

淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班
碩士論文

指導教授：胡守任博士

高快速公路路網導引轉向點
與導引比例之研究

A Study on Route Diversion Point and Diversion Flow
Rate on Freeway and Expressway Corridors

研究生：鄭正元 撰

中華民國九十三年一月

誌謝

在研究所修業的日子裡，首先要感謝恩師 胡守任博士的悉心教導，在學業上、生活上都給予學生極大的幫助，在給予學生自由發展空間的同時，也不忘時時叮囑學生、幫助學生解答疑惑，逐步帶領學生完成這篇論文，在此僅向恩師致上最誠摯的謝意。在論文進行時，從基本觀念上的建立到基本架構的完成亦多蒙所上諸位老師與以指導修正，學生心中亦不勝感激。同時在論文口試期間，承蒙褚志鵬博士、王中允博士予以悉心指正，並提供諸多寶貴意見，學生心懷感激，亦在此向兩位老師表達心中謝意。當初論文遇到瓶頸時，感謝王中允老師的細心教導以及阿郎學長、永蕙的幫助，使我能順利突破困難，完成這篇論文。

回想這段與各位同學相處的時間以來，不管是呼朋引伴在 902 觀賞日出、或是夜深人靜在 819 等著紅短褲出來跑步，每一個熬夜打報告的日子現在都化為難忘且珍貴的記憶。參加公車競賽那一陣子與四位好友人手數瓶蠻牛，大喊「呼乾啦！」接著一個個陣亡在電腦前面的情形還歷歷在目，更是我心中永難忘懷的甜蜜回憶。

龍文、碧琴、齊邦和忠榮，平常與你們打打鬧鬧、耍耍嘴皮子，為我這段「黑白的人生」點綴上許多色彩，還有學妹小丁、鈺雯和寶如，以後少了兩個出餽主意的，耳根終於可以乾淨一點，專心做研究了，想想真該恭喜你們。我的母親與妹妹，感謝你們在背後默默支持我，讓我得以完成我的學業。最後是我的摯友惠芳，雖然你蠻橫、頑固、不講理、無理取鬧（啊！每次講到這裡都會離題），不過謝謝你從頭到尾一直陪在我身邊給我支持。謝謝各位。

論文名稱：高快速公路路網導引轉向點與導引比例之研究

頁數：93

校系(所)組別：私立淡江大學 運輸管理學系運輸科學碩士班

畢業時間及提要別：九十二學年度第一學期碩士學位論文提要

研究生：鄭正元

指導教授：胡守任 博士

論文提要內容：

當交通事件發生之後，應於路網上何處、導引多少比例車流前往建議路徑乃近年來路徑導引相關議題中頗受重視的一部分。本研究主要的目的在藉由觀察事件對路網上車流造成的改變，找出路網上適合的導引轉向點與適當的導引比例。

本研究透過交通量指派相關模式，將分析時段分為「事件前」、「事件後」兩階段分別進行靜態分析。當事件發生之前，假設路網上用路人之路徑選擇行為符合使用者均衡假設。當事件發生之後則分別進行使用者均衡和系統最佳化分析。本研究乃將事件發生後使用者均衡與系統最佳化結果進行比較分析，找出路網中適當的導引轉向點。由於路網上可能有多個導引轉向點，抑或各導引轉向點須導引多條路徑之車流前往建議路徑，因此本研究乃進一步利用敏感度分析探討路網上整體的最適導引比例。同時若考慮於各導引點實施不同導引或資訊提供策略，亦即於各導引點上導引不同比例車流時，則各導引點之最適當的個別導引比例亦將有別於整體的最適導引比例，本研究乃同時針對此一部分進行分析與探討。

在實證分析方面，本研究利用台灣地區西部運輸走廊北部路網作為分析路網，根據不同的情境假設進行各項分析，主要針對不同的事件嚴重程度、事件發生的地點，以及單一事件單獨發生或多事件同時發生等條件，探討其對導引轉向點與最適導引比例之分析結果可能造成的影響。研究結果發現，事件發生後，路網上之導引轉向點多位於事件發生地點上游 2、3 個主要的系統交流道，而與事件的嚴重程度與事件發生地點較無直接相關。相較於單一事件單獨發生的情形，多事件同時發生時必須於較多的導引轉向點進行導引；而且多事件同時發生時之導引轉向點，並不等於個別單一事件發生時之導引轉向點之總合。針對整體路網中須接受導引之車流進行敏感度分析結果發現，整體最適導引比例雖確實存在，但於較無法歸納出其範圍與規則。若考慮於各導引轉向點導引不同比例之車流時，相對於整體最適導引比例所得之系統總成本，可獲進一步降低。而且各導引點之個別導引比例多隨其與事件發生地點距離的增加而減少，此外隨事件嚴重程度的增加，較接近事件發生地點的導引轉向點須導引的車流比例亦隨之增加。

關鍵詞：導引轉向點、導引比例、交通量指派模式。

Title of Thesis:

Total Pages: 93

A Study on Route Diversion Point and Diversion Flow Rate on Freeway and Expressway Corridors

Keywords: Diversion Point, Diversion Rate, Traffic Assignment Model.

Name of Institute:

Graduate Institute of Transportation Science, Tamkang University

Graduate Date: January 2004

Degree Conferred: Master Degree

Name of Student: Jenq-Yuan Jenq

鄭正元

Advisor: Dr. Shou-Ren Hu

胡守任 博士

Abstract:

The purposes of this study are to analyze traffic flow patterns in the presence of traffic incident and find appropriate diversion points and diversion rates accordingly. Traffic assignment based models were constructed to carry out the study. We divided the analyzing time horizon into two stages, i.e., “before incident” and “after incident”, and proceeded static traffic assignment analysis individually. Before incident was happened, user equilibrium (UE) analysis was conducted, and relevant path flows and link flows under UE assumption were obtained. Furthermore, when an incident was observed in a specific link, resulting in the decrease of link capacity, motorists traveling at that specific link might be seeking better alternative paths to avoid extra travel times and/or delays. The two-stage analysis was conducted as follows. Firstly, we sort the equilibrium path flow into influenced path flow and non-influenced path flow, which both represent the flow passing and without passing through the link with incident, respectively. Taking the non-influenced flow as the background flow, we reassign the influenced flow to potential paths. Secondly, we conduct both UE and system optimal (SO) analysis, and compare the path and link flows under both equilibrium conditions. The nodes with significant flow changes before and after the incident are appropriate diversion points, and relevant diversion information can be disseminated preferably through VMS in front of these diversion points.

Because the two-stage analysis process might generate several desirable diversion points, and each diversion point might better divert different percentage of

affected motorists, therefore sensitive analysis was employed to find the optimal diversion rate. If we guide the same proportion in all diversion points, we might find the global optimal diversion rate, meaning that if there are such proportion of motorists at all diversion points following the guidance information, then the system can save the maximum travel time. On the other hand, if we provide different information dissemination strategies at different diversion points, we can obtain optimal individual diversion rate at each diversion point.

To demonstrate the proposed framework, a simplified network composing the freeway and expressway corridors in northern Taiwan was employed to conduct the case study under different traffic conditions. Various test scenarios were designed to check if location of incident, severity of incident, and single or multiple incident happened at the same time will affect the analyzing results of diversion point and diversion rate. The numerical results indicated that the appropriate diversion points were usually located at the 2~3 main system interchanges upstream of the incident, irrespective to the severity and location of the incident. Compared to the case of single traffic incident, it has been found that multiple incidents might result in more diversion points so that the affected motorists could be diverted to alternative routes at appropriate decision points. In addition, according to the results of the sensitivity analysis on route diversion rate, there actually exists a global route diversion rate that minimize the total system cost by providing affected motorists with appropriate route diversion information. However, we could not find the general rule and/or relationship between the optimal diversion rate and above affecting factors. If we calculate individual diversion rate at each potential diversion point, and assume that those affected motorists all follow the route diversion instructions, we might further gain benefits of lower total system cost as opposed to the cost associated with the global diversion rate. Moreover, the optimal rate of route diversion is generally inversely proportional to the distance to the incident. Finally, as the severity of incident is increased, the diversion rates of those diversion points closer to the incident are also found to be increased.

目 錄

頁次

誌謝

中文摘要

英文摘要

目錄.....I

圖目錄.....IV

表目錄.....VI

第一章 緒論

1.1 研究動機與背景1

1.2 研究目的2

1.3 分析對象與實驗路網3

1.4 前提假設3

1.5 研究流程4

1.6 研究內容6

第二章 文獻回顧

2.1 路徑導引7

2.2 交通量指派11

2.2.1 靜態交通量指派.....11

2.2.2 動態交通量指派.....12

2.3 求解演算法14

2.3.1 路段基礎演算法.....14

2.3.2 路徑基礎演算法.....15

2.4 小結16

第三章 交通量指派模式與求解演算法	
3.1 靜態用路人均衡交通量指派模式	18
3.2 靜態系統最佳化交通量指派模式	21
3.3 求解演算法	23
3.3.1 梯度投影法求解使用者均衡模式.....	23
3.3.2 梯度投影法求解系統最佳化模式.....	26
第四章 導引轉向點與最適導引比例	
4.1 事件.....	29
4.2 導引轉向點	30
4.3 最適導引比例	34
4.4 小結.....	36
第五章 實驗設計與案例分析	
5.1 實驗設計	38
5.1.1 實驗路網.....	38
5.1.2 運輸需求.....	44
5.1.3 敏感度分析.....	44
5.1.4 實驗設計.....	45
5.1.5 測試環境.....	46
5.2 單一事件不同事件影響程度之分析結果	47
5.2.1 事件影響 33.33%容量	47
5.2.2 事件影響 50%容量	51
5.2.3 事件影響 66.66%容量	54
5.2.4 事件影響 100%容量	57
5.2.5 小結.....	60
5.3 不同事件發生地點之分析結果	62

5.3.1	國道 1 號上發生事件.....	62
5.3.2	國道 3 號上發生事件.....	62
5.3.3	西部濱海快速道路上發生事件.....	65
5.3.4	小結.....	68
5.4	單一事件與多事件之分析結果	69
5.4.1	楊梅—湖口、土城—三鶯同時發生事件	69
5.4.2	楊梅—湖口、八里—大園同時發生事件	73
5.4.3	土城—三鶯、八里—大園同時發生事件	76
5.4.4	楊梅—湖口、土城—三鶯、八里—大園同時發生事件	79
5.4.5	小結.....	82
5.5	綜合評析	84
第六章 結論與建議		
6.1	結論	85
6.2	建議	86
參考文獻.....		88
符號對照表.....		92
附錄一 數值分析操作流程圖.....		94
附錄二 GP 演算法基本流程圖		95
附錄三 尋找最短路徑基本流程圖.....		96
附錄四 流量指派基本流程圖.....		97

圖 目 錄

	頁次
圖 1.1 研究流程圖.....	5
圖 2.1 兩階段靜態分析示意圖.....	17
圖 4.1 事件前後分析示意圖.....	32
圖 4.2 轉向點篩選原則 1 示意圖.....	32
圖 4.3 轉向點篩選原則 2 示意圖.....	33
圖 4.4 整體最適導引比例示意圖.....	34
圖 4.5 各導引轉向點不同導引比例示意圖.....	35
圖 4.6 轉向點與最適導引比例分析流程圖.....	37
圖 5.1 實驗路網圖.....	43
圖 5.2 實驗設計示意圖.....	45
圖 5.3 楊梅—湖口發生 33.33%事件轉向點示意圖	49
圖 5.4 湖口—楊梅路段發生 33.33%事件後相同導引比例比較圖	50
圖 5.5 楊梅—湖口發生 50%事件轉向點示意圖	52
圖 5.6 湖口—楊梅路段發生 50%事件後相同導引比例比較圖	53
圖 5.7 楊梅—湖口發生 66.66%事件轉向點示意圖	55
圖 5.8 湖口—楊梅路段發生 66.66%事件後相同導引比例比較圖	56
圖 5.9 楊梅—湖口發生 100%事件轉向點示意圖	58
圖 5.10 湖口—楊梅路段發生 100%事件後相同導引比例比較圖	59
圖 5.11 土城—三鶯發生 50%事件轉向點示意圖.....	63
圖 5.12 土城—三鶯間路段發生 50%事件後相同導引比例比較圖	64
圖 5.13 八里—大園發生 50%事件轉向點示意圖	66
圖 5.14 八里—大園間路段發生 50%事件後相同導引比例比較圖	67
圖 5.15 多事件情境一轉向點示意圖.....	72
圖 5.16 多事件情境一相同導引比例比較圖.....	72
圖 5.17 多事件情境二轉向點示意圖.....	75

圖 5.18 多事件情境二相同導引比例比較圖.....	75
圖 5.19 多事件情境三轉向點示意圖.....	78
圖 5.20 多事件情境三不同導引比例比較圖.....	78
圖 5.21 多事件情境四轉向點示意圖.....	81
圖 5.22 多事件情境四不同導引比例比較圖.....	82

表 目 錄

	頁次
表 2-1 流量為基礎之模式與以車輛為基礎之模式比較表	13
表 4-1 事件發生前後路網均衡狀態表	30
表 5-1 不同類型路段基本資料對照表	39
表 5-2 各路段基本資料表	39
表 5-3 運輸需求表	44
表 5-4 通過 link32 之流量表	47
表 5-5 楊梅—湖口發生 33.33%事件後之 UE 指派結果	47
表 5-6 楊梅—湖口發生 33.33%事件後之 SO 指派結果	48
表 5-7 楊梅—湖口發生 33.33%事件後相同導引比例比較表	49
表 5-8 楊梅—湖口發生 33.33%事件後各轉向點導引比例表	50
表 5-9 楊梅—湖口發生 50%事件後之 UE 指派結果	51
表 5-10 楊梅—湖口發生 50%事件後之 SO 指派結果	51
表 5-11 楊梅—湖口發生 50%事件後相同導引比例比較表	52
表 5-12 楊梅—湖口發生 50%事件後各轉向點導引比例表	53
表 5-13 楊梅—湖口發生 66.66%事件後之 UE 指派結果	54
表 5-14 楊梅—湖口發生 66.66%事件後之 SO 指派結果	54
表 5-15 楊梅—湖口發生 66.66%事件後相同導引比例比較表	56
表 5-16 楊梅—湖口發生 66.66%事件後各轉向點導引比例表	57
表 5-17 楊梅—湖口發生 100%事件後之 UE 指派結果	57
表 5-18 楊梅—湖口發生 100%事件後之 SO 指派結果	57
表 5-19 楊梅—湖口發生 100%事件後相同導引比例比較表	59
表 5-20 楊梅—湖口發生 100%事件後各轉向點導引比例表	60
表 5-21 不同事件影響程度與導引比例及轉向點彙整表	60
表 5-22 土城—三鶯發生 50%事件後之 UE 指派結果	62
表 5-23 土城—三鶯發生 50%事件後之 SO 指派結果	63

表 5-24 土城—三鶯發生 50%事件後相同導引比例比較表	64
表 5-25 土城 三鶯間發生 50%事件後各轉向點導引比例表	65
表 5-26 八里—大園發生 50%事件後之 UE 指派結果	65
表 5-27 八里—大園發生 50%事件後之 SO 指派結果	65
表 5-28 八里—大園發生 50%事件後相同導引比例比較表	66
表 5-29 八里—大園發生 50%事件後各轉向點導引比例表	67
表 5-30 不同事件發生地點與導引比例及轉向點彙整表	68
表 5-31 單一事件與多事件同時發生分析之假設情境	69
表 5-32 多事件情境一事件後之 UE 指派結果	70
表 5-33 多事件情境一事件後之 SO 指派結果	70
表 5-34 多事件情境一相同導引比例比較表	71
表 5-35 多事件情境二事件後之 UE 指派結果	73
表 5-36 多事件情境二事件後之 SO 指派結果	73
表 5-37 多事件情境二不同導引比例比較表	74
表 5-38 多事件情境三事件後之 UE 指派結果	76
表 5-39 多事件情境三事件後之 SO 指派結果	76
表 5-40 多事件情境三相同導引比例比較表	77
表 5-41 多事件情境四事件後之 UE 指派結果	79
表 5-42 多事件情境四事件後之 SO 指派結果	80
表 5-43 多事件情境四相同導引比例比較表	81
表 5-44 單一事件與多事件同時發生情境分析彙整表	83

第一章、緒論

1.1 研究背景與動機

台灣地區西部運輸的長程陸路運輸，大都以中山高速公路為主要運輸幹道。近年來，隨著經濟的蓬勃發展與人口的快速成長，使中山高速公路原本的運輸能力逐漸達到飽和，因此政府乃著手規劃國道 3 號高速公路以及西濱快速道路等替代道路。

隨著國道 3 號高速公路、西濱快速道路的逐年完工通車，再加上原本的中山高速公路，以及省道台 1、台 3、台 17、台 19 線等各條貫穿南北的省道系統，配合各條東西向快速道路以及省縣道等連絡道路，台灣西部運輸走廊已經逐漸形成一個複雜且完整的運輸路網。在此一路網上各條相互平行的道路之間可以透過不同的連絡道路相互連結，亦即彼此之間具有相互替代的功能。因此，當路網上部分路段發生壅塞現象時，透過完整路網資訊的傳達，用路人可以利用路網具有替代功能的道路系統，進行有效的路徑選擇行為，以達到避開發生壅塞路段，節省旅行時間，以及紓解壅塞車流的目的。

雖然西部運輸路網在硬體設計上足以應付現今的運輸需求，但事實上在路網上仍經常發生交通壅塞的現象，其主要原因乃當路網發生重現性或非重現性壅塞時，缺乏完整的路徑導引計畫以疏導壅塞車流。因此，近年來有關路徑導引相關課題的探討逐漸受到重視，如何透過相關交通量指派的理論或方法，進行有效的路網導引轉向控制，使路網容量均衡被使用，以維持系統績效，也顯得日益重要。

由於當用路人進行路徑選擇之行為時，乃是假設其擁有完整且即時的路網資訊。其資訊獲得的方式一般可以透過車上單元或是車外資訊發布設施兩種方式。透過車上單元發布資訊的方式要求用路人擁有其對應設備，其追求目標乃在針對每一不同用路人給予個別的導引資訊，就現階段而言較難以達到。另一方面，透過路側資訊可變標誌(Variable Message Sign, VMS)以及路況廣播(Highway Advisory Radio, HAR)可以提供即時路況資訊，用路人皆可以接收，較易達成路網轉向控制的目的。因此，本研究高快速公路路網的資訊發布方式乃假設透過車

外的資訊可變標誌發布。在此基本假設下，本研究擬將針對導引資訊發布的地點及路網上適當的車流導引比例兩部分進行研究。

1.2 研究目的

當事件發生之後，在既有的硬體發布設施之上，應該在何時、何處發布路徑導引資訊，乃是路徑導引首要探討的議題。由於當事件發生時，其發生時間、地點、當時路網上的車流狀況，以及發生地點附近替代道路的分部情形都不相同，有關路徑導引資訊的發布地點及適當的車流導引比例也隨之不同。因此，本研究主要之研究目的如以下所示：

一、根據交通量指派的相關理論，探討當發生事件前後，路網上交通流量的移轉情形：

本研究乃希望利用交通量指派之基本理論，於事件發生前、後以使用者均衡或系統最佳化原則，求解路網達到均衡時路網上的車流分佈均衡狀況，並分析使用者自行選擇路徑與系統建議所應選擇路徑之間的差異，以及各路徑上所分佈車流的移轉情形。

二、根據路徑導引之基本觀念，規劃適當的導引轉向點：

假設系統管理者介入導引時，欲將使用者由原先所選擇之路徑導引到系統建議路徑上時，路網上車流該於何處改變路徑，亦即路網上的導引資訊需於哪些節點之前發布才可使車流如系統管理者所預期般轉移轉移至建議道路上，乃為本研究之研究重點。本研究乃希望透過觀察路徑與車流的變化情形找出該節點以作為路網的導引轉向點。

三、利用敏感度分析計算出適當的車流導引比例，提供系統管理者在進行導引轉

向點上導引車流之參考：

當路網上發生壅塞時，若系統管理者未進行導引，會導致路網服務績效降低。反之，若系統管理者進行過度的導引，亦可能造成路網總成本的增加。因此本研究希望透過敏感度分析探討當路網上發佈導引資訊後，整體路網上應有多少比例需接受導引之用路人接受系統導引時，可使路網總成本達到最小。同時在考慮各導引轉向點導引不同比例車流情況下，計算各導引轉向點個別之導引比例，以作為各導引點實施不同導引策略之參考。

1.3 分析對象與實驗路網

本研究之主要目的乃在分析事件前後路網上車流的移轉特性，藉以找出路網上適當的導引轉向點以及適當之導引比例，以提供系統管理者進行路徑導引之參考。主要分析的對象為透過資訊可變標誌接受路徑導引資訊的用路人。亦即，以接受「集體式路徑導引」之用路人為主要分析對象。

本研究之研究範圍，其路網界定在台灣地區北部地區路網，北起汐止系統交流道、南至新竹系統交流道，其範圍內包含國道 1 號中山高速公路、國道 3 號高速公路、西部濱海快速道路共 3 條主要南北向的高快速公路，其聯絡道主要以各條東西向快速道路以及部分省、縣道為主。

1.4 前提假設

本研究乃利用解析性模型，透過交通量指派模式進行導引轉向點以及導引比例之探討，因此作出以下基本假設：

1.交通量指派相關假設：

- (1)假設路網上用路人擁有完整且即時的路網資訊。
- (2)假設由用路人自行進行路徑選擇行為時，路網上的均衡狀態符合 Wardrop 使用者均衡指派原則。

(3) 假設系統管理者介入進行導引時，乃希望達成符合 Wardrop 系統最佳化指派原則的均衡狀態。

2. 路徑導引相關假設：

(1) 本研究之路徑導引資訊乃透過 VMS 或是 HAR 等集體式路徑導引發佈設施發佈。

(2) 導引資訊針對選擇某一路徑之用路人發佈，並同時給予該部分用路人系統之建議路徑。

(3) 用路人接收到導引資訊之後僅關心與自身相關的資訊。

3. 假設事件發生之嚴重程度與發生地點已知，但並不考慮有關事件延時的問題。

4. 假設實驗路網中僅有一種車種，並不考慮混合車流的情形。

5. 於時間向度上僅區分為事件前、後兩階段進行靜態分析，並未涉及其他與時間相關的議題。

1.5 研究流程

本研究主要分為四個階段進行，研究流程圖如圖 1.1 所示。

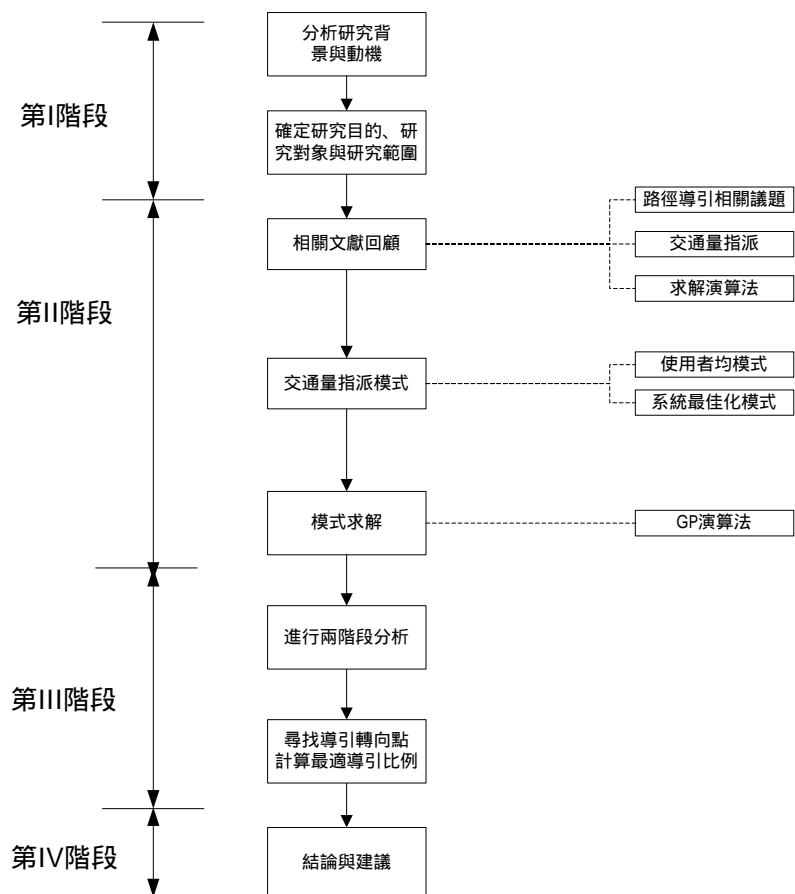


圖 1.1 研究流程圖

第 I 階段：確定本研究之研究動機、研究目的、研究對象與範圍以及相關前提假設等。

第 II 階段：針對本研究所要探討的主題收集相關文獻，包括路徑導引相關文獻、交通量指派模式，以及求解演算法等。並針對本研究所應用的模式，如靜態使用者均衡指派模式及靜態系統最佳化指派模式進行探討。最後是有關本研究用於求解交通量指派模式的梯度投影法之相關介紹。

第 III 階段：假設不同情境，針對本研究所欲探討的議題進行分析。並將不同情境下的模式分析結果進行比較。

第 IV 階段：根據本研究之研究成果歸納結論，以及針對未來可能研究方向提出建議。

1.6 研究內容

本研究之內容分為以下六章，分別說明如下：

第一章 緒論

針對現況所存在之問題，說明本研究之背景與動機，並根據背景與動機具體確定本研究之研究目的，同時進一步界定研究範圍與對象，以及研究流程與研究內容。

第二章 文獻回顧

根據本研究之目的探討相關文獻，其內容包括國內外相關議題之探討、路徑導引之基本概念、交通量指派模式，以及求解演算法等文獻之探討。

第三章 交通量指派模式與求解演算法

針對靜態交通量指派模式，包含使用者均衡與系統最佳化模式進行探討。同時針對本研究所採用之求解演算法進行介紹。

第四章 導引轉向點與最適導引比例

針對本研究所欲探討的問題進行詳細的探討。其內容包括本研究中針對事件、導引轉向點與導引比例所界定之內容、如何利用交通量指派模式進行導引轉向點之篩選，以及利用敏感度分析計算最適導引比例。

第五章 實驗設計與案例分析

根據本研究歸納之分析流程進行實驗設計與案例分析，同時為比較在不同情境下結果是否有所不同，並假設數個不同情境以觀察模式分析結果，包括不同事件發生地點、不同事件影響程度，以及單一事件或是多事件影響下，其導引轉向點與導引比例是否有所不同。

第六章 結論與建議

針對本研究第五章之分析結果歸納出結論，並針對未來研究方向提出初步建議。

第二章、文獻回顧

近年來，由於交通壅塞問題日益嚴重，因此世界各先進國家乃致力於路網轉向控制的相關研究，以期在既有的道路容量下，導引車輛行駛至有剩餘容量的路段，以提升道路的服務水準、縮短旅行時間。

本研究乃希望針對導引轉向點與導引比例加以探討。因此首先收集目前路徑導引相關研究進行文獻收集，確認目前路徑導引方面議題的研究主題以及是否有與本研究所欲探討議題相關的文獻；第二部分則針對本研究所需使用之交通量指派模式部分加以探討；最後確定使用靜態交通量指派模型進行分析之後，再探討有關求解演算法的部分。

2.1 路徑導引

根據鄧振源與林建元的研究(民國 89)指出，「路徑導引系統」(Route Guidance System, RGS)之目標乃在提供良好使用環境、低成本、高可靠性與高移動性，並以減少車輛停等時間(可縮短旅行時間)、指引最佳路線(可減少道路壅塞)、交通與天候等相關危險事件警告系統(可減少意外事故)、燃油經濟性(可降低能源損耗)與減少污染排放(可減少空氣污染與噪音)等五項指標，作為其衡量與評估之標準。

一般所謂路徑導引依其導引資訊發佈方式以及導引對象的不同，可區分為「集體式路徑導引系統」(Global Route Guidance System, GRGS)與「個體式路徑導引系統」(Local Route Guidance System, LRGS)兩種：

1.集體式路徑導引系統：集體式路徑導引系統係利用資訊可變標誌或公路路況廣播來引導用路人行駛最佳路徑，避開擁擠路段，使整個路網之容量得到充分而均衡的利用。凡通過資訊提供點的用路人皆能接收到相同的導引資訊。

2.個體式路徑導引系統：個體式路徑導引系統乃將交通控制與導引資訊直接傳送到個別車輛之車載機(On-Board Unit, OBU)上，供駕駛人行車參考。每一用

路人所接收到的資訊隨其不同之旅次特性與駕駛人需求而有所區別。

傳統上所指車輛路徑導引系統大多透過車內導航系統，提供用路人路網即時資訊，輔助用路人進行有效的路徑選擇決策的「個別路徑導引系統」，然由於其需較高的成本以及外在環境的配合。因此就交通管理者的角度而言，可以在較低成本及較短時間下發揮路徑導引成效的「集體路徑導引系統」相對較符合其需求。

吳健生等人(民國 87 年)針對高速公路交通管理策略之研究中，將高速公路路徑導引系統依其自動化程度、即時性，以及是否線上控制等因素，概分為靜態路徑導引、準動態路徑導引，以及動態路徑導引三種層次：

1. 靜態路徑導引：

靜態路徑導引完全不考慮道路交通狀況的變化，但提供完整的替代道路資訊，以供用路人自行判斷選擇使用。

2. 準動態路徑導引：

準動態路徑導引考慮到道路交通狀況的變化，並針對路徑的選擇提出建議，但路徑的選擇僅依路徑的長短(行駛里程或旅行時間)事先加以確定，而非依據控制模式評估整體車流之成本效益而得。

3. 動態路徑導引：

動態路徑導引能夠反應即時道路交通狀況，並依據整體車流之成本效益，導引用路人行駛最佳路徑。

吳廣南(民國 83 年)則是建立一套中觀車流模式，利用車流模擬方式來對駕駛人經驗法則、準動態路徑導引，以及近似動態路徑導引策略三種不同路徑導引策略進行模擬。其模擬分析結果發現以其研究所提出之近似動態的路徑導引策略績效最佳，準動態路徑導引策略之績效次之，而以駕駛人經驗法則之績效則為最差。

林旭濱(民國 85 年)利用類神經網路法模擬三種不同路徑導引控制模式，其在動態處理方面係利用歷史性旅行時間和即時旅行時間對未來旅行時間做預

測，以決定其最短路徑。該研究模擬結果顯示，在三種路徑導引控制模式中，以駕駛人經驗法則之績效最差、準動態路徑導引次之，而以動態路徑導引之績效值為最佳。

熊慧音(民國 87 年)在有關高速公路行車路徑導引之研究中，針對路網行車導引系統之系統基本架構、系統控制模式、路徑導引方式、導引計畫，以及路標設施等項目加以分析探討，構建出完整的行車導引程序，並初步探討有關標誌的牌面型式與顯示內容等議題。

綜合上述文獻可以發現，目前國內針對路徑導引方面相關議題的探討，多著重在不同導引控制模式，或不同路徑導引策略的比較與探討；抑或針對路徑導引程序的內容加以分析研究，除吳建生(民國 82 年)曾提出在路網中適當地點設置可變路標的觀念外，多數未探討到有關路網轉向設置點的問題。然而，目前國道高速公路各交流道前多已設置有資訊可變標誌系統，在資訊發布設施的基礎之上，當路網上發生交通壅塞的情形時，隨著當時交通狀況的不同，如何在路網上選擇適當的位置或決策點提供路徑導引資訊，將車流導引到適當的路線上，即為本研究所要探討的重點。

本研究之導引轉向點乃指在不同的路網幾何條件與當時之車流狀況下，一旦當事件發生之後，車流在路網中改變其原行駛路徑需通過的主要節點。因此以下就車流路徑移轉相關課題加以探討。

Kachroo 和 Ozbay(1998)將探討有關即時路網控制問題時，乃將其視為一具回饋機制之控制問題(Feedback Control Problem)處理，將路網控制策略以具回饋機制的模式表示，並利用模擬軟體 SIMNON 進行模擬分析，其研究證明其模式在即時路網控制系統時為一有效方法。

Messmer 以及 Papageorgiou(1995)則認為路徑指派為一動態、非線性、離散之最佳化控制問題(Optimal Control Problem)，同時將非線性最佳化法(Nonlinear Optimization Method)應用在高速公路路網即時控制問題上，並利用模擬模式 METANET 來模擬路網中之車流行為，以進行驗證分析。其結果證明及時最佳化

路網控制策略，可以獲得良好的績效。

胡守任、王中允(2002)以用路人角度出發，將分析時段分成事件前、後兩階段進行使用者均衡分析，其所定義之導引設置點乃是假設路網資訊已知下，因事件之發生而造成用路人之路徑選擇改變，若完全由用路人自行選擇路徑時，其事件前後選擇結果之差異。

2.2 交通量指派

交通量指派的方法，一般根據 1952 年 Wardrop 所提出的兩個均衡指派原則進行指派，亦即所謂的「使用者均衡指派原則」(User-Equilibrium Assignment Principle, UE Principle)與「系統最佳化指派原則」(System-Optimized Assignment Principle , SO Principle)。

1. 使用者均衡指派原則：

根據 Wardrop 的理論，滿足使用者均衡指派的均衡條件有二：

- (1) 對任一起迄對而言，當達成均衡指派後，若有兩條以上的路線為使用者所選用時，則該兩條或兩條以上的路線，其旅運成本均相等。
- (2) 對任一起迄對而言，當完成指派後，凡未被使用者選用之路線，其旅運成本必不小於被使用者選用路線的旅運成本。

2. 系統最佳化指派原則：

乃基於系統整體的觀點，假定所有使用者聯合做決定，當其達到均衡狀態時會使整個路網的總旅運成本達到最小。

2.2.1 靜態交通量指派

現有交通量指派模型可以大致可分為靜態交通量指派(Static Traffic Assignment)與動態交通量指派(Dynamic Traffic Assignment)兩種，其中靜態交通量指派模型多半被廣泛的應用在運輸規劃等課題之中，並根據 Wardrop 的兩大均衡原則發展衍生出許多的旅運選擇模型，Friesz(1985)、Florian(1986)、Boyce(1988)、Patriksson(1994)等人針對這方面的相關議題曾進行詳盡的文獻回顧。其中針對解析性數學模型的發展，大致上可分為數學規劃法(Mathematical Programming)、變分不等式(Variational Inequality, VI)、非線性互補方程式(Non-linear Complementarity Problem, NCP)以及不動點理論(Fixed Point Theory)四種不同方法論。(張美香，民國 87 年)

其中在數學規劃法的發展方面，首先由 Beckmann 在 1956 年假設各路段成

本之間彼此獨立，並利用數學規劃法構建出固定需求之用路人均衡交通量指派模型，同時證明其解存在以及唯一性。

Dafermos and Sparrow(1969)則以 Beckmann 的模式為基礎，假設其總需求量不為固定，進一步發展出變動需求的均衡交通量指派模型。

Dafermos(1972)假設各路段間旅行成本的相互影響互為對稱，首先建立了路段成本函數受其他路段流量影響的交通量指派模式，有別於先前所發展模式的成本函數只受自己本身流量的影響。但該模式仍限制在對稱性的路段成本函數問題。

Dafermos(1980)進一步引用路段成本函數受相關路段影響的觀念，同時假設其相互之間的影響並不對稱，利用變分不等式重新發展出一具有不對稱成本函數的均衡指派模型。

2.2.2 動態交通量指派

由於以往靜態交通指派模型大多單純描述車流在空間上的分部情形，因此自 1970 年代開始，發展出一系列動態交通量指派模式，將時間變數納入考量，同時考慮路網上車流在時間與空間上之分佈情況。

一般而言，動態交通量指派模式可以分為以流量為基礎(Flow Based)和以車輛為基礎(Vehicle Based)兩種。以流量為基礎者為解析性模型，其發展大致可分為以數學規劃法、最佳化控制理論、變分不等式構建其模式，利用數學理論基礎分析路網的車流狀態；以車輛為基礎者為微觀模型，可以透過此類模型描述每一車輛之行為，又可以將此類模型區分為模擬模式與最佳化模式兩種。

表 2-1 流量為基礎之模式與以車輛為基礎之模式比較表

	優點	缺點
以流量為基礎之模型	<ul style="list-style-type: none"> ● 巨觀模式 ● 解析性模型 ● 具數學理論基礎 ● 考慮變數較少、就數學上求解較易 	<ul style="list-style-type: none"> ● 無法了解每一車輛在每一時點之行為
以車輛為基礎之模型	<ul style="list-style-type: none"> ● 微觀模式 ● 可以詳細描述每一車輛在路網上之行進軌跡 	<ul style="list-style-type: none"> ● 所需考慮之變數較多 ● 就數學模式求解不易

資料來源：張美香，民國 87 年及本研究整理

以車輛為基礎之模式中主要分為解析性模型與模擬模式兩種，由於解析性模型中所考慮之變數過多，難以求解。因此在微觀模型方面通常利用模擬模式來求解。模擬模式依照一定規則使車輛推進，因此若能將模式本身之基本輸入資料輸入蒐集完成並輸入模式中，即可獲得其模式輸出結果。

2.3 求解演算法

交通量指派乃是在已知旅次起迄量與已知路網條件下，求解路網上流量分佈狀態的一種方法。當路網上達到使用者均衡狀態時代表沒有用路人能透過路徑選擇的改變減少自己的旅行時間；當路網達到系統最佳化時則是表示此時路網上之流量分佈狀態正好可使路網總成本最小。

以數學規劃問題建立之交通量指派模式，本身為一具凸集限制式之非線性數學規劃問題(convex nonlinear programming problem)，其一般求解方法主要分為路段基礎演算法(Link-based Algorithm)以及路徑基礎演算法(Path-based Algorithm)。

2.3.1 路段基礎演算法

透過路段基礎演算法求解交通量指派問題可以求得當路網上達到均衡狀態時，路網上各路段上所分佈之車流狀態。一般常見之路段基礎演算法包含了簡算法(Simplex Method)、降階法(Reduced Gradient Method)，以及 Frank-Wolfe 演算法為主。

Nagurney 於 1984 年比較 Frank-Wolfe 演算法與 Dafermos-Sparrow 演算法，證明後者在運算效率上較前者為佳。

Lupi 則於 1985 年證明在交通量指派問題上，利用 Frank-Wolfe 演算法求解較利用其他演算法求解合適。

由於 Frank-Wolfe 演算法在求解過程中，將目標式轉換以求解近似解的過程，可以簡化其目標式之複雜計算，使得 Frank-Wolfe 演算法特別適用於路網交通量指派的問題之求解。也因此使得 Frank-Wolfe 演算法成為最常見之交通量指派問題的求解演算法。

所謂 Frank-Wolfe 演算法，最早乃由 LeBlanc 於 1975 年所提出，主要概念乃是在其求解過程中將有線性限制式的非線性規劃問題，以線性問題求取近似解的方式循環以求得其最佳解。由於此一將非線性問題轉化之步驟，恰巧可以配合全

有或全無指派法(all or nothing assignment)來求解，因此廣為一般交通量指派問題求解之用。

由於 Frank-Wolfe 演算法於求解過程中，當其趨近最佳解時會發生曲折 (Zigzaging)現象影響演算法求解效率。因此，Arezki and Van Vliet(1990)、LeBlanc、Florian(1985)，以及卓訓榮(1993)等人分別針對 Frank-Wolfe 演算法之起始解、修正方向與修正步幅提出不同增進其演算效率之方法。

2.3.2 路徑基礎演算法

利用傳統如 Frank-Wolfe 演算法求解交通量指派問題時，其結果僅能獲得各路段上之路段流量，難以更進一步獲得相關路徑資訊。而若要將交通量指派模式即時應用在如 ITS 相關議題上，以導引路網上之車流時，路徑流量解則為所必須之資訊(Mamasani and Peeta, 1993)。

透過路徑基礎演算法求解交通量指派問題時，可以求解當路網達到均衡狀態時，用路人所選擇之路徑以其路徑流量資訊，在將路徑流量進一步換算可以獲得當此一均衡狀態下各路段上的流量。

傳統路徑基礎演算法由於硬體方面的需求以及操作與儲存路徑資料上的困難，即使不是列舉路網上所有可能路徑，於求解大範圍路網問題時顯得極為困難 (Chen and Lee, 1999)。直至 Larsson and Patriksson(1992)、Jayakrishnan 等人 (1994)針對路徑基礎演算法所進行的探討，才逐漸證明路徑基礎演算法於交通量指派問題上為一可行的方法。

常見的路徑基礎演算法包括有個體單形分解演算法 (Disaggregate Simplicial Decomposition Algorithm, DSD)與梯度投影演算法(Gradient Projection, GP)兩種，Chen and Lee(1999)針對這兩種路徑流量基礎演算法進行比較，證明 GP 演算法之運算效率較 DSD 演算法為優。

2.4 小結

當路網發生重現性或非重現性壅塞時，路網上的車流將根據當時的時空環境，以及自身不同的駕駛特性(如目的地之不同)，變更其原本選擇之路徑，使路網上的車流分布情形發生變化。透過觀察路網上車流之變化情形，可以找出當事件發生時路網上的車流更改其路徑選擇時，將會通過哪一些節點，這一些節點亦即本研究所要探討之轉向設置點。

根據前述之文獻回顧結果，可知若要觀察路網上車流變更路徑選擇的行為，可以透過解析性模型以及模擬模式兩種方法。其中，解析性模型係利用交通量指派相關理論，將路網上不同起迄點之車流，根據交通量指派的法則，指派其通過的路徑。模擬模式則是將不同模擬軟體所需之輸入變數輸入模式後，根據模擬軟體本身之指派規則，將車流指派至各自的目的地。因此本研究擬以解析性模型作分析，藉以找出當事件發生後，路網上適合的轉向設置點。

在解析性模型方面，由於本研究所要觀察的，乃是事件前與事件後的車流分布情形，再藉以分析找出轉向點。因此可以先將時間切割成事件前與事件後兩個時段，利用靜態交通量指派或是瞬時動態交通量指派模式進行分析。

瞬時動態交通量指派模式乃將分析時間區分不同時段進行分析，因此可直接進行瞬時動態指交通量指派分析；而靜態交通量指派模式之中，由於並未考慮到時間因素的變化，因此本研究擬針對事件發生前與事件發生後分別作指派，初步決定其兩階段分析步驟如下：

1. 將初始車流起迄對指派到路網上。
2. 假設事件發生路段。
3. 將路網上的車流分為受影響車流及未受影響車流，受影響車流指所有通過事件發生路段之車流；其餘車流則為未受影響車流。
4. 以未受影響車流為路網之背景流量，將受影響車流重新指派。

5. 分析兩次靜態指派結果分析其轉向點。

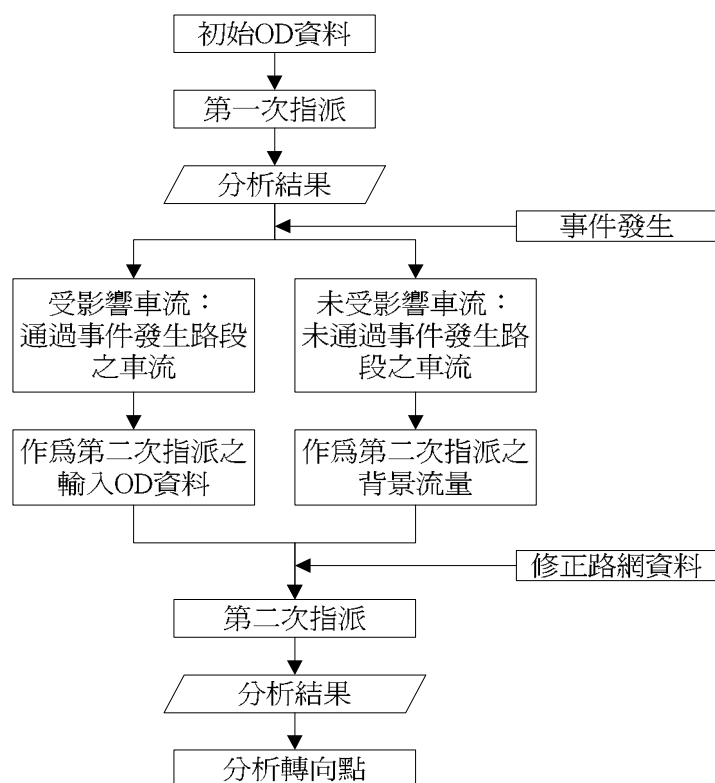


圖 2.1 兩階段靜態分析示意圖

有關交通量指派模式之求解部分，由於常見之路徑基礎演算法 GP 演算法與 DSD 演算法中以 GP 演算法績效較佳，因此本研究乃採用 Jayakrishnan 於 1994 年所提出之 GP 演算法作為本研究求解所用之演算法。

第三章 交通量指派模式與求解演算法

本研究希望透過靜態交通量指派模型進行導引轉向點與導引比例之探討。因此，本章乃介紹靜態使用者均衡與靜態系統最佳化交通量指派模式，同時利用 Jayakrishnan 於 1994 年所使用之梯度投影法進行模式求解，並以 Visual Basic 6.0 進行程式撰寫。

3.1 靜態用路人均衡交通量指派模式

傳統靜態交通量指派模式乃是假設用路人擁有完全的路網交通資訊，用路人之路徑選擇行為考慮用路人本身的旅行成本最小，符合 Wardrop 於 1952 年所提出之第一均衡指派原則，亦即使用者均衡原則，其基本定義為：

「對任一起迄對而言，其各被使用到之所有路徑旅行時間必定相等，且必定小於或等於其他未被使用到的路徑之旅行時間。」

亦即，在使用者均衡的狀態之下，不會有任何人因為選擇路徑的改變而減少其旅行時間。並可以下數學式表示之：

$$c_k^{rs} \begin{cases} = \pi^{rs} & \text{if } f_k^{rs} \geq 0 \\ \geq \pi^{rs} & \text{if } f_k^{rs} = 0 \end{cases} \quad \forall r, s, k \dots \dots \dots (3.1)$$

式中，

c_k^{rs} 表由起點 r 到終點 s ，經由路徑 k 所需花費之旅行時間；

π^{rs} 表由起點 r 到終點 s ，所需花費之最小旅行時間；

f_k^{rs} 表由起點 r 到終點 s ，經由路徑 k 之流量。

由上式可知，對某一起迄對而言，若可能路徑上有流量通過者，旅行成本必定等於最小成本 π^{rs} ；若可能路徑上之旅行時間大於最小成本 π^{rs} 者，必定無流量通過該一可能路徑。

由於路徑上流量不可能為負，因此可得以下非負流量限制式：

$$f_k^{rs} \geq 0 \quad \forall r, s, k \dots \dots \dots (3.2)$$

此外，對於路網上任一組起迄對而言，其流量不會憑空增加或減少，因此，可以得到以下流量守恆限制式：

$$\sum_k f_k^{rs} = q_{rs} \dots \dots \dots (3.3)$$

式中，

q_{rs} 表由起點 r 到終點 s 之總流量。

由於本模式乃以路徑流量為基礎，因此根據其基本定義，可知路段上之流量等於所有經過該路段之路徑流量總和，遂可獲得其基本定義限制式如下：

$$x_a = \sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \delta_{ak}^{rs} \dots \dots \dots (3.4)$$

式中，

x_a 表路段 a 上之流量。

δ_{ak}^{rs} 為一指標變數， $\begin{cases} = 1 & \text{若路段 } a \text{ 屬於由起點 } r \text{ 到終點 } s、\text{選擇路徑 } p \text{ 上之一路段} \\ = 0 & \text{其他。} \end{cases}$

因此，Beckmann 於 1956 年根據以上定義，發展出一套求解結果與 UE 之基本假設相符合之基本靜態交通量指派模式，其模式如下(Sheffi, 1985)：

$$\begin{aligned} \min \quad & Z(x) = \sum_a \int_0^{x_a} c_a(\omega) d\omega \\ S.T. \quad & \sum_k f_k^{rs} = q_{rs} \\ & f_k^{rs} \geq 0 \\ & x_a = \sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \delta_{ak}^{rs} \\ & \delta_{ak}^{rs} = \{0, 1\} \end{aligned}$$

式中，

$c_a(\omega)$ 表路段 a 上之旅行成本函數。

根據 Beckmann 所推導之上述公式所求解出來的結果，正好符合 Wardrop 第一指派原則，亦即公式(3.1)，對同一起迄對而言，所有用路人所選擇之路徑旅行成本均相等且小於等於其他未被選擇之路徑之旅行成本。

根據 Wardrop 所提出之使用者均衡基本定義，可知使用者均衡模型之均衡解為連結起、迄兩點間所使用到的路徑，其平均成本(i.e.旅行時間)相等。故當其達到均衡解時，對每一起迄對而言，其所選擇的所有路徑之路徑成本均相同（胡大瀛等人，民國 92 年）。

3.2 靜態系統最佳化交通量指派模式

Wardrop 所提出之第二均衡原則又稱為系統最佳化原則，係假設在系統均衡狀態之下，系統本身之總成本為最小，亦即如下式(3.5)所示。

$$\min Z(x) = \sum_a x_a c_a(x_a) \dots \dots \dots (3.5)$$

在系統最佳化模式中，同樣符合上述之非負流量限制式(3.2)、流量守恆限制式(3.3)，以及定義限制式(3.4)，故系統最佳化均衡模式如下所示：

$$\begin{aligned} \min Z(x) &= \sum_a x_a c_a(x_a) \\ S.T. \quad &\sum_k f_k^{rs} = q_{rs} \\ &f_k^{rs} \geq 0 \\ &x_a = \sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \delta_{ak}^{rs} \\ &\delta_{ak}^{rs} = \{0, 1\} \end{aligned}$$

Wardrop 所假設之系統最佳化模式乃假設其為用路人聯合決策使路網上之總成本為最小而成，事實上此一系統最佳化模式無法於自然狀態下達到，一般須透過系統管理者之介入或導引資訊之提供才能使系統之總成本達到最小。

本研究乃假設若系統管理者欲介入導引事件後之車流行為時，其所希望達到之狀態符合 Wardrop 之第二均衡原則，亦即系統管理者希望路網達到系統最佳化的均衡狀態，使其路網總成本最小。

根據 Wardrop 第二均衡原則所定義，系統最佳化乃連結起、迄兩點間所使用到的路徑，其邊際成本相等。就道路系統的邊際成本而言，系統的「產出」為「車輛加入道路系統的車輛數」，而「成本」為「道路系統所增加之成本」，故其定義的邊際成本是為「道路系統中，加入一車輛對系統的影響」。因此其邊際成本的計算，係將「因車輛加入道路系統後造成道路系統中其他車輛增加的旅行成本」，再加上「車輛本身的旅行成本」，便是造成整體系統所增加之邊際成本，如公式(3.6)所示(胡大瀛等人，民國 92 年)。

$$MC_a = c_a(x) + x_a \frac{\partial c_a(x)}{\partial x_a} + \sum_b x_b \frac{\partial c_b(x)}{\partial x_b} \dots \dots \dots (3.6)$$

式中，

MC_a 表路段 a 所增加的邊際成本；

$c_a(x)$ 表該車行使於路段 a 上之旅行時間；

$\frac{\partial c_a(x)}{\partial x_a}$ 表該車進入路段 a ，造成路段 a 上每一車輛所增加之旅行時間；

$\frac{\partial c_b(x)}{\partial x_a}$ 表該車進入路段 a ，造成路段 b 上每一車輛所增加之旅行時間。

3.3 求解演算法

傳統交通量指派模式多透過 Frank-Wolfe 等路段基礎演算法(Link-based Algorithm)以求取其路段流量均衡解，但由於本研究之主題乃是在探討每一路徑流量在事件前後之變化情形，所需之資訊除路段上之流量外，尚需知道每一路徑之組成以及路徑上之流量，Frank-Wolfe 等路段基礎演算法所提供之資訊實不足以提供本研究所需。因此本研究乃採用可同時求解路段上資訊與路徑上資訊之路徑基礎演算法(Path-based Algorithm)中之梯度投影法(Gradient Projection , GP)演算法，作為交通量指派模式之求解演算法。

梯度投影法乃是牛頓法的一種應用，其求解交通量指派問題主要乃將路徑集合中之路徑與最短路徑進行比較，對目標式進行一階以及二階微分以作為其尋優方向及修正步幅，重新求解路網上之流量狀態，反覆上述運算直至符合收斂標準為止。利用 GP 演算法求得其均衡解時，可以獲得 OD 量透過哪些路徑由起點到達終點、路徑由哪些路段組成，以及路徑上的流量。所求得之路徑流量則可進一步換算成各路段上之流量。

由於欲搜尋所有的路徑組合較為困難，因此梯度投影法乃先利用變數產生法(Column Generation)的方式，逐次產生最短路徑並將之放入可行解集合中，限定其均衡解位於其可行解空間集合中，並以可行解中現有之路徑計算每一回合之指派結果，直至達到均衡為止。

3.3.1 梯度投影法求解使用者均衡模式

其主要運算步驟主要分為主問題運算作業與受限主問題運算作業兩部分，詳細說明如下：

步驟 0：演算法之起始化

假設路網上之背景流量，作為求解程式之基本輸入，計算其所有路段上之旅行時間、各起迄對之最短路徑，產生其路徑解集合 $\{P_p^{rs}\}^0$ 。此路徑解集合中，

各起迄對之初始流量 $f_p^{rs} = q^{rs}$ ，求得初始路徑流量解 $\{f_p^{rs}\}^0$ 。

步驟 1：主問題運算作業：

1.1 更新路段上旅行成本：

根據所求得之路徑流量 $\{f_p^{rs}\}^n$ ，換算成路網上各路段之流量，並更新路網中的各路段之旅行成本 $\{Ca(x)\}^n$ 。

1.2 運算新路徑解集合：

根據各路段之成本，找出此一回合每一組起迄對之最短路徑，並將之放入解集合中，更新路徑解集合求得 $\{f_p^{rs}\}^{n+1}$ 。

步驟 2：受限主問題運算作業

2.1 尋找其修正方向：

$$\begin{aligned}
\frac{\partial Z(x_a)}{\partial f_p^{rs}} &= \frac{\partial \sum_a \int_0^{x_a} c_a(\omega) d\omega}{\partial f_p^{rs}} \\
&= \frac{\partial \sum_a \int_0^{x_a} c_a(\omega) d\omega}{\partial x_a} \frac{\partial x_a}{\partial f_p^{rs}} \\
&= \sum_a c_a(x_a) \frac{\partial \left(\sum_{rs} \sum_p f_p^{rs} \delta_{ap}^{rs} \right)}{\partial f_p^{rs}} \\
&= \sum_a c_a(x_a) \frac{\partial \left[\sum_{rs} \sum_{\substack{\wedge \\ p \neq p}} f_p^{rs} \delta_{ap}^{rs} + \sum_{rs} f_{\substack{\wedge \\ p}}^{rs} \delta_{a \substack{\wedge \\ p}}^{rs} \right]}{\partial f_p^{rs}} \\
&= \sum_a c_a(x_a) \left(\sum_{rs} \sum_{\substack{\wedge \\ p \neq p}} \delta_{ap}^{rs} + \frac{\partial \sum_{rs} (q^{rs} - \sum_{\substack{\wedge \\ p \neq p}} f_p^{rs}) \delta_{a \substack{\wedge \\ p}}^{rs}}{\partial f_p^{rs}} \right) \\
&= \sum_a c_a(x_a) \left(\sum_{rs} \sum_{\substack{\wedge \\ p \neq p}} \delta_{ap}^{rs} - \sum_{rs} \delta_{a \substack{\wedge \\ p}}^{rs} \right) \\
&= c(f_p^{rs}) - c(f_{\substack{\wedge \\ p}}^{rs}) \dots \dots \dots (3.6)
\end{aligned}$$

其修正方向為其一階微分之反方向。由於此時乃是計算其路徑流量，故應對其路徑流量變數做偏微分。

2.2 尋找其修正步幅：

其修正步幅為其二階微分之倒數。

$$\begin{aligned}
\frac{\partial^2 Z(x_a)}{\partial (f_p^{rs})^2} &= \frac{\partial \left(c(f_p^{rs}) - c(f_{\hat{p}}^{rs}) \right)}{\partial f_p^{rs}} \\
&= \frac{\partial \left(\sum_a c_a(x_a) \sum_{rs} \sum_{\substack{\hat{p} \\ p \neq \hat{p}}} \delta_{ap}^{rs} - \sum_a c_a(x_a) \sum_{rs} \delta_{a\hat{p}}^{rs} \right)}{\partial f_p^{rs}} \\
&= \frac{\partial \left(\sum_a c_a(x_a) \sum_{rs} \sum_{\substack{\hat{p} \\ p \neq \hat{p}}} \delta_{ap}^{rs} \right)}{\partial x_a} \frac{\partial x_a}{\partial f_p^{rs}} - \frac{\partial \left(\sum_a c_a(x_a) \sum_{rs} \delta_{a\hat{p}}^{rs} \right)}{\partial x_a} \frac{\partial x_a}{\partial f_p^{rs}} \\
&= \sum_a c_a'(x_a) \sum_{rs} \sum_{\substack{\hat{p} \\ p \neq \hat{p}}} \delta_{ap}^{rs} \left(\sum_{rs} \sum_{\substack{\hat{p} \\ p \neq \hat{p}}} \delta_{ap}^{rs} - \sum_{rs} \delta_{a\hat{p}}^{rs} \right) - \sum_a c_a'(x_a) \sum_{rs} \delta_{a\hat{p}}^{rs} \left(\sum_{rs} \sum_{\substack{\hat{p} \\ p \neq \hat{p}}} \delta_{ap}^{rs} - \sum_{rs} \delta_{a\hat{p}}^{rs} \right) \\
&= \sum_a c_a'(x_a) \sum_{rs} \sum_{\substack{\hat{p} \\ p \neq \hat{p}}} \delta_{ap}^{rs} + \sum_a c_a'(x_a) \sum_{rs} \delta_{a\hat{p}}^{rs} - 2 \sum_a c_a'(x_a) \sum_{rs} \sum_{k=p \cap \hat{p}} \delta_{ak}^{rs} \dots\dots\dots(3.7)
\end{aligned}$$

計算出上述二階微分值，則其修正方向為上式(3.7)所求出值之倒數。

2.3 收斂性檢定：

當路段上流量於前後兩回合之運算結果並無明顯差異時，則符合收斂條件。

$$\varepsilon = \max_a \left| \frac{x_a^{(n+1)} - x_a^{(n)}}{x_a^{(n)}} \right| \leq 0.00001 \dots\dots\dots(3.8)$$

為避免其修正步幅過大，以致使求解結果無法收斂，因此於其修正步幅中加入一修正參數 ν (假設其值介於 0~1 之間)，可較有效率求得其最佳解，此法稱為修正牛頓法。

3.3.2 梯度投影法求解系統最佳化模式

利用梯度投影法求解系統最佳化模式與使用者均衡模式之最大差別乃在於其修正方向與修正步幅。針對系統最佳化模式之目標式對路徑流量變數作一階及二階微分之結果與使用者均衡模式有所不同。

2.1 尋找修正方向

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial Z(x_a)}{\partial f_p^{rs}} &= \frac{\partial(\sum_a x_a c_a(x_a))}{\partial x_a} * \frac{\partial x_a}{\partial f_p^{rs}} \\
 &= \sum_a (c_a(x_a) + x_a c_a'(x_a)) * (\sum_{rs} \sum_{p \neq \hat{p}} \delta_{ap}^{rs} - \sum_{rs} \delta_{a \hat{p}}^{rs}) \\
 &= \sum_{rs} \sum_{p \neq \hat{p}} (\sum_a (c_a(x_a) + x_a c_a'(x_a)) \delta_{ap}^{rs}) - (\sum_{rs} (\sum_a (c_a(x_a) + x_a c_a'(x_a)) \delta_{a \hat{p}}^{rs})) \dots (3.8)
 \end{aligned}$$

2.2 尋找修正步幅

其修正步幅為目標式對路徑流量變數二階微分之倒數。

$$\frac{\partial^2 Z(x_a)}{\partial f_p^{rs2}} = \frac{\partial(\sum_a (c_a(x_a) + x_a c_a'(x_a)) \delta_{ap}^{rs})}{\partial f_p^{rs}} + \frac{\partial(\sum_{rs} (\sum_a (c_a(x_a) + x_a c_a'(x_a)) \delta_{a \hat{p}}^{rs}))}{\partial f_p^{rs}} \dots (3.9)$$

並再將上式分為兩部分加以計算，如下式(3.10)、(3.11)所示。

(3.9)式等號右邊之第一項部分如下式(3.10)所示

$$\begin{aligned}
 &\frac{\partial(\sum_a (c_a(x_a) + x_a c_a'(x_a)) \delta_{ap}^{rs})}{\partial f_p^{rs}} \\
 &= \frac{\partial \sum_{rs} \sum_{p \neq \hat{p}} (\sum_a (c_a(x_a) + x_a c_a'(x_a))) \delta_{ap}^{rs}}{\partial x_a} * \frac{\partial x_a}{\partial f_p^{rs}} \\
 &= \sum_{rs} \sum_{p \neq \hat{p}} (\sum_a (c_a'(x_a) + c_a'(x_a) + x_a c_a''(x_a))) \delta_{ap}^{rs} * (\sum_{rs} \sum_{p \neq \hat{p}} \delta_{ap}^{rs} - \sum_{rs} \delta_{a \hat{p}}^{rs}) \dots (3.10)
 \end{aligned}$$

(3.9)式等號右邊之第二項部分如下式(3.11)所示

$$\begin{aligned}
 &\frac{\partial \sum_{rs} (\sum_a (c_a(x_a) + x_a c_a'(x_a))) \delta_{ap}^{rs}}{\partial f_p^{rs}} \\
 &= \frac{\partial \sum_{rs} (\sum_a (c_a(x_a) + x_a c_a'(x_a))) \delta_{a \hat{p}}^{rs}}{\partial x_a} * \frac{\partial x_a}{\partial f_p^{rs}} \\
 &= \sum_{rs} (\sum_a (c_a'(x_a) + c_a'(x_a) + x_a c_a''(x_a))) \delta_{a \hat{p}}^{rs} * (\sum_{rs} \sum_{p \neq \hat{p}} \delta_{ap}^{rs} - \sum_{rs} \delta_{a \hat{p}}^{rs})
 \end{aligned}$$

將上述(3.10)、(3.11)兩式帶入(3.9)式中，即可求得其二階微分結果。系統最佳化模式之修正步幅則為其二階微分值之倒數，同時為避免修正步幅過大，亦加上一修正參數 ν (假設其值介於 0~1 之間)，使系統收斂更有效率。

第四章 導引轉向點與最適導引比例

本研究乃在透過事件前後不同路網均衡狀態分析，觀察路網上車流分佈型態的改變，藉以找出事件發生後路網上適合的導引轉向點與最適導引比例。提供事件發生後系統管理者進行交通管理之用，於適當地點導引某一固定比例之車流，使路網總成本趨近於最小。以下乃就本研究所定義之事件、導引轉向點，以及最適導引比例加以說明。

4.1 事件

就廣義的定義來說，當路網上發生一切影響正常車流行為者，均可稱之為事件。狹義而言，當路網上發生故障車、散落物，以及施工等情形，而導致路網上車流無法正常行進時為之事件發生。具體描述一事件之性質包含事件之種類、事件之發生地點、事件之影響程度與事件之延滯時間等。

本研究有關事件之探討，乃是假設其事件發生地點與事件影響程度已知，並未涉及有關事件種類與事件延滯時間等問題。其中有關事件發生地點，則簡單視其事件發生點位於路網中哪一條路段上，而直接以此一路段發生事件表示之；有關事件影響程度，則是以此一事件發生之後，減少事件發生路段上多少比例容量代表之。因此在本研究中所定義之事件發生，乃是假設路網在事件發生之後，導致事件發生路段上之容量縮減一定比例，改變路網之供給面條件，使路網形成新的均衡狀態，用以區別此事件之影響。若假設發生之事件影響路段上 100% 之容量，則假設新路網中，並無此一路段。

4.2 導引轉向點

本研究首先假設若系統管理者未介入時，用路人之路徑選擇行為符合 Wardrop 所定義之使用者均衡指派原則；若系統管理者介入系統，其最終目的乃希望使路網達到系統最佳化狀態。

以事件之發生為一分界點，將時間向度區分為事件前、事件後兩個時段，而用路人之路徑選擇行為根據 Wardrop 所定義之使用者均衡、系統最佳化兩均衡指派原則，可將分析時段之均衡狀態區分為如表 4.1 所示之四個均衡狀態。

表 4-1 事件發生前後路網均衡狀態表

事件發生 均衡原則	事件前	事件後
	I	II
使用者均衡(UE)		
系統最佳化(SO)	III	IV

如表 4-1 所述，以上四種均衡狀態意義說明如下：

第 I 均衡狀態：事件尚未發生，系統管理者亦未介入系統，路網上用路人根據自己判斷選擇對自己最有利之路徑。

第 II 均衡狀態：事件已經發生，但事件發生後系統管理者並未介入系統，用路人依舊根據自己判斷選擇對自己最有利之路徑。

第 III 均衡狀態：事件尚未發生，系統管理者介入系統，路網上用路人之路徑選擇行為完全符合系統所預期。

第 IV 均衡狀態：事件已發生，系統管理者介入系統，路網上用路人之路徑選擇行為完全符合系統所預期。

根據表 4-1 所述之四個均衡狀態，當路網條件發生變動，使得均衡狀態發生變化時，其變化情形可能包含以下四種可能：

1.由狀態 I 變化至狀態 II：

由事件前使用者均衡狀態變化到事件後使用者均衡狀態，亦即在事件發生之後系統管理者並未介入管理，完全由用路人自行決定其路徑選擇行為。

2.由狀態 II 變化至狀態 IV：

由事件後使用者均衡狀態變化到事件後系統最佳化狀態，亦即在事件發生之後系統管理者並未馬上介入系統，而是在一段時間之後才介入系統進行流量導引。

3.由狀態 I 變化至狀態 IV：

由事件前使用者均衡狀態變化到事件後系統最佳化狀態，亦即在事件一發生之後，系統管理者馬上介入系統，進行導引動作。

4.由狀態 I 變化至狀態 III

路網上並無事件發生，但系統仍介入進行管理，將路網均衡狀態由使用者均衡狀態導引至系統最佳化狀態。

本研究所定義之導引轉向點乃是指事件發生之後用路人自行選擇之路徑(UE)與系統希望達到之最佳化狀態所建議之路徑(SO)，其路徑上流量開始產生變化之節點。在這些節點上進行路徑導引，可以將車流導向系統最佳化的建議路徑上，使路網總成本趨近於最小。亦即上述四種狀態變化情形中，第 1 種變化情形與第 3 種變化情形路徑上流量開始發生變化之節點，如圖 4.1 所示。

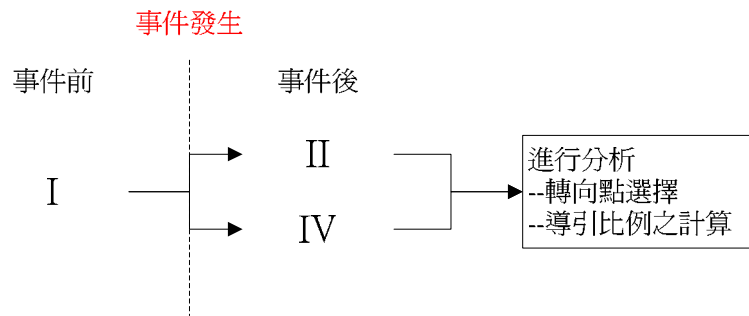


圖 4.1 事件前後分析示意圖

根據上述分析流程進行分析後，以找出本研究所定義之轉向點。導引轉向點之篩選原則如下所示：

1. 針對事件後系統最佳化指派結果與使用者均衡指派結果加以比較，若同一組起迄對之流量出現不同之路徑選擇時，其路徑開始產生變化之節點即為導引轉向點，如圖 4.2 所示。

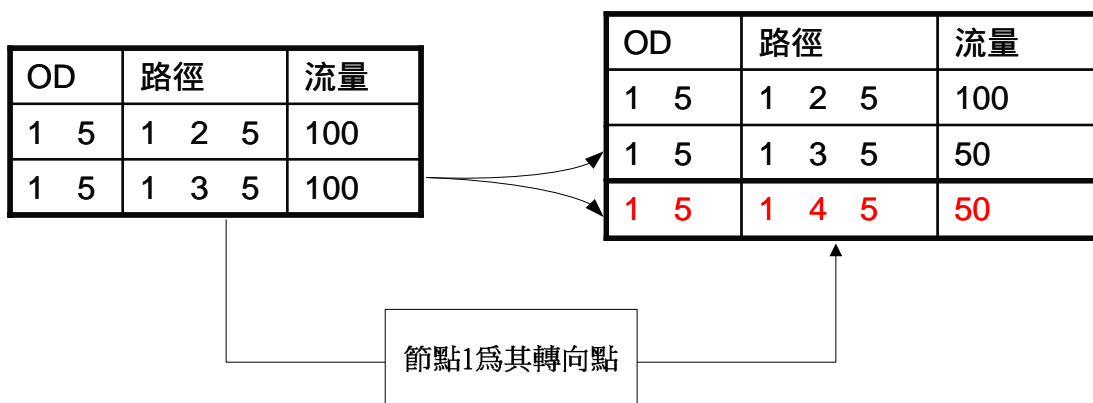


圖 4.2 轉向點篩選原則 1 示意圖

2. 針對事件後系統最佳化指派結果與使用者均衡指派結果加以比較，若同一起迄對之流量出現相同之路徑選擇，但其路徑上流量變化超過一定比例，此一變化流量開始轉移到其他路徑上之節點即為導引轉向點，如圖 4.3 所示。

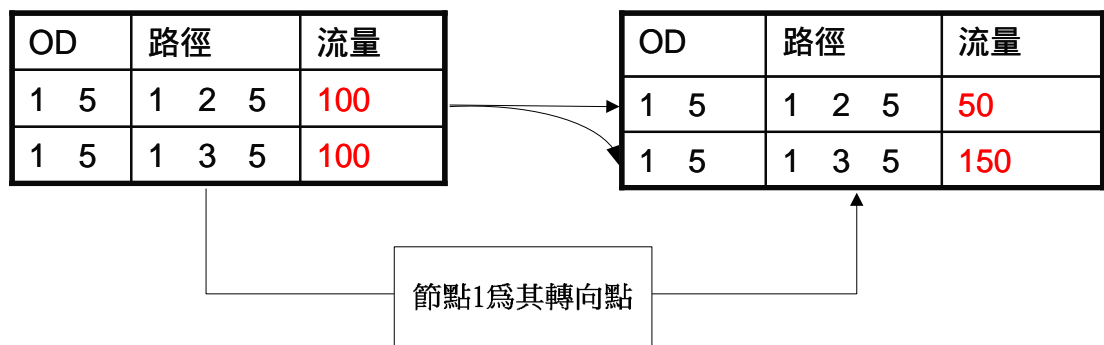


圖 4.3 轉向點篩選原則 2 示意圖

4.3 最適導引比例

當系統管理者進行路徑導引時，除有關導引轉向點之資訊，以確定於路網中何處進行路徑導引外，亦須確認必須導引多少比例的問題，過度的導引有時反而會造成建議路徑上湧入過多車流使路網總成本反而增加。

透過上述之分析流程，本研究可以找出路網上適當的導引轉向點以進行車流導引，但由於路網中可能出現多個導引轉向點且每一導引轉向點之預期比例均有所不同，又或同一導引轉向點可能需導引多個起迄對之流量，且對每一起迄對而言，其個別導引比例亦有所不同。故本研究利用敏感度分析，探討最適導引比例，以確認當事件發生時，就先前分析所得之導引轉向點上須導引多少比例之車流可以使路網總成本最接近系統最佳化狀態下之路網總成本，如圖 4.4 所示。

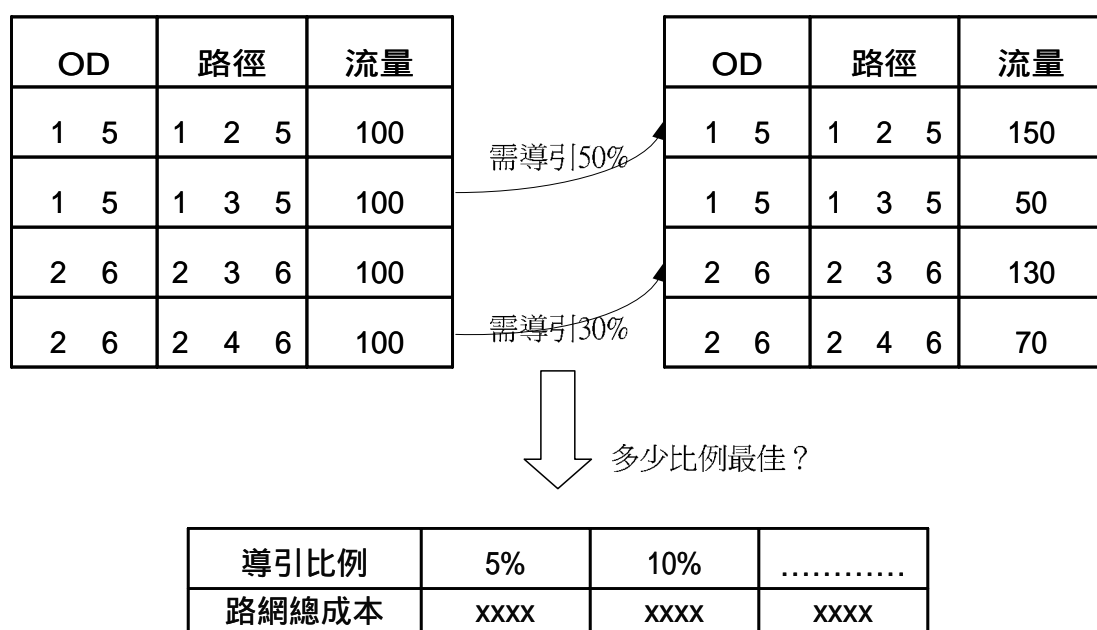


圖 4.4 整體最適導引比例示意圖

此時所考慮之最適導引比例，為對全體須接受導引車流而言之最適導引比例，亦即於所有導引轉向點均導引該相同比例之車流至系統建議路徑上時，可以達到之最佳化狀況。

但於實際路網中進行導引時，若考慮於各導引轉向點上實施不同的路徑導引策略，以導引不同比例車流至系統建議路徑上，可能進一步改善系統績效。因此本研究根據不同導引轉向點之導引比例不同的情況下，探討個別最適導引比例，可使路網總成本最小。如圖 4.5 所示。

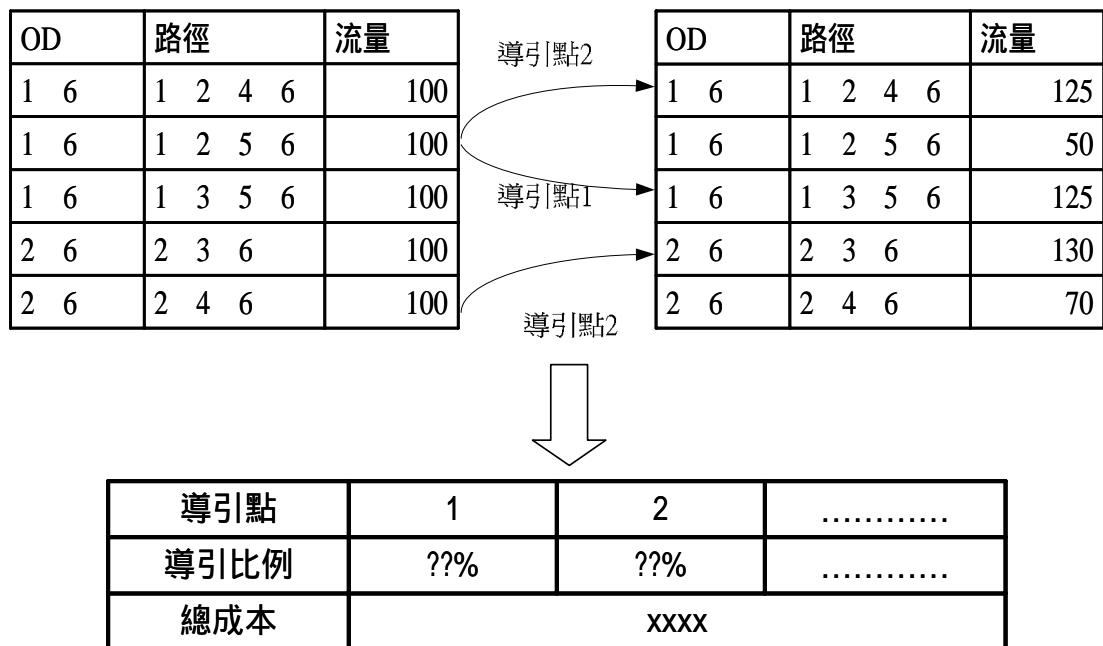


圖 4.5 各導引轉向點不同導引比例示意圖

4.4 小結

透過上述有關導引轉向點與最適導引比例之探討，本研究所歸納之分析流程圖如圖 4.4，其分析步驟如下，

Step1：假設初始狀態之基本資料，包括路網幾何資料、路網上之背景流量資料以及起迄對資料。

Step2：假設路網上尚未發生事件，用路人自行進行路徑選擇，以 UE 原則進行第一次均衡指派。

Step3：假設路網上某路段發生事件，根據第一次 UE 均衡指派結果將路網上流量區分為通過事件發生路段的流量以及未通過事件發生路段的流量兩部分。將通過事件發生路段的流量作為第二次均衡指派時所欲指派之起迄對資料；未通過事件發生路段的流量作為第二次均衡指派時之背景流量資料。

Step4：輸入新的基本資料。其中，路網幾何資料根據假設事件之發生地點與事件影響程度加以修正；路網上之新背景流量資料為初始狀態下假設之背景流量與第一次指派結果中，未通過事件發生路段的流量兩部分加總；新起迄對資料則是第一次指派結果中，通過事件發生路段的流量。

Step5：假設事件發生後系統未介入管理，用路人仍自行選擇路徑，以 UE 原則進行事件後之 UE 指派分析。

Step6：假設事件後系統管理者介入進行管理，系統管理者希望使路網總成本達到最小，以 SO 原則進行事件後之 SO 指派分析。

Step7：比較事件後 UE 指派結果與事件後 SO 指派結果，根據上述轉向點篩選原則與導引敏感度分析找出事件發生後路網中之導引轉向點與最適導引比例。

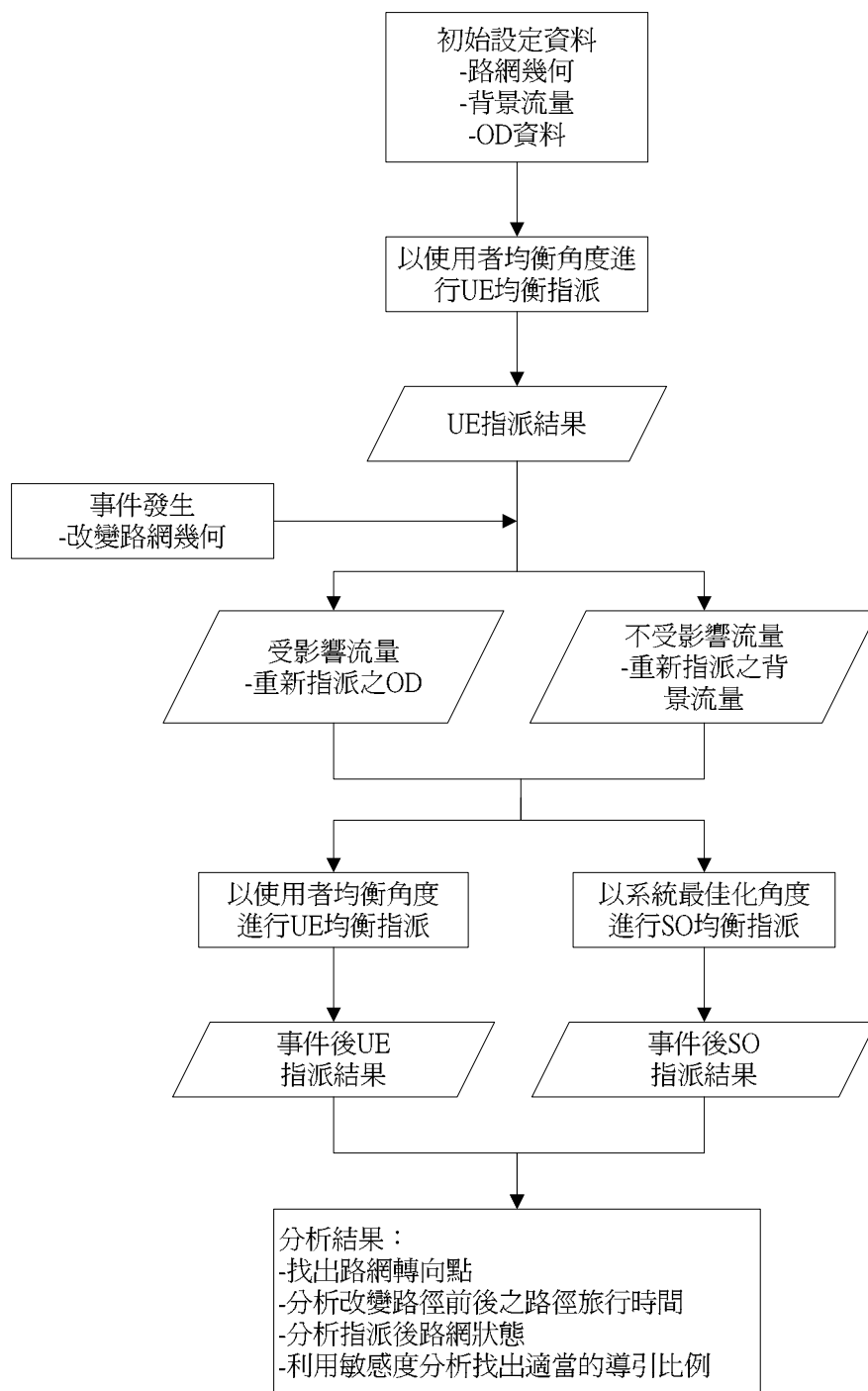


圖 4.6 轉向點與最適導引比例分析流程圖

第五章 實驗設計與案例分析

5.1 實驗設計

本研究乃在利用交通量指派模式進行路網轉向點及導引比例之研究，為測試模式在不同事件影響程度、不同事件發生地點，單一事件或多事件影響下是否可行，因此利用以下實驗路網進行不同情境之分析。

5.1.1 實驗路網

本研究之實驗路網以台灣地區西部運輸走廊北部地區為主，北起汐止系統交流道、南至新竹系統交流道，如圖 5.1 所示，路網中之縱向道路包括國 1、國 3、西部濱海快速道路，以及環東高架、市民大道高架等高快速公路為主。橫向各連絡道則包含國 2、台 64、台 66、台 68，以及部分省級或縣級道路連絡各條縱向的主要幹道。路網中包含 44 個節點以及 84 條節線，各路段之基本資料如表 5-2 所示。

本研究之路網中共分為五種不同類型路段，各路段之旅行成本函數則假設其符合美國聯邦公路總署(FHWA)所規定之 B.P.R.函數，如式(5-1)所示。

$$T_c = T_0 * (1 + \alpha * (\frac{V}{Cap})^\beta) \dots \dots \dots (5-1)$$

式中，

T_c 表路段旅行時間；

T_0 表自由車流旅行時間；

V 表路段流量；

Cap 表路段容量；

α 、 β 為參數值。

各路段之自由車流速度、 α 、 β 值部分參考第三期台灣地區整體運輸系統規

劃—整體運輸系統供需預測與分析，部分資料礙於可資參考資料有限，則由本研究進行合理假設，其資料彙整如表 5-1 所示。

表 5-1 不同類型路段基本資料對照表

路段類型	路段	自由車流速率 (Km/hr)	α	β
1	平原區高速公路	93	0.9053	4.9604
2	丘陵/山嶺區 高速公路	85	0.9053	4.9604
3	快速道路	70	0.15	4
4	省道	60	0.15	4
5	縣級(含)以下道路	50	0.15	4

表 5-2 各路段基本資料表

路段編號	起點編號	迄點編號	距離 (km)	路段容量 (veh/hr)	路段類型
1	1	2	3.5	6000	1
2	1	22	1.7	6000	2
3	2	3	2	6000	1
4	2	39	0.3	3200	5
5	3	4	2.1	6000	1
6	3	40	0.2	3200	5
7	4	5	4.1	6000	1
8	4	41	0.7	3600	3
9	5	6	2	8000	1
10	5	42	3.2	3600	3
11	6	7	0.8	8000	1
12	6	35	10.1	3200	4

表 5-2 各路段基本資料表(續)

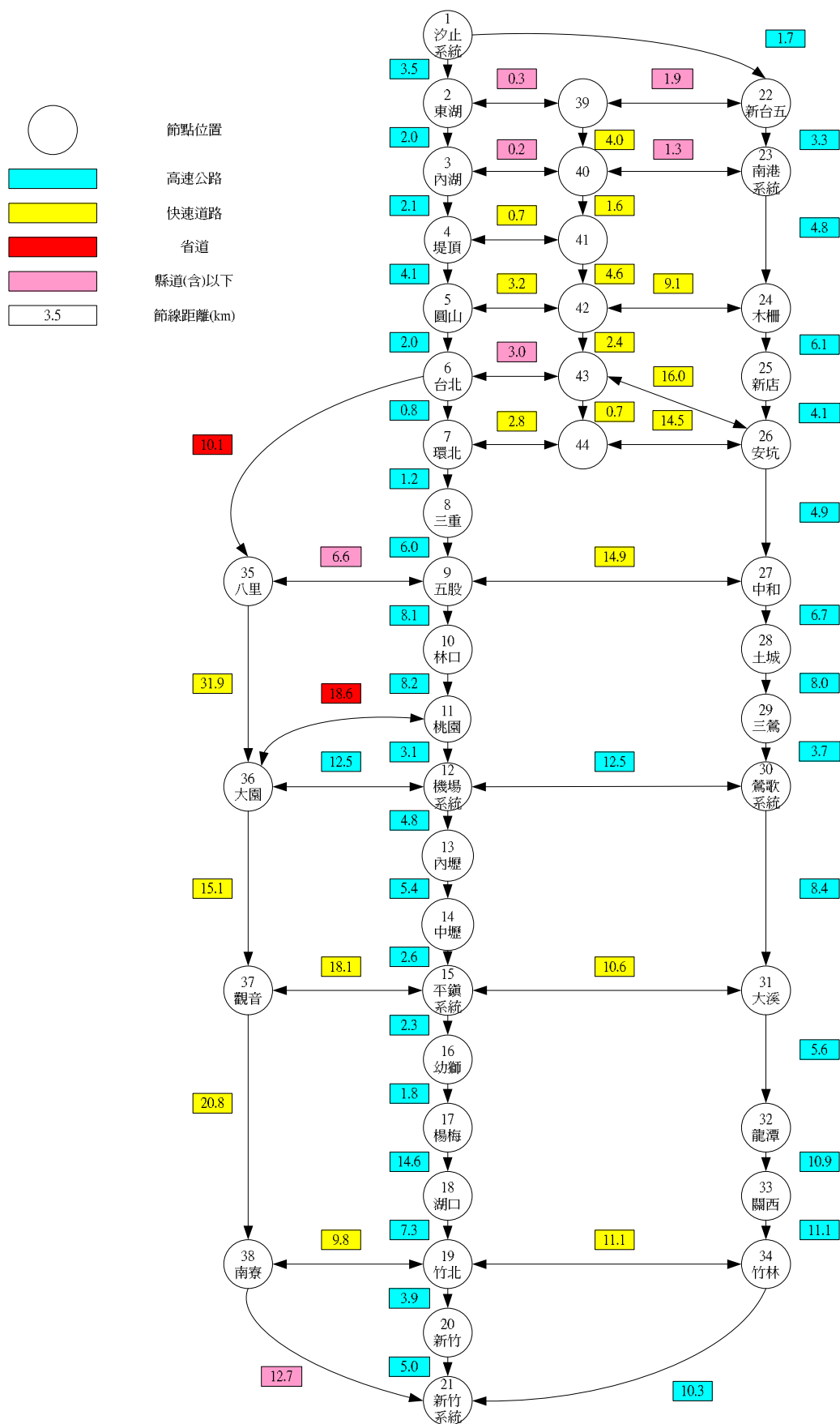
路段編號	起點編號	迄點編號	距離 (km)	路段容 量 (veh/hr)	路段類型
13	6	43	3	3200	5
14	7	8	1.2	8000	1
15	7	44	2.8	3600	3
16	8	9	6	8000	1
17	9	10	8.1	6000	1
18	9	27	14.9	3600	3
19	9	35	6.6	3200	5
20	10	11	8.2	6000	1
21	11	12	3.1	6000	1
22	11	36	18.6	3200	4
23	12	13	4.8	6000	1
24	12	36	12.5	6000	1
25	12	30	12.5	6000	1
26	13	14	5.4	6000	1
27	14	15	2.6	6000	1
28	15	16	2.3	6000	1
29	15	37	18.1	3600	3
30	15	31	10.6	3600	3
31	16	17	1.8	6000	1
32	17	18	14.6	6000	1
33	18	19	7.3	6000	1
34	19	20	3.9	6000	1
35	19	34	11.1	3600	3
36	19	38	9.8	3600	3
37	20	21	5	6000	1
38	22	23	3.3	6000	2
39	22	39	1.9	3200	5

表 5-2 各路段基本資料表(續)

路段編號	起點編號	迄點編號	距離 (km)	路段容 量 (veh/hr)	路段類型
40	23	24	4.8	6000	2
41	23	40	1.3	3200	5
42	24	25	6.1	6000	2
43	24	42	9.1	3600	3
44	25	26	4.1	6000	2
45	26	27	4.9	6000	2
46	26	43	16	3600	3
47	26	44	14.5	3600	3
48	27	28	6.7	6000	2
49	27	9	14.9	3600	3
50	28	29	8	6000	2
51	29	30	3.7	6000	2
52	30	12	12.5	6000	1
53	30	31	8.4	6000	2
54	31	32	5.6	6000	2
55	31	15	10.6	3600	3
56	32	33	10.9	6000	2
57	33	34	11.1	6000	2
58	34	21	10.3	6000	2
59	34	19	11.1	3600	3
60	35	36	31.9	3600	3
61	35	9	6.6	3200	5
62	36	12	12.5	6000	1
63	36	37	15.1	3600	3
64	36	11	18.6	3200	4
65	37	38	20.8	3600	3
66	37	15	18.1	3600	3

表 5-2 各路段基本資料表(續)

路段編號	起點編號	迄點編號	距離 (km)	路段容 量 (veh/hr)	路段類型
67	38	19	9.8	3600	3
68	38	21	12.7	3200	5
69	39	40	4	3600	3
70	39	2	0.3	3200	5
71	39	22	1.9	3200	5
72	40	41	1.6	3600	3
73	40	3	0.2	3200	5
74	40	23	1.3	3200	5
75	41	42	4.6	3600	3
76	41	4	0.7	3600	3
77	42	43	2.4	3600	3
78	42	5	3.2	3600	3
79	42	24	9.1	3600	3
80	43	44	0.7	3600	3
81	43	26	16	3600	3
82	43	6	3	3200	5
83	44	7	2.8	3600	3
84	44	26	14.5	3600	3



5.1.2 運輸需求

本研究於分析過程中所需之運輸需求，乃假設以汐止、台北、桃園等 3 個節點為主要旅次起點；為使三條主要幹道上均有流量分佈，故以台北、桃園、新竹、龍潭、竹林、大園等 6 個節點為主要旅次迄點，共計 15 組運輸需求量如表 5-3 所示。

表 5-3 運輸需求表

旅次編號	旅次起點	旅次迄點	運輸需求(veh/hr)
1	1	6	2500
2	1	11	1000
3	1	21	1000
4	1	32	1000
5	1	34	1000
6	1	36	1000
7	6	11	2000
8	6	21	2000
9	6	32	2000
10	6	34	2000
11	6	36	2000
12	11	21	1500
13	11	36	1000
14	11	32	1000
15	11	34	1000

5.1.3 敏感度分析

本研究中之最適導引比例乃是就事件後之 UE、SO 指派結果，針對其中需要接受導引之部分車流，探討當該部分需接受導引車流中有多少比例接受系統導引時將使其路網總成本達到最小。因此本研究乃透過敏感度分析進行最適導引比例之探討。

於相同導引比例部分，以 5%導引比例為一分析級距，計算 0%~100%之車流接受導引時路網之總成本，找出路網總成本最低時之導引比例，該比例即本研究之最適導引比例。亦即當路網上需接受導引車流中有該比例之車流接受系統導引時，將使路網總成本達到最小。

若考慮各轉向點不同導引比例時，亦同樣以 5%為一分析級距，分別計算各導引轉向點再不同導引比例的情況下之路網總成本，找出路網總成本最低情況下各導引轉向點個別之導引比例。

5.1.4 實驗設計

為探討於不同事件影響程度、不同事件發生地點、單一事件與多重事件影響下，根據交通量指派模型所分析出來之轉向點與導引比例是否有所不同，因此將事件發生地點與事件影響程度作為控制變數，本研究將分析流程分為以下三部分加以探討；於各導引點導引不同比例車流部分則針對不同事件影響程度與不同事件發生地點兩部分進行探討。如圖 5.2 所示。

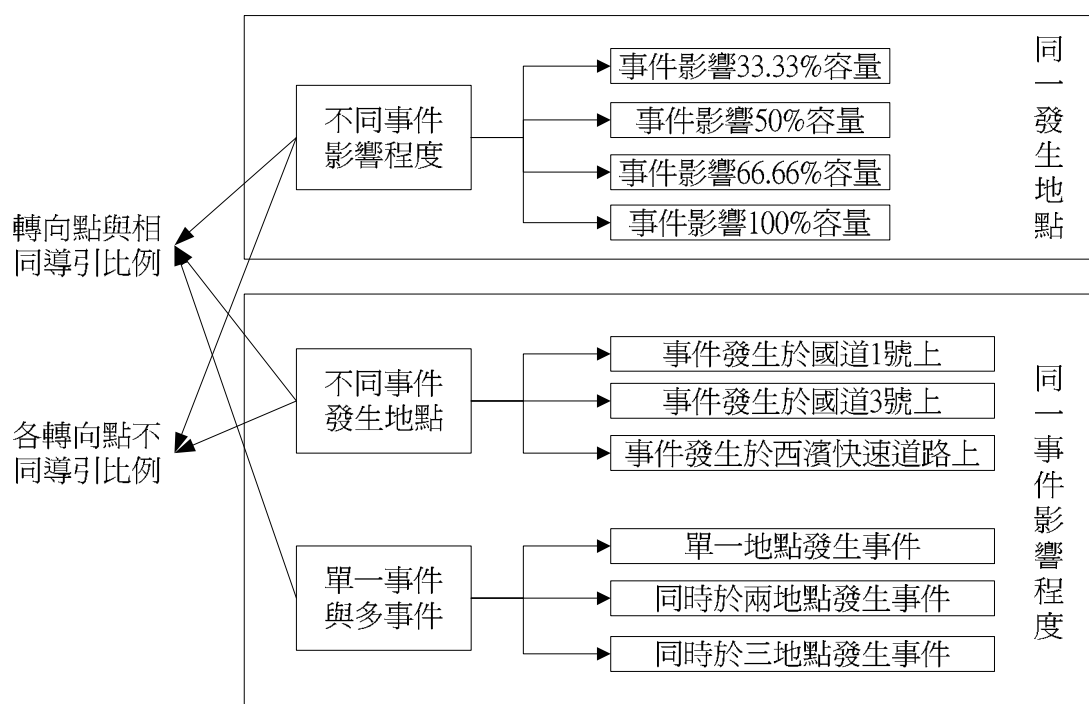


圖 5.2 實驗設計示意圖

如圖 5.2 所示，於探討不同事件影響程度對本研究分析結果之影響時，假設路網上某一固定地點發生事件，分別探討當事件影響該路段 33.33%、50%、66.66%、100%容量時，導引轉向點與導引比例之變化情形，同時亦考慮各導引轉向點不同導引比例時，其分析結果是否有所不同；於探討不同事件發生地點對模式分析結果之影響時，擬先假設事件之影響程度固定為 50%，再分別探討當事件發生於不同系統之道路上時，路網導引轉向點與導引比例之變化情形，在針對各導引轉向點不同導引比例的情形進行分析探討；於探討單一事件與多事件同時發生影響部分，先假設事件之影響程度固定為影響該路段 50%容量，並路網上三處分別位於三主要道路系統之上之路段將發生事件，以該三處路段進行排列組合，分別分析單一事件單獨發生之情形、兩事件同時發生之情形、三事件同時發生之情形，但僅探討其導引轉向點與導引比例是否有所變化。

5.1.5 測試環境

根據上述測試路網及運輸需求資料，本研究乃利用梯度投影法求解靜態交通量指派模式，並利用 Visual Basic6.0 版編輯器進行求解程式的撰寫，並在 Compaq Presario1500 筆記型電腦上進行測試與分析。

5.2 單一事件不同事件影響程度之分析結果

為測試單一事件不同影響程度對路網轉向點與導引比例之影響，本研究假設路網上楊梅(node17)至湖口(node18)，即路段 32 發生事件，通過此受影響路段之流量如表 5-4 所示

表 5-4 通過 link32 之流量表

起迄對編號	起點	迄點	流量(veh/hr)
1	6	21	2000
2	6	34	1060
3	11	21	1500
4	11	34	968

根據不同事件影響程度使路段上之容量發生變化，分別測試事件影響 33.33%、50%、66.66%及 100%容量之情形。

5.2.1 事件影響 33.33%容量

假設路網上路段 32 發生事件影響 33.33%的道路容量，其事件後 UE 與 SO 所選擇之路徑分別如表 5-5、5-6 所示。

表 5-5 楊梅—湖口發生 33.33%事件後之 UE 指派結果

OD	路徑 編號	路段編號															旅行時間	流量
		11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37		
6→21	1	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37	86.9	1791
6→21	2	12	60	63	65	67	34	37									86.9	209
6→34	3	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	35		90.32	727
6→34	4	11	14	16	17	20	21	23	26	27	30	54	56	57			90.32	322
6→34	5	12	60	63	65	67	35										90.32	11
11→21	6	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37						59.99	1500
11→34	7	21	23	26	27	28	31	32	33	35							63.41	475
11→34	8	21	23	26	27	30	54	56	57								63.41	493

表 5-6 楊梅—湖口發生 33.33%事件後之 SO 指派結果

OD	路徑 編號	路段編號(迄點 起點)															旅行時間	流量
6→21	1	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37	62.7	1102
6→21	2	12	60	63	65	67	34	37									92.48	898
6→34	3	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	35		66.24	1060
11→21	6	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37						40.71	214
11→21	9	21	24	63	65	67	34	37									59.31	1286
11→34	7	21	23	26	27	28	31	32	33	35							44.25	968

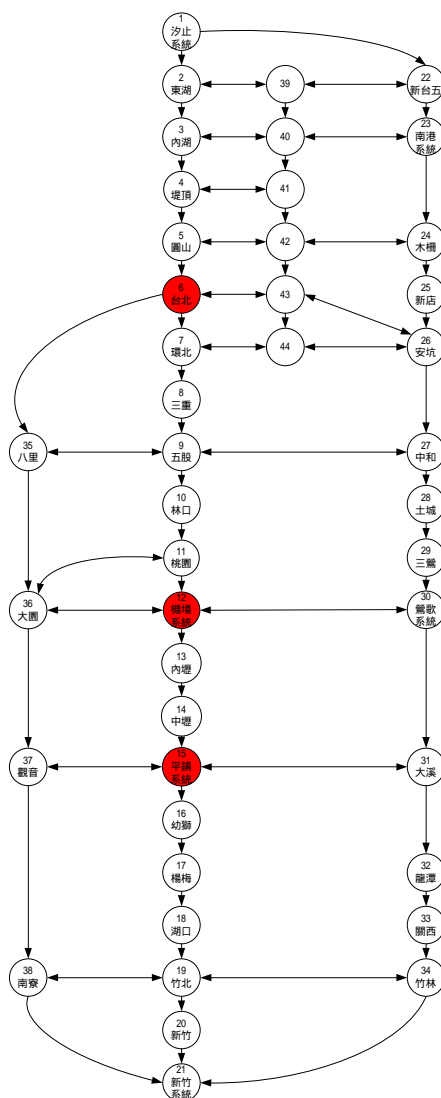
表 5-5 與 5-6 分別為事件後 UE 狀態下與事件後 SO 均衡指派下所選擇之路徑、旅行時間與路徑上流量，將其中所有路徑與以編號，分別為路徑 1 到路徑 9。

由表 5-5 與 5-6 可知，由起點 6 到迄點 21 之流量中，均是透過路徑 1 與路徑 2 前往迄點，若事件發生後由用路人自行進行路徑選擇時則有 1797 輛車選擇路徑 1、208 輛車選擇路徑 2，而系統管理者則希望用路人有 1102 輛車透過路徑 1、897 輛車透過路徑 2 前往迄點以達到 SO 狀態。可知系統希望將 695 輛車由路徑 1 導引至路徑 2 上。在針對路徑 1 與路徑 2 分別通過之路段進行比較，可知路徑 1 上之路段 11 與路徑 2 上之路段 12 起，兩路徑之行進方向便有所不同。由表 5-2 可知，路段 11 與路段 12 之起點均為節點 6，故可知系統希望於節點 6，亦即台北交流道上將該 695 輛車由路徑 1 導引到路徑 2 上，節點 6 即為本研究所定義之導引轉向點。

同理可知，由起點 6 到迄點 34 的流量中，系統希望由路徑 4 上導引 322 輛車於節點 15、路徑 5 上導引 11 輛車於節點 6 轉而透過路徑 3 前往迄點；由起點 11 到迄點 21 的流量中，系統希望由路徑 6 上導引 1286 輛車於節點 12 經由路徑 9 前往迄點；由起點 11 到迄點 34 的流量中，系統希望由路徑 8 上導引 493 輛車於節點 15 上改走路徑 7 前往迄點。

故當路網上路段 32 發生影響 50%容量之事件時，如圖 5.3 所示實驗路網中的主要轉向點為台北(node6)、機場系統(node12)、平鎮系統(node15)。若於該三

個轉向點對流量進行不同程度的導引，則其導引比例與路網總成本如表 5-7、圖 5.4 所示。由以上分析結果可知，若將 50%車輛導引至 SO 之建議道路上，將使



路網總成本降低至 1146635 分鐘,最接近 SO 狀態下之路網總成本 1129613 分鐘

圖 5.3 楊梅—湖口發生 33.33%事件轉向點示意圖

表 5-7 楊梅—湖口發生 33.33%事件後相同導引比例比較表

導引比例	0%(UE)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
路網總成本(分鐘)	1248791	1227410	1209069	1193619	1180513	1170022	1161455

表 5-7 楊梅—湖口發生 33.33%事件後相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65
路網總成本(分鐘)	1155078	1150485	1147671	1146635	1147131	1149066	1152790

表 5-7 楊梅—湖口發生 33.33%事件後相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
路網總成本(分鐘)	1157909	1164539	1172555	1182299	1193641	1206647	1221461

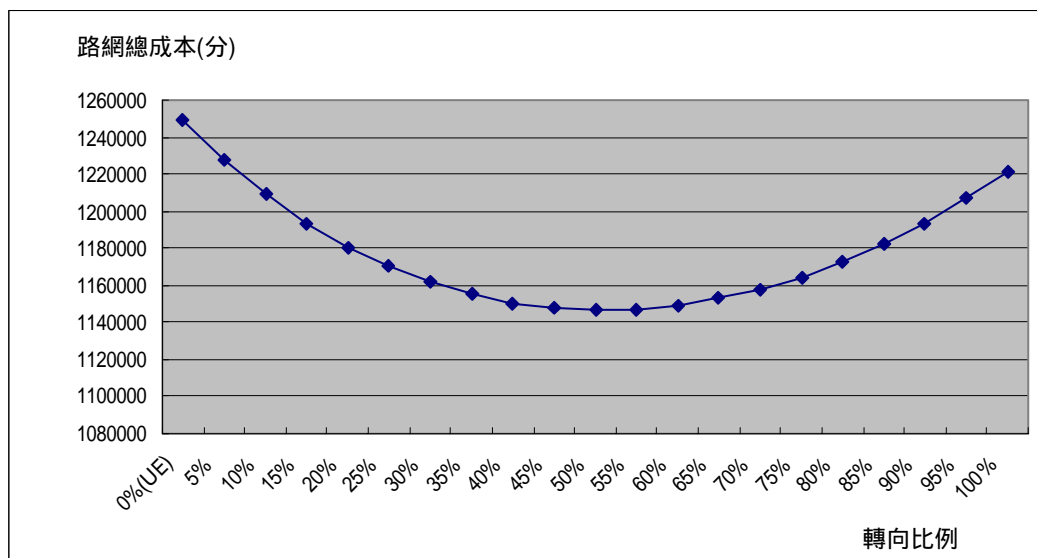


圖 5.4 湖口—楊梅路段發生 33.33%事件後相同導引比例比較圖

若考慮於該三轉向點分別導引不同比例車流情況下，其分析結果如表 5-8 所示。由表 5-8 之個別最適導引比例分析結果可知，於台北導引 55%車流、機場系統導引 35%車流以及平鎮系統導引 100%車流時，可以使路網總成本更進一步降低至 1136854.954 分鐘。

表 5-8 楊梅—湖口發生 33.33%事件後各轉向點導引比例表

導引轉向點	台北	機場系統	平鎮系統
導引比例	0.55	0.35	1
路網總成本(分鐘)	1136854.954		

5.2.2 事件影響 50%容量

假設路網上路段 32 發生事件，影響 50%道路容量，其事件後 UE 與 SO 所選擇之路徑分別如表 5-、5-10 所示。

表 5-9 楊梅—湖口發生 50%事件後之 UE 指派結果

OD	路段編號															旅行時間	流量
6→21	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37	87.04	1558
6→21	12	60	63	65	67	34	37									87.04	242
6→21	11	14	16	17	20	21	24	63	65	67	34	37				87.04	199
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	35		90.45	565
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	30	54	56	57			90.45	495
11→21	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37						60.33	1022
11→21	21	24	63	65	67	34	37									60.33	478
11→34	21	23	26	27	28	31	32	33	35							63.74	388
11→34	21	23	26	27	30	54	56	57								63.74	580

表 5-10 楊梅—湖口發生 50%事件後之 SO 指派結果

OD	路段編號															旅行時間	流量
6→21	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37	63.89	428
6→21	12	60	63	65	67	34	37									93.91	906
6→21	11	14	16	17	20	21	24	63	65	67	34	37				82.71	665
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	35		67.43	1060
11→21	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37						41.95	275
11→21	21	24	63	65	67	34	37									60.77	1225
11→34	21	23	26	27	28	31	32	33	35							45.5	968

由表 5-9、5-10 可知當楊梅—湖口路段發生 50%事件時，如圖 5.5 所示，實驗路網中主要的導引轉向點為台北(node6)、機場系統(node12)，以及平鎮系統(node15)。若於該三個轉向點對流量進行導引，則其導引比例與路網總成本則如

表 5-11、圖 5.6 所示。由以上分析結果可知，當導引比例接近 80%時，其路網總成本將降低至 1153431 分鐘與 SO 狀態下之路網總成本 1148675.99 分鐘最為接近。

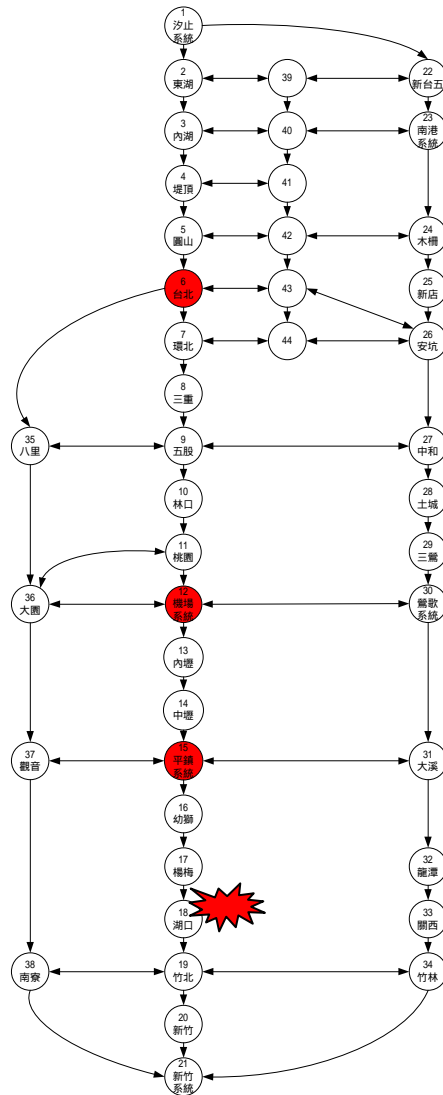


圖 5.5 楊梅—湖口發生 50%事件轉向點示意圖

表 5-11 楊梅—湖口發生 50%事件後相同導引比例比較表

導引比例	0%(UE)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
路網總成本(分鐘)	1266672	1250856	1236475	1223680	1212079	1201929	1192741

表 5-11 楊梅—湖口發生 50%事件後相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65
路網總成本(分鐘)	1184671	1177577	1171543	1166426	1162200	1158834	1156285

表 5-11 楊梅—湖口發生 50%事件後相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
路網總成本(分鐘)	1154557	1153566	1153431	1154055	1155497	1157628	1160654

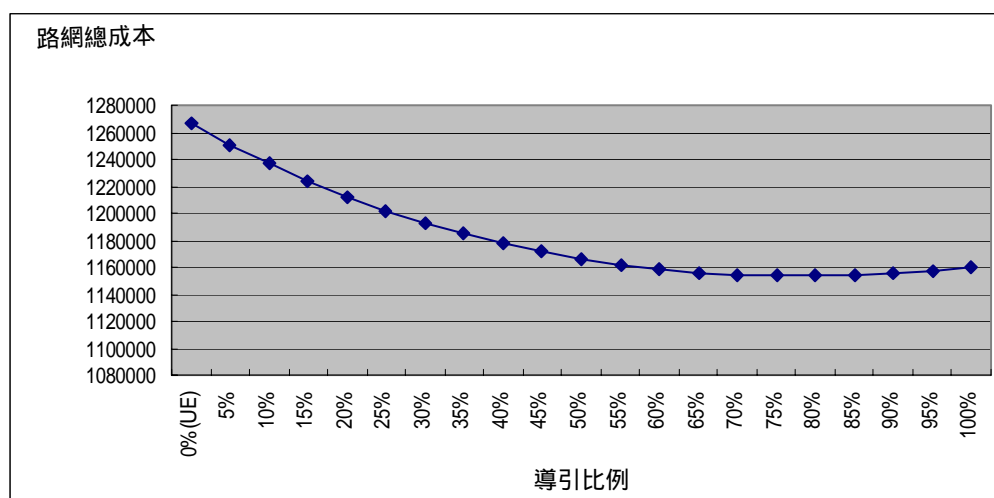


圖 5.6 湖口—楊梅路段發生 50%事件後相同導引比例比較圖

若考慮於該三轉向點分別導引不同比例車流情況下，其分析結果如表 5-12 所示。可知，於台北導引 55%車流、機場系統導引 90%車流以及平鎮系統導引 100%車流時，可以使路網總成本更進一步降低至 1148675.99 分鐘。

表 5-12 楊梅—湖口發生 50%事件後各轉向點導引比例表

導引轉向點	台北	機場系統	平鎮系統
導引比例	0.55	0.9	1
路網總成本(分鐘)	1152846.202		

5.2.3 事件影響 66.66%容量

假設路網上路段 32 發生事件，影響 66.66%的道路容量，其事件後 UE 與 SO 所選擇之路徑分別如下表 5-13、5-14 所示。

表 5-13 楊梅—湖口發生 66.66%事件後之 UE 指派結果

OD	路段編號															旅行時間	流量
6→21	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37	87.46	1211
6→21	12	60	63	65	67	34	37									87.47	249
6→21	11	14	16	17	20	21	24	63	65	67	34	37				87.45	540
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	35		90.86	377
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	30	54	56	57			90.86	513
6→34	11	14	16	17	20	21	24	63	65	67	35					90.86	170
11→21	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37						60.81	669
11→21	21	24	63	65	67	34	37									60.81	831
11→34	21	23	26	27	28	31	32	33	35							64.22	160
11→34	21	23	26	27	30	54	56	57								64.21	736

表 5-14 楊梅—湖口發生 66.66%事件後之 SO 指派結果

OD	路段編號															旅行時間	流量
6→21	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37	66.59	376
6→21	12	60	63	65	67	34	37									97.12	928
6→21	11	14	16	17	20	21	24	63	65	67	34	37				85.89	696
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	35		70.12	691
6→34	11	14	16	17	20	21	24	63	65	67	35					89.42	369
11→21	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37						44.77	363
11→21	21	24	63	65	67	34	37									64.07	1137
11→34	21	23	26	27	28	31	32	33	35							48.3	569
11→34	21	23	26	27	30	54	56	57								50.19	46
11→34	21	24	63	65	67	35										67.61	351

由表 5-13、5-14 可知當楊梅—湖口路段發生 66.66%事件時，如圖 5.7 所示，

實驗路網上主要的導引轉向點為台北(node6)、機場系統(node12)，以及平鎮系統 (node15)。若於該三個轉向點對流量進行導引，則其導引比例與路網總成本則如表 5-15、圖 5.8 所示。由上述分析結果可知，當導引比例接近 65%時其路網總成本將降低至 1189444 分鐘，與 SO 狀態下之路網總成本 1181026.84 分鐘最為接近。

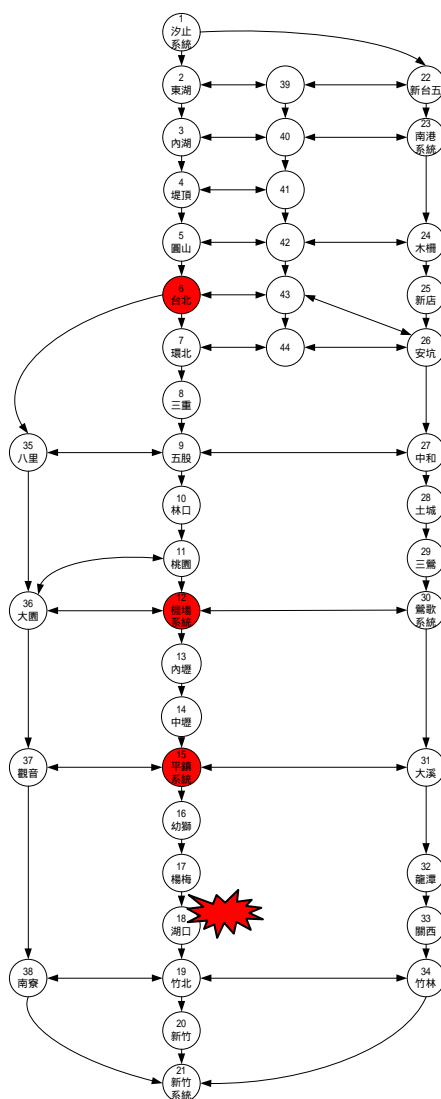


圖 5.7 楊梅—湖口發生 66.66%事件轉向點示意圖

表 5-15 楊梅—湖口發生 66.66%事件後相同導引比例比較表

導引比例	0%(UE)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
路網總成本(分鐘)	1281988	1267360	1254003	1242331	1231909	1222620	1214620

表 5-15 楊梅—湖口發生 66.66%事件後相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65
路網總成本(分鐘)	1207697	1201928	1197423	1193756	1191348	1189905	1189444

表 5-15 楊梅—湖口發生 66.66%事件後相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
路網總成本(分鐘)	1190149	1191807	1194695	1198539	1203583	1209663	1216869

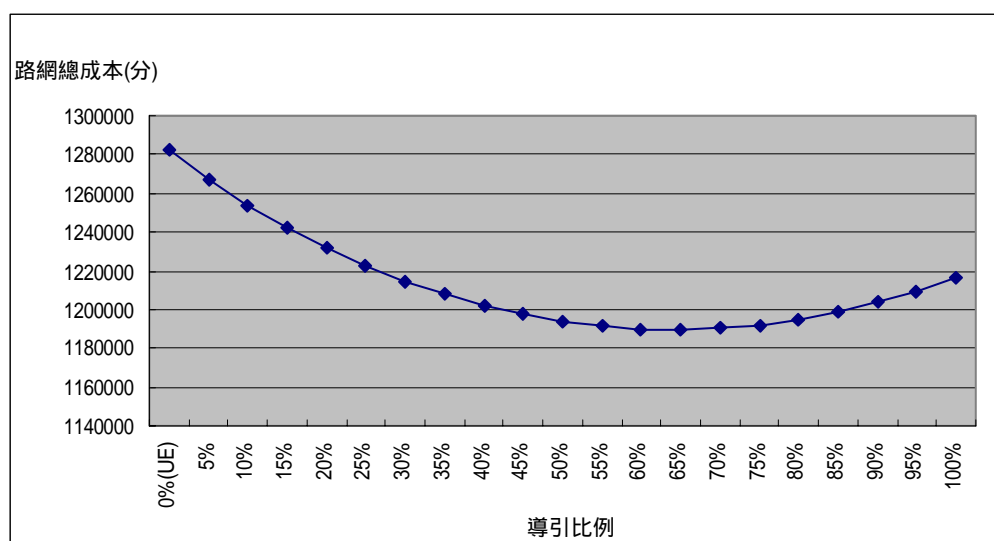


圖 5.8 湖口—楊梅路段發生 66.66%事件後相同導引比例比較圖

若考慮於該三轉向點分別導引不同比例車流情況下，其分析結果如表 5-16 所示。可知，於台北導引 50%車流、機場系統導引 100%車流以及平鎮系統導引 100%車流時，可以使路網總成本更進一步降低至 1186121.634 分鐘。

表 5-16 楊梅—湖口發生 66.66%事件後各轉向點導引比例表

導引轉向點	台北	機場系統	平鎮系統
導引比例	0.5	1	1
路網總成本(分鐘)	1186121.634		

5.2.4 事件影響 100%容量

假設路網上路段 32 發生事件，影響 100%的道路容量，其事件後 UE 與 SO 所選擇之路徑分別如表 5-17、5-18 所示。

表 5-17 楊梅—湖口發生 100%事件後之 UE 指派結果

OD	路段編號														旅行時間	路徑流量
6→21	12	59	62	64	66	33	36								93.09	309
6→21	11	14	16	17	20	21	24	62	64	66	33	36			93.09	1156
6→21	11	14	16	17	20	21	24	62	64	67					93.09	276
6→21	11	14	16	17	20	21	23	26	27	29	64	67			93.09	75
6→21	11	14	16	17	20	21	23	26	27	29	64	66	33	36	93.09	184
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	30	53	55	56		96.67	1060
11→21	21	24	62	64	66	33	36								66.96	1298
11→21	21	24	62	64	67										66.96	123
11→21	21	23	26	27	29	64	66	33	36						66.96	79
11→34	21	23	26	27	30	53	55	56							70.54	669
11→34	21	24	62	64	66	34									70.54	299

表 5-18 楊梅—湖口發生 100%事件後之 SO 指派結果

OD	路段編號														旅行時間	路徑流量
6→21	12	59	62	64	66	33	36								103.2	458

表 5-18 楊梅—湖口發生 100%事件後之 SO 指派結果(續)

OD	路段編號													旅行時間	路徑流量
6→21	11	14	16	17	20	21	24	62	64	66	33	36		92	619
6→21	11	14	16	17	20	21	23	26	27	29	64	67		95.12	923
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	30	53	55	56	75.47	1060
11→21	21	24	62	64	66	33	36							70.07	791
11→21	21	23	26	27	29	64	67							73.2	709
11→34	21	23	26	27	30	53	55	56						53.54	968

由表 5-17、5-18 可知當楊梅—湖口路段發生 100%事件時，如圖 5.9 所示，實驗路網中主要的導引轉向點為台北(node6)、機場系統(node12)，以及南寮(node38)。若於該三個轉向點對流量進行導引，則其導引比例與路網總成本則如表 5-19、圖 5.10 所示。由以上分析結果可知，當導引比例接近 10%時，其路網總成本為 1356785 分鐘，將與 SO 狀態下之路網總成本 1253968.69 分鐘最為接近

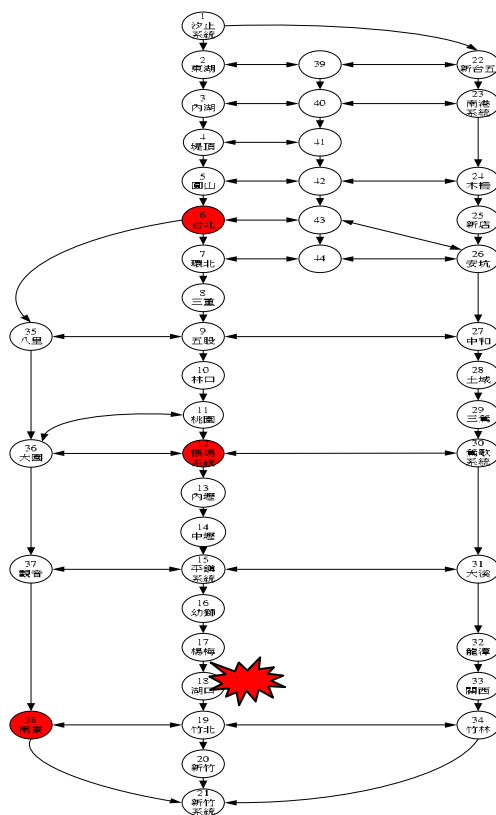


圖 5.9 楊梅—湖口發生 100%事件轉向點示意圖

表 5-19 楊梅—湖口發生 100%事件後相同導引比例比較表

導引比例	0%(UE)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
路網總成本(分鐘)	1358436	1357362	1356785	1356899	1357227	1358122	1359343

表 5-19 楊梅—湖口發生 100%事件後相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65
路網總成本(分鐘)	1360858	1362609	1364990	1367203	1370052	1373343	1376751

表 5-19 楊梅—湖口發生 100%事件後相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
路網總成本(分鐘)	1380728	1384785	1389548	1394848	1400671	1407173	1414314

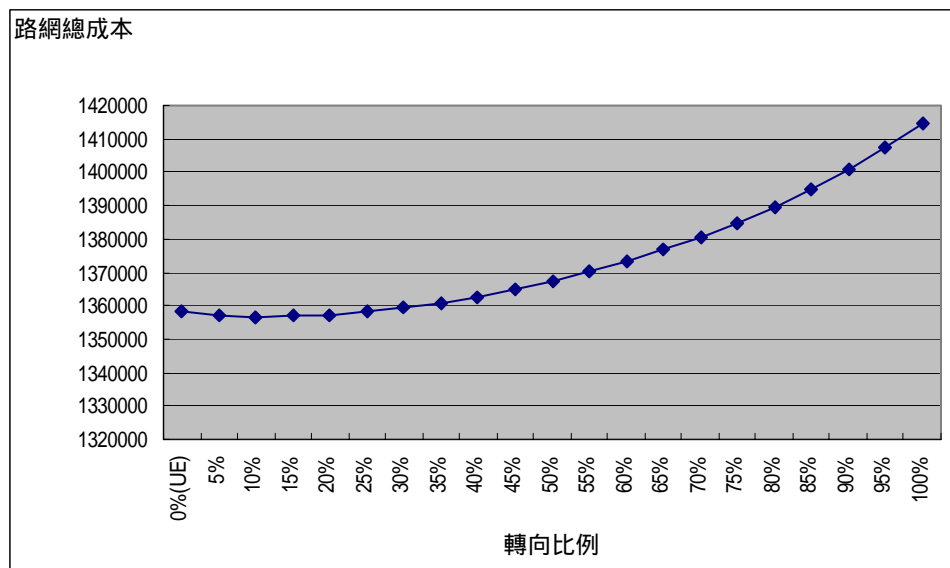


圖 5.10 湖口—楊梅路段發生 100%事件後相同導引比例比較圖

若考慮於該三轉向點分別導引不同比例車流情況下，其分析結果如表 5-20 所示。可知，於台北導引 100%車流、機場系統導引 0%車流以及南寮導引 70%車流時，可以使路網總成本更進一步降低至 1341101.269 分鐘。

表 5-20 楊梅—湖口發生 100%事件後各轉向點導引比例表

導引轉向點	台北	機場系統	南寮
導引比例	1	0	70
路網總成本(分鐘)	1341101.269		

5.2.5 小結

根據上述分析結果，有關事件影響程度與導引比例、轉向點之關係彙整如下表 5-21 所示。

表 5-21 不同事件影響程度與導引比例及轉向點彙整表

事件影響程度	整體導引比例	轉向點	不同導引比例
33.33%	50%	台北(node6)	55%
		機場系統(node12)	35%
		平鎮系統(node15)	100%
50%	80%	台北(node6)	55%
		機場系統(node12)	90%
		平鎮系統(node15)	100%
66.66%	65%	台北(node6)	50%
		機場系統(node12)	100%
		平鎮系統(node15)	100%
100%	10%	台北(node6)	100%
		機場系統(node12)	0%
		南寮(node38)	70%

由上述分析結果中可發現，在於轉向點方面，除發生影響 100%容量之事件，使路網結構發生變化之情形外，當楊梅—湖口路段發生不同嚴重程度之事件時，其路網轉向點均為台北(node6)、機場系統(node12)、平鎮系統(node15)。當路段上發生影響 100%容量之事件時，由於本研究乃將發生事件之路段予以刪除，造

成路網結構發生變化，因此產生不同之轉向點；整體導引比例部分，則可以發現事件之嚴重程度與最適導引比例並無直接關係。

但若於各導引轉向點導引不同比例車流時，則可發現除影響 100%容量的事件外，隨事件發生嚴重程度的增加，較接近事件發生地點的導引轉向點上所需導引的車流比例亦隨之增加。

5.3 不同事件發生地點之分析結果

針對不同事件發生地點之分析，本研究乃假設事件發生地點分別位於三條主要幹道上，事件影響程度則固定為影響 50%的道路容量進行分析。

5.3.1 國道 1 號上發生事件

本研究針對國道 1 號發生事件之情形，乃假設楊梅(node17)－湖口(node18)路段(link32)發生影響 50%道路容量之事件，其分析結果如表 5-9、5-10、5-11、5-12、圖 5.4 所示。其導引轉向點為台北(node6)、機場系統(node12)、平鎮系統(node15)，最適導引比例則為 80%。

5.3.2 國道 3 號上發生事件

針對國道 3 號上發生事件之情形，本研究乃假設路網上土城(node28)－三鶯(node29)間，即路段 50 上發生影響 50%道路容量之事件。事件發生後之 UE 與 SO 指派結果如表 5-22、5-23 所示。

表 5-22 土城－三鶯發生 50%事件後之 UE 指派結果

OD	路段編號															旅行時間	路徑流量
1→21	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57	58		100.63	1000
1→32	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54					77.73	1000
1→34	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57			93.35	1000
6→32	11	15	84	45	48	50	51	53	54							79.11	1165
6→32	11	14	16	17	20	21	25	53	54							79.11	803
6→34	12	60	63	65	67	35										94.73	795
6→34	11	14	16	17	20	21	25	53	54	56	57					94.73	145

表 5-23 土城—三鶯發生 50%事件後之 SO 指派結果

OD	路段編號														旅行時間	路徑流量
1→21	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57	58	86.93	906
1→21	2	38	41	72	76	7	9	12	60	63	65	67	34	37	115.33	94
1→32	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54				64.12	1000
1→34	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57		79.66	1000
6→32	11	15	84	45	48	50	51	53	54						65.3	976
6→32	11	14	16	17	20	21	25	53	54						60.25	992
6→34	12	60	63	65	67	35									108.49	940

由表 5-22、5-23 可知，當路段 50 發生影響 50%容量事件時，如圖 5.11 所示，實驗路網中主要的導引轉向點分別為台北(node6)、環北(node7)以及南港系統(node32)。若在該三個轉向點進行導引，則其導引比例與路網總成本如表 5-24、圖 5.12 所示。由上述分析結果可知，當導引比例為 15%時，其路網總成本可降低至 1335827 分鐘，與 SO 均衡狀態下之路網總成本 1258383 分鐘最為接近。

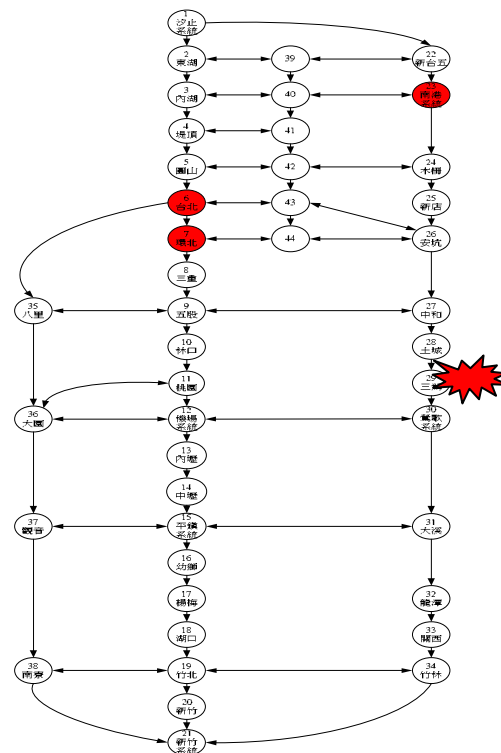


圖 5.11 土城—三鶯發生 50%事件轉向點示意圖

表 5-24 土城—三鶯發生 50%事件後相同導引比例比較表

導引比例	0%(UE)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
路網總成本(分鐘)	1343849	1338518	1335883	1335827	1338097	1342448	1348976

表 5-24 土城—三鶯發生 50%事件後相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65
路網總成本(分鐘)	1357469	1367829	1379621	1393152	1408267	1424723	1442460

表 5-24 土城—三鶯發生 50%事件後相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
路網總成本(分鐘)	1461647	1482063	1503821	1526630	1550663	1575678	1602078

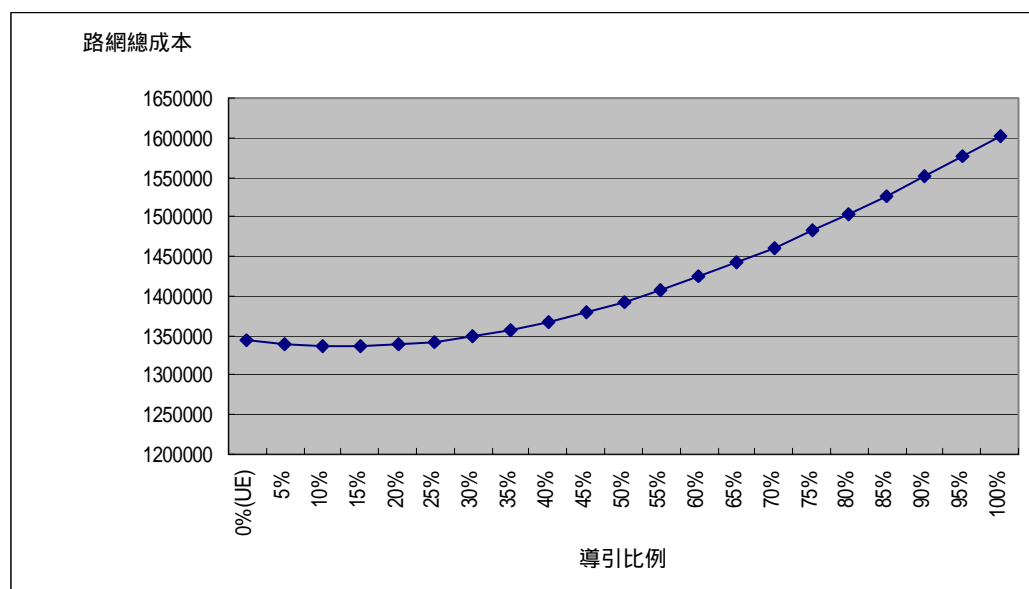


圖 5.12 土城—三鶯間路段發生 50%事件後相同導引比例比較圖

若考慮於該三轉向點分別導引不同比例車流情況下，其分析結果如表 5-25 所示。可知，於台北導引 0%車流、南港系統導引 50%車流以及環北導引 100%車流時，可以使路網總成本更進一步降低至 1287420.977 分鐘。

表 5-25 土城 三鶯間路段發生 50%事件後各轉向點導引比例表

導引轉向點	台北	南港系統	環北
導引比例	0	0.5	1
路網總成本(分鐘)	1287420.977		

5.3.3 西部濱海快速道路上發生事件

針對事件發生於西部濱海快速道路之情境，本研究假設於八里(node35)一大園(node36)間，即路段 60，發生影響 50%道路容量之事件。事件發生後 UE 與 SO 指派結果如表 5-26、5-27 所示。

表 5-26 八里—大園發生 50%事件後之 UE 指派結果

OD	路段編號												旅行時間	流量
1→36	1	3	5	7	9	12	60						61.45	710
1→36	1	3	5	7	9	11	14	16	17	20	21	24	61.45	100
1→36	2	38	40	42	44	45	48	50	51	52	24		61.45	190
6→36	12	60											51.23	1706
6→36	11	14	16	17	20	21	24						51.23	294

表 5-27 八里—大園發生 50%事件後之 SO 指派結果

OD	路段編號												旅行時間	流量
1→36	1	3	5	7	9	12	60						72.39	893
1→36	1	3	5	7	9	11	14	16	17	20	21	24	58.72	107
6→36	12	60											61.84	1893
6→36	11	14	16	17	20	21	24						48.17	107

由表 5-26、5-27 可知，當路段 60 發生影響 50%道路容量的事件時，如圖 5.13 所示，實驗路網中主要的導引轉向點分別為汐止系統(node1)以及台北(node6)。

若於該兩個轉向點進行導引，則其導引比例與路網總成本如表 5-28、圖 5.14 所示。由上述分析結果可知，當導引比例為 55%時，其路網總成本將降低至 1272525 分鐘，與 SO 均衡狀態下之路總成本 1258383 分鐘最為接近。

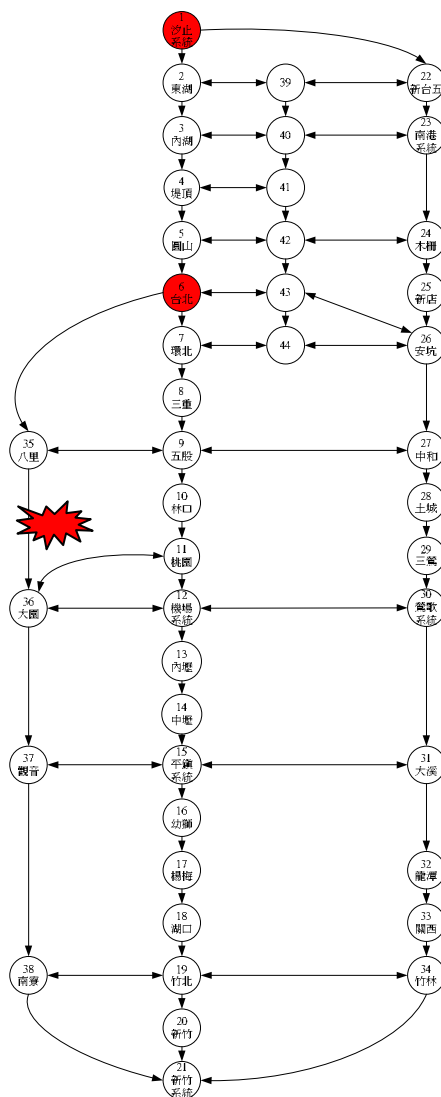


圖 5.13 八里—大園發生 50%事件轉向點示意圖

表 5-28 八里—大園發生 50%事件後相同導引比例比較表

導引比例	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
路網總成本(分鐘)	1278815	1277822	1276765	1275914	1275083	1274527	1273897

表 5-28 八里—大園發生 50%事件後相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65
路網總成本(分鐘)	1273343	1273008	1272846	1272652	1272525	1272672	1272840

表 5-28 八里—大園發生 50%事件後相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
路網總成本(分鐘)	1273226	1273685	1274110	1274945	1275690	1276767	1277903

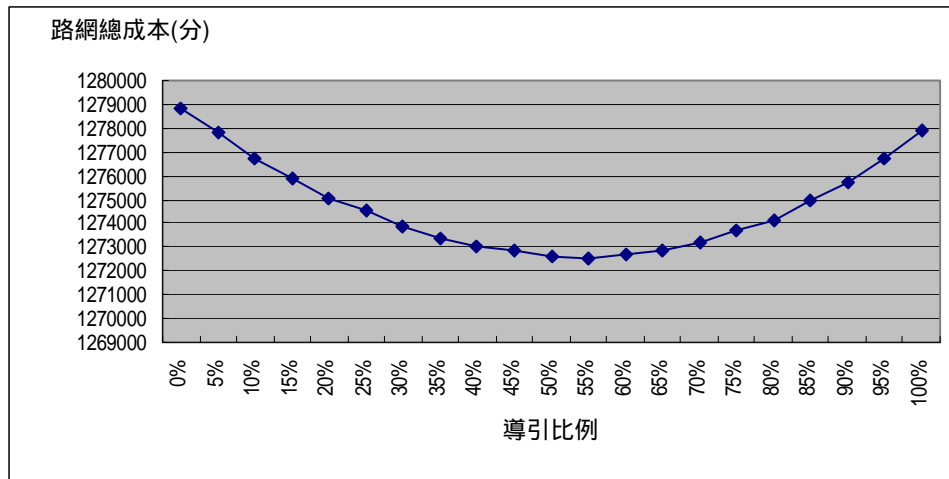


圖 5.14 八里—大園間路段發生 50%事件後相同導引比例比較圖

若考慮於該兩轉向點分別導引不同比例車流情況下，其分析結果如表 5-29 所示。可知，於汐止系統導引 0%車流與台北導引 100%車流時，可以使路網總成本更進一步降低至 1269435.941 分鐘。

表 5-29 八里—大園發生 50%事件後各轉向點導引比例表

導引轉向點	汐止系統	台北
導引比例	0	1
路網總成本(分鐘)	1269435.941	

5.3.4 小結

根據上述分析結果，有關事件影響程度與導引比例、轉向點之關係彙整如表 5-30 所示。

表 5-30 不同事件發生地點與導引比例及轉向點彙整表

事件發生地點	整體導引比例	轉向點	不同導引比例
楊梅—湖口間 (國道 1 號)	80%	台北(node6)	55%
		機場系統(node12)	90%
		平鎮系統(node15)	100%
土城—三鶯間 (國道 3 號)	15%	台北(node6)	0%
		南港系統(node32)	50%
		環北(node7)	100%
八里—大園間 (西部濱海快速道路)	55%	汐止系統(node1)	0%
		台北(node6)	100%

由上述分析結果中可知，當單一事件發生時，路網上之轉向點為事件發生地點多為事件發生地點上游 2、3 處重要系統交流道，流量之最適導引比例則較無一定規則。若考慮於各導引轉向點導引不同比例車流至建議道路上時，可以發現越接近事件發生地點的導引轉向點，須導引的車流比例越高。

5.4 單一事件與多事件之分析結果

本研究針對多事件之分析乃假設其於同一時段發生事件，僅針對事件於空間上之變化情形加以分析，並不涉及時間上之變化，因此在分析過程中假設多事件同時發生，亦即事件發生後同時影響多個路段之容量，在分析流程上仍假設其為事件前、後兩階段進行分析。

單一事件與多事件同時發生之分析，乃先固定其事件影響程度為道路容量減少 50%，並針對以下情境進行分析。

表 5-31 單一事件與多事件同時發生分析之假設情境

單一事件發生	楊梅—湖口發生事件	單一事件情境一
	土城—三鶯發生事件	單一事件情境二
	八里—大園發生事件	單一事件情境三
二事件同時發生	楊梅—湖口、土城—三鶯同時發生事件	多事件情境一
	楊梅—湖口、八里—大園同時發生事件	多事件情境二
	土城—三鶯、八里—大園同時發生事件	多事件情境三
三事件同時發生	楊梅—湖口、土城—三鶯、八里—大園同時發生事件	多事件情境四

其中，單一事件發生之分析內容如 5.3 節中所示，以下則針對四種多事件情境進行分析。

5.4.1 楊梅—湖口、土城—三鶯同時發生事件

多事件情境一為假設實驗路網中楊梅—湖口、土城—三鶯同時發生影響 50% 道路容量事件時之情況，其事件後之 UE 與 SO 指派結果如表 5-32、5-33 所示。

表 5-32 多事件情境—事件後之 UE 指派結果

OD	路段編號																	旅行時間	流量
1→21	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57	58				105.71	1000
1→32	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54							81.5	1000
1→34	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57					98.43	1000
6→21	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37			96.2	1389.26
6→21	12	60	63	65	68													96.94	64.25
6→21	12	60	63	65	67	34	37											96.2	546.49
6→32	11	14	16	17	20	21	25	53	54									82.71	458.4
6→32	11	15	84	45	48	50	51	53	54									82.71	726.51
6→32	11	14	16	17	20	21	23	26	27	30	54							82.72	783.34
6→34	11	14	16	17	20	21	25	53	54	56	57							99.65	812.23
6→34	12	60	63	65	67	35												99.65	699.42
6→34	11	15	84	45	48	50	51	53	54	56	57							99.65	228.27
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	35				99.65	260.07
11→21	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37								61.45	1500
11→34	21	25	53	54	56	57												64.9	153.81
11→34	21	23	26	27	30	54	56	57										64.91	547.42
11→34	21	23	26	27	28	31	32	33	35									64.9	266.63

表 5-33 多事件情境—事件後之 SO 指派結果

OD	路段編號																	旅行時間	路徑流量
1→21	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57	58				88.21	1000
1→32	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54							65.25	1000
1→34	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57					80.93	1000
6→21	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37			73.26	1328.86
6→21	12	60	63	65	68													106.01	671.14
6→32	11	14	16	17	20	21	25	53	54									60.94	645.35

表 5-33 多事件情境一事件後之 SO 指派結果(續)

OD	路段編號																旅行時間	路徑流量
6→32	13	80	84	45	48	50	51	53	54								67.06	232.82
6→32	11	15	84	45	48	50	51	53	54								65.98	197.24
6→32	11	14	16	17	20	21	23	26	27	30	54						63.75	892.83
6→34	11	14	16	17	20	21	25	53	54	56	57						76.63	770.22
6→34	12	60	63	65	67	35											109.5	1020.42
6→34	11	15	84	45	48	50	51	53	54	56	57						81.66	16.54
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	35			77.62	192.82
11→21	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37							41.45	1088.66
11→21	22	63	65	68													68.58	411.34
11→34	22	63	65	67	35												72.06	149.16
11→34	21	23	26	27	30	54	56	57									47.62	407.23
11→34	21	23	26	27	28	31	32	33	35								45.81	411.48

由表 5-32、5-33 可知，當實驗路網中該兩路段同時發生事件時，如圖 5.15 所示，路網上主要的導引轉向點為台北(node6)、環北(node7)、桃園(node11)、平鎮系統(node15)、南寮(node38)。於各轉向點進行路徑導引時，其不同導引比例與路網總成本如表 5-34、圖 5.16 所示。由上述分析結果可知，當導引比例為 30% 時，其路網總成本可降低為 1269323 分鐘，與 SO 均衡狀態下之路網總成本 1225158.62 分鐘最為接近。

表 5-34 多事件情境一相同導引比例比較表

導引比例	0%(UE)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
路網總成本(分鐘)	1369995	1338194	1312974	1293755	1280070	1272008	1269323

表 5-34 多事件情境一相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65
路網總成本(分鐘)	1271825	1279497	1292375	1310805	1334436	1364092	1399745

表 5-34 多事件情境一相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
路網總成本(分鐘)	1441629	1490566	1546535	1610831	1683220	1764931	1856520

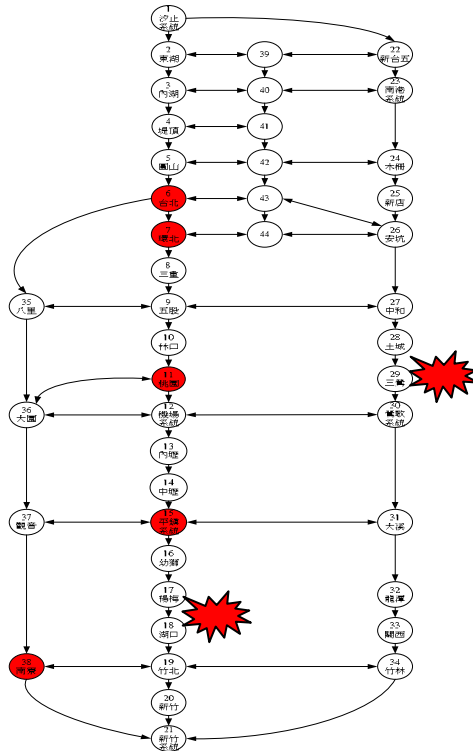


圖 5.15 多事件情境一轉向點示意圖

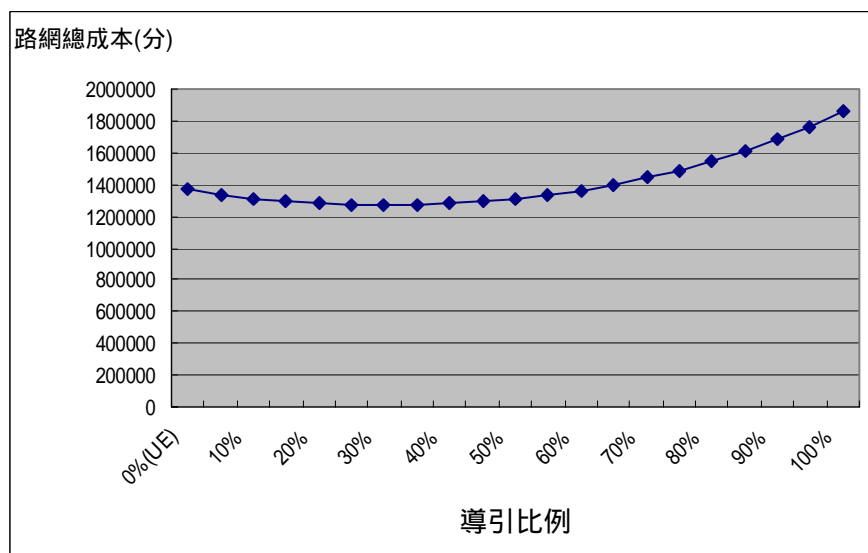


圖 5.16 多事件情境一相同導引比例比較圖

5.4.2 楊梅—湖口、八里—大園同時發生事件

多事件情境二乃是假設路網上楊梅—湖口、八里—大園路段同時發生影響50%道路容量事件之狀況。其事件後路網之 UE 與 SO 均衡狀態如表 5-35、5-36 所示。

表 5-35 多事件情境二事件後之 UE 指派結果

OD	路段編號															旅行時間	流量
1→36	1	3	5	7	9	11	14	16	17	20	21	24				61.54	116
1→36	1	3	5	7	9	12	60									61.54	732
1→36	2	38	40	42	44	45	48	50	51	52	24					61.54	152
6→21	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37	96.56	1447
6→21	12	60	63	65	67	34	37									96.56	553
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	35		99.97	431
6→34	12	60	63	65	67	35										99.97	269
6→34	13	80	84	45	48	50	51	53	54	56	57					100.16	22
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	30	54	56	57			99.97	319
6→34	11	15	84	45	48	50	51	53	54	56	57					99.97	19
6→36	11	14	16	17	20	21	24									51.26	1137
6→36	12	60														51.26	863
11→21	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37						62.91	1419
11→21	21	24	63	65	67	34	37									62.91	81
11→34	21	23	26	27	28	31	32	33	35							66.32	240
11→34	21	23	26	27	30	54	56	57								66.32	728

表 5-36 多事件情境二事件後之 SO 指派結果

OD	路段編號															旅行時間	流量
1→36	1	3	5	7	9	11	14	16	17	20	21	24				55.36	92

表 5-36 多事件情境二事件後之 SO 指派結果(續)

OD	路段編號															旅行時間	流量
1→36	1	3	5	7	9	12	60									68.37	908
6→21	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37	73.41	1485
6→21	12	60	63	65	67	34	37									105.28	515
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	35		76.96	728
6→34	12	60	63	65	67	35										108.83	332
6→36	11	14	16	17	20	21	24									44.81	1092
6→36	12	60														57.82	908
11→21	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37						40.47	489
11→21	22	63	65	67	34	37										66.46	1011
11→34	21	23	26	27	28	31	32	33	35							44.01	16
11→34	22	63	65	67	35											70	952

由表 5-35、5-36 可知，當路網上同時發生兩事件時，如圖 5.17 所示，實驗路網中主要的導引轉向點為汐止系統(node1)、台北(node6)、環北(node7)、桃園(node11)、平鎮系統(node15)。於各轉向點進行路徑導引時，其不同導引比例與路網總成本如表 5-37、圖 5.18 所示，由上述分析結果可知，當導引比例為 60% 時，路網總成本降低為 1272618 分鐘，最接近事件後 SO 均衡狀態下之路網總成本 1241475.94 分鐘。

表 5-37 多事件情境二相同導引比例比較表

導引比例	0%(UE)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
路網總成本(分鐘)	1373368	1357096	1342313	1329016	1317571	1307428	1298564

表 5-37 多事件情境二相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65
路網總成本(分鐘)	1291176	1284957	1280113	1276528	1273892	1272618	1272704

表 5-37 多事件情境二相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
路網總成本(分鐘)	1273708	1276288	1279621	1284501	1290366	1297609	1305897

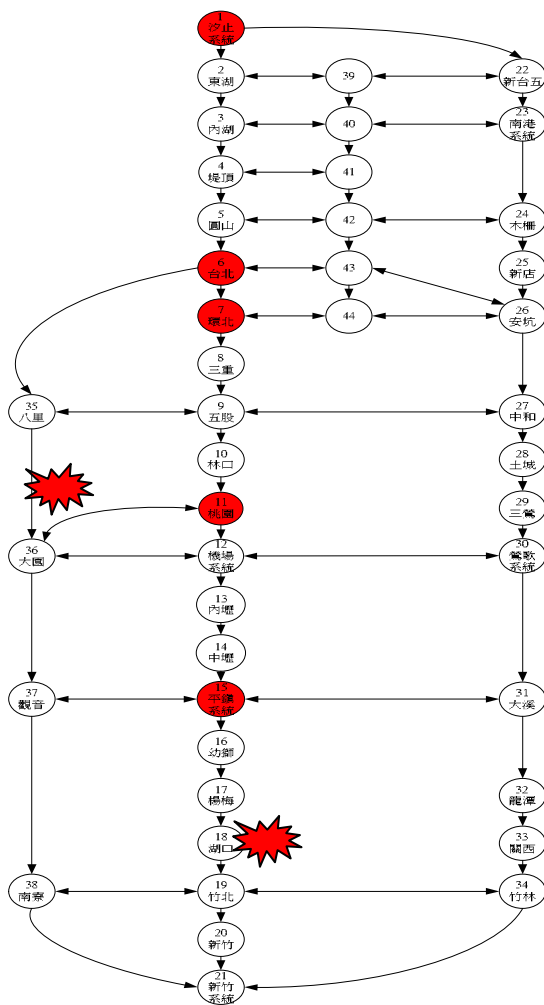


圖 5.17 多事件情境二轉向點示意圖

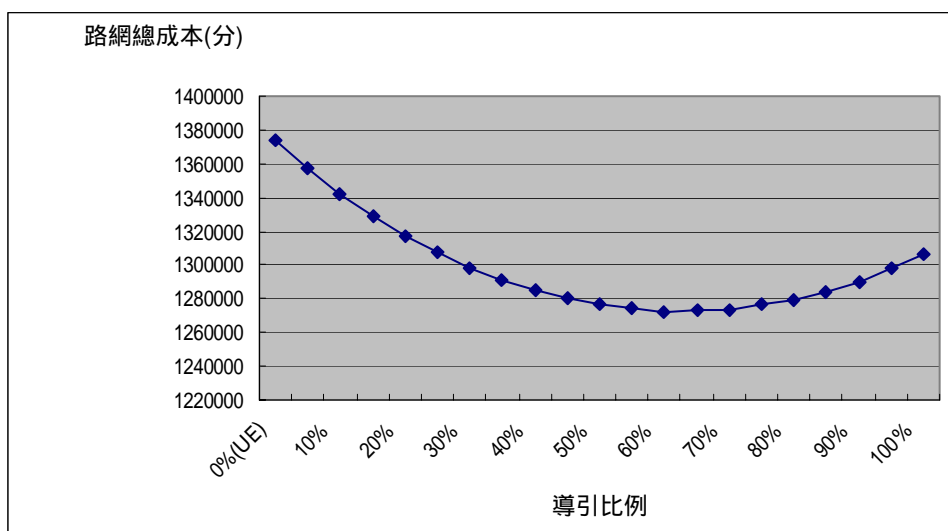


圖 5.18 多事件情境二相同導引比例比較圖

5.4.3 土城—三鶯、八里—大園同時發生事件

多事件情境三乃是假設路網上土城—三鶯、八里—大園路段同時發生影響50%道路容量事件之狀況。事件後路網上之 UE 與 SO 均衡指派結果如表 5-38、5-39 所示。

表 5-38 多事件情境三事件後之 UE 指派結果

OD	路段編號															旅行時間	路徑流量
1→21	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57	58		121.56	1000
1→32	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54					98.33	1000
1→34	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57			114.29	1000
1→36	1	3	5	7	9	12	60									78.66	950
1→36	1	3	5	7	9	11	14	16	17	20	22					78.68	50
6→32	11	15	84	45	48	50	51	53	54							100.08	1268
6→32	11	14	16	17	20	21	23	26	27	30	54					100.08	3
6→32	11	14	16	17	20	21	25	53	54							100.08	697
6→34	11	15	84	45	48	50	51	53	54	56	57					116.04	229
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	30	54	56	57			116.04	2
6→34	11	14	16	17	20	21	25	53	54	56	57					116.04	709
6→36	12	60														68.12	2000

表 5-39 多事件情境三事件後之 SO 指派結果

OD	路段編號															旅行時間	路徑流量
1→21	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57	58		102.75	1000
1→32	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54					79.94	1000
1→34	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57			95.48	1000
1→36	1	3	5	7	9	12	60									87.15	52
1→36	1	3	5	7	9	11	14	16	17	20	22					78.28	948
6→32	11	15	84	45	48	50	51	53	54							81.16	1062

表 5-39 多事件情境三事件後之 SO 指派結果(續)

OD	路段編號													旅行時間	路徑流量
6→32	11	14	16	17	20	21	25	53	54					76.11	906
6→34	11	15	84	45	48	50	51	53	54	56	57			96.7	18
6→34	12	60	63	65	67	35								127.4	922
6→36	12	60												77.28	601
6→36	11	14	16	17	20	22								68.41	1399

由表 5-38、5-39 可知，當路網上同時發生兩事件時，如圖 5.19 所示，實驗路網中主要的導引轉向點為台北(node6)、環北(node7)、機場系統(node12)。於各轉向點進行路徑導引時，不同導引比例與路網總成本如表 5-40、圖 5.20 所示，由上述分析結果可知，當導引比例為 25%時其路網總成本為 1395365 分鐘，最為接近事件後 SO 均衡狀態下之路網總成本 1319686.34 分鐘。

表 5-40 多事件情境三相同導引比例比較表

導引比例	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
路網總成本(分鐘)	1455673	1434207	1417610	1405514	1398222	1395365	1397007

表 5-40 多事件情境三相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65
路網總成本(分鐘)	1403048	1413151	1427765	1446760	1470100	1497965	1530534

表 5-40 多事件情境三相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
路網總成本(分鐘)	1567825	1610130	1657386	1710224	1768355	1832706	1903119

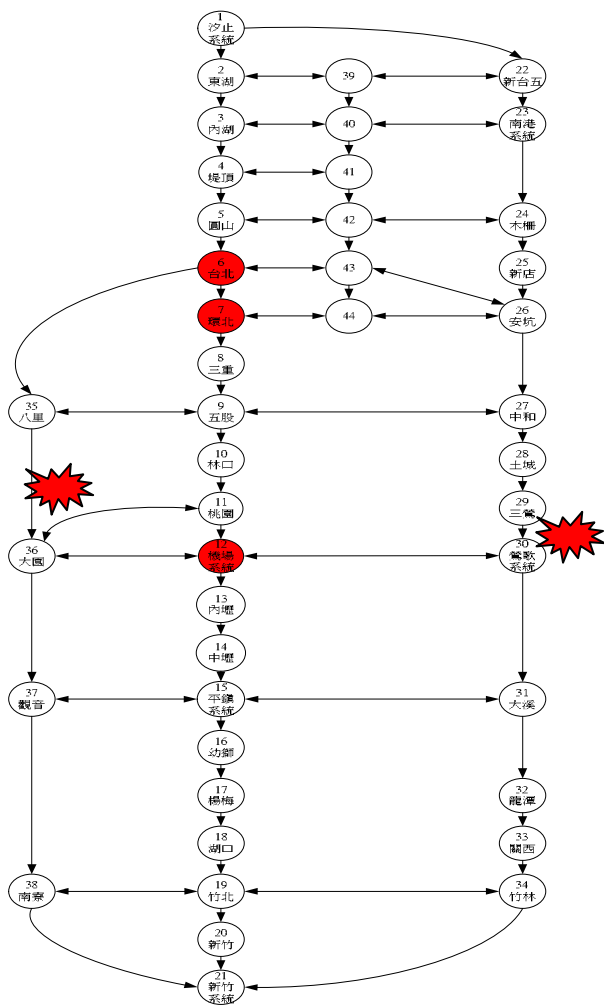


圖 5.19 多事件情境三轉向點示意圖

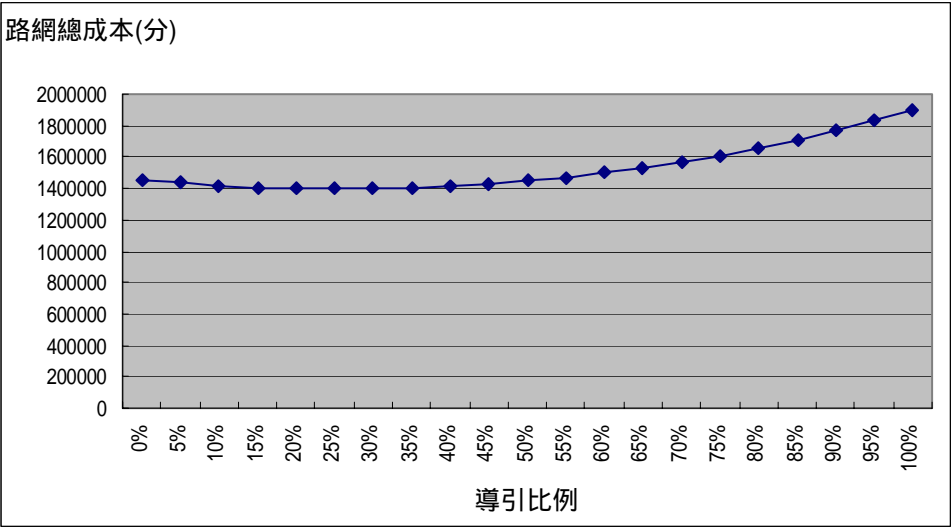


圖 5.20 多事件情境三不同導引比例比較圖

5.4.4 楊梅—湖口、土城—三鶯、八里—大園同時發生事件

多事件情境四乃是假設路網上楊梅—湖口、土城—三鶯、八里—大園路段同時發生影響 50%道路容量事件之狀況。其事件後路網之 UE 與 SO 狀態如表 5-41、5-42 所示。

表 5-41 多事件情境四事件後之 UE 指派結果

OD	路段編號																	旅行時間	路徑流量
1→21	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57	58				122.97	1000
1→32	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54							98.49	1000
1→34	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57					115.7	1000
1→36	1	3	5	7	9	11	14	16	17	20	21	24						79.97	184
1→36	1	3	5	7	9	12	60											79.78	816
6→21	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37			114.68	1828
6→21	12	60	63	65	68													115.28	26
6→21	12	60	63	65	67	34	37											114.54	146
6→32	11	14	16	17	20	21	25	53	54									100.21	45
6→32	11	15	84	45	48	50	51	53	54									100.21	606
6→32	11	14	16	17	20	21	23	26	27	30	54							100.22	1318
6→34	11	14	16	17	20	21	25	53	54	56	57							117.43	60
6→34	11	15	84	45	48	50	51	53	54	56	57							117.43	805
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	35				118.11	1087
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	30	54	56	57					117.43	48
6→36	11	14	16	17	20	21	24											69.42	11
6→36	12	60																69.23	1989
11→21	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37								63.84	585
11→21	22	63	65	67	34	37												63.93	915
11→34	21	25	53	54	56	57												66.58	954
11→34	21	23	26	27	30	54	56	57										66.59	14

表 5-42 多事件情境四事件後之 SO 指派結果

OD	路段編號																	旅行時間	路徑流量
1→21	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57	58				105.26	1000
1→32	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54							82.29	1000
1→34	2	38	40	42	44	45	48	50	51	53	54	56	57					97.99	1000
1→36	1	3	5	7	9	11	14	16	17	20	21	24						70.79	1000
6→21	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37			90.46	1756
6→21	12	60	63	65	68													126.55	244
6→32	11	14	16	17	20	21	25	53	54									77.98	1088
6→32	13	80	84	45	48	50	51	53	54									83.99	147
6→32	11	14	16	17	20	21	23	26	27	30	54							80.79	114
6→32	11	15	84	45	48	50	51	53	54									83.22	610
6→34	11	14	16	17	20	21	25	53	54	56	57							93.68	36
6→34	12	60	63	65	67	35												129.77	434
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	30	54	56	57					96.49	65
6→34	11	14	16	17	20	21	23	26	27	28	31	32	33	35				94.88	1340
6→34	13	80	84	45	48	50	51	53	54	56	57							99.69	125
6→36	12	60																77.07	2000
11→21	21	23	26	27	28	31	32	33	34	37								42.06	74
11→21	22	63	65	68														69.35	1426
11→34	21	23	26	27	30	54	56	57										48.09	968

由表 5-41、5-42 可知，當路網上三個路段同時發生事件時，如圖 5.21 所示，實驗路網中主要的導引轉向點為台北(node6)、環北(node7)、桃園(node11)、機場系統(node12)、南寮(node38)。於各轉向點進行路徑導引時，不同導引比例與路網總成本如表 5-43、圖 5.22 所示，由上述分析結果可知，當導引比例為 30%時，路網總成本為 1573412 分鐘，最接近事件發生後 SO 均衡狀態下的路網總成本 1481798.73 分鐘。

表 5-43 多事件情境四相同導引比例比較表

導引比例	0%(UE)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
路網總成本(分)	1640447	1619743	1603057	1590162	1581138	1575630	1573412

表 5-43 多事件情境四相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65
路網總成本(分)	1575072	1580163	1588760	1600924	1616555	1636219	1659444

表 5-43 多事件情境四相同導引比例比較表(續)

導引比例	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
路網總成本(分)	1686945	1718424	1754212	1794538	1839791	1890044	1945588

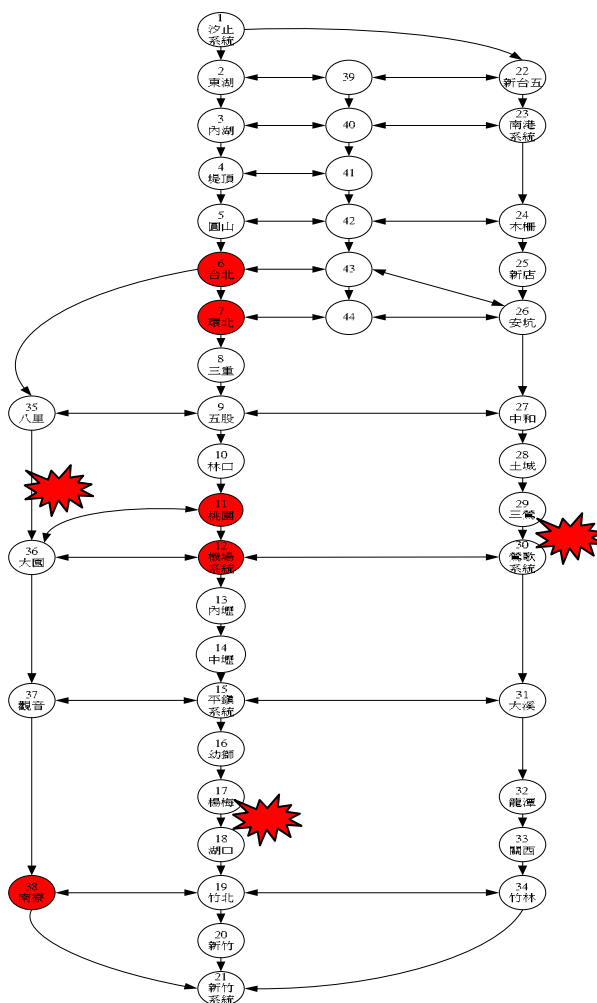


圖 5.21 多事件情境四轉向點示意圖

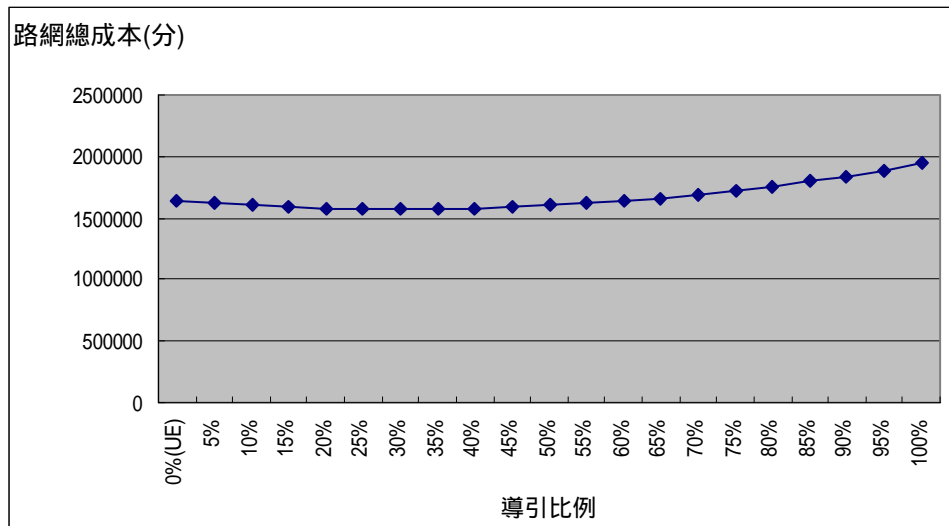


圖 5.22 多事件情境四不同導引比例比較圖

5.4.5 小結

針對單一事件與多事件同時發生之情境分析結果彙整如表 5-44 所示。由單一事件與多事件分析結果，可知當事件發生路網最適導引比例與單一事件或多事件同時發生並無絕對關係；導引轉向點則多位於事件發生點上游 2、3 個主要系統交流道。

表 5-44 單一事件與多事件同時發生情境分析彙整表

分析類型	事件發生地點	轉向點	最適導引比例
單一事件發生	楊梅—湖口發生事件	台北(node6)、機場系統(node12)、平鎮系統(node15)	80%
	土城—三鶯發生事件	台北(node6)、環北(node7)、南港系統(node32)	15%
	八里—大園發生事件	汐止系統(node1)、台北(node6)	55%
二事件同時發生	楊梅—湖口、土城—三鶯同時發生事件	台北(node6)、環北(node7)、桃園(node11)、平鎮系統(node15)、南寮(node38)	30%
	楊梅—湖口、八里—大園同時發生事件	汐止系統(node1)、台北(node6)、環北(node7)、桃園(node11)、平鎮系統(node15)	60%
	土城—三鶯、八里—大園同時發生事件	台北(node6)、環北(node7)、機場系統(node12)	25%
三事件同時發生	楊梅—湖口、土城—三鶯、八里—大園同時發生事件	台北(node6)、環北(node7)、桃園(node11)、機場系統(node12)、南寮(node38)	30%

5.5 綜合評析

根據以上分析結果，可以發現路網中之導引轉向點大多為事件發生地點上游 2、3 個主要系統交流道，隨事件發生地點而有所不同，但與事件之嚴重程度則較無關聯，但當多事件同時發生時其導引轉向點不等同於個別單一事件之導引轉向點之總合。

若整體分析路網上車流須接受導引的比例時，經上述分析可發現本研究所找出之最適導引比例雖然較無一定範圍與規律，但透過本研究之分析流程，可確實找出此一最適導引比例，於路網上所選定之導引轉向點上，將此一比例車流導引至系統最佳化之建議路徑上，可使路網總成本降至最低，亦即最接近 SO 狀態下的路網總成本。然此一最適導引比例與事件嚴重程度、事件發生地點或單一事件、多事件之發生等條件均無相關。

考慮於各導引轉向點導引不同比例車流時，經本研究針對事件影響程度與事件發生地點之分析結果發現，各導引比例大多隨導引轉向點與事件發生地點距離之增加而減少；若發生較嚴重的事件時，與事件發生地點距離較接近的導引轉向點須導引較多比例的車流。

第六章 結論與建議

本研究乃利用交通量指派模式進行路網導引轉向點與導引比例相關議題之探討。針對事件發生前後進行兩階段靜態指派分析，透過兩階段之分析結果，找出事件發生後路網上適當的導引轉向點與導引比例，以提供系統管理者進行路徑導引之參考。本研究並以台灣地區西部運輸走廊北部路網為對象，進行相關案例分析之探討。根據本研究之分析結果，以下進一步歸納結論與建議。

6.1 結論

1. 過去有關路網上導引轉向點議題之研究，多透過模擬方式進行，透過模擬模式之分析結果觀察路網上之車流變化情形，尋找適當的導引轉向點。本研究則透過解析性模型，利用交通量指派模式，進行兩階段指派分析，找出路網上適當的導引轉向點。
2. 有關導引轉向點之選擇方面，透過本研究之分析結果可以發現，當路網上發生事件之後，適當的導引轉向點大多位於事件發生點上游 2 至 3 個主要的系統交流道。
3. 導引轉向點隨事件發生地點而有所不同，但與事件發生之影響程度無關，且當路網上發生多事件時其導引轉向點並不等於個別單一事件發生時之導引轉向點之總合。
4. 本研究針對整體路網中須接受導引之車流進行敏感度分析，研究結果顯示，發現其確實存在一整體最適導引比例(介於 0~1 之間)，當須被導引之部分車流中有該比例的車流接受導引時，可使路網總成本達到最小，亦即最趨近於

系統最佳化的狀態。

5. 本研究所找出之整體最適導引比例雖然確實存在，但其值較無一定的範圍與規律，與事件發生之影響程度、事件發生之地點、單一事件或多事件同時發生均無一定的關係。
6. 若考慮於各導引轉向點導引不同比例車流時相對於整體最適導引比例所得之系統總成本，可獲進一步降低。此外，各導引比例大多隨導引轉向點與事件發生地點距離之增加而減少，且隨事件嚴重程度的增加，較接近事件發生地點的導引轉向點須導引的車流比例亦隨之增加。

6.2 建議

1. 本研究路網中各類型路段成本函數部分參考第三期台灣地區整體運輸系統規劃，部分則仍由本研究自行假設，未來可針對各類型路段進行路段成本函數的校估，以使路段旅行時間與實際相符。
2. 本研究所採用之交通量指派模式乃利用確定性交通量指派模式進行分析，然確定性模型可能較不符合實際狀況，未來可考慮利用隨機性交通量指派模型，假設用路人選擇 K 條最短路徑進行分析，較為符合實際上之用路人路徑選擇行為。
3. 本研究假設分析路網中僅有單一車種，然實際路網上之車流可能包含多種不同的車種，未來可考慮利用不同路段成本函數為基礎的非對稱性交通量指派模式之相關方法進行多車種分析，並考慮針對不同車種實施不同的導引控制

策略。

4. 本研究所考慮之事件包含事件發生地點、事件影響程度等，但並未考慮到有關事件延時的問題，未來若要針對此一問題進行探討，則可以考慮將分析時段更進一步區分為事件發生之前、當事件發生之時、事件發生之後等三個時段分別進行探討。

本研究仍以兩階段靜態交通量指派模式進行分析，但實際路網狀況可能牽涉到事件延時及車流推進等與時間相關議題。此外，由於系統最佳化狀態無法由用路人自行達成，需透過系統介入進行導引，本研究雖提出路網上之導引轉向點與導引比例之分析結果，但並未探討如何使用用路人達成接受導引之後的狀態。中長期針對時間向度問題與如何使系統達到系統最佳化狀態等問題，本研究進一步提出以下建議。

1. 考慮實際上路網中之車流隨時間演進而改變其位於路網上之位置及事件延時等問題，未來可利用動態交通量指派模式重新構建模式進行分析。
2. 考慮利用行為理論探討有關用路人資訊遵循比例的問題，透過不同資訊提供策略使系統達到最佳化目標。
3. 利用雙層模型(Bi-level Model)進行分析，利用路網控制的手段，強迫路網上的車流達到系統最佳化均衡狀態。

參考文獻

中文部分

1. 江寶樹，「非對稱性交通量指派問題之研究」，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國 78 年 6 月。
2. 卓訓榮、林文彬，「Frank-Wolfe 演算法計算效率再提升—以交通路網均衡指派為例」，運輸計畫季刊，第二十二卷，第二期，民國 82 年 6 月。
3. 吳健生，「高速公路行車路徑指引」，都市及公路交通監控技術研討會論文集，中國土木水利工程學會、中華民國道路協會、中華民國運輸學會，民國 82 年 12 月。
4. 吳廣南，「高速公路中觀車流模式與路徑導引之研究」，國立成功大學交通管理科學研究所，碩士論文，民國 83 年 6 月。
5. 卓訓榮、李治輝，「靜態路網交通量指派模式與求解法之回顧」，運輸計畫期刊，第二十四卷，第三期，P283-298，民國 84 年 9 月。
6. 林旭濱，「高速公路車流模擬模式與路徑導引控制之研究」，國立成功大學交通管理科學研究所，碩士論文，民國 85 年 6 月。
7. 杜明臨，「機率型動態路徑選擇模型之研究」，國立中央大學土木工程學研究所碩士論文，民國 85 年 6 月。
8. 王慶瑞，「運輸系統規劃」，增訂版，正揚出版社，民國 85 年 8 月。
9. 張美香，「動態旅運選擇模式之研究」，國立中央大學土木工程研究所，博士論文，民國 87 年 6 月。
10. 熊慧音，「高速公路路網行車導引之研究」，國立中央大學土木工程研究所，碩士論文，民國 87 年 6 月。
11. 吳健生、蔡政泓，「高速公路路網交通管理策略之先期研究」，民國 87 年 12 月。

12. 「第三期台灣地區整體運輸系統規劃—整體運輸系統供需預測與分析」,交通部運研所,民國88年。
13. 王中允,「路段容量限制動態用路人旅運選擇模型之研究」,國立中央大學土木工程學系博士論文,民國88年7月。
14. 吳健生等人,「編訂公路交控工程設計手冊」,國道新建工程局委託計畫,民國88年12月。
15. 鄧振源、林建元,「路網導引系統之發展與評述」,工程月刊,民國89年9月,P.56-79。
16. 王中允、胡守任,「高、快速公路交通瓶頸路段預測與交通疏導策略之研究」,中華民國第七屆網路運輸研討會,民國91年10月。
17. 胡守任、王中允,「高快速公路路網最適導引轉向設置點選擇原則之研究」,中華民國運輸學會第十七屆學術論文研討會,民國91年12月。
18. 「高快速公路整體路網交通管理系統綜合規劃」,高公局委託計畫,民國92年。
19. 陳韋廷,「路段容量限制交通量指派模型求解演算法之比較與分析」,國防大學國防管理學院國防決策科學研究所碩士論文,民國92年5月。
20. 胡大瀛等人,「區域級智慧型運輸系統示範計畫 核心交通分析與預測系統」,交通部運輸研所委託計畫,民國92年11月。

英文部分

1. Dafermos, S.C., “The Traffic Assignment Problem for Multiclass-user Transportation Networks”, *Transportation Science*, Vol. 6, ,1972, pp.73-87.
2. Dafermos, S.C., “Traffic Equilibria and Variational Inequilities”, *Transportation Science*, Vol.14, 1980, pp.42-54.
3. Nagurney, A. B., “Comparative Tests of Multimodal Traffic Equilibrium Methods”, *Transportation Research B*, Vol. 18, No.6, 1984, pp.469-485.
4. Lupi, M., “Convergency of the Frank-Wolfe Algorithm in Transportation Networks”, *Civil Engineering Systems*, Vol.18, No.6, 1984, pp.469-485.
5. LeBlanc, L. J., Helgason, R.V. and Boyce, D.E., “Improved Efficiency of the Frank-Wolfe Algorithm for Convex Network Problem”, *Transportation Science*, Vol.19, 1985, pp.445-462.
6. Florian, M., Guelat, J. and Spiess, H., “An Efficient Implementation of the PARATAN Variant of the Linear Approximation Method for the Network Equilibrium” *Networks*, Vol.17, 1987, pp.319-339.
7. Arezki, Y. and Van Vliet, D., “A Full Analytical Implementation of the PARATAN/Frank-Wolfe Algorithm for Equilibrium Assignment”, *Transportation Science*, Vol.24, 1990, pp.58-62.
8. Larsson, T. and Patriksson, M., “Simplicial Decomposition with Disaggregated Representation for the Traffic Assignment Problem”, *Transportation Science*, Vol.26, 1992, pp.4-17.
9. Mamasani, H., and Peeta, S., “Network Performance under System Optimal and User Equilibrium Dynamic Assignment”, *Transportation Research Board Annual*

Meeting, 1993.

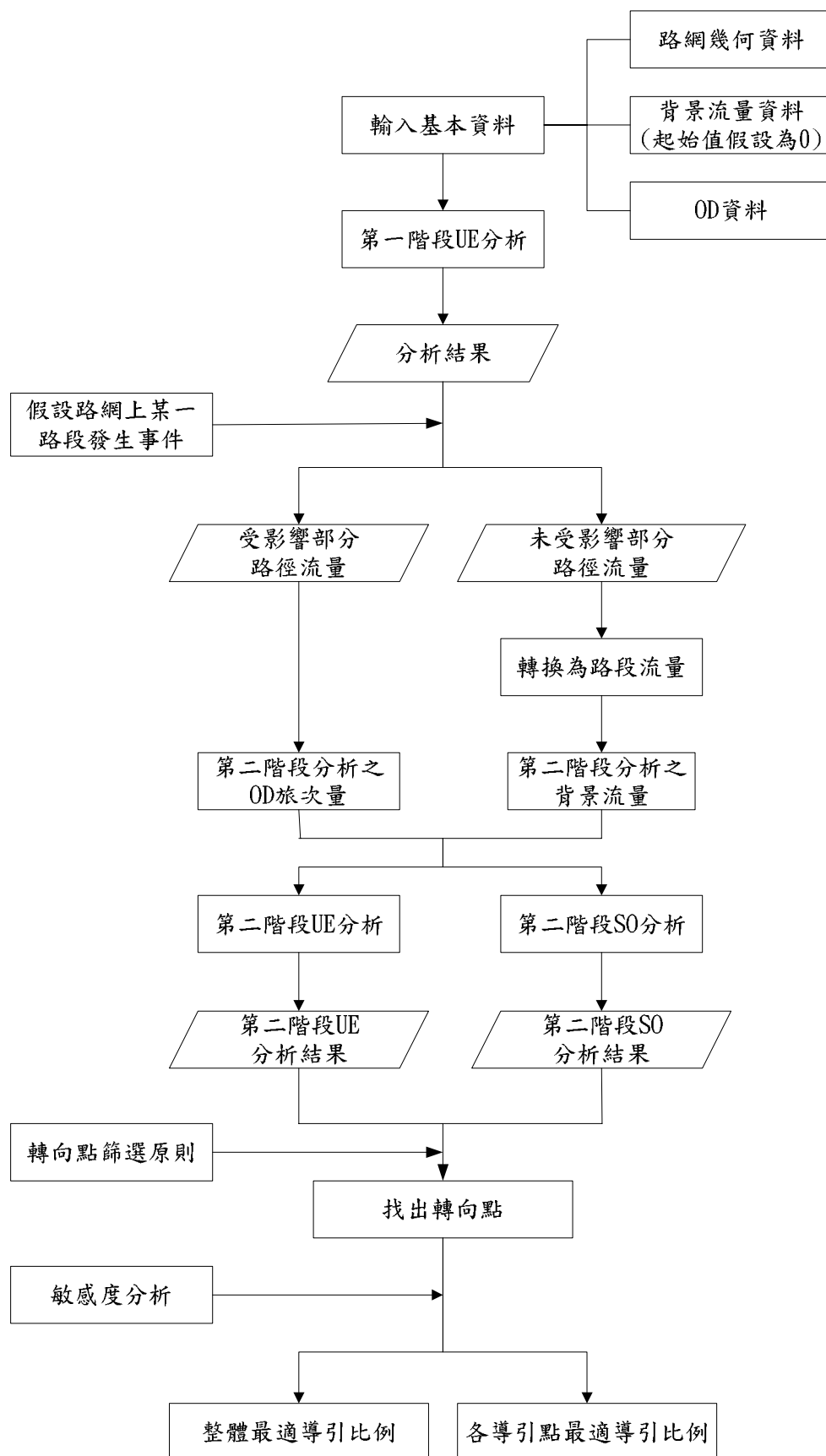
10. Jayakrishnan R., Tasi, Prashker, and Rayadhyaksha, "A Faster Path-Based Algorithm for Traffic Assignment", *73th Transportation Research Board Annual Meeting*, 1994.
11. Albert, Messmer and Markos, Papageorgiou, "Optimal Freeway Network Control via Route Recommendation", *IEEE*, 1994.
12. Albert, Messmer and Markos, Papageorgiou, "Motorway Network Control via Nonlinear Optimization", *International Transportation in Operational Research*, Vol. 2, No.2, 1995, p.p. 187-203.
13. William H. K. Lam and K S Chan, "A Stochastic Traffic Assignment Model for Road Network with Travel Time Information via Variable Message Sign", *IEEE*, 1996.
14. Kachroo, Pushkin, Ozbay, Kaan, "Solution To The User Equilibrium Dynamic Traffic Routing Problem Using Feedback Linearization", *Transportation. Res. -B*, Vol. 32, No. 5, 1998, pp. 343-360.
15. Chen and Lee, "Path-based Algorithm for Large Scale Traffic Equilibrium Problem: A Comparison between DSD and GP", *78th Transportation Research Board Annual Meeting for consideration of presentation*, 1999.
16. Shailes, Alan,. Senior, Martyn L, and Barry Andrew, P., "Tourists' travel behavior in response to congestion : the case of car trips to Cornwall, United Kingdom", *Journal of Transport Geography* 9, 2001, pp.49-60.

符號說明

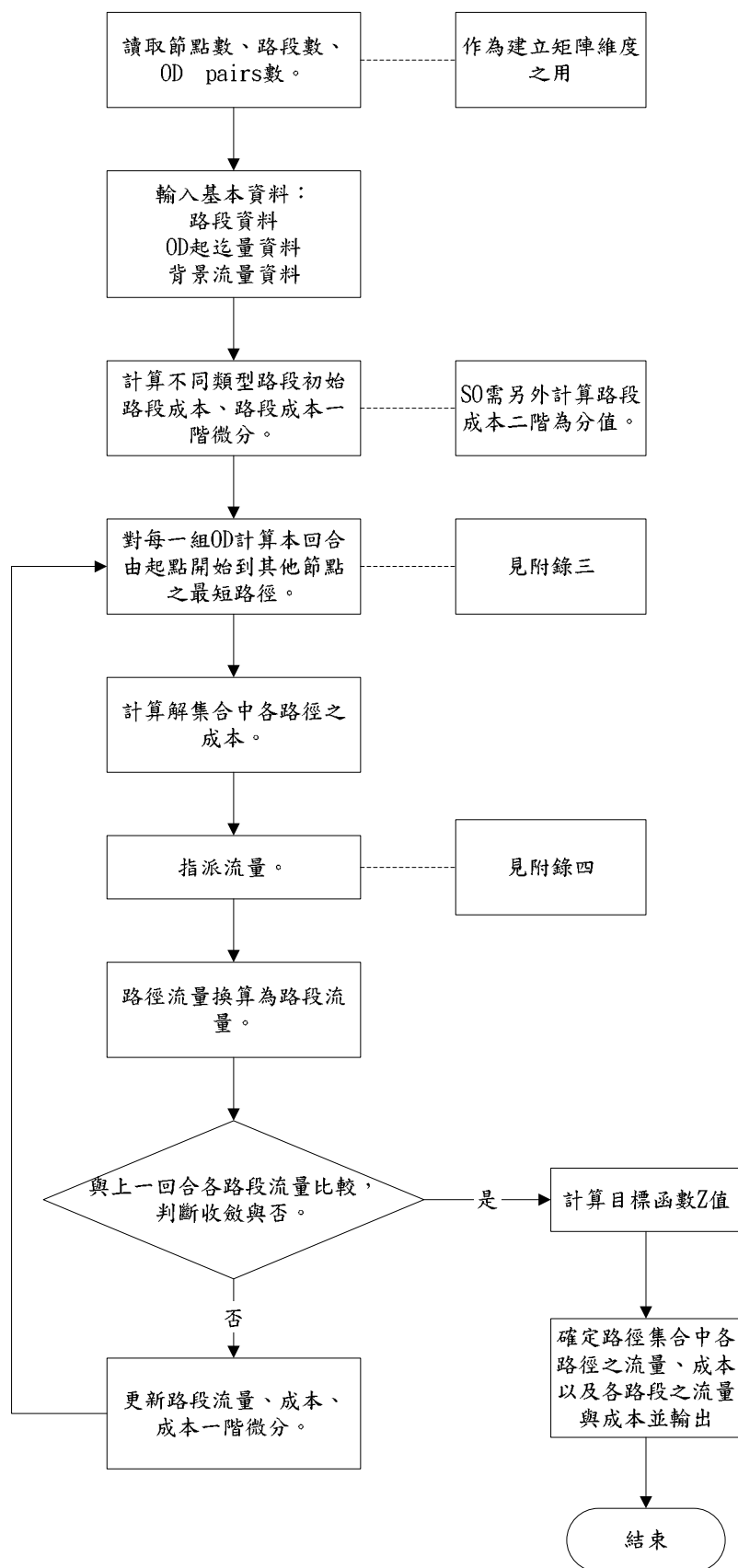
a	為路段編號。
p	為路徑編號。
r	表起點。
s	表迄點。
c_k^{rs}	表由起點 r 到終點 s ，經由路徑 k 所需花費之旅行時間。
π^{rs}	表由起點 r 到終點 s ，所需花費之最小旅行時間。
f_k^{rs}	表由起點 r 到終點 s ，經由路徑 k 之流量。
q_{rs}	表由起點 r 到終點 s 之總流量。
x_a	表路段 a 上之流量。
δ_{ak}^{rs}	為一指標變數， $\begin{cases} = 1 & \text{路段 } a \text{ 屬於由起點 } r \text{ 到終點 } s \text{、選擇路徑 } p \text{ 上之一路段} \\ = 0 & \text{其他} \end{cases}$
$c_a(\omega)$	表路段 a 上之旅行成本函數。
MC_a	表路段 a 所增加的邊際成本。
$c_a(x)$	表該車行使於路段 a 上之旅行時間。
$\frac{\partial c_a(x)}{\partial x_a}$	表該車進入路段 a ，造成路段 a 上每一車輛所增加之旅行時間。
$\frac{\partial c_b(x)}{\partial x_a}$	表該車進入路段 a ，造成路段 b 上每一車輛所增加之旅行時間。
T_c	表路段旅行時間。
T_0	表自由車流旅行時間。
V	表路段流量。
Cap	表路段容量。
α	為路段成本函數參數值。

β	為路段成本函數參數值。
$\{P_p^{rs}\}$	表路徑解集合。
$c(f_p^{rs})$	表由起點 r 到迄點 s 選擇路徑 p 之路徑旅行成本。
\hat{p}	表路徑解集合中之最短路徑。
ν	為修正參數。

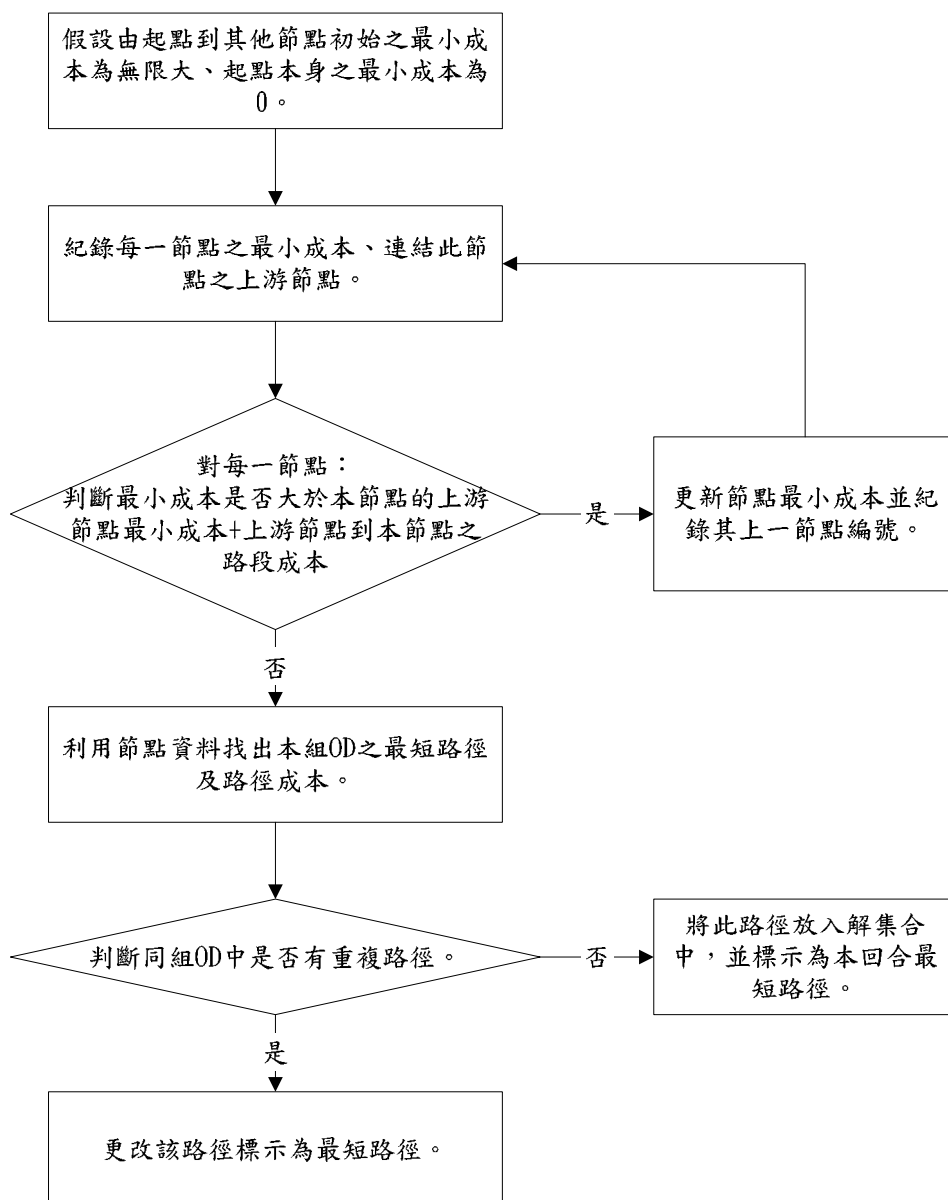
附錄一：數值分析操作流程圖



附錄二：GP 演算法基本流程圖



附錄三：尋找最短路徑基本流程圖



附錄四：流量指派基本流程圖

