

國立交通大學

理學院網路學習學程

碩士論文

從空間智能分析三維空間搜尋系統之尋路策略與行為

Spatial Intelligence on Analyzing Wayfinding Strategies and

Behavior of 3-Dimentional Search System



研究 生：莊碧 雯

指 導 教 授：孫 春 在 教 授

中 華 民 國 九 十 六 年 六 月

從空間智能分析三維空間搜尋系統之尋路策略與行為
Spatial Intelligence on Analyzing Wayfinding Strategies and Behavior
of 3-Dimentional Search System

研究 生：莊碧 雯

Student : Pi-Wen Chuang

指 導 教 授：孫 春 在

Advisor : Chuen-Tsai Sun

國 立 交 通 大 學
理 學 院 網 路 學 習 學 程
碩 士 論 文



National Chiao Tung University
in partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of

Master

in

Degree Program of E-Learning

June 2007

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年六月

從空間智能分析三維空間搜尋系統之尋路策略與行為

(Spatial Intelligence on Analyzing Wayfinding Strategies and Behavior of 3-Dimensional Search System)

學生：莊碧雯

指導教授：孫春在 博士

國立交通大學理學院網路學習學程碩士班

摘要

本研究採用「觀察研究法」與「相關研究法」，探索學生在面對熟悉型與陌生型的三維空間搜尋任務時，以空間智能與尋路策略的角度，分析其尋路行為之歷程。

Google 從 2005 年 6 月推出了 Google Earth 引起了大家的注意與好奇，它可以讓使用者坐在電腦桌前即可瀏覽全世界的美景，讓人眼睛為之一亮，看待事物也有了不一樣的角度。因此，希望藉由三維空間搜尋系統(以 Google Earth 為例)的操作，讓學生能夠更加了解自己在三維空間系統中進行搜尋任務時會受到哪些尋路因素的影響。

依據本研究所得的結果可以發現，在三維空間搜尋任務中，空間智能較低的學生傾向使用地標策略，原因為該類型的學生對於圖像及方位的辨識能力較弱，因此，偏向使用較明顯的地標做為其尋路的參考；空間智能較高的學生傾向使用縱覽策略，原因為該類型的學生對於圖像及方位的辨識能力較強，因此，傾向使用整體總覽的方式搜尋目標。

在三維空間搜尋任務中，不論是地標策略、縱覽策略或路徑策略在尋路行為的完成任務時間方面雖無顯著的差異。但是，可以發現到搜尋的地點屬於未曾去過之地點時，縱覽策略傾向的學生在尋路行為的表現方面會優於地標策略傾向及路徑策略傾向。

透過本研究可以更加了解學生在搜尋任務的過程中，潛在的空間智能與尋路思考模式，因此，老師在面對學生搜尋的問題時，可以參酌學生的思考特質及尋路策略給予適切的引導。期許本研究所得到的結果，能夠讓 Google Earth 的操作介面更符合使用者的需求。

關鍵詞：三維空間搜尋系統、空間智能、尋路策略、尋路行為

Spatial Intelligence on Analyzing Wayfinding Strategies and Behavior of 3-Dimensional Search System

Student : Pi-Wen Chuang

Advisors : Prof. Chuen-Tsai Sun

Degree Program of Science National Chiao Tung University

ABSTRACT

This research adopted “observing method” and “relative method” to survey when facing familiar and strange 3D search missions

Google Earth, published in June, 2005, aroused people’s attention and curiosity. It enables users to glance over the beautiful scenery all over the world right in front of the computer desk, which makes everyone’s eyes twinkle and have different viewpoints. Therefore, we hope we can make students know more about what kinds of wayfinding factors would affect them when they are proceeding with the searching missions in 3D spatial system.

From the outcome of this research, we can find that in 3D spatial searching missions, students with relatively low spatial intelligence tend to use the landmark strategy. That’s because this type of students are weak in distinguishing pictures and locations. Therefore, they are apt to use prominent landmarks as references to find the way. Those with higher spatial intelligence tend to use the overview strategy. That’s because these students are better in distinguishing pictures and locations. As a result, they are apt to use overview strategy to search for the target.

In the 3D searching missions, there is no prominent difference in how much time it costs to finish the searching behavior, no matter it’s landmark strategy, overview strategy or path strategy. Nevertheless, we can find that if the students haven’t been to the place, those with overview strategy would be better in wayfinding behavior than those with landmark strategy and path strategy.

Through this research, we can know more about the modes of the potential spatial intelligence and wayfinding when the students proceed with the searching missions. Consequently, when facing students’ problems of searching missions, the teacher can give proper guidance on account of the students’ thinking quality and wayfinding system fit in with the need of the users much better.

Keywords : 3-Dimensional Search System 、 Spatial Intelligence 、 Wayfinding Strategies 、 Way finding Behavior

誌 謝

口試通過的那一刻，欣喜之情溢於言表，向家人報喜的時候，快樂的眼淚幾乎是要奪眶而出。望著室外和煦的陽光，洋溢著陣陣放鬆的幸福，回想這兩年來需要同時兼顧工作及學業所承受的壓力，終於能夠如釋重負！

首先誠摯的感謝指導教授孫春在博士，在老師悉心的教導之下，使我得以一窺「從空間智能分析三維空間分搜尋系統之尋路策略與行為」領域的深奧，不時的討論並指點我正確的研究方向，使我在研究過程中獲益匪淺，尤其孫老師治學的嚴謹更是我輩學習的典範。

本論文的完成亦得感謝橫山國中莊興惠校長的大力支持及蕭易璇主任、蔡代華主任、戴秋榮組長、丁銘信組長、張家榮老師的協助，因為有你們的體諒及幫忙，使我的進修過程更加順遂。此外，兩年的日子裡，共同生活的點點滴滴、學術上的討論、言不及義的閒扯、趕作業的革命情感…，因為你們的陪伴，讓我兩年的研究生涯變得絢麗多采。

感謝佩嵐、岱伊學姐及昭傑學長不厭其煩的指出我研究中的缺失，總是能夠在我迷惘時為我解惑，也感謝右敏、建發、梅璇、家韻、凱文及美璇同學的幫忙，恭喜我們順利走過這兩年。

我的至愛-張文博，不管是颱風或下雨都會陪我上下課，每當我遇到研究瓶頸愁眉不展時，總是會逗我開心，讓我能夠放鬆心情，重新出發。沒有老公的體恤、包容，相信這兩年的生活將是很不一樣的光景。還有公公、婆婆，謝謝你們給我充分的自由與空間，讓我可以專心的做研究。

最後，謹以此作獻給我摯愛的家人，爸爸、媽媽、姊姊-碧珠、碧萍、碧鳳、碧婷，弟弟-華明、永明。

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
謝誌	III
目錄	IV
表目錄	VI
圖目錄	VIII
第一章 緒論	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究動機與重要性	1
1.3 研究目的	2
1.4 研究問題	2
1.5 名詞釋義	3
1.6 研究限制	3
第二章 文獻探討	4
2.1 空間智能	4
2.1.1 空間智能的定義	4
2.1.2 空間智能的檢核	5
2.1.3 空間智能與尋路行為	7
2.2 尋路策略與行為	8
2.2.1 尋路策略	8
2.2.2 尋路行為	12
2.2.3 三維空間搜尋系統與尋路行為	12
2.3 三維空間搜尋系統	15
2.3.1 三維空間的定義	15

2.3.2 三維空間搜尋系統.....	15
2.3.3 Google earth 之應用.....	16
第三章 研究方法與設計.....	18
3.1 研究方法.....	18
3.2 研究架構.....	19
3.3 研究工具.....	21
3.4 實驗設計.....	23
3.5 實驗流程.....	24
3.6 Google earth 系統操作環境介紹.....	25
3.7 資料分析.....	26
第四章 結果與討論.....	29
4.1 不同類型的搜尋任務歷程中，完成任務時間與尋路行為有何關聯.....	29
4.2 不同類型的搜尋任務歷程中，完成任務時間與空間智能有何關聯.....	33
4.3 不同類型的搜尋任務歷程中，完成任務時間與尋路策略有何關聯.....	35
4.4 不同尋路策略在尋路行為呈現的差異性.....	39
4.5 空間智能的差異與尋路策略有何關聯.....	47
第五章 結論與建議.....	50
5.1 結論.....	50
5.2 建議.....	51
第六章 參考文獻.....	52
附錄一 空間智能量表.....	56
附錄二 尋路策略傾向問卷.....	57
附錄三 三維空間搜尋任務說明單.....	60
附錄四 三維空間搜尋任務實測照片.....	61
附錄五 問卷授權書.....	62

表 目 錄

表 1 多元智能檢核內容	6
表 2 尋路行為的相關研究表	10
表 3 三維空間搜尋系統的種類	16
表 4 熟悉型搜尋任務之完成任務時間、返回次數及停止時間敘述統計表	29
表 5 熟悉型搜尋任務之完成任務時間、返回次數及停止時間複迴歸關係摘要表	30
表 6 陌生型搜尋任務之完成任務時間、返回次數及停止時間敘述統計表	31
表 7 陌生型搜尋任務之完成任務時間、返回次數及停止時間複迴歸關係摘要表	31
表 8 返回次數、停止時間對完成任務時間之迴歸關係摘要表	32
表 9 返回次數、停止時間對完成任務時間之迴歸關係摘要表	32
表 10 熟悉型搜尋任務之完成任務時間、尋路行為及空間智能複迴歸關係摘要表	33
表 11 陌生型搜尋任務之完成任務時間、尋路行為及空間智能複迴歸關係摘要表	34
表 12 尋路策略分組人數統計表	35
表 13 熟悉型搜尋任務之尋路策略對完成任務時間之敘述統計表	35
表 14 熟悉型搜尋任務-尋路策略對完成任務時間關聯度之變異數分析	36
表 15 陌生型搜尋任務之尋路策略對尋路行為敘述統計表	37
表 16 陌生型搜尋任務之尋路策略對尋路行為關聯度之變異數分析	37
表 17 熟悉型搜尋任務之「尋路策略」與「返回次數」敘述統計表	39
表 18 熟悉型搜尋任務-尋路策略對「返回次數」之變異數分析	40
表 19 熟悉型搜尋任務之「停止時間」敘述統計表	41
表 20 熟悉型搜尋任務-尋路策略對「停止時間」之變異數分析	42
表 21 陌生型搜尋任務之「返回次數」敘述統計表	43
表 22 陌生型搜尋任務-尋路策略對「返回次數」之變異數分析	44
表 23 尋路策略對返回次數之事後比較結果	44

表 24 陌生型搜尋任務之「停止時間」敘述統計表	45
表 25 陌生型搜尋任務-尋路策略對「停止時間」之變異數分析	46
表 26 空間智能低、中、高等級區分標準	47
表 27 不同空間智能等級進行搜尋任務時使用的尋路策略之卡方考驗摘要表	48



圖 目 錄

圖 1 尋路行為決策過程與各階段內容	7
圖 2 尋路行為之個別差異模型	10
圖 3 Google Earth 主畫面及操作面版介紹	17
圖 4 研究架構圖	19
圖 5 實驗研究流程圖	24
圖 6 Google earth 系統圖層架構	25
圖 7 不同尋路策略面對熟悉型搜尋任務之完成任務平均時間折線圖	36
圖 8 不同尋路策略面對陌生型搜尋任務之達成任務平均時間折線圖	38
圖 9 不同尋路策略面對熟悉型搜尋任務之平均返回次數折線圖	40
圖 10 不同尋路策略面對熟悉型搜尋任務之平均停止時間折線圖	41
圖 11 不同尋路策略面對陌生型搜尋任務之平均返回次數折線圖	43
圖 12 不同尋路策略面對陌生型搜尋任務之平均返回停止時間折線圖	45
圖 13 不同空間智能等級進行搜尋任務時使用的尋路策略之直方圖	49
圖 14 Google Earth 操作介面加入形狀搜尋及顏色搜尋模式示意圖	51

第一章、緒論

1.1 研究背景

Google 從 2005 年 6 月推出了 Google Earth 引起了大家的注意與好奇，Trimbath, (2006) 聲稱：「Google Earth 可以把世界放在你的桌上。」讓使用者坐在電腦桌前即可瀏覽全世界的美景，使人類的眼睛為之一亮，看待事物有了不一樣的角度。

Google Earth 不斷地推出更新版，除了更新及加入許多新的空拍圖，同時也將三維空間搜尋的操作介面變得更人性化、更易於使用。讓一般大眾即使是坐在電腦桌前，也可以一覽空中的美景，並提供飯店、餐館及著名地標等豐富資訊，讓旅遊家即使未到該處也能有身歷其境的感受(Butler, 2006)。

也就是因為 Google Earth 的出現，使地圖資訊有了革命性的影響，Google Earth 提供了一個豐富而簡易的網路地圖查詢系統(Jones, 2006)。尤有進者，它讓使用者可以將自己的資料與 Google Earth 結合，亦即可以利用 Google Earth 提供的三維地圖做為背景圖，由使用者自己建置自己的資料。

截至目前，國內並未針對三維空間搜尋系統中的尋路行為進行分析研究，僅止於真實環境中，如醫院、捷運、地下街及圖書館等的個案探討，因此本問題的研究不僅能為國內的模擬三維空間搜尋系統研究引入新的方向，同時更有助於瞭解人類在模擬空間中的空間智能與尋路行為。

1.2 研究動機及重要性

在學校擔任電腦教學的歷程中，在認識學校的單元教學活動中，請學生使用 Google Earth 搜尋學校的空照圖位置。發現到有些學生可以很快地找到目標；但是，也有一部分學生花了很久的時間才找到目標。因此，究竟是哪些因素造成了學生完成目標時間上的差異，引起了我的研究動機。

Google Earth 是一個模擬三維空間搜尋系統的環境，有別於學生於日常生活中面臨到的真實情境之尋路問題。當我們面臨真實情境的尋路問題時，通常會在腦海中先形成認知地圖，接著開始進行尋路，在尋路的過程中發生問題時，則會開始搜尋相關的資

訊，例如：憑藉既有的經驗、使用地圖、問人、上網查詢…等。每個人都有自己偏好的尋路方式。因此，在尋路的行為中，探討尋路過程中存在的不同的思考模式，成了一個值得玩味的議題。因此，希望藉由三維空間搜尋系統(以 Google earth 為例)的搜尋任務，讓學生能夠更加了解自己的尋路行為模式。

再者，智能是人類潛在的能力，亦是人類探索世界的方式。而空間智能是源自哈佛大學教授 Howard Gardner(1983)提出的多元智能中的一個項目，在教育及認知領域愈來愈受到重視。因此，除了語言、文字可以表達個人心智之外，圖像也是另一種方式。是故，多元化的接納學生的表達方式，進而探索在三維空間搜尋歷程中，找出人類的空間智能在 Google Earth 所呈現的意涵。

Google earth 推出後得到很多的迴響，滿足了旅遊者探索目的地的渴望；解決了尋路者找不到目標急迫的心，因此如何使其更符合尋路者的需求，從空間智能的角度切入，進一步去分析三維空間搜尋系統的尋路策略與行為。

Stocky & Cassell (2002) 認為在 3D 虛擬環境中(航海、航空及駕駛的模擬)學習是有助於學生在空間智能的發展，而且，空間智能對於人們在尋路績效是有助益的。

1.3 研究目的

本研究的主要目的是探討在三維空間搜尋系統中，學生面對熟悉型與陌生型的搜尋任務時，是如何運用空間智能與尋路策略解決迷路問題，在解決迷路問題的過程中存在著個別差異。所以，擬以側錄軟體記錄學生進行三維空間搜尋任務之尋路歷程，分析學生在空間智能、尋路策略與尋路行為方面所呈現的關聯及差異。

1.4 研究問題

本研究以「三維空間搜尋系統」為研究環境，以空間智能量表、尋路策略傾向問卷及自編三維空間搜尋任務為測量工具，擬定之研究問題如下所列：

- 1、不同類型的搜尋任務歷程中，「完成任務時間」與「尋路行為」有何關聯？
- 2、不同類型的搜尋任務歷程中，「完成任務時間」與「空間智能」有何關聯？
- 3、不同類型的搜尋任務歷程中，「完成任務時間」與「尋路策略」有何關聯？

4、不同尋路策略在尋路行為呈現的差異性。

5、空間智能的差異與尋路策略有何關聯？

1.5 名詞釋義

1、熟悉型任務：以進行搜尋任務之學生的角度來看，任務地點是曾經去過之處。

2、陌生型任務：以進行搜尋任務的學生的角度來看，任務地點是從未去過之處。

3、空間智能：本研究依Howard Gardner (1995) 的定義，將空間智能視為在三度空間中進行思考，準確地感覺視覺空間並將之表現出來。進一步能夠統整對色彩、線條、形狀及形式之間的敏感力。

4、尋路策略：義大利學者Pazzaglia等人(2001)從個人認知風格的角度，提出個人在面對尋路問題時傾向使用何種策略。尋路策略可分成三大類，分別是縱覽策略傾向、地標策略傾向及路徑策略傾向。

(1)地標策略傾向：注重的是尋路的過程中醒目的線索，以做為辨識方向的參考。

(2)路徑策略傾向：尋路者依據一個具有順序性的導引方式，從A地移至B地。

(3)縱覽策略傾向：喜好全觀式的環境觀點來尋找目標。

5、尋路行為：依據 O'Neill (1991)提出尋路行為的評估方式，其要素分別是「停止時間」、「返回次數」及「到達目標時間」。分別如下所述：

(1) 停止時間(stop)：因為不確定目標是否正確，停下來觀望的時間。

(2) 返回次數(backspace)：因為發現目標錯誤，以致回到前一層的次數。

6、三維空間搜尋系統：三維空間是指點的位置由三個坐標決定的空間。現實空間就是三維空間，具有長、寬、高三種度量。三維空間也就是指三度空間。本研究的Google earth系統因為具有三個測量的維度，2D操作環境加上模擬Zoom in/out功能，即上下、左右、高度，因此，將其定義為三維空間搜尋系統。

1.6 研究限制

本研究採取「觀察研究法」與「相關研究法」，因為受限於研究時間、經費與人力，選擇新竹縣某國中為研究對象。因此，研究結果僅能推至此一母體，並不適用其他學校。

第二章、文獻探討

本研究以「從空間智能分析三維搜尋系統中之尋路行為」做為研究主題。所以，彙整與本研究有關之理論與研究，以尋求適合的文獻背景做為研究設計的依據。茲分為四個小節闡述，首先由「空間智能之定義」談起，接著論述「尋路策略」與「尋路行為」，最後介紹「三維空間搜尋系統的相關研究」。以下分節闡述。

2.1 空間智能(spatial intelligence)

2.1.1 空間智能的定義

哈佛大學心理學教授 Gardner 在人類的認知能力的發展已進行多年的研究，打破了一般傳統智能(intelligence)理論所主張的兩個基本假設：即人類的認知是一元化的，以及只要用單一的智能就可以描述學生。而過去偏狹的教育方案獨尊語文和數學智能，缺漏了其他求知方式的重要性。因此很多無法在傳統學業智能上出頭的學生未能受到重視，他們的潛在的長處可能無法得到發揮，對學生個人和整個社會都是很大的損失。因此，Howard Gardner 對智能概念提出革新的實用性定義，揚棄以單一方面的智能來看待人類的聰明，其定義「智能」為：

1. 在實際生活中解決週遭問題的能力。
2. 提出新問題來解決的能力。
3. 對自己所屬文化做有價值的創造及服務的能力。

接著在 1983 年，哈佛大學心理學教授 Gardner 出版著作「智力架構」(*Frames of Mind*)，書中提出了「多元智能理論」(Theory of Multiple Intelligence)，其認為人類有八種智能是用來學習、解決問題，以及創造的工具，是每個人都會使用的工具，即（一）語文智能 (linguistic intelligence)。（二）邏輯-數學智能 (logical-mathematical intelligence)。（三）空間智能(spatial intelligence)。（四）肢體-動覺智能(bodily-kinesthetic intelligence)。（五）音樂智能(musical intelligence)。（六）人際智能(interpersonal intelligence)。（七）內省智能 (intrapersonal intelligence)。其後在 1995 年又新加入了（八）自然觀察智能 (naturalistic intelligence)。

(naturalist intelligence)遂變成八大智能。這樣的論點打破了傳統的智能(IQ)一元論，讓人們對智能有了更寬廣的見解（郭俊賢、陳淑惠譯，2000）。

本研究針對多元智能中的「空間智能」做探討，是因為學生在進行三維空間搜尋任務時，需運用到形狀、線條及顏色比對的能力。「空間智能」之意涵除了前述的能力之外，還包括能夠準確地感覺視覺空間，並將所知覺到的表現出來(Gardner，1983)。不同的人在八大智能中皆有其較優勢的部分，每一個人都可以試著找出自己的潛能。其中也包括將視覺與空間的想法，立體化的在腦海中具體呈現，以及在一個空間矩陣中，很快地找出方位(Gardner，1983)。空間智能並非表示一個人的空間能力，而是一個人對色彩、線條、形狀、形式、空間及他們之間關係的敏感性。空間智能可以劃分為「形象的空間智能」和「抽象的空間智能」兩種能力，形象的空間智能為畫家的特長；抽象的空間智能為幾何學家特長，建築學家形象和抽象的空間智能都擅長。

2.1.2 空間智能的檢核

郭俊賢、陳淑惠(2000)認為：旅遊中閱讀地圖、在房間中移動地圖及繪製圖像等都要依賴空間智能。並非每個擅長空間智能的人都有著相同的技能，有的人可能是在繪畫上具有天份，有的人則精於製作立體模型，還有人則是表現於精緻藝術方面。以下的事例很可能意謂著具有發展良好的空間智能，本研究所使用的空間智能檢核表(附錄一)，乃依據這些觀點加以調整。

1. 透過注視和觀察來學習且善於辨識面貌、物件、形狀、顏色、細節和景物。
2. 能有效地在空間中穿梭和搬移物品；在未曾去過之城市能夠輕易辨識方位。
3. 可以進行圖片思考並看到細節，在回想訊息時可以用視覺影像來輔助。
4. 喜歡用圖形表徵或透過視覺媒介來學習。
5. 喜好塗鴉、素描、繪畫、雕塑、或其他看得到的形式複製物品。
6. 喜好建構立體的物品，例如摺紙、立體模型等。能夠在腦海中改變物體的形式—例如可以在腦海中把物品在空間中移動，仍能夠辨識該物品。
7. 可以用不同的方式或新的觀點來看待事物，不僅可以看到某個形狀、還可以看

到形狀周圍的背景空間，或是偵查到隱藏在他背後形狀。

8. 可以同時知覺到鮮明的細微的型態。
9. 可以創造出訊息的具體或視覺化的表徵。
10. 精通表意和抽象的設計。
11. 表現出要成為一位航行員、室內空間設計師、建築師、藝術家或其他視覺取向之興趣。
12. 創造出新的視覺空間之媒體，或藝術方面的作品。

以上只是展現空間智能的一些可能方式。我們必需重視人類在各種活動背後空間智能，而且這些特質或特徵也不是一張簡單的清單就能說盡。相關的多元智能量表彙整如表1，本研究採用謝佳蓁(2001)編製之多元智能評量表為研究工具。

表1 多元智能檢核內容

研究名稱	提出者及年代	研究內容
八大多元智能問卷的信、效度分析	周子敬(2004) 	檢測 Gardner 所倡導的八大多元智能並確認是否適用於台灣。
多元智能評量表之編製	謝佳蓁(2001)	檢測年齡為 11~13 之多元智能。
ETS Map Planing Test	Carroll(1993)	(1)共有 40 個項目且需於 6 分鐘內測驗完畢。 (2)尋求 2 點之間的最短路徑且需避開障礙物。
ETS Paper Folding Test	Carroll(1993)	(1)共有 20 個項目且需於 6 分鐘內測驗完畢。 (2)辨識旋轉物體的能力。

資料來源：本研究整理

2.1.3 空間智能與尋路行為

當一個人面對尋路的問題時，其腦海中開始建立尋路的決策過程(Ruddle & Lessels, 2006)。尋路的決策過程可分為三個階段，分別是空間認知建立階段、決策階段以及執行階段(圖 1)。在空間認知建立階段中，Montello (1999) 認為空間方位的認知為建立空間概念最重要因素，而且 Gardner(1995)提出的空間智能與空間方位的理論相互契合。因此，我們可以知道當人們從起始地點開始出發到目的地時，首先要先知道自己所處的相對位置。換言之，每個人對自己所處的位置空間有一定程度的認知，而且這樣的認知某一部分是來自對空間認知的敏感度(郭俊賢與陳淑惠，2006)。Darken 與 Sibert 在 1996 年透過尋路任務的方式提出空間概念與尋路行為之關係：在尋路的過程中，尋路者必需對整個空間有一定的概念，這種空間概念可以分成三種形式。第一種是俯視知識(survey knowledge)：在尋路者的腦海裡，藉著物件的相對距離和位置，把空間轉換成如地圖般的影像概念，以完成尋路任務。第二種是地標知識(landmark knowledge)：以靜態視覺化的地標做為定位的方法，以增加對空間的瞭解。地標知識係指此地標的視覺特徵，包括它的外形、大小、顏色…等。第三種是程序性知識(procedural knowledge)，尋路者將所知道的地標串連成一個完整的路徑，做為辨識方向的依據。尋路的決策歷程如下圖 1 所示：

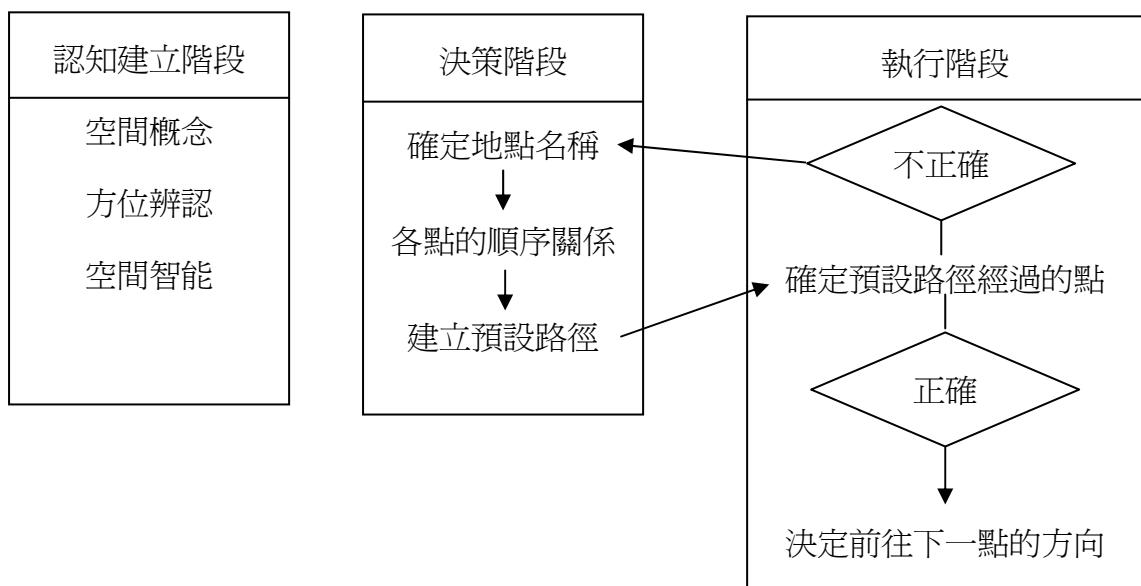


圖 1 尋路行為決策過程與各階段內容

2.2 尋路策略與行為

2.2.1 尋路策略(wayfinding strategies)

尋路(way-finding)一詞源由都市設計師 Kevin Lynch 在 1960 年發表著作「都市意象」*The Image of The City*」出現(宋伯欽譯，1999)。尋路意涵一個人對於都市環境的了解與觀察力。之後，隨著室內空間的複雜度提高，加上人類在建築物中的活動行為日益受到重視，尋路開始加入不同的研究方向，Kaplan(1979)從環境心理學的角度切入，將尋路一詞修正為「人們在迷路時他們是如何找到路的」，結合了空間與行為兩項要素，因此尋路的名稱修訂為「Wayfinding」。

尋路方面的相關研究，過去多半偏重在真實情境中的研究。近幾年來由於模擬三維空間的蓬勃發展，有許多的學者日益重視在虛擬環境中的尋路行為。影響尋路行為的因素可以分成三大類，分別是環境特徵、尋路策略與個人能力(Ingwerron，1982)。環境特徵包括環境空間的複雜度、地標訊息等；尋路策略包括地標輔助策略傾向、路徑策略傾向及總覽性策略傾向；個人因素則包括空間能力、空間知識、既有經驗等。

一、環境特徵：

Darken & Sibert (1996)提出在虛擬環境中進行尋路任務時，如果缺乏額外的提示訊息，對於找到方向及完成任務存在相當大的困難。

二、尋路策略：

許子凡(2004)認為瀏覽者在虛擬環境中會如同於真實環境中運用環境資訊來建立空間概念。在時間、轉錯彎與後退次數等尋路行為的評估中，地圖環境資訊、空間特徵及標示系統中以地圖環境資訊較佳。虛擬環境中的尋路行為是有別於真實環境中的尋路行為。真實環境中遇到迷路的問題時，需要辨別東西南北之能力，但是，在三維空間搜尋系統中卻是特別強調俯視地面的能力。而兩者相同之處卻都是一樣需要清楚的標示系統，以便於尋路。

認知能力對於尋路行為的影響，過去的研究多半注重個人能力方面，譬如：空間能力、空間知識及方向感等。但是，關於認知風格對尋路行為的影響，卻鮮少被提出。認知能力與認知風格的差異在於，認知能力具有量化的指標意義，該能力愈多表示能力愈好；而認知風格並不具有量化的指標意義，其代表的是價值觀念的差異，無優劣之分，僅代表著某一種風格較適合哪一類的問題情境。

個人的尋路策略屬於認知風格面向，意涵著個人在面對環境中的各項地標或訊息時，進行解讀或組織的傾向。例如：對於環境資訊的注意、接收，會因為個人認知風格的不同而形成差異，形成不同的尋路策略，進而對尋路行為產生影響。

義大利學者 Pazzaglia 等人(2001)從個人認知風格的角度，提出尋路策略可分成三大類，分別是縱覽策略傾向、地標策略傾向及路徑策略傾向。例如：有些人比較會注意到環境中的地標，做為其尋路的依據；亦或者有人偏好整體全面的瀏覽來記憶方位，再者，也有人習慣以既定的地標將其連結成為路徑，以做為尋路的參考。根據 Pazzaglia 的研究顯示，這三種尋路策略不僅是面對陌生的環境會使用，在熟悉的環境中也會使用。

關於這三種不同的尋路策略解釋如下：

1、地標策略傾向：

注重的是尋路的過程中醒目的線索，以做為辨識方向的參考。不同於路徑策略傾向的是，尋路者並不會記憶這些地標連結出哪些路徑。(Pazzaglia & De Beni, 2001)。

2、路徑策略傾向：

尋路者依據一個具有順序性的導引方式，從 A 地移至 B 地，一般來說，他們也會使用地標做為輔助標記，將每一個地標之間連接成一條路徑，以便於成功達到目標。這一類傾向的尋路者，有一個共同的特性，即看到某一個地標便知道向左或右轉，再連結至下一個地標，以既定的路徑到達目標。雖然這種方式可以有明確的路徑指引，但是卻較不具彈性，一旦遇到需從另一個地點出發時，這種策略即失去作用。

3、縱覽策略傾向：

尋路的過程中會依賴腦海中的認知地圖，整合環境所提供的所有資訊，試圖掌握環境中的方向及位置，且喜好全觀式的環境觀點來尋找目標。

三、個人能力：

Kato & Takeuchi(2003)亦提出個人的空間能力差異對尋路策略的影響，其理論模型如下圖 2 所示。

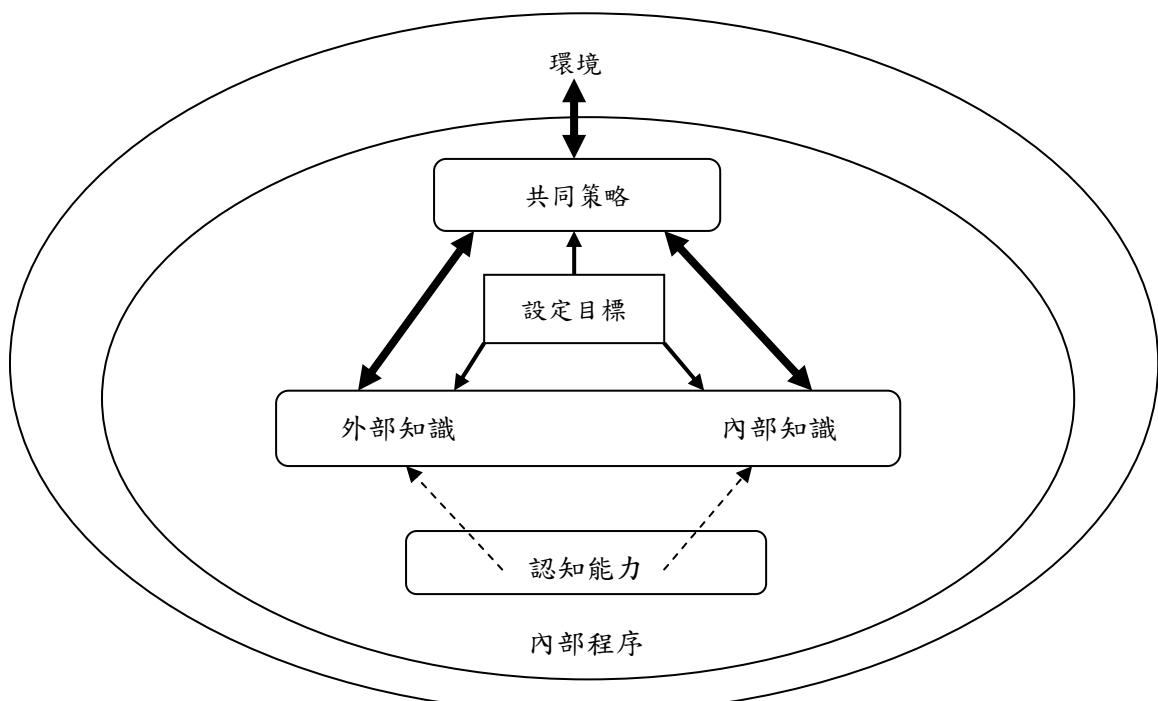


圖 2 尋路行為之個別差異模型

茲將上述內容整理成表 2：

表 2 尋路行為的相關研究表

年代	研究者	研究內容
1960	Keven Lynch	第一次使用尋路(way-finding)描述對都市環境的瞭解與觀察力。
1979	Roger Downs	加入環境心理學的觀點，結合「空間」與「行為」兩項要素拓展尋路的應用領域，並新命名為「wayfinding」。

1982	Ingwerson	提出影響尋路行為的主要因素，包括「環境特徵」、「尋路策略」與「個人能力」。
1991	M. O' Neill	提出尋路行為的衡量方式，其要素分別是「旅行的比率」、「返回次數」、「轉錯彎次數」及「停止並觀望的時間」。
1992	Eaton	進一步將 Ingwerson 的論點修改為：環境的特性、需要的資訊與處理資訊的能力。
1993	Darken, R. P. Sibert, J. L.	開始虛擬實境的方位探討。
1996	Darken, R. P. Sibert, J. L.	在虛擬環境中進行尋路任務時，如果缺乏額外的提示訊息，對於找到方向及完成任務存在相當大的困難。 虛擬實境必須發展更完整的操作介面以輔助瀏覽。
1996	Charitos Rutherford	人們在虛擬實境中會藉由辨識空間元素的方式以獲得空間方位的訊息。
2003	許子凡	地圖資訊對於虛擬實境的空間認知與瀏覽有正面的幫助。
2006	Chao Li	以設計任務之方式結合 PDA 工具，分析尋路行為。
2006	Ruddle, R. A. Lessells, S. L.	提出評估虛擬環境中尋路績效的方式，分別為 Physical actions: locomotion: locomotion Physical actions: locomotion: looking around Physical actions: locomotion: observation Time classification Error classification

資料來源：本研究整理

2.2.2 尋路行為(wayfinding behavior)

1980 年代，Paul Authar 認為「尋路是尋求空間問題的解決，其中包含了對環境的認知，將環境資訊轉變成尋路的決策和行動規劃，並在適當的地點將計劃具體執行」。

1996 年，Charitors 與 Rutherford 也發現人們在虛擬環境中會藉由辨識地標的方式以獲得空間方位的訊息。

本研究所採用的理論背景為 O'Neill (1991) 提出尋路行為的評估方式，其要素分別是「停止時間」、「返回次數」及「到達目標時間」。選用這三個要素的原因為，當學生在尋路的歷程中，如果發生困擾或疑惑的時候，會停下來觀望並檢視自己的空間認知是否正確，因而會發生停止不前的動作與回到上一層的情況。接著，進一步分析學生的尋路行為，發現「停止時間」及「返回次數」是影響「到達目標時間」的重要因素。因此，定義「到達目標時間」為依變項；「停止時間」及「返回次數」分開為自變項。根據 O'Neill 及受測學生的三維空間搜尋行為，定義「停止時間」、「返回次數」及「到達目標時間」分別如下所述：

- 
- 1、停止時間(stop)：因為不確定目標是否正確，停下來觀望的時間。
 - 2、返回次數(backspace)：因為發現目標錯誤，以致回到前一層的次數。
 - 3、到達目標時間：從開始任務到完成任務時間。

2.2.3 三維空間搜尋系統與尋路行為

「虛擬環境」指的是「電腦數位環境」模擬「真實環境」所營造出來的空間；而三維空間搜尋系統則是建立於虛擬環境中，模擬地球儀系統，用來協助使用者可以到達世界各地(陳佳欣與王年燦，2003)。

三維空間搜尋系統裡包含了許多人們在尋路決策時所需要的一些資訊，例如：使用者位置、地標、空照圖及路徑提示等，配合良好的資訊呈現方式，讓使用者可以順利找到目標。三維空間搜尋系統建置的目的，是為了解決在日常生活中遇到尋路問題時，

能夠對自己的位置定向定位，並順利地在腦海中建立所欲前往位置的概念圖，進而到達目標。使用三維空間搜尋系統雖然可以幫助人們對現實環境的了解，但是，卻不可能取代現實環境，因為人們使用三維空間搜尋系統的目的還是為了在現實環境中更容易找到目標。

現實生活的許多尋路模式可以應用到虛擬環境中，不過在虛擬環境中有許多的尋路方式是現實環境中所無法呈現的。主要是因為虛擬環境有許多不同於真實環境的特性。從過去的研究可以將虛擬環境的特性，歸納如下：

1、不受物理或幾何方面的限制：

對於真實環境與虛擬環境以其特性來說，虛擬環境不受幾何或物理方面的限制，如重力、風力等。在虛擬環境中的物件不具有排他性，例如：在同一個空間中會有數個物體佔據同一個位置(邱茂林，2001)。林慧婷(2002)提出在網際網路的虛擬空間中，最重要的特性為超越物理空間的限制。因此，在虛擬空間的資訊標示就可以放置在尋路者最容易看到的地方。

2、不受限制的多重視角：

在真實空間裡的尋路過程，尋路人處在第一人稱的視點，然而在虛擬環境提供導覽的方式卻不受限於第一人稱。Raubal與Winter (2002) 提到在虛擬空間使用者的視點可以有兩個方式：第一人稱的視角可以提供一個自我為中心的觀點；第三人稱的視點，可以讓使用者明白的看到自己在空間中的位置。採取多重視角，可以讓尋路人從不同的角度去觀察地標，有助於對空間資訊的記憶，進而幫助尋路的決策。Elvins與Nadeau (1997)就曾利用這個特性來發展三維虛擬空間的地標設計。

3、輸入地點名稱或轉動滑鼠：

直接輸入地點名稱或經緯度是三維空間搜尋系統的特徵之一。此項功能的特性就是可讓使用者依照自己的順序，以自由的方式瀏覽，跳到其他相關部分參考。所以在虛擬空間中不需經過節點與節點之間的過程，而是利用搜尋跳躍的方式，即可與其他地點聯結。

使用三維空間搜尋系統會產生的一個問題是，無法改變真實空間的配置。因為

虛擬空間要做到完全模擬真實空間的物件，不能重新安排現實空間的設計，但可在原來的資訊上加上許多在真實空間無法建立的後生資訊。目前有許多利用虛擬空間的特性來建立輔助機制的研究，如 Chittaro 與 Scagnetto (2001)利用半透明的機制研究對使用者的導覽是否有所幫助，這個研究設計了二種導覽幫助的機制，以第一人稱半透明的機制及第三人稱半透明的機制來設計導覽，經使用者測試後的結果發現，以第三人稱俯視的導覽方式可提供在尋路歷程中較快速的幫助。

Elvins, Nadeau, Schul 與 Kirsh (1998) 的 3D 導覽書研究中只提供地標資訊，建立一個可以從多個角度來觀看的 3D 路標，讓尋路者事先探索並瞭解地標，然後讓尋路者到實際的場景探索，比較利用 3D 路標資訊與一圖片路標資訊，何者對尋路的幫助較佳。研究結果顯示，利用多重視角來觀察路標，有助於尋路人對路標資訊的瞭解，對於尋路的行為上更是有極大的幫助。另外，Darken 與 Sibert (1996)在虛擬環境中加入幾個導覽機制，如果利用格線座標讓使用者定位，利用平面地圖並標示尋路人的所在位置。研究結果發現加入空間導覽暗示的使用者，對於空間概念的形成和尋路的績效上都較沒有加入空間導覽暗示的使用者為佳。在比較幾個虛擬空間的導覽設計與研究後可以發現，大多數的研究在虛擬空間中加入導覽機制是有助於導覽行為的進行。

2.3 三維空間搜尋系統(three-dimensional search system)

2.3.1 三維空間的定義

三維空間是指具有長度、寬度及高度的三維空間，亦即三維空間是指點的位置由三個坐標決定的空間。現實空間就是三維空間，具有長、寬、高三種度量。

三維空間系統又稱 3D 空間。一般在描述空間中平面的方位，至少需要兩個參數值，一個是平面的傾斜度(slant)，一是傾斜的方向(direction-of-slant)。即描述平面的方位可解釋為一個垂直穿透平面的法線，所組成的球座標系統。這樣的系統與人所習慣認知的方位概念相當類似，若比喻人所站立的垂直軸為極座標軸(polar axis)，此時手臂平舉則代表水平面，隨著身體的左右旋轉與兩手臂的高舉與低放，亦形成了一個空間的球座標(林信全，民 95)。

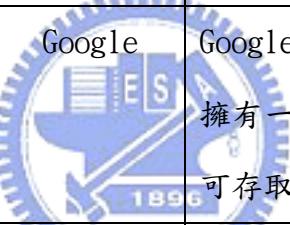
2.3.2 三維空間搜尋系統

所謂三維空間搜尋系統，指的是在三維空間系統中具有讓使用者進行搜尋任務的環境(林信全，2005)。因此，系統環境不僅具有三維向度的虛擬環境，還要能夠讓使用者進行搜尋的工作。(Jones, 2006)曾提出：Microsoft 推出 Virtual Earth、Google 推出 Google Earth，這兩家公司在模擬世界不斷地推陳出新，希冀在模擬世界成為統治者。本研究經過實際上線操作後，決定使用 Google earth 搜尋系統。其具有三維向度的虛擬空間環境，其左右表示座標系統的 X 軸、上下表示座標系統的 Y 軸、高低即表示座標系統的 Z 軸。

Google Earth 是一個免費的資源，只要你擁有一台個人電腦且具備上網的功能，即可存取全世界各地的空照圖。它使用了公共領域的圖片、受許可的航空照相圖片、KeyHole 間諜衛星的圖片和很多其他衛星所拍攝的城鎮照片，甚至連 Google Maps 沒有提供的圖片都有。(維基百科，2006)

茲將三維空間搜尋系統的種類整理如表 3：

表 3 三維空間搜尋系統的種類

名稱	開發公司	主要功能
NASA World Wind	NASA	目前只能看美國的地圖，台灣地區未提供。
Microsoft's GeoTango	Microsoft	可以讓您互動式地探索世界各地之地圖。
ArcGIS Explorer	ESRI	提供一系列的立即可用的在線地圖服務、 地球服務，和其它 GIS 服務。。
LeicaVirtual Explorer	Leica	使用一個星球觀察環境，用戶到處能探索 和獨立地分析 3D 地形，以寬廣的 GIS 和分 析工具。用戶能夠在他們的探險中與其它 用戶分享經驗、觀點、地標。
google earth	 Google Earth	Google Earth 是一個免費的資源，只要你 擁有一台個人電腦且具備上網的功能，即 可存取全世界各地的空照圖。
SkylineGlobe	Skyling	能夠呈現 3D 地形和都市環境影像的資料 庫，可以在美國得到行駛道路的方向和查 尋企業位置。

資料來源：本研究整理

2.3.3 Google Earth 之應用

Google 在 2005 年推出 google earth 的 3D 空照圖服務，讓許多人感到驚奇不已！

不僅如此，Google Earth 可說是個超炫的 3D 地球儀加全世界地圖，只要輸入你想找的地標關鍵字，Google Earth 就會帶你飛到當地上空，讓你立刻以 3D 視角找到你要去的地方，就像坐高速直昇機直接飛到目的地上空一樣(Butler, 2006)。

Google Earth 提供免費的 3D 空照圖資訊，也整合了許多地理資料(Butler, 2006)。你可以勾選要在地圖上顯示的物件類型，例如道路、旅館、餐廳、邊界等等，甚至還可

以自己為某些地點加入個人化的旅遊照片，或是計算從甲地到乙地的距離。

截至目前為止 Google Earth 的資料庫，還是以美國和英國等國家較為詳細，在美國各大城市甚至還能夠以 3D 模型繪出建築物的相對高度，讓你對當地的地形有更深刻的認識。Pearce, Johnson & Grant(2007)認為，只要您擁有 Google Earth，即使是坐在電腦前面，就可以讓你暢遊全世界。

Google Earth 之應用，舉凡 GIS、地理、環境科學、降低 3D 模型建置成本等…皆是。尤有進者，在 GIS 方面之應用獲得了廣大的好評，Google Earth 不僅可以告訴你到達目的地的路況，甚至是相關的地標、路徑及時間皆能完整呈現(Butler, 2006)。

Google Earth 主畫面及操作面版如下圖 3：

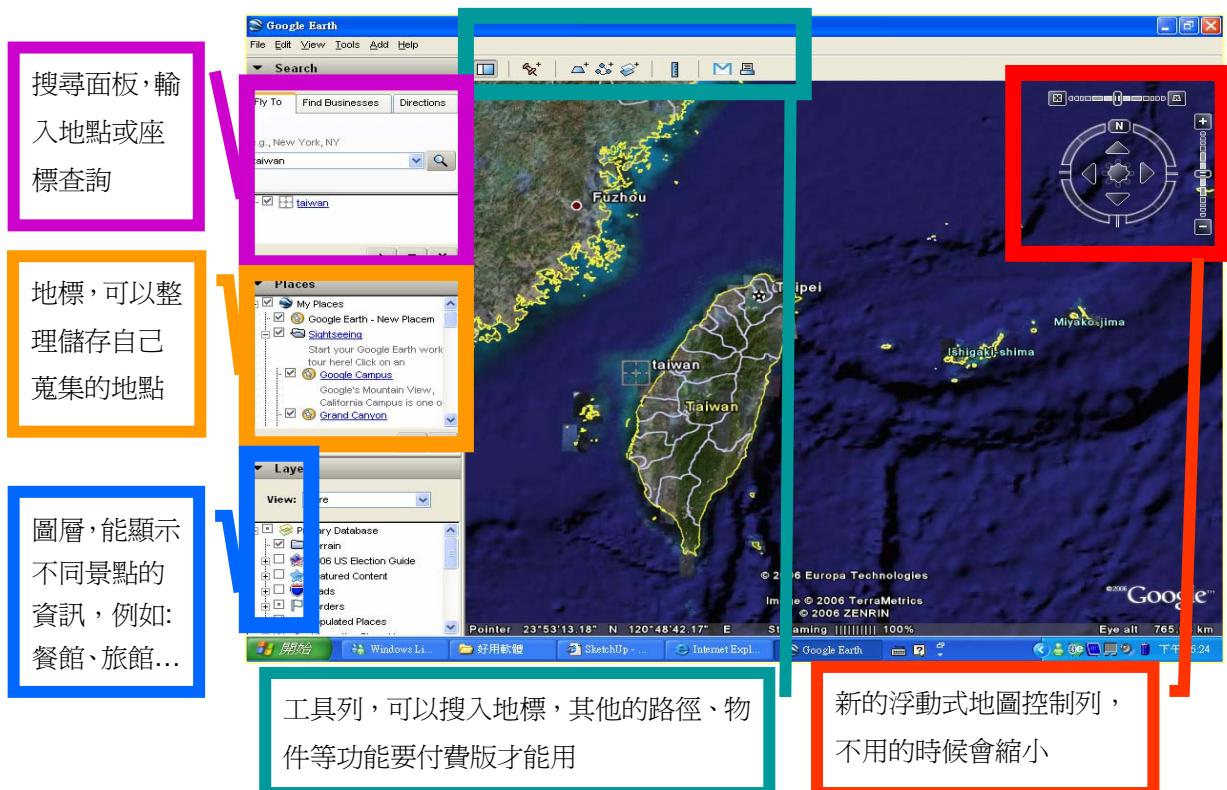


圖 3 Google Earth 主畫面及操作面版介紹

第三章、研究方法與設計

本研究採用「觀察研究法」與「相關研究法」，分析空間智能與尋路行為在三維空間搜尋系統所展現的新風貌。本章共分為七小節，依序為研究方法、研究架構、研究工具、實驗設計、實驗流程、Google Earth操作系統環境介紹及資料分析。

3.1 研究方法

3.1.1 觀察研究法

以 Camtasia 側錄軟體紀錄學生在三維空間搜尋任務各個歷程之返回次數、轉錯彎次數及到達目標時間，以確實了解哪些因素是造成學生能夠達成目標的主要因素。

3.1.2 相關研究法

1. 以相關的理論及尋路行為分析三維空間搜尋歷程。
2. 分析在三維空間搜尋任務的歷程中，空間智能與尋路策略之關聯。
3. 分析在三維空間搜尋任務的歷程中，空間智能與尋路行為之關聯。
4. 分析在三維空間搜尋任務的歷程中，尋路策略與尋路行為之關聯。



3.2 研究架構

本研究之自變項為停止時間、返回次數、空間智能及尋路策略，依變項為完成任務時間。

研究架構如下圖 4：

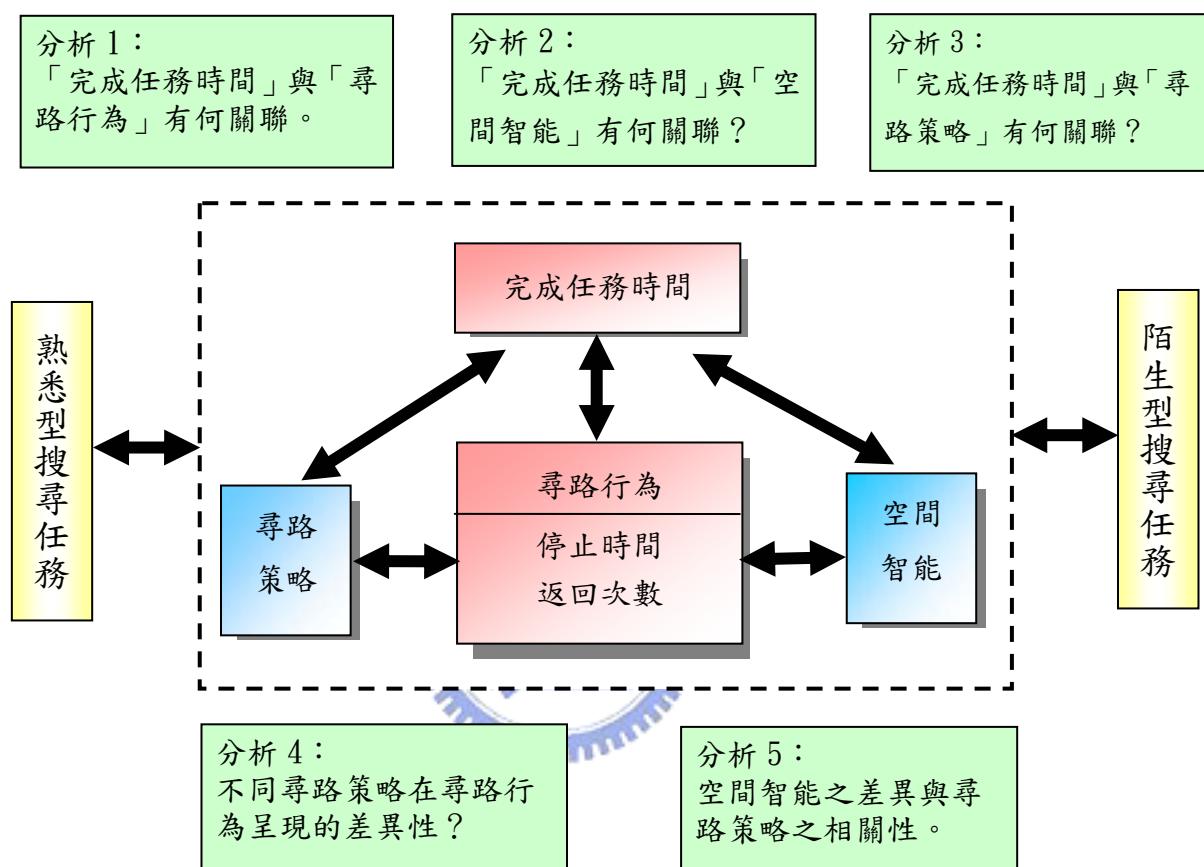


圖 4 研究架構圖

3.2.1 研究架構說明

1、三維空間搜尋任務之觀測點分析：

本研究觀測點的選定是經過多次側錄與觀察學生在三維空間搜尋任務過程中，哪些關鍵點是造成學生能夠達成目標的主要因素，並採用 Neill, Michael J. O' 的尋路行為績效衡量方法來設計本任務。

(1) 搜尋目標選定原則：

此原則有二項，一是此目標必須是沒有原始的地標輔助訊息，避免受測者可以直接到達目標，影響尋路結果；二是目標的性質須以學生對此地點的熟悉度予以區隔。因此，選定的目標分別是石門水庫大壩—熟悉型搜尋任務、義大利羅馬競技場—陌生型搜尋任務。

(2) 尋路行為：

①停止時間：

猶豫不決以致停止往前，考慮是否要繼續走下去，以致拖延到達目標的時間。

②返回次數(前往目標發現錯誤，再次回到高空中俯瞰地面之次數)：

其定義為一個人在尋路時以反方向折返回到原點的過程。表示學生在尋路的過程中遇到了問題，考慮是否要回到原來的地點。

(3) 到達目標時間：

從原點起始到達目標的時間。

2、三維空間搜尋任務之分類

1. 熟悉型搜尋任務



搜尋的目標屬於曾經前往之地點，學生比較能夠憑藉既有的認知及經驗完成任務。例如：鄰近縣市的校外教學地點。

2. 陌生型搜尋任務

搜尋的目標屬於未曾前往之地點，學生無法憑藉既有的認知及經驗完成任務。例如：歐美地區。

3. 2. 2 三維空間搜尋任務

選擇 Google Earth 做為研究工具的原因有下列三點

1. 選擇 Google Earth 的原因是該軟體屬免費軟體，任何使用者皆可上網下載安裝。
2. Google Earth 操作介面親和力高，易吸引學生注意，再者，其空照圖資料完備。
3. 受測者大多數皆未使用過 Google Earth，對於三維空間搜尋任務的干擾可以降低。

3. 2. 3 搜尋任務說明

受測者必須依照提示完成搜尋任務並上傳側錄檔。

3.3 研究工具

依研究目的所選用的研究工具有三項，分別是「空間智能量表」、「尋路策略傾向問卷」及「三維空間搜尋任務說明單」。

3.3.1 空間智能量表

為了區別學生的空間智能的高低，採用謝佳蓁與葉玉珠(2001)編製的多元智能量表(附錄一)，擇其空間智能部分做為研究工具之一。本量表為六等形式量表，由學生根據個人經驗及實際狀況，就每一題的敘述在「非常不符合」、「不符合」、「有點不符合」、「有點符合」、「符合」、「非常符合」的選項中選出適合自己的答案。凡圈選「非常不符合」得1分、「不符合」得2分、「有點不符合」得3分、「有點符合」得4分、「符合」得5分、「非常符合」得6分。將8個題目的總分加總即為受試學生的空間智能分數，接著再依據前27%為高度空間智能、中間的46%為中度空間智能、後27%為低度空間智能。

在信度方面，多元智能量表的總量表之Cronbach's α 係數為.97，分量表的空間智能部分之Cronbach's α 係數為.88。

3.3.2 尋路策略傾向問卷

本問卷採用Pazzaglia(2000, 2001)等人針對不同尋路策略傾向對學習環境的影響發展出來的問卷(附錄二)。因為本研究旨在探討從空間智能的角度分析三維空間搜尋系統的尋路策略與行為，與該問卷的原意相同，故採用之。

原作者透過因素分析後歸納出五項因素：因素1為方向感評分，題號為1、2、3c、8、9、11；因素2為慣用方位辨識方式，題號為5、6、12；因素3為以縱覽策略傾向為尋路策略的偏好程度，題號為3c、4a、7a；因素4為以地標策略傾向為尋路策略的偏好程度，題號為3b、4c；因素5為以路徑策略傾向為尋路策略的偏好程度，題號為3a、4b。其尋路策略分為三大類，分別是地標策略傾向、路徑策略及縱覽策略傾向。

3.3.3 自編三維空間搜尋任務

以「三維空間搜尋任務紀錄表」(附錄三)，探索學生在 Google Earth 中搜尋特定目標時，其使用的空間認知及尋路方式。本項搜尋任務共有二個，第一個任務是熟悉型任務、第二個任務是陌生型任務。每一個任務皆給予地理位置的提示及空照圖(附錄三)，再由施測者分析學生的各項搜尋歷程。

3.4 實驗設計

3.4.1 研究樣本

1. 實驗樣本

本研究預試樣本取自新竹縣國中一年級學生共 27 人，於 96 年 1 月進行預試。預試項目分別為空間智能檢核表、尋路策略傾向量表及三維空間搜尋任務。透過學生的搜尋歷程分析，找出哪些因素是進行三維空間任務搜尋時，會影響學生的搜尋結果。

2. 某國中一年級學生 112 位，扣除未完成任務之學生 25 位，最後有 87 位學生為實驗分析之對象。

3.4.2 實驗步驟

1. 空間智能量表

於三維空間搜尋任務進行前一週進行空間智能檢核表(附錄一)填寫。

2. 尋路策略傾向問卷

於三維空間搜尋任務進行前一週進行尋路策略傾向問卷(附錄二)填寫。

3. 三維空間(Google Earth)基本操作教學

(1) 由本人依據實驗之操作需求編製三維空間教學簡報

(2) 於受測者習慣的電腦教室進行教學。

(3) 使用一節課(45 分鐘)教導學生如何使用 Google Earth 之功能及如何上傳

搜尋結果。

(4) 降低因為背景知識的影響而造成之實驗誤差。

4. 搜尋歷程觀察與紀錄

(1) 側錄學生之三維空間搜尋任務歷程。

(2) 詳閱並紀錄學生之原始搜尋任務紀錄畫面之停止時間、返回次數與完成任務時間。

(3) 將每一位學生之三維空間搜尋任務予以整理，分別為「停止時間」、「返回次數」以及「到達目標時間」數據輸入 SPSS，建立原始資料檔。



3.5 實驗流程

針對國中一年級共四個班級學生進行研究活動，實施期程為三週，每週一節課。第一週進行空間智能量表及尋路策略傾向問卷施測，為了避免學生急於作答完成即可使用電腦之干擾而造成實驗的誤差，故於普通教室進行。第二週進行地理科基本知識複習與 Google earth 系統的操作練習，時間四十五分鐘，讓學生的地理背景知識干擾降低，並且讓學生能熟練系統操作。最後一週進行搜尋任務測驗活動，時間四十五分鐘。實驗流程如圖 5 說明。

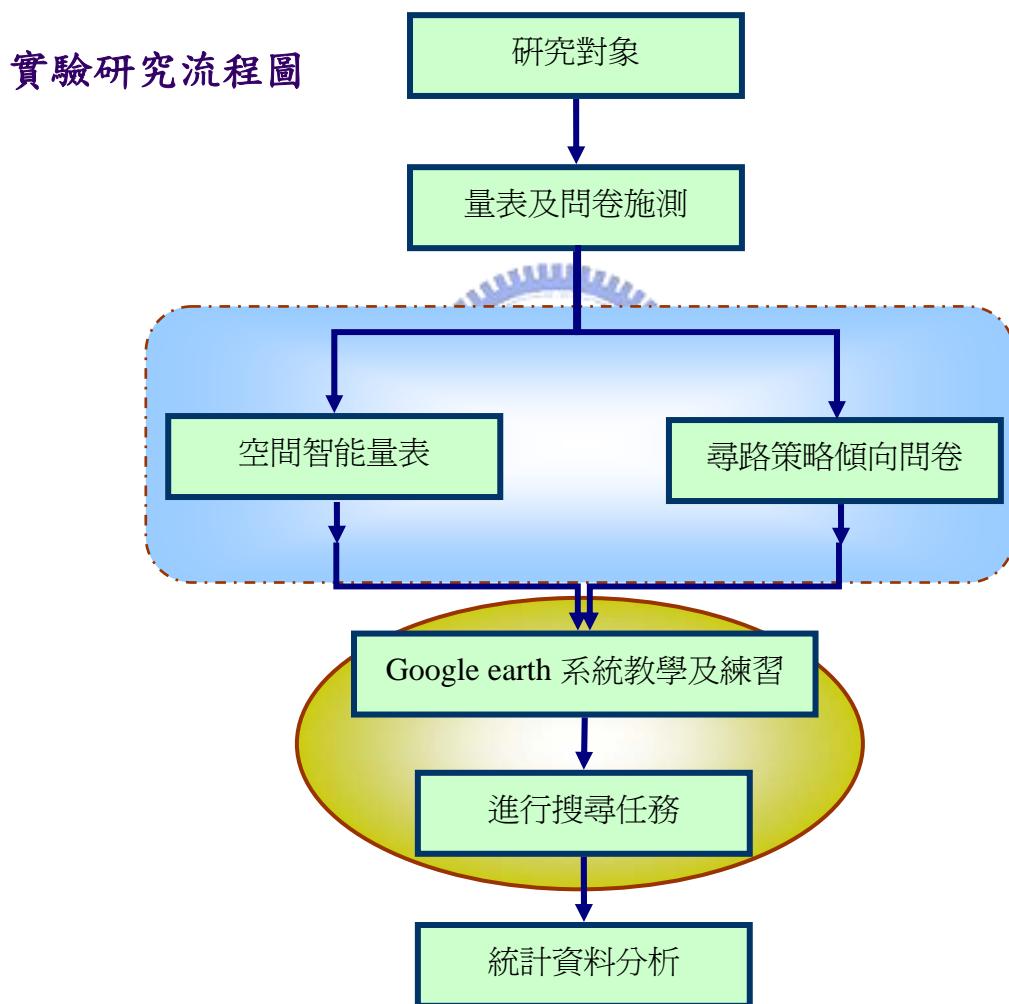


圖 5 實驗研究流程圖

3.6 Google earth 系統操作環境介紹

Google Earth 系統是由全球最大搜尋引擎 Google 公司於 2005 年 6 月所發行的一套軟體，此軟體為一免費軟體。免費軟體下載位址 <http://earth.google.com/> 瀏覽說明與下載。但是網路上下載的版本共有三種：Google Earth 免費版、Google Earth Plus 版本（支援 GPS 定位、年費 20 元美金）、Google Earth Pro 版（最高級支援多項功能、年費 400 元美金）。本研究採用 Google Earth 免費版，因此，一般人即可下載使用。

Google earth 搜尋系統建置資料的方式以圖層為主，不同高度的圖層就會顯示不同的屬性資料。其圖層架構如圖 6 所示。

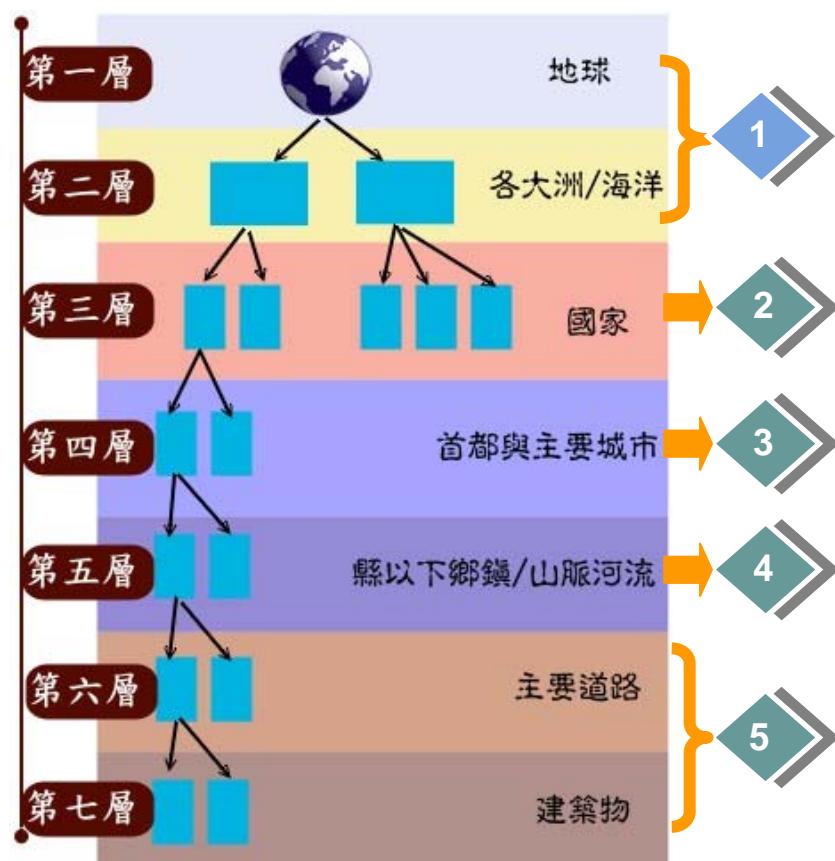


圖 6 Google earth 系統圖層架構

3.7 資料分析

3.7.1 空間智能量表分數計算

本量表共有 8 個題目，將每一題的分數加總之後即是該學生的總分，再依總分歸類出高度空間智能組(前 27%)、中度空間智能組與低度空間智能組(後 27%)。

3.7.2 尋路策略傾向問卷

1、信度分析

本問卷的折半信度為.75，因素 1(方向感評分)、因素 2(慣用方位辨識方式)、因素 3(以縱覽策略傾向為尋路策略的偏好程度)的 Cronbach's α 係數分別為.76、.75 及.62。

2、分數計算

由於本研究係針對地標策略傾向、路徑策略傾向及縱覽策略傾向進行研究，因此，根據作者的建議，以 3c 加上 4a 再加上 7a 為縱覽策略傾向之得分；3b 加上 4c 為地標策略傾向之得分，3a 加上 4b 為路徑策略傾向之得分。接著，以上述三種策略中得分最高的即為學生的尋路策略傾向。

3.7.3 研究問題分析

根據蒐集資料的類型及研究問題的特性，在關聯性分析方面所使用的統計分析方法，以複迴歸與 Pearson 相關係數為主。使用複迴歸方法的原因為，分析兩個或兩個以上自變數對依變數的影響時，可採用複迴歸分析，本研究探討停止時間、返回次數及空間智能對完成任務時間的影響，為三個自變數對依變數的影響，因而採用之；差異性分析方面則是以單因子變異數分析(ANOVA)為主。針對研究問題分析如下：

1. 研究問題一分析：

不同類型的搜尋任務歷程中，「完成任務時間」與「尋路行為」有何之關聯？

(1) 熟悉型搜尋任務

$$Y_i = a_0 + a_1 X_{1i} + a_2 X_{2i} + \epsilon$$

Y_i ：完成任務時間 X_1 ：停止時間 X_2 ：返回次數 a_0 ：常數項 a_1 ：迴歸係數

其中 $\epsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$, $i=1, 2, \dots, n$

(2) 陌生型搜尋任務

$$Y_i = a_0 + a_1 X_{1i} + a_2 X_{2i} + \epsilon$$

Y_i ：完成任務時間 X_1 ：停止時間 X_2 ：返回次數 a_0 ：常數項 a_1 ：迴歸係數

其中 $\epsilon_i \sim N(0, (2))$, $i=1, 2, \dots, n$

2. 研究問題二分析：

不同類型的搜尋任務歷程中，「完成任務時間」與「空間智能」有何關聯？

(1) 熟悉型搜尋任務

$$Y_i = a_0 + a_1 X_{1i} + a_2 X_{2i} + a_3 X_{3i} + \epsilon$$

Y_i ：完成任務時間 X_1 ：停止時間 X_2 ：返回次數 X_3 ：空間智能

a_0 ：常數項 a_1 ：迴歸係數

其中 $\epsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$, $i=1, 2, \dots, n$

(2) 陌生型搜尋任務

$$Y_i = a_0 + a_1 X_{1i} + a_2 X_{2i} + a_3 X_{3i} + \epsilon$$

Y_i ：完成任務時間 X_1 ：停止時間 X_2 ：返回次數 X_3 ：空間智能

a_0 ：常數項 a_1 ：迴歸係數

其中 $\epsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$, $i=1, 2, \dots, n$

3. 研究問題三分析：

不同類型的搜尋任務歷程中，「完成任務時間」與「尋路策略」有何關聯？

根據尋路策略傾向問題，將學生分成三個群組，各組人數分別為：地標策略傾向學生為36人、縱覽策略傾向為29人、路徑策略傾向為22人。因為完成任務時間為次序

變項，尋路策略為類別變項，且欲分析兩者之間是否具有相關性，因此採用無母數統計考驗。

4. 研究問題四分析：

不同尋路策略在尋路行為呈現的差異性。

因為學生的尋路策略為類別變項，而且，尋路行為的衡量向度為返回次數及停止時間，返回次數及停止時間皆為次序變項。因此使用「獨立樣本單因子變異數分析」，呈現出使用不同尋路策略的學生是否達顯著差異。

5. 研究問題五分析：

空間智能的差異與尋路策略有何關聯？

因為本問題欲探討空間智能與尋路策略之間是獨立無關或是有關。因此，使用卡方考驗的獨立性考驗與 Pearson 相關係數予以分析。



第四章、結果與討論

本研究討論的問題共有四個，分別如下所述：

- 1、不同類型的搜尋任務中，「完成任務時間」與「尋路行為」有何關聯？
- 2、不同類型的搜尋任務中，「完成任務時間」與「空間智能」有何關聯？
- 3、不同類型的搜尋任務中，「完成任務時間」與「尋路策略」有何關聯？
- 4、不同尋路策略在尋路行為呈現的差異性？
- 5、空間智能的差異與尋路策略有何關聯？

4.1 研究問題一：

不同類型的搜尋任務中，「完成任務時間」與「尋路行為」有何關聯？

4.1.1 熟悉型搜尋任務(石門水庫大壩)



本研究定義的熟悉型搜尋任務為石門水庫大壩，因為此地點是學生居住縣市的鄰近景點，透過問卷得知受測學生皆曾到過此處。由表4得知，學生的平均完成任務時間為302.79秒，平均返回次數為5.21次，平均停止時間為16.05秒。

表 4 熟悉型搜尋任務之完成任務時間、返回次數及停止時間敘述統計表

	人數	最小值	最大值	平均數	標準差
完成任務時間(秒)	87	60	1800	302.79	241.700
返回次數(次)	87	0	18	5.21	3.285
停止時間(秒)	87	0	60	16.05	14.181

由表5得知，熟悉型搜尋任務之返回次數與達成目標時間之Pearson相關係數為.594，呈現中度相關，且 $P=.000 < .05$ ，達到顯著水準。R平方為.352，表示所返回次數及停止時間可以解釋達成目標35.2%的變異。而且F考驗值為46.271

與 $p=.000 < .001$ 顯示上述54.5%的迴歸解釋力是具有統計意義。

再者，停止時間與達成目標時間之Pearson相關係數為.640，呈現中度相關，且 $P=.000 < .05$ ，達到顯著水準。R平方為.409，表示所返回次數及停止時間可以解釋達成目標40.9%的變異。而且F考驗值為58.939與 $p=.000 < .001$ 顯示上述54.5%的迴歸解釋力是具有統計意義。

而且，綜合返回次數與停止時間的因素，我們可以知道 $R=.738$ ， $R^2=.545$ ， $F=50.216$ ，代表學生在進行搜尋任務的過程中，返回次數與停止時間對完成任務時間有顯著的影響。

表 5 熟悉型搜尋任務之完成任務時間、返回次數及停止時間複迴歸關係摘要表

	R	R^2	F
返回次數(次)	.594	.352	46.271 ***
停止時間(秒)	.640	.409	58.939 ***
返回次數(次) 與 停止時間(秒)	.738	.545	50.216 ***

* $P<.05$ ； ** $P<.01$ ； *** $p<.001$

4.1.2 陌生型搜尋任務(義大利羅馬競技場)

本研究定義的陌生型搜尋任務為義大利羅馬競技場，因為此地點透過問卷填寫得知是學生皆未曾去過之景點。由表6得知，學生的平均完成任務時間為406.03秒，平均返回次數為8.69次，平均停止時間為25.08秒。

表 6 陌生型搜尋任務之完成任務時間、返回次數及停止時間敘述統計表

	人數	最小值	最大值	平均數	標準差
完成任務時間(秒)	87	90	1600	406.03	245.057
返回次數(次)	87	2	30	8.69	4.706
停止時間(秒)	87	5	120	25.08	20.114

由表7得知，陌生型搜尋任務之返回次數與達成目標時間之Pearson相關係數為.848，呈現高度相關，且 $P=.000 < .001$ ，達到顯著水準。R平方為.719，表示所返回次數及停止時間可以解釋達成目標71.9%的變異。而且F考驗值為217.124與 $p=.000 < .001$ 顯示上述71.9%的迴歸解釋力是具有統計意義。

再者，停止時間與達成目標時間之Pearson相關係數為.700，呈現高度相關，且 $P=.000 < .05$ ，達到顯著水準。R平方為.490，表示所返回次數及停止時間可以解釋達成目標49.0%的變異。而且F考驗值為81.695與 $P=.000 < .05$ 顯示上述49.0%的迴歸解釋力是具有統計意義。

而且，綜合返回次數與停止時間的因素，我們可以知道 $R=.896$ ， $R^2=.803$ ， $F=171.698$ ， $P=.000 < .05$ ，達到顯著水準。表示學生在進行陌生型搜尋任務的過程中，返回次數與停止時間對完成任務時間有顯著的影響。

表 7 陌生型搜尋任務之完成任務時間、返回次數及停止時間複迴歸關係摘要表

	R	R^2	F
返回次數(次)	.848	.719	217.124 ***
停止時間(秒)	.700	.490	81.695 ***
返回次數(次) 與 停止時間(秒)	.896	.803	171.698 ***

* $P<.05$ ； ** $P<.01$ ； *** $p<.001$

4.1.3 返回次數、停止時間對完成任務時間之影響

1、熟悉型搜尋任務(石門水庫大壩)

由表 8 得知，返回次數與完成任務時間之 R 平方為. 352；停止時間與完成任務時間之 R 平方為. 409， $P=.000 < .05$ ，達到顯著水準。因此，可以知道學生面對熟悉型搜尋任務時，停止時間對完成任務時間的影響較大。

表 8 返回次數、停止時間對完成任務時間之迴歸關係摘要表

	R	R^2	F
返回次數(次)	.594	.352	46.271 ***
停止時間(秒)	.640	.409	58.939 ***

2、陌生型搜尋任務(石門水庫大壩)

由表 9 得知，返回次數與完成任務時間之 R 平方為. 719；停止時間與完成任務時間之 R 平方為. 490。因此，可以知道學生面對陌生型搜尋任務時，返回次數對完成任務時間的影響較大。

表 9 返回次數、停止時間對完成任務時間之迴歸關係摘要表

	R	R^2	F
返回次數(次)	.848	.719	217.124 ***
停止時間(秒)	.700	.490	81.695 ***

4.2 研究問題二：

不同類型的搜尋任務中，「完成任務時間」與「空間智能」有何關聯？

由研究問題一的結論得知：完成任務時間與尋路行為中的返回次數與停止時間有關。雖然，R 值或 R^2 值已經初步解釋完成任務時間的影響因素。但是，加入空間智能變項，可以進一步探討完成任務時間與空間智能之關聯。

4.2.1 熟悉型搜尋任務(石門水庫大壩)

根據表 10 顯示，學生的完成任務時間在加入了空間智能變項之後， ΔR^2 值變化為 0，因此，空間智能對於學生在進行熟悉型的搜尋任務時幾乎沒有影響。

表 10 熟悉型搜尋任務之完成任務時間、尋路行為及空間智能複迴歸關係摘要表

	R	R^2	F
返回次數(次)	.594	.352	46.271 ***
停止時間(秒)	.640	.409	58.939 ***
返回次數(次) 與 停止時間(秒)	.738	.545	50.216 ***
返回次數(次) 與 停止時間(秒) 與 空間智能	.738	.545	33.081 ***

* $P < .05$ ； ** $P < .01$ ； *** $p < .001$

4.2.2 陌生型搜尋任務(義大利羅馬競技場)

根據表 11 顯示，學生的完成任務時間加入了空間智能變項之後， ΔR^2 值變化為.001，因此，空間智能對於學生在進行陌生型的搜尋任務時也是沒有影響。

表 11 陌生型搜尋任務之完成任務時間、尋路行為及空間智能複迴歸關係摘要表

	R	R^2	F
返回次數(次)	.848	.719	217.124 ***
停止時間(秒)	.700	.490	81.695 ***
返回次數(次)			
與	.896	.803	171.698 ***
停止時間(秒)			
返回次數(次)			
與			
停止時間(秒)	.896	.804	113.134 ***
與			
空間智能			

* $P < .05$ ； ** $P < .01$ ； *** $p < .001$

4.3 研究問題三：

不同類型的搜尋任務中，「完成任務時間」與「尋路策略」有何關聯？

本研究問題主要分析不同尋路策略傾向之學生，面對熟悉型與陌生型搜尋任務時，尋路策略對完成任務時間是否有影響。將尋路策略分成三個群組，由表12可知，各組人數分別為：地標策略傾向學生為36人、縱覽策略傾向為29人、路徑策略傾向為22人。因為依變項為次序變項，因此採用無母數統計考驗。

表 12 尋路策略分組人數統計表

	人數
地標策略傾向	36
縱覽策略傾向	29
路徑策略傾向	22

4.3.1 不同尋路策略傾向面對熟悉型搜尋任務時，在完成任務時間呈現之差異？

本研究的獨變項為三個獨立群體，為了檢驗不同群體在熟悉型搜尋任務行為上的差異情形，因此採用無母數檢定中的卡方分配與Spearman無母數相關分析，統計分析結果彙整如表13。

表 13 熟悉型搜尋任務之尋路策略對完成任務時間之敘述統計表

	人數	最小值	最大值	平均數	標準差
地標策略傾向	36	80	1800	308.61	280.682
縱覽策略傾向	29	60	1200	331.14	244.440
路徑策略傾向	22	60	820	255.91	157.470

由表13敘述統計表可知，此一獨立樣本單因子變異數分析的三個水準平均數各為

308.61、331.14、255.91，Levine統計量為.672($p=.513$)得知地標策略傾向、縱覽策略傾向及路徑策略傾向樣本的離散情形並無明顯差別。由表14得知：組間效果的考驗($F_{(2,84)}=.618$ ， $p > .05$)未達到顯著水準，表示學生在三維空間搜尋系統中面對熟悉性的搜尋任務，使用不同的尋路策略不會影響完成任務時間。

表 14 熟悉型搜尋任務-尋路策略對完成任務時間關聯度之變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	P
組間	72876.454	2	36438.227	.618	.541
組內	4951143.822	84	58942.188		
總合	5024020.276	86			

學生進行熟悉型搜尋任務時不同尋路策略傾向之完成任務平均時間，如下圖7：

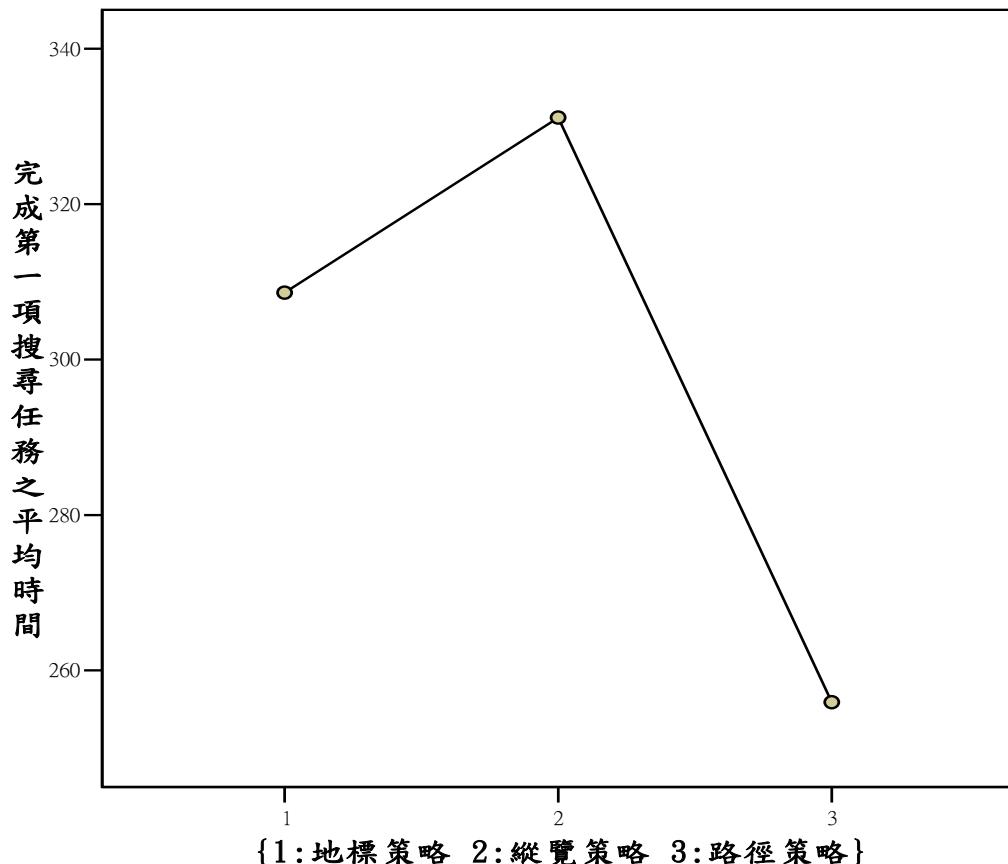


圖 7 不同尋路策略面對熟悉型搜尋任務之完成任務平均時間折線圖

4.3.2 不同尋路策略傾向面對陌生型搜尋任務時，在完成任務時間呈現之差異？

本研究的獨變項為三個獨立群體，為了檢驗不同群體在陌生型搜尋任務行為上的差異情形，因此採用無母數檢定定中的卡方分配與Spearman無母數相關分析，統計分析結果彙整如表15。

表 15 陌生型搜尋任務之尋路策略對尋路行為敘述統計表

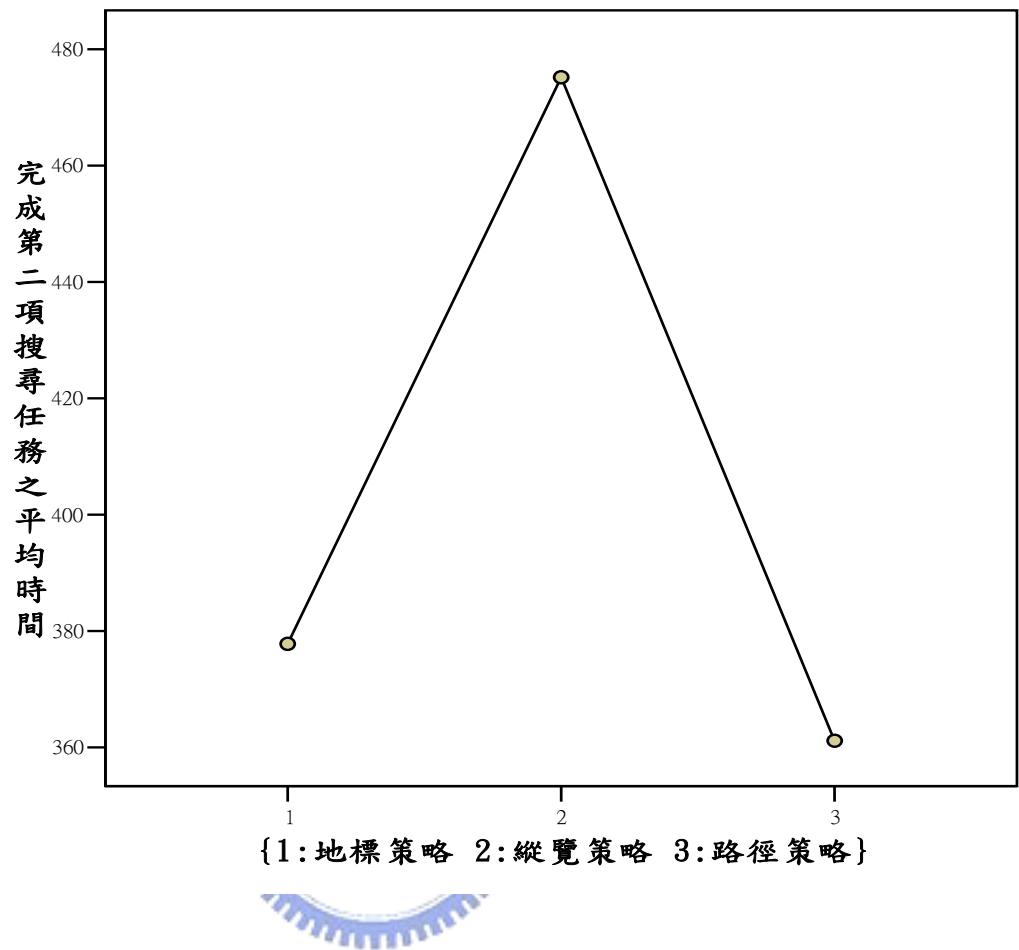
	人數	最小值	最大值	平均數	標準差
地標策略傾向	36	180	900	377.78	172.562
縱覽策略傾向	29	170	1600	475.17	336.947
路徑策略傾向	22	90	900	361.14	186.662

由表15敘述統計表可知，此一獨立樣本單因子變異數分析的三個水準平均數各為377.78、457.17、361.14，而且由表16得知：組間效果的考驗($F_{(2,84)}=1.795$ ， $p > .05$)未達到顯著水準，表示學生在三維空間搜尋系統中面對陌生型的任務，使用不同的尋路策略不會影響完成任務。

表 16 陌生型搜尋任務之尋路策略對尋路行為關聯度之變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	P
組間	211713.945	2	105856.973	1.795	.172
組內	4952842.951	84	58962.416		
總合	5164556.897	86			

學生進行陌生型搜尋任務時不同尋路策略傾向之完成任務平均時間，如下圖8：



4.4 研究問題四：

不同尋路策略在尋路行為呈現的差異性？

依據 Pazzaglia(2001)的尋路策向傾向問卷，將學生的尋路策略分成三類，分別是地標策略傾向、縱覽策略傾向及路徑策略傾向。尋路行為的衡量向度為返回次數及停止時間。因為尋路策略傾向為名義變項、尋路行為是次序變項。所以，使用單因子變異數分析，測量不同的尋路策略傾向對尋路行為的影響。

4.4.1 面對熟悉型搜尋任務

1、尋路策略對返回次數的影響

搜尋的目標為石門水庫大壩，由於此處是學生居住縣市的鄰近觀光景點，學生皆曾經到過此景點，因此定義為熟悉型搜尋任務。

由表 17 及圖 9 得知，地標策略傾向的學生回到前一層的平均次數為 4.94 次；總覽策略傾向的學生回到前一層的平均次數為 5.72 次；路徑策略傾向的學生回到前一層的平均次數為 4.95 次。變異數同質性檢定的 Levine 值為 $1.657 (P=.197 > .05)$ 未達顯著，表示樣本的離散情形無明顯差別。

表 17 熟悉型搜尋任務之「尋路策略」與「返回次數」敘述統計表

	人數	最小值	最大值	平均數	標準差
地標策略	36	1	10	4.94	2.414
縱覽策略	29	0	18	5.72	3.835
路徑策略	22	1	15	4.95	3.786

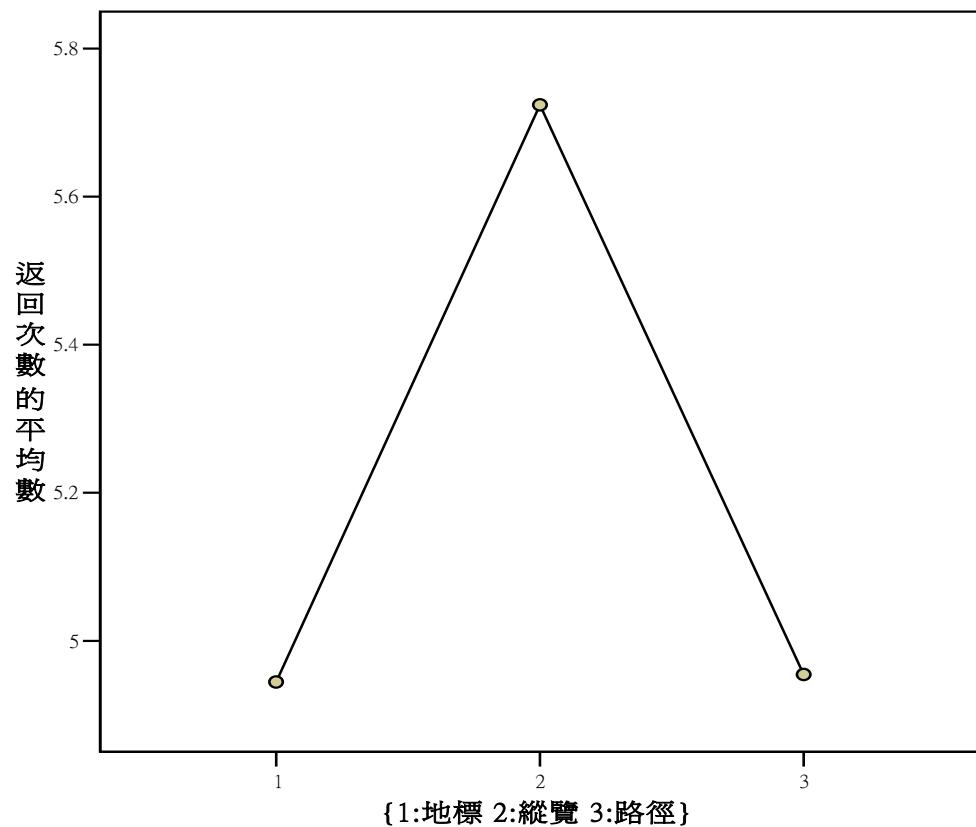


圖 9 不同尋路策略面對熟悉型搜尋任務之平均返回次數折線圖

表 18 熟悉型搜尋任務-尋路策略對「返回次數」之變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	P
組間	11.639	2	5.820	.533	.589
組內	916.637	84	10.912		
總合	928.276	86			

透過表18得知($F_{(2,84)}=.533$ ， $P=.589 > .05$)，組間效果的考驗未達到顯著水準。由此可以知道：學生面對熟悉型任務時，搜尋目標過程中的返回次數不會因為使用不同的尋路策略而有所差異。

2、尋路策略傾向對停止時間的影響

表 19 熟悉型搜尋任務之「停止時間」敘述統計表

	人數	最小值	最大值	平均數	標準差
地標策略	36	0	60	18.53	17.132
縱覽策略	29	0	60	15.90	13.650
路徑策略	22	3	30	12.18	7.725

由表 19 及圖 10 可以知道，地標策略傾向的學生平均停止時間為 18.53 秒；總覽策略傾向學生的平均停止時間為 15.90 秒；路徑策略傾向的學生平均停止時間為 12.18 秒。變異數同質性檢定的 Levine 值為 3.534 ($P=.034 < .05$)，達到顯著，表示樣本的離散情形有明顯差別。

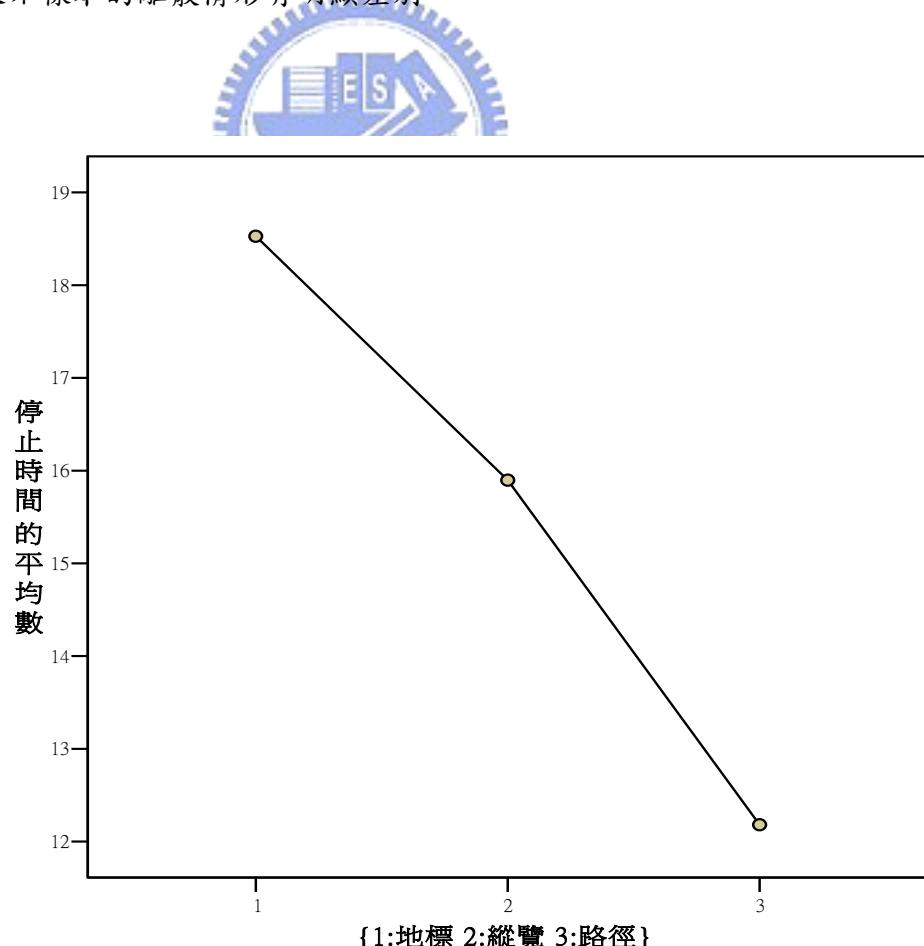


圖 10 不同尋路策略面對熟悉型搜尋任務之平均停止時間折線圖

表 20 熟悉型搜尋任務-尋路策略對「停止時間」之變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	P
組間	550.881	2	275.441	1.382	.257
組內	16742.935	84	199.321		
總合	17293.816	86			

透過表20得知($F_{(2,84)}=1.382$ ， $P=.257 > .05$)，組間效果的考驗未達到顯著水準。由此可以知道：學生面對熟悉型任務時，搜尋目標過程中的停止時間不會因為使用不同的尋路策略而有所差異。



4.4.2 面對陌生型搜尋任務

1、尋路策略對返回次數的影響

搜尋的目標為義大利羅馬競技場，由於此地點是所有樣本學生皆未去過之地點，對學生來說屬於完全陌生的地方，因此定義為陌生型任務。由表21及圖11得知，地標策略傾向學生的平均返回次數為7.28次；縱覽策略傾向學生的平均返回次數為10.45次；路徑策略傾向學生的平均返回次數為8.68次。變異數同質性檢定的Levine值為9.274 ($P=.000 < .05$)，達到顯著，表示樣本的離散情形有明顯差別。

表 21 陌生型搜尋任務之「返回次數」敘述統計表

	人數	最小值	最大值	平均數	標準差
地標策略傾向	36	3	12	7.28	2.133
縱覽策略傾向	29	4	30	10.45	6.544
路徑策略傾向	22	2	15	8.68	4.280

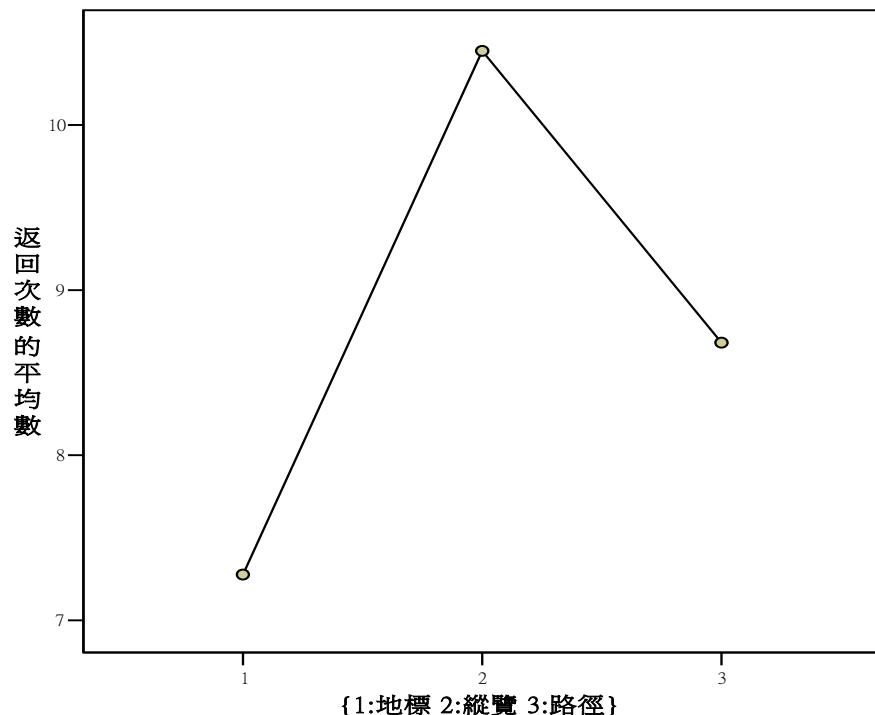


圖 11 不同尋路策略面對陌生型搜尋任務之平均返回次數折線圖

表 22 陌生型搜尋任務-尋路策略對「返回次數」之變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	P
組間	161.453	2	80.727	3.890	.024
組內	1743.167	84	20.752		
總合	1904.621	86			

透過表22得知($F_{(2, 84)}=3.890$ ， $P=.024 < .05$)，組間效果的考驗達到顯著水準。由此可以知道：學生面對陌生型任務時，搜尋目標過程中的返回次數會因為使用不同的尋路策略而有所差異。因此，進一步透過事後比較發現，面對陌生型的搜尋任務時，使用縱覽策略的學生，其返回次數會多於地標策略的學生。

表23 尋路策略對返回次數之事後比較結果

1:地標策略	1:地標策略	2:縱覽策略	2:縱覽策略	平均差異	標準誤	顯著性	Scheffe 比較
3:路徑策略	3:路徑策略						
1	2		-3.170*	1.137	.018*		
	3		-1.404	1.233	.493		
2	1		3.170*	1.137	.018*		1<2
	3		1.766	1.288	.360		
3	1		1.404	1.233	.493		
	2		-1.766	1.288	.360		

2、尋路策略對停止時間的影響

由表 24 及圖 12 可以知道，地標策略傾向的學生平均停止時間為 24.97 秒；縱覽策略傾向學生的平均停止時間為 27.03 秒；路徑策略傾向的學生平均停止時間為 22.68 秒。變異數同質性檢定的 Levine 值為 0.695 ($P=.502 > .05$) 未達顯著，表示這樣本的離散情形無明顯差別。

表 24 陌生型搜尋任務之「停止時間」敘述統計表

	人數	最小值	最大值	平均數	標準差
地標策略傾向	36	5	120	24.97	23.863
縱覽策略傾向	29	5	80	27.03	18.671
路徑策略傾向	22	5	60	22.68	15.217

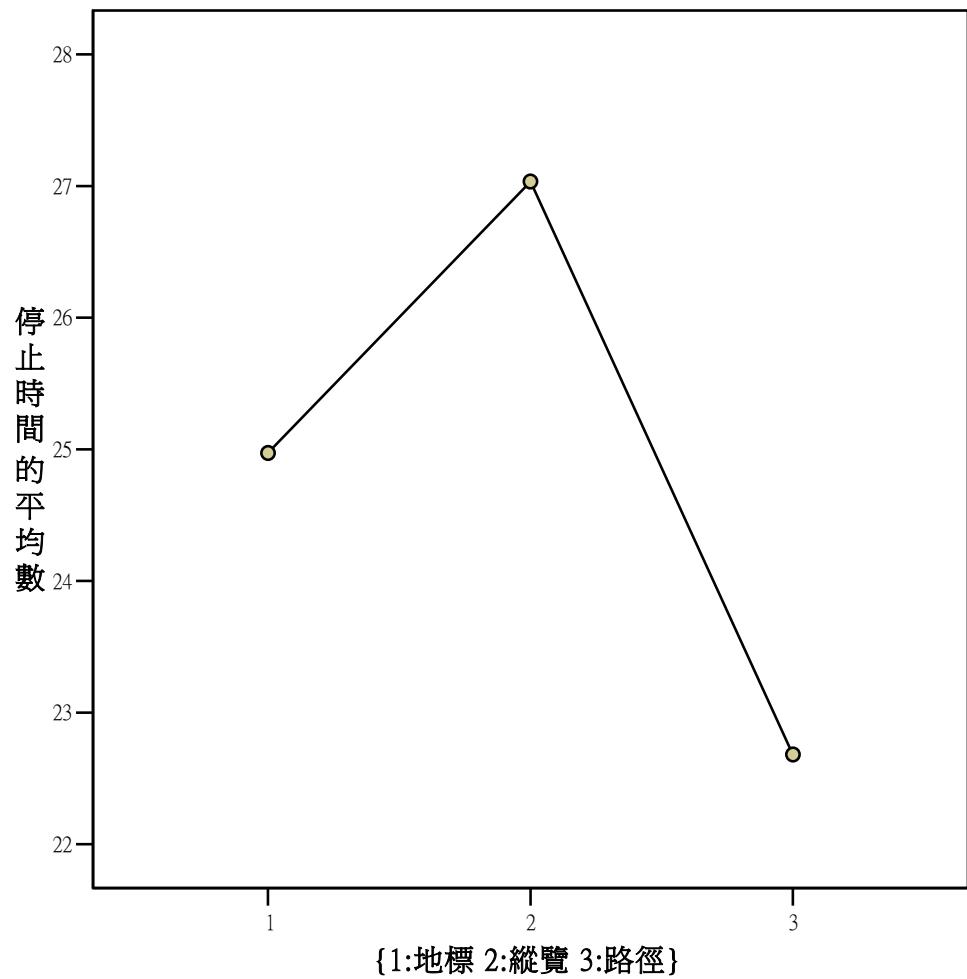


圖12 不同尋路策略面對陌生型搜尋任務之平均返回停止時間折線圖

表 25 陌生型搜尋任務-尋路策略對「停止時間」之變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	P
組間	237.726	2	118.863	.289	.750
組內	34554.710	84	411.366		
總合	34792.437	86			

透過表25得知($F_{(2,84)}=2.890$ ， $P=.750 > .05$)，組間效果的考驗未達到顯著水準。由此可以知道：學生面對熟悉型任務時，搜尋目標過程中的停止時間不會因為使用不同的尋路策略而有所差異。



4.5 研究問題五：

空間智能之差異與尋路策略有何關聯？

本研究主要分析不同空間智能等級學生在進行搜尋任務時，使用的尋路策略是否有差異。因此我們先將學生的空間智能以表26，區分成低度空間智能、中度空間智能及高度空間智能三群獨立樣本，因尋路策略為類別變項，因此採用卡方考驗的獨立性考驗，以檢驗不同空間智能等級之學生在進行搜尋任務時使用尋路策略之關聯。

表 26 空間智能低、中、高等級區分標準

	低(後27%)	中(中46%)	高(前27%)
空間智能得分	23分(含)以下	23~30分	31分(含)以上

由表27得知，空間智能等級與尋路策略之差異，經過卡方分析顯示，整體差異之 $\chi^2_{(1)}=12.517$ ， $p=.014 < .05$ 。達到顯著水準。交叉表的資料顯示，低空間智能在尋路策略傾向設定型態內的比例為66.7%：38.6%：22.7%，中度空間智能在尋路策略傾向內的比例為28.6%：27.3%：50.0%，高度空間智能在尋路策略傾向內的比例為4.8%：34.1%：27.3%。

因整體差異達顯著，進一步從各細格的標準化殘差及調整後的殘差值以及圖13直方圖中觀察，低度空間智能在地標策略傾向具有正殘差，觀察值個數大於期望值個數，顯示該細格反應較強，高度空間智能細格具有負殘差，觀察值個數小於期望個數，顯示該細格反應較弱。低度空間智能對地標策略細格具有正殘差，高度空間智能在縱覽策略有正殘差，中度空間智能在路徑策略有正殘差。

再以關聯係數來看兩者關係，關聯係數中的列聯係數 $C = .355(p = .014)$ ，結果達到顯著水準。表示不同空間智能等級在尋路策略傾向有顯著關聯。

表27 不同空間智能等級進行搜尋任務時使用的尋路策略之卡方考驗摘要表

尋路策略傾向	空間智能等級			χ^2
	L	M	H	
	低	中	高	
個數	14	6	1	12.517*
期望個數	8.7	7.0	5.3	
地標策略傾向	空間智能等級內%	66.7%	28.6%	4.8%
	標準化殘差	1.8	-.4	-1.9
	調整後殘差	2.7*	-.5	-2.5**
				L>H
個數	17	12	15	
期望個數	18.2	14.7	11.1	
縱覽策略傾向	空間智能等級內%	38.6	27.3	34.1
	標準化殘差	-.3	-.7	1.2
	調整後殘差	-.5	-1.2	1.9
個數	5	11	6	
期望個數	36.0	29.0	22.0	
路徑策略傾向	標準化殘差	-1.4	1.4	.2
	空間智能等級內%	22.7%	50.0%	27.3%
	調整後殘差	-2.1**	1.9	.2

* 調整後殘差絕對值 > 1.96 相當於.05顯著水準

** 調整後殘差絕對值 > 2.48 相當於.01顯著水準

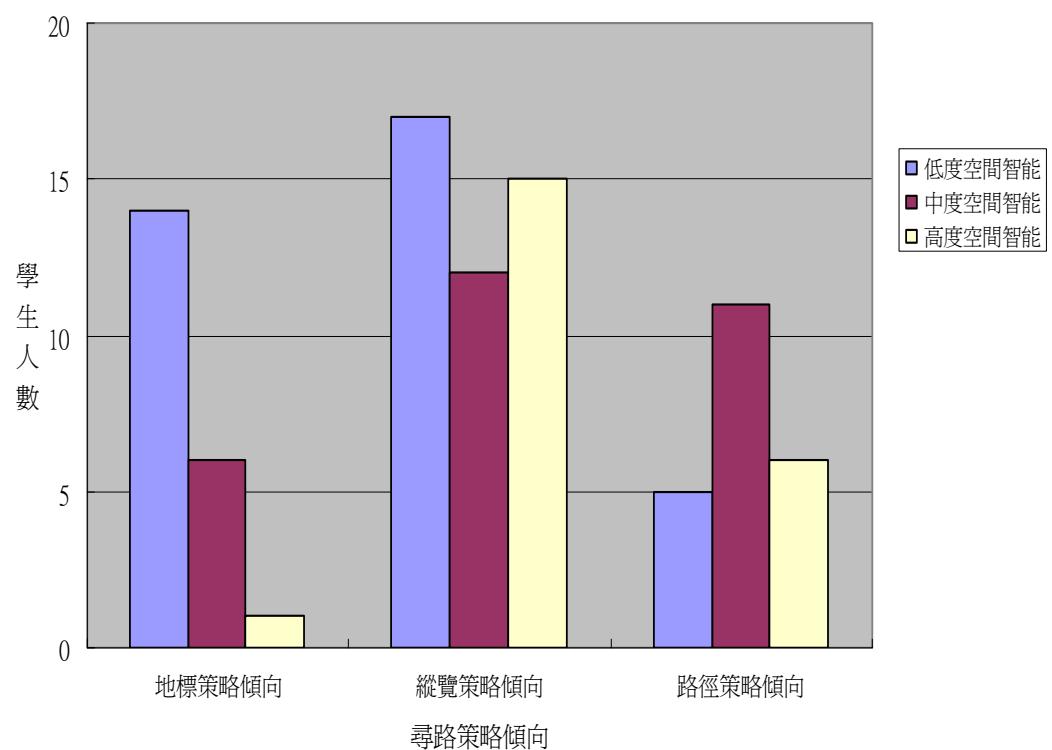


圖 13 不同空間智能等級進行搜尋任務時使用的尋路策略之直方圖



第五章、結論與建議

本研究與過去研究不同之處在於，從空間智能的角度分析三維空間搜尋系統中的尋路行為，相較許多的研究探討的是從空間能力或環境標示的觀點探討真實環境中的尋路行為是有所區隔的，不但納入了新的搜尋概念也承接了以往的研究結果。本研究以義大利學者 Pazzaglia 等人(2000, 2001)的尋路策略傾向做為個別差異的探討變項，實驗中利用空間智能量表檢測學生在空間智能面向的表現，接著探討不同空間智能等級的學生使用之尋路策略之差異，進而分析不同尋路策略傾向的學生在進行三維空間搜尋任務時，面臨到「返回次數」、「停止的時間」及「完成任務的時間」之間的差異。

5.1 結論

依據本研究所得的結果並加以歸納整理，做成以下幾點結論：

- 1、在三維空間搜尋任務中，空間智能較低的學生傾向使用地標策略，因為該類型的學生對於圖像及方位的辨識能力較弱，因此，偏向使用較明顯的地標做為其尋路的參考；空間智能較高的學生傾向使用縱覽策略，因為該類型的學生對於圖像及方位的辨識能力較強，因此，傾向使用整體總覽的方式搜尋目標。
- 2、縱覽策略傾向及路徑策略傾向的學生對於搜尋熟悉型任務(石門水庫大壩)時，喜歡先從高空中俯視整個地面，發現與目標圖片相似之處再往細部察看，待發現錯誤時又再度回到高空中，再次掃描地面，因此，完成任務的時間易於被返回次數影響。
- 3、在三維空間搜尋任務中，不論是地標策略、縱覽策略或路徑策略在尋路行為的完成任務時間方面雖無顯著的差異，但是，可以發現到搜尋的地點屬於未曾去過之處時，縱覽策略傾向的學生相對於地標策略及縱覽策略傾向的學生來看，在完成任務時間的表現易於受到返回次數及停止時間的影響。
- 4、空間智能對於尋路行為之影響，透過資料分析顯示，其對尋路行為之停止時

間、返回次數及完成任務時間並無顯著的影響，究其原因可能為國中一年級學生的空間智能在辨識顏色、線條及形狀之敏感度已無明顯的差別，因此，空間智能對尋路行為的各個衡量構面無顯著的相關性存在。

5.2 建議

- 1、透過本研究可以更加了解學生在搜尋任務的過程中，潛在的空間智能與尋路思考模式，因此，老師在面對學生搜尋的問題時，可以參酌學生的思考特質及尋路策略給予適切的引導。
- 2、目前只針對三維空間搜尋系統中的指定任務進行線上的搜尋策略及行為進行分析探討。未來希望能夠以真實情境與虛擬空間兩者之間做分析研究，以驗證三維空間搜尋系統的可行性。
- 3、期許本研究所得到的淺見，能夠讓Google Earth的操作介面更符合使用者的需求。例如：Google Earth的操作介面可以加入不同的搜尋模式(如圖14所示)，讓使用者能夠快速有效地找到目標。

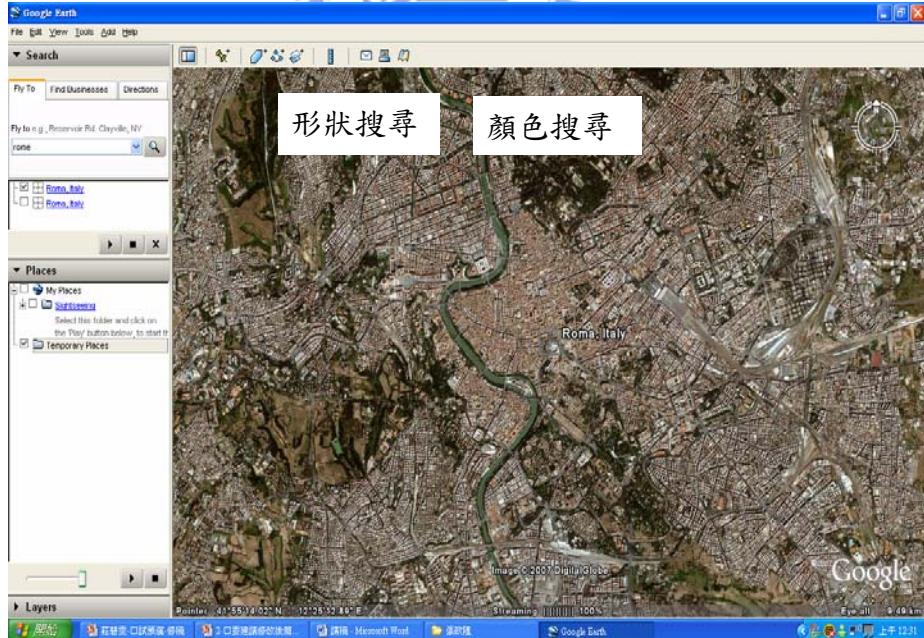


圖 14 Google Earth 操作介面加入形狀搜尋及顏色搜尋模式示意圖

參考文獻

中文部份

- [1] 林信全(2006)，空間能力與空間認知對三維空間搜尋系統的影響，國立交通大學理學院網路學習學程。
- [2] 林慧婷 (2002)，資訊地景—以數位台南為例，國立成功大學碩士論文。
- [3] 邱茂林 (2001)，虛擬環境的空間涵構與設計介面之探討，建築學報，35，128-136。
- [4] 邱皓政 (2005)，量化研究與統計分析：SPSS 中文視窗版資料分範例解析。台北，五南。
- [5] 許子凡(2004)，從空間概念分析虛擬實境的尋路，設計學研究，7，43-57。
- [6] 陳怡君(2003)，國小高年級學童空間感特徵之探究，國立台南師範學院國民教育研究所。
- [7] 陳佳欣、王年燦(2003)，虛擬空間中的尋路問題與導覽系統，應用媒體暨動畫藝術理論與實務研討會論文集，79-88，台北：國立台灣藝術大學。
- [8] 張滄敏(1999)，多元智能之主題探索教學行動研究，國立台北師範學院數理教育研究所。
- [9] 郭俊賢、陳淑惠譯(2000)，多元智慧的教與學。台北：源流。
- [10] 歐陽鍾玲 (1999)，國小鄉土地理教學：孩童鄉土空間意識的形成與範圍的認定，第三屆台灣地理學術研討會。
- [11] Linda Campbell, Bruce Campbell, & Dee Dickinson, (1996)：多元智能的教與學(Teaching & Learning through multiple intelligences)，郭俊賢&陳淑惠 (1999)合譯。台北：遠流出版公司。

英文部份

- [1] Bruner, J., Cole, M., & Lloyd, B. (1984). Mind and Media: The Effects of Television, Video Games, and Computers, 97-125. Massachusetts: Harvard

University Press.

- [2] Butler, D., (2006) The web-wide world. *Nature*, 439, 776–778.
- [3] Carroll, J. B. (1993). Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies. New York: Cambridge University Press.
- [4] Cornell, E. H., Sorenson. A., & Mio, T. (2003) Human sense of direction and wayfinding. *Annals of the Association of American Geographers*, 93, 399–425.
- [5] Counsell, J. Sminth, S., & Richman, A. (2006) Overcoming some of the issues in maintaining large urban area 3D models via a web browser, *Proceedings of the Information Visualization*.
- [6] Darken, R. P. & Sibert, J. L. (1996) Strategies and Behaviors in large virtual worlds. New York: ACM.
- [7] Elvins, T. T., Nadeau, D. R., Schul. R., & Kirsh. D., (1997) Worldlets—3D thumbnails for wayfinding in virtual environments. New York: ACM.
- [8] Gardner, H. (1983) *Frame of Minds: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- [9] Gardner, H. (1993) Multiple intelligence: the theory of practice. New York: Basic Books.
- [10] Gardner, H. (1995) Reflections on multiple intelligences: Myths and messages. *Phi Delta Kappan*, 77(3) 200–209.
- [11] Gorgorio, N. (1998) Exploring the Functionality of Visual and Non-Visual Strategies in Solving Rotation Problems. *Educational Studies in Mathematics*, 35(3), . 207–231.
- [12] Ho, C. H. & Eastman, C., (2006) An investigation of 2D and 3D and mathematical abilities. *Design Studies*, 27(4), 505–514.
- [13] Jones, W. D. (2006) Microsoft and Google Vie for Virtual World Domination, *IEEE Spectrum Security Concepts*, 16–17.

- [14] Kato, Y. & Takeuchi, Y., (2003) Individual differences in wayfinding strategies. *Journal of Environmental Psychology*, 23, 171-188.
- [15] Kevin Lynch (1959): *都市意象(The Image of The City)*, 宋伯欽 (1999) 譯。臺北，臺隆書店。
- [16] Li, Chao. (2006) User preferences, information transactions and location-based services: A study of urban pedestrian wayfinding. *Computers Environment and Urban Systems*, 30, 726-740.
- [17] Massa, L. J. & Mayer, R. E. & Bohon, L. M., (2005) Individual differences in gender role beliefs influence spatial ability test performance. *Learning and Individual Differences*, 99-111.
- [18] O'Neill, M. J. (1991) Effects of Signage and Floor Plan Configuration on Wayfinding Accuracy, *Environment and Behavior*, 23, 553-574.
- [19] O'Neill, M. J. (1991) Evaluation of a Conceptual Model of Architectural Legibility, *Environment and Behavior*, 23, 259-284.
- [20] Montello, D. R. & Lovelace, K. L., Golledge, R. G., & Self, C. M. (1999) Sex-Related Differences and Similarities in Geographic and Environmental Spatial Abilities. *Annals of the Association of American Geographers*, 89, 515-534.
- [21] Pazzaglia, F. & De, Beni. (2001) Strategies of processing spatial information in survey and landmark-centred and individuals. *European Journal of cognitive psychology*, 13(4), 493-508.
- [22] Pearce, J. M. & Johnson, S. J. & Grant, G. B. (2007) 3D-mapping optimization of embodied energy of transportation. *Resources Conservation & Recycling*, 51, 435-453.
- [23] Raubal, M. & Winter, S. (2002) Enriching Wayfinding Instructions with Local Landmarks. Springer Berlin / Heidelberg, 2478, 243-259.

- [24] Ruddle, R. A. & Lessels, S. (2006) Three levels of metric of evaluating wayfinding. *Massachusetts Institute of Technology*, 15, 637-654.
- [25] Rudolph, P., Darken, John, L., & Sibert, (1996). Wayfinding strategies and behaviors in large virtual worlds. Conference on Human factors in Computing Systems, 142-149.
- [26] Kaplan, S., (1979) Perception and landscape : Conceptions and misconception. USDA Forest Service General Technical Report PSW, 35, 214-248.
- [27] Stocky, T. & Cassell, J. (2002) Shared reality: Spatial intelligence in intuitive user interfaces. MIT Media Lab, 224-245
- [28] Trimble, K., (2006) Google mapping software gives engineers the earth. Civil Technology, 35-36.
- [29] Visser, B. A. Ashton, M. C. & Vernon, P. A., (2006) Beyond g: Putting multiple intelligences theory to the test. *Intelligence*, 34, 487-502.

參考網站



[1] Google earth, 作者不詳, Google earth 系統下載, 參考網址：

<http://earth.google.com/>

[2] 網路文章, ephemeris (2005), Google earth 的應用, 參考網址：

http://www.wretch.cc/blog/steven0625&category_id=4389476

附錄

編號：

附錄一 空間智力量表

【一、基本資料】

1、性別：男 女

2、生日：____年____月____日

3、姓名：_____ 座號：_____ 班級：_____

各位同學，大家好：

這分量表的目的是在瞭解你們對於空間智能的偏好及表現。每一題都有六個選項，從非常不符合(1)到非常符合(6)，請你耐心且仔細閱讀每一個句子，然後根據自己的實際情形來回答。你回答的結果並不會影響你的學業成績，請你放心作答。

敬祝

學業進步

【二、量表內容】



題號與內容

	1	2	3	4	5	6
非常不符合	1	2	3	4	5	6
不符合						
有點不符合						
有點符合						
符合						
非常符合						

1. 閱讀地圖或圖表對我來說比文字容易。	1	2	3	4	5	6
2. 在我學習的時候，我常常會在心裡面形成一些圖像來幫助記憶和思考。	1	2	3	4	5	6
3. 我在陌生的地方能夠很快地找到正確的方向。	1	2	3	4	5	6
4. 我常常會用圖像的方式來記憶東西或思考事情。	1	2	3	4	5	6
5. 我常常會注意到周圍比較美或特別的事情。	1	2	3	4	5	6
6. 我可以說出我看到的立體空間，例如 3D 圖畫。	1	2	3	4	5	6
7. 我能夠很快地完成拼圖或走迷宮方面的遊戲。	1	2	3	4	5	5
8. 我對於圖形或色彩方面的辨識能力很強。	1	2	3	4	5	5

附錄二 尋路策略傾向問卷

編號：

姓名：_____ 座號：_____ 班級：_____

親愛的同學，你好：

這份量表主要的目的是想瞭解你面對尋路問題時的策略，因為每個人的思考方式都是不一樣，所以並沒有好壞之分，也沒有標準答案。

這不是考試，不會影響你的成績，所以請放心作答。你的回答很重要，請不要遺漏任何一個題目，謝謝你的幫忙。

敬祝 學業進步

一、 基本資料：

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____ 性別：男 女

家裡是否有電腦：有 無

電腦是否可以上網：可以 不可以

你是否曾經使用過Google earth：是 否

你曾經旅遊的地區或國家：石門水庫大壩 義大利羅馬競技場 歐洲

其他 _____

二、 填答說明：

(一) 請依照你平常的思考方式或是解決問題的方法，依據「非常同意」、「大部分同意」、

「一半同意一半不同意」、「大部分不同意」以及「非常不同意」五個狀況填答。

例如：問題是：「我喜歡打籃球。」

1. 如果你非常不喜歡打籃球，請在選項（ ）內寫 1 。
2. 如果你大部分的時候都不喜歡打籃球，請在選項（ ）內寫 2 。
3. 如果你有的時候喜歡打籃球，有的時候不喜歡打籃球，請在選項（ ）內寫 3 。
4. 如果你大部分的時候都喜歡打籃球，請在選項（ ）內寫 4 。
5. 如果你非常喜歡打籃球，請在選項（ ）內寫 5 。

(二) 如果你對於填答說明有疑問，請舉手發問。

選項 編號	題目內容	非常 不 同 意 1	大 部 分 不 同 意 2	一 半 同 意 3	有 點 同 意 4	非 常 同 意 5
		1	2	3	4	5
()1	我認為自己的方向感很好。	1	2	3	4	5
()2	我的家人或朋友認為我的方向感很好。	1	2	3	4	5
3	當我身處在一個陌生環境中，我會					
()3-a	(1)利用路徑來連結 A 點到 B 點	1	2	3	4	5
()3-b	(2)會試著找出一個熟知的地標，當作方位辨識的標記。	1	2	3	4	5
()3-c	(3)會試著在腦海中建立起關於這個環境的地圖	1	2	3	4	5
4	假設你現在位於一個陌生的城市中，請寫出這個城市的名字 _____，逛完這個城市之後，你會在腦海中以何種方式呈現這個城市的樣貌					
()4-a	(1)類似「地圖」般的呈現方式	1	2	3	4	5
()4-b	(2)以記憶路徑的方式	1	2	3	4	5
()4-c	(3)以記憶一個顯著地標的方式呈現	1	2	3	4	5
()5	當我身處一個自然開放的環境時，我會以東、西、南、北的方式辨識方位。	1	2	3	4	5
()6	當我身處於一個熟悉的城市之中，我能夠輕易地辨識東、西、南、北。	1	2	3	4	5
7	當你在問路的時候，你希望得到哪一種描述到達目標的方式					
()7-a	(1)自己去想像整個路徑	1	2	3	4	5
()7-b	(2)用記字句的方式記住別人所描述的路徑	1	2	3	4	5

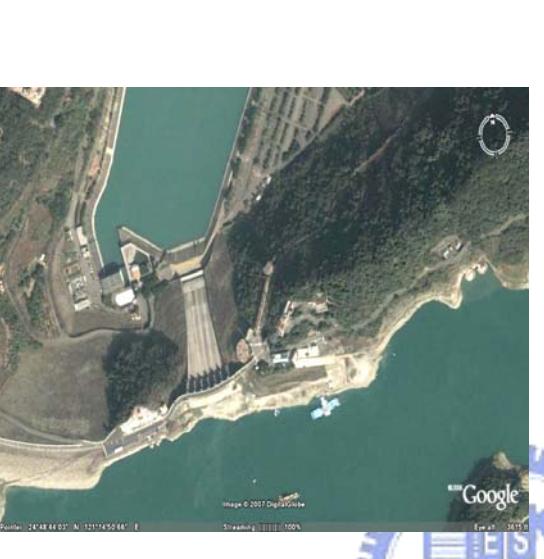
編號 選項	題目內容	同意程度				
		非常不同意 1	大部分不同意 2	一半同意一半不同意 3	有點同意 4	非常同意 5
()8	當我身處在一個複雜的空間(例如百貨公司)，我會自然而然記住自己所在的位置與建築物空間以及建築物空間外部環境的相對方位。	1	2	3	4	5
()9	當我身處於一個建築物的空間內，我能夠輕易地描述出，環繞在此棟建築物外面的景觀以及這些景觀之間的相對位置。	1	2	3	4	5
10	當我身處在一個戶外開放空間時，需要指出東、西、南、北的時候，我通常能夠					
()10-a	(1)立刻指出方向	1	2	3	4	5
()10-b	(2)需要想一下	1	2	3	4	5
()10-c	(3)不能指出方向	1	2	3	4	5
11	當我跟朋友身處在遊樂園時，當大家決定要前往剛來時的入口，我通常是					
()11-1	(1)帶領大家前往	1	2	3	4	5
()11-2	(2)想一下，再與大家討論後前往	1	2	3	4	5
()11-3	(3)跟隨大家前往	1	2	3	4	5

附錄三 三維空間搜尋任務說明單

一、同學們，有二個超級搜尋任務要請你完成囉！

二、請你放輕鬆找尋目標，不需要太在意結果，最重要是你尋找的過程。

任務一：石門水庫大壩

搜尋目標之空照圖		提示	<p>石門水庫位於<u>大漢溪</u>中游，地處<u>桃園縣大溪鎮與龍潭鄉及新竹縣關西鎮之間</u>。大壩為水庫最雄偉的景觀，壩高 133 公尺，為島內最大的土石壩，溢洪道為鞍部瀉槽式，有<u>弧形閘門 6 座</u>自大壩沿著環湖公路往上游而行，一路上<u>綠蔭籠罩</u>，皆為林相完整的水土保安林。</p>
----------	--	----	--

任務二：義大利羅馬競技場

搜尋目標之空照圖		提示	<p>義大利從<u>高空中俯視</u>，像極了一隻美麗的<u>長靴</u>。而這隻<u>長靴的中間</u>，有個著名的城市—羅馬，左圖中的景點是位於<u>羅馬市中心</u>的羅馬競技場，羅馬競技場以空中俯視的角度來看，呈現<u>橢圓形</u>的樣貌，其周圍被四通八達的道路包圍，好似人們常說的<u>條條大路通羅馬</u>。</p>
----------	---	----	---

附錄四 三維空間搜尋任務實測照片



附錄五 問卷授權書

同 意 書

茲同意國立交通大學理學院網路學習學程碩士班研究生莊碧雲
使用本人編製之 多元智能量表作為研究方法論文之研究工具。

謹此

編製者：謝 任 云

96 年 4 月 26 日