許多城市裡，

「路徑」會變得相當複雜，而足以形成一個網路。此時路徑的交點或匯聚點則是「節點」。節點的重要性來自於它是路徑網路的「基礎結構」(fundamental structure)，對於都市路徑結構的完整認識是必要的，如此才能真正開始進行有效率的尋路行為。大部分的都市都會再區分成數個區域，彼此之間會有區隔性，這就是「地區」。「地標」和「節點」基本上都座落在「地區」之內，「路徑」會穿越「地區」和其他「地區」連結，而最後一個「邊緣」就是都市內個別「地區」甚或是都市本身的界線，通常都有限制通行的作用，如湖泊或河流等。Lynch所提出的這五個要件是多數學者在研究地標時的分析基礎(Cutmore, Hine, et. al, 2000；Darken & Peterson, 2001 等)。下節針對各要件，將會有更詳細的定義與解釋。



2.5 影響尋路行為之因素

2.5.1 遊戲環境對尋路的影響

以往地標對於尋路行為影響的研究變項，在控制地標之有無；如張天鳳(2005)指出，有地標之輔助對於空間知識的形成有影響，可以發展出較好的路徑知識，但對縱覽知識則沒有影響，顯示出儘管地標確實可以幫助人們做為方向辨視的工具，而此種特性也顯現於尋路者的路徑知識表現上，地標輔助比較容易被尋路者拿來當做連結兩地之間的參考指標(Jansen-Osmann, 2002)，但是對於整體環境的縱覽知識並沒有顯著影響性，畢竟要獲得較為全觀性的環境概念，仍需要經歷重複不斷的導覽學習後才可能獲得。而地標輔助對尋路過程確實有一定程度的影響，它不僅能幫助尋路者建立較佳的路徑知識，亦發現對長時間的尋路時間有正面助益(張天鳳, 2006)。

表 1 整理 Lynch(1960)所歸類之五種地標種類與示意圖

種類	實例	功能	示意圖
路徑 (paths)	街道、水道等輸送路線	尋路者移動的管道	
邊緣 (edges)	籬笆、河流等	提示地區邊緣的限制	
地區 (districts)	鄰近地區 (neighborhood)	可進入的參考點	
節點 (nodes)	廣場	路徑的交點、 旅行時的焦點	
地標 (landmarks)	雕像	不進入的參考點	

然而地標之性質對於尋路之影響則鮮少被著墨或深入研究；Hirtle, Sorrow & Cai(1998)僅論及視覺線索如背景顏色或字體，有助於尋路者對環境進行區塊性的區分；Sorrows & Hirtle(1999)則提到當地標本身具有特殊意義時，容易在人的腦海中形成認知性地標；無獨有偶，Golledge(1999)提出相近的觀點，他認為地標之所以容易被注意或被記憶，是因為其具有某種社會、文化的顯著性，亦即對於尋路者本身有某種殊意函。雖然如此，但對此，前列諸學者並未深入探討。

上一節列舉出學者針對地標的性質所做的整理，本節則藉由上述的這些特質，分辨出地標的類別，作為該項目在操作型定義上分類的依據。首先，是Lynch(1960)根據城市意象(city images)的觀點提出五個要素，也可以視為地標的五個要件：路徑(Paths)、邊緣(Edges)、地區(Districts)、節點(Nodes)與地標(Landmarks)。

1. 路徑(paths)

尋路者移動的途徑就是路徑。這條移動的途徑不論尋路者是慣常性(customarily)或偶爾性(occasionally)的行走，甚至只要有行走的可能性(potentially)都包含在這個範圍內，如街道、人行道、鐵軌等。Lynch(1960)認為，對許多人而言，路徑是主要的地標要件，因為在城市中的移動，基本上就是沿著路徑行走，因此可以將其他要件藉由路徑加以囊括與連結起來。

2. 邊緣(edges)

邊緣與路徑在外觀上是線性(linear)的，但別有特質，所以尋路者並不將之視作路徑。因為邊緣是將平面一分為二或切斷連續性的界線，可以或不可穿透的障礙物或是兩個地區的交接處，如：河岸、海岸或圍牆等。邊緣或許不如路徑要件來得主要，不過，對多數人而言，仍舊是形塑(outline)與組織(organize)都市意象的重要元素。

3. 地區(districts)

地區是將整個都市加以劃分的中大型區域(medium-to-large section)。都市內各地區內都具備某些普遍共有的特質，讓尋路者在心智上(mentally)會有「進出」區域的感覺。大部分的人都會依此將一座城市區分為多個地區來進行辨識與記憶，但地區的區分通常存在著個人差異(individual differences)，而且也視尋路者所在的都市而有所不同。

4. 節點(nodes)

節點是尋路者既定路途中會密集經過的焦點。節點通常可以進入，而且基於其地理上與功能上的因素而與路徑和地區相關。地理角度上的節點指的是路徑的交叉點或匯聚點，如：圓環；而功能上的節點比較像是最能代表節點所在地區的功能或物理特質(外觀、功能)，

如：龍山寺。而有些節點則兼具地理性與功能性的特徵，在某些情境下，節點也可能是一種主要的要件。

5. 地標(landmarks)

地標與地區一樣是參考點，但不同之處在於地標的用途不在於進入該地標，而是。地標亦有兩種面向，一種是從眾多可能性中挑選出的一個特別的物件作為地標，這類的地標通常較其他物件來得高或者比較大，聳立在固定的位置上，從都市的各處都可以看到，作為指引方向的依據。另一種地標規模較沒有前一種類得巨大，僅在某些區域、以某些方法才可以看到，如城市裡為數眾多的各類符號、樹木甚至是門把都可以成為一種地標。由於這類地標可能會因為外觀太過微小，所以使用率通常會隨尋路者對環境的熟悉度上升而增加(Lynch, 1960)。

在此將Lynch提及的五個要素簡單整理如下表1。值得一提的是，Lynch將「地標」列為五個要素之一，不過本研究所指的地標這個詞彙的意義是更廣泛的，意指環境內所有能夠提供尋路者辨識當下位置與方向的要素，故其意涵除了Lynch提出的「地標」一項要素之外，當然亦包含了其他四項(Vinson, 1999)。

此外，根據Glenn & Chignell(1992)的建議，地標可以分為視覺性地標(visual landmarks)與認知性地標(cognitive landmarks)，Sorrows & Hirtle(1999)則在這個基礎上，另外加上結構性地標(structural landmarks)。這幾種地標也可以與上節曾提出奇異性、突出性、內容性、可親性與典型性五種地標所具備的性質有所交集。地標與尋路策略之間會產生交互作用；首先，由於先備的尋路策略傾向不同，便會直接影響個人對大環境中物件的選擇性認知，這些物件即是尋路過程中的地標。而每種地標對於個人與空間的互動及導覽功能又有所不同，進而再影響尋路者採用的尋路策略，可以看出兩者之間相關密切。

1. 視覺性地標 (Visual Landmarks)

顧名思義，若物體是由於與周遭對比強烈或在空間中位置較為突出，又或者是因為物體的視覺特質易於記憶而被當成地標，即所謂的視覺性地標。值得注意的是，過去對於視覺性地標的研究多見於真實環境(如：建築學)的研究，而以虛擬環境為關注的研究則僅僅集中在虛擬實境(Virtual Reality)的主題上，其他主題則相對缺乏(Sorrows &

Hirtle, 1999)。對照前述之五種地標性質，可知視覺性地標是具備了奇異性或突出性的地標。

2. 認知性地標(Cognitive Landmarks)

以意義性為主的則被歸類為認知地標。認知地標之所以為認知地標可能是源自於它的意義具有典型性(typical)，同時也可能是因為它的反常性(atypical)，總而言之，認知地標可能具備的特質同時包括：不尋常性(unusual)、內容重要性(important content)或是典型性(prototypicality)。

3. 結構性地標(Structural Landmarks)

結構性地標的重要性來自於空間結構中的角色或位置。這類的地標在設計上簡單易懂，位置上則經常座落於空間的顯著處，例如：圓環、廣場等。結構性地標則應該以突出性與可親性為主。

4. 總體性地標 (遠距地標)

此外，Darken 與 Sibert 也提出了局部性地標與總體性地標的分類原則。前三者可以視為局部性地標，顧名思義是僅能在局部性地區參考的地標，而總體性地標通常基於體積較高或較大的緣故，不隨尋路者改變位置而遭遮蔽，故隨處可見，或可視為一種突出性，不過又與局部性地標從附近物件中突顯出來的性質略有不同，而是從整個地區中突顯出來，而應該獨立考慮其固定性與可視性。總體性地標具備的固定性與可視性提供尋路者在導覽過程中更大的幫助(Darken, & Sibert, 1996)，與局部性地標之間是一種相輔相成的效果，故而兩種地標都應考慮在尋路者會使用的種類之內。

局部性地標中的視覺性地標、結構性地標與認知性地標這三種類型的地標並非彼此獨立、毫無關連，而可以擁有意義重疊(overlap)的空間。物體具備的特質越多，越可以成為環境當中最為突出的地標(Sorrows & Hirtle, 1999)。

關於各學者所提出的地標類別與性質，詳盡整理如下表 2：

表 2 地標類別、性質與提出學者一覽表

Darken & Sibert(1996)		局部性地標 (local)			
Glenn, Chignell(1992)	視覺性地標 (visual)	結構性地標 (structural)	認知性地標 (cognitive)		
Sorrows, Hirtle(1999)	可辨別性 (recognizable)	結構性 (structural)	意義性		
Elvins(1997)	奇異性 (singularity)	突出性 (prominence)	可親性 (accessibility)	內容性 (content)	典型性 (prototypicality)
Darken & Sibert(1996)		總體性地標 (global)			
Lovellace, Hegarty, Montello(1992)		遠距地標 (distant)			
Darken & Sibert(1996)		固定性 (immobility)	可視性 (visibility)		

由於環境處於動態，瞬息萬變。有時人對於環境的感知也有所變化。這時候會採用或注意的地標種類也會開始轉變。對環境的熟悉度、導覽任務的內容(navigational task)以及環境脈絡(context)三者都會影響尋路者所使用的策略。

在環境熟悉度方面，藉由圖像的重複所形成的圖像基模(image schemata)，來理解與建構空間知識的過程當中，隨著尋路者開始對環境逐漸熟悉，其初次造訪、跟再次造訪環境所選用的地標顯然會大不相同(Raubal et. al, 1997)。以到一幢大樓去造訪新客戶做比喻；初次造訪可能會以最外層的接待前台作為地標；下次再到同樣的大樓時，尋路者可能跳過前台，直接走入電梯，但又會開始思考到達目的地樓層的正確方式(Sorrows & Hirtle, 1999)…隨著每一次的造訪，由於對環境的熟悉度提高，決策點將會愈加深入環境。

至於導覽任務的內容方面，Allen(1999)曾經提出三種導覽任務的元素：到達全新的目的地、到達已知的目的地，以及為了回到起始點而進行的探索，這三種任務也影響到路標的選用。有些學者認為，如果導覽任務的內容是在環境中找到新目標，尋路者會傾向使用認知性

與結構性地標。如果導覽任務是一個非常熟悉的目標，尋路者則傾向採用視覺性與認知性地標(Sorrows & Hirtle, 1999)。

此外，有趣的是，物件要歸類成何種地標其實是「脈絡(context)導向」的。也就是對處於不同脈絡的尋路者而言，即使是同一物件也可能被歸類為不同類的地標。以行人為例來說，對他們而言人行步道是路徑，而高速公路與鐵路則是邊緣。但同樣的物件，放到駕駛車輛等交通工具的人身上便有不同的詮釋結果；對駕駛人而言，車子行進其上的高速公路才是路徑，而其他所有東西都屬於邊緣。所以「移動的方式」使得不同的尋路者處於不同的脈絡，不但會影響物件「如何」被編碼(encode)成地標，更影響「何物」會被編碼成地標(Goldin & Thorndyke, 1982)。

2.5.2 個人差異對尋路的影響

1. 年齡

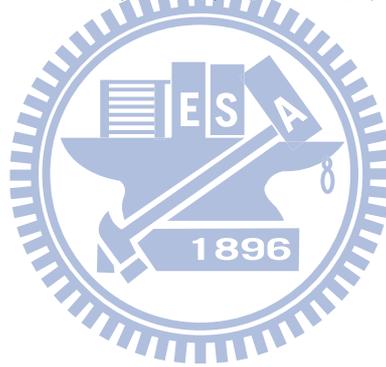
在 Thorndyke(1980)針對年齡對空間知識的影響研究中，他將空間知識分為程序知識(procedural)與完形知識(configural knowledge)，而程序知識又可區分成地標或參考點知識，以及路徑知識，與前述的分類其實相去不遠。他發現年長與年輕的受測者獲取空間知識的方法並不相同；年長者在描述路徑時，較偏向個人與評價性質的陳述方式，例如如此描述：「我應該在那棟看起來像我家的房子旁邊左轉。」同樣，在路徑自由回憶(free recall)的過程，年長者的描述也是非循序性，並傾向於使用顯眼的地標。相對的，年紀較輕的受測者回憶起地標則是循序性的。此外，年長者較容易偏重在地標知識，他們或許會將場景製碼(encode)，記憶成特定的地標，然而年輕的受測者，對環境的認識則較注重在心智上建立地圖式的整體觀(Lipman, 1991)。

2. 性別

雖然許多實驗結果都顯示，男性在空間能力相關任務的表現上優於女性，前面提到過，由於男性在導覽任務的表現上，主要仰賴的是縱覽知識，而女性則仰賴路徑知識，因此在尋路策略上，男性使用的是「定向策略」(orientation strategy)，意即持續感知自己的位置與環境裡的參考點之間的相互關係；而女性則使用「路徑策略」(route strategy)，主要是致力於學習如何從一個地點走到另一個地點。定向策略與空間感知能力呈正相關，而與空間焦慮呈負相關(Lawton, 1994)，

這也是女性為何比男性表現出較高的空間焦慮感(spatial anxiety)或是環境尋路焦慮感(anxiety about environmental navigation)的原因。

Bryant(1982)指出，心像旋轉能力與方向辨認能力之間有顯著的關係，而男性在這兩項任務上的表現都比較好。因此綜合來看，很容易產生「男性在導覽能力上優於女性」的刻板印象(Harris, 1981)，然而即便較優的方向感有助於在環境中找到正確方向，然而有時要達成一些特定的尋路任務，也可以在不依賴地理方向之下完成(Lawton, 1994)。約翰霍普金斯大學(John Hopkins University)對於空間能力所進行的研究也指出，性別其實並非差異，事實上是更加複雜而平衡的狀態；男性的心像旋轉能力較佳，女性在視覺記憶的表現上則顯著優異(Stumpf, Eliot, 1995；Stumpf, Klieme, 1989)，此消彼長下，兩性在尋路任務上的表現，男性未必絕對優於女性。Hegarty 等也發現，在利用空間能力獲取空間知識後，男性與女性是在如何呈現空間中的配置上有的是風格性(Stylistic)的差異(Hegarty et. al., 2005)，並不會隨著在環境中的暴露經驗增加而有趨同的現象發生。



2.6 小結

Cutmore 與 Hine(2001)等人發現，空間能力較好的人，縱覽知識的建構也比較好，然而空間能力差異和地標知識與路徑知識之間的關係為何？雖然空間能力包含了：從不同角度觀看物件仍不被混淆的能力，或可幫助個人在環境中的各個位置自由地使用同一地標物件；也包含了：經過多次轉向仍能維持方向感的能力，讓個人能沿著路徑尋路亦不會迷失方向，但以上仍處於推論階段，尚未被實際驗證過。但個人空間能力上的不同，確實會影響尋路者空間知識的建構與最後形成的「認知地圖」這是可以肯定的；尋路策略的不同，則是個人在環境中尋路所偏好使用的空間知識差異，並分為對整個環境空間關係概念化(conceptualize)後所形成的縱覽知識，以及以視覺細節(visual details)與物件特定位置(specific location)等地標知識為基礎，進一步發展出來的路徑知識(Darken & Sibert, 1996)兩大種類。

縱覽型策略傾向的尋路者會將整個環境的空間配置都在腦中建構完成；地標型策略傾向的尋路者則傾向於使用其記憶的地標，加以連結成特定路徑的導覽方法。許多學者都曾指出，進入陌生環境之初，地標是建構空間概念的起點(Darken & Sibert, 1996; Richter, 2007)；從空間知識的階層關係模型(Witmer, Bailey & Knerr, 1996)也可以知道，縱覽知識建立的基礎是路徑知識，而路徑知識則由地標知識來建構，顯示出「地標」是一切空間知識的起始點。再者，無論是縱覽型策略傾向的尋路者，或是地標型策略傾向的尋路者，進入新環境時皆必須依賴地標的輔助，以完成進一步的尋路任務。地標的種類不同可能因而變得十分重要。玩家在遊戲中的主要活動是尋路行為，我們可以說，以尋路行為為中心，圍繞著這個概念而牽涉或發展出本研究的幾個重要的變項來。若重新再看一次前述的尋路行為流程(見下圖 5)，主要有認知建立、決策與執行三大階段。在認知建立的階段，「空間概念」是重要的依據，用以獲取「空間內容及名稱」、判別「現在所處的位置」，並「建立空間方位與相對關係」。在決策階段，要「確認地點名稱」，接著「判別個點序列關係」，最後再依此「建立預定的路徑」以循序漸進至最後的執行階段。執行之後必須「確認預設經過的地點」是否正確？正確的話則「決定下一個前進方向」，若不正確，則回到決策階段，重新進行「確認地點名稱」的步驟。

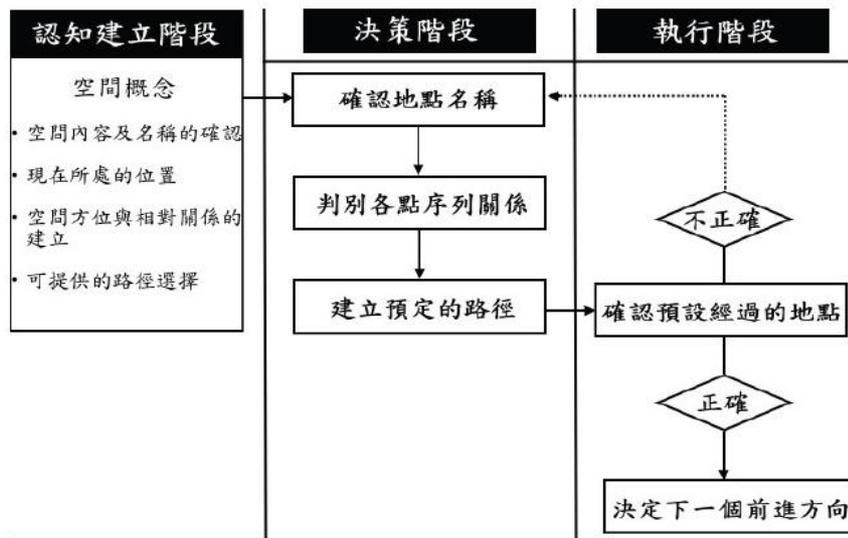


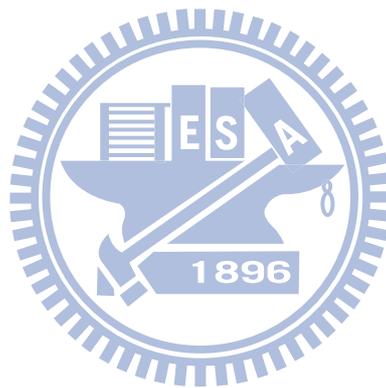
圖 5 尋路行為流程圖

進一步看空間能力在其中扮演的角色，在認知建立階段，要獲取「空間內容及名稱」與判別「現在所處的位置」時，我們都需要運用空間能力來處理眼前所見的資訊。而個人的空間知識在此過程中也逐漸建構完整，才能夠順利地「建立空間方位與相對關係」，這個過程有一定程度與空間能力的定義契合。

進入決策階段，首先要「確認地點名稱」，當然牽涉到個人地標的選用狀況，建立出地標知識、「判別個點的序列關係」意謂將各地標照順序連結起來，建立出路徑知識，最後運用縱覽知識來「建立預定的路徑」。這三者的前後關係顯然與三種空間知識的內涵相互吻合。所以可以說整個決策階段即是尋路者初入環境，搜尋可用地標逐漸形成路徑知識，最後再企圖建立完整縱覽知識以規劃路徑的過程。當然，這裡的決策階段指的就是依據個人尋路策略傾向來進行路徑規劃的階段。故而地標型策略傾向的玩家在建立預定的路徑時未必擁有縱覽知識的能力或使用的意願。

最後在執行階段，個人會依照決策階段所預定的路徑展開行動，並且在決策點「確認預設經過的地點」是否正確。若正確則開始規劃「決定下一個前進方向」，若不正確則必須重新確認目前地點的名稱為何？由此需再回到決策階段。無論正確或不正確，對尋路者而言，都是空間知識的建構過程，即使並非到達目的地的路徑，亦能有助於對環境的認識更加完整。

所以本研究所需要瞭解的是在尋路行為的過程中，在建立認知的階段裡空間能力與決策階段裡尋路策略傾向兩個因子的影響下空間知識的建構情形如何？而不同條件的玩家，在地標選用的傾向上面又有何不同？



三、研究方法

本研究主旨在了解不同空間能力的尋路者，在遊戲環境底下利用地標來完成不同探索任務的表現差異。因此以下將針對各自變項與依變項分別加以說明：首先，本研究其中一個自變項為受測玩家之「尋路策略」(wayfinding strategy)分為地標型與縱覽型(landmarks v. s. survey)，另一自變項則為個人之「空間能力」(spatial ability)，分為高空間能力與低空間能力組(high spatial ability v. s. low spatial ability)。至於依變項則是使用者的「地標選用」與對該環境所建立的「空間知識」。

此外，所有受測者所接觸到的遊戲環境內，都將取消地圖導覽之功能。如前章所述，若畫面中具備導航地圖功能，將誘導使用者利用地圖建立鳥瞰式的縱覽空間知識。如此一來，非但使用者對於環境的概念不夠完整，亦將忽略環境中的地標。地標不但具有提示作用，有助於尋路者建立完整的認知地圖，不同條件的受測者慣於運用什麼樣性質的地標，更是本研究所欲探求的一個重點。

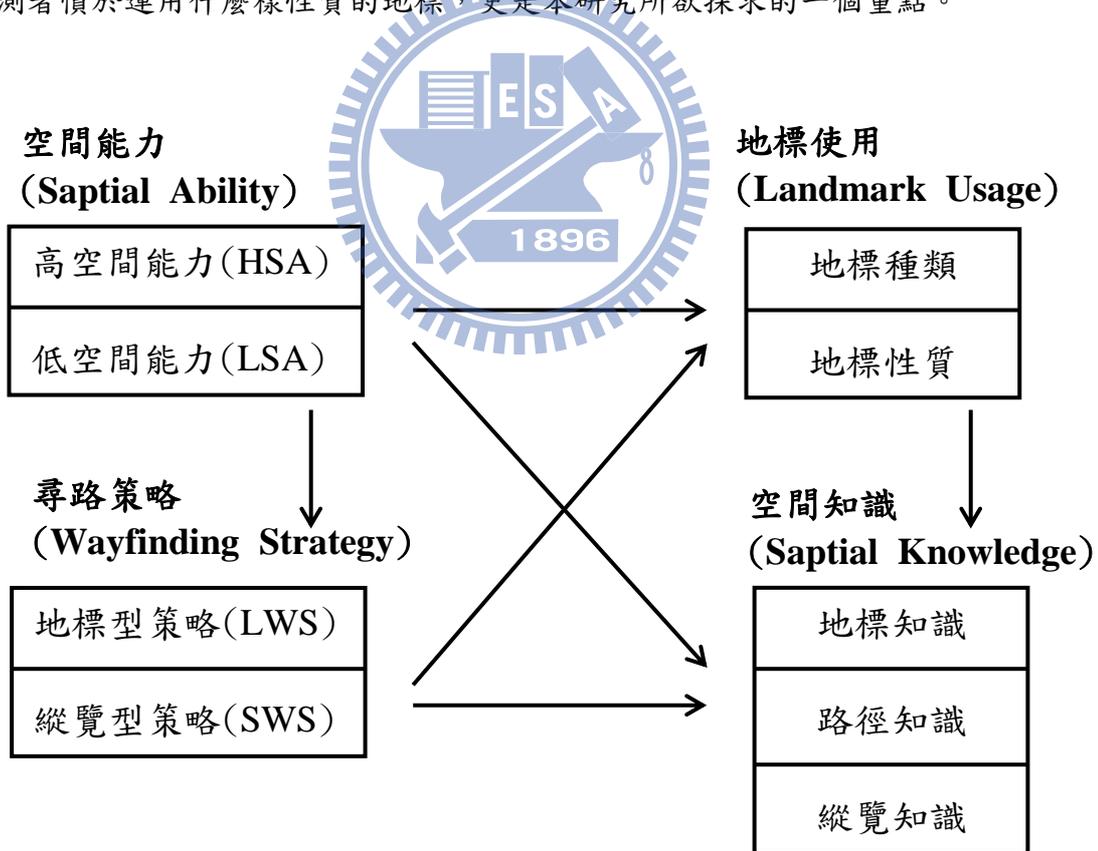


圖 6 本研究變項架構

3.1 研究問題與假設

根據前章的小結我們可以知道，空間能力越高，縱覽知識的建立可能會越好(Cutmore, Hine, et. al, 2000)，地標知識與路徑知識則未有結論。從尋路行為的流程(王人弘, 2003)來看，第一階段的認知建立深受空間能力影響，進一步左右著第二階段的決策結果，決策階段是地標的感知、選用以及三種空間知識建立的基礎；故而從這個角度來看，空間能力是個人地標使用與空間知識建構過程中一個重要的決定因素，而這也是第一個研究問題所要研究的。而整個尋路行為認知如何建立、如何決策以及如何執行都受到尋路策略傾向的驅使，尋路策略傾向也因此對空間知識的建構以及地標的選用有其影響力，這部份將在第二個研究問題加以探討。

先前提到過，Lynch(1960)所提出來的五個地標要件，是絕大多數城市所共有的，分析城市地標是不可或缺的要素。建立空間知識的過程，地標要件在其中也扮演著一定程度的重要角色。地標知識如同觀看一張張環境場景的照片，唯有進一步建立路徑知識，將地標連結起來才是真正開始有效率的尋路行為。此時個人可能知道 A 至 B 點以及從 B 至 C 點的方法，但不足以連結從 A 至 C 點的直接路徑(direct route)。路徑知識可以想像成一幅個人探索區域的描繪圖，其內部的「節點」與「邊緣」會漸漸增加而變得完整。最後縱覽知識是這幅描繪圖完整後的結果，此時，雖然個人未必走過每一條路徑，但是已經具備估計兩點間相對距離與方向的能力(Darken & Peterson, 2001)。所以可以說空間知識建構的模型與 Lynch(1960)針對都市環境所提出的地標元素彼此間有某種程度的對應關係是可供釐清的。

綜上所述，本研究之研究問題一共可歸納為以下四個，分列如下：

- Q1：空間能力的高低，對於玩家的地標使用與空間知識建構是否有影響？
- Q2：尋路策略傾向的差異，對於玩家的地標使用與空間知識建構是否有影響？
- Q3：相同尋路策略傾向的玩家是否因空間能力高低不同而影響其地標使用與空間能力之建構？
- Q4：地標使用的情形，與空間知識建構之關係為何？

根據研究問題，可以各自發展出若干假設如下：

Q1：空間能力的高低，對於玩家的地標使用與空間知識建構是否有影響？

H1：空間能力高的玩家，其地標使用種類與空間能力低的玩家間有顯著差異。

H2：空間能力高的玩家，其注意之地標性質與空間能力低的玩家有顯著差異。

H3：空間能力高的玩家，其空間知識中的地標知識建構較低空間能力者為佳。

H4：空間能力高的玩家，其空間知識中的路徑知識建構較低空間能力者為佳。

H5：空間能力高的玩家，其空間知識中的縱覽知識建構較低空間能力者為佳。

Q2：尋路策略傾向的差異，對於玩家的地標使用與空間知識建構是否有影響？

H6：縱覽型策略傾向玩家所使用的地標種類與地標型策略傾向者有顯著差異。

H7：縱覽型策略傾向玩家所注意之地標性質與地標型策略傾向者有顯著差異。

H8：縱覽型策略傾向玩家之地標知識建構劣於地標型策略傾向者。

H9：縱覽型策略傾向玩家之路徑知識建構優於地標型策略傾向者。

H10：縱覽型策略傾向玩家之縱覽知識建構優於地標型策略傾向者。

Q3：相同尋路策略傾向的玩家是否因空間能力高低不同而影響其地標使用與空間能力之建構？

H11：地標型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其使用的地標種類。

H12：地標型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其注意到的地標性質。

H13：地標型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其地標知識的建構。

H14：地標型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其路徑知識的建構。

H15：地標型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其縱覽知識的建構。

H16：縱覽型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其使用的地標種類。

H17：縱覽型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其注意到的地標性質。

H18：縱覽型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其地標知識的建構。

H19：縱覽型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其路徑知識的建構。

H20：縱覽型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其縱覽知識的建構。

Q4：地標使用的情形，與空間知識建構之關係為何？

H21：地標使用的種類不同，地標知識的建構情形也不同。

H22：地標使用的種類不同，路徑知識的建構情形也不同。

H23：地標使用的種類不同，縱覽知識的建構情形也不同。

H24：注意的地標性質不同，地標知識的建構情形也不同。

H25：注意的地標性質不同，路徑知識的建構情形也不同。

H26：注意的地標性質不同，縱覽知識的建構情形也不同。



3.2 自變項

從研究架構圖(上圖 6)可知本研究之自變項為尋路策略與空間能力，尋路策略分為地標型策略傾向與縱覽型策略傾向，空間能力則是高空間能力與低空間能力的區分。至於依變項則為地標使用情形與空間知識的建構情形，地標使用情形又可再區分為地標使用的種類與注意的地標性質兩大項目，前者包含「路徑」、「邊緣」、「地區」、「節點」與「地標」五種，後者則有「視覺性」、「結構性」、「認知性」與「遠距地標」的區分。傳統的空間知識分類使用 LOR 模型，分為地標知識、路徑知識與縱覽知識三種。此外，本研究亦在分組上消弭了個人差異中的性別所造成的影響。兩個自變項的測量方法將在本節詳加說明，兩個依變項與個人差異則在第三節詳細說明。

3.2.1 尋路策略(Wayfinding Strategy)

不同的空間知識會發展出不同的尋路策略，可分為地標型、路徑型與縱覽型三種，依其空間知識的發展情形，地標型策略傾向者的尋路以地標知識與連結地標的路徑知識為主，而與縱覽型策略傾向者以縱覽知識為主的尋路行為之間在表現上具有顯著的差異，故以此兩者可做明確區分為由作為分類標準，較符合本研究探討不同策略傾向者空間知識建構與地標選用差別之目的。

至於尋路策略的傾向，則使用問卷調查法。本研究選用 Pazzaglia 等於 2001 年針對尋路策略發展出一份關於「空間描述」的問卷(Questionnaire on Spatial Representation)。Pazzaglia 所發展的這份尋路策略問卷共有 11 題，屬於由填答者自我報告(self-report)的問卷，在絕大多數與尋路策略測量上相關的研究中，使用都非常廣泛(如：Shelton & Gabreili, 2004；Kallai, Makany, Karadi & Jacobs, 2005；Hölscher, Meilinger, Vrachliotis, Brösamle & Knauff, 2006 等)。空間描述問卷經因素分析後，得出五項因素：

因素一包含的題項為 1, 2, 3c, 8, 9, 11，為方向感的評分；因素二包含題項有 5, 6, 12，為慣用的方位辨認方式；因素三包含題項 3c, 4a, 7a，為以縱覽性策略做為尋路策略的偏好度；因素四包含題項為 3b, 4c，為以地標性策略做為尋路策略的偏好度；因素五則包含 3a, 4b 兩個題項，為以路徑性策略做為尋路策略的偏好度。據此，Pazzaglia 等人將尋路策略傾向區分為三大類：地標性策略傾向、路徑性策略傾向、縱覽性策略傾向。

由於Pazzaglia等人開發出來的空間描述問卷區分的尋路策略種類與本研究相互吻合，因此採用該問卷，但僅針對地標性策略傾向、縱覽性策略傾向進行比較。實際計算方式依照作者所作的區分方法如下：題項 3b 加上 4c 的分數(3b+ 4c)等於地標性策略傾向得分；3c 加上 4a 再加上 7a 的分數(3c + 4a+ 7a)為縱覽性策略傾向得分。將全部受測者之地標性策略傾向得分與縱覽性策略傾向得分相減後，取其中位數(median)。個別受測者之分數若大於該值，則代表其尋路策略屬於地標性策略傾向；若小於等於該值，則代表其尋路策略較屬於縱覽性策略傾向。

3.2.2 空間能力 (Spatial ability)

本研究的另一自變項則是受測者的空間能力。由於空間能力同時具有固定與變動的雙重性質，前章已詳加說明便不再贅述；然而需特別提及的是，無論是空間能力的固定性或是變動性，本研究所有尋路者所接觸到的都將是全然陌生的遊戲環境，且暴露在環境中的時間最多不超過 60 分鐘，即使是變動性的空間能力亦需半年以上的訓練時間才可獲得顯著提昇，故而在本研究中無需考慮實驗前後空間能力的變動問題。

一般在測量空間能力，國外常見的有 Ekstrom 等(1976)所開發的因素參照認知測驗(Kit of Factor-Referenced Cognitive Tests)、Vanderberg & Kuse(1978)的 Mental Rotation Test(MRT)、Likert & Quasha(1941)的 Minnesota Paper Form Board Test(MPFB)，或是 Guilford-Zimmerman(1981)的 Spatial Orientation (GZ-SO) test 等，為數相當眾多。本研究定義的空間能力包含空間定向與空間視覺(或視覺化)兩面向，Lohman(1988)整理出各學者對於空間能力各面向都有其定義的測驗方法不下十種(見表 3)，本研究則採取戴文雄、陳清檳與孫士雄(2001)所開發的空間能力量表，並使用庫李信度(Kuder-Richardson Formula)測驗本量表。庫李信度適用於答對得 1 分，答錯得 0 分，題目難度不一的測驗，其係數為 0.82，為可接受的信度(見下表 4)。該量表由四個部分組成，分別是空間感官能力、二度空間旋轉能力、立體圖旋轉能力與空間組織能力。

表 3 Lohman 整理之空間能力定義測驗與本研究採用之空間能力面向、
測驗與測驗內容一覽

空間能力面向	試題題型	
空間定向 (Spatial Orientation, SO)	卡片旋轉測驗(Card Rotation) 二度空間旋轉能力測驗 立體圖旋轉能力測驗 Aerial Orientation Chair Window Test	
視覺能力 (Visualization, Vz)	表面開展測驗 (Surface Development) 紙張摺疊測驗(Paper Folding) 空間感觀能力測驗 空間組織能力測驗 書面形狀測驗(Paper Form Board) 積木圖案測驗(Block Design) 心智旋轉測驗 (Shepard-Metzler Mental Rotation) 機械原理測驗(Mechanical Principles)	
本研究採用		
空間能力面向	試題題型	題數 / 作答時間
空間定向 (Spatial Orientation, SO)	二度空間旋轉能力	15 題 / 5 分鐘
空間定向 (Spatial Orientation, SO)	立體圖旋轉能力	15 題 / 5 分鐘
視覺化 (visualization)	空間感觀能力	15 題 / 5 分鐘
視覺化 (visualization)	空間組織能力	10 題 / 5 分鐘

(摘自鄭海蓮, 2007; 戴文雄、陳清欝及孫士雄, 2001; Lohman, 1988)

表 4 空間力量表信度測驗結果

向度	題數	相關	KR-20
空間感觀能力	15	.7697 ^{***}	.82
2 度空間旋轉能力	15	.5690 ^{***}	
立體圖空間旋轉能力	15	.7809 ^{***}	
空間組織能力	10	.5102 ^{***}	

其中，在空間定向這個面向上的測量是由二度空間旋轉能力與立體圖旋轉能力兩個大題所組成的。**空間定向**是對於一個空間圖案 (Patterns) 被改變方位之後，依然可以保持不被混淆的能力 (French, 1951)。至於視覺化這個面向的測量，則是量表中的空間感觀能力與空間組織能力。該部分強調的並非答題速讀，而是回答的正確性。

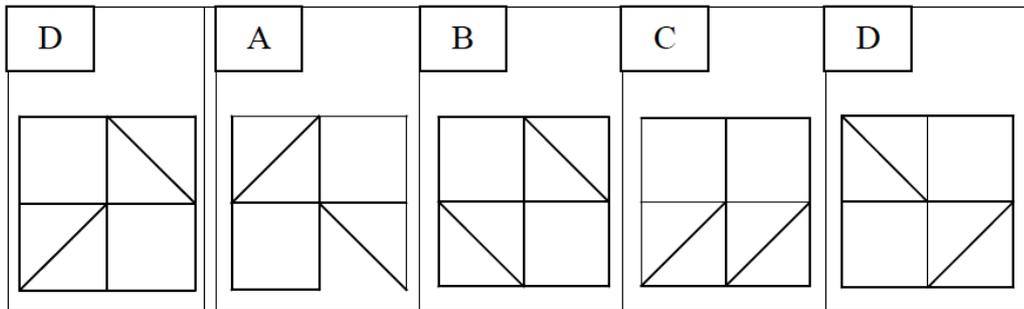


圖 7 二度空間旋轉能力測驗範例

二度空間旋轉能力是以第一張圖形為基準（見上圖 7），從基準圖右方四張圖形當中，選出一張是經由旋轉，其大小、式樣完全和基準圖相同的圖形。

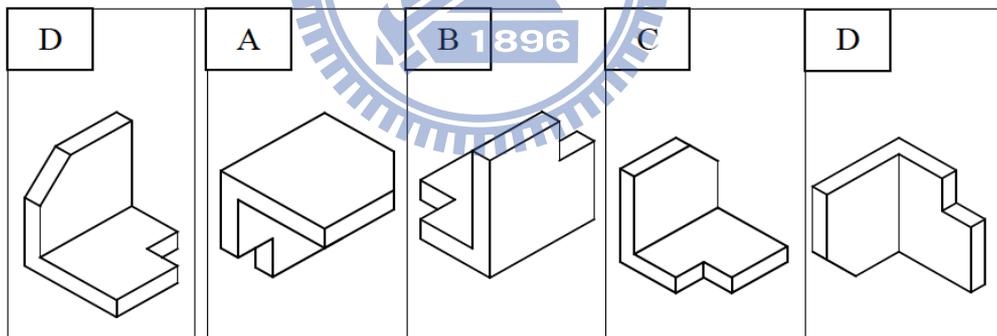


圖 8 立體圖旋轉能力測驗範例

立體圖旋轉能力一樣由第一張立體圖形作為基準（見圖 8），受測者必須判別右方四張圖何者是經過三度空間的旋轉，大小、式樣與基準圖完全相同的圖形。

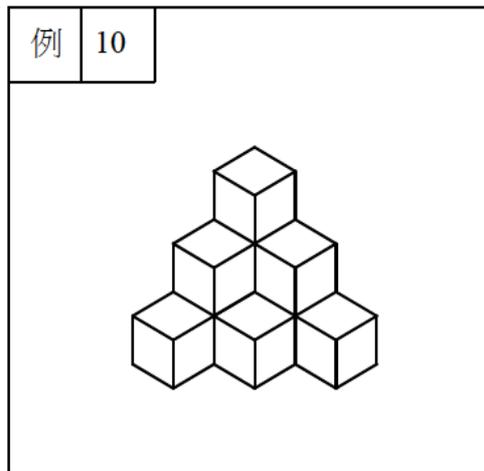
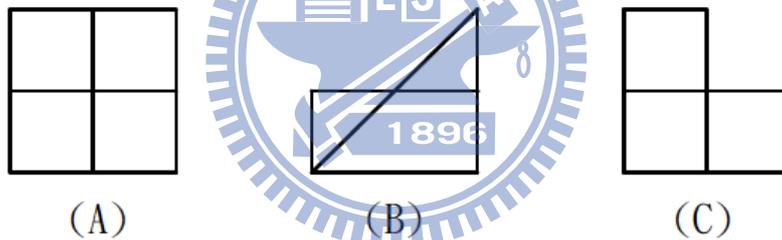


圖 9 空間感觀能力測驗範例

空間感觀能力測驗的題目全部都是圖形，會畫出從單一角度觀看立體方塊若干個堆疊起來的圖形。由於立方塊的堆疊，使得表面立方塊會對下層若干塊造成視線上的遮蔽，故而受測者必須自行推斷總共由幾個立方塊所組成（例題圖形見上圖 9）。



(A)

(B)

(C)

圖 10 空間組織能力測驗範例之作答選項

空間組織能力是難度最高的測驗。上圖 10 之(A)、(B)、(C)三張圖是從正前方、正上方或正右方所看到之視圖。受測者所需之能力，即是在腦海中還原出立體圖形（見下圖 11），再分別判斷何者為從正前方、正上方與正右方觀看之視圖。

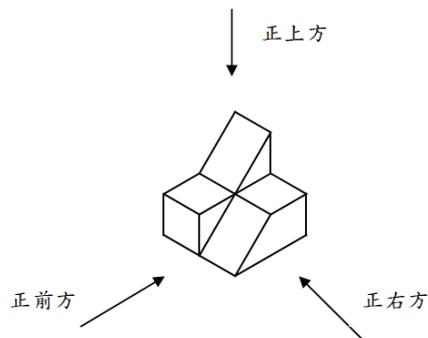


圖 11 空間組織能力測驗範例之視圖角度說明

3.3 依變項

3.3.1 地標

地標的種類包括了路徑、邊緣、地區、節點與地標(Lynch, 1960)，而地標的性質則可分為局部性地標與整體性地標(Darken & Sibert, 1996)；局部性地標內，又可區分出視覺性地標、結構性地標與認知性地標(Glenn, & Chignell, 1992； Sorrows, & Hirtle, 1999)。視覺性地標具備了奇異性與突出性，結構性地標具備突出性與可親性，而認知性地標則包含了內容性與典型性(Sorrows, & Hirtle, 1999)。至於整體性地標則是具備固定性(immobility)與可視性(visibility)的遠距地標 (Darken, & Sibert, 1996)，所以在地標選用的傾向上，分為「地標要件」與「地標種類(特性)」兩大類，至於判斷的方式，先是實驗者經由訪談過程，根據受測者對於各別地標的描述來加以分析判斷其符合的要件(路徑、邊緣、地區、節點、地標)與特性(奇異性、突出性、可親性、內容性、典型性、固定性、可視性)，然後再由實驗者要求受測者對於各性質吻合的程度給予評分(0分或1-3分)。分類整理如下圖 12。

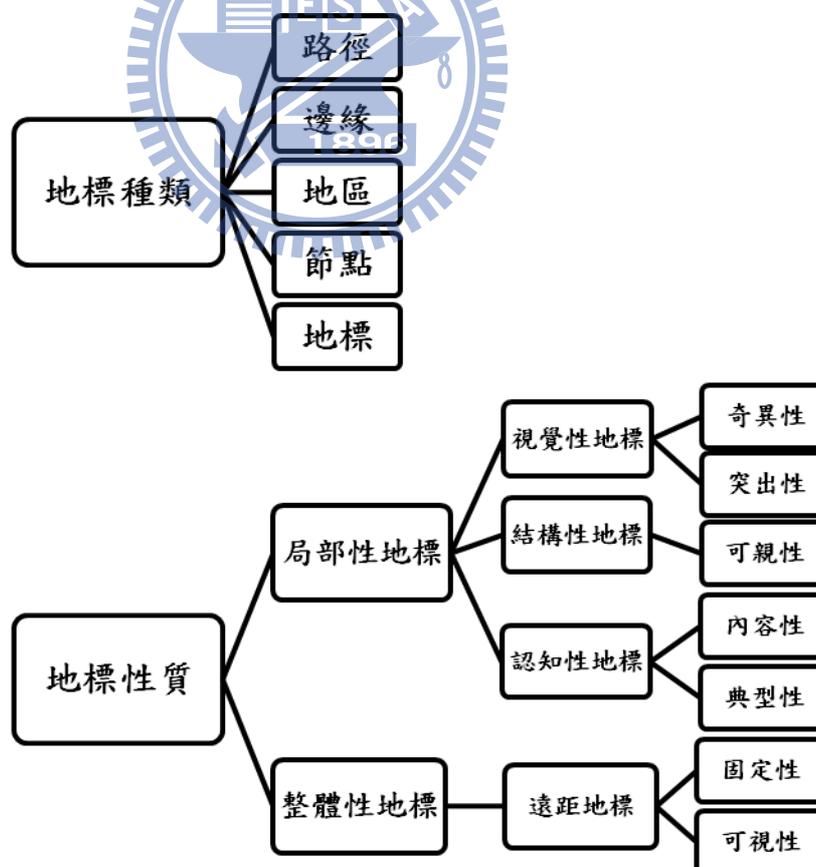


圖 12 地標種類與性質內涵示意圖

3.3.2 空間知識

空間知識分為地標知識、路徑知識以及縱覽知識，三者關係不多贅述，本研究將於實驗後使用自由回憶(free recall)、流程圖以及地圖繪製等方法，分別測驗與評估受測者的地標知識、路徑知識以及縱覽知識三種空間知識之建構情形。其中流程圖乃設計出情境，以該情境引導受測者完成尋路任務，而地圖繪製法則參考 Billinghamurst 與 Weghorst 兩人於 1995 年所研發出來，測量在虛擬環境中的認知地圖的方法，包含地圖實用度(Map Goodness)、物件種類(Object Classes)與物件相對位置(Relative Object Positioning)等三個評估面向。詳細作法將於下節的實驗流程中有更深入的說明與討論。

3.3.3 個人差異

性別因素在本研究中雖非主要之控制變項，然而在個人的尋路任務表現上卻具備一定程度的影響力。男性之心像旋轉能力較女性為佳，故而主要依靠縱覽知識建立認知地圖，以進行路徑導覽。而女性則以視覺記憶能力為優，因此女性進行尋路任務時偏重路徑知識，以記憶若干條特定的行進路徑為主。

就本研究而言，男性與女性暴露在遊戲環境下進行導覽時，建立的空間知識種類可能就有根本上的差異。故而在「地標型策略傾向/高空間能力」、「縱覽型策略傾向/高空間能力」、「地標型策略傾向/低空間能力」與「縱覽型策略傾向/低空間能力」四個實驗組別當中，皆安排相同的性別比例結構。

3.4 實驗設計

3.4.1 實驗對象

本研究之研究方法共分為兩階段：先進行實驗(experiment)，然後由受測者回憶空間配置(spatial layout)並輔以回溯訪談法，以求深入理解受測者對環境地標的注意與認知內涵。

正式實驗前，受測者先接受空間能力與尋路策略之紙筆測驗，依照紙筆測驗之結果，將受測者交叉區分為高空間能力/地標型策略、高空間能力/縱覽型策略、低空間能力/地標型策略以及低空間能力/縱覽型策略四組(2 X 2 因子)，每組 15 人，參與之受測者共 60 人，年齡在 19 至 39 歲之間、男女性別比例為 2:1。

本研究實驗組別如下表 5：

表 5 實驗組別一覽表



尋路策略	地標型策略 (LWS)	縱覽型策略 (SWS)
高空間能力 (HSA)	HSA/LWS	HSA/SWS
低空間能力 (LSA)	LSA/LWS	LSA/SWS

3.4.2 實驗工具

本研究於國立交通大學之人機互動實驗室進行實驗。實驗所使用的硬體設備為17吋LCD螢幕，Windows XP SP3作業系統，NVIDIA GeForce 9400M顯示卡，並外接以Sony PlayStation 2遊戲振動手把操作(見圖13)。實驗全程皆以螢幕側錄軟體「Frops」(2.9.4)側錄。



圖 13 實驗室環境與操縱手把

實驗環境依本研究之需求，必須符合的要件有：環境大小必須適中，不致太大或道路結構太過於複雜，但也不會讓受測者太快就熟悉與建立整體環境認知地圖的探索範圍。

其次，本研究目的為了解不同空間能力及尋路策略者，在地標辨別與記憶上的差異，故環境內的所有細節力求精細且擬真。環境內的物件乃至於規則（如：馬路上有紅綠燈與汽車，並且依照真實世界的交通規則行駛），在配置和複雜度上越接近真實，越能提昇大多數人在辨別與記憶地標時的容易程度，而現代都市的場景是最能符合此一條件的環境設定。根據以上兩個條件，故選定「俠盜獵車手：聖安第列斯(Grand Theft Auto: San Andreas)」為本研究之實驗環境。

選定環境的過程，乃從個別的遊戲分類類型來進行選擇。根據陳怡安(2002)的分類，網路遊戲之類型可分為「角色扮演遊戲」以及「即時戰略遊戲」兩種；而電玩專業雜誌「電腦玩家」則歸納出「角色扮演」、「競速遊戲」、「策略遊戲」、「戰略類」、「趣味益智類」、「冒險遊戲類」以及「動作遊戲類」等七種類型；此外，董家豪(2001)綜合國內幾種分類方式，總結出：「動作類」、「角色扮演類」、「模擬類」、「運動類」、「戰略類」、「益智類」及「其他類型」七種類型。國內最大的知名遊戲討論網站「巴哈姆特」則有「角色扮演」、「動作」、



圖 14 實驗環境：「俠盜獵車手」聖安地列斯

*左圖為PC版俠盜獵車手：聖安地列斯包裝封面；右圖上為遊戲主選單，可暫停、更改設定與觀看地圖，然而在實驗說明階段並未指引如何叫出選單，實驗過程中也不允許觀看地圖；右圖下為遊戲載入畫面。

「射擊」、「運動」、「競速」、「冒險」、「策略模擬」與「益智」八種分類；然後根據巴哈姆特網站的分類排行榜，進行分析可以發現適用與不適用的結論詳見下表6。

因此，較為符合上述條件的遊戲以「俠盜獵車手(Grant Theft Auto, GTA)」系列或「四海兄弟(Mafia)」系列等「動作類遊戲」為主。這兩款遊戲在情節設計乃至操作設定上都十分相似，但GTA在互動性上不受主線劇情之侷限，自由度更高，並且支援搖桿操作，比傳統上鍵盤搭配滑鼠的操作顯得更輕鬆與直覺。

選定的遊戲環境：俠盜獵車手(GTA)是一系列以犯罪為主題的動作電腦遊戲。由一間蘇格蘭公司DMA Design(現稱Rockstar North)設計開發、Rockstar Games發行，並由ASC Games在1997年開始推出，共有十套獨立作品與四套擴充作品的系列遊戲。在遊戲中，玩家扮演城市中的犯罪角色，透過完成一連串有組織罪案的任務來提升自己的威勢，任務通常為槍戰、搶銀行、行刺、恐怖攻擊或黑道之間的火拚等，其他犯罪以外的任務則有駕駛計程車、救火、賽車、飛行等(<http://zh.wikipedia.org/wiki/俠盜獵車手系列>)。

表 6 各類型遊戲選做實驗環境考量一覽表(來源：巴哈姆特網站遊戲排行榜)

類型	適用	不適用原因	遊戲範例
角色扮演	畫面細節精緻	1. 線性劇情，自由度低 2. 場景常是魔幻或野外等非都市風格	仙劍奇俠傳系列、上古卷軸5：無盡天際
動作	畫面細節精緻 常見都市場景		GTA系列、四海兄弟1、2
射擊	畫面細節精緻 常見都市場景	1. 要求一定程度操縱技術來維持遊戲進行 2. 缺乏自由度的任務內容，無法充分探索環境	戰地風雲3、決勝時刻：現代戰爭
運動		不常見尋路因素	NBA 2K12
競速	常見都市場景	1. 移動速度過快，易忽略地標 2. 畫面走卡通風格	極速快感：亡命天涯
冒險		1. 不常見尋路因素 2. 畫面走卡通風格	Rewrite、樂高哈利波特
策略模擬		不常見尋路因素	星海爭霸、魔獸世界
益智		不常見尋路因素	The Tiny Bang Story

GTA系列以場景逼真細緻聞名，本研究選擇GTA系列作中，於2005年推出的「俠盜獵車手：聖安地列斯」(Grant Theft Auto: San Andreas)。隨劇情進行玩家會在Los Santos、San Fierro與Las Venturas三個不同的城市場景內活動，實驗設定玩家之主活動區域在Las Venturas，原因是Las Venturas的道路規劃較為整齊，不過整座城市範圍過大且十分複雜(如下圖15a)，根據遊戲內對Las Venturas城市的分區，以及受測者在一定時間內能熟悉的環境大小之前測結果，劃定Old Venturas Strip、Starfish Casino以及The Clown's Pocket三個區塊為實驗區域，由於商店分佈集中在該區，可以劃定區域格局方正，大小約三至四條街道的範圍，但也有若干曲折的小路(見圖15b)，形成不同的尋路難度，藉此區分出不同空間能力與尋路策略玩家的表現。此外，實驗設計上並不依遊戲設定之劇情執行任務，而採自行設計的兩組任務。原因有二：

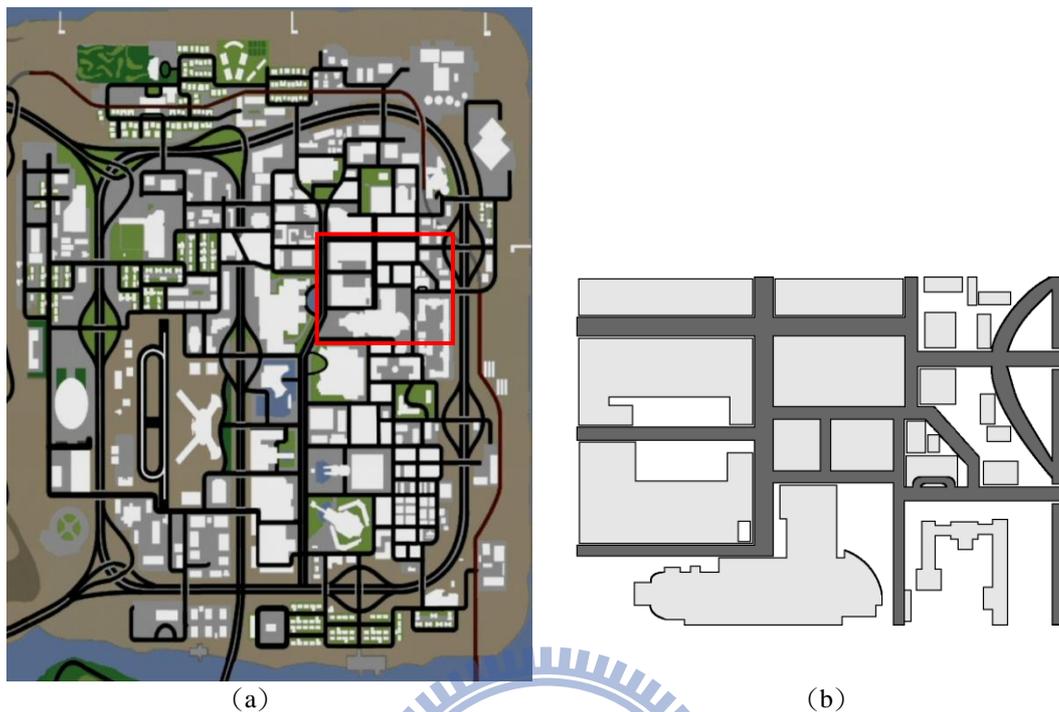


圖 15 指定任務環境城市：Las Venturas 地圖

*由於遊戲設計出的城市與真實世界一整座城市的範圍幾乎一樣大，如圖(a)為 GTA:SA 中三座城市之一：Las Venturas 全圖，步行要花相當長的時間，故而以其中紅色方框圍出的範圍做為實驗任務設定之探索範圍，如圖(b)。

1. 遊戲劇情設定之任務內容自由度低，任務內容操作上有困難：

「俠盜獵車手」系列遊戲以黑幫故事為背景，內容多為爭搶地盤、開槍打架為主。受測者雖因此可以經常往來於遊戲環境之間，藉此認識環境，建構認知地圖，但由於到達遊戲觸發點後通常需要進行搶奪、火拼等較有難度的操作，對受測者而言，一方面可能存在操作障礙問題，另一方面亦有損及受測者對於認知地圖建構的記憶之可能性。此外，遊戲原設定於環境內各地點間往返之順序，未能符合本研究對建立各別空間知識的任務內容之操作與設定。

2. 遊戲劇情之任務設定以搭乘交通工具為必要之移動方式：

如前所述，市面上的PC game以行走為主要移動方式的射擊遊戲，環境皆顯得不夠真實。然而本研究選定的遊戲：GTA俠盜獵車手，一旦離開交通工具(汽車、機車或單車)而改用步行無法觸發劇情正常推進。

不過在遊戲環境中駕駛車輛移動，經前測顯示出有操作障礙與車速過快不及記憶等兩個主要問題。前者由於各受測者對於搖桿或滑鼠、鍵盤搭配之操作方式熟悉程度不一的緣故，造成實驗之焦點被模糊，受測者在認知資源有限之前提下，若將過多認知資源與注意力分散至遊戲操作上，對於遊戲環境的認知地圖建構效果會有不良影響。



圖 16 遊戲預設介面

*左下角之圓圈(1.)是以主角為中心，一定範圍內的局部區域地圖；右上角分別為主角使用槍械相關資訊(2.)、遊戲進行時間(3.)、生命值(4.)以及擁有金錢數量(5.)。為避免影響實驗進行，混淆實驗目的，這些資訊無論在練習階段或正式實驗階段都不會顯示在螢幕上。

基於以上兩點理由，所以由本研究自行設計實驗用任務，採用「步行」方式，並設計出簡單情境，以誘導玩家將自己想像成遊戲中的化身，快速進入實驗內容。任務詳細內容，描述如下表7。

任務1的目標地點當中，Buger Shot 速食連鎖店於活動區域內共有兩家，彼此位置接近，僅間隔一條街道，選擇何者執行任務對於空間知識的建構不會有差別，故受測者任意擇一執行即可。

表 7 實驗任務內容、流程詳細說明

任務序	任務 1	任務 2
內容描述	請你從你家出發，在 Old Venturas Strip 、 Starfish Casino 與 The Clown' s Pocket 三個區域內隨意探索、行走，找到一棟有” The Clowns Pocket ” 的大樓，進入之後右下角會出現 Hotel Suite 字樣，走到磁片的圖樣上存檔（請選擇第一個）。存檔完之後離開 Hotel Suite ，前往 Burger Shot 速食連鎖店點一份套餐，吃完之後回 The Clowns Pocket 存檔，之後再前往 Ammu-Nation 買把槍做防身用途，回 The Clowns Pocket 存檔，最後去 Bar 喝點東西再充實地回家。	請你從你家出發，在 Old Venturas Strip 、 Starfish Casino 與 The Clown' s Pocket 三個區域內隨意探索、行走，這次找到 Burger Shot 速食連鎖店，進去點一份套餐後，直接到 Ammu-Nation 去再買把槍，接著到 Bar 去喝點東西，喝完後才回 The Clown Pocket 存檔，一次把這些進度都記錄下來，再充實地回家。
流程提示	<p>Home → The Clowns Pocket → Burger Shot → The Clowns Pocket → Ammu-Nation → The Clowns Pocket → Bar → Home</p>	<p>Home → Burger Shot → Ammu-Nation → Bar → The Clowns Pocket → Home</p>

由於地標知識與路徑知識強調的是尋路者於完成任務後回想與描繪A點行走至B點沿途的地標與正確路徑(張天鳳, 2006)，為了讓尋路者能藉由遊戲環境順利建立完整的空間知識故而在遊戲的任務設計上，設計一個起點，一個折返點，此外還有四個任務的目標地點，受測者首先從起點出發至折返點存檔，接著出發至指定第一個目標地點後，必須折返至折返點，再從該點出發至新的指定目標地點，以此類推，分別往返四個任務的目標地點，藉由每次往返來幫助尋路者建立出多條路徑知識，並記憶沿途地標與正確路徑的印象。起點在遊戲說明中命名為玩家的家，是因為遊戲中將飯店設定為可以存檔的記錄點，故而實驗的起點與折返點也分別設定在不同的兩間飯店。上述任務1即為建構尋路者之地標與路徑知識所設計，可從任務內容看出The Clowns Pocket存檔處即為折返點，分別往返於Burger Shot 速食連鎖店、Ammu-Nation槍械商店與Bar等四個任務指定目標地點。

而縱覽知識則是指尋路者是否徹底瞭解遊戲環境中每個物件的方位與自己的相對位置。基於先前的地標知識與路徑知識建構，尋路者心智中的認知地圖亦逐漸完整，縱覽知識建立較好的個人，可以利用認知地圖直

接將四個任務設定的目標地點連結起來。故而在此時的任務設計上，是根據任務1的瀏覽經驗，要求尋路者從起點出發折返點，接著直接前往四個目標地點，而取消折返至存檔處的設定，來確認經過先前反覆不斷熟悉環境的過程，是否幫助尋路者建立了較為完整的縱覽知識。上述任務2即為此設計。



圖 17 實驗環境範圍內三大區塊視覺特色

*上圖左為進入 Old Venturas Strip 區域最先看見之聲色場所；上圖右則為 starfish casino，Starfish 便是以該賭場為中心的區域；下圖則是 clown' s pocket 建築群，The Clowns Pocket 也是以建築群為中心的周遭區域

由於先前提到過，地標選用上可做出使用的地標種類與注意的地標性質的區分。而本研究的目的之一也在於探討不同條件的受測者地標選用情形。Lynch(1960)針對都市環境所提出的五個地標要件，即是本研究定義之地標種類，故而事先對選定的實驗環境「俠盜獵車手：聖安地列斯」做分析，是否完整具備Lynch所提出的地標種類。

1. 路徑

路徑型地標指的是可供行走的路徑。以下圖 18 為例，圖(a)為出發點門口連接前往存檔折返點與個任務目標地點之主幹道；圖(b)左為存檔

折返點 The Clown' s Pocket 旁之綠色圍牆；圖(c)為存檔折返點前，可探索範圍的邊緣路徑；圖(d)為三個任務目標地點所在的道路。

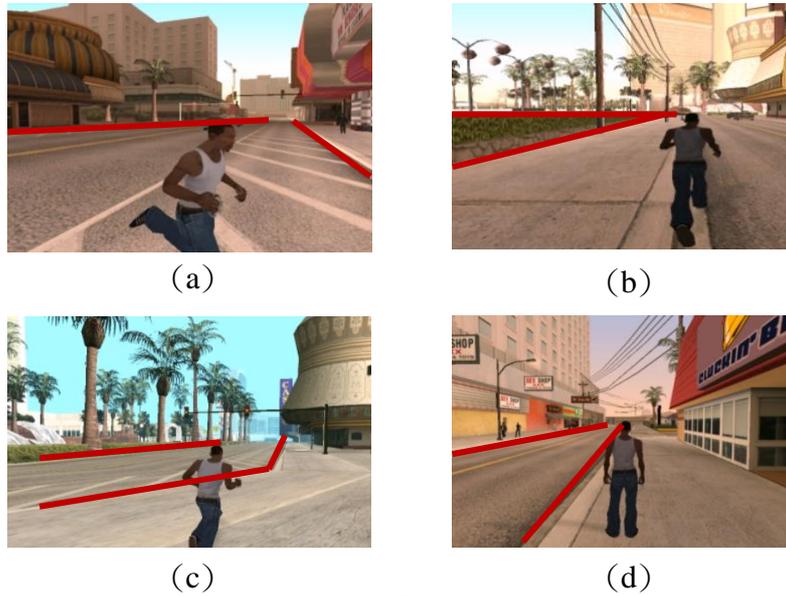


圖 18 實驗環境內之路徑型地標

2. 邊緣

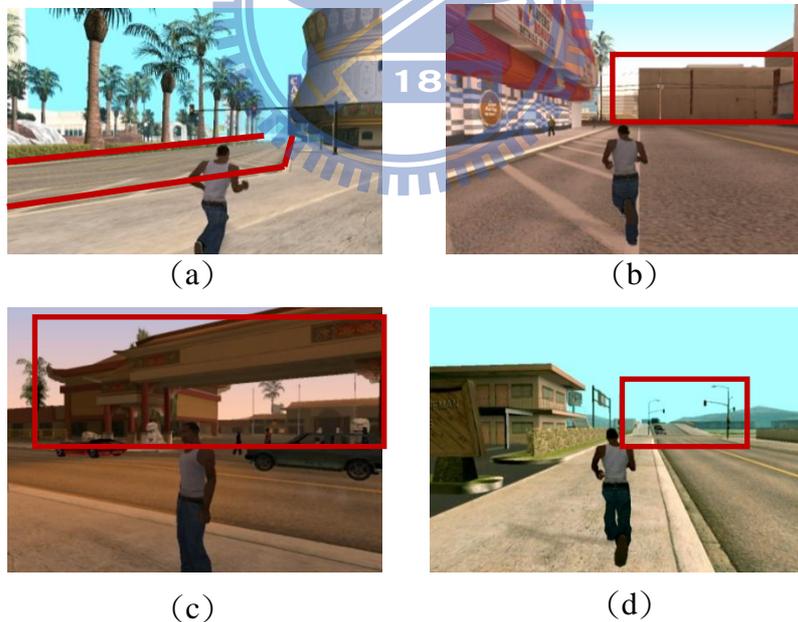


圖 19 實驗環境內之邊緣型地標

邊緣型地標是各地區之間的分隔線，也可能是地理上的分界線，在本研究的實驗環境中，基於可供探索的區域沒有太大，未必會有地區性的分類，因而在定義邊緣型地標時，是將區域四周用以提示邊界（即不

可再向外探索的區域)的物件界定為此類型的地標。如上圖 19，圖(a)為存檔折返點 The Clown's Pocket 前提示西側邊界之道路，越過該條道路的左側即超過允許探索的範圍；圖(b)右側土黃色建築為提示北側邊緣之地標物件；圖(c)為提示東側邊界之唐人街牌樓建築；圖(d)遠處為提示南側邊界之橋樑。

3. 地區

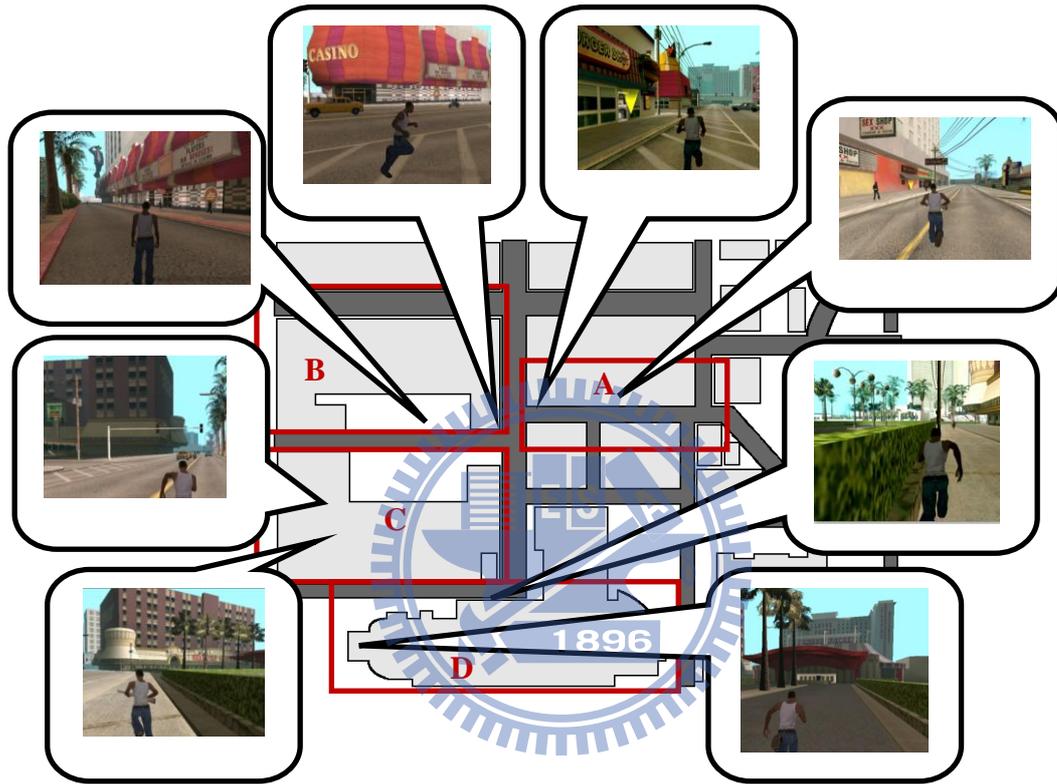


圖 20 實驗環境內之地區型地標

能幫助尋路者將大型區域再劃分成幾個中小型區域，這些中小型區域內具有一致的視覺特質，以方便尋路者記憶的即是地區型地標。從上圖20可以看出，即使整個供受測者探索的區域範圍不大，但若要以視覺特質來劃分出更小的區域，基本上可以分為A、B、C、D四個區域，這四個地區型地標有各自的視覺特質，如A地區是許多速食店、酒吧、便利商店等聚集的區域，且幾個主要的任務目標地點也集中在此；B地區是招牌顏色較為鮮豔，由紅色、橘色以及黃色等暖色色系所組成的賭場區域，暖色可以予人較興奮、明亮的感覺，不但具有視覺上的一致性，也可能讓受測者有類似的聯想而被大多數人視為地區型地標；C地區則是緊鄰著B地區賭場的另外一間賭場，相對於B地區而言，這個地區的色系明顯暗上許多，偏向於樸素、冷靜的感覺，故而與相鄰的B地區有明

顯區隔；至於D地區則是基於任務內容的設定，必須多次進出、其入口必須繞過一長條綠色圍牆，並且在探索範圍內幾乎都可以看得到等因素，被劃為一獨立之地區，見圖21(a)、19(b)。



圖 21 存檔折返點 The Clown's Pocket 各角度外觀

4. 節點

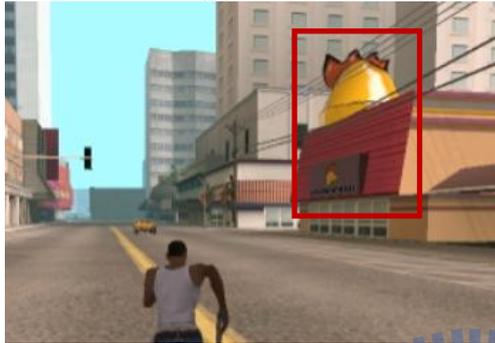
節點是路徑的交會點或匯聚點，因此在尋路過程中經過的次數較多，熟悉度也因此上升。如圖22(a)為遠眺兩條路徑交會處時可以看見之立體停車場，不過以尋路者的視角而言，該立體停車場建築物入口，即圖22(b)，才是受測者經過該建築物時必然會看見的地標物件。視角與距離之不同可能影響受測者在認知上會選擇哪一個物件作為位於該節點的地標。至於圖22(c)是一間招牌相當顯眼的速食店。該店鋪位於街道口，而這條街道上有許多任務目標地點，經過的次數相對提高。圖22(d)是位於出發點對面的賭場，由於出發點地處寬敞的十字路口，該間賭場的招牌在視覺上是四個角落中最為顯眼的一個，而以其強烈的視覺性成為該節點最能加強記憶的地標。總而言之，一個節點處可以作為地標的物件可能不只一個，這時候就必須考量各地標物件的性質，即視覺性、結構性、認知性或遠距地標，何者最能吸引受測者當下的注意，在腦海中留下記憶。



(a)



(b)



(c)



(d)

圖 22 實驗環境內之節點型地標

5. 地標



(a)



(b)



(c)



(d)

圖 23 實驗環境內之地標型地標

最後是地標型的地標，如上圖23(a)為任務目標地點酒吧前之候車亭，圖(b)為酒吧旁之Sex Shop招牌，圖(c)是存檔折返點The Clown's Pocket前之小丑招牌，圖(d)則是賭場上方之美腿招牌。

如上段所述，同樣的，屬於同一種類的地標也可能因為不同的地標性質而被注意。這四個例子皆為不可（或不需）進入的地標型地標，卻基於不同的地標性質而被尋路者注意，圖(a)是基於地標的認知性，尋路者個人的經驗，如：公車通勤族等，而被記住，圖(b)可能是基於”sex”這個單字對於個人認知上的特殊性而「抓住眼球」。圖(c)、(d)被注意，則可能是基於光鮮艷麗的招牌視覺性之緣故。



3.4.3 實驗流程

本研究之實驗流程如下圖：

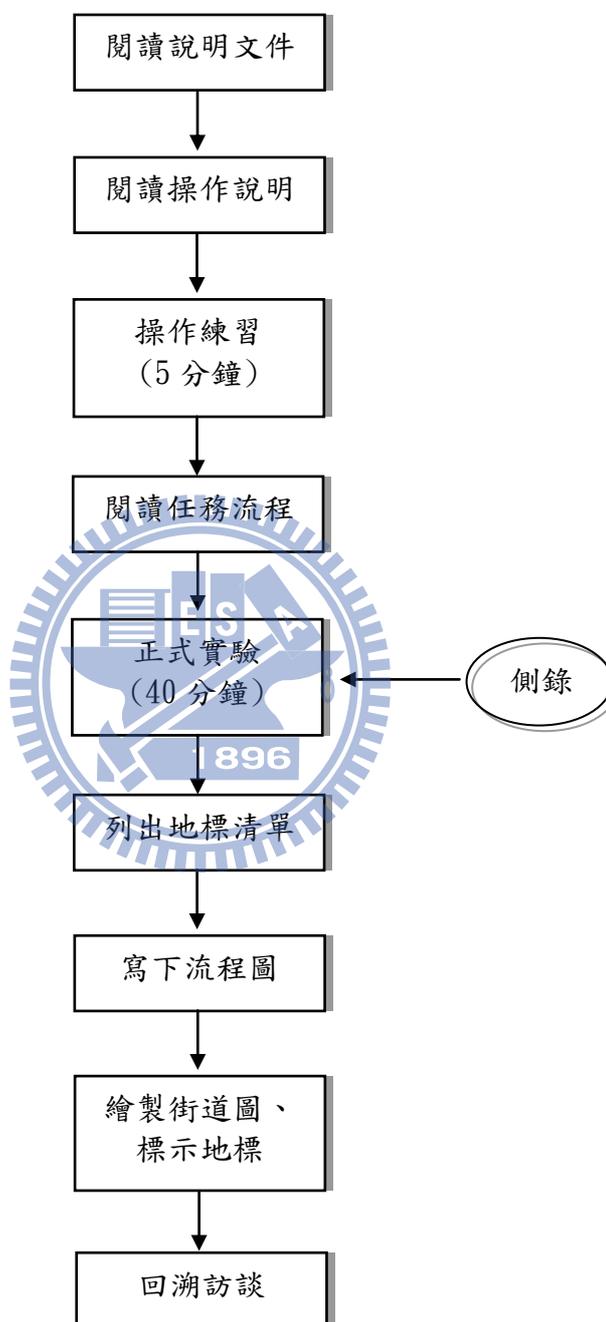


圖 24 實驗流程圖

關於實驗流程，詳細說明如下：首先在正式實驗前的第一階段發放空間能力量表與尋路策略傾向問卷，並且詢問所有填答者先前的遊戲經驗，包含經驗年數、偏好類型、動作類型遊戲經驗以及是否玩過 GTA 系列、是否玩過 GTA:SA 等等。由於已事先將受測者依空間能力與尋路策略傾向分好組別，並且依照遊戲經驗詢問的結果排除掉所有曾經有過 GTA 系列遊戲經驗的玩家，且各受測者之經驗年數皆十分接近，經驗最豐富者與最資淺者間不超過一年，都在 2 至 3 年左右。經過篩選的受測者於第二階段直接到實驗地點，首先說明實驗目的與流程，隨後讓受測者閱讀 PS2 操作手把之按鍵功能後，並要求受測者完成一相對正式任務較簡單的流程，以給予其探索環境與熟悉操作的機會。練習階段的時間約五分鐘，而後簡單詢問以及測驗，確認受測者確實已經具備基本操作能力，便可以進行實驗。



圖 25 遊戲操作說明與環境內的任務觸發點

*練習開始前，受測者會閱讀上圖(a)之手把操作說明；練習過程中，受測者則有機會經驗：建築物門口若顯示如下圖左(b)之黃色倒三角錐，表示走向該三角錐可進入建築物；進入建築物後，移動至如下圖右(c)之紅色圓圈處，即可觸發任務指定之動作(如買衣服、點餐等)。

實驗環境為 PC game 「俠盜獵車手(Grand Theft Auto)」系列作「聖安地列斯(San Andreas)」，環境限制在東西向與南北向各縱橫三至五個街區的範圍內。實驗法之目的在於讓玩家透過完成指定任務接觸遊戲環境，以記憶環境中任何地標物件。實驗全程皆經螢幕側錄軟體「Fraps」側錄。

本章第三節曾針對各研究變項加以說明，其中一依變項為空間知識建構情形之測量。在尋路策略傾向的分類上，由於地標型策略傾向者之地標之事件構後，傾向於使用將各地標加以連結後構成路徑知識作為尋路的主要依據，故而地標知識與路徑知識之間有密不可分的關聯性。故而地標知識與路徑知識的測量上也是合併進行。實驗流程的最後是回溯訪談，目的在了解受測者其地標使用狀況的細節。

1. 地標知識 & 路徑知識

根據前述之任務設定，正式實驗開始前之說明文件已先提示過受測者，所應活動之區域為Old Venturas Strip、Starfish Casino以及The Clown's Pocket等三個區域。此外，由於實驗者全程在旁觀看，雖不提供尋路上的協助，但會適時做出「超出範圍」的提醒。在此前提下，受測者探索並建構認知地圖的範圍不會超出該區域。根據Thorndyke(1980)的研究，程序性知識包含了地標知識與路徑知識，所以，參考過往對程序性知識的評估方法，以及Kruger, Aslan, & Zimmer(2004)、Munzer, Zimmer, Schwalm, Baus, & Aslan(2006)等人評估路徑知識的作法，乃設定一起點與一終點（目的地），受測者必須回想其在各決策點(Decision Points, DPs)的地標資訊，以判斷正確的前進方向，使得各決策點與前進路線能連結成一條路徑。本研究參考這個作法，於任務執行完畢後，立即要求玩家以自由回憶法(free recall)條列出具有印象的地標，之後設定兩種口頭描述路徑的情境（詳見下表8），每個情境皆各有一起點與一目的地，皆為任務內設定之目標地點之一，以確保所有受測者皆對情境中指定之起點與終點具有印象，請受測者以描述流程的方式將行走的路徑書寫下來。受測者可以回想或參考自己所列出的地標清單，將沿途所見之地標，以行走方向或轉彎方向將各點相連，目的在觀察受測者對各地標間的連結，藉以了解地標知識與路徑知識的建構效果。

在篩選受測對象時，曾調查過每位在第一步驟填答問卷者之遊戲經驗相關資訊，並安排四個實驗組之性別比例趨同，以消弭除空間能力與尋路策略傾向外的其他個人差異所帶來之影響力。然而除此之外，記憶力之優劣亦可能造成影響；記憶力較差的受測者對於自己曾經在實驗任務的尋路過程中，有所注意並用以指引方向的地標物件，其記憶時間可能會較記憶力較佳的受測者來得短暫。為避免此一狀況導致後續地標分析之缺漏，因此實驗結束之後，正式開始空間知識測量之前，受測者以自由回憶(free recall)的方式將四十分鐘的實驗過程中有

印象的地標以清單方式列出，不限以文字描述或繪圖記錄，用意在於速記，以便後續測驗過程中隨時可以幫助回想及參考。

表 8 地標與路徑知識測驗題目情境說明

情境編號	起點	終點(目的地)	情境說明文字
情境一	The Clowns Pocket	Burger Shot	終於結束一天的行程，回到家時朋友要來拜訪，他說在 The Clowns Pocket，還沒吃飯，你推薦他先去 Burger Shot 填飽肚子，而你已經吃飽，實在不想再出門了，於是打算用口頭描述的方式，來告訴朋友要怎麼從 <i>The Clowns Pocket</i> 走到 <i>Burger Shot</i>
情境二	The Clowns Pocket	Ammu-Nation	朋友說他暫時住在 The Clowns Pocket 的旅館，明天想去 Ammu-Nation 買槍，問你要怎麼過去？這次也打算用口頭描述的方式，來告訴朋友怎麼從 <i>The Clowns Pocket</i> 走到 <i>Ammu-Nation</i>

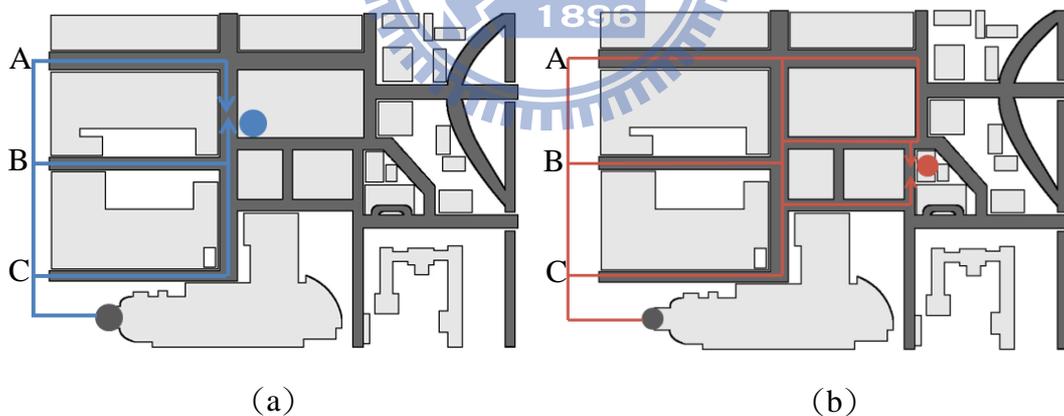


圖 26 路徑知識評分依據：路徑與轉向分析圖

*左圖(a)為情境一之路徑與轉向分析，灰色圓點為起點(The Clowns Pocket)所在位置，藍點則為情境一設定之終點 Burger Shot 的位置。藍色的路徑線條顯示，在情境一裡起點至終點的所有走法內，涉及變更方向的次數都是三次，故而情境一的路徑知識分數最高分即為三分；

右圖(b)則為情境二之路徑與轉向分析，紅點為情境二設定之終點 Ammu-Nation 的位置。紅色的路徑線條顯示，情境二裡起點至終點的所有走法內，涉及變更方向的次數有五與七次兩種，其中轉向五次的路徑有八條，而七次轉向的僅佔一條，故而五分即為情境二路徑知識分數的最高分。

在心理學中記憶的測量方法可大致分類為回憶法(recall method)與再認法(recognition method)兩大類，回憶法是根據受測者所能報告出來的項目多寡，來測量被保存在記憶系統的記憶量(Gagne, Yekovich & Yekovich, 1993)，再認法則是對受測者呈現以前學習過的以及其他無關的材料，以供其辨認的測量記憶方法。而回憶法又有自由回憶法與順序回憶法(serial recall)的區別，前者對回憶的項目與訊息資料在次序上不會加以限制，或沒有限制的必要，而是任由受試者發揮；而後者是要求受試者必須按照一定程序回憶實驗項目或訊息。顯然本研究採用自由回憶法是由於回憶的目的是在於讓受測者能夠盡量將記憶中的地標物件速記下來，沒有順序上的要求，而再認法則可能發生錯誤再認（即假記憶）的現象，並非本研究要求受測者回憶地標物件之目的。

因此，根據玩家所寫下的流程，過程中所列出之地標，確實在情境所包含的範圍內者，每寫出一個計一分，未在範圍內則不計分，即為地標知識得分。由於個人所列之地標名稱皆有差異；如下表 9 之實例內，高分組所提及的「地下停車場出口」與低分組所提及的「隧道」其實是指涉同一物件，故而這方面的認知差異則有賴在回溯訪談時，藉由側錄之影片一一由受測者再認流程內所列出的地標，以確認其所指涉的物件為何。而根據受測者針對情境一與情境二兩道題目之答題狀況，所獲得之地標知識分數加總，則為地標知識總得分。

而在路徑知識方面，玩家所寫下之流程皆包含個若干個決策點，決策點涉及方向的改變以沿著正確的路徑前往目的地。故而受測者所提及的每一個決策點皆為評分的依據，方向正確者計一分，不正確者不計分。將情境一與情境二兩題之路徑知識得分加總，即為路徑知識總得分。針對情境一與情境二做起點至目的地在路徑上的分析可以發現，由起點出發至終點之路徑雖有多種選擇（如上圖 26），但情境一轉向次數皆為三次，而情境二以五次轉向的走法最多條，故而前者之最高分為三分，後者則為五分。（流程及計分實例見下頁表 9）。

表 9 受測者情境答題流程與計分實例

	高分組實例：細節較多	低分組實例：細節較少
<p>情境一</p> <p>起點： The Clown' s Pocket</p> <p>終點： Burger Shot</p>	<p>從 The Clown' s Pocket(TCP)出來後，前方馬路種著棕櫚樹，左前方有一霓虹燈，請往右轉，到了十字路口後先不要過馬路，沿著 TCP 的圍牆走，走到底後，左手邊會是別家電的地下停車場出口，此時往左邊走（要過馬路），請走到地下停車場出口這一邊，此時再往左斜前方看，會看到 Burger Shot 的招牌，然後走進去買就對了！</p>	<p>出 The Clown' s Pocket(TCP)後右轉第一個路口左轉，看到一個隧道不要過，走隧道上方直走就會看到 Burger Shot。</p>
<p>情境二：</p> <p>起點： The Clown' s Pocket</p> <p>終點： Ammu-Nation</p>	<p>在 TCP 的門口外有一長排的棕櫚樹，走在棕櫚大道上，左手邊會有霓虹招牌，右手邊有一十字路口，請往十字路口方向走去，但不要過馬路，先沿著 TCP 的圍牆走，走到底左手邊有一地下停車場出口，請過馬路至地下停車場出口，此時左斜前方會有一家漢堡店，到了漢堡店後往前走，會有一個路口，在綠口的右斜前方有一間 Bar，先過馬路走到 Bar，Bar 前面有候車亭，到了 Bar 之後再往前走，走到路口處往右斜前方看就可以看到 Ammu-Nation 了，如果你看到有女人大腿的 Casino，就表示你走錯方向了。</p>	<p>出 TCP 又轉到第一個十字路口，左轉，直走，第二個路口左轉往前經過 Burger Shot，往前，第一個路口右轉，再往前走，看到 Old Venturas Strip，繼續走，會在你的左手邊看到一間平房，那就是 Ammu-Nation。</p>

*比較高分組與低分組，很明顯可以看出兩者之間的差異：

- (a)首先看地標知識的計分過程。高分組在情境一提及「棕櫚樹」、「霓虹燈」、「The Clown' s Pocket 的圍牆」及「地下停車場出口」等，以及情境二還提及了「Bar」、「候車亭」等，都可視為地標知識之得分；再看低分組，於情境一僅提及「隧道」，情境二僅提及「Old Venturas Strip」，細節顯然少很多，地標知識的得分也較高分組來得低。
- (b)再看路徑知識的計分過程。以情境一為例，高分組範例過了霓虹燈「右轉」與過了停車場入口「左轉」之決策皆正確，故各得一分，然而目的地 Burger Shot 位於地下停車場出口之「右斜前方」，而非該受測者所寫的「左斜前方」，故未得分。而低分組範例離開 TCP 後「右轉」過了路口「左轉」都是正確的。

2. 縱覽知識

縱覽知識的評估方法，根據 Magliano, Cohen, Allen & Rodrigue(1995)、Parush & Derman(2004)、Witmer, Bailey & Knerr(1996) 等人的研究，認為必須要求受測者指出環境中物件的所在位置，及物件間相對的方位；簡言之，欲了解縱覽知識的建構情形，即是要將個別受測者腦中抽象的認知地圖化為具體的紙本地圖。

具體的作法則參考 Billinghamurst & Weghorst(1995)的作法，在地標知識與路徑知識的測驗完成後，再依前測結果，將受測者間最常回憶起來的六個地點，製作成標示名稱與外形圖樣的小卡片(如下圖 27)。接著要求受測者直接在答案卷上將六張卡片排列出相對位置，並繪製範圍內之街道圖(sketch map)，亦將先前條列之地標依照其座落的位置標示於地圖上。目的在觀察受測者對全域之認知，藉以了解縱覽知識建構效果。最後以回溯法(retrospective method)一邊觀看側錄影片，一邊面對面訪談的方式，徹底了解玩家對選用地標的認知與描述。

依照 Billinghamurst & Weghorst 的評估方法，縱覽知識之計分方法有：地圖實用度(Map Goodness)、物件種類(Object Classes)以及物件相對位置(Relative Object Positioning)三大部分。

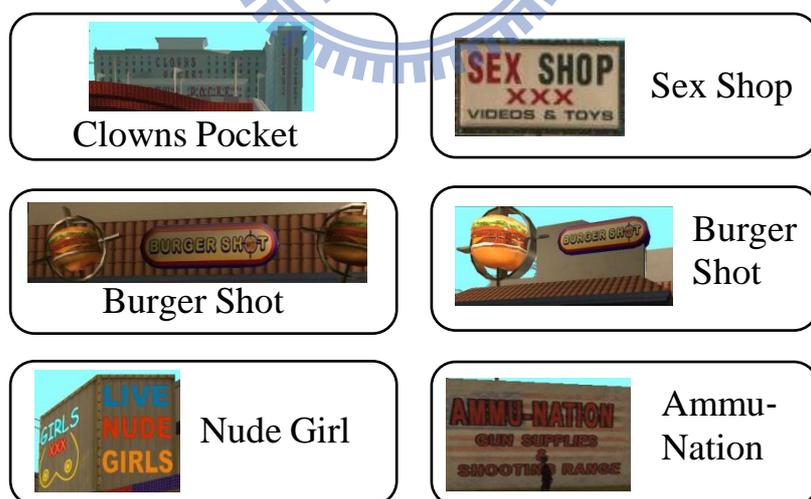


圖 27 依常見地點外觀與名稱製作之小卡片示意圖

(1) 地圖實用度(Map Goodness)

地圖實用度計分上需要至少兩名對遊戲環境充分了解，但並不知曉受測者之身分與其他相關測量方式的研究者。計分方法則依據受測者所描繪之街道圖(sketch map)來評斷：將個別受測者的繪圖技巧忽略不計，而考慮地圖能否呈現出完整的遊戲環境、物件標示的位置是否正確，且如果用以在遊戲環境中作為尋路工具，是否實用…等程度予以給分(1-3分)。

表 10 地圖實用度計分編碼員基本資料

項目	編碼員 1	編碼員 2
性別	男	女
年齡	29	26
職業	服務業	服務業
教育程度	研究所	研究所
每月可支配所得	30000	40000
動作類遊戲資歷	3年/未玩過 GTA 系列	1年/未玩過 GTA 系列

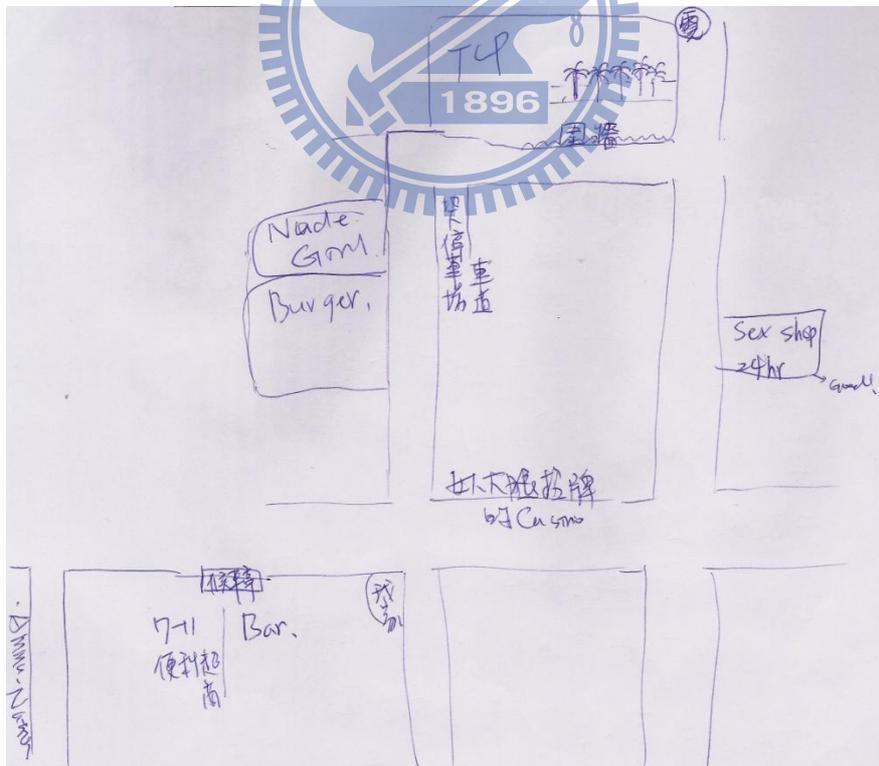


圖 28 物件種類測量：地圖繪製實例 1

物件的相對位置關係分數又分為全部物件位置得分(total object position score)與重要物件位置得分(significant object position score)兩個部分：前者將地圖上所有列出物件的位置列入計分，後者則特別針對最常被繪入地圖的六個物件之位置予以計分。物件相對位置是為了評估地圖的準確度(accuracy)，計分方式則是比較各物件之相對位置，若位置正確計一分，未正確則不計分，如上圖 29 中，各物件相對位置皆正確，唯有 Ammu-Nation 與 Burger Shot 的位置有誤，Ammu-Nation 並不在 7-11 便利超商的正對面，而是斜對面之路口，而 Burger Shot 與「X」符號所表示之圍牆也並非在同一條巷道內，故這兩個物件項目未計分。

(4) 回溯訪談

回溯訪談之目的，主要是為了正確了解個別受測者於實驗刺激後在自由回憶、流程描述以及繪製地圖的過程所指涉的地標物件，藉由重新觀看側錄影片的方式加以確認，受測者自陳對各地標之印象與記憶之原因，並且由實驗者從旁補充問題，例如藉著詢問：「若在環境中迷路，會選擇該地標為一個重新出發的起點嗎？」來確認地標可親性性質。實際受測者受訪例子如下：

其中一位受測者對存檔折返點 The Clown's Pocket 旁一塊大型工地有印象，其描述為：

「...工地的範圍很大，在工地的另一邊有一個入口，從入口看進去可以看到很多堆滿的木箱。而且這一段路我經過了很多次(注：因為進入存檔點前一定會先經過這塊工地) ...」

依照該受測者對這塊工地的描述，因為指出其「範圍很大」，且「經過了很多次」，故在種類上符合地區型地標與節點型地標定義，而性質則因「堆滿木箱」吸引其注意，偏向於視覺性。

又如許多受測者對出發點門口的賭場存有印象，常描述為：

「一出門就看到了，經過很多次，而且賭場招牌那個“Casino”字很大。」

「...對我而言，從家門口一出來的十字路口有一間很大的Casino，因為很亮很鮮豔，所以我自己認為那邊是精華區。」

「因為任務裡面要我去一家酒吧，所以我一直在賭場附近繞，我以為酒吧應該會在賭場裡面，或者附近...」

這三種描述方式各自顯示出不同的人對於同一個地標可能也有不同的解讀；第一個描述的是「很大」且「經過很多次」，具有視覺奇異性的節點型地標，第二位描述的則是「很亮很鮮豔」、「對我而言是精華區」，屬於有視覺奇異性的地區型地標，而第三位所描述的是「因為要找酒吧，酒吧應該在賭場附近」、「繞了很多次」，為有認知內容性的節點型地標。

因此在訪談過程中，實驗者便會根據受測者的陳述勾選符合的地標種類與性質。隨後，實驗者會對受測者說明表格內各地標種類與性質之內涵。受測者再依自身對記憶中地標物件的理解，針對實驗者所勾選項目的符合程度給予計分，藉此兩方對每一個地標的種類與性質的理解可以獲得一個共識。訪談表格詳見附件四。



四、資料分析

本研究以 SPSS 17.0 視窗版套裝軟體為資料分析工具，所使用的統計方法包括描述性統計分析、獨立樣本t檢定、單因子變異數分析(one-way ANOVA)…等。本章共分三節，第一節討論樣本的敘述統計，第二節為各實驗組別的敘述統計，第三節驗證本研究的假設檢驗。

4.1 樣本敘述統計

本研究在交通大學與網路進行非隨機便利抽樣，發送問卷，共有 137 名受測者參與問卷填答。剔除 50 位空間能力與尋路策略為中間值之無效樣本(包括：空間能力依分數計算結果取得分排名前後 33%者，共 90 人，分為「高空間能力組」與「低空間能力組」；尋路策略則扣除「地標策略傾向」分數減「縱覽策略傾向」分數為零者)，與中途因故無法完成實驗或已經具有「GTA:SA」遊戲經驗的受測者 27 人。

總計本研究有效樣本共 60 人，四個實驗組(HSA/LWS、HSA/SWS、LSA/LWS、LSA/SWS)參與實驗人數分別為 15 人、15 人、15 人與 15 人，每組之男、女比例皆相同(約 2:1)，平均年齡為 27 歲，教育程度則為大學生至研究所碩士班以上。詳細受測者資訊結構請見表 11。

表 11 樣本結構資訊

尋路策略傾向	空間能力	每組人數	樣本結構
地標型策略傾向	高空間能力	男：10 人 女：5 人	<u>平均年齡</u> 27 歲
	低空間能力	男：10 人 女：5 人	
縱覽型策略傾向	高空間能力	男：10 人 女：5 人	<u>教育程度</u> 大學至碩士
	低空間能力	男：9 人 女：6 人	
總計人數		60 人	<u>性別比例</u> 男：65% 女：35%

4.2 各組描述統計分析

本研究以「空間能力」的高低與「個人尋路策略傾向」之差異為自變項，共分為「高空間能力(HSA)/地標策略傾向(LWS)」、「高空間能力(HSA)/縱覽策略傾向(SWS)」、「低空間能力(LSA)/地標策略傾向(LWS)」以及「低空間能力(LSA)/縱覽策略傾向(SWS)」四個實驗組。另外，本研究所探討的兩個依變項則分別是「空間知識」，其中包含：「地標知識」、「路徑知識」與「縱覽知識」，三者分別依實驗後之不同測驗得分高低來評估知識建構的情形；另一依變項為「地標使用」的情形，其中包含：地標的種類（要件）與地標的性質兩大部分。以下分別以描述統計分析中的平均數及標準差描述各組間的情況。

4.2.1 空間知識分析

在受測者的空間知識測量方面，地標知識以 LWS/HSA(地標型策略傾向/高空間能力)組最高，平均分數為 4.27 分；最低組則為 LWS/LSA(地標型策略傾向/低空間能力)組，平均得分為 2.67 分。路徑知識則以 SWS/HSA(縱覽型策略傾向/高空間能力)組平均最高，為 7.69 分，而以 LWS/LSA(地標型策略傾向/低空間能力)組最低，平均分數為 2.80 分。最後，在縱覽知識方面，得分最高的組別是 SWS/LSA(縱覽型策略傾向/低空間能力)組，平均得分為 21.06 分，最低組則為 SWS/HSA(縱覽型策略傾向/高空間能力)組，平均為 16.63 分。

由此可知，LWS/LSA(地標型策略傾向/低空間能力)組無論在地標知識或路徑知識的建構上都較其他三組來得差。各組之平均數與標準差請見下表 12。

表 12 各組之空間知識的平均數與標準差

組別 分數值		LWS/HSA	SWS/HSA	LWS/LSA	SWS/LSA
		地標知識	平均數	4.27	4.19
	標準差	2.28	1.33	1.35	3.76
路徑知識	平均數	3.20	7.69	2.80	4.78
	標準差	2.48	2.18	1.82	2.78
縱覽知識	平均數	16.90	16.63	17.60	21.06
	標準差	5.53	4.73	5.09	9.14

4.2.2 地標使用情形分析

地標使用的情形又分為使用的地標種類，以及使用地標時注意的性質兩方面。

在受測者使用的地標種類方面，路徑類的地標由 SWS/HSA (縱覽型策略傾向/高空間能力) 組使用得最多，平均為 0.75，使用最少的是 SWS/LSA (縱覽型策略傾向/低空間能力) 組。邊緣類的地標則由 LWS/LSA (地標型策略傾向/低空間能力) 組用得最多，平均為 1.60，而使用得最少的是 SWS/HSA (縱覽型策略傾向/高空間能力) 組，平均為 0.44。地區類地標以 LWS/HSA (地標型策略傾向/高空間能力) 組使用最多，平均為 2.57，使用得最少的是 SWS/LSA (縱覽型策略傾向/低空間能力) 組，平均為 1.61。節點類地標以 LWS/LSA (地標型策略傾向/低空間能力) 組使用得最多，平均為 2.59，而以 LWS/HSA (地標型策略傾向/高空間能力) 組使用得最少，平均為 1.44。最後，地標類的地標使用得最多的是 SWS/LSA (縱覽型策略傾向/低空間能力) 組，平均為 2.68，使用得最少的是 LWS/LSA (地標型策略傾向/低空間能力) 組，平均為 2.07。此外，路徑(0.39)與邊緣(0.80)類的地標整體平均相較其他三種地標(地區：2.29；節點：2.24；地標：2.44)而言較低，顯示地區類、節點類與地標類的地標為全數受測者最常使用的地標。下表 13 為各組之平均數與標準差。

表 13 各組之地標種類的平均數與標準差

		組別				
		LWS/HSA	SWS/HSA	LWS/LSA	SWS/LSA	
地標種類	路徑	Mean	0.60	0.75	0.00	0.22
		S. D.	1.24	1.34	0.00	0.65
	邊緣	Mean	0.67	0.44	1.60	0.56
		S. D.	1.18	0.94	1.55	1.10
	地區	Mean	2.57	2.53	2.55	1.61
		S. D.	0.67	0.58	0.24	1.32
	節點	Mean	1.44	2.34	2.59	2.52
		S. D.	0.79	0.77	0.27	0.52
	地標	Mean	2.51	2.44	2.07	2.68
		S. D.	0.43	0.47	0.77	0.35

N	15	15	15	15
---	----	----	----	----

在受測者使用地標時注意的性質方面，LWS/LSA（地標型策略傾向/低空間能力）組最容易注意地標的視覺性，平均為 2.90，最不注意的是 SWS/HSA（縱覽型策略傾向/高空間能力）組，平均為 1.81。LWS/LSA（地標型策略傾向/低空間能力）組最容易注意地標的結構性，平均為 2.76，最不注意該性質的是 LWS/HSA（地標型策略傾向/高空間能力）組，平均為 2.05。LWS/LSA（地標型策略傾向/低空間能力）組最容易注意地標的認知性，平均為 2.21，最不注意該性質的是 SWS/HSA（縱覽型策略傾向/高空間能力）組，平均為 1.35。LWS/LSA（地標型策略傾向/低空間能力）組最容易注意遠距的地標，平均為 1.60，最不注意該性質的是 SWS/LSA（縱覽型策略傾向/低空間能力）組，平均為 0.50。此外，遠距地標之整體平均為 1.02，較其他三種性質為低（視覺性：2.50；結構性：2.46；認知性：1.59），顯示遠距地標吸引受測者注意力的效果較為不彰。下表 14 為各組之平均數與標準差。

表 14 各組之地標性質的平均數與標準差

組別		LWS/HSA	SWS/HSA	LWS/LSA	SWS/LSA	
		分數值				
地標性質	視覺性	Mean	2.44	1.81	2.90	2.83
		S. D.	0.49	1.00	0.11	0.18
	結構性	Mean	2.05	2.59	2.76	2.43
		S. D.	0.68	0.38	0.28	0.42
	認知性	Mean	1.46	1.35	2.21	1.39
		S. D.	0.67	0.67	0.79	0.65
	遠距	Mean	1.00	1.08	1.60	0.50
		S. D.	1.22	0.65	1.06	0.73
	N		15	15	15	15

4.3 假設驗證

4.3.1 研究問題一驗證

本研究之研究問題有四，分別衍生出共 27 個假設。下面將一一詳盡解釋。

Q1：空間能力的高低，對於玩家的地標使用與空間知識建構是否有影響？

研究問題一衍生出假設 1 至假設 5 前五個假設，分別驗證如下：

1. 假設 1 驗證

本研究的假設 1 以獨立樣本 t 檢定檢驗之，虛無假設與對立假設分別為：

H₁₀: 空間能力高的玩家，其地標使用種類與空間能力低的玩家間沒有顯著差異。

H₁₁: 空間能力高的玩家，其地標使用種類與空間能力低的玩家間有顯著差異。

在平均數考驗方法中，母體的標準差是否已知，有不同的處理模式：當母體的標準差已知時，可基於常態分配的假設使用 **Z 考驗**。但是當母群標準差未知時，抽樣分配的標準誤必須由樣本標準差來推估，因此可能因為樣本過小而造成偏誤，需使用 **t 檢定** 來進行考驗。

由於 t 分配隨著自由度的改變而改變，當 **n 大於 30** 時，t 分配與 Z 分配即十分接近，使用 t 考驗其實涵蓋了 Z 考驗的應用。因此，在資料分析實務，多以 t 考驗來進行單樣本的平均數考驗或平均數的差異檢定。

在多母數的平均數考驗中，不同的平均數進行相互比較。不同的平均數可能來自不同的樣本，亦有可能來自同一個樣本的同一群人，或是具有配對關係的不同樣本…等。根據機率原理，平均數來自於不同的隨機獨立樣本，兩個樣本的抽樣機率亦相互獨立。

t 考驗有兩個基本假設，其一是**常態性假設**(assumption of normality)，其二是**變異數的同質性假設**(homogeneity of variance)。前

者在樣本數不足時，無法符合常態分配的要求，會導致整個統計考驗失效，得到的結果便會偏失且不可信。後者要求每一個樣本都必須具有相似的離散狀況，也就是樣本的變異數必須具有同質性，稱為變異數的同質性假設。如果樣本的變異數不同質，表示兩個樣本在平均數之外，另外存有變異的來源，或是由於抽樣程序的干擾，兩個印本有不同的抽樣特性，致使資料的離散性呈現不同質的情況。變異數同質性假設若不能成立，會使得平均數的比較存有混淆因素。

兩個獨立樣本變異數同質性假設是否違反，可以利用 **Levene's test of homogeneity**，以變異數分析(F test)的概念，來計算兩個樣本的變異數比值，若 F 檢定達到顯著水準，表示兩個樣本的變異數不同值，必須使用校正公式來計算 t 值。

由下表 15 可知，空間能力高與低兩個樣本，在路徑類($t=-2.29$, $^*p=.028<.05$)、地區類 ($t=-2.27$, $^*p=.027<.05$) 與節點類 ($t=3.81$, $^{***}p=.000<.001$) 三個地標種類上有顯著差異。故拒絕 H_0 ，表示空間能力高與空間能力低的玩家在地標種類的使用上有顯著差異，而高空間能力者較仰賴路徑類與地區類地標，低空間能力者較仰賴節點類地標。

表 15 空間能力與地標種類的獨立樣本 t 檢定

地標種類	空間能力	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
路徑	高	30	0.60	1.22	-2.29	.028*
	低	30	0.07	0.37		
邊緣	高	30	0.57	1.06	1.74	.087
	低	30	1.13	1.43		
地區	高	30	2.55	0.63	-2.27	.027*
	低	30	2.04	1.05		
節點	高	30	1.87	0.88	3.81	.000***
	低	30	2.55	0.42		
地標	高	30	2.49	0.44	-.70	.485
	低	30	2.39	0.67		

(* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$)

2. 假設 2 驗證

本研究的假設 2 以獨立樣本 t 檢定檢驗之，虛無假設與對立假設分別為：

H2₀: 空間能力高的玩家，其注意之地標性質與空間能力低的玩家沒有顯著差異。

H2₁: 空間能力高的玩家，其注意之地標性質與空間能力低的玩家有顯著差異。

由下表 16 可知，空間能力高與低兩個樣本，在地標的視覺性 ($t=-4.70$, $^{***}p=.000<.001$)、結構性 ($t=2.28$, $^*p=.028<.05$)與認知性 ($t=-2.26$, $^*p=.028<.05$)三種性質上有顯著差異。故拒絕 H3₀，表示空間能力高與空間能力低的玩家在地標性質的注意上有顯著差異，且三種性質的注意程度都以高空間能力者為多。

表 16 空間能力與地標性質的獨立樣本 t 檢定

地標性質	空間能力	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
視覺性	高	30	2.11	0.86	-4.70	.000 ^{***}
	低	30	2.86	0.16		
結構性	高	30	2.32	0.61	2.28	.028 [*]
	低	30	2.62	0.36		
認知性	高	30	1.41	0.67	-2.26	.028 [*]
	低	30	1.84	0.79		
遠距	高	30	1.08	0.95	0.96	.923
	低	30	1.05	1.05		

(* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$)

3. 假設 3 驗證

本研究的假設 3 以獨立樣本 t 檢定檢驗之，虛無假設與對立假設分別為：

H3₀: 空間能力高的玩家，其空間知識中的地標知識建構較低空間能力者為劣。

H3₁: 空間能力高的玩家，其空間知識中的地標知識建構較低空間能力者為佳。

由下表 17 可知，空間能力高與低兩個樣本的平均數各為 3.30 與 2.83，變異數同質性的 Levene 檢定未達顯著 ($F=2.287, p=.136>.05$)，表示兩個樣本的離散情形無明顯差別。由假設變異數相等的 t 值與顯著性，發現考驗結果未達顯著，故接受 H_{30} ，表示空間能力高與空間能力低的玩家在地標知識的建構上並無顯著差異 ($t=1.205, p=.233>.05$)。

表 17 空間能力與地標知識的獨立樣本 t 檢定

空間知識	空間能力	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
地標知識	高	30	3.30	1.26	1.205	.233
	低	30	2.83	1.70		

(* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$)

4. 假設 4 檢驗

本研究的假設 4 以獨立樣本 t 檢定檢驗之，虛無假設與對立假設分別為：

H₄₀: 空間能力高的玩家，其空間知識中的路徑知識建構較低空間能力者為劣。

H₄₁: 空間能力高的玩家，其空間知識中的路徑知識建構較低空間能力者為佳。

由下表 18 可知，空間能力高與低兩個樣本的平均數各為 5.23 與 3.60，變異數同質性的 Levene 檢定達到顯著 ($F=8.703, p=.005>.05$)，表示兩個樣本的離散情形有明顯差別。由假設變異數不相等的 t 值與顯著性，發現考驗結果達到顯著，故拒絕 H_{40} ，表示空間能力高與空間能力低的玩家在地標知識的建構上具有顯著差異 ($t=2.470, p=.017<.05$)，且比較平均數後，高空間能力者之路徑知識表現確實較低空間能力者為高。

表 18 空間能力與路徑知識的獨立樣本 t 檢定

空間知識	空間能力	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
路徑知識	高	30	5.23	3.07	2.470	.017*
	低	30	3.60	1.92		

(* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$)

5. 假設 5 檢驗

本研究的假設 5 以獨立樣本 t 檢定檢驗之，虛無假設與對立假設分別為：

H₅₀: 空間能力高的玩家，其空間知識中的縱覽知識建構較低空間能力者為劣。

H₅₁: 空間能力高的玩家，其空間知識中的縱覽知識建構較低空間能力者為佳。

由下表 19 可知，空間能力高與低兩個樣本的平均數各為 20.60 與 23.61，變異數同質性的 Levene 檢定達顯著 ($F=.925, p=.340 < .05$)，表示兩個樣本的離散情形有明顯差別。由假設變異數不相等的 t 值與顯著性，發現考驗結果達到顯著，故拒絕 H₅₀，表示空間能力高與空間能力低的玩家在縱覽知識的建構上確實有顯著差異 ($t=-2.727, p=.008 > .05$)。

表 19 空間能力與縱覽知識的獨立樣本 t 檢定

空間知識	空間能力	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
縱覽知識	高	30	19.93	6.77	-2.727	.008**
	低	30	24.73	6.86		

(* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$)

4.3.2 研究問題二驗證

Q2：尋路策略傾向的差異，對於玩家的地標使用與空間知識建構是否有影響？

研究問題二衍生出假設 6 至假設 10 共五個假設，分別驗證如下：

1. 假設 6 驗證

本研究的假設 6 以獨立樣本 t 檢定檢驗之，虛無假設與對立假設分別為：

H6₀：縱覽型策略傾向玩家所使用的地標種類與地標型策略傾向者沒有顯著差異。

H6₁：縱覽型策略傾向玩家所使用的地標種類與地標型策略傾向者有顯著差異。

由下表 20 可知，縱覽型策略傾向與地標型策略傾向兩個樣本，在地區類($t=-2.37$, $*p=.023<.05$)、節點類($t=2.04$, $*p=.046<.05$)與地標類($t=2.10$, $*p=.040<.05$)三個地標種類上有顯著差異。故拒絕 H6₀，表示縱覽型策略傾向與地標型策略傾向的玩家在地標種類的使用上有顯著差異，而縱覽型策略傾向者較仰賴節點類與地標類地標，地標型策略傾向者較仰賴地區類地標。

表 20 尋路策略與地標種類的獨立樣本 t 檢定

地標種類	尋路策略	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
路徑	縱覽型	30	0.37	0.96	.275	.785
	地標型	30	0.30	0.92		
邊緣	縱覽型	30	0.57	1.06	-1.74	.087
	地標型	30	1.13	1.43		
地區	縱覽型	30	2.03	1.11	-2.37	.023*
	地標型	30	2.56	0.50		
節點	縱覽型	30	2.41	0.67	2.04	.046*
	地標型	30	2.02	0.82		
地標	縱覽型	30	2.59	0.42	2.10	.040*
	地標型	30	2.29	0.65		

(* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$)

2. 假設 7 驗證

本研究的假設 7 以獨立樣本 t 檢定檢驗之，虛無假設與對立假設分別為：

- H7₀: 縱覽型策略傾向玩家所注意之地標性質與地標型策略傾向者沒有顯著差異。
H7₁: 縱覽型策略傾向玩家所注意之地標性質與地標型策略傾向者有顯著差異。

由下表 21 可知，縱覽型策略傾向與地標型策略傾向兩個樣本，僅在認知性($t=-2.16$, $*p=.035<.05$)三種性質上有顯著差異。故拒絕 H7₀，表示縱覽型策略傾向與地標型策略傾向的玩家在地標性質的注意上有顯著差異，且以地標型策略傾向者注意地標的認知性為多。

表 21 尋路策略與地標性質的獨立樣本 t 檢定

地標性質	尋路策略	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
視覺性	縱覽型	30	2.30	0.89	-2.02	.050
	地標型	30	2.67	0.42		
結構性	縱覽型	30	2.54	0.38	.975	.335
	地標型	30	2.41	0.62		
認知性	縱覽型	30	1.42	0.64	-2.16	.035*
	地標型	30	1.83	0.82		
遠距	縱覽型	30	0.83	0.74	-1.89	.064
	地標型	30	1.30	1.16		

(* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$)

3. 假設 8 檢驗

本研究的假設 8 以獨立樣本 t 檢定檢驗之，虛無假設與對立假設分別為：

- H8₀: 縱覽型策略傾向玩家之地標知識建構優於地標型策略傾向者。
H8₁: 縱覽型策略傾向玩家之地標知識建構劣於地標型策略傾向者。

由下表 22 可知，在地標知識的建構上，縱覽型策略傾向與地標型策略傾向兩個樣本的平均數各為 2.63 與 3.50，變異數同質性的 Levene 檢定達到顯著 ($F=8.382, p=.005 < .05$)，表示兩個樣本的離散情形有明顯差別。由假設變異數不相等的 t 值與顯著性，發現考驗結果達到顯著，故拒絕 H_{80} ，表示縱覽型策略傾向的玩家與地標型策略傾向者在地標知識的建構上有顯著差異 ($t=2.310, p=.026 < .05$)，且比較平均數之結果，地標型策略傾向者確實高於縱覽型策略傾向者。

表 22 尋路策略與地標知識的獨立樣本 t 檢定

空間知識	尋路策略	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
地標知識	地標型	30	3.50	.94	2.310	.026*
	縱覽型	30	2.63	1.83		

(* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$)

4. 假設 9 檢驗

本研究的假設 9 以獨立樣本 t 檢定檢驗之，虛無假設與對立假設分別為：

H_{90} : 縱覽型策略傾向玩家之路徑知識建構劣於地標型策略傾向者。

H_9 : 縱覽型策略傾向玩家之路徑知識建構優於地標型策略傾向者。

由下表 23 可知，在路徑知識的建構上，縱覽型策略傾向與地標型策略傾向兩個組別的平均數各為 5.23 與 3.20，變異數同質性的 Levene 檢定未達到顯著 ($F=3.553, p=.064 > .05$)，表示兩個樣本的離散情形無明顯差別。由假設變異數相等的 t 值與顯著性，發現考驗結果達到顯著，故拒絕 H_{90} ，表示在縱覽型策略傾向的玩家與地標型策略傾向者在路徑知識的建構上具有顯著差異 ($t=2.470, p=.017 < .05$)，且比較平均數後，縱覽型策略傾向者的路徑知識表現確實較地標型策略傾向者為高，故根據上述獨立樣本 t 檢定來驗證。

表 23 尋路策略與路徑知識的獨立樣本 t 檢定

空間知識	尋路策略	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
路徑知識	地標型	30	3.20	1.95	-3.940	.000***
	縱覽型	30	5.63	2.76		

(* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$)

5. 假設 10 檢驗

本研究的假設 10 以獨立樣本 t 檢定檢驗之，虛無假設與對立假設分別為：

H10₀: 縱覽型策略傾向玩家之縱覽知識建構劣於地標型策略傾向者。

H10₁: 縱覽型策略傾向玩家之縱覽知識建構優於地標型策略傾向者。

由下表 24 可知，在縱覽知識的建構上，縱覽型策略傾向與地標型策略傾向兩個組別的平均數各為 24.75 與 19.72，變異數同質性的 Levene 檢定達到顯著 ($F=7.136$, $p=.010 < .05$)，表示兩個樣本的離散情形有明顯差別。由假設變異數不相等的 t 值與顯著性，發現考驗結果達到顯著，故拒絕 H10₀，表示在縱覽型策略傾向的玩家與地標型策略傾向者在縱覽知識的建構上具有顯著差異 ($t=-3.010$, $p=.004 < .05$)，且比較平均數後，縱覽型策略傾向者的縱覽知識表現確實較地標型策略傾向者為高。

表 24 尋路策略與縱覽知識的獨立樣本 t 檢定

空間知識	尋路策略	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
縱覽知識	地標型	30	19.72	4.99	-3.010	.004**
	縱覽型	30	24.75	8.11		

(* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$)

4.3.3 研究問題三驗證

Q3：空間能力與尋路策略傾向，兩者的交互關係如何影響地標使用與空間知識建構？

研究問題三衍生出假設 11 至假設 20 共十個假設，分別驗證如下：

1. 假設 11 驗證

使用獨立樣本 t 檢定來檢驗本研究的假設 11，虛無假設與對立假設分別為：

H11₀：地標型策略傾向的玩家，不會因空間能力之高低不同而影響其使用的地標種類。

H11₁：地標型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其使用的地標種類。

由下表 25 可知，在地標型策略傾向組內的玩家，空間能力高與低，會顯著影響節點類 ($t=-5.31$, $^{***}p=.000<.001$) 地標上的使用。故拒絕 H11₀，表示空間能力高與低會顯著影響地標型策略傾向的玩家在節點類地標上的使用，而以低空間能力者較為仰賴。

表 25 地標型策略傾向玩家其空間能力與地標種類的獨立樣本 t 檢定

地標種類	空間能力	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
路徑	高	15	0.60	1.24	1.87	.082
	低	15	0.00	0.00		
邊緣	高	15	0.67	1.18	-1.85	.074
	低	15	1.60	1.55		
地區	高	15	2.57	0.67	0.07	.949
	低	15	2.55	0.24		
節點	高	15	1.44	0.79	-5.31	.000 ^{***}
	低	15	2.59	0.27		
地標	高	15	2.51	0.43	1.96	.061
	低	15	2.07	0.77		

(* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$)

2. 假設 12 驗證

在此利用獨立樣本 t 檢定來檢驗假設 12 之效果，虛無假設與對立假設分別為：

H12₀: 地標型策略傾向的玩家，不會因空間能力之高低不同而影響其注意到的地標性質。

H12₁: 地標型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其注意到的地標性質。

由下表 26 可知，對地標型策略傾向的玩家而言，空間能力高與低兩個樣本，在地標的視覺性($t=-3.58$, $**p=.003<.01$)、結構性($t=-3.79$, $*p=.001<.05$)與認知性($t=-2.78$, $*p=.010<.05$)三種性質上有顯著差異。故拒絕 H12₀，表示空間能力高低對地標型策略傾向的玩家在地標性質的注意上有顯著影響，且三種性質的注意程度都以低空間能力者為多。

表 26 地標型策略傾向的玩家其空間能力與地標性質的獨立樣本 t 檢定

地標性質	空間能力	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
視覺性	高	15	2.44	0.49	-3.58	.003**
	低	15	2.90	0.11		
結構性	高	15	2.05	0.68	-3.79	.001*
	低	15	2.76	0.28		
認知性	高	15	1.46	0.67	-2.78	.010*
	低	15	2.21	0.79		
遠距	高	15	1.00	1.22	-1.44	.162
	低	15	1.60	1.06		

(* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$)

3. 假設 13 驗證

在此使用獨立樣本 t 檢定來檢驗本研究的假設 13，虛無假設與對立假設分別為：

H13₀: 地標型策略傾向的玩家，不會因空間能力之高低不同而影響其地標知識的建構。

H13₁: 地標型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其地標知識的建構。

由下表 27 可知，首先採 Levene 事前檢定 ($F=.680, p=.417>.05$) 無顯著差異，符合變異數同質檢定。接著由 t 檢定發現，尋路策略達成顯著 ($t=1.82, p=.079>.05$)，故接受 H13₀，顯示地標型策略傾向的玩家之地標知識建構，不因空間能力高低之不同而有顯著差異。

表 27 地標型策略傾向者之空間能力與地標知識的獨立樣本 t 檢定

空間知識	空間能力	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
地標知識	高	15	3.80	0.94	1.82	.079
	低	15	3.20	0.86		

(* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$)

4. 假設 14 檢驗

使用獨立樣本 t 檢定來檢驗本研究的假設 14，虛無假設與對立假設分別為：

H14₀: 地標型策略傾向的玩家，不會因空間能力之高低不同而影響其路徑知識的建構。

H14₁: 地標型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其路徑知識的建構。

由下表 28 可知，首先採 Levene 事前檢定 ($F=7.342, p=.011<.05$) 有顯著差異，不符合變異數同質檢定。接著由 t 檢定發現，尋路策略未達到顯著 ($t=-.37, p=.716>.05$)，故接受 H14₀，顯示地標型策略傾向的玩家，其路徑知識的建構並不受空間能力高低之影響。

表 28 高空間能力下，尋路策略與路徑知識的獨立樣本 t 檢定

空間知識	空間能力	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
路徑知識	高	15	3.07	2.40	-.37	.716
	低	15	3.33	1.45		

(* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$)

5. 假設 15 驗證

使用獨立樣本 t 檢定來檢驗本研究的假設 15，虛無假設與對立假設分別為：

H15₀: 地標型策略傾向的玩家，不會因空間能力之高低不同而影響其縱覽知識的建構。

H15₁: 地標型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其縱覽知識的建構。

由下表 29 可知，首先採 Levene 事前檢定 ($F=4.449, p=.044 < .05$) 有顯著差異，不符合變異數同質檢定。接著由 t 檢定發現，尋路策略未達顯著 ($t=.415, p=.683 > .05$)，故接受 H15₀，顯示地標型策略傾向的玩家，其縱覽知識的建構，並不因空間能力之高低而有顯著不同。

表 29 地標型策略傾向玩家之空間能力與縱覽知識的獨立樣本 t 檢定

空間知識	空間能力	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
縱覽知識	高	15	20.10	6.57	.415	.683
	低	15	19.33	2.86		

(* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$)

6. 假設 16 驗證

使用獨立樣本 t 檢定來檢驗本研究的假設 16，虛無假設與對立假設分別為：

H16₀: 縱覽型策略傾向的玩家，不會因空間能力之高低不同而影響其使用的地標種類。

H16₁: 縱覽型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其使用的地標種類。

由下表 30 可知，在縱覽型策略傾向組內的玩家，空間能力高與低，僅顯著影響地區類 ($t=-5.31, ***p=.000 < .001$) 地標上的使用。故拒絕 H11₀，表示空間能力高與低會顯著影響地標型策略傾向的玩家在地區類地標上的使用，而以高空間能力者較低空間能力者為仰賴。

表 30 縱覽型策略傾向玩家其空間能力與地標種類的獨立樣本 t 檢定

地標種類	空間能力	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
路徑	高	15	0.60	1.24	1.34	.195
	低	15	0.13	0.52		
邊緣	高	15	0.47	0.96	-0.51	.613
	低	15	0.67	1.18		
地區	高	15	2.53	0.60	2.73	.013*
	低	15	1.53	1.29		
節點	高	15	2.30	0.77	-0.90	.376
	低	15	2.52	0.54		
地標	高	15	2.47	0.47	-1.62	.118
	低	15	2.71	0.33		

(*p<.05 **p<.01 ***p<.001)

7. 假設 17 驗證

使用獨立樣本 t 檢定來檢驗本研究的假設 17，虛無假設與對立假設分別為：

H17₀: 縱覽型策略傾向的玩家，不會因空間能力之高低不同而影響其注意到的地標性質。

H17₁: 縱覽型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其注意到的地標性質。

由下表 31 可知，對縱覽型策略傾向的玩家而言，空間能力高與低兩個樣本，在地標的視覺性(t=-3.58, **p=.003<.01)與遠距地標(t=-2.78, *p=.010<.05)兩種性質上有顯著差異。故拒絕 H17₀，表示空間能力高低對縱覽型策略傾向的玩家在地標性質的注意上有顯著影響，且視覺性的注意程度以低空間能力者為多，而遠距地標則相反，注意程度以高空間能力者為多。

表 31 縱覽型策略傾向的玩家其空間能力與地標性質的獨立樣本 t 檢定

地標性質	空間能力	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
視覺性	高	15	1.79	1.03	-3.81	.002**
	低	15	2.82	0.18		
結構性	高	15	2.60	0.39	0.92	.364
	低	15	2.47	0.38		
認知性	高	15	1.37	0.68	-0.44	.661
	低	15	1.48	0.61		
遠距	高	15	1.15	0.60	2.65	.013*
	低	15	0.50	0.73		

(*p<.05 **p<.01 ***p<.001)

8. 假設 18 驗證

在此使用獨立樣本 t 檢定來檢驗本研究的假設 18，虛無假設與對立假設分別為：

- H18₀: 縱覽型策略傾向的玩家，不會因空間能力之高低不同而影響其地標知識的建構。
- H18₁: 縱覽型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其地標知識的建構。

由下表 32 可知，首先採 Levene 事前檢定 ($F=2.241, p=.146>.05$) 無顯著差異，符合變異數同質檢定。接著由 t 檢定發現，尋路策略並未達成顯著 ($t=0.49, p=.626>.05$)，故接受 H13₀，顯示縱覽型策略傾向的玩家之地標知識建構，不因空間能力高低之不同而有顯著差異。

表 32 地標型策略傾向者之空間能力與地標知識的獨立樣本 t 檢定

空間知識	空間能力	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
地標知識	高	15	2.80	1.37	0.49	.626
	低	15	2.47	2.23		

(*p<.05 **p<.01 ***p<.001)

9. 假設 19 檢驗

使用獨立樣本 t 檢定來檢驗本研究的假設 19，虛無假設與對立假設分別為：

- H19₀: 縱覽型策略傾向的玩家，不會因空間能力之高低不同而影響其路徑知識的建構。
- H19₁: 縱覽型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其路徑知識的建構。

由下表 33 可知，首先採 Levene 事前檢定 ($F=1.74, p=.198 > .05$) 無顯著差異，符合變異數同質檢定。接著由 t 檢定發現，尋路策略達到顯著 ($t=4.54, ***p=.000 < .05$)，故拒絕 H14₀，顯示縱覽型策略傾向的玩家，其路徑知識的建構受空間能力高低之顯著影響，且高空間能力者之路徑知識建構較完整。

表 33 高空間能力下，尋路策略與路徑知識的獨立樣本 t 檢定

空間知識	空間能力	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
路徑知識	高	15	7.40	1.92	4.54	.000***
	低	15	3.87	2.33		

(* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$)

10. 假設 20 驗證

使用獨立樣本 t 檢定來檢驗本研究的假設 20，虛無假設與對立假設分別為：

- H20₀: 縱覽型策略傾向的玩家，不會因空間能力之高低不同而影響其縱覽知識的建構。
- H20₁: 縱覽型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其縱覽知識的建構。

由下表 34 可知，首先採 Levene 事前檢定 ($F=0.09, p=.773 > .05$) 無顯著差異，符合變異數同質檢定。接著由 t 檢定發現，尋路策略達顯著 ($t=-4.53, ***p=.000 < .05$)，故拒絕 H15₀，顯示縱覽型策略傾向的玩家，其縱覽知識的建構，受空間能力高低之影響而有顯著不同，且低空間能力者之縱覽知識建構較完整。

表 34 縱覽型策略傾向玩家之空間能力與縱覽知識的獨立樣本 t 檢定

空間知識	空間能力	個數	平均數	標準差	t 值	p 值
縱覽知識	高	15	19.77	7.20	-4.53	.000***
	低	15	30.13	5.19		

(*p<.05 **p<.01 ***p<.001)



4.3.4 研究問題四驗證

Q4：地標使用的情形，與空間知識建構之關係為何？

1. 假設 21 驗證

本研究之假設 21，由於地標種類共有五種，分組上超過兩組，故使用獨立樣本單因子變異數分析(one-way ANOVA)來檢定。其虛無假設與對立假設為：

H21₀：地標使用的種類不同，地標知識的建構並無不同。

H21₁：地標使用的種類不同，地標知識的建構也不同。

平均數考驗在統計學上有許多種不同的變形，主要的差別在於類別變項的數目與水準數。當只有一個類別變項存在，且該類別變項是只有兩個水準的二分變項時，平均數的差異檢定稱為雙母數平均數考驗，適用 Z 或 t 考驗。但如果類別變項的內容超過兩種水準，統計考驗的母群體超過兩個，亦即研究者所要比較的樣本數超過兩個，此時一次指能比較兩個平均數的 Z 考驗或 t 考驗即不適用，而需要一種能同時對兩個以上的樣本平均數差異進行檢定的方法，稱為變異數分析(analysis of variance)，簡稱 ANOVA。

變異數分析是社會與行為科學最常使用的統計方法之一。變異數分析有多種不同的變形，例如當研究者所使用的自變項只有一個，稱為單因子變異數分析(one-way ANOVA)，研究者所關心的是一個自變數對於依變數平均數的影響。

ANOVA 與 t 考驗一樣，依變項都是連續變項，因此 ANOVA 也必須在依變項具有常態化的前提下進行考驗。ANOVA 的另一個基本假設是變異數各拆解項具有獨立、直交的特性，因此可以進行加減乘除四則運算，稱為可加性假設(additivity)。此外，ANOVA 與 t 考驗相似，目的在比較不同樣本的平均數差異，每一個常態化樣本的平均數要能夠相互比較，必須具有相似的離散狀況，也就是母體的變異數必須具有同質性，稱為變異數同質性假設(homogeneity of variance)或等分散性假設(homoscedasticity)。變異數同質性假設若不能成立，會使得平均數的比較存有混淆因素，由於變異數不同對於 F 考驗的影響非常顯著，因此在 ANOVA 與 t 考驗中都是最嚴格的一項假設。

由下表 35、36、37 可知，此一獨立樣本單因子變異數分析的五個水準平均數各為 3.00、2.14、3.65、3.07、2.88，Levene 的變異數同質性檢定為顯著 ($F=3.017, p=.025<.05$)，顯示這五個樣本的離散情形有明顯差別，因此以 Dunnett T3 事後檢定來進行檢驗。整體考驗結果發現，在不同的地標使用種類之間，僅有使用**邊緣類地標與地區類地標**者，其地標知識的建構情形有顯著差別 ($p=.014<.05$)。且地區類地標的路徑知識平均分數 (3.65) 高於邊緣類地標 (2.14)。

表 35 地標種類與地標知識之描述性統計量

地標種類	個數	平均數	標準差
路徑	6	3.00	2.45
邊緣	7	2.14	.38
地區	17	3.65	1.58
節點	14	3.07	1.21
地標	16	2.88	1.45
整體	60	3.07	1.51

表 36 地標種類與地標知識之變異數同質性檢定

	Levene 統計量	分子自由度	分母自由度	顯著性
地標知識	3.017	4	55	.025*

(* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$)

表 37 地標種類與地標知識之單因子變異數分析檢定

Dunnett T3 檢定

地標種類	地標種類	平均差	標準誤	顯著性
路徑	邊緣	.857	1.010	.980
	地區	-.647	1.070	.998
	節點	-.071	1.050	1.000
	地標	.125	1.064	1.000
邊緣	路徑	-.857	1.010	.980
	地區	-1.504	.409	.014*
	節點	-.929	.353	.145
	地標	-.732	.391	.499

地區	路徑	.647	1.071	.998
	邊緣	1.504	.409	.014*
	節點	.576	.501	.934
	地標	.772	.528	.781
節點	路徑	.071	1.051	1.000
	邊緣	.929	.353	.145
	地區	-.576	.501	.934
	地標	.196	.486	1.000
地標	路徑	-.125	1.064	1.000
	邊緣	.732	.391	.499
	地區	-.772	.528	.781
	節點	-.196	.486	1.000

(*p<.05 **p<.01 ***p<.001)

2. 假設 22 驗證

由於地標種類共有五種，分組上超過兩組，故使用獨立樣本單因子變異數分析(one-way ANOVA)來檢定假設 22。假設 22 之虛無假設與對立假設為：

H22₀：地標使用的種類不同，路徑知識的建構並無不同。

H22₁：地標使用的種類不同，路徑知識的建構也不同。

由下表 38、39、40 可知，此一獨立樣本單因子變異數分析的五個水準平均數各為 4.50、3.00、4.94、4.29、4.56，Levene 的變異數同質性檢定為顯著 (F=7.762, p=.000<.05)，顯示這五個樣本的離散情形有明顯差別，因此以 Dunnett T3 事後檢定來進行檢驗。整體考驗結果發現皆為不顯著，故接受 H23₀，顯示出使用不同種類之地標對於路徑知識之建構完全沒有顯著影響。

表 38 地標種類與路徑知識之描述性統計量

地標種類	個數	平均數	標準差
路徑	6	4.50	4.30
邊緣	7	3.00	1.41
地區	17	4.94	2.66
節點	14	4.29	2.09
地標	16	4.56	2.56
整體	60	4.42	2.67

表 39 地標種類與路徑知識之變異數同質性檢定

	Levene 統計量	分子自由度	分母自由度	顯著性
地標知識	7.762	4	55	.000***

(*p<.05 **p<.01 ***p<.001)

表 40 地標種類與路徑知識之單因子變異數分析檢定

Dunnett T3 檢定

地標種類	地標種類	平均差	標準誤	顯著性
路徑	邊緣	1.500	2.082	.994
	地區	-.441	2.113	1.000
	節點	.214	2.089	1.000
	地標	-.063	2.111	1.000
邊緣	路徑	-1.500	2.082	.994
	地區	-1.941	.837	.246
	節點	-1.286	.773	.645
	地標	-1.563	.833	.497
地區	路徑	.441	2.113	1.000
	邊緣	1.941	.837	.246
	節點	.655	.853	.996
	地標	.379	.907	1.000
節點	路徑	-.214	2.089	1.000
	邊緣	1.286	.773	.645
	地區	-.655	.853	.996
	地標	-.277	.849	1.000
地標	路徑	.063	2.111	1.000
	邊緣	1.563	.833	.497
	地區	-.379	.907	1.000
	節點	.277	.849	1.000

(*p<.05 **p<.01 ***p<.001)

3. 假設 23 驗證

由於地標種類共有五種，分組上超過兩組，故使用獨立樣本單因子變異數分析(oneway ANOVA)來檢定假設 23。假設 23 之虛無假設與對立假設為：

H23₀：地標使用的種類不同，縱覽知識的建構並無不同。

H23₁：地標使用的種類不同，縱覽知識的建構也不同。

由下表 41、42、43 可知，此一獨立樣本單因子變異數分析的五個水準平均數各為 23.00、21.79、21.65、24.00、21.59，Levene 的變異數同質性檢定為不顯著 ($F=1.169, p=.334 > .05$)，顯示這五個樣本的離散情形沒有明顯差別，因此以 Tukey HSD 事後檢定來進行檢驗。整體考驗結果發現皆為不顯著，故接受 H24₀，使用不同種類之地標對於縱覽知識之建構完全沒有顯著影響。

表 41 地標種類與縱覽知識之描述性統計量

地標種類	個數	平均數	標準差
路徑	6	23.00	8.34
邊緣	7	21.79	9.07
地區	17	21.65	5.41
節點	14	24.00	7.17
地標	16	21.59	8.17
整體	60	22.33	7.18

表 42 地標種類與縱覽知識之變異數同質性檢定

	Levene 統計量	分子自由度	分母自由度	顯著性
地標知識	1.169	4	55	.334

(* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$)

表 43 地標種類與縱覽知識之單因子變異數分析檢定

Tukey HSD 檢定

地標種類	地標種類	平均差	標準誤	顯著性
路徑	邊緣	1.214	4.096	.998
	地區	1.353	3.496	.995
	節點	-1.000	3.592	.999
	地標	1.406	3.524	.995
邊緣	路徑	-1.214	4.096	.998
	地區	.139	3.306	1.000
	節點	-2.214	3.408	.966
	地標	.192	3.336	1.000

地區	路徑	-1.353	3.496	.995
	邊緣	-.139	3.306	1.000
	節點	-2.353	2.657	.901
	地標	.053	2.564	1.000
節點	路徑	1.000	3.592	.999
	邊緣	2.214	3.408	.966
	地區	2.353	2.657	.901
	地標	2.406	2.694	.898
地標	路徑	-1.406	3.524	.995
	邊緣	-.192	3.336	1.000
	地區	-.053	2.564	1.000
	節點	-2.406	2.694	.898

(*p<.05 **p<.01 ***p<.001)

4. 假設 24 驗證

由於地標性質共有四種，分組上超過兩組，故使用獨立樣本單因子變異數分析(one-way ANOVA)來檢定假設 24。假設 24 之虛無假設與對立假設為：

H24₀：使用的種類不同，地標知識的建構並無不同。

H24₁：使用的種類不同，地標知識的建構也不同。

由下表 44、45、46 可知，此一獨立樣本單因子變異數分析的四個水準平均數各為 3.55、2.71、3.43、2.43，Levene 的變異數同質性檢定為不顯著 (F=1.169, p=.334>.05)，顯示這四個樣本的離散情形沒有明顯差別，因此以 Tukey HSD 事後檢定來進行檢驗。整體考驗結果發現皆為不顯著，故接受 H25₀，使用不同種類之地標對於縱覽知識之建構完全沒有顯著影響。

表 44 地標性質與地標知識之描述性統計量

地標性質	個數	平均數	標準差
視覺性	22	3.55	1.34
結構性	24	2.71	1.73
認知性	7	3.43	1.51
遠距地標	7	2.43	.53
整體	60	3.07	1.51

表 45 地標性質與地標知識之變異數同質性檢定

	Levene 統計量	分子自由度	分母自由度	顯著性
地標知識	.782	3	56	.509

(*p<.05 **p<.01 ***p<.001)

表 46 地標性質與地標知識之單因子變異數分析檢定

Tukey HSD 檢定

地標性質	地標種類	平均差	標準誤	顯著性
視覺性	結構性	.837	.435	.230
	認知性	.117	.640	.998
	遠距地標	1.117	.640	.311
結構性	視覺性	-.837	.435	.230
	認知性	-.720	.634	.669
	遠距地標	.280	.634	.971
認知性	視覺性	-.117	.640	.998
	結構性	.720	.634	.669
	遠距地標	1.000	.788	.587
遠距地標	視覺性	-1.117	.640	.311
	結構性	.720	.634	.971
	認知性	-1.000	.788	.587

(*p<.05 **p<.01 ***p<.001)

5. 假設 25 驗證

由於地標性質共有四種，分組上超過兩組，故使用獨立樣本單因子變異數分析(one-way ANOVA)來檢定假設 25。假設 25 之虛無假設與對立假設為：

H25₀：使用的種類不同，路徑知識的建構並無不同。

H25₁：使用的種類不同，路徑知識的建構也不同。

由下表 47、48、49 可知，此一獨立樣本單因子變異數分析的四個水準平均數各為 4.50、5.63、2.86、1.57，Levene 的變異數同質性檢定是顯著的 (F=4.485, p=.007<.05)，顯示這四個樣本的離散情形有明顯差別，因此以 Dunnett T3 事後檢定來進行檢驗。整體考驗結果發現，受測者尋路過程中注意到遠距地標者，會與注意地標的視覺性與結構性

者，在路徑知識之建構上有顯著不同（遠距 X 視覺性： $p=.000<.05$ ；遠距 X 結構性： $p=.000<.05$ ），而注意到結構性與認知性的受測者之間，路徑知識的建構亦有不同（結構性 X 認知性： $p=.008<.05$ ）。

表 47 地標性質與路徑知識之描述性統計量

地標性質	個數	平均數	標準差
視覺性	22	4.50	2.56
結構性	24	5.63	2.65
認知性	7	2.86	1.35
遠距地標	7	1.57	.53
整體	60	4.42	2.67

表 48 地標性質與路徑知識之變異數同質性檢定

	Levene 統計量	分子自由度	分母自由度	顯著性
地標知識	4.485	3	56	.007**

(* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$)

表 49 地標性質與路徑知識之單因子變異數分析檢定

Dunnett T3 檢定

地標性質	地標種類	平均差	標準誤	顯著性
視覺性	結構性	-1.125	.768	.609
	認知性	1.643	.746	.202
	遠距地標	2.929	.582	.000***
結構性	視覺性	1.125	.768	.609
	認知性	2.768	.743	.008**
	遠距地標	4.054	.578	.000***
認知性	視覺性	-1.643	.746	.202
	結構性	-2.768	.743	.008**
	遠距地標	1.286	.547	.214
遠距地標	視覺性	-2.929	.582	.000***
	結構性	-4.054	.578	.000***
	認知性	-1.286	.547	.214

(* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$)

6. 假設 26 驗證

由於地標性質共有四種，分組上超過兩組，故使用獨立樣本單因子變異數分析(one-way ANOVA)來檢定假設 26。假設 26 之虛無假設與對立假設為：

H26₀：使用的種類不同，縱覽知識的建構並無不同。

H26₁：使用的種類不同，縱覽知識的建構也不同。

由下表 50、51、52 可知，此一獨立樣本單因子變異數分析的四個水準平均數各為 23.80、23.04、20.57、17.07，Levene 的變異數同質性檢定是顯著的 ($F=6.543, p=.001 < .05$)，顯示這四個樣本的離散情形有明顯差別，因此以 Dunnett T3 事後檢定來進行檢驗。整體考驗結果發現，受測者尋路過程中注意到遠距地標者，會與注意地標的其他三種性質者（遠距 X 視覺性： $p=.003 < .05$ ；遠距 X 結構性： $p=.011 < .05$ ；遠距 X 認知性： $p=.015 < .05$ ），在路徑知識之建構上有顯著不同。

表 50 地標性質與縱覽知識之描述性統計量

地標性質	個數	平均數	標準差
視覺性	22	23.80	7.61
結構性	24	23.04	8.12
認知性	7	20.57	1.97
遠距地標	7	17.07	1.34
整體	60	22.33	7.18

表 51 地標性質與縱覽知識之變異數同質性檢定

	Levene 統計量	分子自由度	分母自由度	顯著性
地標知識	6.543	3	56	.001**

(* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$)

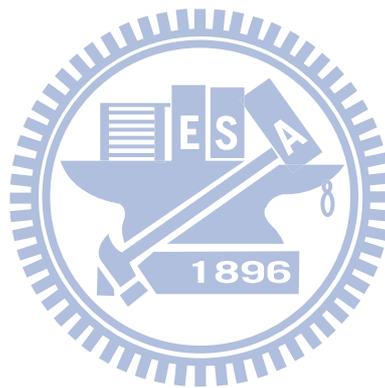
表 52 地標性質與縱覽知識之單因子變異數分析檢定

Dunnett T3 檢定

地標性質	地標種類	平均差	標準誤	顯著性
視覺性	結構性	.754	2.319	1.000
	認知性	3.224	1.784	.383

	遠距地標	6.724	1.698	.003**
結構性	視覺性	-.754	2.319	1.000
	認知性	2.470	1.817	.685
	遠距地標	5.970	1.734	.011*
認知性	視覺性	-3.224	1.784	.383
	結構性	-2.470	1.817	.685
	遠距地標	5.970	.899	.015*
遠距地標	視覺性	-6.724	1.698	.003**
	結構性	-5.970	1.734	.011*
	認知性	-3.500	.899	.015*

(*p<.05 **p<.01 ***p<.001)



五、結論與建議

本研究提出四個研究問題，前兩個分別探討「空間能力」與「尋路策略」對個人之「地標使用」與「空間知識」之影響。第三個研究問題則討論尋路策略傾向相同時，空間能力的高低不同對依變項的影響，最後一個研究問題則是釐清「地標使用」的情形對於「空間知識」建構是否有所助益。

有關研究問題與分析之結果如下表 53 所示。本章將依據統計與假設驗證結果分為四節；前三節為研究結論，以依變項作為分節基礎，於各節內一一探討空間能力與尋路策略兩者對各依變項的影響力，並在第三節討論兩依變項：地標選用與空間知識兩者間之關係。最後於第四節提出本研究的限制與未來建議。

表 53 本研究假設驗證結果

假設	驗證結果
H1 空間能力高的玩家，其地標使用種類與空間能力低的玩家間有顯著差異。	成立
H2 空間能力高的玩家，其注意之地標性質與空間能力低的玩家有顯著差異。	成立
H3 空間能力高的玩家，其空間知識中的地標知識建構較低空間能力者為佳。	不成立
H4 空間能力高的玩家，其空間知識中的路徑知識建構較低空間能力者為佳	成立
H5 空間能力高的玩家，其空間知識中的縱覽知識建構較低空間能力者為佳。	成立
H6 縱覽型策略傾向玩家所使用的地標種類與地標型策略傾向者有顯著差異。	成立
H7 縱覽型策略傾向玩家所注意之地標性質與地標型策略傾向者有顯著差異。	成立
H8 縱覽型策略傾向玩家之地標知識建構劣於地標型策略傾向者。	成立
H9 縱覽型策略傾向玩家之路徑知識建構較地標型策略傾向者為佳。	成立
H10 縱覽型策略傾向玩家之縱覽知識建構較地標型策略傾向者為佳。	成立
H11 地標型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其使用的地標種類。	成立

H12	地標型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其注意到的地標性質。	成立
H13	地標型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其地標知識的建構。	不成立
H14	地標型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其路徑知識的建構。	不成立
H15	地標型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其縱覽知識的建構。	不成立
H16	縱覽型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其使用的地標種類。	成立
H17	縱覽型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其注意到的地標性質。。	成立
H18	縱覽型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其地標知識的建構。。	不成立
H19	縱覽型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其路徑知識的建構。	成立
H20	縱覽型策略傾向的玩家，會因空間能力之高低不同而影響其縱覽知識的建構。	成立
H21	地標使用的種類不同，地標知識的建構情形也不同。	成立
H22	地標使用的種類不同，路徑知識的建構情形也不同。	不成立
H23	地標使用的種類不同，縱覽知識的建構情形也不同。	不成立
H24	注意的地標性質不同，地標知識的建構情形也不同。	不成立
H25	注意的地標性質不同，路徑知識的建構情形也不同。	成立
H26	注意的地標性質不同，縱覽知識的建構情形也不同。	成立

5.1 地標使用狀況

依據本研究的研究目的，最重要的一個依變項即是地標使用狀況。關於地標使用的狀況，首先整理出在訪談過程中，所有被列舉出來的地標物件，實際外觀如下表 54。

表 54 受測者於訪談過程中所列舉出之地標一覽

			
紅色招牌賭場	美腿招牌賭場	賭場 Hotel	賭場走廊招牌
			
賭場旁脫衣舞俱樂部	賭場對面之 Motel	禮品店	Pizza 速食店
			
邊緣橋樑	The Clowns Pocket	TCP 外牆	TCP 前小丑招牌
			
TCP 前棕櫚樹	TCP 旁工地	Starfish 賭場	Starfish 平面停車場
			
立體停車場出入口	SteakHouse 牛排館	Cluckin Bell 速食店	Burger Shot 速食店
			
Sex Shop 招牌	酒吧	酒吧前候車亭	Seven24 便利商店

接著，我們從前章之統計結果可以看出，若單獨看個別變項「空間能力」對注意的「地標性質」的影響，高空間能力者會比低空間能力者更加注意地標的視覺性、結構性與認知性，然而若把「尋路策略」考慮在內，將受測者先分為地標型策略傾向與縱覽型策略傾向來看空間能力的影響力的話，可以發現，對地標型策略傾向者而言結果完全逆轉，變成低空間能力者比高空間能力者更加注意地標的視覺性、結構性與認知性。

由此可以推論：「空間能力」與「尋路策略」之間可能並非兩個完全獨立的變項；何以如此推斷？首先，從前面章節的陳述可了解到，空間能力在測量項目中，以**心像旋轉能力**為一項重要的評估依據，本研究所採用之戴文雄、陳清檳與孫士雄等人開發之空間能力量表中，便包含了二度空間與立體圖的旋轉能力（戴文雄、陳清檳、孫士雄等，2001）。心像旋轉能力強調的是在空間中改變方向而不會混淆方向、從不同方向觀看相同物體仍能加以辨識的能力。故而低空間能力者在受測過程中，極可能因數度改變行走方向而迷失對原始方位的感知。而這種現象在地標型策略傾向者身上理應更為明顯，因為該種策略傾向者鮮少或很難在腦中建立完整的認知地圖，故而對地標的依賴性非常強，無論是依賴地標的視覺外觀（視覺性）、記憶地標的地理位置（結構性）或與個人記憶加以連結（認知性）都是依賴地標的表現，而從統計結果來看，地標型策略傾向者對地標認知性的依賴確實高於縱覽型策略者。這可能與訊息在記憶中處理的過程有關；根據 Reed(1988)對記憶的歷程與訊息處理的理論，記憶的種類可分為工作記憶(working memory)、短期記憶(short-term memory)與長期記憶(long-term memory)。訊息處理論主張，記憶也是一種認知能力，其歷程包含了登錄(registration)、留存(retention)、與提取(retrieval)等過程。當外界的訊息刺激人的感官，接收到的訊息從工作記憶進入短期記憶即為登錄，而將訊息歸檔、複誦、編碼與決策的過程為留存。而提取則是將接收到的訊息與長期記憶中的訊息做出相互比對的認知過程。由此可知，當下將短期記憶內的訊息與長期記憶中提取出來的資訊進行比對與扣連，是短期記憶轉譯為長期記憶的關鍵認知步驟。故而對低空間能力的地標型策略傾向尋路者而言，首先，地標本就是完成尋路任務最倚重的線索；其次，因為認知是有限的，無論工作記憶湧入了多少訊息，短期記憶最多也只能容納處理約 7 ± 2 個訊息。由於心像旋轉能力的相對弱勢，導致該類型的尋路者必須耗費較多的記憶或認知資源在處理**方向的辨別**上。因此能留存在記憶中以供回憶(recall)的，就屬較能與長期記憶（過去經驗、遊戲任務相關資訊）連結的認知性地標，是此類尋路者最理想的尋路依據。反而所謂的遠距地標是從遠方即可看到，並加以辨認方位有關，且或許從不同方位觀看不易辨認為同一物體，對低空間能力者而言，並非做為地標的理想物件。故而可以合理推論，低空間能力者與地標型策略傾向者之間，有一定程度的關聯性。

跟著，再看對縱覽型策略者的影響，發現地標的視覺性依舊是低空間能力者比高空間能力者更加注重，這顯示出依賴地標的人是非常注重地標的視覺性的，或許是出於直覺：認為只要記住地標的外觀，在短期內可供回憶運用即可。但在結構性與認知性上，高、低空間能力者間的差異便縮小了，這也可以佐證，縱覽型策略傾向者確實較地標型策略傾向者不依賴地標，尤其是高空間能力者，偏好的是前面提及，可以用以辨別行進方向是否正確的遠距地標。此處再一次佐證，一個十分需要依靠地標與地標的連結來辨認方向與記憶環境的遊戲玩家，顯然在遊戲環境中的地標設計，若能在視覺上的色彩鮮豔或尺寸夠大、夠引人注目依舊是比較重要的共通特質，對絕大多數的玩家而言都會有記憶性。其次才進一步考慮地標的地理位置與根據目標玩家族群的背景所產生的認知差異。而這一類的人通常空間能力較低，並且運用地標與路徑知識來完成尋路任務。

另外，若考慮個別變項「空間能力」對「地標使用種類」的影響，以高空間能力者而言，比較傾向於經常性地使用路徑型與地區型地標，低空間能力者則偏好使用節點型的地標。「尋路策略傾向」的影響上，地標型策略傾向者偏好使用地區類地標，縱覽型策略傾向者則偏好使用節點類地標與地標類地標。

根據前述定義，路徑型的地標是長條狀且提供給行人前進的路徑，如街道、河道等等(Lynch, 1960)。故而該類地標的特色首要為具有固定不變動的方向而且形狀複雜、方向多變，一旦街道蜿蜒曲折，經過多次轉換方向，空間能力低的受測者便容易有迷路的狀況出現。故而路徑型地標對空間能力低者而言，並非能夠幫助他們順利完成尋路任務的理想地標，所以不為該類型的尋路者所使用。至於節點型的地標之所以為低空間能力者所常用，推測是因為在定義上，節點型地標位於路徑的交點，如十字路口、圓環等，由於位處樞紐，使得尋路者在過程中經過的次數大幅增加。一旦對節點型地標的熟悉度隨之上升後，便適合當做較為可靠的尋路依據。

然而比較有趣的是，將尋路策略考慮進來看空間能力高低對地標使用種類的影響，可以發現，原先較常使用地區類地標的地標型策略傾向者，反而是在節點類地標上呈現出空間能力所造成的影響力，不過仍然是低空間能力者高於高空間能力者；而原先較常使用節點類地標的縱覽型策略傾向者，在地區類地標呈現出空間能力所造成的影響力，不過高低空間能力的表現依舊是高空間能力者高於低空間能力者。在此，完全逆轉的結果又再度出現，證明空間能力與尋路策略之間確實存在著相互的影響力。由於尋路策略涉及尋路者的分析能力，包含環境中的圖像、物件、並且建

立空間概念等 (Bidwell, Poyner, Irwing, Putna, & Wold, 2005)。比起「固定性的空間能力」，「尋路策略」更需要尋路者充分利用自身的心智能力做出差異化的尋路決策，因此，**個人對地標的解讀角度更顯得重要**，而地標性質是指地標基於何種特質被注意到，與個人的解讀角度有很大的關聯。雖然在地標種類上，尋路策略並不會改變空間能力之間的關係，而是使得不同尋路策略慣用的種類逆轉。不過在地標性質上，加入尋路策略使得空間能力的結果完全逆轉。

5.1.1 地標使用狀況小結

個別地標的種類與性質的歸類次數分佈情形則如下圖 30、31 所示。整體而言，被注意次數最多的地標顯然是出發點對面的紅色賭場招牌，其次是存檔點 The Clown's Pocket。而不論地標的種類或性質，其實絕大多數的地標確實都同時具備不止一種的種類與性質，或說即使是同一個物件也會因其不同的特質吸引到不同受測者的注意。尤其使用的人數越多，彼此之間的歧異性就會越發突顯出來。因此也可以有趣地發現，最初在實驗設計時，曾針對 Lynch 的地標五元素進行實驗環境分析，整理出符合各元素的物件，與受測者的認知也未必完全吻合。例如原先在設計上為地區型地標的美腿招牌賭場，也因為受測者多次沿著該建築物四周行走的經驗，而將之記憶為路徑型的地標。

從使用次數與分佈來看，在性質上幾乎全部地標都同時具備兩種以上的性質。而同時具備三種以上的地標當中，可以看出：

1. 地標的「視覺性」是最強的一種特質，也是在分析一個地標物件時具有優勢地位的性質，其次為「認知性」。

例如：最多受測者所注意到紅色賭場招牌以視覺性為主因、而 The Clown's Pocket 大樓第二多的特質亦為視覺性，至於大部分受測者認為其為遠距地標則是因為其為建築群的特殊性質，故而幾乎整個區域內都可以看到。此外，由整體可以看出：

2. 地標在性質方面，只要是具備任何一種（或以上）的性質被注意次數較多（10 次）的地標，通常其所同時具備的性質也較多（三種以上）。

至於在種類的使用上邊緣型地標比較少用，整體以地標型地標被使用得最多，分佈得最平均。而整體情況而言可以看出：

3. 地標在種類方面，則與性質不同，較集中於單一優勢種類；僅被視為單一種類來使用或使用其他種類的次數顯然較優勢種類少的情況很常見。

如：Cluckin Bell 速食店、sex shop 招牌、seven 24 便利商店等都以地標型為優勢種類，其他種類則沒有或較少。而且：

4. 僅有少數會同時被視為多個種類、且每一種種類的次數也非常接近的例外，而這些地標經常也同時具備多種性質。

如：紅色招牌賭場、美腿招牌賭場。

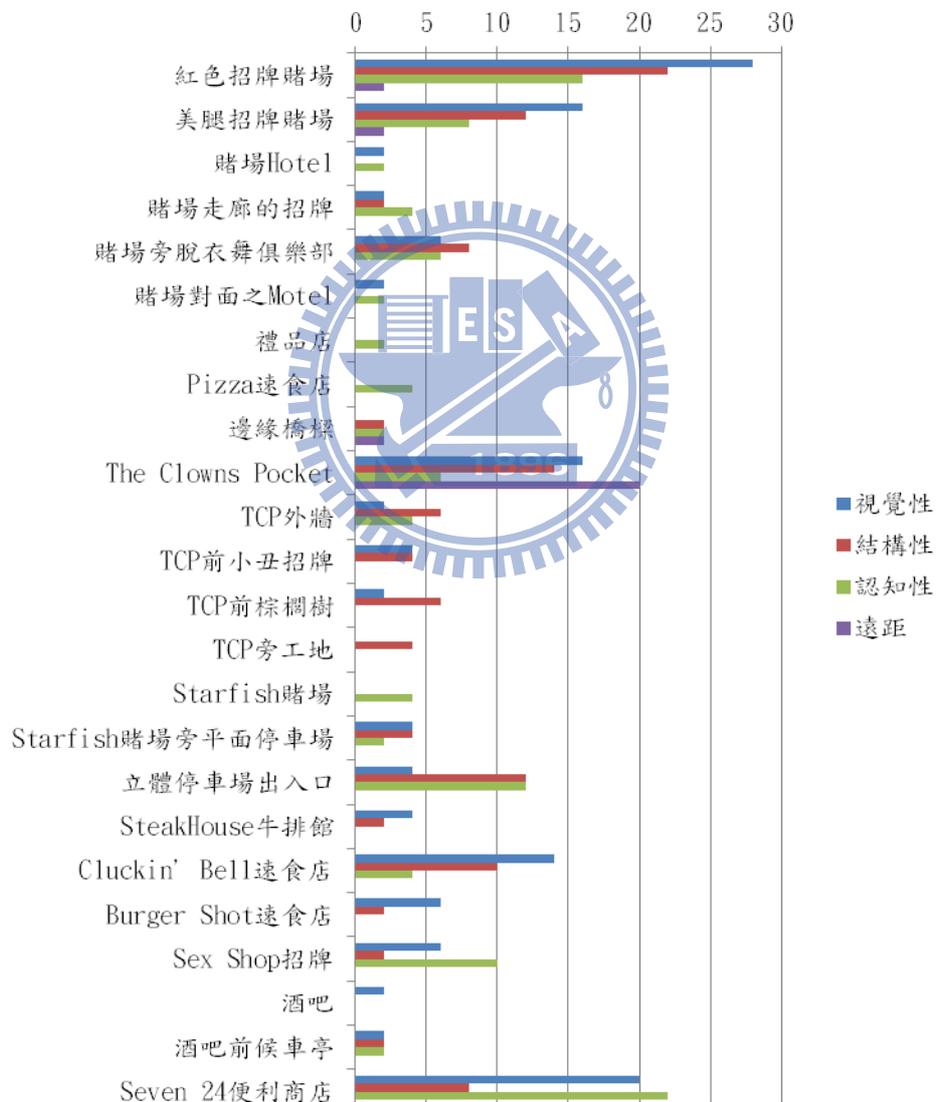


圖 30 受測者地標性質歸類與使用次數分配情形

基於以上種種，可以推論，或許個人的尋路策略傾向會絕對影響其注意地標的何種性質，而其空間能力則會絕對影響個人使用何種地標的

種類。以此結論來發展，遊戲環境的設計上，若將路徑規劃複雜化、各區域間之視覺差異模糊化、路徑的交叉點再予以最小化，很容易就可以使空間能力高與空間能力低的玩家感受到不同的難度差異。同樣的道理，降低地標－尤其是位在節點上的地標－的視覺特質、減少文字或圖樣等容易產生認知上意義的物件，或去除特別高大的物件，也能有效提高對不同尋路策略傾向的玩家對難度的感知。

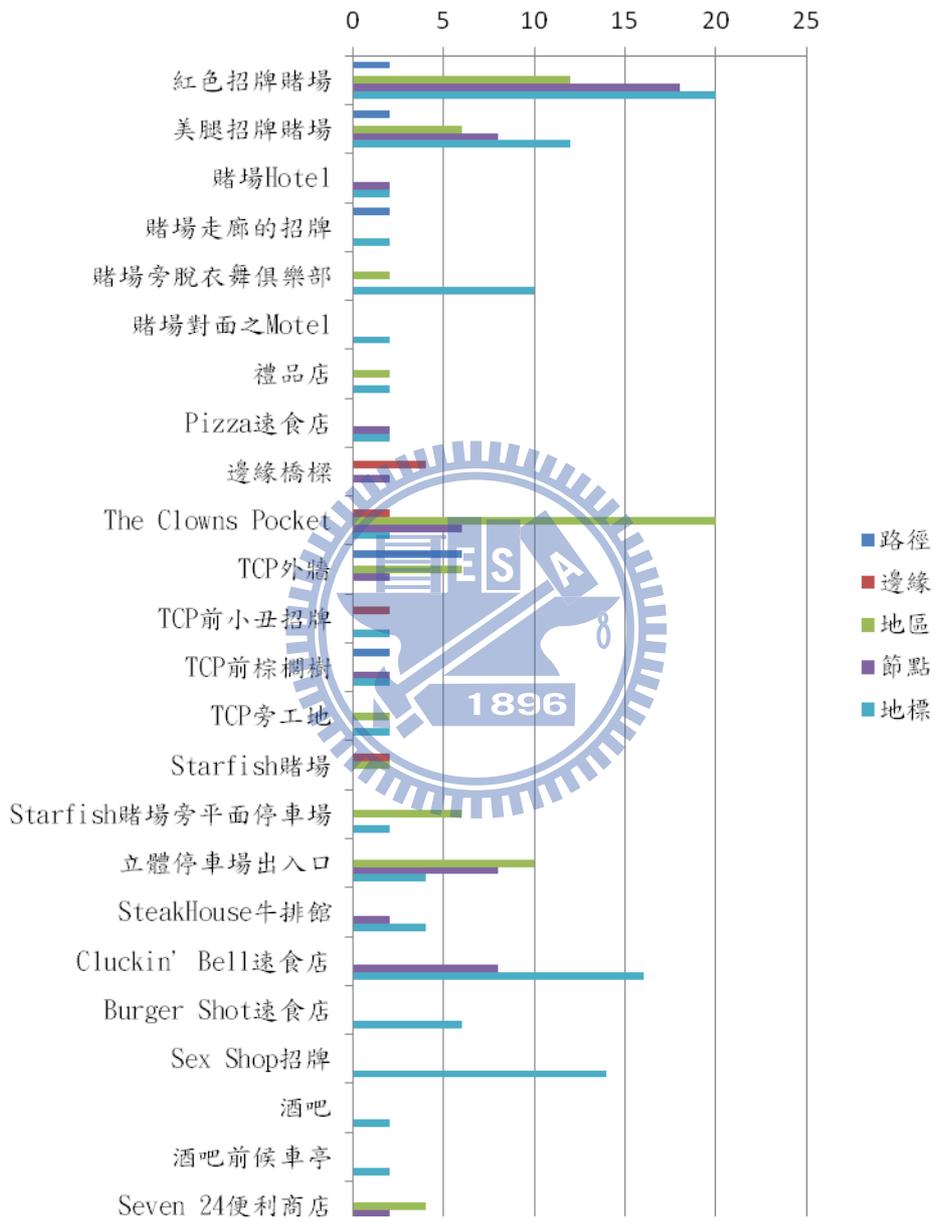


圖 31 受測者地標種類區分與使用次數分配情形

5.2 空間知識建構

本研究其中一個目的是欲了解「空間能力」與「尋路策略」兩個因素對「空間知識建構」是否存在影響力？所以從「空間知識」的建構層面上，首先看「空間能力」，發現高低不同對地標知識的建構並無差別，反而是展現在路徑知識與縱覽知識等較複雜的空間知識上。再看「尋路策略」，則對三種空間知識的建構都有影響。至於兩者間產生的交互作用，僅會對路徑知識與縱覽知識等較複雜的空間知識產生影響力。

進一步來看統計結果，若單獨探討空間能力對空間知識建構的影響顯示，高空間能力者的路徑知識建構得較低空間能力者來得好（ $\text{Mean}=5.23$ v. s. 3.60 ， $*p=.017<.05$ ），而低空間能力者之縱覽知識建構則較高空間能力者為佳（ $\text{Mean}=19.93$ v. s. 24.73 ， $**p=.008<.01$ ）。這與原先依據 Darken & Petterson(2002)的研究發現所假設的情形不同，意即與空間能力高者之縱覽知識建構得較好的結論，有相互悖逆的情況。這個差異是如何產生的？這可能基於空間知識的建構過程不同，以及空間能力的定義不同兩個主要原因。

由於 Darken & Petterson 研究中之受測者的縱覽知識是藉由觀看地圖所建立的，所以對實驗空間的認知地圖與相關空間知識的建立會有「北上南下」這種方向性的傾向，所以一旦進入真實環境，在改變方向時便特別需要且依賴良好的心像旋轉能力，用以將腦中的認知地圖轉向，而本研究在實驗設計上，要求受測者直接進入陌生環境建立空間知識，兩者在空間知識的建構方式與過程上都大不相同。其次，本研究在空間能力的測量面向上共有四大部分，雖然可以說是以心像旋轉能力為主，但不僅止於此，另外還包含了空間組織能力與空間感觀能力等其他能力，在空間能力的定義上，本研究考慮得較為廣泛。

由此可以推論，地標知識的建立不受空間能力的影響，或說無論空間能力的高與低，由於地標知識是絕大多數尋路者進入陌生環境最先建立的知識，故而組別之間不會有顯著的差別，至於能建立完整的路徑知識者，其空間組織能力或空間感觀能力非常好，或者兩者兼而有之，但是心像旋轉能力就不及擅於建立縱覽知識的人。不過擅於建立縱覽知識的受測者雖然心像旋轉能力較好，但是空間組織能力或空間感觀能力卻比擅於建立路徑知識的人差很多，才會造成這樣的結果。

至於尋路策略因為在定義上即為「以何種空間知識來完成尋路的策略傾向」，所以若單獨考慮尋路策略影響力，發現地標知識的建構以地標型策略傾向者高於縱覽型策略傾向者（ $\text{Mean}=3.50$ v. s. 2.63 ， $*p=.026<.05$ ），而縱覽知識的建構則是縱覽型策略傾向者建構較好（ $\text{Mean}=3.20$ v. s. 5.63 ， $***p=.000<.001$ ），結果與定義相符，也與

張天鳳(2005)的研究結果相符。路徑知識也是縱覽型策略傾向者表現較佳 (Mean=19.72 v.s. 24.75, **p=.004<.01)。

不過若將受測者先以尋路策略加以分組，再來考慮空間能力的影響的話，那麼對地標型策略傾向者而言，空間能力之高低並不會影響三種知識的建構，而對縱覽型策略傾向的玩家而言，空間能力高低者之地標知識建構情形也沒有顯著差別，不過高空間能力者路徑知識建構較低空間能力者好，縱覽知識則以低空間能力者較高空間能力者為佳，**其表現與單獨考慮空間能力時是一樣的**，可以證實對地標型策略傾向的受測者而言，在尋路行為的過程中偏好以路徑策略來完成尋路任務，未必會將認知分配至縱覽知識的建構上，所以在路徑知識與縱覽知識的建構上，地標型策略的人無論空間能力的高低都不會有顯著差異。或許暴露在環境中的時間拉長，其縱覽知識的建構會較為完整。

遊戲產業是一個龐大的產業，而支撐著這個龐大產業的是遊戲設計這個專業的學術領域，其中牽涉到遊戲的主題、架構、系統基本設定、目標玩家、遊戲流程等。無論在企劃、程式、美術、音樂各環節上，缺一不可。最佳的遊戲體驗要能讓玩家邊玩邊體驗遊戲與故事場景，遊戲關卡的難易配置便是其中一個重要元素，前兩節之結論有助於遊戲設計人員從地標設計的角度切入，藉此控制、調校遊戲中的尋路難易度等等，提供更良好的遊戲經驗。

5.3 地標使用與空間知識間之關係

進一步，我們想了解，地標使用的情形與空間知識的建構之間是否存在著相關？根據統計結果，在地標使用的種類上，以慣用地區型地標者的地標知識與路徑知識表現最好。而慣於使用邊緣型地標與慣於使用地區型地標的尋路者之間，地標知識的建構是後者顯著優於前者（邊緣型地標與地區型地標慣用者的 Mean 分別為：2.14 與 3.65），而其餘種類在其他空間知識上的差異皆不顯著。這顯示 Lynch 對都市地標設計的原則確實與本研究的結果吻合；地標要件之中，「地區」是將環境劃分成小區塊，使各別區塊內的物件具備共同的特質 (characteristics) 的依據。這些共有的特質指的是受測者對區塊內大多數物件（如建築、街道等）外觀的描述，由於每個區塊內的視覺風格皆不盡相同，因而可以用來判斷自身當下的位置 (Lynch, 1960)，可見地區的劃分注重的是視覺差異，就像初進入陌生環境，最先依賴的也是能夠從外觀上加以辨認與區別的地標，反之「邊緣」這個要件注重的並非外觀，而是對個別區域四周所給的提示，旨在幫助建立認知地圖，提高縱覽知識的完整性。事實上，雖然統計結果並不顯著，不過從「地區」與「邊緣」這兩種地標在不同空間知識建構上的消長也再次佐證了這樣的觀點；依賴「地區」類地標者與依賴「邊緣」類型者的路徑知識建構之間差距雖然縮小故不顯著，但前者 (Mean=4.94) 仍然高於後者 (Mean=3.00)。而縱覽知識確實由依賴「邊緣」類地標者 (Mean=21.79) 的建構情形超越依賴「地區」類地標者 (Mean=21.65)。

注重的地標性質上，注意地標的視覺性者在地標知識與縱覽知識上的表現最好，路徑知識則以注意地標結構性者分數最高。至於地標知識的建構彼此之間沒有差異，而注重遠距地標者其路徑知識建構情形 (1.57) 低於注重視覺性 (4.50) 和結構性 (5.63) 者，且注重結構性者又優於注重認知性者 (2.86)。雖然注重遠距地標與注重地標認知性者的路徑知識建構分數差異並不顯著，但仍可看出注重遠距地標的尋路者，其路徑知識的建構情形是最差的，同時，其縱覽知識建構分數 (17.07) 亦屬最差，都低於另外三者 (視覺性：23.80；結構性：23.04；認知性：20.57)。

由此可見低空間能力的縱覽型使用者之縱覽知識建構較完整，而高空間能力的縱覽型策略者由於依賴遠距地標，導致建構效果反而不佳。所以，空間能力雖不會造成地標型策略者在路徑知識的見夠上有所差異，但從側面推論，將空間能力考慮在內時，低空間能力的地標型策略玩家，其路徑知識會較高空間能力的縱覽型策略者為佳。

此外，基於本研究的目標，了解不同條件的玩家對地標的詮釋差異，因此必須特別討論地標的認知性，因為先前曾提及這個種類的地標歸類基礎來自於其對個人的意義性，這層意義可能來自於它的典型性(prototypicality)、內容的重要性(important content)，或來自於它的不尋常性(unusual)。

1. 典型性(prototypicality)

即使進行空間能力與尋路策略的分類，將受測者分為四組，仍然有一些認知經驗是普世(universal)的，以致於幾乎每一個組別內的受測者都會注意到的，例如：並非基於視覺顯眼的因素而由將近 90% 的受測者所注意且有印象的，是下圖 32 中偏上，由白色、綠色以及紅色三色組成的招牌，即使招牌上的店名清楚寫明是「seven24」，其實暗示了眾所皆知的便利商店「7-11」。事實上，在實驗後的測驗與訪談過程中，基於普遍的生活經驗，絕大多數的受測者在自由回憶該地標時寫的也都是「7-11」，這是屬於認知性地標中典型性(prototypicality)的一種代表。



圖 32 普遍經驗影響玩家的地標記憶

*圖中偏上，由白色、綠色以及紅色三色組成，類似「7-11」的便利商店招牌，是認知性地標中典型性(prototypicality)的一種代表。

2. 內容重要性(important content)

另外有些認知上的差異是來自於個人生活經驗上的不同。例如下圖 33 中，左側之公車候車亭受到 5 名受測者的注意，在自由回憶中

特別提及到這個地標。經訪談後發現，原因在於這 5 位受測者都是搭乘公車上下班（學）的通勤族，所以注意路邊的公車站牌對他們而言是自然而然、很正常的生活習慣，故而基於個人的生活經驗，亦很有可能影響到玩家對地標的記憶。這是屬於認知性地標中內容重要性 (important content) 的一種代表。對遊戲設計者或愈置入廣告的相關人員而言，這個結果點出，了解目標玩家族群的背景與生活習慣，或許就是設計有效地標或準確置入的第一步。

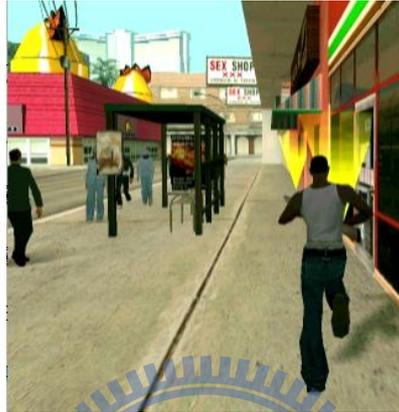


圖 33 個人經驗影響玩家的地標記憶

*圖中左側之公車候車亭受到個人的生活經驗影響，是認知性地標中內容重要性 (important content) 的一種代表。

此外，本研究發現，基於內容性而注意到的認知性地標也可能是基於玩家在遊戲內的經驗，並且經常與地區類型的地標相互連結；這可能是因為任務設計上的緣故，使得受測者必須在存檔點 (Clown's Pocket) 與各商店之間往返，各商店所在的位置又與出發點較為接近，所以兩者常被視為一個區塊，而與存檔點區隔開來，使存檔點被視為獨立且較為偏僻的區域（詳見下圖 34 所示）

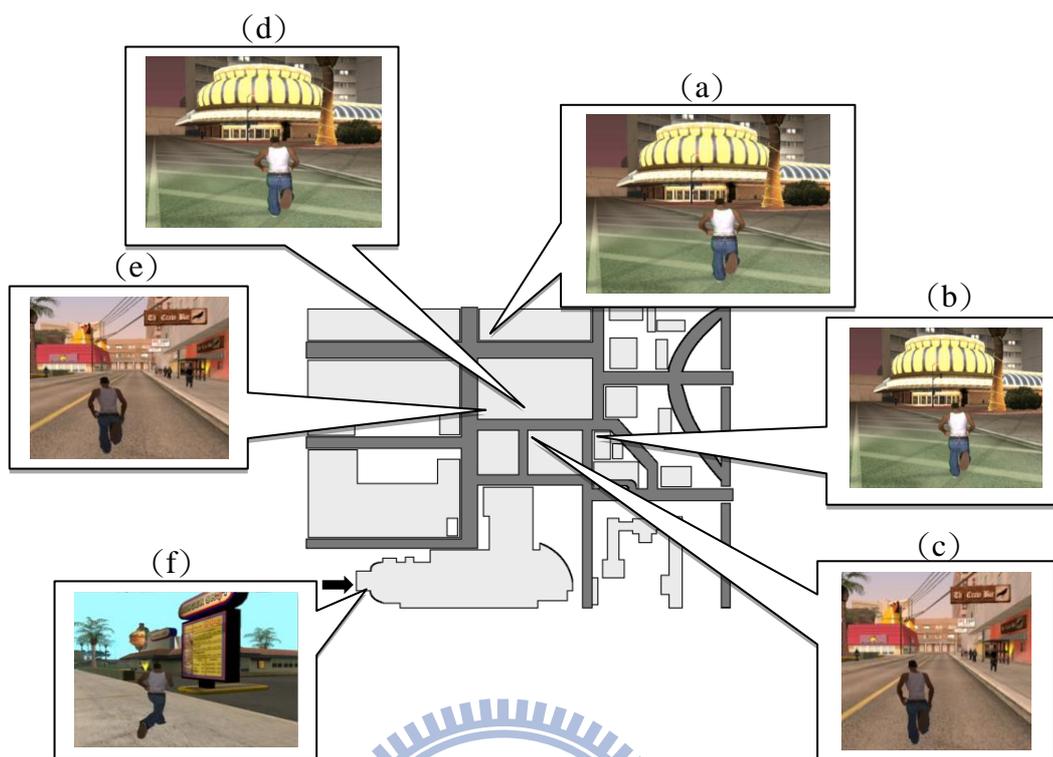


圖 34 實驗環境分區圖

*上圖(a)為任務出發點、圖(b)為槍械商店、圖(c)為漢堡店、圖(d)為酒吧、圖(e)為另一間漢堡店，以上五個地點皆集中在約一到兩個街區之內，而圖(f)為存檔點唯一入口，明顯遠離商店集中與出發點所在的區域。

3. 不尋常性(unusual)

另外也有些地標是進入環境中才由於特別不尋常而被記憶的。如下圖 35 中之立體停車場出口並無顯眼的視覺特色，但卻有超過 60% 的受測者視其為一重要地標，原因來自於遊戲經驗中經常會在此處跌落的緣故，所以對該地標特別有印象，是認知性地標中不尋常性(unusual)的一種代表。實驗過程中的認知性地標多屬於此類，主要是基於任務內容與環境產生互動的結果。

整體歸納起來，受測者所注意到，種類最多的認知性地標無論在內容重要性或不尋常性上，絕大多數都是以遊戲中獲得的經驗為主，幾少數是自身的生活經驗。種類最少的是典型性，但普遍性卻是最高的。

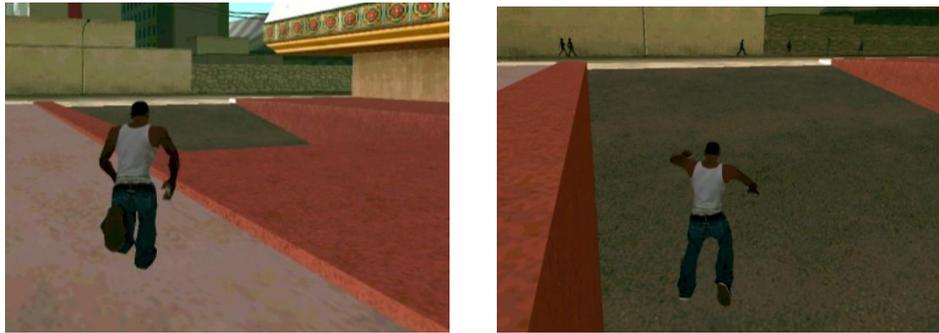


圖 35 任務內容與遊戲經驗影響玩家的地標記憶

*圖中之立體停車場出口並無顯眼的視覺特色，但卻因遊戲經驗中經常在此跌落而有印象，是認知性地標中不尋常性(unusual)的一種代表。

表 55 其他實驗常見認知性地標整理

典型性		內容重要性		不尋常性	
項目	原因	項目	原因	項目	原因
seven24	類似 7-11	seven24	曾誤入	胸部造型招牌	台灣街頭 少見
		strip club	曾誤入	sex shop	台灣街頭 少見
		公車候車亭	通勤族	酒吧招牌	與周遭色 調不一致
		立體停車場	開車族	停車場招牌	與周遭色 調不一致
		Casino 招牌	從出發 點即可 看到	立體停車場	步行經過 時經常摔 落
		Casino 區域	出發點 及商店 群所組 成的區 域，以 Casino 為中心		

資策會在 2006 年所做的市場佔有率資料顯示，由於低價電腦的風行以及 TV game 開發的權利金與人力、時間過高，所以國內的遊戲產業以 PC game 為主流。電玩遊戲已成為一個小型的媒體頻道 (Charles, Mead & Cavazza, 2002; Gao, 2004; Jayakanthan, 2002;

Kirriemuir, 2001; Williamson & Facer, 2004), 國內線上遊戲產業在高峰時期, 產值曾高達 40 億的大關(資策會 MIC, 2003)。

在電玩遊戲中, 玩家過關的必須條件是與系統或其他玩家互動, 使得遊戲成為內容的主動提供者(楊亨利、王貞淑, 2005), 因此很適合作為一個行銷置入的平台。不過在市場競爭激烈以及相關管制法條漸趨完備的情況下, 以往靠單一暢銷遊戲或吸引玩家前往網咖的手法已漸漸失去效果。獲利大不如前的情況下, 業者必須另闢蹊徑, 故而在遊戲中的置入性行銷便成為其中一項解決之道。目前的廣告電玩業者經常將遊戲置入廣告效果的重點放在置入手法的推陳出新上, 如: 收集一定數量的物件即可換取遊戲中的道具、將帶有企業形象的吉祥物置入遊戲環境, 甚至直接將店面開在虛擬環境當中等。不過遊戲的廣告置入應該不只手法要有創意這一條路而已, 也可以考慮如何將廣告置入在最有效的位置上, 上述的結論或許能作為開啟一條廣告置入全新的康莊大道。

最後, 由於本研究所採用實驗環境時, 以「最接近真實世界的城市景觀」為主要考量之一, 原因除了考慮在遊戲的尋路過程當中, 若出現風格太過奇幻或超現實的物件對玩家而言記憶實屬不易, 容易影響實驗效果之外, 也期望能將實驗的結果外推至現實世界。其實在國內外, 已有大量以遊戲為實驗環境的尋路研究都直接將虛擬環境的結論視為在真實世界尋路的工具或未來運用到真實世界的建議(如: Johns, 2003; McCrae, Mordatch, Glueck & Kahn, 2009; Chittaro & Venkataraman, 2006 等), 本研究期望能將虛擬世界得到的一些初步地標設計原則與結果提供給都市景觀的設計人員, 創造出對市民以及遊客更友善的「都市介面」。

5.4 研究限制與建議

5.4.1 研究限制

本研究有幾項研究限制如下：

1. 實驗採用桌上型螢幕作為虛擬環境之主要畫面輸出工具，不過由於要加強受測者對於環境視角的廣度，以期能注意到最多的地標物件，故而採用第三人稱視角，或許會將研究結果限制在同樣採用第三人稱視角的遊戲之下，並且與現實生活中第一人稱視角的直覺尋路行為不相符，暫時無法將結果外推至真實環境。
2. 另外，由於採用市面上販售的現成遊戲，實驗設計上為遷就遊戲設定無法更改而作妥協，導致環境受到另一層限制。例如環境過大，因而才另外劃定其中一個小區域，然而不但空間配置無法更改，且走到區域邊緣也只能以實驗者提醒受測者的方式來提示，任務設計更只能盡量在理論基礎與環境限制上做一定的取捨(trade-off)。
3. 雖然實驗過程給予受測者探索環境與完成任務的時間達四十分鐘，可以建立一定程度的空間知識。但是這個時間長度，是否足以突顯出不同尋路策略與空間能力的受測者之間的差異有待商榷。

5.4.2 未來建議

本研究仍有許多不足與有待加強之處，故而在此提出幾點建議，其對對未來、後續的研究者提供一點方向，如下：

1. 本研究其中一個推論顯示，縱覽知識與路徑知識之間，受到不同空間能力面相的影響，但其中關係為何？仍然懸而未決。基於空間能力牽涉的定義與面相甚廣，建議未來研究者可以朝這個方向發展，繼續探究空間能力中，還有哪些因素可以影響「空間知識」這個人類尋路行為的重要概念。
2. 先前提及實驗設計上所受到的若干技術上的限制，在此也提出一點建議：由於本研究的結果發現：空間知識的建構情形上，地標知識以慣用地區型地標與注重地標視覺性者最好，路徑知識的建構以慣用地區型地標者與注重地標結構性者最好，縱覽知識則以慣用節點型地標者與注重地標視覺性者分數最高的初步結論，故而建議後續進行相關研

究的研究者，在自行設計實驗環境時可以將符合上述幾種地標性質的類型地標置入環境當中，做為後設基礎。

3. 在實驗環境操作與顯示的方面，建議可以使用解析度更高或能提昇沉浸度的顯示器，如自行設計環境時，考慮使用虛擬實境(Virtual Reality, VR)常用的頭戴式顯示器(head-mounted display, HMD)就是一個不錯的選擇。此外雖然有給予受測者充分熟悉操作的時間，但個人遊戲經驗的差別也會影響練習效果，後續研究者可以考慮給予受測者更多練習的時間，或直接將遊戲經驗加入做為一個操縱或調節上的變項。或者考慮讓受測者採取慣用的操作方式(如鍵盤與滑鼠的搭配 v. s. 手把、搖桿的操作方式)，也可檢驗出操作方式會不會造成影響…等等。
4. 由於本研究將地標分成種類與性質，兩者分開探討，事實上，地標的組成也可能同時具備多種種類或多種性質，本研究只根據實驗後訪談的狀況，採用受測者感受最強的種類與性質，建議後續研究者，可以嘗試將所有性質都考慮進來。另外，種類與性質兩者之間有沒有什麼關聯？也是後續研究者可以探討的主題。



參考文獻

中文部分

- 張天鳳 (2006). 3D 虛擬環境中地標輔助與尋路策略傾向對空間知識之影響. 傳播研究所, 交通大學. 碩士論文.
- 戴文雄、陳清檳、孫士雄 (2001). 空間能力量表之探討與建構. 工業教育學刊 25: 27-36.
- 曾俊豪 (2005). 空間能力、視角以及情緒因素對 3D 電腦遊戲玩家於尋路行為中認知資源分配之影響. 傳播研究所, 交通大學. 碩士論文.
- 林漢裕、李玉琇 (2010). "空間短期記憶、空間工作記憶與空間能力對圖學表現的影響." 設計學報 15(4).
- 楊亨利、王貞淑 (2005). 線上遊戲與置入行銷之研究. 台灣科技大學管理新思維學術論文.
- 江淑琳譯 (2005). 網際空間的想像. 台北, 韋伯文化國際出版有限公司 (原著: Martin Dodge and Rob Kitchin, Mapping Cyberspace.).
- 潘玉華 (2003). 電子遊戲專家與生手之表現差異研究. 傳播所. 未出版, 國立交通大學.
- 王人弘 (2003). 地下街尋路行為與空間概念建構之研究. 建築學系. 桃園, 中原大學. 碩士論文.
- 董家豪 (2001). 網路使用者參與網路遊戲行為之研究. 資訊管理研究所, 南華大學. 碩士論文.
- 許子凡 (2004). "從空間概念分析虛擬實境的尋路." 設計學研究 7(2): 43-57.
- 鄭海蓮、陳世玉 (2007). "標準化空間能力測驗之建模與驗證." 教育研究與發展期刊 3(4).
- 陳俊文、游萬來、邱上嘉, Ed. (2003). 以探路研究為基礎的地圖設計. 中華民國設計學會第八屆設計學術研究研討會論文集.
- 陳建維、張晃銘、黃昱仁、蔡垂宏 (1995). 使用者後設認知策略在互動介面愉悅性設計之研究(III). 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告.
- 陳怡安 (2002). 線上遊戲的魅力—以重度玩家為例. 社會學研究所, 南華大學. 碩士論文.

英文部分

- Ackerman, P. L. (1986). Individual differences in information processing: an investigation of intellectual abilities and task performance during practice. *Intelligence, 10*, 109-139.
- Alias, M., Gray, D. E., & Black, T. R. (2002). Attitudes towards sketching and drawing and the relationship with spatial visualization ability in engineering students. *Internet Education Journal, 3*(3), 165-175.
- Allen, G., L. (1999). Spatial abilities, cognitive maps, and wayfinding: bases for individual differences in spatial cognition and behavior. In R. G. Golledge (Ed.), *Wayfinding Behavior: Cognitive Mapping and Other Spatial Processes* (pp. 46-80). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Arthur, P., & Passini, R. (1992). *Wayfinding: People, Signs, and Architecture*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Bennet, G. K., Seashore, H. G., & Wesman, A. G. (1972). *Differential Aptitude Test: Spatial Relations*. New York: Psychological Corporation.
- Bidwell, N., Poyner, D., Irving, J., Putna, L., & Wold, A. (2005). Make it through with another point of view: landmarks to wayfinding in gameworld. *Proceedings of the second Australasian conference on Interactive entertainment*. Australia: Creativity & Cognition Studios Press.
- Billingshurst, M., & Weghorst, S. (1995). The use of sketch maps to measure cognitive maps of virtual environments. *Virtual Reality Annual International Symposium*. NC: Research Triangle Park.
- Blades, M., & Spencer, C. (1986). Map use by young children. *The Geographical Association, 71*(1), 47-52.
- Bloom, B. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Cognitive Domain*. New York : McKay.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. L. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School Committee on Developments in the Science of Learning*. Washinton, D.C. : National Academy Press.
- Brown, A. L. (1978). Knowing when, where and how to remember: a problem of metacognition. In R. Glaser(Ed.), *Advances in Instructional Psychology*. (pp. 77-165). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bryant, K. J. (1982). Personality correlates of sense-of-direction and geographic orientation. *Journal of Personality and Social Psychology, 43*, 1318-1324.
- Burton, L. J., & Dowling D. G. (2009). Key factors that influence engineering students academic success: a longitudinal study. *Proceedings of the 3rd Research in Engineering Education Symposium*. Cairns, Australia.
- Carroll, J. B. (1993). *Human Cognitive Abilities: A Survey of Factor-analytic Studies*. New York: Cambridge University Press.
- Chase, W. G. (1983). Spatial representation of taxi drivers. In D. R. Rogers, & J. A.

- Sloboda, (Eds.), *Acuisiton of Symbolic Skills*(pp. 391-405). New York: Plenum.
- Chen, J. L., & Stanney, K. M. (1999). A theoretical model of wayfinding in virtual environments: proposed strategies for navifational aiding. *Presence*, 8(6), 671-685.
- Chittaro, L., & Burigat, S. (2004). 3D location-pointing as a navigation aid in Virtual Environments. *Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces*, 25-28. Gallipoli, Italy.
- Chittaro, L., & Venkataraman, S. (2006). Navigation aids for multi-floor virtual buildings: a comparative evaluation of two approaches. *Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*. Limassol, Cyprus.
- Colle, H. A., & Reid, G. B. (1998). The room effect: metric spatial knowledge of local and seperated regions. *Presence*, 7(2), 116-128.
- Cutmore, T. R. H., Hine, T. R., Maberly, K. J., Langford, N. M., & Hawgood, G. (2000). Cognitive and gnder factors influencing navigation in a virtual environment. *Journal of Human-Computer Studies*, 53, 223-249.
- Darken, R. P., & Sibert, J. L. (1993). A toolset for navigation in Virtual environments. *User Interface Software & Technology*, 157-165.
- Darken, R. P., & Sibert, J. L. (1996). Wayfinding strategies and behaviors in large virtual worlds. *Proceedings of the ACM CHI 96*, 142-149. New York: Association of Computing Machinery.
- Darken, R. P., & Petterson, B. (2002). Spatial orientaion, wayfinding, and representation. In K. M. Stanney, & K. S. Hale (Eds.), *Handbook of Virtual Environments: Design, Implementation, and Applications*(pp. 493-519). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Denis, M., Pazzaglia, F., Cornoldi, C., & Bertolo, L. (1999). Spatial discourse and navigation: an analysis of route directions in the city of venice. *Applied Cognitive Psychology*, 13(2), 145-174.
- Dickey, M. D. (2006). Game design and learning: a conjectural analysis of how massively multiple online role-playing games (MMORPGs) foster intrinsic motivation. *Educational Technology Research and Development*, 55(3), 253-273.
- Dodson, A. H., Moore, T., & Moon, G. V. (1999). A Navigation System for the Blind Pedestrian. *Proceedings of GNSS 99*, 513-518. Genoa, Italy
- Downs, R. S. D. (1973). *Image and Environment: Cognitive Mapping and Spatial Behavior*. Chicago, IL: Aldine.
- Dünser, A., Steinbügl, K., Kaufmann, H., & Glück, J.(2006). Virtual and augmented reality as spatial ability training tools. *Proceedings of the 7th ACM SIGCHI New Zealand chapter's international coference on Computer-human intetaction: design centered HCI*. Christchurch, New Zealand.
- Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., & Dermen, D. (1976). *Manual for Kit of Factor-Referenced Cognitive Tests*. New Jersey: Princeton.
- Elvins, T. T. (1997). Virtually lost in virtual worlds - wayfinding without a cognitive

- map. *Computer Graphics*, 31(3), 15-17.
- Evans, G. W. P., K. (1980). Cognitive mapping : knowledge of real- world distance and location information. *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, 6, 13-24.
- French, J. W. (1951). The description of aptitude and achievement factors in terms of rotated factors(Special issue). *Psychometric Monographs* (NO. 5).
- Gagne ´, E. D., Yekovich, C. W., & Yekovich, F. R (1993). *Cognitive Psychology of School Learning*. Boston: Little, Brown & Co.
- Gagne ´, R. M. (1985). *The Conditions of Learning and Theory of Instruction* (pp. 243-258). New York: CBS College Publishing.
- Garling, T., Book, A., & Lindberg, E. (1984). Cognitive mapping of large-scale environments: the interrelationship of action plans, acquisition, and orientation. *Environment and Behavior*, 16, 3-34.
- Glenn, B. T., & Chignell, M. H. (1992). Hypermedia: design for browsing. In H. R. Hartson, & D. Hix(Eds.), *Advances in Human-Computer Interaction* (Vol. 3). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corp.
- Golledge , R. G., & Stimson, R. J. (1987). *Analytical Behavioural Geography*. London and New York: Croom Helm.
- Golledge, R. G. (1999). *Human Wayfinding and Cognitive Maps*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Gorgorio, N. (1998). Exploring the functionality of visual and non-visual strategies in solving rotation problems. *Educational Studies in Mathematics*, 35, 207-231.
- Guilford, J. P., and Zimmerman, W.S. (1956). *Guilford-Zimmerman Aptitude Survey*. Beverly Hills, CA: Sheridan Supply Company.
- Harris, L. J., Ed. (1981). Sex-related variations in spatial skill. In L. S. Liben, A. H. Patterson, & N. Newcombe (Eds.), *Spatial representation and behavior across the life span*. New York: Academic Press.
- Hegarty, M., Montello, D. R., Richardson, A. E., Ishikawa, T., & Lovelace, K. (2005). Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning. *Intelligence*, 34, 151-176.
- Hirtle, S. C., Sorrows, M. E., & Cai, G. (1998). Clusters on the World Wide Web: creating neighborhoods of make-believe. *Proceedings of Hypertext and Hypermedia '98* , 189-190. Pittsburgh, PA: ACM Press.
- Hölscher, C., Meilinger, T., Vrachliotis, G., Brösamle, M., & Knauff, M. (2006). Up the down staircase: wayfinding strategies in multi-level buildings. *Journal of Environmental Psychology*, 26(4), 284-299.
- Jackson, R., Taylor, W., and Winn, W. (1998). Peer Collaboration and Virtual Environments: A Preliminary Investigation of Multi-Participant Virtual Reality Applied in Science. *Proceedings of the 1999 ACM Symposium on Applied Computing*, 121–125.
- Jansen-Osmann, P. (2002). Using desktop virtual environment to investigate the role of landmarks. *Computers in Human Behavior*, 18(4), 427-436.
- Johns, C. (2003). Spatial learning: cognitive mapping in abstract virtual environments. *Proceedings of the 2nd international conference on Computer graphics, virtual Reality, visualisation and interaction in Africa*. Cape Town, South Africa.

- Kallai, J., Makany, T., Karadi, K., & Jacobs, W. J. (2005). Spatial orientation strategies in morris-type virtual water task for humans. *Behavioural Brain Research*, 159(2), 187-196.
- Kaplan, S., Ed. (1976). Adaptation, structure, and knowledge. In G. T. Moore & R. G. Golledge (Eds.), *Environmental Knowing*. Stroudsburg, PA: Dowden, Hutchinson and Ross.
- Kruger, A., Aslan, I., & Zimmer, H. (2004). The effects of mobile pedestrian navigation systems on the concurrent acquisition of route and survey knowledge. *Lecture Notes in Computer Science*, 31(60), 39-60.
- Kuipers, B. J., & Levitt, T. S. (1988). Navigation and mapping in large-scale space. *AI Magazine*, 9(2), 25-43.
- Lawton, C. A. (1994). Gender differences in way-finding strategies: relationship to spatial ability and spatial anxiety. *Sex Roles*, 30(11), 765-779.
- Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological Assessment*(3rd edition), New York: Oxford University Press.
- Linn, M. C., & Peterson, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: a meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Lipman, P. D. (1991). Age and exposure differences in the acquisition of route information. *Psychology and Aging*, 6, 128-133.
- Liu, A. L., Hile, H., Borriello, G., Brown, P. A., & Harniss, M. (2009). Customizing directions in an automated wayfinding system for individuals with cognitive impairment. *Proceedings of the 11th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, 27-34. Pittsburgh, PA.
- Lohman, D., Ed. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advanced in the Psychology of Human Intelligence*(pp. 181-248). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Loomis, J. M., Golledge, R. G., & Klatzky, R. L. (2001). GPS-Based navigation system for the visually impaired. In W. Barfield, & T. Caudell (Eds.), *Fundamentals of wearable computers and augmented reality*(pp. 429-446). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lovelace, K. L., Hegarty, M., Montello, D.R. (1999). Elements of good route directions in familiar and unfamiliar environments. In C. Freksa, D. M. Mark (Eds.), *Spatial Information Theory - Cognitive and Computational Foundations of Geographic Information Science* (pp. 65-82). Berlin: Springer.
- Luca, C., & Venkatarman, S. (2006). Navigation Aids for Multi-floor Virtual Buildings: a Comparative Evaluation of Two Approaches. *Proceedings of ACM symposium on Virtual reality software and technology*, Limassol, Cyprus.
- Lueg, C. P., Goth, C., & Bidwell, N. J. (2006). Learning from insects? Toward supporting reactive exploration of unfamiliar areas of interest. *Proceedings of the 7th ACM SIGCHI New Zealand chapter's international conference on Computer-human interaction: design centered HCI*. Christchurch, New Zealand.

- Lynch, K. (1960). *The Image of the City*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Magliano, J. P., Cohen, R., Allen, G. L., & Rodrigue, J. R. (1995). The impact of a wayfinder's goal on learning a new environment: different types of spatial knowledge as goals. *Journal of Environmental Psychology*, *15*(1), 65-75.
- McCormack, A. (1988). Visual / spatial thinking: an element of elementary school science. *Council for Elementary Science International*. San Diego State University.
- McCrae, J., I. Mordatch, et al. (2009). Multiscale 3D navigation. *Proceedings of the 2009 Symposium on Interactive 3D Graphics and Games*. Boston, MA: ACM.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin*, *86*(5), 889-918.
- Michael, W. B., Guilford, J. P., Fruchter, B., & Zimmerman, W. S. (1957). The description of spatial-visualization abilities. *Educational and Psychological Measurement*, *17*(2), 185-199.
- Miyake, A., Friedman, N. P., & Rettinger, D. A. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? a latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, *130*(4), 621-640.
- Moeser, S. D. (1988). Cognitive mapping in a complex building. *Environment and Behavior*, *20*(1), 21-49.
- Montello, D. R. (1998). A new framework for understanding the acquisition of spatial knowledge in large-scale environments. In M. J. Egenhofer, & R.G. Golledge(Eds.), *Spatial and Temporal Reasoning in Geographic Information Systems*(pp. 143–154). New York: Oxford University Press.
- Munzer, S., Zimmer, H. D., Schwalm, M., Baus, J., & Aslan, I. (2006). Computer assisted navigation and the acquisition of route and survey knowledge. *Journal of Environment Psychology*, *26*(4), 300-308.
- Osberg, K., Winn, W., Rose, H., Hollander, A., Hoffman, H., & Char, P. (1997). The effect of having grade seven students construct virtual environments on their comprehension of science. *Proceedings of the Annual Meeting of the American Educational Research Association*.
- Parush, A., & Berman, D. (2004). Navigation and orientation in 3D user interfaces: the impact of navigation aids and landmarks. *International Journal of Human-Computer Studies*, *61*, 375-395.
- Passini, R. (1984). Spatial representations, a wayfinding perspective. *Journal of Environment Psychology*, *4*(2), 153-164.
- Pazzaglia, F., & De Beni, R. (2001). Strategies of processing spatial information in survey and landmark-centred individuals. *European Journal of Cognitive Psychology*, *13*(4), 493-508.
- Petrie, H. (1995). User requirements for a GPS-based travel aid for blind people. In Gill J.M., Petrie, H. (Eds.), *Proceedings of the Conference on Orientation and Navigation Systems for Blind Persons*, Hatfield. UK: Royal National Institution for the Blind.

- Presson, C. C., & Hazelrigg, M. D. (1984). Building spatial representations through primary and secondary learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 10, 716-722.
- Raubal, M., Egenhofer, M. J., Pfoser, D., & Tryfona, N. (1997). Structuring space with image schemata: wayfinding in airports as a case study. In S. C. Hirtle and A. U. Frank (Eds.), *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS* (pp. 85-102). Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag.
- Raubal, M., & Worboys, M. (1999). A formal model of the process of wayfinding in built environments. *Lecture Notes in Computer Science, 1661*, 381-400. Germany: Springer-Verlag.
- Raubal, M. (2001). Human wayfinding in unfamiliar buildings: a simulation with a cognizing agent. *Cognitive Processing*, (2-3), 363-388.
- Richardson, A. E., Montello, D. R., and Hegarty, M. (1999). Spatial knowledge acquisition from maps and from navigation in real and virtual environments. *Memory & Cognition*, 27(4), 741-750.
- Richter, K. F. (2007). A uniform handling of different landmark types in route directions. *Proceedings of the 8th international conference on spatial information theory*. Melbourne, Australia: Springer-Verlag.
- Roger, M., Bonnardel, N., & Le Bigot, L. (2007). Spatial cognition in a navigation task: effects of initial knowledge of an environment and spatial abilities on route description. *Proceedings of the 14th European conference on cognitive ergonomics: invent! explore!* London, United Kingdom.
- Rosch, E., Mervis, C. B., Gray, W. D., Johnson, D. M., & Boyes-Braem, P. (1976). Basic objects in natural categories. *Cognitive Psychology*, 8, 382-439.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (1995). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. New Jersey, Englewood Cliffs : Prentice Hall
- Sadalla, E. K., Burroughs, J., & Staplin, L.J. (1980). Reference points in spatial cognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6(5), 516-528.
- Satalich, G. A. (1995). Navigation and wayfinding in virtual reality: Finding the proper tools and cues to enhance navigational awareness, Master thesis, U. of Washinton.
- Shelton, A. L., & Gabreili, J. D. E. (2004). Neural correlates of individual differences in spatial learning strategies. *Neuropsychology*, 18(3), 442-449.
- Siegel, A. W., & White, S.H. (1975). The development of spatial representations of large-scale environments. In H. W. Reese(Ed.), *Advances in Child Development and Behaviour*(pp. 9-55). New York: Academic Press.
- Silverman, I., & Eals, M. (1992). Sex differences in spatial abilities: Evolutionary theory and data. In J. Barkow, L. Cosmides, & J. Tooby (Eds.), *The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture*(pp. 533-549). New York: Oxford University Press.
- Sjolinder, M., Hook, K., & Nilsson, L. G. (2000). Age difference in the use of an on-line grocery shop: implications for design. *Proceedings of the CHI '00 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. Hague,

Netherlands.

- Sorrows, M. E., & Hirtle, S.C. (1999). The nature of landmarks for real and electronic spaces. In C. Freksa, & D. M. Mark (Eds.), *Spatial Information Theory - Cognitive and Computational Foundations of Geographic Information Science*(pp. 37–50). Berlin: Springer.
- Stevens, A., & Coupe, P. (1978). Distortions in judged spatial relations. *Cognitive Psychology*, *10*, 422-437.
- Strothotte T., F. Steffi, Michel R., Raab A., Petrie H., Johnson V., Reichert L., & Schalt A. (1996). Development of dialogue systems for the mobility aid for blind people: Initial design and usability testing. *Proceedings of the 2nd Annual ACM Conference on Assistive Technology*. Vancouver, British, Columbia, Canada.
- Stumpf, H., & Klieme, E. (1989). Sex-related differences in spatial ability: More evidence for convergence. *Perceptual and Motor Skills*, *69*, 915-921.
- Stumpf, H., & Eliot, J. (1995). Gender-related differences in spatial ability and the k factor of general spatial ability in a population of academically talented students. *Personality and Individual Differences*, *19*(1), 33-45.
- Thorndyke, P. W. (1980). *Performance Models for Spatial and Locational Cognition*. Washinton D.C. : Rand.
- Thorndyke, P. W., & Hayes-Roth, B. (1982). Differences in spatial knowledge acquired from maps and navigation. *Cognitive Psychology*, *14*(4), 560-589.
- Thorndyke, P. W., & Goldin, S.E. (1983). Spatial learning and reasoning skill. In H. L. Pick & L. P. Acredolo (Eds.), *Spatial Orientation: Theory, Research, and Application*(pp. 195-217). New York: Plenum Press.
- Vandenberg, S. G., & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skill*, *47*(2), 599-604.
- Vinson, N. G. (1999). Design Guidelines for Landmarks to Support Navigation in Virtual Environments. *Proceedings of CHI '99*. Pittsburgh, PA.
- Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, *117*, 250-270.
- Waller, D. (2000). Individual differences in spatial learning from computer-simulated environments. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, *8*, 307-321.
- Wanzel, K. R., Hamstra, S. J., Anastakis, D. J., Matsumoto E. D., & Cusimano M. D. (2002). Effect of visual-spatial ability on learning of spatially-complex surgical skills. *The Lancet*, *359*(9302), 230-231.
- Wederlin, I., & Stjernberg, G. (1969). On the nature of the perspectual speed factor. *Scandanavian Journal of Psychology*, *10*, 185-192.
- Wederlin, I., & Stjernberg, G. (1971). The relationship between difficulty and facator loadings of some visual-perceptual test. *Scandanavian Journal of Psychology*, *12*, 21-28.
- Witmer, B. G., Bailey, J. H., & Knerr, B. W. (1996). Virtual spaces and real world places: transfer of route knowledge. *International Journal of*

Human-Computer Studies, 45(4), 413-428.

Zimmerman, W. S. (1954). The influence of item complexity upon the factor composition of aspatial visualization test. *Educational and Psychological Measurement*, 14, 106-119.



附件一 尋路策略問卷

No. _____

您好：

這份問卷目的是想要了解個人對於尋路過程的策略採用偏好，請您依照下列的問題，由1-5分，評選出最貼近您日常尋路行為的分數（1分代表完全不同意；5分代表非常同意）。同時，您的資料僅供學術用途，除非獲得您的同意，否則絕不會對外公開，請您放心。

國立交通大學傳播研究所研究生吉同凱
敬上

1. 你認為你的方向感好嗎？

完全不同意 1 2 3 4 5 非常同意

1 2 3 4 5

2. 你的家人或朋友認為你的方向感好嗎？

完全不同意 1 2 3 4 5 非常同意

1 2 3 4 5

3. 想像你在一個陌生的環境下，你會：

a. 記憶 A 點到 B 點的路徑來抵達目的地

完全不同意 1 2 3 4 5 非常同意

1 2 3 4 5

b. 找一個顯眼的地標來當做辨識方位的標記

完全不同意 1 2 3 4 5 非常同意

1 2 3 4 5

c. 在腦海中建立一張關於整個環境的地圖

完全不同意 1 2 3 4 5 非常同意

1 2 3 4 5

4. 想像你在任意一座陌生的城市，把城市的名字寫下來_____：

現在試著呈現這座城市的樣貌，你會選擇用什麼方式：

a. 縱覽型的呈現方式：就像是用地圖般的呈現方式

完全不同意 1 2 3 4 5 非常同意

1 2 3 4 5

b. 路徑型的呈現方式：依照你記住的路徑來呈現

完全不同意 _____ 非常同意

1 2 3 4 5

c. 地標型的呈現方式：以記憶一個顯著地標的方式來呈現（如山、建築物或十字路口等）

完全不同意 _____ 非常同意

1 2 3 4 5

5. 身處於開放的自然環境中（如山上、海邊或鄉下），你會指出東、西、南、北的方位來辨識方向？

完全不同意 _____ 非常同意

1 2 3 4 5

6. 當你身處於熟悉的城市，通常可以輕易辨別出東、西、南、北的方向？

完全不同意 _____ 非常同意

1 2 3 4 5

7. 有人對你描述一條到達某個陌生目的地的路徑，你比較喜歡：

a. 自行想像整條路徑的畫面

完全不同意 _____ 非常同意

1 2 3 4 5

b. 記住對方描述的文字語句

完全不同意 _____ 非常同意

1 2 3 4 5

8. 在結構複雜的建築物裡（如商店或博物館等）你能輕易自然地弄清楚自己所在的位置與建築結構及其外部空間的方向關係嗎？

完全不同意 _____ 非常同意

1 2 3 4 5

9. 當你從建築物內部往外看時，能夠輕易地想像建築物該方向外部的所有景觀嗎？

完全不同意 _____ 非常同意

1 2 3 4 5

10. 當你身處於開放空間時，要求你指出東、西、南、北四個方向時，你會：

a. 馬上就能指出來

完全不同意 _____ 非常同意

1 2 3 4 5

b. 需要先思考一下

完全不同意 _____ 非常同意

1 2 3 4 5

c. have difficulty?

很難指出正確方向

完全不同意 _____ 非常同意

1 2 3 4 5

11. 當你身處一個結構複雜的建築物內部（有很多樓層、樓梯跟迴廊等，如大型購物中心），要前往出口離開時，你會：

a. 馬上就能走向正確方位

完全不同意 _____ 非常同意

1 2 3 4 5

b. 需要先思考一下

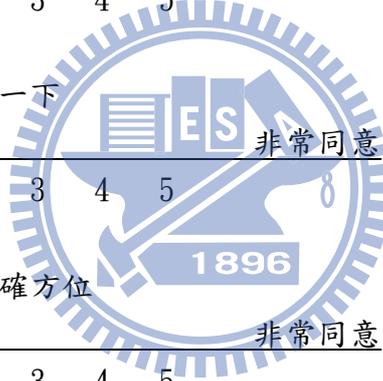
完全不同意 _____ 非常同意

1 2 3 4 5

c. 很難找到正確方位

完全不同意 _____ 非常同意

1 2 3 4 5



個人基本資料

1. 性別：男 女

2. 年齡：_____

3. 職業：_____

4. 教育程度：國中 高中(職) 五專 大學 研究所(以上)

附件二 空間力量表使用授權書

空間力量表授權使用同意書

本人同意提供所發展之「空間力量表」於國立交通大學傳播研究所研究生吉同凱同學之碩士論文(3D電腦遊戲環境任務類型與地標種類對不同空間能力玩家空間知識之影響)之研究工具。

特此證明



授權者簽名：

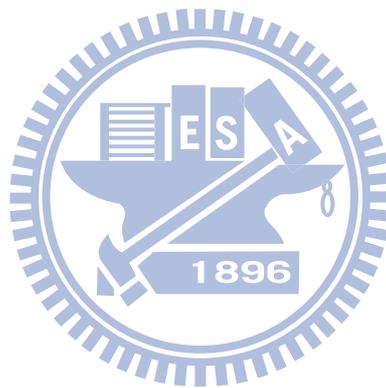
日期：

[Handwritten signature]
2011/06/29

附件三 實驗後問卷

NO. _____

1. 剛才在瀏覽過程中，你是否有對哪些物件比較有印象，或曾經用來作為判斷行走方向的地標？請將他們條列出來。



試想下列情境並回答問題：

2. 終於結束一天的行程，回到家時朋友要來拜訪，他說在 The Clowns Pocket，還沒吃飯，你推薦他先去 Burger Shot 填飽肚子，而你已經吃飽，實在不想再出門了，於是打算用口頭描述的方式，來告訴朋友要怎麼從 The Clowns Pocket 走到 Burger Shot。請回想一下，如何用描述句的方式，從 *The Clowns Pocket* 前往 *Burger Shot*，指引你的朋友過去，並根據第 1 題所記下來的，將過程中會遭遇到的地標也列進流程中（例如：從家門口出發，往前走，看到紅色圓形招牌左轉，然後會看到一個寫著 xx 字樣的店鋪，往前走一個街口再右轉…越詳細越好）。



3. 朋友說他暫時住在 The Clowns Pocket 的旅館，明天想去 Ammu-Nation 買槍，問你要怎麼過去？這次也打算用口頭描述的方式，來告訴朋友怎麼從 The Clowns Pocket 走到 Ammu-Nation。請回想一下，如何用描述句的方式，從 The Clowns Pocket 前往 Ammu-Nation，指引你的朋友去買槍防身。並根據第 1 題所記下來的，將沿路會經過的地標也列進流程中。



4. 這裡有幾張卡片，分別標示了幾個常見的地點，請將他們依相對位置排好，然後再以包含這幾個地點的範圍，畫出完整的街道圖。若你在第一題回答的地標也在這個範圍內，請在街道圖上標記出他們的正確位置，依照你能回憶的，增加越多細節越好。



附件四 地標使用情形訪談文件

NO. _____

P: 請針對實驗者所勾選的項目予以 0-3 分的評分；0：不同意/1:有點同意/2:同意/3:非常同意

List	地標種類										地標性質															
											□ 局部性地標						□ 整體性地標									
	□ 視覺性地標					□ 結構性地標				□ 認知性地標			□ 遠距地標													
	路徑 個人行走的路徑		邊緣 可以提示範圍邊界		地區 可以進入、較為大型的參考點		節點 路徑的交點		地標 不可進入的參考點		奇異性 該地標的造型或顏色特別引人注意嗎？		突出性 該地標的造型和顏色與周遭相比特別不一樣嗎？		該地標座落的位置是交通樞紐嗎？		可親性 如果迷失方向會想要回到這個地標開始重新尋路嗎？		內容性非視覺或結構層面，在意義、文化或用法上你對該地標有什麼解讀		典型性 你會怎麼稱呼這個地標？		固定性 這個地標的位置是固定不變的嗎？		可視性 你在整個實驗過程中都幾乎會看到(注意到)這個地標嗎？	
V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	