

階層式路徑選擇圖檔連接機制之研究

學生：陳正斌

指導教授：王傳芳

黃台生

國立交通大學交通運輸研究所碩士班

摘 要

階層式路徑選擇想法的起源，來自於使用切割後的路網做最短路徑選擇運算。經由對路網圖檔做適當切割，再以階層概念進行路徑選取。圖檔切割方式是以階層式觀點搭配劃設交通分區的方式，來設定路網圖檔及道路階層。而道路階層是參考一般旅程情況來設計，因此階層式路徑選擇的搜尋結果比較傳統的最短路徑選擇，更能符合駕駛人的需求。

本研究延續程怡誠等人的研究成果，檢討其交通分區與道路階層劃設的方式，以台灣現況為建構環境，重新擬定階層式路徑選擇組成元件內容，包含交通分區的編制、道路階層系統與節點系統，並特別對圖檔連接的方式詳細規劃。依照旅程遠近分別設計適當的程序，以及過去階層式路徑選擇系統無法處理的部分重新規劃。最後在地理資訊系統平台上以實際案例驗證，得到結論為本研究的搜尋結果比起一般最短路徑運算，不但能達到駕駛人預期，在搜尋運算中使用切割後的路網圖檔，僅佔原本全部路網圖檔的一半到二十分之一，並且隨著路網規模增加，需要運算的路網圖檔比起原本圖檔比例也越小，切割路網圖檔的效益越大。

關鍵字：階層式、路徑選擇

A study for the connecting GIS files of Hierarchical route choice

Student : Zheng-Bin Chen

Advisor : Dr.Chuan-Fang Wang

Dr.Tai-Sheng Huang

Institute of Traffic and Transportation

National Chiao Tung University

ABSTRACT

A study is for the connecting GIS files of hierarchical route choice. The origin of hierarchical route choice comes from the route choicing by the GIS network files after cutting. Dividing GIS network files is by concept of hierarchical approach and traffic zone. Dividing road network classes consults general journey, so that the searching results of hierarchical route choice can more accord with the driver's wants than general shortest path.

This study is following the research of Cherng et al. By discussing their classes of traffic zone and road network, and regarding present situation of Taiwan, the component is drafted again, include the traffic zone, network and gate point, and especially the connecting rules of GIS files, and design the proper rules. Finally a real case on GIS is proved, and then get conclusion that the larger scale of search network, the smaller proportion of general shortest path searching that hierarchical route choice need to search.

Key Word : Hierarchy 、 Route

誌 謝

兩年在台北的時光真的很快，轉眼間已由研究新鮮人變成碩士畢業生，這其間的辛酸血淚，此時都化為甜美的果實，歡欣採收之餘，有些感激想在此表達。

我想要感謝我的兩位指導教授王傳芳老師及黃台生老師，王老師教我釐清論文的撰寫概念及方向，黃老師指點我論文的寫作以及監督我的進度，我在兩位老師的帶領下，終於順利完成這篇論文，因此要特別感謝他們。而論文口試時，周義華教授與吳健生教授對我的指點，使我獲益匪淺，交研所裡的老師們對於課業上的教導，同樣也激發我對論文的想法，所以要謝謝各位老師。

論文的寫作過程中，曾得到許多人的幫助，像同師門的師兄弟、碩士班的同窗，以及運研所工讀的同事等，謝謝他們無私的幫助和鼓勵，讓我的論文順利進行。也感謝他們伴隨我度過這一段辛勞的時期，那些歡愉跟熱情，讓我十分感動。

還要感謝全力支持我的父母跟親友，有了這些後援默默幫助我，讓我沒有後顧之憂，能夠拿出全部精神來衝刺，我要特別感激他們。

感謝你們！

陳正斌 謹誌

2004 年于台北

目 錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	iv
表目錄.....	vi
圖目錄.....	vii
第一章 緒論.....	- 1 -
1.1 研究背景與動機.....	- 1 -
1.2 研究目的與課題.....	- 1 -
1.3 研究範圍.....	- 2 -
1.4 研究架構.....	- 3 -
1.5 研究流程.....	- 4 -
第二章 文獻回顧.....	- 6 -
2.1 程怡誠論文.....	- 6 -
2.1.1 論文內容整理.....	- 6 -
2.1.2 文獻評析.....	- 7 -
2.2 曾靜文論文.....	- 8 -
2.2.1 論文內容整理.....	- 8 -
2.2.2 文獻評析.....	- 10 -
2.3 陳家宇論文.....	- 11 -
2.3.1 論文內容整理.....	- 11 -
2.3.2 文獻評析.....	- 12 -
2.4 原有階層式路徑選擇系統檢討與修改.....	- 14 -
2.4.1 原有階層式路徑選擇系統檢討.....	- 14 -
2.4.2 修改方式.....	- 14 -
第三章 階層式路徑選擇系統概念.....	- 16 -
3.1 地理區域的切割觀念.....	- 16 -
3.2 道路種類概念.....	- 20 -
3.2.1 道路特性.....	- 20 -
3.2.2 連接方式.....	- 22 -
3.2.3 路徑搜尋架構.....	- 23 -
3.2.4 路徑搜尋設計.....	- 25 -
3.3 建立起迄矩陣的路徑搜尋方式.....	- 26 -
3.4 路徑選擇行為分析.....	- 28 -
第四章 階層式路徑選擇系統圖檔資料與連接程序設計.....	- 31 -
4.1 階層式路徑選擇系統組成元件設計.....	- 31 -
4.1.1 交通分區階層編制.....	- 31 -
4.1.2 道路系統圖檔資料設計.....	- 33 -
4.1.3 節點圖檔資料設計.....	- 39 -
4.1.4 資料庫設計.....	- 43 -
4.2 階層式路徑選擇系統搜尋機制設計.....	- 45 -
4.2.1 階層式路徑選擇搜尋機制.....	- 45 -
4.2.2 圖檔連接流程.....	- 45 -

4.3	相同第二階層交通分區內旅次圖檔連接程序設計.....	47	-
4.4	相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序設計.....	49	-
4.5	不相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序設計.....	51	-
4.5.1	起迄點皆位於非東部子圖檔連接程序.....	51	-
4.5.2	起迄點中只有一端位於東部子圖檔連接程序.....	54	-
4.5.3	起迄點皆位於東部子圖檔連接程序.....	58	-
第五章	階層式路徑選擇構成與驗證.....	60	-
5.1	實例驗證案例設計.....	60	-
5.1.1	各案例設計說明.....	60	-
5.1.2	各案例圖檔資料庫建構.....	60	-
5.2	案例一一起迄點在相同第二階層交通分區內旅次.....	62	-
5.2.1	案例一搜尋程序說明.....	62	-
5.2.2	案例一驗證分析.....	65	-
5.3	案例二一起迄點在相鄰第二階層交通分區間旅次.....	71	-
5.3.1	案例二搜尋程序說明.....	71	-
5.3.2	案例二驗證分析.....	75	-
5.4	案例三一起迄點在不相鄰的西部第二階層交通分區間旅次.....	80	-
5.4.1	案例三搜尋程序說明.....	80	-
5.4.2	案例三驗證分析.....	85	-
5.5	案例四一起迄點在不相鄰的東西部第二階層交通分區間旅次.....	90	-
5.5.1	案例四搜尋程序說明.....	90	-
5.5.2	案例四驗證分析.....	97	-
5.6	案例結果說明.....	103	-
5.6.1	各案例運算數相關指標說明.....	103	-
5.6.2	各案例道路等級說明.....	104	-
5.6.3	各案例使用交通分區圖檔資料說明.....	107	-
第六章	結論與建議.....	110	-
6.1	結論與研究成果.....	110	-
6.2	建議.....	111	-
	參考文獻.....	112	-
	附錄一.....	114	-
	附錄二.....	121	-
	簡歷.....	130	-

表 目 錄

表 2-1.	主要道路規劃決策整理表.....	- 7 -
表 3-1.	切割區域示意圖.....	- 18 -
表 3-2.	各類節點及道路與分區關係表.....	- 26 -
表 3-3.	矩陣表示意表.....	- 26 -
表 4-1.	第二階層交通分區編碼表.....	- 33 -
表 4-2.	各階層道路內含道路階層表.....	- 33 -
表 4-3.	道路分級代碼表.....	- 36 -
表 4-4.	各階層道路屬性內容示意表.....	- 38 -
表 4-5.	各等級道路行駛車速設定表.....	- 38 -
表 4-6.	數值資料原始屬性欄位內容分類表.....	- 41 -
表 4-7.	第一階層節點屬性欄位差異表.....	- 41 -
表 5-1.	實例驗證各組第三階層交通分區設定表.....	- 60 -
表 5-2.	實例驗證總結建構資料種類列表.....	- 61 -
表 5-3.	案例一—步驟 3 搜尋資料結果示意表.....	- 62 -
表 5-4.	案例一—步驟 12 搜尋資料結果示意表.....	- 63 -
表 5-5.	案例一—搜尋過程產出最適路線的道路名稱列表.....	- 64 -
表 5-6.	案例一—所得最終路徑完整道路名稱表.....	- 64 -
表 5-7.	案例一—儲存及運算容量比較表.....	- 66 -
表 5-8.	案例一—階層式路徑選擇最適路徑道路分類表.....	- 67 -
表 5-9.	案例一—一般路徑選擇結果道路分類表.....	- 68 -
表 5-10.	案例二—步驟 3 搜尋資料結果示意表.....	- 71 -
表 5-11.	案例二—步驟 4 搜尋資料結果示意表.....	- 71 -
表 5-12.	案例二—步驟 8 搜尋資料結果示意表.....	- 71 -
表 5-13.	案例二—步驟 16 搜尋資料結果示意表.....	- 72 -
表 5-14.	案例二—步驟 19 搜尋資料結果示意表.....	- 73 -
表 5-15.	案例二—搜尋過程產出最適路線的道路名稱列表.....	- 74 -
表 5-16.	案例二—步驟 23 所得路徑完整道路名稱表.....	- 75 -
表 5-17.	案例二—儲存及運算容量比較表.....	- 76 -
表 5-18.	案例二—階層式路徑選擇最適路徑道路分類表.....	- 77 -
表 5-19.	案例二—一般路徑選擇結果道路分類表.....	- 77 -
表 5-20.	案例三—步驟 3 搜尋資料結果示意表.....	- 80 -
表 5-21.	案例三—步驟 12 搜尋資料示意表.....	- 82 -
表 5-22.	案例三—步驟 21 搜尋資料結果示意表.....	- 83 -
表 5-23.	案例三—迄點端搜尋結果資料示意表.....	- 83 -
表 5-24.	案例三—搜尋過程產出最適路線的道路名稱列表.....	- 84 -
表 5-25.	案例三—總結最適路徑完整道路名稱表.....	- 84 -
表 5-26.	案例三—儲存及運算容量比較表.....	- 86 -
表 5-27.	案例三—階層式路徑選擇最適路徑道路分類表.....	- 87 -
表 5-28.	案例三—考量旅行時間的一般路徑結果道路名稱表.....	- 89 -
表 5-29.	案例四—步驟 3 搜尋資料結果示意表.....	- 90 -
表 5-30.	案例四—步驟 11 搜尋資料結果示意表.....	- 92 -
表 5-31.	案例四—步驟 18 搜尋結果總結示意表.....	- 92 -

表 5-32.	案例四一步驟 19 搜尋節點資料示意表	- 93 -
表 5-33.	案例四一步驟 21 搜尋資料結果示意表	- 93 -
表 5-34.	案例四一步驟 33 搜尋資料結果示意表	- 94 -
表 5-35.	案例四一步驟 21 搜尋資料結果示意表	- 95 -
表 5-36.	案例四一搜尋過程產出最適路線的道路名稱列表	- 95 -
表 5-37.	案例四一總結最適路徑完整道路名稱表	- 96 -
表 5-38.	案例四一儲存及運算容量比較表	- 98 -
表 5-39.	案例四一階層式路徑選擇最適路徑道路分類表	- 100 -
表 5-40.	案例四一考量旅行時間的一般路徑結果道路名稱表	- 101 -
表 5-41.	各案例運算需求總結列表	- 103 -
表 5-42.	各案例圖檔連接方式總結列表	- 107 -

圖 目 錄

圖 1-1.	研究架構圖	- 3 -
圖 1-2.	研究流程圖	- 5 -
圖 3-1.	全球視野範圍示意圖	- 16 -
圖 3-2.	亞洲視野範圍示意圖	- 17 -
圖 3-3.	國家視野範圍示意圖	- 17 -
圖 3-4.	都市視野範圍示意圖	- 18 -
圖 3-5.	分區視野範圍示意圖	- 18 -
圖 3-6.	交通分區及對應道路概念圖	- 19 -
圖 3-7.	各類型道路示意圖	- 20 -
圖 3-8.	道路等級與範圍示意圖	- 21 -
圖 3-9.	起迄點於同一分區內示意圖	- 22 -
圖 3-10.	起迄點於同一分區內示意圖	- 22 -
圖 3-11.	起迄點於同一分區內示意圖	- 23 -
圖 3-12.	跳躍式道路節點示意圖	- 23 -
圖 3-13.	穿越邊境式道路節點示意圖	- 23 -
圖 3-14.	路徑搜尋分類流程圖	- 24 -
圖 3-15.	長程路徑選擇示意圖	- 29 -
圖 3-16.	中程路徑選擇示意圖	- 30 -
圖 3-17.	程路徑選擇示意圖	- 30 -
圖 4-1.	階層式路徑圖檔連接流程圖	- 31 -
圖 4-2.	第二階層交通分區示意圖	- 32 -
圖 4-3.	第三階層交通分區示意圖	- 33 -
圖 4-4.	第一階層道路合理區示意圖	- 34 -
圖 4-5.	第二階層道路合理區示意圖	- 34 -
圖 4-6.	第三階層道路合理區示意圖	- 34 -
圖 4-7.	第一階層道路系統示意圖	- 35 -
圖 4-8.	第二階層道路系統範例示意圖	- 35 -
圖 4-9.	第三階層道路系統範例示意圖	- 36 -
圖 4-10.	第一階層節點示意圖	- 39 -
圖 4-11.	第二階層節點示意圖	- 40 -
圖 4-12.	第三階層節點示意圖	- 40 -

圖 4-13.	資料庫架構示意圖	44 -
圖 4-14.	階層式路徑選擇搜尋程序分類示意圖	45 -
圖 4-15.	搜尋最適主線示意圖	46 -
圖 4-16.	搜尋最適次主線示意圖	46 -
圖 4-17.	搜尋最適支線示意圖	46 -
圖 4-18.	相同第二階層交通分區內旅次圖檔連接流程圖	47 -
圖 4-19.	相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接流程圖	49 -
圖 4-20.	起迄點皆位於非東部子圖檔連接流程圖	52 -
圖 4-21.	起迄點中只有一端位於東部子圖檔連接流程圖	55 -
圖 4-22.	起迄點皆位於東部子圖檔連接流程圖	58 -
圖 5-1.	案例一—步驟 10 搜尋主線結果示意圖	63 -
圖 5-2.	案例一—步驟 14 搜尋支線結果示意圖	63 -
圖 5-3.	案例一—步驟 15 搜尋支線結果示意圖	64 -
圖 5-4.	案例一—總結最適路徑示意圖	65 -
圖 5-5.	案例一—以一般路徑選擇搜尋結果示意圖	66 -
圖 5-6.	案例一—運算路網示意圖	67 -
圖 5-7.	案例一—階層式道路預期道路等級與行駛距離示意圖	69 -
圖 5-8.	案例一—階層式路徑選擇道路等級與行駛距離示意圖	69 -
圖 5-9.	案例一—一般路徑選擇道路等級與行駛距離示意圖	69 -
圖 5-10.	案例一—兩種選擇方式產出結果示意圖	70 -
圖 5-11.	案例二—步驟 7 搜尋第二階層節點結果示意圖	72 -
圖 5-12.	案例二—步驟 17 搜尋兩端主線結果示意圖	73 -
圖 5-13.	案例二—步驟 21 搜尋支線結果示意圖	74 -
圖 5-14.	案例二—步驟 22 搜尋支線結果示意圖	74 -
圖 5-15.	案例二—所得總結路徑示意圖	75 -
圖 5-16.	案例二—以一般路徑選擇搜尋結果示意圖	76 -
圖 5-17.	案例二—運算路網示意圖	77 -
圖 5-18.	案例二—階層式道路預期道路等級與行駛距離示意圖	78 -
圖 5-19.	案例二—階層式路徑選擇道路等級與行駛距離示意圖	78 -
圖 5-20.	案例二—一般路徑選擇道路等級與行駛距離示意圖	79 -
圖 5-21.	案例二—三種選擇方式產出結果示意圖	79 -
圖 5-22.	案例三—步驟 9 搜尋最適主線結果示意圖	81 -
圖 5-23.	案例三—步驟 19 搜尋起點端支線結果示意圖	82 -
圖 5-24.	案例三—步驟 22 搜尋新莊端支線結果示意圖	83 -
圖 5-25.	案例三—太保端支線結果示意圖	84 -
圖 5-26.	案例三—所得總結路徑示意圖	85 -
圖 5-27.	案例三—以一般路徑選擇搜尋結果示意圖	86 -
圖 5-28.	案例三—運算路網示意圖	87 -
圖 5-29.	案例三—階層式道路預期道路等級與行駛距離示意圖	88 -
圖 5-30.	案例三—階層式路徑選擇道路等級與行駛距離示意圖	88 -
圖 5-31.	案例三—三種選擇方式產出結果示意圖	89 -
圖 5-32.	案例四—步驟 9 搜尋最適主線結果示意圖	91 -
圖 5-33.	案例四—步驟 19 搜尋非東部三縣端支線結果示意圖	93 -
圖 5-34.	案例四—步驟 22 搜尋新莊端支線結果示意圖	94 -

圖 5-35.	案例四—步驟 35 搜尋花縣端支線結果示意圖	- 94 -
圖 5-36.	案例四—步驟 39 搜尋花市端支線結果示意圖	- 95 -
圖 5-37.	案例四—所得最終路徑示意圖	- 97 -
圖 5-38.	案例四—以一般路徑選擇搜尋結果示意圖	- 98 -
圖 5-39.	案例四—運算路網示意圖	- 99 -
圖 5-40.	案例四—階層式道路預期道路等級與行駛距離示意圖	- 100 -
圖 5-41.	案例四—階層式路徑選擇道路等級與行駛距離示意圖	- 101 -
圖 5-42.	案例四—三種選擇方式產出結果示意圖	- 102 -
圖 5-43.	各方案運算資料數比較圖	- 104 -
圖 5-44.	各方案儲存空間比較圖	- 104 -
圖 5-45.	案例一—各方案結果道路等級與旅行距離示意圖	- 105 -
圖 5-46.	案例二—各方案結果道路等級與旅行距離示意圖	- 105 -
圖 5-47.	案例三—各方案結果道路等級與旅行距離示意圖	- 106 -
圖 5-48.	案例四—各方案結果道路等級與旅行距離示意圖	- 106 -
圖 5-49.	中短程旅次設定使用道路等級圖	- 106 -
圖 5-50.	長程旅次設定使用道路等級圖	- 107 -
圖 5-51.	各案例搜尋節點次數比較圖	- 108 -
圖 5-52.	各案例搜尋最短路徑次數比較圖	- 108 -



第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

路徑導引在先進旅行者資訊系統中，是最常應用於實務中的一部分。而各種路徑選擇問題及路徑選擇演算法在學術理論上皆有廣泛地探討。然而，使用者端之行動電話、個人數位助理或車載導航系統等，其運算、傳輸、及顯示功能由於目前技術之限制，無法達到與個人電腦以上的運算及影音處理相同的等級；而各種路徑選擇演算法實際應用時，經常會產生不符合使用者預期之結果，即所解答之最佳路徑經常為用路者所不熟悉而放棄，而其次傳統之最佳路徑運算隨著路網規模越大需要越長的求解時間。基於上述兩點，建構一個能夠克服此兩個缺點之路徑選擇方法，即能在實務之中真正幫助用路者，亦能夠在現有的電子設備上做更快速之應用。

傳統的路徑搜尋演算都是在同一個圖層上進行，而階層式路徑選擇的基礎概念，在於經由路網圖檔切割的概念將路線規劃的範圍作適當的切割，經由切割過的各個部分子問題的求解，達到簡化問題的目的，再經由每個子問題所得結果的合併，得到一個完整的搜尋結果。

程怡誠針對上述之概念發展階層式路徑選擇方法，提出依起迄點分區的距離關係來決定所規劃之主要道路階級。即起迄點於相同分區內則規劃主要道路與快速道路；起迄點於不相鄰分區而且在不相鄰縣市時，則規劃高速公路為主要道路，起點到交流道及迄點到交流道皆規劃區域性道路，其餘類推。曾敬文延續程怡誠之分區規劃路徑想法，建構出完整的道路階層與交通分區之階層式觀念，並依照台灣地區實際之行政區及公路系統建立其路徑階層，以及通道點與行政區之實際連接方式和階層，建立公路、行政區、與通道點的關係，然後依照此階層關係建構階層式路徑選擇模式。陳家宇延續程怡誠及曾敬文之研究，進行階層式路徑選擇系統建構之研究，以 GIS 系統結合各階層交通分區與道路之圖型庫、資料庫及知識庫，達成階層式路徑選擇之初步架構。

在上述階層式路徑選擇發展之過程中，可以看出階層式路徑選擇系統架構逐漸成形，然而此路徑選擇方式仍有無法妥善處理的部份。其中最關鍵的問題，即在程怡誠及曾敬文之架構中，將連接大交通分區的第一階層之路網定義為高速公路，但目前台灣縣市有部份並無高速公路連接，而陳家宇之系統結構亦無法建立無高速公路之交通分區之部分。

本研究承續以上階層式路徑選擇系統之建構，對於先前系統無法處理之部分，如道路階層於實際路網中無法對應時，或者是在交通分區劃分之適當性等，進行整體結構的檢討與修改，並著重於資料庫設計方面，即地理資訊系統中各圖檔在連接時的機制探討。在架構方面，因應前一段中所提到之問題，將針對道路系統之階層，重新研擬主線間所需之首要路網及次要路網及其關係，並且探討交通分區及道路階層之詳細關係。而除了對於結構之調整外，針對地理資訊軟體程式的應用上，也進行架構之比對及改進，和圖檔資料內容的重新規劃，以及資料庫使用上之檢討，以期使階層式路徑選擇系統能夠更進一步落實於實務操作上。

1.2 研究目的與課題

基於完成一個能在實務應用上，更具效率及更為用路者接受之階層式路徑的搜尋系統，並延續之前的研究成果，針對圖檔的切割與連接機制及資料庫之設計進行研

究。而對透過地理資訊系統軟體建構的路徑導引系統之相關結構，也需要再規劃更嚴謹之圖檔連接程序，以達成改善系統的目的。在陳家宇等人所建構之階層式路徑選擇系統下，本研究欲進行之研究課題包含下列各項：

- 一、檢討以往所建系統之道路階層分割方式與交通分區劃設，以因應無高速公路地區之需求。
- 二、重新研擬階層式路徑選擇之圖檔切割方式與連接機制。
- 三、運用以上成果，調整階層式路徑選擇圖檔連接程序之架構。
- 四、在以上作業需求下設計所需的資料庫。
- 五、於地理資訊軟體上設置本圖檔連接程序系統，並進行案例展示。

1.3 研究範圍

本研究承接程怡誠等人，並延續其研究之範圍，如下所列：

- 一、使用者端對象為一般自用車之旅次：對於系統之主要使用對象，專注於一般自用車之使用者各種目的及距離之旅次為主。
- 二、道路路網僅探討一般情況：目前只考慮一般路況，應可以對應於大多數之路徑選擇需求，而特別之交通管制不納入考量，如禁行、單行道、調撥車道或禁止左轉等情形。
- 三、架構建立基礎環境以台灣為例：在地理環境中，使用交通部運輸研究所於出版的「新世紀台灣地區交通路網數值地圖 1.0 版」為基準。
- 四、路徑選擇針對靜態方式：在路徑導引的領域中，依照對於及時的交通資訊之反應程度，可區分為靜態路徑導引、準動態路徑導引、動態路徑導引三種。在此方面本研究採用基本的靜態路徑導引的方式，來做行前路徑規劃，而不考量實際道路擁塞程度等之情況。
- 五、系統建立方面選擇 Arcview 3.X 來構建：在軟體方面以 Arcview 3.X 此套地理資訊系統作為核心程式，並以該軟體專門用於分析路網問題的模組 Network Analyst 來做輔助，於桌上型電腦中建構系統。

1.4 研究架構

本研究之基礎為階層式路徑選擇，因此首要工作為釐清階層式路徑選擇之理念，並以此為出發點，以程怡誠等人之研究成果來進行檢討，並吸收其適用之處，以上述之成果進行使用主線路徑資料庫的階層式路徑選擇系統之構建。在該系統的建構之中，則應以現有其他路徑導引系統及其資料庫系統之架構作為參考，來擬定此圖檔連接程序之架構體系。然後經由所欲使用之地理資訊系統軟體的構造認知，實際建構本研究提出之圖檔連接範例環境。研究架構圖見下圖 1-1。

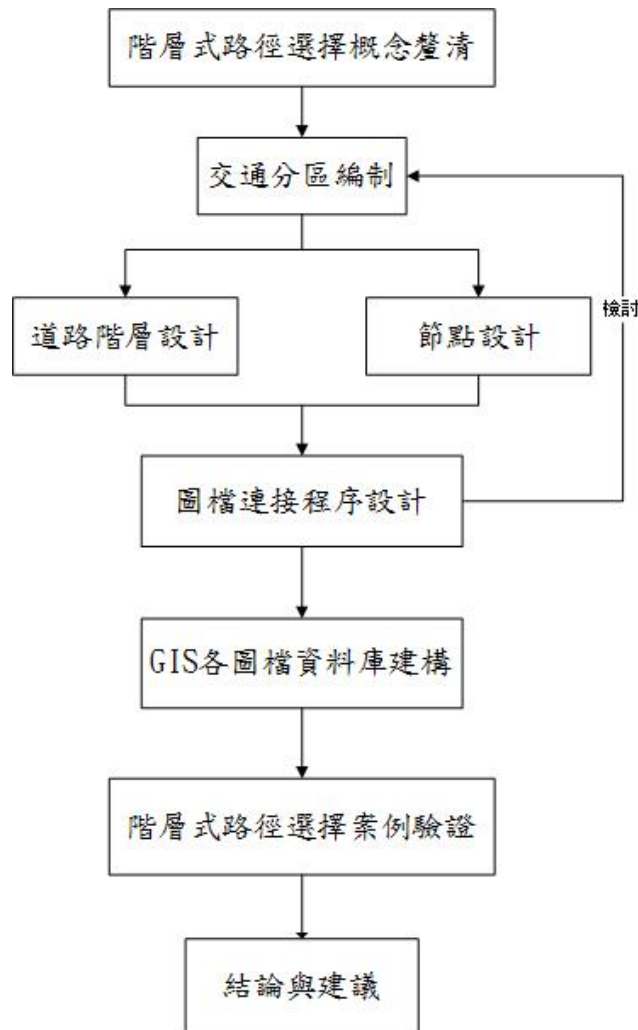


圖1-1. 研究架構圖

在階層式路徑選擇以外，另一個基礎為 GIS 軟體應用。GIS 軟體應用就是本研究的階層式路徑選擇系統建構平台為 GIS 套裝軟體，一方面所設計的系統可以適應大部分 GIS 的環境，另一方面探討的層級可以比較專注於階層式路徑選擇方面。

因為 GIS 此為一般路徑選擇模組常用的平台，若以這種平台進行建構，將使得本系統較具有相容性，可以各種 GIS 程式做應用工作。而本研究所提出的圖檔連接程序，則盡量使用一般 GIS 軟體皆具有的通用、基本功能，以其在各個軟體皆能適用，因此將本研究的連接程序中資料處理部分加重。

1.5 研究流程

本研究之方法主要先建立及修改目前之階層式路徑選擇圖檔連接架構，然後以地理資訊系統軟體建構新圖檔連接程序，最後進行案例驗證及與一般路徑選擇結果比對。本研究的相關進行流程見圖 1-2，並說明如下：

一、研究問題確認

瞭解現行路徑導引系統之架構，掌握該系統實用狀況以及所面臨之問題。

二、研究範圍界定

選定本研究專注探討之範圍，以期能夠提出一個可行而合理之成果。

三、相關文獻回顧

對於相關領域之現況發展的討論及研究成果，進行整體之瞭解與確認，以便於研擬切合實用之路徑選擇程序。因此針對階層式路徑選擇、行車導航系統及車載導航器等領域，來進行文獻之蒐集回顧。

四、階層式路徑選擇目前成果之回顧及探討

對於階層式路徑選擇系統目前進展，以及現代相關領域研發使用情況，特別進行調查及分析問題，使得階層式路徑選擇系統能夠符合當前科技發展，並針對階層式路徑選擇文獻進行內容整理介紹與評析。

五、道路階層及交通分區階層關係之檢討

對於先前階層式路徑選擇系統，其無法處理的部份，即第一階層路網使用高速公路系統，而無法處理無高速公路經過的區域，將特別針對此重新分析道路階層與交通分區的架構。

六、階層式路徑選擇圖檔連接程序之修改及建構

完成上一項主要連接架構與組成元件的修訂後，再進行其餘部分架構之整體修正及配合，以期達成更符合階層式路徑選擇精神之圖檔連接結構。

七、實際建立系統之各個組成成分

在完成圖檔連接架構之後，則實際建立各組成成分之資料以及建檔，為系統之組成進行鋪路。

八、研擬階層式路徑選擇圖檔連接機制

對於階層式路徑選擇圖檔連接機制進行設計，確認其適用性及合理性。

九、設計圖檔連接程序

結合已經組成之資料、圖檔檔案和階層式路徑圖檔連接機制，於地理資訊系統中設計一個完整的圖檔連接程序。

十、圖檔連接機制之驗證

以案例來分析比對圖檔連接之合理性，以及比較本研究與一般路徑選擇的差異。

十一、結論與建議

依據研究及建構過程所得之經驗，提出對於階層式路徑選擇系統之結論及建議。

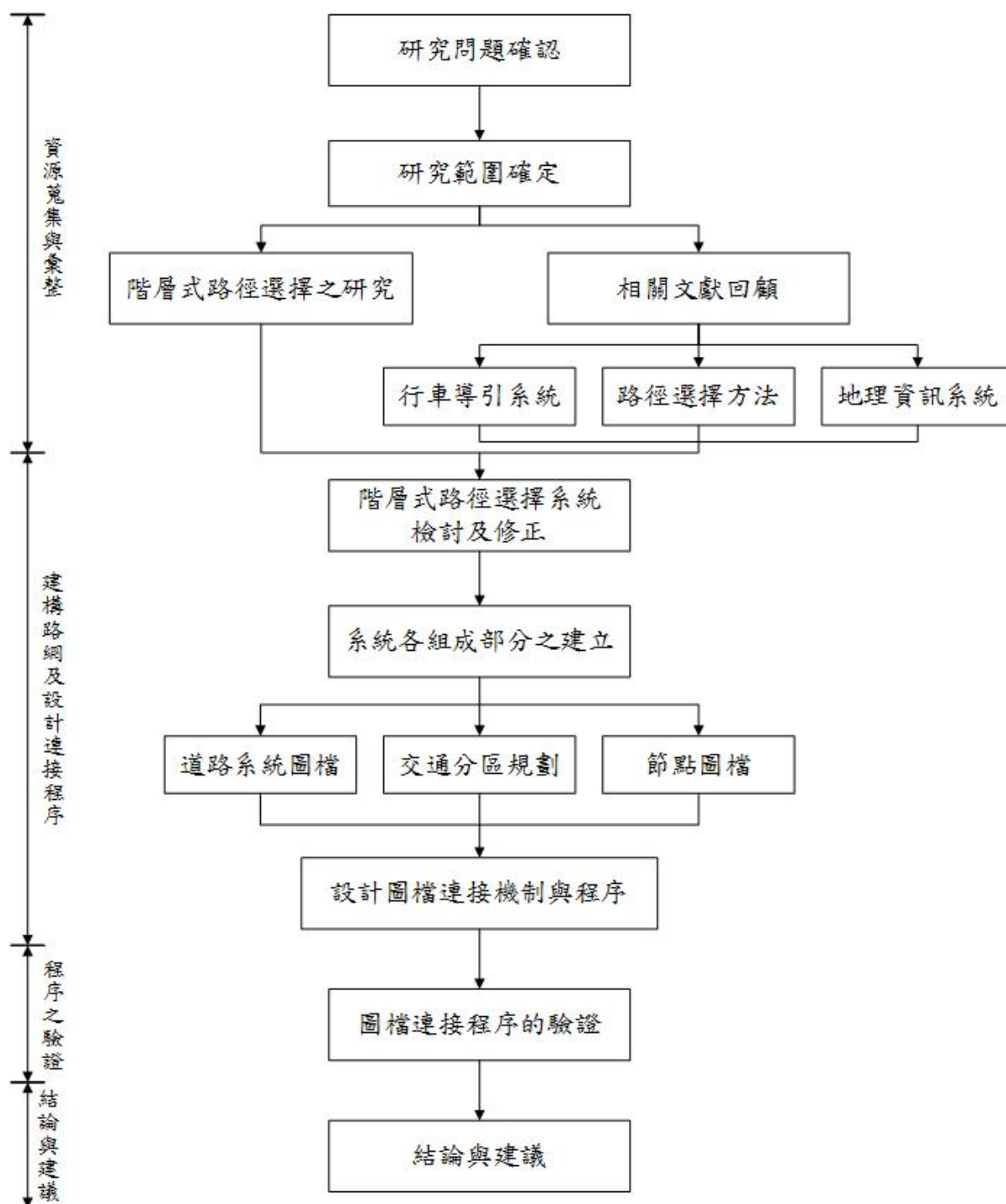


圖1-2. 研究流程圖

第二章 文獻回顧

本研究專注於階層式路徑選擇之延續修正，並研擬一套符合現況之圖檔連接機制，因此在文獻回顧方面僅針對先前之分區路徑選取及階層式路徑選擇之研究作深入回顧。

2.1 程怡誠論文

2.1.1 論文內容整理

在第一章序論的部分，提出其研究動機為為建立一種適合車載裝置使用之選擇系統，正確且快速地引導駕駛人到達目的地。並欲達到下列主要目的：

- 一、探討道路系統與駕駛人選擇之關聯。
- 二、依照此階層概念之道路特性及地理分區方式來建構路線選擇系統。
- 三、探討交通分區之準則與道路系統之關聯。
- 四、以台灣地區為例建立階層式路徑道路資訊指引系統，成為個人數位助理及車載導航系統之基礎。
- 五、驗證新路線選擇方式之功能，並實際進行路徑選擇測試。

在第三章對駕駛人行為之分析方面，認為當起迄點間之距離大於某種程度時，使用最短路徑所推算出來的路徑可能使用非高速公路等主要道路，而是各主要幹道或是更小的道路等級。其中提出實例說明：以台北火車站至台南成功大學之旅程為例，簡單之決策過程為先由台北市區內連上高速公路，經高速公路南下至台南交流道，再由交流道至台南市區成功大學，因此可知出發點至交流道、交流道至目的地之間，所考量之道路數目為局部地區路網，而在交流道之間則不需考量其他道路路網。其認為駕駛人對於空間有一種階層行為決策，即由起使位置次要道路層先行連接主要道路層、再由主要層到主要層、最後是連接次要道路到目的地。而為使導航系統減少多餘之運算，而只考量相關部分之資料，則可以加速運算、也能符合人的選路行為。

在所提出之路徑選取規劃中，分為出發點與目的地在相同分區、相鄰分區及跨越分區三類，並將縣市作為分區依據，若起點及迄點位於相同分區時，駕駛人所可能選擇路線為各小區域內間的聯絡道路，在該研究內規劃為第三階層道路，包含主要幹道及快速道路。而相鄰分區，即起點與迄點位於相鄰縣市時，駕駛人可能選擇路徑為省道或高速公路，依照旅行時間或旅行距離來衡量。若起迄點於不同分區（縣市）且為非相鄰區域時，路線選擇可分為兩階層選取，第一部份為由起點至高速公路與迄點至高速公路，主要由前面提及之第三階層區域性道路來選取適當交流道，駕駛人會針對起點至鄰近交流道之道路做選擇，選擇方式為相同分區選取方式。而第二部分由起點交流道至迄點交流道則設定為第一階層道路，而交流道與各小區域間構成一通道，此通道為進入該區之聯絡點，或是離開起點區域之通道，各通道間由高速公路連接。

而分區概念為每個分區對相鄰區皆有一聯絡道路，這些分區可再構成一大範圍分區，亦可再切割為較小之區域，隨著區域大小不同，路徑的道路層級亦不同，即階層式路徑選取概念。

在第四章中建構全台灣路網並進行建構說明，主要針對高速公路、快速公路及部分重要省道與縣道。其所建製之路網在高速公路系統方面包含國道一號、國道二號、國道三號及國道三甲，而省道方面則選出台 1 線、台 3 線、台 15 線及台 4 線，快速道路部分則納入縣 110、縣 112、縣 113、縣 114、縣 122。

而第五章則在路徑選取規劃實作部分，針對高速公路及其可服務區域進行建製及實證，及第一階層之道路。因此構建出國道 1 號之數化路網，與交流道之點資料。依起迄點位置分為分為相同區域、相鄰區域及跨越區域三種情形來探討路徑選取結果。

在相同區域路網方面，選擇起點為台北郵局，而迄點目的地為劍潭青年活動中心，先針對台北地區局部道路圖層中，起點所在的中正區及迄點所在的士林區內，各穿越性聯絡道路與連接性道路選取規劃路線。

起迄點為相鄰區域路網方面，選擇起點為台北郵局，目的地為桃園火車站，針對經過高速公路與否分別規劃兩路徑。起迄點為跨越區域時，選擇起點為台北郵局，目的地為成功大學，規劃出經高速公路之路徑一條及不經高速公路之路徑三條。

在實證方面，以起迄點路徑為主要與否、距離與阻抗方式三個選項構成九種情境，來進行試驗，依照所選取之路線判定是否符合階層分級概念。

最後將各區域路網切割與原路網比較，以兩者選取路徑之阻抗總和、重疊比例來分析選取結果，可知利用階層路網的計算方式可以節省資料處理時間，而且符合真實情況。

在結論與建議方面，提出構建階層式路網雛形，並採用最短路徑與最短旅行時間兩種決策方式，並藉由區域性道路的連接方式將道路分級優於全數路網的選取，來分別道路階層的不同。

2.1.2 文獻評析

程怡誠〔1〕提出對於龐大的地理及空間資訊處理路徑問題時，需要足夠的儲存容量及研算能力，而部分電腦如個人數位助理器或車載電腦未必能提供如此的處理，而一般的最佳路徑演算法所提供之解答，往往不能符合用路者期望，因此提出依起迄點分區的距離關係來決定所規劃之主要道路階級。其基本觀念即起迄點於相同分區內則規劃主要道路與快速道路，起迄點於不相鄰分區而且在不相鄰縣市時，則規劃高速公路為主要道路，起點道交流道及迄點到交流道皆規劃區域性道路，其餘類推。而在電腦演算上，以決策行為加入的方法來減少繁複的運算，達到增加運算效率之目的。

表2-1. 主要道路規劃決策整理表

起迄點情況分類	規劃策略	所規劃主要道路	規劃道路階層
位於相同分區	各小區域內主要聯絡道路 各聯絡道路方向性	主要幹道、快速道路	第三階層
在不同分區，且在相鄰縣市	計算經平面道路 計算經高速公路		第二階層
在不同分區，且在不相鄰縣市	兩階層選取	高速公路	第一階層

文中提出一個道路階層的路徑規劃概念，似乎僅為初步設計，並無路徑規劃系統之大略藍圖。對於實施細則方面未提及，並且文中之實證方式並未提供試驗路段資料，亦未說明路徑選取細節，所使用之阻抗值分析方式，因為僅為程式運算所得，所以無法全盤代表駕駛人之考量。

2.2 曾靜文論文

2.2.1 論文內容整理

在第一章緒論中，提到現今計算路徑選取之方法多為最短路徑演算法，其選擇出來的最短路徑與一般駕駛人之選路行為相同，而且依據路線長度與路徑量相當龐大，一般車載電腦無法負擔其運算，因此提出一套路網選擇系統。研究範圍則以台灣地區為限，不考慮道路交通之變化，只針對靜態的路徑導引方式進行研究。

在熟悉的區域中，駕駛人可能已經知道從某一端點連至次要道路再連往主要道路的路徑，因此僅需幫助其找出從主要道路通往另一端點的路徑，如此一來路徑選取的運算過程就大幅度的減少。若駕駛人對於起迄兩端點的區域都不是很清楚時，系統亦能告知駕駛人完整之路徑選取狀況。而階層式路徑選擇之優點有二，即一、減少運算時間、提高找路效率；二、縮小運算範圍、可省略熟悉的路況。

第三章中，提出傳統上對於路線選擇都是以最短路徑來尋求最佳解，但在尋求最佳解時必須花費許多的時間，因此以往的路線選擇方式是一種理論簡單但是運算卻很複雜的求解方式，而且所算出來的路徑也不一定符合駕駛人選路的行為。

駕駛人在路線選擇的認知上存在一種階層程序的關係，所以在第一階段台北市區內選擇路徑時，並不會考慮到台南地區的道路資料，同理在抵達台南市時也不會去考量台北市區的道路資訊，對主要道路網之外的道路也不會加以考量，此即駕駛人對空間一種階層認知的觀念，即由起點位置次要道路層先行連接至主要道路層、再由主要道路層連接至主要道路層、最後為主要道路層連接至次要道路到迄點。

為了避免讓導引系統在運算時要處理全部的資料量，讓系統僅考量相關地區的道路即可，因此以切割路網的方式將各分區所屬之路網階層，與起點迄點間之路網關係建構一分區選路系統，如此不但可加快系統的運算速度，而且比較符合駕駛人的選路行為模式。

交通分區階層方面，由於城市是由各個分區所組成的，而分區是由每個點所組成的，所以城市內細分成數個分區，分區內再細分成無數個點，此即為交通分區的概況。依照台灣地區的縣市行政區域來進行交通分區的劃分，將台灣地區分成二十二個大的交通分區，其中又可以依其行政區域分為更細的小分區，即為第二階層交通分區，直轄市與省轄市的第二階層交通分區為區，縣的第二階層交通分區則為鄉、鎮、市。第二階層交通分區底下又可以再細分為第三階層交通分區，而劃分的標準則是在第二階層交通分區中央縱貫和橫貫的主要道路所劃分成的四個區域，即為第三階層交通分區。在第三階層交通分區下亦可再細分為第四階層交通分區、第五階層交通分區，直到劃分成每一個點為止。

路網階層方面，聯絡各城市的管道為道路，包括鐵路、國道、省道、縣道，聯絡城市內各分區為主要幹道，聯絡分區內各點為市區道路，因此在路徑層級上的分類大致為主要幹道、市區道路。

一、第一階層路網

將國道定義為第一階層路網。

二、第二階層路網

將省道與縣道定義為第二階層路網。

三、第三階層路網

將市區道路定義為第三階層路網。

針對 gate 階層方面之定義，即 gate 是某一地區要通往其他地區的門戶，以台灣地區為例，通往國外的 gate 為國際機場及港口。文中之 gate 定義為，路網階層與交通分區階層的交叉點，其中第一階層路網的交流道即為第一階層之 gate，其散佈在第一階層交通分區、第二階層交通分區及第三階層交通分區中，第一階層路網為國道，國道最大的特色之一是必須透過交流道來進出國道，因此在第一階層路網中將各個交流道視為一個 gate。

第二階層路網為省道、縣道，由於其道路性質與國道不同，只要有道路與省道或縣道相連接即可隨意更換道路來行駛，因此將第二階層路網的道路與第一階層交通分區邊界交接之處定為第二階層之 gate，即為該路徑在該分區下的通道點，第二階層路網與第二階層交通分區之交接處產生第三階層之 gate，第二階層路網與第三階層交通分區之交接處產生第四階層之 gate 當第二階層交通分區位於第一階層交通分區的邊緣時，其第二階層之 gate 與第三階層之 gate 是相同的。

第四章裡整理階層式路線選擇之行為，第一階層路網選路程序如下，當利用國道來連接起點所在的分區與迄點所在的分區時，由於國道必須透過交流道來進出，因此使用國道最重要的就是要尋找交流道，所以此階層選路注重於尋找交流道，以及連接交流道的路徑，駕駛人在上了交流道後都是使用國道行駛，直到下了我們所選擇的交流道，因此在確定使用國道駛後，只要針對上交流道前與下交流道後的路徑進行考慮即可。而第二階層路網選路程序中說到，當利用省道或縣道來連接起點所在的分區與迄點所在的分區時，由於在省道與縣道上駕駛人可以隨時隨地進出，因此可供選擇的道路相當多，有時還可切換至另一條省道或縣道，所以不就單一條道路來進行考慮，而是以通道點間的距離來作為考量。與使用國道最大的不同點在於路程中可選擇路徑的多寡，國道無法變換路徑來行駛，而省道、縣道則有許多不同的道路可供選擇。接著提到第三階層路網選路程序，起迄點在相同的第一階層交通分區情況下才會使用第三階層路網來當作主要道路，至於起迄點在相鄰與不相鄰的第一階層交通分區情況下完全不會使用第三階層路網當作主要道路，但是卻很有可能當作次要道路，因為要連接到起點和迄點的道路仍是以第三階層路網為主。一般而言當起迄點位於相同的第一階層交通分區內時，由於起迄點之範圍已經界定於相同的第一階層交通分區，在此區內的道路數量已經大幅的減少，因此可直接找出從起點到迄點旅行時間最短的路徑。

在階層式路線選擇之過程方面，分別列幾個步驟如下：

步驟一：首先先確定起迄點是否位於相同的交通階層第一分區內，若不同，則必須先找出連接兩分區之主要道路以及位於該主要通道上之 gate，接著可以假設起迄點其中一端為該 gate，只要在相同的交通分區第一階層下去尋找起點或迄點到該 gate 的路徑即可，若起迄點已經位於相同的交通階層第一分區，則省去上述之動作，直接進行步驟二。

步驟二：在步驟一已經將起迄點間的主要通道找出，並且已將起迄點視為處於相同的交通分區第一階層（因為起迄點一端已由 gate 所取代），接著判斷起迄點是否位於相同的交通階層第二分區，若起迄點位於不同的交通階層第二分區，則必須先找出連接兩分區之道路以及位於該道路上之 gate，再以該 gate 代表起迄點的一端將起迄點視為位於相同的交通階層第二分區，進行下一步驟；若起迄點已經位於相同的交通階層第二分區，則省去上述之動作，直接進行下一步驟。

步驟三：在步驟二中已經將起迄點視為處於相同的交通分區第三階層，接著要判斷起迄點是否位於相同的交通階層第三分區，若起迄點位於不同的交通階層第三分

區，則要先找出連接兩分區之道路以及位於該道路上之 gate，再以該 gate 代表起迄點的一端將起迄點視為位於相同的交通階層第三分區，進行下一步驟；若起迄點已經位於相同的交通階層第三分區，則省去上述之動作，直接進行下一步驟。

步驟四：將起迄點的路徑尋找至交通分區第三階層後，直接找尋起點（或迄點）至該 gate 的路徑，即完成了一連串階層式選路的過程。

由此可知路徑選擇的過程是先考慮聯絡交通分區第一階層的路徑，確定聯絡交通分區第一階層的主要道路後，再來考慮交通分區第二階層的路徑，確定了交通分區第二階層的次要道路後，再來考慮交通分區第三階層的路徑，這種階層式選路的方式比較符合駕駛人的選路行為。

2.2.2 文獻評析

曾敬文〔2〕延續程怡誠之分區規劃路徑想法，建構出完整的道路階層與交通分區之階層式觀念，並依照台灣地區實際之行政區及公路系統建立其路徑階層，以及通道點（gate）與行政區之實際連接方式和階層，建立公路、行政區、與通道點的關係，然後依照此階層關係建構階層式路徑選擇模式。在驗證上，則依據階層式路徑選擇模式之理念對國道一號路線及分區分類，針對各種分區案例，由軟體求解阻抗值（文中選擇旅行時間）來分析證明階層式路徑選擇之路徑合理性。

其中提出階層式路徑選擇各組成要件，包含交通分區階層，第一層為縣市行政區、第二層為區及鄉鎮市；而道路階層則分為三層，第一層為高速公路系統，第二層為省縣道，第三層為市區道路；以及 gate 階層等。

主要之階層路網選取程序說明中，提及選取為在旅程中各部分區分之選取程序，例如起迄點在不同第一分區，找出高速公路及節點，而節點與起迄點又成為起迄情形再選取，而該兩點在不同第二分區內則用第二階層路網，並且與新的節點再分析使用何種路網，以此類推。對於路徑選取情形詳細說明，但此部分並未納入其架構之系統。而最後驗證方面，只提及所選取主線之分析，搭配自行選取之支線，而沒有起迄點至主線路徑之分析，所使用之阻抗值分析方式，因為僅為程式運算所得，所以無法全盤代表駕駛人之考量。

2.3 陳家宇論文

2.3.1 論文內容整理

陳家宇在階層式路徑選擇地理資訊系統之建構中，延續前面兩位之研究，並進一步將該路徑選取之概念落實於 GIS 軟體中，製作一路徑選擇模組來驗證階層式路徑選擇。在該研究第三章中，提出系統之組成要件有四個，分別為交通分區、道路系統、節點、決策準則等分述如下：

交通分區之概念，在於範圍會依旅行距離的長短有大小的不同，就會形成階層的關係，如由台北到舊金山，其交通分區應為一個國家，即台灣與美國，而台北到高雄，則其交通分區應為縣或市。隨起迄越遠，範圍越大距離較遠的旅次找較大的交通分區，而距離較近的旅次則找小交通分區。

道路系統階層方面則提及國道服務中長程旅次，而省道則服務相鄰縣市的中短程旅次及無高速公路區域之中長程旅次，縣道及市區道路服務縣市內或相鄰縣市之旅次，地區性道路或巷弄則服務更短程的旅次。

因此具跨越地區特性的運輸系統分為第一階，鄰接地區特性之運輸系統分為第二階，連接相同地區內不同分區的為第三階

而道路系統方面，國道為縣市之間中長程旅次的主線，省道則為相鄰縣市中短程旅次或無國道地區的中長程旅次的主線，縣道與市區道路服務縣市內或相鄰縣市，因此國道為第一階段道路系統，省道為第二階段道路系統，其餘道路系統則與交通分區結合。

節點則分為三類，有國道的交流道、省道在第二交通分區（即縣、市）的節點、省道在第三交通分區（即鄉鎮市）的節點。

決策準則則以起迄點的遠近來區分，有：

- 一、起迄點若在不相鄰縣市，則看第二交通分區，起迄兩端皆有國道節點則用國道，否則若皆有省道節點則用省道；
- 二、起迄點在相鄰縣市，則起迄點之第三交通分區皆有國道節點則用國道，皆有省道節點則用省道，否則重選交通分區；
- 三、起迄點於相同縣市，則若於同一第三交通分區則在區尋找最短路徑，不同第三交通分區則起迄兩端皆有國道節點就用國道，兩端皆有省道節點用省道，否則使用第一階段交通分區之路網。

在選取程序方面，分為下列情形：

一、第一階路網方面

找出起迄點至國道之交流道最短路徑，使用路網為該階層交通分區。

二、第二階層路網方面

先看第二階交通分區，兩邊皆有類二節點則用省道，其中有一邊超過一個類二節點，則比較起迄點分區上之節點，連接起主要路徑後，旅行距離最短者。

在理論上來說，依照上述之選取程序，整理出如下的路徑選擇算程，先由階層高的兩分區判斷主線及起迄點，由節點構成新的起迄點在分析下一層交通分區之主線，直到真正起迄皆被連結起來。而交通分區若有 n 層就必須分析 $n-1$ 層的主線。

在第四章中，提出階層式路徑選擇系統有三個組成部分，分別為使用者輸入介面、階層式路徑選擇運算系統、結果輸出等，其中運算系統包含程式庫及網路分析模

組，而程式庫包含交通分區階層圖檔及其資料庫、道路系統圖檔及其資料庫、節點圖檔、程式庫等四部分，實際內容如下：

交通分區第二層為縣市、第三層為鄉鎮市。

道路系統第一層有國 1、國 3；第二層有台 1、台 3、台 5、台 9；鄉縣道及市區道路與交通分區結合在一起。

節點圖檔則有三類：類一為國道交流道；類二為省道與第二交通分區節點；類三為省道與第三交通分區節點。

先判斷第二層交通分區的起迄相鄰性，不相鄰則揀起迄第二交通分區，判斷主線；相同則再看第三交通分區的起迄相鄰性，並取出第三交通分區圖檔。經由上面起迄點及節點及交通分區圖檔選取，產生主線路徑及起迄點至節點路徑。

第五章將建構之系統內容及方法加以說明。在資料庫內容方面，第一階交通分區為全台，第二階為縣市，第三階為鄉鎮市。而道路系統則分別建立國、省，及縣道，國道包含國 1、國 3，省道包含台 1 線、台 3 線、台 5 線、台 7 線、台 9 線，縣道與地區性道路與交通分區階層使用相同資料。節點亦使用三層類別，即國道交流道、省道與第二分區交界，省道與第三分區交界等。

關於起迄遠近之類別，依照起迄點相鄰關係區分如：1.起迄點位於相同縣市（相同第二階交通分區），2.起迄點位於相鄰縣市（相鄰第二階交通分區），3.起迄點位於不相鄰縣市（不相同第二階交通分區）。

在第六章路徑選擇系統測試中，將實際上於建構範圍內各種長短旅行距離之起迄點組合，分別提出例子來實行系統測驗，並根據實際操作所得出之路徑，說明階層式路徑選擇系統之特性及貢獻。其選取原則說明同樣依照起迄點關係分為以下幾類：

當起迄點為相同第二分區，並且在相同第三交通分區中，則以最短路徑選取，而當相同第二交通分區不同第三交通分區時，則先看起迄第三交通分區有無同級節點，若有則用之，否則找出第二交通分區路網選最短路徑。

當起迄點位於相鄰第二階交通分區時，主要看第三交通分區，若分區內有國道節點則用國道，其次若皆有省道節點則用省道，若無則兩端第二及第三階分區一起看是否有同階層之節點，同樣是先國道後省道

當起迄點之第二階交通分區為不相鄰時，先找第二階分區之節點以國道優先，省道次之，再由最短路徑選取連接起迄點到節點

在第七章的建議中，提到下列數點：

- 一、基於該系統所考量的決策準則，為最簡化之邏輯判斷規則，未兼顧所有路徑選擇情況，應探討更多決策準則。
- 二、該系統在建置上受限於資料內容，無法描述複雜的決策準則，因此需要完整資料輔助來描述選路行為。
- 三、由於所開發之程式限制，該系統僅能在母程式中執行，無法獨立操作。而其程式語法僅提共簡單的邏輯判斷，無法應付複雜的情形，因此對於程式之選擇必須加以留意。

2.3.2 文獻評析

陳家宇〔3〕延續程怡誠及曾敬文之研究，對於階層式路徑選擇方法進行檢討與

修正，提出階層式路徑選擇之組成要件：交通分區階層、運輸系統階層、節點、決策準則等，進行適當調整。而其主要之貢獻在於將現有之階層式路徑選擇系統，透過軟體來建立一個執行模組，以該模組之建構過程及路徑選取情形，來瞭解路階層式路徑選擇系統之可行性多少，以及實現的程度多少。經由上述步驟並依照軟體語言，結合階層式路徑選擇算程，建立使用者輸入介面、階層式路徑選擇運算系統與結果輸出介面，成立一符合階層式路徑選擇方法之系統。在此系統架構下，依照台灣地區為例，建立部分之交通分區、道路網圖層。

關於階層式路徑選擇在地理資訊系統的應用上，使用者經由使用者介面選擇起點及迄點的縣市及行政分區，經由核心程式 Arcview 軟體及其模組 Network Analyst 運作，先讀取程式庫之資料，取出適當之交通分區、道路系統及節點的圖檔，透過階層式路徑選擇概念之程式語法運算，產生最佳路徑。

在路徑選取決策準則中，當起迄點為不相鄰縣市時，無法考慮起迄兩端皆沒有第一階層及第二階層路網之情形，雖然可能為程式無法表達之問題，亦有可能是交通分區及道路階級未能完全搭配符合之關係，需要更嚴謹之道路階層架構。

而當起迄點在相鄰縣市時，若起迄點兩端之第三交通分區皆無國道與省道之節點，則需要重選上一階層交通分區。由此可知，使用該路徑選取階層架構時，在道路階層架構未能搭配分區之情形下，必須擴張考量分區之範圍，並重新選取已經考慮過之道路層級的節點，使得運算產生不經濟的步驟。

同樣的，在應用於系統之程式算程中，亦出現雖然起迄點所在第二階層交通分區相鄰而層交通分區時，會與起迄點所在第二階層交通分區相鄰而層交通分區時，同樣找尋層級之節點。會凸顯以縣市相鄰關係來區分起迄點所對應之主線，無法有效並充分地表達主線階層之問題。

而交通分區若有 n 層就必須分析 $n-1$ 層主線之主張，似乎無法於架構理論與實際選擇系統中窺見，也許是因為實際運作或觀察時發現劃分過細，而可以簡化之關係。但因為只提出主層一層之路線。顯得過於簡化，對於長途旅次應可分析至下一層路線。

2.4 原有階層式路徑選擇系統檢討與修改

2.4.1 原有階層式路徑選擇系統檢討

在過去曾提出的階層式路徑選擇研究中，程怡誠提出交通分區對應道路階層概念，也就是現有的交通分區概念前身；而曾敬文提出 gate 作為連接點的概念，將道路與交通分區連接起來，並設計選路程序，為本研究提出的連接程序的前身；陳家宇將前面所得階層式路徑選擇模式建構一個 GIS 路徑選擇模組。

本研究以先前提出的階層式路徑選擇研究為出發點，從中重新研擬一個更能符合現況的階層式路徑選擇系統架構，重新研擬的內容包含道路階層、交通分區階層、節點階層、整體圖檔連接程序以及資料庫架構。以下列出原有階層式路徑選擇系統的主要問題：

1. 路徑選擇程序無法對應起迄其中一端位於台灣東部的長程旅次。
此為階層式路徑選擇的理論與台灣現況不符之處，因為假設第一階層道路為高速公路，可服務聯繫第二階層交通分區，即縣市間的長程旅次，此情形在台灣東部與西部的長程旅次上就無法聯繫，因為在台灣東部並未有國道可連接，因此原有的階層式路徑選擇設計的道路階層就有重大瑕疵。
2. 中長程旅次之主線使用道路名稱區別及處理。
此為處理與圖檔連接上的問題，若此種階層的道路是依照道路名稱個別聯繫與儲存，不但造成連接起迄兩端的分區皆須使用同一個路名的主線，並且在儲存時造成過多的檔案數量，增加處理難度。
3. 道路階層並未規劃妥當。
道路階層較無彈性，最小交通分區內僅能使用市區道路，對於易行性較高，而道路等級較高的重要道路則無法納入搜尋中；而最高階層道路僅有高速公路，對於快速道路與重要省道可服務區域的選擇較少。
4. 交通分區與道路階層並未完整搭配。
對於各種階層交通分區間的聯絡主線，使用依序搜尋的方式，無法恰好對應一種階層的道路，而是先搜尋第一優先道路，若無法連接再搜尋下一層道路。
5. 各階層路線資料無法區分不同等級道路易行性。
此為路徑搜尋時的細部問題，搜尋時未考量道路等級，等於進入涵蓋幾種道路等級的某階層道路，但搜尋中視為平等。

2.4.2 修改方式

本研究在回顧整理階層式路徑選擇文獻後，提出以下修改方式，使用於本研究所提出的階層式路徑選擇系統中，作為新系統的劃設基礎。將修改方式列出如下：

1. 第一階層道路加入台灣東部三縣內所連接的省道。
對於修改系統中的各道路階層更具有彈性地考量，如第一階層道路理論上應該能夠肩負各個對應大交通分區間聯繫的主線，因此將具有這種特性的高速公路與台灣東部省道都納入第一階層道路，並用重要道路將兩者串連起來，使第一階層道路成為彼此銜接的路網。可解決上一小節中主要問題 1。
2. 各階層道路使用路網方式處理。
經由各階層道路整體做儲存、處理及搜尋，而非依照原本道路名稱的方式處理，不但能降低儲存空間，也能減少不必要的節點搜尋，以及增加連結區域的

彈性。可解決上一小節中主要問題 2、3 及 4。

3. 各等級路段使用旅行時間加權。

在路線搜尋時將阻抗目標設定為旅行時間，使得在某一階層道路搜尋時，仍然能區分出道路等級。可解決小上一節中主要問題 5。

4. 系統各組成分別因應現況作修改。

對於各組成成分基於理論與實際融合，重新劃設明確。乃至於交通分區的規劃方面亦有修改，此即第二階層交通分區的劃設方面，考量台灣縣市的特別之處提出整併，使得交通分區的階層與規模符合理論，並避免錯誤的路徑搜尋產生，如被其他分區包圍的某一分區，應該加以合併，避免跨越受包圍分區的路徑搜尋多繞路的情形產生。

5. 三類主線判斷規則修改。

將圖檔連接程序清楚明確地規劃，是本研究首要任務，因此對於現況作適當的連接程序修正。主要依照起迄點的第二階層交通分區關係規劃成相同、相鄰及不相鄰三大類連接方式；而對於不相鄰第二階層交通分區間的旅次方面，因應道路等級劃分為三個子連接方式。

6. 各階層道路所包含道路系統修改。

如同方法所提及，為使各階層道路更具彈性，而不至於因為理論劃設而不考量某些可能的路徑，此即增加路徑搜尋的可行解，使得搜尋結果更符合實際情形。因此在考量的各階層道路內所含的道路等級方面，依照道路合理區來設置。



第三章 階層式路徑選擇系統概念

階層式路徑選擇想法的起源，來自於使用切割後的路網來做路徑規劃運算的嘗試，因為傳統的路徑選擇不外乎使用整個分區的路網圖檔，來進行局部區域內起迄點的最短路徑搜尋，而階層式路徑選擇想要將路網進行適當的切割，由階層概念幫助路徑選取，並且比起一般路徑選擇搜尋結果更能讓駕駛人所接受。其原因為階層式路徑選擇的圖檔切割方式是經由階層式的觀點搭配交通分區的方式來劃分路網圖檔及道路階層，而道路階層參考一般旅程進行情況來設計，本章便分別說明其中各項。

3.1 地理區域的切割觀念

階層式路徑選擇的階層觀點，可以用檢視路網的視野大小來解釋，通常在大範圍視野下，所觀察到的就是層級最高的運輸路線，層級最高表示可以作為各個大區域的大量運送的主線，例如現實世界的全球運輸路網的觀點來看，所使用的運輸路線就是空運及海運的航線，用來運送各洲或各國的旅客來往。而次大範圍的視野下，所觀察到的是層級次高的運輸路線來連接中型的區域，例如一個國家的視野下，會有高速公路等級的道路來聯繫各個都市。而到直最小的視野時，所觀察到的是全部道路，包含最低等級的道路，例如在都市內某區的視野裡，包含巷弄的所有的道路皆能看到，並且可以彼此連接到每個家門。依照這種概念，階層式的觀點與道路等級便能結合起來，當在大範圍視野考慮路線時，並不考慮公路、地方性道路與巷弄等階級道路，排除了大量不需考慮的資訊，同樣地，在次大範圍的路網中，也不會將地方性道路與巷弄納入考慮，一直到最小的視野才會考慮到巷弄等路網。

全球是由七大洲所組成的，洲是由各個國家所組成的，國家是由各個城市所組成的，城市是由各個分區所組成的，而分區是由每個點所組成的；以巨觀的角度來看，地球上最大的分區階層為洲，在洲內細分成數個國家，在國家內細分成數个城市，在城市內細分成數個分區，最後在分區內再細分成無數個點，此即為完整的視野狀況。而各種視野的範例如下圖 3-1 所示：

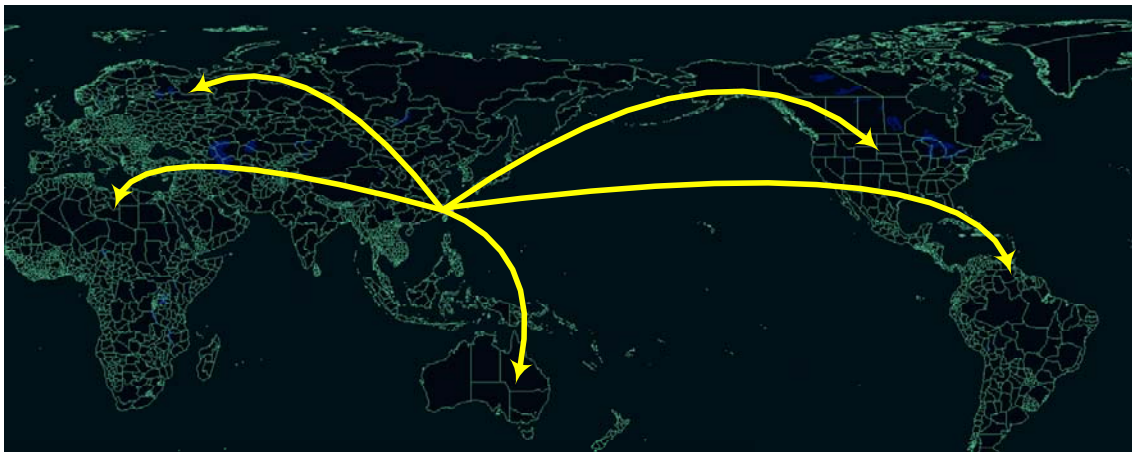


圖3-1. 全球視野範圍示意圖

上圖 3-1 為全球視野範圍，在巨觀角度下，所看的是七大洲的交通分區，聯繫的道路是空運和海運的航線，而沒有其他的一般道路。

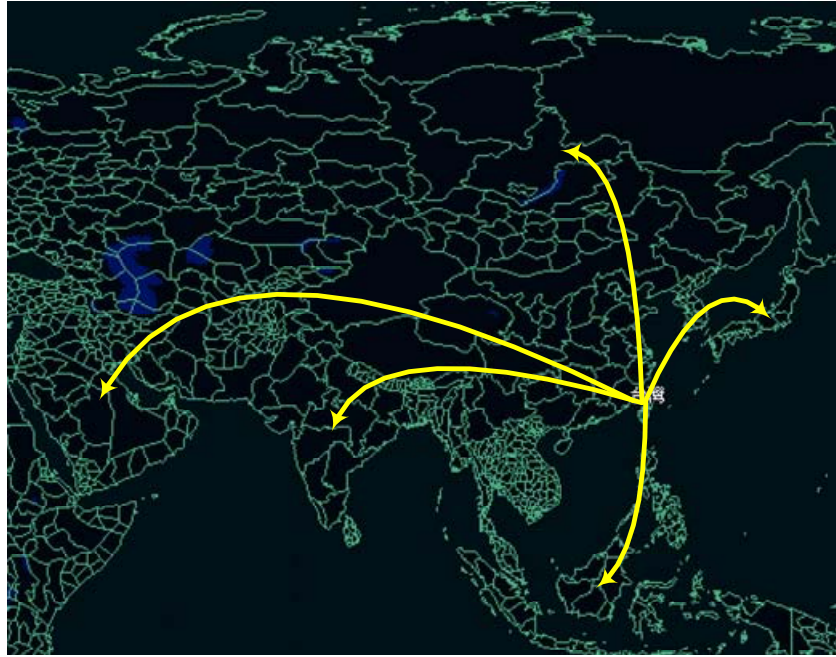


圖3-2. 亞洲視野範圍示意圖

上圖 3-2 則為亞洲內的視野範圍，看得到的交通分區則為各個國家，用來連接這些國家的運輸路線則為海空運的航線、國際公路以及國際鐵路等。

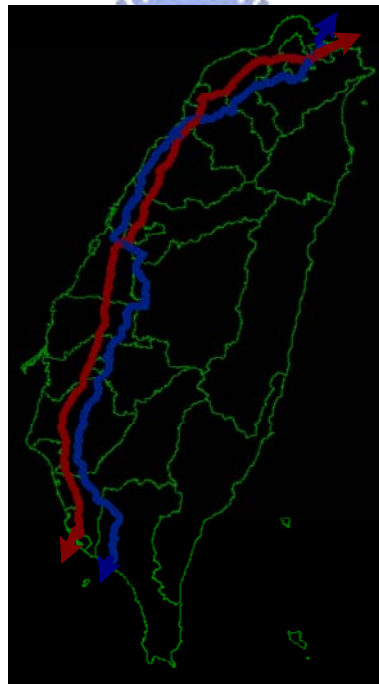


圖3-3. 國家視野範圍示意圖

上圖 3-3 則是國家內範圍的示意圖，在此中型的視野範圍中，看到的是一個國家內的運輸路線，一般來說看到的交通分區是國內的各都市，而各都市間所用來連接的運輸路線則應該是高速公路、鐵路與國內航線等。



圖3-4. 都市視野範圍示意圖

上圖 3-4 是在一個都市範圍之內，可以看得的交通分區應為都市內的各個分區，而連接各個分區的運輸路線則為高速公路與重要道路。



圖3-5. 分區視野範圍示意圖

在微觀的視野範圍中，如上圖 3-5 的一個分區的範圍內，看得到的是分區內各個重要地標，連接各地標的運輸路線應包含重要道路與市區道路及街巷等。

由前述的全球實際切割關係，可以定義出階層式概念的區域範圍定義。最大型的分區訂為地理全區，即 country zone，其範圍如字面意義為國家，而次一級分區為行政地區，即 city zone，其範圍為國家內的各省或各都市等適當的分區，如台灣內的台北市或台南市，或者是省等，而次一級的分區為交通分區或稱基本分區，即 basic zone，是本研究所探討交通分區的基本單位與出發點，再次一級的分區為鄰里，即 neighborhood，而最後一級則為起迄點，其組成為座標 coordinate。將理論中規劃的各級分區與對應到的實際分區，跟對應本研究中架構的分區記錄如下表 3-1。

表3-1. 切割區域示意圖

切割區域	地理環境	本研究使用
地理全區	國家	第一階層 交通分區
行政地區	省與縣市	第二階層 交通分區
交通分區	行政區	第三階層

		交通分區
鄰里	鄰里	未討論
起迄點	點	未討論

由前面所提及的視野觀點，也可以用交通分區來定義，若單純以大中小三類來說明，在一個最大的交通分區觀點，也就是大範圍的視野中，包含很多次大型的交通分區，這些交通分區賴以彼此連接的運輸路網，就是第一階層道路，例如以全球為一個最大型的交通分區的視野來看，存在著七大洲可代表次大型的交通分區，用來連接七大洲的運輸路線就是空運及海運的航線，可構成第一階層道路網。而在次大型交通分區內，也就是次大範圍視野裡，各個中型分區彼此連接的運輸路網，就是第二階層道路，以一個國家為例，若一個國家為一個大型交通分區，則國內的各都市便可看做中型交通分區，聯繫各都市的運輸路線就是高速公路網，可構成第二階層道路網。依此類推，最小的交通分區可視為最小的視野，每一對起迄點彼此連接的道路為全部的道路，就是最低階層的道路，例如都市內的一個區為最小的交通分區，而區內的任兩個地點，所用來連接的道路網，就是最低階層道路。

交通分區關係就如下圖 3-6 所示，在大交通分區，意即相對高階層的交通分區內，存在著若干個中型交通分區，這些交通分區間的聯繫工作由此高階層道路來負責，如圖左邊實線所示。而每個中型交通分區內再細看，則也有若干個小型交通分區，也就是最低階層的交通分區，這些小交通分區間會有中階層的道路來做聯繫主線，如下圖中粗虛線所示。而每個小的交通分區內，會有區內地區性路網，此路網作為整體交通分區內聯絡道路，就如下圖右內的細虛線所示。

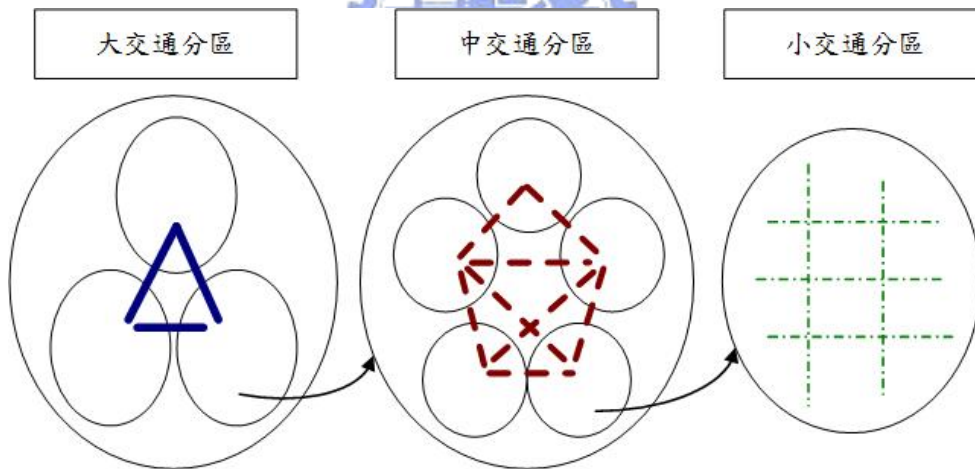


圖3-6. 交通分區及對應道路概念圖

此處的三層交通分區僅為範例說明，理論上來說，經由大交通分區在與其餘大交通分區合併時，就成為超大交通分區，也會有更高階層的道路來聯絡，同樣地，每個小交通分區內可以在切割為更細小的交通分區，以小交通分區內的路網中重要道路來擔任細小交通分區間的聯絡主線。經由交通分區切割與合併的方式，可以將任何規模的路網，都切割成適當的交通分區階層與道路階層，並應用階層式路徑選擇來做搜尋。

3.2 道路種類概念

3.2.1 道路特性

階層式概念的道路觀念，可由道路的可及性與易行性來看，分別描述如下。

一、道路種類方面

道路的可及性來區分道路種類，並且是應對交通分區的觀點來區分，在下面提出說明。

1、集散型道路 (Access Road)

此類型的道路就是在一個交通分區內，負責本分區內的各點及各次分區的連接，此類型道路比起下一類穿越型道路可及性較高，服務分區內各地較容易。以台灣現況為例，則各縣道為縣內的集散型道路，而在鄉道在鄉鎮市內扮演相同的角色。

2、穿越型道路 (Transitional Road)

穿越型道路則指對某一個分區而言，穿越該分區的道路，亦即聯絡各分區的道路，依照穿越效率又分為二類，穿越效率即為道路穿越分區時的易行性，道路種類分別說明及示意圖 3-7 如下：

- (1) 穿越邊境型：此類型為基本的穿越型道路，其可及性較下一類跳躍式穿越型道路可及性較高，此類型的道路因為可及性較高，在分區內與一般道路有較大量、普通的交會，因此將穿越的類型定義為穿越邊境型，而此類道路在進入分區邊境內時，就等於進入該分區的一般道路。如以台灣現況為例，則可視為各縣市之間的省道，省道可以服務各縣市間旅次，並且在各縣市內有大量的出入路口。
- (2) 跳躍式穿越型：此類型的道路為出入該道路路線的出入點少量，而且僅服務較長程的旅次，並且可能為跨分區的出入口的路線。以台灣現況為例，可以視作國道，因為國道為典型的跳躍式穿越，對於各縣市而言，國道可以服務跨縣市旅次，而在各縣市內的交流道距離遠，並且因為是專用路權，所以國道只能使用交流道來出入。而另一個具有跳躍式穿越性質的運輸方式，則為空運航線，其特性與國道類似，都是部分跨區域的進出點，即機場，來服務跨國或跨洲的旅次。

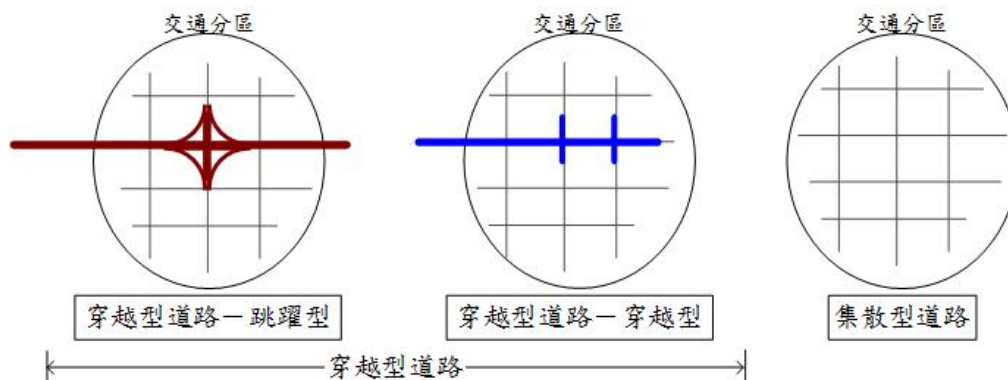


圖3-7. 各類型道路示意圖

二、道路階層方面

因應各視野範圍大小，也就是各層級交通分區間的聯絡道路，如上一小節所述，也因此形成階層的關係。而各階層內的道路所包含的道路種類，顯而易見地使用道路等級較為適當，經由道路等級的考量，使得各路線的易行性得以區分，並依此來切割

各階層的道路系統，以搭配階層式路徑選擇的搜尋及連結的概念。

在以下的道路等級示意圖 3-8 中，說明了在各種視野範圍下，各階層道路包含的道路等級合理範圍，因為所謂的視野範圍，就如前述的交通分區關係，而交通分區關係又可對應道路階層，所以圖中的四種視野，也可以說是四種道路階層，由左而右逐漸升為高階層，如同視野逐漸擴大，而視野越大，所使用的合理道路階級也越高越少，例如跨洲跨國的旅次，通常使用空運航線，不能使用市區道路或巷道連接，反之都市內的旅次也不會考慮到空運航線，因此各階層道路包含的道路等級各有增減，是旅次與實際路網而定。

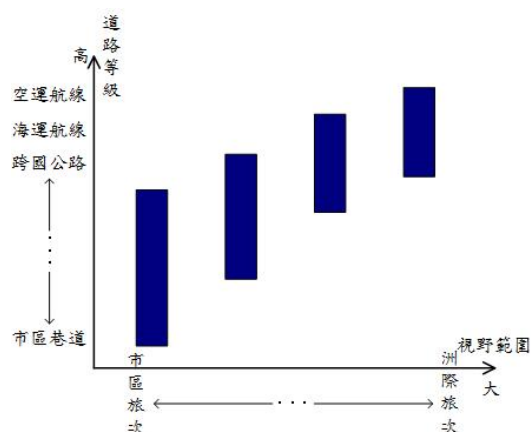


圖3-8. 道路等級與範圍示意圖

階層式道路的想法來自於道路設計中原本就存在著道路等級的關係，而駕駛人在做路徑規劃的思考時，所考量的因素包含旅次長度、道路等級等，都與道路等級息息相關，而傳統的路徑選擇並未將此觀念納入搜尋法則中。因此階層式路徑選擇就融合道路等級的概念，對路徑選擇的資料庫與搜尋連接演算程序做修訂，成為一個重視道路等級的路徑選擇方案。

而一般的駕駛人所考量的道路等級，便是期望在旅程中，行駛主線上能夠使用易行性較高、道路等級較高的道路，一方面可以用較高的速率行駛，另一方面避免在主線路程中頻繁地轉換至道路等級不同的道路上。而駕駛人所考量的支線旅程方面，則期望使用可及性較高的道路，通常來說即等級相對低的道路，在支線端為了進入出發地或目的地通常必須進入街道或巷道中，因此可能需要可及性較高的道路。以上的駕駛人對道路等級的預期，就是階層式道路選擇的道路等級觀念，也是評估階層式路徑選擇成效的一個重要指標。

階層式路徑選擇使用道路等級的觀念，可以達成兩個優點，其一就是在主線運算過程中，過濾很多不必要的資料，減少系統的運算量，就如同在主線中駕駛人只考量等級高的道路一樣；其二就是參照駕駛人的考量方式，產出的規劃路線比一般路徑選擇更符合駕駛人的預期，因為是路徑搜尋融入道路等級的演算結果，比起駕駛人本身的路線規劃更為客觀。

而階層式道路能夠符合一般駕駛人預期的原因，以台灣現況舉例，長程旅次方面，所駕駛人期望使用的主線為高速公路及快速道路的等級，因為易行性較高，不需要行駛其餘等級道路，而到了起迄兩端分區內，再駛入可及性較高的道路，一直到起迄點為止。行駛中程旅次方面，所期望的主線則可能是省道、縣道或重要幹道等道路，支線方面亦為可及性較高的道路。至於短程旅次方面，所期望的主線道路則為主要幹道及重要市區道路等類型，再經由支線的其餘道路至起迄點。

而階層式路徑選擇則對應一般駕駛者的預期，經由各種程度的旅次，劃設出適當的道路進入第一階層道路，由此道路專門做為聯絡第一階層交通分區間旅次的主線，而支線方面則再由較低階層道路來聯絡，而階層式路徑選擇所設計的較低階層道路比起駕駛人預期的理論更具有彈性，可包含第一階層道路內的道路等級，以便支援各種路徑組合的可能。同樣地，各階層交通分區間的旅次，都有其對應的主線階層道路，因此階層式路徑選擇得以搜尋出一個符合駕駛人預期的理想路線。

3.2.2 連接方式

連接方式就道路類型與分區關係分為兩種，分別說明如下：

一、起迄點於同一分區內

此類所使用的道路就是本區內的集散型道路，再由主線道路進入起迄點。如下示意圖 3-9。

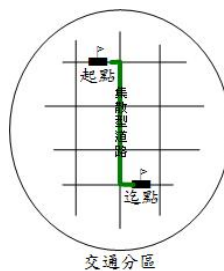


圖3-9. 起迄點於同一分區內示意圖

二、起迄點不同分區內

此類所使用的道路就是前面所述的穿越型道路，再由主線道路進入起迄點。又可由分區的相鄰性在劃分為兩種，而下面兩種類型的連接雖然都是使用穿越型道路，但依照道路的穿越效率以及兩端交通分區的遠近，所使用的穿越型道路可能不同，就是使用穿越邊境式或跳躍式兩種，如相鄰的兩分區若皆為小型分區，可能使用穿越邊境式道路即可連接，並且此兩分區內可能都沒有跳躍式道路的出入口，但若是相鄰兩分區皆為大型分區，則可能使用跳躍式道路會有比較高的易行性，而起迄點位於不相鄰兩分區情形也相同。

(1) 起迄點位於相鄰分區，如下圖 3-10 所示：

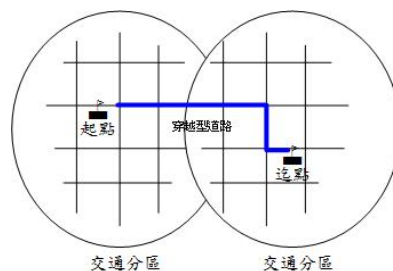


圖3-10. 起迄點於同一分區內示意圖

(2) 起迄點位於不相鄰分區，如下圖 3-11 所示：

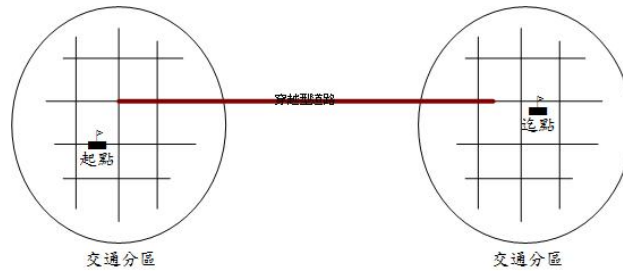


圖3-11. 起迄點於同一分區內示意圖

先前各種道路，即穿越型道路進入分區的進出口，於本研究內的定義即為節點概念，與先前階層式路徑選擇研究所提出的 Gate 概念相同，有進出門戶的觀念，可以是一個道路系統出入、服務某個區域的進出口，或者是一條道路進一個區域時，在界線上的進出口，兩者都有類似門戶的概念，前者就如高速公路的匝道一樣，因為高速公路的路權高，而設置專用的進出口，只有這些進出口能夠進出高速公路，形成進出口的匝道就類似這些節點；而後者例如省道一般，沒有高速公路的專用路權，擁有較多的進出的路口，因此將省道服務某個區域的進出口視為路線中與該區域的交會點。

節點的類型有大致上兩種，第一種為某一階層道路系統的進出口，即為跳躍式道路的進出口，第二種為道路系統與交通分區的交會點，即為穿越邊境式道路的交會處。而節點在本系統內的作用就是在圖檔連接的程序中，擔負各階層道路的連接動作，如搜尋穿越型道路時，並不需要讀取集散型道路，當在穿越型道路在起迄兩端交通分區有進出節點時，則可以知道能用這些節點來連接集散型道路，此概念即在主線道路中，駕駛人並不需要考慮其餘路線，只需要決定何時進入主線與何時離開主線，在離開主線後才需要考量地區性道路，而就現實情況來說，比如台灣的長程旅次，需要使用高速公路，駕駛人在行駛高速公路時，並不需要考量其他的道路，僅需要考慮用在那個交流道上來以及那個交流道下去，此處的交流道就等於節點，而進入高速公路之前與離開之後，才需要考慮在起迄地區怎麼走。階層式路徑選擇以此為靈感，作為切割道路來做搜尋運算的概念，而經過切割的道路，再次連接的方法就是透過節點。

節點的範例如下二圖 3-12 及 3-13 所示，透過節點各階層道路得以聯繫起來。

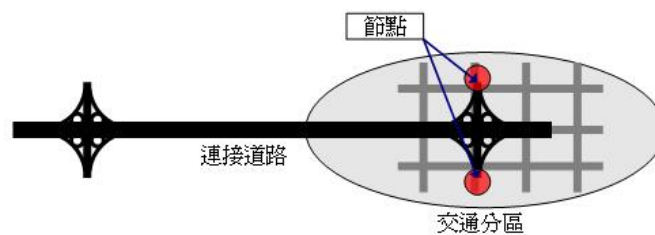


圖3-12. 跳躍式道路節點示意圖

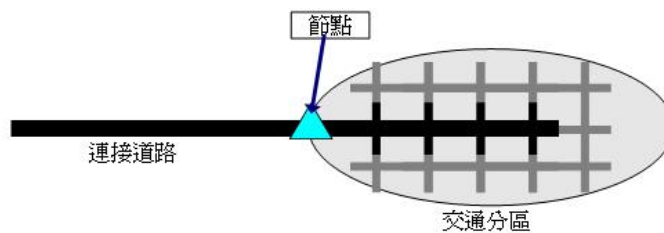


圖3-13. 穿越邊境式道路節點示意圖

3.2.3 路徑搜尋架構

階層式路徑選擇的分類架構，由起迄點所在的分區關係所構成，由此分類關係亦可以得知旅次的遠近，本研究所提出的架構，基本上先由起迄點所在的最小交通分區關係判斷起，再逐次往較大的分區判斷，若只以交通分區與行政地區兩層關係，也就是下一章所劃設的第二階層交通分區與第三階層交通分區來說明，則分類流程圖如下圖 3-14：

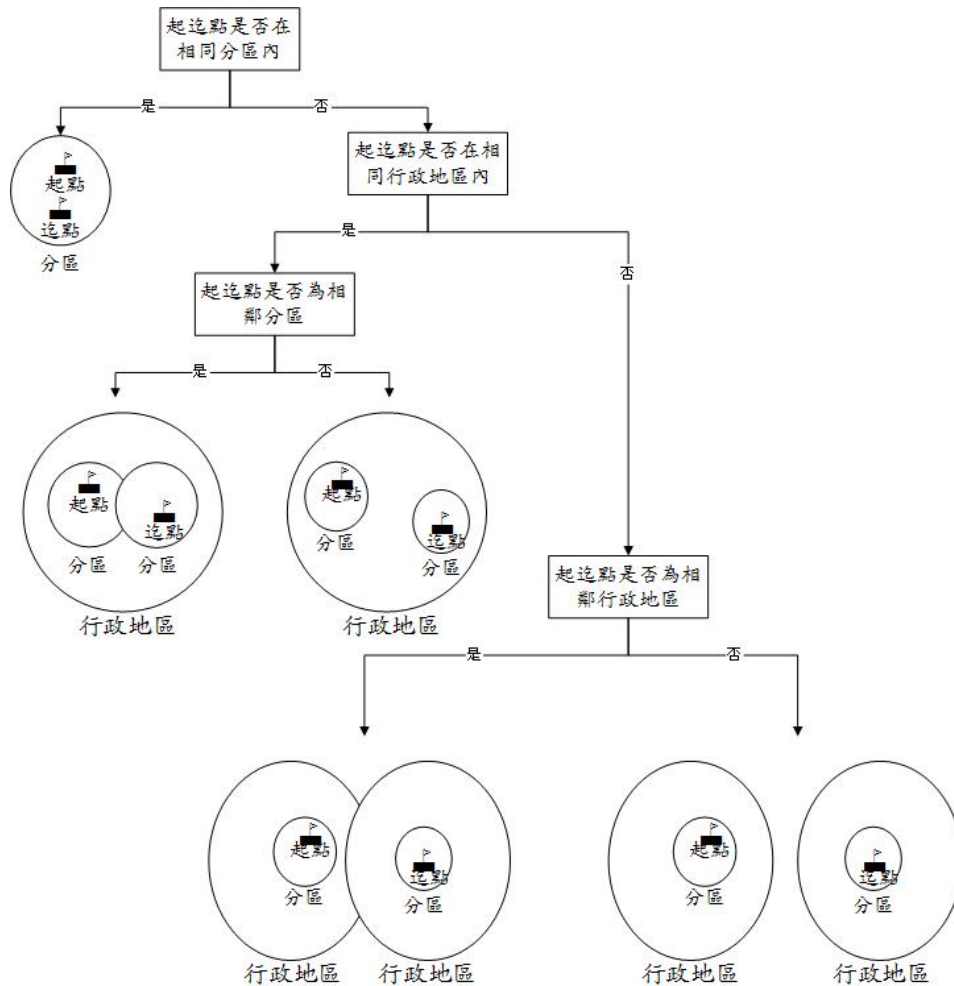


圖3-14. 路徑搜尋分類流程圖

由上圖可以將起迄關係區分為五類，分別敘述如下：

一、起迄點位於同一交通分區內。

因為行政地區是交通分區的集合，也就是交通分區構成行政地區，所以在同一交通分區即是在同一行政地區內，在各分類中，此種是最小的範圍及旅次，也就是下一章中相同第三階層交通分區，即縣轄市與鎮內的旅次，通常是使用交通分區內的集散道路來連接起迄點，搜尋法見下小節說明。

二、起迄點位於相鄰交通分區內，且在相同行政地區內。

相鄰的交通分區可以使用穿越型的道路來連接兩分區，但多使用集散型道路來連接起迄點。

三、起迄點位於不相鄰交通分區內，且在相同行政地區內。

不相鄰的交通分區則多使用穿越型的道路來連接兩分區，也能夠使用跳躍式穿越道路來連接。

四、起迄點位於相鄰行政地區內。

相鄰行政地區可能為中長程旅次，必須使用穿越邊境式道路來連接兩分區，或

者使用跳躍式穿越道路來連接，再經兩路線比較選擇。

五、起迄點位於不相鄰行政地區內。

相鄰行政地區則為長程旅次，必須使用穿越邊境式道路來連接兩分區，或者使用跳躍式穿越道路來連接，再經兩路線比較選擇。

3.2.4 路徑搜尋設計

階層式路徑選擇所設計的搜尋演算法，基本觀念為提出依據起迄點所屬的交通分區關係，也就是旅次長度，來規劃適當的路徑作為比較，在此以上一小節所提出的五類關係，搭配現況提出搜尋的方式做說明。

一、起迄點位於同一交通分區內。

此類關係的示意圖見上一小節，搜尋步驟如下。

- (1) 以交通分區內離起點直線距離最短的道路交叉口為起點端出發點，忽略巷道等道路。
- (2) 在迄點端交通分區內以上一步驟法則同樣找出目的點。
- (3) 使用交通分區內的集散道路，以最短路徑連接上面兩點。

二、起迄點位於相鄰交通分區內，且在相同行政地區內。

本類型因為旅次長度及交通分區間的路網與上一類型差異不大，因此搜尋方式同上一類型。

三、起迄點位於不相鄰交通分區內，且在相同行政地區內。

- (1) 使用行政地區內的集散道路連接起迄點，以最短路徑連接一條路線。
- (2) 在離起迄點適當距離內，若有跳躍式穿越道路的出入口，也就是節點，則以跳躍式穿越道路作為主線再連接一條主線，在起點端由起點連接到節點，再由迄點端從節點連接到迄點，做為路線二，與上一步驟結果作比較，使用目標阻抗較小者。

四、起迄點位於相鄰行政地區內。

- (1) 使用穿越邊境式穿越道路，在起點端的行政地區內由起點連接到行政地區邊境上的節點，在由此節點連接到迄點端行政地區內的迄點，做為路線一。
- (2) 若有跳躍式穿越道路的出入口在起迄兩端的行政地區，則以跳躍式穿越道路作為主線再連接一條路線，與上一步驟結果作比較，使用目標阻抗較小者。

五、起迄點位於不相鄰行政地區內。

- (1) 以跳躍式穿越道路作為主線連接一條路線。
- (2) 若有適當穿越邊境式穿越道路，則以此路線做為路線一，與上一步驟結果作比較，使用目標阻抗較小者。

3.3 建立起迄矩陣的路徑搜尋方式

階層式路徑選擇的一個可能的建構方式，即透過起迄矩陣的建立，來達到簡化路徑運算過程的目的，若能以此方式簡化路徑運算，則相關的最適路徑規劃跟指派的作業將能夠更單純及更具包容性。如以行動通訊系統做為路徑規劃的平台，則在目前的相關系統中對於運算及儲存道路路網方面仍未能全面達成，而另一方面又為了減輕伺服器的負擔，因此可將道路路網做適度劃分，並得到幾個重要的代替起迄點，由這些點彼此的起迄路徑先行規劃運算完成，並以矩陣的方式儲存，即可將路徑規劃的工作大量化簡，而代替起迄點至實際起迄點的路徑選取工作再交由伺服器或用戶端來達成，如此可以將伺服器端與客戶端的運算工作取得一個平衡。

而矩陣的建立則透過先前階層式路徑選擇所提出的分區切割與道路、節點觀念來進行，而基本的方法就是經由各種起迄點交通分區關係的分類，來區分成幾類的矩陣規劃，比如第二類起迄點在相鄰交通分區內的旅次，則有其對應的節點與矩陣表，而第三類起迄點在不相鄰交通分區內的旅次，也有其對應的節點與矩陣表，以此類推。

在節點的選取部分，基本上是使用節點的理論，將各類關係的節點分為兩類，將易行性最高的道路系統節點設定為類一節點，而把易行性次一級的道路系統節點設定為類二節點，將每一類建立兩個矩陣表，以此兩個矩陣表建立出兩條主線道路，並將搜尋結果呈現給使用者，讓使用者來抉擇適當的路徑。

若依照前一節的道路關係分類來說明其適當的類一節點、類二節點與所對應的道路系統，則整理如下表 3-2 所示。

表3-2. 各類節點及道路與分區關係表

起迄分類	類一節點	類二節點
一	直接以集散道路連接	
二	直接以集散道路連接	
三	穿越邊境式道路	集散道路
四	跳躍式道路	穿越邊境式道路
五	跳躍式道路	穿越邊境式道路

所建立出的兩類節點分別產生兩個起迄矩陣表，將矩陣表內對應的路徑以階層式路徑選擇的方式規劃好，並儲存至伺服器中，當用戶端輸入起迄點後，系統判斷適當的分類情形，分別在兩個矩陣表中，讀取適當的起迄點主線路徑，並選取一條目標阻抗最小的路線，所得的兩條路線在經由起點與迄點的最短路徑運算得到完整路線，再將此兩條路線呈現給使用者做抉擇。

舉例說明，若起點端交通分區內有 5 個類一節點，而迄點端交通分區內有 4 個類一節點，則類一節點矩陣表如下表 3-3：

表3-3. 矩陣表示意表

		迄點端			
		類一節點 1	類一節點 2	類一節點 3	類一節點 4
起點端	類一節點 1	道路 1→道路 2 →...	...	...	...
	類一節點 2	...	...	...	...
	類一節點 3	...	...	...	...

類一節點 4	...	...	...	...
類一節點 5	...	...	...	...

先判斷搜尋起迄兩端交通分區內使用的兩個節點，所使用的準則可以是最小目標阻抗或者是最短歐基理得距離，有了進入節點後由上矩陣表找出適當的主線路徑，再搭配類二節點的主線矩陣表，可以得到另一條主線路徑，兩條路線分別由節點使用適當道路來連接起迄點，得到兩條完整全線路徑，再將此二條路線交由使用者決定使用那一條路線。

至於上述主線得到後，在搜尋支線時，仍需要考量旅次分類關係，若僅使用分區集散道路即可，便使用之，若節點與起迄點間仍有一定距離，譬如跳躍式穿越道路的節點，不在起迄點分區內，則亦可使用類二節點來連接跳躍式穿越道路節點，再經由類二節點來連接起迄點，因為一般跳躍式穿越道路節點皆為類一節點，類二節點則為穿越邊境式道路及易行性在其下的道路，因此可以用類二節點再來進行連接。



3.4 路徑選擇行為分析

為了瞭解駕駛人對於路徑選擇的想法，以幫助本研究連接程序設置，提出駕駛人路徑選擇行為分析如下。

1、長程旅次範例—新莊市公所至太保市公所

在這種長程旅次，又都是有高速公路經過的縣，駕駛人首先決定主線使用高速公路，不但能夠快速通行，並且因為路權高而車況單純，不需要考慮轉換其他道路。而考量支線的部分時，因為高速公路沒有一般交會，所以只要考慮在那個交流道上去，以及那個交流道下來，若駕駛人考量最接近起迄點的交流道，則會在台北縣這一端，考慮如何進入最近的交流道，因此這時便會思考從起點到交流道的可能路網，就是台北縣的各主要幹道，而當決定此通往交流道的路線後，則必須決定如何進入此路線，此時則可能考量新莊市的整體道路網，因為起點可能位於一般市區道路邊。決定起點端的路線後，皆下來決定迄點端的路線，因為高速公路正好在太保市內有交流道，比起其餘交流道更接近迄點，因此使用此交流道離開高速公路，所以駕駛人必須考慮太保市的路網，來決定從交流道至迄點的路線。

在此案例中，假設對應的大交通分區為縣，而高速公路就是連接大交通分區間旅次的階層道路，而此階層道路的節點就是交流道，經過交流道進出高速公路，在主線中便不需要考慮其他道路，而在起迄點兩端的分區則因節點與起迄點的遠近而需要考慮較低階層的道路。

連接的流程示意圖如下圖 3-15 所示，先得到連接主線的節點，再由節點連接至起迄點。



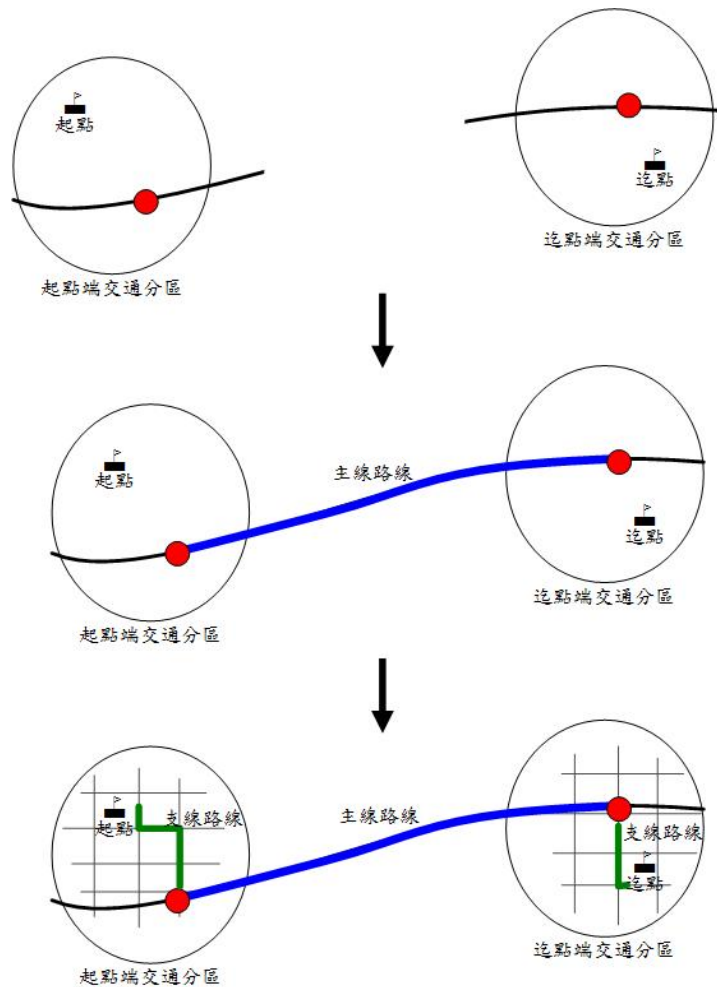


圖3-15. 長程路徑選擇示意圖

2、中程旅次範例—新莊市公所至桃園市公所

此這種中程旅次，走省道可能比走高速公路快，因為省道有跟一般道路的交會，而且起迄兩端都有省道經過，所以駕駛人首先即決定主線使用省道。因為台1線有進入新莊市及桃園市，而且沒有其他省道連接，因此使其為主線，如果有其他省道經過的話，駕駛人就會評估哪一條路線比較快。而考量支線的部分時，則利用省道進入新莊市及桃園市邊界上的節點，來做為支線考慮的出發點。在起點新莊市端，從台1進入新莊市的節點開始，考慮新莊市的路網，如何才能由節點連接到市公所，同樣地，在桃園市端也是利用其路網來決定怎麼連接節點與市公所。

在此案例中，假設對應的中交通分區為縣轄市，而省道為連接中交通分區間旅次的階層道路，而此階層道路的節點就是道路連接交通分區的交會點，經過節點進出交通分區及主線省道，在起迄點兩端的分區則因節點與起迄點的遠近而需要考慮較低階層的道路。

本案路的選取示意圖如下圖3-16所示，當兩端交通分區的都選定用省道連接時，則考慮在起點端交通分區如何上省道，而迄點端交通分區也是，當到達桃園市時，開始考慮如何用當地道路到達市公所。

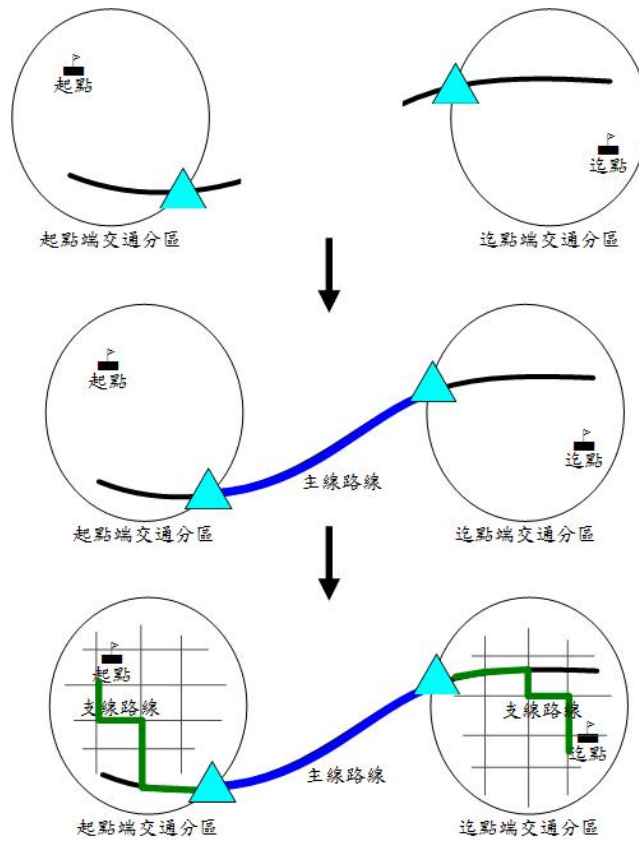


圖3-16. 中程路徑選擇示意圖

3、短程旅次範例—新莊市公所至新莊高中

此這種短程旅次，所考量的主線就是地方性重要道路，然後就由其餘道路連接至起迄點。

在此案例中，假設對應的小交通分區為縣轄市，則重要市區道路為此階層道路，再由一般道路連接起迄點。如下圖例，在此旅程中，直接使用當地重要道路連接兩端，在經由一般市區道路或街道等連接起迄點。如下圖 3-17 所示。

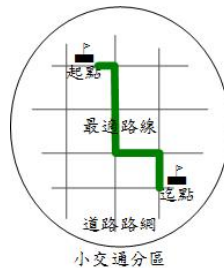


圖3-17. 程路徑選擇示意圖

第四章 階層式路徑選擇系統圖檔資料與連接程序設計

本研究所使用的圖檔連接程序大致如下流程圖 4-1 所示，是由對先前所提出的研究基礎與修改方式，提出新的一套階層式路徑選擇系統連接程序，在新的組成成分架構下，延伸出新的分類程序，分類程序又使得組成架構與組成資料內容變動，逐漸發展出現有的系統連接法。

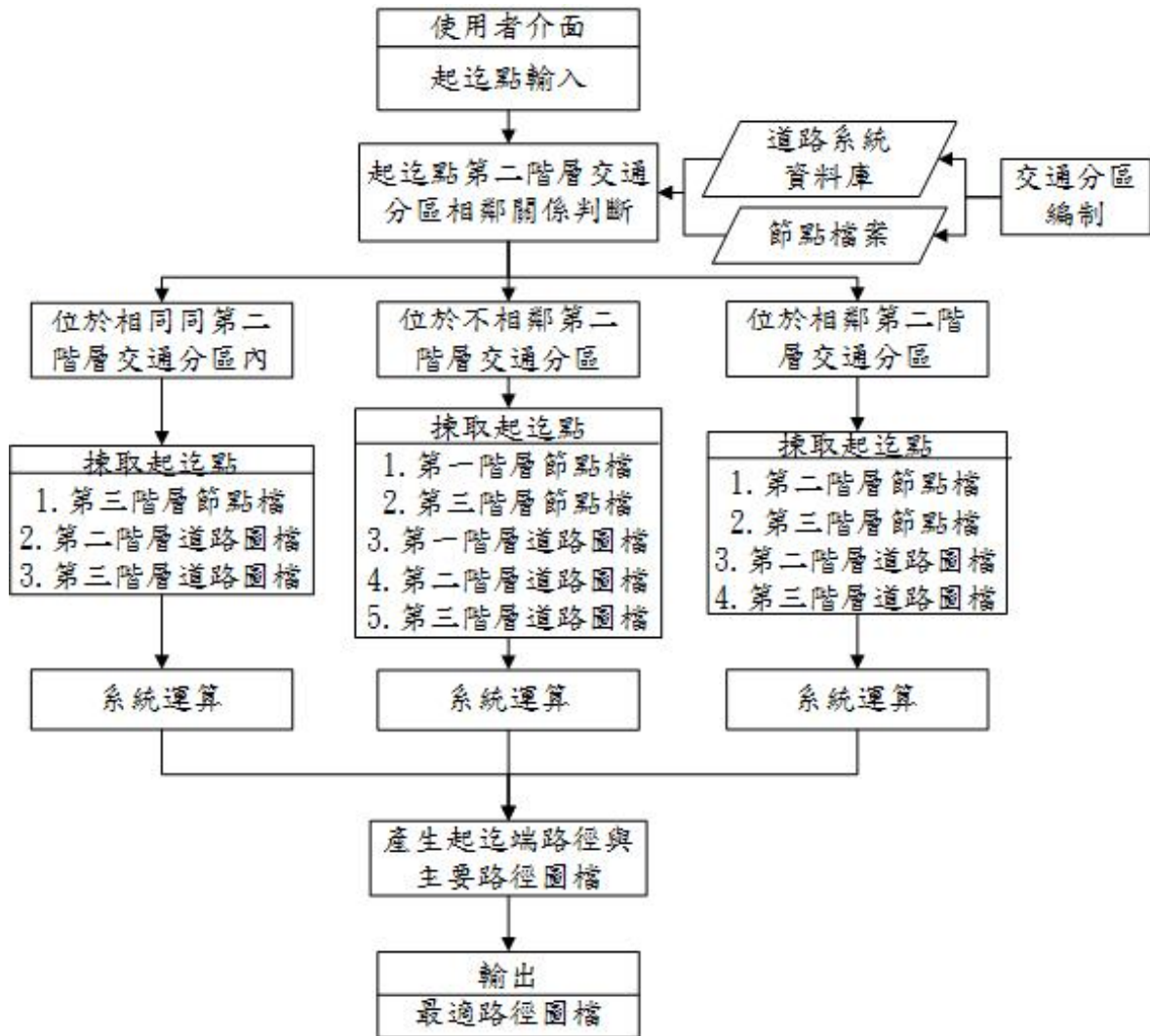


圖4-1. 階層式路徑圖檔連接流程圖

上圖中可看出連接程序依照起迄點的第二階層交通分區關係分為三大類別，各自讀取需要圖檔，進行搜尋選取，圖中的交通分區編制、道路系統、節點系統設計與運算搜尋的概念於後說明。

本研究欲提出的圖檔連接程序因為希望有較高的相容性，因此將圖檔連接的手法放在資料庫的內容與準則判斷上，因此可以預期在各種 GIS 軟體中皆能運行無誤，因為都使用基礎搜尋功能。而本章介紹詳細的為設計時使用的各種準則。

4.1 階層式路徑選擇系統組成元件設計

4.1.1 交通分區階層編制

交通分區的劃設關係著階層式路徑選擇系統道路使用的適當性，必須兼顧理論，

以及融合現況來考量。各階層的交通分區大致依照行政分區來劃分，其三個原因，因為一方面符合駕駛人的地理觀念，另一方面 GIS 圖檔處理較為簡便，最後則是因為行政區劃分的分割合併關係，可以對應至上一節所提及的交通分區觀念。

因為本研究主要針對台灣現況來做應證，因此將全台灣當作第一階層交通分區，將全台當作一個交通分區，則相對於其他國家也是第一階層交通分區，在第一階層交通分區間旅次的主線可設定為跨國道路、橋樑與空運航線，但非本研究討論的對象，因此未設定此種道路階層。而第二階層交通分區的設置為整併後縣，至於整併的方式則是將完全被某一縣包圍，未跟其他縣相鄰的縣，與包圍該縣的行政區合為同一區，如前一節所提，是為了得到一個符合理論的完整分區，基於此法則，如台北縣則將合併台北市與基隆市，得到完整的縣的第二階層交通分區共 15 個。第二階層交通分區間旅次所對應的道路階層便設定為第一階層道路，對應於現況則成為不相鄰的縣際旅次將使用高速公路或省道作為主線道路。

而第三階層交通分區理論上可以設定為可延續過去階層式路徑選擇系統所提出的鄉、鎮、縣轄市、直轄市與省轄市的區，而本研究僅提出縣轄市及鎮來劃設，作為評量結構適當性的示範。第三階層交通分區間的旅次與第一階層道路向外連接的道路階層為第二階層道路，設定為高快速道路、省縣道與重要道路等級。第三階層道路則為第三階層交通分區內的全部道路。

1. 第一階層交通分區：全台灣內設定為一個第一階層交通分區。
2. 第二階層交通分區：整併之後的縣，共得到 15 個第二階層交通分區，見下圖所示：



圖4-2. 第二階層交通分區示意圖

3. 第三階層交通分區：縣轄市及鎮，共得到 88 個第三階層交通分區，見下圖所示：

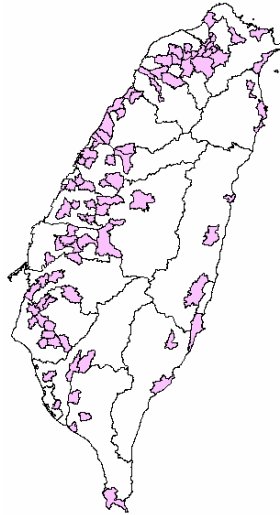


圖4-3. 第三階層交通分區示意圖

在交通分區的編號方面，設計的目標是具有公信力及代表性，並且搭配第一階層道路選取之方式，因此沿用主計處行政區編號，第三階層交通分區編號見附錄，第二階層交通分區的編號見下面表 4-1：

表4-1. 第二階層交通分區編碼表

編碼	交通分區	編碼	交通分區	編碼	交通分區
01	台北縣	06	台中縣	11	台南縣
02	宜蘭縣	07	彰化縣	12	高雄縣
03	桃園縣	08	南投縣	13	屏東縣
04	新竹縣	09	雲林縣	14	台東縣
05	苗栗縣	10	嘉義縣	15	花蓮縣

4.1.2 道路系統圖檔資料設計

道路階層方面，本研究由道路等級來著手劃設，主要考量因為道路等級與階層式路徑選擇理論的道路階層劃設的觀點很相近，又能與行政區所組成的交通分區搭配，因此依照道路等級來劃設。而對於各階層道路中應該包含那一些道路等級，本研究提出以觀點搭配道路等級來設計，在一個相當巨觀的角度上，可以觀察到的道路等級為最高等的道路等級，在次一級的觀點則看得到某一個等級以上的道路，在最小的視野中，才能看到最細微的道路，也就是全部的道路。依照此觀念本研究提出的道路階層見下表 4-2 所示：

表4-2. 各階層道路內含道路階層表

道路等級	道路路網		
	第一階層	第二階層	第三階層
高速公路	✓	✓	✓
快速道路	✓	✓	✓
省道	✓	✓	✓
縣道		✓	✓
市區主要道路		✓	✓
市區次要道路			✓

巷弄			✓
----	--	--	---

依照上表的規劃，將各種階層道路放入適當的道路等級，構成本研究的道路階層，而在將內容對應到整個旅次搜尋的地位上，產生各階層道路的合理範圍，如下面三圖 4-4、4-5 及 4-6 所示，第一階層道路應使用於主線，包含高等級道路；而第二階層道路在中程旅次可能作為主線，在長程旅次也可能作為次主線與支線；第三階層道路則通常在中長程旅次做支線使用，在短程旅次則依照旅行時間判斷。

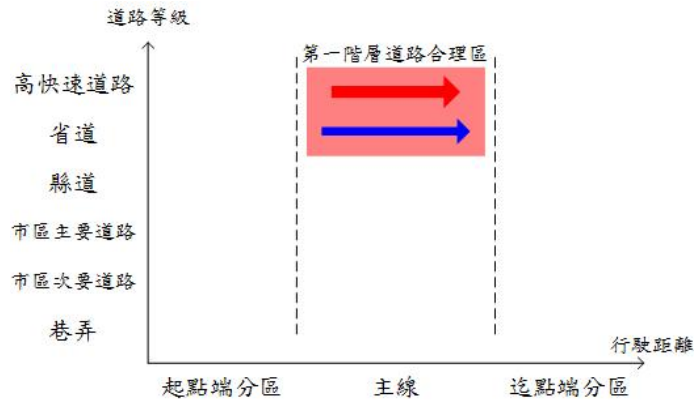


圖4-4. 第一階層道路合理區示意圖

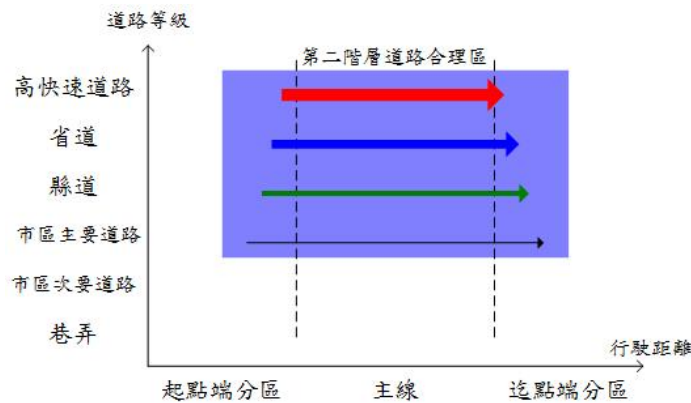


圖4-5. 第二階層道路合理區示意圖

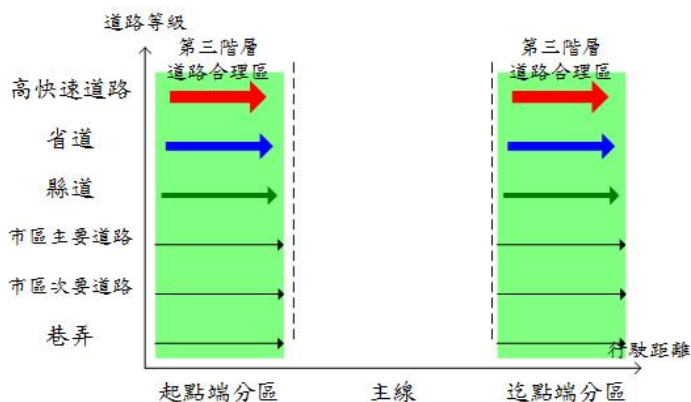


圖4-6. 第三階層道路合理區示意圖

具體的設計結果如下：

- 1、第一階層道路：第一階層交通分區內高速公路及台灣東部省道（由台灣東部宜蘭縣、花蓮縣及台東縣境內所連接到之省道）道路網，如下圖 4-7 所示：

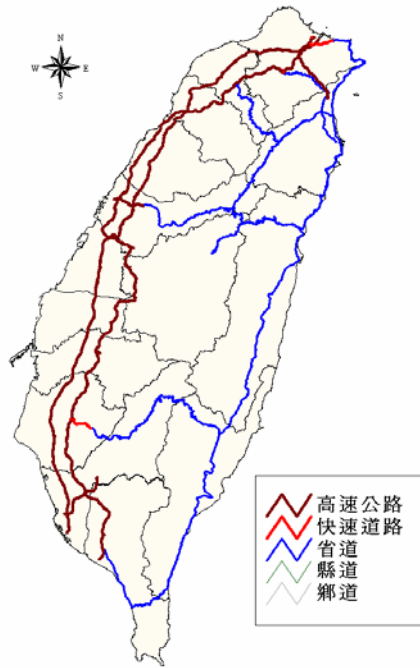


圖4-7. 第一階層道路系統示意圖

2、第二階層道路：第二階層交通分區內高快速道路、省道、縣道及重要道路，如下圖 4-8：



圖4-8. 第二階層道路系統範例示意圖

3、第三階層道路：第三階層交通分區內完整道路，如下圖 4-9：

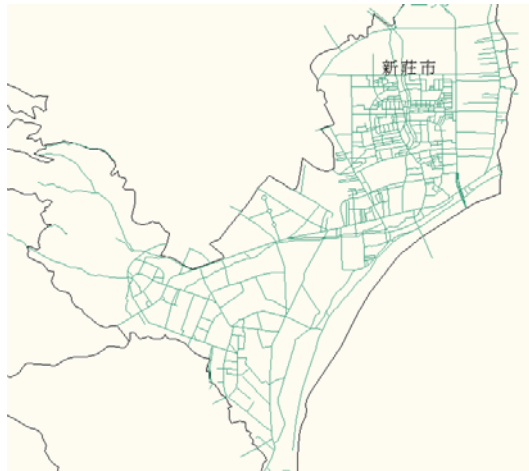


圖4-9. 第三階層道路系統範例示意圖

此處說明道路系統的增刪法則，目的是為了篩選出適合階層式路徑選擇做應用以及搭配的路網，並為了圖檔連接程序，而將『新世紀台灣地區交通路網數值地圖 1.0 版』資料庫原始內容作修訂。

- 一、第一階層道路建構法則，包含由原始資料庫來源擷取所需道路步驟、台灣東部三縣內的省道選取步驟等內容。

◎ 第一階層道路系統選取步驟：

- 1、選取高速公路及快速道路，即道路分級代碼 HW 與 EW 的路段資料。原始資料欄位內容的道路分級代碼示意表見下表 4-3。

表4-3. 道路分級代碼表

代碼	內容	代碼	內容
HW	國道（含匝道）		
EW	快速道路（含匝道）		
1W	省道	1U	省道，並與其他省、縣、鄉道或市區道路共線
2W	縣道	2U	縣道，並與其他縣、鄉道或市區道路共線
3W	鄉道	3U	鄉道，並與其他鄉道或市區道路共線
4W	產業道路		
RD	市區道路/包括路、街、圓環		
ST	市區道路	AL	巷
OR	有路名，但無法歸類者（如林道）		
OT	無路名或路名不確定道路		

- 2、扣除步驟 1 的結果中，未與主要路網相連接者，如貨櫃聯絡道。
- 3、扣除步驟 1 的結果中，未連接兩個以上之不相鄰第二交通分區的快速道路，如各東西向快速道路。
- 4、扣除步驟 1 的結果中部分具有相同聯繫功能之快速道路，僅保留流量較大者，如扣除西濱快速道路。
- 5、依照“台灣東部省道選取步驟”選取東部省道。
- 6、合併以上步驟所得之路網。

◎ 台灣東部省道選取步驟：

- 1、台灣東部三縣定義為宜蘭縣、花蓮縣及台東縣。
- 2、選取行經上述三縣境內的各省道全線，依法則選出包含台 2 線及台 7 線

等 22 條省道。

- 3、選取行經宜蘭縣、花蓮縣及台東縣境內的各省道全線，依法則選出包含台 2 線及台 7 線等 22 條省道。
 - 4、對於東部省道未與西部幹線相接之部分，挑選重要幹道予以連接，此處共四部分，分別為台 7 於桃園縣端、台 8 於台中縣端、台 20 於台南縣端、台 9 於屏東縣端。
 - 5、對於東部省道與西部幹線相接，並且未擔負長程旅次之部分路段，加以刪除並挑選重要幹道跟剩餘部分連接，此處共二部分，分別為台 2 於台北縣端、台 9 於台北縣端。
 - 6、扣除步驟 2 的結果中，具有相同聯繫功能之省道，僅保留流量較大者，如與台 9 功能接近之台 11。
 - 7、以目視方式扣除各省道中在三縣內及外皆有，卻未在縣界上相連接之省道，依法則扣除台 14、台 16、台 18、台 26、台 9 甲此 5 線。
 - 8、以目視方式扣除各省道中完全在三縣其中一縣內，而沒有向外連接者，依法則扣除台 11 乙、台 11 甲、台 20 甲、台 2 戊、台 2 庚、台 7 丙、台 9 乙、台 9 丙此 8 線。
 - 9、以目視方式扣除部分線段在三縣以外之路段，依法則扣除台 20 在台南縣內路段。
 - 10、最後剩餘台 2 線及台 9 線等 9 線。
- 二、第二階層道路建構法則，包含由原始資料庫來源擷取所需道路步驟、其餘重要道路選取步驟、各別第二階層交通分區內第二階層道路系統分割選取步驟等內容。
- ◎ 全台第二階層道路系統選取步驟：
- 1、選取高速公路、快速道路、省道、及縣道，即道路分級碼 HW、EW、1W、1U、2W 及 2U 的路段資料。
 - 2、依照其餘重要道路選取原則增加重要道路。
 - 3、合併以上 2 步驟所得之路網。
- ◎ 其餘重要道路選取原則：
- 1、除選擇縣道以上等級之道路外，參考道路流量資料、路寬及經驗判別重要道路，並加入第二階層道路系統。
 - 2、若與快速道路路口銜接之同一路名道路線段，又與縣道以上等級道路相接，而且相接之路口與其他第一階層 gate 距離在 1 公里以上，則將該路段加入第二階層道路系統。
 - 3、與重要地標聯繫之道路，挑選易行性與道路分及層次較高者加入第二階層道路系統。
 - 4、在台北縣市交界的橋樑類型之節點部分，將連接該類節點之路段加入第二階層道路系統。
- ◎ 個別第二階層交通分區內第二階層道路分割選取步驟：
- 1、在全台第二階層道路路網中，分別選取與各第二階層交通分區交會之路網線段。
 - 2、以目視方式加入在分區邊界上，有道路線段與分區界線重複交錯情形之線段。
 - 3、若為高快速道路在其他分區經過並且有交流道在分區內則予以加入；若高快速道路在分區內無交流道，則刪除該線段。

三、道路屬性資料庫建構法則，包含各階層道路屬性表資料內容、行駛速率設定方式、各階層道路檔屬性表內旅行時間設定方式以及各階層道路檔屬性表內旅行時間設定方式。

◎ 各階層道路屬性表資料內容，屬性範例見各階層道路屬性內容示意表：

- (1) 序號 (ROADSN)：儲存原始資料來源『新世紀台灣地區交通路網數值地圖 1.0 版』所建立的流水號，因此本欄位內容為各階層道路內，凡是相同的道路線段，都有相同的流水號。
- (2) 道路線段分級碼 (ROADTYPE)：儲存原始資料的道路分級碼，見道路分級代碼表。
- (3) 通行方向代碼 (ROADDIR)：儲存原始資料的國道、快速道路之通行方向代碼，南下及東向為 1，北上及西向為 2。
- (4) 主要道路名稱 (ROADNAME)：儲存路段線段道路名稱。
- (5) 道路別名 (ROADALIASN)：儲存路段線段別名以及匝道所屬交流道名稱或所屬快速道路名稱。
- (6) 行駛速率 (SPEED)：儲存以“行駛速率設定方式”設定之行駛速率，單位為公里每小時。
- (7) 道路線段長度 (LENGTH)：儲存此線段物件轉換成的實際長度，單位為公里。
- (8) 行駛時間 (DRIVETIME)：儲存此線段物件行駛整段所需旅行時間，單位為小時。

表4-4. 各階層道路屬性內容示意表

ROADSN	ROADTYPE	ROADDIR	ROADNAME	ROADALIASN	SPEED	LENGTH	DRIVETIME
39801	2W		縣 110		60	0.2175	0.0036
45997	OT		其他道路		50	0.2360	0.0047

◎ 行駛速率設定方式

由民國九十二年十月十五日修正的道路交通安全規則、國道高速公路局於民國九十二年四月七日修正的國道速限為基準設置，而本研究為簡便區分各等級道路之旅行程本之不同，採用最高速限之極大值為各等級路線之設定旅行速率，設定如下表 4-5：

表4-5. 各等級道路行駛車速設定表

代碼	道路分級	最高速限 (KPH)	設定旅行速率 (KPH)
HW	國道	70~110	110
EW	快速道路	80~90	90
1W 1U	省道	50~70	70
2W 2U	縣道	50~60	60
3W 3U	鄉道	50	50
RD ST OR OT	市區道路等	50	50

4W			
AL	巷	40	40

◎ 各階層道路檔屬性表內旅行時間設定方式：

- 1、以 GIS 軟體 MaoInfo 讀取所擷取的各分區各階層道路檔案。
- 2、增加路線長度 (LENGTH) 記錄欄位，並擷取各路線之長度。
- 3、增加車速 (SPEED) 此欄位，依照各等級道路行駛車速設定匯入行駛車速。
- 4、將每筆資料的路線長度欄位除以車速欄位，得到該線段的旅行時間，設定一個行行駛時間 (DRIVETIME) 欄位記錄之。
- 5、將檔案匯出，覆蓋原本之 ARCVIEW 屬性檔 (dbf)。

4.1.3 節點圖檔資料設計

本研究所提出的節點概念，同於先前階層式路徑選擇研究所提出的 Gate 概念，有進出門戶的觀念，可以是一個道路系統出入、服務某個區域的出入口，或者是一條道路進出一個區域時，在界線上的出入口，兩者都有類似門戶的概念，前者就如高速公路的匝道一樣，因為高速公路的路權高，而設置專用的出入口，只有這些出入口能夠進出高速公路，形成出入口的匝道就類似這些節點；而後者例如省道一般，沒有高速公路的專用路權，擁有較多的進出的路口，因此將省道服務某個區域的出入口視為路線中與該區域的交會點。

- 1、第一階層節點：高速公路之交流道與匝道、台灣東部省道與第二階層交通分區連接點，共 407 筆資料，如下圖 4-10 所示：



圖4-10. 第一階層節點示意圖

- 2、第二階層節點：第二階層道路與第二階層交通分區的連接點，見下圖 4-11：

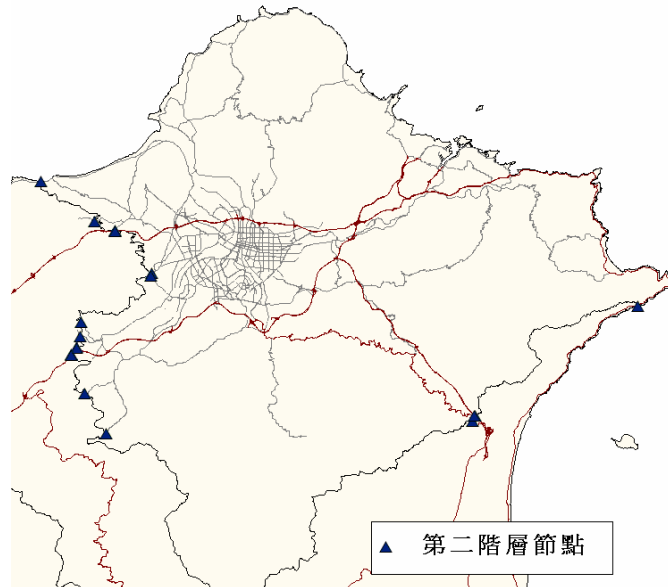


圖4-11. 第二階層節點示意圖

3、第三階層節點：第二階層道路與第三階層交通分區的連接點，見下圖 4-12：

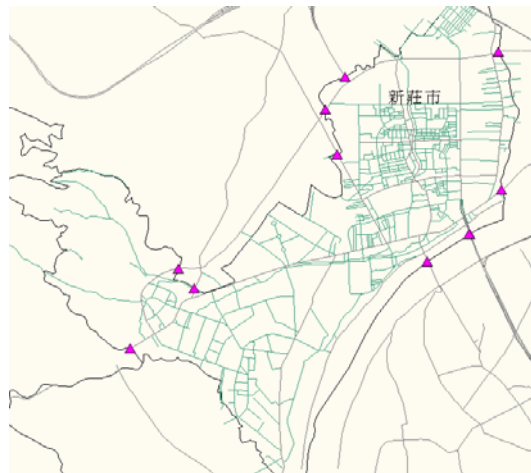


圖4-12. 第三階層節點示意圖

節點的擷取與設計方式，是為了配合交通分區的編制與道路系統的設計，並需因應圖檔連接程序，本研究設計節點類型有兩種，第一種為道路系統的出入口，第二種為道路系統與交通分區的交會點。

本研究將節點亦劃設為三階層，其階層關係與道路階層跟交通分區階層有關連，第一階層節點是第一階層道路進入第二階層交通分區跟第三階層交通分區的出入口，而第三階層節點是第二階層道路進入第三階層交通分區的出入口，至於第二階層節點則是特別設計來應對相鄰第二階層交通分區間旅次的圖檔連接節點，因為此圖檔連接程序比其他程序稍有不同，因此需要特別的連接方法與工具。

一、第一階層節點選取法則，包含高速公路交流道節點選取步驟、台灣東部省道與第二階層交通分區節點選取步驟與整併“高速公路交流道節點”及“東部省道與第二階層交通分區節點”資料步驟。

◎ 高速公路交流道節點選取步驟：

- 1、選取數值資料原始分類代碼 1 的交流道，代碼表見表 4-5。
- 2、以目視方式扣除連接同樣為第一階層道路之高速公路交流道點。

- 3、增加高速公路端點部分之資料。
- 4、增加自建端點部分之編號，因為原始內建點之編號最大值為 180245，所以自建點之編號依照建立編輯順序，從 180246 起接續編號。
- 5、增加交流道名稱屬性欄位，並加入名稱。
- 6、增加交流道出入性屬性欄位，並依照交通部台灣區國道高速公路局之國道路網動線圖，辨識並加入數字編號 0、1、2（0 代表出入口於同一點，1 代表出口，2 代表入口）。

表4-6. 數值資料原始屬性欄位內容分類表

節點說明	代碼
道路與高速公路匝道交點	1
道路與行政界交點	2
道路端點	3
圓環	4
丁字路口(三叉路口)	5
十字路口	6
五叉路口	7
六叉路口	8
N 叉路口	N+2

◎ 東部省道與第二階層交通分區節點選取步驟：

- 1、選取分類代碼 2 之道路與行政界交點。
- 2、在步驟 1 的結果中選取與東部省道路線交會的節點。
- 3、以目視方式扣除非與第二階層交通分區相接的節點，扣除部分包含非東部三縣內的接點。
- 4、以目視方式扣除未與其他第二階層道路路網相連之路段節點。
- 5、若出現道路與分區界線重複交錯而且交錯線段在 1 公里內，則僅取其中一點，其餘皆刪除，並搭配分區界線上路線選取即可相呼應。
- 6、將於分區內接合之道路線段所產生之節點，合併於交會點上，來調整各個節點。

◎ 整併“高速公路交流道節點”及“東部省道與第二階層交通分區節點”資料步驟：

- 1、依照第一階層節點資料共同屬性欄位，如下表所示，為各原本資料屬性內容增加調整屬性欄位。
- 2、將三個調整完畢之屬性表資料及數值資料合併為一。
- 3、建立相關之屬性資料內容。

表4-7. 第一階層節點屬性欄位差異表

	NODEID	CNUM	TNUM	TYPE	出入性	ROAD ALIASN	RAMP SN	RAMP ID	ROAD NAME
高速公路交流道節點	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
東部省道節點	✓	✓		✓					✓

二、其餘階層節點選取法則，包含第二階層節點選取步驟及第三階層節點選取步驟。

◎ 第二階層節點選取步驟：

- 1、選取分類代碼 2 之道路與行政界交點。
- 2、在步驟 1 的結果中選取與第二階層道路路線交會的節點。
- 3、以目視方式扣除未與其他第二階層道路路網相連而且長度在 1 公里內的路段節點；若為高快速道路之節點，則在分區內必須有交流道及路口，否則刪除。
- 4、以目視方式扣除在所連接的相鄰分區內，未與其他第二階層道路路網相連之路段節點。
- 5、以目視方式扣除在相同路線上穿越縣界數次之路線。

◎ 第三階層節點選取步驟：

- 1、選取分類代碼 2 之道路與行政界交點。
- 2、在步驟 1 的結果中選取與第二階層道路路線交會的節點。
- 3、以目視方式扣除未與其他第三階層道路路網相連而且長度在 100 公尺內的路段節點；若為高快速道路之節點，則在分區內必須有交流道及路口，否則刪除。
- 4、以目視方式扣除在所連接的相鄰分區內，未與其他第二階層道路路網相連之路段節點。
- 5、經由與分區相連之第二階層道路中之第三階層 gate 之接點調整方式，來調整各個節點。

三、各階層節點屬性資料設置，包含每一階層節點屬性資料欄位與說明。

◎ 第一階層節點屬性表資料內容：

- (1) 序號 (NODEID)：儲存原始資料來源『新世紀台灣地區交通路網數值地圖 1.0 版』所建立的流水號，因此各階層節點資料內，凡是同一個節點都有相同的流水號。
- (2) 所在第二階層交通分區代碼 (CNUM)：記錄所在之第二階層交通分區代碼，代碼編制見交通分區代碼編制方式。
- (3) 所在第三階層交通分區代碼 (TNUM)：記錄所在之第三階層交通分區代碼。
- (4) 種類 (TYPE)：共分二種，1 為高速公路交流道，2 為省道與東部省道與第二階層交通分區連接點。
- (5) 出入性代碼：為區別出口匝道及入口匝道，定義 0 代表出口，1 代表入口，2 代表出入口於同一點，此欄只有高速公路交流道類有資料。
- (6) 交流道名稱 (ROADALIASN)：記錄交流道名稱，此欄只有高速公路交流道類有資料。
- (7) 交流道代碼 (RAMPSN)：記錄交流道代碼，代碼編制見交流道代碼編制方式，此欄只有高速公路交流道類有資料。
- (8) 匝道流水號 (RAMPID)：記錄匝道流水號，此欄只有高速公路交流道類有資料。
- (9) 行經道路之名稱 (ROADNAME)：記錄該點所連接之道路名稱，如為橋樑則使用橋樑名稱。

◎ 第二階層節點屬性表資料內容：

- (1) 序號 (NODEID)。
- (2) 道路名稱 (ROADNAME)：該點所連接之道路名稱，如為橋樑則使用橋樑名稱。
- (3) 第二階層交通分區代碼 1 (CNUM1)：該點所連接之第二階層交通分區代

碼。

- (4) 第二階層交通分區代碼 2 (CNUM2)：該點所連接之另一個第二階層交通分區代碼。

◎ 第三階層節點屬性表資料內容：

- (1) 序號 (NODEID)。
- (2) 道路名稱 (ROADNAME)：該點所連接之道路名稱，如為橋樑則使用橋樑名稱。
- (3) 第三階層交通分區代碼 (TNUM)：儲存所屬第三階層交通分區的行政區編號。

4.1.4 資料庫設計

本研究所使用的數值資料，為交通部運輸研究所於民國 90 年出版的「新世紀台灣地區交通路網數值地圖 1.0 版」，作為資料基底，進行資料庫建構與設置的基礎。在資料庫設計方面，考量的標準為清楚簡便，因此使用扁平即比較獨立的設計方法建構。

內容大致可以區分為三大類，即三個階層交通分區的路網資料夾，在第一階層交通分區資料夾內，放置第一階層道路與第一階層節點的圖檔資料，並將全部第三階層交通分區，即為最低階層的所有交通分區的整體資料，同樣放入第一階層交通分區資料夾內。在第二階層交通分區類中，存放著各個第二階層交通分區資料夾，每個第二階層交通分區資料夾內，都存放著各分區內的第二階層道路及第二階層節點。在第三階層交通分區類中，存放著各個第三階層交通分區資料夾，每個第三階層交通分區資料夾內，都存放著各分區內的第三階層道路及第三階層節點。將實際建構資料內容列於下表 4-13：



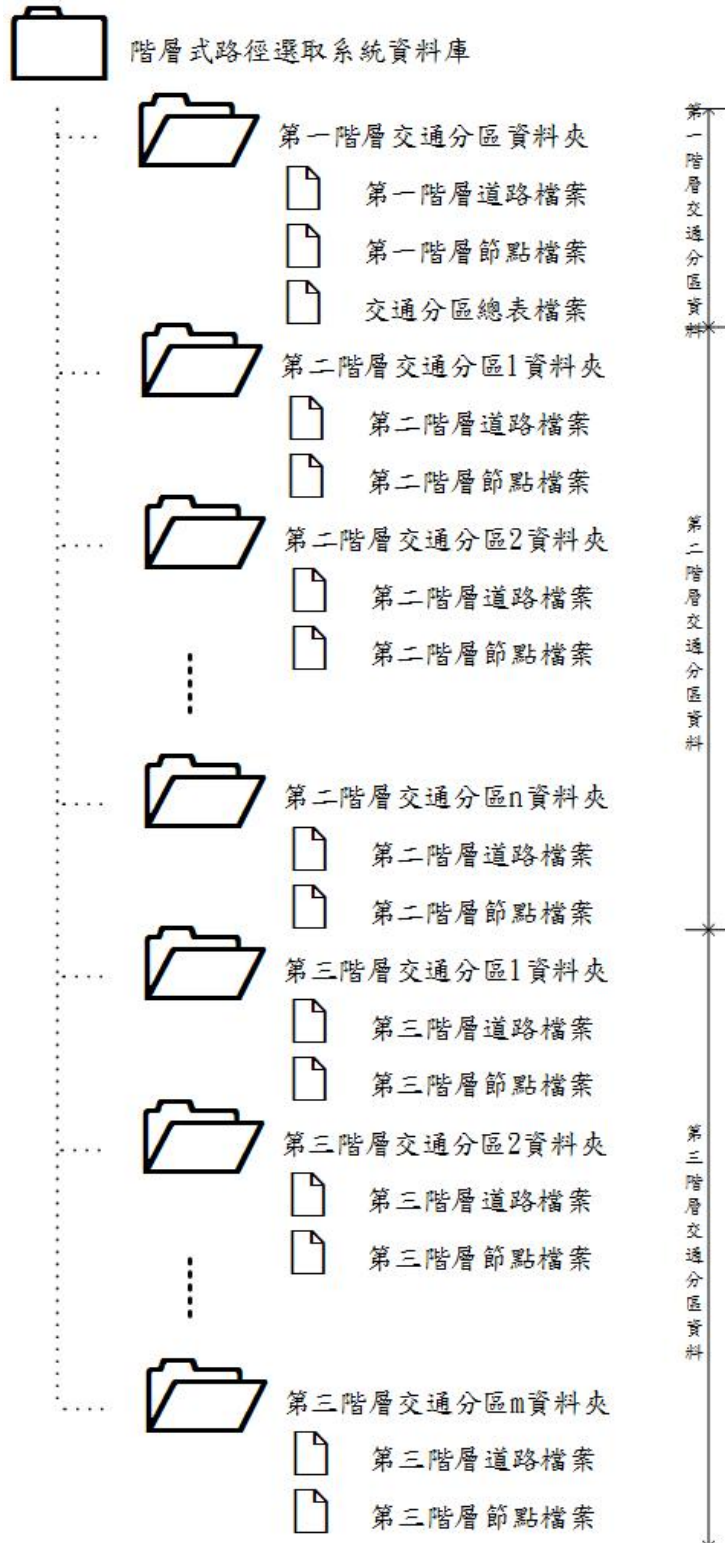


圖4-13. 資料庫架構示意圖

4.2 階層式路徑選擇系統搜尋機制設計

階層式路徑選擇所提出基礎連接方式為依照起迄點所在的交通分區來分為五類互斥的事件，在各事件中使用適當的圖檔與連接程序。

4.2.1 階層式路徑選擇搜尋機制

本研究所提出的階層式路徑選擇圖檔連接程序區分以下三大程序，其中一類並分成三個子程序，並依此結構去擬定圖檔連接機制。圖例如下圖 4-14。

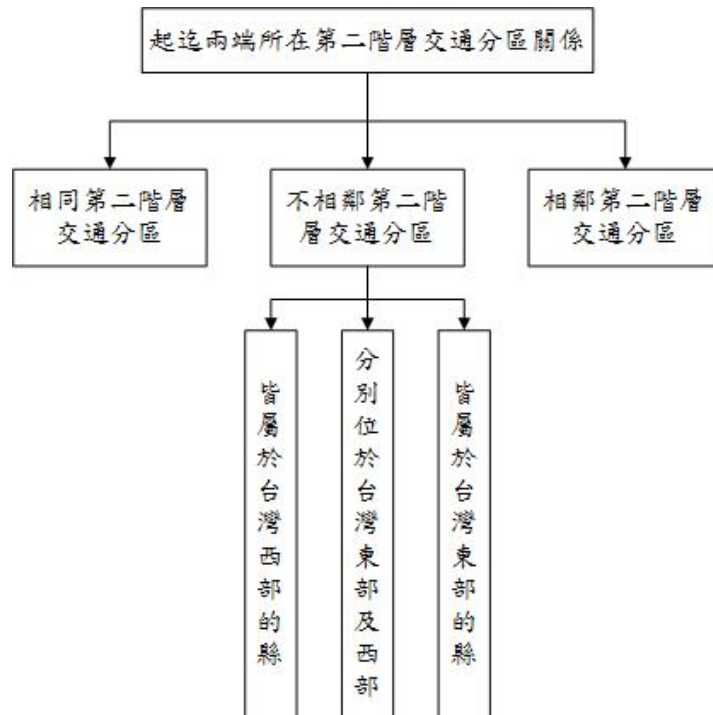


圖4-14. 階層式路徑選擇搜尋程序分類示意圖

4.2.2 圖檔連接流程

以下說明此連接流程，所有五種程序都隨著此流程或者進行其中一部份，來搜尋最適路線。

步驟一、搜尋最適主線

最起始的流程在於得到旅程內主線段中的最適主線，此時對整個旅次的視角為整體而且是大規模的巨觀觀點，此視野內能見的道路應為高快速道路等。此主線階層道路是旅次的分類而定，若屬於長程旅次，則主線應為第一階層道路，連接起迄兩端第二階層交通分區，若屬於中程旅次，則主線應為第二階層道路，連接起迄兩端第三階層交通分區，若屬於短程旅次，則使用第三階層道路連接起迄點。如下圖 4-15 所示，在主線道路路網中，求得一條連接起迄兩端交通分區的主線，作為最適主線。

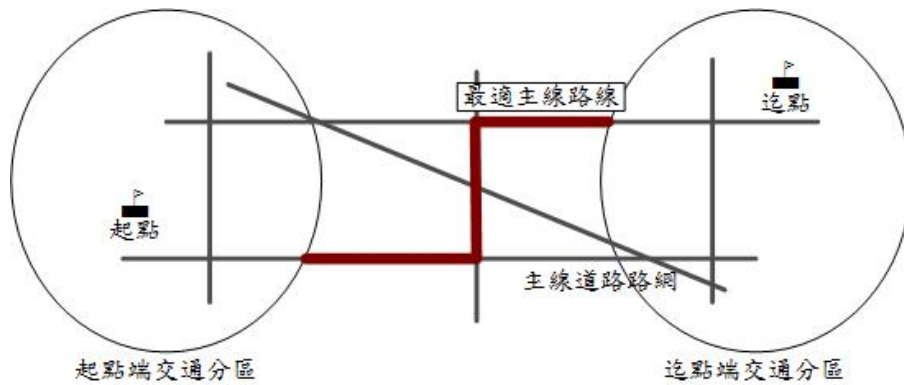


圖4-15. 搜尋最適主線示意圖

步驟二、搜尋次主線

此處的次主線為本研究所提出的一個名稱，說明由主線進入起迄其中一端交通分區內，使用適當的階層道路連接起迄點的交通分區，稱為次主線，理論上此步驟可一直重複，直到連接至最低階層交通分區，若是長程旅次並且由主線連接至第二階層交通分區，而起迄點屬於第三階層交通分區，則必須由主線在次主線道路上，搜尋連接至第三階層交通分區一次。如下圖 4-16 所示。

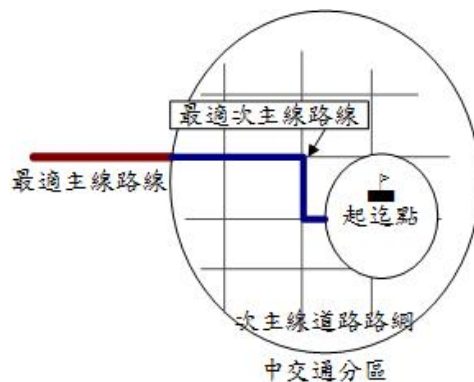


圖4-16. 搜尋最適次主線示意圖

步驟三、搜尋最適支線

此時則是微觀的角度，以最小的視野來尋求一條支線，在此視野下可以看到全部的道路，就如同本研究提出的第三階層道路。最後在起迄端所屬的最低階層交通分區內，使用其地區性的道路路網，搜尋一條連接次主線與起迄點的最適支線。如下圖 4-17 所示。

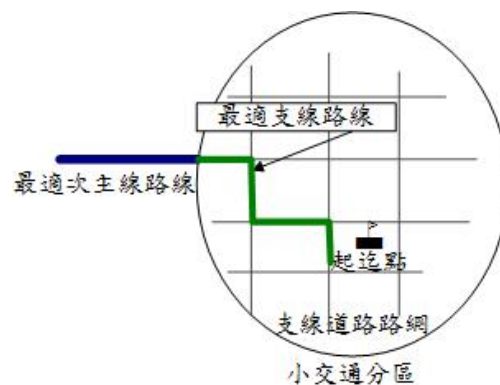


圖4-17. 搜尋最適支線示意圖

4.3 相同第二階層交通分區內旅次圖檔連接程序設計

此類旅次在理論上多為相對短程的旅次，而對應至台灣現況時，則是旅行距離約在 100 公里內的旅次，依照下一階層第三階層交通區的劃設，可再細分為起迄點在相同第三階層交通分區內或是起迄點在不同第三階層交通分區間的旅次，若依照交通分區切割合併的概念，亦可再劃設第四階層交通分區，依照交通分區與道路階層的關係，搜尋出更詳盡的道路。就目前交通分區及道路階層的設計，則第三階層交通分區內的旅次即為短程的旅次，旅行距離約在 10 公里內，用來搜尋路徑的道路圖檔為第三階層道路路網；若為不同第三階層交通分區間的旅次，則約為中短程的旅次，旅行距離約在 10 公里至 100 公里，此時就必須以第二階層道路網，作為連接兩個第三階層交通分區的主線。

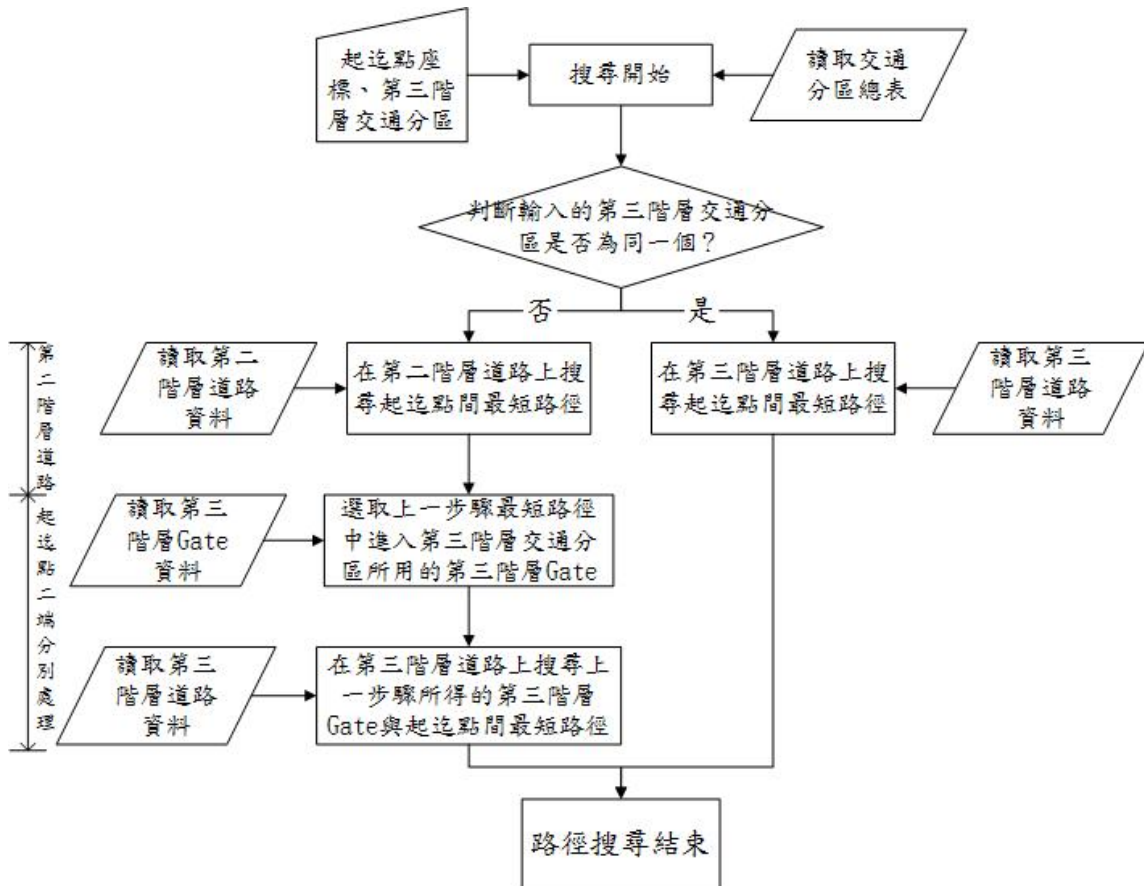


圖4-18. 相同第二階層交通分區內旅次圖檔連接流程圖

在相同第二階層交通分區內的旅次連接流程如上圖 4-18 所示，先判定是否能以簡單一個圖檔做連接，若不能則以第二階層道路為主線，到了起迄點的第三階層交通分區後，再以第三階層道路做支線。

圖檔連接的詳細程序，以步驟的方式列如下：

1. 讀取交通分區總表。
2. 輸入起迄點之座標及第三階層交通分區。
3. 比對輸入的起迄點第三階層交通分區所屬的第二階層交通分區代碼，兩者相同則進入步驟 5；否則進入下一步驟。
4. 搜尋交通分區總表內起點的相鄰第二階層交通分區代碼，若有迄點第二階層交通分區的代碼，則系統使用『起迄點在相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程

- 序』，否則使用『起迄點在不相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』。
- 5.系統判斷使用『相同第二階層交通分區內旅次圖檔連接程序』。
 - 6.系統分析起點與迄點是否位於相同第三階層交通分區內，若是則進入下一步驟；若否則進入步驟 9。
 - 7.讀取所輸入之第三階層交通分區內的第三階層道路。
 - 8.使用最短路徑功能，在上一步驟所得之第三階層道路上，搜尋起點與迄點間的最短路徑，進入步驟 16。
 - 9.讀取起點端所屬之第二階層交通分區的第二階層道路。
 - 10.使用最短路徑功能，在上一步驟所得之第二階層道路上，搜尋起點與迄點間的最短路徑，即為該旅次之主線。
 - 11.讀取起點端之第三交通分區的第三階層節點及第三階層道路。
 - 12.在上一步驟所得之第三階層節點中，選取步驟 10 所得之主線經過的點。若超過 1 個此類節點，則全部納入候選第三階層節點，並進入下一步驟；若只有 1 個此類節點，則進入步驟 14。
 - 13.使用最近物件功能，在步驟 11 所得的第三階層道路上，搜尋距離起點最接近的候選第三階層節點，得到 1 個第三階層節點，以及一條最短路徑，進入步驟 15。
 - 14.使用最短路徑功能，在步驟 11 所得之第三階層道路上，搜尋起點與第三階層節點，兩者間最短路徑。
 - 15.於迄點端重複步驟 11 至步驟 14，所得的兩端路線即為最適支線。
 - 16.得到完整最適路徑，搜尋結束。

在上述程序中，步驟 1 到步驟 5 為起迄點輸入及系統判斷使用何種圖檔連接程序的動作，經由輸入跟資料比對，確定應使用的程序，並進入該圖檔連接程序。步驟 6 為一個分歧步驟，經由輸入的資料再度確認起迄點所在的第三階層交通分區關係，經由此步驟得知起迄點的距離遠近，選擇適宜的圖檔連接方式。步驟 7 及 8 是因應短程旅次，只需讀取第三階層道路，直接搜尋最短路徑。步驟 9 及 10 是在搜尋起迄點在不相同第三階層交通分區間時，用來連接交通分區的主線的步驟。步驟 11 至 14 則在起迄兩端第三階層交通分區內，使用第三階層路網搜尋起迄兩端的最適支線。得到主線及支線後，全程最適路徑便產生。

4.4 相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序設計

在理論上此種旅次可涵蓋長程至短程的旅次，而對應至台灣現況時，則是旅行距離可為 20 公里至 200 公里旅次。就目前交通分區及道路階層的設計，可能涵蓋長程至短程的旅次，因此要設計一種可以搭配經過切割後的道路圖檔連接機制，在此機制下產生的路徑需要有比較與區分各種旅程情況下，適用的主線路徑及連接方式。基本方法為利用第二階層節點作為連接第二階層道路的媒介，再由此媒介分別於起迄端跟起迄點做連接為最適主線，最後以兩端的第三階層道路取得最適支線，得到全程路線。

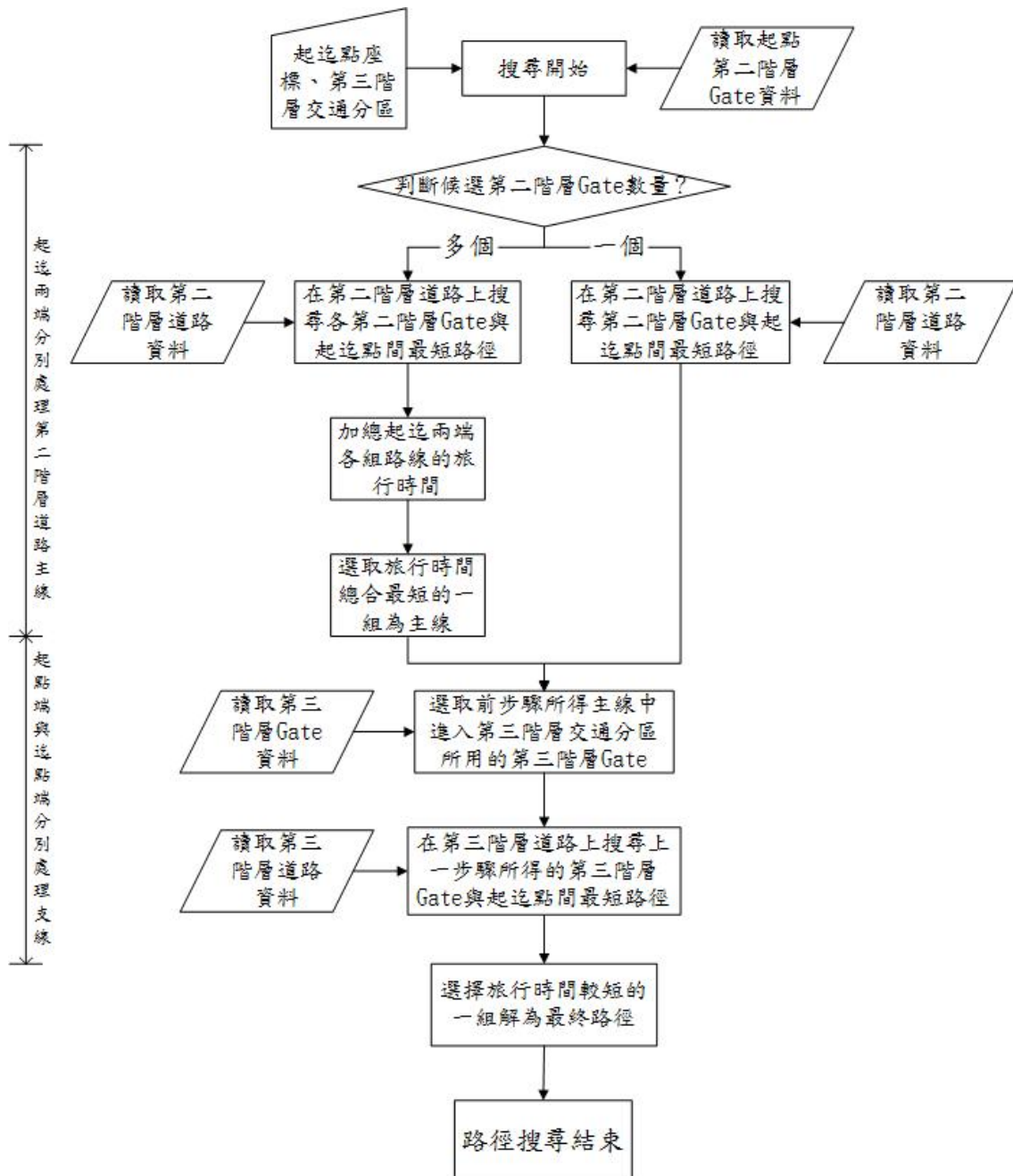


圖4-19. 相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接流程圖

在相鄰第二階層交通分區間的旅次連接流程如上圖 4-19 所示，先找到連接起迄兩端第二階層交通分區的第二階層節點，利用起迄兩端的第二階層道路做主線，到了起迄點的第三階層交通分區後，再以第三階層道路做支線。圖檔連接的程序如下：

- 1.讀取交通分區總表。
- 2.輸入起迄點之座標及第三階層交通分區。
- 3.比對輸入的起迄點第三階層交通分區所屬的第二階層交通分區代碼，兩者相同則使用『相同第二階層交通分區內旅次圖檔連接程序』；否則進入下一步驟。
- 4.搜尋交通分區總表內起點的相鄰第二階層交通分區代碼，若有迄點第二階層交通分區的代碼，則進入下一步驟，否則使用『起迄點在不相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』。
- 5.系統判斷使用『起迄點在相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』。
- 6.讀取起點端的第二階層節點。
- 7.搜尋上一步驟所得的第二階層節點中，與迄點端第二階層交通分區相鄰的節點，並納入候選第二階層節點。
- 8.若候選第二階層節點只有 1 個，則使用此為連接節點，並進入下一步驟；若候選第二階層節點有 2 個以上，則進入步驟 13。
- 9.讀取起點端的第二階層道路。
 - 10.使用最短路徑功能，在上一步驟所得的第二階層道路上，搜尋起點與第二階層節點間的最短路徑。
 - 11.於迄點端重複步驟 9 與步驟 10。
 - 12.由步驟 9 至步驟 11 得到該旅次之主線並至步驟 18。
 - 13.讀取起點端的第二階層道路。
 - 14.使用最短路徑功能，在上一步驟所得的第二階層道路上，搜尋起點與所有的候選第二階層節點間的最短路徑。
 - 15.於迄點端重複步驟 13 及步驟 14。
 - 16.加總步驟 14、15 中，由各候選點至起迄點的阻抗值，即旅行時間。
 - 17.由上一步驟所得的各組合，選取總阻抗值最小之路線所使用的節點以及其路線，即為該旅次之主線。
 - 18.讀取起點端之第三交通分區的第三階層道路。
 - 19.在上一步驟所得之第三階層節點中，選取前面步驟所得之主線經過的點，若超過 1 個此類節點，則全部納入候選第三階層節點，並進入下一步驟；若只有 1 個此類節點，則進入步驟 21。
 - 20.使用最近物件功能，在步驟 18 所得的第三階層道路上，搜尋距離起點最接近的候選第三階層節點，得到 1 個第三階層節點，以及一條最短路徑，進入步驟 22。
 - 21.使用最短路徑功能，在步驟 18 所得之第三階層道路上，搜尋起點與第三階層節點，兩者間最短路徑。
 - 22.於迄點端重複步驟 18 至步驟 21，所得的兩端路線即為支線
 - 23.得到完整最適路徑，搜尋結束。

在上述程序中，步驟 1 到步驟 5 為起迄點輸入及系統判斷使用何種圖檔連接程序的動作，經由輸入跟資料比對，確定應使用的程序，並進入該圖檔連接程序。步驟 6 至步驟 8 為依照候選連接節點個數，判斷是否可使用簡單的搜尋步驟的分歧，若可連接節點個數只有一個，則不需再選擇，經由步驟 9 至步驟 12 得到使用的主線，若可連接節點數不只一個，則經由步驟 13 至步驟 17，搜尋比較各個可連接節點所得到的各組最適主線，其總阻抗值最小者作為使用主線。步驟 18 至步驟 22 即為得到主線後，由主線連接到起迄兩端的支線搜尋步驟，得到主線及起迄兩端支線後，全程最適路徑便產生。

4.5 不相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序設計

此類旅次在理論上為相對長程的旅次，而對應至台灣現況時，則是旅行距離約在 200 公里以上的旅次。就目前交通分區及道路階層的設計，直接使用第一階層道路路網作為連接主線，來連接起迄點的交通分區。用來連接起迄點與第一階層道路的媒介即為第一階層節點，透過第一階層節點聯繫第一階層道路與下級道路路網，因為路網經過切割，所以節點亦成為連接點與起迄點。圖檔連接的首要目標，便是找到此關鍵的第一階層節點，當找到起迄兩端各一個最適的第一階層節點後，利用此二節點分別在第一階層道路路網上找出一條最適主線，以及起迄點兩端的交通分區內路網中，找出兩條最適支線。

本研究比較起先前的研究成果，一個其中重大的變革，就是第一階層道路劃設的方式更改，對應的旅次就是本節所介紹的旅次，而由於道路系統有所變更，所用來連結道路網的節點系統亦有所變更，因此圖檔連接程序自然需要特別的規劃。就本研究變更的第一階層道路系統方面，主要就如 3.2 節所述，因應東部三縣的長程旅次，加入東部三縣的省道進入第一階層道路系統，因此第一階層節點在此東部三縣也產生不同的類型，所應對的圖檔連接程序也需要重新探討，因此對於長程旅次連接程序方面，亦依照起迄點分區是否為東部三縣之一來劃分為三個子圖檔連接程序。因此將起迄點在不相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序內設計出“起迄點皆位於非東部三縣的第二階層交通分區”、“起迄點皆位於東部三縣的第二階層交通分區”及“起迄點中只有一個位於東部三縣的第二階層交通分區之一”三個子圖檔連接程序，而詳細圖檔連接程序如後所述。

4.5.1 起迄點皆位於非東部子圖檔連接程序

起迄點皆位於台灣西部的旅次連接流程如下圖所示，以第一階層道路為主線，在起迄點的第二階層交通分區時以第二階層道路做次主線，到了起迄點的第三階層交通分區後，再以第三階層道路做支線。

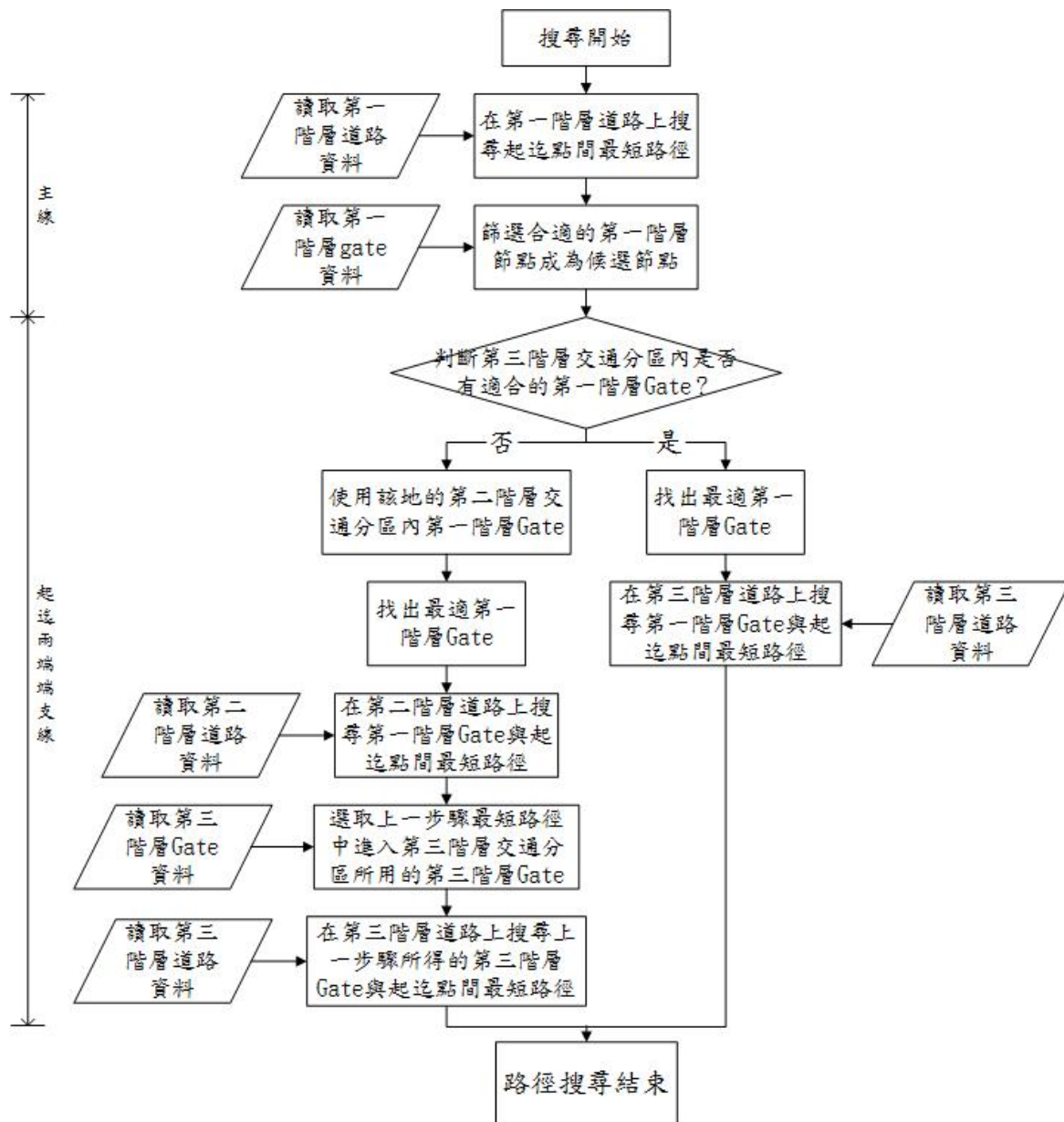


圖4-20. 起迄點皆位於非東部子圖檔連接流程圖

此圖檔連接程序為原始階層式路徑理論設計的道路系統所應對最主要的搜尋情形，基於本研究架構的修改，而增修新的圖檔連接程序如下：

1. 讀取交通分區總表。
2. 輸入起迄點之座標及第三階層交通分區。
3. 比對輸入的起迄點第三階層交通分區所屬的第二階層交通分區代碼，兩者相同則使用『相同第二階層交通分區內旅次圖檔連接程序』；否則進入下一步驟。
4. 搜尋交通分區總表內起點的相鄰第二階層交通分區代碼，若有迄點第二階層交通分區的代碼，則系統使用『起迄點在相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』，否則進入下一步驟。
5. 搜尋交通分區總表內起迄點的第二階層交通分區代碼，是否皆不為宜蘭縣、花蓮縣及台東縣等台灣東部三縣，若是的話則使用“起迄點皆位於非東部三縣的第二階層交通分區子圖檔連接程序”；是否皆為東部三縣之一，若是的話則使用“起迄點皆位於東部三縣的第二階層交通分區子圖檔連接程序”；是否只有一

- 端位於東部三縣之一，若是的話則使用“起迄點中只有一個位於東部三縣的第二階層交通分區之一子圖檔連接程序”。
- 6.系統判斷使用『起迄點在不相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』的“起迄點皆位於非東部三縣的第二階層交通分區子圖檔連接程序”。
 - 7.比對起迄點的第二階層交通分區代碼，若迄點的代碼大於起點則記錄“下”，反之則記錄“上”。
 - 8.讀取全台第一階層道路與全台第一階層節點。
 - 9.使用最短路徑功能，在上一步驟所得之第一階層道路上，搜尋起點與迄點間（※）的最短路徑，即為該旅次之主線。
※在程式中，輸入起點或迄點若距離路網超過一定距離而顯示不在路網內，則依序以後者代替起迄點：(1)該點所在第三階層交通分區的第一階層節點中，距離該點最近者；(2)該點所在第三階層交通分區的第三階層節點中，距離該點最近者；(3)該點所在第二階層交通分區的第一階層節點中，距離該點最近者。
 - 10.紀錄上一步驟所產生的主線結果列表，其中的第一筆國道資料及最後一筆國道資料。
 - 11.搜尋起點端所在第三階層交通分區內，是否有同時符合下列條件的第一階層節點：(1)出入性屬性為可進可出與可進入（迄點端運算為可出）；(2)道路名稱屬性前3個字元與上一步驟所得的主線結果第一筆資料（迄點端運算為最後一筆資料）道路名稱屬性相同；(3)道路名稱屬性最後一個字元與步驟7的結果相同；(4)距離步驟9的主線結果5公里內，有1個以上則全部納入候選第一階層節點，並進入步驟24；若沒有則進下一步驟。
 - 12.在起點端所在第三階層交通分區所屬的第二階層交通分區內，搜尋同時符合下列條件的第一階層節點：(1)出入性屬性為可進可出與可進入（迄點端運算為可出）；(2)道路名稱屬性前3個字元與上一步驟所得的主線結果第一筆資料（迄點端運算為最後一筆資料）道路名稱屬性相同；(3)道路名稱屬性最後一個字元與步驟7的結果相同；(4)距離步驟9的主線結果5公里內，將其全部納入候選第一階層節點。
 - 13.使用最短路徑功能，在步驟8所得的全台第一階層道路上，搜尋迄點（迄點端運算為起點端最適第一階層節點）與上一步驟所得的全部候選第一階層節點間的最短路徑。
 - 14.紀錄上一步驟所得到各路線結果的阻抗值與對應的節點編號。
 - 15.讀取起點端的第二階層道路。
 - 16.使用最短路徑功能，在上一步驟所得道路上，搜尋起點與前面所得的全部候選第一階層節點間的最短路徑。
 - 17.紀錄上一步驟所得到各路線結果的阻抗值與對應的節點編號。
 - 18.加總步驟14、17中，經由各個節點的兩端路線總阻抗值，即旅行時間。
 - 19.由上一步驟所得的各組合中，選取總阻抗值最小之路線所使用的節點以及其路線，即為該第二階層交通分區端所使用的起點端最適第一階層節點與該端的支線。
 - 20.讀取起點端的第三階層節點及第三階層道路。
 - 21.在上一步驟所得之第三階層節點中，選取步驟19所得之支線所經過的點。若超過1個此類節點，則全部納入候選第三階層節點，並進入下一步驟；若只有1個此類節點，則進入23。
 - 22.使用最近物件功能，在步驟20所得道路上，搜尋距離起點最接近的候選第三

- 階層節點，得到 1 個第三階層節點，以及一條最短路徑，進入步驟 33。
- 2 3. 使用最短路徑功能，在步驟 20 所得道路上，搜尋起點與步驟 21 所得的第三階層節點，兩者間最短路徑，進入步驟 33。
 - 2 4. 讀取起點端的第三階層道路。
 - 2 5. 若候選第一階層點只有 1 個，則使用此為起點端最適第一階層節點，進入下一步驟；若候選第一階層點有 2 個以上，則進入步驟 27。
 - 2 6. 使用最短路徑功能，在步驟 24 所得的第三階層道路上，搜尋起點與步驟 25 所得的起點端最適第一階層節點，兩者間最短路徑，進入步驟 33。
 - 2 7. 使用最短路徑功能，在步驟 8 所得的全台第一階層道路上，搜尋迄點（迄點端運算為起點端最適第一階層節點）與步驟 25 所得的全部候選第一階層點間的最短路徑。
 - 2 8. 記錄上一步驟所得到各路線結果的阻抗值與對應的節點編號。
 - 2 9. 使用最短路徑功能，在步驟 24 所得的第三階層道路上，搜尋起點與步驟 25 所得的全部候選第一階層點間的最短路徑。
 - 3 0. 記錄上一步驟所得到各路線結果的阻抗值與對應的節點編號。
 - 3 1. 加總步驟 28、30 中，經由各個節點的兩端路線總阻抗值，即旅行時間。
 - 3 2. 由上一步驟所得的各組合中，選取總阻抗值最小之路線所使用的節點及其路線，即為該第三階層交通分區端所使用的最適第一階層節點與該端的支線。
 - 3 3. 於迄點端重複步驟 11 至步驟 32，所得起迄端各 1 個最適第一階層節點，所得的路線為該分區端最適支線。
 - 3 4. 得到完整最適路徑，搜尋結束。

在上述程序中，步驟 1 到步驟 4 為起迄點輸入及系統判斷使用何種圖檔連接程序的動作，經由輸入跟資料比對，確定應使用的程序，並進入該圖檔連接程序。步驟 5 為一判定方案，選擇適當的子圖檔連接程序。步驟 7 目的在判斷篩選節點，因為數值資料是依照路線方向分別劃設，所以需要一個判斷步驟。步驟 9 是為了站在大範圍、巨觀的角度來搜尋一條適當主線。步驟 11 及 12 則是為了在起迄點分區端得到進入該分區的出入候選節點，先在第三階層交通分區的較小範圍內尋找，若無則向外搜尋較大範圍內的節點來連接。步驟 13 至步驟 19 是為了在前面得到的候選節點中，選取一個最適節點，利用列舉各節點行經路線阻抗值來選擇，並一此得到該端最適支線。步驟 20 至 23 是由上面第二階層道路支線，要進入第三階層交通分區的細部支線搜尋。步驟 24 至 32 內容與步驟 13 至 23 類似，同樣再搜尋一個最適節點與最適支線，但背景為第三階層交通分區內。步驟 33 為在迄點端交通分區，重複前面程序。得到主線及起迄兩端支線後，全程最適路徑便產生。

4.5.2 起迄點中只有一端位於東部子圖檔連接程序

起迄點只有一端位於東部的旅次連接流程如下圖所示，以第一階層道路為主線，起迄點屬於西部的第二階層交通分區以第二階層道路做次主線，再以第三階層道路做支線；而屬於東部的第二階層交通分區以第二階層道路做次主線，再以第三階層道路做支線。

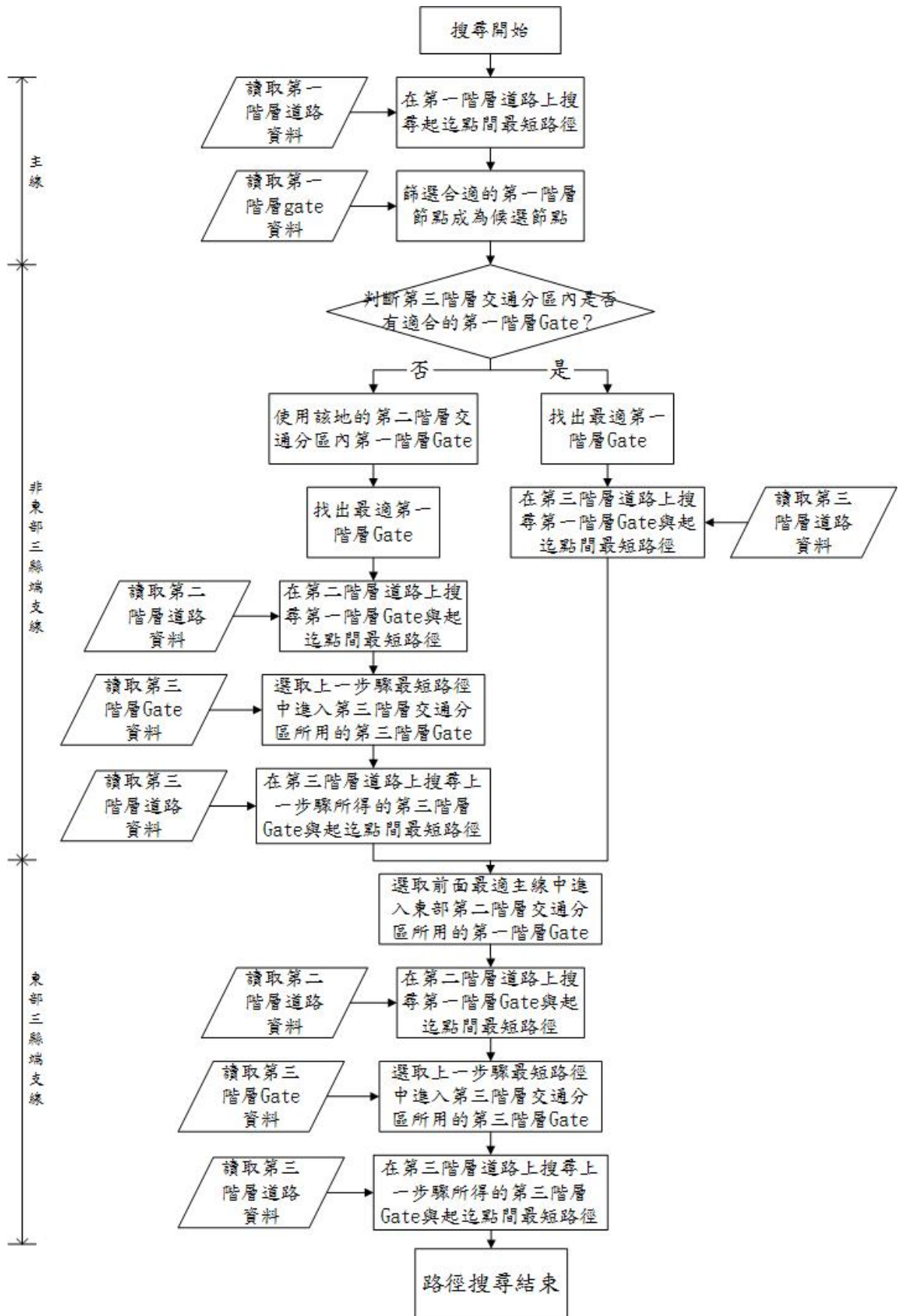


圖4-21. 起迄點中只有一端位於東部子圖檔連接流程圖

此圖檔連接程序就是為本研究提出新的階層式路徑選擇組成與搜尋程序，而特別

增加的子圖層連接程序之一，以便應對為新增訂的部分與原本主要探討部分串連的圖檔連接程序，詳細程序列如下：

1. 讀取交通分區總表。
2. 輸入起迄點之座標及第三階層交通分區。
3. 比對輸入的起迄點第三階層交通分區所屬的第二階層交通分區代碼，兩者相同則使用『相同第二階層交通分區內旅次圖檔連接程序』；否則進入下一步驟。
4. 搜尋交通分區總表內起點的相鄰第二階層交通分區代碼，若有迄點第二階層交通分區的代碼，則系統使用『起迄點在相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』，否則進入下一步驟。
5. 搜尋交通分區總表內起迄點的第二階層交通分區代碼，是否皆不為宜蘭縣、花蓮縣及台東縣等台灣東部三縣，若是的話則使用“起迄點皆位於非東部三縣的第二階層交通分區子圖檔連接程序”；是否皆為東部三縣之一，若是的話則使用“起迄點皆位於東部三縣的第二階層交通分區子圖檔連接程序”；是否只有一端位於東部三縣之一，若是的話則使用“起迄點中只有一個位於東部三縣的第二階層交通分區之一子圖檔連接程序”。
6. 系統判斷使用『起迄點在不相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』的“起迄點中只有一個位於東部三縣的第二階層交通分區之一子圖檔連接程序”。
7. 比對起迄點的第二階層交通分區代碼，若迄點的代碼屬於東部三縣之一則記錄“是”，反之則記錄“否”。
8. 讀取全台第一階層道路及全台第一階層節點。
9. 使用最短路徑功能，在上一步驟所得之第一階層道路上，搜尋起點與迄點間的最短路徑，即為該旅次之主線。
10. 列出上一步驟所產生的主線結果列表，若步驟7所得結果為“是”則記錄第一筆國道資料，反之則記錄最後一筆國道資料。
11. 搜尋非東部三縣端所在第三階層交通分區內，是否有同時符合下列條件的第一階層節點：(1) 出入性屬性為可進可出，或者若為起點端時屬性為可進入，若為迄點端時屬性為可出；(2) 道路名稱屬性前3個字元與上一步驟所得的主線結果資料道路名稱屬性相同；(3) 距離步驟9的主線結果5公里內，有1個以上則全部納入候選第一階層節點，並進入步驟24；若沒有則進下一步驟。
12. 在非東部三縣端所在第三階層交通分區所屬的第二階層交通分區內，搜尋同時符合下列條件的第一階層節點：(1) 出入性屬性為可進可出，或者若為起點端時屬性為可進入，若為迄點端時屬性為可出；(2) 道路名稱屬性前3個字元與上一步驟所得的主線結果資料道路名稱屬性相同，將其全部納入候選第一階層節點。
13. 使用最短路徑功能，在步驟8所得的全台第一階層道路上，搜尋東部三縣端起迄點與上一步驟所得的全部候選第一階層節點間的最短路徑。
14. 記錄上一步驟所得到各路線結果的阻抗值與對應的節點編號。
15. 讀取非東部三縣端的第二階層道路。
16. 使用最短路徑功能，在上一步驟所得道路上，搜尋起點與前面所得的全部候選第一階層節點間的最短路徑。
17. 記錄上一步驟所得到各路線結果的阻抗值與對應的節點編號。
18. 加總步驟14、17中，經由各個節點的兩端路線總阻抗值，即旅行時間。
19. 由上一步驟所得的各組合中，選取總阻抗值最小之路線所使用的節點及其路線，即為該非東部三縣第二階層交通分區端所使用的起點端最適第一階層節點

與該端的支線。

- 2 0.讀取起點端的第三階層節點及第三階層道路。
- 2 1.在上一步驟所得之第三階層節點中，選取步驟 19 所得之支線所經過的節點。若超過 1 個此類節點，則全部納入候選第三階層節點，並進入下一步驟；若只有 1 個此類節點，則進入 23。
- 2 2.使用最近物件功能，在步驟 20 所得道路上，搜尋距離起點最接近的候選第三階層節點，得到 1 個第三階層節點，以及一條最短路徑，進入步驟 33。
- 2 3.使用最短路徑功能，在步驟 20 所得道路上，搜尋起點與步驟 21 所得的第三階層節點，兩者間最短路徑，進入步驟 33。
- 2 4.讀取非東部三縣端的第三階層道路。
- 2 5.若候選第一階層點只有 1 個，則使用此為非東部三縣端最適第一階層節點，進入下一步驟；若候選第一階層點有 2 個以上，則進入步驟 27。
- 2 6.使用最短路徑功能，在步驟 24 所得的第三階層道路上，搜尋起點與步驟 25 所得的非東部三縣端最適第一階層節點，兩者間最短路徑，進入步驟 33。
- 2 7.使用最短路徑功能，在步驟 8 所得的全台第一階層道路上，搜尋東部三縣端起迄點與步驟 25 所得的全部候選第一階層點間的最短路徑。
- 2 8.記錄上一步驟所得到各路線結果的阻抗值與對應的節點編號。
- 2 9.使用最短路徑功能，在步驟 24 所得的第三階層道路上，搜尋非東部三縣端起迄點與步驟 25 所得的全部候選第一階層點間的最短路徑。
- 3 0.記錄上一步驟所得到各路線結果的阻抗值與對應的節點編號。
- 3 1.加總步驟 28、30 中，經由各個節點的兩端路線總阻抗值，即旅行時間。
- 3 2.由上一步驟所得的各組合中，選取總阻抗值最小之路線所使用的節點以及其路線，即為該非東部三縣第三階層交通分區端所使用的最適第一階層節點與該端的支線。
- 3 3.在步驟 8 所得之第一階層節點中，選取步驟 9 所得之最適主線經過，並且屬於東部三縣端的第一階層節點，得到 1 個此類節點。
- 3 4.讀取東部三縣端的第二階層道路。
- 3 5.使用最短路徑功能，在上一步驟所得的第二階層道路上，搜尋東部三縣端起迄點與步驟 33 所得到的第一階層節點間的最短路徑，即為東部三縣第二階層交通分區端最適支線。
- 3 6.讀取東部三縣端之第三交通分區的第三階層節點及第三階層道路。
- 3 7.在上一步驟所得之第三階層節點中，選取步驟 35 所得之支線經過的點。若超過 1 個此類節點，則全部納入候選第三階層節點，並進入下一步驟；若只有 1 個此類節點，則進入步驟 39。
- 3 8.使用最近物件功能，在步驟 36 所得的第三階層道路上，搜尋距離東部三縣端起迄點最接近的候選第三階層節點，得到 1 個第三階層節點，以及一條最短路徑，進入步驟 40。
- 3 9.使用最短路徑功能，在步驟 36 所得之第三階層道路上，搜尋東部三縣端起迄點與第三階層節點，兩者間最短路徑。
- 4 0.得到完整最適路徑，搜尋結束。

在上述程序中，步驟 1 到步驟 4 為起迄點輸入及系統判斷使用何種圖檔連接程序的動作，經由輸入跟資料比對，確定應使用的程序，並進入該圖檔連接程序。步驟 5 為一判定方案，選擇適當的子圖檔連接程序。步驟 7 至步驟 32 內容 4.5.1 小節類似，為在非東部三縣端交通分區內，搜尋一個最適節點與最適支線。步驟 33 至步驟 39 則

是在東部三縣端交通分區內，搜尋一個最適節點與最適支線。得到主線及起迄兩端支線後，全程最適路徑便產生。

4.5.3 起迄點皆位於東部子圖檔連接程序

起迄點皆位於東部的旅次連接流程如下圖所示，以第一階層道路為主線，而起迄點兩端的第二階層交通分區以第二階層道路做次主線，再以第三階層道路做支線。

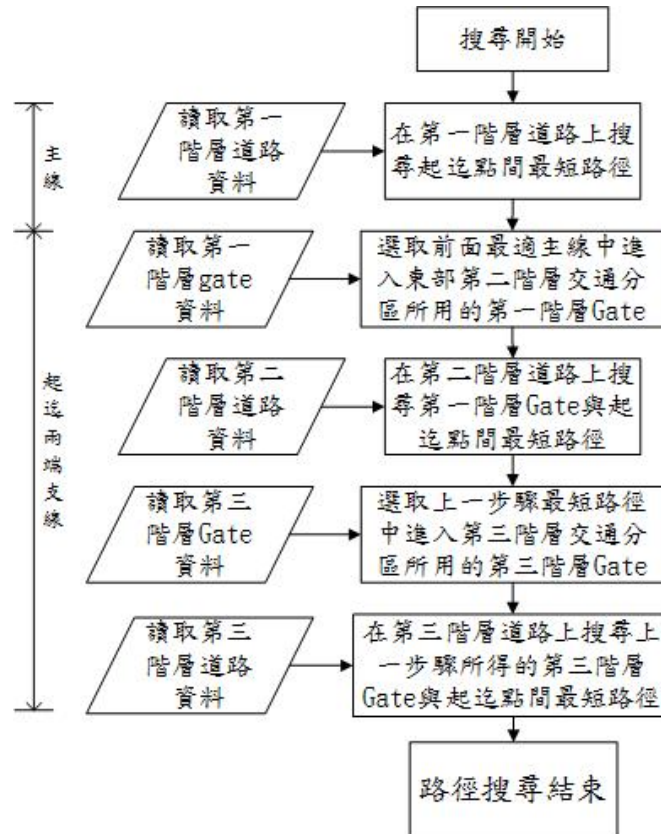


圖4-22. 起迄點皆位於東部子圖檔連接流程圖

此圖檔連接程序同樣是為新階層式路徑選擇組成與搜尋程序，特別增加的子圖層連接程序之一，應對為新增訂的部分彼此串連的圖檔連接程序，就台灣現況來說，此案例只有起迄點在宜蘭縣與台東縣兩端內成立，為使用比例較低的程序。大致上此旅次的圖檔連接程序類似起迄點位於相同第二階層交通分區內，但位於不同第三階層交通分區的旅次。程序如下：

1. 讀取交通分區總表。
2. 輸入起迄點之座標及第三階層交通分區。
3. 比對輸入的起迄點第三階層交通分區所屬的第二階層交通分區代碼，兩者相同則使用『相同第二階層交通分區內旅次圖檔連接程序』；否則進入下一步驟。
4. 搜尋交通分區總表內起點的相鄰第二階層交通分區代碼，若有迄點第二階層交通分區的代碼，則系統使用『起迄點在相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』，否則進入下一步驟。
5. 搜尋交通分區總表內起迄點的第二階層交通分區代碼，是否皆不為宜蘭縣、花蓮縣及台東縣等台灣東部三縣，若是的話則使用“起迄點皆位於非東部三縣的第二階層交通分區子圖檔連接程序”；是否皆為東部三縣之一，若是的話則使用“起迄點皆位於東部三縣的第二階層交通分區子圖檔連接程序”；是否只有一

端位於東部三縣之一，若是的話則使用“起迄點中只有一個位於東部三縣的第二階層交通分區之一子圖檔連接程序”。

- 6.系統判斷使用『起迄點在不相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』的“起迄點皆位於東部三縣的第二階層交通分區子圖檔連接程序”。
- 7.讀取全台第一階層道路及全台第一階層節點。
- 8.使用最短路徑功能，在上一步驟所得之第一階層道路上，搜尋起點與迄點間的最短路徑，即為該旅次之主線。
- 9.在步驟7所得之第一階層節點中，選取上一步驟所得之最適主線經過，並且屬於起點端的第一階層節點，得到1個此類節點。
- 10.讀取起點端的第二階層道路。
- 11.使用最短路徑功能，在上一步驟所得的第二階層道路上，搜尋起點與步驟9所得到的第一階層節點間的最短路徑，即為起點端第二階層交通分區端最適支線。
- 12.讀取起點端之第三交通分區的第三階層節點及第三階層道路。
- 13.在上一步驟所得之第三階層節點中，選取步驟11所得之支線經過的點。若超過1個此類節點，則全部納入候選第三階層節點，並進入下一步驟；若只有1個此類節點，則進入步驟15。
- 14.使用最近物件功能，在步驟12所得的第三階層道路上，搜尋距離起點最接近的候選第三階層節點，得到1個第三階層節點，以及一條最短路徑，進入步驟16。
- 15.使用最短路徑功能，在步驟12所得之第三階層道路上，搜尋起點與第三階層節點，兩者間最短路徑。
- 16.於迄點端重複步驟9及步驟15，得到起迄點兩端的最適支線。
- 17.得到完整最適路徑，搜尋結束。

在上述程序中，步驟1到步驟4為起迄點輸入及系統判斷使用何種圖檔連接程序的動作，經由輸入跟資料比對，確定應使用的程序，並進入該圖檔連接程序。步驟5為一判定方案，選擇適當的子圖檔連接程序。步驟8在搜尋適當主線。步驟9至步驟15為最適支線。而在得到主線及起迄兩端支線後，全程最適路徑便產生。

第五章 階層式路徑選擇構成與驗證

5.1 實例驗證案例設計

5.1.1 各案例設計說明

本研究提出之階層式路徑選擇系統的驗證方式為提出所研究地區內，幾個具有代表性旅次的實例，並依照本研究所設計的圖檔連接方式，搭配 GIS 軟體提供之功能進行搜索，然後對所得的結果進行分析比較。在實例驗證旅次的選擇方面，依照本研究所使用的交通分區概念，區分為各種起點端與迄點端第三階層交通分區的組合來表示，而分類的方式又分為兩個因素，第一因素為本研究搜尋程序所規劃的三類起迄兩端第二階層交通分區關係，即為不相鄰、相鄰及相同三類關係；第二因素則依照本研究針對不相鄰第二階層交通分區旅次特別設計的道路、節點圖檔與圖檔連接程序，再劃分為起迄其中一端是否為特別設計的目標交通分區，也就是台灣東部宜蘭、花蓮及台東三縣內。依照上述的兩個因素，而提出實例驗證共四組，其中所使用的起迄端第三階層交通分區，組合如下表 5-1 所示：

表5-1. 實例驗證各組第三階層交通分區設定表

起迄兩端關係	相同第二階層交通分區	相鄰第二階層交通分區	不相鄰第二階層交通分區
起迄點都在台灣西部或東部一端	I. 永和市→新莊市	II. 新莊市→桃園市	III. 新莊市→太保市
起迄點分別在台灣西部與東部	無	不特別討論	IV. 新莊市→花蓮市

上述所選擇的各組第三階層交通分區中，在相同第二階層交通分區方面，選擇的起迄第三階層交通分區為永和市至新莊市，此例為約 10 公里左右的旅次，以此作為中短程旅次的代表。在不相鄰第二階層交通分區方面，選擇的起迄第三階層交通分區為新莊市至太保市，此例為約 250 公里左右的旅次，以此作為長程旅次的代表。在相鄰第二階層交通分區方面，選擇的起迄第三階層交通分區為新莊市至桃園市，此例為約 20 公里左右的旅次，以此作為中程旅次的代表。

而在不相鄰第二階層交通分區間旅次所設計的各個子連接程序間，案例三對應的是起迄點皆位於台灣西部縣市的旅次，案例四對應的是起迄兩端分別位於台灣東部及西部的旅次，因為此兩種旅次較具有代表性，以及複雜程度較高，因此挑選此兩類子程序來說明，而立一種子程序，及起迄點皆位於台灣東部縣市旅次的連接程序，基本上類似於相鄰第二階層交通分區間旅次的連接程序，但是相鄰第二階層交通分區間旅次通往起迄兩端所使用的第二階層節點必須以列舉比較的方式選定，而不相鄰第二階層交通分區間旅次的連接方式為選取最適第一階層主線所經過的節點來連進起迄兩端第二階層交通分區內，程序上比相鄰第二階層交通分區間旅次簡易，因此不特別提出討論。設定起迄兩端第三階層交通分區完成後，詳細起迄點設定方面，使用各市的市公所，作為詳細的起迄點。

5.1.2 各案例圖檔資料庫建構

本研究所使用的數值資料，為交通部運輸研究所於民國 90 年出版的「新世紀台灣地區交通路網數值地圖 1.0 版」，作為資料基底，進行資料庫建構與設置的基礎。

依照上節所設定的四組驗證案例，為配合階層式路徑選擇各搜尋程序，以及資料庫設計內容，需要實際建構全台第一階層交通分區資料夾內部分資料；台北縣、嘉義縣、桃園縣及花蓮縣的第二階層交通分區資料夾內部分資料；新莊市、桃園市、太保市及花蓮市第三階層交通分區資料夾內全部資料，將實際建構資料內容列於下表 5-2，而各分區別出圖見附錄一：

表5-2. 實例驗證總結建構資料種類列表

序號	資料名稱	利用案例編號
1	全台第一階層道路檔案	全部
2	全台第一階層節點檔案	全部
3	全台交通分區總表	全部
4	台北縣第二階層道路檔案	全部
5	台北縣第二階層節點檔案	Ⅲ
6	桃園縣第二階層道路檔案	Ⅲ
7	嘉義縣第二階層道路檔案	Ⅱ
8	花蓮縣第二階層道路檔案	Ⅳ
9	新莊市第三階層道路檔案	全部
10	新莊市第三階層節點檔案	全部
11	永和市第三階層道路檔案	Ⅰ
12	永和市第三階層節點檔案	Ⅰ
13	桃園市第三階層道路檔案	Ⅲ
14	桃園市第三階層節點檔案	Ⅲ
15	太保市第三階層道路檔案	Ⅱ
16	太保市第三階層節點檔案	Ⅱ
17	花蓮市第三階層道路檔案	Ⅳ
18	花蓮市第三階層節點檔案	Ⅳ

將所建構之圖檔資料庫內容，根據 4.1 節中提出的組成元件設計建構，並依照資料庫設計架構儲存。

5.2 案例一—起迄點在相同第二階層交通分區內旅次

5.2.1 案例一搜尋程序說明

本案例設定為示範實際中短程旅次的搜尋方式及成果展現，依照 4.2 節中設計的程序依序執行，並記錄其結果。本案例之起點為台北縣永和市公所，迄點為台北縣新莊市公所。

- 1、讀取交通分區總表。
 - ◎ 讀取 LEVEL1_TWN 資料夾中的 ZONE_TWN.DBF 檔案。
- 2、輸入起迄點之座標及第三階層交通分區。
 - ◎ 紀錄永和市及新莊市，輸入座標動作交由 ARCVIEW 路網分析模組處理。
- 3、比對輸入的起迄點第三階層交通分區所屬的第二階層交通分區代碼，兩者相同則進入步驟 5；否則進入下一步驟。
 - ◎ 經由交通分區總表得知，永和市所屬的第二階層交通分區為台北縣，欄位 CNUM 代碼為 1；而新莊市所屬的第二階層交通分區同為台北縣，代碼同為 1，進入步驟 5。搜尋資料如下表 5-3 所示：

表5-3. 案例一—步驟3 搜尋資料結果示意表

ID	CNAM	CNUM	TNAM	TNUM
4	台北縣	1	永和市	4
5	台北縣	1	新莊市	5

- 4、搜尋交通分區總表內起點的相鄰第二階層交通分區代碼，若有迄點第二階層交通分區的代碼，則系統使用『起迄點在相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』，否則使用『起迄點在不相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』。
- 5、系統判斷使用『相同第二階層交通分區內旅次搜尋流程』。
 - ◎ 使用下列程序處理此旅次。
- 6、系統分析起點與迄點是否位於相同第三階層交通分區內，若是則進入下一步驟；若否則進入步驟 9。
 - ◎ 經由交通分區總表得知，永和市的第三階層交通分區代碼為 4；而新莊市的第三階層交通分區欄位 TNUM 代碼為 5，兩者不同，進入步驟 9。搜尋資料見表 5-3。
- 9、讀取起點端所屬之第二階層交通分區的第二階層道路。
 - ◎ 讀取永和市所在的台北縣 LEVEL2_TPEH 資料夾中的 ROAD2_TPEH 道路圖檔。
- 10、使用最短路徑功能，在上一步驟所得之第二階層道路上，搜尋起點與迄點間的最短路徑，即為該旅次之主線。
 - ◎ 以 ROAD2_TPEH 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料中永和市公所及新莊市公所的座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，進行最短路徑搜尋，得到一最短路徑。輸出表於附錄二，路線圖如圖 5-1：



圖5-1. 案例一—步驟 10 搜尋主線結果示意圖

- 1 1、讀取起點端之第三交通分區的第三階層節點及第三階層道路。
 - ◎ 讀取永和市 LEVEL3_TPEH04 資料夾中的 ROAD3_TPEH04 道路圖檔及 GATE3_TPEH04 節點檔案。
- 1 2、在上一步驟所得之第三階層節點中，選取步驟 10 所得之主線經過的點。若超過 1 個此類節點，則全部納入候選第三階層節點，並進入下一步驟；若只有 1 個此類節點，則進入步驟 14。
 - ◎ 以 GATE3_TPEH04 節點檔案為搜尋目標，步驟 10 所得結果路線為基準，選取與路線交會的 GATE3_TPEH04 節點物件，結果選取到 1 個節點結果，即 NODEID 為 62920 的點物件，進入步驟 14。搜尋資料如下表所示：

表5-4. 案例一—步驟 12 搜尋資料結果示意表

NODEID	ROADNAME	TNUM
62920	北 88	4

- 1 4、使用最短路徑功能，在步驟 11 所得之第三階層道路上，搜尋起點與第三階層節點，兩者間最短路徑。
 - ◎ 以 ROAD3_TPEH04 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料中永和市公所及步驟 12 選取的點物件的座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，進行最短路徑搜尋，得到一最短路徑。輸出表於附錄二，路線圖如下：



圖5-2. 案例一—步驟 14 搜尋支線結果示意圖

- 1 5、於迄點端重複步驟 11 至步驟 14，所得的兩端路線即為最適支線。
 - ◎ 讀取新莊市 LEVEL3_TPEH05 資料夾中的 ROAD3_TPEH05 道路圖檔及

GATE3_TPEH05 節點檔案。

- ◎ 以 GATE3_TPEH05 節點檔案為搜尋目標，上面所得結果路線為基準，選取與路線交會的 GATE3_TPEH05 節點物件，結果選取到 1 個節點結果，即 NODEID 為 74364 的點物件。
- ◎ 以 ROAD3_TPEH05 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料中永和市公所及上面選取的點物件的座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，進行最短路徑搜尋，得到一最短路徑。輸出表於附錄二，路線圖如下：



圖5-3. 案例一—步驟 15 搜尋支線結果示意圖

1 6、得到完整最適路徑，搜尋結束。

- ◎ 得到最適全線路徑，基於階層式路徑選擇的連接概念，將所得最適主線路徑中，進入第三階層交通分區內的路線皆排除，再納入第三階層交通分區內，經由第三階層節點所連接的最適支線路徑，輸出並列表於下：

表5-5. 案例一—搜尋過程產出最適路線的道路名稱列表

行經順序	永和端道路名稱	主線道路名稱	新莊端道路名稱
起點 ↓ 迄點	竹林路		
	警光街		
	其他道路	竹林路	
	豫溪街	福和路	
	和平街	中正路	
	北 88	北 88	
		中山路二段	
		縣 106	
		中正路	
		台 64	台 64
	台 1 甲	台 1 甲	

※有網底者為本系統產出的最適全體路徑。

- ◎ 由以上所得的路線，經過彙整得出完整結果表，與圖示列出如下：

表5-6. 案例一—所得最終路徑完整道路名稱表

行駛編號	道路名稱	行駛時間 (分)
1	竹林路	0.0600
2	警光街	0.1860
3	其他道路	0.1020
4	豫溪街	0.5100
5	和平街	0.4680
6	北 88	1.6980

7	中山路二段	0.3420
8	縣 106	1.3020
9	中正路	0.5220
10	台 64	2.7840
11	台 1 甲	0.9360
總計		8.910



圖5-4. 案例一—總結最適路徑示意圖

5.2.2 案例一驗證分析

在此主要是探討本案例的過程與結果，與一般傳統路徑選擇結果作比較說明。本研究的目標與期望產出的成果，可由在第一章及第三章詳細探討過的三個基礎面，其中兩個基礎來探討，即讀取限制及行駛道路的階層性兩角度，以及從一般路徑選擇搜尋目標角度等三方面來討論，以下分別就案例成果探討之。

0、設置一般路徑選擇圖檔資料以及進行搜尋

一般路徑選擇在本案例所需要建構的背景，即是使用相同的資料庫來源與相同的起迄點設定，所需要讀取使用的圖檔資料，其方式為將運研所出版的數值地圖資料庫轉出台北縣道路圖檔部分，成為本研究所使用 GIS 軟體的檔案格式，以及轉出地標圖檔資料庫，並挑選本研究所設定的起迄兩點，即永和市公所與新莊市公所，儲存為相同案例背景下，一般路徑選擇所需使用的最小容量檔案，結果得到圖檔大小在一般個人電腦中的容量，台北縣道路圖檔為 6.33MB，其屬性資料表中資料比數共有 15570 筆，因為道路圖檔以線段處理，因此表示共有 15570 條道路線段，在一般路徑選擇模組中，這些路段必須在一次路徑搜尋中必須全部納入。而起迄點資料檔容量為 808bits。一般路徑選擇的步驟如下：

- 1、開啟台北縣道路圖檔。
- 2、開啟起迄點位置圖檔。
- 3、使用最短路徑功能，在台北縣道路上，搜尋距離起點與迄點最短路徑，並結束程序。

◎ 以台北縣道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料中永和市公所及新莊市公所的座標，阻抗定義使用預設，單位為公里，進行最短路徑搜尋，得到

層式路徑選擇系統為約 2MB，而一般路徑選擇則需要約 6MB，大約為階層式路徑選擇系統的 3 倍容量，而與路徑搜尋息息相關的道路檔案資料數來看，階層式路徑選擇系統各搜尋檔案所加總的資料筆數為 7458，而一般路徑選擇搜尋同樣的路網所需的最小檔案資料筆數為 15570，約為階層式路徑選擇系統的 2 倍，顯示在小規模路網使用上，便能看出階層式路徑選擇的優越性。

下圖則以視覺方式來表現運算路網筆數的差異，圖內深色路線及本案例中所讀取運算的階層式道路，分別為台北縣第二階層道路與永和新莊的第三階層道路，而淺色的表示台北縣所有道路路線，即為一般路徑選擇所需要搜尋的路網，由圖中可以看出，一般路徑選擇運算的範圍包含被階層式路徑選擇排除的許多路線，因為階層式路徑選擇以經由適當的法則篩選路徑，因此能夠減少需要運算的路網，並且得到與一般路徑選擇相近的結果，此及階層式路徑選擇的路網資訊應用概念。

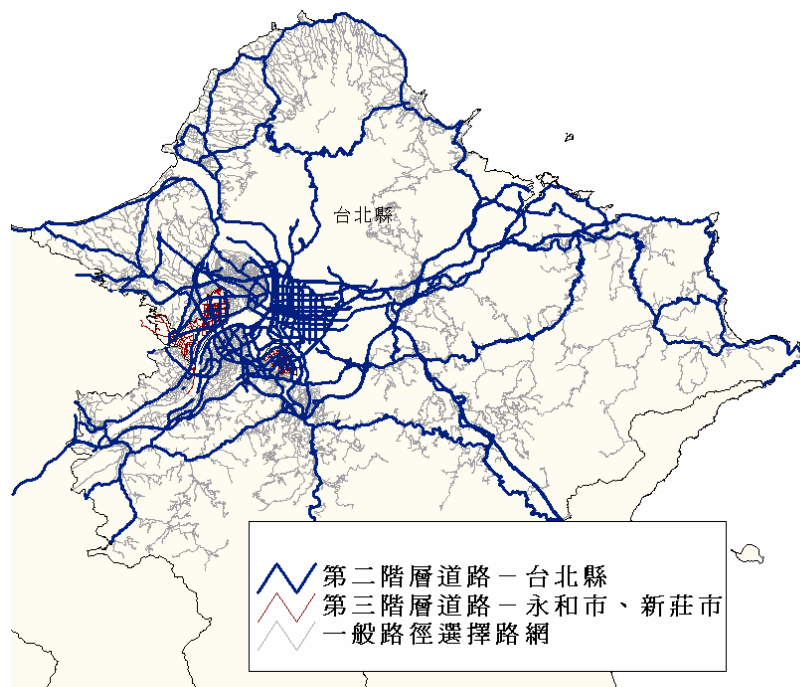


圖5-6. 案例一—運算路網示意圖

2、行使道路階層性角度

在行使道路階層性方面，階層式路徑選擇在各階層道路的編制上，考量了道路等級方式，正好可以應對一般駕駛者對各種程度的旅次上，其主要幹道的考量，因此就這一點來進行案例驗證。因此將階層式路徑選擇與一般路徑選擇的路徑搜尋全程結果，記錄其道路等級，來比較是否能符合預期。將兩種搜尋結果記錄於下：

表5-8. 案例一—階層式路徑選擇最適路徑道路分類表

道路名稱	等級代碼	道路分類	所在分區
竹林路	RD	市區道路	永和端
警光街	RD	市區道路	
其他道路	OT	道路	
豫溪街	RD	市區道路	
和平街	RD	市區道路	

北 88	3U	鄉道	主線
中山路二段	RD	市區道路	
縣 106	2U	縣道	
中正路	RD	市區道路	
台 64	EW	快速道路	
台 1 甲	1U	省道	新莊端

表5-9. 案例一—一般路徑選擇結果道路分類表

道路名稱	等級代碼	道路分類	所在分段	
竹林路	RD	市區道路	永和端	
警光街	RD	市區道路		
其他道路	OT	道路		
豫溪街	RD	市區道路		
和平街	RD	市區道路		
北 88	3U	鄉道	連接段	
中山路二段 2 巷	AL	巷		
勝利路	RD	市區道路		
橋和路	RD	市區道路		
板南路	RD	市區道路		
其他道路	OT	道路		
中正路	RD	市區道路		
民生路一段	RD	市區道路		
板新路	RD	市區道路		
縣 114	2U	縣道		
板新路	RD	市區道路		
漢生東路	RD	市區道路		
漢生西路	RD	市區道路		
新海路	RD	市區道路		
溪頭路	RD	市區道路		
其他道路	OT	道路		
縣 106	2U	縣道		
台 1 甲	1U	省道		新莊端

依照上表 5-9 的行駛道路順序及道路等級分類，可知在永和端是行經一般的市區道路，而主線自然為本研究提出的縣道等級以上及重要道路，而在新莊端道路則為省道，因為新莊市公所位於省道上。而一般路徑選擇結果則見表 5-10，其連接段的道路等級參差不齊，彎繞較頻繁。以下便是將上兩表的結果，依照道路等級與行駛距離的概念，產生道路行駛等級示意圖如下：

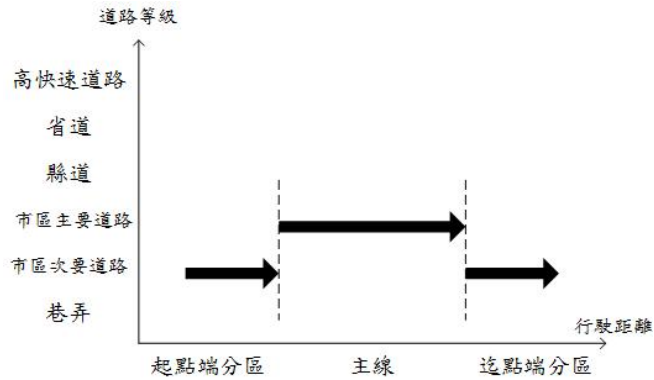


圖5-7. 案例一—階層式道路預期道路等級與行駛距離示意圖

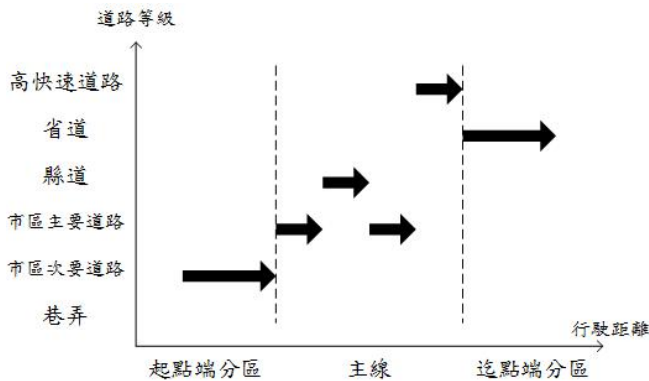


圖5-8. 案例一—階層式路徑選擇道路等級與行駛距離示意圖

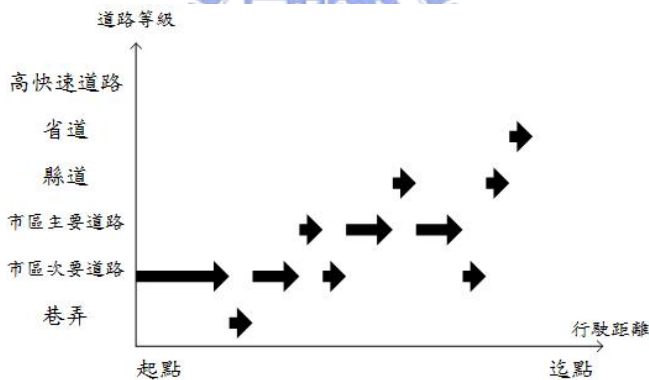


圖5-9. 案例一—一般路徑選擇道路等級與行駛距離示意圖

上圖 5-7 中表示在階層式路徑選擇理論中，預期的道路連接方式，其主線部分應可為重要道路或省縣道等，端視起迄點的距離遠近，由路徑搜尋的旅行時間決定。圖 5-7 表示階層式路徑選擇的搜尋結果，其使用道路大致上與預期結果接近，也就是一般駕駛人所預期使用的路線，即主線路線為一條道路等級較高，易行性較高的道路，並且彎繞較少，而圖 5-9 則為一般路徑選擇的結果，可以看出雖然旅行距離最短，但是沒有主線與支線的概念，而在各種等級道路中穿梭，產生經常變換道路及易行性不可預測的結果。

3、就一般路徑選擇搜尋目標角度

與一般路徑選擇的目標來做比較，因為本研究並不探討搜尋演算法的優劣，而是在相同演算法的背景，即相同路網分析模組搜尋的輔助下，來比較階層式路徑選擇與一般路徑選擇兩者產出的優劣，因此僅挑選做為路徑選擇的一般目標—阻抗值—在兩者搜尋結果的表現，用來分析在一般路徑選擇主要評判觀點。

在本案例中，一般路徑選擇所使用的圖檔資料為原始數值地圖來源直接轉換，而本研究所提出的階層式路徑選擇的圖檔資料為自行處理成特別屬性內容的檔案，所用來計算的阻抗來源與屬性資料都與本案例使用的一般路徑選擇方式不同，為了比較階層式路徑選擇所選取路徑與一般路徑選擇的結果在總阻抗值方面的差異，因此必須將阻抗值計算的方式、目標與單位轉成相同，而針對阻抗值方面，本研究提出的階層式路徑選擇系統作的相關處理，與一般路徑選擇的運算差異就在於本研究將路徑搜尋的考量阻抗設定為旅行時間，而預設的考量阻抗值為路線長度，為了消除此種因素變化的影響，做一個立足點較接近的比對，在此評量角度對一般路徑選擇的路網圖檔資料，依照本研究道路行駛速率設定方式，同樣地進行處理，並改變考量阻抗的因素為與本研究同是旅行時間，在此種背景下，一般路徑選擇產生的結果，會比預設考量阻抗所得的結果，更具有道路分級性，也更接近階層式路徑選擇的結果。

在依照相同的 4.1 節中道路圖檔資料設置方式重建台北縣道路圖檔資料後，由前面說明的一般路徑選擇搜尋程序，再搜尋出一個結果，而搜尋出的路徑正好與階層式路徑選擇的總結路線完全相同，可能原因有兩個，因為由永和市進入新莊市主要必須經過新海大橋與大漢橋來通過大漢溪，因此通行路線有限，第二個原因為此路線的路等級比周圍道路要高，這也可以說明階層式路徑選擇的優點，假設道路階層劃設正確，使用部分的路網搜尋仍可以得到使用全部路網搜尋可得到的結果，因為理論上來說一般路徑選擇所搜尋的結果是一個最佳解，而階層式路徑選擇為了產生能連接經過交通分區切割的路網，以及符合駕駛人預期的階層式道路，已先將道路做適當的節選，因此階層式路徑選擇的產出阻抗值必定大於或等於一般路徑選擇結果，而可能是次佳解，只是此種次佳解之阻抗值應該不會比最佳解增加很多，並且能夠符合實際駕駛者需要，以及本研究所假設的運算環境，可以驗證階層式路徑選擇可以達到其目標。

若以路線線段來分析，一般路徑選擇結果所經過路線資料筆數，與階層式路徑選擇結果所經過路線資料筆數同為 120 條，兩條路線重疊比例佔一般路徑選擇及階層式路徑選擇選取結果的 100%，亦即為相同的路線。以下將階層式路徑選擇與考慮阻抗為路線長度的一般路徑選擇搜尋結果疊合做一個比較（考慮阻抗為旅行時間的一般路徑選擇搜尋結果與階層式路徑選擇相同）：

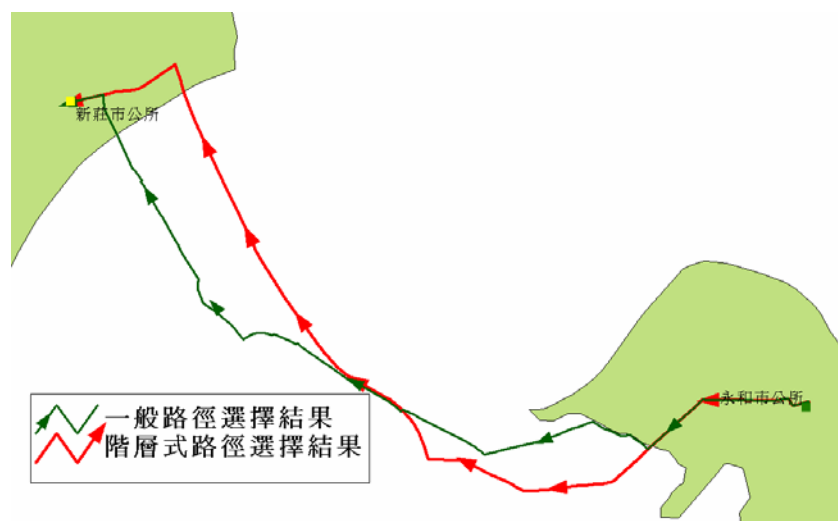


圖5-10. 案例一—兩種選擇方式產出結果示意圖

5.3 案例二一起迄點在相鄰第二階層交通分區間旅次

5.3.1 案例二搜尋程序說明

本案例設定來示範主要為相對中短程旅次的搜尋方式及成果展現，因為此案例的可能旅行距離較多樣，因此搜尋與評比的程序較多。依照 4.4 節中設計的程序依序執行，並記錄其結果。本案例之起點為台北縣新莊市公所，迄點為桃園縣桃園市公所。

1、讀取交通分區總表。

◎ 讀取 LEVEL1_TWN 資料夾中的 ZONE_TWN.DBF 檔案。

2、輸入起迄點之座標及第三階層交通分區。

◎ 紀錄新莊市及桃園市，輸入座標動作交由 ARCVIEW 路網分析模組處理。

3、比對輸入的起迄點第三階層交通分區所屬的第二階層交通分區代碼，兩者相同則使用『相同第二階層交通分區內旅次搜尋流程』；否則進入下一步驟。

◎ 經由交通分區總表得知，新莊市所屬的第二階層交通分區為台北縣，欄位 CNUM 代碼為 1；而桃園市所屬的第二階層交通分區為桃園縣，代碼為 3，兩者不相同，進入下一步驟。搜尋資料如下表 5-10 所示：

表5-10. 案例二一步驟3搜尋資料結果示意表

ID	CNAM	CNUM	TNAM	TNUM
5	台北縣	1	新莊市	5
19	桃園縣	3	桃園市	1

4、搜尋交通分區總表內起點的相鄰第二階層交通分區代碼，若有迄點第二階層交通分區的代碼，則進入下一步驟，否則使用『起迄點在不相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』。

◎ 經由交通分區總表得知，新莊市所屬的資料中，相鄰分區欄位 Nn 代碼為有 2 及 3，符合目標桃園縣 3，進入下一步驟。搜尋資料如下表 5-11 所示：

表5-11. 案例二一步驟4搜尋資料結果示意表

ID	CNAM	CNUM	TNAM	TNUM	N1	N2	N3	N4	N5	N6
5	台北縣	1	新莊市	5	2	3				

5、系統判斷使用『起迄點在相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』。

◎ 使用下列程序處理此旅次。

6、讀取起點端的第二階層節點。

◎ 讀取台北縣 LEVEL2_TPEH 資料夾中的 GATE2_TPEH 節點圖檔。

7、搜尋上一步驟所得的第二階層節點中，與迄點端第二階層交通分區相鄰的節點，並納入候選第二階層節點。

◎ 交通分區總表所記錄桃園市資料列的 CNUM 為 3，在第二階層節點上，搜尋 CNUM2 為 3 的節點，結果選出共 15 個點，列出前 2 個結果如下表 5-12r 及圖 5-11：

表5-12. 案例二一步驟8搜尋資料結果示意表

NODEID	ROADNAME	CNUM1	CNUM2
5833	國 1	1	3
5836	縣 105	1	3

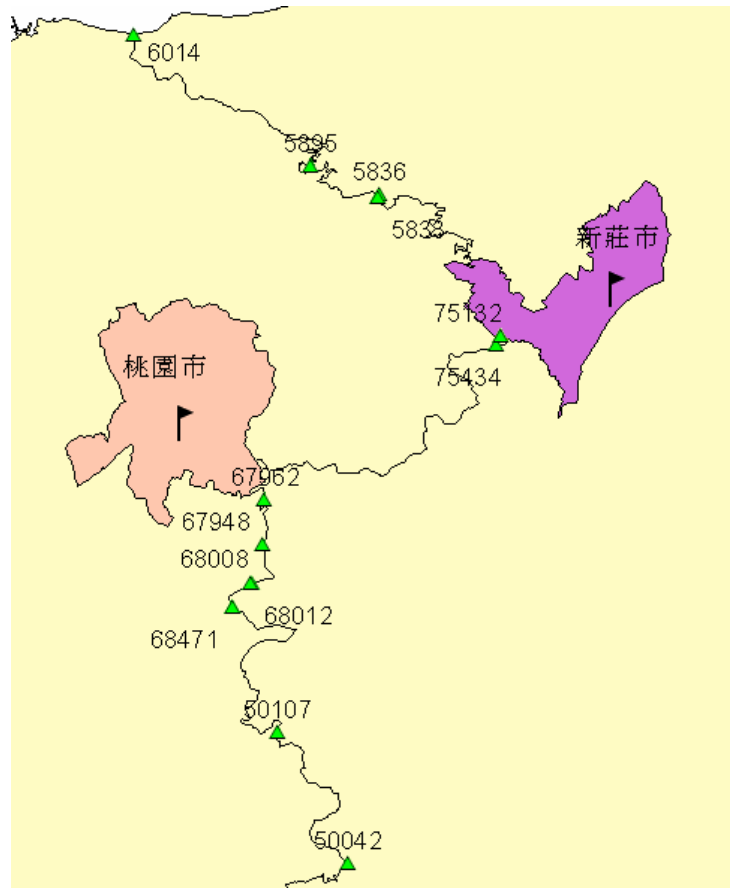


圖5-11. 案例二一步驟7搜尋第二階層節點結果示意圖

8、若候選第二階層節點只有1個，則使用此為連接節點，並進入下一步驟；若候選第二階層節點有2個以上，則進入步驟13。

◎ 共有15個節點選取，進入步驟13。

13、讀取起點端的第二階層道路。

◎ 讀取台北縣 LEVEL2_TPEH 資料夾中的 ROAD2_TPEH 節點圖檔。

14、使用最短路徑功能，在上一步驟所得的第二階層道路上，搜尋起點與所有的候選第二階層點間的最短路徑。

◎ 以 ROAD2_TPEH 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料中新莊市公所與步驟7得到的15個節點座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，逐個進行最短路徑搜尋，得到15組最短路徑，記錄每一組的結果。

15、於迄點端重複步驟13及步驟14。

◎ 讀取桃園縣 LEVEL2_TYU 資料夾中的 ROAD2_TYU 節點圖檔。

◎ 以 ROAD2_TYU 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料中新莊市公所與步驟7得到的15個節點座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，逐個進行最短路徑搜尋，得到15組最短路徑，記錄每一組的結果。

16、加總步驟14、15中，由各候選點至起迄點的阻抗值，即旅行時間。

◎ 將運算結果的總阻抗值，列表如下：

表5-13. 案例二一步驟16搜尋資料結果示意表

節點編號	北縣端阻抗(時) A	桃縣端阻抗(時) B	總阻抗值(時) C=A+B	總旅行時間(分) 60×C
5833	0.1415	0.1625	0.3040	18.24
5836	0.2027	0.1693	0.3720	22.32

5838	0.1419	0.1679	0.3098	18.59
5895	0.2438	0.4346	0.6784	40.70
6014	0.4801	0.2959	0.7760	46.56
50042	0.4103	0.4612	0.8715	52.29
50107	0.3631	0.2851	0.6482	38.89
67948	0.2928	0.1752	0.4680	28.08
67962	0.3093	0.0916	0.4009	24.05
68008	0.2540	0.2192	0.4732	28.39
68012	0.2603	0.2304	0.4907	29.44
68471	0.2592	0.4142	0.6734	40.40
68472	0.2637	0.4204	0.6841	41.05
75132	0.0641	0.1797	0.2438	14.63
75434	0.1710	0.1762	0.3472	20.83

※有網底者表示為最後選取的結果。

1 7、由上一步驟所得的各組合，選取總阻抗值最小之路線所使用的節點以及其路線，即為該旅次之主線。

- ◎ 選取總阻抗值最小值 0.2438，該資料屬於編號為 75132 的節點，輸出表於附錄二，路線圖如下：



圖5-12. 案例二一步驟 17 搜尋兩端主線結果示意圖

1 8、讀取起點端之第三交通分區的第三階層節點及第三階層道路。

- ◎ 讀取新莊市 LEVEL3_TPEH05 資料夾中的 ROAD3_TPEH05 道路圖檔及 GATE3_TPEH05 節點檔案。

1 9、在上一步驟所得之第三階層節點中，選取前面步驟所得之主線經過的點，若超過 1 個此類節點，則全部納入候選第三階層節點，並進入下一步驟；若只有 1 個此類節點，則進入步驟 21。

- ◎ 以 GATE3_TPEH05 節點檔案為搜尋目標，步驟 17 所得結果路線為基準，選取與路線交會的 GATE3_TPEH05 節點物件，結果選取到 1 個節點結果，即 NODEID 為 75132 的點物件（因為新莊市靠近桃園縣的一端就位於台北縣界上，新莊市界就與縣界重合，因此會選到重複的節點），進入步驟 21。如下表 5-14。

表5-14. 案例二一步驟 19 搜尋資料結果示意表

NODEID	ROADNAME	TNUM
75132	台 1	5

2 1、使用最短路徑功能，在步驟 18 所得之第三階層道路上，搜尋起點與第三階層節點，兩者間最短路徑。

- ◎ 以 ROAD3_TPEH05 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料中新莊市公所及步驟 17 得到的點物件的座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，進行最短路徑搜尋，得到一最短路徑。輸出表於附錄二，路線圖如下：



圖5-13. 案例二—步驟 21 搜尋支線結果示意圖

2 2、於迄點端重複步驟 18 至步驟 21，所得的兩端路線即為支線。

- ◎ 讀取桃園市 LEVEL3_TYU01 資料夾中的 ROAD3_TYU01 道路圖檔及 GATE3_TYU01 節點檔案。
- ◎ 以 GATE3_TYU01 節點檔案為搜尋目標，上面所得結果路線為基準，選取與路線交會的 GATE3_TYU01 節點物件，結果選取到 1 個節點結果，即 NODEID 為 75842 的點物件。
- ◎ 以 ROAD3_TYU01 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料中桃園市公所及上面選取的點物件的座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，進行最短路徑搜尋，得到一最短路徑。輸出表於附錄二，路線圖如下：



圖5-14. 案例二—步驟 22 搜尋支線結果示意圖

2 3、得到完整最適路徑，搜尋結束。

- ◎ 得到最適全線路徑，輸出並列表 5-15 於下：

表5-15. 案例二—搜尋過程產出最適路線的道路名稱列表

行經順序	新莊端道路名稱	北縣端道路名稱	桃園端道路名稱	桃市端道路名稱
起點 ↓ 迄點	台 1 甲	台 1 甲		
	台 1	台 1		
			台 1	
			台 1 甲	
			台 1	
			台 1 甲	台 1 甲
			台 1	台 4
				台 1
				中原路
				其他道路
				縣府路
	※有網底者為本系統產出的最適全體路徑。			

- ◎ 由以上所得的路線，經過彙整得出完整結果表 5-16 如下：

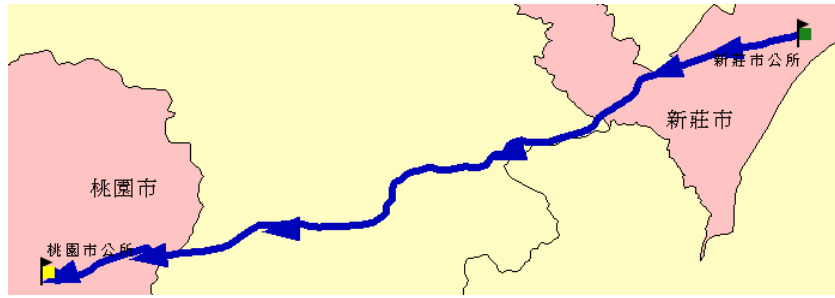


圖5-16. 案例二—以一般路徑選擇搜尋結果示意圖

1、讀取限制角度

在讀取限制方面，比對相同的背景條件之下，兩者所需要使用的圖檔來做驗證。本研究所提出的搜尋方式如 5.1 節所示，所使用的圖檔，在同樣環境的電腦中，各檔案的儲存及運算容量分別如下表 5-17 所示：

表5-17. 案例二—儲存及運算容量比較表

搜尋方式	檔案名稱	檔案容量	屬性資料數
階層式路徑選擇系統	OD.DBF (起迄點檔案)	808bits (0.0007MB)	2
	ZONE_TWN.DBF (交通分區總表)	9.22KB (0.0090MB)	88
	ROAD2_TPEH (台北縣第二階層道路)	1.73MB	5824
	ROAD2_TYU (桃園縣第二階層道路)	602KB (0.5878MB)	1895
	ROAD3_TPEH05 (新莊市第三階層道路)	346KB (0.3378MB)	1241
	ROAD3_TYU01 (桃園市第三階層道路)	459KB (0.4482MB)	1617
	GATE 2_TPEH (台北縣第二階層節點)	2.41KB (0.0023MB)	19
	GATE3_TPEH05 (新莊市第三階層節點)	1.71KB (0.0016MB)	12
	GATE3_TYU01 (桃園市第三階層節點)	1.87KB (0.0018MB)	15
小計		3.1192MB	10577 (道路檔部分)
一般路徑選擇	OD.DBF (起迄點檔案)	808bits (0.0007MB)	2
	北桃二縣道路	18.7MB	46199
小計		18.7MB	46199 (道路檔部分)

根據上表所示，因應相同起迄點的路徑選取運算時，所需要讀取的檔案，在階層式路徑選擇系統為約 3MB，而一般路徑選擇則需要約 18.7MB，大約為階層式路徑選擇系統的 6 倍容量，而由道路檔案資料數來看，階層式路徑選擇系統各搜尋檔案所加總的資料筆數為 10577，而一般路徑選擇搜尋同樣的路網所需的最小檔案資料筆數為 46199，約為階層式路徑選擇系統的 4 倍，由兩方面所

必須運算的資料筆數呈現的差距來看，顯示在中型規模路網、中短程旅次使用上，比一般路徑選擇所需要搜尋的路網圖檔資料筆數少的很多，在此旅行距離下仍能達到階層式路徑選擇的目的。

下圖 5-17 則以視覺方式來表現運算路網筆數的差異，圖內深色路線及本案例中所讀取運算的階層式道路，分別為全台第一階層道路、台北縣及桃園縣的第二階層道路，與新莊跟桃園市的第三階層道路，而淺色的表示台北縣及桃園縣兩縣合併所有道路路線，即為一般路徑選擇所需要搜尋的路網，由圖中可以看出，一般路徑選擇運算的範圍包含被階層式路徑選擇排除的許多路線，因為階層式路徑選擇以經由適當的法則篩選路徑，因此能夠減少需要運算的路網，並得到與一般路徑選擇相近的結果，此及階層式路徑選擇的路網資訊應用概念。

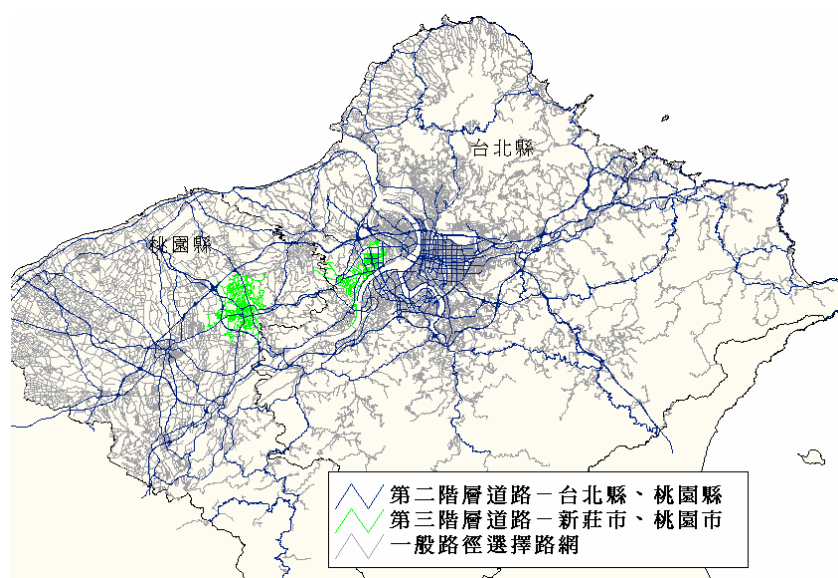


圖5-17. 案例二—運算路網示意圖

2、行使道路階層性角度

在行使道路階層性方面，將階層式路徑選擇與一般路徑選擇的路徑搜尋全程結果，記錄其道路等級。將兩種搜尋結果記錄於下二表：

表5-18. 案例二—階層式路徑選擇最適路徑道路分類表

道路名稱	等級代碼	道路分類
台 1 甲	1U	省道
台 1	1U	省道
台 1 甲	1U	省道
台 1	1U	省道
台 1 甲	1U	省道
台 4	1U	省道
台 1	1U	省道
中原路	RD	市區道路
其他道路	OT	市區道路
縣府路	RD	市區道路

表5-19. 案例二—一般路徑選擇結果道路分類表

道路名稱	等級代碼	道路分類
------	------	------

台 1 甲	1U	省道
台 1	1U	省道
台 1 甲	1U	省道
台 1	1U	省道
中山東路	RD	市區道路
中山路	RD	市區道路
台 1	1U	省道
中山北路	RD	市區道路
其他道路	OT	市區道路
縣府路	RD	市區道路

依照上面階層式路徑選擇的行駛道路順序及道路等級分類，可知從新莊端一直到桃園市節點都是行駛省道等級，其中包括主線，而在桃園市端道路則為由省道等級進入一般市區等級，很符合本研究所提出的理論。而一般路徑選擇結果的道路等級方面，在進入桃園市前與階層式路徑選擇結果大致相同，但進入桃園市後便無等級規律。以下便是將上兩表的結果，依照道路等級與行駛距離的概念，產生道路行駛等級示意圖如下：

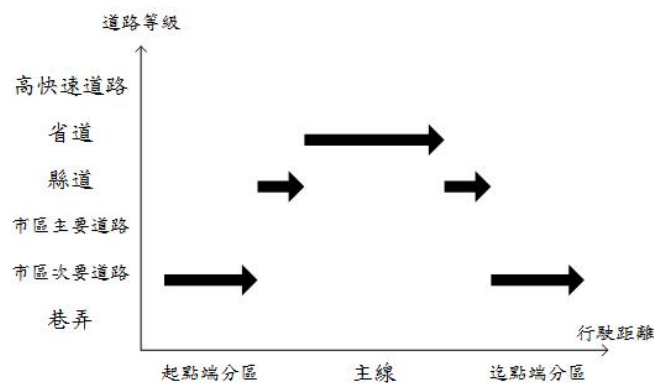


圖5-18. 案例二—階層式道路預期道路等級與行駛距離示意圖

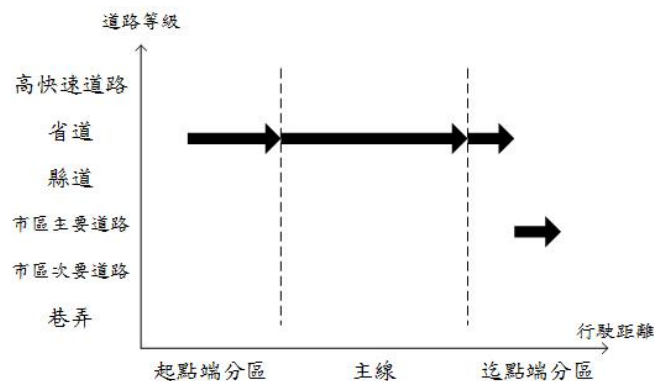


圖5-19. 案例二—階層式路徑選擇道路等級與行駛距離示意圖

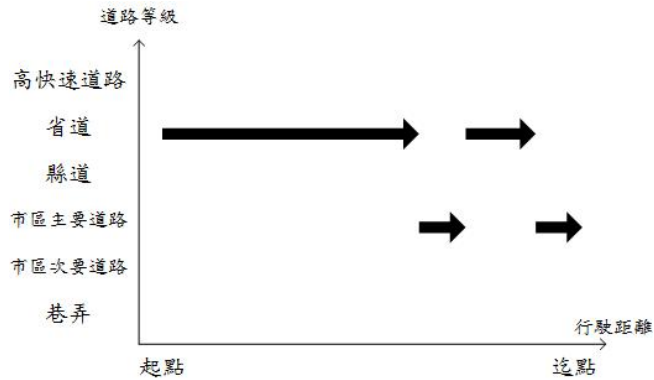


圖5-20. 案例二—一般路徑選擇道路等級與行駛距離示意圖

上面預期示意圖中表示在階層式路徑選擇理論中，預期的道路大致連接方式，其主線部分應為省道、縣道或是重要道路等，而起迄兩端使用道路則由路徑搜尋的旅行時間決定。階層式路徑選擇的搜尋結果示意圖，其使用道路大致上與預期結果相符。至於一般路徑選擇的結果，在到桃園市以前都保持在省道的等級，但進入桃園市後就比較沒有規律。

3、就一般路徑選擇搜尋目標角度

在依照相同的 4.1 節中道路圖檔資料設置方式重建全台道路圖檔資料後，由前面說明的一般路徑選擇搜尋程序，再搜尋出一個結果，而搜尋出的路徑道路名稱結果，與階層式路徑選擇搜尋結果完全一致，可以看出在相同的旅行時間阻抗考量下，階層式路徑選擇以部分路網運算，就能夠得到最佳解。以下將上面搜尋結果疊合做一個比較：



圖5-21. 案例二—三種選擇方式產出結果示意圖

5.4 案例三一起迄點在不相鄰的西部第二階層交通分區間旅次

5.4.1 案例三搜尋程序說明

本案例設定為示範實際相對長程旅次的搜尋方式及成果展現，依照 4.5 節中設計的程序依序執行，並記錄其結果。本案例之起點為台北縣新莊市公所，迄點為嘉義縣太保市公所。

- 1、讀取交通分區總表。
 - ◎ 讀取 LEVEL1_TWN 資料夾中的 ZONE_TWN.DBF 檔案。
- 2、輸入起迄點之座標及第三階層交通分區。
 - ◎ 紀錄新莊市及太保市，輸入座標動作交由 ARCVIEW 路網分析模組處理。
- 3、比對輸入的起迄點第三階層交通分區所屬的第二階層交通分區代碼，兩者相同則使用『相同第二階層交通分區內旅次圖檔連接程序』；否則進入下一步驟。
 - ◎ 經由交通分區總表得知，新莊市所屬的第二階層交通分區為台北縣，欄位 CNUM 代碼為 1；而太保市所屬的第二階層交通分區為嘉義縣，代碼同為 10，兩者不相同，進入下一步驟。搜尋資料如下表 5-20 所示：

表5-20. 案例三一步驟3搜尋資料結果示意表

ID	CNAM	CNUM	TNAM	TNUM
5	台北縣	1	新莊市	5
62	嘉義縣	10	太保市	1

- 4、搜尋交通分區總表內起點的相鄰第二階層交通分區代碼，若有迄點第二階層交通分區的代碼，則系統使用『起迄點在相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』，否則進入下一步驟。
 - ◎ 經由交通分區總表得知，新莊市所屬的資料中，相鄰分區欄位 Nn 代碼為有 2 及 3，皆不等於 10，因此進入下一步驟。搜尋資料見案例二步驟四搜尋結果表所示。
- 5、搜尋交通分區總表內起迄點的第二階層交通分區代碼，是否皆不為宜蘭縣、花蓮縣及台東縣等台灣東部三縣，若是的話則使用“起迄點皆位於非東部三縣的第二階層交通分區子圖檔連接程序”；是否皆為東部三縣之一，若是的話則使用“起迄點皆位於東部三縣的第二階層交通分區子圖檔連接程序”；是否只有一端位於東部三縣之一，若是的話則使用“起迄點中只有一個位於東部三縣的第二階層交通分區之一子圖檔連接程序”。
 - ◎ 由步驟 3 可知，起點端所屬第二階層交通分區代碼 CNUM 為 1，而迄點端所屬第二階層交通分區代碼 CNUM 為 10，台灣東部三縣宜蘭縣、花蓮縣及台東縣所屬第二階層交通分區代碼 CNUM 分別為 2、15 及 14，起迄兩端代碼皆不為此三碼。
- 6、系統判斷使用『起迄點在不相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』的“起迄點皆位於非東部三縣的第二階層交通分區子圖檔連接程序”。
 - ◎ 使用下列程序處理此旅次。
- 7、比對起迄點的第二階層交通分區代碼，若迄點的代碼大於起點則記錄“下”，反之則記錄“上”。
 - ◎ 由步驟 3 可知，起點端所屬第二階層交通分區代碼 CNUM 為 1，而迄點端所屬第二階層交通分區代碼 CNUM 為 10，迄點端代碼 10 大於起點端代碼 1，紀錄“下”。

- 8、讀取全台第一階層道路與全台第一階層節點。
- ◎ 讀取全台 LEVEL1_TWN 資料夾中的 ROAD1_TWN 道路圖檔及 GATE1_TWN 節點圖檔。
- 9、使用最短路徑功能，在上一步驟所得之第一階層道路上，搜尋起點與迄點間的最短路徑，即為該旅次之主線。
- ◎ 以 ROAD1_TWN 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料新莊市公所及太保市公所的座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，進行最短路徑搜尋，得到一最短路徑。輸出表於附錄二，路線圖如下圖 5-22：

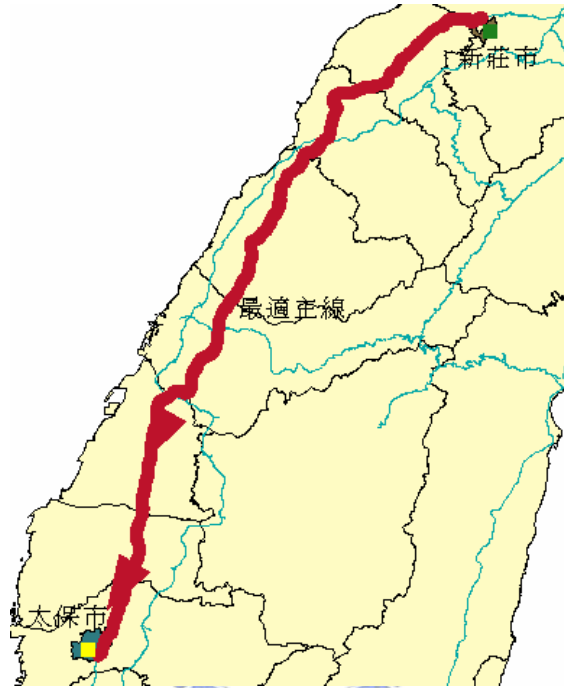


圖5-22. 案例三一步驟9搜尋最適主線結果示意圖

- 10、紀錄上一步驟所產生的主線結果列表，其中的第一筆國道資料及最後一筆國道資料。
- ◎ 主線搜尋結果中所使用路線道路名稱依序排列，結果只有一筆資料為國1，將其記錄於第一筆資料結果與最後一筆資料結果。
- 11、搜尋起點端所在第三階層交通分區內，是否有同時符合下列條件的第一階層節點：(1) 出入性屬性為可進可出與可進入（迄點端運算為可出）；(2) 道路名稱屬性前3個字元與上一步驟所得的主線結果第一筆資料（迄點端運算為最後一筆資料）道路名稱屬性相同；(3) 道路名稱屬性最後一個字元與步驟7的結果相同；(4) 距離步驟9的主線結果5公里內，有1個以上則全部納入候選第一階層節點，並進入步驟24；若沒有則進下一步驟。
- ◎ 由步驟8所得的第一階層節點，搜尋出 CNUM 欄位為1且 TNUM 欄位為5的資料，結果無此類資料，進入下一步驟。
- 12、在起點端所在第三階層交通分區所屬的第二階層交通分區內，搜尋同時符合下列條件的第一階層節點：(1) 出入性屬性為可進可出與可進入（迄點端運算為可出）；(2) 道路名稱屬性前3個字元與上一步驟所得的主線結果第一筆資料（迄點端運算為最後一筆資料）道路名稱屬性相同；(3) 道路名稱屬性最後一個字元與步驟7的結果相同；(4) 距離步驟9的主線結果5公里內，將其全部納入候選第一階層節點。

- ◎ 由步驟 8 所得的第一階層節點，搜尋出 CNUM 欄位為 1 的資料。
- ◎ 進一步搜尋(1)出入性欄位為 0 或 2；且(2)ROADNAME 欄位為“國 1”；且(3)ROADNAME 欄位最後一個字元為“上”；(4)距離步驟 9 的主線結果 5 公里內，的第一階層節點，結果選出共 1 個點如下表 5-21。

表5-21. 案例三一步驟 12 搜尋資料示意表

NODEID	CNUM	TNUM	Type	出入性	ROADALIASN	RAMPSN	RAMPID	ROADNAME
6509	1		1	0	五股交流道	70	3	國 1

- 1 3、使用最短路徑功能，在步驟 8 所得的全台第一階層道路上，搜尋迄點（迄點端運算為起點端最適第一階層節點）與上一步驟所得的全部候選第一階層點間的最短路徑。
 - ◎ 以 ROAD1_TWN 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料中太保市公所與步驟 12 得到的節點座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，進行最短路徑搜尋，得到最短路徑。
- 1 4、記錄上一步驟所得到各路線結果的阻抗值與對應的節點編號。
 - ◎ 記錄上一步驟所得到的最短路徑，以及搜尋路徑結果。
- 1 5、讀取起點端的第二階層道路。
 - ◎ 讀取台北縣 LEVEL2_TPEH 資料夾中的 ROAD2_TPEH 道路圖檔。
- 1 6、使用最短路徑功能，在上一步驟所得道路上，搜尋起點與前面所得的全部候選第一階層點間的最短路徑。
 - ◎ 以 ROAD2_TPEH 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料中新莊市公所與步驟 12 得到的節點座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，進行最短路徑搜尋，得到最短路徑。
- 1 7、記錄上一步驟所得到各路線結果的阻抗值與對應的節點編號。
 - ◎ 記錄上一步驟所得到的最短路徑，以及搜尋路徑結果。
- 1 8、加總步驟 14、17 中，經由各個節點的兩端路線總阻抗值，即旅行時間。
- 1 9、由上一步驟所得的各組合中，選取總阻抗值最小之路線所使用的節點以及其路線，即為該第二階層交通分區端所使用的起點端最適第一階層節點與該端的支線。
 - ◎ 輸出表於附錄二，路線圖如下圖 5-23：

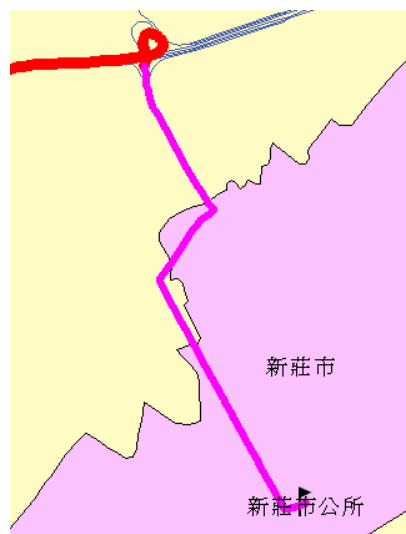


圖5-23. 案例三一步驟 19 搜尋起點端支線結果示意圖

20、讀取起點端的第三階層節點及第三階層道路。

- ◎ 讀取新莊市 LEVEL3_TPEH05 資料夾中的 ROAD3_TPEH05 道路圖檔及 GATE3_TPEH05 節點檔案。

21、在上一步驟所得之第三階層節點中，選取步驟 19 所得之支線所經過的點。若超過 1 個此類節點，則全部納入候選第三階層節點，並進入下一步驟；若只有 1 個此類節點，則進入 23。

- ◎ 以 GATE3_TPEH05 節點檔案為搜尋目標，步驟 19 所得結果路線為基準，選取與路線交會的 GATE3_TPEH05 節點物件，結果選取到 3 個節點結果，並進入下一步驟。搜尋資料如下表 5-22 所示：

表5-22. 案例三一步驟 21 搜尋資料結果示意表

NODEID	ROADNAME	TNUM
74189	台 1	5
74267	台 1	5
74331	縣 106	5

22、使用最近物件功能，在步驟 20 所得道路上，搜尋距離起點最接近的候選第三階層節點，得到 1 個第三階層節點，以及一條最短路徑，進入步驟 33。

- ◎ 以 ROAD3_TPEH05 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取上一步驟選取結果資料為目標物件，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，進行最近物件搜尋，得到一個最近點物件，編號為 74331，及一個最短路徑，進入步驟 33。輸出表於附錄二，路線圖如下圖 5-24：



圖5-24. 案例三一步驟 22 搜尋新莊端支線結果示意圖

33、於迄點端重複步驟 11 至步驟 32，所得起迄端各 1 個最適第一階層節點，所得的路線為該分區端最適支線。

- ◎ 由步驟 8 所得的第一階層節點，搜尋出 CNUM 欄位為 10 且 TNUM 欄位為 1 的資料。
- ◎ 進一步搜尋(1)出入性欄位為 0 或 2；且(2)ROADNAME 欄位為“國 1”；且(3)ROADNAME 欄位最後一個字元不為“上”，的第一階層節點，結果選出共 1 個點，結果為編號 148335 的節點，如下表 5-23。

表5-23. 案例三一迄點端搜尋結果資料示意表

NODEID	CNUM	TNUM	Type	出入性	ROADALIASN	RAMPSN	RAMPID	ROADNAME
--------	------	------	------	-----	------------	--------	--------	----------

148335	10	1	1	0	嘉義交流道	46	1	國 1 下
--------	----	---	---	---	-------	----	---	-------

- ◎ 以 ROAD1_TWN 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取步驟 19 中得到的起點端第一階層節點與前面得到的 1 個節點座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，進行最短路徑搜尋，得到 1 條最短路徑。
- ◎ 記錄上一步驟所得到的最短路徑，以及搜尋路徑結果。
- ◎ 讀取太保市 LEVEL3_CIAH01 資料夾中的 ROAD3_CIAH01 道路圖檔。
- ◎ 以 ROAD3_CIAH01 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料中太保市公所與前面得到的節點座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，進行最短路徑搜尋，得到 1 條最短路徑。
- ◎ 記錄上一步驟所得到的最短路徑，以及搜尋路徑結果，輸出表於附錄二，路線圖如下圖 5-25：

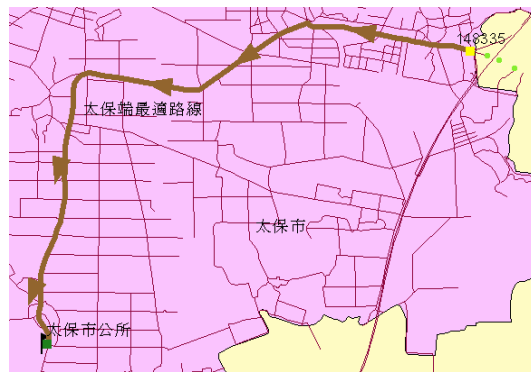


圖5-25. 案例三—太保端支線結果示意圖

3 4、得到完整最適路徑，搜尋結束。

- ◎ 得到最適全線路徑，基於階層式路徑選擇的連接概念，將所得最適主線路徑中，進入第三階層交通分區內的路線皆排除，再納入第三階層交通分區內，經由第三階層節點所連接的最適支線路徑，輸出並列表於下表 5-24：

表5-24. 案例三—搜尋過程產出最適路線的道路名稱列表

行經順序	新莊端道路名稱	北縣端道路名稱	主線道路名稱	太保端道路名稱
起點 ↓ 迄點	台 1 甲	台 1 甲		
	縣 106	縣 106		
		台 1		
		縣 107 甲		
			國 1	
				嘉義交流道
				縣 159
				嘉 56
			嘉 49	

※有網底者為本系統產出的最適全體路徑。

- ◎ 由以上所得的路線，經過彙整得出完整結果表，與圖示列出如下表 5-25：

表5-25. 案例三—總結最適路徑完整道路名稱表

行駛編號	道路名稱	行駛時間 (分)
1	台 1 甲	0.1620

2	縣 106	2.1480
3	台 1	0.6360
4	縣 107 甲	1.3440
5	國 1	130.3980
6	嘉義交流道	0.0000
7	縣 159	2.2320
8	嘉 56	3.9300
9	嘉 49	4.6680
總計		145.5180

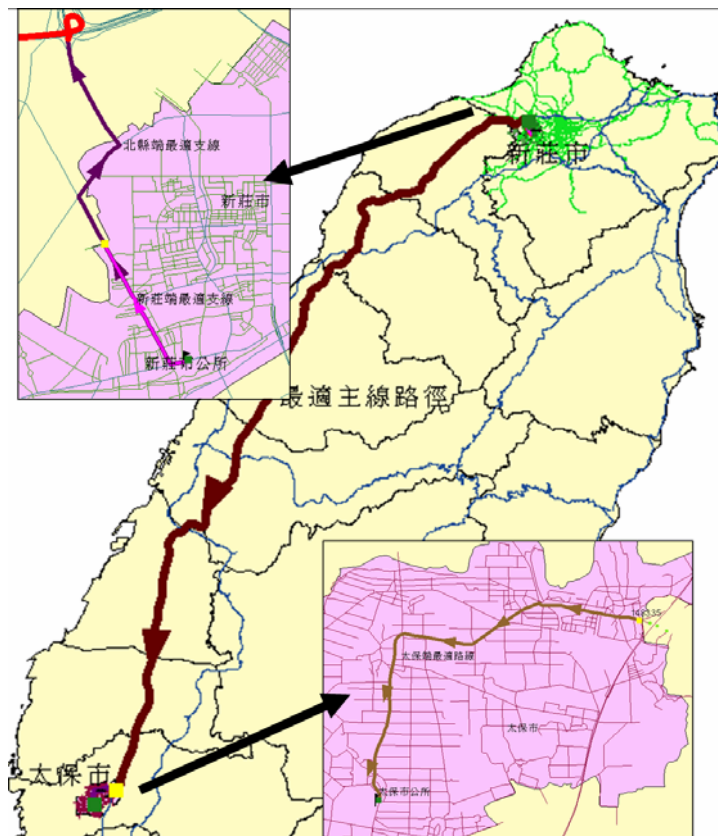


圖5-26. 案例三—所得總結路徑示意圖

5.4.2 案例三驗證分析

本案例驗證如下流程。

0、設置一般路徑選擇圖檔資料以及進行搜尋

將數值地圖資料庫轉出台灣全部道路圖檔部分（因為所搜尋的路網為台灣地區的長程旅次），並轉成本研究所使用 GIS 軟體的檔案格式，以及轉出地標圖檔資料庫，再挑選本研究設定的起迄兩點，即新莊市公所與太保市公所。儲存為相同案例背景的情形下，一般路徑選擇所需使用的最小容量檔案，結果得到圖檔大小在一般個人電腦中的容量，台灣全部道路圖檔為 103MB，其屬性資料表中資料筆數共有 264007 筆，表示約有 20 萬條道路線段，而起迄點資料檔容量為 808bits。一般路徑選擇結果由以下得出：

- ◎ 以台灣全部道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料新莊市公所及太保市

公所的座標，阻抗定義使用預設，單位為公里，進行最短路徑搜尋，得到一最短路徑。詳細輸出報表見附錄，輸出表於附錄二，路線圖如下圖 5-27：



圖5-27. 案例三一以一般路徑選擇搜尋結果示意圖

1、讀取限制角度

各檔案的儲存及運算容量分別如下表 5-26 所示：

表5-26. 案例三一儲存及運算容量比較表

搜尋方式	檔案名稱	檔案容量	屬性資料數
階層式路徑 選擇系統	OD.DBF (起迄點檔案)	808bits (0.0007MB)	2
	ZONE_TWN.DBF (交通分區總表)	9.22KB (0.0090MB)	88
	ROAD1_TWN (全台第一階層道路)	1.83MB	4657
	ROAD2_TPEH (台北縣第二階層道路)	1.73MB	5824
	ROAD3_TPEH05 (新莊市第三階層道路)	346KB (0.3378MB)	1241
	ROAD3_CIAH01 (太保市第三階層道路)	381KB (0.3720MB)	1287
	GATE1_TWN (全台第一階層節點)	92.8KB (0.0906MB)	409
	GATE3_TPEH05 (新莊市第三階層節點)	1.71KB (0.0016MB)	12
小計		4.37MB	13009 (道路檔部分)
一般路徑選擇	OD.DBF (起迄點檔案)	808bits (0.0007MB)	2

	台灣全部縣道路	103MB	264007
	小計	103MB	264007 (道路檔部分)

根據上表所示，因應相同起迄點的路徑選取運算時，所需要讀取的檔案，在階層式路徑選擇系統為約 4MB，而一般路徑選擇則需要約 103MB，大約為階層式路徑選擇系統的 23 倍容量，而由道路檔案資料數來看，階層式路徑選擇系統各搜尋檔案所加總的資料筆數為 13009，而一般路徑選擇搜尋同樣的路網所需的最小檔案資料筆數為 264007，約為階層式路徑選擇系統的 20 倍，由兩方面所必須讀取的路網檔案容量，及運算的資料筆數呈現如此的差距來看，顯示在大規模路網、長程旅次使用上，更能展示階層式路徑選擇的優點性，並且旅行距離越長，越能達到階層式路徑選擇的目的。

下圖 5-28 則以視覺方式來表現運算路網筆數的差異，圖內深色路線及本案例中所讀取運算的階層式道路，分別為全台第一階層道路、台北縣第二階層道路與新莊與太保的第三階層道路，而淺色的表示全台縣所有道路路線，即為一般路徑選擇所需要搜尋的路網，由圖中可以看出，一般路徑選擇運算的範圍包含被階層式路徑選擇排除的許多路線，因為階層式路徑選擇以經由適當的法則篩選路徑，因此能夠減少需要運算的路網，並且得到與一般路徑選擇相近的結果，此及階層式路徑選擇的路網資訊應用概念。



圖5-28. 案例三—運算路網示意圖

2、行使道路階層性角度

將階層式路徑選擇搜尋結果記錄於下表 5-27，而一般路徑選擇結果見附錄二：

表5-27. 案例三—階層式路徑選擇最適路徑道路分類表

道路名稱	等級代碼	道路分類	所在分區
台 1 甲	1U	省道	新莊端
縣 106	2U	縣道	
台 1	1U	省道	北縣端

縣 107 甲	2U	縣道	
國 1	HW	國道	主線
嘉義交流道	HW	國道	太保端
縣 159	2U	縣道	
嘉 56	3U	鄉道	
嘉 49	3U	鄉道	

依照上面階層式路徑選擇的行駛道路順序及道路等級分類，可知在新莊端是行駛省道與縣道等級，台北縣端同樣行駛省道縣道等級，而主線為本研究提出長程旅次應使用的國道等級道路，而在太保端道路則為由縣道等級進入鄉道等級，可以說非常符合本研究所提出的理論。而一般路徑選擇結果的道路等級參差不齊，彎繞較頻繁，中前段以國道連接，但後段便無等級規律。以下便是將上兩表的結果，依照道路等級與行駛距離的概念，產生道路行駛等級示意圖如下：

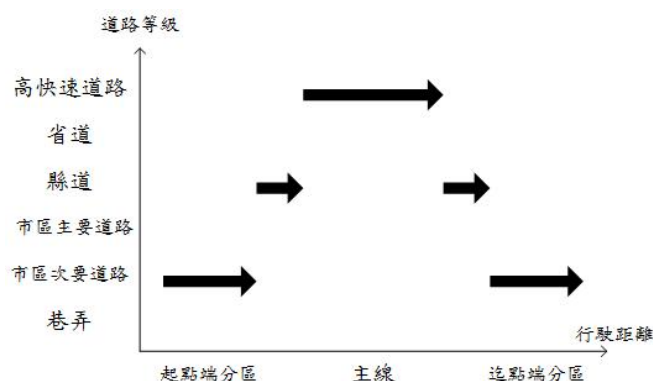


圖5-29. 案例三一階層式道路預期道路等級與行駛距離示意圖

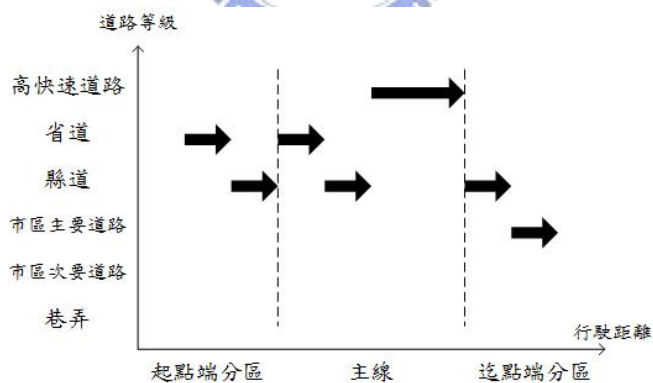


圖5-30. 案例三一階層式路徑選擇道路等級與行駛距離示意圖

上面預期示意圖中表示在階層式路徑選擇理論中，預期的道路大致連接方式，其主線部分應為高速公路或省道等，而起迄兩端使用道路則由路徑搜尋的旅行時間決定。而階層式路徑選擇的搜尋結果示意圖，其使用道路大致上與預期結果接近，也就是一般駕駛人所預期使用的路線，即主線路線為一條道路等級較高，易行性較高的道路，並且彎繞較少，至於起點端分區方面，因為設定起點剛好位於省道旁，因此也驗證第三階層交通分區所包含的道路應不可偏廢。至於一般路徑選擇的結果，可以搜尋結果道路分類看出，雖然旅行距離最短，但是沒有主線與支線的概念，而在各種等級道路中穿梭，產生經常變換道路及易行性不可預測的結果。

3、就一般路徑選擇搜尋目標角度

在依照相同的 4.1 節中道路圖檔資料設置方式重建全台道路圖檔資料後，由前面說明的一般路徑選擇搜尋程序，再搜尋出一個結果，而搜尋出的路徑道路名稱如下表 5-28：

表5-28. 案例三—考量旅行時間的一般路徑結果道路名稱表

行駛編號	道路名稱	行駛時間(分)
1	台 1 甲	0.1620
2	縣 106	2.1480
3	台 1	0.6360
4	縣 107 甲	1.1640
5	國 1	126.9540
6	縣 168	3.6240
7	嘉 49	0.7620
總計		138.4500

由以上結果，可得出總阻抗值為 138.45，即是旅行時間為 138.45 分鐘，與階層式路徑選擇結果 145.518 分鐘做比較，相差 7.068 分鐘，約比一般路徑選擇搜尋結果多出 5.105%，並未比最佳解增加很多。

若以路線線段來分析，一般路徑選擇結果所經過路線資料筆數共 328 條，階層式路徑選擇結果所經過路線資料筆數共 357 條，在此案例中重疊路線筆數為 300 條，兩條路線重疊比例約佔階層式路徑選擇選取結果的 84.0336%，佔一般路徑選擇選取結果的 91.4634%，為大致上為重疊的兩條路線。由以上結果得知即使是大規模路網，運算長程旅次的最短路徑，所得結果仍與階層式路網經過整理後的路網來搜尋結果相差不大，即使用部分的路網搜尋，仍能逼近最佳解。因此階層式路徑選擇的優異在長程旅次便能證實。以下將上面搜尋結果疊合做一個比較：

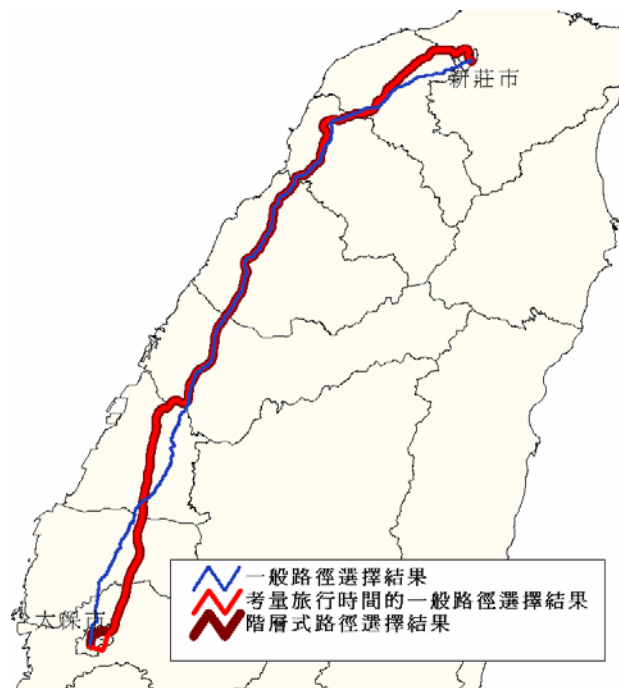


圖5-31. 案例三—三種選擇方式產出結果示意圖

5.5 案例四一起迄點在不相鄰的東西部第二階層交通分區間旅次

5.5.1 案例四搜尋程序說明

本案例設定為示範特別設計的長程旅次搜尋方式及成果展現，依照 4.3 節中設計的程序依序執行，及依照本研究針對起迄點其中一端為特別設計的目標交通分區，也就是台灣東部宜蘭、花蓮及屏東三縣，來設定迄點。因為對此三縣的長程旅次主線特別重新設計，所以提出一個案例來探討。本案例之起點為台北縣新莊市公所，迄點為花蓮縣花蓮市公所。

1、讀取交通分區總表。

◎ 讀取 LEVEL1_TWN 資料夾中的 ZONE_TWN.DBF 檔案。

2、輸入起迄點之座標及第三階層交通分區。

◎ 紀錄新莊市及花蓮市，輸入座標動作交由 ARCVIEW 路網分析模組處理。

3、比對輸入的起迄點第三階層交通分區所屬的第二階層交通分區代碼，兩者相同則使用『相同第二階層交通分區內旅次圖檔連接程序』；否則進入下一步驟。

◎ 經由交通分區總表得知，新莊市所屬的第二階層交通分區為台北縣，欄位 CNUM 代碼為 1；而花蓮市所屬的第二階層交通分區為花蓮縣，代碼同為 15，兩者不相同，進入下一步驟。搜尋資料如下表 5-29 所示：

表5-29. 案例四一步驟3搜尋資料結果示意表

ID	CNAM	CNUM	TNAM	TNUM
5	台北縣	1	新莊市	5
86	花蓮縣	15	花蓮市	1

4、搜尋交通分區總表內起點的相鄰第二階層交通分區代碼，若有迄點第二階層交通分區的代碼，則系統使用『起迄點在相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』，否則進入下一步驟。

◎ 經由交通分區總表得知，新莊市所屬的資料中，相鄰分區欄位 Nn 代碼為有 2 及 3，皆不等於 15，因此進入下一步驟。搜尋資料見案例二步驟四搜尋結果表所示。

5、搜尋交通分區總表內起迄點的第二階層交通分區代碼，是否皆不為宜蘭縣、花蓮縣及台東縣等台灣東部三縣，若是的話則使用“起迄點皆位於非東部三縣的第二階層交通分區子圖檔連接程序”；是否皆為東部三縣之一，若是的話則使用“起迄點皆位於東部三縣的第二階層交通分區子圖檔連接程序”；是否只有一端位於東部三縣之一，若是的話則使用“起迄點中只有一個位於東部三縣的第二階層交通分區之一子圖檔連接程序”。

◎ 由步驟 3 可知，起點端所屬第二階層交通分區代碼 CNUM 為 1，而迄點端所屬第二階層交通分區代碼 CNUM 為 15，台灣東部三縣宜蘭縣、花蓮縣及台東縣所屬第二階層交通分區代碼 CNUM 分別為 2、15 及 14，起端代碼皆不為此三碼，而迄起端代碼符合其中一碼。

6、系統判斷使用『起迄點在不相鄰第二階層交通分區間旅次圖檔連接程序』的“起迄點中只有一個位於東部三縣的第二階層交通分區之一子圖檔連接程序”。

◎ 使用下列程序處理此旅次。

7、比對起迄點的第二階層交通分區代碼，若迄點的代碼屬於東部三縣之一則記錄“是”，反之則記錄“否”。

- ◎ 由步驟 3 可知，迄點端代碼 CNUM 為 15，符合東部三縣其中一碼，因此記錄“是”。
- 8、讀取全台第一階層道路及全台第一階層節點。
 - ◎ 讀取全台 LEVEL1_TWN 資料夾中的 GATE1_TWN 節點圖檔。
- 9、使用最短路徑功能，在上一步驟所得之第一階層道路上，搜尋起點與迄點間的最短路徑，即為該旅次之主線。
 - ◎ 以 ROAD1_TWN 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料新莊市公所及花蓮市公所的座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，進行最短路徑搜尋，得到一最短路徑。輸出表於附錄二，路線圖如下圖 5-32：

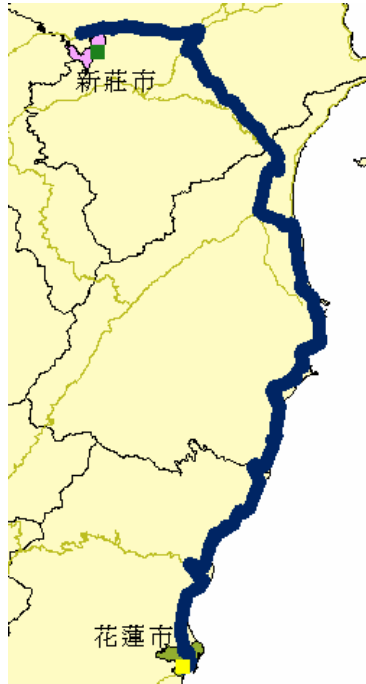


圖5-32. 案例四一步驟 9 搜尋最適主線結果示意圖

- 1 0、列出上一步驟所產生的主線結果列表，若步驟 7 所得結果為“是”則記錄第一筆國道資料，反之則記錄最後一筆國道資料。
 - ◎ 步驟 7 所得結果為“是”，因此記錄搜尋結果中第一筆資料，為國 1。
- 1 1、搜尋非東部三縣端所在第三階層交通分區內，是否有同時符合下列條件的第一階層節點：（1）出入性屬性為可進可出，或者若為起點端時屬性為可進入，若為迄點端時屬性為可出；（2）道路名稱屬性前 3 個字元與上一步驟所得的主線結果資料道路名稱屬性相同；（3）距離步驟 9 的主線結果 5 公里內，有 1 個以上則全部納入候選第一階層節點，並進入步驟 24；若沒有則進下一步驟。
 - ◎ 由步驟 7 可知起點端新莊市為非東部三縣端。
 - ◎ 由步驟 8 所得的第一階層節點，搜尋出 CNUM 欄位為 1 且 TNUM 欄位為 5 的資料，結果無此類資料，進入下一步驟。
- 1 2、在非東部三縣端所在第三階層交通分區所屬的第二階層交通分區內，搜尋同時符合下列條件的第一階層節點：（1）出入性屬性為可進可出，或者若為起點端時屬性為可進入，若為迄點端時屬性為可出；（2）道路名稱屬性前 3 個字元與上一步驟所得的主線結果資料道路名稱屬性相同；（3）距離步驟 9 的主線結果 5 公里內，將其全部納入候選第一階層節點。
 - ◎ 由步驟 8 所得的第一階層節點，搜尋出 CNUM 欄位為 1 的資料。

- ◎ 進一步搜尋 (1) 出入性屬性為可進可出，或者若為起點端時屬性為可進入，若為迄點端時屬性為可出；(2) 道路名稱屬性前 3 個字元與上一步驟所得的主線結果資料道路名稱屬性相同；(3) 距離步驟 9 的主線結果 5 公里內，的第一階層節點，結果選出共 13 個點，前 2 個結果如下表 5-30。

表5-30. 案例四一步驟 11 搜尋資料結果示意表

NODEID	CNUM	TNUM	Type	出入性	ROADALIASN	RAMPSN	RAMPID	ROADNAME
4464	1		1	2	五堵交流道	4	1	國 1 上
4467	1		1	2	五堵交流道	4	4	國 1 上

- 1 3、使用最短路徑功能，在步驟 8 所得的全台第一階層道路上，搜尋東部三縣端起迄點與上一步驟所得的全部候選第一階層點間的最短路徑。
- ◎ 以 ROAD1_TWN 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料中花蓮市太保市公所與步驟 12 得到的 13 個節點座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，逐個進行最短路徑搜尋，得到 13 組最短路徑。
- 1 4、記錄上一步驟所得到各路線結果的阻抗值與對應的節點編號。
- ◎ 記錄上一步驟所得到的各組最短路徑，以及搜尋路徑結果。
- 1 5、讀取非東部三縣端的第二階層道路。
- ◎ 讀取台北縣 LEVEL2_TPEH 資料夾中的 ROAD2_TPEH 道路圖檔。
- 1 6、使用最短路徑功能，在上一步驟所得道路上，搜尋起點與前面所得的全部候選第一階層點間的最短路徑。
- ◎ 以 ROAD2_TPEH 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料中新莊市公所與步驟 12 得到的節點座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，逐個進行最短路徑搜尋，得到 13 組最短路徑。
- 1 7、記錄上一步驟所得到各路線結果的阻抗值與對應的節點編號。
- ◎ 記錄上一步驟所得到的各組最短路徑，以及搜尋路徑結果。
- 1 8、加總步驟 14、17 中，經由各個節點的兩端路線總阻抗值，即旅行時間。
- ◎ 將運算結果的總阻抗值，列表如下二表：

表5-31. 案例四一步驟 18 搜尋結果總結示意表

節點編號	主線端阻抗 (時) A	支線端阻抗 (時) B	總阻抗值 (時) C=A+B	總旅行時間 (分) 60xC
4464	2.4100	0.2881	2.6981	161.89
4467	2.4074	0.2855	2.6929	161.57
5126	2.3758	0.2517	2.6275	157.65
5752	2.6315	0.1354	2.7669	166.01
6453	2.5568	0.0792	2.6360	158.16
6510	2.5670	0.0685	2.6355	158.13
8597	2.4214	0.1974	2.6188	157.13
8938	2.4406	0.1986	2.6392	158.35
70253	2.5153	0.0975	2.6128	156.77
71077	2.4765	0.1421	2.6186	157.12
71086	2.4774	0.2118	2.6892	161.35
71971	2.4948	0.1197	2.6145	156.87
71972	2.4967	0.1203	2.6170	157.02

※有網底者表示為最後選取的結果。

表5-32. 案例四一步驟 19 搜尋節點資料示意表

NODEID	CNUM	TNUM	Type	出入性	ROADALIASN	RAMPSN	RAMPID	ROADNAME
70253	1		1	0	三重交流道	12	1	國 1

1 9、由上一步驟所得的各組合中，選取總阻抗值最小之路線所使用的節點以及其路線，即為該非東部三縣第二階層交通分區端所使用的起點端最適第一階層節點與該端的支線。

- ◎ 使用經過節點 70253 的總阻抗值為最小值 2.6128，輸出表於附錄二，路線圖如下圖 5-33：



圖5-33. 案例四一步驟 19 搜尋非東部三縣端支線結果示意圖

2 0、讀取起點端的第三階層節點及第三階層道路。

- ◎ 讀取新莊市 LEVEL3_TPEH05 資料夾中的 ROAD3_TPEH05 道路圖檔及 GATE3_TPEH05 節點檔案。

2 1、在上一步驟所得之第三階層節點中，選取步驟 19 所得之支線所經過的節點。若超過 1 個此類節點，則全部納入候選第三階層節點，並進入下一步驟；若只有 1 個此類節點，則進入 23。

- ◎ 以 GATE3_TPEH05 節點檔案為搜尋目標，步驟 19 所得結果路線為基準，選取與路線交會的 GATE3_TPEH05 節點物件，結果選取到 1 個節點結果，並進入步驟 23。搜尋資料如下表 5-33 所示：

表5-33. 案例四一步驟 21 搜尋資料結果示意表

NODEID	ROADNAME	TNUM
70131	台 1 甲	5

2 3、使用最短路徑功能，在步驟 20 所得道路上，搜尋起點與步驟 21 所得的第三階層節點，兩者間最短路徑，進入步驟 33。

- ◎ 以 ROAD3_TPEH05 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取新莊市公所與步驟 21 選取節點 70131 的座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，進行最短路徑搜尋，得到一個最短路徑，進入步驟 33。輸出表於附錄二，路線圖如下圖 5-34：



圖5-34. 案例四一步驟 22 搜尋新莊端支線結果示意圖

3 3、在步驟 8 所得之第一階層節點中，選取步驟 9 所得之最適主線經過，並且屬於東部三縣端的第一階層節點，得到 1 個此類節點。

- ◎ 以 GATE1_TWN 節點檔案為搜尋目標，步驟 9 所得結果路線為基準，選取與路線交會的節點物件。
- ◎ 選取第二階層交通分區代碼 CNUM 欄位為 15 的節點。結果選取到 1 個結果。搜尋資料如下表 5-34 所示：

表5-34. 案例四一步驟 33 搜尋資料結果示意表

NODEID	CNUM	TNUM	Type	出入性	ROADALIASN	RAMPSN	RAMPID	ROADNAME
47742	15		2	0				台 9

3 4、讀取東部三縣端的第二階層道路。

- ◎ 讀取花蓮縣 LEVEL2_HLN 資料夾中的 ROAD2_HLN 道路圖檔。

3 5、使用最短路徑功能，在上一步驟所得的第二階層道路上，搜尋東部三縣端起迄點與步驟 33 所得到的第一階層節點間的最短路徑，即為東部三縣第二階層交通分區端最適支線。

- ◎ 以 ROAD2_HLN 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取花蓮市公所與步驟 33 選取節點 47742 的座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，進行最短路徑搜尋，得到一個最短路徑。輸出表於附錄二，路線圖如下圖 5-35：



圖5-35. 案例四一步驟 35 搜尋花縣端支線結果示意圖

3 6、讀取東部三縣端之第三交通分區的第三階層節點及第三階層道路。

- ◎ 讀取花蓮市 LEVEL3_HLN01 資料夾中的 ROAD3_HLN01 道路圖檔及 GATE3_HLN01 節點檔案。

37、在上一步驟所得之第三階層節點中，選取步驟 35 所得之支線經過的點。若超過 1 個此類節點，則全部納入候選第三階層節點，並進入下一步驟；若只有 1 個此類節點，則進入步驟 39。

◎ 以 GATE3_HLN01 節點檔案為搜尋目標，步驟 35 所得結果路線為基準，選取與路線交會的節點物件，結果選取到 1 個節點結果，並進入步驟 39。搜尋資料如下表 5-35 所示：

表5-35. 案例四一步驟 21 搜尋資料結果示意表

NODEID	ROADNAME	TNUM
11153	台 9	1

39、使用最短路徑功能，在步驟 36 所得之第三階層道路上，搜尋東部三縣端起迄點與第三階層節點，兩者間最短路徑。

◎ 以 ROAD3_HLN01 道路圖檔為路網搜尋目標，讀取新莊市公所與步驟 37 選取節點 11153 的座標，將阻抗定義設定為旅行時間，單位為小時，進行最短路徑搜尋，得到最短路徑。輸出表於附錄二，路線圖如下圖 5-36：

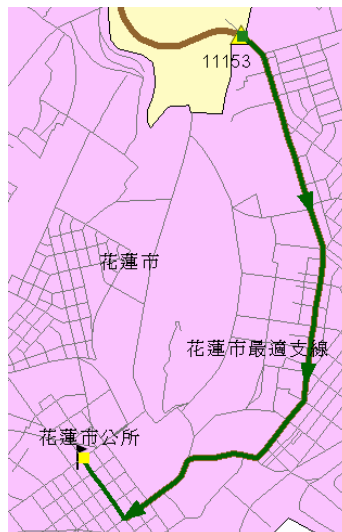


圖5-36. 案例四一步驟 39 搜尋花市端支線結果示意圖

40、得到完整最適路徑，搜尋結束。

◎ 得到最適全線路徑，基於階層式路徑選擇的連接概念，將所得最適主線路徑中，進入第三階層交通分區內的路線皆排除，再納入第三階層交通分區內，經由第三階層節點所連接的最適支線路徑，輸出並列表於下表 5-36：

表5-36. 案例四一搜尋過程產出最適路線的道路名稱列表

行經順序	新莊端	北縣端	主線	花縣端	花市端
起點 ↓ 迄點	台 1 甲	台 1 甲			
		縣 104			
		縣 103			
			國 1		
			國 3		
			國 5		
			台 9		
			台 7		

			台 2		
			台 2 戊		
			台 9	台 9	台 9
					復興街
					林森路
※有網底者為本系統產出的最適全體路徑。					

◎ 由以上所得的路線，經過彙整得出完整結果表 5-37 及圖示列出如下：

表5-37. 案例四—總結最適路徑完整道路名稱表

行駛編號	道路名稱	行駛時間(分)
1	台 1 甲	3.8580
2	縣 104	1.9920
3	縣 103	0.0000
4	國 1	12.4200
5	國 3	2.7900
6	國 5	17.4060
7	台 9	8.7660
8	台 7	6.8280
9	台 2	14.9580
10	台 2 戊	0.1680
11	台 9	91.1760
12	復興街	0.5880
13	林森路	0.0180
總計		160.9680

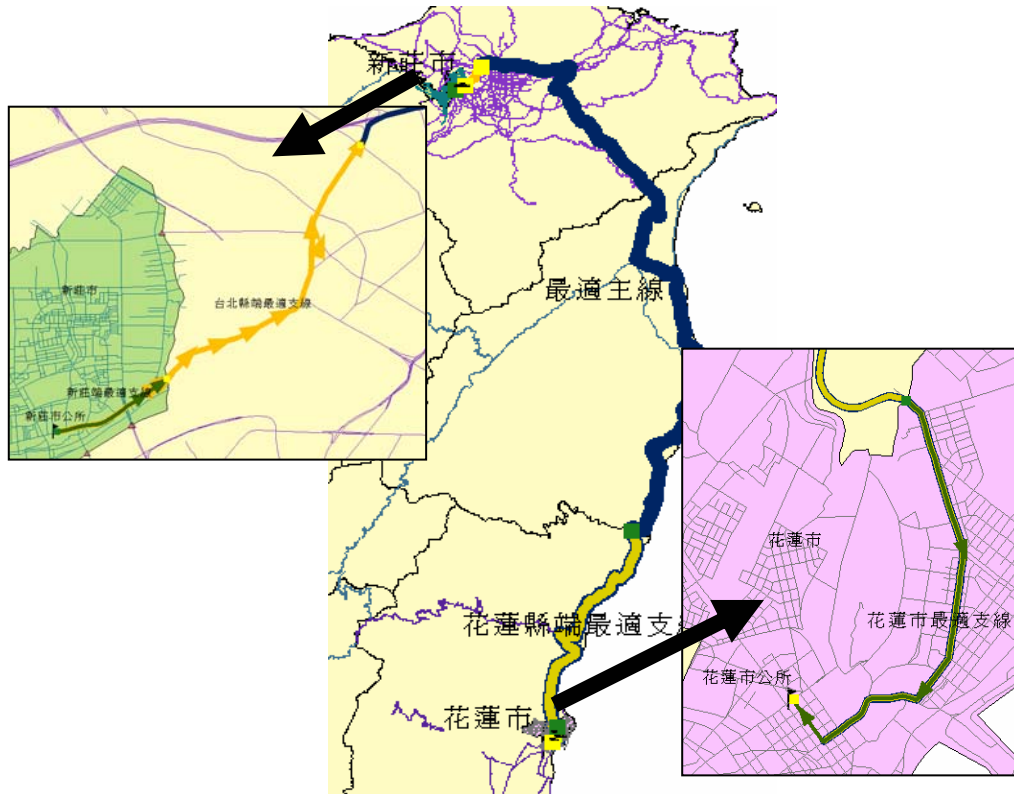


圖5-37. 案例四一所得最終路徑示意圖

5.5.2 案例四驗證分析

本案例驗證如下流程。

0、設置一般路徑選擇圖檔資料以及進行搜尋

將數值地圖資料庫轉出台灣全部道路圖檔部分，並轉成本研究所使用 GIS 軟體的檔案格式，以及轉出地標圖檔資料庫，再挑選本研究所設定的起迄兩點，即新莊市公所與花蓮市公所。儲存為相同案例背景的情形下，一般路徑選擇所需使用的最小容量檔案，結果得到圖檔大小在一般個人電腦中的容量，台灣全部道路圖檔為 103MB，其屬性資料表中資料筆數共有 264007 筆，表示約有 20 萬條道路線段，而起迄點資料檔容量為 808bits。一般路徑選擇結果由以下得出：

- ◎ 以台灣全部道路圖檔為路網搜尋目標，讀取地標資料新莊市公所及花蓮市公所的座標，阻抗定義使用預設，單位為公里，進行最短路徑搜尋，得到一最短路徑。詳細輸出報表見附錄，輸出圖例如下：

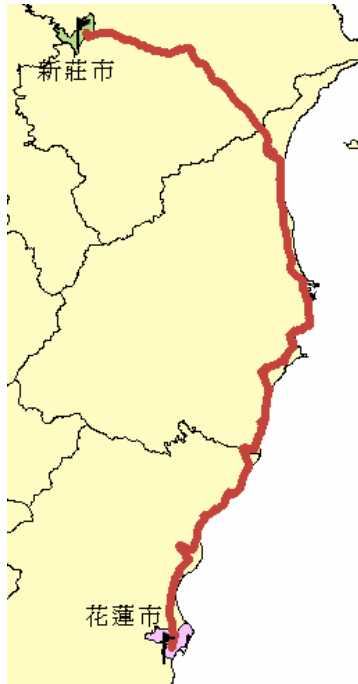


圖5-38. 案例四—以一般路徑選擇搜尋結果示意圖

1、讀取限制角度

各檔案的儲存及運算容量分別如下表 5-38 所示：

表5-38. 案例四—儲存及運算容量比較表

搜尋方式	檔案名稱	檔案容量	屬性資料數
階層式路徑 選擇系統	OD.DBF (起迄點檔案)	808bits (0.0007MB)	2
	ZONE_TWN.DBF (交通分區總表)	9.22KB (0.0090MB)	88
	ROAD1_TWN (全台第一階層道路)	1.83MB	4657
	ROAD2_TPEH (台北縣第二階層道路)	1.73MB	5824
	ROAD2_HLN (花蓮縣第二階層道路)	431KB (0.4208MB)	1083
	ROAD3_TPEH05 (新莊市第三階層道路)	346KB (0.3378MB)	1241
	ROAD3_HLN01 (花蓮市第三階層道路)	493KB (0.4814MB)	1836
	GATE1_TWN (全台第一階層節點)	92.8KB (0.0906MB)	409
	GATE3_TPEH05 (新莊市第三階層節點)	1.71KB (0.0016MB)	12
	GATE3_HLN01 (花蓮市第三階層節點)	1KB (0.0009MB)	5
小計		4.9028MB	14641 (道路檔部分)
一般路徑選擇	OD.DBF	808bits	2

	(起迄點檔案)	(0.0007MB)	
	台灣全部縣道路	103MB	264007
	小計	103MB	264007 (道路檔部分)

根據上表所示，因應相同起迄點的路徑選取運算時，所需要讀取的檔案，在階層式路徑選擇系統為約 5MB，而一般路徑選擇則需要約 103MB，大約為階層式路徑選擇系統的 20 倍容量，而由道路檔案資料數來看，階層式路徑選擇系統各搜尋檔案所加總的資料筆數為 14641，而一般路徑選擇搜尋同樣的路網所需的最小檔案資料筆數為 264007，約為階層式路徑選擇系統的 18 倍，由兩方面所必須讀取的路網檔案容量，及運算的資料筆數呈現如此的差距來看，顯示在大規模路網、長程旅次使用上，更能展示階層式路徑選擇的優點性，並且與案例二長程旅次相同，旅行距離越長，越能達到階層式路徑選擇的目的。下圖則以視覺方式來表現運算路網筆數的差異，圖內深色路線及本案例中所讀取運算的階層式道路，分別為全台第一階層道路、台北縣及花蓮縣的第二階層道路，與新莊與花蓮市的第三階層道路，而淺色的表示全台縣所有道路路線，即為一般路徑選擇所需要搜尋的路網，由圖中可以看出，一般路徑選擇運算的範圍包含被階層式路徑選擇排除的許多路線，因為階層式路徑選擇以經由適當的法則篩選路徑，因此能夠減少需要運算的路網，並且得到與一般路徑選擇相近的結果，此及階層式路徑選擇的路網資訊應用概念。

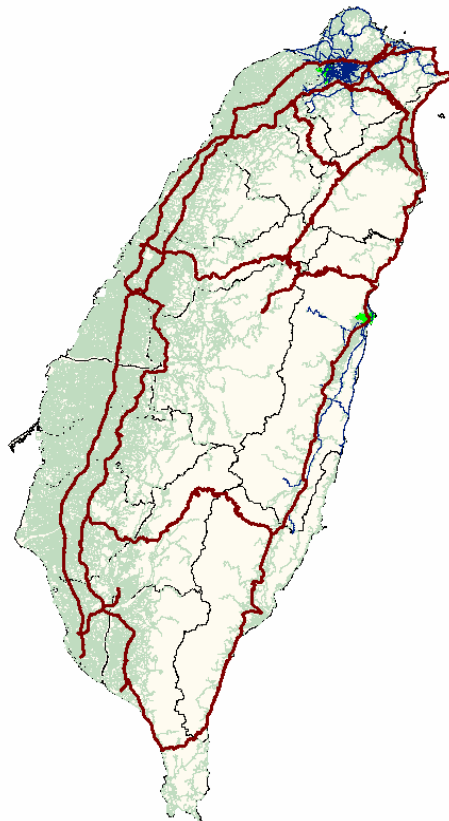


圖5-39. 案例四—運算路網示意圖

2、行使道路階層性角度

將階層式路徑選擇搜尋結果記錄於下表 5-39，而一般路徑選擇結果見附錄二：

表5-39. 案例四—階層式路徑選擇最適路徑道路分類表

道路名稱	等級代碼	道路分類	所在分區
台 1 甲	1U	省道	新莊端
縣 104	2U	縣道	北縣端
縣 103	2U	縣道	
國 1	HW	國道	主線
國 3	HW	國道	
國 5	HW	國道	
台 9	1U	省道	
台 7	1U	省道	
台 2	1U	省道	
台 2 戊	1U	省道	
台 9	1U	省道	花縣端
復興街	RD	市區道路	花市端
林森路	RD	市區道路	

依照上面階層式路徑選擇的行駛道路順序及道路等級分類，可知在新莊端是行駛省道等級，台北縣端同樣行駛縣道等級，而主線為本研究提出長程旅次應使用的國道等級道路，進入宜蘭縣及花蓮縣兩個台灣東部縣時，則轉而使用省道，因為台灣現況在東部並無理論上可以應對的高快速道路等級的長程旅次適用主線，所以特別將台灣東部三縣內次高快速道路一級的省道，因此該路線在台灣東部的主線端則會使用省道系統，而在花蓮市端道路則為由省道等級進入一般市區道路等級，非常符合本研究提出的理論。而一般路徑選擇結果的道路等級參差不齊，彎繞較頻繁，無道路等級規律。以下便是將上兩表的結果，依照道路等級與行駛距離的概念，產生道路行駛等級示意圖如下：

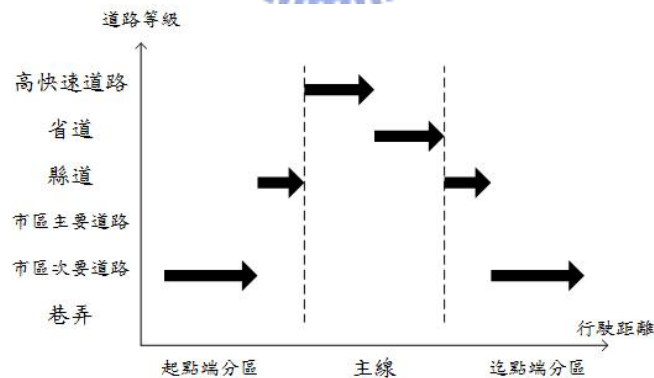


圖5-40. 案例四—階層式道路預期道路等級與行駛距離示意圖

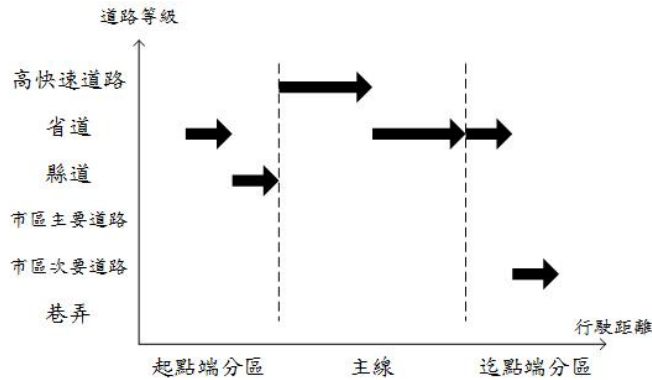


圖5-41. 案例四—階層式路徑選擇道路等級與行駛距離示意圖

上面預期示意圖中表示在階層式路徑選擇理論中，預期的道路大致連接方式，其主線部分應為高速公路與省道等，而起迄兩端使用道路則由路徑搜尋的旅行時間決定。而階層式路徑選擇的搜尋結果示意圖，其使用道路大致上與預期結果接近，也就是一般駕駛人所預期使用的路線，即主線路線為一條道路等級較高，易行性較高的道路，並且彎繞較少，至於起點端分區方面，因為設定起點剛好位於省道旁，因此也驗證第三階層交通分區所包含的道路應不可偏廢。至於一般路徑選擇的結果，可以搜尋結果道路分類看出，雖然旅行距離最短，但是沒有主線與支線的概念，而在各種等級道路中穿梭，產生經常變換道路及易行性不可預測的結果。

3、就一般路徑選擇搜尋目標角度

在依照相同的 4.1 節中道路圖檔資料設置方式重建全台道路圖檔資料後，由前面說明的一般路徑選擇搜尋程序，再搜尋出一個結果，而搜尋出的路徑道路名稱如下表 5-40：

表5-40. 案例四—考量旅行時間的一般路徑結果道路名稱表

行駛編號	道路名稱	行駛時間(分)
1	台 1 甲	0.9360
2	台 64	4.1460
3	國 3	10.7160
4	國 5	17.6640
5	台 2 庚	0.0480
6	二城路	1.3200
7	其他道路	0.6240
8	縣 191	0.7860
9	其他道路	1.6440
10	宜 4	0.7680
11	其他道路	0.9780
12	台 2	21.9900
13	台 2 戊	0.1860
14	台 9	87.2760
15	花 19	3.0060
16	林森路	0.6120
總計		152.7000

由以上結果，可得出總阻抗值為 152.7，即是旅行時間為 152.7 分鐘，與階層式路徑選擇結果 160.968 分鐘做比較，相差 8.268 分鐘，約比一般路徑選擇搜尋結果多出 5.4145%，並未比最佳解增加很多。

以路線線段來分析，一般路徑選擇結果所經過路線資料筆數共 732 條，階層式路徑選擇結果所經過路線資料筆數共 911 條，在此案例中重疊路線筆數為 574 條，兩條路線重疊比例約佔階層式路徑選擇選取結果的 63.0076%，佔一般路徑選擇選取結果的 78.4153%，為在主線段大致上重疊的兩條路線。因此即使是大規模路網，運算長程旅次的最短路徑，所得結果仍與階層式路網搜尋結果相差不大，即使用部分的路網搜尋，仍能逼近最佳解。因此階層式路徑選擇的優異在長程旅次便能證實。將搜尋結果疊合做一個比較：



圖5-42. 案例四—三種選擇方式產出結果示意圖

5.6 案例結果說明

本研究將前面各案例當作展示樣本，在此節並列說明，強調階層式路徑選擇的優異性，並且以旅行距離的遠近來安排，更可以看出隨著距離產生的趨勢。

5.6.1 各案例運算數相關指標說明

為瞭解階層式路徑選擇系統詳細的特性，因此在各評比項目中關於階層式路徑選擇部分，加入最低需求及最高需求，代表在相同的分類中，各種可能起迄情形下，所需要讀取及運算的需求檔案，其現有資料庫中總和最少與最多的情形，以便探討之。而在一般路徑選擇部分，雖然以相同轉換成 GIS 軟體的處理格式，來比較讀取圖檔資料以及儲存空間，但是在儲存空間方面，因為圖檔所佔的儲存空間有絕大比例是屬性資料表，而階層式路徑選擇已將屬性資料做過特別的增刪處理，與原始檔案不盡相同，因此為了能夠盡量站在相同的出發點，而使用經過屬性資料表修改過的一般圖檔，所做的修改則為保留與階層式路徑選擇系統相同的欄位，並依照本系統建構旅行時間的方式，為一般圖檔建立相關欄位，以此達成盡量減少無關的變異，再來做比較。因此所得到的比較結果如下表 5-41 所示：

表5-41. 各案例運算需求總結列表

路徑選擇方案		使用道路圖檔數			搜尋最短路徑次數			道路圖層資料筆數	儲存空間 (MB)
		第一階層	第二階層	第三階層	第一階層	第二階層	第三階層		
案例一	階層式最少	—	—	1	—	0	1	393	0.1
	階層式實例	—	1	2	—	1	2	7458	2.1
	階層式最多	—	1	2	—	1	2	7458	2.1
	一般	1			1			15570	7.3
案例二	階層式最少	—	0	2	—	0	2	2858	0.8
	階層式實例	—	2	2	—	30	2	10577	3.1
	階層式最多	—	2	2	—	38	2	10577	3.1
	一般	1			1			46199	14.6
案例三	階層式最少	1	0	2	1	0	2	7185	2.6
	階層式實例	1	1	2	1	2	2	13009	4.3
	階層式最多	1	2	2	25	24	2	15324	5.0
	一般	1				1			264007	80.7
案例四	階層式最少	1	1	2	1	1	2	8817	3.1
	階層式實例	1	2	2	15	14	2	14641	4.9
	階層式最多	1	2	2	19	18	2	14641	4.9
	一般	1			1			264007	80.7

由上表可以瞭解，各個案例中所需要讀取的道路圖檔數，運算的路網資料筆數與儲存圖檔所需要的空間，依照旅行距離的遠近順序列出結果。表內的“—”說明該例不會有讀取情形，而圖檔數內的“0”表示最少需求的情形時不需要讀取此檔，如案例二的第一列使用第一階層道路圖檔數為0表示案例一可能需要讀取第一階層道路，但在最少需求情形下，例如起迄點在使用第一階層道路距離內，則不需要第一階層道路來向連接。

表中可看出雖然階層式路徑選擇需要讀取數個節點與道路檔案，但是在總和所需要運算的路網筆數上，階層式路徑選擇所需筆數因為是經過切割的路網，因此一般路

徑選擇的筆數約為階層式路徑選擇的 2 倍至 20 倍以上，大大地減少了運算資料數，而儲存空間方面與運算資料數有同樣的趨勢，因為運算資料數與儲存空間本身就有正相關性。將表內各案例的圖檔資料筆數整理如下圖 5-43 所示：

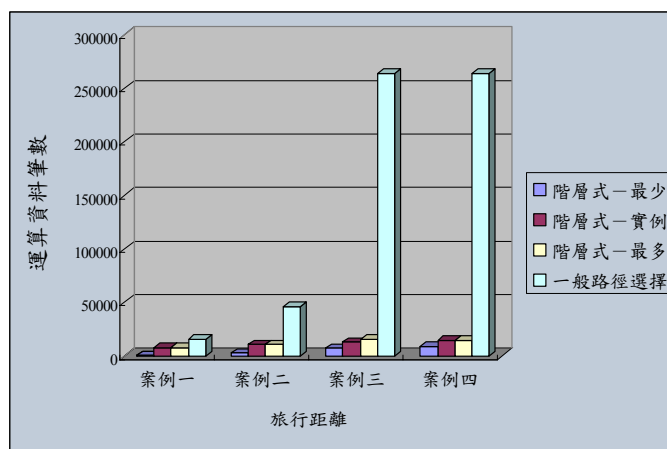


圖5-43. 各方案運算資料數比較圖

如上表所示，橫軸由左至右依照旅行距離排列各為方案一、三、二及四，可以看出隨著旅行距離越長，一般路徑選擇所需要運算的圖檔資料筆數，即路網規模越大，而階層式路徑選擇所需要使用的最多圖檔資料筆數則無明顯成長趨勢。在差距上面，也可以由上圖明顯看出，路網規模越大，一般路徑選擇所需要運算的路網圖檔資料筆數比起階層式路徑選擇越多，在旅行距離於案例一的情形下，大約為同一縣市內的旅次時，一般路徑選擇只是階層式的兩倍比例，但在案例三及四等不相鄰縣市的長程旅次時，一般路徑選擇都已成為超出階層式 20 倍資料筆數的比例，因此可以看出，不論在各種旅行距離下，都是階層式路徑選擇系統比較能夠有效縮短運算所需要的圖檔資料量，而且運算路網規模越大，減少的量越大。下圖 5-44 為儲存空間的比較圖，大致上所呈現的趨勢與運算筆數相同。

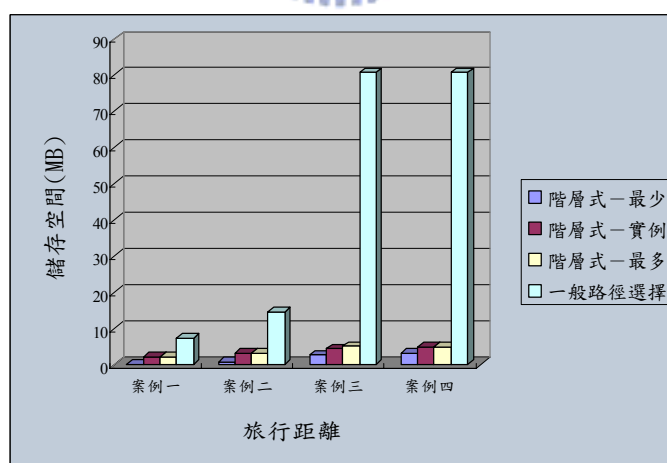


圖5-44. 各方案儲存空間比較圖

5.6.2 各案例道路等級說明

階層式路徑選擇在行使道路階層性方面，對於各階層道路的編制上，考量了道路等級方式，可以應對一般駕駛者對各種程度的旅次上，其主要幹道的考量。以下將各案例的各搜尋方案結果依方案並列比較，並加入理論中預期的搜尋線路，在橫軸方面，是依照整個旅次長度為基準而標準化的座標，縱軸則是道路等級，由上至下為高

快速道路、省道、縣道、縣道與重要道路、市區道路及街巷，如前面幾節的道路等級與行駛距離示意圖標示。在經過下圖比較之後，可以發現階層式路徑選擇搜尋結果依循著一定的道路等級與旅行距離規律，也就是在起迄點兩端可以使用較低等級的道路，而主線上則使用較高等級的道路，並且不論旅次長短皆如此。反觀一般路徑選擇，其使用道路等級的變動頻繁，並且旅次的長度越長，變異越是明顯，這是因為一般路徑選擇通常沒有道路階層的概念加入，而階層式路徑選擇考量道路階層的合理性，透過資訊整理，產生適當的道路階級，服務適當的區域。

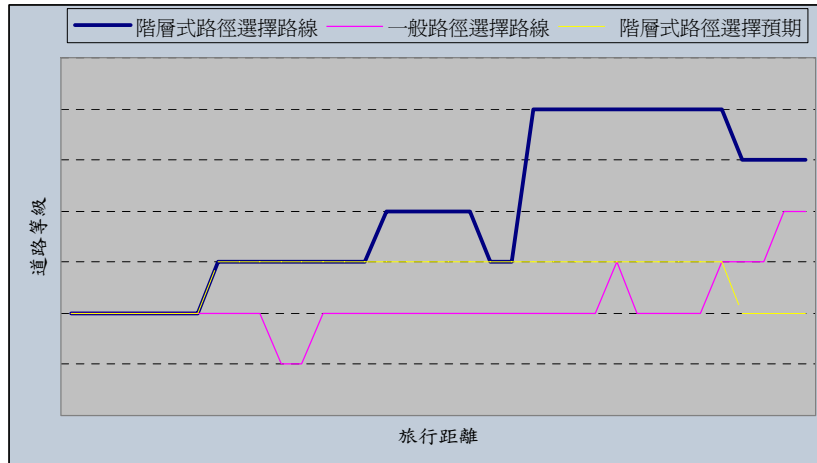


圖5-45. 案例一—各方案結果道路等級與旅行距離示意圖

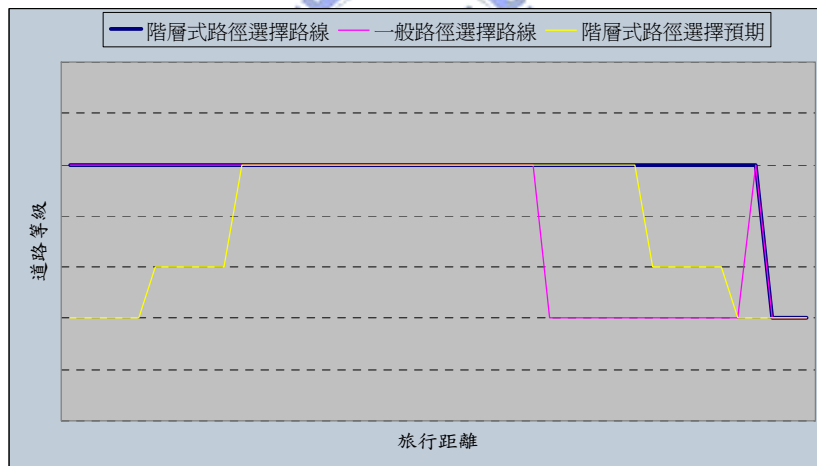


圖5-46. 案例二—各方案結果道路等級與旅行距離示意圖

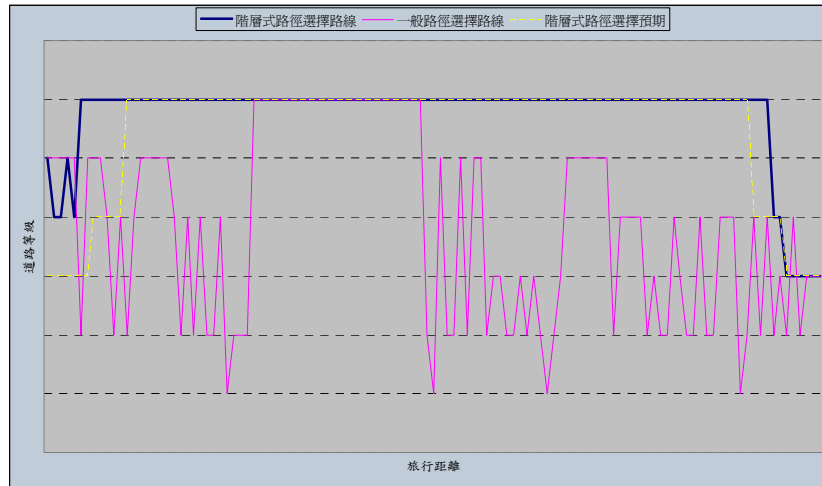


圖5-47. 案例三—各方案結果道路等級與旅行距離示意圖

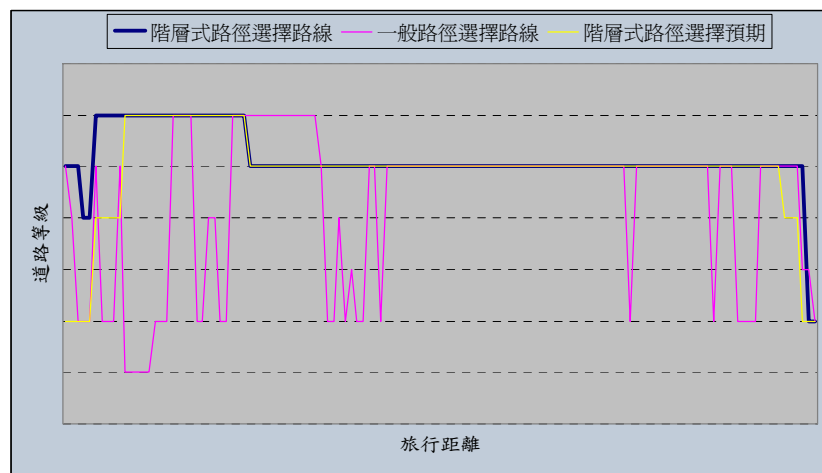


圖5-48. 案例四—各方案結果道路等級與旅行距離示意圖

以下再從旅次長短區分為中短程與長程兩組，來觀察階層式路徑選擇的結果路徑，並加入所設定的道路等級合理區，來說明為何本研究能達成階層性的道路搜尋。見下圖 5-49 及 5-50。

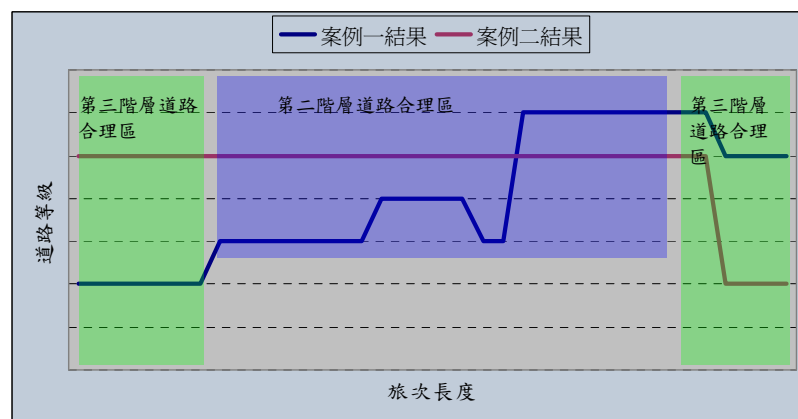


圖5-49. 中短程旅次設定使用道路等級圖

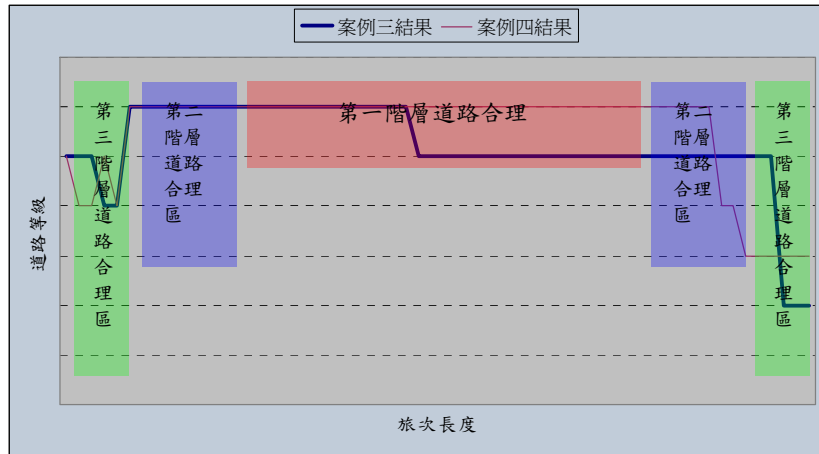


圖5-50. 長程旅次設定使用道路等級圖

由上兩圖可以看出，階層式路徑選擇所設定的各階層道路正應對各種類的旅次，不但搜尋出來的結果可以達成一般駕駛者的預期路線，並且可以縮短系統在搜尋上面的多於運算。

5.6.3 各案例使用交通分區圖檔資料說明

表5-42. 各案例圖檔連接方式總結列表

路徑選擇方案		搜尋次數			使用道路圖檔數			使用節點圖檔數		
		候選節點	最短路徑	最近物件	第一階層	第二階層	第三階層	第一階層	第二階層	第三階層
案例一	階層式最少	0	1	0	—	0	1	—	—	0
	階層式實例	2	3	0	—	1	2	—	—	2
	階層式最多	2	3	2	—	1	2	—	—	2
案例二	階層式最少	1	2	0	—	0	2	—	0	2
	階層式實例	3	32	0	—	2	2	—	1	2
	階層式最多	3	40	2	—	2	2	—	1	2
案例三	階層式最少	2	3	0	1	0	2	1	—	0
	階層式實例	5	5	1	1	1	2	1	—	1
	階層式最多	6	51	2	1	2	2	1	—	2
案例四	階層式最少	3	4	0	1	1	2	1	—	1
	階層式實例	5	31	0	1	2	2	1	—	2
	階層式最多	5	38	2	1	2	2	1	—	2

由上表 5-42 可以瞭解，各個案例中所需要讀取的節點圖檔數與道路圖檔數以及搜尋功能使用次數，依照旅行距離的遠近順序列出結果。表內的“—”說明該方案不會有讀取情形，而圖檔數內的“0”表示最少需求的情形時不需要讀取此檔，如案例一的第一列使用第三階層節點圖檔數為 0 表示案例一可能需要讀取第三階層節點，但在最少需求情形下，例如起迄點都在同一個第三階層交通分區新莊市，則不需要第三階層節點來向外連接，第三階層道路也僅需要使用到新莊市的圖檔。

在搜尋候選節點次數上，可以看見旅行距離越長的旅次，其搜尋次數大致上越多，因為行經的道路階層多，所以需要用來連接的節點亦增加，並且在不相鄰第二階層交通分區間旅次的子連接程序中，以案例三所屬的起迄兩端皆在台灣西部縣市內的程序搜尋節點次數越多，尤其是起迄兩端第三階層交通分區內都沒有第一階層節點

時，必須在使用第三階層節點來向外連接，而案例四所屬的起迄點位於台灣東部與西部的子程序，則因為在台灣東部端與西部端兩邊的搜尋方式不同，在台灣東部端以類似相鄰第二階層交通分區間旅次的處理方式，只是只處理其中一個第二階層交通分區，並且已經確定使用一個節點來連接，情況比案例三少了一些搜尋節點的步驟，至於不相鄰第二階層交通分區間旅次的另一個子程序，及起迄兩端皆位於台灣東部的旅次，其搜尋方式亦與相鄰第二階層交通分區間旅次的連接程序相似，同樣是有一個確定的節點由第二階層道路進入起迄點第三階層交通分區，因此比起案例二要來的單純。其趨勢見下圖 5-51：

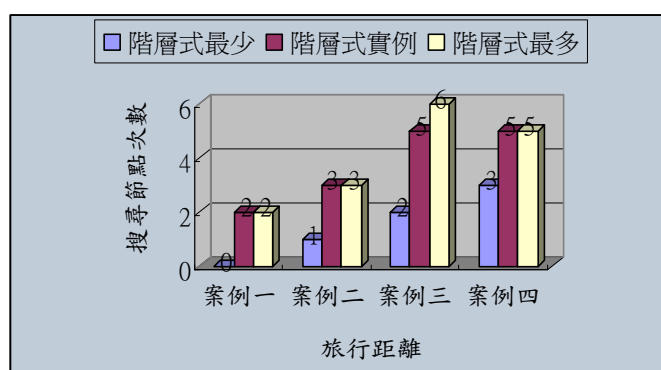


圖5-51. 各案例搜尋節點次數比較圖

在最短路徑搜尋次數上，規律則不如搜尋節點明顯，除了相同第二階層交通分區內旅次確定可以經過三次以下的最短路徑搜尋得到結果，其餘各個連接程序則都不一定，必須視候選節點的多寡判斷，因為每一個候選節點，都必須計算往起點端以及往迄點端的兩條路線及阻抗，再經由阻抗總和決定使用節點，因此超出相同縣市內的旅次，為了合適節點的考量會增加最短路線的計算量，雖然計算的路網都是部分路網，但仍由候選節點數決定最短路徑運算數。其變動的狀態可以由下圖 5-52 觀察，除了案例一的相同第二階層交通分區內旅次的搜尋次數確定，以及案例二大多必須搜尋十次以上，其餘長程旅次的差異較大。

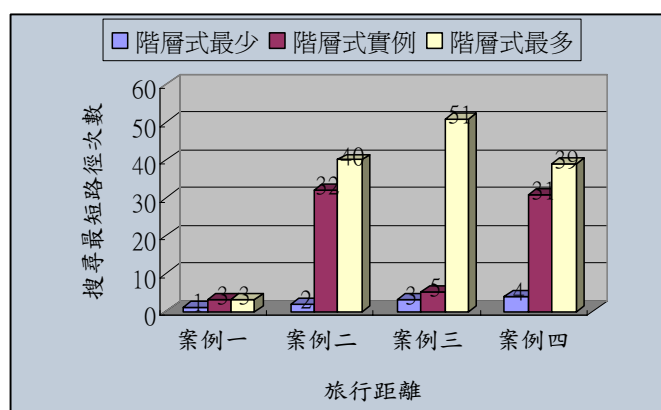


圖5-52. 各案例搜尋最短路徑次數比較圖

最近物件搜尋方面，可以看成是一種輔助的最短路徑，其意義為選擇一個目標物件點為基準，以及一組搜尋物件點，在一個路網中找出距離目標物件阻抗成本最小的搜尋物件點，而搜尋方式則為搜尋所有搜尋物件點與目標物件點的最短路線，再挑出阻抗最小的路線為結果，因此本質上與最短路徑相同。而圖檔連接程序中所使用最短物件功能的地方，皆為有數個候選第三階層節點的情形。

使用道路方面，區分為三個階層的道路，內容 1 表示僅讀取 1 個道路圖檔，而 2 多表示起迄兩端皆須讀取。在案例一及二中，並不需要使用第一階層道路連接，而屬於長程旅次的案例三及四，則僅需使用一次第一階層道路，來完成最適主線搜尋。第二階層道路方面，屬於中短程旅次的案例一，需讀取一次以作為主線，在案例二中第二階層道路同樣為主線角色，並以第二階層節點連接起迄兩端主線，而案例三及四中第二階層則扮演聯絡第一階層道路主線及第三階層交通分區的角色，視起迄兩端需要而讀取，而第三階層道路為涵蓋層級最廣的道路網，除了起迄兩點在同一個第三階層交通分區外，都必須分別讀取兩端的第三階層道路，來分別做最細緻的支線路徑。

而節點使用方面，第一階層節點很明顯的隨著第一階層道路的需要而需要，因為第一階層道路需要第一階層節點來做出入口。而第二階層節點完全因應起迄點位於相鄰第二階層交通分區間旅次的連接而產生，因此在相鄰縣市間的旅次皆必須讀取起點端第二階層節點。至於第三階層節點方面，一般來說讀取兩次為第二階層道路為主線或是聯絡第一階層道路，而進入第三階層交通分區，需要經由第三階層節點，而在起迄兩端皆有此動作，而不需使用的情形除了起迄兩點皆位於同一第三階層交通分區內的情形，就是因為第三階層交通分區內有第一階層節點，不需透過第三階層節點，意即主線道路在交通分區內有出入口可以直接聯繫，不需透過第二階層道路向外連接，所以此情況也不需要讀取第二階層道路。



第六章 結論與建議

本研究經由階層式路徑選擇的理論概念出發，延續前面研究的成果，重新研擬一個符合理論及現況的系統架構，並針對圖檔連接機制此部分來做深入探討，設計出一套結合理論與實務，並且在驗證上得到良好績效的圖檔連接程序。而本章經由前面的研究，歸納出幾點結論與成果，並對階層式路徑選擇的研究方向提出一些建議。

6.1 結論與研究成果

在本研究結論方面，歸納出下列數點：

- 一、地理資訊系統應用：本研究所設計的圖檔連接機制，其中使用的運算功能與算程，完全符合一般 GIS 基本具備的功能，任何具有 GIS 結構的平台都能輕易接受本圖檔連接程序，達成廣泛應用和具有親和力的一個系統結構。
- 二、運算需求：在案例應證中，可以得出在短程旅次運算中，階層式路徑選擇運算路網規模僅需要一般路徑選擇的一半運算規模，而且隨著旅次長度越長，階層式路徑選擇運算路網規模佔一般路徑選擇的比例越小，因此在搜尋路徑所需的運算路網規模方面，階層式路徑選擇佔有絕對的優勢。
- 三、圖檔切割：此為階層式路徑選擇的主要目的之一，本項目與運算需求成比例，意即運算需求是由於路網的適當切割，而減少運算路網量。經由案例的佐證，可以得知，本研究在得到跟一般路徑選擇相同或者是相似的搜尋路徑結果情形下，需要讀取使用的路網，佔原始路網的比例極低，如各案例分析內容後面的運算路網示意圖所示，此為成功的路網切割與搭配所致。
- 四、搜尋路線結果：在階層式路徑選擇僅透過部分切割後路網來做運算以及跟一般路徑選擇相同阻抗考量的背景下，仍能得到接近最佳解的搜尋結果，而且階層式路徑選擇的搜尋結果與一般路徑選擇的結果，由案例來看，無論旅程長短，皆有約八成以上的重疊路線，而且重疊部分大多在主線線段，因此可以驗證階層式路徑選擇在搜尋能力上面能達成最基本的搜尋最適路徑要求。

在本研究成果方面，包含組成成分以及圖檔連接機制，分別列出如下：

- 一、交通分區：交通分區以形狀完整為目標，而將原有的行政區整併過後提出第二階層交通分區，而因應現況，在案例中規劃縣轄市及鎮為第三階層交通分區。
- 二、道路階層：本研究中提出各階層道路包含的適當道路等級，也就是長程旅次的主線使用高速公路等，而短程旅次的主線使用市區道路。
- 三、道路資料處理：各階層道路都以路網方式儲存，能夠符合一般道路現況。
- 四、節點（Gate）：節點的設計是使用類似交流道的出入口概念，就像一個道路系統服務一個交通分區的進出口一般，而階層式路徑選擇的圖檔透過節點來達成連接與路徑搜尋的目的，在本研究中，每個階層的節點設置恰如其分，剛好提供各程序圖檔連結的管道，因此每條最適路徑搜尋結果，節點都功不可沒。
- 五、圖檔連接機制：應對重新編制的系統組成成分，而產生新的圖檔連接機制及程序，在本研究提出的起迄兩端第二階層交通分區相關性三類程序中，明確的區分出所使用的交通分區、道路階層與節點，使得每個元件都有其功能與目的。而三類程序正好能夠對應現況，將各種起迄情況的旅次適當的分配，而在每個案例結果中，搜尋路線結果仍能逼近最佳解，可以應證本圖檔連接機制的績效。

6.2 建議

本研究經由階層式路徑選擇概念研究，研訂出系統組成元件與圖檔連接機制跟程序，對於研究總結與設定背景跟建構，提出幾點建議如下：

1. 階層式路徑選擇結構面：

- (1). 在階層式路徑選擇經過切割的路網圖檔資料庫內，搜尋產出一條最適路徑，雖然減少運算資料量，並且能夠產生一條近似最佳解，但取而代之的特點就是增加搜尋運算次數，就此也可以說在某種程度上，階層式路徑選擇隨著搜尋次數增加而每次運算量增加，因此對於圖檔連接程序，仍有小部分可經由適當演算法來減少運算次數。
- (2). 承接上一點，階層式路徑選擇為了達成路網圖檔分割後運算的目的，產生過多判斷程序，增加運算時間。而為了儘量精簡系統算程，本研究的圖檔連接程序在實際轉換成程式算程時，仍應該經由算程重編輯或系統最佳化來達成簡單的程序，減少運算時間。

2. 階層式路徑選擇組成面：

- (1). 本研究所提出的道路階層雖然以較有彈性的合理範圍來設計，但在資料庫儲存圖檔時卻會產生重複儲存的道路線段資料，例如同樣的高速公路線段資料在三個階層道路的各交通分區資料庫內都儲存過一次，亦造成重複資源與運算，因此以互斥的道路網搭配各階層道路的集合設定，若軟體方面能夠搭配，則得以解決此重複儲存。
- (2). 節點圖檔也有重複儲存的點資料的問題，例如第二階層節點在相鄰的兩個分區重複儲存，相同情形也發生在第三階層節點上，若能以互斥的點集合設定，則得以解決此重複儲存。

3. 地理資訊系統技術層面：

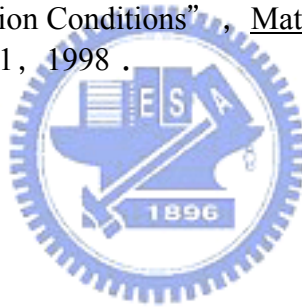
- (1). 在 GIS 的應用上，因為 Arcview 軟體已經提供基本的運算功能，使得本圖檔連接程序得以此 GIS 軟體做為平台，進行組成元件建構及圖檔連接程序驗證，但本研究程序並未於其他 GIS 軟體上進行設置驗證，也就是並未在其他環境下得到證實，因此在各個 GIS 軟體平台中驗證比較，應能彰顯階層式路徑選擇的圖檔連接機制功效。
- (2). 為了能達到切割後的各圖檔搜尋，系統的組成及建構需要投入一定的心力，包含交通分區的劃設，道路階層及節點的規劃，必須要因地制宜。並且資料庫的建制比起傳統的路徑選擇更費時。因此需要具有專案經驗者來開發較為適合。

參考文獻

- [1] 程怡誠，「分區組成路網選取最佳路徑之研究」，交通大學交通運輸研究所，碩士論文，民國九十年六月。
- [2] 曾敬文，「階層式路徑選擇之建構」，交通大學交通運輸研究所，碩士論文，民國九十一年六月。
- [3] 陳家宇，「階層式路徑選擇地理資訊系統之應用」，交通大學交通運輸研究所，碩士論文，民國九十二年六月。
- [4] 陳士邦，「車內導引資訊影響下之逐點動態路徑選擇行為」，淡江大學運輸管理研究所，碩士論文，民國八十九年六月。
- [5] 游豐全，「駕駛人行前動態路線規劃資訊系統雛型之研究」，淡江大學運輸管理研究所，碩士論文，民國八十九年六月。
- [6] J.L. Adler, “Investigating the learning effects of route guidance and traffic advisories on route choice behavior”, Transportation Research Part C, 9, pp.1-14, 2001 .
- [7] 吳玉珍，王穆衡，李霞，智慧化車上路況廣播系統發展機制之初探，交通部運輸研究所，民國九十年七月。
- [8] 歐陽餘慶等，即時動態交通地理資訊系統之規劃與推動，交通部運輸研究所，民國九十年一月。
- [9] Francesco Paolo De.orio, “Evaluation of a reactive dynamic route guidance strategy”, Transportation Research Part C, 11, pp.375-388, 2003 .
- [10] 張晉維，「GIS 導航路徑簡化圖示在無線通訊端應用之研究」，交通大學交通運輸研究所，碩士論文，民國九十年六月。
- [11] David Levinson, “The value of advanced traveler information systems for route choice”, Transportation Research Part C, 11, pp.75-87, 2003 .
- [12] 吳悅慈，「都會區內高速公路走廊交通疏導改道策略之構建與模擬研究—以圓山與台北交流道間之高速公路走廊為例」，成功大學交通管理科學研究所，碩士論文，民國九十一年六月。
- [13] 謝伸典，「分散式 GIS-T 之建立-以 WWW 旅遊交通資訊系統為例」，朝陽大學資訊管理系研究所，碩士論文，民國八十九年六月。
- [14] 張嬋娟，「先進旅行者資訊系統使用人需求特性分析」，交通大學交通運輸研究所，碩士論文，民國九十年六月。
- [15] 謝權信，「智慧型 e 化車輛導航系統研究」，中華大學機械與航太工程研究所，碩士論文，民國九十一年六月。
- [16] 黃燦煌，「即時資訊狀況下駕駛人路線選擇行為之分析」，交通大學交通運輸研究所，博士論文，民國八十九年六月。
- [17] 周家慶等，交通網路核心資料庫建置開放式地理資訊系統架構與防火牆建置，交通部運輸研究所，民國九十年七月。
- [18] 吳玉珍，王穆衡，何毓芬，車用導航系統之初探，交通部運輸研究所，民國九

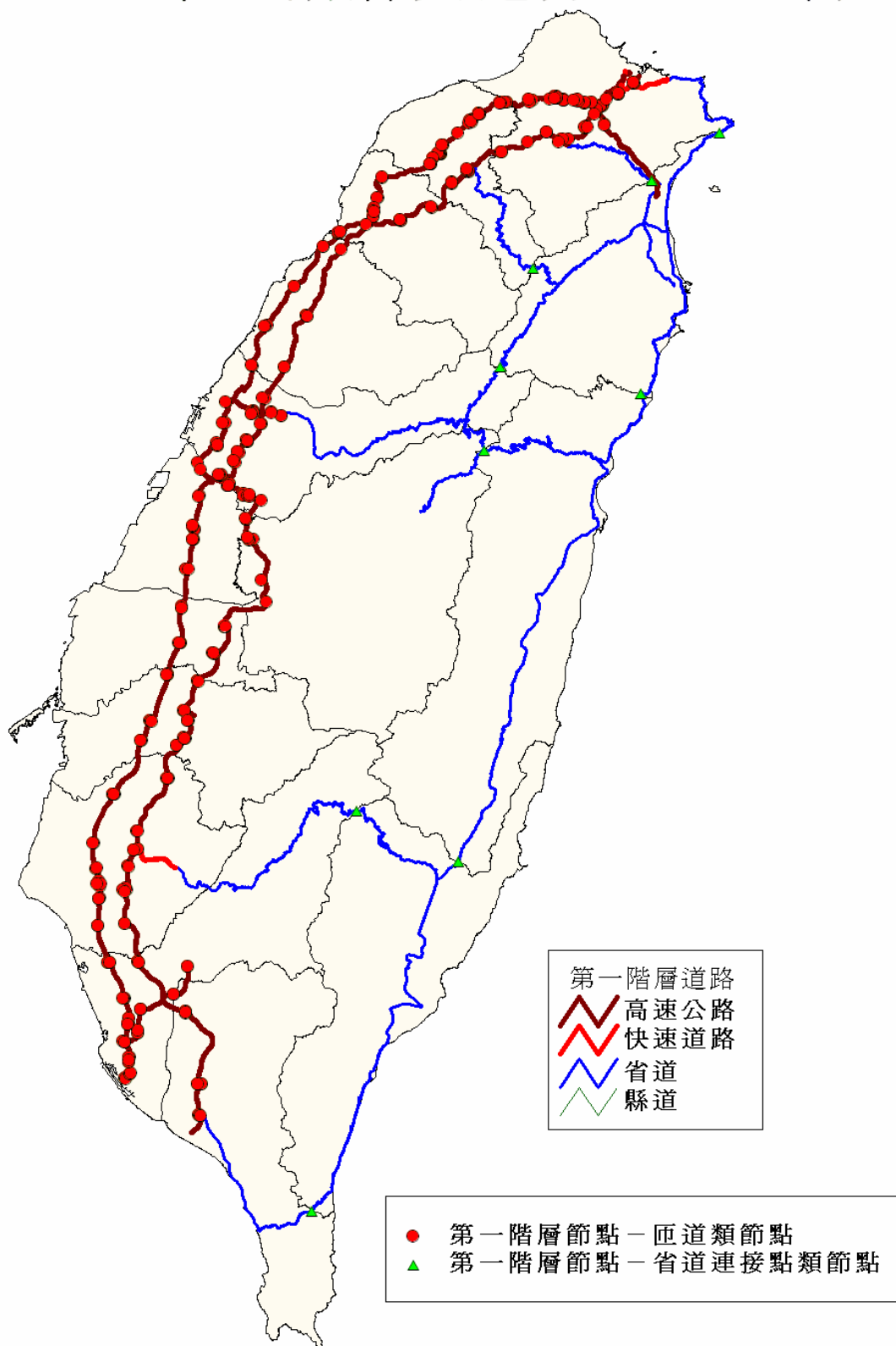
十年七月。

- [19] R.P. Van Zuydam, “A driver’s steering aid for an agricultural implement, based on an electronic map and Real Time Kinematic DGPS” , Computers and Electronics in Agriculture, 24, pp.153-163, 1999 .
- [20] Fokje Cnossen, Talib Rothengatter, Theo Meijman, “Strategic changes in task performance in simulated cardriving as an adaptive response to task demands” , Transportation Research Part F, 3, pp.123-140, 2000 .
- [21] 周天穎, 周學政, ArcView透視 3.X, 文魁資訊股份有限公司, 台北, 民國九十一年八月
- [22] 林煜晴, 「整合動態旅行者行前資訊系統與 Internet GIS 之研究與建立」, 交通大學, 碩士論文, 民國八十六年五月。
- [23] 陳慧琪, 「時間相依最短路徑問題演算方法之研究」, 交通大學運輸工程與管理系, 碩士論文, 民國八十八年六月。
- [24] 鄭嘉盈, 林國顯, 蘇振維, 公路路況即時回報資訊系統之先期研究, 交通部運輸研究所, 民國九十二年十月。
- [25] Wunderlich, “A Simulation-Based Assessment of Route Guidance Benefits under Variable Network Congestion Conditions” , Mathematical and Computer Modelling, 27, pp.87-101, 1998 .

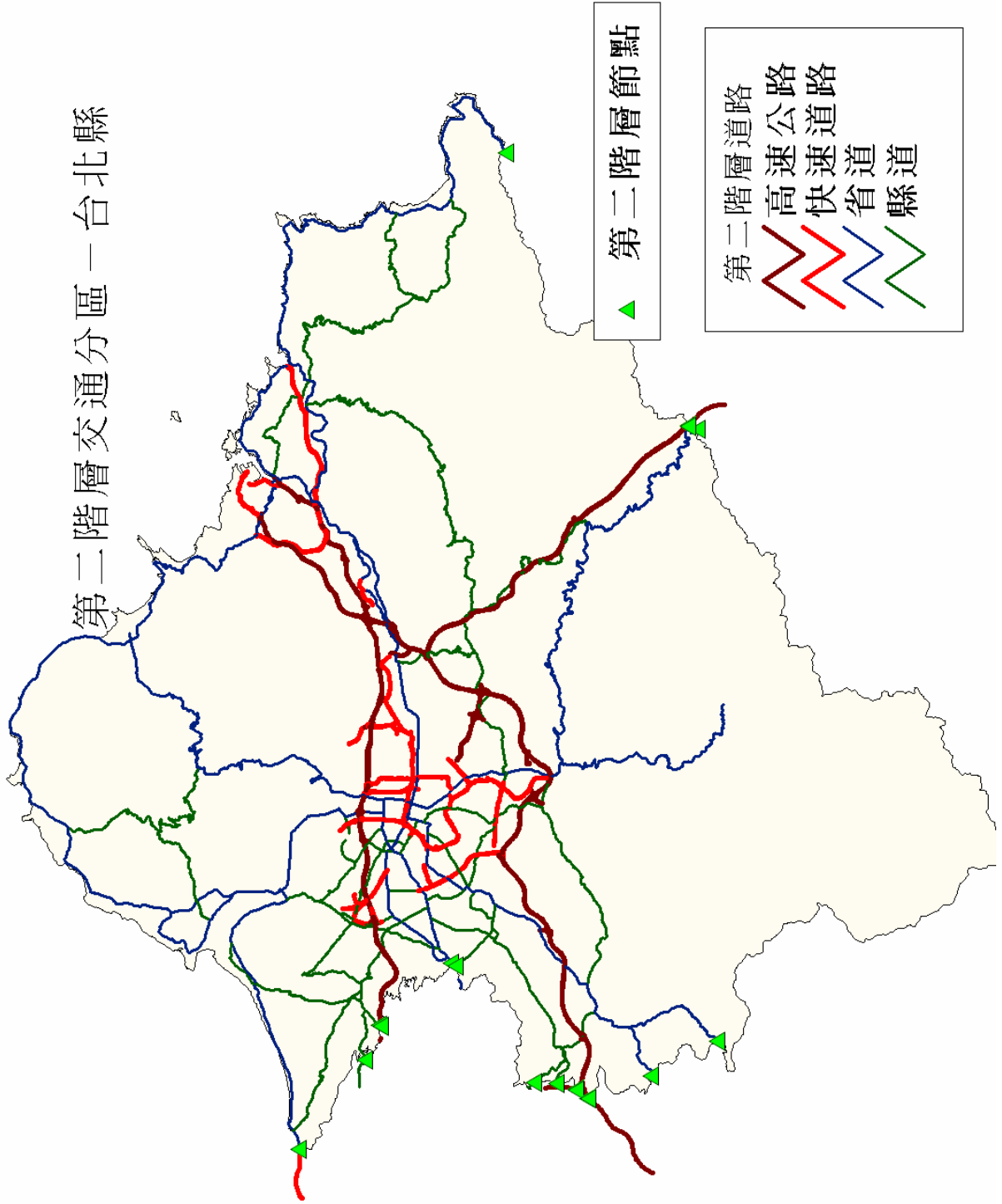


附錄一

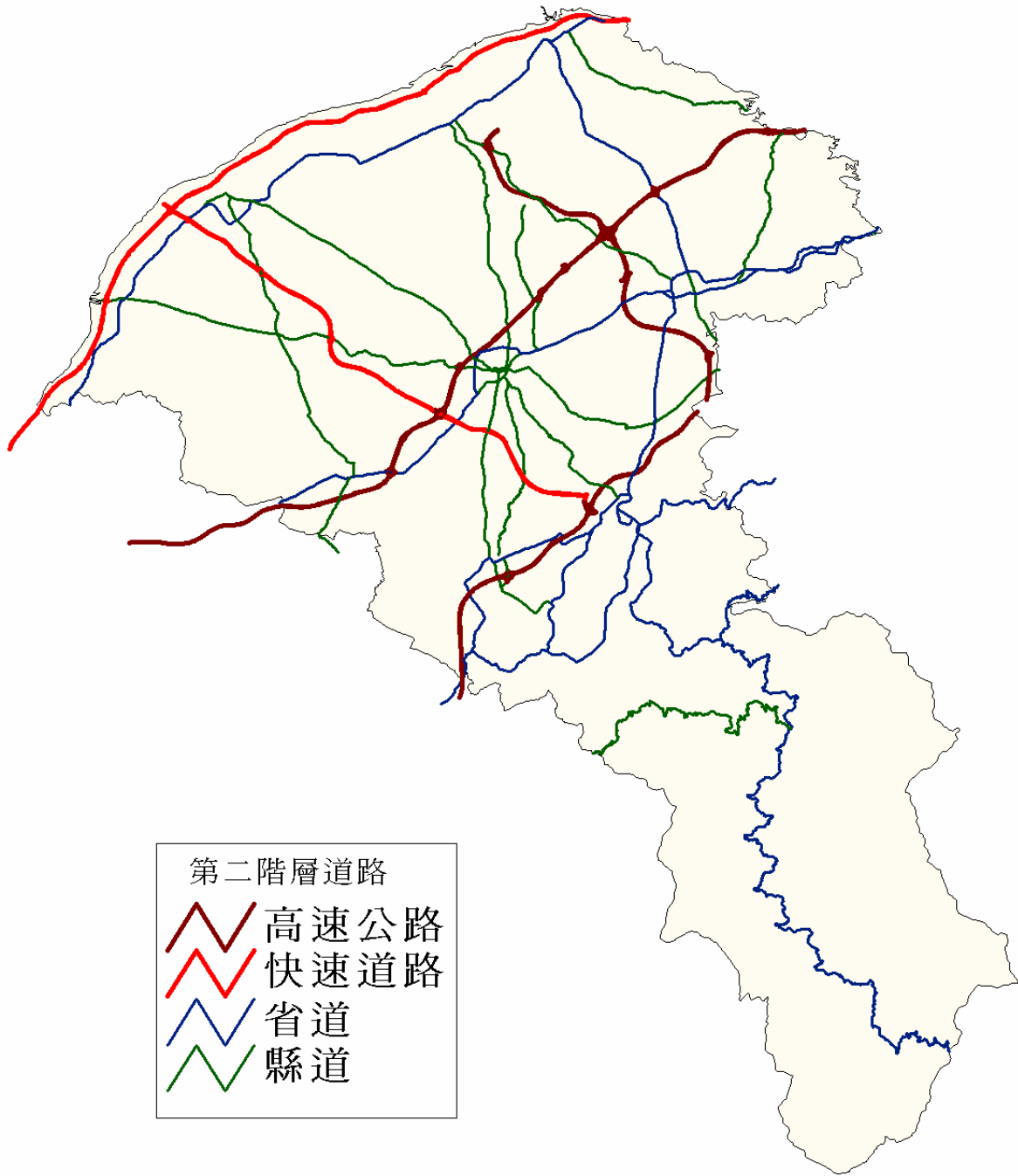
第一階層交通分區－全台



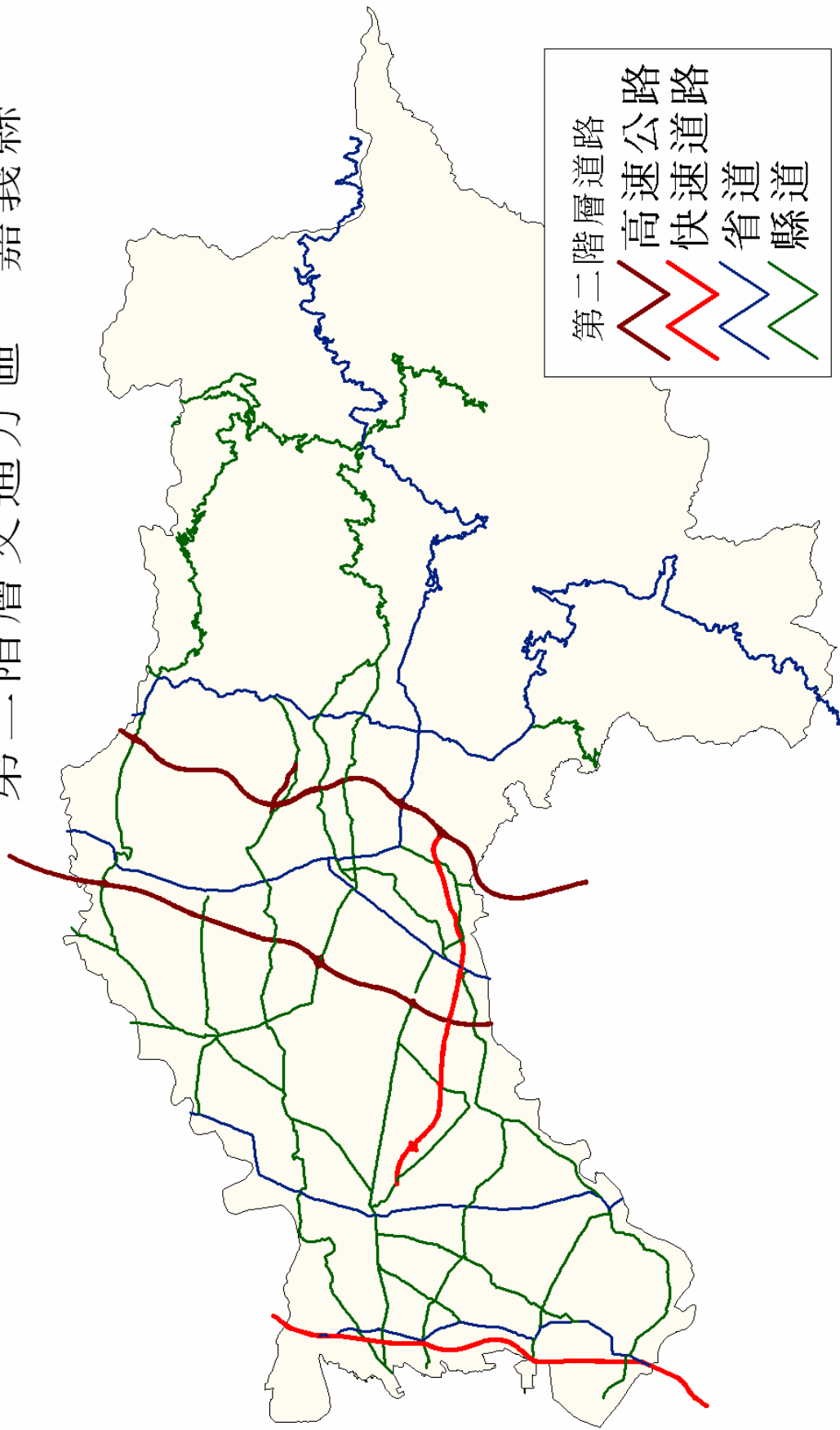
第二階層交通分區－台北縣



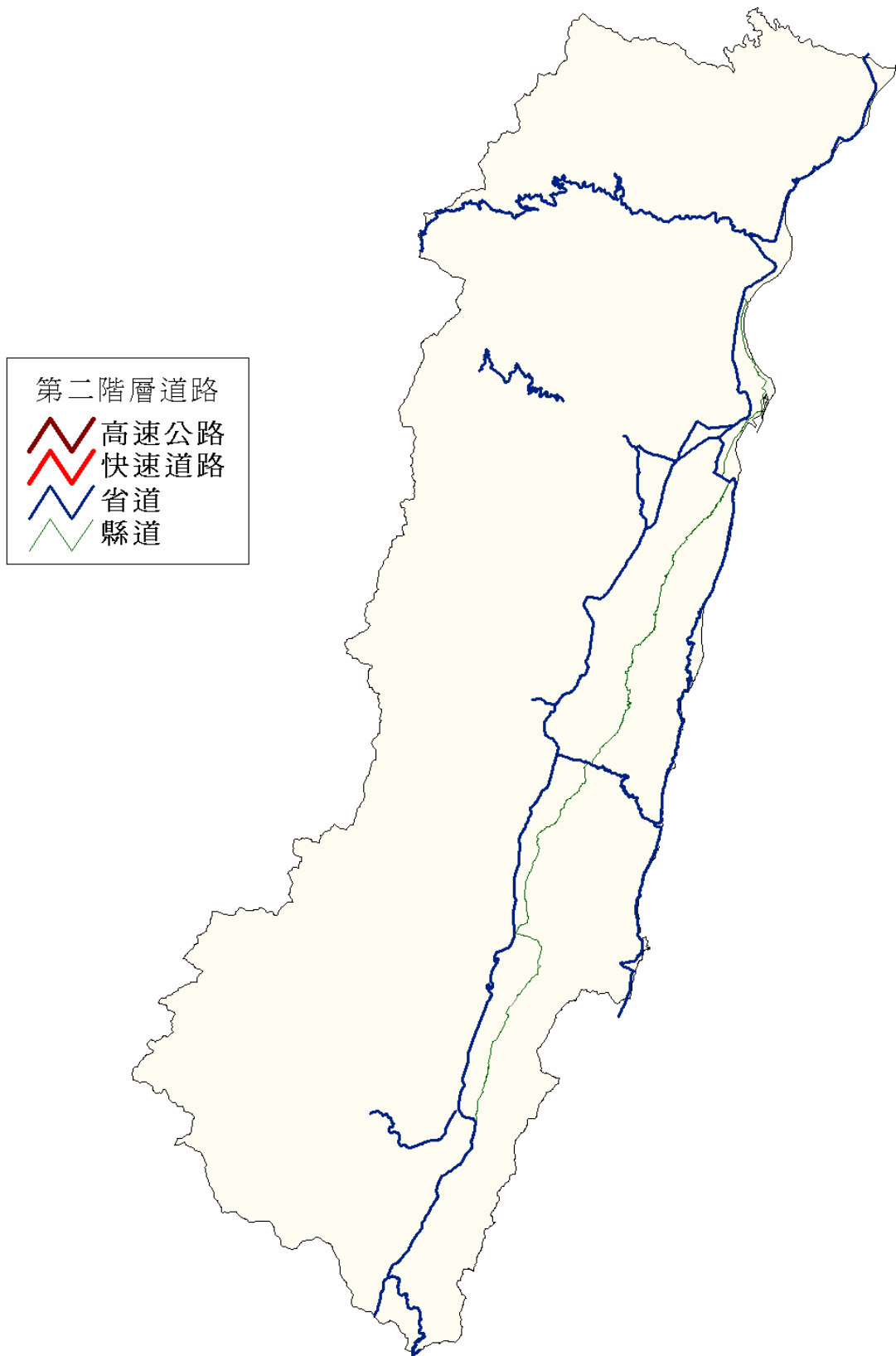
第二階層交通分區－桃園縣



第二階層交通分區－嘉義縣



第二階層交通分區－花蓮縣



第三階層交通分區－永和市



第三階層交通分區－新莊市



第三階層交通分區－桃園市



第三階層交通分區－太保市



第三階層交通分區－花蓮市



附錄二

案例一—步驟 10 搜尋輸出表

Starting from Stop #5
Turn right onto 竹林路
Travel on 竹林路 for 0.0035 hr
Turn right onto 福和路
Travel on 福和路 for 0.0079 hr
Turn right onto 中正路
Travel on 中正路 for 0.0096 hr
Continue straight onto 北 88
Travel on 北 88 for 0.0370 hr
Continue straight onto 中山路二段
Travel on 中山路二段 for 0.0057 hr
Continue straight onto 縣 106
Travel on 縣 106 for 0.0217 hr
Turn right onto 中正路
Travel on 中正路 for 0.0087 hr
Continue straight onto 台 64
Travel on 台 64 for 0.0464 hr
Turn left onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 0.0156 hr
Turn right into Stop #4
Total distance traveled is 0.1561 hr

案例一—步驟 14 搜尋輸出表

Starting from Stop #5
Turn left onto 竹林路
Travel on 竹林路 for 0.0010 hr
Turn left onto 警光街
Travel on 警光街 for 0.0031 hr
Turn right onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 0.0017 hr
Turn left onto 豫溪街
Travel on 豫溪街 for 0.0085 hr
Continue straight onto 和平街
Travel on 和平街 for 0.0078 hr
Turn left onto 北 88
Travel on 北 88 for 0.0133 hr
Turn left into Stop #4
Total distance traveled is 0.0354 hr

案例一—步驟 15 搜尋輸出表

案例一—一般路徑選擇搜尋輸出表

Starting from Stop #2
Turn left onto 竹林路
Travel on 竹林路 for 0.04 km
Turn left onto 警光街
Travel on 警光街 for 0.14 km
Turn right onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 0.08 km
Turn left onto 豫溪街
Travel on 豫溪街 for 0.39 km
Continue straight onto 和平街
Travel on 和平街 for 0.36 km
Turn left onto 北 88
Travel on 北 88 for 0.64 km
Turn right onto 中山路二段 2 巷
Travel on 中山路二段 2 巷 for 0.51 km
Continue straight onto 勝利路
Travel on 勝利路 for 0.20 km
Continue straight onto 橋和路
Travel on 橋和路 for 0.85 km
Turn right onto 板南路
Travel on 板南路 for 0.81 km
Turn left onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 0.03 km
Turn right onto 中正路
Travel on 中正路 for 0.35 km
Continue straight onto 民生路一段
Travel on 民生路一段 for 0.08 km
Continue straight onto 板新路
Travel on 板新路 for 0.66 km
Turn left onto 縣 114
Travel on 縣 114 for 0.01 km
Turn right onto 板新路
Travel on 板新路 for 0.50 km
Turn right onto 漢生東路
Travel on 漢生東路 for 0.35 km
Continue straight onto 漢生西路
Travel on 漢生西路 for 0.35 km
Turn left onto 新海路
Travel on 新海路 for 0.98 km
Turn right onto 溪頭路

Starting from Stop #8
Turn left onto 台 64
Travel on 台 64 for 0.0032 hr
Turn left onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 0.0156 hr
Turn right into Stop #4
Total distance traveled is 0.0188 hr

Travel on 溪頭路 for 0.01 km
Turn left onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 0.14 km
Turn right onto 縣 106
Travel on 縣 106 for 0.70 km
Turn left onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 0.29 km
Turn right into Stop #1
Total distance traveled is 8.47 km

案例二－步驟 17 搜尋 1 輸出表

Starting from Stop #2
Turn right onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 0.0581 hr
Continue straight onto 台 1
Travel on 台 1 for 0.0060 hr
Turn left into Stop #17
Total distance traveled is 0.0641 hr

案例二－一般路徑選擇搜尋輸出表

Starting from Stop #2
Turn right onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 3.7110 km
Continue straight onto 台 1
Travel on 台 1 for 1.5853 km
Continue straight onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 4.2347 km
Continue straight onto 台 1
Travel on 台 1 for 3.9907 km
Turn left onto 中山東路
Travel on 中山東路 for 0.8337 km
Continue straight onto 中山路
Travel on 中山路 for 0.6889 km
Continue straight onto 台 1
Travel on 台 1 for 0.2404 km
Turn right onto 中山北路
Travel on 中山北路 for 0.1808 km
Turn left onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 0.0771 km
Continue straight onto 縣府路
Travel on 縣府路 for 0.0660 km
Turn right into Stop #1
Total distance traveled is 15.6086 km

案例二－步驟 17 搜尋 2 輸出表

Starting from Stop #14
Turn left onto 台 1
Travel on 台 1 for 0.0186 hr
Continue straight onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 0.0661 hr
Continue straight onto 台 1
Travel on 台 1 for 0.0174 hr
Continue straight onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 0.0765 hr
Turn right onto 台 1
Travel on 台 1 for 0.0011 hr
Turn left into Stop #1
Total distance traveled is 0.1797 hr

案例二－步驟 21 搜尋輸出表

Starting from Stop #2
Turn right onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 0.0581 hr
Continue straight onto 台 1
Travel on 台 1 for 0.0060 hr
Turn left into Stop #12
Total distance traveled is 0.0641 hr

案例二－考慮旅行時間的一般路徑選擇搜尋輸出表

Starting from Stop #2
Turn right onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 0.0581 hr
Continue straight onto 台 1
Travel on 台 1 for 0.0246 hr
Continue straight onto 台 1 甲

案例二—步驟 22 搜尋輸出表

Starting from Stop #14
Turn left onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 0.0242 hr
Turn right onto 台 4
Travel on 台 4 for 0.0056 hr
Turn left onto 台 1
Travel on 台 1 for 0.0048 hr
Turn right onto 中原路
Travel on 中原路 for 0.0040 hr
Turn left onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 0.0003 hr
Continue straight onto 縣府路
Travel on 縣府路 for 0.0014 hr
Turn right into Stop #1
Total distance traveled is 0.0403 hr

Travel on 台 1 甲 for 0.0661 hr
Continue straight onto 台 1
Travel on 台 1 for 0.0174 hr
Continue straight onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 0.0667 hr
Turn right onto 台 4
Travel on 台 4 for 0.0056 hr
Turn left onto 台 1
Travel on 台 1 for 0.0048 hr
Turn right onto 中原路
Travel on 中原路 for 0.0040 hr
Turn left onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 0.0003 hr
Continue straight onto 縣府路
Travel on 縣府路 for 0.0014 hr
Turn right into Stop #1
Total distance traveled is 0.2490 hr

案例三—步驟 9 搜尋輸出表

Starting from Stop #2
Turn right onto 國 1
Travel on 國 1 for 2.1585 hr
Turn right into Stop #1
Total distance traveled is 2.1585 hr

案例三—一般路徑選擇搜尋輸出表

Starting from Stop #2
Turn right onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 3.7110 km
Continue straight onto 台 1
Travel on 台 1 for 1.5853 km
Continue straight onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 4.2347 km
Continue straight onto 台 1
Travel on 台 1 for 3.9907 km
Turn left onto 中山東路
Travel on 中山東路 for 0.8337 km
Continue straight onto 中山路
Travel on 中山路 for 0.6889 km
Continue straight onto 台 1
Travel on 台 1 for 7.8039 km
Continue straight onto 縣 110 甲
Travel on 縣 110 甲 for 0.6595 km
Continue straight onto 大同路
Travel on 大同路 for 0.3143 km
Continue straight onto 縣 113
Travel on 縣 113 for 0.1653 km
Continue straight onto 縣 112
Travel on 縣 112 for 0.2955 km
Turn left onto 義民路
Travel on 義民路 for 0.6694 km

案例三—步驟 19 搜尋 1 輸出表

Starting from Stop #2
Turn right onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 0.0027 hr
Turn right onto 縣 106
Travel on 縣 106 for 0.0358 hr
Turn right onto 台 1
Travel on 台 1 for 0.0106 hr
Turn left onto 縣 107 甲
Travel on 縣 107 甲 for 0.0224 hr
Turn right into Stop #9
Total distance traveled is 0.0715 hr

案例三—步驟 19 搜尋 2 輸出表

Starting from Stop #9
Turn right onto 國 1
Travel on 國 1 for 2.1733 hr
Turn right into Stop #1

Total distance traveled is 2.1733 hr

案例三－步驟 22 搜尋輸出表

Starting from Event #4
Turn right onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 0.0027 hr
Turn right onto 縣 106
Travel on 縣 106 for 0.0259 hr
Turn right into Facility #3

Total distance traveled is 0.0286 hr

案例三－步驟 33 搜尋輸出表

Starting from Stop #352
Turn left onto 嘉義交流道
Travel on 嘉義交流道 for 0.0000 hr
Continue straight onto 縣 159
Travel on 縣 159 for 0.0372 hr
Turn left onto 嘉 56
Travel on 嘉 56 for 0.0655 hr
Continue straight onto 嘉 49
Travel on 嘉 49 for 0.0778 hr
Turn right into Stop #1

Total distance traveled is 0.1805 hr

案例三－考慮旅行時間的一般路徑選擇搜尋輸出表

Starting from Stop #2
Turn right onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 0.0027 hr
Turn right onto 縣 106
Travel on 縣 106 for 0.0358 hr
Turn right onto 台 1
Travel on 台 1 for 0.0106 hr
Turn left onto 縣 107 甲
Travel on 縣 107 甲 for 0.0194 hr
Continue straight onto 國 1
Travel on 國 1 for 2.1659 hr
Continue straight onto 縣 168
Travel on 縣 168 for 0.0604 hr
Turn right onto 嘉 49
Travel on 嘉 49 for 0.0127 hr
Turn left into Stop #1

Continue straight onto 縣 110 甲
Travel on 縣 110 甲 for 0.6840 km

Continue straight onto 台 1

Travel on 台 1 for 17.0621 km

Continue straight onto 縣 117

Travel on 縣 117 for 2.1749 km

Turn left onto 其他道路

Travel on 其他道路 for 2.6960 km

Turn left onto 縣 117

Travel on 縣 117 for 1.5107 km

Continue straight onto 其他道路

Travel on 其他道路 for 0.4940 km

Continue straight onto 縣 117

Travel on 縣 117 for 1.0828 km

Continue straight onto 嘉興路

Travel on 嘉興路 for 0.4191 km

Turn right onto 其他道路

Travel on 其他道路 for 0.0406 km

Turn left onto 縣 117

Travel on 縣 117 for 1.7613 km

Turn left onto 埔頂路 285 巷

Travel on 埔頂路 285 巷 for 0.5742 km

Turn left onto 其他道路

Travel on 其他道路 for 0.9639 km

Continue straight onto 園區一路

Travel on 園區一路 for 1.1740 km

Turn right onto 工業東三路

Travel on 工業東三路 for 0.4218 km

Continue straight onto 國 1

Travel on 國 1 for 71.1605 km

Continue straight onto 其他道路

Travel on 其他道路 for 0.2905 km

Turn right onto 同志巷

Travel on 同志巷 for 0.0995 km

Turn left onto 台 1 乙

Travel on 台 1 乙 for 0.0321 km

Turn right onto 環中路一段

Travel on 環中路一段 for 2.6860 km

Continue straight onto 環中路二段

Travel on 環中路二段 for 0.5870 km

Continue straight onto 台 74

Travel on 台 74 for 1.2894 km

Continue straight onto 環中路三段

Total distance traveled is 2.3075 hr

Travel on 環中路三段 for 1.6095 km
Continue straight onto 台 74
Travel on 台 74 for 7.6985 km
Turn right onto 台 14
Travel on 台 14 for 0.1901 km
Turn left onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 3.6547 km
Turn left onto 彰 60-1
Travel on 彰 60-1 for 3.9384 km
Continue straight onto 彰 60
Travel on 彰 60 for 0.1794 km
Turn left onto 三芬路
Travel on 三芬路 for 0.3595 km
Continue straight onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 0.1816 km
Turn left onto 彰 56
Travel on 彰 56 for 0.1207 km
Continue straight onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 1.8660 km
Turn right onto 彰 68
Travel on 彰 68 for 1.2852 km
Turn left onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 0.4516 km
Continue straight onto 中正東路 118 巷
Travel on 中正東路 118 巷 for 0.9077 km
Continue straight onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 0.2543 km
Turn right onto 彰 70
Travel on 彰 70 for 0.0205 km
Turn left onto 台 1
Travel on 台 1 for 18.9175 km
Continue straight onto 中山路
Travel on 中山路 for 0.3816 km
Continue straight onto 縣 145
Travel on 縣 145 for 9.8480 km
Continue straight onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 2.1472 km
Turn right onto 雲 92
Travel on 雲 92 for 0.3105 km
Turn left onto 八德路
Travel on 八德路 for 0.3827 km
Turn left onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 1.0395 km

Turn right onto 縣 158
Travel on 縣 158 for 0.5253 km
Turn left onto 雲 95
Travel on 雲 95 for 3.4979 km
Continue straight onto 中山路
Travel on 中山路 for 0.6499 km
Turn left onto 中山路-光明路-聯美路-中華路-中央路-?
Travel on 中山路-光明路-聯美路-中華路-中央路-?for 0.0497 km
Turn left onto 縣 145 甲
Travel on 縣 145 甲 for 2.5482 km
Turn right onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 1.7944 km
Continue straight onto 新生路
Travel on 新生路 for 0.7721 km
Turn left onto 縣 145 甲
Travel on 縣 145 甲 for 6.3018 km
Continue straight onto 縣 157
Travel on 縣 157 for 1.5380 km
Turn left onto 宮後街
Travel on 宮後街 for 0.1870 km
Continue straight onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 0.0704 km
Continue straight onto 縣 157
Travel on 縣 157 for 0.5418 km
Continue straight onto 中山路
Travel on 中山路 for 0.1619 km
Continue straight onto 縣 159
Travel on 縣 159 for 2.0672 km
Continue straight onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 0.6738 km
Turn right onto 嘉 66
Travel on 嘉 66 for 0.1740 km
Turn left onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 0.8359 km
Turn right onto 縣 166
Travel on 縣 166 for 0.7736 km
Turn left onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 0.4824 km
Turn left onto 嘉 61
Travel on 嘉 61 for 1.8004 km
Turn left onto 嘉 56
Travel on 嘉 56 for 0.0311 km

Turn right onto 嘉 49
Travel on 嘉 49 for 3.5393 km
Turn right into Stop #1

Total distance traveled is 216.9173 km

案例四－步驟 9 搜尋輸出表

Starting from Stop #2
Turn right onto 國 1
Travel on 國 1 for 0.2070 hr
Continue straight onto 國 3
Travel on 國 3 for 0.0465 hr
Continue straight onto 國 5
Travel on 國 5 for 0.2901 hr
Turn left onto 台 9
Travel on 台 9 for 0.1461 hr
Turn left onto 台 7
Travel on 台 7 for 0.1138 hr
Turn right onto 台 2
Travel on 台 2 for 0.2493 hr
Turn right onto 台 2 戊
Travel on 台 2 戊 for 0.0028 hr
Turn left onto 台 9
Travel on 台 9 for 1.5196 hr
Turn right into Stop #1

Total distance traveled is 2.5752 hr

案例四－步驟 19 搜尋 1 輸出表

Starting from Stop #2
Turn left onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 0.0643 hr
Continue straight onto 縣 104
Travel on 縣 104 for 0.0332 hr
Turn right onto 縣 103
Travel on 縣 103 for 0.0000 hr
Turn right into Stop #11

Total distance traveled is 0.0975 hr

案例四－步驟 19 搜尋 2 輸出表

Starting from Stop #11
Turn right onto 國 1
Travel on 國 1 for 0.1471 hr
Continue straight onto 國 3
Travel on 國 3 for 0.0465 hr

案例四－一般路徑選擇搜尋輸出表

Starting from Stop #2
Turn left onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 316.30 units
Turn right onto 縣 106
Travel on 縣 106 for 767.67 units
Turn left onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 148.13 units
Turn left onto 溪頭路
Travel on 溪頭路 for 1497.94 units
Continue straight onto 長江路三段
Travel on 長江路三段 for 600.91 units
Continue straight onto 台 3
Travel on 台 3 for 2693.77 units
Turn right onto 和平西路二段
Travel on 和平西路二段 for 1569.44 units
Continue straight onto 和平西路一段
Travel on 和平西路一段 for 535.64 units
Turn right onto 南昌路二段
Travel on 南昌路二段 for 479.41 units
Continue straight onto 台 9
Travel on 台 9 for 32.21 units
Turn left onto 羅斯福路三段 17 巷
Travel on 羅斯福路三段 17 巷 for 103.25 units
Turn right onto 浦城街 4 巷
Travel on 浦城街 4 巷 for 133.30 units
Turn right onto 浦城街
Travel on 浦城街 for 65.31 units
Turn left onto 雲和街
Travel on 雲和街 for 652.21 units
Turn right onto 溫州街
Travel on 溫州街 for 100.50 units
Turn left onto 辛亥路一段

Continue straight onto 國 5
Travel on 國 5 for 0.2901 hr
Turn left onto 台 9
Travel on 台 9 for 0.1461 hr
Turn left onto 台 7
Travel on 台 7 for 0.1138 hr
Turn right onto 台 2
Travel on 台 2 for 0.2493 hr
Turn right onto 台 2 戊
Travel on 台 2 戊 for 0.0028 hr
Turn left onto 台 9
Travel on 台 9 for 1.5196 hr
Turn right into Stop #1

Total distance traveled is 2.5153 hr

案例四－步驟 23 搜尋輸出表

Starting from Stop #2
Turn left onto 台 1 甲
Travel on 台 1 甲 for 0.0255 hr
Turn left into Stop #1

Total distance traveled is 0.0255 hr

案例四－步驟 35 搜尋輸出表

Starting from Stop #402
Turn left onto 台 9
Travel on 台 9 for 0.7704 hr
Turn right into Stop #1

Total distance traveled is 0.7704 hr

案例四－步驟 39 搜尋輸出表

Starting from Stop #2
Turn left onto 台 9
Travel on 台 9 for 0.0588 hr
Turn right onto 復興街
Travel on 復興街 for 0.0098 hr
Turn right onto 林森路
Travel on 林森路 for 0.0003 hr
Turn left into Stop #1

Total distance traveled is 0.0689 hr

案例四－考慮旅行時間的一般路徑選擇搜尋輸出表

Travel on 辛亥路一段 for 122.01 units
Continue straight onto 辛亥路二段
Travel on 辛亥路二段 for 926.92 units
Turn right onto 辛亥路三段
Travel on 辛亥路三段 for 784.33 units
Continue straight onto 國 3 甲
Travel on 國 3 甲 for 5565.11 units
Continue straight onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 1237.31 units
Turn right onto 縣 106
Travel on 縣 106 for 2112.46 units
Turn right onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 2233.06 units
Turn right onto 國 5
Travel on 國 5 for 27552.44 units
Turn right onto 台 2 庚
Travel on 台 2 庚 for 58.03 units
Turn right onto 二城路
Travel on 二城路 for 1097.09 units
Turn left onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 518.92 units
Turn right onto 縣 191
Travel on 縣 191 for 780.13 units
Turn left onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 1368.63 units
Turn left onto 宜 4
Travel on 宜 4 for 641.21 units
Turn right onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 2042.98 units
Turn right onto 台 2
Travel on 台 2 for 2275.44 units
Continue straight onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 212.59 units
Continue straight onto 台 2
Travel on 台 2 for 21784.96 units
Turn right onto 台 2 戊
Travel on 台 2 戊 for 215.41 units
Turn left onto 台 9
Travel on 台 9 for 51064.85 units
Continue straight onto 其他道路
Travel on 其他道路 for 686.22 units
Continue straight onto 台 9

Starting from Stop #2
 Turn left onto 台 1 甲
 Travel on 台 1 甲 for 0.0156 hr
 Turn right onto 台 64
 Travel on 台 64 for 0.0691 hr
 Continue straight onto 國 3
 Travel on 國 3 for 0.1786 hr
 Continue straight onto 國 5
 Travel on 國 5 for 0.2944 hr
 Turn right onto 台 2 庚
 Travel on 台 2 庚 for 0.0008 hr
 Turn right onto 二城路
 Travel on 二城路 for 0.0220 hr
 Turn left onto 其他道路
 Travel on 其他道路 for 0.0104 hr
 Turn right onto 縣 191
 Travel on 縣 191 for 0.0131 hr
 Turn left onto 其他道路
 Travel on 其他道路 for 0.0274 hr
 Turn left onto 宜 4
 Travel on 宜 4 for 0.0128 hr
 Turn right onto 其他道路
 Travel on 其他道路 for 0.0163 hr
 Turn right onto 台 2
 Travel on 台 2 for 0.3665 hr
 Turn right onto 台 2 戊
 Travel on 台 2 戊 for 0.0031 hr
 Turn left onto 台 9
 Travel on 台 9 for 1.4546 hr
 Turn right onto 花 19
 Travel on 花 19 for 0.0501 hr
 Turn right onto 林森路
 Travel on 林森路 for 0.0102 hr
 Turn right into Stop #1
 Total distance traveled is 2.5450 hr

Travel on 台 9 for 28940.24 units
 Continue straight onto 其他道路
 Travel on 其他道路 for 458.22 units
 Continue straight onto 台 9
 Travel on 台 9 for 3709.40 units
 Turn right onto 其他道路
 Travel on 其他道路 for 1365.52 units
 Continue straight onto 民治路
 Travel on 民治路 for 1136.70 units
 Turn right onto 秀林路
 Travel on 秀林路 for 282.74 units
 Turn right onto 民享路
 Travel on 民享路 for 1243.22 units
 Turn right onto 台 9
 Travel on 台 9 for 12039.09 units
 Turn right onto 花 19
 Travel on 花 19 for 2496.79 units
 Turn right onto 林森路
 Travel on 林森路 for 514.25 units
 Turn right into Stop #1
 Total distance traveled is 185162.25 units

簡 歷



姓名：陳正斌

籍貫：台灣省台中市

生日：民國 67 年 11 月 13 日

學歷：民國 93 年 6 月交通大學交通運輸研究所畢業

民國 91 年 6 月逢甲大學交通工程與管理學系畢業

電子郵件：leon.tt91g@nctu.rcu.tw

