

113-064-1471
IOT-112-PDF013

新一代公路交通系統模擬(HTSS) 模式開發規劃(1/2) — 功能設計



交通部運輸研究所

中華民國 113 年 10 月

113-064-1471
IOT-112-PDF013

新一代公路交通系統模擬(HTSS) 模式開發規劃(1/2)－功能設計

著者：蘇昭銘、洪百賢、陳志成
劉維剛、吳姿樺、張和盛
張舜淵、呂怡青、歐陽恬恬

交通部運輸研究所

中華民國 113 年 10 月

新一代公路交通系統模擬(HTSS)模式開發規劃(1/2)-功能設計

著者：蘇昭銘、洪百賢、陳志成、劉維剛、吳姿樺、張和盛、張舜淵、呂怡青、歐陽恬恬

出版機關：交通部運輸研究所

地址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電話：(02)2349-6789

出版年月：中華民國 113 年 10 月

印刷者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 6 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：非賣品

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：新一代公路交通系統模擬(HTSS)模式開發規劃(1/2)－功能設計			
國際標準書號（或叢刊號）	政府出版品統一編號	運輸研究所出版品編號 113-064-1471	計畫編號 112-PDF013
本所主辦單位：運輸計畫及陸運組 主管：張舜淵 計畫主持人：張舜淵 研究人員：呂怡青、歐陽恬恬 聯絡電話：02-23486812 傳真號碼：02-25450428	合作研究單位：逢甲大學 計畫主持人：蘇昭銘 研究人員：洪百賢、陳志成、劉維剛、吳姿樺、張和盛 地址：臺中市西屯區文華路 100 號 聯絡電話：04-24517250 # 4535		研究期間 自 112 年 4 月 至 112 年 12 月
關鍵詞：公路交通系統模擬、公路容量分析、程式語言轉換與更新			
摘要： 公路設施是交通系統的重要組成部分，有效的公路容量分析軟體對於規劃和設計是必不可缺少的。早期的公路交通系統模擬(Highway Traffic System Simulation, HTSS)模式基於美國的公路容量手冊發展，但隨著臺灣特有的交通特性（如高速公路、號誌化路口等）的出現，這些模式未能有效反映臺灣的實際情況。因此，交通部運輸研究所基於這些差異，開始發展針對臺灣交通特性的 HTSS 模式。然而，由於早期 HTSS 版本的技術限制和開發環境的過時，使得該模式在更新和功能擴展上遇到困難。因應這些挑戰，本計畫目的是將 HTSS 模式轉換至更現代、普遍使用的程式語言，以便於未來的維護和擴展。並通過與各利益相關者的互動，包括調查和訪談，來確定新一代 HTSS 模式的功能需求和邏輯架構，從而優化其操作介面和功能。 基於前述，計畫研究成果涵蓋三個主要部分，首先，根據現有的 HTSS 功能、程式碼和模組設計，提出新版模式的軟體開發構想。包括確定所需的程式語言、設計架構和資料庫類型，並考慮操作平台於線上服務之需求性。其次，透過座談會、問卷調查和專家訪談，蒐集關於新一代 HTSS 模式的功能需求和改善建議。最後，結合蒐集到的意見和原有的模擬邏輯，規劃模擬核心和操作平台所需的功能，並製作相應的設計文件和書面報告。綜合前述，本計畫不僅關注於技術更新和擴展，同時也重視使用者體驗和需求的回饋，以確保新一代 HTSS 模式能夠有效地服務於臺灣的公路交通系統分析和規劃。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
113 年 10 月	404	非賣品	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
備註：1.本研究之結論與建議不代表交通部之意見。 2.本研究係使用交通部公路局經費辦理。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: Development Planning for the New Generation Highway Traffic System Simulation (HTSS) Model (1/2)-Functional Design			
ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER 113-064-1471	PROJECT NUMBER 112-PDF013
DIVISION: Transportation Planning and Land Transport Division DIVISION DIRECTOR: Shuen-Yuan Chang PRINCIPAL RESEARCHER: Shuen-Yuan Chang PROJECT STAFF: Yi-Ching Lu, Tien-Tien Ou-Yang PHONE: 886-2-23496812 FAX: 886-2-25450428			PROJECT PERIOD FROM April 2023 TO December 2023
RESEARCH AGENCY: Feng Chia University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Jau-Ming Su PROJECT STAFF: Pai-Hsien Hung, Chih-Cheng Chen, Wei-Kang Liu, Zih-Hua Wu, Ho-Sheng Chang ADDRESS: No. 100, Wenhwa Rd., Seatwen, Taichung, Taiwan 40724, R.O.C. PHONE: +886-4-24517250 # 4535			
KEY WORDS: Highway Traffic System Simulation, Highway Capacity Analysis, Programming Language Conversion and Update			
ABSTRACT: <p>Road infrastructure is essential in the transportation system, necessitating advanced highway capacity analysis tools for effective planning and design. The initial Highway Traffic System Simulation (HTSS) model, based on the U.S. Highway Capacity Manual, struggled to mirror Taiwan's unique traffic conditions, including extensive highways and signalized intersections. Consequently, Taiwan's Ministry of Transportation initiated the development of a tailored HTSS model, addressing these specific needs. However, early HTSS versions faced challenges in updates and expansions due to technical and developmental limitations. This project aims to modernize HTSS by transitioning to a widely used programming language, facilitating maintenance and scalability. Stakeholder engagement was involved in the definition of the new generation HTSS model's functional requirements and structural logic, enhancing its interface and utility.</p> <p>The project's research outcomes encompass three key areas: conceptualizing a software development plan for the HTSS model update, gathering stakeholder feedback on functionality and improvements, and planning the simulation core and operational platform based on these insights. The focus is not only on technical advancement but also on improving user experience and feedback, ensuring the new HTSS model effectively supports Taiwan's highway traffic system analysis and planning needs.</p>			
DATE OF PUBLICATION October 2024	NUMBER OF PAGES 404	PRICE Not for Sale	
1. The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications. 2. The budget of this research project is contributed by Highway Bureau, M.O.T.C.			

目 錄

第一章 緒論	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的	2
1.3 工作項目	2
1.4 研究範圍	3
1.5 研究流程	3
1.6 章節說明	6
第二章 文獻回顧	7
2.1 現行 HTSS 回顧	7
2.2 其他交通模擬系統回顧	32
2.3 綜合探討	42
第三章 功能需求探討歷程	47
3.1 現行 HTSS 模式使用課題	47
3.2 系統需求調查分析	51
3.3 需求座談會	55
3.4 綜合探討	57
第四章 模式架構與功能設計	59
4.1 現行模式架構探討	59
4.2 架構規劃	62
4.3 功能規劃	75
第五章 模式開發規劃	81
5.1 模式開發規劃	81
5.2 模擬核心的程式類別規劃	82
5.3 車輛運動模式說明	92
5.4 模擬核心的資料輸入格式規劃	98
5.5 使用者介面規劃	99
第六章 高速公路基本路段模式開發	101
6.1 高速公路基本路段類別試作	101
6.2 高速公路基本路段車輛運動模式試作	103

6.3 高速公路基本路段資料格式設定	104
6.4 高速公路基本路段操作介面試作	113
6.5 模擬核心概念性驗證	121
6.6 綜合探討	125
第七章 分期開發規劃.....	127
7.1 分期開發規劃	127
7.2 成果分享與座談會	133
第八章 結論與建議.....	135
8.1 結論	135
8.2 建議	137
參考文獻.....	139
附件一 手稿電子文件	
附件二 新一代 HTSS 模式功能需求調查問卷	
附件三 需求座談會紀錄	
附件四 成果座談會紀錄	
附件五 系統設計文件	
附件六 期中報告審查意見處理情形表	
附件七 期末報告審查意見處理情形表	
附件八 期末審查簡報	

圖 目 錄

圖 1.5.1 研究流程	5
圖 2.1.1 THCS 子軟體項目	8
圖 2.1.2 高速公路基本路段分析方法選擇	9
圖 2.1.3 基本資料頁籤	9
圖 2.1.4 高速公路基本路段資料分析頁籤—坡度路段	10
圖 2.1.5 高速公路基本路段—參考資料頁籤	10
圖 2.1.6 高速公路基本路段—分析報表頁籤	11
圖 2.1.7 郊區多車道公路分析方法選擇	11
圖 2.1.8 多車道郊區公路資料分析頁籤—複雜路段	12
圖 2.1.9 多車道郊區公路—參考資料頁籤	13
圖 2.1.10 多車道郊區公路—分析報表頁籤	13
圖 2.1.11 雙車道郊區公路分析方法選擇	14
圖 2.1.12 雙車道郊區公路資料分析頁籤—複雜路段	15
圖 2.1.13 雙車道郊區公路—參考資料頁籤	15
圖 2.1.14 雙車道郊區公路—分析報表頁籤	16
圖 2.1.15 市區公車設施—公車專用道容量分析功能介面架構	17
圖 2.1.16 基本資料輸入	17
圖 2.1.17 分析型態選擇—公車專用道容量	17
圖 2.1.18 號誌相關頁籤—下游號誌	18
圖 2.1.19 分析型態選擇	18
圖 2.1.20 公車專用道容量—執行計算後之模擬狀態	18
圖 2.1.21 市區公車設施—公車專用道容量分析報表頁籤	19
圖 2.1.22 市區公車設施—公車專用道服務水準分析功能介面架構	20
圖 2.1.23 分析型態選擇—公車專用道服務水準	20
圖 2.1.24 號誌相關頁籤—上游號誌	21
圖 2.1.25 號誌相關頁籤—連鎖設定	21
圖 2.1.26 公車特性群組參數設定	21
圖 2.1.27 公車專用道服務水準—執行計算後之模擬狀態	22
圖 2.1.28 市區公車設施—公車專用道服務水準分析報表頁籤	22

圖 2.1.29 公路交通系統模擬模式－功能介面架構（模擬作業功能頁籤）	23
圖 2.1.30 線形設定功能頁籤	24
圖 2.1.31 線形設定功能頁籤	24
圖 2.1.32 節線設定功能頁籤－車道設定	26
圖 2.1.33 節線設定功能頁籤－轉向車流設定	27
圖 2.1.34 節線屬性複製功能	27
圖 2.1.35 節點設定功能頁籤	28
圖 2.1.36 流率設定功能頁籤	29
圖 2.1.37 路徑設定功能頁籤	29
圖 2.1.38 公車設定功能頁籤	30
圖 2.1.39 基本資料輸入頁籤	30
圖 2.1.40 執行模擬	31
圖 2.1.41 HTSS 模擬分析結果報表	31
圖 2.2.1 SUMO－城市路網創建	32
圖 2.2.2 SUMO－IMPORT FROM OPENSTREETMAP	34
圖 2.2.3 VISSIM－IMPORTER	36
圖 2.2.4 VISSIM－建立動畫輸出	36
圖 2.2.5 SYNCHRO－IMPORTER / EXPORTER	39
圖 2.2.6 CORSIM－高速公路和城市路網之間的相互作用模擬	40
圖 2.2.7 CORSIM－TRANSYT-7F 匯入檔案	41
圖 2.3.1 交通模擬軟體結合電子地圖之輸入方式示意圖	45
圖 2.3.2 交通模擬軟體視覺化輸出方式示意圖（1/2）	45
圖 2.3.3 交通模擬軟體視覺化輸出方式示意圖（2/2）	46
圖 2.3.4 交通模擬軟體模擬過程 3D 視覺化呈現示意圖	46
圖 3.1.1 不同車流模擬軟體輸入介面方式	48
圖 3.1.2 不同車流模擬軟體執行情況	49
圖 3.1.3 不同車流模擬軟體執行結果呈現	50
圖 3.2.1 受訪者工作年資分布圖	52
圖 3.2.2 使用 HTSS 模擬模式分析目的	53
圖 3.2.3 使用 HTSS 模擬模式遭遇問題統計圖	54
圖 3.2.4 軟體使用介面呈現方式統計圖	54

圖 3.2.5 受訪者對 HTSS 模擬模式期望功能統計圖	55
圖 3.3.1 需求座談會之會議剪影	56
圖 4.2.1 系統架構規劃構思-現行階段	71
圖 4.2.2 系統架構規劃構思-未來系統架構	72
圖 4.2.3 系統規劃綜整考量	73
圖 4.2.4 系統規劃-單機版服務規劃	74
圖 4.2.5 系統架構-雲端服務規劃	75
圖 5.1.1 基礎系統之開發流程	81
圖 5.2.1 使用案例圖範例	83
圖 5.2.2 使用案例圖	84
圖 5.2.3 類別圖範例	84
圖 5.2.4 車輛類別圖	86
圖 5.2.5 路段類別圖	87
圖 5.2.6 附屬設施類別圖	88
圖 5.2.7 交通控制類別圖	89
圖 5.2.8 高速公路基本路段結構關聯圖	90
圖 5.2.9 模組核心類別設計之範例關聯圖	91
圖 5.3.1 HTSS 車輛運動模式	92
圖 5.3.2 FORTRAN 主程式碼	93
圖 5.3.3 HTSS 模式中 FORTRAN 程式碼跟流程圖之關聯示意圖	95
圖 5.3.4 TYPE0 資料格式的類別定義	96
圖 5.4.1 一個 JSON 範例圖	99
圖 5.5.1 單機版的使用者介面	100
圖 5.5.2 與電子地圖整合的 HTSS 系統介面	100
圖 6.1.1 建立車輛物件程式碼	101
圖 6.1.2 建立道路物件程式碼	102
圖 6.1.3 建立道路物件程式碼-輸入模擬參數	102
圖 6.2.1 高速公路基本路段車輛運動模式	103
圖 6.3.1 高速公路路段情況	104
圖 6.3.2 高速公路模擬路網示意圖	105
圖 6.3.3 高速公路二車道基本路段輸入範例	105

圖 6.3.4 內外側節線行車方向代號	108
圖 6.3.5 進入一節點之節線相對位置示意圖	109
圖 6.4.1 使用者介面	113
圖 6.4.2 節點創建方法-使用者自行點擊	113
圖 6.4.3 節點創建方法-使用者輸入經緯度	114
圖 6.4.4 路網連結方式	114
圖 6.4.5 輸出 JSON 格式	115
圖 6.4.6 資料重置功能	115
圖 6.4.7 試作程式核心運作情況	116
圖 6.4.8 新版 HTSS 操作步驟 1	117
圖 6.4.9 新版 HTSS 操作步驟 2	117
圖 6.4.10 新版 HTSS 操作步驟 3	117
圖 6.4.11 新版 HTSS 操作步驟 4	118
圖 6.4.12 新版 HTSS 操作步驟 5	118
圖 6.4.13 新版 HTSS 操作步驟 6	118
圖 6.4.14 新版 HTSS 執行過程	119
圖 6.4.15 新版 HTSS 執行結果位置圖	119
圖 6.4.16 新版 HTSS 執行結果	120
圖 6.5.1 既有 HTSS 模式執行畫面	121
圖 6.5.2 既有 HTSS 模式執行結果畫面	121
圖 6.5.3 試作程式執行畫面	124
圖 6.5.4 試作程式執行結果畫面	124
圖 7.1.1 HTSS 模式分期開發規劃	132
圖 7.2.1 成果座談會舉辦剪影	134

表 目 錄

表 2.3-1 現行交通模擬軟體彙整比較表	44
表 4.2-1 新一代 HTSS 系統之開發語言特性比較	63
表 4.2-2 單機版或網路版開發之優點與限制比較	64
表 4.2-3 新一代 HTSS 系統採用 PYTHON 開發之情境比較	65
表 4.2-4 新一代 HTSS 系統使用之資料庫比較	67
表 4.2-5 新一代 HTSS 系統產製之資料共享優、缺點及限制比較	69
表 4.3-1 現有 HTSS 系統功能與本期 HTSS 系統功能規劃比較	79
表 5.3-1 HTSS 模式使用檔型彙整表	96
表 6.5-1 既有程式與試作程式旅行速率比較	125
表 6.5-2 既有程式與試作程式旅行速率統計檢定	125
表 6.6-1 試作程式與開發原則符合程度比較	126
表 7.1-1 HTSS 模式分期開發目標與功能對應	129
表 7.1-2 HTSS 模式分期開發之人力與經費估算	130

第一章 緒論

1.1 研究背景

公路設施乃交通系統之重要骨幹，在規劃的過程中要對預期或是現存交通狀況下的服務水準有深入的瞭解。一套良好的公路容量分析軟體能提供規劃及設計人員客觀的資料，以決定適當之規劃及設計方案，並協助評估既有設施的服務品質。本所基於容量分析在公路工程之重要角色，在民國 79 年引進美國 1985 年「公路容量手冊」分析方法，編制「臺灣地區公路容量手冊」，然在過程中發現臺灣的車流及交通設施的特性（如高速公路、號誌化路口、市區幹道、市區公車設施及機車專用道等）與美國差異甚大，不容易建立一套適用於廣泛多變之車流情境下的分析性模式以估計運轉績效、評估服務水準，而多依賴模擬模式進行分析。

鑑於臺灣缺乏針對國內車流特性所發展的模擬模式，「2001 年台灣地區公路容量手冊」以市區交通系統模擬模式（Urban Traffic Systems Simulation Model，簡稱 UTSS 模式）分析都市地區之獨立號誌化路口、主要幹道及道路路網之交通運轉情形，並陸續蒐集郊區及市區車流特性資料發展及調校模擬模式，於「2011 年臺灣公路容量手冊」發布公路交通系統模擬模式（Highway Traffic Systems Simulation Model，簡稱 HTSS 模式）第三版，做為臺灣公路容量手冊中有關獨立號誌化路口、幹道、路網、市區公車及機車專用道之主要分析工具。由於 HTSS 模式最早系於 1990 年代初期開發，在當時有限之電腦環境下，HTSS 第三版所用之資料結構缺乏效率，也限制模式的更新及功能之擴展。因此復於 2013 年開始發展新版 HTSS 模式，其模擬架構適用於高速公路、快速道路、郊區雙車道公路、多車道公路、號誌化路口、非號誌路口、市區幹道或路網等非阻斷性及阻斷性車流之公路設施，並陸續展開不同公路設施之模擬邏輯調校及測試工作，並配合「2022 臺灣公路容量手冊」之出版，同時發布 2021HTSS 模式。

由於 HTSS 模式於開發之初，採用 Compaq Visual Fortran 開發，目前市場上已難以找到熟悉 Fortran 語言之交通研究及技術人員，且 HTSS 程式碼也無法直接轉換至其他開發環境，因此在更新作業上遇到障礙。為使 HTSS 模式能與時俱進，本所希望保留 HTSS 之模擬邏輯，將開發平台轉換至目前較常使用之程式語言環境，並優化輸入及輸出介面及功能，使其更具使用者親和性、滿足分析人員的需求，並確保未來可持續進行維護、調校與擴充，並回溯模擬軟體原先開發目的，新一代 HTSS 之發展仍以作為臺灣

公路容量之研究與分析工具為優先考量。

1.2 研究目的

本計畫之執行具有下列兩項目的：

- 一、將既有之 HTSS 模式轉換至目前較常使用之程式語言環境，以確保未來模式可持續進行維護、調校與擴充。
- 二、藉由互動關係人之調查或訪談，確認新一代 HTSS 模式之功能需求調查與邏輯架構，以優化輸入及輸出介面及功能，使其更具使用者親和性、滿足分析人員的需求。

1.3 工作項目

本計畫為一兩年期計畫，本(112)年期之工作項目如下：

一、提出模擬模式開發構想

依照現有 HTSS 功能、程式碼與模組設計文件，提出新一代模式的軟體開發構想，包含核心、介面、平台所需要使用的程式語言、設計架構及資料庫種類。舊有模組的設計邏輯應將核心模擬功能部分予以文件電子化，以利後續工作項目使用。操作平台需考慮以線上服務為基礎架構，透過網頁或具網路連接功能的應用程式介面。

二、蒐集模擬模式功能需求

整理 HTSS 模式既有功能及操作方式，初步提出新一代模式的服務對象、主要功能、及適用情境，以座談會或問卷或專家訪談之方式，蒐集產官學研對新一代 HTSS 模式之功能及改善意見。

三、提出模擬模式軟體架構與操作平台設計文件

參考所蒐集之意見，並參照原有的模擬邏輯，以新的開發工具為基礎，規劃模擬核心與操作平台所需要的功能，提出軟體開發所需的設計文件與書面報告。

四、辦理專家學者座談會

- (一) 就模擬模式操作平台規劃設計成果，舉辦一場專家學者座談會交流規劃內容。
- (二) 針對計畫重要成果，製作海報電子檔。

1.4 研究範圍

本計畫之範圍係基於現有採 Compaq Visual Fortran 語言開發之 HTSS 模式進行改寫，以確保模式之正常運作及後續之維護，故不改變模式中既有之分析邏輯與模式功能。

1.5 研究流程

本計畫之研究流程如圖 1.5.1 所示，茲就流程中之重要步驟說明如下：

- 一、確定本計畫之目的與工作內容。
- 二、HTSS 模式內容回顧：針對 HTSS 模式之開發歷程、各年期研究報告及技術文件進行回顧，以作為後續開發設計之參考。
- 三、HTSS 模式操作使用：透過 HTSS 模式的取得，實際進行安裝及相關應用，除可具體了解模式之使用方式外，更重要的是從使用者角度，發現該模式之特色功能及在使用上可能碰到之問題。
- 四、HTSS 程式解析：選擇 HTSS 模式中之高速公路基本路段模組進行既有程式解析，解析之目的有二：第一為 HTSS 之程式架構與基本邏輯；第二為程式邏輯內容之理解。以了解既有 HTSS 模式之程式設計概念，作為本計畫進行開發規劃之基礎。
- 五、車流模擬軟體回顧：本計畫除針對 HTSS 模式進行必要之回顧外，亦將針對目前台灣地區較常用之車流模擬軟體進行回顧，了解目前車流軟體在使用介面或功能上之設計方式，以作為規劃新一代 HTSS 之參考。
- 六、釐清開發過程之課題與方向：依據前述步驟了解 HTSS 之內容及各常用車流模擬軟體之功能與介面設計後，釐清開發過程須面對之課題及未來開發方向後，本計畫透過從廣度層面進行問卷調查，同時亦從深度層面辦理座談會，以確實了解既有或潛在使用者對於本計畫所釐清開發課題或方向之適宜性。
- 七、系統需求問卷調查分析：針對既有及潛在使用者進行使用者經驗及新一代 HTSS 功能之問卷調查，作為後續模式架構與功能規劃之參考。
- 八、系統需求深度座談會：本計畫鑑於問卷調查缺乏互動性之深度討論，故透過相關專家學者及有實際使用經驗之交通工程技師參與討論，以便能具體掌握各專家學者對於先前計畫所釐清開發課題或方向之適宜性。
- 九、確立新一代 HTSS 開發構想：經由前述廣度與深度之資料蒐集後，將調整並確立本計畫在開發 HTSS 之開發構想。

- 十、模式架構與功能規劃：依據前述開發構想，進行新一代 HTSS 之模式架構及功能規劃。
- 十一、示範系統開發與測試：為確認前述步驟所提新一代 HTSS 模式架構與功能規劃構想之合理性與可行性，本計畫將以 HTSS 模式中之高速公路基本路段模組為示範系統，進行相關開發及測試作業，若在測試過程中發現有不符原先預期之結果時，則需進行系統程式之調整。
- 十二、舉辦成果座談會：在完成示範系統之開發並確認新一代 HTSS 開發構想可行性與合理性後，藉由成果座談會的舉辦，向未來的潛在使用者說明，以了解各專家學者對本計畫所提出架構及示範系統階段性開發成果之看法，做為第二年計畫執行之參考。
- 十三、提出第一年期計畫成果報告。

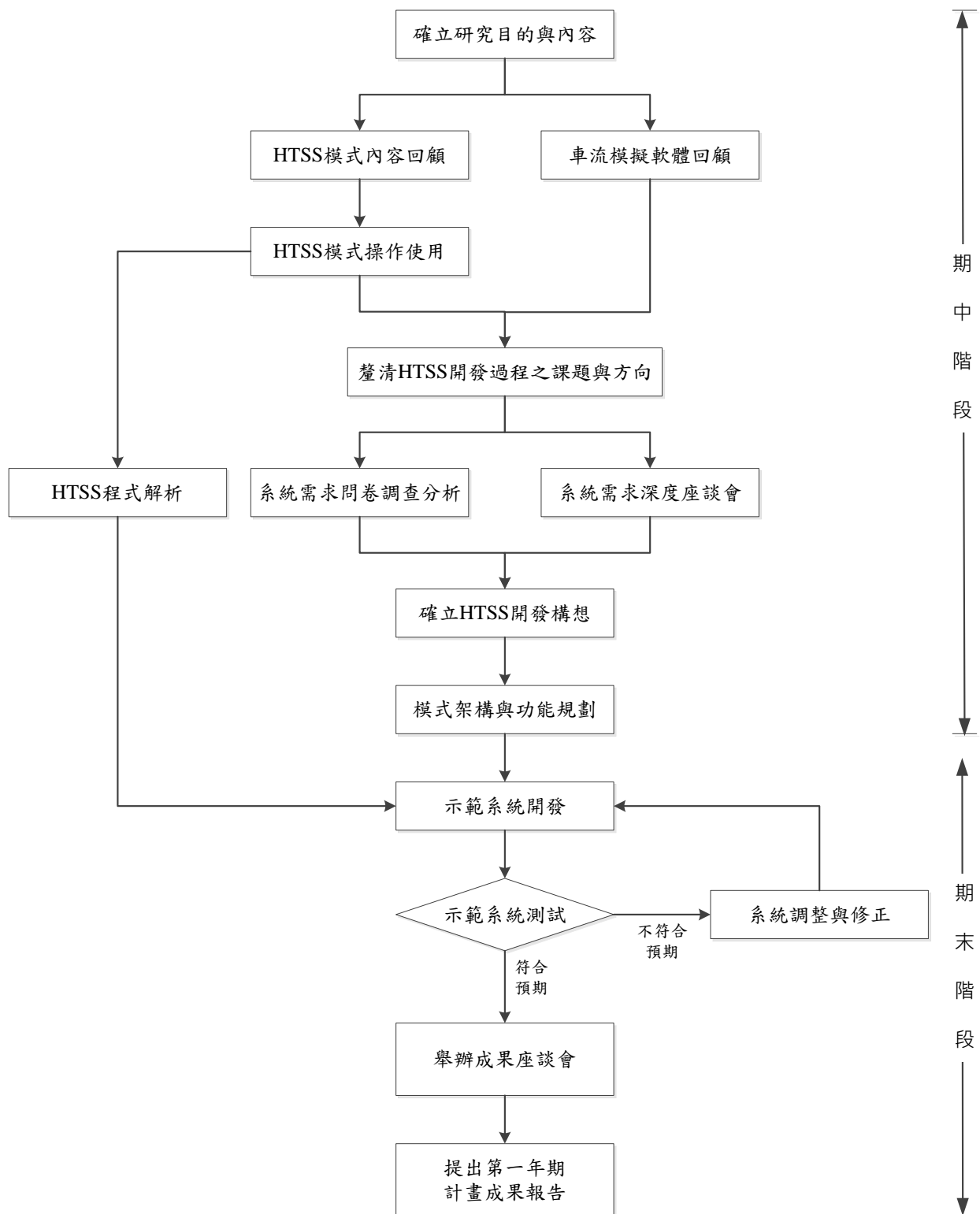


圖 1.5.1 研究流程

1.6 章節說明

在本報告中除第一章說明計畫的背景、目的及研究流程外，第二章將針對 HTSS 模式之開發歷程及內容，及國內外常用之交通模擬系統進行回顧，並針對所回顧內容提出未來在系統規劃時應該考量之課題或方向；第三章則說明如何藉由涵蓋廣度的問卷調查方式進行需求分析，並同時透過具深度討論的需求座談會，了解潛在使用者對 HTSS 模式目前之使用經驗及對未來系統之期待，並彙整出新一代公路交通系統模擬 (HTSS) 模式在開發規劃時應掌握之原則；第四章為依據前述章節內容之探討，分別提出新一代 HTSS 模式之架構與功能規劃；第五章則進行模式之開發規劃，分別提出開發工具之評估結果、模式開發規劃及從程式開發角度提出 HTSS 模式中之物件規劃內容；第六章則是針對 HTSS 模式中之高速公路基本路段模式進行試作開發，並針對試作開發內容進行功能測試，以確認本計畫所提 HTSS 模式未來開發構想之可行性；第七章則是提出未來 HTSS 模式之分期開發規劃，並同時說明透過開發成果座談會邀請專家學者及實際使用者對本計畫所提各項開發構想、試作成果之看法與建議；第八章則提出本計畫第一年期計畫之結論與建議。

第二章 文獻回顧

本章將先針對 HTSS 之開發歷程及內容進行回顧，以便能全盤掌握 HTSS 之內涵及複雜度；第二節則將針對目前國內常見之交通模擬系統內容進行探討，以便能掌握目前常見各交通模擬系統之設計思維與功能。最後一節之綜合探討，則依據前兩節之探討結果，彙整出未來在系統規劃時應該考量之課題或方向。

2.1 現行 HTSS 回顧

一、公路交通系統模擬(HTSS)模式之發展

臺灣地區公路容量手冊 (Taiwan Highway Capacity Manual, THCM) 的發展反映了國內在公路容量分析和交通系統模擬技術方面的進步。早在民國 79 年，本所出版了首版的「臺灣地區公路容量手冊」，當時主要借鑑 1985 年美國「公路容量手冊」(Highway Capacity Manual, HCM)，因為當時臺灣的公路容量分析研究才剛起步。然而臺灣的交通特性畢竟與美國有很大的不同，於是自民國 80 年開始進行長期的容量分析本土化研究，以適應國內的實際情況，並隨之發展車流模擬模式作為臺灣公路容量之研究與分析工具。

民國 90 年，本所為將這些階段性的本土化研究成果提供給各界參考，遂進行公路容量手冊的修編工作，並出版「2001 年台灣地區公路容量手冊」且於手冊中首次提及市區交通系統模擬 (UTSS) 模式，用於分析都市地區之獨立號誌化路口、主要幹道及道路路網之交通運轉情形。接下來於民國 91~93 年間，對於臺灣地區多車道郊區公路進行研究，並發展及調校號誌化快速公路模擬 (SES) 模式。民國 95 年，根據 UTSS 模式及 SES 模式，並參酌對郊區及市區公路車流特性之研究成果，開發公路交通系統模擬 (HTSS) 模式第一版，後續又針對機車專用道、公車設施及都市幹道進行研究並調校模擬模式，並於民國 100 年出版之「2011 年臺灣公路容量手冊」中發布公路交通系統模擬 (HTSS) 模式第三版，做為臺灣公路容量手冊中有關獨立號誌化路口、幹道、路網、市區公車及機車專用道之主要分析工具。

隨後，本所仍不斷地針對不同的公路設施進行容量研究，於民國 99~103 年間發展多個新的模擬模式，包括貨車速率模擬 (TSS) 模式、高速公路坡度路段模擬 (TGS) 模式及坡度路段速率 (SOG) 模式、坡度路段車流模擬模式-2 車道 (TGS-

2L) 等，並考量運轉特性較複雜的公路設施，通常缺乏可以直接引用的資料來協助修訂分析方法，而需要依賴模擬模式，爰於民國 104 年整合前期模式發展成果並擴充模式架構為 2015HTSS，以便於未來發展涵蓋多類型公路設施之模擬模式。

民國 105 年起又針對郊區雙/多車道公路、高速公路基本路段及隧道等公路設施修訂容量及服務水準分析方法，進行手冊章節編纂與 HTSS 模式調校，最終配合「2022 臺灣公路容量手冊」之出版，同時發布 2021HTSS 模式。

以上說明可以看出 HTSS 模擬模式在臺灣公路容量分析和交通系統模擬技術方面的持續發展和進步。

二、臺灣公路容量分析軟體 (THCS) 配合 HTSS 模式開發之分析介面

THCS 共計 16 個子軟體，如圖 2.1.1 所示，其中配合臺灣公路容量手冊分析方法整合 HTSS 模式運算功能進行輸入介面開發的包含：高速公路基本路段—坡度路段、郊區多車道公路—複雜路段、郊區雙車道公路—複雜路段、市區公車設施—公車專用道容量及公車專用道服務水準，與公路交通系統模擬模式，以下就其分析介面進行說明。



圖 2.1.1 THCS 子軟體項目

(一) 高速公路基本路段—坡度路段

高速公路基本路段依路段性質分為平坦路段及坡度路段，故啟動程式後，程式出現彈跳視窗，如下圖所示，提供使用者自主判斷分析路段屬性，選擇後進入程式使用介面，介面架構如後說明。

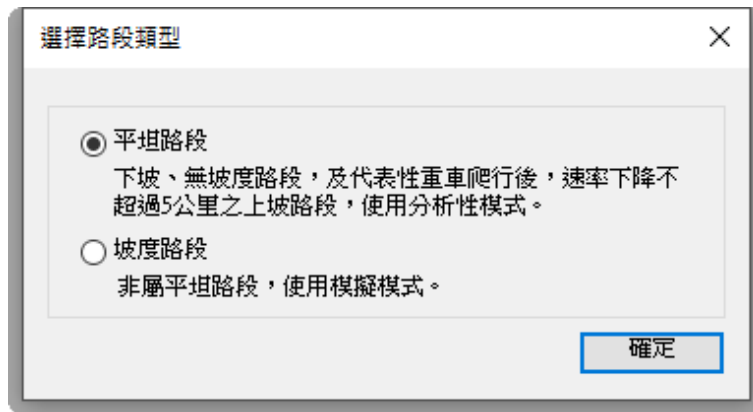


圖 2.1.2 高速公路基本路段分析方法選擇

1. 基本資料：該功能頁籤提供使用者輸入基本資料，包含分析人員、機關/公司、路線/方向、時間、分析時段等，如下圖。



圖 2.1.3 基本資料頁籤

2. 資料分析

平坦路段係採用一般分析性模式，坡度路段則有使用到 HTSS 模擬模式，因此以下以坡度路段為例進行說明。

以坡度路段為例，該功能頁籤包含「節線設定」及「節點流率設定」。節線部分輸入其路段長度、車道數、車道寬度、外路肩寬度，接著可選擇是否有開放路肩。再依序輸入小車速限、小車自由速率（可參考「參考資料」頁籤建議值進行輸入）、大車速限、容量、臨界速率。節線的進階設定部分首先可設定開放路肩及爬坡道行駛之個數後，開始設定車道種類（爬坡道或路肩）、車道起點及終點、車道數、車道寬。接著進行坡度路段的高

程與坡度設定、保留/專用道/HOV 車道設定。節點流率則須設定流率（車輛數/小時）、小車、大客車、大貨車、半聯結車、全聯結車比例（%），以上參數設定如圖 2.1.4 左半邊所示。

以上「節線設定」及「節點流率設定」輸入完畢後，則可按下執行模擬，則產生如圖 2.1.4 右半邊之分析結果，包含流率圖、節線之平均速率（V）、容量（Qmax）、平均速率/速限（V/VL）、需求流率（Q15）e、V/C。



圖 2.1.4 高速公路基本路段資料分析頁籤—坡度路段

3. 參考資料：該功能頁籤提供使用者平均自由速率建議值，以及分析結果之服務水準等級劃分標準對照表，如圖 2.1.5。



圖 2.1.5 高速公路基本路段—參考資料頁籤

4. 分析報表：根據使用者輸入的各項參數和分析結果，軟體可以生成詳細的數據分析報告，如圖 2.1.6。



圖 2.1.6 高速公路基本路段一分析報表頁籤

(二) 郊區多車道公路一複雜路段

郊區多車道公路依路段性質分為單純路段及複雜路段，故啟動程式後，程式出現彈跳視窗，如圖 2.1.7 所示，提供使用者自主判斷分析路段屬性，選擇後進入程式使用介面，介面架構如後說明。

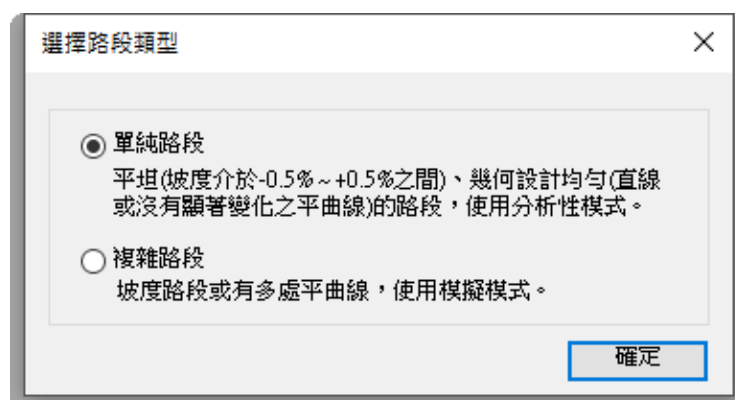


圖 2.1.7 郊區多車道公路分析方法選擇

1. 基本資料：該功能頁籤同樣提供使用者輸入基本資料，包含分析人員、機關/公司、路線/方向、時間、分析時段等，與高速公路基本路段無異。

2. 資料分析

單純路段係採用一般分析性模式，複雜路段則有使用到 HTSS 模擬模式，因此以下以複雜路段為例進行說明。

以複雜路段為例，該功能頁籤使包含「節線設定」及「節點流率設定」。節線部分輸入其路段長度、車道數（不含機慢車道）、車道寬度、外路肩寬度、內路肩寬度、速限，接著可選擇是否有機慢車道，若有機慢車道則再輸入機慢車道寬。節線的進階設定部分首先可設定短車道數量、附屬車道位置、短車道起點及終點、車道數、車道寬。接著進行坡度路段的高程與坡度、平曲線個數及其平曲線起點和終點、曲率半徑、超高率，以及保留/專用道之起點和終點、管制方式、使用車種。節點流率則須設定流率（車輛數/小時）、小車、大客車、大貨車、半聯結車、全聯結車比例（%），以上參數設定如圖 2.1.8 左半邊所示。

待前述「節線設定」及「節點流率設定」輸入完畢後，則可按下執行模擬，則產生如圖 2.1.8 右半邊之分析結果，包含流率圖、節線之平均速率（V）、容量（Qmax）、平均速率/速限（V/VL）、需求流率（Qe）、V/C。



圖 2.1.8 多車道郊區公路資料分析頁籤－複雜路段

3. 參考資料：該功能頁籤提供使用者分析結果之服務水準等級劃分標準對照表，如圖 2.1.9。

M MML1	
基本資料	資料分析 參考資料 分析報表
表 11.7 V/C 之服務水準劃分標準	
服務水準等級	績效指標 V/C 比
A	$V/C \leq 0.25$
B	$0.25 < V/C \leq 0.50$
C	$0.50 < V/C \leq 0.80$
D	$0.80 < V/C \leq 0.90$
E	$0.90 < V/C \leq 1.0$
F	$V/C > 1.0$

表 11.8 平均速率與速限比值之服務水準劃分標準	
服務水準等級	速率/速限
1	$\bar{V}/V_L \geq 0.90$
2	$0.80 \leq \bar{V}/V_L < 0.90$
3	$0.60 \leq \bar{V}/V_L < 0.80$
4	$0.40 \leq \bar{V}/V_L < 0.60$
5	$0.20 \leq \bar{V}/V_L < 0.40$
6	$\bar{V}/V_L < 0.20$

圖 2.1.9 多車道郊區公路－參考資料頁籤

4. 分析報表：根據使用者輸入的各項參數和分析結果，軟體可以生成詳細的數據分析報告，如圖 2.1.10。



圖 2.1.10 多車道郊區公路－分析報表頁籤

(三) 郊區雙車道公路—複雜路段

郊區雙車道公路依路段性質分為單純路段及複雜路段，故啟動程式後，程式出現彈跳視窗，如圖 2.1.11 所示，提供使用者自主判斷分析路段屬性，選擇後進入程式使用介面，介面架構如後說明。

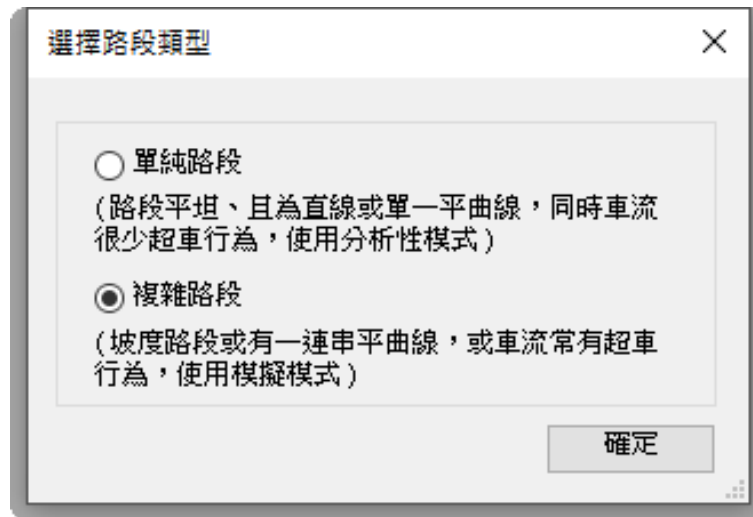


圖 2.1.11 雙車道郊區公路分析方法選擇

1. 基本資料：該功能頁籤同樣提供使用者輸入基本資料，包含分析人員、機關/公司、路線/方向、時間、分析時段等，與高速公路基本路段無異。
2. 資料分析

單純路段係採用一般分析性模式，複雜路段則有使用到 HTSS 模擬模式，因此以下以複雜路段為例進行說明。

以複雜路段為例，該功能頁籤使包含「節線設定」及「節點流率設定」。節線部分輸入其路段長度、車道屬性（快車道或混合車道）、車道寬度、外路肩寬度、內路肩寬度、速限，接著可選擇是否有機慢車道，若有機慢車道則再輸入機慢車道寬。節線的進階設定部分首先可設定短車道數量、附屬車道位置、短車道起點及終點、車道數、車道寬。接著設定超車區數量、超車區起點及終點，再進行坡度路段的高程與坡度、平曲線個數及其平曲線起點和終點、曲率半徑、超高率，以及保留/專用道之起點和終點、管制方式、使用車種。

節點流率則須設定流率（車輛數/小時）、小車、大客車、大貨車、半聯結車、全聯結車比例（%），如圖 2.1.12 左半邊所示，以上參數設定基本上與多車道郊區公路類似。

待前述「節線設定」及「節點流率設定」輸入完畢後，則可按下執行模擬，則產生如圖 2.1.12 右半邊之分析結果，包含流率圖、節線之平均速率 (V)、容量 (Qmax)、平均速率/速限 (V/VL)、需求流率 (Qe)、V/C。



圖 2.1.12 雙車道郊區公路資料分析頁籤—複雜路段

3. 參考資料：該功能頁籤提供使用者分析結果之服務水準等級劃分標準對照表，如圖 2.1.13。

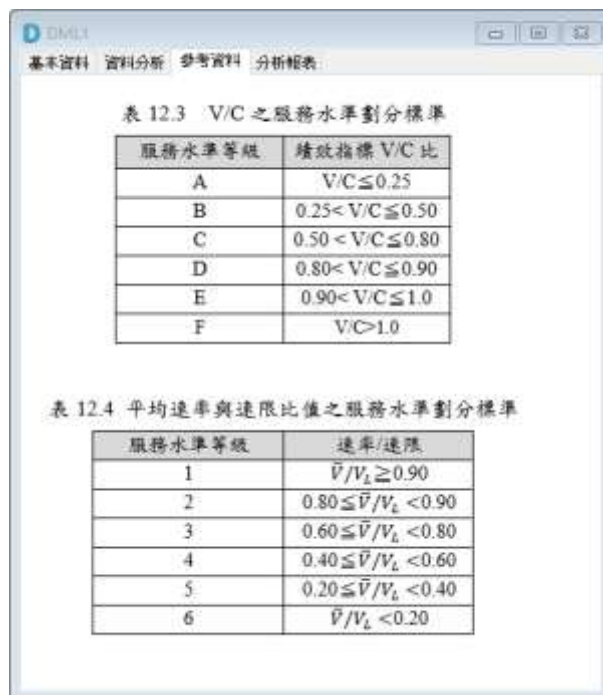


圖 2.1.13 雙車道郊區公路—參考資料頁籤

4. 分析報表：根據使用者輸入的各項參數和分析結果，軟體可以生成詳細的數據分析報告，如圖 2.1.14。

The screenshot shows the 'IOT THCS 郊區雙車道道路路段分析' (IOT THCS Suburban Two-lane Road Segment Analysis) window. The interface is in Chinese and includes a navigation bar at the top with tabs for '基本資料' (Basic Data), '資料分析' (Data Analysis), '參考資料' (Reference Data), and '分析報表' (Analysis Report). The 'Analysis Report' tab is active, displaying a detailed report for a two-lane suburban road segment. The report is organized into several sections: '基本資料' (Basic Information) with fields for project name, location, and date; '分析資料' (Analysis Data) with fields for road type, lane width, and speed limit; '分析結果' (Analysis Results) which is divided into two scenarios (Scenario 1 and Scenario 2) showing metrics like average speed, average delay, and average queue length; and '摘要' (Summary) which provides a high-level overview of the results. The 'Analysis Results' section is the most detailed, showing specific values for each metric for both scenarios.

圖 2.1.14 雙車道郊區公路—分析報表頁籤

(四) 市區公車設施—公車專用道容量

市區公車設施軟體依分析型態分為公車站容量分析、公車專用道容量分析、公車專用道服務水準分析，其中的公車站容量分析係採用一般分析性模式，而公車專用道容量分析、公車專用道服務水準分析則有採用 HTSS 模擬模式。以下先就有採用 HTSS 模擬模式的「公車專用道容量」分析功能進行介面架構說明，整體功能介面架構如圖 2.1.15 所示分為數個工作群組，各工作群組說明如後。



圖 2.1.15 市區公車設施—公車專用道容量分析功能介面架構

1. 基本資料群組：該功能頁籤同樣提供使用者輸入基本資料，包含分析人員、機關/公司、路線/方向、時間、分析時段等，與其他子軟體無異。

圖 2.1.16 基本資料輸入

2. 分析型態群組：分析型態群組提供使用者自主判斷選擇所欲分析之型態，包含公車站容量、公車專用道容量及公車專用道服務水準分析。

圖 2.1.17 分析型態選擇—公車專用道容量

3. 模擬設定/公車特性/幾何設計群組

模擬設定群組需針對模擬次數、熱機時間及模擬時間進行欄位內容輸入，接著針對號誌相關 3 個頁籤進行分別設定，包含下游號誌時相數、綠燈/黃燈/紅燈秒數，輸入完畢後則自動計算週期秒數，如圖 2.1.18。此外，如果分析型態選擇「公車專用道容量」，號誌相關的上游號誌及連鎖設定頁籤則無需進行設定。

下游號誌	上游號誌	連鎖設定												
時相數：2	週期：100 sec	<table border="1"> <thead> <tr> <th>時相</th> <th>綠燈(G)</th> <th>黃燈(Y)</th> <th>全紅(AR)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>30</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>60</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	時相	綠燈(G)	黃燈(Y)	全紅(AR)	1	30	3	2	2	60	3	2
時相	綠燈(G)	黃燈(Y)	全紅(AR)											
1	30	3	2											
2	60	3	2											

圖 2.1.18 號誌相關頁籤一下游號誌

公車特性群組需針對平均靠站時間、路線 1 排班頻率進行欄位內容輸入，如果分析型態選擇「公車專用道容量」，則無需輸入「路線 2 排班頻率」欄位內容。

幾何設計群組需針對公車站型態、站台長度、路段長度、停車彎有效長度、站台前端與停止線距離進行選擇及內容輸入，如果分析型態選擇「公車專用道容量」，則無需針對「地區」進行選擇。最後按下執行計算後則進入模擬狀態，如圖 2.1.20 所示。

模擬設定	下游號誌	上游號誌	連鎖設定												
模擬次數：2 次 熱啟動時間：300 sec 模擬時間：3000 sec	時相數：2 週期：110 sec		<table border="1"> <thead> <tr> <th>時相</th> <th>綠燈(G)</th> <th>黃燈(Y)</th> <th>全紅(AR)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>60</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>40</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	時相	綠燈(G)	黃燈(Y)	全紅(AR)	1	60	3	2	2	40	3	2
時相	綠燈(G)	黃燈(Y)	全紅(AR)												
1	60	3	2												
2	40	3	2												
公車特性 平均靠站時間：30 sec 路線 1 排班頻率：600 vph 路線 2 排班頻率：0 vph	幾何設計 地區：台北市 公車站型態：有停車彎 站台長度：20 m 路段長度：600 m 停車彎有效長度：5 m 站台前端與停止線距離：0 m														
分析結果 公車站容量：vph 路段容量：vph 平均停車延遲：sec/veh 服務水準：															
執行計算															

圖 2.1.19 分析型態選擇

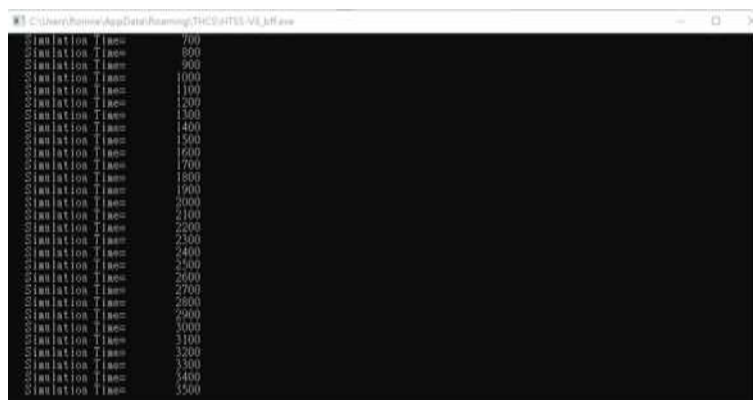


圖 2.1.20 公車專用道容量—執行計算後之模擬狀態

4. 分析報表：根據使用者輸入的各項參數和模擬分析結果，軟體可以生成詳細的數據分析報告，如圖 2.1.21。

基本資料	
分析人員:	路線/方向:
車廠/公司:	站/碼:
業主:	分析時間: 2023/11/02
分析期間:	分析期間:
計畫編號:	

分析資料	
分析型態: 公車專用道容量	
容量設定	
容量係數: 2	容量時間(s): 300
容量距離(m): 3000	
設計	
下游容量係數: 3	下游容量距離(m): 125
車輛特性	
平均車身長度: 30	車輛容量: 600
設計	
站高(m): 600	站寬(m): 20
站型: 高站台	站容量: 5
站名: ~	

圖 2.1.21 市區公車設施－公車專用道容量分析報表頁籤

(五) 市區公車設施－公車專用道服務水準

市區公車設施軟體依分析型態分為公車站容量分析、公車專用道容量分析、公車專用道服務水準分析，其中的公車站容量分析係採用一般分析性模式，而公車專用道容量分析、公車專用道服務水準分析則有採用 HTSS 模擬模式。以下就有採用 HTSS 模擬模式的「公車專用道服務水準」分析功能進行介面架構說明，整體功能介面架構如圖 2.1.22 所示分為數個工作群組，各工作群組說明如後。



圖 2.1.22 市區公車設施—公車專用道服務水準分析功能介面架構

1. 基本資料群組：該功能頁籤同樣提供使用者輸入基本資料，包含分析人員、機關/公司、路線/方向、時間、分析時段等，與前述「公車專用道容量」分析功能無異。
2. 分析型態群組：分析型態群組提供使用者自主判斷選擇所欲分析之型態，包含公車站容量、公車專用道容量及公車專用道服務水準分析，選擇分析型態中的「公車專用道服務水準」後，使用者需再進行是否會受到下游號誌影響或上、下游號誌影響。



圖 2.1.23 分析型態選擇—公車專用道服務水準

3. 模擬設定/公車特性/幾何設計群組

經前述分析型態選擇後，若選擇「下游號誌影響」，針對模擬設定群組、公車特性群組、幾何設計群組之操作設定方式皆與分析型態「公車專用道容量」無異。

若選擇「上、下游號誌影響」，模擬設定群組亦同樣需針對模擬次數、熱機時間及模擬時間進行欄位內容輸入。而針對號誌相關 3 個頁籤，除針對「下游號誌」頁籤中之時相數、綠燈/黃燈/紅燈秒數進行輸入外，亦須針對「上游號誌」頁籤中之時相數、綠燈/黃燈/紅燈秒數進行輸入。此外，「連鎖設定」頁籤中則需要針對上、下游路口時差進行輸入，如圖 2.1.25。

下游號誌 上游號誌 連鎖設定

時相數：2

週期：90 sec

時相	綠燈(G)	黃燈(Y)	全紅(AR)
1	30	3	2
2	50	3	2

圖 2.1.24 號誌相關頁籤－上游號誌

下游號誌 上游號誌 連鎖設定

上游路口時差：0 sec

下游路口時差：10 sec

圖 2.1.25 號誌相關頁籤－連鎖設定

公車特性群組需針對平均靠站時間、路線 1 排班頻率進行欄位內容輸入，如果分析型態選擇「公車專用道服務水準」，則需再針對「路線 2 排班頻率」欄位內容進行輸入，如圖 2.1.26 所示。

公車特性

平均靠站時間：30 sec

路線1 排班頻率：600 vph

路線2 排班頻率：200 vph

圖 2.1.26 公車特性群組參數設定

幾何設計群組需針對公車站型態、站台長度、路段長度、停車彎有效長度、站台前端與停止線距離進行選擇及內容輸入，如果分析型態選擇「公車專用道容量」，則無需針對「地區」進行選擇。最後按下執行計算後則進入模擬狀態，如圖 2.1.27 所示。

法採用分析性模式之有衝突車流，可採用系統進行模擬。

功能軟體共計有 8 個頁籤，包含模擬作業、線形設定、節線設定、流率設定、路徑設定、公車設定、基本資料，整體功能介面架構如圖 2.1.29 所示，各頁籤工作群組說明如後。

1. 路網規劃及模擬作業設定

包含路網規模群組、作業設定群組、模擬時段群組、時制計劃群組、公車路線群組。如圖 2.1.29 所示，路網規模初始設定為 6*6（水平節點數*垂直節點數），圖左半邊會同步顯示路網圖，會隨使用者設定節點數量而進行變動。

作業設定群組則包含輸出檔案顯示輸入資料，使用者須選擇模擬完成後的輸出檔中是否顯示輸入資料，以及使用者須設定模擬作業次數進行設定。模擬時段群組需針對模擬時段數進行設定後，並設定每模擬時段之長度（秒數）。時制計劃群組用於設定模擬路網之時制計畫套數，及設定每套時制計劃之最短路燈長度及各時制計劃的時段長度。公車路線群組則係根據公車路線數進行設定，輸入路線數量後可於下方顯示清單上進行路線名稱修改。

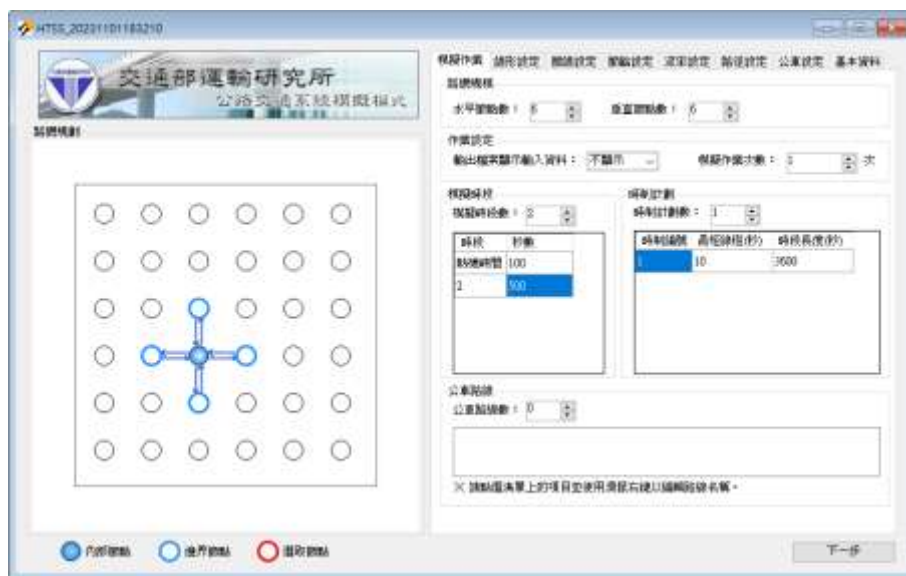


圖 2.1.29 公路交通系統模擬模式一功能介面架構（模擬作業功能頁籤）

2. 線形設定

選擇上方清單中未完成設定中的任一節線後，進行線形參數設定，包含道路名稱、所在區域（市區或郊區）、快慢分隔型式（無分隔或實體分隔），接續勾選此節線是否屬於坡度路段，如果勾選，則再進行坡度相關參數設

定，包含坡度百分比（正值代表上坡、負值代表下坡）、L1（坡度起點與上游端點距離）、L2（坡度終點與上游端點距離）。此節線設定完成後，按下「儲存設定」鈕，依序完成其它節線設定後進行下一頁籤，如圖 2.1.30 所示。

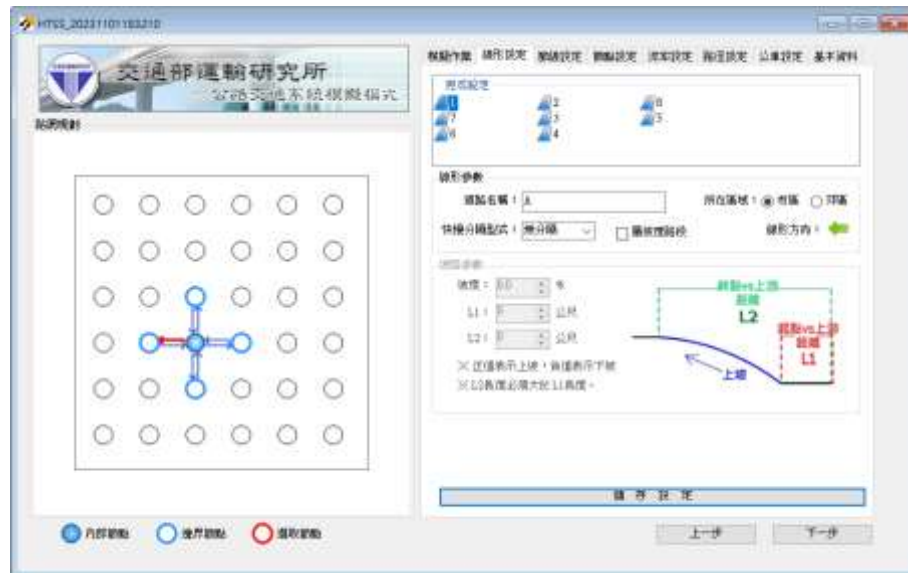


圖 2.1.30 線形設定功能頁籤

3. 節線設定

如圖 2.1.31 所示，選擇上方清單中未完成設定中的任一節線後，首先進行該節線小車自由速率（公里/小時）設定，點選「i」按鈕會顯示不同型態道路之速率建議值。

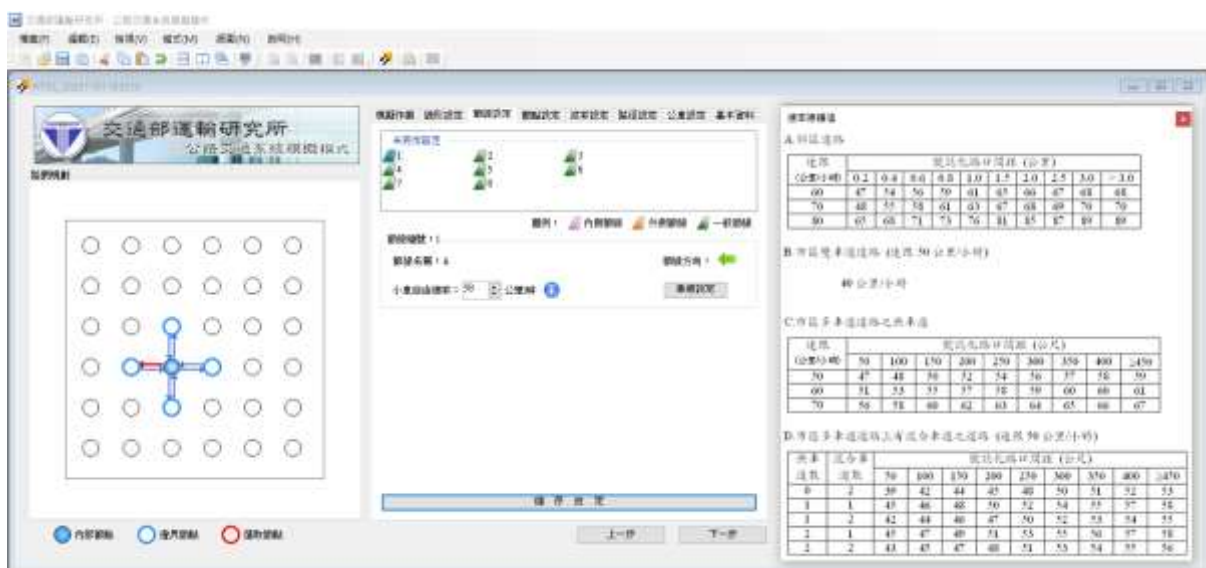


圖 2.1.31 線形設定功能頁籤

接著點選「車道設定」，依序 4 個步驟輸入細部車道設定，如圖 2.1.32，步驟 1 為線型形式設定，包含整體設定群組、車道長度群組、專用道設定群組。整體設定群組需設定節線長度（上下游路口停止線間的路段長度）、上游車道數（輸入節線上游路口進入節線之車道數）、下游車道數（輸入節線進入下游路口之車道數），並勾選是否紅燈可右轉或機車左轉須待轉。車道長度群組包含左側非全長車道長度（輸入節線左側非全長車道的車道長度）、右側非全長車道長度（輸入節線右側非全長車道的車道長度）、右轉短車道彎長度（輸入節線右側實體分隔讓右轉車專用之短車道彎的長度）。專用道設定群組則需勾選此節線上是否有公車專用道及機車專用道，如果有，則再選擇是否有公車專用道實體分隔或機車專用道實體分隔。

點選下一步進入步驟 2 的車道轉向設定，若節線下游節點為內部節點，則此節線須設定車道轉向，使用者在各個車道按滑鼠右鍵，選擇此車道實際轉向，選擇完畢後，轉向箭頭將顯示於各車道上。車道轉向設定完成後，按下「下一步」按鈕進入步驟 3。

步驟 3 為機車停等區及待轉區設定，針對機車使用車道勾選機車在此節線上使用的車道，接著勾選是否有機車停等區，如有則輸入機車停車區長度。最後勾選是否有機車待轉區，如有待轉區則輸入待轉區長度，並勾選待轉區上游的車道編號。

步驟 4 為車道型式設定，共有 4 個輸入欄位及 1 個車道寬度圖示，分別進行一般車道寬度、中央分隔寬度、右側停車位寬度、左側停車位寬度之設定。

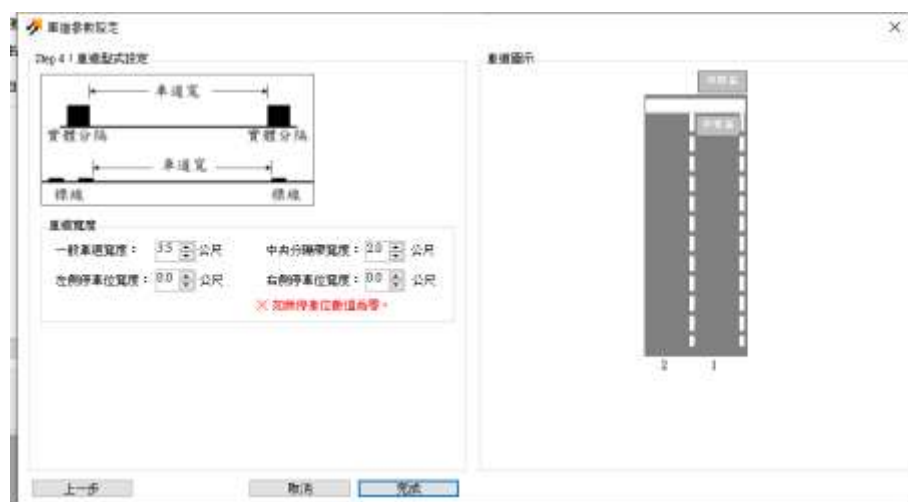
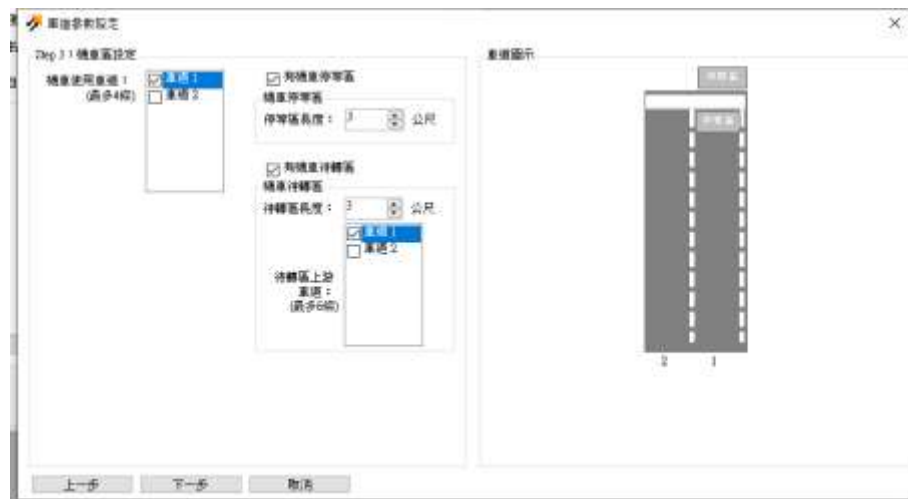


圖 2.1.32 節線設定功能頁籤—車道設定

車道設定完畢後按下完成返回節線設定群組中繼續設定轉向車流，如圖 2.1.33。若節線下游節點為內部節點，則此節線須設定轉向車流百分比資料。此資料為大小車及機車車流離開節線後，各種轉彎方向之百分比。粉紅底色格位為大小車轉向百分比，淺黃底色格位為機車轉向百分比。若轉向比例無分車種，則可勾選「機車轉向比例與大小車相同」選項，系統將隱藏機車轉向百分比輸入欄位，使用者僅需輸入大小車轉向百分比即可。按下「儲存設定」後完成該節線設定，並持續針對其他節線進行設定，對於相同線型條件之節線可以滑鼠右鍵複製、貼上節線資料，如圖 2.1.34。



圖 2.1.33 節線設定功能頁籤－轉向車流設定



圖 2.1.34 節線屬性複製功能

4. 節點設定

針對各節點，進行號誌時制設定，如圖 2.1.35，選擇「未完成設定」列中的內部節點，使用者選擇欲設定的時制計畫編號，針對「時相設定-1」輸入此時制計畫之時相數、同步時相（此時制計畫中同步時相的代號，在獨立號誌控制中，任何一時相皆可當做同步時相）、同步秒差（此時制計畫中同步時相與基準點的時差。基準時點訂為模擬開始 $T=0$ 秒之瞬間，若同步時相之第一個綠燈在模擬開始後 15 秒，則時差輸入 15）。

「時相設定-2」需針對每個時相輸入綠燈(G)、黃燈(Y)、全紅(AR)、行人可走(Pw)及行人不可走或清道(Pf)時段，並勾選此時相是否為人車共用時相。點選下方該時相窗格後，彈跳出設定時相轉相視窗，在節線箭頭上按右鍵，選取利用此時相進入路口之轉向，按下確定鈕即完成此時相設定。



圖 2.1.35 節點設定功能頁籤

5. 流率設定

選擇「未完成設定」列中的邊界節點，進行指定節點進入下游節線之流率(vph)設定，輸入之流率中機車、小車及大車占所有車輛之比例。對於多處類似路口號誌設置的大型路網，可利用滑鼠右鍵複製貼上流率、運具比等資料

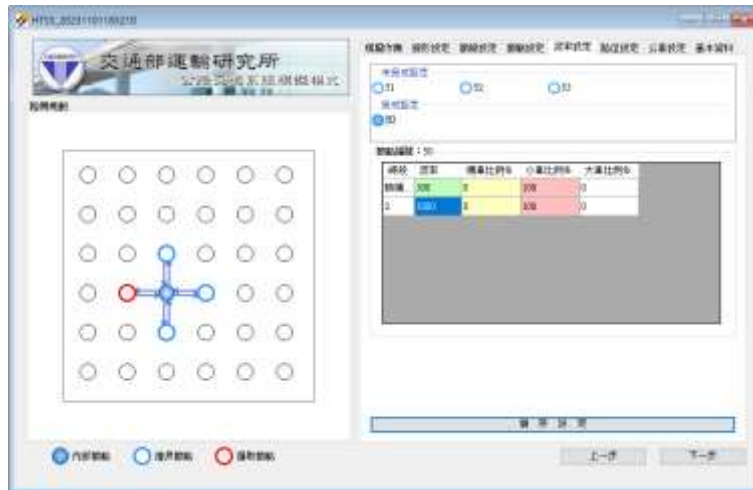


圖 2.1.36 流率設定功能頁籤

6. 路徑設定

如圖 2.1.37 所示，使用者需輸入欲模擬之路徑之速限，並於左側路網規劃圖中點選欲模擬績效之連續路徑，路徑編號將同步出現在右側「編輯路徑」群組中，選擇「清除節線」可刪除表中節線，選擇「新增路徑」可將此路徑加入路徑清單內。欲刪除清單內路徑，則在路徑上按滑鼠右鍵，選擇刪除路徑即可。



圖 2.1.37 路徑設定功能頁籤

7. 公車設定

如圖 2.1.38 所示，公車設定頁籤包含路線設定群組、排班資料群組、行經路線群組。針對路線設定群組選擇上方「未完成設定」清單列中的路線編號，選擇此公車路線為循環式或非循環式，接著針對起始節點須選擇

此公車路線出發的邊界節點代號。排班資料群組部分，需輸入此公車路線排班時段數目，最多可設定 10 個排班時段，再針對每個時段輸入時段長度（此資料為排班時段的長度）及發車頻率（輛/小時）。而行經路線群組須於左側路網規劃圖中點選此公車行駛之連續路徑，路徑編號將同步出現在右側「行經路線」群組中，選擇「清除節線」可刪除表中節線。

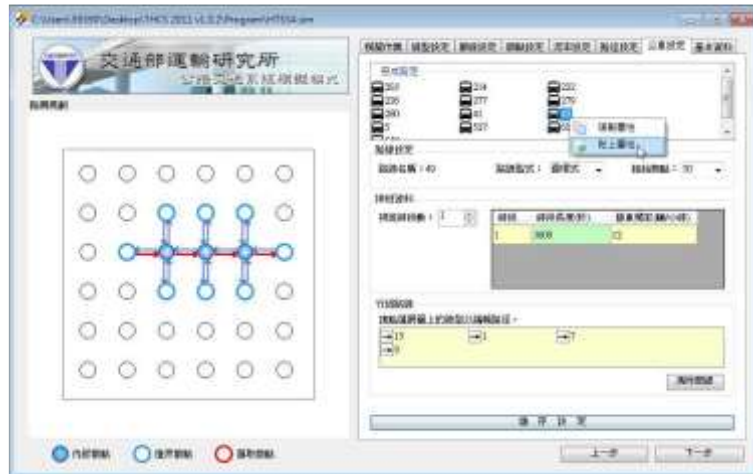


圖 2.1.38 公車設定功能頁籤

8. 基本資料：如圖 2.1.39 所示，共有 7 項輸入欄位，包含分析人員、機關/公司、業主、分析時段、分析時間、分析年期、計畫概述，為輔助使用者紀錄之用，可省略填寫並不影響分析結果。



圖 2.1.39 基本資料輸入頁籤

9. 分析報表：按下「執行模擬後」進入模擬階段，如圖 2.1.40 所示。模擬結束後根據使用者輸入的各項參數和模擬分析結果，軟體可以生成詳細的數

據分析報告，如圖 2.1.41。

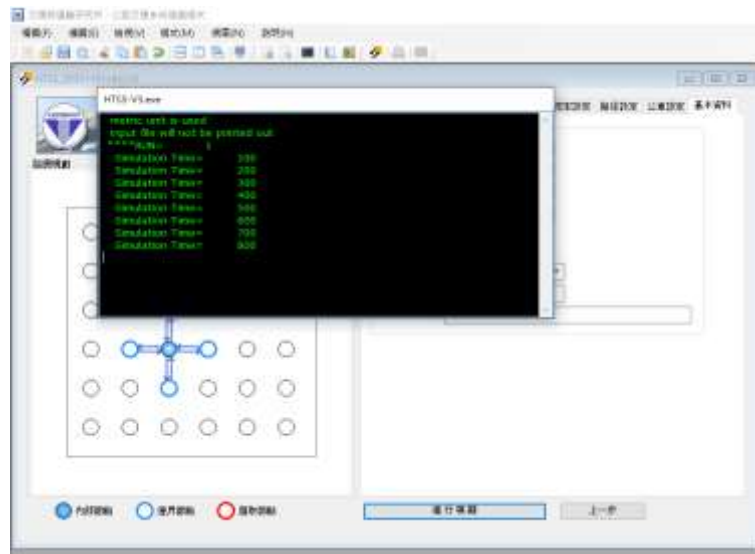


圖 2.1.40 執行模擬

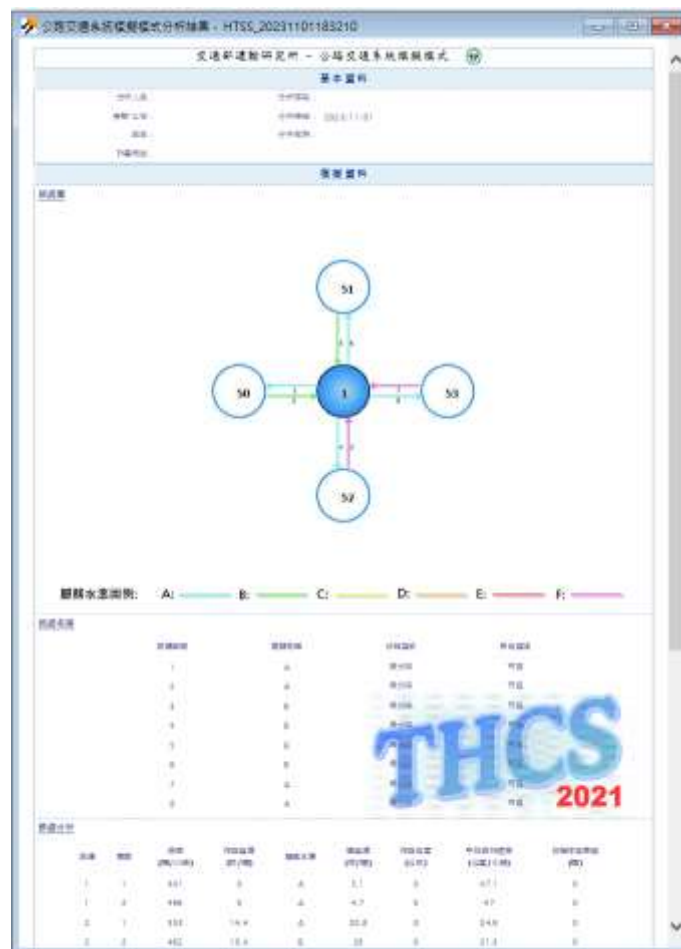


圖 2.1.41 HTSS 模擬分析結果報表

2.2 其他交通模擬系統回顧

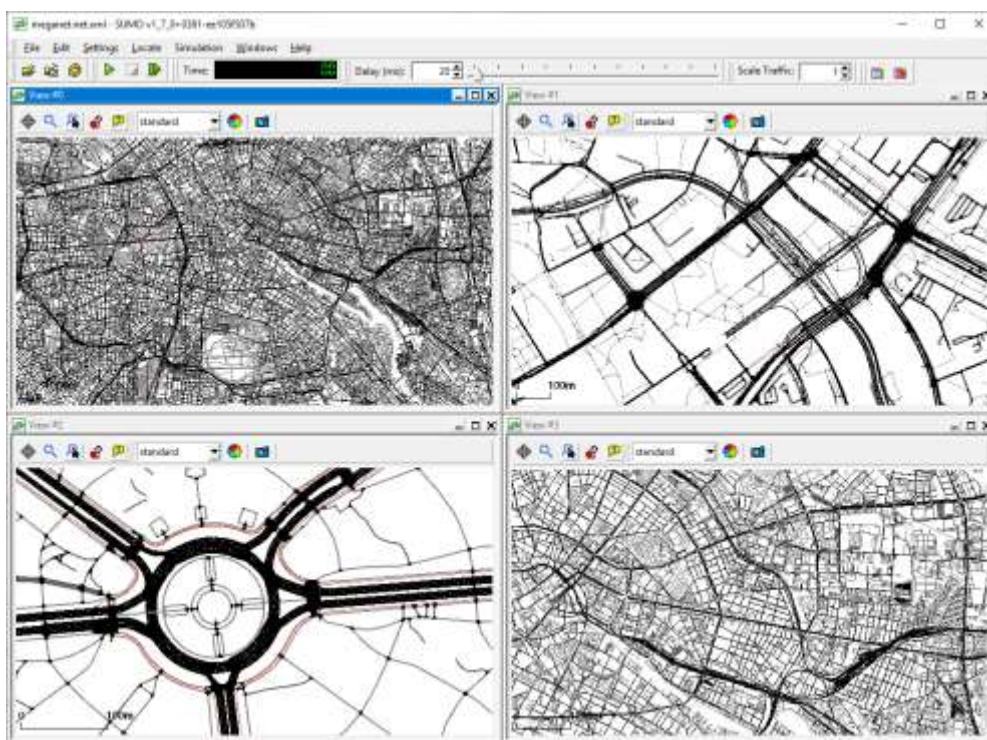
一、SUMO

德國航空太空中心交通系統研究所自 2001 年起開始開發 SUMO (Simulation of Urban Mobility) 軟體，SUMO 是一個開源、可攜帶、微觀且連續的多模態交通模擬軟體，亦即能夠處理多種不同的交通模式（例如汽車、公車、自行車和行人）並且在同一時間和同一空間中連續地模擬各運具間的交互作用，專為處理大型交通網路所設計。[6,7,8]

(一) 模擬架構：微觀、中觀、巨觀

(二) 功能說明

1. 交通模擬：提供大型路網的微觀和連續交通模擬，SUMO 能夠模擬各種交通模式，包括汽車、行人、公共交通和自行車，並且能夠模擬和分析包括道路車輛、公共交通、貨物物流和行人在內的交通系統。
2. 路網導入和導出：提供多種資料格式的支援，方便使用者導入現有的路網資料或從零開始創建自己的路網，如圖 2.2.1。



資料來源：SourceForge [9]

圖 2.2.1 SUMO - 城市路網創建

3. 交通需求模型

- (1) 需求模型創建：SUMO 具有交通需求生成功能，使用者可以創建不同的交通需求模型，以反映在特定時間和地點的交通需求。
- (2) 路徑尋找：透過路徑尋找在交通路網中找到需求從起點到終點的最佳路徑。SUMO 可以根據交通需求模型和交通路網的情況，自動計算出交通流量在路網中的最佳路徑。
- (3) 排放計算：SUMO 也可根據交通流量和車輛的運行情況，計算出交通排放量，提供不同車輛類型的排放計算，幫助使用者了解交通流量對環境的影響。
- (4) 策略情境模擬：使用者可以模擬不同的交通需求，以評估不同的交通策略和方案對交通流量的影響。例如，可以模擬交通管制、號誌控制和公共交通策略等對交通需求和交通流量的影響。
- (5) 模型參數調整：使用者可以根據實際交通數據，調整交通需求模型的參數，以使模型更貼近實際情況。
- (6) 輸出和分析：SUMO 提供多種輸出和分析工具，使用者可以透過這些工具分析交通需求模型的結果

4. 3D 視覺化：提供基本的模擬視覺化的圖形使用者介面，並支援多種輸出格式以進一步分析。

5. 功能擴展：使用者可以利用 Python 腳本擴展 SUMO 的功能，以實現更多自定義的操作和分析。

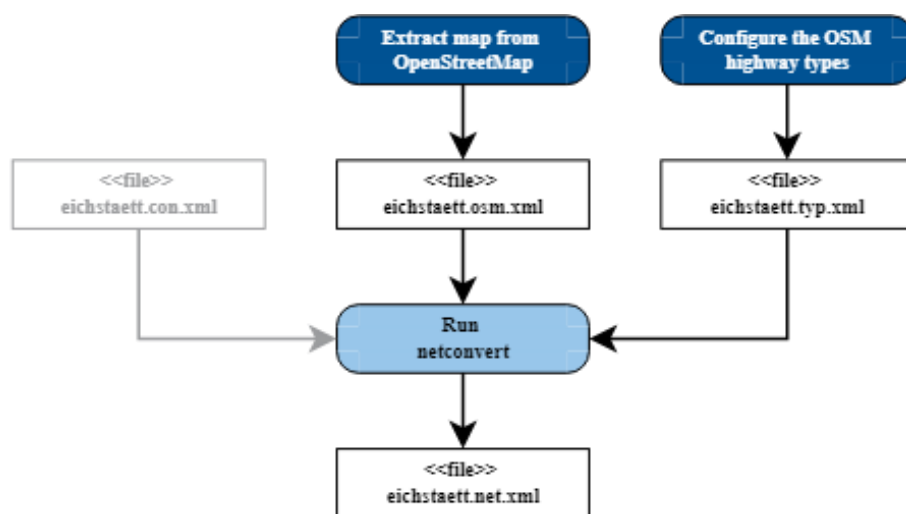
(三) 應用範疇

1. 交通推估：透過微觀和連續交通模擬分析未來交通情況。
2. 交通信號評估：分析號誌控制系統的效果。
3. 路線選擇：模擬不同路線的交通流量及運作效率。
4. 車輛通訊系統研究：分析車輛間通訊對交通流量和安全的影響。
5. 多模式交通模擬：包括行人、自行車和汽車的交通模擬。

(四) 考量運具類型：汽車、卡車、公共汽車、行人、自定義

(五) 自定義與編程靈活性：SUMO 具有很高的自定義和編程靈活性，特別是透過交通控制接口（TraCI）使其在運行時檢索和修改模擬中的數據。此外，亦提供了一系列的支援工具，包括路線查找、視覺化、路網導入和排放計算，以便使用者可以自定義模擬參數。

(六) 資料導入/導出能力：SUMO 可導入現有的交通數據，以及從 OpenStreetMap 導入地圖資料，以增加交通模擬的準確性。



資料來源：Simulation of Urban MObility [10]

圖 2.2.2 SUMO – Import from OpenStreetMap

(七) 使用者操作友善性：SUMO 提供命令行界面和圖形使用界面（GUI）兩種運行模式，大部分進階功能仍須透過命令行界面方式進行，在命令行介面中，使用者可以輸入特定的指令和參數來控制和配置模擬，透過命令行，使用者可以操作到 SUMO 的進階功能和設置，從而更精細和靈活地進行控制。因此其界面可能不如商業軟體那麼直觀，有些使用者可能會覺得有點難以上手。學習曲線相對陡峭，特別是對於沒有交通模擬背景及程式編碼的使用者。

(八) 軟體使用成本：SUMO 是一個開源的交通模擬軟體，可以免費下載和使用，因此使用成本低。

(九) 社群支援性：SUMO 有其活躍的社群論壇，讓使用者和開發者交流、討論技術問題和分享經驗，並且有德語、英語和中文等多種語言的討論，能滿足不同地區用戶的需求。每年會由德國航空航天中心（DLR）在柏林舉行 SUMO 使用者會議，顯示其社群的活躍度。

二、VISSIM

VISSIM 是由德國 PTV Planung Transport Verkehr AG 於 1992 年起逐步開發的微觀多模式模擬軟體，以在微觀層面上真實模擬複雜車輛的互動而聞名，並且可以詳細地模擬車輛間和與基礎設施間的行為，此外，VISSIM 模擬的核心是駕駛行為模型，能夠詳細地設定無限數量的車輛模型、類型、類別和車隊，以及駕駛員和車輛特性。[11,12]

(一) 模擬架構：微觀

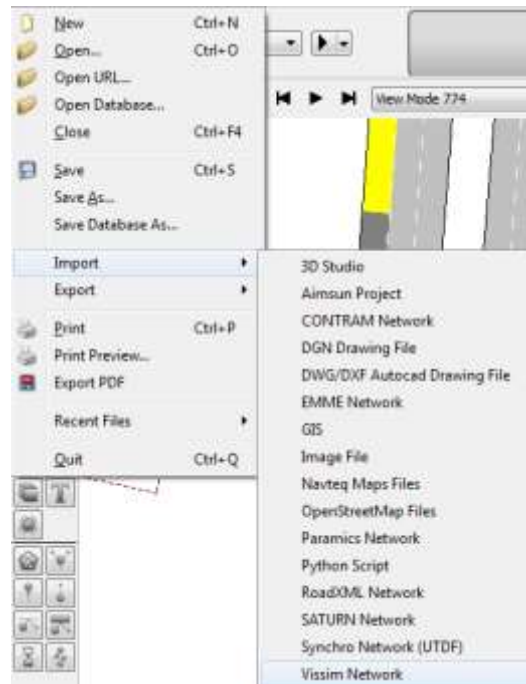
(二) 功能說明

1. 微觀交通模擬：單一車輛行為模擬，VISSIM 透過微觀模擬工具模擬單一車輛的行為，例如車輛的加速、減速、變換車道等。這類模擬能夠捕捉到交通流中每個車輛的動態行為，並提供交通系統的各種運行分析，包括車道類型、交通組成和號誌控制等的影響分析。
2. 公共交通模擬：公共交通系統模擬，VISSIM 支援模擬不同的公共交通系統，包括公車、捷運和火車等。能夠模擬公共交通車輛的運行、站點停靠、乘客上下車等行為，並評估不同的公共交通策略對交通流的影響。
3. 號誌控制：號誌優化，使用者可以通過 VISSIM 模擬並優化號誌時制計畫，以提高交通流的效率和安全性。包括定時號誌控制、適應性號誌控制以及即時號誌控制等。
4. 多模式模擬：VISSIM 支援在同一交通路網中模擬多種交通模式，如汽車、公共交通、行人和自行車等。能夠模擬不同交通模式之間的交互影響，並評估不同的交通策略和方案對整個交通系統的影響。
5. 資料導入與導出：使用者可以導入現有的交通網路資料、交通流資料和號誌控制資料到 VISSIM 中，進行交通模擬。同時，模擬的結果可以導出到其他軟體和工具中，進行進一步的分析和評估。
6. 3D 視覺化：VISSIM 提供模擬的 3D 視覺化功能，使得模擬結果更為直觀和易於理解。使用者可以從不同的視角查看交通流的動態模擬，並通過視覺化工具分析交通流的狀況和問題。
7. 功能擴展：VISSIM 提供一些擴展模塊和 API 接口，允許使用者根據自身的需求開發自定義的模擬和分析功能，以滿足更多的交通模擬和分析需求。

(三) 應用範疇

1. 道路功能分類及分析：評估不同道路的功能和效率。
2. 公共運輸營運分析：分析公共運輸系統的營運效率和路線規劃。
3. 交通模式整合模擬：整合不同交通模式進行模擬分析。
4. 號誌時制評估：評估號誌時制計畫的效果。
5. 疏散模擬：模擬緊急狀況下的疏散方案。
6. 3D 視覺化：透過 3D 模型視覺化交通流量和其他相關分析。

- (四) 考量運具類型：汽車、卡車、公共汽車、電車、自行車、機車、行人、人力車、自定義
- (五) 自定義與編程靈活性：VISSIM 提供豐富的自定義選項，如設定無限數量的車輛模型、類型、類別和車隊，以及駕駛員和車輛特性。還可與 MATLAB 整合，並通過 VISSIM Component Object Model (COM) 介面實現即時模擬，使得使用者可以進一步自定義模擬參數和進行編程。
- (六) 資料導入/導出能力：通常商業級的交通模擬軟件，如 VISSIM 有提供強大的資料導入和導出能力，以支援多種不同格式的資料，例如 CSV、Excel 和 XML 等。VISSIM 允許從 FZP 文件導入交通數據，並可以導出特定的 VISSIM 車輛屬性。還提供動畫導出功能，以及與其他軟體的整合能力，如 Aimsun Next，以導入路網幾何、控制計畫、交通量等資訊。



資料來源：Aimsun Next Documentation[13]

圖 2.2.3 VISSIM – Importer

Animation Recordings								
Select layout... <Single List>								
Coun	No	Name	RecAnim	Filename	Type	Start	End	Sections
1	1		<input checked="" type="checkbox"/>	Animation-export	For Export (*.ani.txt) For Replay (*.ani)	0.0	MAX	

資料來源：Bentley[14]

圖 2.2.4 VISSIM – 建立動畫輸出

- (七) 使用者操作友善性：VISSIM 提供直觀的圖形使用者界面 (GUI)，讓使用者能夠更容易地建立、配置和運行交通模擬，使用者可以通過拖放、點擊和其他圖形操作來設置模擬參數、設計交通路網和分析模擬結果，而不需要編寫命令行指令或腳本。雖然 VISSIM 提供了豐富的圖形工具和控件來簡化模擬的創建和管理，但由於其功能豐富和高度可訂製的特點，仍然存在一定的學習曲線。特別是在面對複雜的模擬情境和進階功能時，使用者可能需要花費一些時間來學習如何有效地使用這些工具和控件，以及如何調整模擬參數來獲得準確和有用的結果。在一些複雜或進階的應用場景中，使用者可能還需要利用 VISSIM 提供的編程介面 (如 VISSIM-COM) 來進一步控制模擬。學習曲線相較 SUMO 則屬於中度至高度陡峭。
- (八) 軟體使用成本：VISSIM 是一個商業交通模擬軟體，有提供免費試用版本，但是正式版的價格需要向 PTV Group 諮詢。此外，還提供學術版本，但價格也是需要諮詢的。
- (九) 社群支援性：VISSIM 的官方網站提供了知識庫、幫助用戶進行技術支援，以協助用戶解決技術問題。並且 PTV Group 網站上有多篇部落客文章和使用者指南。此外，VISSIM 會提供官方的技術支援和培訓課程，幫助使用者掌握 VISSIM 的使用。[15,16]

三、SYNCHRO

Synchro 最初由 Trafficware 開發，後被 Cubic Corporation 旗下的 Cubic Transportation Systems 部門收購，該軟體主要專注於號誌最佳化和交通運作效率分析，提供一系列工具來分析和最佳化號誌控制系統。Synchro Studio 提供的建模和模擬能力，能使交通工程師和交通規劃師能夠針對單一路口、路廊、路網設計最佳化號誌時制。

(一) 模擬架構：巨觀

(二) 功能說明

1. 號誌時制最佳化：Synchro 提供強大的號誌最佳化功能，透過容量分析和排隊分析等工具，能夠根據交通流資料分析並最佳化號誌時制。
2. 與 SimTraffic 整合：Synchro 本身屬於巨觀模擬，但與 SimTraffic 整合能夠進行微觀模擬，提供更多的交通分析和最佳化功能。通過微觀模擬，使用者能夠了解交通流中每個車輛的動態行為，並分析不同交通策略和方案對交通流的影響。

3. 資料導入與導出：使用者可以導入現有的交通路網資料和交通流資料到 Synchro 中，進行交通模擬和分析。同時，模擬的結果也可以導出到其他軟體和工具中，進行進一步的分析和評估。在 Synchro 11 版本中，使用者可以利用全球 Bing™ Maps 作為預設的 Synchro 背景，使開發 Synchro 路網的幾何更為高效。
4. 3D 視覺化：Synchro 提供模擬的 3D 視覺化功能，與 VISSIM 相似，使得模擬結果更為直觀和易於理解。透過 3D 視覺化，使用者能夠從不同的視角查看和分析交通流的狀況，這對於交通規劃和分析非常有幫助。
5. 分析報告產生：Synchro 能夠自動生成交通模擬和分析的報告，這對於交通規劃和分析的溝通和呈現非常有幫助。能夠以圖表和表格的形式，清晰地展示交通模擬和分析的結果，並提供有力的數據支持。

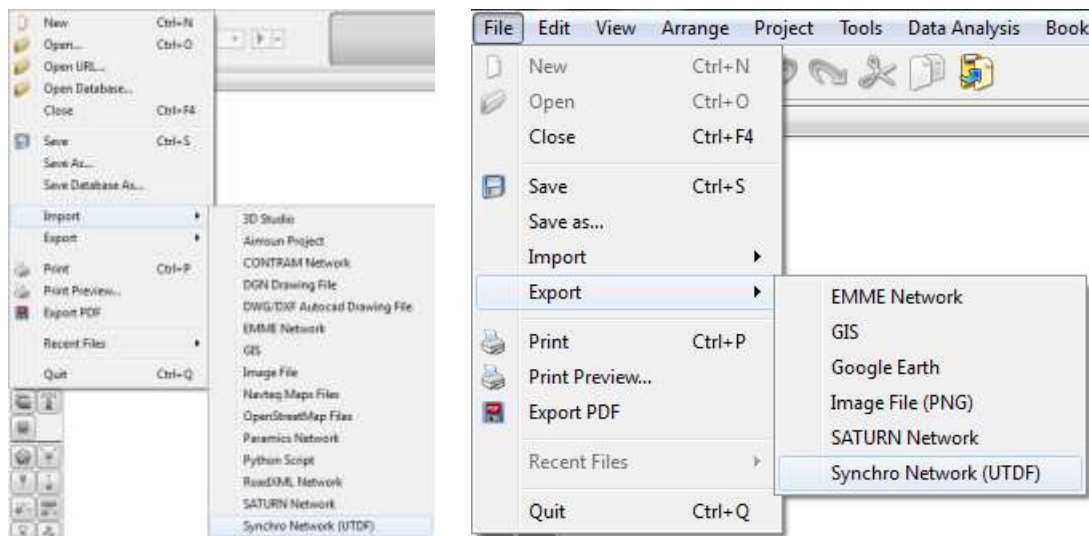
(三) 應用範疇

1. 交通流量模擬：分析模擬不同情境下之交通流量。
2. 號誌最佳化：分析和最佳化號誌時制計畫。
3. 路口/段運作效率分析：分析號誌化/非號誌化路口及路段的交通流量和運作效率。

(四) 考量運具類型：汽車、卡車、公共汽車、行人。

(五) 自定義與編程靈活性：Synchro 提供部分自定義模擬參數和編程的功能，特別是在號誌最佳化方面。其 Scenario Manager 和全球 Bing Map 功能提供了一些自定義的可能性，但在編程能力方面與 SUMO 和 VISSIM 相比則較不全面。

(六) 資料導入/導出能力：Synchro 提供一個導入工具能夠從 UTDF (Universal Traffic Data Format) 格式的 CSV 文件中讀取號誌時制和道路幾何資訊，並將其導入到 Aimsun 模型中，或從中創建一個新的 Aimsun 路網模型。此外，同樣也提供一個導出工具，能夠將 Aimsun 路網和號誌時制導出到 Synchro 路網。此外，Synchr 還支援從 MicroStation、Revit 和 Navisworks 導出，並將文件導入 SYNCHRO 4D Pro。



資料來源：Aimsun Next Documentation[17]

圖 2.2.5 Synchro – Importer / Exporter

- (七) 使用者操作友善性：Synchro 以友好的使用者介面聞名，具有直觀的界面和多種學習資源。由於屬於一款以巨觀分析為特點的軟體，主要是針對需要進行號誌時制設計的使用者，因此對於有交通工程背景的使用者，其學習曲線也相對較緩。
- (八) 軟體使用成本：Synchro 有提供免費試用版，也有提供兩種定價版本，價格範圍從 129 美元至 189 美元。此外，官方網站上提供索取客製報價的選項，暗示可能有更高的價格或其他成本。
- (九) 社群支援性：Synchro 並未有明顯的社群支援或論壇，但官方網站上有詳細的使用者指南和相關教學，提供技術支援和學習資源，以協助用戶理解軟體的功能和應用。[18]

四、TSIS-CORSIM

CORSIM（Corridor Simulation）是由美國交通部（U.S. Department of Transportation）下屬的聯邦公路管理局（Federal Highway Administration, FHWA）所開發，目前由佛羅里達大學的 McTrans 中心負責維護和發佈。是一款微觀交通模擬軟體，能夠模擬市區街道、高速公路和綜合路網，包括交通路段、交織區、分匯流區和路口等。

(一) 模擬架構：微觀

(二) 功能說明

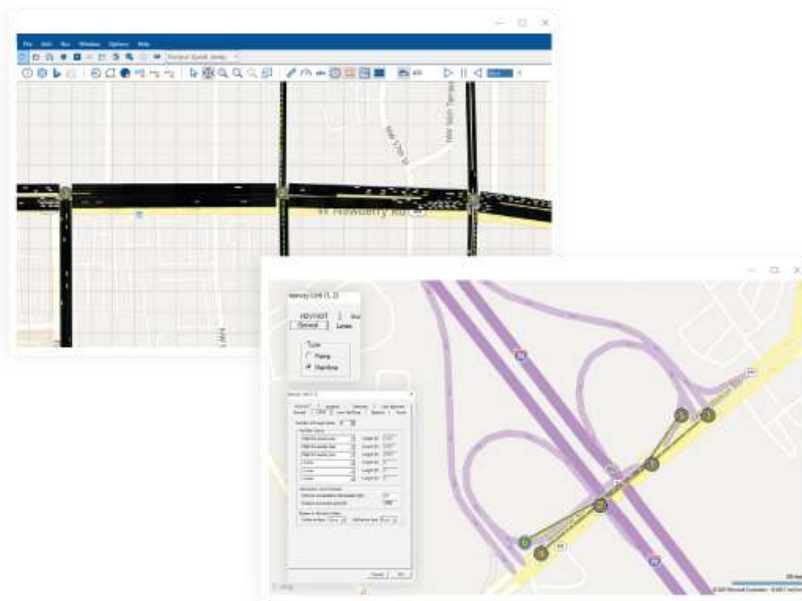
1. 微觀交通模擬：CORSIM 可模擬個別車輛的行為及其之間的交互作用，並

以小的時間步(timestep)進行模擬。

2. 交通控制系統模擬：能夠模擬號誌和其他交通控制系統的影響。
3. 複雜交通路網模擬：CORSIM 能夠模擬從簡單到半複雜的設施、路網及其交互作用，包括城市街道網格、多高速公路和城市街道網的交互作用等。

(三) 應用範疇：

1. 城市街道網模擬：CORSIM 能夠模擬城市中路網，包括各種動態交通流。可協助規劃者理解和分析交通流如何在路網中流動，並評估不同的交通控制策略對路網交通性能的影響。
2. 壅塞空間和時間效應分析：通過模擬，可分析壅塞如何隨時間和空間的變化而變化，並評估不同的交通管理策略對減緩壅塞的效果。
3. 高速公路與城市路網的交互作用：CORSIM 可以模擬高速公路和城市路網之間的交互作用，包括交通流如何在這些不同類型的道路之間轉移，以及這些交互作用如何影響交通流的效率，如圖 2.2.6。



資料來源：McTrans Center[19]

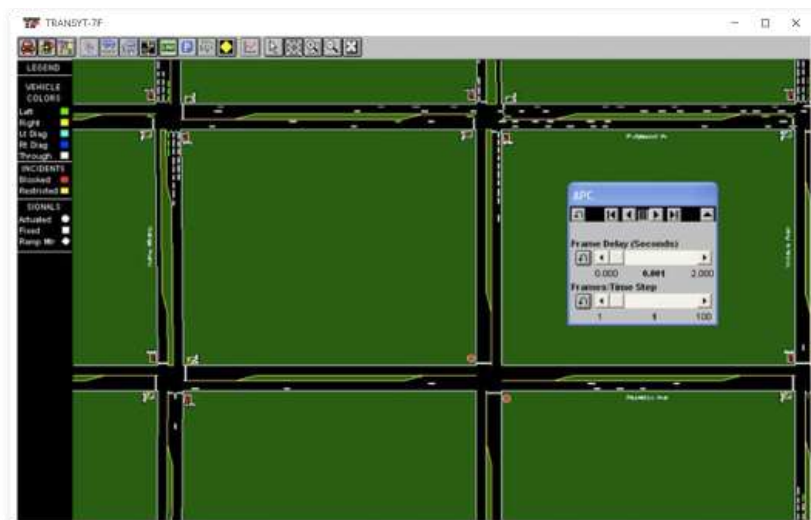
圖 2.2.6 CORSIM - 高速公路和城市路網之間的相互作用模擬

4. 替代路口設計分析：透過 CORSIM 可以模擬和分析不同路口設計的效能，以找出最適合特定交通流和道路條件的路口設計。
5. 旅運需求規劃工具：CORSIM 提供了一系列的工具來估計和分析交通需求，包括 OD 矩陣估計和動態交通分配 (DTA)，這些工具能夠幫助規劃者理解交通流的需求並作出相應的交通規劃。

(四) 考量運具類型：汽車、卡車、公共汽車

(五) 自定義與編程靈活性：由於 CORSIM 是一款微觀交通模擬軟體，因此提供了一套程式語言，讓使用者能夠編寫模擬腳本，以滿足特定的模擬需求。透過編程，使用者可以更精確地控制模擬的每個環節，並能創建更符合實際交通情況的模型。此外，CORSIM 的資料和模型可以與其他交通分析軟體（如 TRANSYT-7F 和 HCS 算法）進行整合，但這需要一定的程式編寫能力，以確保不同軟體之間的資料準確傳遞和功能協同。CORSIM 在自定義和編程能力方面提供基本的支援，使使用者能夠根據特定的需求進行模擬。然而，相比於一些其他交通模擬軟件，CORSIM 可能在這方面的功能並不是非常強大或全面。例如，VISSIM 提供更多的自定義和編程能力，包括 API 接口和與 MATLAB 的整合等。

(六) 資料導入/導出能力：CORSIM 在資料導入和導出能力方面有一些基本的支援。CORSIM 的最新版本已經改善 Bing Maps 的使用性，並提供更詳細的多次運行使用者介面等特點。此外，與 TRANSYT-7F 的整合能夠通過開啟存在的 TIN 檔案和*.XUS 檔案，來導入 CORSIM 資料。TransModeler 軟件也能從 CORSIM 和 SimTraffic 導入模擬資料，並管理多個情境的輸入檔案。此外，由於 CORSIM 與 TRANSYT-7F 和其他第三方產品的整合，可以推斷其至少支援某些基本的資料導入和導出功能。例如，可能可以通過 TRANSYT-7F 或 Highway Capacity Software（HCS）自動生成 CORSIM 的輸入檔案。



資料來源：McTrans Center[20]

圖 2.2.7 CORSIM - TRANSYT-7F 匯入檔案

- (七) 使用者操作友善性：CORSIM 是透過其 TSIS (Traffic Software Integrated System) 界面來提供使用者操作環境。透過 TSIS 界面，使用者可以進行路網設計、交通流模擬以及號誌控制等多項功能，操作風格與 Synchro 較類似，但又缺少像 SYNCHRO 那樣的直觀號誌控制設計工具。
- (八) 軟體使用成本：商業單辦公室年訂閱版為 800 美元；學術版 (10 個座位教室) 年訂閱為 800 美元；學術版 (30 個座位教室) 年訂閱為 900 美元；學術版 (60 個座位教室) 年訂閱為 1,000 美元。此外，微觀模擬基礎培訓為 400 美元。[21]
- (九) 社群支援性：CORSIM 的社群支援並不如 VISSIM 那樣活躍。官方網站上有一個支援頁面，提供了聯絡方式，但似乎沒有明顯的社群論壇或活躍的開發和使用者社群來提供技術支援和分享經驗。然而，官方提供了一些培訓和教育資源，以協助使用者瞭解如何使用 CORSIM。

2.3 綜合探討

從前述兩個小節針對 HTSS 模式及國內外常見之交通模擬系統回顧，茲將各模擬模式之內容彙整如表 2.3.1 所示，可發現 SUMO (Simulation of Urban MObility) 由德國航空太空中心 (DLR) 開發，是一款支持微觀、中觀和巨觀模擬的多功能交通模擬軟體。主要用於大型路網的微觀和連續交通模擬，涵蓋交通推估、號誌評估、路線選擇、車輛通訊系統研究以及多模式交通模擬等多個方面。支持的運具類型包括汽車、卡車、公共汽車、自行車、行人及自定義類型。SUMO 提供高度的自定義和編程功能，並擁有強大的資料導入/導出能力。雖然使用者友善性稍低，學習曲線較陡峭。而作為一款開源且免費的軟體，在社群支援方面表現中等。

VISSIM 由 PTV Group 開發，是一款專注於微觀交通模擬的商業軟體。在大型路網微觀和連續交通模擬方面表現出色，適用於道路功能分類及分析、公共運輸營運分析、交通模式整合模擬、號誌時制評估以及疏散模擬等應用，並提供 3D 視覺化功能。VISSIM 支持多種運具類型，包括汽車、卡車、公共汽車、電車、自行車、機車、行人、人力車和自定義類型。這款軟體提供中至高程度的自定義和編程能力，並有中至高的資料導入/導出功能。使用者友善性方面，VISSIM 的學習曲線屬於中等，使用成本偏高，但在社群支援方面表現良好。SYNCHRO 由 Trafficware 開發，是一款專注於巨觀交通模擬的商業軟體。主要功能是號誌最佳化，適用於交通流量模擬、路口/段運作效率分析等領域。支持的運具類型包括汽車、卡車、公共汽車和行人。SYNCHRO 在自定義和編程方面表現偏低，資料導入/導出能力也偏低，但學習曲線相對緩和，使用起來較為友好。

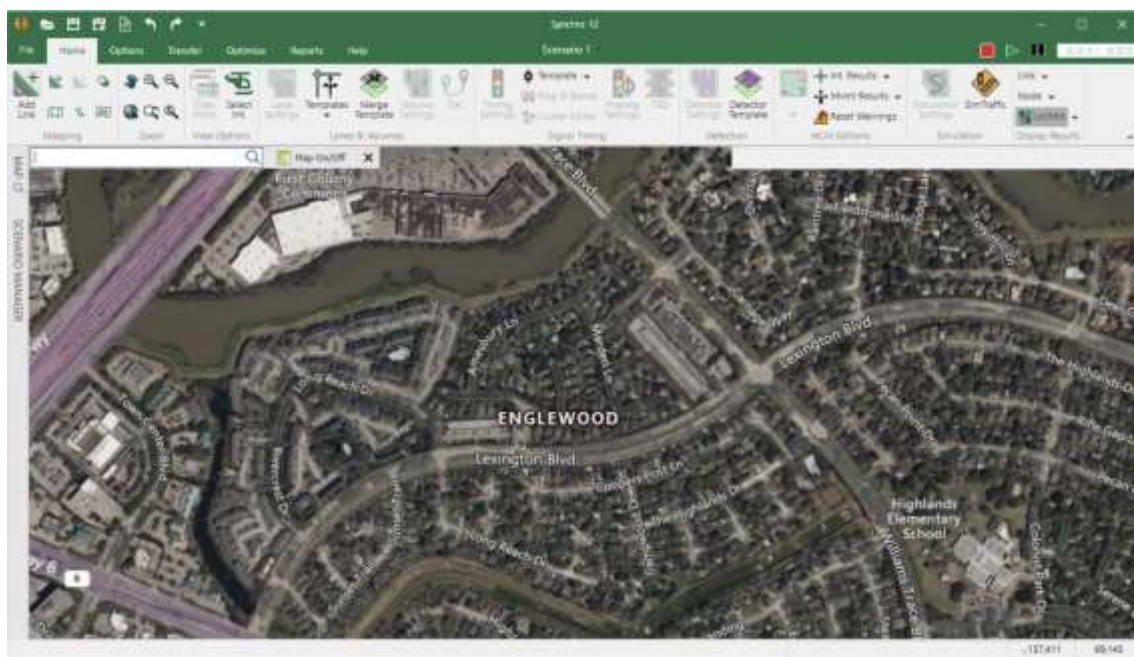
作為商業軟體，其成本屬於中等水平，並且擁有中等的社群支援性。CORSIM 由 FHWA 開發，是一款主要用於微觀交通模擬的商業軟體。專長於模擬大型路網的微觀和連續交通流動，並廣泛應用於城市街道路網模擬、壅塞空間和時間效應分析，以及多高速公路與城市路網的交互作用等領域。CORSIM 支持汽車、卡車和公共汽車等運具類型，並提供中等水平的自定義與編程功能，以及中至高的資料導入/導出能力。具有中等至緩和的學習曲線，使得新用戶相對容易上手。作為一款商業軟體，CORSIM 的成本介於中等至偏高之間，同時提供中等程度的社群支援。

從前述軟體綜合比較結果可彙總出下列重點，作為後續規劃公路交通系統模擬（HTSS）模式之參考。

- 一、HTSS 模擬模式主要係做為臺灣公路容量手冊中有關號誌化路口、幹道等章節內容服務水準評估之輔助分析工具，與 VISSIM、SUMO 等商業版模擬軟體針對各項交通策略所扮演之功能不同，惟後續在規劃過程中亦可考量與相關軟體整合之可能性。
- 二、目前在多數交通模擬軟體之輸入介面大都採用視覺化之輸入介面，甚至如圖 2.3.1 所示之跟電子地圖結合方式，以簡化輸入作業，提升路網建置準確性，故未來規劃建置新一代 HTSS 模式時可參考常見之資料輸入作業，特別是路網建立時之作業介面親和性，提升使用者之便利性。

表 2.3-1 現行交通模擬軟體彙整比較表

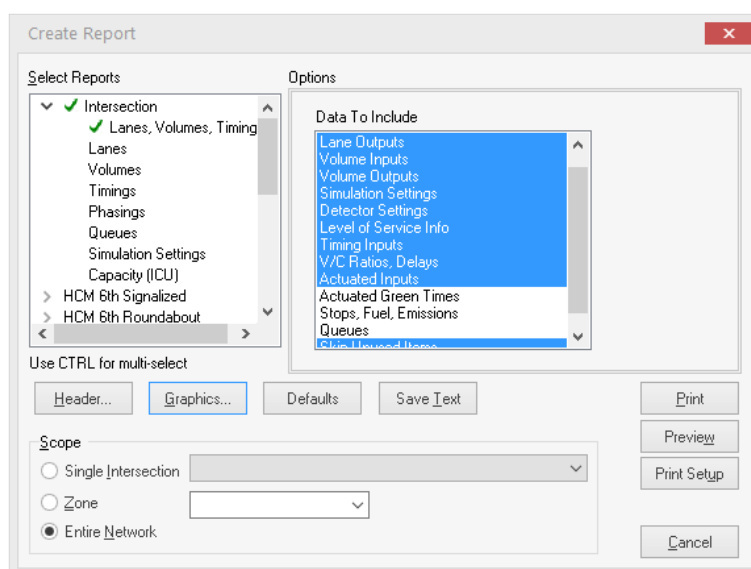
項目	SUMO	VISSIM	SYNCHRO	CORSIM	HTSS
開發者	DLR	PTV Group	Trafficware	FHWA	本所
模擬架構	微觀、中觀、巨觀	微觀	巨觀	微觀	微觀
特色功能	微觀和連續交通模擬	微觀和連續交通模擬	號誌最佳化	微觀和連續交通模擬	容量及績效評估
應用範疇	<ul style="list-style-type: none"> ● 交通推估 ● 號誌評估 ● 路線選擇 ● 車輛通訊系統研究 ● 多模式交通模擬 	<ul style="list-style-type: none"> ● 道路功能分類及分析 ● 公共運輸營運分析 ● 交通模式整合模擬 ● 號誌時制評估 ● 疏散模擬 ● 3D 視覺化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 交通流量模擬 ● 號誌最佳化 ● 路口/段運作效率分析 	<ul style="list-style-type: none"> ● 城市街道道路網模擬 ● 壅塞空間和時間效應分析 ● 多高速公路與城市路網的交互作用 ● 替代路口設計分析 ● 旅運需求規劃工具 	<ul style="list-style-type: none"> ● 模擬號誌化路口及其相關之路段 ● 績效評估(平均每車之停等延滯、平均每車之總延滯、平均每週期最長停車隊長度，及各路段之平均旅行速率)
	汽車、卡車、公共汽車、自行車、行人、自定義車輛	汽車、卡車、公共汽車、電車、自行車、機車、行人、人力車、自定義車輛	汽車、卡車、公共汽車、行人	汽車、卡車、公共汽車	汽車、卡車、公共汽車、機車
	高	中至高	偏低	中	偏低
	高	中至高	偏低	中至高	偏低
	學習曲線陡峭	學習曲線中等	學習曲線緩和	學習曲線中等至緩和	學習曲線中等
成本	開源軟體/免費	商業軟體/偏高	商業軟體/中等	商業軟體/中等至偏高	開源軟體/免費
社群支援性	中等	良好	中等	中等	中等



資料來源：Synchro Studio 12 User Guide [22]

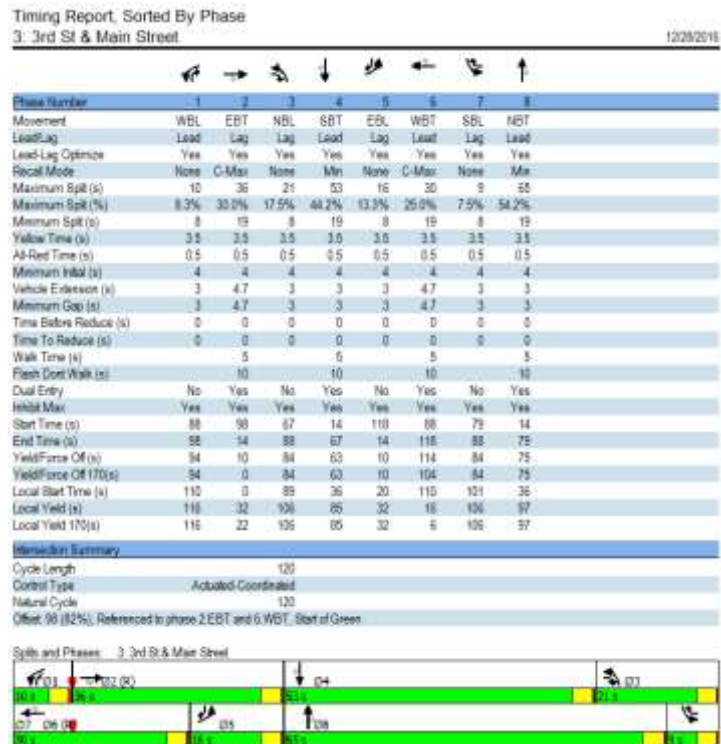
圖 2.3.1 交通模擬軟體結合電子地圖之輸入方式示意圖

三、目前 HTSS 之模擬結果輸出仍採傳統之文字報表呈現方式，目前常見之交通模擬軟體大都採用如圖 2.3.2、圖 2.3.3 視覺化或是具共享功能之輸出方式，以便於與其他商用軟體進行資料之共享，故未來亦應針對目前 HTSS 模式之輸出方式進行檢討。



資料來源：Synchro Studio 12 User Guide [22]

圖 2.3.2 交通模擬軟體視覺化輸出方式示意圖（1/2）



資料來源：Synchro Studio 12 User Guide [22]

圖 2.3.3 交通模擬軟體視覺化輸出方式示意圖 (2/2)

四、視覺化呈現已為各項軟體呈現分析結果之趨勢，為增加交通模擬過程之可視化，許多交通模擬軟體均提供車流移動之動態過程，甚至採用如圖 2.3.4 之 3D 方式呈現車輛移動過程，增加交通模擬之仿真程度。未來在規劃新一代 HTSS 模式時亦可視使用者之意見，評估是否納入視覺化之呈現方式。



資料來源：Synchro Studio 12 User Guide [22]

圖 2.3.4 交通模擬軟體模擬過程 3D 視覺化呈現示意圖

第三章 功能需求探討歷程

本章主要在說明新一代 HTSS 模式功能需求之規劃歷程，而此新一代 HTSS 系統將透過整合更多先進的技術和方法，提供更精確、全面的公路容量和服務水準分析，以支援城市交通規劃和管理的決策制定，故在第一節將說明在實際操作 HTSS 模式後，從使用者角度主觀提出可能存在之問題；其次再分別利用問卷調查及舉辦座談會方式，分別從廣度及深度方式客觀地蒐集使用者意見後，歸納出進行新一代 HTSS 模式在開發規劃時應掌握之原則。

3.1 現行 HTSS 模式使用課題

本計畫在實際蒐集 HTSS 模擬模式後，藉由實際的安裝及使用，分別從系統安裝層面及系統使用層面，主觀地提出使用上之實際使用感想，為能較為客觀地彙整使用課題，故測試人員有實際使用 VISSIM、Synchro、SUMO 等軟體之經驗，茲就不同層面之測試結果說明如下：

一、系統安裝層面

HTSS 可分為二種形式呈現，包括文字介面及視窗操作介面。文字介面是以命令提示字元（執行檔）配合記事本型式（使用者輸入介面）來執行，所以使用者只要下載執行檔的壓縮檔解壓縮即可。而視窗介面版是在本所專屬網站選擇 HTSS 功能，雙擊執行檔即可開始安裝。就應用環境面、模擬條件說明現行 HTSS 與其他軟體進行比較說明如下：

- (一) 應用環境面：命令提示字元版本可適用於 Windows 的任何版本，而 Synchro 和 SUMO 需要選擇作業系統版本（32 或 64 位元），可見 HTSS 系統的包容性。
- (二) 模擬條件面：HTSS（文字介面版及視窗版）與 VISSIM、Synchro 軟體安裝完畢即可執行，而 SUMO 是需要在 Windows 的環境參數中新增 SUMO 執行的路徑設定，才可以執行系統。

二、系統使用層面

在系統使用層面，由於 HTSS 之輸入方式有兩種，分別為如圖 3.1.1（a）所示之文字輸入方式及如圖 3.1.1（b）之對話式路網輸入方式，而 Synchro 及 SUMO 則

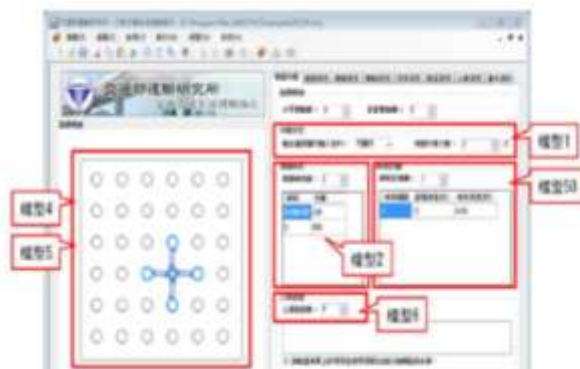
可配合現行常用的 GIS 地圖來建構路網。從 (a) 圖可以看出使用者需要引入模擬路網所需要的檔型，使用此軟體需要高度交通專業知識。而視窗版 (圖 b) 改善了文字介面版的問題，利用對話框方式，讓使用者在建置路網的過程中，能夠輕鬆的建置路網，不用考慮需要加入路網重要參數，例如車道類型、方向性等。而 SUMO (圖 c) 及 Synchro (圖 d) 可以透過自行利用拖拉方式來建置路網，亦可配合地圖來建置路網，更能夠真實地還原欲模擬的路網情況。

```

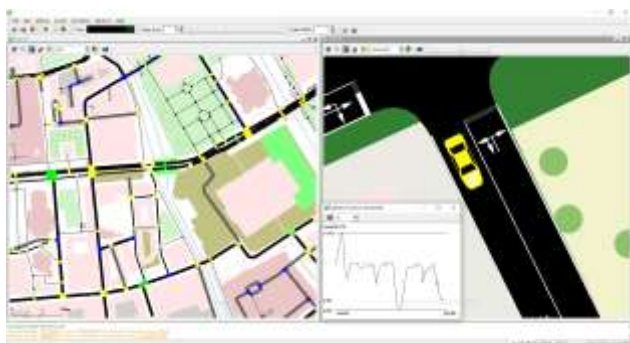
5555 0 simulation controls, # runs, # periods, Warmup/next period, scan,
seed,
2 2 800 2100 0.5 491321
5555 1 read type 1 data, upstream node, down stream node, etc.
1 610 1 1 NO 3 3.5 0.0 0 1.2 0.0 1.0 FREE
2 1 2 1 NO 3 3.5 0.0 0 1.2 0.0 1.0 FREE
3 2 611 1 NO 3 3.5 0.0 0 1.2 0.0 1.0 FREE
4 611 2 1 NO 3 3.5 0.0 0 1.2 0.0 1.0 FREE
5 2 1 1 NO 3 3.5 0.0 0 1.2 0.0 1.0 FREE
6 1 610 1 NO 3 3.5 0.0 0 1.2 0.0 1.0 FREE

```

(a) HTSS 命令提示字元版



(b) HTSS 視窗版



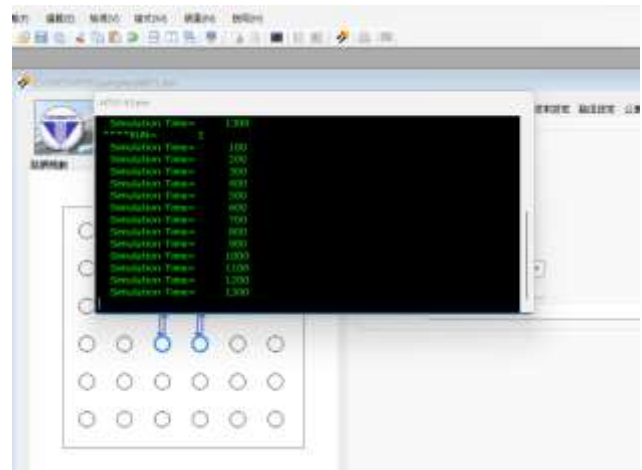
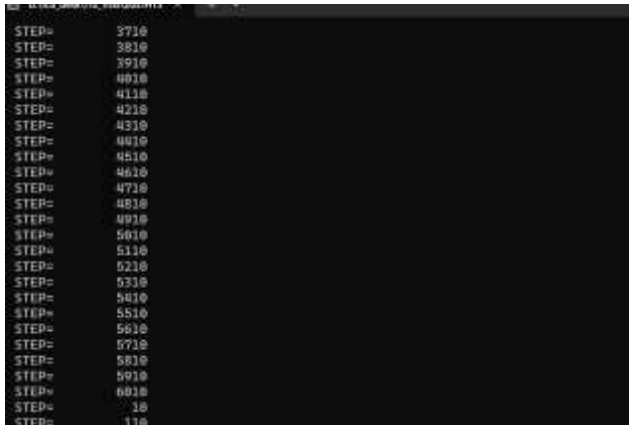
(c) SUMO



(d) Synchro

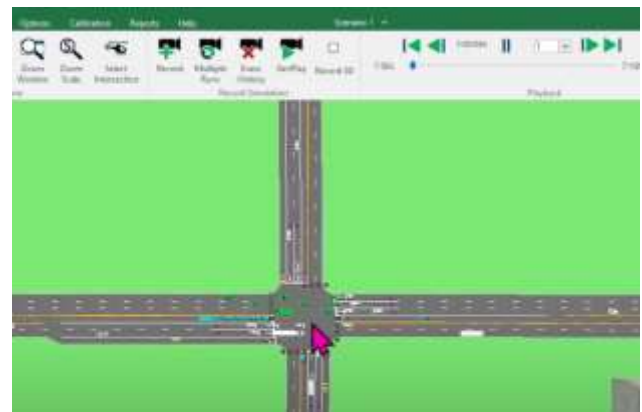
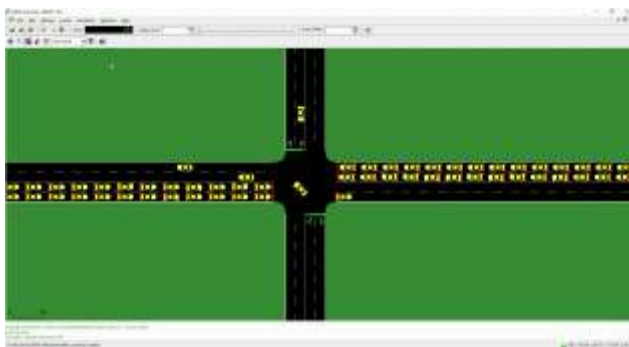
圖 3.1.1 不同車流模擬軟體輸入介面方式

當建置路網完成後，HTSS 命令提示字元版執行檔會直接讀取 htss.txt 檔並開始執行，以命令提示字元顯示實際模擬情況 (圖 3.1.2 a)。視窗版的 HTSS 亦是以命令提示字元方式來顯示實際模擬情況 (圖 3.1.2 b)。而 SUMO 及 Synchro 則可透過 GUI 的型式，來呈現模擬車流的情況 (圖 3.1.2 c 和 d)。



(a) HTSS 命令提示字元版

(b) HTSS 視窗版模擬過程



(c) SUMO

(d) Synchro

圖 3.1.2 不同車流模擬軟體執行情況

最後在模擬完畢所輸出模擬結果，HTSS 命令提示字元版會以*.txt 的方式輸出。HTSS 視窗版則是以*.pdf 型式輸出，亦可輸出*.csv 檔(由功能列「模式」選擇輸出結果 csv 檔)；SUMO 則是可以*.xml 的型式輸出，而 Synchro 則可以轉換成 CORSIM、TRANSYT-7F 與 HCS 等軟體的格式檔案，各車流模擬軟體其輸出畫面如圖 3.1.3 所示。

```

***** Output*****
*****
      ERRORS and Cautions, if any
*****
Caution: Detectors on link=      1
          should be at least 3.9583333E-02 km from
          upstream end of link for accurate      detection
          Revise Type 95 data
Caution: Detectors on link=      2
          should be at least 3.9583333E-02 km from
          upstream end of link for accurate      detection
          Revise Type 95 data

*****NOTATIONS*****

Vehicle Types:
1 = small vehicle
2 = motorcycle
3 = bus (including urban transit bus)
4 = single-unit heavy truck
5 = semi-trailer truck
6 = full-trailer truck

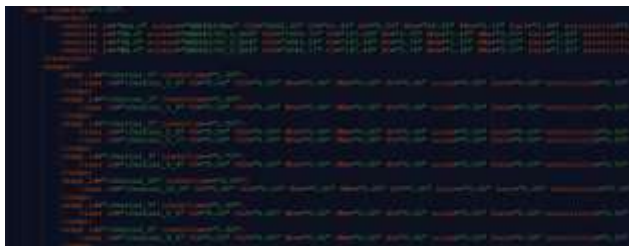
gasoline density: 0.71~0.77 kg/l

```

(a) HTSS 命令提示字元版

車類	車道	車道寬度 (m)	車道長度 (m)	車道坡度 (%)	車道坡度 (%)	車道坡度 (%)	車道坡度 (%)	車道坡度 (%)
1	1	3.0	10	0	0	0	0	0
1	2	3.0	10	0	0	0	0	0
1	3	3.0	10	0	0	0	0	0
1	4	3.0	10	0	0	0	0	0
1	5	3.0	10	0	0	0	0	0
1	6	3.0	10	0	0	0	0	0
1	7	3.0	10	0	0	0	0	0
1	8	3.0	10	0	0	0	0	0
1	9	3.0	10	0	0	0	0	0
1	10	3.0	10	0	0	0	0	0
1	11	3.0	10	0	0	0	0	0
1	12	3.0	10	0	0	0	0	0
1	13	3.0	10	0	0	0	0	0
1	14	3.0	10	0	0	0	0	0
1	15	3.0	10	0	0	0	0	0
1	16	3.0	10	0	0	0	0	0
1	17	3.0	10	0	0	0	0	0
1	18	3.0	10	0	0	0	0	0
1	19	3.0	10	0	0	0	0	0
1	20	3.0	10	0	0	0	0	0
1	21	3.0	10	0	0	0	0	0
1	22	3.0	10	0	0	0	0	0
1	23	3.0	10	0	0	0	0	0
1	24	3.0	10	0	0	0	0	0
1	25	3.0	10	0	0	0	0	0
1	26	3.0	10	0	0	0	0	0
1	27	3.0	10	0	0	0	0	0
1	28	3.0	10	0	0	0	0	0
1	29	3.0	10	0	0	0	0	0
1	30	3.0	10	0	0	0	0	0
1	31	3.0	10	0	0	0	0	0
1	32	3.0	10	0	0	0	0	0
1	33	3.0	10	0	0	0	0	0
1	34	3.0	10	0	0	0	0	0
1	35	3.0	10	0	0	0	0	0
1	36	3.0	10	0	0	0	0	0
1	37	3.0	10	0	0	0	0	0
1	38	3.0	10	0	0	0	0	0
1	39	3.0	10	0	0	0	0	0
1	40	3.0	10	0	0	0	0	0
1	41	3.0	10	0	0	0	0	0
1	42	3.0	10	0	0	0	0	0
1	43	3.0	10	0	0	0	0	0
1	44	3.0	10	0	0	0	0	0
1	45	3.0	10	0	0	0	0	0
1	46	3.0	10	0	0	0	0	0
1	47	3.0	10	0	0	0	0	0
1	48	3.0	10	0	0	0	0	0
1	49	3.0	10	0	0	0	0	0
1	50	3.0	10	0	0	0	0	0
1	51	3.0	10	0	0	0	0	0
1	52	3.0	10	0	0	0	0	0
1	53	3.0	10	0	0	0	0	0
1	54	3.0	10	0	0	0	0	0
1	55	3.0	10	0	0	0	0	0
1	56	3.0	10	0	0	0	0	0
1	57	3.0	10	0	0	0	0	0
1	58	3.0	10	0	0	0	0	0
1	59	3.0	10	0	0	0	0	0
1	60	3.0	10	0	0	0	0	0
1	61	3.0	10	0	0	0	0	0
1	62	3.0	10	0	0	0	0	0
1	63	3.0	10	0	0	0	0	0
1	64	3.0	10	0	0	0	0	0
1	65	3.0	10	0	0	0	0	0
1	66	3.0	10	0	0	0	0	0
1	67	3.0	10	0	0	0	0	0
1	68	3.0	10	0	0	0	0	0
1	69	3.0	10	0	0	0	0	0
1	70	3.0	10	0	0	0	0	0
1	71	3.0	10	0	0	0	0	0
1	72	3.0	10	0	0	0	0	0
1	73	3.0	10	0	0	0	0	0
1	74	3.0	10	0	0	0	0	0
1	75	3.0	10	0	0	0	0	0
1	76	3.0	10	0	0	0	0	0
1	77	3.0	10	0	0	0	0	0
1	78	3.0	10	0	0	0	0	0
1	79	3.0	10	0	0	0	0	0
1	80	3.0	10	0	0	0	0	0
1	81	3.0	10	0	0	0	0	0
1	82	3.0	10	0	0	0	0	0
1	83	3.0	10	0	0	0	0	0
1	84	3.0	10	0	0	0	0	0
1	85	3.0	10	0	0	0	0	0
1	86	3.0	10	0	0	0	0	0
1	87	3.0	10	0	0	0	0	0
1	88	3.0	10	0	0	0	0	0
1	89	3.0	10	0	0	0	0	0
1	90	3.0	10	0	0	0	0	0
1	91	3.0	10	0	0	0	0	0
1	92	3.0	10	0	0	0	0	0
1	93	3.0	10	0	0	0	0	0
1	94	3.0	10	0	0	0	0	0
1	95	3.0	10	0	0	0	0	0
1	96	3.0	10	0	0	0	0	0
1	97	3.0	10	0	0	0	0	0
1	98	3.0	10	0	0	0	0	0
1	99	3.0	10	0	0	0	0	0
1	100	3.0	10	0	0	0	0	0

(b) HTSS 視窗版



(c) SUMO 使用教學

Parameter	1	2	3	4	5	6	7	8
Opposing Right Turn Influence	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Gap veh/h	321	1180	528	330	1250	428	363	1180
HCM Platoon Ratio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Prop Arrive On Green	0.05	0.35	0.35	0.05	0.35	0.35	0.05	0.35
Ln Grp Delay, s/veh	25.8	22.5	20.1	25.4	22.2	23.8	21.1	21.0
Ln Grp LOS	C	C	C	C	C	C	C	C
Approach Vol, veh/h	815	895	895	895	895	895	895	895
Approach Delay, s/veh	22.9	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2
Approach LOS	C	C	C	C	C	C	C	C
Timer	1	2	3	4	5	6	7	8
Assigned Pts	1	2	3	4	5	6	7	8
Gen No.	1.1	2.5	1.1	3.0	1.1	3.0	1.1	4.0
Pro Duration (G+Y+R), s	9.0	34.0	5.0	34.0	9.0	34.0	5.0	34.0
Change Period (Y+R), s	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Max Green (Green), s	5.0	30.0	4.0	30.0	5.0	30.0	4.0	30.0
Max Allot Headway (MHR), s	3.7	4.7	3.7	4.7	3.7	4.7	3.7	4.7
Max Q Clear (p, c), s	6.4	10.8	6.0	12.7	7.0	11.4	6.0	12.3
Green Ext Time (g, sl), s	0.0	3.1	0.0	3.3	0.0	3.3	0.0	4.0
Prob of Pro Call (p, c)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Prob of Max Out (p, c)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(d) Synchro Tutorial

資料來源：SIMO 使用教學、Synchro Tutorial [23,24]

圖 3.1.3 不同車流模擬軟體執行結果呈現

此外，在測試過程中發現之問題如下：

- (一) 在資料輸入階段，輸入之參數設定相對繁瑣，輸入過程需要對於分析路網之基本特性有程度之瞭解，相較於目前其他軟體大都與電子地圖結合，如圖 3.1.1 (d) 即為 Synchro 軟體以 google 電子地圖為底圖所建構路網畫面。
- (二) 使用者設定參數過程中，如果出現使用者設定錯誤，HTSS 命令提示字元版無法得知那邊出錯，直到開始進到核心運算執行時，才會透過 error.txt 得知錯誤訊息，透過輸出顯示錯誤檔型，再對照相對檔型進行修正。而命令提示字元版

則是會在使用者建置過程中，會以警示對話視窗說明使用者參數設定錯誤位置。

- (三) 在系統執行過程中，HTSS 系統不管是命令提示字元版或是視窗模擬版，僅能用命令提示字元程式（圖 3.1.3 a & b），以文字的形式來顯示目前系統模擬的情況，無法如 SUMO 或是 Synchro 等模擬軟體，同步呈現如圖 3.1.3 c & d 所示之車輛移動過程，或是加快/放慢系統模擬速度，讓使用者瞭解系統運行情況。
- (四) 在績效指標（Measures of Effectiveness, MOEs）產出階段，目前 HTSS 僅能進行車流的模擬，無法像其他的車流模擬軟體可以進行號誌時制設計、動態交通指派、客流預測、土地使用預測、空氣品質估算等常見的與車流模型相關的功能。因為影響車流的因素眾多，單一功能的模擬系統會降低使用者使用軟體的意願。
- (五) 由於路網構建為一相當耗時之作業，目前之 HTSS（視窗版）並無備份機制，若在構建過程中因故中斷，將對使用者造成極大之困擾。此外，如果需要模擬的範圍是一個區域，甚至大到以縣市道路路網建構，不會以單人進行路網建置作業，如何整併多人各別建置路網的成果，是在進行系統開發時，一個重要的考量點。
- (六) 最後在成果輸出的部分，現行 HTSS 的命令提示字元版本及視窗版，均以文字形式呈現，要移植至其他車流模擬系統進行其他功能（如號誌時制設計）就需要再將成果整理成該車流模擬軟體適配的格式，會讓整體作業時間拉長，造成使用者的不便。

3.2 系統需求調查分析

公路交通系統模擬（HTSS）模式為交通主管機關或交通專業工程師評估交通設施容量或服務水準評估之專業模擬軟體，故在使用族群上有其獨特性，為了解該使用族群對於 HTSS 之使用經驗，本計畫透過問卷調查方式針對培育交通工程專業人才的學術機構、交通工程顧問公司或交通技師事務所廣發問卷，問卷發放方式除發放給專家個人外，也透過中華民國交通工程技師公會發放給所屬的 110 餘位會員，問卷發放期間為民國 112 年 5 月至 6 月。

問卷內容設計除受訪者之個人基本變項外，主要區分為三大構面，第一部分為使用者之對於交通模擬及 HTSS 之使用經驗；第二部分為使用者目前在 HTSS 使用過程中之

問題與對策；第三部分則為受訪者對於交通模擬軟體功能之期待，完整之問卷內容請參閱附件二。

本次問卷總計發放 120 份，回收問卷數為 25 份，其中以有效問卷為 22 份。主要係因 HTSS 模式功能及使用對象之專業性，故回收率僅有約 20%。後續茲就問卷調查結果加以說明。

一、個人基本變項

在 25 位受訪者中，總計有 2 位在學術機構服務、20 位任職於私人企業，分別佔 9.1%及 91.9%；工作年資之分布圖如圖所示，從圖中資料可發現在 10 年以上者高達 10 人；5-10 年的受訪者也有 6 人，且畢業於交通運輸領域之受訪者有 21 位，顯示受訪者均為具相當資歷之交通專業人士。

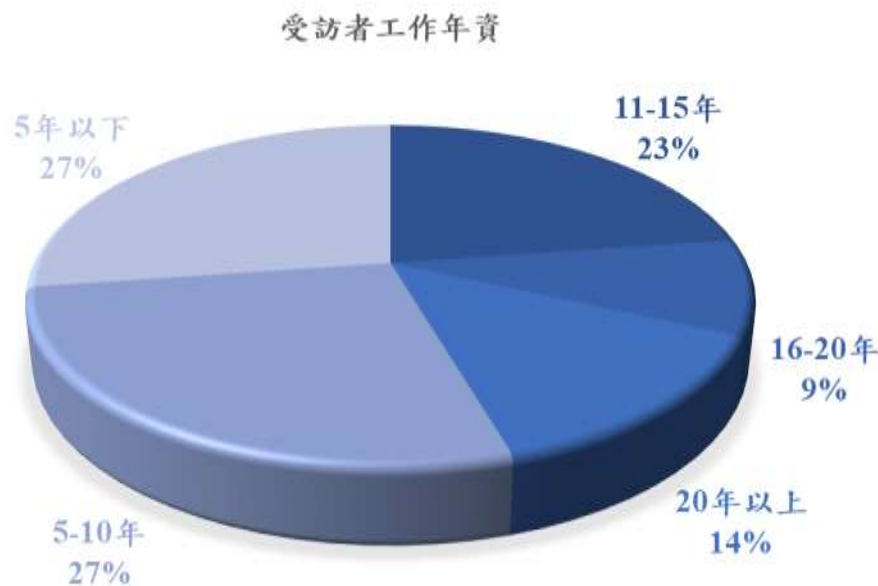


圖 3.2.1 受訪者工作年資分布圖

受訪者中曾經使用交通模擬分析軟體之人數為 19 人，顯示受訪者除為資歷豐富之交通工程專業人員，亦有高達 86.4%之受訪者均有使用過交通模擬分析軟體，對於本計畫所調查構面之看法應能具代表性。

二、HTSS 模式使用經驗

有關 HTSS 模式之相關題項中，在 22 位受訪者中有高達 20 位有聽過 HTSS 模式，比例高達 90.9%；但若進一步詢問有無使用過 HTSS 時，則發現僅有 6 人使用過該模擬模式，僅占全體受訪者之 27.2%，顯示雖然多數受訪者有聽過 HTSS 模擬模式，但有真正使用經驗者卻相對較少。

若從使用過 HTSS 模擬模式之 6 位使用者之使用原因加以分析，則可發現有 4 位使用者係基於執行專案計畫需要；另有 2 位係因為教學或學術研究需要，表示在目前臺灣有交通專業系所的六所大學（包括國立臺灣大學、國立陽明交通大學、國立成功大學、國立海洋大學、逢甲大學和淡江大學）中至少有三分之一的學校有教授該軟體；但在業界之使用情形則相對較低。此外，本計畫進一步針對 6 位使用者利用 HTSS 模擬模式之使用目的進行分析，該分析採複選方式進行填答之結果如圖 3.2.2 所示，其中以進行「道路服務水準評估」之人數最多，總計有 6 人次，其次依序為：「交通特性分析」的 4 人次和「交通流量分析」的 3 人次；「交通工程設計」、「交通改善措施評估」和「交通影響評估」則均為 2 人次。

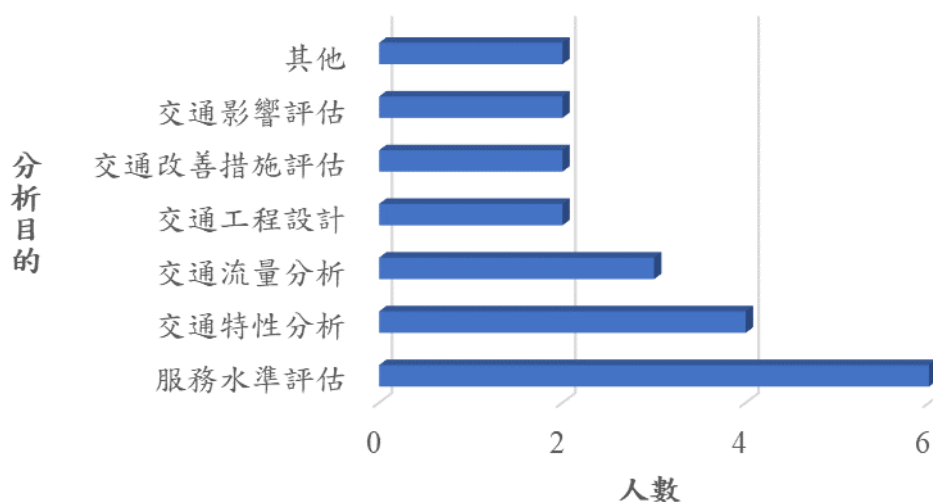


圖 3.2.2 使用 HTSS 模擬模式分析目的

三、HTSS 模式使用問題

由於在 HTSS 的使用經驗問卷調查中，僅有 6 位受訪者使用過 HTSS 模擬模式，故在本階段之分析僅能針對 6 個樣本進行分析。受訪者在使用過程中遭遇之問題，採複選方式進行填答之結果如圖 3.2.3 所示，其中以進行「資料輸入項目繁雜」之人數最多，總計有 5 人次，其次依序為：「資料輸入不友善」和「資料輸出格式不友善」的 4 人次；「操作介面不友善」的 3 人及「資料共享不易」的 2 人次。顯示目前使用過 HTSS 的使用中有相當程度受訪者認為在資料輸入界面和輸出格式的易讀性方面均有改善之空間。

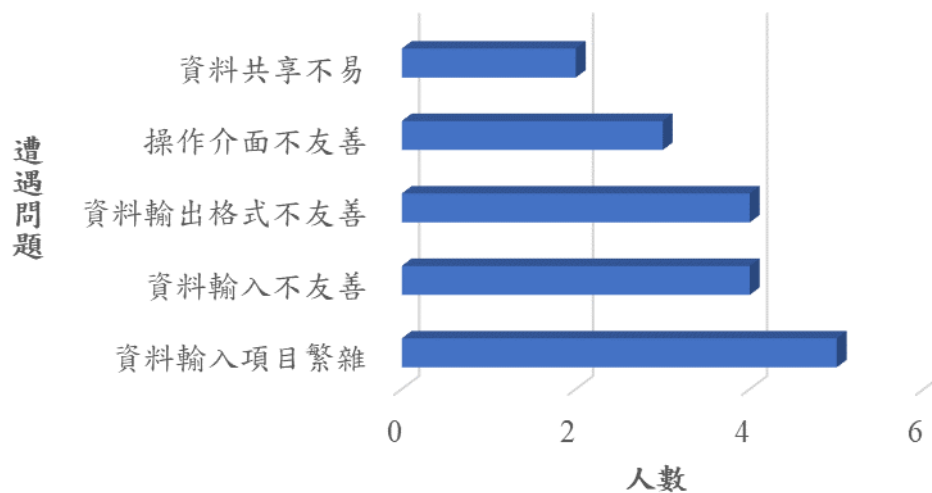


圖 3.2.3 使用 HTSS 模擬模式遭遇問題統計圖

四、對交通模擬軟體之期待

第三個構面主要針對受訪者對於交通模擬軟體之期待，此部分之調查並不侷限於使用過 HTSS 模擬模式之受訪者，故總計分析之問卷份數有 22 份，首先針對期望之軟體使用介面呈現方式，其調查結果如圖 3.2.4 所示，其中有 54.6% 的受訪者仍舊偏好傳統的單機版電腦操作介面；40.9% 的使用者希望是採用網頁介面方式呈現。顯示有超過一半的受訪者仍認為應該採取單機版之電腦操作介面方式加以呈現。

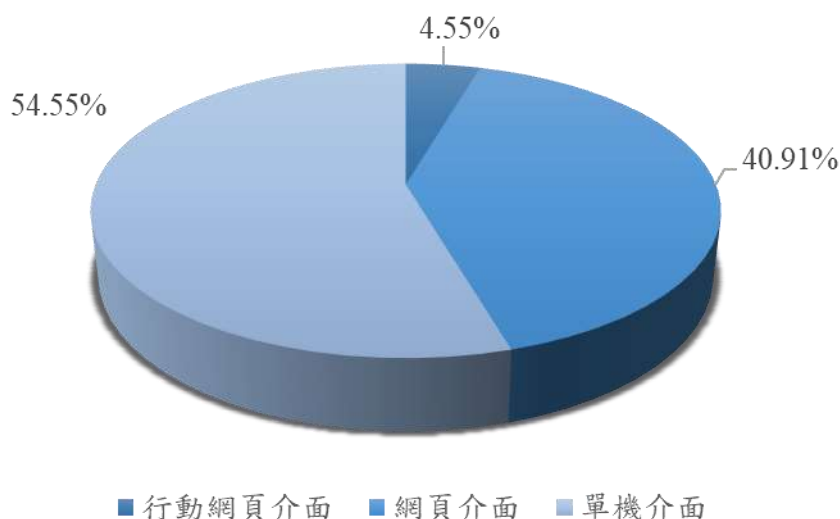


圖 3.2.4 軟體使用介面呈現方式統計圖

另針對受訪者對於 HTSS 模擬模式之期望功能進行分析，經採複選方式進行填答之結果如圖 3.2.5 所示，其中以希望有「地圖呈現」功能之人數最多，總計有 17 人次，其次依序為：「時制計畫的設計」的 16 人次、「資料庫共享與分享」的 14 人次、「與其他程式相容」的 13 人次、「自動產生控制策略」的 12 人次、「交通環境背景資料提供」的 11 人次及「道路設計」的 10 人次。若進一步針對期望功能進行歸納彙整，其中「地圖呈現」與「交通環境背景資料提供」可歸納為資料輸入介面的改善；「資料庫共享與分享」與「與其他程式相容」則為 HTSS 模擬模式與其他軟體的整合應用；「時制計畫的設計」、「自動產生控制策略」及「道路設計」則為最佳化策略的產出或評估。

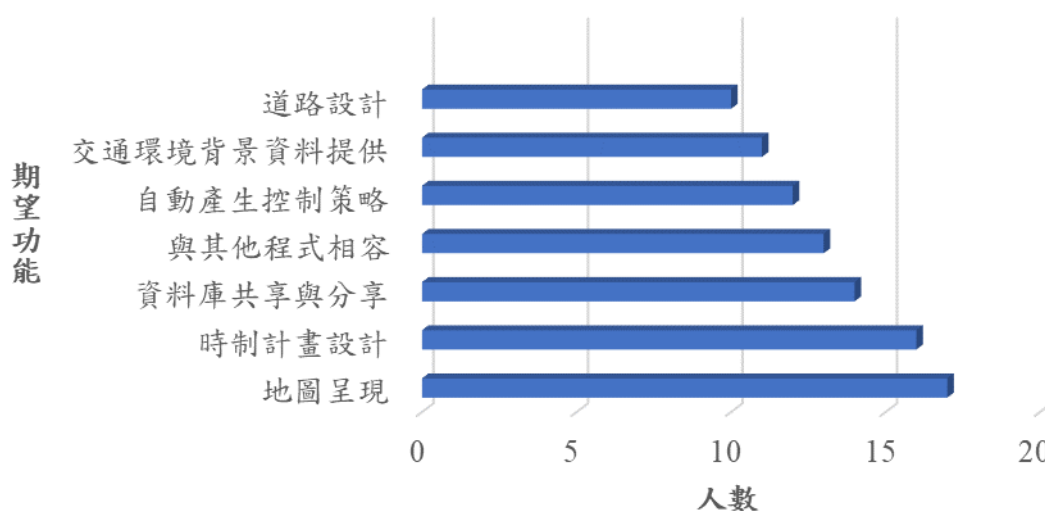


圖 3.2.5 受訪者對 HTSS 模擬模式期望功能統計圖

3.3 需求座談會

在完成需求問卷調查後，本計畫為能更深入了解使用者對於 HTSS 模擬模式之使用經驗，彌補問卷無法雙通向溝通之不足，特於民國 112 年 6 月 27 日下午於本所召開「公路交通系統模擬 (HTSS) 模式開發需求座談會」，邀請專家學者針對目前 HTSS 模式版本之使用問題及初步之規劃構想提出討論，並透過雙向之互動了解與會專家學者對建構新一代 HTSS 模式之看法。

該座談會出席之專家學者，包括：國立陽明交通大學黃家耀教授、逢甲大學林子煒教授、亞聯工程顧問股份有限公司楊金華總經理，另有台灣世曦工程顧問股份有限公司、

易緯工程顧問股份有限公司及鼎漢國際工程顧問股份有限公司等專業交通工程領域專家參與討論，該座談會之會議剪影如圖 3.3.1 所示。



圖 3.3.1 需求座談會之會議剪影

本次座談會經由研究團隊之引言分享後，與會專家學者均踴躍發言，針對新一代 HTSS 之規劃提出相當多寶貴之建言，完整之會議紀錄與出席人員名單請參閱附件三。茲就座談會之重要結論彙整說明如下：

- 一、鑒於各國交通環境之差異，發展一套完整之公路容量手冊與分析工具，不論對學術界或是實務運作上均有高度之期待。期望未來本所能在既有基礎上持續發展符合臺灣特性之評估模式，或針對既有模式之各項參數進行更完整之校估。
- 二、HTSS 模擬模式為公路容量分析中相當重要之輔助分析工具，但由於輸入介面的繁瑣，造成實務機構人員在使用上的不便，降低使用意願。與會者一致認為 HTSS 模擬模式輸入介面的調整為改版中最需迫切解決之問題，特別在路網建構上更是使用過程中最大的瓶頸，希望未來能結合電子地圖（如 Google map），提升建構路網之速度與便利性。此外，考量路網建構之複雜性，建議未來能建立多人共構路網機制，讓一組人員可透過協作方式建立路網，提升作業效率。
- 三、在 HTSS 模擬模式之輸出報表中，希望能夠有更容易解讀之呈現方式，方便交通工程師進行各項評估作業的進行。
- 四、鑒於目前對淨零永續議題的重視，希望在新版 HTSS 模擬模式中亦能納入相關績效指標的呈現。
- 五、部分與會者對於 HTSS 模式並不熟悉，且不知道該模式所能提供功能，故建議未來應加強宣導並舉辦教育訓練。

另，在座談會中同時請與會專家學者針對未來在新一代 HTSS 模擬模式開發過程中最期待之開發順序進行評估，評估結果發現專家學者最期待之項目依序如下：

- 一、地圖化之輸入介面：主要是路網的建構為 HTSS 模式輸入作業中最耗費人時之作業，故與會者均希望能夠透過電子地圖的整合，簡化作業程序。
- 二、車流動態模擬功能：由於 HTSS 模式目前僅有量化報表的呈現，與目前市面上常用的商用模擬軟體可同時呈現車輛運動狀態，甚至採 3D 動畫方式呈現，故與會者亦希望未來 HTSS 能夠具備類似之動態模擬功能。
- 三、多元分析功能的擴充：由於目前 HTSS 模式係定位在 THCM 之輔助分析工具，係以服務水準評估為主要目標。但與會者在實務工作中可能面臨車流或人流預測、號誌時制計畫產製等決策等級之需求，故未來 HTSS 模式在改版過程中應預留系統之功能擴充彈性，或與其他決策層級分析軟體共用資料之可能性。
- 四、輸出報表之調整：目前 HTSS 輸出係採文字報表方式呈現，在解讀上較為不易，故與會者希望未來能有更系統化、視覺化之輸出結果呈現方式，提升易讀性。
- 五、空氣品質績效指標之產製：鑒於近年來世界各國均對環境永續議題有高度之關切性，在實務工作上常被委託單位要求同時產製空氣品質之相關績效指標，故與會者亦希望未來在 HTSS 模式中除提供交通類型之績效指標外，能同時提供空氣品質類型之績效指標。

3.4 綜合探討

經由前述對 HTSS 模擬模式之實際作經驗、需求問卷調查及需求座談會等廣度及深度之綜合探討，可發現輸入與輸出介面的親和性為目前最為人詬病之議題，此外潛在使用者對於系統功能指標的擴充、其他分析軟體的相容性及在使用 HTSS 模式過程中遭遇困難之輔助資訊等問題，本計畫認為未來在規劃或開發新一代公路交通系統模擬（HTSS）模式過程中應符合下列之原則：

- 一、確保核心分析邏輯正確性：由於新一代 HTSS 模擬模式的開發主要係針對目前以 Fortran 程式語言為核心之既有模式進行構建，既有之 HTSS 模式已經過多年研究之驗證與使用，具有相當公信力，故在開發新一代 HTSS 過程中必須確保核心分析邏輯的正確性。
- 二、確保輸入資訊介面親和性：不論從本計畫實際測試結果，或是問卷及座談會所蒐集之使用者意見，均發現目前 HTSS 輸入介面的親和性為新一代系統中最需調整改善之處，使用者普遍認為目前之輸入介面較為繁瑣，特別是在模擬路網建構更是使用

上之瓶頸所在，故在開發新一代 HTSS 過程中必須確保輸入介面具有高度之親和性，藉由視覺化之輸入模式，甚至結合電子地圖，提升使用者之使用意願，降低使用門檻。

- 三、確保輸出報表介面易讀性：目前 HTSS 模式之輸出透過文字報表方式呈現，故在需求探討過程中，使用者皆希望能夠增加分析結果的呈現方式可以更視覺化，甚至透過動畫方式呈現車輛的運動過程，故在開發新一代 HTSS 過程中必須確保輸出報表介面之易讀性，讓使用者可以清楚了解模式之分析結果。
- 四、確保輸入輸出資料共享性：由於 HTSS 為臺灣公路容量手冊之輔助分析工具，主要在進行道路設施之服務水準評估，故交通專業工程師在進行專案過程中可能需整合號誌最佳化等決策分析軟體或 Excel 等資料分析工具進行分析，故期待模式之輸入與輸出資料能夠與其他軟體間可以交換或分享，以降低重複作業之頻率，故在開發新一代 HTSS 過程中可考慮採 JSON (JavaScript Object Notation) 格式的輸入或輸出格式，使資料能夠更容易地交換，以確保輸出報表介面之共享性，提升使用者在不同分析工具間使用之便利性。
- 五、確保問題解決資訊充分性：由於 HTSS 模式具有高度之專業性，且操作過程所需輸入之資料繁多，故從使用者之意見回饋中，希望除簡化操作步驟外，亦能具備友善的錯誤提示或是提供各種解決可能錯誤訊息之輔助 (Help) 功能，故在開發新一代 HTSS 過程中必須確保問題解決資訊之充分性，讓使用者在使用過程中，遭遇各項問題時可以獲得充分之協助。
- 六、確保系統執行過程可靠性：由於目前 HTSS 並沒有自動備份功能，在需求調查過程中，亦有部分使用者反映曾經在建立複雜路網資料過程中因為停電等外在因素導致功虧一簣的情形，故在開發新一代 HTSS 過程中可納入資料自動化備份功能，以確保系統執行過程中之可靠性，不致因為外在因素的影響，減少不必要的作業時間。
- 七、確保系統功能指標擴充性：由於 THCM 在持續精進發展的過程中，HTSS 可能亦會持續增加系統功能，且各項績效指標亦可能因為分析目的多元化而擴充，如油耗或空污構面之績效指標即為近幾年日益重視節能減碳概念時被關注之指標。故在開發新一代 HTSS 過程中可採模組化之設計概念，確保系統功能或績效指標之擴充性。

第四章 模式架構與功能設計

HTSS 模式的核心在於車輛運動模式的模擬，屬於微觀的交通模擬軟體，但就現有使用者操作 HTSS 功能下反應操作介面不友善為最急需改善之項目，且因考量國內外交通軟體參數之差異，導致分析結果與實際情況有一定的差異下，亦也希望可以透過新一代的系統開發能加以調整優化，並額外增加交通特性調查分析、交通流量調查分析、交通服務水準等相關資料，用以做為模擬前後之績效差異比較，亦可增加使用者廣度。此外，在新一代 HTSS 系統模型使用更先進的模擬技術，以更真實地模擬車流、交叉口操作、行人流動等，這有助於更準確地評估公路容量，支援多種交通模式，包括私人汽車、大眾運輸、自行車和步行等，以更全面地理解整體交通系統的運作，並提供直觀的可視化工具，幫助規劃者和決策者更容易理解模型輸出，並制定相應的改進和優化策略。

故考量上述原因，本章節於 4.1 節先探討現行模式架構，檢視當時開發時之語法與環境至現在之適宜性，建議後續系統架構及功能規劃上所需納入之方向，4.2 節、4.3 節則依循 4.1 節所提出之納入方向逐步探討新一代系統應有之架構規劃與功能規劃項目，就架構規劃先考慮開發工具、開發方式等不同比較項目提出較適方案，建立本案系統之定位，研擬系統架構規劃，再向下確認現有細部功能需配合後續模組化發展，重新盤整後提出一新功能架構，該架構中也同時提出初期及未來發展規劃內容，可供後續模式開發規劃及本計畫中就高速公路基本路段模式開發之參考。

4.1 現行模式架構探討

公路交通系統模擬（HTSS）模式以 Compaq Visual Fortran 語言開發，目前最新版本（2021HTSS）約有 150 多個子程式，共超過 3 萬行程式碼，並納入手稿流程圖共 566 頁，共有路網建立、車輛產生、車流行為模擬、模擬資料蒐集及整合等四大核心模組。輸入介面分為二種形式呈現，包括 HTSS 以命令提示字元*.txt 輸入及臺灣公路容量分析軟體(THCS)於公路交通系統模擬模式子軟體開發之視窗操作介面兩種。就輸出而言，HTSS 以*.txt 的方式輸出，視窗版則是以*.pdf 型式輸出，亦可輸出*.csv 檔，若使用者需要再加以應用時，則需另外將文字檔內容進行轉換符合其他模擬軟體使用，實為耗時費力。

另參考國外交通模擬系統，如：SUMO 則使用開源的交通模擬框架，其開發之程式

語言為 C++ 和 Python，其模擬引擎採用 C++，Python 則用以編寫模擬場景的配置腳本；PTV VISSIM、TransModeler 此兩種交通模擬軟體則使用 C++ 和 .NET 框架，反觀國內的 HTSS 採用非主流之 Fortran 77 電腦程式語言開發，過去曾嘗試以 Python 之 F2PY 轉換未成功，且 Compaq Visual Fortran Compiler 版本過舊不適用現版之作業系統，僅可編譯 2021HTSS 程式碼，有編譯器兼容性問題，對於現在資訊發展快速的環境，以及實務模擬操作上均已無法滿足。

HTSS 使用之編譯語言 Fortran (Formula Translation)，最初設計用於科學和工程計算上，當時利用 Fortran 開發具有一些優點，但也有部分限制，本計畫探究 Fortran 之優點與限制，並思考如何使用其他開發語言工具可將現行系統優化呈現，以作為後續研發新一代模擬系統之參考。

一、優點

- (一) 高效能之數據計算：因 Fortran 發展主要著重於科學和工程領域中，在處理大量數據和複雜計算時具有較為強大之效能，HTSS 系統則需要透過不同的模擬參數模組輸入與設定下極需要此高效能之運算。
- (二) 豐富的數學庫：Fortran 擁有豐富的數學和科學數學資料庫，如 LAPACK (線性代數軟體套件) 和 BLAS (基本線性代數子程式庫)，可提供高性能的線性代數和數值分析工具作為背景運算使用。
- (三) 高性能計算：Fortran 廣泛用於高性能計算 (HPC) 領域，HPC 系統需要高帶寬的數據通信、強大的存儲設施和高效的數值算法，可以提供比傳統桌面計算機更高的處理能力，以處理大數據集、模擬物理現象、執行複雜的數值分析和優化問題，以及進行其他需要高計算能力的任務。
- (四) 面向科學計算：Fortran 的語法和功能設計用於解決科學計算中的數學和物理問題，對於專業性操作上 Fortran 可能更易於使用。
- (五) 支援老舊代碼：因 Fortran 主要長期應用於科學和工程領域中，許多老代碼使用 Fortran 編寫，它支援向後兼容性，現有代碼可以繼續運行，無需進行大規模重寫，但就之前研究及資訊發展進度來看現行僅可編譯 2021HTSS 程式碼。
- (六) 陣列操作：就後端程式撰寫上，其具有處理多維數組和矩陣時之強大能力，可提供直觀且高效的陣列操作。

二、限制

- (一) 複雜的語法：Fortran 名稱取自「FORmula TRANslator」(公式翻譯器) 於 1954 年由 IBM 約翰·巴科斯等人所發明，Fortran 有很多版本，每個都增加擴充卻

在很大程度上保持與前面版本的相容性後續版本下增加支援，包括：結構化程式和基於字元資料的處理（FORTRAN 77，現行 HTSS 系統所採用之方式），陣列程式、模組化程式和泛型程式（Fortran 90），高效能 Fortran（Fortran 95），物件導向程式設計（Fortran 2003），並行計算（Fortran 2008）和天然的平行計算能力（Coarray Fortran 2008/2018）等等，但 HTSS 採用之 FORTRAN 77 語法過於老舊不適用於現在的開發環境。

（二）發展環境：相對於一些其他現代語言（C++、Java、Python...等），Fortran 發展環境較小，相比於一些其他語言支援和資源較少。

設計一套交通模擬軟體為一個複雜的任務，需要考慮多個因素以確保模擬的準確性和有效性，茲列出後續於系統架構及功能規劃上所需納入考量之方向：

一、後端支援服務

（一）數據收集與資料源：確保有足夠的實際交通數據，以作為模擬的基礎，包括道路流量、交通號誌、事故記錄、道路設施和其他相關訊息，需確保數據的質量和即時性。

（二）數據輸入與地理資訊系統（GIS）之聯動應用：使用實際交通數據和 GIS 數據來建立模型的基礎，使用 GIS 之路網數據可表示道路網絡、交通號誌、交通標誌、交通流、行人通道等，以便在模擬中可建立精確的地理環境，確保道路網路和地理環境的真實性。

二、系統功能規劃

（一）功能項目規劃：須清晰定義軟體的需求，包括模擬的範圍、目標、模型精度和性能指標。

（二）建構合適之交通流模型（包括道路路網模型）

1. 交通流模型，如微觀模型（車輛個別行為）或巨觀模型（交通流的整體特性），以確保模擬的真實性和準確性。

2. 道路網絡的模型，包括不同類型的道路（高速公路、市區道路、郊區公路等）以及道路之間的連接關係。

（三）數據分析：提供工具和方法來分析模擬結果，以評估交通改進和政策決策的效益。

三、各項交通模擬規劃

（一）交通號誌控制模擬：模擬交通號誌的操作，包括綠燈、紅燈、黃燈和行人通行的狀況，以確保正確的交通流動。

- (二) 事故模擬：考慮模擬交通事故和應急情況，以評估應對策略和交通管理的效益。此處之模擬功能可用以未來交通模擬規劃之延伸應用參考，而本案中則不考量納入此功能。
- (三) 車輛行為模擬：模擬車輛的行為，包括加速、減速、變換車道、轉彎、停車等。以模擬車輛之間的互動和交通流。
- (四) 行人和自行車模擬：後續逐步發展下，考量模擬行人和自行車在道路網絡上的行為，包括行人穿越道路和自行車道的使用。
- (五) 納入交通管理策略：考慮各種交通管理策略，如交通號誌優化、道路擴建、交通管制和路側停車管理，並模擬其效果。

四、系統介面規劃

- (一) 提供友善的使用者介面：建立友善使用者介面，以設置模擬參數、啟動模擬、查看結果和報告產出。
- (二) 視覺化可視工具：開發直觀的可視化工具，以幫助使用者理解模擬結果，通過圖表、圖形和動畫來呈現交通情況。

五、系統資訊安全規劃

- (一) 網路安全（資安）性：保護模擬軟體的安全性，以防止未經授權的訪問和數據洩漏。
- (二) 留意系統開發合法及資料共享安全性：確保軟體遵守法律法規，尤其是關於數據隱私和使用的相關法律。

六、其他：提供完善的教育訓練，以確保使用者能夠有效地使用和解釋模擬工具。

4.2 架構規劃

在本計畫的需求調查中，團隊對於交通模擬系統的功能和性能進行深入了解，包括高速公路基本路段功能、車輛移動模擬、路段分析功能等，亦如 4.1 節中所述歸納出後端支援服務、系統功能規劃、各項交通模擬規劃、系統介面規劃、系統資訊安全規劃、其他等方向，本小節則依照其方向針對系統架構規劃構思進行說明。功能部分則於 4.3 節進行闡述言之。

一、開發工具評估

(一) 系統開發方式選擇

1. 開發語法選擇

就目前 HTSS 開發所用之 Fortran 語言，與現在系統常用之其他三種語

言包括 C++、Java、Python 進行比較，用以評估新一代 HTSS 系統應用何種開發語法較為適合，原則上 Fortran 適合科學計算，C++ 適合性能要求高的應用，Java 適合企業級應用和跨平台開發，Python 則適合快速原型開發和數據分析。每種語言都有其獨特的優點和局限性，故需要根據具體情況選擇適合的語言，茲將四種開發語言針對其特性進行比較如表 4.2-1 所示：

表 4.2-1 新一代 HTSS 系統之開發語言特性比較

特性	Fortran	C++	Java	Python
用途	1. 科學計算 2. 數值分析	通用應用程式開發	1. 大型應用 2. 企業級應用 3. Web 開發 4. Android 開發	1. 通用應用程式開發 2. 數據分析
性能	高性能	高性能	相對較慢的性能	相對較慢的性能
語法	相對簡單	相對複雜	相對簡單	簡單和清晰
面向	數值計算領域	通用應用程式開發	1. 企業級 2. 移動應用開發	1. 通用應用程式開發 2. 數據分析
應用範圍	應用領域小	1. 豐富的標準庫 2. 第三方支援	應用領域大	1. 豐富的標準庫 2. 第三方支援
學習曲線	相對低	相對高	中等	非常低

2. 而就單機版、網路版兩種不同開發情境，分析其優點與限制考量，彙整如表 4.2-2 所示，再對照表 4.2-1 之比較可發現其中 Python 是一種非常適合用於開發單機版軟體的語言。再考量新一代 HTSS 採用 Python 開發之情境比較，如表 4.2-1 所示，Python 是一種廣泛使用且活躍發展的語言，擁有強大的開源社群，並經常推出新的功能和函式庫，能夠輕鬆地整合其他語言，這使得系統能夠跟隨新技術的發展保持競爭力，但版本變更時的程式差異很大，且通常比低階語言（如 C++）執行速度慢，這在某些計算密集型應用中可能是一個問題，可能導致在多核處理器上無法充分發揮性能，在此階段本計畫先以 Python 作為試作系統開發所用，後續需再針對維運方式進行進一步思考與規劃。

表 4.2-2 單機版或網路版開發之優點與限制比較

服務介面	優點	限制
單機版	<ol style="list-style-type: none"> 1. 容易安裝：安裝較網路版簡單，不須網路連結或伺服器設置。 2. 高性能運作：不受網路影響，本機運作快。 3. 高隱私性：不須與外部連結，可提供更高的隱私保護。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 故障導致中斷：受軟、硬體故障影響，可能會導致系統中斷 2. 限制：運作效能可能受限於硬體資源，如 CPU、記憶體和存儲容量 3. 缺乏協作：無法實現多人協作或遠端連線
網路版	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遠端作業：只要有網路連接，即可進行遠端工作和多地點協作。 2. 擴展性：高擴展性，可應對使用者數量的增加或更多的工作負載。 3. 備份和恢復：具有備份和恢復功能，以確保數據安全性。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 伺服器成本：網路版軟體需要伺服器基礎設施，這可能導致更高的運維成本。 2. 複雜性高：需要考慮伺服器架構、網絡安全和數據傳輸等因。 3. 網路需求：需穩定網路連接，網絡中斷或不穩定會影響作業。

表 4.2-3 新一代 HTSS 系統採用 Python 開發之情境比較

服務介面	優點	限制
單機版	<ol style="list-style-type: none"> 1. 易學易用：具有簡單的語法和清晰的語言結構，使開發人員能夠快速開始並快速進行開發。 2. 跨平台支援：Python 是跨平台語言，可在不同操作系統上運行。 3. 豐富的資源庫和框架：擁有大量的第三方資源庫和框架，可以簡化開發過程，包括 GUI 庫、數據分析工具、圖形庫等。 4. 快速原型設計：適合快速原型設計，可用於快速驗證概念。 5. 數據處理和科學計算：在數據處理、科學計算和機器學習領域強大。 6. 支援豐富：可快速提供支援、解答問題和提供資源。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 執行速度：比低階語言（如 C++）執行速度較慢。 2. 部屬體積較大：應用程序的部署體積通常較大，需包含 Python 解釋器。 3. 有限的多核處理支援：python 的全局解釋鎖（Global Interpreter Lock, GIL）可能導致在多核處理器上無法充分發揮性能。
網路版	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提供網路連結服務：可以用於開發網頁應用、Web 服務、API 和其他需要網路連接的應用。 2. 建構互聯共享服務：可提供多使用者互動、合作及共享服務。 3. 於伺服器端開發：可應用於於伺服器端開發，包括 Web 伺服器、應用程序伺服器和數據庫伺服器。 4. 可滿足流行性的 Web 框架應用，可以快速開發安全和可維護的網站，如 Django（高量級網路框架）和 Flask（輕量級網路框架），簡化 Web 應用程式開發。 5. Web 安全：擁有安全性相對較高的 Web 框架和工具，有助於保護應用程序免受安全威脅。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 性能限制：在高度並行或高負載情況下，Python 可能不如某些低階語言（如 C）快。 2. 網路連接和安全性考慮：開發網路版軟體需要考慮網路連接、安全性和身份驗證，這可能增加複雜性，且需加強安全防護，以防止未經授權的訪問或數據外洩。

3. 資料庫比較與選用

PostgreSQL 和 MySQL 是目前流行的關聯型資料庫管理系統 (RDBMS)，它們在許多方面都有相似之處，但也存在一些關鍵區別。需進一步確認本系統導入之優勢，俾利於後續延續性系統開發與擴充，茲就兩種資料庫進行比較，並摘要彙整如表 4.2-4 所示。

(1) 開源性

- A. PostgreSQL：PostgreSQL 是一個完全開源的 RDBMS，提供了豐富的功能和擴展性，可以自定義儲存過程、觸發器和函數。
- B. MySQL：MySQL 最初是一個開源項目，但後來被 Oracle Corporation 收購。雖然 MySQL 仍然有開源版本 (MySQL Community Edition)，但也有商業版本 (MySQL Enterprise Edition)，其中包括進階功能的支持。

(2) 資料庫軟體費用

- A. PostgreSQL：使用 PostgreSQL 不需要支付費用，並且可以自由使用、修改和分發。
- B. MySQL：MySQL 的開源版本可以免費使用，但商業版本需要支付費用。

(3) 擴展性

- A. PostgreSQL：PostgreSQL 在擴展性方面非常強大，支持各種插件和擴展，並允許使用者自定義數據類型和函數。
- B. MySQL：MySQL 具有良好的擴展性，但一些進階的功能則需要使用商業版本。

(4) 數據完整性

- A. PostgreSQL：PostgreSQL 強調數據完整性和 ACID (原子性、一致性、隔離性、持久性) 事務，適合要求嚴格數據完整性的應用程序。
- B. MySQL：MySQL 雖也支持 ACID 事務，但在一些情況下可能需要額外的配置和注意事項。

(5) SQL 兼容性

- A. PostgreSQL：PostgreSQL 對 SQL 標準的支持相當嚴格，並提供許多高級 SQL 功能。

B. MySQL：MySQL 的 SQL 支持也很好，但一些特定的 SQL 語法和功能可能與標準不完全一致。

(6) 複製和集群：

A. PostgreSQL：PostgreSQL 提供了多種用於數據複製和高可用性的選項，包括流式複製和數據分區。

B. MySQL：MySQL 也提供了複製和集群選項，如主從複製和 MySQL Cluster。

(7) 性能

PostgreSQL 和 MySQL 在性能方面都有不錯的表現，但實際性能取決於許多因素，包括數據量、數據結構和配置。

表 4.2-4 新一代 HTSS 系統使用之資料庫比較

屬性	PostgreSQL	MySQL
開源性	完全開源	開源（但有商業版本）
資料庫費用	無須費用	GPLv2 或商業版本費用
擴展性	強大且可自定義	良好的擴展性，有商業選項
數據完整性	強調數據完整性和 ACID	支持 ACID 事務，需要一些配置
SQL 兼容性	嚴格的 SQL 標準支持	良好的 SQL 支持
複製和集群	提供多種選項	提供主從複製，可支援 MySQL Cluster

經評估和比較後，PostgreSQL 和 MySQL 都是優秀的關聯式資料庫管理系統；MySQL 是一個簡單易用、性能優秀的資料庫系統，而 PostgreSQL 則提供了更豐富的功能和強大的資料庫架構，綜合考慮 PostgreSQL 的優點下，新一代 HTSS 系統以 PostgreSQL 為初步的資料庫管理系統。

(二) 系統開發方式

1. 模組化設計：系統以模組化為不同功能的組件，每個組件都獨立且低耦合，可輕鬆地添加新功能或替換現有組件，而不會影響其他部分的運作。使得系統具有高度的擴展性，可以隨著需求的增長或改變而進行調整和擴充。
2. 容易擴展的資料庫設計：選用 PostgreSQL 作為資料庫管理系統，它具有優越的可擴展性和豐富的功能，能夠處理大量的數據和複雜的查詢操作。未來如果需要處理更大規模的數據，系統可以透過調整硬體資源和資料庫配置來滿足需求。
3. 路網共享：路網的建置為交通模擬軟體主要問題，每一個使用單位所建立

的路網都有所差異，要走向共享的困難度不低，但如果是建構在開放資料上的路網上，再做其他調整可提升資料共享可行性，就路網共享之議題下須考量多項因素，這些要素可能影響地圖的使用、可用性和可共享性，更會影響到後續模擬產出之視覺化呈現內容，且尚須考量此模擬之即時性之必要性，係作為事前模擬評估、事中緊急處理模擬規劃，抑或是事後實況與模擬結果之比較等目的，茲就需要考量之因素列示如下，後續多年期之開發時則可將其納入考量。

- (1) 數據可用性：需確保地圖數據是正確、最新且具有足夠的覆蓋範圍，如內政部國土測繪中心「臺灣地區交通路網數值圖資料檔」、Google MAP、國內圖資廠商之圖霸 MAP8 等，為採用商業用之圖資恐將有額外較高額之收費。
- (2) 數據更新頻率：地圖數據需定期更新，以反映新的道路、交通變化和活動。
- (3) 數據質量：地圖數據應具有高質量，包括正確的道路訊息、地理坐標和其他相關數據。
- (4) 開放數據標準：使用標準數據格式和協議，可提供後續共享或是將資料匯出後應用於其他不同應用程式中。
- (5) 許可證和版權：須符合相關的許可證和版權法律，並明確說明共享地圖的使用條款。
- (6) 隱私保護：須保障個人數據（如位置訊息），確保適當的隱私保護措施。
- (7) 互操作性：能夠與不同平臺、應用程序和設備互操作，以滿足各種使用情境。
- (8) 應用程序程式介面（API）：藉由 API 提供開發人員能用訪問及應用相關圖資數據，創立所需之應用程式。
- (9) 分辨率和視覺效果：地圖應具有足夠的分辨率，以在不同設備上呈現清晰且易於閱讀的地理訊息，而其視覺效果和標示應使地圖易於理解。
- (10) 交互性：提供互動功能，如縮放、平移、搜尋、標記位置等使用體驗。
- (11) 多平臺支援：可在不同操作系統和設備上運行，包括桌面網頁瀏覽

器、手持設備（平板、手機）等。

(12) 提供即時交通訊息：提供即時交通訊息、擁擠度、交通事件和建議的路線，做為模擬之參考建模依據。

(13) 使用者回饋與支援：使用者可相互提供地圖資訊、路況報告、新道路的添加或錯誤的更正，若遇有緊急事件時，如災害和交通事件亦可回饋至圖資上。

4. 資料共享：目前 HTSS 系統屬於單機版，所有操作都是使用者透過本機端輸入相關模擬資料，進行模擬後匯出文字檔再行利用於專案模擬上，並未考慮將此資料共享給其他業者使用，共享下可以促進訊息流通、合作和創新，但也涉及一些優缺點和限制，茲就優缺點和限制列示如表 4.2-5 所示，後續多年期之開發時則可將其納入考量。

表 4.2-5 新一代 HTSS 系統產製之資料共享優、缺點及限制比較

優點	缺點限制
<ol style="list-style-type: none">1. 促進合作和創新：促進不同實體和個體之間的合作，有助於共同解決問題、創建新應用、提供更好的服務等。2. 提高效率：允許不同機構和個體共享資料可以消除冗余，節省時間和資源，並提高效率。3. 改進決策：為政策制定者、研究人員和企業提供更全面的訊息，有助於更好地制定政策、做出決策和預測趨勢。4. 提供更好的服務：政府和企業可以通過共享資料提供更好的公共服務、客戶服務和產品。	<ol style="list-style-type: none">1. 隱私和安全風險：共享數據可能涉及隱私和安全風險，特別是當敏感訊息被共享時，必須制定適當的隱私保護和安全措施。2. 數據品質問題：共享的數據可能存在品質問題，包括錯誤、不完整性和不一致性。這可能導致錯誤的決策和分析。3. 法律和合法性：須受到法律和合規性要求的限制。4. 技術挑戰：需要解決技術挑戰，包括數據格式的互操作性、安全性、性能和擴展性。5. 所有權和控制權：關於數據所有權和控制權的問題上可能出現爭議，特別是當多個實體參與共享時。6. 成本：建立和維護數據共享平台會產生較高的成本支出。7. 數據濫用：須避免被不當使用，包括用於監控、詐騙或其他不當目的。8. 數據擁擠：過多的數據共享可能導致數據擁擠，難以有效地管理和利用。

二、系統架構構思

新一代系統中強調的是以現有服務架構為原則，進行程式架構翻新，並考量服務提供之廣度與深度，且需考慮軟體的可擴充性，以應對未來需求的增長，包括不同交通情境操作使用，故考量以下要素：

(一) 開發目標確認

1. HTSS 模式係隨著容量分析研究本土化，依據國內車流特性發展調校之微觀模擬模式，以作為臺灣公路容量手冊之輔助分析工具及研究工具，故新一代 HTSS 需完整保留原有核心模擬邏輯並確保車輛的移動依照原模擬邏輯進行，而對於各項參數及係數的設定與定義則保留可調整之彈性。
2. 市場上之交通模擬軟體均採視窗化方式輸入，且有多套軟體採視覺化方式是輸出，新一代系統可提供使用者直觀呈現做為模擬驗證參考。
3. 以考量開源的基礎下嘗試導入現行開放之 GIS 底圖數據架構，現在的 GIS 軟體以 QGIS 為開源軟體主流，也可自行開發相關的 plug-in 工具，如果 HTSS 也要採用開源設計，可透過 plug-in 開發方式，有助於未來整合性、推廣性和應用上更有其延展性。

(二) 操作介面設計需滿足系統廣度

1. 需考量上手容易度：如讓使用者建立直覺道路結構，再進行圖表分析。
2. 注重使用者需求（友善介面）：利用操作介面的設計滿足異質使用者需求，依照不同使用需求強度提供服務。
 - (1) 高強度：路網建置可利用專案管理模式提供協作。
 - (2) 中強度：導入 GIS 路網底圖，加速處理速度。
 - (3) 低強度：友善輸出入介面，提供離線服務，無須上傳成果。

(三) 模擬核心建立需滿足系統深度

1. 現有 HTSS 模式是利用 Fortran 語言建立之一微觀模擬工具，此模式將實際公路設施用一模擬路網來代表。模擬路網由節線及節點所組成，節點為兩節線交接之地點，這交接點可能代表交叉路口，也可能是為模擬方便所訂定，沒有長度之連接點，節線代表兩點之間的公路設施。HTSS 模式在每單位時間（0.5~1.0 秒）內更新每一模擬車輛之位置及速率。在 HTSS 模式之架構中可模擬的公路設施包括兩節點之間的全長車道、附屬短車道（如爬坡道、加速道、在交叉口設置之短車道）、號誌化及非號誌化路口、匝道及匝道儀控、機車兩段式待轉區、機車停等區、專用道、公車站、超車區、

封閉之車道及柵欄。模擬的車種可包括機車、小車、大客車、大貨車、半聯結車及全聯結車。

2. 強化模擬功能（模組化設計），具備完整車輛運動模式：藉由路網參數設定建構模擬環境，並透過批次執行或測試模擬結果。

3. 核心模組概念導入

依循現有 HTSS 模擬系統，重新進行檢討與盤整，考量現有 HTSS 系統為單機版，為避免對使用者在操作使用上的差異造成磨合的空間過大，暫以單機版（視窗版）以資料檔案匯入的方式作為初期開發為原則，預擬規劃共包含輸入及輸出兩部分之資料檔案，輸入包括道路設施、模擬參數、車流參數及路網結構等 4 項，輸出則包括路段交通特性、路網交通特性、車輛交通特性、能源與環境相關指標、績效評估等 5 項，所有輸入、輸出的資料亦同時先以資料檔案的方式處理，可提供給個人或是組織團體進行使用，如圖 4.2.1 所示。

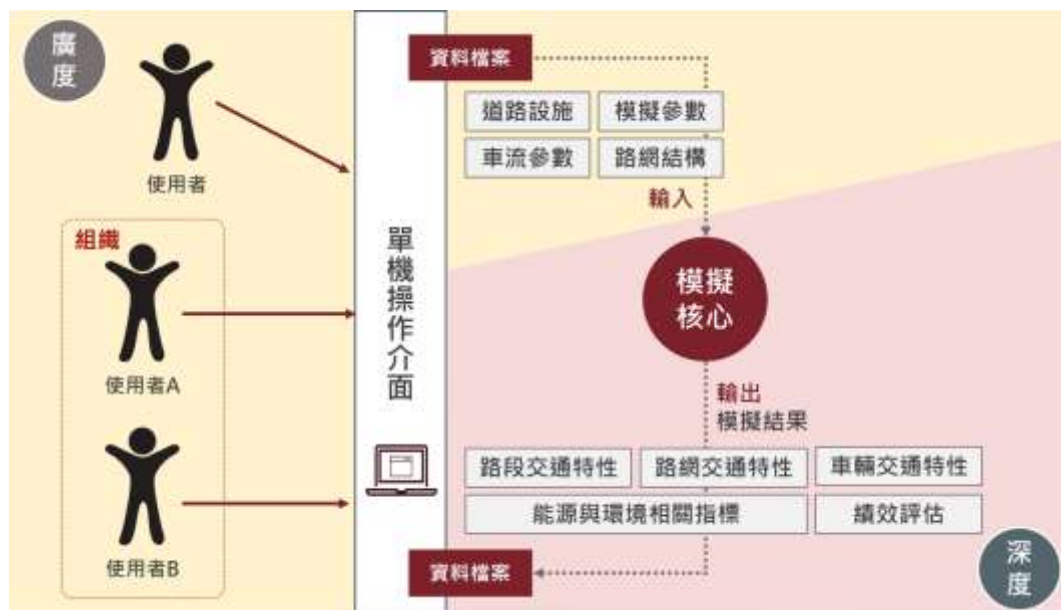


圖 4.2.1 系統架構規劃構思-現行階段

另，在 HTSS 上，模擬層為本系統之核心模組，主要負責車輛的產生、車輛行進、交通背景資料以及行前旅運決策、途中旅運決策等相關模擬運作，為了產生豐富的背景資料，模擬層的背景資料產生機制包含需求與供給兩方面：

- (1) 需求面：採用亂數生成車輛屬性，模擬不同時段下各運具的轉運特性。
- (2) 供給面：依據車輛資料和交通資訊來產生路網的結構與屬性。路網根

據不同的型態分為市區道路、郊區雙/多車道公路、高速公路以及隧道，並針對特定道路型態設定號誌，模擬真實交通情況下的路段特性。

透過 HTSS 的模擬層，創造出多樣性的交通場景，包括城市內的交通繁忙、市郊地區的通勤模式以及高速公路上的行駛，且模擬層中的車輛行進機制使得車輛能夠根據初始路徑在不同的路段中行駛，同時根據系統給予的速度屬性進行移動。在途中，車輛將根據獲得的途中資訊，包括前方路段資訊和路徑資訊，來進行行車決策。

據上所述，考量於現有服務架構下資料共享之可行性，與未來發展目標，應先行發展單機版模式，並同時將各項功能模組建立完善，未來若需建置網路版之系統時，僅需透過單機版模式的應用狀況與資料量加以評估相關所需的硬體設備，用以符合系統擴充彈性、開發工具考量維護永續性，及確保既有程式邏輯正確性之三大目標，並視後續整體發展完善後可開始逐步導入雲端版之系統架構，其規劃構思如圖 4.2.2 所示。

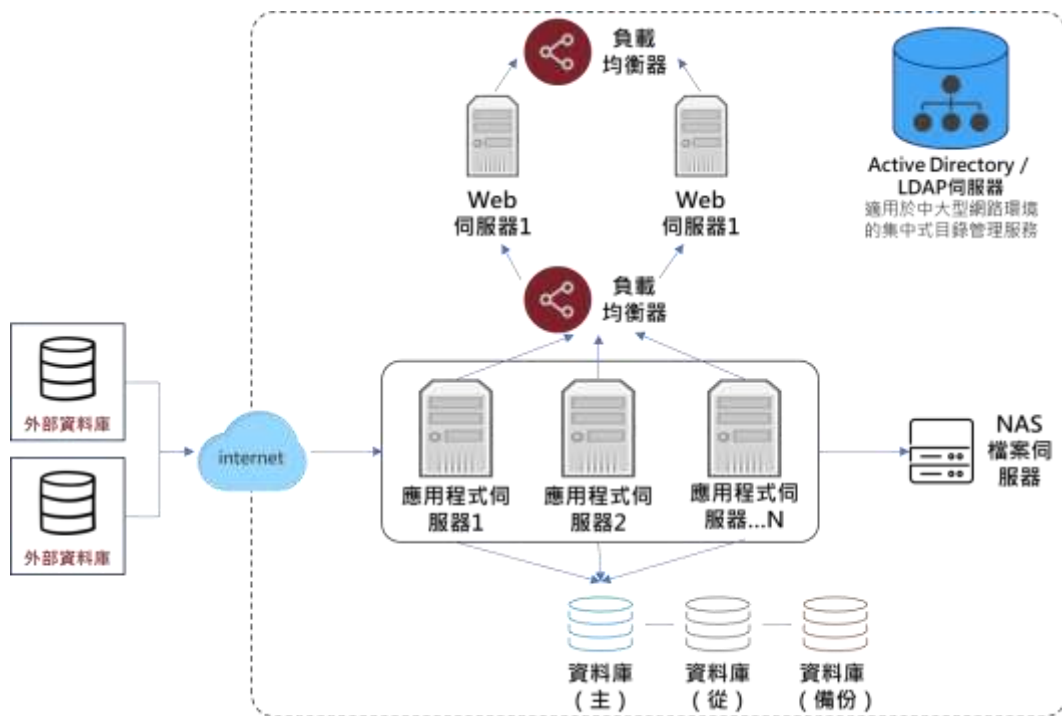


圖 4.2.2 系統架構規劃構思-未來系統架構

(四) 系統架構發展

同前述於架構規劃時提及新一代系統中須考量其系統的視野範圍應包含深度及廣度兩方向，深度著重於資料服務部分，廣度則著重於介面服務方面，在滿足異質使用的需求時，亦可同時充實原有的模擬核心之車輛運動模式，其概念如圖 4.2.3 所示。

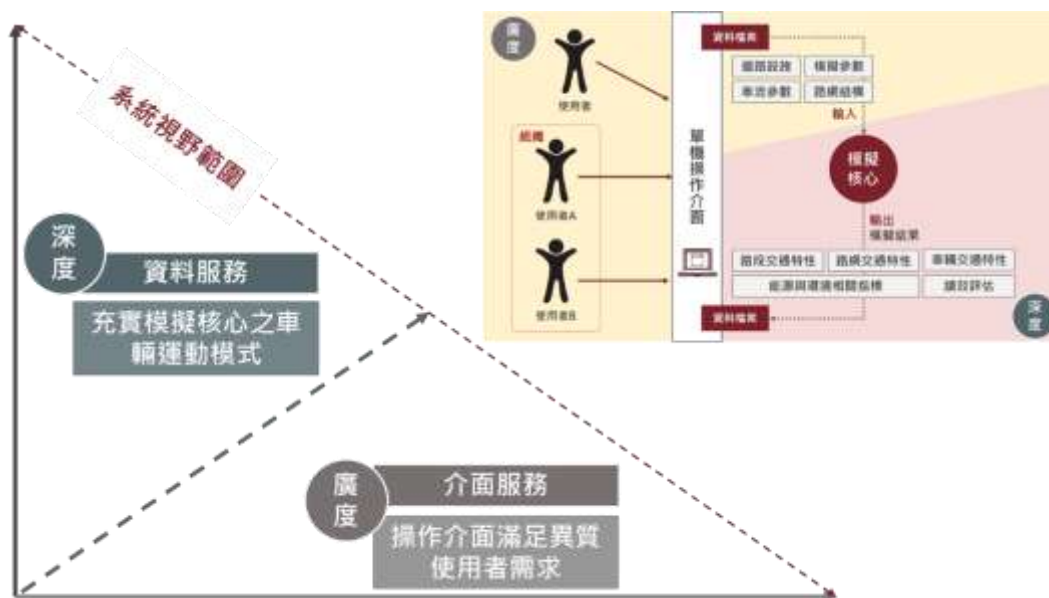


圖 4.2.3 系統規劃綜整考量

而此核心交通模擬系統之主要功能之內涵應包含如下四點，並依據資料服務、核心分析及介面服務三個層面進行構建（如圖 4.2.4）：

- (一) 建立路網：根據路網之結構與屬性以及號誌資料。
- (二) 行前路徑選擇：將初始路徑資料分配初始路徑給各車輛使用。
- (三) 車輛移動：根據車輛之路徑資料與路段限速來移動車輛，直到車輛到達迄點為止。
- (四) 資料整合：系統取得了即時車流資料後，配合模擬產生之模擬流量，經由資料整合後，便能產生更合乎現實狀況的車流資料回饋給模擬系統使用，使模擬結果更具準確性。



圖 4.2.4 系統規劃-單機版服務規劃

此外，在後續逐步發展下，則應朝向 SaaS(Software as a Service)、PaaS(Platform as a Service) 和 IaaS (Infrastructure as a Service) 的三種不同層次的雲端服務模型，說明如下，其架構則如圖 4.2.5 所示：

(一) SaaS (Software as a Service)

1. SaaS 是最上層的雲服務模型，用於提供軟體和應用程序。
2. 使用者可以直接訪問和使用基於雲的應用程序，而無需擔心底層基礎設施或軟體的管理。
3. 適合終端用戶，提供了快速部署和易於使用的應用，與單機版的架構中相同將其視為使用者目前所看到的視窗版介面。

(二) PaaS (Platform as a Service)

1. PaaS 屬於中間層的雲服務模型，用於提供應用程序開發和運行的平台。
2. 適合開發人員和軟體開發團隊，開發應用程序的工具和平台，在本案中即是交通模擬之核心模組與邏輯運算部分。
3. 該區域中包括導入 GIS 之地圖化介面路網呈現、報表呈現及交通模擬呈現等等。

(三) IaaS (Infrastructure as a Service)

1. IaaS 是最底層的雲服務模型，用於提供基礎設施資源，如虛擬機器、儲存

和網路。

2. 在本系統中主要是進行交通模擬所需要的參數設定，提供更多控制權和自定義性，由個人或是組織依照需求輸入相關資料。



圖 4.2.5 系統架構-雲端服務規劃

4.3 功能規劃

HTSS 模式之功能，包含模擬作業、線形設定、節線設定、流率設定、路徑設定、公車設定，主要衡量高速公路、市區道路、郊區公路、路口及幹道、市區公車及機車專用道等設施之交通運轉情形，在主要呈現方式方面則是以命令提示字元版為主，另一則是於 THCS 建立視窗化輸入介面，而現今市面上產業界常使用的模擬系統，如 VISSIM、SUMO 等皆以視窗化的方式讓使用者容易建立欲模擬的路網。

而相關車流模擬系統，常用於交通工程、都市規劃、道路設計和交通管理等領域。以下是一些常見的車流模擬軟體，這些車流模擬軟體中大多具備視覺化功能，可有效提供使用者透過圖形、動畫等方式了解模擬結果，亦是本計畫中專家學者所提出重點功能之一，期待新一代系統中亦可納入此功能項目，用以改善現有無直覺式呈現內容。

一、VISSIM：由 PTV Group 開發的 VISSIM 是一個廣泛使用的車流模擬軟體，用於模擬交通流量、交通號誌控制、交通管理和道路網路規劃，提供了豐富的三維視覺化

功能，使用者可以查看道路網路、車輛運動、交通號誌控制等方面的模擬結果，並同時支持動畫和圖形報告。

- 二、Aimsun：Aimsun 是由 SiTraffic 開發的車流模擬工具，用於模擬城市交通和交通管理，支持大規模道路網路的模擬，其中高質量的視覺化，使用者可以查看城市交通模型的實時動畫，包括車輛運動、交通號誌控制和行人動態。
- 三、Synchro/SimTraffic：Synchro 和 SimTraffic 是交通號誌控制和交通模擬工具，用於評估交通號誌系統的效能和模擬交通流量，軟體中具有視覺化工具，使用者可以查看交通號誌控制模擬的結果，並在圖表和圖形中顯示交通流量。
- 四、TRANSIMS：交通分析模型模擬系統（TRANSIMS）是一個開源的車流模擬工具，用於模擬城市交通，交通政策和預測未來交通流量。
- 五、Quadstone Paramics：Paramics 是一個專注於微觀層面的車流模擬工具，用於模擬複雜的道路網路和大規模城市交通，提供高質量的三維視覺化，可以顯示複雜的道路網路和車輛運動，以幫助使用者快速了解交通模型。
- 六、CORSIM：美國聯邦公路管理局（FHWA）開發的 CORSIM 是一個用於高速公路和城市道路模擬的工具，可用於交通工程和交通管理。
- 七、PTV Viswalk：PTV Group 的 Viswalk 專注於行人模擬，提供行人運動的視覺化，以評估步行者流量和行人安全性。
- 八、Cube Avenue：Cube Avenue 是一個交通模擬軟體，用於模擬道路、交叉口和交通流量，並支持交通工程和規劃決策，具有直觀的視覺化工具，使用者可以查看模擬結果，包括道路布局、車輛運動和交通流量。

再者，就上述所提之交通模擬軟體中通常具有多種功能，包括車流模擬、路網、號誌的時相設計、報表的視覺化等等，茲將以一些常見的功能列舉如下，亦可作為本計畫之參考。

- 一、交通流模擬：模擬交通流量，包括車輛的運動、速度、密度和占用道路的行為，可有助於分析交通壅塞和效率等問題。
- 二、道路網路模型建立：使用者建立現實世界中的道路網路，包括各種道路類型（高速公路、都市道路、農村道路等）和交通交叉口。
- 三、車輛類型和行為模擬：模擬不同種類的車輛，包括私人運具、貨車、公共運輸工具等，並模擬它們的行駛行為，如加速、減速、轉彎等。
- 四、交通號誌控制：允許設計、測試和優化交通號誌系統，以改進交通流量和減少壅塞。
- 五、交通管理策略：模擬不同的交通管理策略，如車道配置、停車規則、速度限制、公

共運輸之交通排程等。

六、事件模擬：模擬交通事件，如：事故、施工、特殊事件（如節日遊行）的影響，以評估對交通流量的影響和提出應對策略。

七、數據分析和視覺化呈現：提供豐富的數據分析工具，以圖表、圖形和數據報告幫助使用者理解模擬結果。

八、預測和規劃：幫助都市規劃和交通管理機關做出長期和短期決策，以改善道路交通系統。

九、可擴展性：能夠處理大規模的道路網路和複雜的交通場景，以滿足不同項目的需求。

以上所述均與本計畫在系統需求調查分析中所得到的結果是一致的，且亦將本計畫之系統與國外交通模擬軟體進行比較，而在需求座談會中，各專家學者亦認同在交通模擬中建構路網最為困難的，系統如何能讓使用者在一開始能容易建立路網，對於後續模擬的初始階段是有幫助的。

另，因現行路網車流具有動態分析的必要，已無法僅藉由傳統靜態分析方法進行分析。而模擬系統能夠模仿真實世界的流程，並且可預估各情境實行後的狀況，再利用圖形和量化的數據明白的表現出來，讓使用者能預先對各情境做更深入之評估而不影響現實中的作業。因此發展一個能夠推估與預測交通狀況的模擬系統，能夠使決策者透過模擬系統事先了解交通狀況並進行適當的分析，以提高路線規劃時的可行性以及降低進入擁擠路段風險。

此外，在本系統的改進計畫中，雖以單機版（視窗版）以「資料檔案」匯入的方式作為初期開發為原則，但在長期發展下仍可能走向網頁版服務，故導入資料庫的概念，納入擴充規劃範圍內，主在用以改善過去系統以 TXT 的方式匯入資料的方式，進一步提高資料導入與輸入的效率和便利性。使用資料庫的方式不僅能夠使資料的導入和輸入更為容易和高效，而且能夠提高管理資料的安全性，避免數據丟失或被非法訪問與竄改，進一步可以將資料轉換為結構化的形式，使其更容易查找、排序和編輯，同時也能更好地控制數據的存取權限，對日後日益增長的數據更動也能更便利的進行處理，對於未來系統可能的雲端化和公開提供了良好的基礎，進而滿足不同的需求面向。

以下將新一代 HTSS 系統功能進行說明如下：

一、基本管理

本項功能為原現有 HTSS 系統中的「基本資料」及「模擬作業」之作業設定群組（輸出檔案顯示輸入資料、模擬作業次數設定）功能，本功能中包含「帳號管理」、「專案管理」兩大類，提供使用者於一開始進入系統時即進行帳號登入，依據不同

的權限可以查看曾經建立過的專案，以及續編寫專案，當模擬專案資料完成後，也可透過此處進行匯出的動作，匯出時則可選擇原有的 PDF 方式及輸出*.csv 檔，亦或是 JSON 格式便於攜至於其他軟體應用。

二、路網管理

本項功能為原現有 HTSS 系統中的「模擬作業」之路網規模群組（路網規模水平/垂直節點數設定）及「線形設定」之功能，並額外新增一功能「其他環境資料編輯」，本功能中包含路網/路口結構編輯，用於進行道路線形設定等道路名稱、所在區域、快慢分隔型式、坡度路段等等資料；「其他環境資料編輯」功能，則適用於後續模擬需產出能源與環境相關指標使用之各項參數設定。

三、模擬作業管理

本項功能為原現有 HTSS 系統中的「模擬作業」之模擬時段群組（設定每模擬時段長度秒數）、時制計畫群組（設定時制計畫套數）、公車路線群組（依照公車路線數設定）、「節線設定」、「節點設定」、「流率設定」、「路徑設定」、「公車設定」之功能，本功能中則將各項需要預先輸入之模擬參數包含在內，設定為「模擬參數設定」之功能，透過模擬專案資料導入的部分，即可依照該模擬專案所需之參數內容逐一進行設定，屬於統整性的方式建置，該項作業必須要搭配「基本管理」中的「專案管理>專案資料建立」使用。

四、交通模擬操作

此功能設計以 4.2 節中所提之模組化設計為原則，將原現有 HTSS 系統中的「節線設定」、「節點設定」、「流率設定」、「路徑設定」、「公車設定」等設定完成後之參數套入模組內，使用者則可以模擬專案資料為基底，先進行模擬模組功能選擇後，再依照所選擇的模組對應產出以完成之設定內容，本功能中包括「車流模擬模組」（車輛推動加減速、車輛跟進、車道變換及轉向）、「屬性設定」（路段幾何、路口轉向、機車停等區與停車專區、附屬車道、路段控制型態、超車區間、路口號誌、公車、停車）、「模擬結果產出」（路段交通特性、車輛交通特性、路網交通特性、能源與環境相關指標、績效評估）等，其中「模擬結果產出」部分，使用者可依照車、路段、路網、周遭環境及相對應之模擬前後差異績效等不同的特性選擇後產出。

上述所提之功能已全數涵蓋現有 HTSS 之功能項目，並考量參照現行各項交通模擬軟體介面視覺化部分進行建置，並涵蓋「路段基本屬性」、「車輛運動模式核心」、「附屬設施（車道、公車、停車、機車等）」、「號誌控制」、「車輛偵測器」等核心模擬部分，亦因各項模組開發之難易程度無法一次到位，故將擬以分期開發規劃處理，詳細規劃部

分請參見第七章，以下茲將現有 HTSS 系統功能與本期 HTSS 系統功能規劃，重點摘要彙整如表 4.3-1 所示。

表 4.3-1 現有 HTSS 系統功能與本期 HTSS 系統功能規劃比較

功能	現有 HTSS 系統功能	新一代 HTSS 系統功能 (本期規劃)
應用範圍	模擬公路交通系統之獨立路口、幹道及路網而發展的一套微觀模擬模式	
適用時機	1. 模擬市區、郊區之號誌化路口、幹道、或路網 2. 無法採用分析性模式之衝突車流	
開發語言	Fortran	python
軟體介面	單機版 命令提示字元版、視窗版	初期：單機版（視窗版） 長期發展：網頁版
功能規劃	<ol style="list-style-type: none"> 1. 模擬作業 包含路網規模群組（路網規模水平/垂直節點數設定）、作業設定群組（輸出檔案顯示輸出資料、模擬作業次數設定）、模擬時段群組（設定每模擬時段長度秒數）、時制計劃群組（設定時制計畫套數）、公車路線群組（依照公車路線數設定）。 2. 線形設定 包含道路名稱、所在區域、快慢分隔型式，如該節線屬於坡度路段，則需進行坡度相關參數設定（坡度百分比、L1、L2）。 3. 節線設定 包含車輛自由速率設定、車道設定、車道轉向設定、機車停等區及待轉區設定、車道型式設定、轉向車流設定。 	<p>以現有 HTSS 系統功能為主，重新進行功能項目調整與新增，規劃如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 基本管理 包含帳號管理^[*]（系統使用權限設定）、專案管理^[**]（專案資料建立、專案資料匯出匯入） 2. 路網管理^[**] 包含路網/路口結構編輯、其他環境資料編輯 3. 模擬作業管理 包含模擬參數設定^[**]、模擬工作管理^[**]、資料庫版本管理^[**]

表 4.3-2 現有 HTSS 系統功能與本期 HTSS 系統功能規劃比較(續)

功能	現有 HTSS 系統功能	新一代 HTSS 系統功能 (本期規劃)
功能規劃	<p>4. 節點設定 針對各節點，進行號誌時制設定。</p> <p>5. 流率設定 進行指定節點進入下游節線之流率 (vph) 設定。</p> <p>6. 路徑設定 輸入欲模擬之路徑之速限。</p> <p>7. 公車設定 包含路線設定群組、排班資料群組、行經路線群組。</p> <p>8. 基本資料 (不影響模擬結果) 包含分析人員、機關/公司、業主、分析時段、分析時間、分析年期、計畫概述。</p> <p>9. 分析報表 視窗版以 PDF 產出報表。</p> <p>10. 命令提示字元版則以 *txt 產出。</p>	<p>4. 交通模擬操作[***] (提供使用者先進行模擬模組功能選擇)</p> <p>包括車流模擬模組 (車輛推動加減速、車輛跟進、車道變換即轉向)、屬性設定 (路段幾何、路口轉向、機車停等區與停車專區、附屬車道、路段控制型態、超車區間、路口號誌、公車、停車) 模擬結果產出 (路段交通特性、車輛交通特性、路網交通特性、能源與環境相關指標^[*]、績效評估^[*])</p>

註：[*]為新一代 HTSS 系統新增功能、[**]：為網頁版功能項目、[***]：為現有系統整合後功能

第五章 模式開發規劃

本計畫主要目標在於使用較易維護與後續功能擴充的程式語言改寫既有 HTSS 模式，因此本章節雖名為模式開發規劃，但其核心的車流模擬邏輯仍參照既有 HTSS 模式內容，並未新增或調整模擬邏輯。故本章節所提及的規劃內容係以目前主流程式設計方式為基礎，說明以新程式語言撰寫既有 HTSS 模式邏輯所需的程式設計方式。但也由於採用不同的程式語言與設計邏輯，新舊模擬無法針對每一個模擬細節進行驗證程序，同時模擬過程有加入隨機亂數的影響，新舊模擬模式無法產生完全相同的模擬結果。因此，新模式的驗證以功能性驗證為主，確保車輛的移動依照原模擬邏輯進行移動，並比較路網與路段的模擬績效，期望新舊模式之間的模擬績效差異維持在一定範圍內。

由於本軟體開發之目的在於傳承與更新，故在 5.1 節先說明新一代 HTSS 整體系統規劃與開發流程是採用敏捷開發軟體流程進行；其次再透過物件導向程式設計開發概念，從程式開發角度提出新一代公路交通系統模擬模式中應具備的核心角色；5.3 節後則依序針對現階段公路容量手冊中之車輛運動模式情況進行說明，並針對系統輸入介面及系統模擬過程加以介紹，以作為後續開發新一代 HTSS 模擬模式之依循。

5.1 模式開發規劃

本計畫採用敏捷開發軟體流程進行，相較於瀑布式開發方式，敏捷式為一種專案管理和軟體開發並行的思考模式，可以更快地交付成果。敏捷式開發過程模型由六個基本活動組成，分別包括：規劃、設計、實作、測試、發布及維護，其為一循環式之持續流程[25]示意如圖 5.1.1 所示。茲就其中之重要步驟說明如下：



圖 5.1.1 基礎系統之開發流程

- 一、需求分析：需求分析係指建立一個全新或改變一個現存系統時，需確定新系統目的、範圍、定義和功能時之所有工作，其中包括考慮不同利益相關者的需求，確認是否衝突，在衝突的需求之間進行取捨，並針對軟體需求及系統需求進行分析、記錄、確認以及管理。考量預算人力限制，及導入 PDCA 概念下，採分年開發、驗證的循環開發模式來發展新一代 HTSS 系統。
- 二、設計：在設計階段需進行需求分析，並確定建立軟體的最佳解決方案。例如考慮整合預先存在的模組、技術選擇，並確定開發工具。主要在探究如何將新軟體以最好的方式，整合到組織可能擁有的任何 IT 基礎設施中。
- 三、程式開發：在開發階段，必須分析使用者對軟體的需求，以識別每天可以完成的較小的編碼任務，進而實現最終結果。重點在於類別與物件的設計、車輛運動模式、資料輸入、與使用者介面四大項。
- 四、測試與調整：開發本計畫結合自動化和手動測試，來檢查軟體是否存在錯誤。品質分析包括測試軟體是否存在錯誤，並檢查其是否滿足客戶需求。測試階段通常與開發階段同時執行。如果有問題之處，可立刻修改錯誤，避免開發成果無法滿足使用者需求。
- 五、發布：將開發結果安裝或發布到正式設備上。同時確保使用者既使在變更或升級軟體時，也可以繼續使用該軟體。
- 六、維護與使用者回饋：正式上線後，仍必需隨時注意系統營運情況，進行修復錯誤、解決客戶問題，並管理軟體變更。在本計畫之規劃中，由於軟體沒有個人資訊，且初期仍以單機版型式進行開發，因此資安問題在本計畫中將不會在軟體開發流程中予以考慮。

5.2 模擬核心的程式類別規劃

模式物件係指具有特定功能之靜態物件（如道路、設施），以及動態物件（包括車輛推進與互動等元素），彼此間進行協調與互動，以達成預期之功能與效益。為了深入探討模式物件的開發規劃，本計畫透過統一塑模語言（Unified Modeling Language，簡稱 UML）工具，以系統性方法輔助呈現對於模式物件間的關聯性進行理解與呈現。選擇 UML 三種主要的圖表類型，包括類別圖、物件圖和使用案例圖，以便能夠更清晰地呈現靜態物件、動態物件以及輸出入物件之間的相互關聯。

一、使用案例圖

使用案例圖（Use Case Diagram）可以描述系統功能和其提供的服務，它是以外部觀察者角度來描述觀察到的系統功能，強調系統能做什麼事，而不是如何做這些事。其主要目的是描述

- (一) 系統行為的描述。
- (二) 說明各種系統的反應情節，包含回應外部請求的情節、要求使用者輸入。
- (三) 動作者、系統、子系統、類別之間的互動操作，即描述系統行為的故事。

圖 5.2.1 說明一個簡單的使用案例圖範例，人形代表 Actor、橢圓形代表 Use Case、方形代表 System；節線則可代表執行的關係，另亦可以在 Use Case 中加入條件，設定在特定條件下才會觸發特定動作。

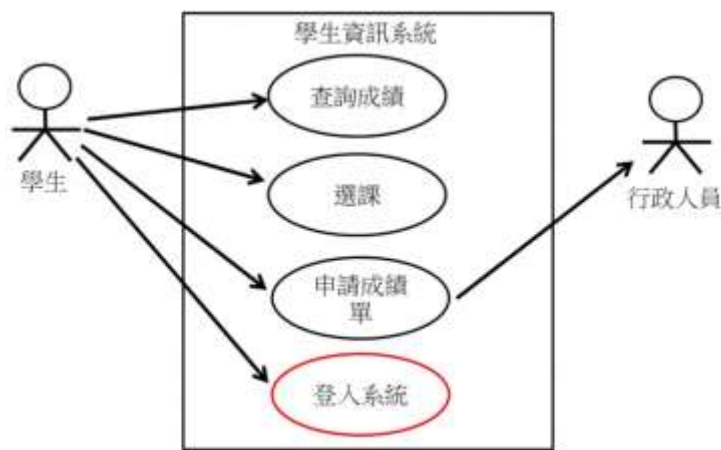


圖 5.2.1 使用案例圖範例

本計畫透過如圖 5.2.2 所示之使用案例圖來說明 HTSS 之相關作業流程，作為系統核心之運作架構。在此架構中，可發現交通工程師或交通管理人員為潛在之參與者，皆需要進行初始參數設定的操作，以確保系統獲得必要的前提資訊，以便後續操作。系統中之交通分析為主要之核心功能，負責對特定交通情境進行深入剖析。值得一提的是，此階段與模擬運作相關，因此在使用案例圖中以 include 箭頭明確表示，強調兩者間之相互關聯性。而系統所提供之資料匯出功能則提供相關資訊與使用者作進一步參考，資料匯出操作分別指向交通工程師和交通管理人員，顯示了其為共同之終點。此外，值得特別關注的是交通工程師或交通管理人員對初始參數設定和基礎交通分析的結合關係，確保雙方密切合作，有效推進整個分析流程。使用案例圖的設計旨在將系統和相關參與者能夠有效結合，有效進行運輸規劃工作，並在各階段之間保持順暢的資訊流通，確保最終成果的準確性和有效性。

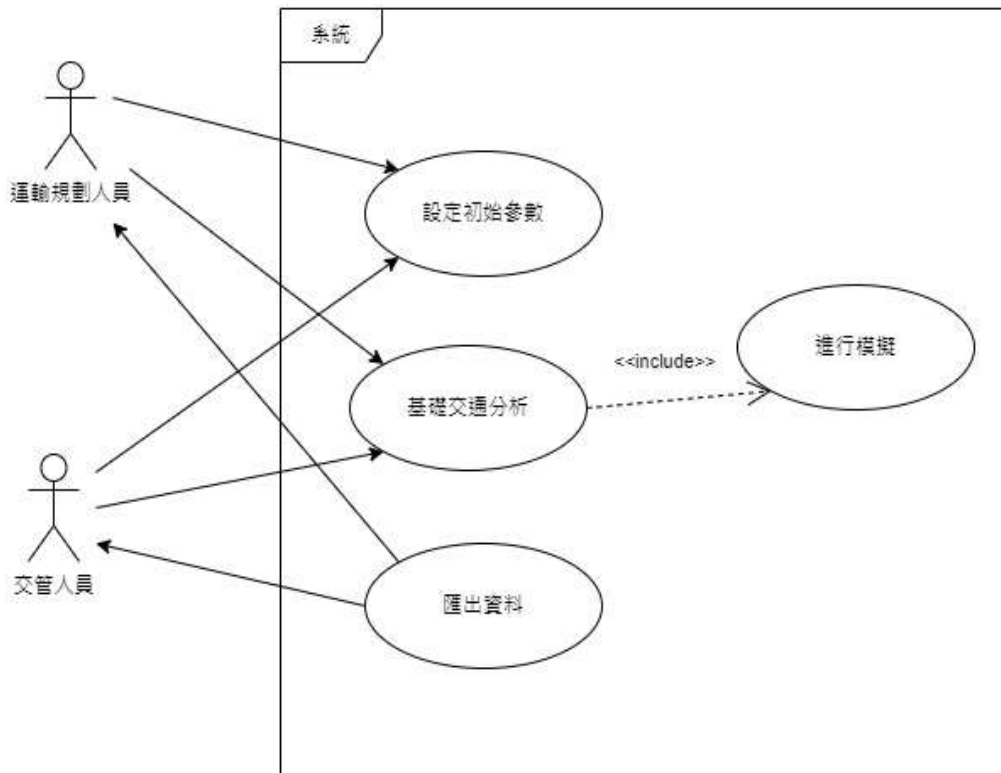


圖 5.2.2 使用案例圖

二、類別圖 (Class Diagram)

在物件導向規劃中，UML 類別圖可協助釐清各類別之描述、擁有屬性、可使用方法與各物件間之相互關聯，以便能清楚表示實作的 Design Pattern，茲舉圖 5.2.3 之類別圖加以說明，圖中之三個區域由上而下分別代表：

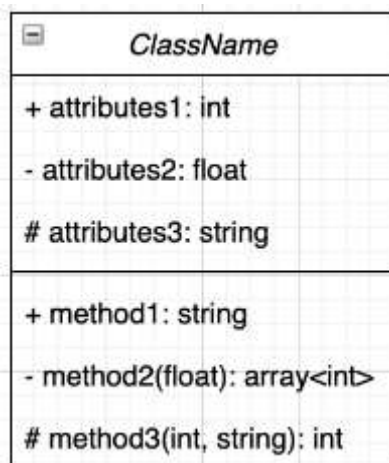


圖 5.2.3 類別圖範例

(一) 物件名稱

(二) 物件屬性

1. 前面為屬性名字
2. 冒號後面為屬性型別

(三) 物件方法

1. 前面為物件名字
2. 括號內為參數和參數型別
3. 冒號後面為回傳值型別

本計畫依據 HTSS 模擬模式之內容將其區分為：車輛類別圖、路段類別圖、附屬設施類別圖及路段控制類別圖四種類別。車輛類別圖（Vehicle Class Diagram）係用以明確定義不同類型的車輛，包括大車、小車以及機車等，並為每個車輛類別指定相關的屬性，並強調其在交通模擬軟體中的專業性和必要性，結構如圖 5.2.4 所示。

在車輛類別圖中，父類別「車」包括關鍵屬性，如特性、車長、車寬、車速，這些屬性直接影響著車輛在交通流中的行為和特性。例如，車速代表其行駛速度，而車長和車寬則決定車輛占用道路空間程度。特性則可能涵蓋車輛的行駛習慣，如保守型或積極型，這對於模擬中的車輛互動至為重要。此外，車輛類別圖中包括子類別，如大車、小車和機車。這些子類別進一步區分不同類型的車輛，並定義各自之轉向行為。大車、小車和機車之間存在著重要的區別，包括尺寸、速度範圍和操作方式等方面。這些細分有助於軟體更精確地模擬車輛在交通環境中的行為。不同類型和特性的車輛在道路上行駛時會呈現不同的行為模式，直接影響車流的形成和演變。因此，車輛類別圖的精確性和詳盡性，為模擬工具提供可靠之分析基礎。

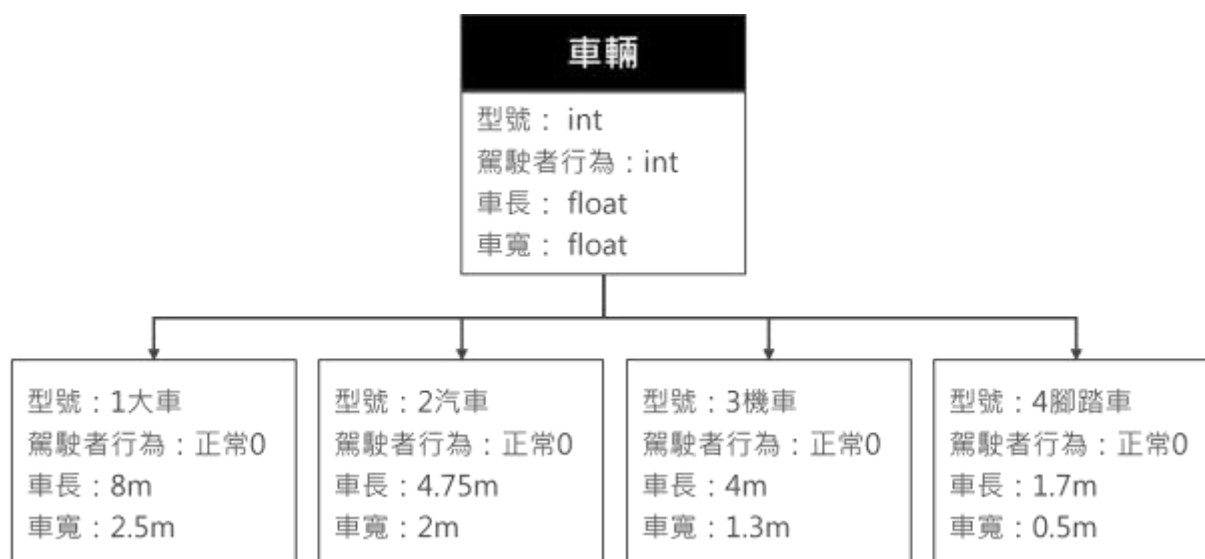


圖 5.2.4 車輛類別圖

路段類別圖主要用於定義和區分不同種類的道路段，並明確指定每個路段的特性和行為，其結構如圖 5.2.5 所示。路段類別圖中之主要屬性包括路段起、迄點、坡度、曲率、道路寬度、道路長度、車道數、速限等，相關屬性對於道路之物理特性和設計起到關鍵作用。例如：坡度和曲率影響著車輛的行駛舒適性和安全性，道路寬度和車道數則直接關聯到路段容量和通行能力。速限則規定車輛在該路段上的行駛速度，各項屬性之準確性均將會影響 HTSS 模擬模式之準確性。

此外，路段類別圖中還包括各種子類別，如：市區路段、郊區路段、高速公路和快速道路。該些子類別進一步區分不同類型道路之特性，並定義各自的規則和限制，因為不同類型路段對車輛行駛行為和流量產生不同的影響，例如：市區路段可能包括號誌、待轉區、停等區等特點；高速公路可能具有不同的細分，例如出口和匝道設置等。



圖 5.2.5 路段類別圖

本計畫中所包括之類別圖尚有圖 5.2.6 所示之公路附屬設施類別圖，主要用於定義和區分不同種類之路段其擁有附屬設施，並明確指定每個設施所擁有的交通特性，其結構如圖 5.2.6 所示。附屬設施類別圖中之主要屬性包括路段類型、公車站、機車待轉區、停等區、速限管制、號誌等，相關屬性對於道路之車流服務水準亦是到關鍵因素。例如：號誌秒數的設置及速限管制直接關聯到交通容量和通行能力。同樣地，在附屬設施類別圖中也包括各種子類別，如：市區路段、郊區路段、高速公路和快速道路。該些子類別進一步區分不同類型道路之交通規則，並定義各自的規則和限制。例如：市區路段可能包括號誌、機車待轉區、公車停等區等特點；高速公路則沒有過多的設施，但不允許機車或其他自動二輪車、微型電動二輪車等，均在此類別中呈現。

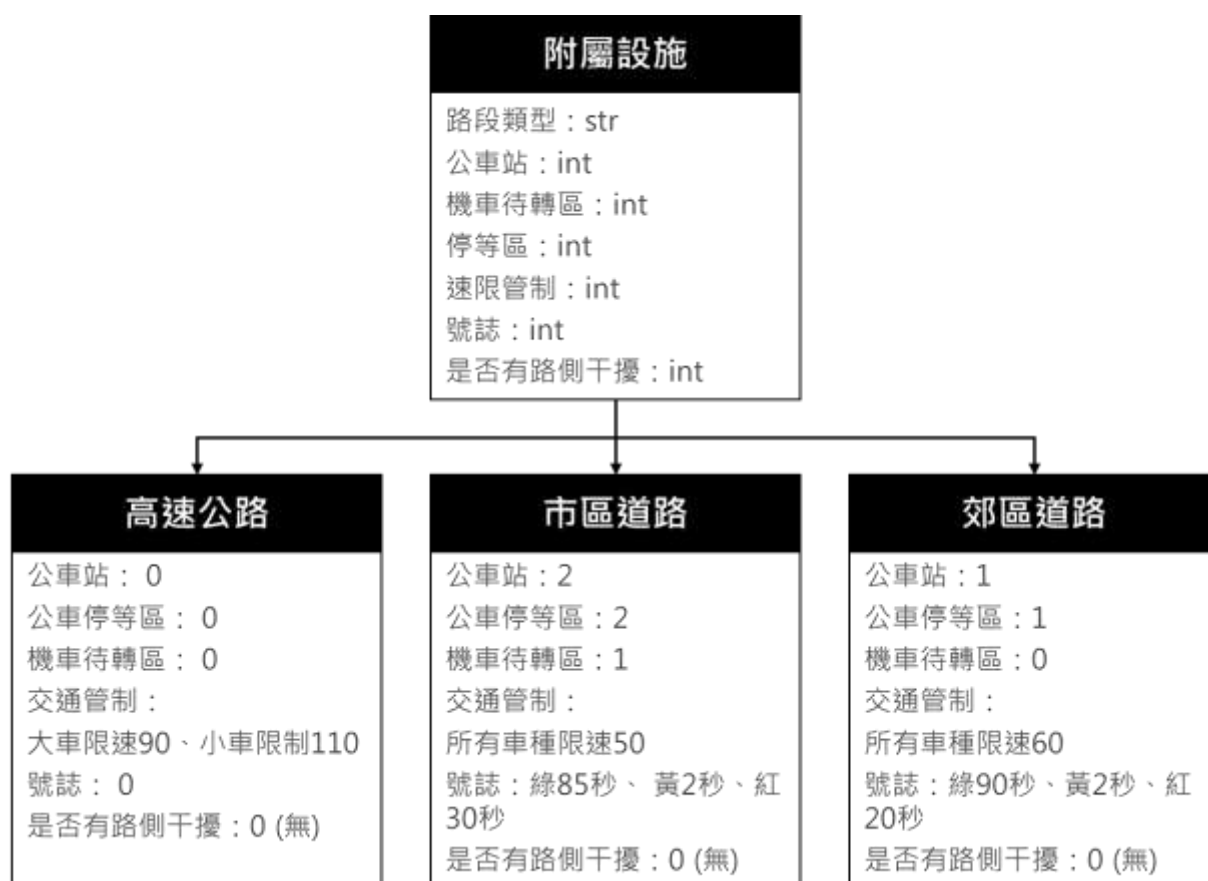


圖 5.2.6 附屬設施類別圖

圖 5.2.7 所示之交通控制 (Traffic Control) 類別圖，交通控制係指一切採用外在人為的手段去控制交通的措施，用以影響用路人的行止，以便達成效率、安全與環保的目標[26]。交通控制系統的組成包括交通資料蒐集、交通資料處理、控制策略的決策與控制策略的執行等四大組件，可依其控制對象區分成都會區道路、郊區公路及高速公路等三個體系。都會區道路的交通控制以交通號誌為主；郊區公路的交通控制在有號誌化的鄉區交叉口上，如同都會區的交通號誌一樣，另外增加區間速率控制，同時，郊區公路經常會扮演高速公路塞車時替代路線的角色，其號誌亦會配合高速公路情況改變。高速公路則因具備交流道密集，重現性壅塞普遍，不同節慶連假特性的連續假期可預期極端需求尖峰等特性，也影響交通流量之多寡。

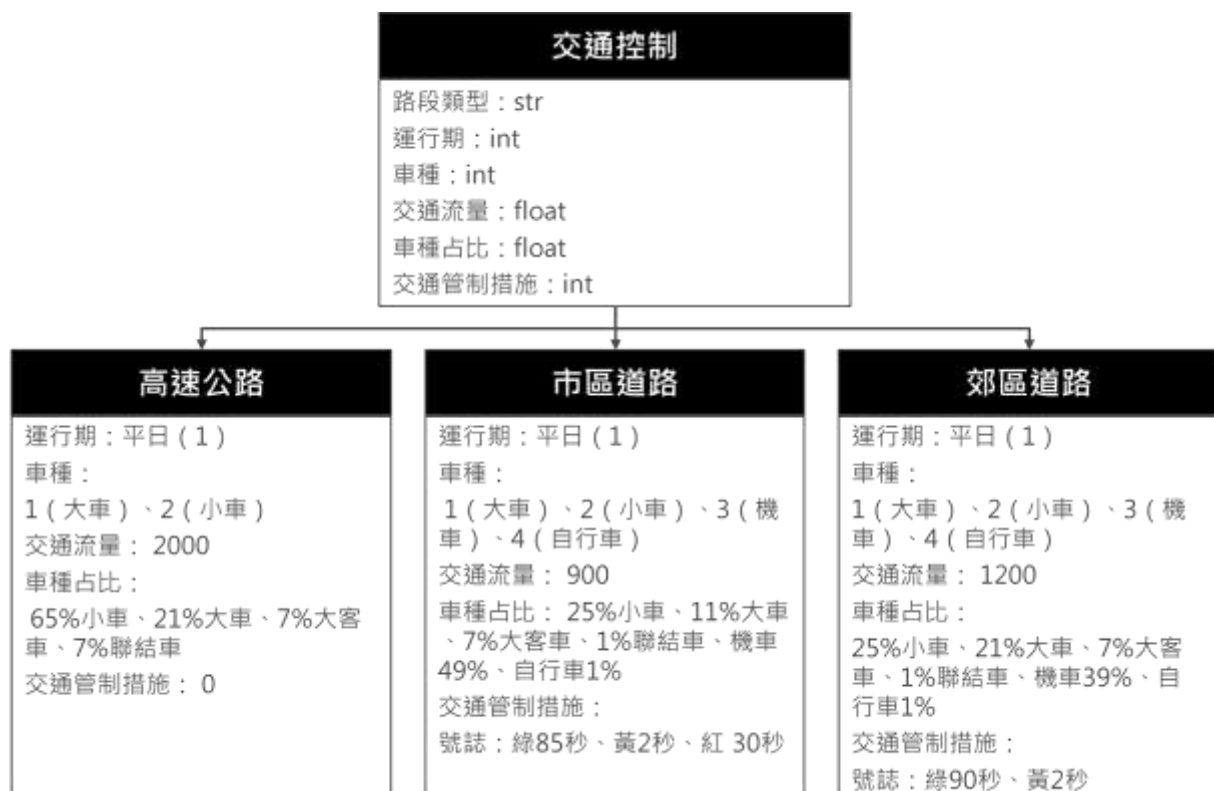


圖 5.2.7 交通控制類別圖

三、物件圖（Object Diagram）

物件圖顯示在某個特定時刻（不一定是時間，通常是指符合特定條件、特定情境的時刻），系統內完整或部份之物件內容。物件圖主要在描述特定時刻下（或情境下），系統內存在哪些物件，且其當下屬性值或狀態為何。有助於讓使用者或開發人員，更容易、也更清楚地瞭解系統功能運作的細節。

茲舉高速公路基本路段為例，藉由

圖 5.2.8 說明 HTSS 之結構關聯圖，由圖中可發現其為一包含多個屬性的複雜結構，旨在有效地呈現各設計要素。此設計的理念在於充分考慮各種交通規劃的需求，以確保道路能夠安全、有效地運作，提供良好的行車體驗。圖中之資料係以國道 1 號南屯交流道（178K）到台中交流道（181K）為範例，路段的屬性包括斜率、曲率、道路寬度、道路長度、車道數，這些屬性都是關鍵的道路設計因素。斜率和曲率的值為 0，代表該道路是一條平坦且直線的道路，有利於車輛的行駛，減少了行車時的不便和安全風險。道路寬度為 3.5 公尺；道路長度為 3,000 公尺。由於高速公路是指單向 2 條車道以上、雙向分隔行駛、完全控制出入口、全部採用兩旁封閉和立體交匯設施，車速限制較其他路段（如市區道路）為高的道路，屬於一種封閉式道路，因此路段所包含紅綠燈、待轉區、停車區和規則等屬性，即不會在高速

公路路段中出現。然而這些路段元素一起為交通流提供了有效的管理和安排。號誌屬性包括綠燈秒數、黃燈秒數和紅燈秒數，該些值定義號誌之時間控制，以協調車流並減少交通壅塞和事故的發生。停等區和待轉區的屬性則定義其長度和所占車道的位置。

本計畫在規劃 HTSS 模擬模式過程中，藉由「使用案例圖」來描述系統的功能性需求以及用戶與系統之間的互動；運用「類別圖」呈現系統中之類別結構，包括類別之間的關係、屬性和方法，有助於本計畫理解系統的靜態結構，同時確保類別之間的協調與合作；而「物件圖」將被用來呈現系統中實際的物件實例，並顯示這些物件之間的互動。此三種圖之明確定義將有助於確認 HTSS 模擬模式各項核心分析模組之關係，確保規劃內容之合理性。模組核心類別設計之範例則如圖 5.2.9 所示。

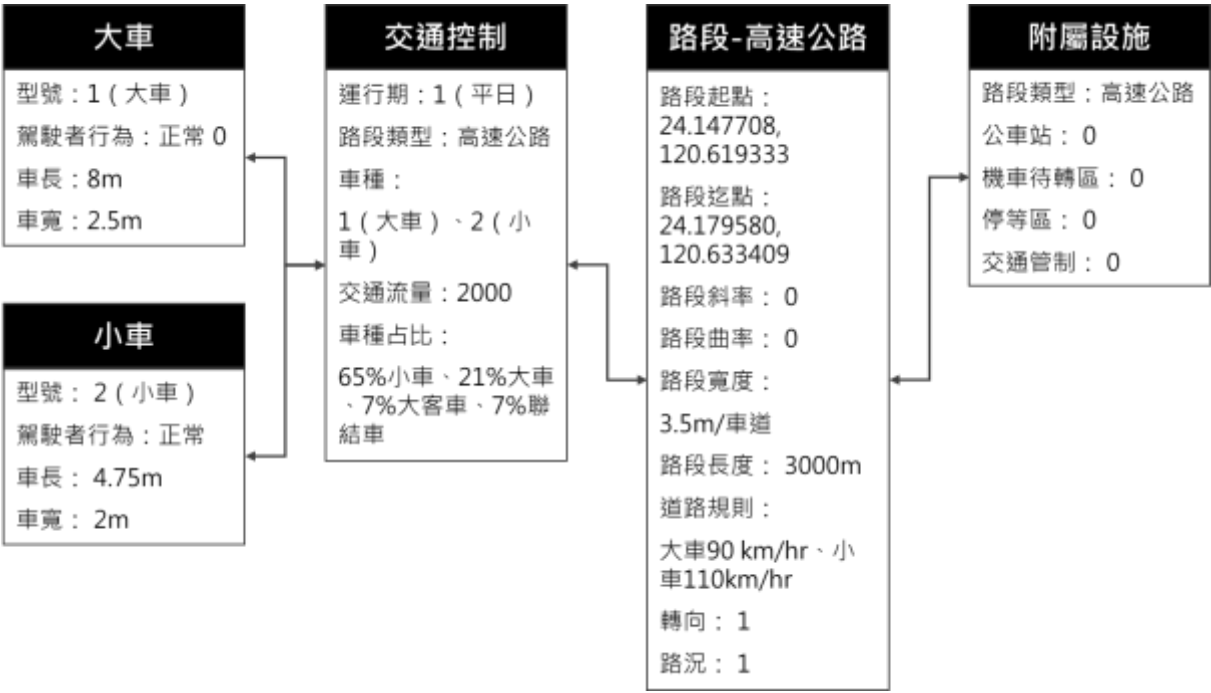
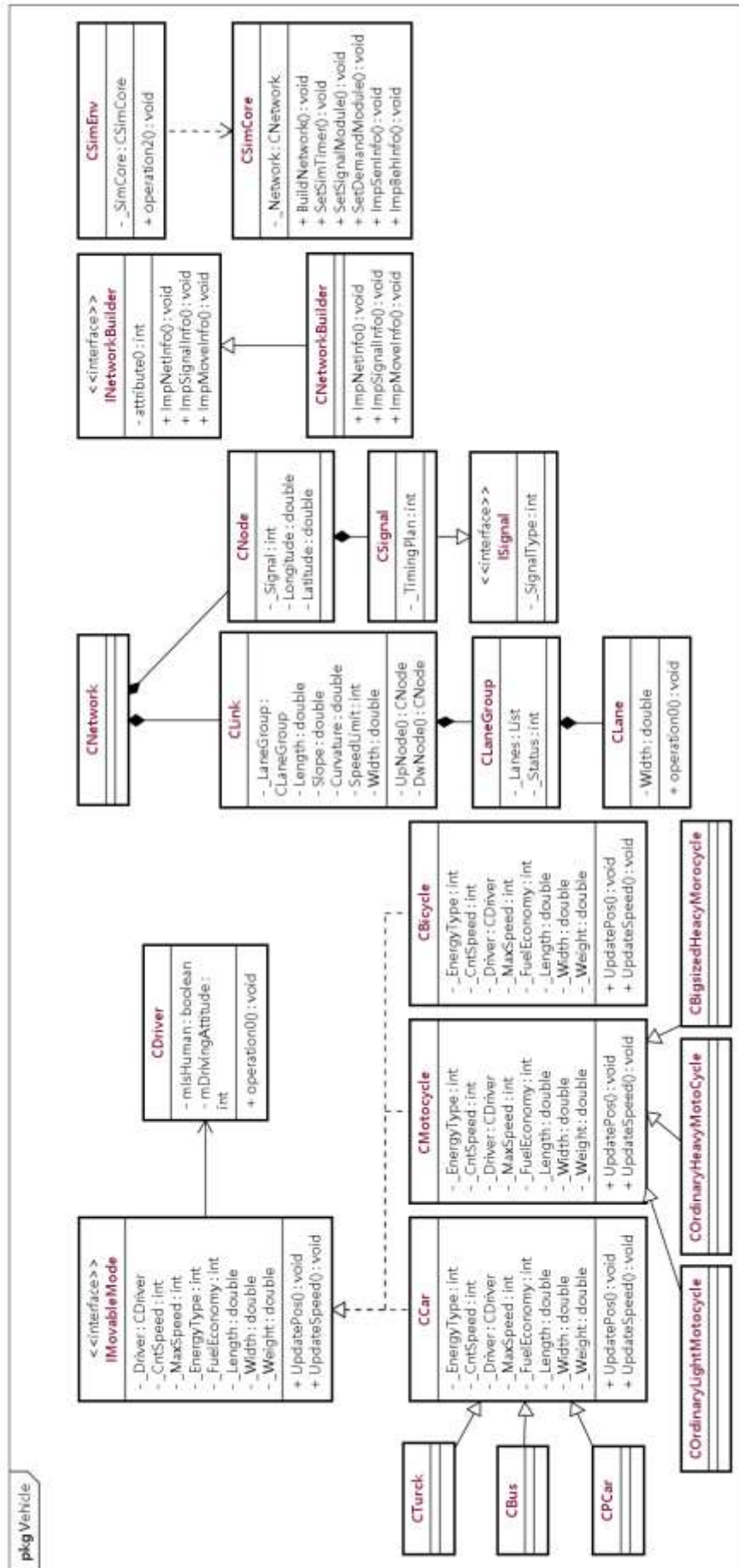


圖 5.2.8 高速公路基本路段結構關聯圖



註：虛線係為類別實作，如車輛類別即從可移動物體之類別所實作；空心箭頭實線，是指繼承，機車是父類別，底下三個子類別分別為普通輕型機車、普通重型機車、及大型重型機車；路網則是由 link 跟 node 組成，link 則包含 lanegroup。

圖 5.2.9 模組核心類別設計之範例關聯圖

5.3 車輛運動模式說明

就既有 HTSS 模式之車輛運動模式，主要可分為路段、車道、車輛三大階段。主要先判斷路段的類型，現行在市區道路均會劃設機車待轉區，如果在高速公路則無。其次為分析車道的設置情況，例如高速公路的內車道為超車區、市區道路則為左轉區，並分析第一排車輛是否為綠燈，並檢視車道內車輛的數量。最後針對車輛本身進行探討，瞭解每部車輛的其駕駛者的駕駛時速，車輛位置及車輛之間的互動關係，若遇到交通控制，是否有足夠的時間通過，其運動過程如圖 5.3.1 所示。

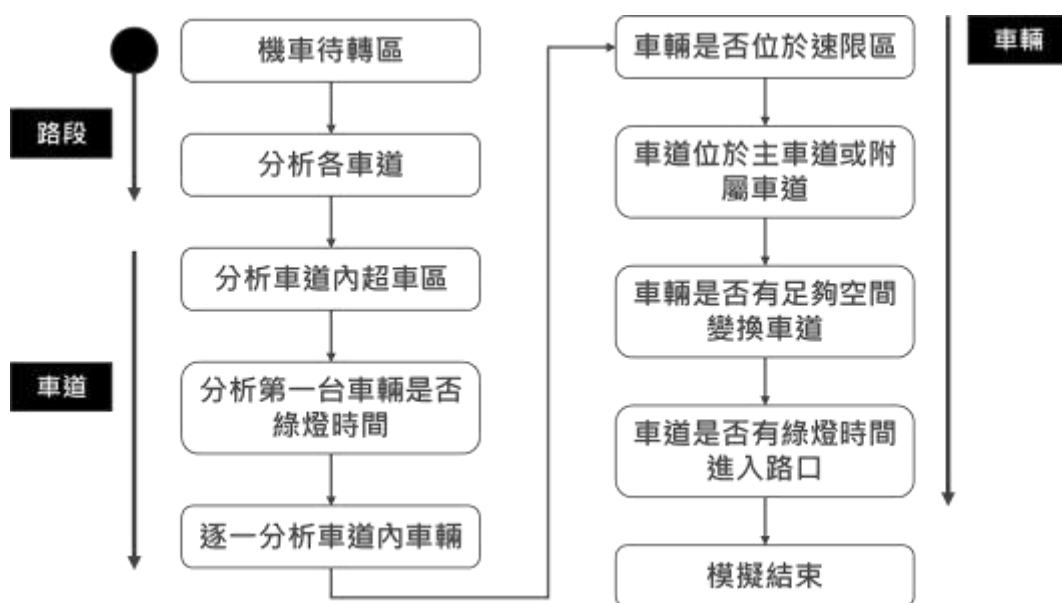


圖 5.3.1 HTSS 車輛運動模式

在 Fortran 程式碼解讀的部分（圖 5.3.2），主程式碼先將欲分析的路網進行判斷，而車道內車輛分布及車輛本身及車輛之間的互動情況則是透過不同輸入檔逐一分析。

```

1571 !*****
1572 !   READ ALL INPUT LINES TO DETERMINE Format of each Line
1573 NCASE=0
1574 !   L=the Lth line of input
1575 DO 15 L=1,9999
1576 READ(5,*) IA,IB
1577 IF(IA.EQ.5555) THEN
1578 !   NEW FORMAT REQUIRED for the succeeding lines
1579 NCASE=NCASE+1
1580 !   ID OF first LINE to be read with a new format
1581 LSTART(NCASE)=L+1
1582 !   THE ID of format is IB
1583 NEWF(NCASE)=IB
1584 !   WRITE(14,*) 'ICASE LSTART NEWF=',NCASE,LSTART(NCASE),NEWF(NCASE)
1585 ELSEIF(IA.GE.9999) THEN
1586 !   END OF INPUT LINES
1587 NCASE=NCASE+1
1588 LSTART(NCASE)=L+1
1589 !   WRITE(11,*) 'NCASE LSTART=',NCASE,LSTART(NCASE)
1590 GO TO 16
1591 ENDIF
1592 15 CONTINUE
1593 !*****

```

圖 5.3.2 Fortran 主程式碼

(一) 初始化變數

將 NCASE 設為 0。

(二) 讀取輸入資料的格式

使用 DO 迴圈 (L=1 to 9999) 來讀取每一行輸入資料。

(三) 從輸入資料讀取 IA 和 IB。

如果 IA 等於 5555，代表新的格式要求，處理如下：

1. 增加 NCASE 的計數。
2. 設定 LSTART (NCASE) 為 L+1，表示下一個新格式的輸入資料的起始行。
3. 將 NEWF (NCASE) 設為 IB，表示新的格式為 IB。
4. 否則，如果 IA 大於等於 9999，代表輸入資料結束，處理如下：
5. 增加 NCASE 的計數。
6. 設定 LSTART (NCASE) 為 L+1，表示最後一個格式的輸入資料的起始行。
7. 跳轉到標籤 16。

(四) 重新讀取輸入資料

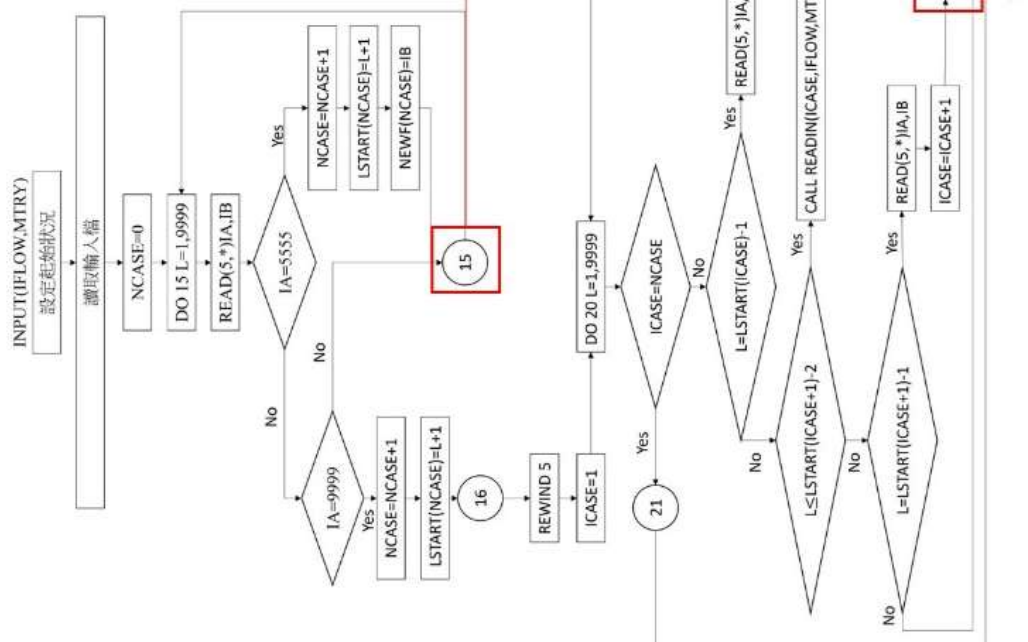
1. 將輸入檔案的讀取指標移到開始處 (REWIND 5)。
2. 使用 DO 迴圈 (L=1 to 9999) 來讀取每一行輸入資料。
3. 如果 ICASE 等於 NCASE，表示所有格式的輸入資料已處理完畢，跳轉到標籤 21。
4. 如果 L 等於 LSTART (ICASE) -1，代表要讀取新的格式設定，處理如下：
 - (1) 讀取 IA 和 IB，這些值通常用於控制資料的格式。
 - (2) 否則，如果 L 小於等於 LSTART (ICASE+1) -2，代表要讀取基於 NEWF (ICASE) 格式的資料，處理如下：
 - A. 呼叫 *READIN* 函式，並傳遞 *ICASE*、*IFLOW* 和 *MTRY* 參數。
 - (3) 否則，如果 L 等於 LSTART (ICASE+1) -1，代表要讀取新的資料類型，處理如下：
 - A. 讀取 IA 和 IB。
 - B. 增加 ICASE 計數，切換到下一個格式設定。

(五) 檢查是否所有連結都有 45 型態的資料

1. 使用 DO 迴圈 (LINK=1 to NLINK) 來檢查每個連結。
2. 如果 K45 (NEWLK (LINK)) 等於 0，表示該連結沒有 45 型態的資料，輸出錯誤訊息並停止程式執行。

(六) 呼叫 ORDER 函式。

在既有 HTSS 模式之程式與車流模擬流程之關係可示意如圖 5.3.3 所示，從該對應關係發現 Fortran 程式採兩階段之讀取方式，首先讀取要新增之格式，再讀取輸入之數值。本計畫完成整理 Fortran 程式中之所有檔型 (FileType) 資料，在 HTSS 模式最初的 98 個檔型中，確認仍然在使用的 Type，表 5.3-1 為本計畫整理之檔型 FileType 清單，茲舉其中靜態資料型態 fileType0 為例，說明載入資訊之內容，如圖 5.3.4 所示。



```

1546 C NCASE=0
1547 C L=the lth line of input
1548 DO 15 L=1, 9999
1549 READ (5,*) IA, IB
1550 IF (IA.EQ.5555) THEN
1551 C NEW FORMAT REQUIRED for the succeeding lines
1552 NCASE=NCASE+1
1553 C ID OF first LINE to be read with a new format
1554 LSTART(NCASE)=L+1
1555 C THE ID of format is IB
1556 NEWF(NCASE)=IB
1557 ELSEIF (IA.GE.9999) THEN
1558 C END OF INPUT LINES
1559 NCASE=NCASE+1
1560 LSTART(NCASE)=L+1
1561 WRITE (11,*) 'NCASE LSTART=', NCASE, LSTART(NCASE)
1562 GO TO 14
1563 ENDIF
1564
1565 *****
1566
1567
1568
1569
1570 ICASE=1
1571 C WRITE (14,*) 'ICASE NEWF=', ICASE, NEWF(ICASE)
1572 C WRITE (14,*) ' NCASE, ICASE LSTART=', NCASE, ICASE, LSTART(ICASE)
1573 C L=the lth line of input
1574 DO 20 L=1, 9999
1575 IF (ICASE.EQ.NCASE) GO TO 21
1576 READ (5,*) IA, IB
1577 WRITE (14,*)
1578 READ IA, IB=, IA, IB
1579 ELSEIF (L.EQ.LSTART(ICASE+1)-2) THEN
1580 C READ DATA BASED ON format NEWF(ICASE)
1581 C WRITE (14,*)
1582 C WRITE (11,*) 'BEFORE READIN L LSTART=', L, LSTART(ICASE+1)-2
1583 C CALL READIN (ICASE, IFLOW, MTRY)
1584
1585 C WRITE (11,*) ' after READIN IFLOW, MTRY=', IFLOW, MTRY
1586 ELSEIF (L.EQ.LSTART(ICASE+1)-1) THEN
1587 READ (5,*) IA, IB
1588 C New Data Type IA, IB=, L, IA, IB
1589 ICASE=ICASE+1
1590 WRITE (14,*)
1591 C WRITE (11,*) 'ICASE LSTART=', ICASE, LSTART(ICASE)
1592 ENDIF
1593 CONTINUE
1594 CONTINUE
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
2446
2447
2448
2449
2450
2451
2452
2453
2454
2455
2456
2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487
2488
2489
2490
2491
2492
2493
2494
2495
2496
2497
2498
2499
2500
2501
2502
2503
2504
2505
2506
2507
2508
2509
2510
2511
2512
2513
2514
2515
2516
2517
2518
2519
2520
2521
2522
2523
2524
2525
2526
2527
2528
2529
2530
2531
2532
2533
2534
2535
2536
2537
2538
2539
2540
2541
2542
2543
2544
2545
2546
2547
2548
2549
2550
2551
2552
2553
2554
2555
2556
2557
2558
2559
2560
2561
2562
2563
2564
2565
2566
2567
2568
2569
2570
2571
2572
2573
2574
2575
2576
2577
2578
2579
2580
2581
2582
2583
2584
2585
2586
2587
2588
2589
2590
2591
2592
2593
2594
2595
2596
2597
2598
2599
2600
2601
2602
2603
2604
2605
2606
2607
2608
2609
2610
2611
2612
2613
2614
2615
2616
2617
2618
2619
2620
2621
2622
2623
2624
2625
2626
2627
2628
2629
2630
2631
2632
2633
2634
2635
2636
2637
2638
2639
2640
2641
2642
2643
2644
2645
2646
2647
2648
2649
2650
2651
2652
2653
2654
2655
2656
2657
2658
2659
2660
2661
2662
2663
2664
2665
2666
2667
2668
2669
2670
2671
2672
2673
2674
2675
2676
2677
2678
2679
2680
2681
2682
2683
2684
2685
2686
2687
2688
2689
2690
2691
2692
2693
2694
2695
2696
2697
2698
2699
2700
2701
2702
2703
2704
2705
2706
2707
2708
2709
2710
2711
2712
2713
2714
2715
2716
2717
2718
2719
2720
2721
2722
2723
2724
2725
2726
2727
2728
2729
2730
2731
2732
2733
2734
2735
2736
2737
2738
2739
2740
2741
2742
2743
2744
2745
2746
2747
2748
2749
2750
2751
2752
2753
2754
2755
2756
2757
2758
2759
2760
2761
2762
2763
2764
2765
2766
2767
2768
2769
2770
2771
2772
2773
2774
2775
2776
2777
2778
2779
2780
2781
2782
2783
2784
2785
2786
2787
2788
2789
2790
2791
2792
2793
2794
2795
2796
2797
2798
2799
2800
2801
2802
2803
2804
2805
2806
2807
2808
2809
2810
2811
2812
2813
2814
2815
2816
2817
2818
2819
2820
2821
2822
2823
2824
2825
2826
2827
2828
2829
2830
2831
2832
2833
2834
2835
2836
2837
2838
2839
2840
2841
2842
2843
2844
2845
2846
2847
2848
2849
2850
2851
2852
2853
2854
2855
2856
2857
2858
2859
2860
2861
2862
2863
2864
2865
2866
2867
2868
2869
2870
2871
2872
2873
2874
2875
2876
2877
2878
2879
2880
2881
2882
2883
2884
2885
2886
2887
2888
2889
2890
2891
2892
2893
2894
2895
2896
2897
2898
2899
2900
2901
2902
2903
2904
2905
2906
2907
2908
2909
2910
2911
2912
2913
2914
2915
2916
2917
2918
2919
2920
2921
2922
2923
2924
2925
2926
2927
2928
2929
2930
2931
2932
2933
2934
2935
2936
2937
2938
2939
2940
2941
2942
2943
2944
2945
2946
2947
2948
2949
2950
2951
2952
2953
2954
2955
2956
2957
2958
2959
2960
2961
2962
2963
2964
2965
2966
2967
2968
2969
2970
2971
2972
2973
2974
2975
2976
2977
2978
2979
2980
2981
2982
2983
2984
2985
2986
2987
2988
2989
2990
2991
2992
2993
2994
2995
2996
2997
2998
2999
3000
3001
3002
3003
3004
3005
3006
3007
3008
3009
3010
3011
3012
3013
3014
3015
3016
3017
3018
3019
3020
3021
3022
3023
3024
3025
3026
3027
3028
3029
3030
3031
3032
3033
3034
3035
3036
3037
3038
3039
3040
3041
3042
3043
3044
3045
3046
3047
3048
3049
3050
3051
3052
3053
3054
3055
3056
3057
3058
3059
3060
3061
3062
3063
3064
3065
3066
3067
3068
3069
3070
3071
3072
3073
3074
3075
3076
3077
3078
3079
3080
3081
3082
3083
3084
3085
3086
3087
3088
3089
3090
3091
3092
3093
3094
3095
3096
3097
3098
3099
3100
3101
3102
3103
3104
3105
3106
3107
3108
3109
3110
3111
3112
3113
3114
3115
3116
3117
3118
3119
3120
3121
3122
3123
3124
3125
3126
3127
3128
3129
3130
3131
3132
3133
3134
3135
3136
3137
3138
3139
3140
3141
3142
3143
3144
3145
3146
3147
3148
3149
3150
3151
3152
3153
3154
3155
3156
3157
3158
3159
3160
3161
3162
3163
3164
3165
3166
3167
3168
3169
3170
3171
3172
3173
3174
3175
3176
3177
3178
3179
3180
3181
3182
3183
3184
3185
3186
3187
3188
3189
3190
3191
3192
3193
3194
3195
3196
3197
3198
3199
3200
3201
3202
3203
3204
3205
3206
3207
3208
3209
3210
3211
3212
3213
3214
3215
3216
3217
3218
3219
3220
3221
3222
3223
3224
3225
3226
3227
3228
3229
3230
3231
3232
3233
3234
3235
3236
3237
3238
3239
3240
3241
3242
3243
3244
3245
3246
3247
3248
3249
3250
3251
3252
3253
3254
3255
3256
3257
3258
3259
3260
3261
3262
3263
3264
3265
3266
3267
3268
3269
3270
3271
3272
3273
3274
3275
3276
3277
3278
3279
3280
3281
3282
3283
3284
3285
3286
3287
3288
3289
3290
3291
3292
3293
3294
3295
3296
3297
3298
3299
3300
3301
3302
3303
3304
3305
3306
3307
3308
3309
3310
3311
3312
3313
3314
3315
3316
3317
3318
3319
3320
3321
3322
3323
3324
3325
3326
3327
3328
3329
3330
3331
3332
3333
3334
3335
3336
3337
3338
3339
3340
3341
3342
3343
3344
3345
3346
3347
3348
3349
3350
3351
3352
3353
3354
3355
3356
3357
3358
3359
3360
3361
3362
3363
3364
3365
3366
3367
3368
3369
3370
3371
3372
3373
3374
3375
3376
3377
3378
3379
3380
3381
3382
3383
3384
3385
3386
3387
3388
3389
3390
3391
3392
3393
3394
3395
3396
3397
3398
3399
3400
3401
3402
3403
3404
3405
3406
3407
3408
3409
3410
3411
3412
3413
3414
3415
3416
3417
3418
3419
3420
3421
3422
3423
3424
3425
3426
3427
3428
3429
3430
3431
3432
3433
3434
3435
3436
3437
3438
3439
3440
3441
3442
3443
3444
3445
3446
3447
3448
3449
3450
3451
3452
3453
3454
3455
3456
3457
3458
3459
3460
3461
3462
3463
3464
3465
3466
3467
3468
3469
3470
3471
3472
3473
3474
3475
3476
3477
3478
3479
3480
3481
3482
3483
3484
3485
3486
3487
3488
3489
3490
3491
3492
3493
3494
3495
3496
3497
3498
3499
3500
3501
3502
3503
3504
3505
3506
3507
3508
3509
3510
3511
3512
3513
3514
3515
3516
3517
3518
3519
3520
3521
3522
3523
3524
3525
3526
3527
3528
3529
3530
3531
3532
3533
3534
3535
3536
3537
3538
3539
3540
3541
3542
3543
3544
3545
3546
3547
3548
3549
3550
3551
3552
3553
3554
3555
3556
3557
3558
3559
3560
3561
3562
3563
3564
3565
3566
3567
3568
3569
3570
3571
3572
3573
3574
3575
3576
3577
3578
3579
3580
3581
3582
3583
3584
3585
3586
3587
3588
3589
3590
3591
3592
3593
3594
3595
3596
3597
3598
3599
3600
3601
3602
3603
3604
3605
3606
3607
3608
3609
3610
3611
3612
3613
3614
3615
3616
3617
3618
3619
3620
3621
3622
3623
3624
3625
3626
3627
3628
3629
3630
3631
3632
3633
3634
3635
3636
3637
3638
3639
3640
3641
3642
3643
3644
3645
3646
3647
3648
3649
3650
3651
3652
3653
3654
3655
3656
3657
3658
3659
3660
3661
3662
3663
3664
3665
3666
3667
3668
3669
3670
3671
3672
3673
3674
3675
3676
3677
3678
3679
3680
3681
3682
3683
3684
3685
3686
3687
3688
3689
3690
3691
3692
3693
3694
3695
3696
3697
3698
3699
3700
3701
3702
3703
3704
3705
3706
3707
3708
3709
3710
3711
3712
3713
3714
371
```

```

class Type0Data:
    """
    檔型 0
    Nrun = 欲重覆模擬的次數（每次用不同亂數）,Nrun≤30;
    Np = 模擬時段（simulation interval）數,Np≤30;
    Warm = 熱機時間（秒）;
    Dur = 熱機之後每一模擬時段（simulation interval）之長度（秒）;
    T = 模擬單位時間（scanning interval or simulation step（） 0.5 或 1.0 秒,
    建議值 0.5 秒）;
    Iseed = 產生亂數之種子（seed number,20991~999999）.
    """

    Nrun: int
    Warm: int
    Dur: int
    T: float
    Iseed: int

```

圖 5.3.4 Type0 資料格式的類別定義

表 5.3-1 HTSS 模式使用檔型彙整表

檔型	說明
<i>Type0</i>	模擬參數設定
<i>Type1</i>	節線屬性設定
<i>Type2</i>	轉向路徑設定
<i>Type3</i>	路段設定
<i>Type4</i>	機車左轉及停等區配置
<i>Type5</i>	附屬車道設定
<i>Type6</i>	不同交通控制型態設定
<i>Type10</i>	郊區雙車道公路超車區配置
<i>Type11</i>	專用/保留車道配置
<i>Type12</i>	HOV 車道使用設定

表 5.3-1 HTSS 模式使用檔型彙整表(續)

檔型	說明
Type13	禁行區段設定
Type14	分隔物設定
Type20	離開節線行車方向設定
Type21	離開節線車種行車方向分布設定
Type25	號誌同步時相設定
Type26	號誌控制時制期間設定
Type27	紅燈右轉設定
Type28	匝道儀控設定
Type30	進入節點流率及車種占比設定
Type35	市區道路公車站設定
Type36	市區排班公車路線設定
Type37	市區排班公車發車車距設定
Type45	速限設定
Type46	速限區平均自由速率設定
Type47	進入路網平均自由速率設定
Type50	只有小車之容量及臨界速率
Type60	坡度路段縱切面坡度設定
Type61	坡度路段沿線高程設定
Type62	平曲線設定
Type63	平曲線超高率設定
Type81	超車行為設定
Type84	號誌化路口停等車疏解車距設定
Type85	模擬路段高程設定
Type86	車種特性設定（總重、馬力、牽引力傳輸效率）
Type87	車種氣流後拉係數和正向面積設定
Type94	設定連續節線以估計平均速率
Type95	車輛偵測站設定
Type97	車輛屬性及其行為隨機變化
Type98	車輛進入模擬路網的車距分布

5.4 模擬核心的資料輸入格式規劃

根據第三章需求分析，可發現使用介面的親和性為使用者認為現階段 HTSS 最需要改善之問題，由於 HTSS 版本採命令行介面 (command-line interface, 簡稱 CLI)，使用文字和語法程式進行指令性的互動，對使用者而言較為複雜且需一定之資訊背景。雖然後續推出視窗介面，但與現今主流車流模擬軟體比較，功能略顯單一。本計畫保留 HTSS 視窗版對於國內使用者的優點，也是採用圖形使用者介面 (Graphical User Interface，縮寫：GUI) 來解決使用者的問題。在人機互動的介面演變過程中，GUI 介面改進了之前的 CLI 介面。使用者介面以電子工具，如鍵盤和滑鼠等中介載具來操作圖形化介面。在使用操作的過程中，電腦畫面顯示各種視窗、圖示、按鈕等圖形元素，用以表示不同目的之動作。對於使用者而言，這種方式在感官上更易理解，使視覺訊息更有吸引力，使人與電腦的溝通更為簡單和視覺化之外，亦和現行車流模擬的操作介面一致。使用 GUI 介面不僅減輕了使用者的操作負擔，對新用戶而言，視覺上更易理解，學習成本大幅降低，也可實現軟體的普及化。因此，本計畫對於 HTSS 輸入介面規劃的部分，透過 GUI 的方式解決使用者在建置路網時的困難點，無需手動輸入各節點/節線資料。除了新增，修正，刪除建置中的路網資料，亦可匯入已經建置好的路網再進行修正，降低操作者的負擔及學習曲線，同時縮短建置路網的時間成本。

其次是資料共用的問題，網際網路出現之前，組織就一直在共用資料。隨著數位素養、技術和雲端採用方面的進步，讓資料共用達到前所未有的規模。然而在資料交換過程中，因為不同軟體、資訊技術的不同，導致資料共用的過程中因為格式的不一致而產生誤差。因此如果有一種標準方法來描述輸出入資料在輸出入媒體上排列的形式且任何程式語言都可輕鬆讀取，才能增加開發效率。一般而言，最常使用 XML 或 JSON 格式，然而 JSON 格式相當乾淨利落，除了欄位名稱的設定用：和、等符號取代<和>，讓頁面比 XML 簡潔明瞭。

JSON 的全名叫 Java Script Object Notation，是由 Douglas Crockford 所設計的一種資料格式，最初應用在 JavaScript 程式語言中，做為一種資料交換的格式，而後被廣泛運用在 Web 開發與 NoSQL 資料庫，現今已成為一種重要的資料格式，Python 與許多其它的程式語言皆有支援。JSON 資料格式是一種結構化的資料表示方式，以物件(object)為基本單位，透過大括號 {} 包裹，以「鍵 (key): 值 (value)」對的方式儲存資料。不同的鍵值對間以逗號「，」隔開，而鍵通常是字串 (string)，而值則可以是字串、數值 (number)、其他物件 (object)、陣列 (array)、布林值 (true/false)，或者一個空值 (null)。這種結構化的資料格式在資料交換和存儲中廣泛應用，提供了彈性和易讀性，其格式如

圖 5.4.1 所示。



```
12 "FileType1": {
13     "0": {
14         "Link": 1,
15         "Nup": 610,
16         "Ndn": 1,
17         "In": 1,
18         "Cont": "NO",
19         "N": 3,
20         "Wid": 3.5,
21         "W2": 0,
22         "ID": 0,
23         "SHR": 1.2,
24         "SHL": 0,
25         "Alen": 1,
26         "Geo": "FREE"
27     },
    },
```

圖 5.4.1 一個 JSON 範例圖

因此本計畫對於輸入格式產出部分，最主要目的係在確保輸出結果能在所有電腦裝置（桌上型電腦、平板電腦或者是手機）上均能有效讀取，也無需安裝特定軟體。此外，輸出結果除交通服務水準評估外，輸出內容也能夠讓其他車流模擬軟體讀取，進而達到資料共享功能。

本計畫在軟體開發與資料管理過程中，使用 GUI 做為輸入介面，並以 JSON 做為輸出資料格式，該設計方式已為目前軟體設計常見且有效之規劃方式，GUI 的視覺化特性使使用者能夠直觀地操作，同時以 JSON 格式封裝和傳送資料，其優勢不僅體現在易用性方面，還在於它能夠實現跨不同平台和程式語言的無縫資料交換。特別值得一提的是，JSON 作為一種結構化的資料表示方式，以物件為基本單位，與本計畫透過物件導向式來建置交通模擬架構是一致的，在資料讀取方面更能夠突顯其優勢所在，達到真正資料共享的目的。

5.5 使用者介面規劃

在介面規劃部分，本計畫將分為二階段進行探討。第一階段為單機版的 GUI 介面，透過使用者的點選或是手動輸入，在畫面上建構路網，如圖 5.5.1 所示。在未來我們希望是透過與電子地圖的整合來完成路網的建置。目前這個部分跟單機版是獨立的，其畫面如圖 5.5.2 所示，本計畫以臺中市西屯區為範例，系統導入地圖後，使用者若需要模擬河南路跟凱旋路的車流量，便可配合電子地圖情況，設定路網的路寬、長度或其他需要模擬的參數。特別是現在有關地圖圖資的內容，在臺灣已經建置的非常完整，本計畫

目前把這樣的概念導入，冀望在未來能實現電子地圖跟 HTSS 系統做整合，更能夠貼切臺灣道路的情況。

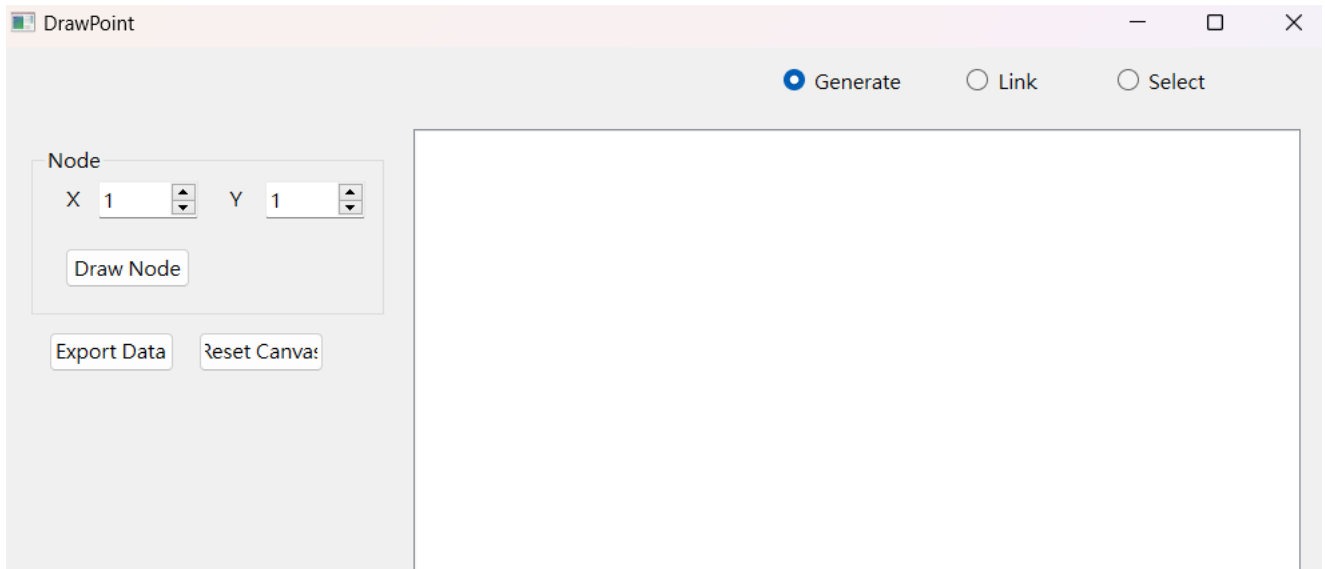


圖 5.5.1 單機版的使用者介面

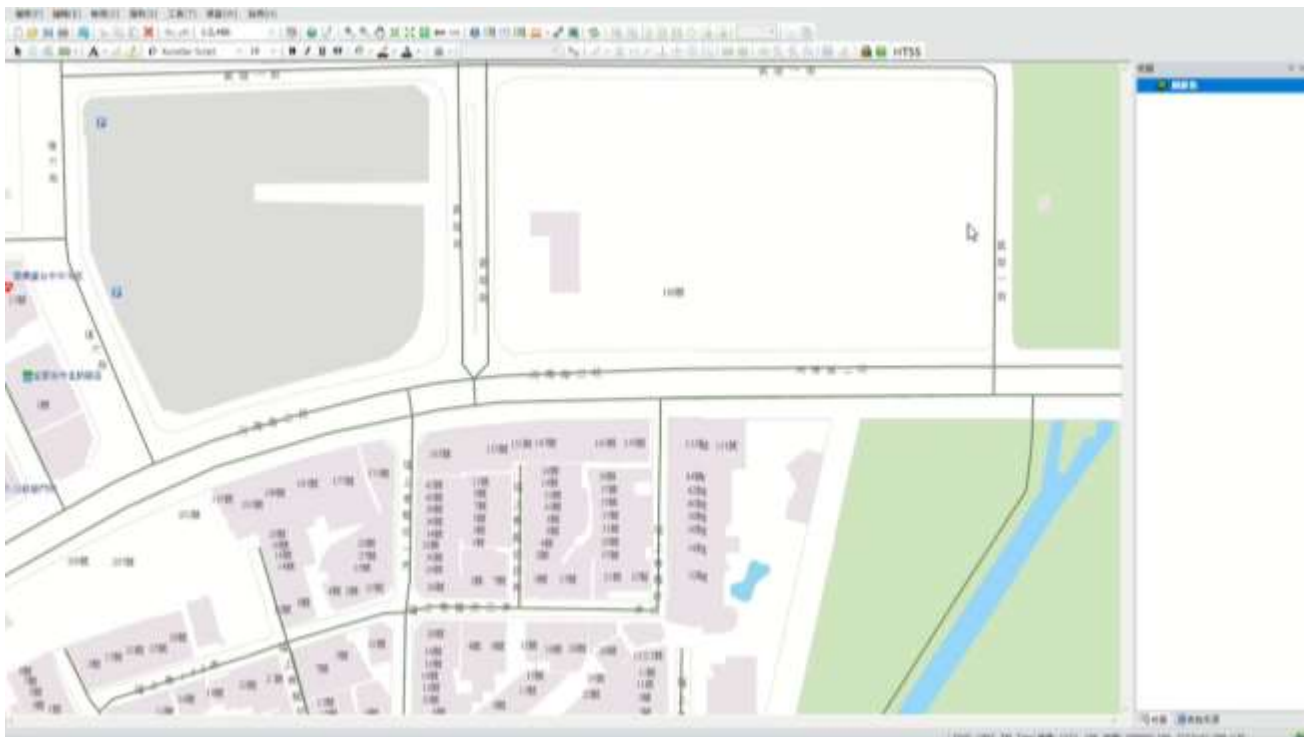


圖 5.5.2 與電子地圖整合的 HTSS 系統介面

第六章 高速公路基本路段模式開發

為確認新一代 HTSS 模擬模式之規劃架構與功能之可行性，本章以道路環境較為單純之高速公路基本路段為模式試作對象進行試作系統（後續簡稱新版 HTSS 試作模式）之開發。6.1 節~6.4 節中將先說明高速公路基本路段之類別，後續再依序說明模式中關鍵車輛運動模式之試作概念、資料格式設定及操作介面，6.5 節則針對新版 HTSS 試作模式之開發結果進行概念性驗證。在本節中，將測試結果與原有系統的結果進行對比，來確保試作模式與原有系統相符合，亦達到程式轉換之目的。最後依據概念性驗證結果進行綜合探討，探討新版 HTSS 試作模式與本計畫在第五章所研提新一代 HTSS 模擬模式規劃原則之相符程度。

6.1 高速公路基本路段類別試作

高速公路基本路段係指高速公路上其車流運作不受進出口匝道、收費站、交織路段、隧道及交流道等幾何佈設或車流運作影響之路段，依據該定義及本計畫對 HTSS 模式程式內容之理解，主要之物件包括車輛（Vehicle）和路段（Road）兩大類。車輛類別包含相關的屬性和方法，以便準確地描述和模擬車輛的特性和行為，其屬性包括個性、車長、車寬和車速，而方法方面則包括了車輛轉向的操作，經本計畫以 Python 開發之車輛物件程式碼如圖 6.1.1 所示。

```
class Vehicle:
    def __init__(self, config={}):
        # ----- # Personality # -----
        # Vehicle Length
        self.l = 4
        # Safe Range
        self.s0 = 4
        # Reaction Time
        self.T = 1
        # Maximum Speed Limit
        self.v_max = 16.667
        # Maximum Acceleration
        self.a_max = 1.44
        # Maximum Deceleration
        self.b_max = 4.61

        # ----- # Program Parameters # -----
        self.id = uuid.uuid4()
        self.path = {}
        self.current_road_index = 0

        # ----- # Current Status # -----
        self.x = 0
        self.v = 0
        self.a = 0
        self.stopped = False

        # ----- # Customer setting # -----
        for attr, val in config.items():
            setattr(self, attr, val)

    @property
    def sqrt_ab(self):
        return 2*np.sqrt(self.a_max*self.b_max)
```

圖 6.1.1 建立車輛物件程式碼

路段類別則包含描述路段特性的相關屬性和方法。這些屬性涵蓋坡度、曲率、道路寬度、道路長度、車道數以及速限。同時，路段類別也提供車流量的相關運動模式，經本計畫以 Python 開發之路段物件程式碼如圖 6.1.2 所示。

```
class Road:
    def __init__(self, points):
        self.points = points
        self.vehicles = deque()

        self.set_functions()

    def set_functions(self):
        # Point
        self.get_point = interp1d(linspace(0, 1, len(self.points)), self.points, axis=0)

        # Heading
        headings = unwrap([arctan2(
            self.points[i+1][1] - self.points[i][1],
            self.points[i+1][0] - self.points[i][0]
        ) for i in range(len(self.points)-1)])
        if len(headings) == 1:
            self.get_heading = lambda x: headings[0]
        else:
            self.get_heading = interp1d(linspace(0, 1, len(self.points)-1), headings, axis=0)

    def get_length(self):
        length = 0
        for i in range(len(self.points) - 1):
            length += distance.euclidean(self.points[i], self.points[i+1])
        return length

    def add_vehicle(self, veh):
        self.vehicles.append(veh.id)

    def remove_vehicle(self, veh):
        self.vehicles.remove(veh.id)
```

圖 6.1.2 建立道路物件程式碼

本計畫透過物件導向設計清晰地組織程式碼，從而使車輛和路段的特性和行為得以精確描述。同時透過使用相對獨立的類別來操作和模擬，提高了程式的模組性、可讀性和可維護性。該設計同時也符合 Python 強調的物件導向程式設計原則，使程式的設計和開發過程更有條理和高效。在模擬操作範例中，本計畫以「Free 2L」這個檔案作為示範，以幫助使用者更清晰地理解模擬過程。在進行模擬之前，首先需要導入模擬參數，該模擬參數係以如圖 6.1.3 所示之紫色區域標示，讓使用者明確知道已經導入之參數內容。

```
車輛重量馬力:
    標籤: 0
        Kink = 1
        Mass = 2000
        Power = 36
        Eff = 0.92
    標籤: 1
        Kink = 2
        Mass = 180
        Power = 5.5
        Eff = 0.92
```

圖 6.1.3 建立道路物件程式碼-輸入模擬參數

當相關參數成功導入後，HTSS 模式即依據相關模擬條件進行逐幀模擬，每一個幀（frame）代表現實世界中車輛的位置變化、速度變化、加速度變化以及所有相關參數變化，讓使用者能夠細緻觀察每個時階的模擬結果，深入了解車輛運動和相關物理特性變化，以了解車輛複雜之動態過程，並確保使用者能根據特定的參數設定來模擬所需的結果或模式。

6.2 高速公路基本路段車輛運動模式試作

在 5.3 節中提到現行 HTSS 車輛運動模式，分三大階段進行，在本節中詳細說明在高速公路基本路段車輛運動模式，其流程如圖 6.1.3 所示。基本上其車輛運動模式是一個單純的運動模式，由於其附屬設施及交通管制的數量/規則較其他路段少（亦或是規則寬鬆），車輛之間互動的情況亦相對單純，因此適合作為系統開發工具移轉的過程中一個較佳的試行案例。

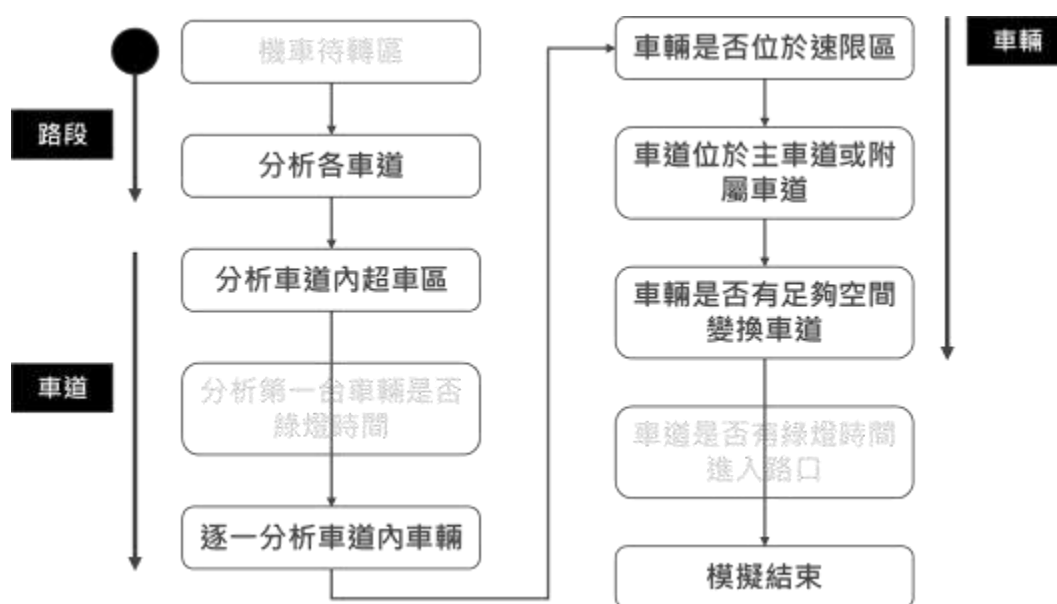


圖 6.2.1 高速公路基本路段車輛運動模式

6.3 高速公路基本路段資料格式設定

既有 HTSS 模擬模式在建立輸入檔之前必須將實際的公路設施簡化，用一模擬路網來代表。模擬路網包括節點及節線。節線代表兩節點之間單向行車的路段。節線與節線相交之地點用一節點來代表，以點來代表，以圖 6.3.1 為例，本計畫在模擬高速公路時，將模擬路段劃分如下說明：

- 一、車輛進入模擬路段之地點須設為一節點，此節點為一節線之起點（如圖 6.3.1 之 601 點）。
- 二、車輛離開模擬路段之地點也須設定為一節點，此節點為一節線之終點（如圖 6.3.1 之 602 點）
- 三、有出口匝道時，出口匝道與主線分離完畢之地點（如圖 6.3.1 之 603 點），須設定為一節線之終點及下游節線之起點。
- 四、有進口匝道時，匝道主線剛匯合之的地點（如圖 6.3.1 之 604 點），須設定為一節線之起點及上游節線之終點。
- 五、一節線與下游節線之間沒有距離。



圖 6.3.1 高速公路路段情況

根據上述原則，圖 6.3.1 之實際路段可轉換成如圖 6.3.2 所示之模擬路網。

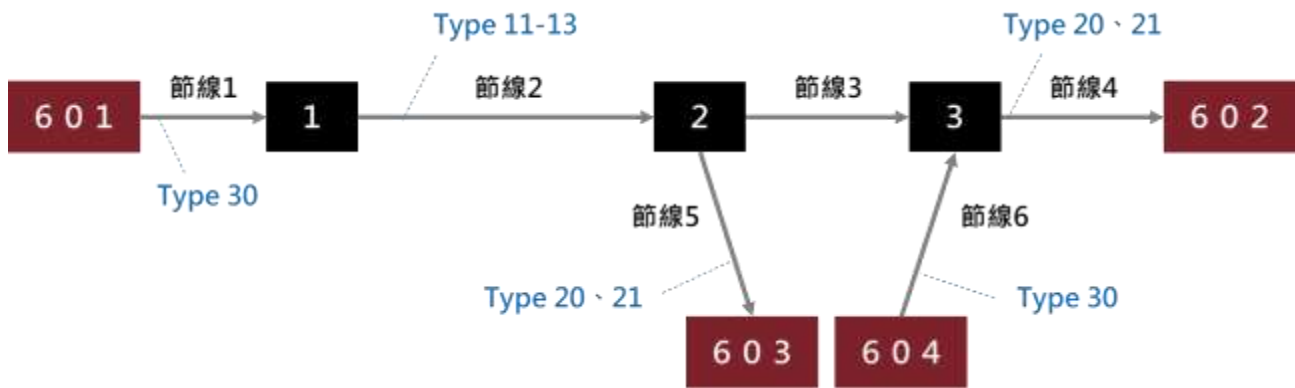


圖 6.3.2 高速公路模擬路網示意圖

如前述 3.1 節已針對既有 HTSS 模式操作內容說明，HTSS 模擬模式會讀取名為 HTSS.txt 的輸入檔，在執行高速公路基本路段的過程，其輸入資料如圖 6.3.3 所示，本計畫保留原 HTSS 在模擬的數學邏輯，並以高速公路基本路段來說明在此功能下會引用到的參數以及所代表的涵意，按此邏輯進行程式的開發。相關內容說明皆參考 2021 年版公路交通系統模擬（HTSS）模式使用手冊。

// 註解												
5555 0	simulation controls,number of runs, # periods, data collection period, seed,											
	10	2	400	1800	0.5	891321						
5555 1	read type 1 data, upstream node, down stream node, ids of 6 continuous lanes											
	1	610	1	1	NO	2	3.5	0.0	0 1.2	0.0	0.6	FREE
	2	1	2	1	NO	2	3.5	0.0	0 1.2	0.0	2.6	FREE
	3	2	611	1	NO	2	3.5	0.0	0 1.2	0.0	0.8	FREE
	4	611	2	1	NO	2	3.5	0.0	0 1.2	0.0	0.8	FREE
	5	2	1	1	NO	2	3.5	0.0	0 1.2	0.0	2.6	FREE
	6	1	610	1	NO	2	3.5	0.0	0 1.2	0.0	0.6	FREE
5555 2	Read Type 2 Link, turn, receiving link, matching lanes, distance											
	1	5	2	1	1	0.						
	2	5	3	1	1	0.						
	4	5	5	1	1	0.						
	5	5	6	1	1	0.						
5555 3	Read Type 3 Node, Base link, and other Links											
	610	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
	2	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
	611	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5555 20	Type 20 data, Link, turn type, 6 usable lanes											
	1	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0

圖 6.3.3 高速公路二車道基本路段輸入範例解讀

```

5555 21  Type 21 data, veh type,turning movements at end of link for veh type
      1   9   5  100.0  0   00.0  0  0.0   0  0.0  0  0.0  0  0.0
      2   9   5  100.0  0   00.0  0  0.0   0  0.0  0  0.0  0  0.0
      3   9   5  100.0  0   00.0  0  0.0   0  0.0  0  0.0  0  0.0
      4   9   5  100.0  0   00.0  0  0.0   0  0.0  0  0.0  0  0.0
      5   9   5  100.0  0   00.0  0  0.0   0  0.0  0  0.0  0  0.0
      6   9   5  100.0  0   00.0  0  0.0   0  0.0  0  0.0  0  0.0
5555 30  Type 30 data, flow rates at source nodes, to in/out,period
      610  1   1  3600    100.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
      610  1   2  3600    100.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
      611  1   1   000.    100.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
      611  1   2   000.    100.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
5555 45  Type 45 data, Speed Zones
      1   0.0   90  90.   90.
      2   0.0   90  90.   90.
      3   0.0   90.  90.   90.
      4   0.0   90.  90.   90.
      5   0.0   90.  90.   90.
      6   0.0   90.  90.   90.
5555 46  TYPE 46 data, change free-flow speed for each zone
      1   1  90  90.  90.
      2   1  90  90.  90.
      3   1  90. 90.  90.
      4   1  90. 90.  90.
      5   1  90. 90.  90.
      6   1  90. 90.  90.
5555 47  TYPE 47 data, free-flow speed at entry point ( Small veh, motorcycle, heavy )
      610  90   90   90
      611  90   90   90
5555 50  Type 50 data, Link, Speed Zone ID, Capacity,  critical speed,
      1   1   1800  75
      2   1   1800  75
      3   1   1800  75.0
      4   1   1800  75.0
      5   1   1800  75.0
      6   1   1800  75.0
5555 60  Type 60 data, Link, ID, Start,End, % slope  San-Yi northbound
      2   1   0.0  2.60   0.0
      5   1   0   2.60  -0.0
5555 86  vehicle weight, horsepower, and engine efficiency
      1  2000.   36  0.92
      2   180    5.5  0.92
      3  15000   215 0.85
      4  10500   124 0.85
      5  32000   260 0.85
5555 95  Type 95 data, detector for flow data
      1  0.010 0.02 0.04 0.06 0.08 0.09 0.0 0.0 0.0 0.0
      2  0.010 0.3  0.6  0.9  1.2  1.5  1.8 2.0 2.3 2.5
      5  0.010 0.3  0.5  0.7  0.0  0.0  0.0 0.0 0.0 0.0
99999 99999

```

圖 6.3.3 高速公路二車道基本路段輸入範例解讀(續)

一、基本程式執行模擬情況資料 (type 0)

本檔型主要目的是針對系統模擬過程時，系統需要模擬的次數。如果模擬過程中車流狀況（流率、車種組成等）不變，則模擬時段應包括熱機時段及一熱機時段後的時段。模式之使用者可選用 0.5 秒或 1 秒之單位時間進行模擬。模擬單位時間為 0.5 秒時，HTSS 模式每 0.5 秒訂定每一車輛的新加速率、速率及位置。在每一不同之模擬作業時，HTSS 模式會用輸入之亂數種子來產生另一套種子。然後用每一套種子產生亂數來訂定一車輛之屬性（如車長等）。

二、路段設定

本類型最主要的目的是路網建立的功能，使用者需要進行三個步驟。

(一) 節線設置 (type 1)

在此設定需要的參數有：

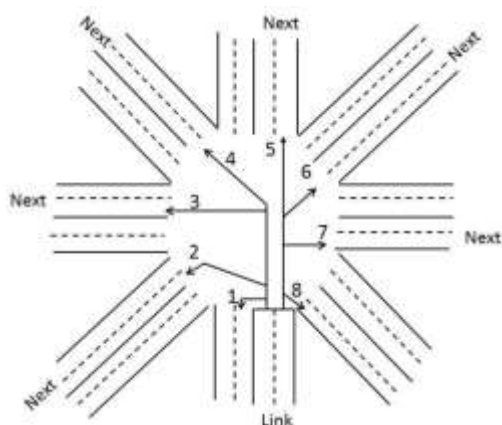
1. Link = 一節線之代號（如 1 或 2）
2. Nup = 節線 Link 上游節點的代號（如 610 或 2）
3. Ndn = 節線 Link 下游節點的代號（如 611 或 3）
4. In = 單向在 2 節點之間可能有 2 節線。如節線在內側，則 In 值為 2，其他情況之節線（唯一節線或在外側之節線）的 In 值為 1。
5. Cont = Link 下游端點之主要交通控制類型，NO=無控制
（註：模擬無阻斷性車流時，Cont 須設定為 YD=讓，ST=停，SIG=路口用之號誌控制，METER=匝道用之號誌控制。如一些端點車道的控制類型與 Cont 不同，則用檔型 6 資料來修訂。）
6. N=全長車道數
7. Wid=車道寬公尺
8. W2=寬度與 Wid 不同之特定車道之寬度（公尺）
9. ID=車道寬為 W2 之特定車道代號
10. SHR=右側路肩寬（公尺）
11. SHL=左側路肩寬（公尺）
12. Alen=節線長度（公里）
13. Geo=節線性質之代號 TWO=郊區雙車道公路（須用對向車道超車），
MULTI=郊區多車道公路，FREE=高速公路，URBAN=市區道路
TUNNEL=公路隧道

(二) 行進方向 (type 2)

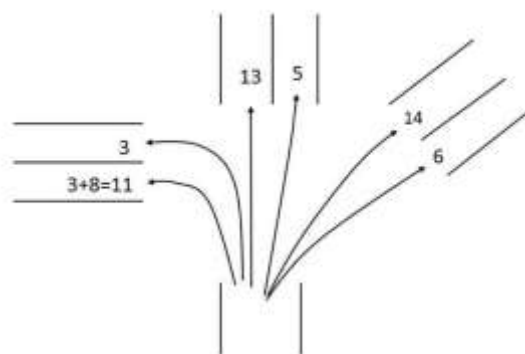
本檔型最主要的目的是說明節線的方向性，需要的參數有：

1. Link=一節線之代號
2. Kturn=從 Link 離開之後的行車方向代號 (1,2,...,8 及 9,10,...,16)
3. Next=從 Link 以行車方向 Kturn 進入之節線的代號
4. L1=行車方向 Kturn 之路徑上，基準串連之上游車道 (在 Link 上) 代號
5. L2=行車方向 Kturn 之路徑上，基準串連之下游車道 (在 Next 上) 代號

HTSS 模式將行進方向分成 16 種。如果離開一節線之後所進入之節線為唯一之節線，或為同方向兩併行節線之外側節線，則代號 1,2,...,8 各代表迴轉、急左轉、左轉、斜左轉、直行、斜右轉、右轉及急右轉如圖 6.3. (a)。如所進入之下游節線為同方向兩併行節線之內側節線，則上述代號須增加 8，成為 9,10,...,16，如圖 6.3. (b) 所示。



(a) 外側節線行車方向代號



(b) 內側節線行車方向代號

資料來源：2021 HTSS 使用手冊[5]

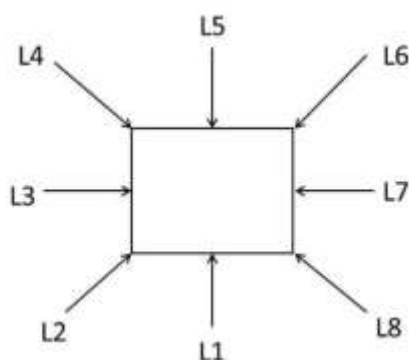
圖 6.3.4 內外側節線行車方向代號

(三) 節線相對位置 (type3)

本檔型最主要的目的是說明進入一節點之節線相對位置，需要的參數有：

1. Node=一節點之代號，代號 600 或超過 600 之節點可以不必有此檔型資料
2. L1=進入節點 Node 之所有節線中，任意選擇做為基準節線之節線代號
3. L2=基準節線急左方，進入節點 Node 之外側節線（或唯一節線）的節線代號
4. L3=基準節線左方，進入節點 Node 之外側節線（或唯一節線）的節線代號
5. L4=基準節線斜左方，進入節點 Node 之外側節線（或唯一節線）的節線代號
6. L5=基準節線正前方，進入節點 Node 之外側節線（或唯一節線）的節線代號
7. L6=基準節線斜右方，進入節點 Node 之外側節線（或唯一節線）的節線代號
8. L7=基準節線右方，進入節點 Node 之外側節線（或唯一節線）的節線代號
9. L8=基準節線急右方，進入節點 Node 之外側節線（或唯一節線）的節線代號

圖 6.3.顯示節線 L1,L2,...,L8 之相對位置。如果 L2,L3,...,L8 中有些節線不存在，則其節線代號須設定為 0。



資料來源：2021 HTSS 使用手冊[5]

圖 6.3.5 進入一節點之節線相對位置示意圖

三、2021HTSS 之「Free 2L」範例檔對於不同模擬功能，引入 Type20-21、Type30、Type45-47、Type50、Type60、Type86、Type95 等 10 個檔型，其中 Type20、Type21、Type30、Type45-47、Type50 等 7 個檔型為模擬高速公路基本路段及其他不同公路設施最單純情境下必須設定之共同檔型。以下針對 10 個檔型進行說明：

(一) Type 20 檔型為設定離開節線之行車方向，本檔型的參數有：

1. Link=一節線之代號
2. Itu=從節線端點離開時之一行車方向之代號
3. L(i)=以行車方向 Itu 離開節線時能使用之一車道的代號 ($i=1,2,\dots,6$)

如果節線 Link 端點有 3 個行車方向，則需有 3 行此檔型資料。模擬非阻斷性車流時，所有車輛皆視為直行車輛，因此行車方向代號訂為 5。

(二) Type 21 檔型為設定車種，其參數有：

1. Link=節線之代號
2. ITY=車種代號 (1=小車、2=機車、3=非排班之大客車、4=大貨車、5=半聯結車、6=全聯結車、7=市區排班公車、9=所有車種)
3. L(i)=在節線下游端點的 6 種行車方向之一 ($i=1,2,\dots,6$) 的代號，分析非阻斷性車流時，所有車輛是為直行車，所以 L(1)須設定為 5，L(2),L(3), \dots ,L(6)則為 0
4. X(i)=行車方向 L(i)之百分比 (%)

除非 ITY 設定為 9，每一模擬車種需有 Type 21 檔型的資料。

(三) Type 30 檔型為設定車種占比，本檔型的參數有：

1. Node=讓車輛進入模擬路段之一節點的代號 (如 602)
2. Iget=進入之節線為內側節線時 Iget=2，否則 Iget=1
3. IP=模擬時段之代號，熱機時段為第 1 時段 (IP=1)，隨後時段之代號為 2,3, \dots ,30
4. IQ=時段 IP 之流率 (輛/小時)
5. X(1)=小車之百分比 (如 80.6)
6. X(2)=機車之百分比
7. X(3)=非排班之大客車之百分比
8. X(4)=大貨車之百分比
9. X(5)=半聯結車之百分比
10. X(6)=全聯結車之百分比

市區排班公車除外，各車種百分比之總和必須等於 100。

(四) Type 45 檔型設定節線之限速，參數有：

1. Link=一節線之代號
2. Post=一速限區起點離節線起點之距離（公里），每一節線之第 1 速限區從節線的起點（0 公里）開始
3. L(1)=速限區內小車之速限（公里/小時）
4. L(2)=速限區內機車之速限（公里/小時）
5. L(3)=速限區內大車之速限（公里/小時）

從上游到下游，每一速限區須有一行檔型 45 之資料

(五) Type 46 檔型設定節線之平均自由速率，參數有：

1. Link=一節線之代號
2. Zone=速限區之代號（從上游到下游依序訂為 1,2,3,4,5）
3. V1=速限區 Zone 內小車之平均自由速率（公里/小時）
4. V2=速限區 Zone 內機車之平均自由速率（公里/小時）
5. V3=速限區 Zone 內大車之平均自由速率（公里/小時）

在 2021 年版 HTSS 模式的假設速限 90 公里/小時之高速公路基本路段常有 100 公里/小時之平均自由速率。速限若為 100 或 110 公里/小時，則相關平均自由小時，則相關平均自由速率比速限高 5 公里/小時。

(六) Type 47 檔型設定車輛進入路網之平均自由速率，參數有：

1. Node=讓車輛進入模擬路網之一節點的代號（如 600）
2. V1=從 Node 進入路網時小車之平均自由速率（公里/小時）
3. V2=從 Node 進入路網時機車之平均自由速率（公里/小時）
4. V3=從 Node 進入路網時大車之平均自由速率（公里/小時）

如進入路網之平均自由速率與檔型 46 設定之第一速限區的自由速率相同，則不必有檔型 47 的資料。

(七) Type 50 檔型設定節線容量，其參數有：

1. Link=一節線之代號
2. Zone=一速限區之代號
3. Cap=假設速限區 Zone 為平直路段而且只有小車時之容量（小車/小時/車道）
4. VC=路段平直而且只有小車之臨界速率（公里/小時）

除非有現場資料，設定檔型 50 資料時宜參考 2021HTT 使用手冊所列之

代表性容量及臨界速率。

(八) Type 60 檔型為路段縱切面坡度設定，其參數有：

1. Link=一節線之代號
2. ID=在節線 Link 上，從上游到下游依序之縱切線（verticaltangent）代號（1,2,3,...,50）
3. Begin=縱切線起點與節線起點的距離（公里）
4. Over=縱切線終點與節線起點的距離（公里）
5. Slope=縱切線之坡度（%），上坡為正值，下坡為負值

(九) Type 86 檔型設定車種之總重、馬力、牽引力傳輸效率以模擬坡度路段運作情形，其參數有：

1. Kind=車種之代號（1=小車、2=機車、3=非排班之大客車、4=大貨車、5=半聯結車、6=全聯結車、7=市區排班公車）
2. Mass=車種 Kind 之總重（kg，公斤）
3. Power=車種 Kind 之馬力（kW）
4. Eff=車種 Kind 之牽引力傳輸效率

設定檔型 86 資料時宜參考 2021HTT 使用手冊所列之參數值。

(十) Type 95 檔型為設置偵測站，其參數有：

1. Link=一節線之代號
2. D(i))=從上游到下游，第 i 車輛偵測站與節線起點之距離（公里）

HTSS 模式讓使用者在每節線上最多設置 10 個車輛偵測器，以利於進行交通分析，這些偵測器蒐集通過偵測站車輛的流率、空間平均速率、時間平均速率及各車種之百分比，其中第 1 偵測站須在車輛進入節線之後以自由速率行駛 2 秒之下游，否則流率估計值可能產生大的誤差。如一節線無偵測站，則不須設定檔型 95 資料。

6.4 高速公路基本路段操作介面試作

目前的圖形使用者介面(GUI)處於試驗性階段，正在持續發展中仍需進一步完善，相關附加功能尚未穩定實現。在軟體或應用程式的開發過程中，初期版本通常被視為測試版，用於瞭解系統的基本運作，進行測試以確保其穩定性與效能。這個階段通常專注於實現核心功能，而其他次要特性留待後續開發。本計畫現階段之設計介面如圖 6.4.1 所示，主要重點著重在於輸出使用者建立路網資訊，並輸出 JSON 檔為目標，以確保未來 HTSS 模擬模式之輸入檔可與他相關車流軟體輸入檔相容。

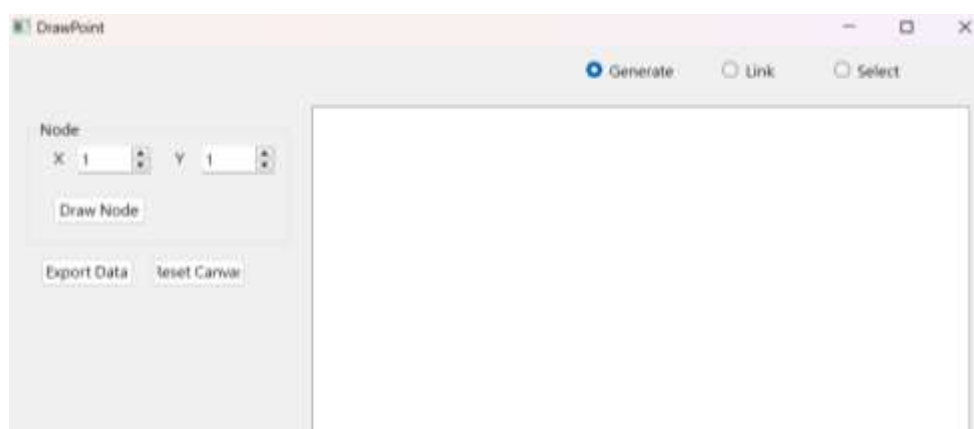


圖 6.4.1 使用者介面

首先討論兩種主要的節點創建方法。第一種方法允許使用者在應用程式視窗中簡單地點擊，以快速創建節點。當使用者在視窗中的任何位置進行點擊時，系統將自動生成一個新的節點，並配合已知的節線長度，設定相對的節點位置。這種操作方式使節點的建立變得直觀且容易上手，適用於那些偏好視覺操作的使用者，圖 6.4.2 則是展示第一種方法。

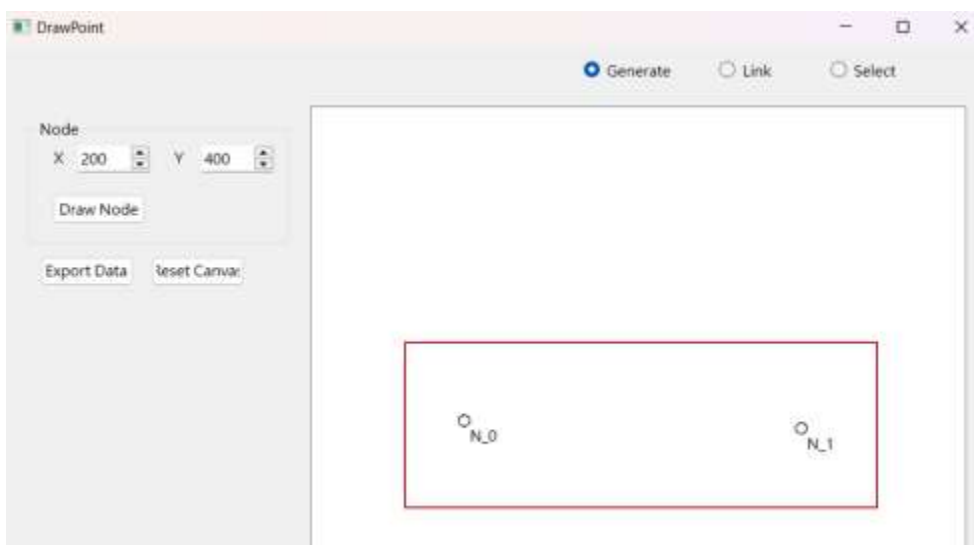


圖 6.4.2 節點創建方法-使用者自行點擊

另一個選擇是透過左側的設定區域，明確指定節點的 X 和 Y 座標以創建節點。這種方法強調精確性和控制，適合那些需要確切位置的應用情境，或希望按照特定座標系統配置節點的使用者。圖 6.4.3 展示第二種方法。透過提供這兩種不同的創建方式，致力於滿足廣泛的使用者需求，提供更具彈性和適應性的建立體驗。

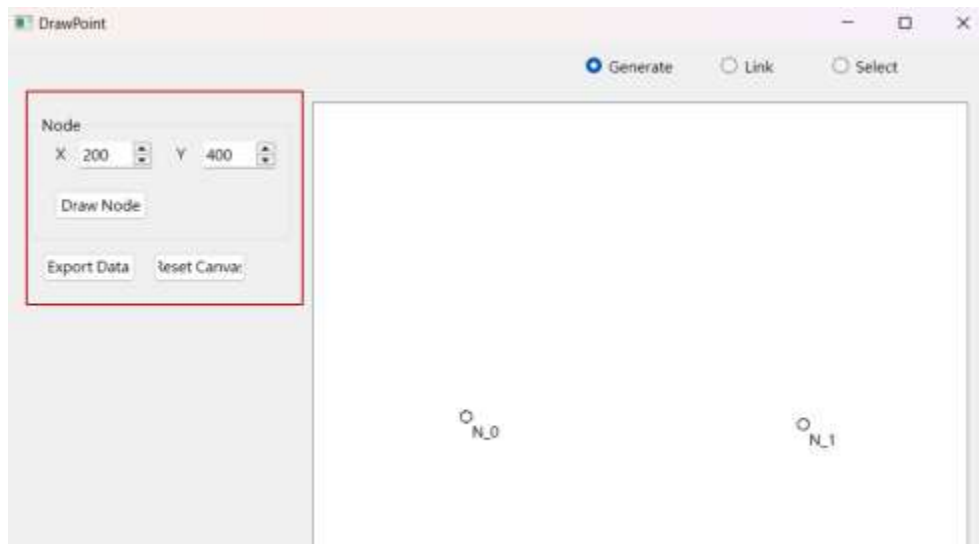


圖 6.4.3 節點創建方法-使用者輸入經緯度

使用者亦可藉由位於畫面右上角的選項，點擊「連結」(link) 功能，以便將兩個節點進行連接。當使用者選擇此功能後，系統將允許其在應用程式視窗中選擇欲連接的起始節點與目標節點，並自動建立一條節線，如圖 6.4.4 所示。

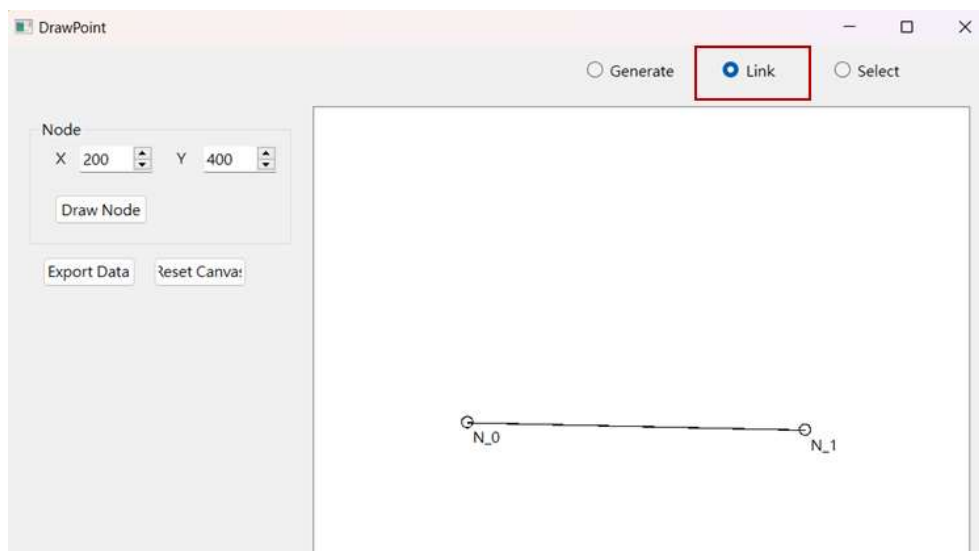


圖 6.4.4 路網連結方式

在現階段之介面設計中，特別強調新增的「Export Data」按鈕，其功能之一是讓使用者能夠以 JSON 格式導出所設計的節線資料。當使用者點擊此按鈕時，系統將根據目前的節線資料內容生成一個符合「檔型 1」規範之 JSON 輸出檔案，以確保其符合模擬核心的資料格式，如圖 6.4.5 所示。

```
1  {
2  "0": {
3      "Link": 1,
4      "Nup": 1,
5      "Ndn": 1,
6      "In": 1,
7      "Cont": "NO",
8      "N": 3,
9      "Wid": 3.5,
10     "W2": 0,
11     "ID": 0,
12     "SHR": 1.2,
13     "SHL": 0,
14     "Alen": 1,
15     "Geo": "FREE"
16  },
17  "1": {
18     "Link": 2,
19     "Nup": 1,
20     "Ndn": 4,
21     "In": 2,
22     "Cont": "NO",
23     "N": 3,
24     "Wid": 3.5,
```

圖 6.4.5 輸出 JSON 格式

此外，本計畫亦設計如圖 6.4.6 所示之「重置資料」(Reset) 按鍵功能，使用者按下該按鍵後，將恢復應用程式視窗中的所有資料至初始狀態，重新回到最初的設定或內容。該功能設計是出於提升使用者便利性，使其能夠以快速清除或重置當前狀態，並重新開始進行操作或設定。

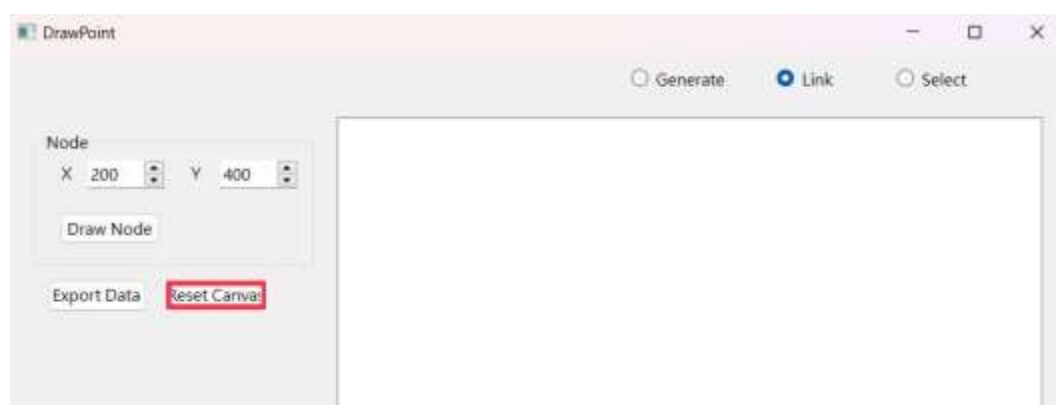


圖 6.4.6 資料重置功能

本案為計畫第一年期，針對高速公路基本路段所進行之試作程式開發大致分為兩個主要部分，即 TXTParser 和 HTSS Core。TXTParser 的主要功能在於將 HTSS 所使用的文字檔案 (.txt 格式) 轉換成 JSON (JavaScript Object Notation) 資料格式，這個轉換過程極為關鍵，因為它提供了 HTSS Core 所需的輸入資料。而 HTSS Core 則是整個程式的核心，負責進行模擬運算，其運作情況如圖 6.4.7 所示。

```
1  # -*- coding: utf-8 -*-
2  from FileType.FileType import Type1Data, FileTypesList
3
4  def main():
5      FF = FileTypesList()
6      # 匯入 模型1 的第一筆 link1
7      FF.add_datas(type_id=1, type_name='link1', type_data=Type1Data(
8          1, 600, 601, 1, "NO", 2, 3.50, 1.6, 1, 1.5, 0.0, 4.0, "TWO"))
9      # 匯入 模型2 的第二筆 link2
10     FF.add_datas(type_id=1, type_name='link2', type_data=Type1Data(
11         2, 601, 600, 1, "NO", 1, 3.50, 0.0, 0, 1.5, 0.0, 4.0, "TWO", ))
12
13     # 取用 link1 節線 Link 上游節點的代號
14     print(FF.FileType1['link1'].Nup)
15     # 取用 link2 節線 Link 上游節點的代號
16     print(FF.FileType1['link2'].Nup)
17
18 if __name__ == '__main__':
19     main()
20     # 600
21     # 601
```

圖 6.4.7 試作程式核心運作情況

另 TXTParser 負責將原本以純文字形式儲存的數據轉換成 JSON 格式，該轉換使數據相當容易被系統閱讀和寫入，有助於提高整個系統運作效率，並確保模擬過程能夠正確執行。HTSS 模式之模擬核心 HTSS Core 部分，主要在進行高性能的模擬計算，接收來自 TXTParser 的 JSON 資料，並依據撰寫程式和邏輯執行模擬運算。HTSS Core 的優化和效能直接關係到整個系統的性能和穩定性。

以下分別就目前試作內容對輸出入資料格式轉換及系統核心 HTSS core 模擬操作過程摘錄如下：

一、輸出入資料格式轉換：本過程將確保原始的 HTSS 文字檔案得以轉換並準備好供 HTSS Core 使用。

(一) 將原始的 HTSS 文本檔案置於`.\\TXTParser\\Data\\`資料夾中，如圖 6.4.8 所示。

(二) 執行`.\\TXTParser\\TXTParser.exe`，此操作將啟動 TXTParser，開始進行資料格式轉換的工作，如圖 6.4.9 所示。

(三) 隨即，使用者可獲得適用於本程式的 JSON 格式檔案，該檔案可被 HTSS Core

系統輕鬆識別並進一步處理，如圖 6.4.10 所示。



圖 6.4.8 新版 HTSS 操作步驟 1



圖 6.4.9 新版 HTSS 操作步驟 2



圖 6.4.10 新版 HTSS 操作步驟 3

二、HTSS Core 系統操作過程

(一) 系統核心 HTSS core 模擬過程

(二) 執行 `Click_ME.cmd`，這將啟動 HTSS Core 的主程序，如圖 6.4.11 所示。



圖 6.4.11 新版 HTSS 操作步驟 4

(三) 複製 `.\TXTParser\Data\` 資料夾下所產生的 JSON 檔案的完整路徑。這個 JSON 檔案是 TXTParser 轉換而來的，它包含了模擬運算所需的資料，如圖 6.4.12 所示。

名稱	修改日期	類型	大小
Free 3L	2023/11/2 下午 03:23	JSON 來源檔案	15 KB
Free2L	2023/11/2 下午 03:23	JSON 來源檔案	15 KB
Free 3L	2023/10/12 上午 04:03	文字文件	4 KB

圖 6.4.12 新版 HTSS 操作步驟 5

(四) 開啟 Windows Terminal，貼上所複製的 JSON 檔案路徑，然後執行該檔案，如圖 6.4.13 所示。



圖 6.4.13 新版 HTSS 操作步驟 6

(五) 執行模擬中之呈現畫面，如圖 6.4.14 所示。

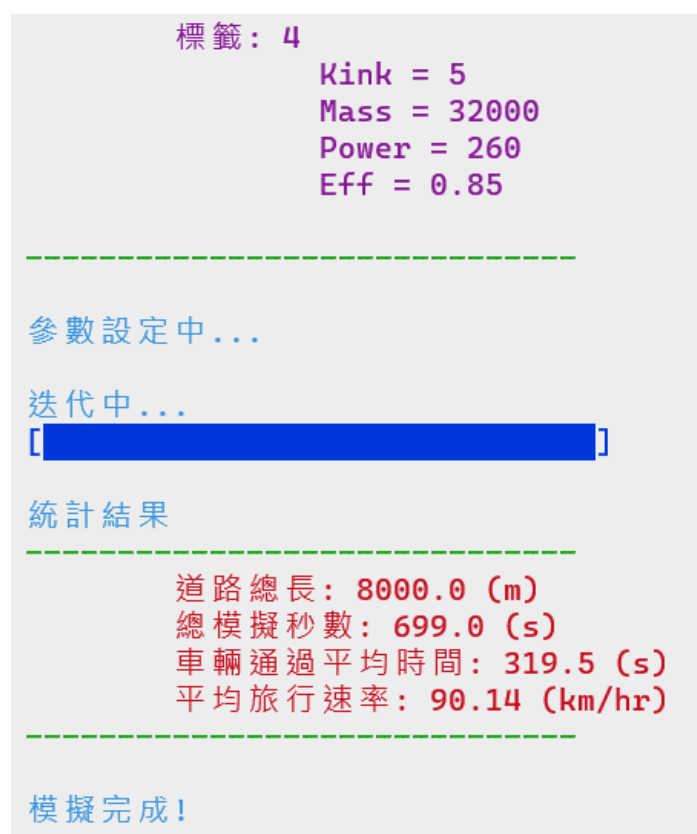


圖 6.4.14 新版 HTSS 執行過程

(六) 在根目錄下，將會產生一個名稱類似 `"%yyyy%"mm%dd_%HH%MM%SS-{json 檔案名}.txt` 的檔案，這個檔案包含了模擬運算的結果，如圖 6.4.15 及圖 6.4.16 所示。

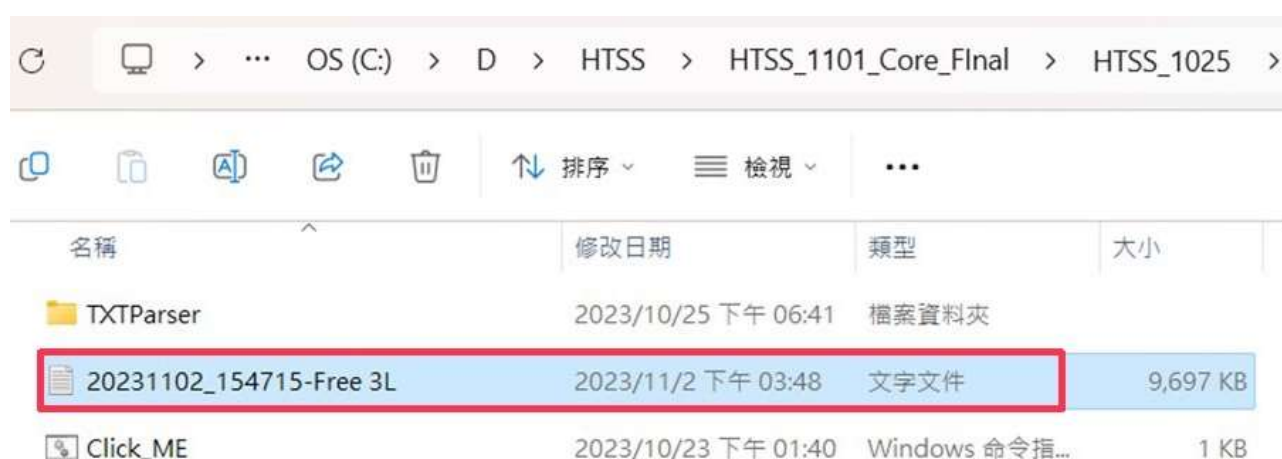


圖 6.4.15 新版 HTSS 執行結果位置圖

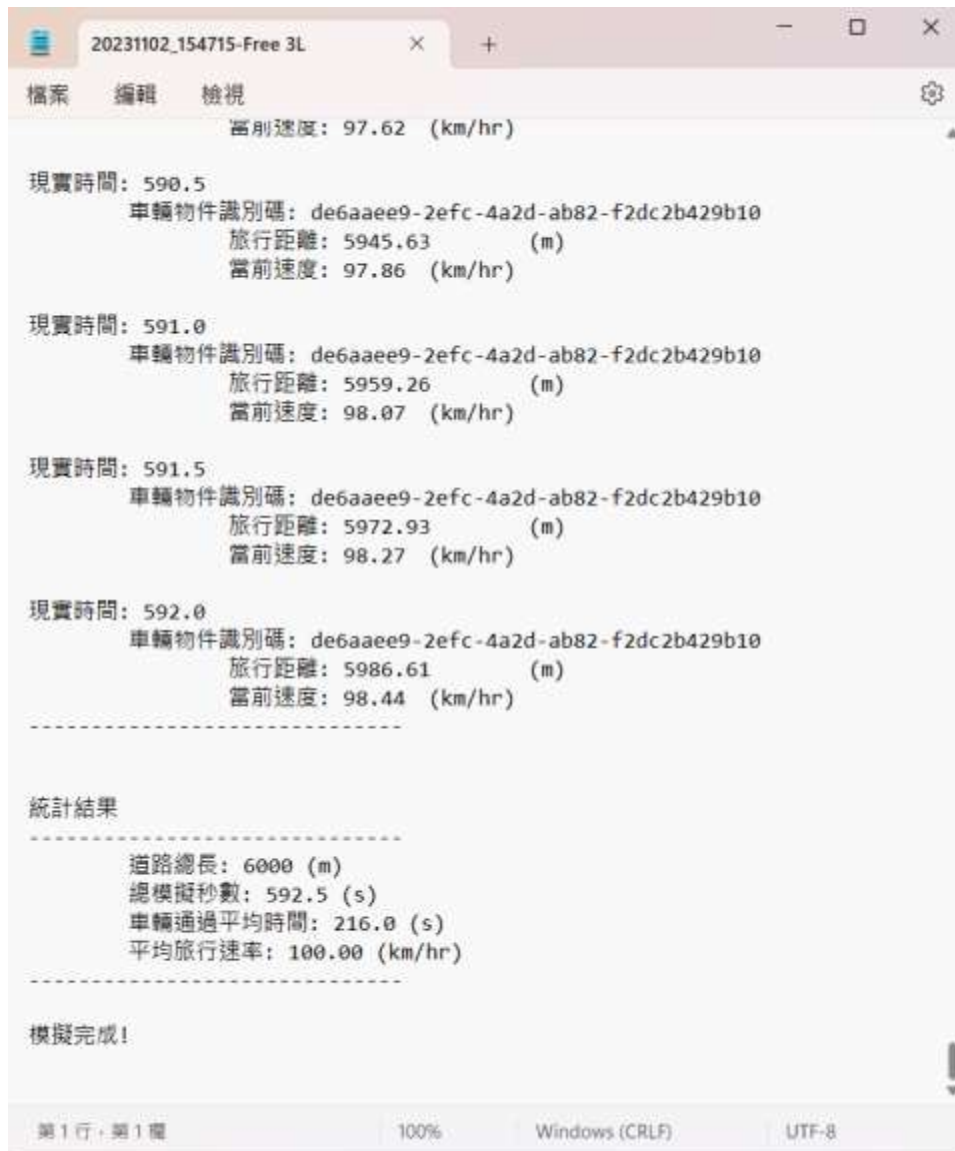
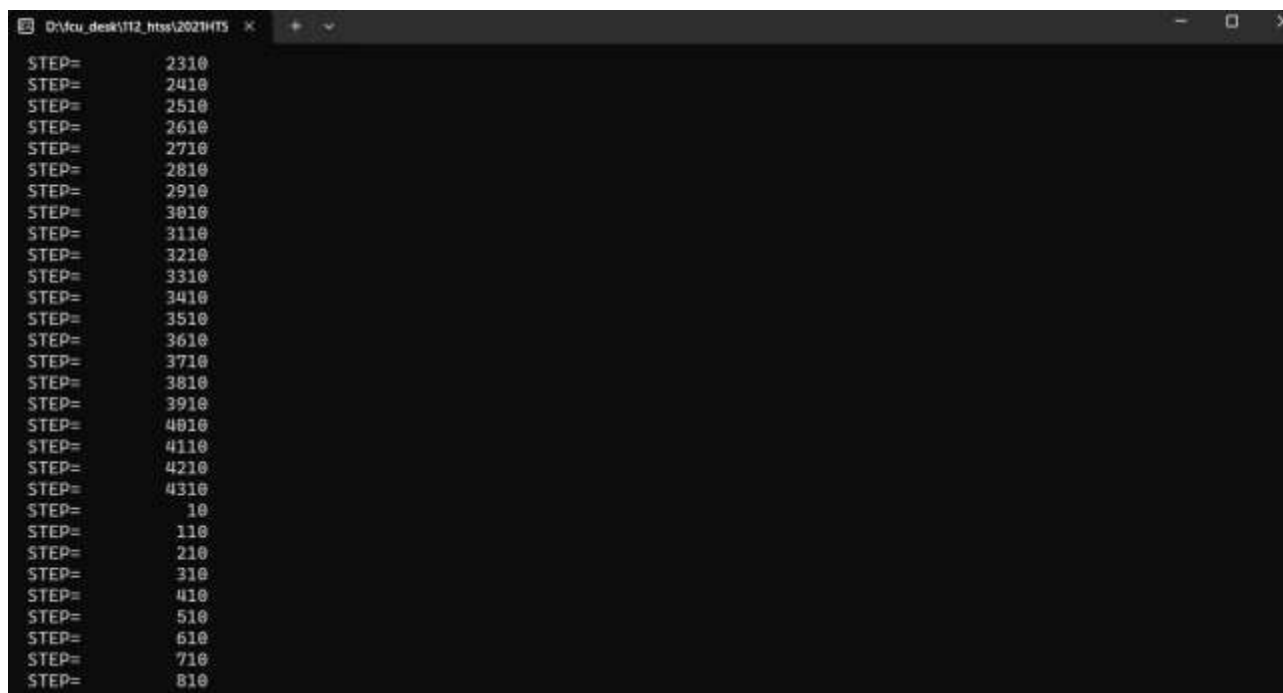


圖 6.4.16 新版 HTSS 執行結果

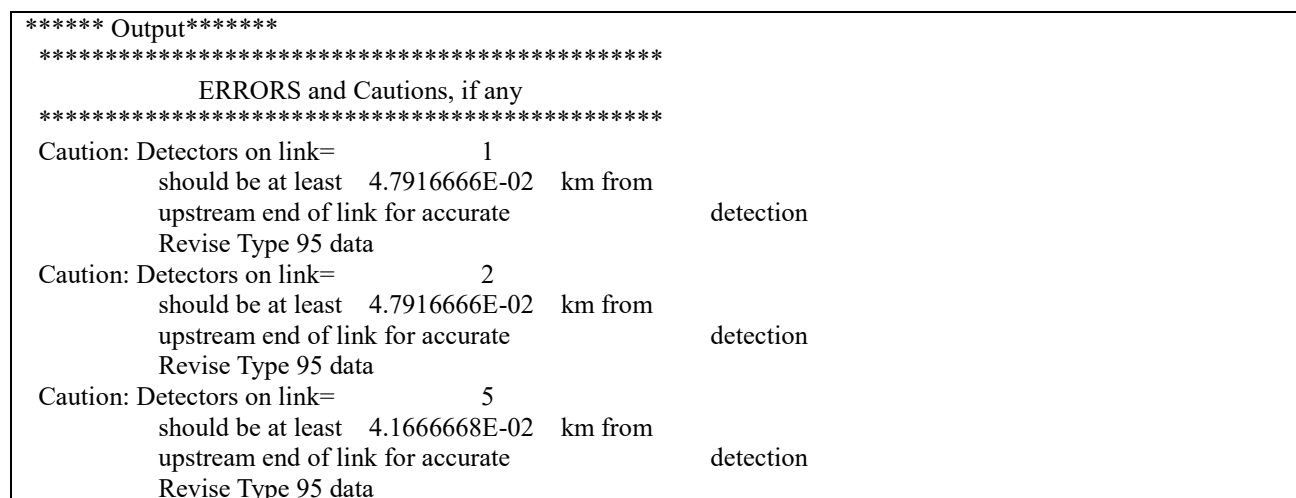
6.5 模擬核心概念性驗證

本節以高速公路基本路段 Free2L 及 Free3L 範例檔，說明範例資料與 5.3 節中類別圖之相符程度，如車種、道路類型。從圖 6.5.1 及圖 6.5.2 既有 HTSS 模式之執行畫面及輸出結果，與圖 6.5.3 及圖 6.5.4 本計畫所開發新版 HTSS 試作系統之執行畫面及執行成果相較，顯示本計畫針對高速公路基本路段所進行之試作系統均能重現既有 HTSS 模式之內容。



資料來源：本計畫產出

圖 6.5.1 既有 HTSS 模式執行畫面



資料來源：本計畫產出

圖 6.5.2 既有 HTSS 模式執行結果畫面

*****NOTATIONS*****

Vehicle Types:

- 1 = small vehicle
- 2 = motorcycle
- 3 = bus (including urban transit bus)
- 4 = single-unit heavy truck
- 5 = semi-trailer truck
- 6 = full-trailer truck

gasoline density: 0.71~0.77 kg/l

***Number of replicated runs= 2

***** LINK STATISTICS*****

LINK	LANE	Flow vph	Space-Mean Speed(km/h)	Fuel Consumption liter liters/veh-km	% of Vehicle type					
					1	2	3	4	5	6
1		3992.	106.6	363.4	0.078	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1	1238.	106.7			100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	1414.	105.6			100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	1340.	107.5			100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2		3985.	106.3	183.6	0.079	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1	1277.	105.1			100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	1419.	105.5			100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	1288.	108.5			100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3		3987.	106.0	357.8	0.077	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1	1307.	103.8			100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	1394.	104.6			100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	1287.	109.9			100.0	0.0	0.0	0.0	0.0

**** AVERAGE SPEED to SPEED LIMIT RATIO ****

LINK	Speed Limit (km/h)	Average Speed (km/h)	Speed/Limit Ratio
1	110	106.6	0.97
2	110	106.3	0.97
3	100	106.0	1.06

*****Type 1 Lanes (motorcycles <= 60%) and Type Lanes (motorcycles > 60%)
Statistics*****

Only links with both types of lanes have output

**** AVERAGE STOPPED DELAY **

Lanes without delays are not listed

LINK	LANE	Average Stopped Delay(s/veh)
------	------	------------------------------

資料來源：本計畫產出

圖 6.5.2 既有 HTSS 模式執行結果畫面(續 1)

DETECTOR STATION STATISTICS											
Link	Station at km	Lane	Flow vph	Speed (km/h)		% Vehicle Type					
				Time-Mean	Space-Mean	1	2	3	4	5	6
1	0.010	1	1057.	111.6	111.3	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.010	2	1496.	106.8	106.6	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.010	3	1447.	107.7	107.5	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.020	1	1057.	111.2	110.9	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.020	2	1496.	106.9	106.9	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.020	3	1447.	107.8	107.7	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.040	1	1056.	110.7	110.5	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.040	2	1496.	106.9	106.8	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.040	3	1447.	107.6	107.5	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.060	1	1056.	110.3	110.1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.060	2	1496.	106.6	106.5	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.060	3	1446.	107.2	107.1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.080	1	1057.	109.9	109.7	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.080	2	1497.	106.3	106.3	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.080	3	1445.	106.9	106.9	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.090	1	1057.	109.8	109.6	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.090	2	1497.	106.3	106.3	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.090	3	1446.	106.9	106.8	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.010	1	815.	105.5	105.3	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.010	2	958.	105.9	105.7	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.010	3	898.	107.8	107.5	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.300	1	1244.	105.2	105.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.300	2	1432.	105.5	105.3	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.300	3	1315.	109.0	108.7	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.600	1	1246.	105.0	104.9	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.600	2	1427.	105.1	105.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.600	3	1320.	109.1	108.8	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.900	1	1266.	104.8	104.6	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.900	2	1418.	105.6	105.4	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.900	3	1304.	109.3	109.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DETECTOR STATISTICS AGGREGATED OVER ALL LANES											
LINK	DETECTOR Station(km)	Flow Veh/h	Speed (km/h)		% Vehicle Type						
			Time Mean	Space Mean	1	2	3	4	5	6	
1	0.010	4000.	108.4	108.2	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1	0.020	4000.	108.4	108.2	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1	0.040	3999.	108.1	108.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1	0.060	3997.	107.8	107.7	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1	0.080	3999.	107.5	107.4	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1	0.090	4000.	107.4	107.3	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	0.010	2671.	106.4	106.2	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	0.300	3992.	106.6	106.3	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	0.600	3993.	106.4	106.2	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	0.900	3988.	106.5	106.3	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

資料來源：本計畫產出

圖 6.5.2 既有 HTSS 模式執行結果畫面(續 2)

```

請貼上被模擬的 json 設定檔路徑 (對 json 按右鍵 -> 複製路徑)
: C:\Users\yclin\OneDrive\桌面\TXTParser\Data\Free 3L-10.json

2023/11/08 21:09 開始執行
*****
輸入模擬速度(1~100): 100

```

資料來源：本計畫產出

圖 6.5.3 試作程式執行畫面

```

檔名: 0
  Hiss = 5
  Mass = 32000
  Power = 360
  Eff = 0.85

參數設定中...
迭代中...
統計結果
-----
總距離: 6000 (m)
總模擬時間: 600.0 (s)
車輛通過平均時間: 200.0 (s)
平均旅行速率: 300.00 (km/hr)

模擬完成!

```

資料來源：本計畫產出

圖 6.5.4 試作程式執行結果畫面

為進一步確認新版 HTSS 試作系統分析結果之合理性，本計畫以 Free2L 及 Free3L 兩範例檔與原先 Fortran 版之模擬軟體進行對比，該比較範例檔均為 2022 年臺灣公路容量手冊中，高速公路基本路段的範例檔，所模擬的路段為小車占比 100%之平坦路段，除原先系統環境設定檔中「Iseed」參數為亂數產生車輛屬性外，其餘輸入參數值均一致。

由於本案為計畫第一年期，因此驗證過程為概念型驗證，選擇以旅行速率做為比較之基準，探討本計畫利用 Python 開發之試作程式及以 Fortran 開發之既有程式之差異。如表 6.5-1 所示，車流速率並未因行駛距離產生差異，呈現穩定的趨勢，亦符合現行公路容量手冊所得出結論，且兩程式所得到旅行速率之最大誤差值僅約 5%，顯示新版 HTSS 試作模式與既有 HTSS 模式相較，具有相當之合理性。若進一步以統計檢定方式檢視新版 HTSS 試作模式與既有 HTSS 模式輸出結果之一致性，從表 6.5-2 之資料顯示檢定之 α 值為 0.726，表示兩者所輸出之旅行速率值並無顯著差異，表示本計畫針對高速公路基本路段所進行之新版 HTSS 模式試作開發，能夠順利將 Fortran 程式轉換至 Python。

表 6.5-1 既有程式與試作程式旅行速率比較

路網	主要路段長度 (km)	既有程式 (Fortran) 旅行速率(km/hr)	試作程式 (Python) 旅行速率(km/hr)	差異(%) (試作程式-原程 式)/ 原程式
高速公路 基本路段 二車道	1.6	74.8	74.7	-0.05%
	2.1	74.6	74.5	-0.19%
	2.6	74.2	74.5	0.36%
	3.1	74.1	74.5	0.57%
	3.6	73.9	74.5	0.74%
高速公路 基本路段 三車道	1.0	106.3	100.9	-5.05%
	1.5	106.2	100.8	-5.11%
	2.0	106.2	100.9	-4.98%
	2.5	106.2	100.6	-5.23%
	3.0	106.1	100.7	-5.09%

表 6.5-2 既有程式與試作程式旅行速率統計檢定

		變異數等式的 Levene 檢定		平均值等式的 t 檢定		
		F	顯著性	t	df	顯著性 (雙尾)
平均 速率	採用相等變異數	567.872	.000	.356	18	.726
	不採用相等變異數			.356	17.427	.726

6.6 綜合探討

綜合前述新版 HTSS 試作模式之開發結果，本計畫與 3.4 節所歸納出新一代 HTSS 系統開發時應符合之七項開發原則進行檢核，結果如表 6.6-1 所示。在正確性部分，既有之 HTSS 模式已經過多年研究之驗證與使用，具有相當公信力。本計畫透過統計檢定試作模式的模擬結果顯示與既有模式具無顯著差異。在輸入介面親和度部分，本計畫採 GUI 介面，與其他主流車流模擬系統介面相同。雖然現階段本計畫開發介面僅限於路網建置功能為主，未來仍將持續朝向與電子地圖結合進行開發。惟在本計畫在新版 HTSS 試作模式中所開發之 TXTParser 程式，已經能夠將過去已開發的 Fortran 輸入檔，轉換成現今資訊共享主流的 JSON 檔，不僅能夠在自身 HTSS 核心運算程式中進行模擬，亦可做為其他可相容 JSON 之車流軟體輸入檔，降低使用者建置路網的困難度，也能夠達

到軟體普及化目標。

在輸出報表介面易讀性方面，本計畫的試作程式仍透過文字報表的形式進行，但增加車輛的運動過程的相關資訊，讓使用者可以清楚了解模式之分析結果。在輸入輸出資料共享性方面，如第二項所述，本計畫所開發的 TXTParser 程式能夠將原系統所累積的知識更容易地交換，以提升使用者在不同分析工具間使用之便利性。此外，由於 HTSS 模式具有高度之專業性，且待移轉的模擬功能甚多，後續視開發功能的先後順序提供問題解決方式，未來將可透過課程培訓、教學影片來降低使用者在操作過程所遭遇問題。

另由於現階段試作模式仍以使用者最困擾的路網建置問題為優先處理項目，在未來可納入資料自動化備份功能，以確保系統執行過程中之可靠性，不致因為外在因素影響，減少不必要作業時間。最後在系統功能指標擴充性部分，本計畫在開發的過程中，透過物件導向技術，將核心角色進行模組化，可解決未來新的道路運轉分析可能會遇到的議題，確保系統功能或績效指標之擴充性。

表 6.6-1 試作程式與開發原則符合程度比較

開發原則	試作程式 (Python)	主流車流模擬 (例如 Synchro; SUMO)
核心分析邏輯正確性	○	—
確保輸入資訊介面親和性	△	◎
確保輸出報表介面易讀性	○	◎
輸入輸出資料共享性	◎	△
問題解決資訊充分性	△	◎
執行過程可靠性	△	◎
系統功能指標擴充性	◎	—

△：代表持續更新；

○：代表可滿足使用者基本需求；

◎：代表滿足使用者特定需求

第七章 分期開發規劃

HTSS 模式的核心在於車輛運動模式的模擬，從前節的內容可看出其複雜程度。雖然原始 Fortran 程式有 3 萬餘行，在一般軟體開發的規模裡屬於中小型程式，但其內容主要為車輛運動模式，在改寫過程中必須了解所有物件設計及演算法，並確保其正確性。若要在短時間內進行全部功能改寫，將會需要較高的預算與大型開發團隊；相對在預算有限的情況下，便需將整個改寫過程以分期規劃方式呈現，並於各階段中檢視內容是否符合原需求規劃，並適度調整後續方向。由於 HTSS 模式並非以營利為目標，因此在 UI/UX 的設計上將以操作友善為主，暫不考慮更進一步的美化或行銷；同時目前在軟體開發過程經常被提及的資訊安全問題，因功能並未與一般民眾資料相關，暫無相關考量的必要。考量上述原因，本章節的開發規劃將以模擬核心與操作介面為兩大核心功能。7.1 節將說明分期開發的規劃內容，包含預期目標、各階段成果與檢核方式；7.2 節說明成果座談會的舉辦情況及重點結論。

7.1 分期開發規劃

在規劃開發期程與內容之前，首要工作是設定開發目標。從本計畫的需求說明書內容中，主要目標是將原有的 Fortran 程式內容改以目前常用且易於後續開發維護的程式語言改寫；而在期中的需求座談會中，與會的先進共同對於軟體的使用者介面友善性提出殷切的期待。因此，本計畫針對後續的分期開發規劃，最終目標將以系統的廣度與深度進行說明。

一、模擬核心（系統深度）：車輛運動模式為 HTSS 的主要功能，為了能透過模式模擬接近真實世界的路網運作狀況，車輛運動模式必須針對模擬地區的車輛（車種）、道路環境與駕駛者行為建構精確的模式，以及車輛與車輛之間的相互關係。目前模式中已針對大車、小車與機車建構對應的車種，而在道路環境除了一般的車道、路邊停車、及公車停靠區外，也包含台灣特有的機車停等區與待轉區等設施。為了能夠提前針對未來的新興運具，如自駕車，以及車輛運動模式的新增與修正，在系統深度方面將設定下列目標。

（一）原有 Fortran 程式改寫：如本計畫需求說明書內容所示，應完整將 Fortran 程式以目前常用且易於後續開發維護的程式語言進行改寫。

（二）確保原有 Fortran 程式中的車輛運動模式功能：在後續開發過程中，除了將模擬核心內的車輛運動模式的程式碼改寫外，也應透過不同程度的測試確保模

擬結果的正確性。

- (三) 確保後續模式擴充的可能性：考量未來車輛運動模式或車種變化的不確定性，程式除了確保原有模擬核心的功能正確性外，也應參考目前多數車流模擬軟體的功能，提供 API（應用程式介面）給使用者撰寫客製化的模式。

二、使用者介面（系統廣度）：車流模擬是評估都市交通環境的重要工具之一，為了能夠讓更多使用者有意願使用 HTSS 模式，在期中需求座談會中確認操作介面是首要改善的項目。目前的操作介面雖有滿足模式的各項輸入輸出與執行，但若是要以 HTSS 模式做為長期使用的評估工具，仍有其改善空間。在操作介面中，最重要的功能路網編輯，由於車流模擬的基礎是路網結構，也是評估一個區域車流狀況的基礎資料，同時為了建立更精確的車輛運動模式，路網結構上的各項交通工程設施資料必須能夠滿足程式所需。因此，使用者往往必須耗費大量時間進行路網編輯（例如路段轉向與車道行向限制），這也是目前模式最亟需改善的項目之一。為能夠滿足不同使用者的使用需求，後續開發規劃針對使用者介面（系統廣度）訂定下列目標。

- (一) 確保資料輸入輸出完整性：由於模式在進行模擬過程中必須有詳細的資料建立模擬環境，包含模擬參數、路網結構、路側設施與車流參數等。必須確保原有資料輸入與輸出的完整性。
- (二) 提升資料編輯介面的友善性：由於模擬所考量的資料非常細緻，例如一個路段中可以設定不同車道，也需要設定不同車道的行向限制，再加上號誌控制的參數設定以及路側設施的設定，在相關資料齊備的情況下，一個路段的編輯與確認時間至少需要 10 分鐘。若能透過更友善的介面降低編輯時間與提升正確率，將可大幅提升使用者的使用意願。
- (三) 個人與組織使用者的協作功能：HTSS 模式除了可以讓單一使用者進行車流模擬外，對於大型專案的模擬需求，如都市層級或區域層級的路網（可能超過 1000 個路網節點），也必須要有協作的功能。在單一組織內的協作功能，初期可以透過檔案進行整合與分享，未來則可透過區域內的資料庫伺服器進行檔案管理與分享。但由於資料庫系統建置必須花費一定程度的經費，但功能僅作為車流軟體之用，在考量使用者的經費預算與操作方便性，本期所規劃的目標暫不考量資料庫系統的支援，僅以一般檔案進行資料管理與分享。

在訂定規劃目標後，將各目標與對應的開發項目與其成果整理如表 7.1-1 所示。考量 HTSS 模式是一個複雜的模擬系統，必須在分階段開發及檢核正確情況下，再進行下

一階段開發，若是一次將整個系統建置完成後再進行檢核，可能會面臨結果有誤而需要大幅修改的情況。因此，分期規劃建議以三期共六年的方式進行，本計畫目前位於第一期的第一年，後續五年的規劃則如後圖 7.1.1 所示，其中 C1~C3 以及 S1~S3 分別代表三期功能開發項目，每一期都是兩年的期程，以 C1 與 S1 為例，分別為第一期的模擬核心與使用者介面開發項目，其餘以此類推。

表 7.1-1 HTSS 模式分期開發目標與功能對應

目標		開發項目	預期成果	檢核方式
模擬核心	C1. Fortran 程式改寫	C1-1.閱讀與了解原程式 C1-2.新語言的模擬程式試作 C1-3.模擬效能測試	新語言建立之 HTSS 模式	1. 比較最簡單路網下的執行結果 2. 檢核不同規模路網與模擬參數的執行時間
	C2. 確保車輛運動模式功能	C2-1.車輛運動模式核心 路段基本屬性 C2-2.附屬設施(車道、公車、停車、機車等) C2-3.號誌控制 C2-4.車輛偵測器	具有完整車輛運動模式的模擬核心	1. 追蹤檢核特定車輛的依時性屬性變化 2. 追蹤檢核依時性時制變化 3. 檢核車輛偵測數據正確性 4. 比較不同規模路網的執行結果
	C3. 擴充可能性	C3-1.彈性物件設計 C3-2.彈性函式設計 C3-3.API 介面設計	API 介面	測試客製化 API 介面的功能執行
使用者介面	S1. 輸入輸出完整性	S1-1.輸入：模擬參數 S1-2.輸入：路網結構 S1-3.輸入：車流參數 S1-4.輸出：模擬結果	可完整輸入資料與輸出報表的使用者介面	檢核輸入資料輸出報表的正確性
	S2. 介面友善性	S2-1.資料輸入 S2-2.路網編輯 S2-3.GIS 底圖導入 S2-4.報表輸出	友善操作的使用者介面	比較路網編輯的時間與使用者回饋
	S3. 協作功能	S3-1.專案管理 S3-2.檔案共享 S3-3.軟體封裝 S3-4.手冊建立	1. 多人協作的專案管理功能 2. 簡易安裝軟體	透過兩人協作同一路網與單一人編輯同一路網，比較成果正確性

另，表 7.1-2 則依照本計畫依照原有程式內容與需求座談會的結論所設定的目標，及各項目標所對應的開發項目及其所需的人力與經費需求估算內容，每個人月以 8 萬元估算，經費按照各年期開發項目分配，平均每年約 12.5 個人月與 100 萬元的程式開發經費預算，其他尚有計畫管理、交通專業人力等相關費用則未包含在表中。

表 7.1-2 HTSS 模式分期開發之人力與經費估算

分類	開發項目	技術需求	人力 (人月)	經費 (千元)	開發 年期
模擬核心	路段基本屬性	交通：車流理論、交通工程 資訊：程式設計	2	160	113
	車輛運動模式核心（一）	交通：車流理論 資訊：程式設計	6	480	113
	車輛運動模式核心（二）	交通：車流理論 資訊：程式設計	4	320	114
	彈性物件設計	交通：車流理論、交通工程 資訊：物件導向設計	1	80	114
	彈性函式設計	交通：車流理論、交通工程 資訊：物件導向設計	1	80	115
	API 介面設計	交通：車流理論、交通工程 資訊：API 介面程式開發	2	160	115
	附屬設施（車道）	交通：車流理論、交通工程 資訊：程式設計	3	240	115
	附屬設施（公車、停車、機車等）	交通：車流理論、大眾運輸系統、交通工程 資訊：程式設計	7	560	116
	號誌控制	交通：車流理論、交通工程 資訊：程式設計	3.5	280	116
	車輛偵測器	交通：車流理論、交通工程 資訊：程式設計	1	80	117
	模擬效能測試	交通：路網績效評估 資訊：軟體測試規劃	2	160	117

表 7.1-3 HTSS 模式分期開發之人力與經費估算(續)

分類	開發項目	技術需求	人力 (人月)	經費 (千元)	開發 年期
使用者介面	資料輸入	交通：車流理論、交通工程 資訊：UI/UX 設計	2	160	113
	輸入：路網結構	交通：車流理論、交通工程 資訊：UI/UX 設計	2.5	200	113
	輸入：模擬參數	交通：路網績效評估 資訊：UI/UX 設計	1.5	120	114
	輸入：車流參數	交通：車流理論、交通工程 資訊：UI/UX 設計	1	80	114
	輸出：模擬結果	交通：車流理論、交通工程 資訊：UI/UX 設計	1	80	114
	路網編輯（一）	交通：車流理論、交通工程 資訊：UI/UX 設計	4	320	114
	路網編輯（二）	交通：車流理論、交通工程 資訊：UI/UX 設計	2.5	200	115
	GIS 底圖導入	交通：車流理論、交通工程 資訊：UI/UX 設計、GIS	4	320	115
	檔案共享	交通：路網績效評估 資訊：UI/UX 設計、檔案管理	2	160	116
	報表輸出	交通：路網績效評估 資訊：UI/UX 設計、EXCEL 與 PDF 檔案	4	320	117
	專案管理	交通：路網績效評估 資訊：UI/UX 設計、檔案管理	3	240	117
	手冊建立	交通：車流理論、交通工程、大 眾運輸系統、路網績效評估	2	160	117
合 計			62.5	5,000	-

依照本節規劃規劃的分年期開發功能，各年度功能開發完成後，可針對符合功能的路段進行模擬。各年度功能對應的可模擬路段種類如下列所示。

一、第一年度（112 年）：僅針對高速公路基本路段進行基本模擬測試。

二、第二年度（113 年）：因車流模擬核心尚未完整，故可模擬路段種類同第一年度。

三、第三年度（114 年）：高速公路基本路段、市區高架快速道路基本路段、郊區多車道公路、郊區雙車道公路，以上均不含路段或路口附屬設施，僅以基本路段設定模擬為主。

四、第四年度（115 年）：除第三年度路段種類外，加入附屬車道模擬功能。

五、第五年度（116 年）：市區地下道號誌化路口、郊區多車道公路號誌化路口、市區號誌化路口、市區公車設施、機車專用道。

六、第六年度（117 年）：同第五年度。

依照表 7.1-1 的開發項目規劃後續五年的分期內容，以及表 7.1-2 的開發項目人力與經費規劃，其中第二年主要是延續第一年的規劃方向建置模擬核心，主要功能包含車流行為的執行流程與路段基本屬性的建立；同年的使用者介面則是以路網編輯（節線與節點）為主。第二期，也就是第 3 及第 4 年，則是將附屬車道與路側設施的相關車輛運動模式完成；操作介面則是以專案檔案建立與 GIS 底圖導入及模擬工作為主。第三期，也就是第 5 及第 6 年，則是以號誌控制、車輛偵測器、與執行效能的調整為主；使用者介面部分則是以協作管理與軟體封裝為主。透過前述分期規劃與各年的檢核與驗證，期望透過逐年開發與調整的方式讓 HTSS 模式更符合使用者的期待。

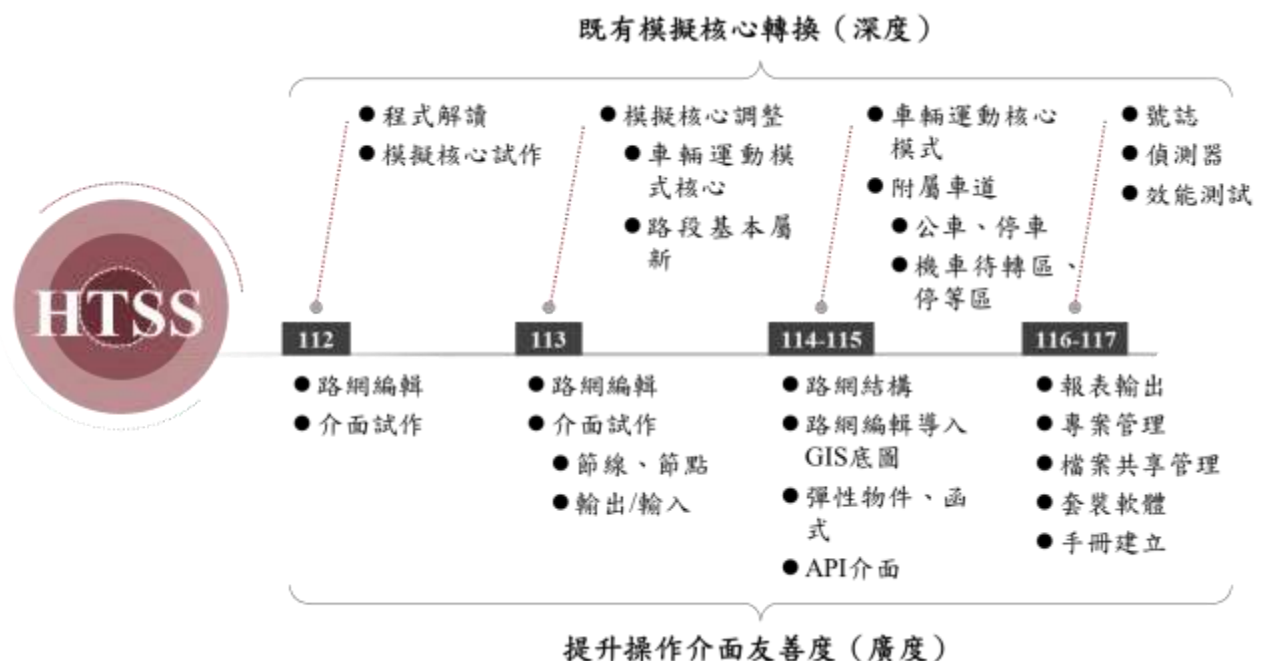


圖 7.1.1 HTSS 模式分期開發規劃

7.2 成果分享與座談會

本計畫在完成第一年之各項具體內容後，為進一步了解各專家學者對本計畫執行成果之看法，於民國 112 年 11 月 2 日上午於本所五樓舉辦成果座談會，邀請產官學界專家針對本計畫階段性成果提出建言，當天與會之專家學者包括：國立陽明交通大學運輸與物流管理學系黃家耀教授、逢甲大學至會運輸與物流創新中心張建彥副主任、國防大學運籌管理學系嚴國基教授、中華民國交通工程技師公會簡君珊副理事長、吳奇軒前副理事長及多家工程顧問公司工程師。座談會報告大綱除前言及計畫執行歷程外，主要包括系統功能規劃成果、視作開發成果及未來發展規劃等主要內容，討論之議題主要區分為新一代 HTSS 模式功能規劃適宜性、示範系統開發成果適宜性及 HTSS 之相關議題建議。

- 一、前言：主要說明 HTSS 模式的發展歷程，自 2000 年初期以來，目前已進入第三版，作為號誌路口、幹道及路網的主要分析工具。
- 二、計畫執行歷程：首先參考過去的文獻與原 Fortran 程式碼了解模擬的流程與大致子程式的相關性；進而規劃後續開發方向，並邀集各界先進於需求座談會中給予指導與建言。會中先進明確表示操作友善性是影響 HTSS 模式的使用意願的重要因素，同時為能夠呈現臺灣本土車流特性，應持續提升 HTSS 模式的功能。
- 三、系統功能規劃成果：規劃成果則是依照需求座談會所歸納出來的系統深度與廣度進行說明，深度是指模擬核心的模式完整性；廣度則是指操作介面能符合各類使用者的需求。
- 四、試作開發成果：後半部也呈現使用 Python 語言所試作的新版 HTSS 模式，雖然程式並非在本計畫今年工項內，但為了呈現規劃的成果符合規劃需求，仍完成試作版本，以確認規劃成果是否能正常執行。此外，對於操作介面的部分，則是以影片呈現未來可能的操作方式，讓與會先進能對未來規劃有具體想像。
- 五、未來發展規劃：根據本期計畫對於 HTSS 模式的了解與未來開發需求後，訂定分期開發規劃，其中共訂定三期六年的開發規劃，今年度則是已經完成的第一年。開發目標則是依照系統深度與廣度共訂定六項目標。

成果座談會之剪影如圖 7.2.1 所示，詳細之會議記錄如附件四所示。當天與會專家學者大致認同本計畫之研究成果，為針對新一代 HTSS 模式之發展提出下列具體建議：

- 一、臺灣本土化交通模擬軟體之發展有其必要性，HTSS 模擬模式之功能應定位為臺灣公路容量手冊之輔助分析工具，與一般商業之交通模擬軟體之定位不同。
- 二、專家學者認為軟體價格、輸入作業便利性和輸出入資料共享性為交通工程師選擇交

通模擬軟體之重要關鍵因素，建議未來再發展新一代 HTSS 模擬模式過程中應該納入考量。

三、建議本計畫所規劃之系統功能可參考美國 CORSIM 之模組區分為資料輸入、交通模擬及資料輸出呈現等三大模組。

四、透過動畫方式呈現交通模擬軟體分析結果對於政策宣導有其必要性，在開發新一代 HTSS 模式過程中應予以納入。

五、新一代 HTSS 模擬模式發展過程中以應針對分析邏輯進行相關驗證作業，以確保模式分析成果之正確性。

六、目前 HTSS 在實務界之使用率較低，建議後續宜加強宣傳並舉辦軟體之教育訓練，以提升使用率。



圖 7.2.1 成果座談會舉辦剪影

第八章 結論與建議

本章摘要說明計畫執行過程的各個工項，並提出後續研究內容之建議。

8.1 結論

一、提出模擬模式開發構想

本計畫首先回顧與蒐集 HTSS 模式開發歷程與現況，自 2000 年初開始建立模式至今已進入第三版，目前也已完成高速公路基本路段、郊區道路等路段種類相關的車輛運動模式。目前該模式是由 Fortran 語言所撰寫，也因為該語言屬於早期的程式語言，除了在開發過程有一定難度外，也缺乏能執行維護開發的專業人力，因此，本計畫的首要目標是選定一個目前有充裕專業人力進行維護開發的程式語言。在經過模式本身特性與開發需求等綜合考量後，本計畫暫時選定 Python 程式語言進行模擬核心的開發。

而在使用者介面部分，為了滿足不同需求使用者，本計畫擬以專案管理方式包裹路網編輯的相關資料，並且在後續開發規劃增加組織協作的功能，讓組織型的團隊能夠多人共同編輯單一路網，以提升系統廣度。

而在原本的開發構想原有網路平台建置功能，但由於在使用者的回饋中，屬於低需求的功能，且 HTSS 模式在一般情況下並無與其他組織分享資料的必要性，因此目前修正後續開發方向為單機程式，以提升使用者介面的友善性與程式碼的改寫為主要方向。在經過期中需求座談會與期末成果座談會的與會先進指導，大抵認同此一開發方向。

二、蒐集模擬模式功能需求

為能夠更清楚瞭解目前使用者與潛在使用者對於 HTSS 模式的使用回饋與期待，本計畫於期中階段辦理需求座談會，並邀請產官學研先進與會並給予指導建言。會議中主要針對實務應用與教學提出使用建議，尤其是現今多數車流模擬軟體屬於商用軟體，雖然功能齊全但也伴隨價格高昂不易取得的問題；在車流模式部分，因台灣具有少見的機車車種與道路環境，國外車流模式難以提供相對應的模擬結果，目前是透過車種屬性調整方式來處理（例如將小汽車的尺寸調整為接近機車的尺寸）。但是 HTSS 模式在本土車流特性具有相當大的優勢，未來若能夠讓國內多

數使用者選擇使用 HTSS 模式，將可提升模擬結果的效益，對於相關績效評估的應用也能具有更大效益。

然而多數使用者也提到目前 HTSS 模式的使用者介面仍不夠友善，無論是在路網編輯或是多人協作，都是相對較缺乏的功能。確實這兩項功能的使用者介面需要較複雜的程式技術要求，也因為預算限制而無法提供友善的介面。因此，本計畫也規劃後續五年的分期規劃，期望透過分期建置提升使用者介面的友善性。另一個重點介面需求則是 GIS 底圖的導入，由於車流模擬大多是使用真實路網進行模擬，傳統介面並未導入 GIS 底圖的功能，導致於路網編輯需要更多的時間進行微調。未來若能夠導入 GIS 底圖，將可大幅縮減路網編輯時間。

三、提出模擬模式軟體架構與操作平台設計文件

本計畫透過原 Fortran 程式碼的相關內容與設計手稿，讓程式設計人員理解模擬核心的運作流程。由於程式設計人員對於車流理論較不熟悉，因此先對設計人員說明基本車輛運動模式的觀念與車流模擬的基礎流程，讓設計人員可以快速了解程式運作方式。經過多次討論後，為能夠讓 HTSS 模式在後續發展能夠更有彈性，在程式語言的架構採用現行最常被使用的物件導向架構，其中路段、車輛等基本物件的架構能夠在未來彈性增加各類型車種，如自駕車等。而在運作流程方面同樣規劃增加 API 介面的功能，提供未來使用者可以自行客製化車輛運動模式。相關設計內容請見第四章。

四、辦理專家學者座談會

本計畫為能夠確實了解使用者的需求以及確保使用者認同規劃成果，分別於期中階段與期末階段辦理需求座談會與專家學者座談會。在需求座談會中，與會先進提供許多寶貴的建議，讓團隊可以了解使用者目前面臨的問題與期待，而對於潛在使用者的需求也有深入的了解。至於後續規劃部分則是期待以穩健的方式進行，確保 HTSS 模式專業功能的完整性與使用者介面的友善性，期待可以建立一個完全符合國內車流行為的模擬模式。

在成果座談會中，先簡報規劃內容的摘要，並依照需求座談會彙整之意見修正後續規劃方向，包含以單機模式進程式開發，並納入 GIS 底圖與專案協作的功能。與會先進大抵認同本計畫的規劃成果。

8.2 建議

根據本計畫目前的程式試作情況，確實可以呈現基本的模擬過程與車輛移動，表示目前程式的初步設計尚符合原本 HTSS 模式的設計，其模擬結果也符合概念驗證，後續規劃成果也在成果座談會獲得與會先進的認同。對於後續計畫執行則提出下列建議。

一、模擬核心的建置

本計畫已於今年工作項目中增加模擬核心試作，並以高速公路路段進行概念性驗證。雖然程式試作並無問題，但對於程式執行效率尚未完整檢討。應在程式構建初期儘早檢討模擬核心試作的效率與適宜性，以便在初期重新構建核心。建議第二年期應檢討核心的運作流程與效能的課題，以確立程式設計的方向。

二、車輛運動模式的關聯性與驗證

目前計畫中已整理出主要的車輛運動模式流程，但是在各種設施之間的關聯性應該更明確，包含附屬車道、路邊停車、公車停靠區、機車停等區等設施，由於車輛在前述地點會使用車輛運動模式與相關參數，而且在後續規劃中需要增加 API 介面的需求，必須在模擬核心的建置過程中加入 API 介面的考量，避免後續程式需要重新調整相關流程。

同時為分期驗證模擬核心的結果符合設計需求，持續以更複雜的高速公路範例進行概念性驗證，藉由相對較單純的道路環境可以更快速準確地驗證各個子程式的運作邏輯。

三、模擬案例的操作示範

今年度計畫所舉辦的成果座談會因為時間有限，以及模擬核心的流程尚未完整，建議第二年期計畫中應透過一個實際案例的操作示範，讓與會專家學者能清楚了解程式的操作方式與模擬結果，將可蒐集使用者更明確的回饋與建議。

四、分期開發規劃

由於今年度的計畫尚在需求探討與軟體試作階段，後續規劃仍可能會因為功能調整或是核心建置進度調整而改變，因此後續仍需要持續觀察及蒐集使用者的回饋，適時調整後續功能的規劃方向，以 PDCA 概念逐年提升 HTSS 模式的友善性與完整性，讓使用者提升使用 HTSS 模式的意願。

參考文獻

- [1] 交通部運輸研究所，「2022 年臺灣公路容量手冊」，111-043-1453，民國 111 年 6 月。
- [2] 交通部運輸研究所，「公路交通系統模擬(HTSS)模式初探」期末報告，民國 111 年 12 月。
- [3] 臺灣公路容量分析專區 THCS - 下載專區. (n.d.). 取自 <https://thcs.iot.gov.tw/WebForm3.aspx> (訪問日期: 2023-10-31)
- [4] 交通部運輸研究所，「111 年臺灣公路容量分析軟體 (THCS) 與專區網站推廣維運服務」，112-057-1460，民國 112 年 9 月。
- [5] 交通部運輸研究所，「2022 年臺灣公路容量手冊」附錄 A: 2021 年版公路交通系統模擬 (HTSS) 模式使用手冊，民國 111 年 6 月。
- [6] Simulation of Urban MObility. (n.d.). 維基百科. 取自 https://en.wikipedia.org/wiki/Simulation_of_Urban_MObility (訪問日期: 2023-10-31) .
- [7] Simulation of Urban MObility Documentation. (n.d.). 德國航空航天中心. 取自 <https://sumo.dlr.de/docs/index.html> (訪問日期: 2023-10-31) .
- [8] Eclipse SUMO. (n.d.). Eclipse Foundation. 取自 <https://eclipse.dev/sumo/> (訪問日期: 2023-10-31) .
- [9] SUMO - Simulation of Urban MObility. (n.d.). SourceForge. 取自 <https://sourceforge.net/projects/sumo/> (訪問日期: 2023-10-31) .
- [10] Import from OpenStreetMap Tutorial. (n.d.). Simulation of Urban MObility. 取自 https://sumo.dlr.de/docs/Tutorials/Import_from_OpenStreetMap.html (訪問日期: 2023-10-31) .
- [11] PTV Vissim. (n.d.). PTV Group. 取自 <https://www.ptvgroup.com/en/products/ptv-vissim> (訪問日期: 2023-10-31) .
- [12] PTV Vissim. (n.d.). 維基百科. 取自 https://en.wikipedia.org/wiki/PTV_VISSIM (訪問日期: 2023-10-31) .
- [13] Vissim Importer. (n.d.). Aimsun Next Documentation. 取自 <https://docs.aimsun.com/next/22.0.1/UsersManual/VissimImporter.html> (訪問日期: 2023-10-31) .
- [14] OpenRail ConceptStation Documentation. (n.d.). Bentley. 取自 <https://docs.bentley.com/livecontent/web/openrail%20conceptstation%20help-v10/en/GUID-92953B79-926B-4FF8-BF72-970B3A8E55C7.html> (訪問日期: 2023-10-31) .

- [15] PTV Vissim Training Course. (n.d.). PTV Group. 取自 <https://training.ptvgroup.com/en/courses/tr-t0201/> (訪問日期: 2023-10-31) .
- [16] Technical Support. (n.d.). PTV Group. 取自 <https://www.ptvgroup.com/en-us/resources/service-and-support> (訪問日期: 2023-10-31) .
- [17] Synchro Importer. (n.d.). Aimsun Next Documentation. 取自 <https://docs.aimsun.com/next/22.0.1/UsersManual/SynchroImporter.html> (訪問日期: 2023-10-31) .
- [18] Synchro Studio 11 User Guide. (n.d.). GRIDSMART Support. 取自 <https://support.gridsmart.com/support/solutions/articles/69000541835-synchro-studio-11-user-guide> (訪問日期: 2023-10-31) .
- [19] TSIS-CORSIM. (n.d.). McTrans Center. 取自 <https://mctrans.ce.ufl.edu/tsis-corsim/> (訪問日期: 2023-10-31) .
- [20] TRANSYT-7F. (n.d.). McTrans Center. 取自 <https://mctrans.ce.ufl.edu/highway-capacity-software-hcs/transyt-7f/> (訪問日期: 2023-10-31) .
- [21] McTrans Software Store. (n.d.). McTrans Center. 取自 <https://store.mctrans.ce.ufl.edu/software?viewmode=list&pagesize=9> (訪問日期: 2023-10-31) .
- [22] Cubic Transportation Systems. (2023) . Synchro Studio 12 User Guide. Cubic Transportation Systems.
- [23] <https://hsuanchih-wang.medium.com/sumo-%E4%BD%BF%E7%94%A8%E6%95%99%E5%AD%B8-3-3-%E9%96%8B%E5%A7%8B%E6%A8%A1%E6%93%AC%E5%90%A7-89a3cfcd6d7>
- [24] https://www.youtube.com/watch?v=jgb2OkBVHUY&ab_channel=NischalBhattarai (訪問日期: 2023-11-09)
- [25] <https://glints.com/tw/blog/what-is-agile-development/> (訪問日期: 2023-11-09)
- [26] <http://www.ciche.org.tw/wordpress/wp-content/uploads/2021/02/DB4704-P003-%E5%B0%88%E8%BC%AF%E5%BA%8F%E8%A8%80.pdf>

附件一 手稿電子文件

本計畫將取得之手稿文件進行電子文件轉檔，因資料量極為豐富（共有 22 個 PDF 檔案），故僅摘錄部分重要檔案（HTSS_01、02、11、16、17、18、19、20、21，共 9 個檔案）之內容呈現如後。

HTSS set1 PDF 封面

2021 HTSS 模式 6/19/22

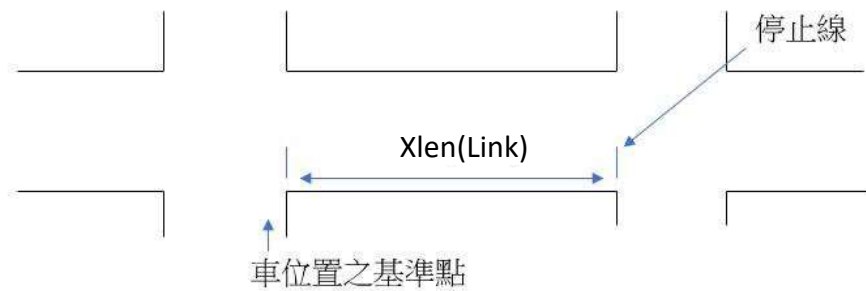
set1. Main and Sub.docx （Main program 及 子程式表）

set2. HTSS 模式模擬原則及其 Fortran Source Code 常用之 Arrays (pdf)

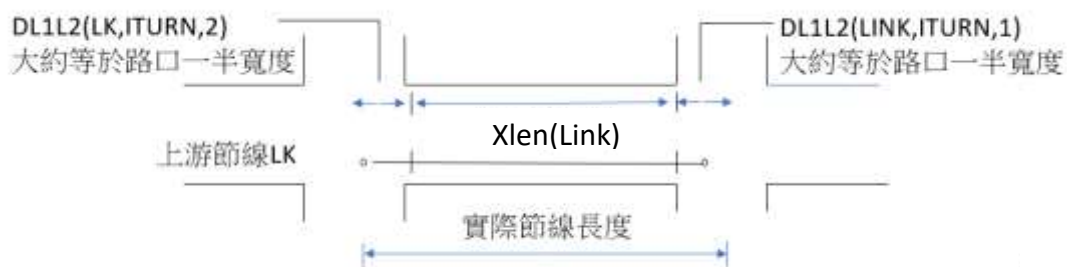
HTSS set1 PDF 第一頁

2021 HTSS 模式模擬原則及其 Fortran Source Code 常用之 Arrays 6/19/22

1. 模擬過程分成幾個 period 為熱機時間，讓進入路網之車輛在每一使用到的節線所造成的車流狀況解決欲模擬的狀況。在熱機時間中不蒐集資料。
2. 每一 simulation period 分成 simulation steps (亦稱 simulation Intervals)。每一 Step 的長度稱為 Delta. 通常 Delta 等於 0.5 秒。在每一 Step 中 HTSS 模式訂定每一模擬車在該 Step 之加速率及在該 Step 終止時所用之車道以更新該車輛在 Delta 秒之後的新位置及新速率，常用的模擬車代號為 IVeh，其所在之節線為 Link，其所用之車道為 Lane。
3. 節線 Link, 車道 Lane 上之車數稱為 Nveh (link, lane)。
第一輛車為最下游之車輛。在輸入檔中，節線長度的定義如下圖所示。

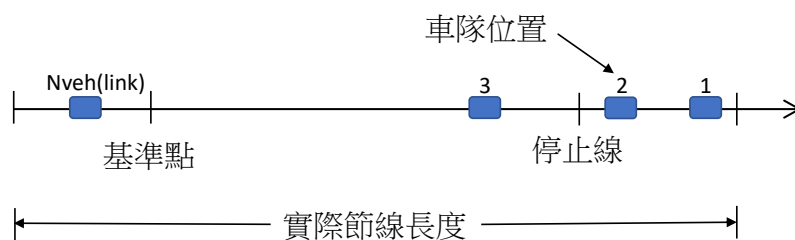


如 2 節線之間之有路口，實際的節線包括上、下游路口之一部分，如下圖所示。



HTSS set1 PDF 第二頁

- 如果可能，節線 Link 下游所有節線上的車輛皆在目前之 Simulation Step 模擬過之後才模擬 Link 上之車輛。一車道之模擬則從最下游的車輛開始。以下圖為例，各車輛之代號（依序從下游到上游）為 1,2,3,..., Nveh (link)。模擬第 1 車之後才模擬第 2 車。



- 模擬車 IVeh 從節線 Link, 車道 Lane，以行進方向 ITU 離開節線之後所進入之下游節線稱為 Linkto (link, lane, Itu)，進入的下流車道稱為 Langet (link, lane, 1, Itu)
- 模擬車之常用屬性 (IVeh 代表在車隊之位置)

$x(\text{link}, \text{lane}, \text{Iveh})$ = Iveh 之位置 (與基準點之距離)，在基準點下游為正值，上游為負值 (單位：ft，1m=3.28ft)。

$V(\text{link}, \text{lane}, \text{Iveh})$ = Iveh 在目前 simulation step 開始瞬間之速率 (ft/s)，x 亦在同一

瞬間。

$A(\text{link}, \text{lane}, \text{Iveh})$ = 在目前 simulation step 中之一加速率 (ft/s^2)，此加速率隨已考慮過之影響因素而變。

$\text{Ivtype}(\text{link}, \text{lane}, \text{Iveh})$ = 車種。

$\text{IHOV}(\text{link}, \text{lane}, \text{Iveh}) = 1$ 表示 Iveh 為欲用 HOV 車道之一車輛。

$\text{Vfree}(\text{link}, \text{lane}, \text{Iveh})$ = 自由速率 (ft/s)。

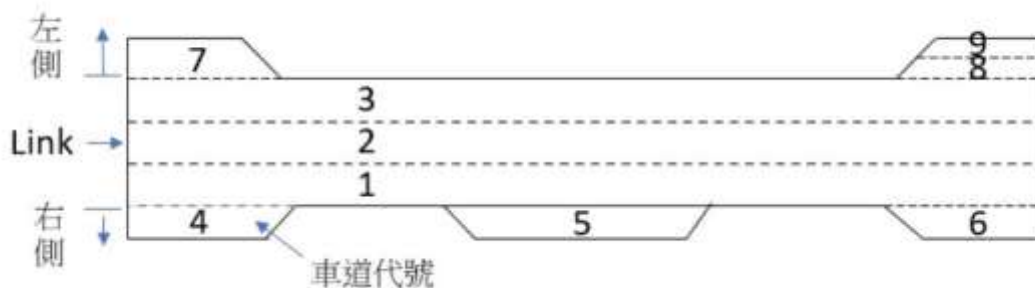
$\text{VehL}(\text{link}, \text{lane}, \text{Iveh})$ = 車長 (ft)。

HTSS set1 PDF 第三頁

7. $\text{Ipro}(\text{Link}, \text{lane}) = 1$ 或 0

“1”表示節線 Link, 車道 Lane 上之車輛在本 simulation step 已模擬過。各車之位置已向前進 Delta 秒。其在本 step 開始瞬間的位置可用該車在本 step 結束時之位置 x ，速率 v 及加速率 A 倒推。

8. 每一節線之車道位置如下圖所示 (參閱 2021HTSS 使用者手冊)



主線車道數稱為 $\text{NLane}(\text{link})$ ，上圖之 $\text{NLane}(\text{link}) = 3$

節線總車數稱為 $\text{Mall}(\text{link})$

車道代號超過 $\text{NLane}(\text{link})$ 表示該車道為附屬車道。

車道之模擬順序依照車道代號從車道 1 開始到車道 $\text{Mall}(\text{link})$ 為止。

9. 一車道是否屬附屬車道可從 $\text{Iasso}(\text{link}, \text{lane}, 2) = 0, 1, 2$ 來訂定。

“0”=車道為主線車道

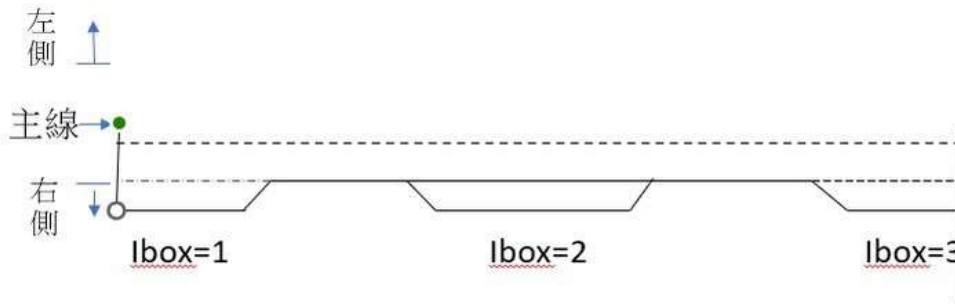
“1”=車道為節線右側附屬設施之一車道

“2”=車道為節線左側附屬設施之一車道

10. 一附屬車道所屬之附屬設施須用 Iasso (link, lane, 2) 及 Iasso (link, lane, 1) 來訂定。
為寫程式方便起見，此 2 值可用 Iside 及 Ibox 分別替代。

$$Iside = Iasso(\text{link}, \text{lane}, 2)$$

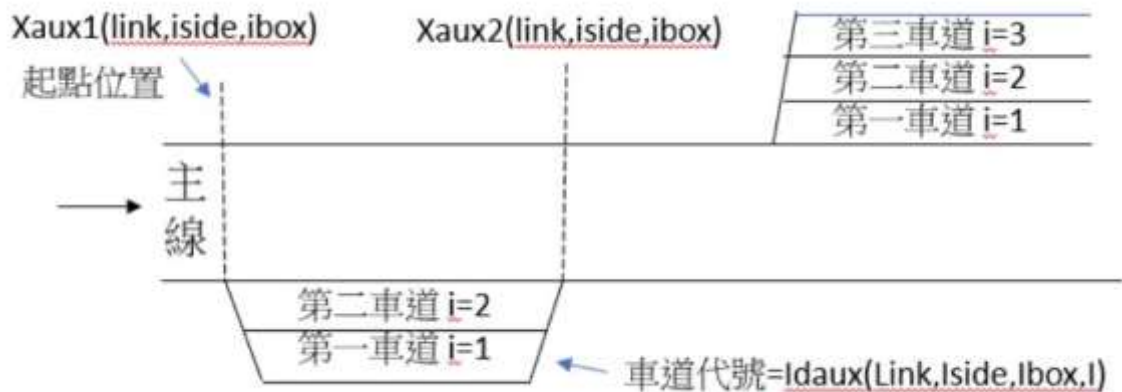
$$Ibox = Iasso(\text{link}, \text{lane}, 1)$$



右側 (Iside=1) 或左側 (Iside=2) 之第一附屬設施之 Iasso (link, lane, 1) 值，亦即 Ibox 值=1。

第二附屬設施之 Ibox 值為 2。附屬設施亦稱 box。

11. 每一附屬設施之常用 arrays 如下所示。



$Naux(\text{link}, Iside)$ = 節線 link 右側 (Iside=1) 或左側 (Iside=2) 之附屬設施數 (即 box 數)

$Lbox(\text{link}, Iside, Ibox)$ = 節線 link 右側或左側第 Ibox 附屬設施之車道數

以第三頁之圖為例，節線左側第 2 附屬設施有：

$$Iside = 2$$

$$Naux(\text{link}, Iside) = 2$$

$Lbox(link, Iside, 2) = 2$ (3 車道，車道 8 及 9)

$IDaux(link, Iside, 2, 1) = 8$ (第 1 車道為車道 8)

$IDaux(link, iside, 2, 2) = 9$ (第 2 車道為車道 9)

HTSS set1 PDF 第五頁

11. (續) 附屬設施之型態用 $Ktaux(link, Iside, Ibox)$ 來代表

$ktaux(link, iside, ibox) = 1$



$ktaux(link, iside, ibox) = 2$



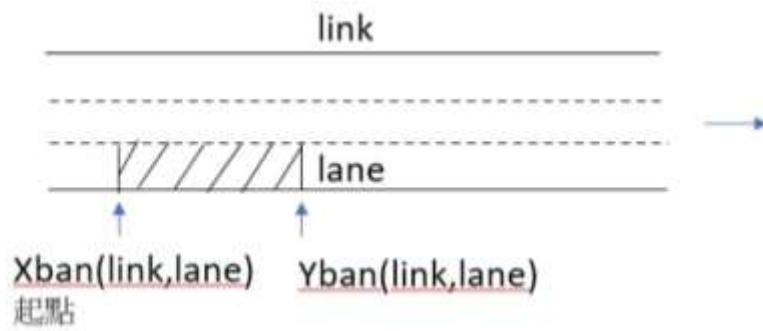
$ktaux(link, iside, ibox) = 3$



$ktaux(link, iside, ibox) = 4$ 代表路肩道路

路肩車道可從節線上游端點開始或在上游端點下游基地點開始(如型 3)，但路肩終點後與節線終點吻合。

12. 禁行區之相關 arrays

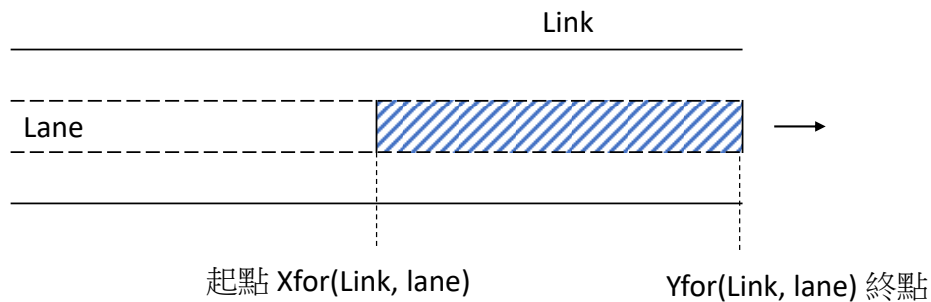


$Jban(link, lane) = 1$ 表示車道 lane 有一部分屬某車種之禁行區，0=無限制

$JTban(link, lane, ITY) = 1$ 表示車種 ITY 不能進出禁行區

HTSS set1 PDF 第六頁

13. 保留/專用車道之相關 arrays



$Kuse(link, lane) = 0$ ，表示車道 lane 無保留/專用部分

1，表示特定車種可用 lane

2，表示 lane 類似 HOV 車道

$Iuse(link, lane, ITY) = 1$ 表示車種 ITY 可用 lane

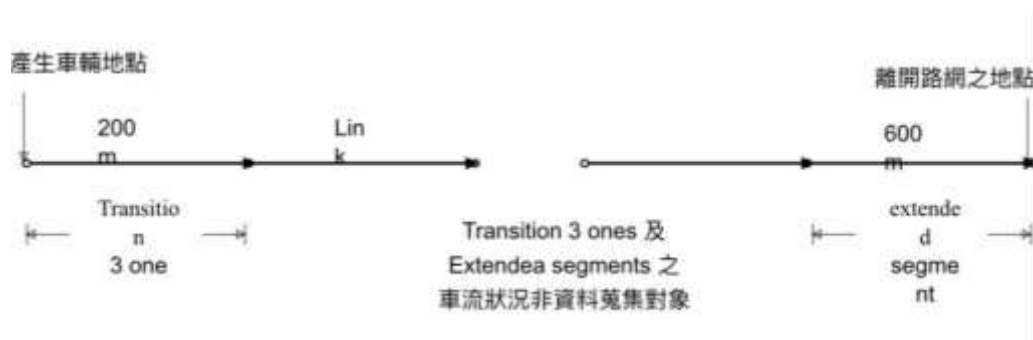
$Nexclu(link)$ = 節線上保留/專用車道數

$IDexclu(link, k)$ = 節線 link 第 K 保留/專用車道之代號

14. 節線之延伸部分

如果一節線 link 為進入模擬路網之節線(亦即接受產生之車輛之第 1 節線)，HTSS 模式模擬車流時，將此節線往上游延伸 200m，通常一進入路網的車輛起始地點在節線上游 200m 或 200m 以上之地點（位置為負值）。

如果一節線 link 為離開模擬路網之節線，HTSS 模式將此節線往下游延伸 600m，車輛超過延伸區時才離開路網。



HTSS set1 PDF 第七頁

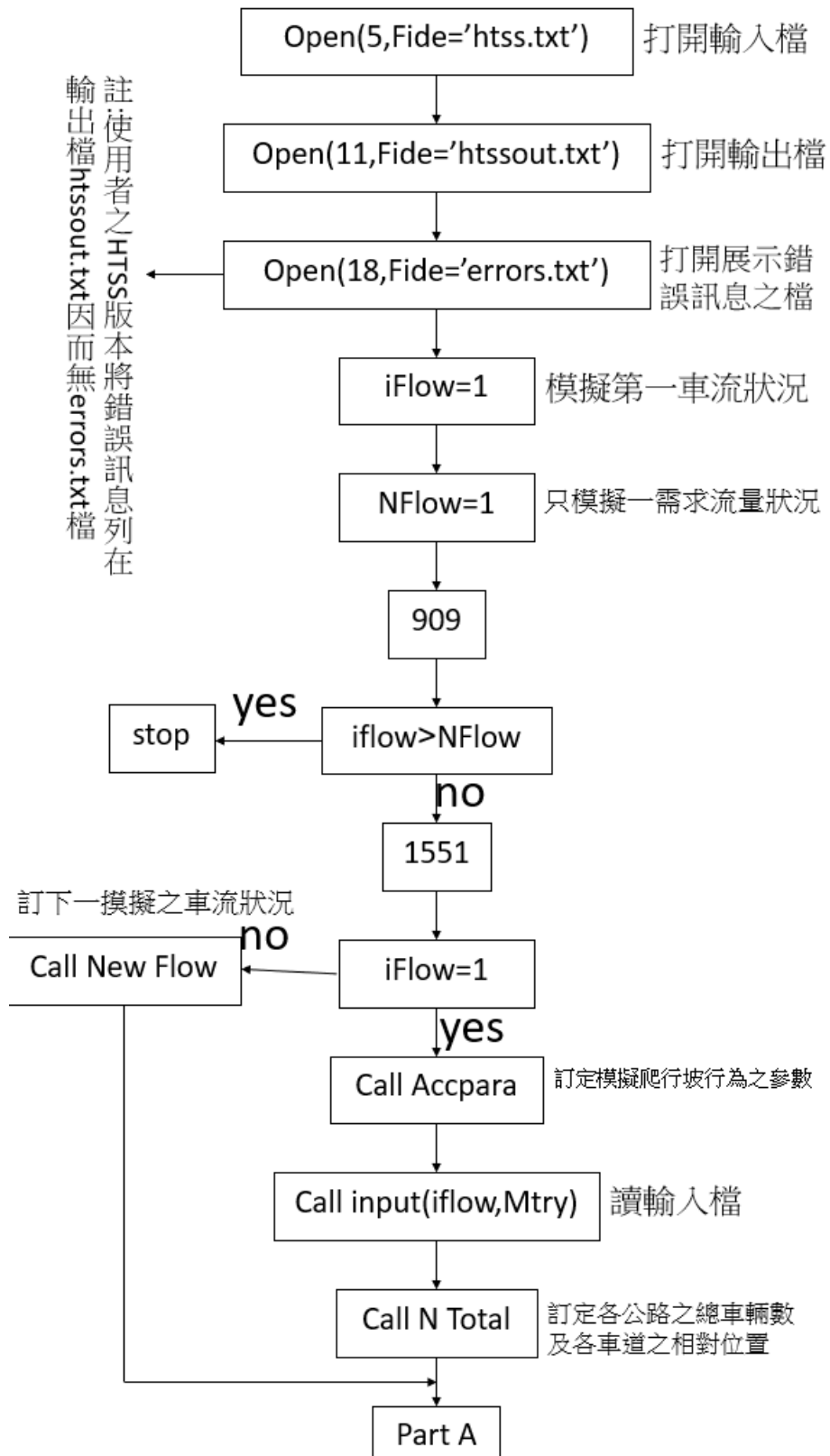
Main 之性質

此主程式控制模擬作業之執行。此工作包括訂定起始狀況，讀進輸入檔之資料，用許多子程式建立模擬路網，車流狀況，交通控制狀況並執行模擬。然後建立輸出檔（見 Main and sub.docx）

HTSS 模式之模擬期間（simulation periods）包括熱機期間（warm-up period）及熱機期間之後最少另一期間。每一模擬期間又分成很短的 simulation intervals，亦稱為 simulation steps 或 scanning intervals。每一 interval 或 step 的長度為 Delta（如 0.5 秒）。在每一 interval 或 step 中，HTSS 模式根據模擬邏輯訂定每一車在 Delta 秒之後之新速率、加速率及位置。

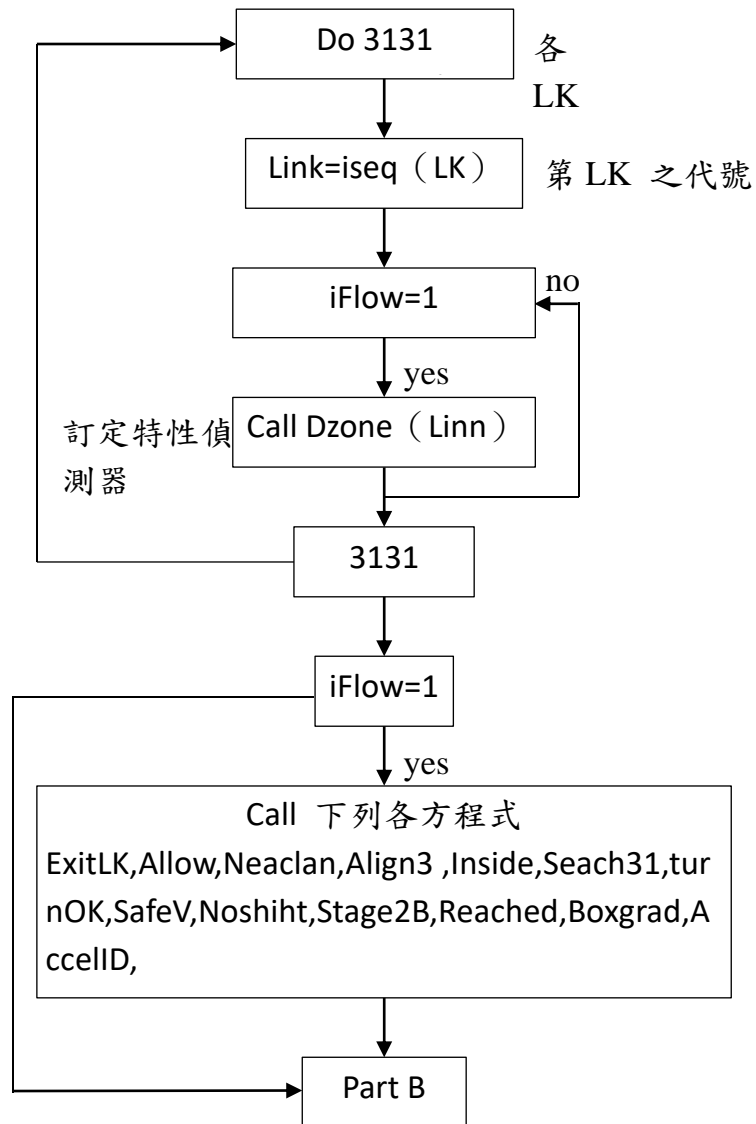
根據輸入檔所列之狀況，HTSS 模式執行數次模擬。每一 simulation run 用負關聯（negatively correlated）隨機亂數（random numbers）代表車流行為以便能以少量之 simulation runs 可讓這些 runs 之結果的平均值接近實際之平均值。

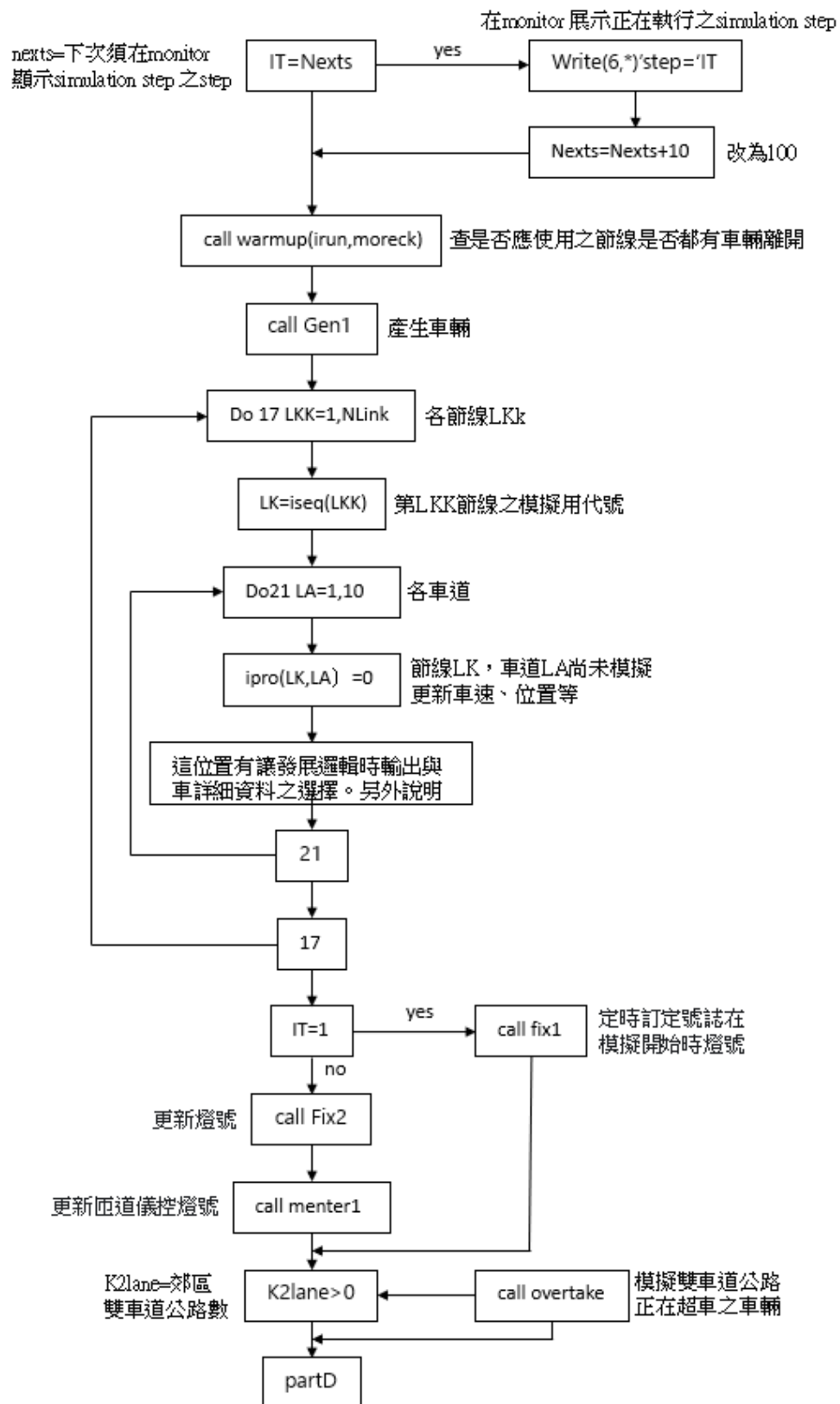


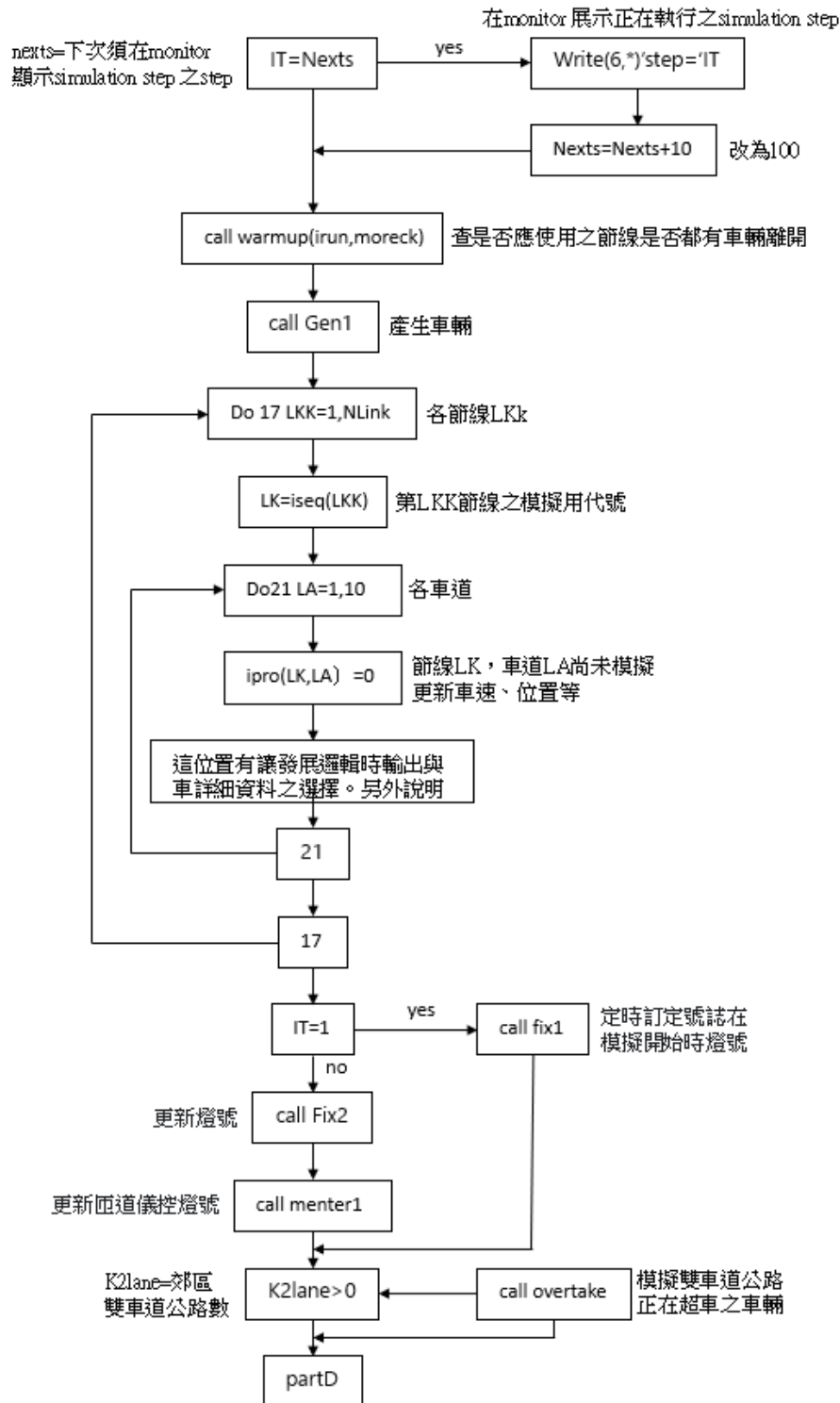


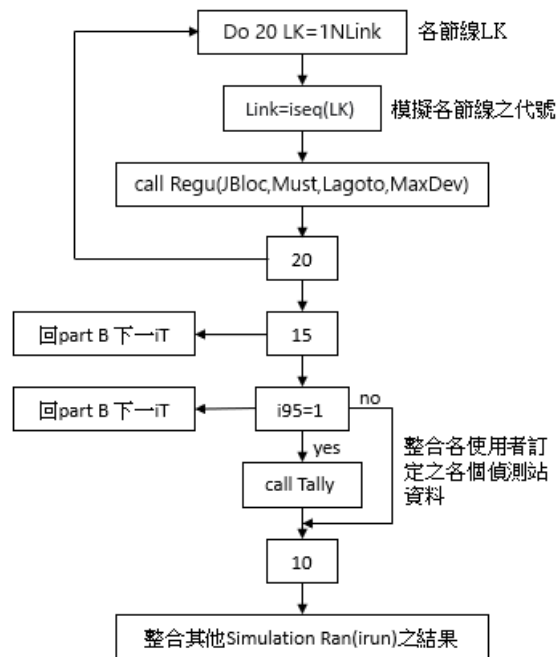
Main partA

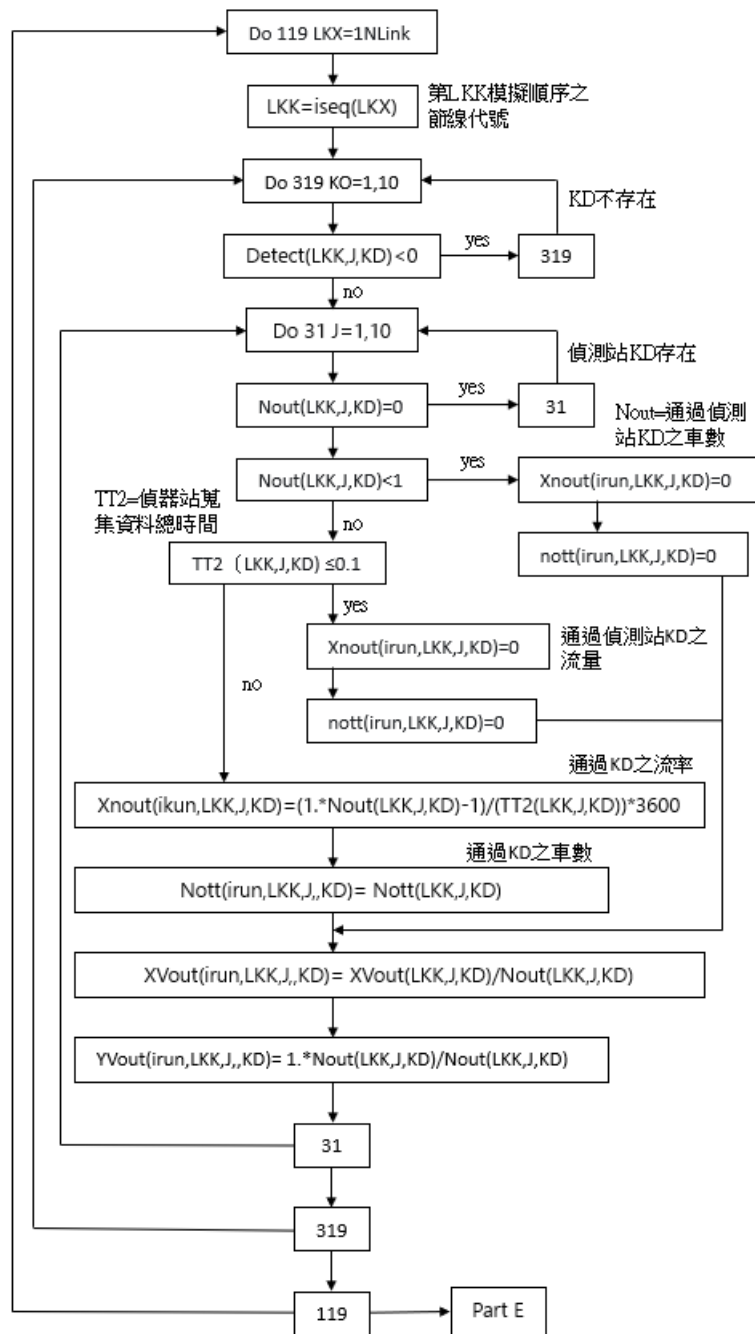
NLina:總數

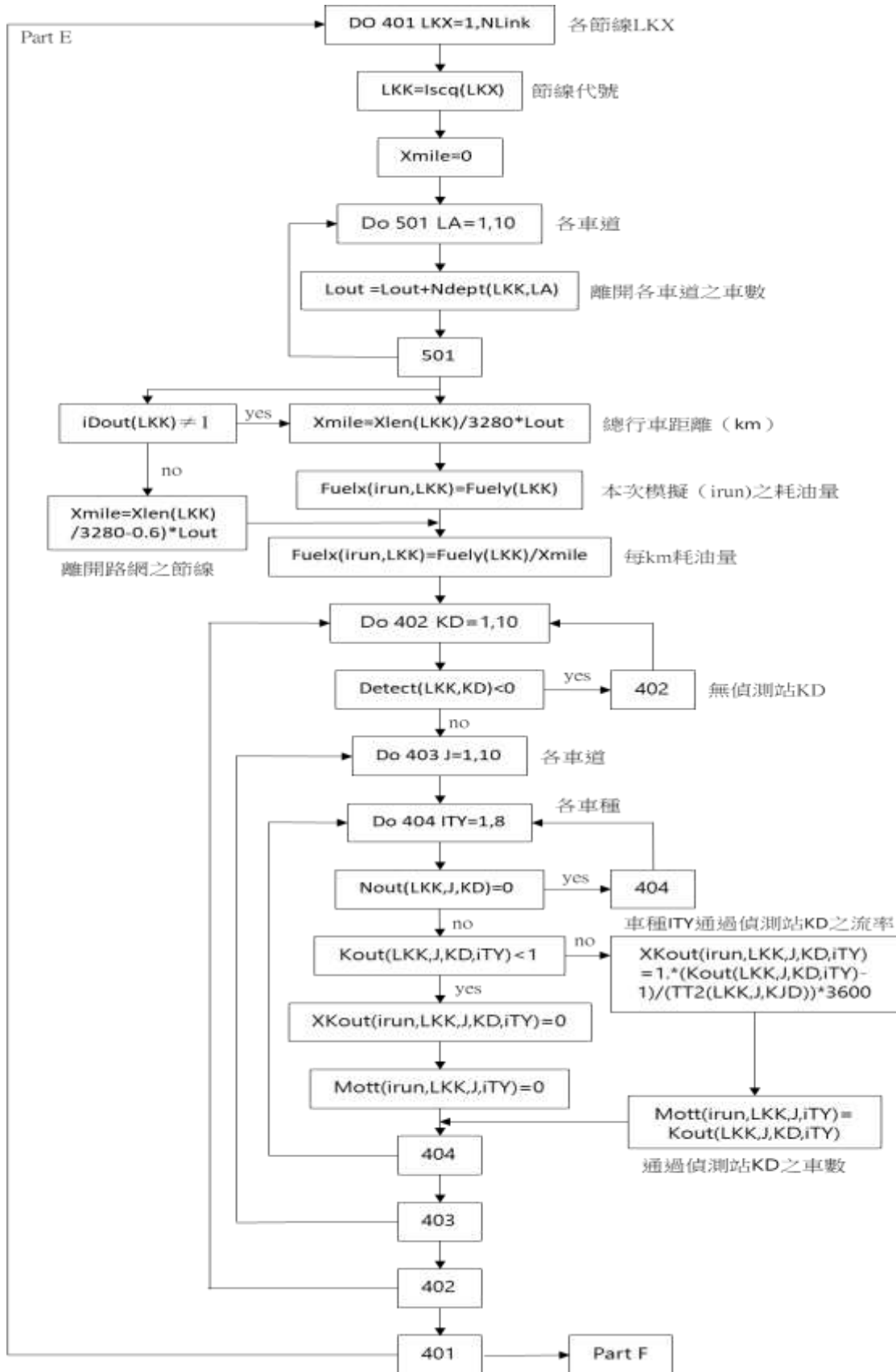


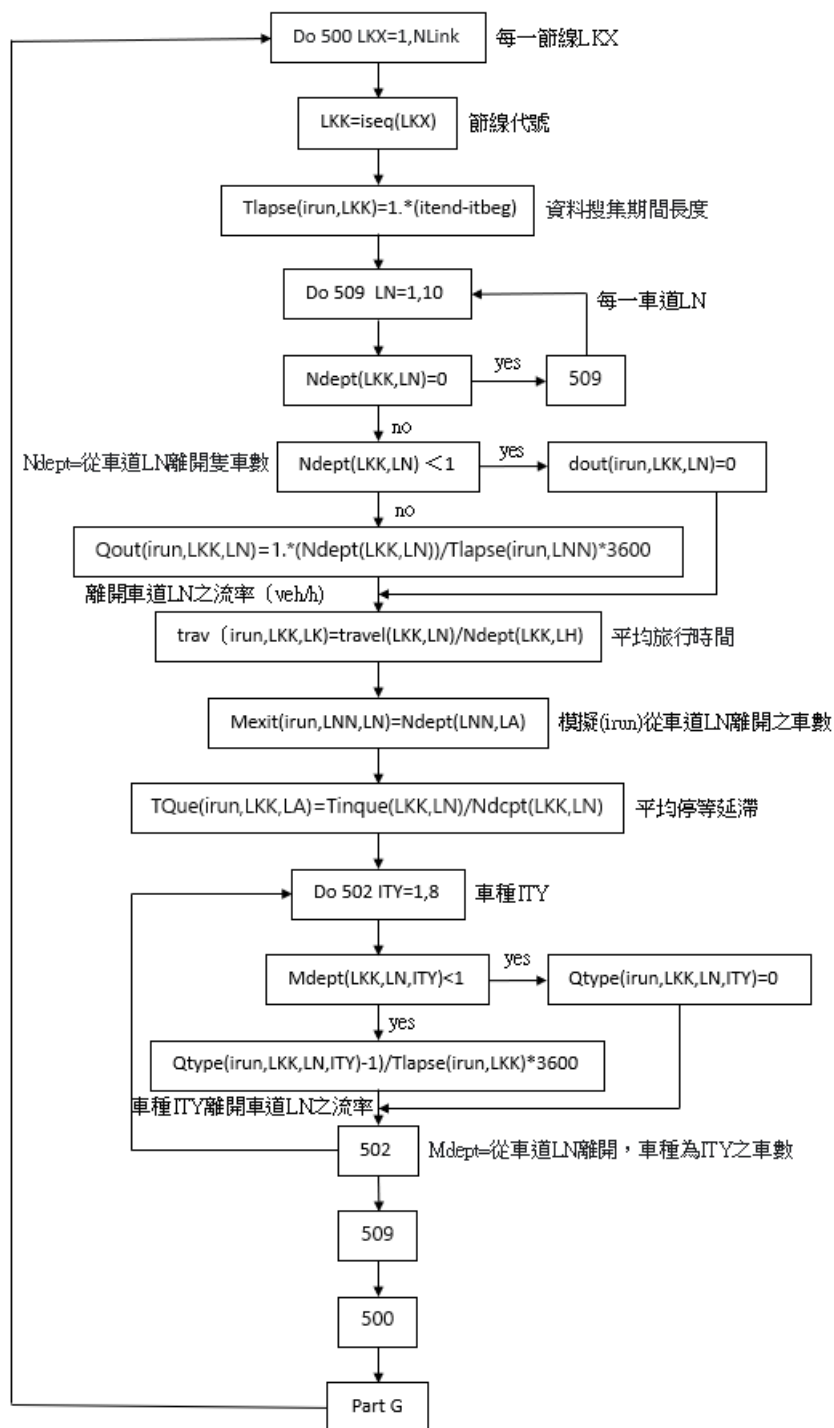


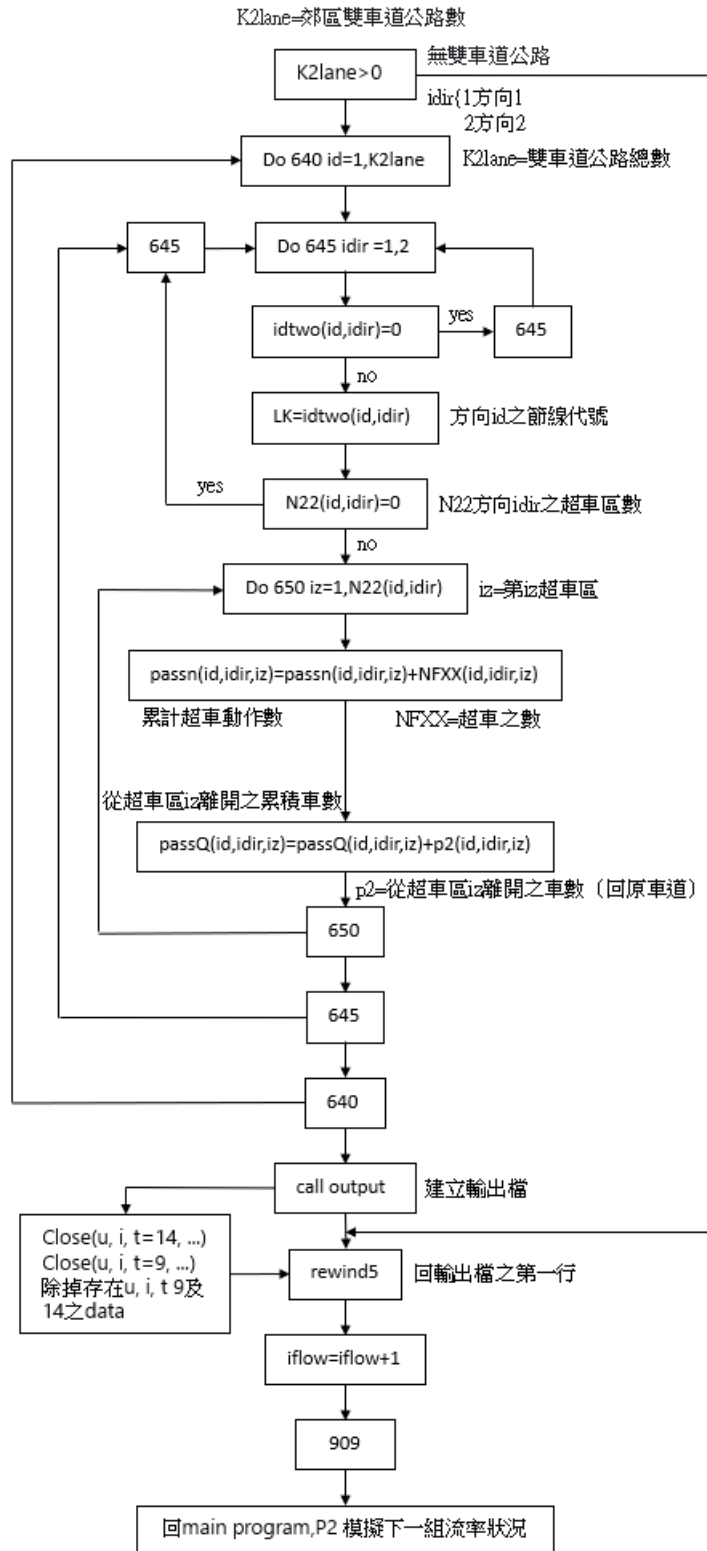








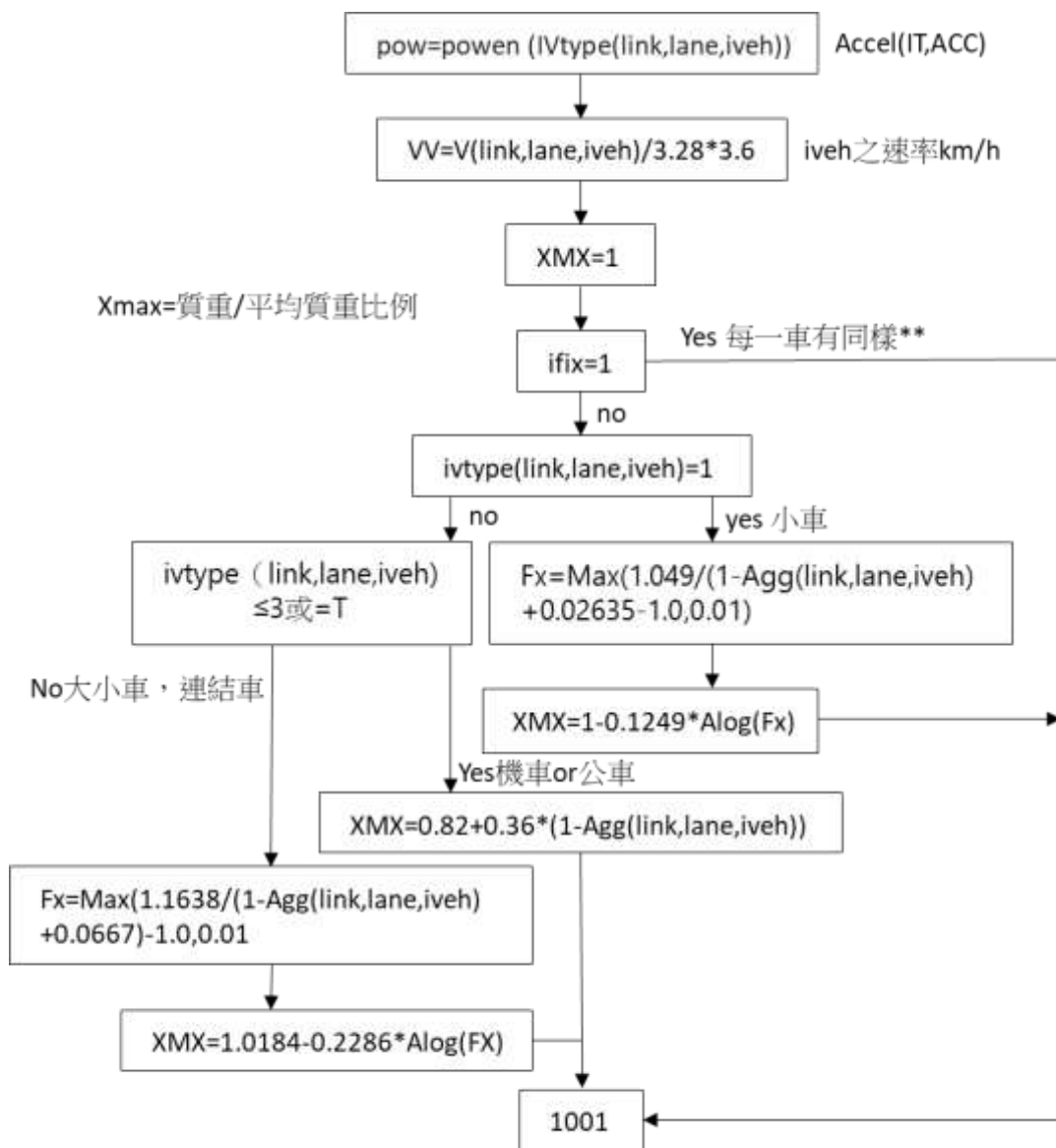




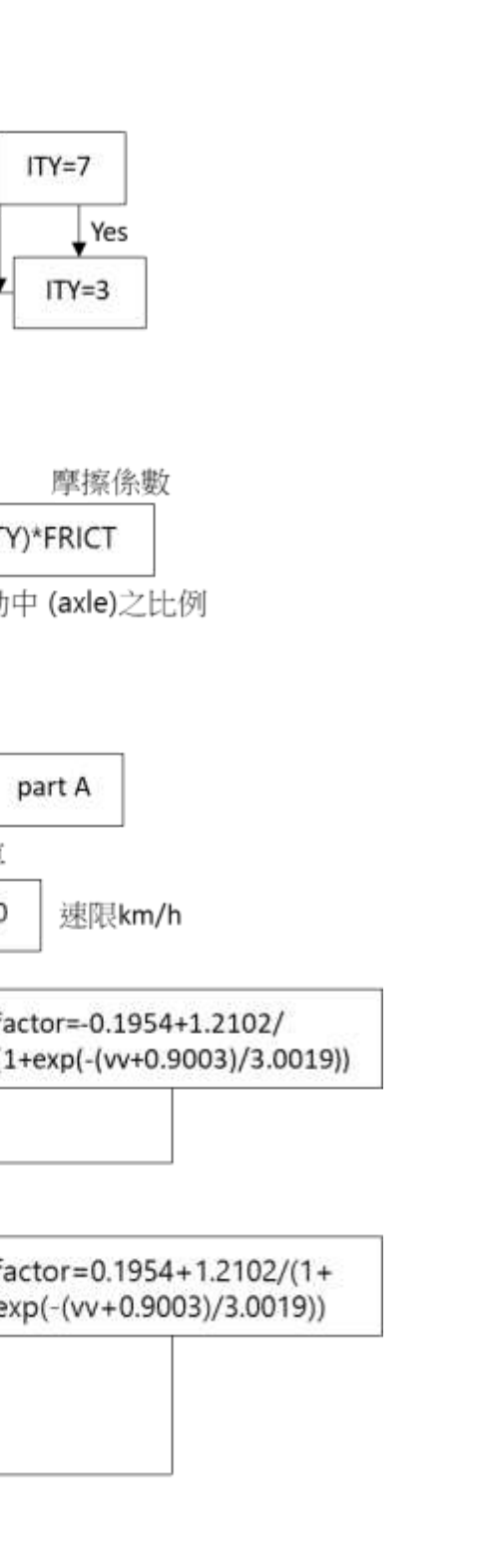
accel 之性質

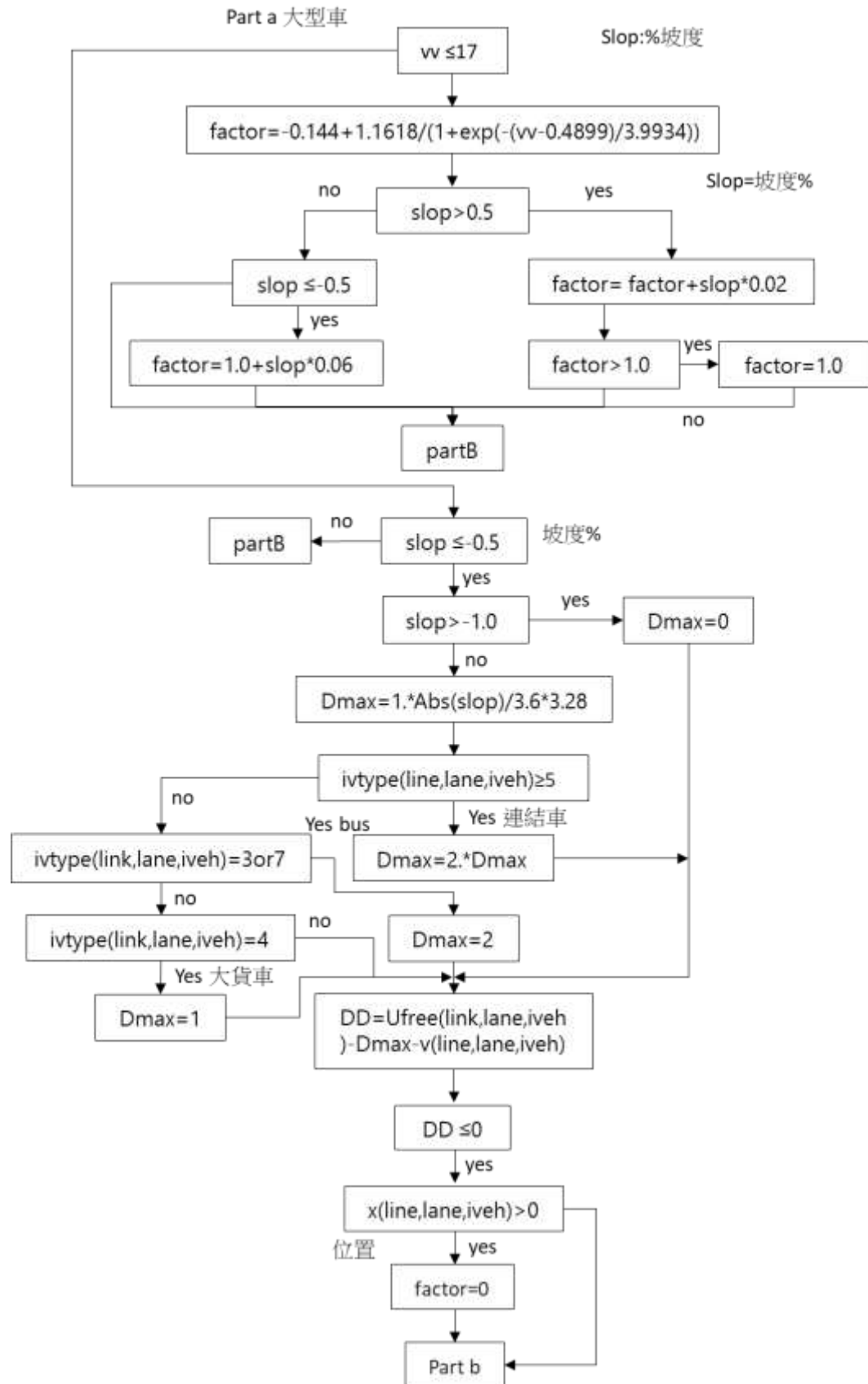
6/19/22

本子程式估計一車一車輛 iveh 在坡度路段時，因質重、馬力、摩擦力，及各種減低加速率之阻力所造成的加速率（正值或負值）。此加速率不能超過在平直路段時該車輛欲持用之加速率。平曲線之曲度可能時加速有阻力。此項阻力在其他子程式有考慮，因此子程式假設曲度阻力對加速率沒影響。

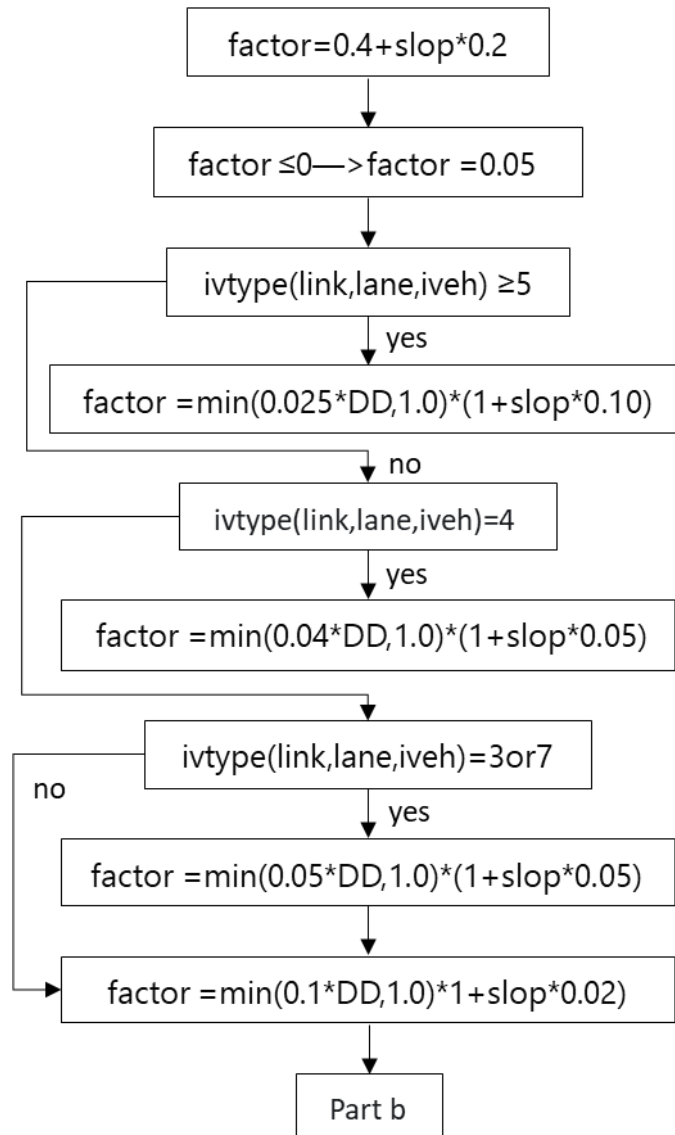


因駕駛之冒險性 Agg訂定相關車輛之重量/平均質重比

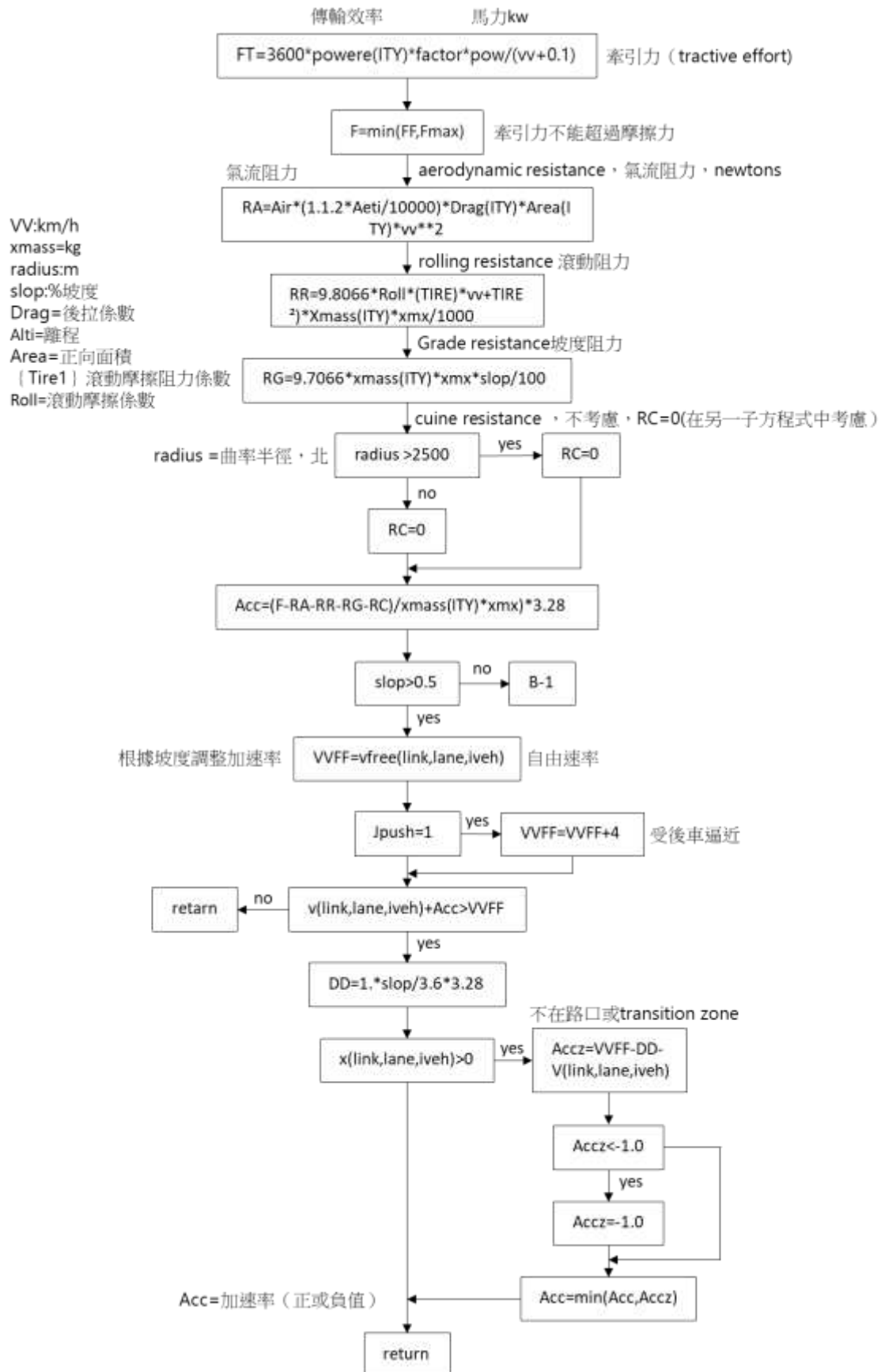


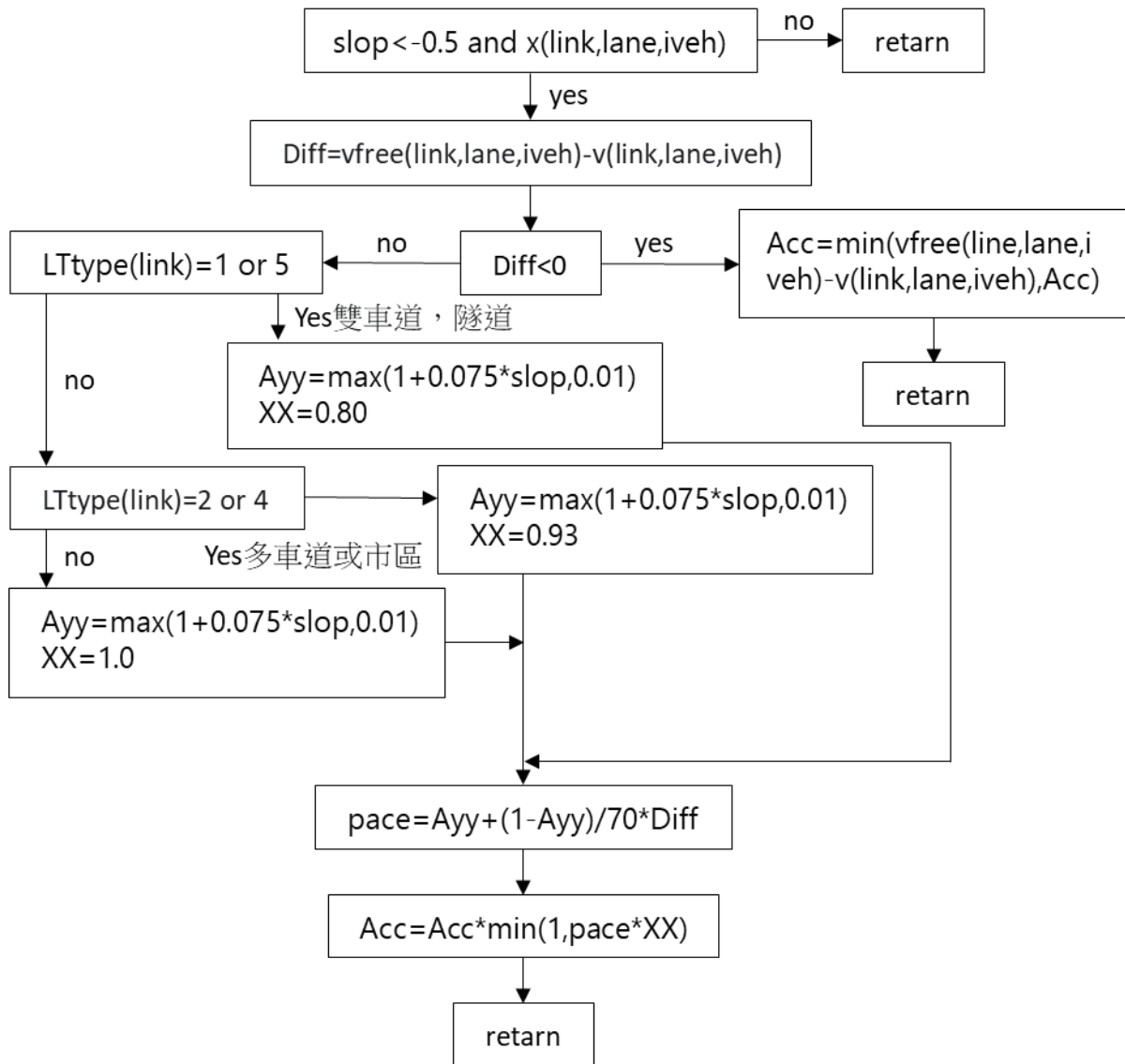


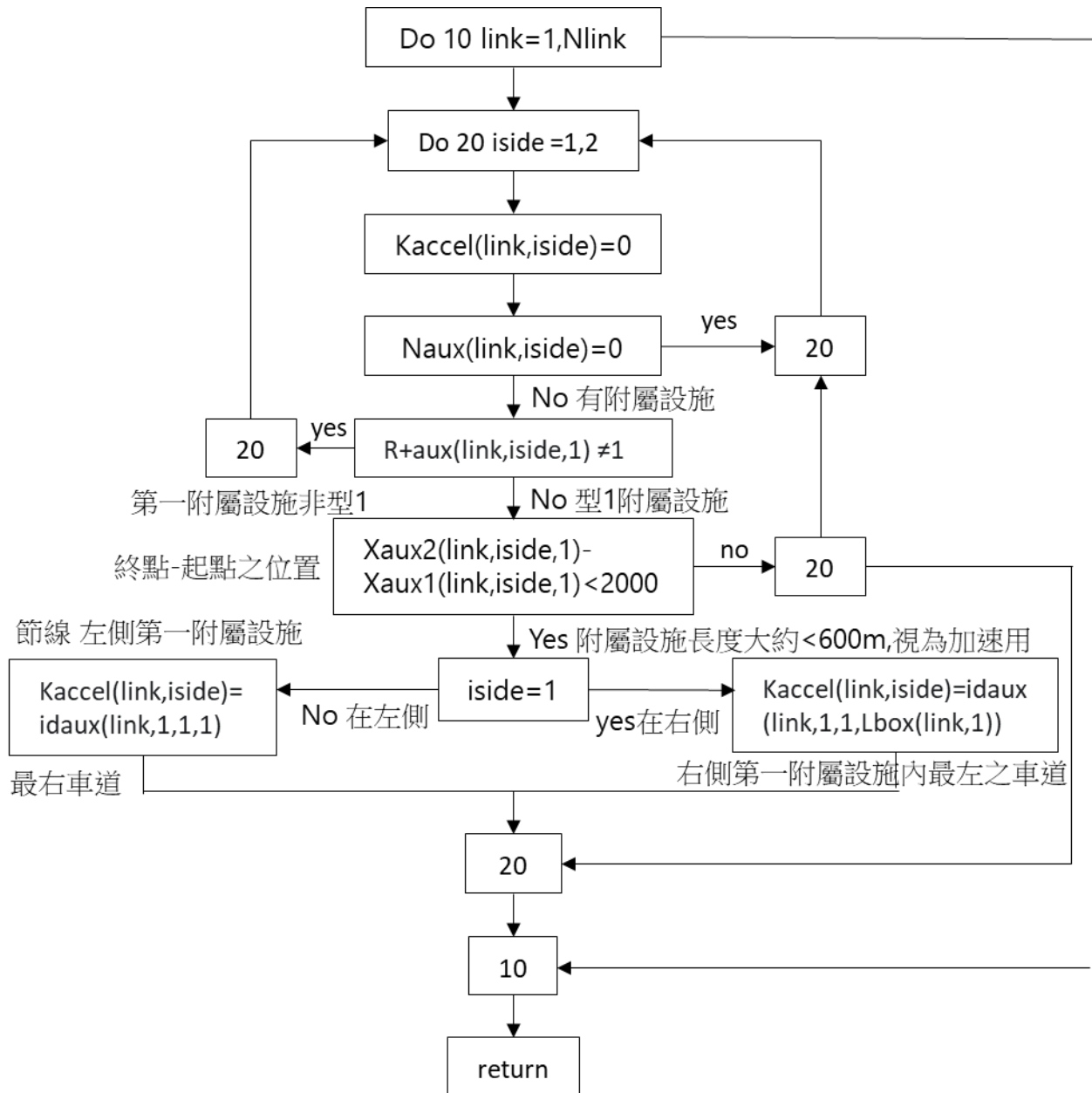
三義狀況

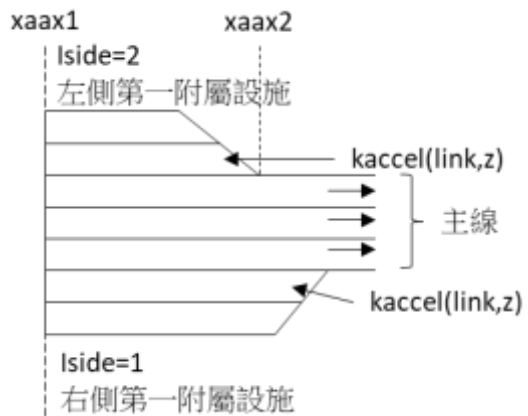


HTSS set2 pdf 第五頁









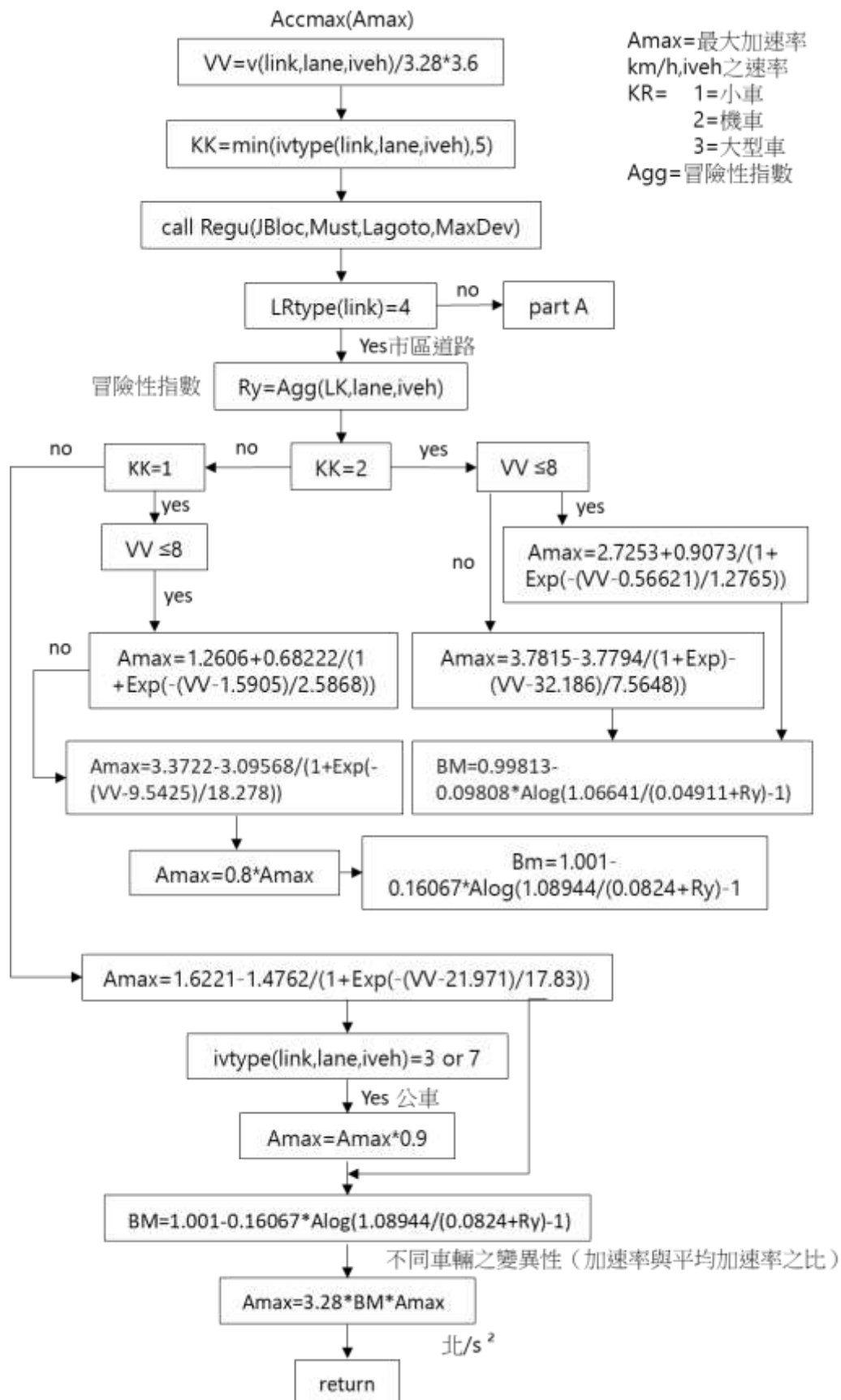
本子程式訂定一節線右側 (lside=1)及左側(lside=2)附屬設施 (型態1) 最靠近主線之附屬車道 Kaccel(link,1)及Kaccel(link,2)

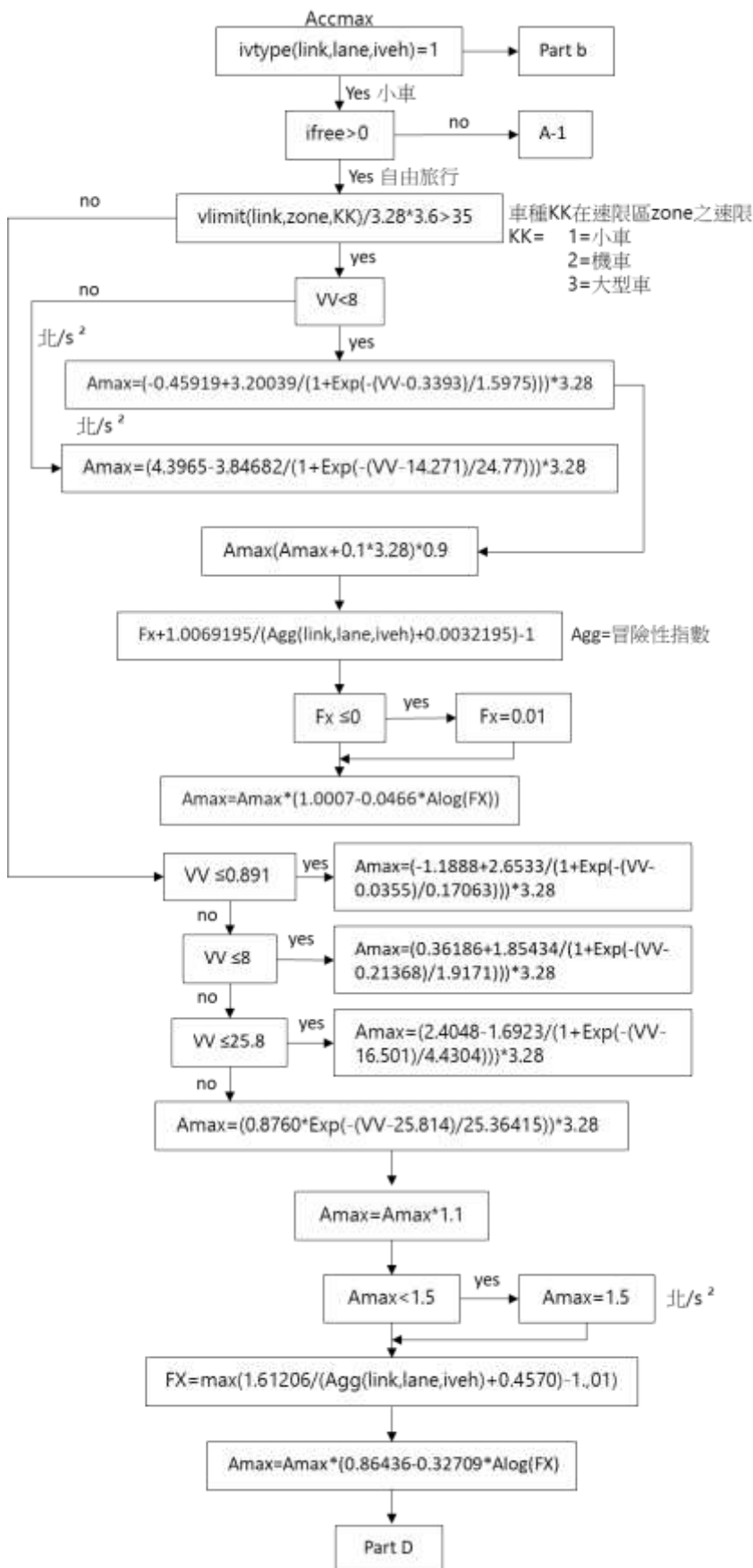
HTSS set2 pdf 第八頁

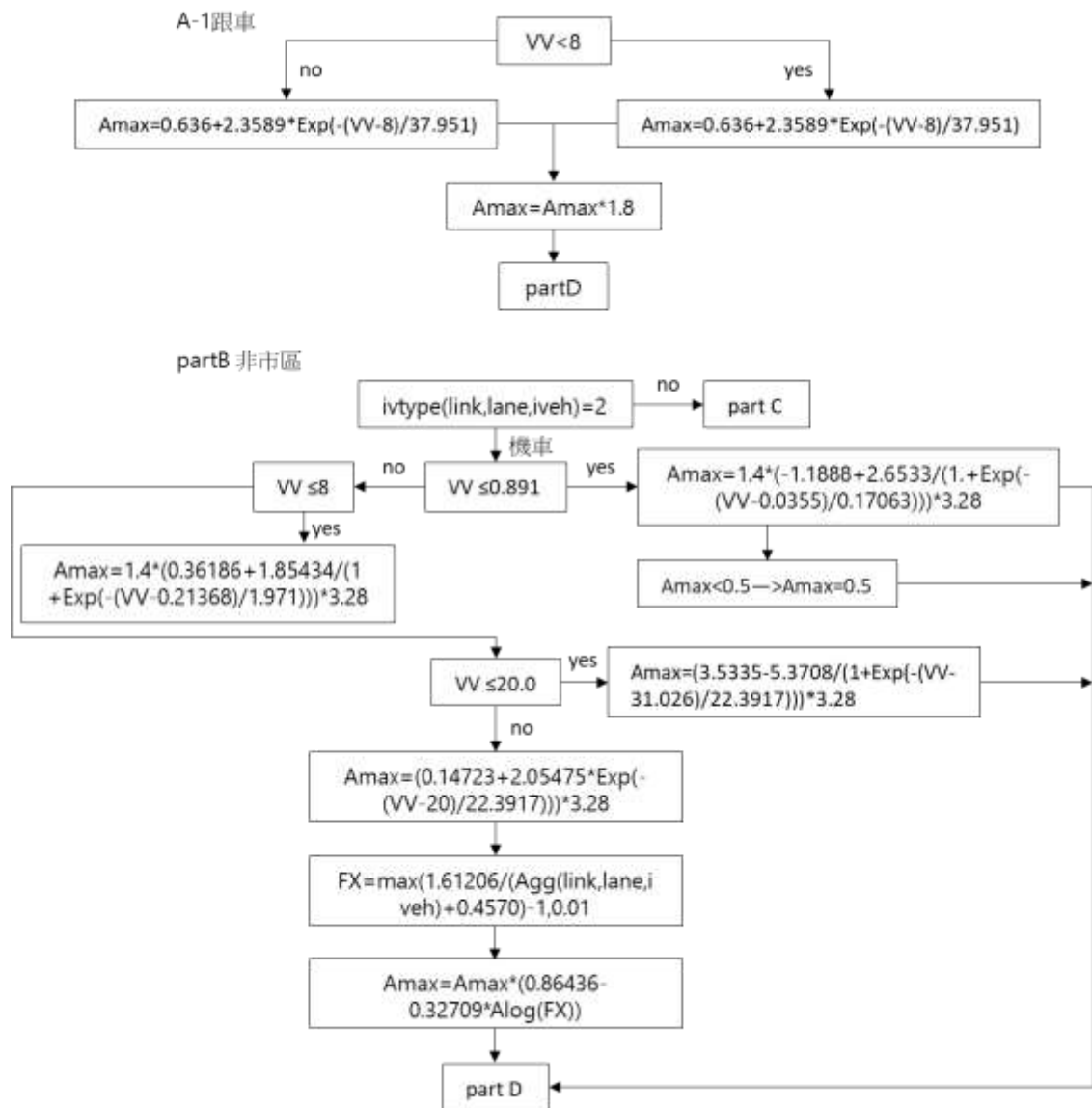
本子程式訂定一車輛以 $VV \text{ Rm/h}$ 之速率在車道路段行駛中，欲使用之自由施行最高加速率。

此加速率隨車種，車速，駕駛人之特性（冒險性），及道路性質（如市區道路或道路或高速公路）而變。

一車輛在一 simulation step (interval) 會持用的加速率亦受坡度，坡長，跟車行為，駕駛人對車道控制狀況等因素的影響。會持用的加速率 $A(\text{link}, \text{lane}, \text{iveh})$ 等於各種情況下加速率之最小值。

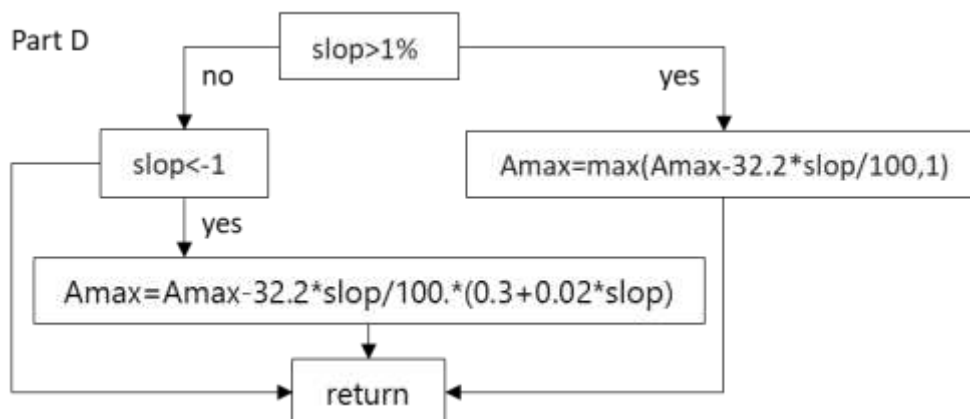
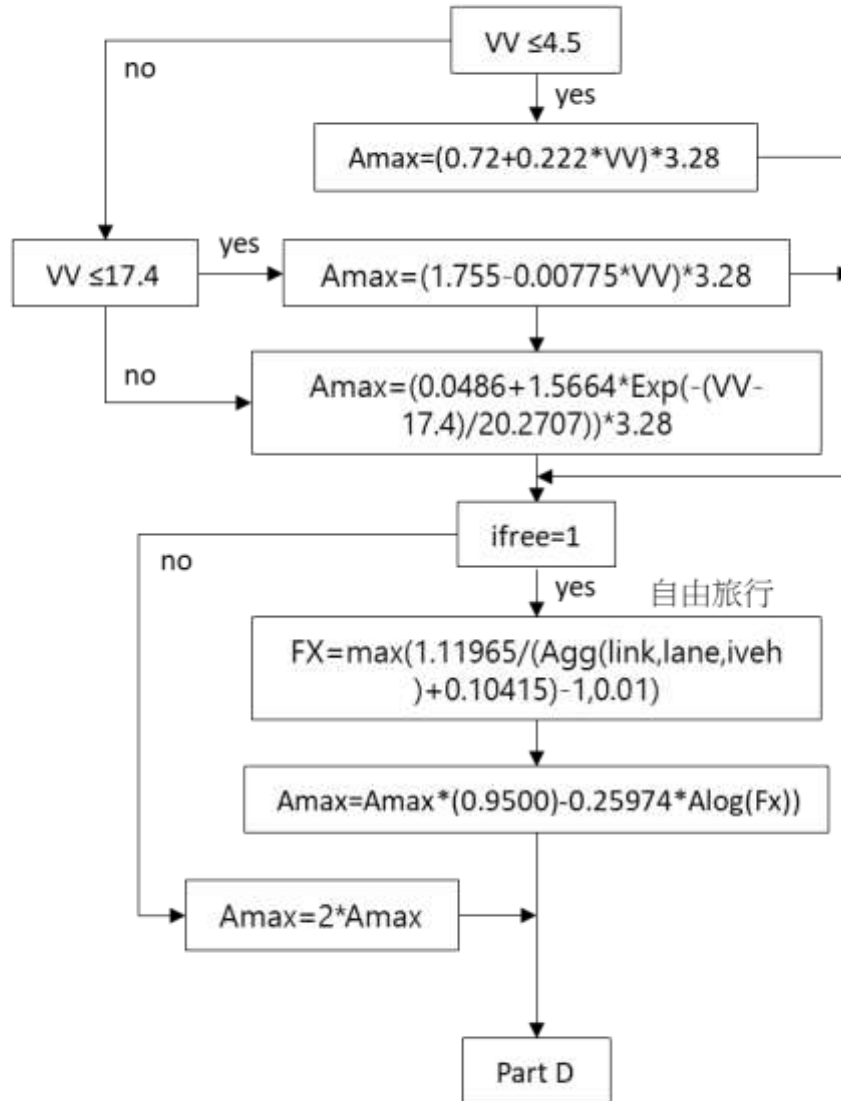






Part C 非市區

ivtype(link, lane, iveh)=3 or 7大型車



Accpara

Alti=200m 高程

Air=0.047285 空氣密度係數

Roll=1.25 滾動摩擦係數

Tire1=0.0328}有關 tire 之滾動阻力係數

Tire2=4.575} 有關 tire 之滾動阻力係數

Fric=0.75 摩擦係數

車種 k	馬力 power(k)kw	傳輸效 率 power e(k)	質重 Xmass(k)kg	後拉係 數 drag(k)	正向面 積 area(k)	Paxle(k)
1	30	0.9	2000	0.9	2.0	0.6
2	5.5	0.9	180	0.7	0.8	0.6
3	180	0.85	15000	0.7	7.0	0.6
4	135	0.85	10700	0.7	7.0	0.375
5	190	0.85	30000	0.7	10.7	0.375
6	190	0.85	30000	0.7	10.7	0.375
7	180	0.85	15000	0.7	7.0	0.6

Power=傳動力傳輸效率

Drag=氣流後拉係數

Paxle=車重由傳動軸承載之比例

本子程式設定估計車行所遭遇到阻力所須用之係數代表值

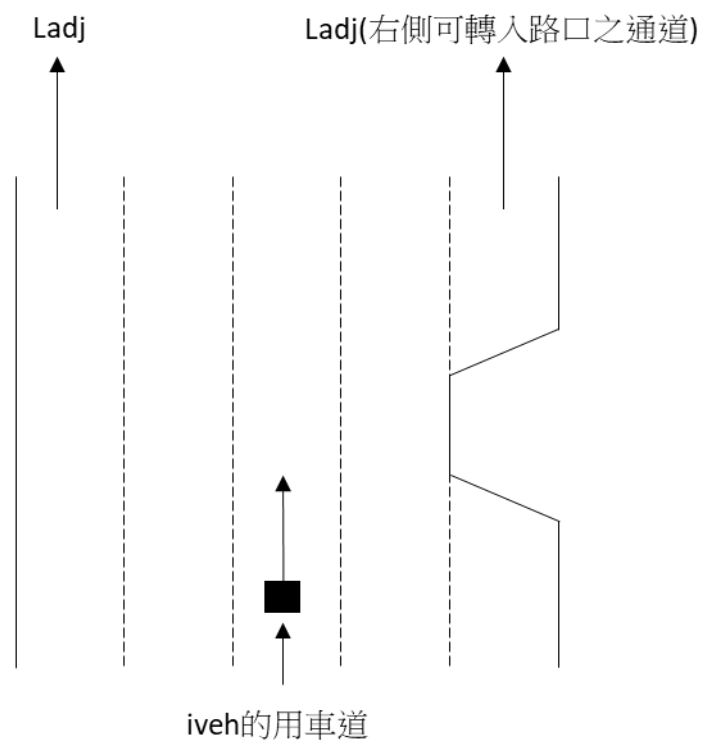
本子程式訂定一車道 Lane 右側或左側相鄰，而且可讓車輛 iveh 使用之車道 Ladj

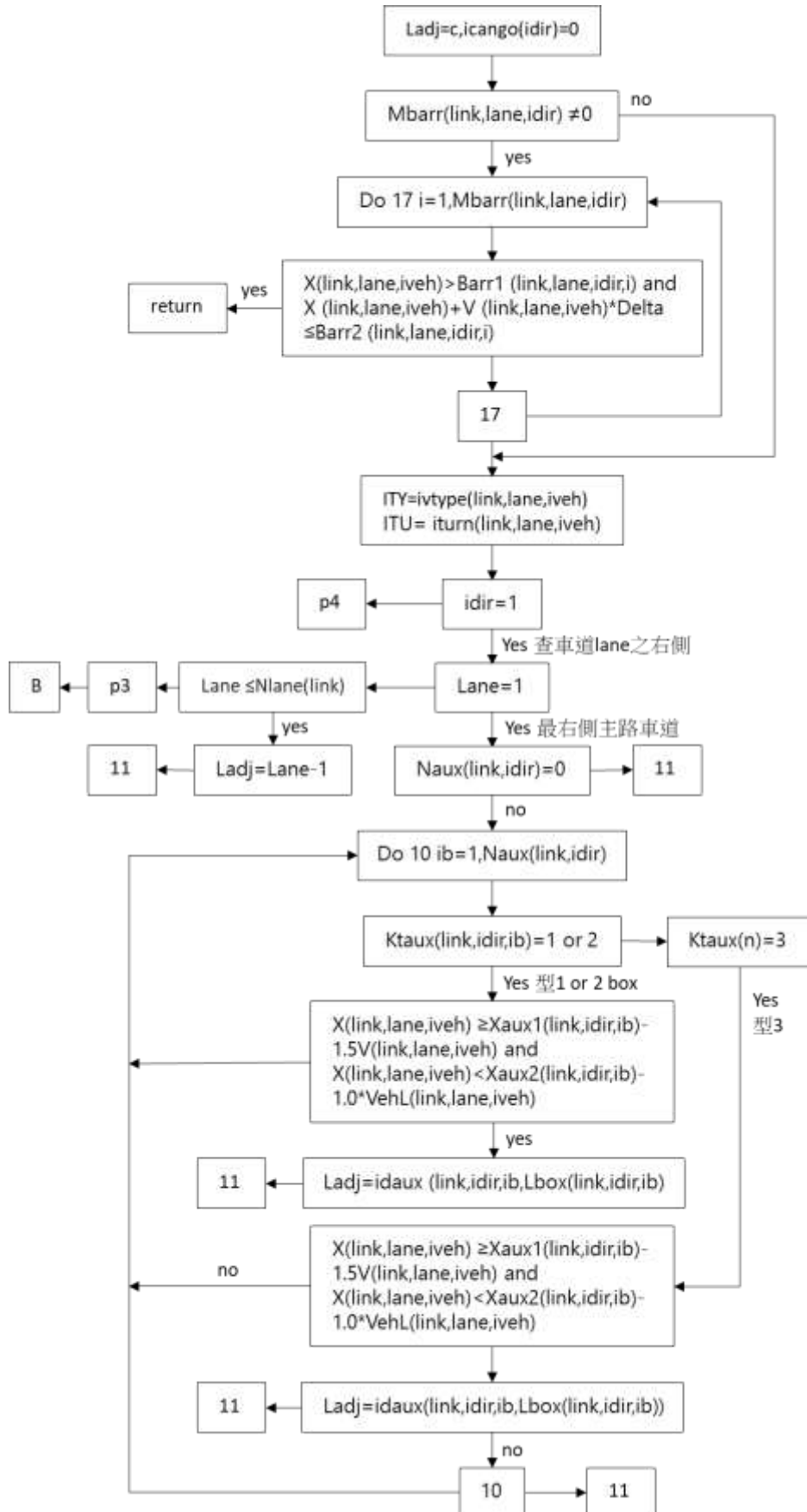
右側相鄰而且可用的車道稱為 icango (1)

左側相鄰而且可用的車道稱為 icango (2)

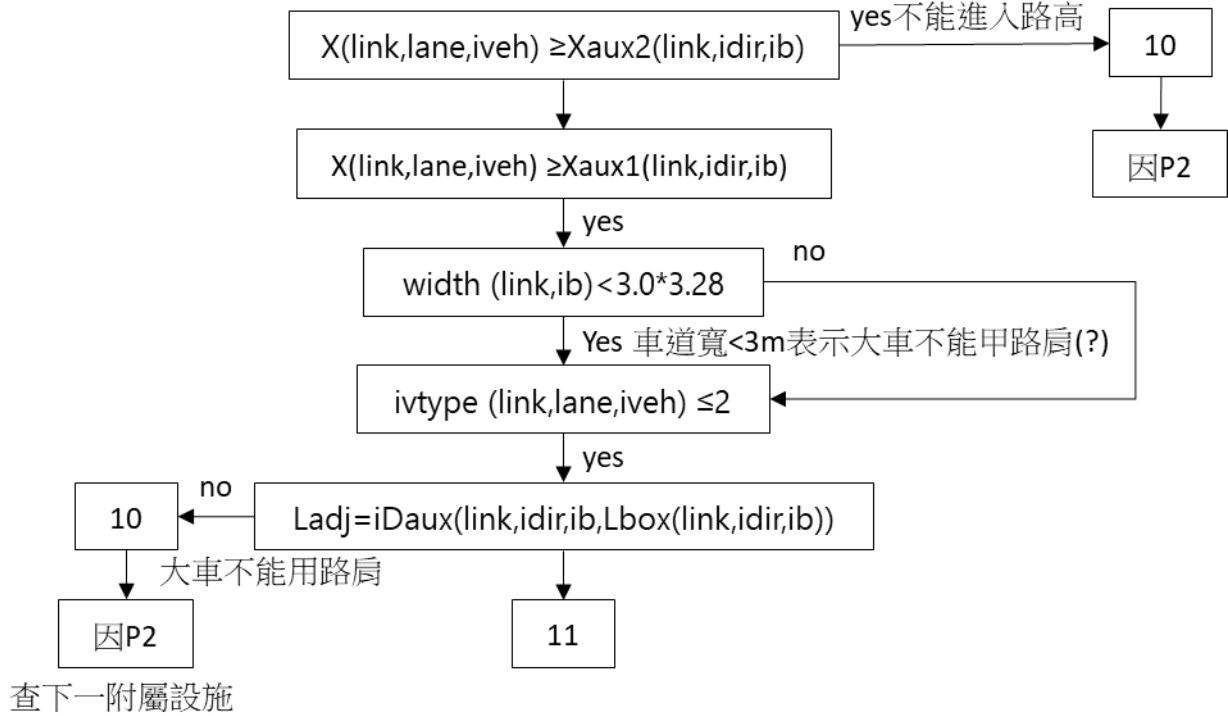
idir=1=尋找右側可用車道

idir=2=尋找左側可用車道

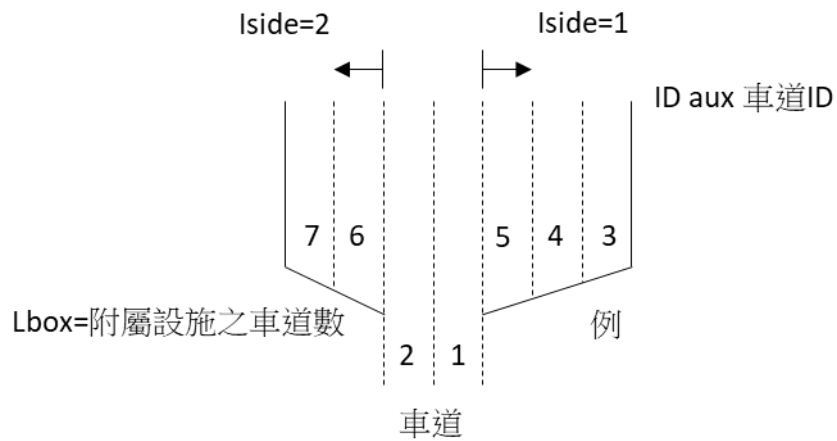


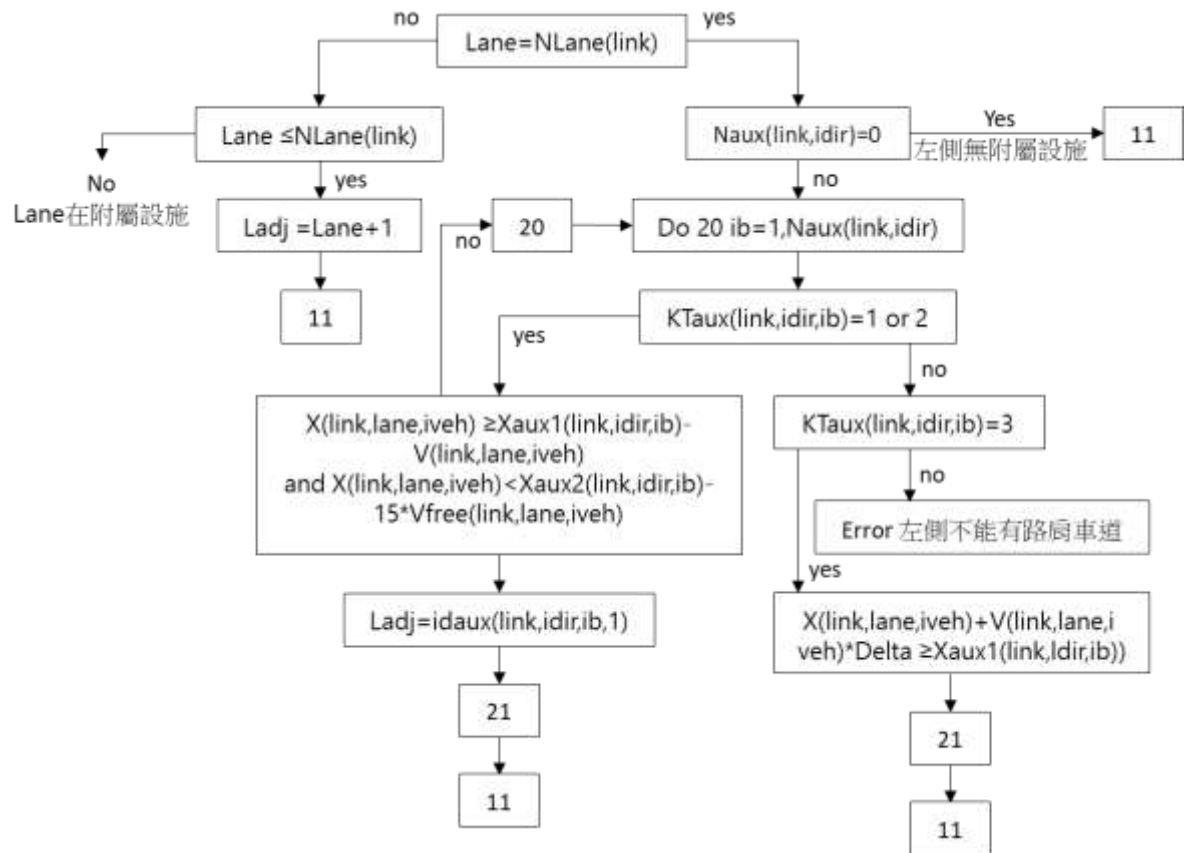


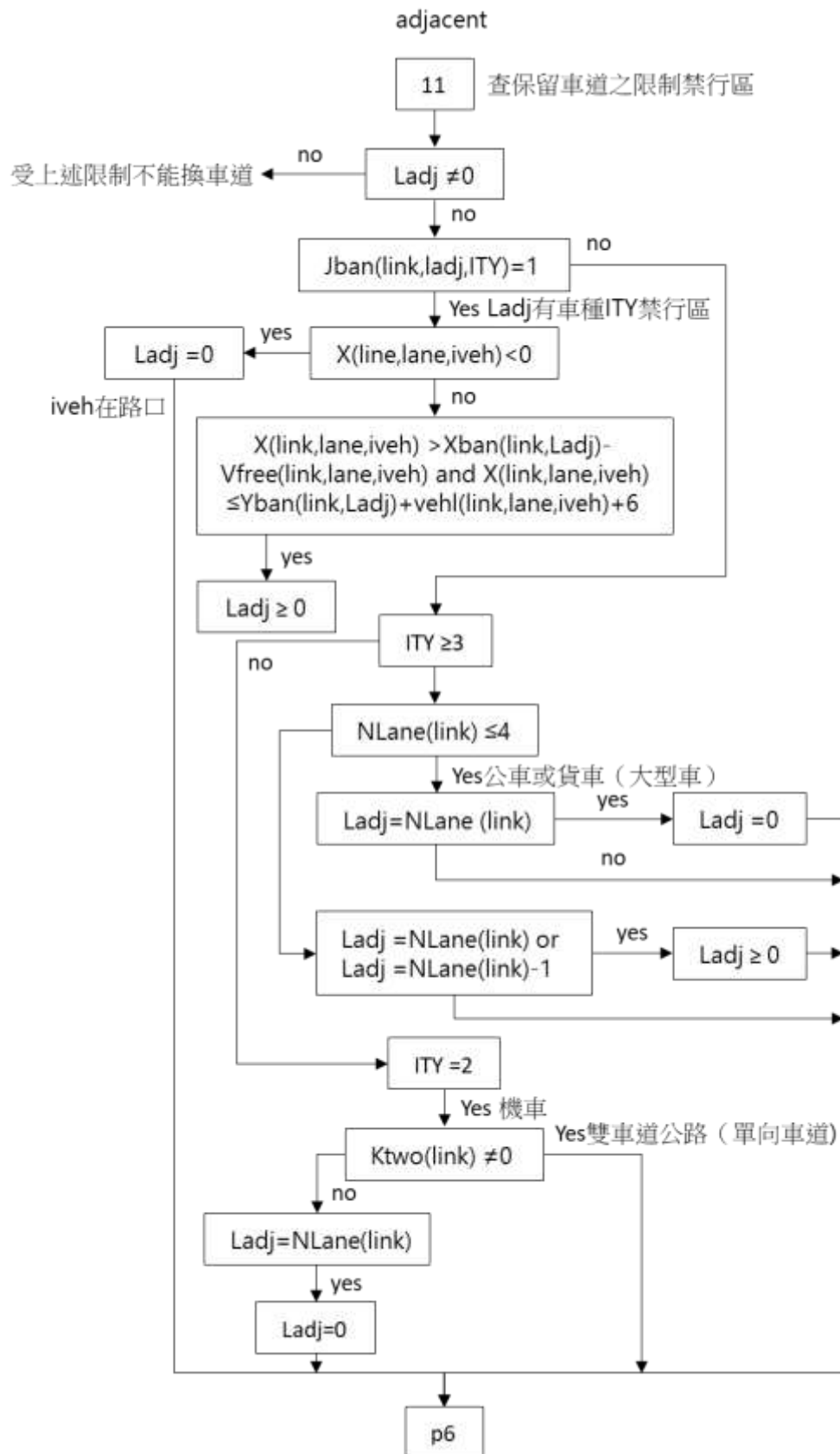
型4Box(路肩車道)

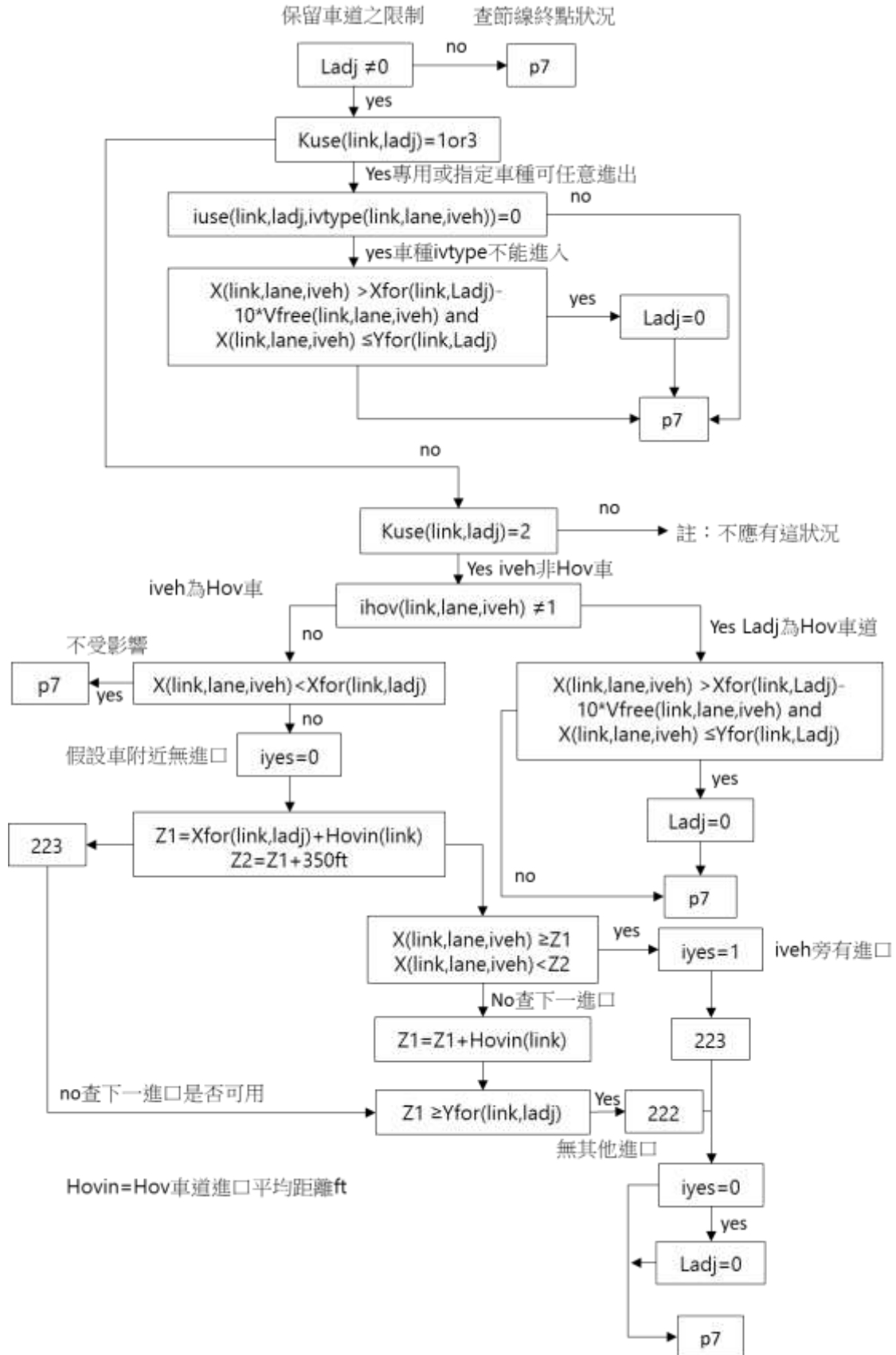


11

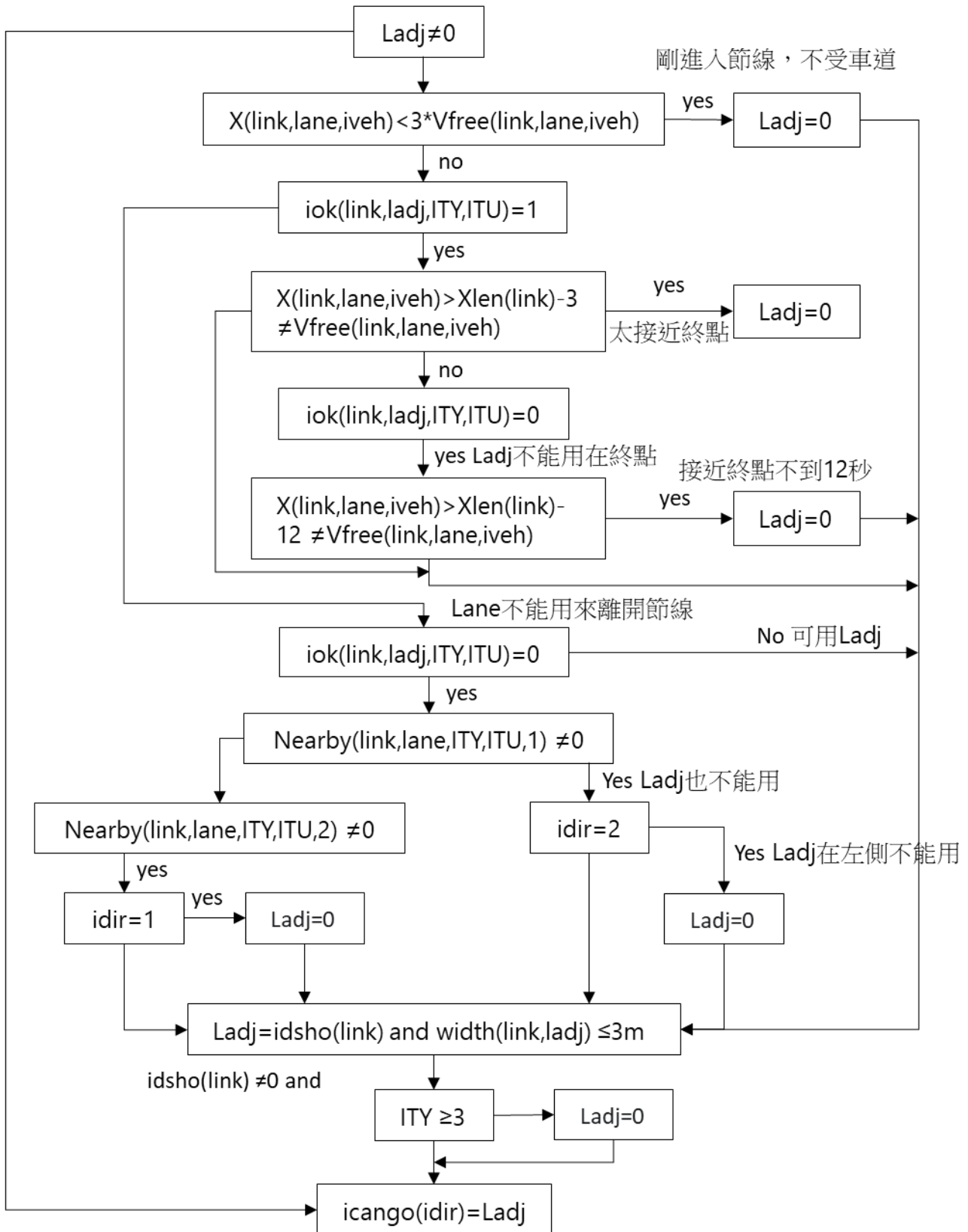








節線終點狀況之限制



Mapnode 之性質 p.1 (pdf)

HTSS 模式該使用者用檔型 1 資料建立節線 Link 與上下游節點的關係，每一行檔型 1 資料的前 3 筆，數據為 Link、Nup、NDN

Link=節線 (1,2,...50)

Nup=節線 Link 之上游節點讓車輛進入路網或離開路網之節點代號為

600,601,...其他節點代號為 1,2.....

NDN=節線 Link 之下游節點代號

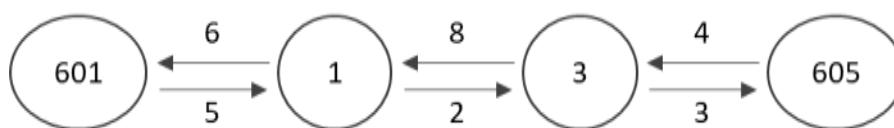
線節點數不能超過 50

為使用者方便，HTSS 模式不要求代號必須連續（如 1,2,3,...而不是 2,4,5,8...。但為了模擬方便,輸入檔所訂之節點皆依照被讀到的順序改為 1,2,3,...50）

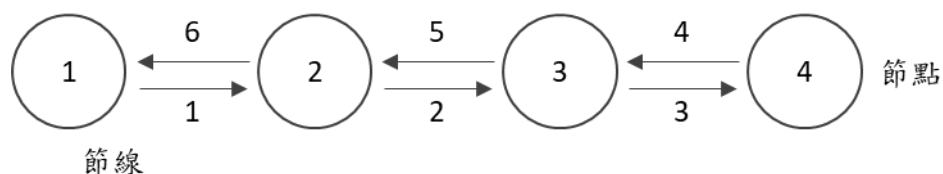
本方程式將

將輸入檔獨到 Nup 改成 NewND (Nup) 讀到的 NDN 則改成 NewND (NDN)。

例如 一使用者左輸入檔所給定的路網可能如下

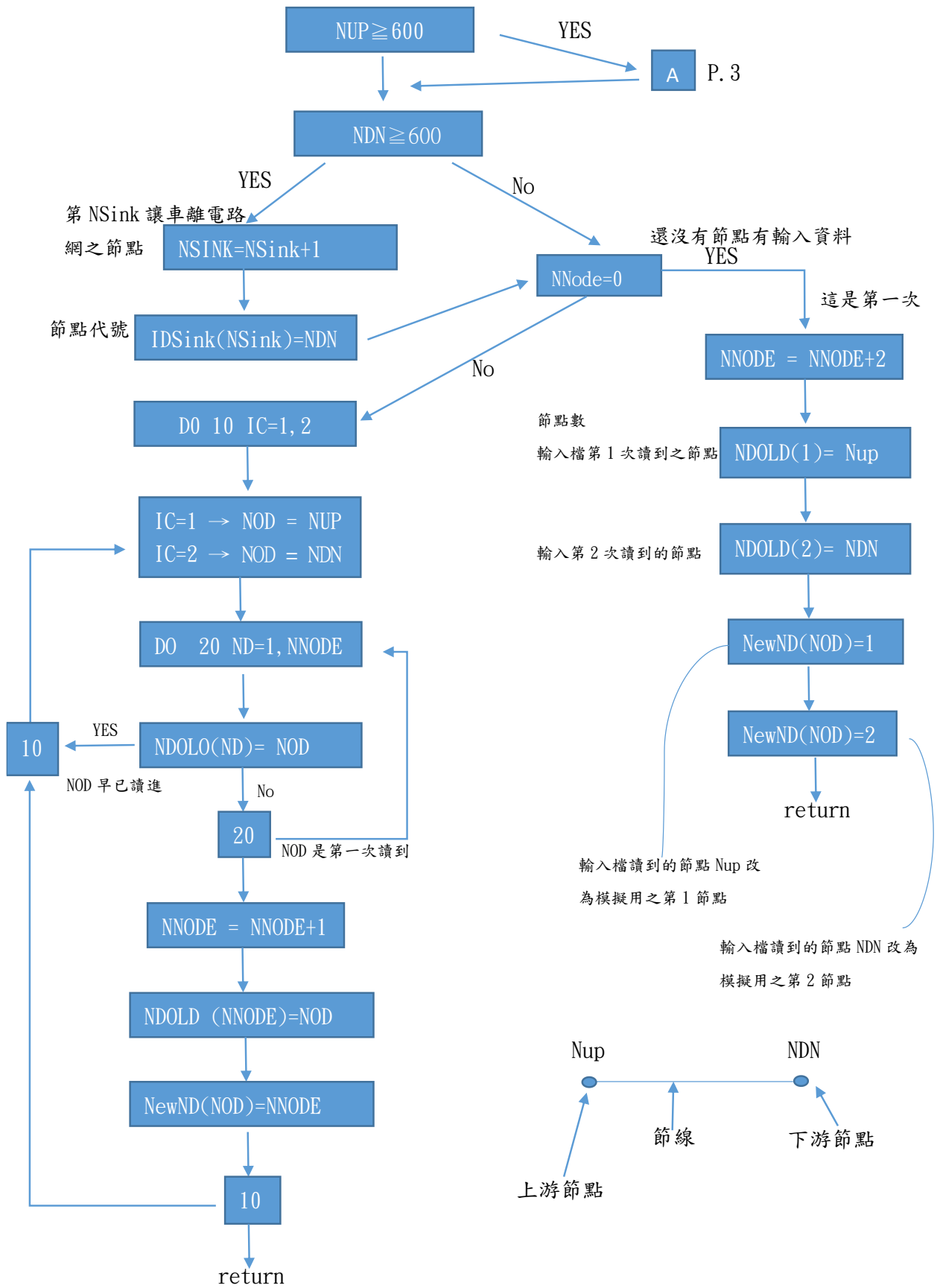


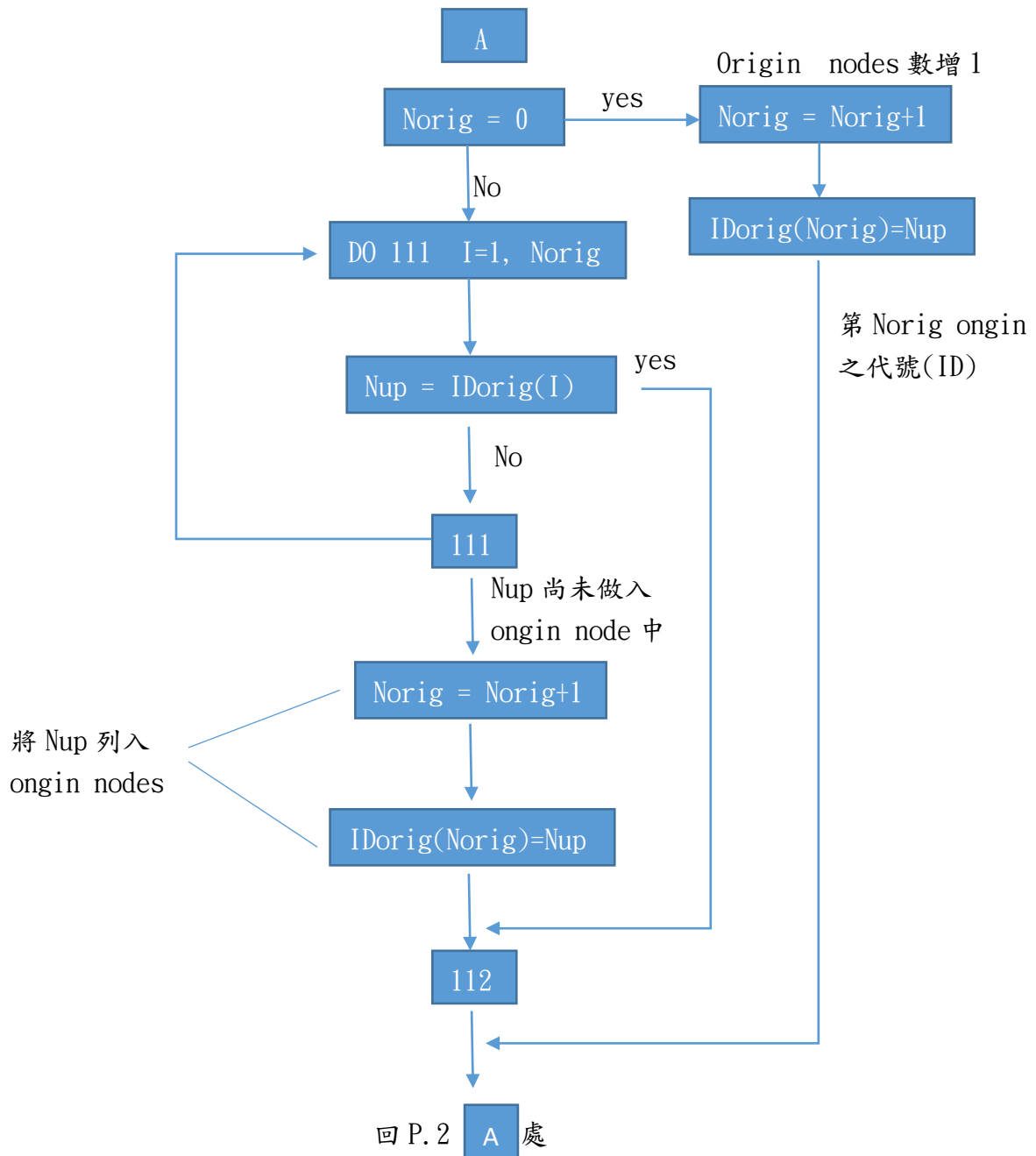
HTSS 模式可能將此路網改成



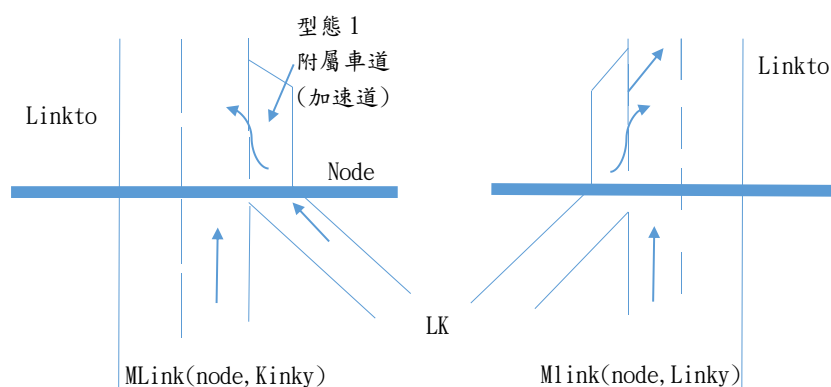
為了檢驗模擬結果方便起見，最好用連續之代號而且 2 連續代號（如 2 及 3）最好在路網中最靠近之處

輸入檔所訂的節線代號在方程式 Readin 內改成新代號

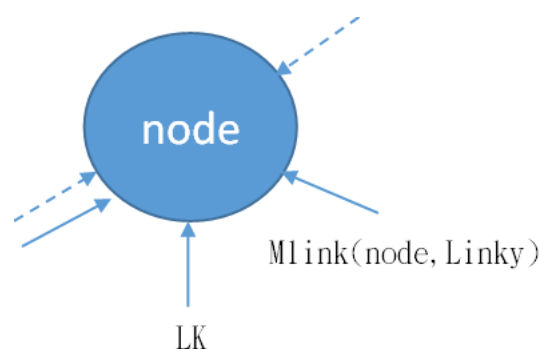




本方程式之目的在於尋找有加速車道產生有匯流（merge）衝突之節流。匯流可能從右側也可能從左側



如果目前分析的節數對象是 LK,其下游節點為 Node。衝突可能發生在進入 node 之節線。進入 node 之節線有的在節線有的在一接腳外側（或惟一接腳）存在的內側。進入 node 之內側節線將為 $MumLK(node,2)$ ，進入 node 之外側節線數為 $NumLK(node,1)$ 。



產生衝突之條件包括：

1. LK 下游之節線 Linkto 有加速道。
2. 其他進入 node 之節線 Mlink (node,Linky)

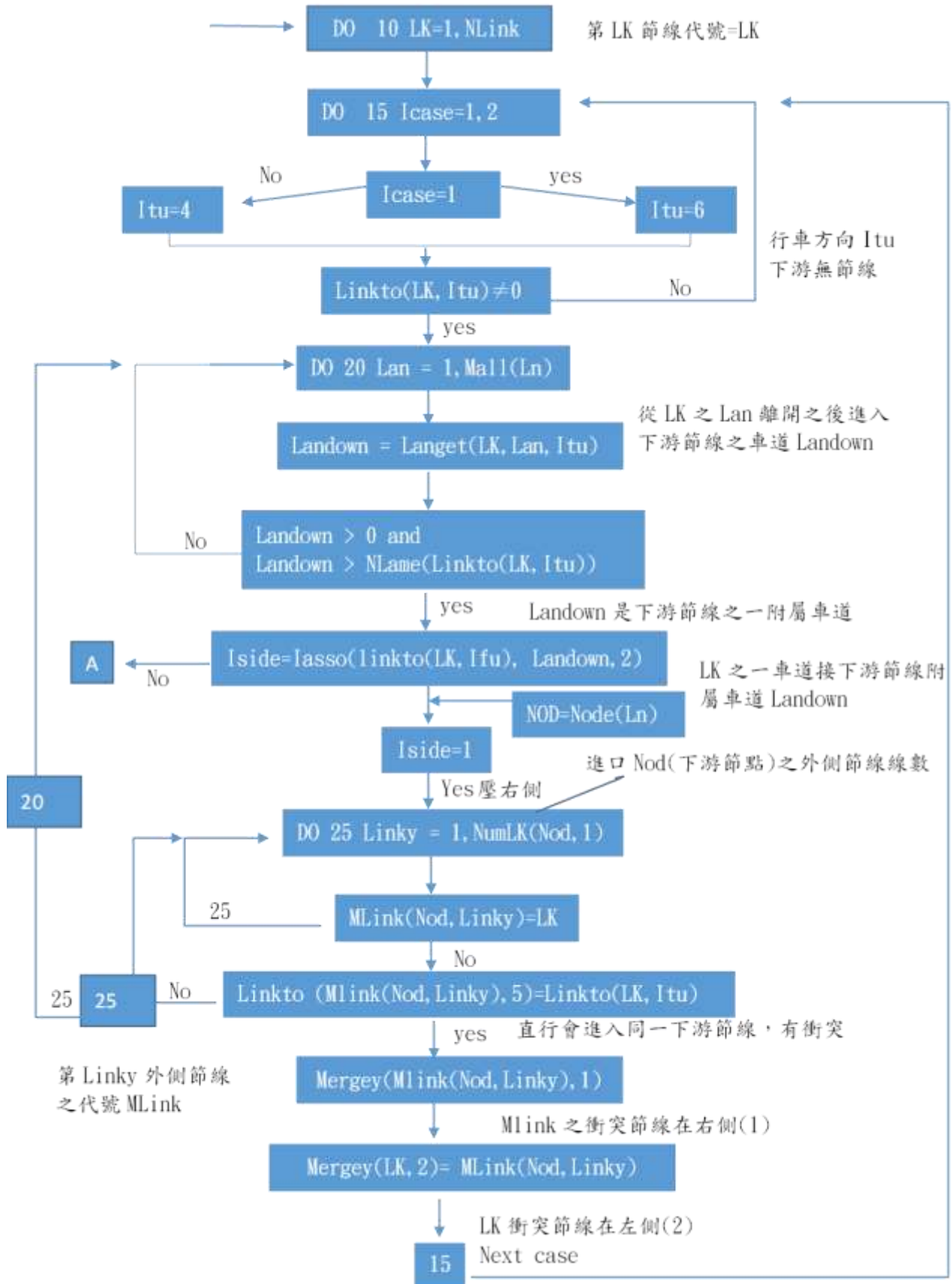
有直行車也進入同一節線 Linkto

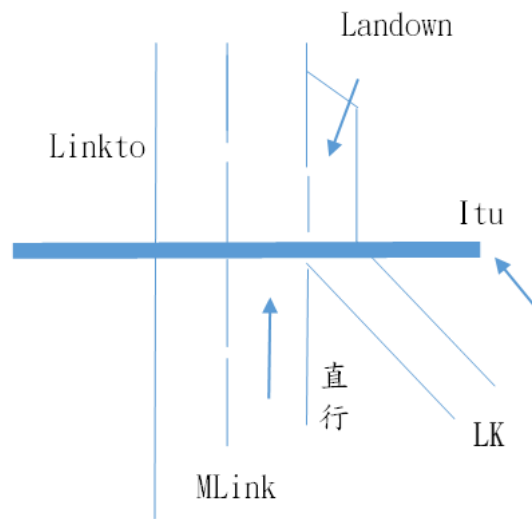
進入 node 之外側節線的代號 (ID) 為 Mlink ((node,1), Mlink (node,2), , Mlink (node,numLK (node,1)))。

進入 node 之內側節線的代號 (ID) 為.....

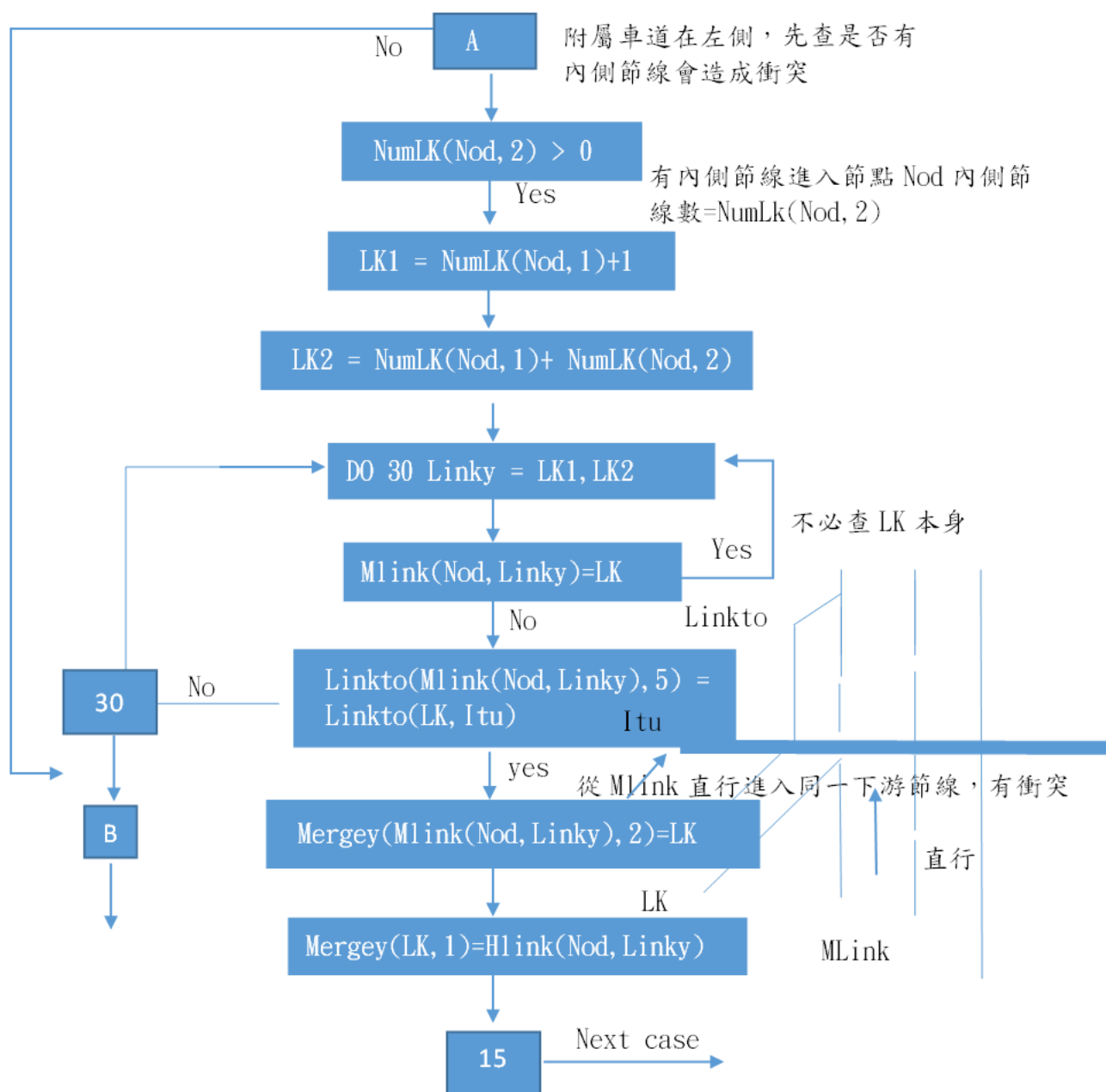
Mlink (node,NumLK (node,1) +1),Mlink (node,NumLK (node,1) +2) ,.....

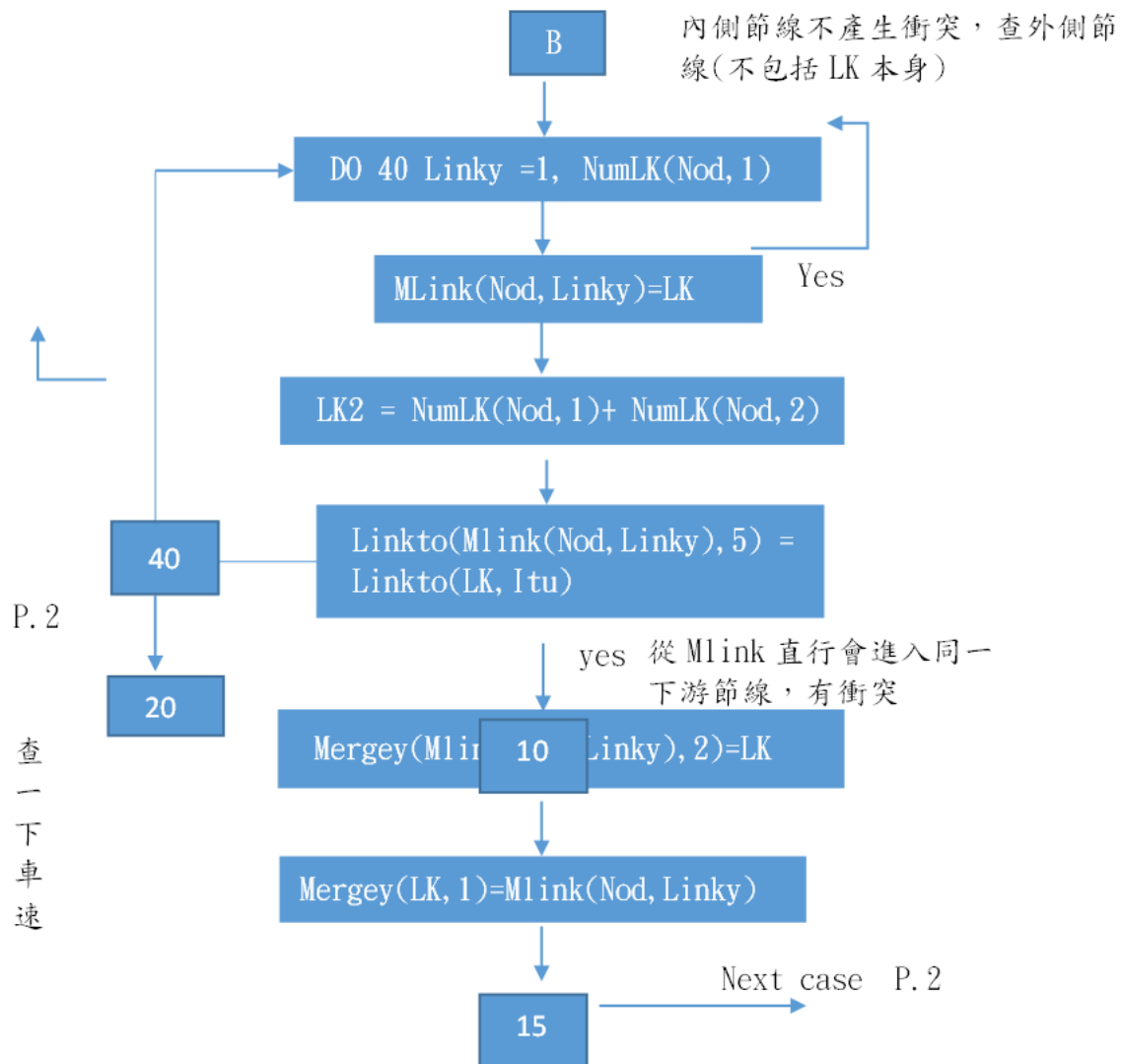
Hlink (node,NumLK (node,1) +NumLK (node,2))



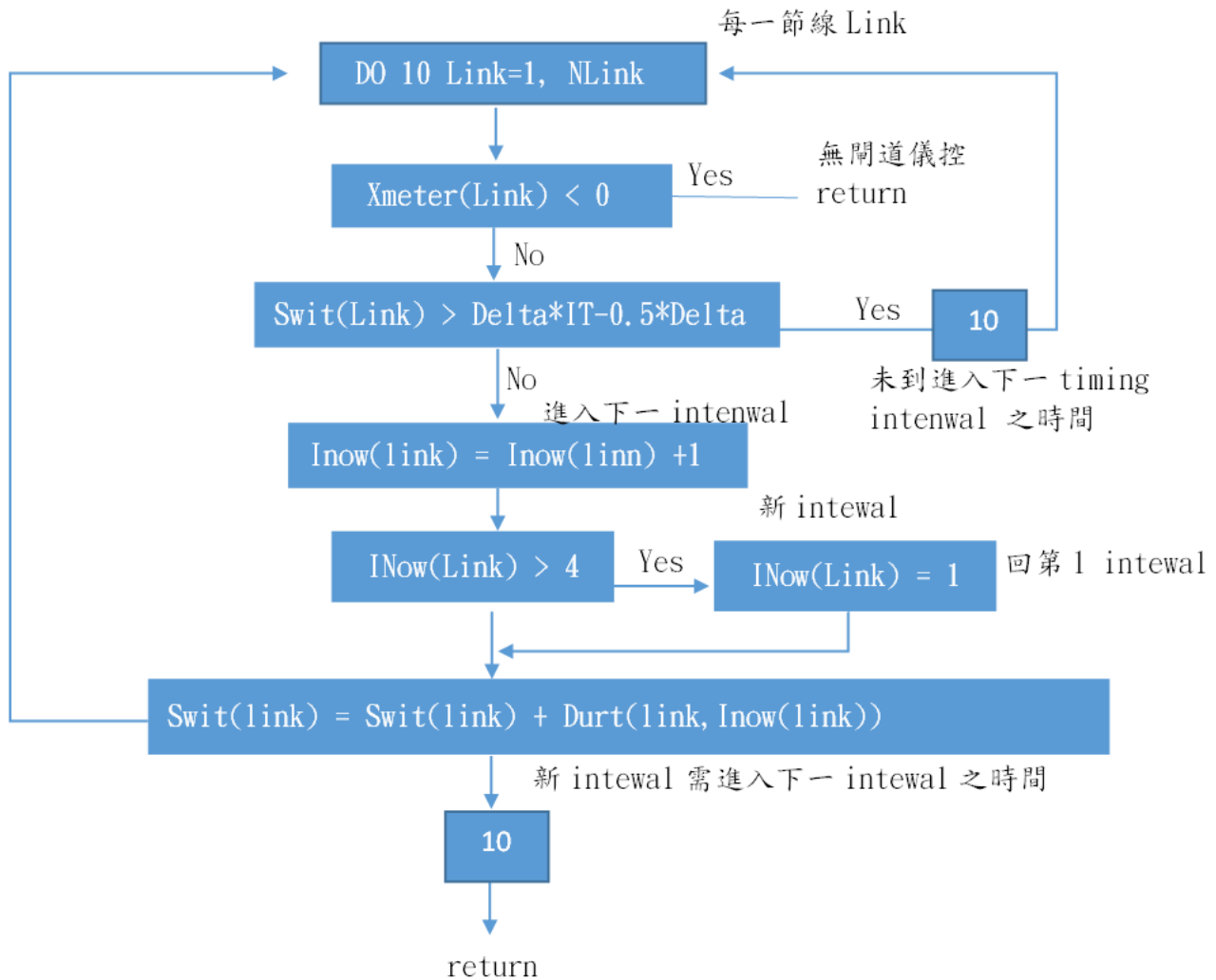


★PDF 第五頁左下角的圖



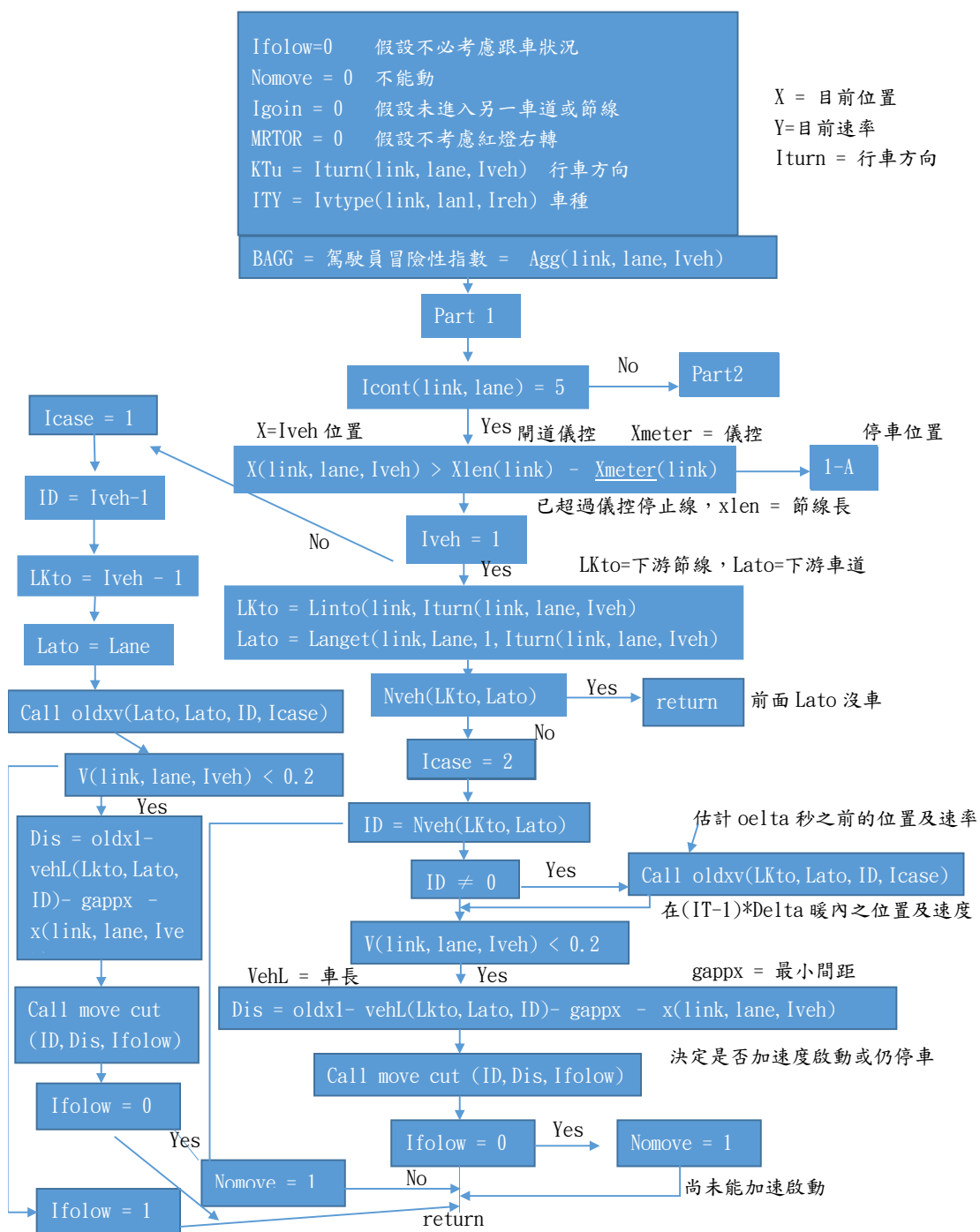


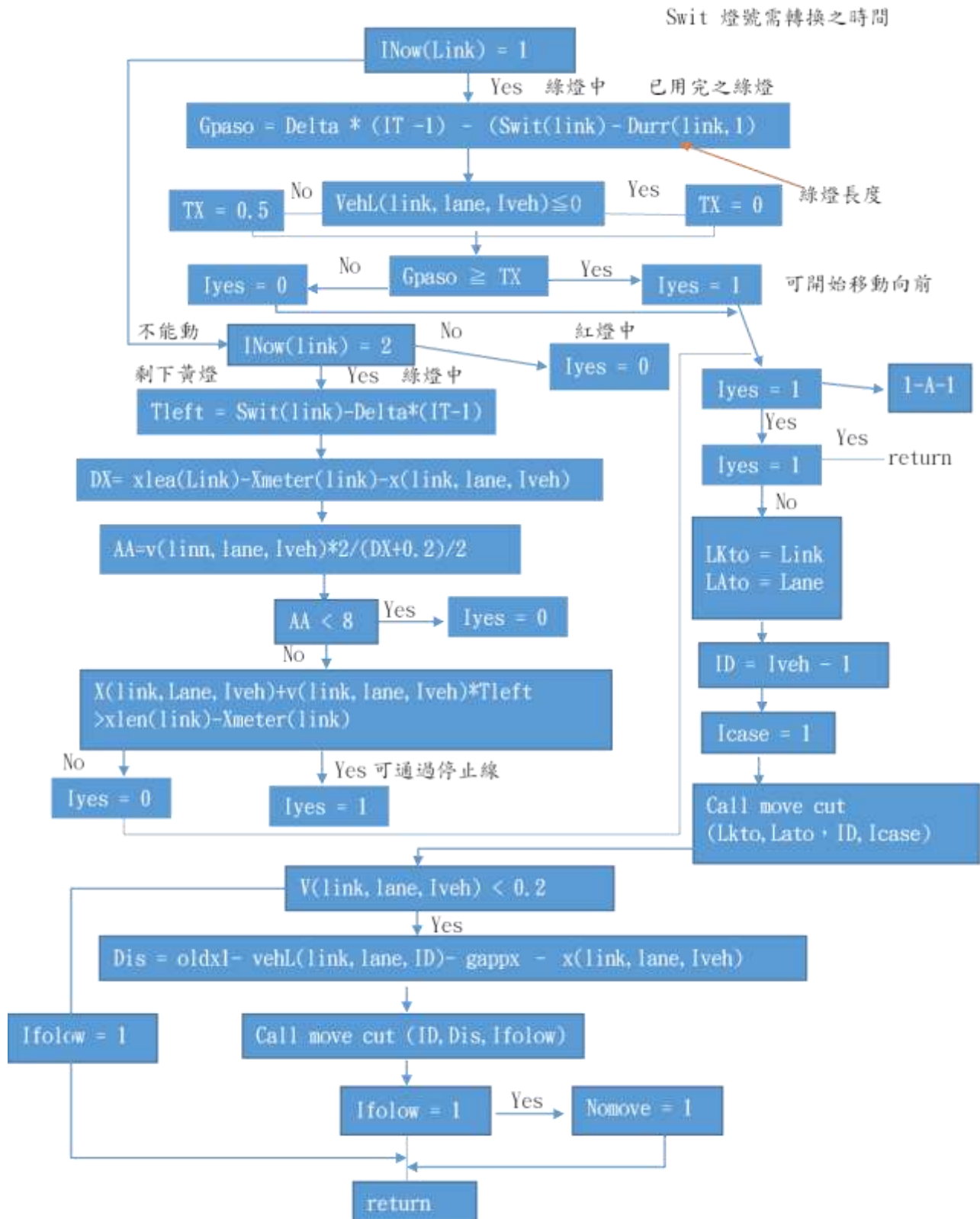
下一節線 LK P.2



一節線有開道儀控時，在模擬開始暖間等於於第 1 timing intewal 之起頭。此後本子程式與 Delta 秒，查看是否須進入下一 timing intewal
開道儀控只有 3 個 timing intewals：

已知車輛 Iveh 不變換車道，本子程式根據下游車流及交通控制狀況訂定 Iveh 須執行之動作及相關加速率，位置及速率。



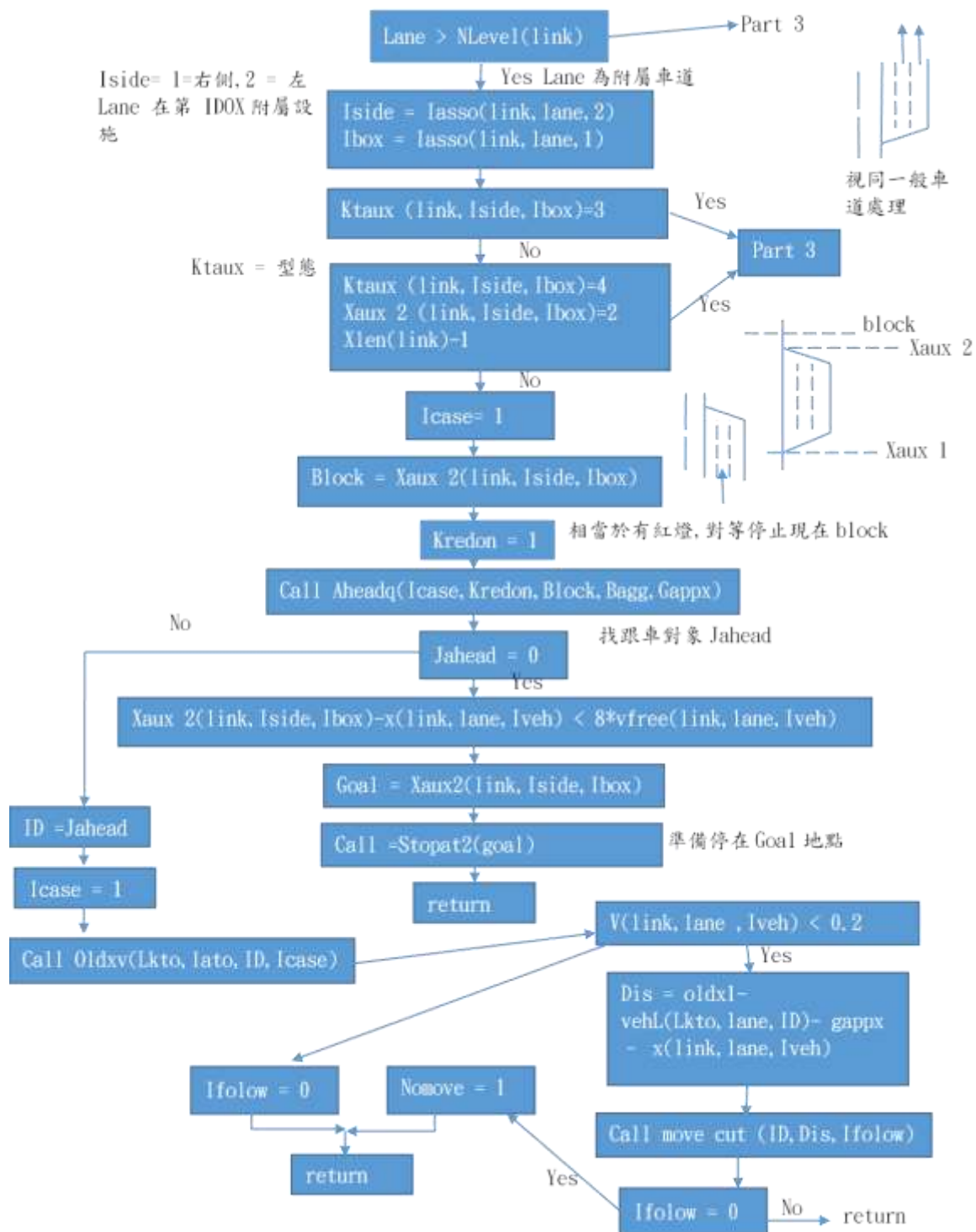


1-A-1 停在停止線上游

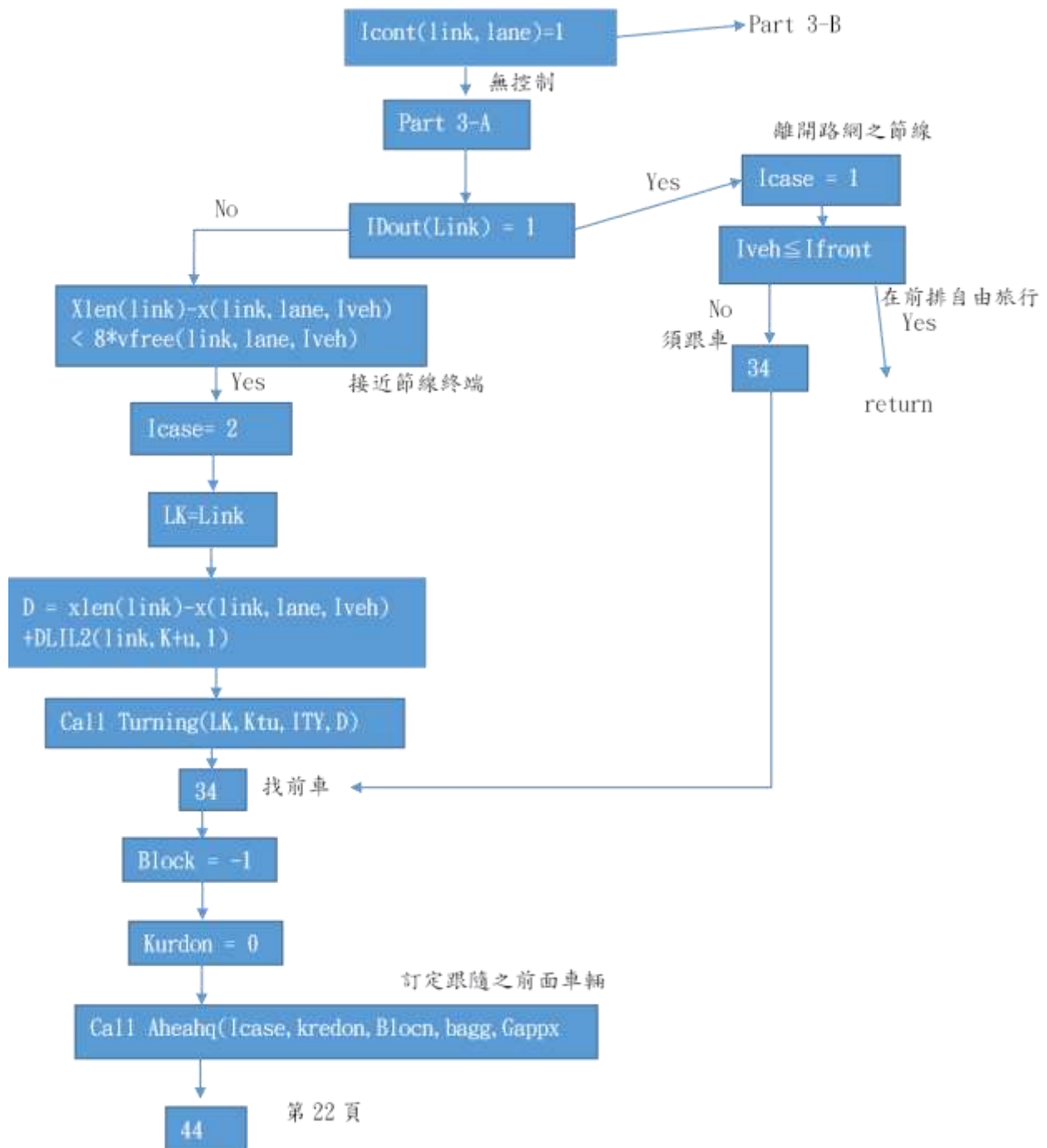
Motion

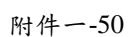
pdf p.13

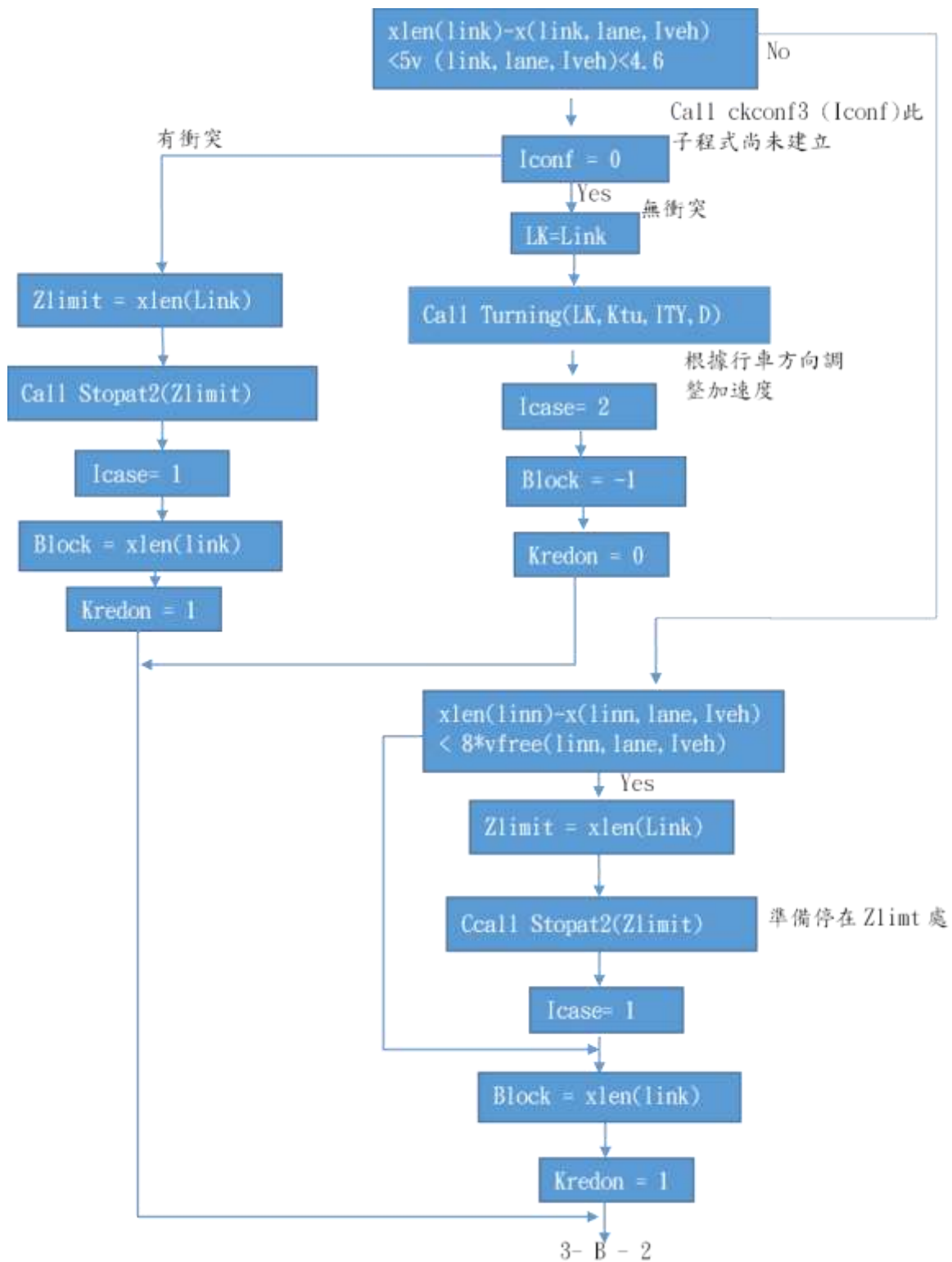
Part 2 Iveh 在附屬車道



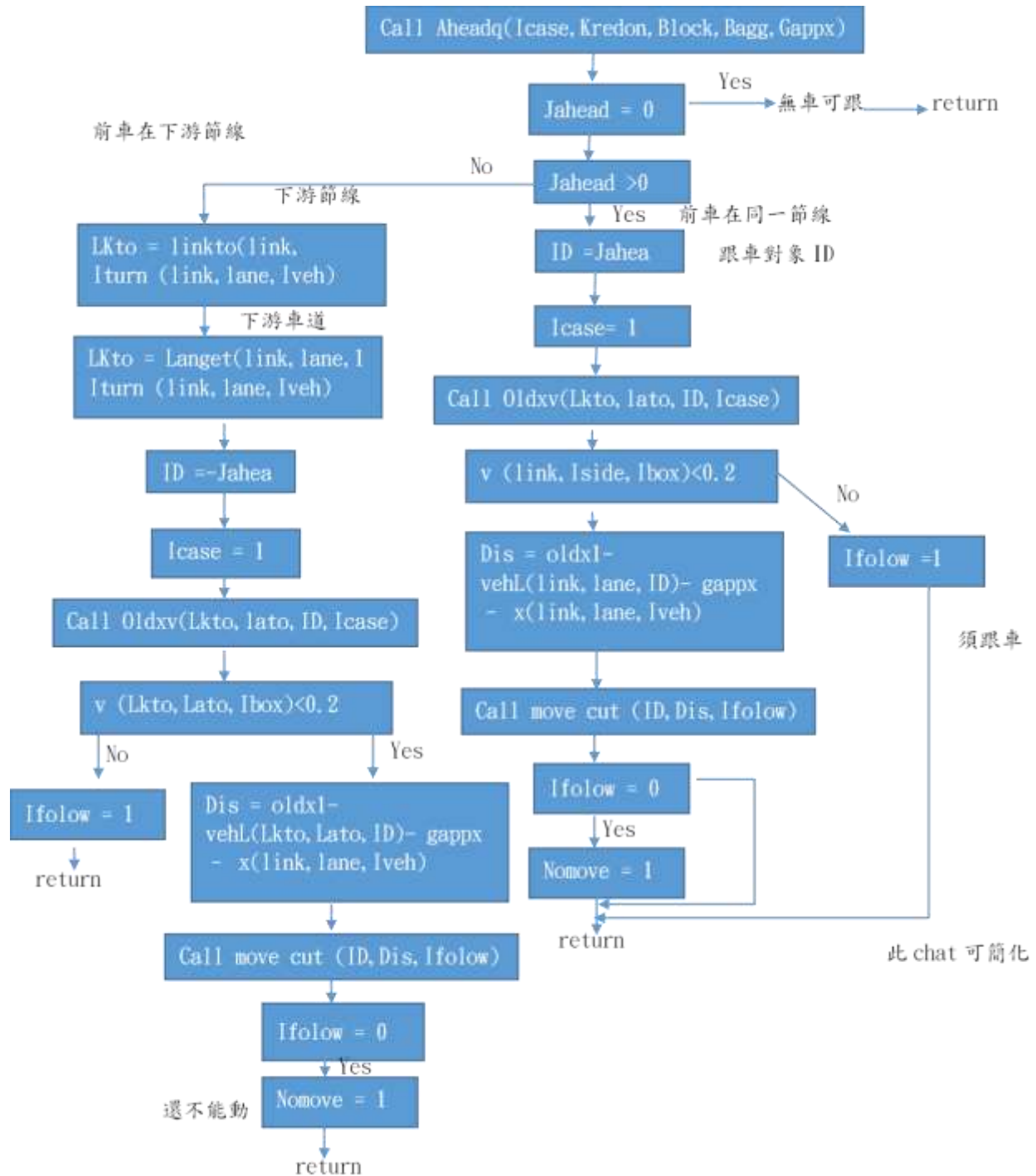
Part3 車道終點在停止線

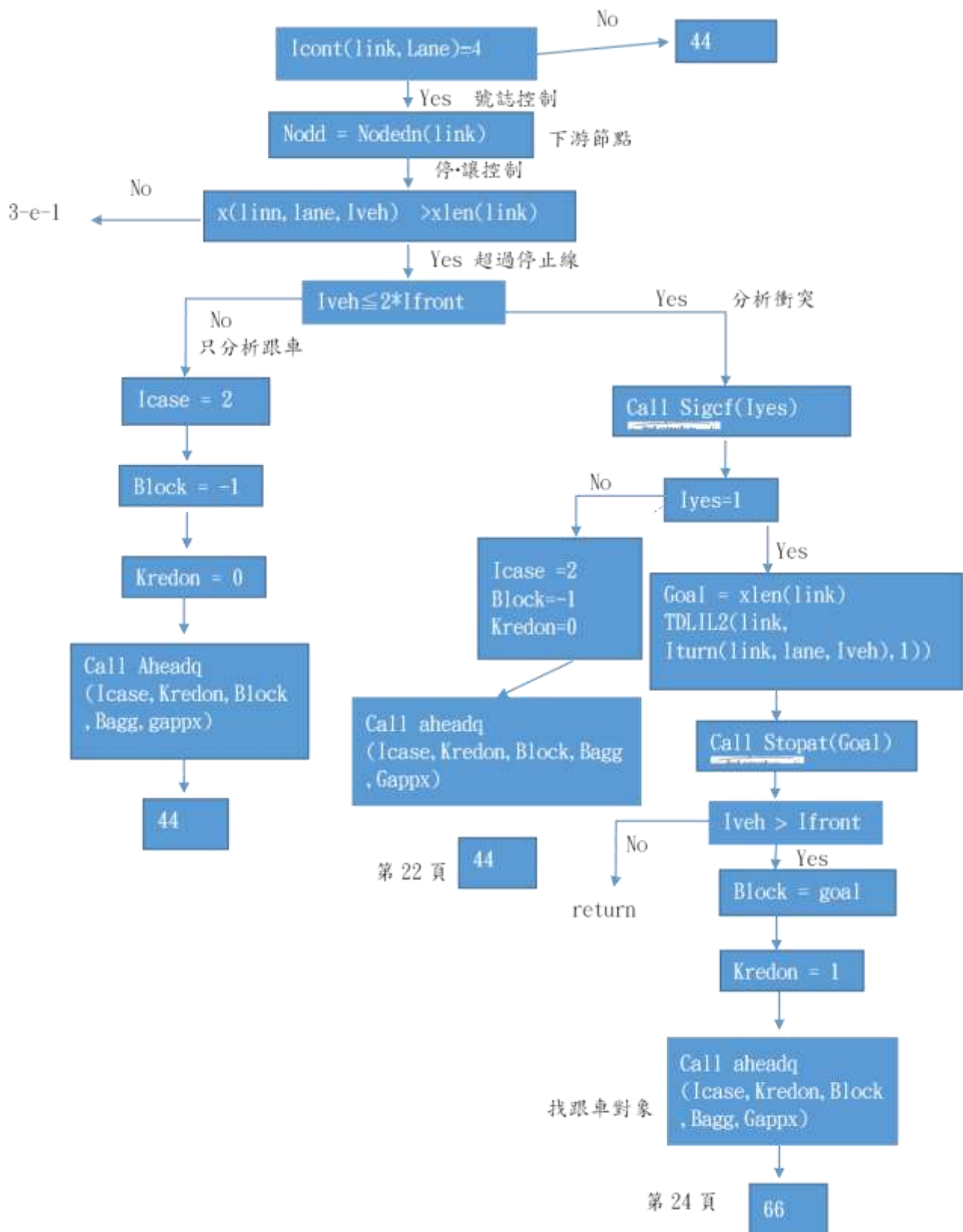


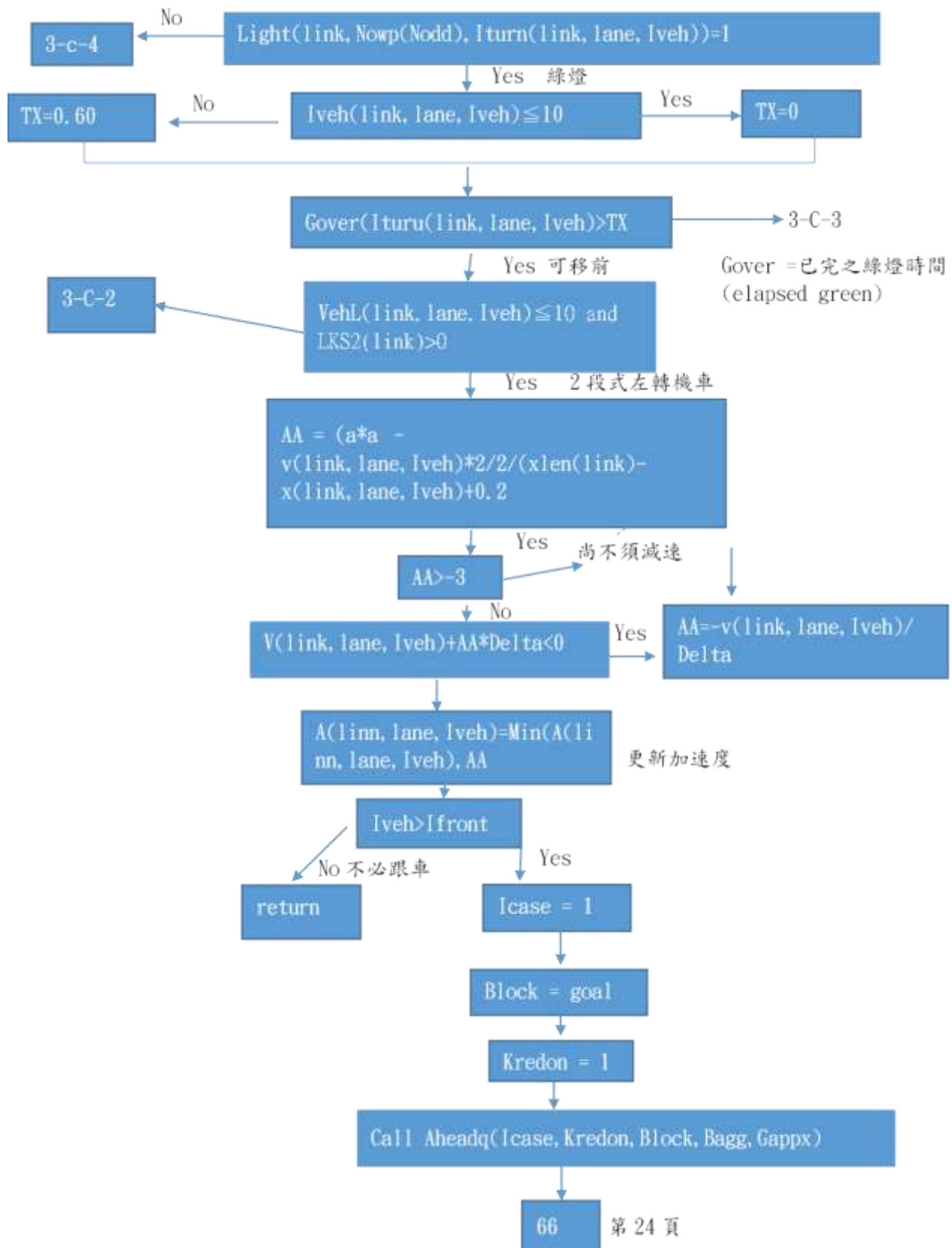




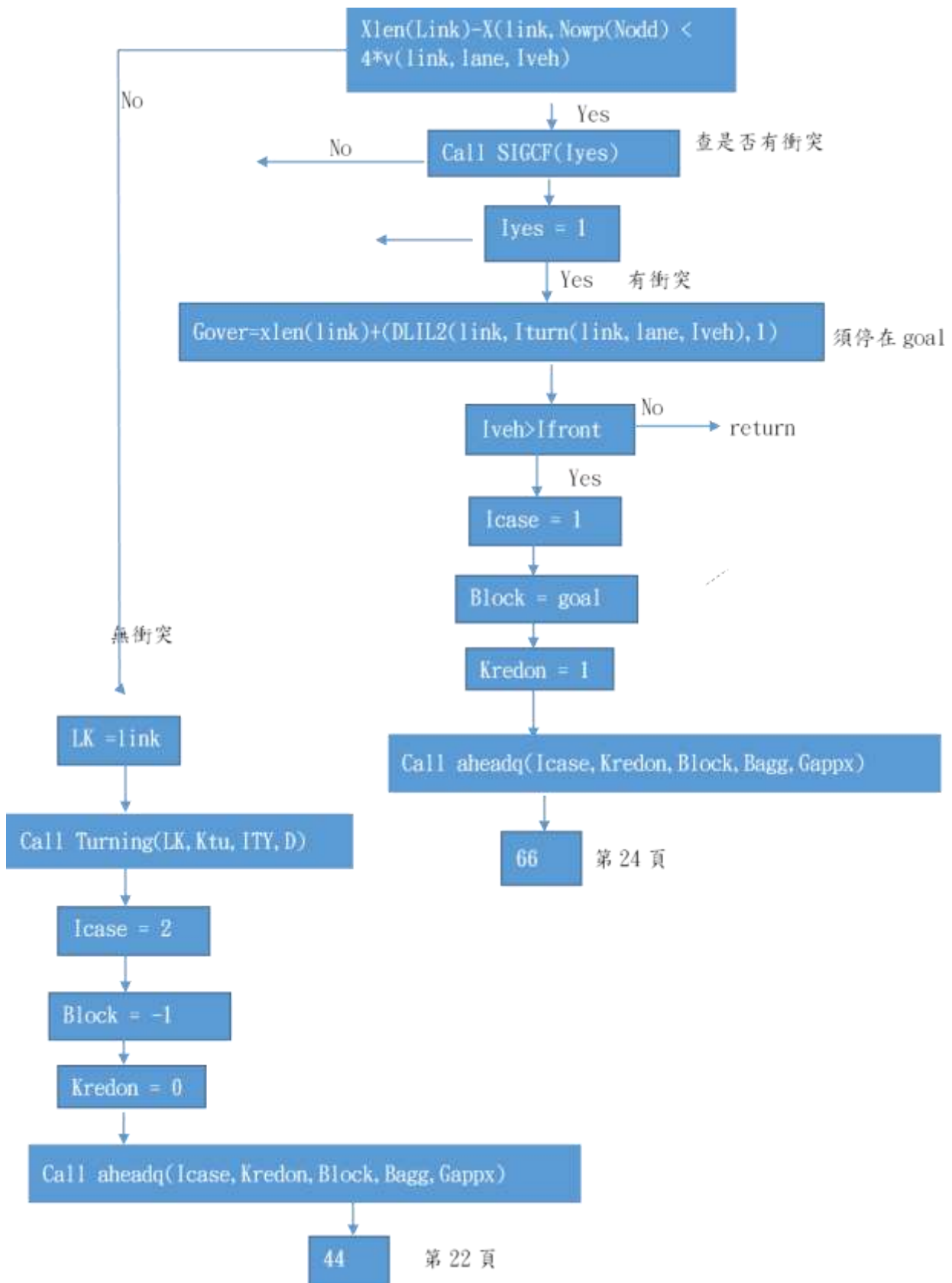
3-B-2 停讓控制，找前車



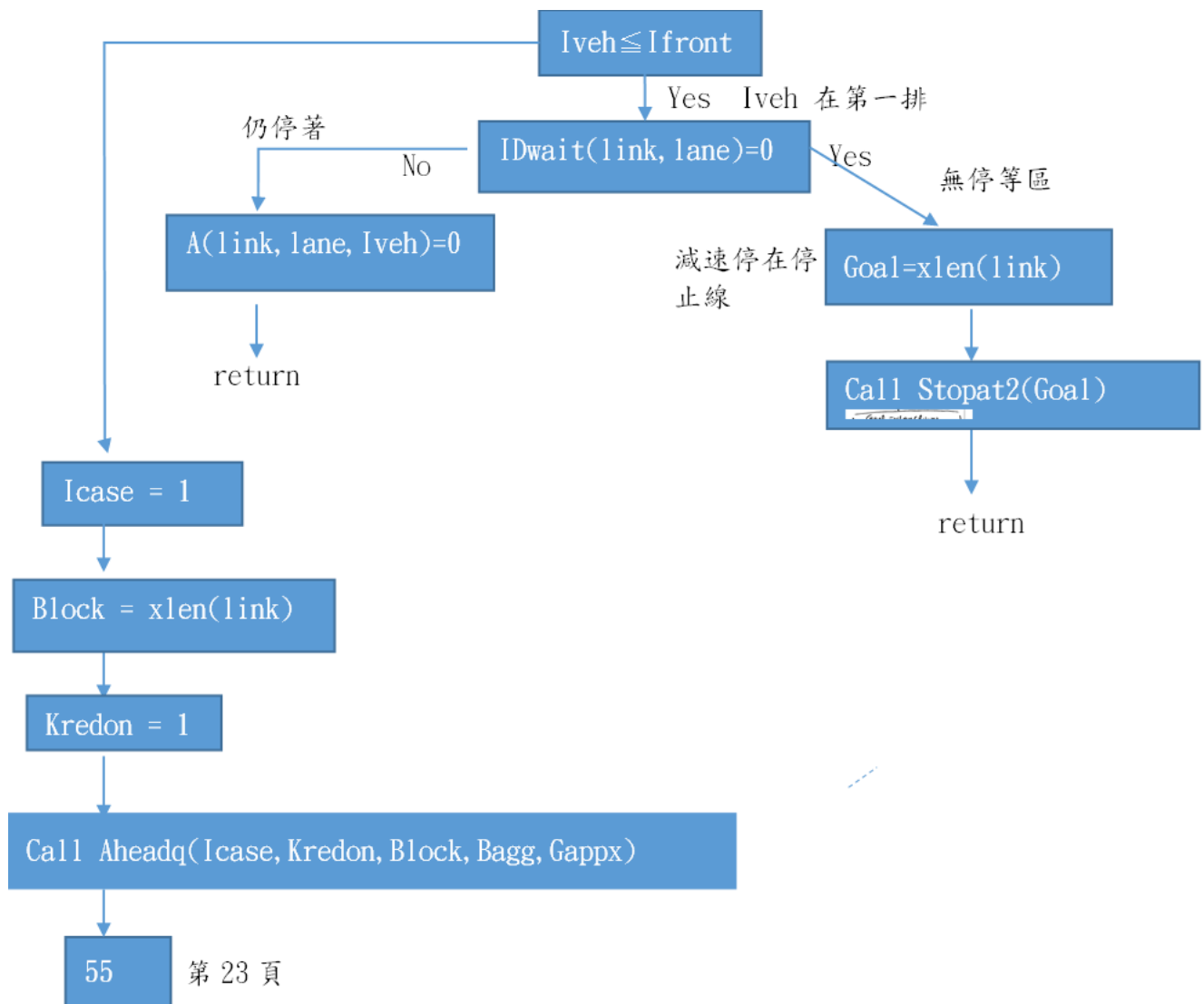




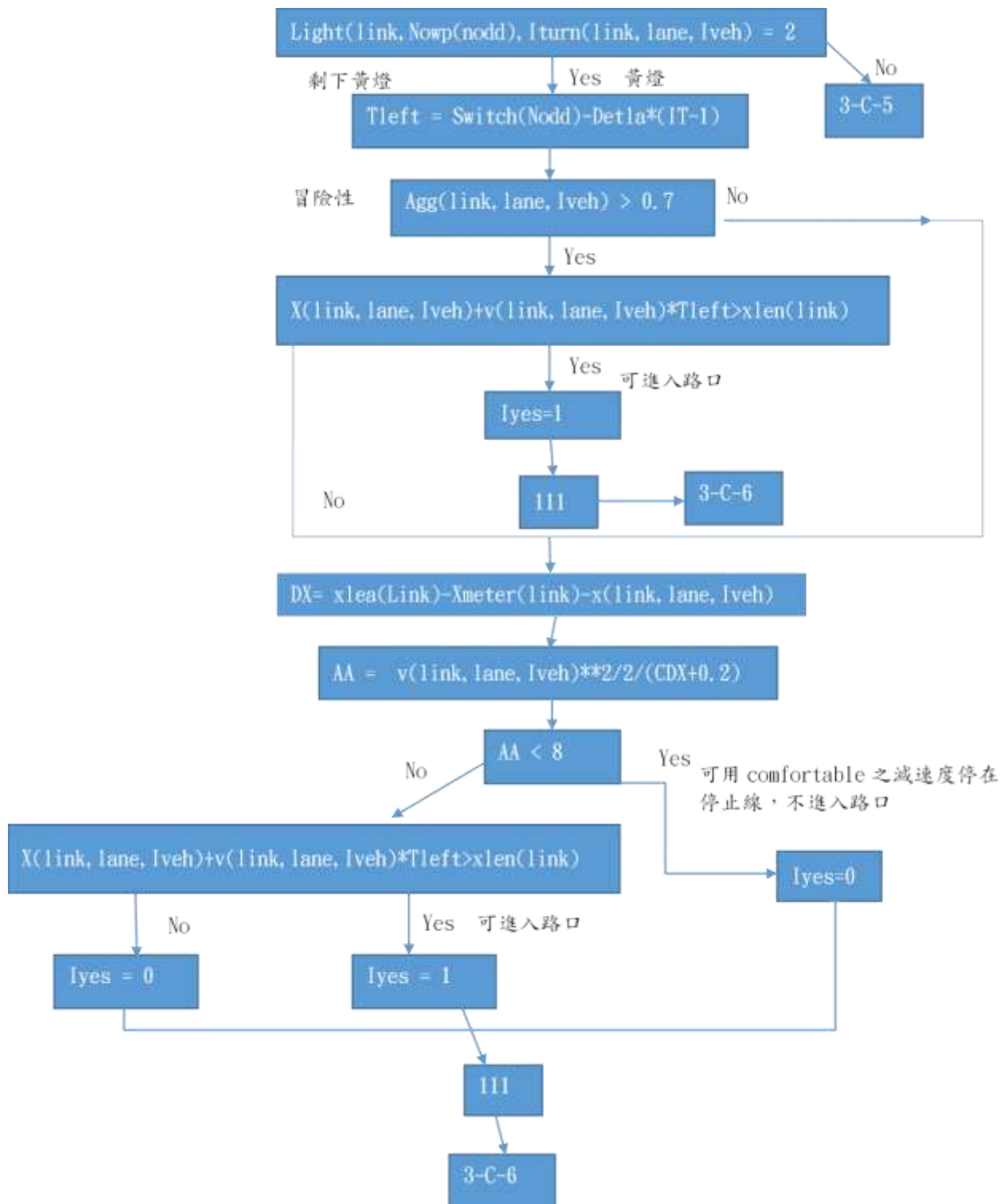
3-c-2 查衝突

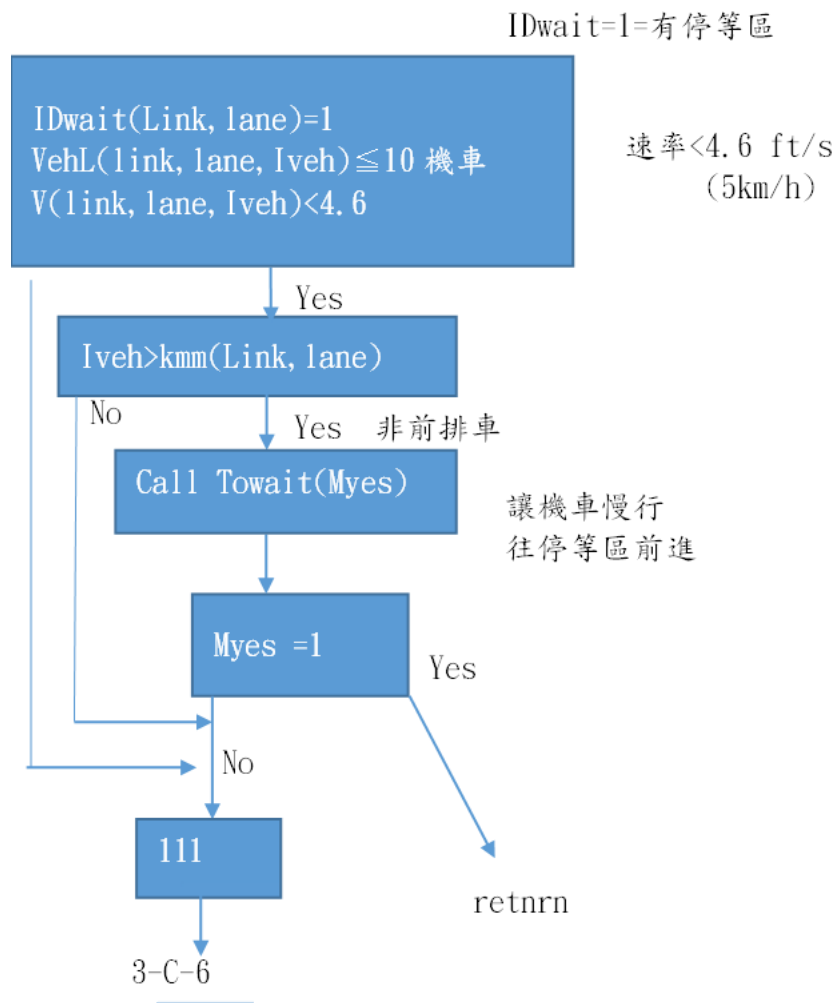


3-C-3 第 1 車尚不能移動

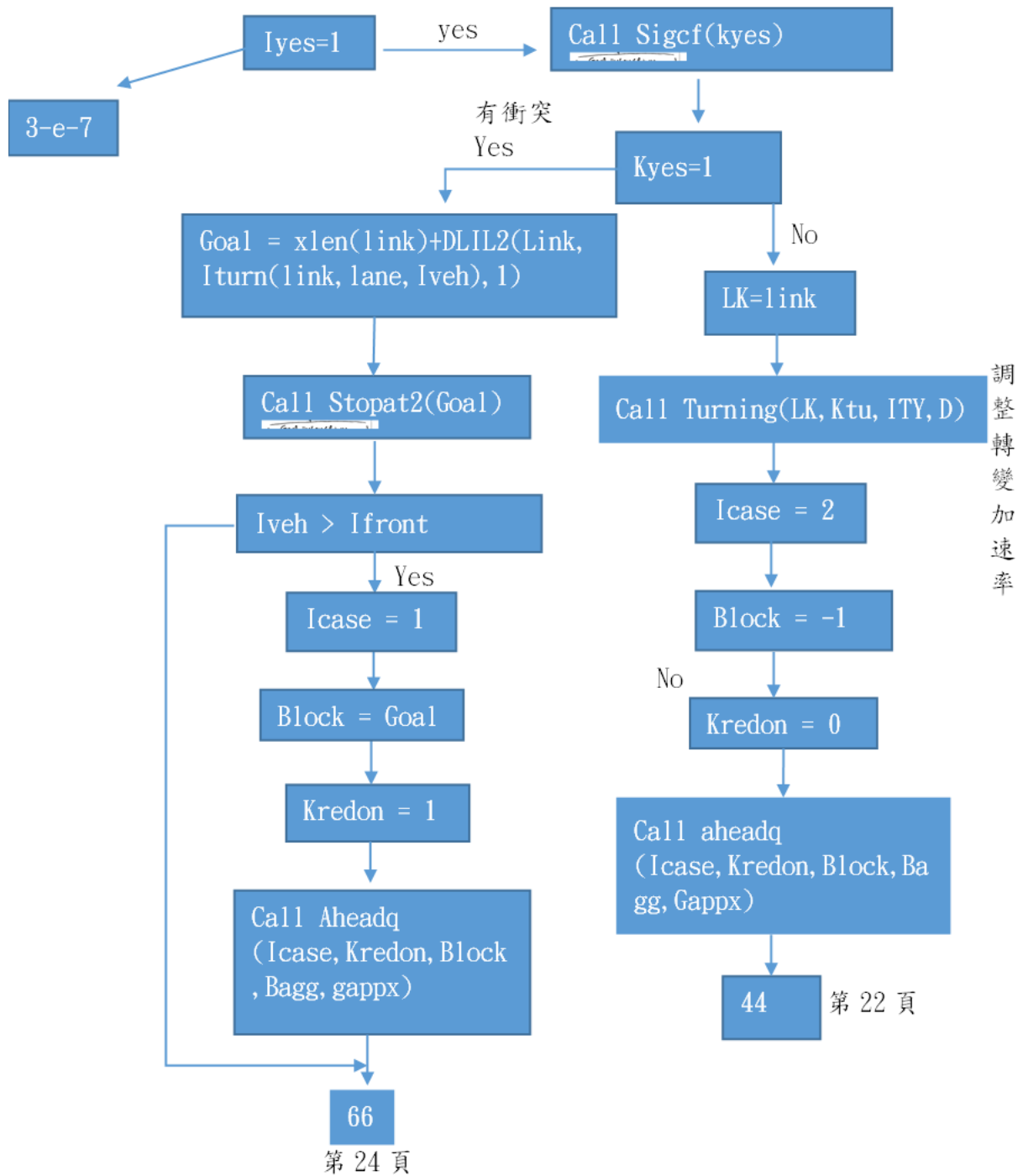


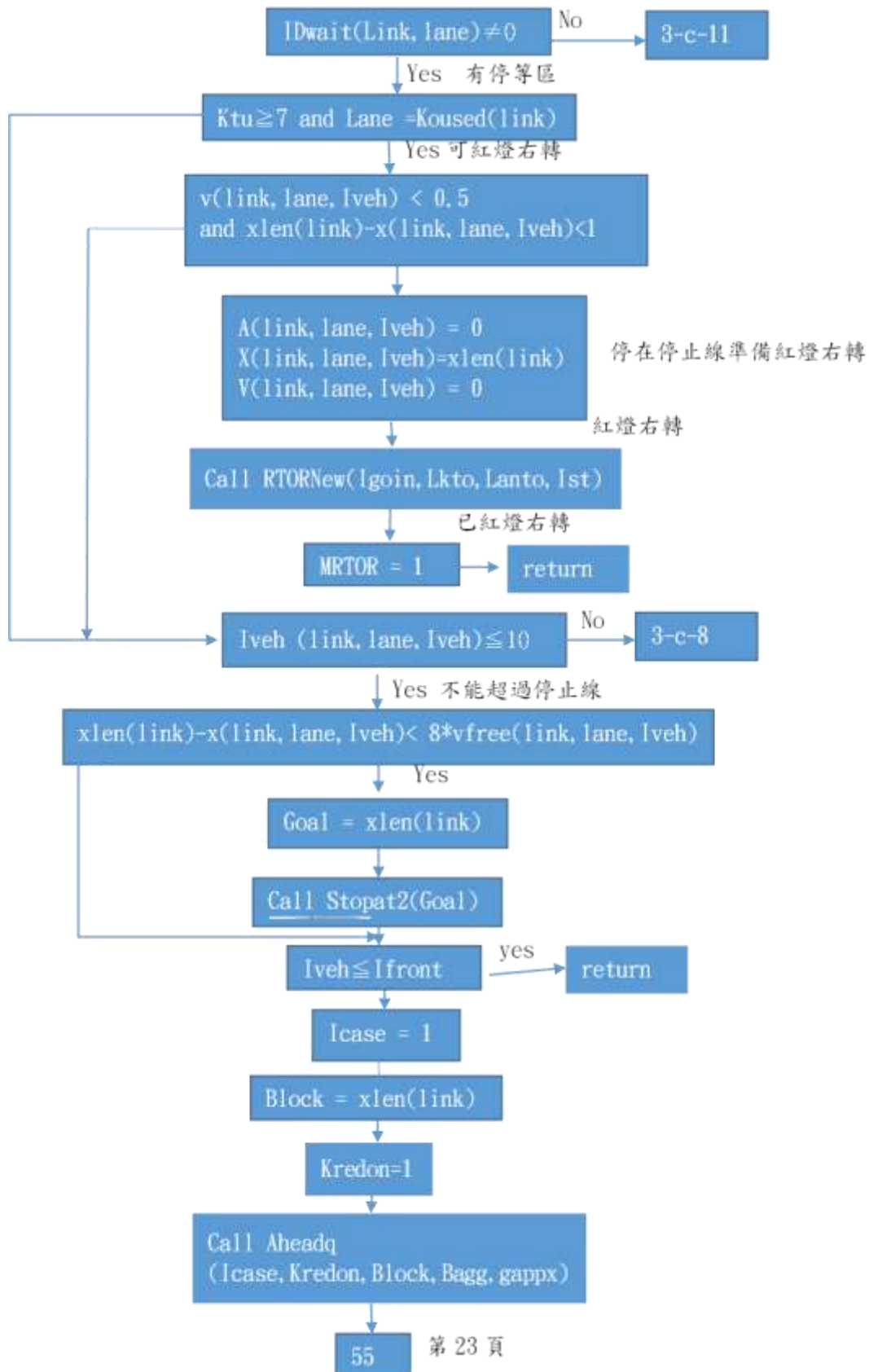
3-C-4 黃燈或紅燈



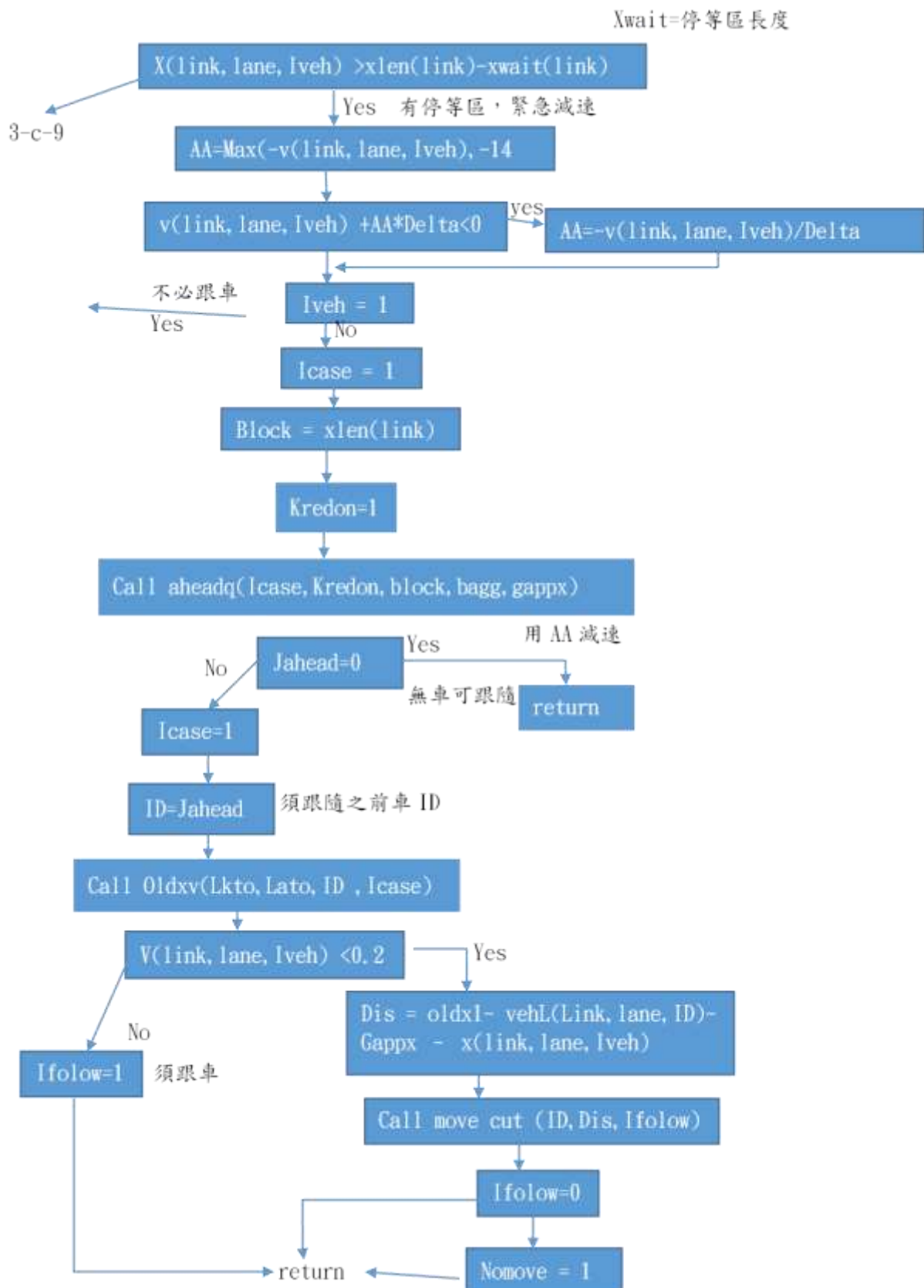


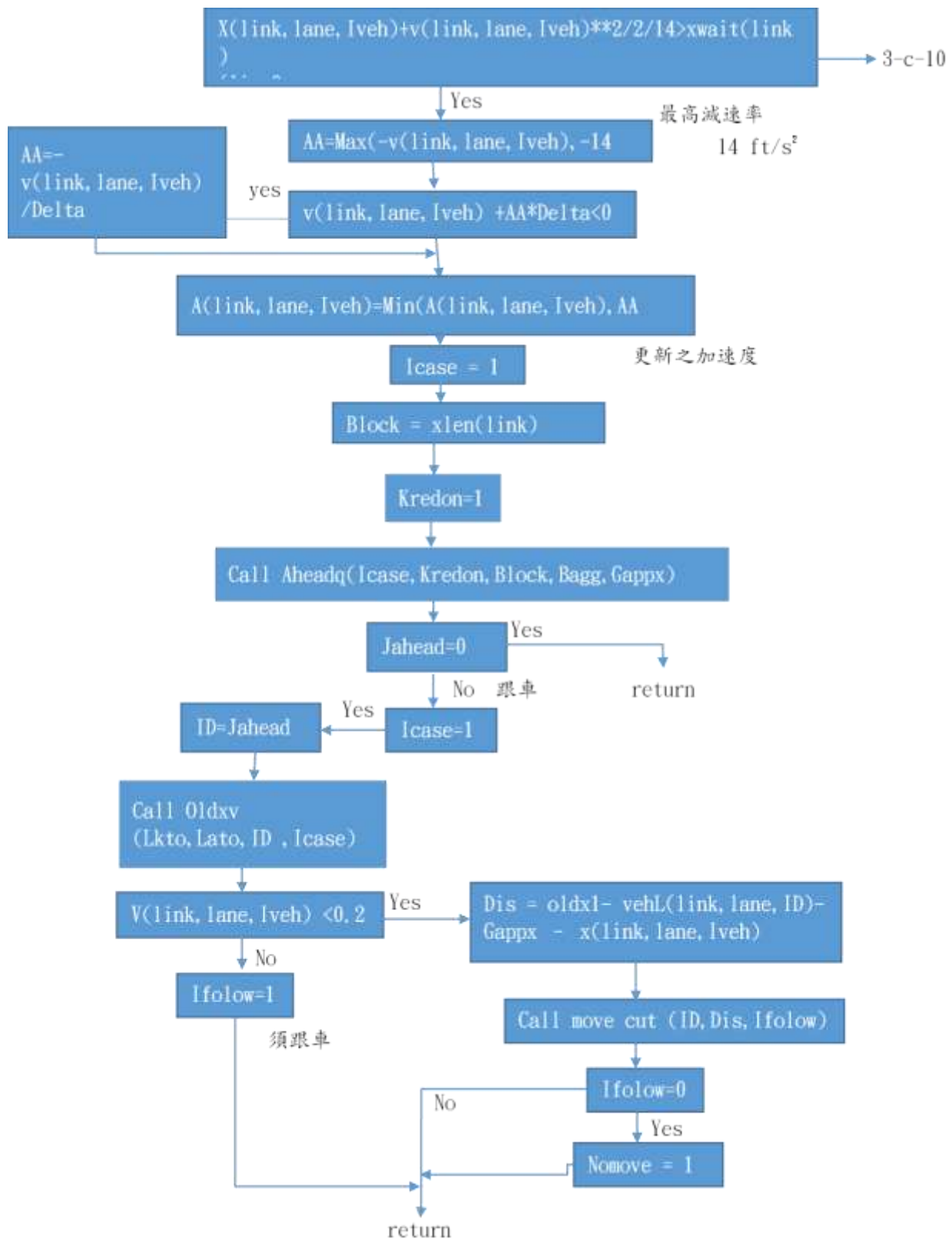
Kmm= 最多併排機車數

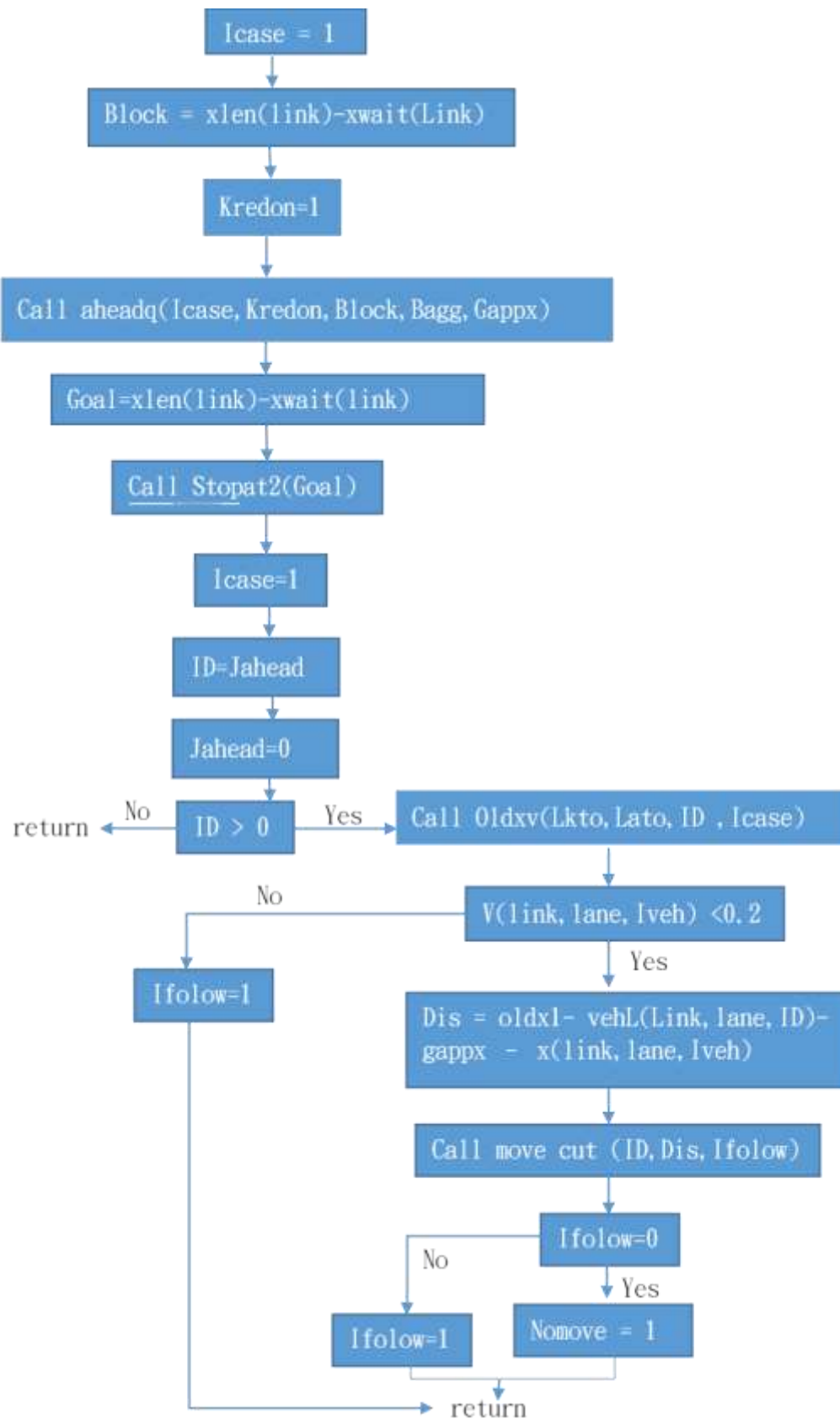


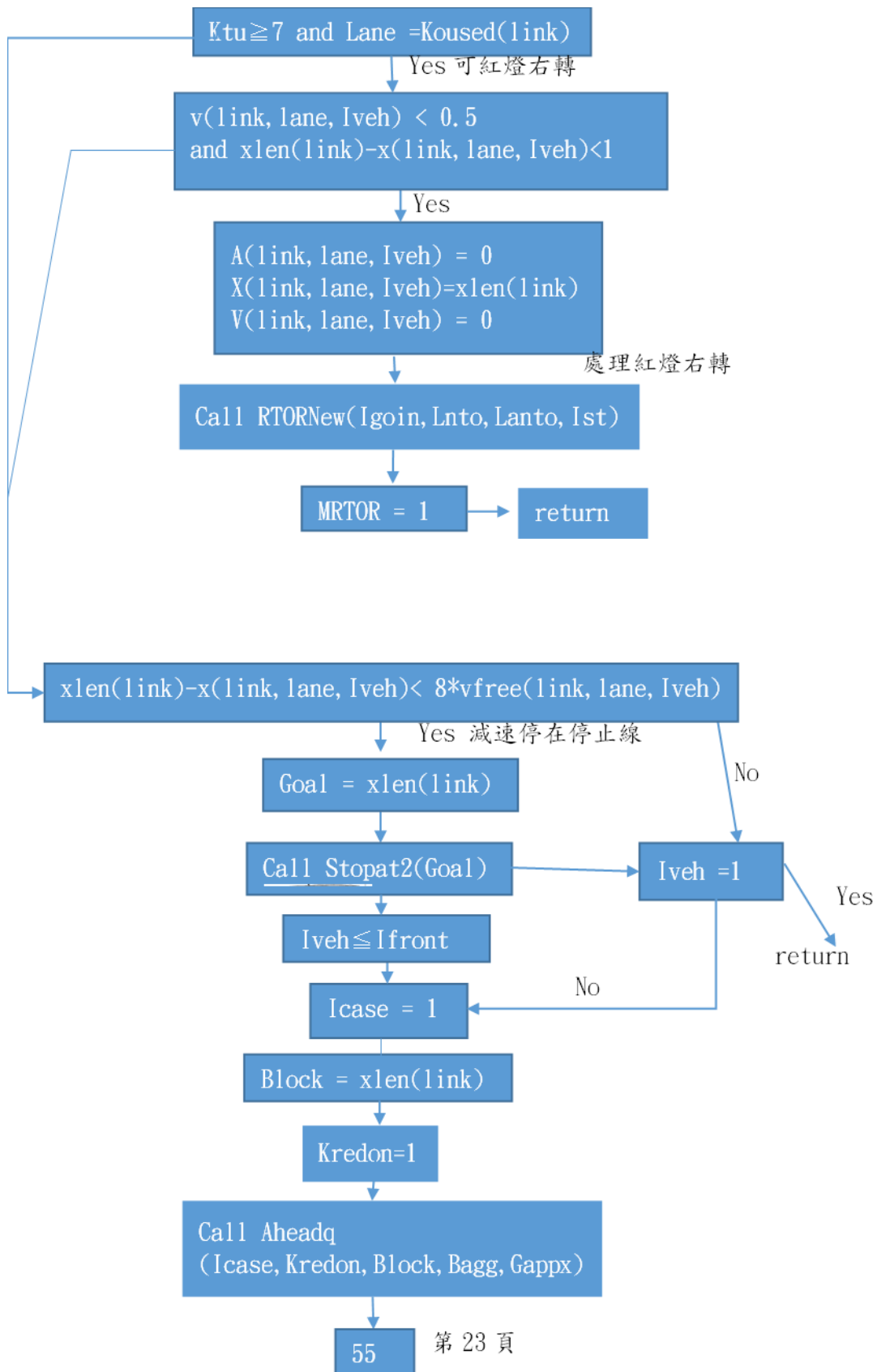


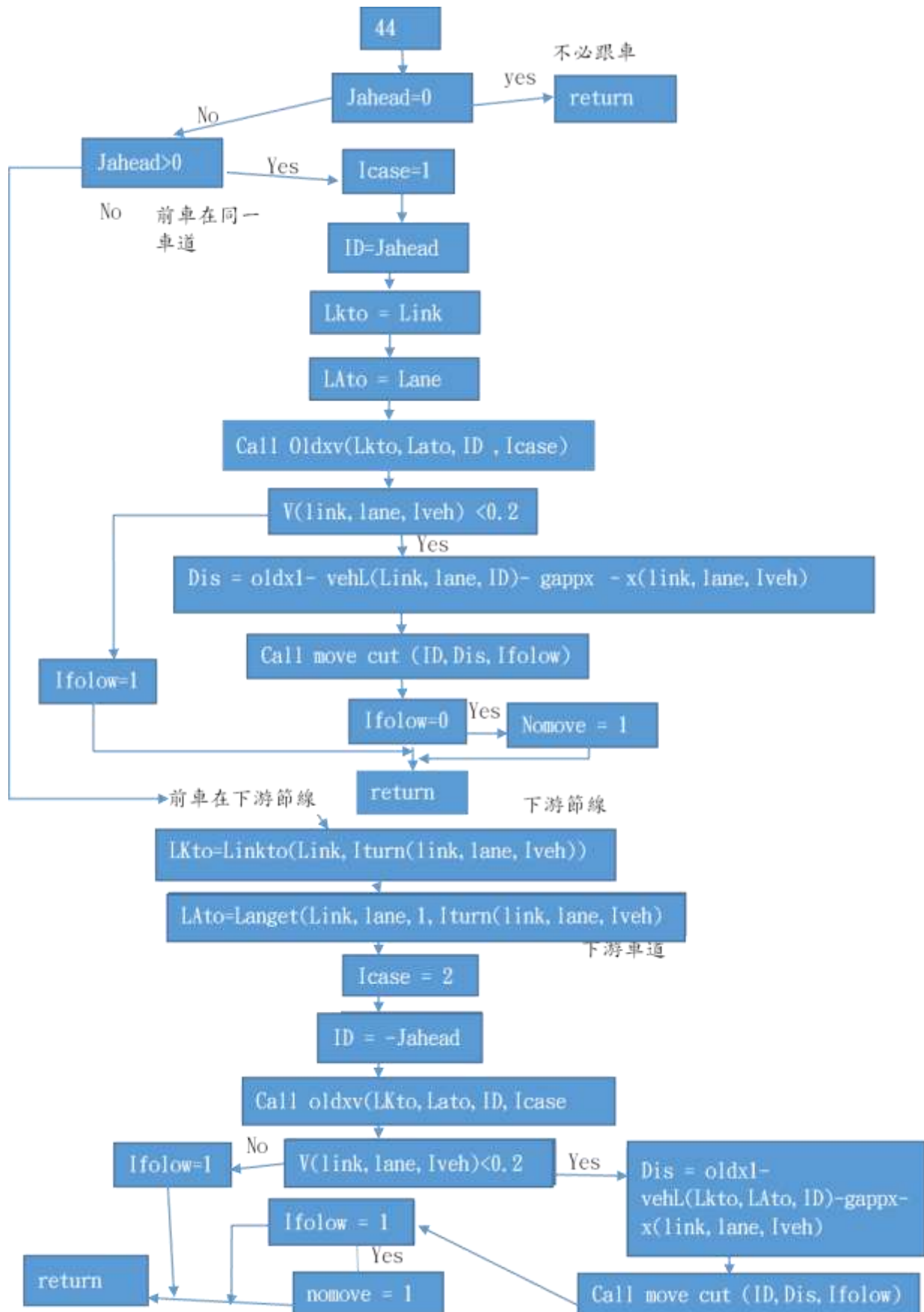
3-C-8 非機車不能超過停止線

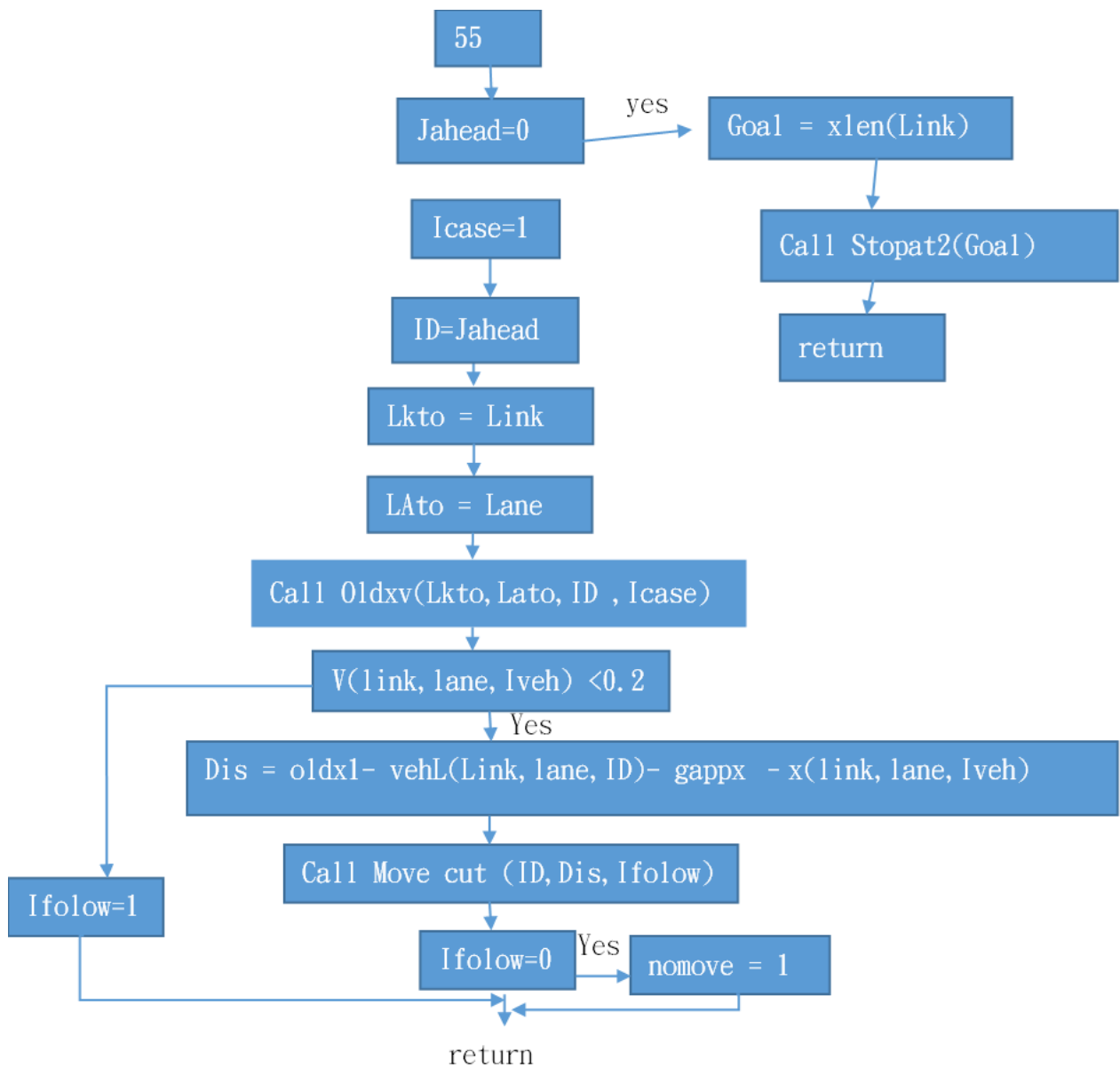


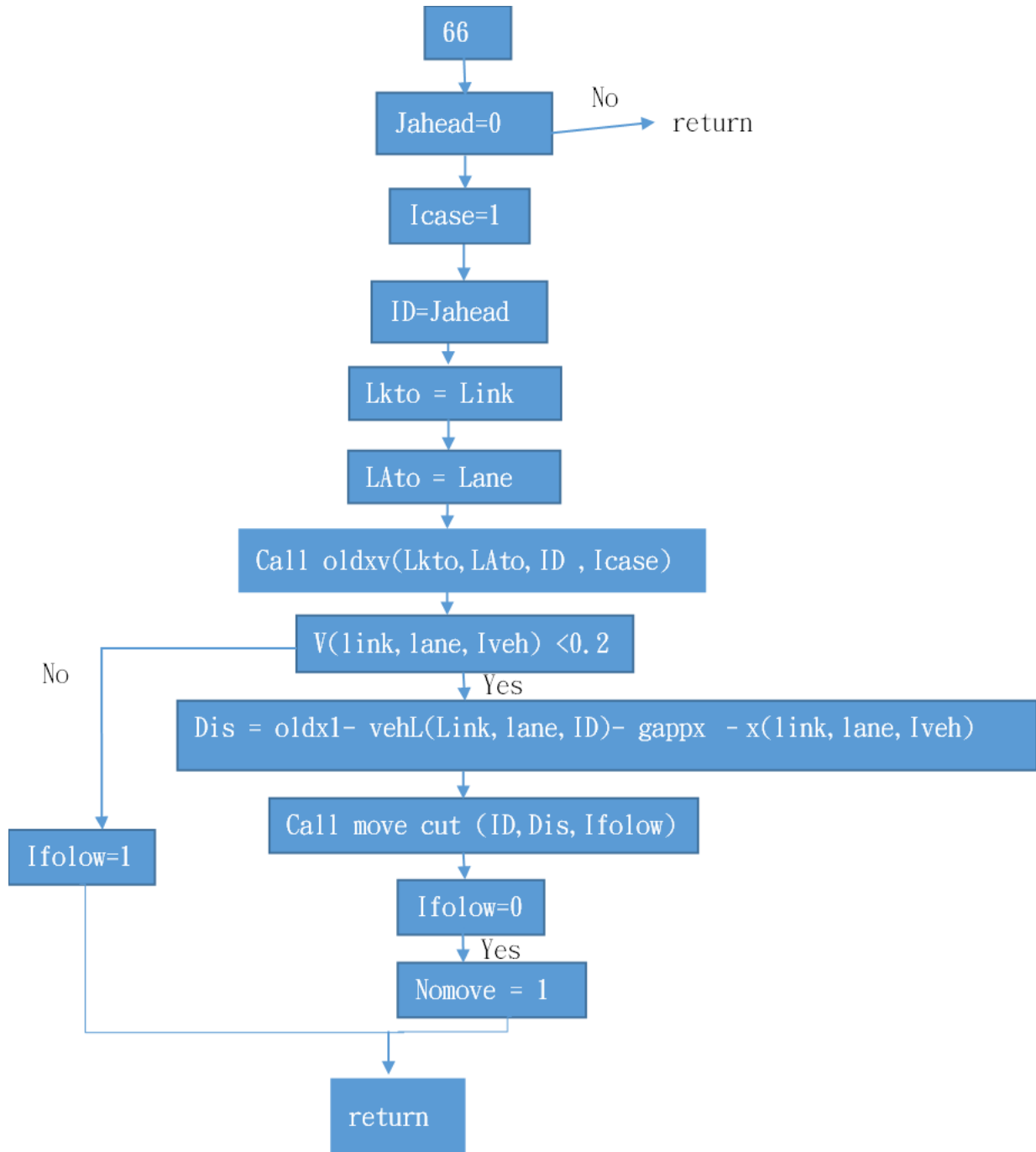










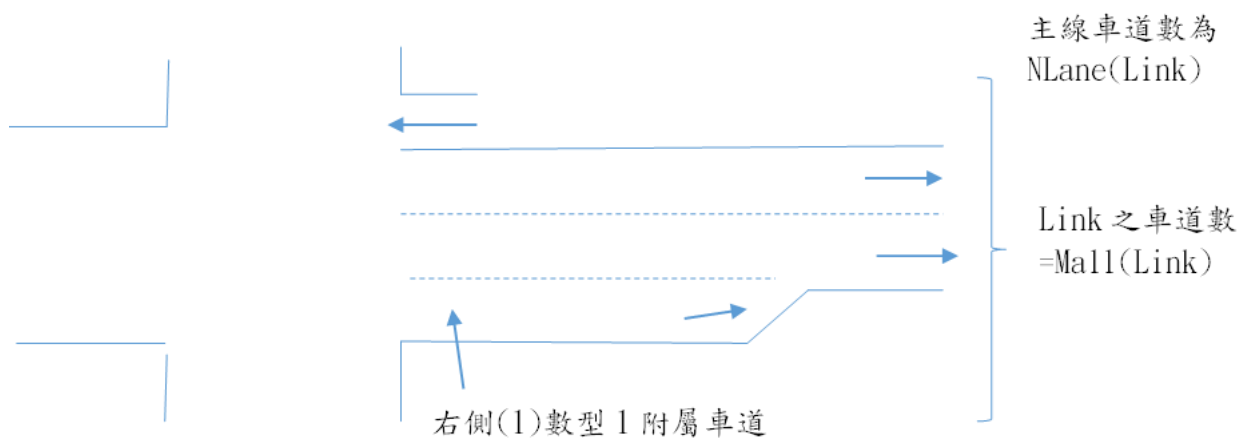


Motuse 之性質 pdf.33

機車從一路口進入一節線 Link 時不一定能使用任一車道。本方程式的目的在於訂定能讓機車進入之車道數， $\text{Numot}(\text{Link})$ ，及每一可用車道之代號 (ID)， $\text{MotLan}(\text{Link}, N)$ 。

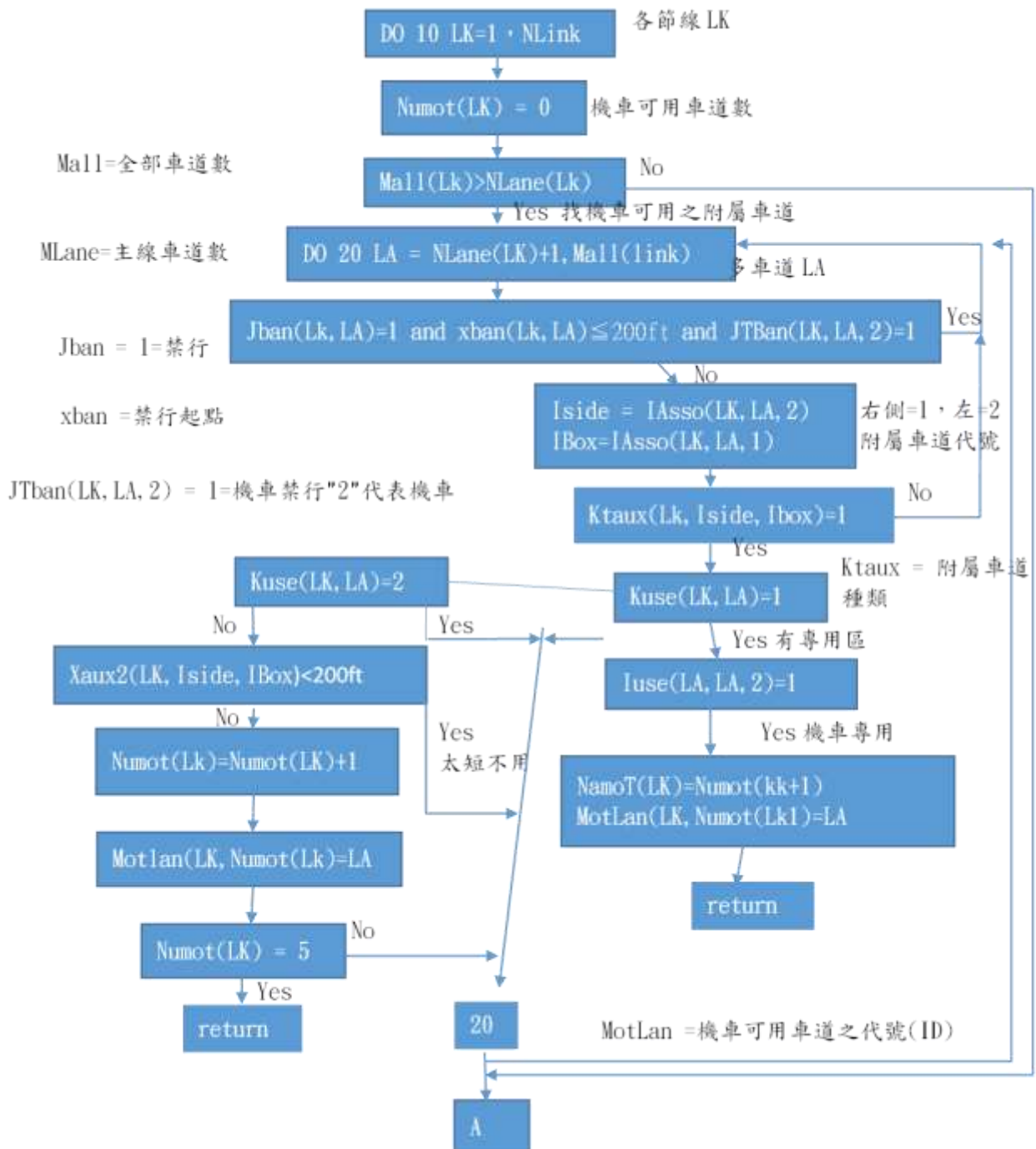
N 為第 N 個可用車道。

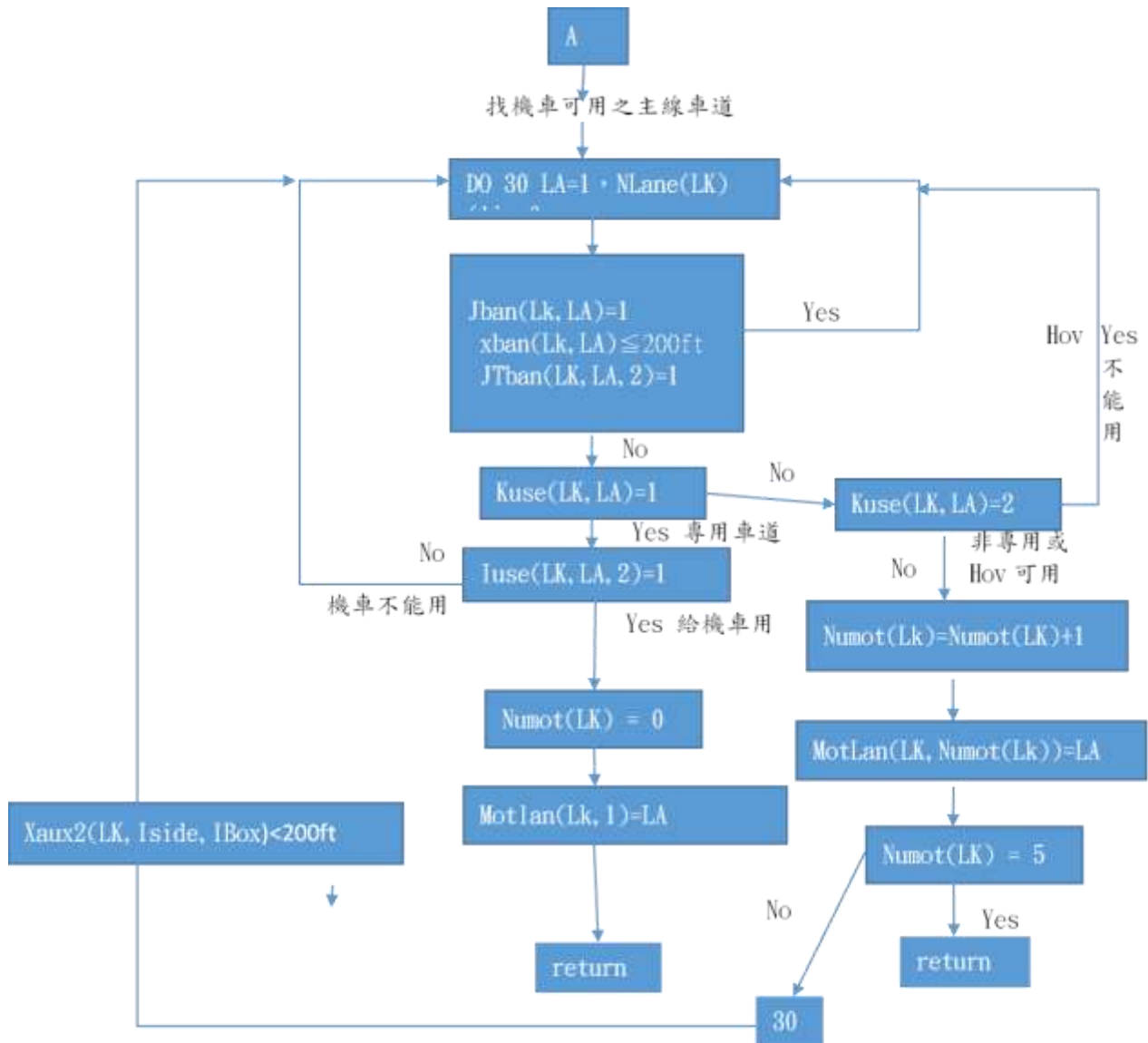
可用車道包括第一類型附屬車道（非全長）及主線車道（車道）。有機車專用道時，只能進入專用道。



有些車道 Lane 禁行機車，禁行區開始地點離節線上游端點為 $x_{\text{ban}}(\text{link}, \text{lane})$

HTSS 模式假設禁行區在路口 200ft（約 60m）之內時，機車不得從路口進入該車道。



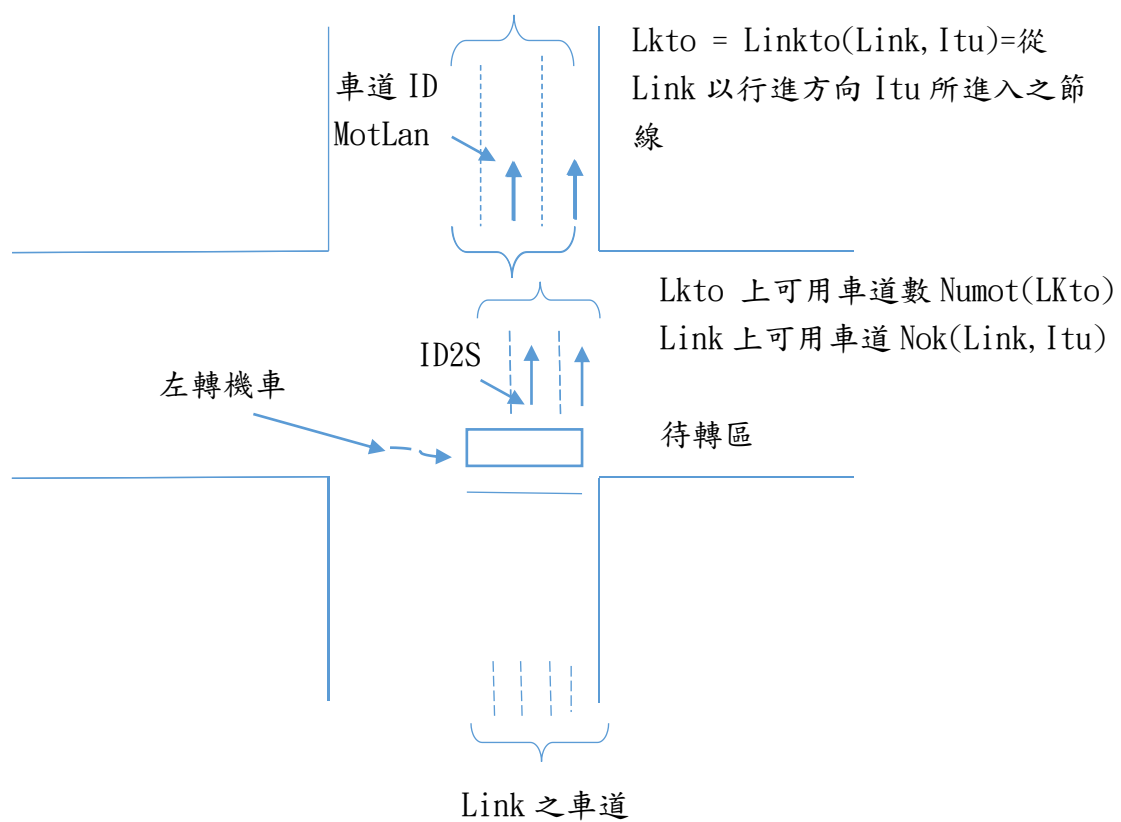


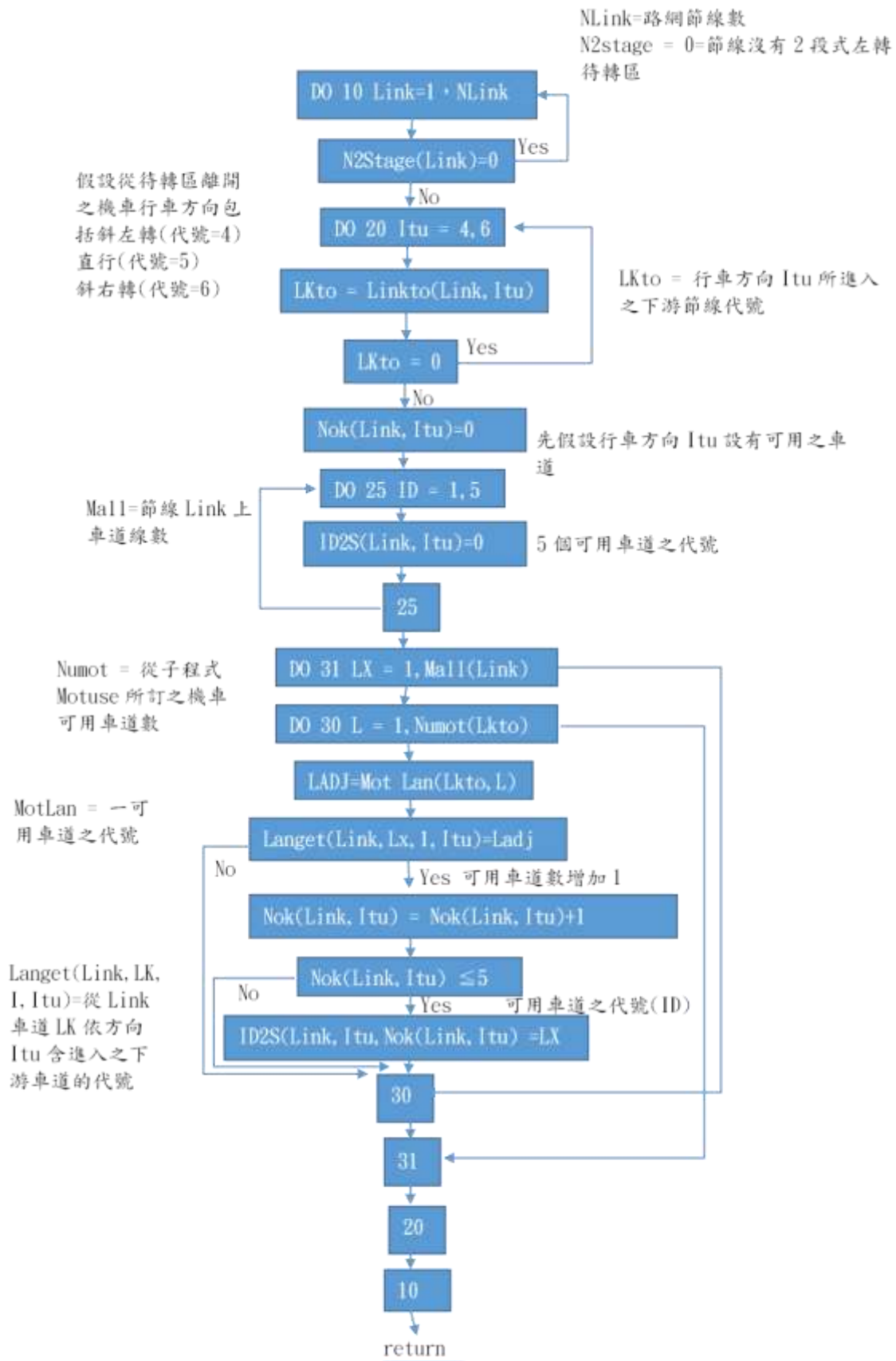
註：機車能從路口進入之車道數限於 5
 $\text{Numot}(\text{LK}) \leq 5$

Motuse2 之性質 pdfp.36

如一節線 Link 設有機車 2 段式左轉待轉區，HTSS 模式在綠燈開始之後 0.4 秒，將待轉區內之機車分配到可用之車道並納入該車道之車隊。本子程式之目的在於訂定從待轉區離開之後，能使用的車道數， $NDK(Link, Itu)$ ，及可用車道之代號 (ID)， $ID2S(Link, Itu, N)$ 。

Itu 為機車行進方向，限於斜左轉 ($Itu=4$)，直行 ($Itu=5$)，及斜右轉 ($Itu=6$)。N 為第 N 個可用車道。



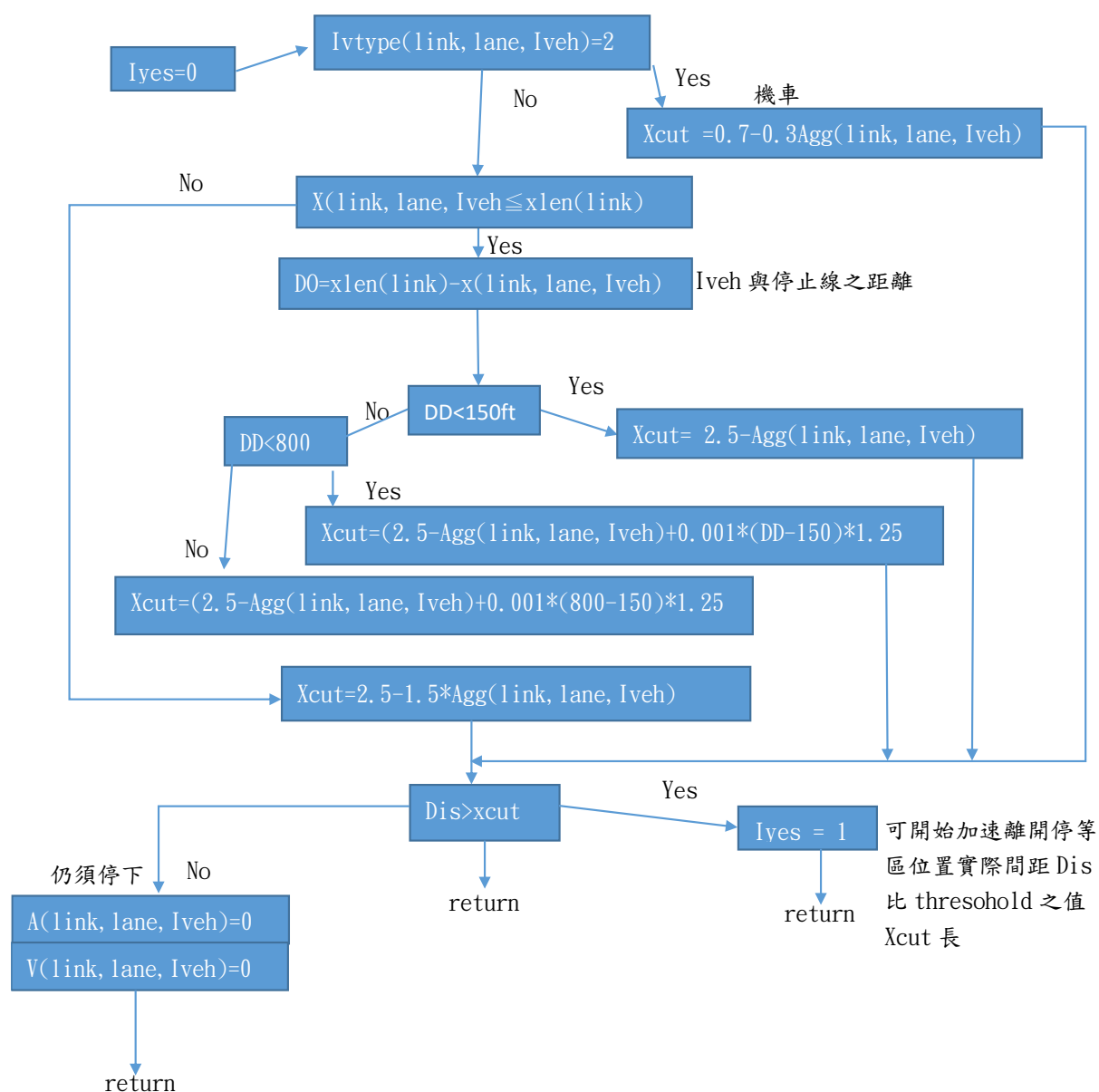


Movecut 之性質 pdf p.38

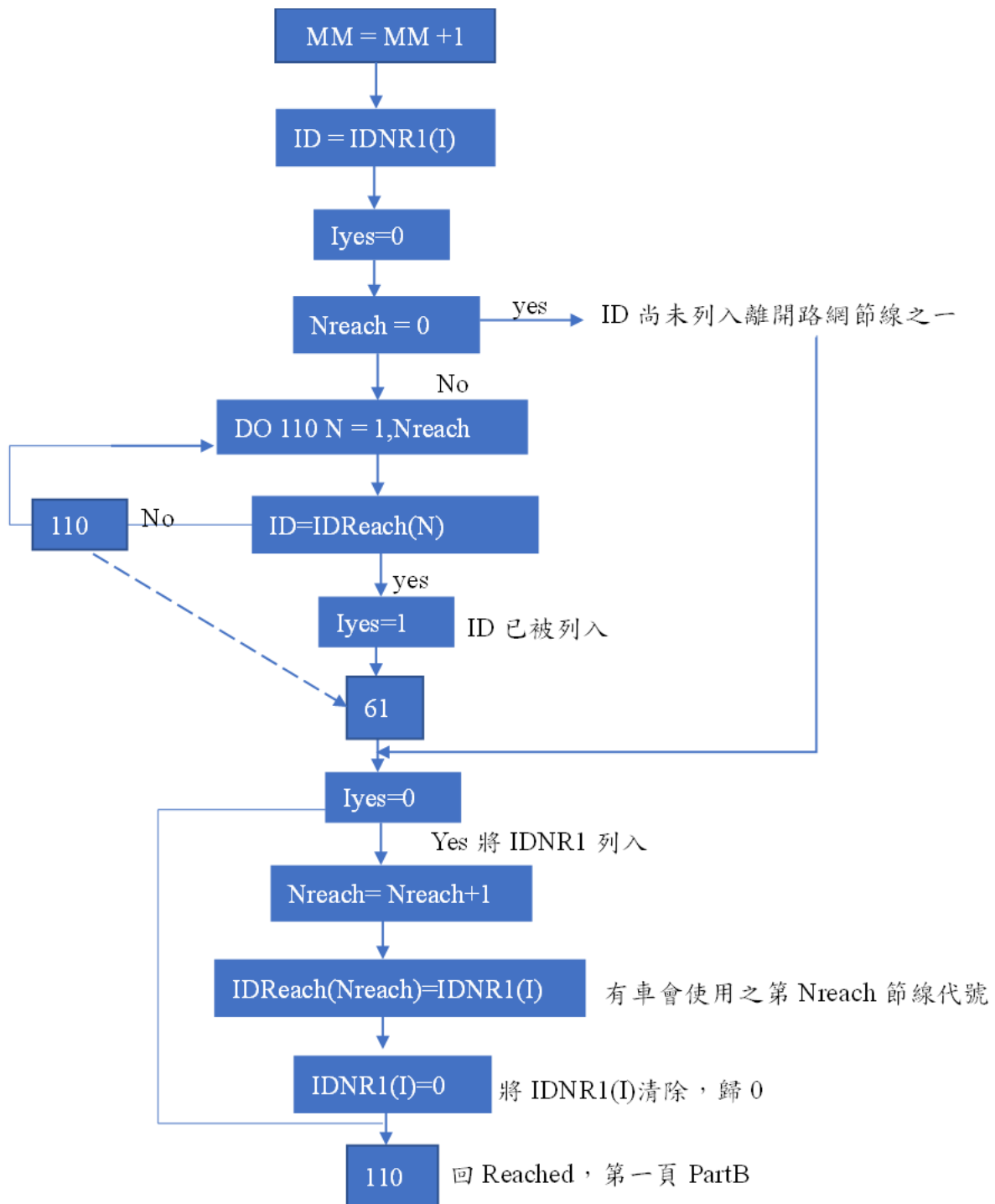
一車 Iveh 在停等車隊中，如前車開始移動（加速），Iveh 在反應時間後也會跟進。用反映時間決定 Iveh 在何時會跟進需要大量電腦之 memory。HTSS 模式不用反應時間，而是比較停車時 Iveh 與前車之距離是否已大於其最小所須內距（threshold）此 threshold 稱為 Xcut

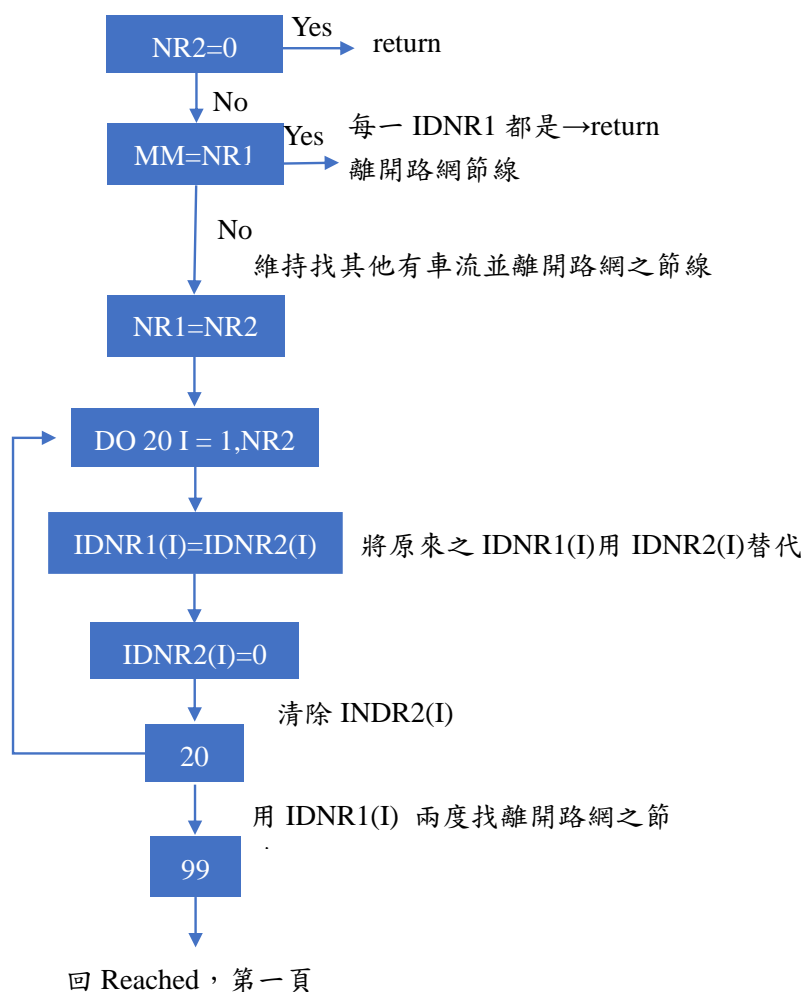
本子程式訂定 Xcut 然後決定 Iveh 是否可開始加速。

Movecut (ID,Dis,Iyes) pdfp.39



PartB IDNR1 (I) 為離開路網之一節線





Regu 之性質 pdf p.6

1. 本子程式在第 IT 之 Scanning interval (每一 interval 之長度為 Delta 秒, 如 0.5 秒) 中模擬每一車之加減速行為及車道變換/超車行為, 然後估計在下一 Scanning interval 開始瞬間之位置及速率。
2. 第 IT 之 Scanning interval 開始時間為 $(IT-1) * \Delta$ 結束時間為 $IT * \Delta$
3. 加減速率之值為下列加速率之最小值:
 - ① 在自由旅行, 平直路段所欲採用之加速率;
 - ② 曲率半徑, 限制之加速率;
 - ③ 在坡度路段能維持之加速率;
 - ④ 跟車, 交通控制及其他行車環境限制之加速度

5. 正在被模擬的節線，車道及車輛之各別代號為 Link,Lane,Iveh，節線最前頭之車為 Iveh=1，Iveh 之位置（與上游端點之距離）為 X，速率為 V，加速率為 A，車種為 Ivtype，車長為 vehL。
6. 為了減少，cpu 所須之模擬時間，車輛分成自由旅行及非自由旅行車輛，亦分成接近路口及非接近路口之車輛。
7. 已處理過之車道訂為 Ipro (Link,Lane) =1，否則=0，如須用到已處理過車道上一車輛在目前 Scanning interval 開始瞬間之位置及速率，則須從已更新的 x 及 v 用加減速率 A 推估，如 Regu-2 頁之 x0 及 v0。

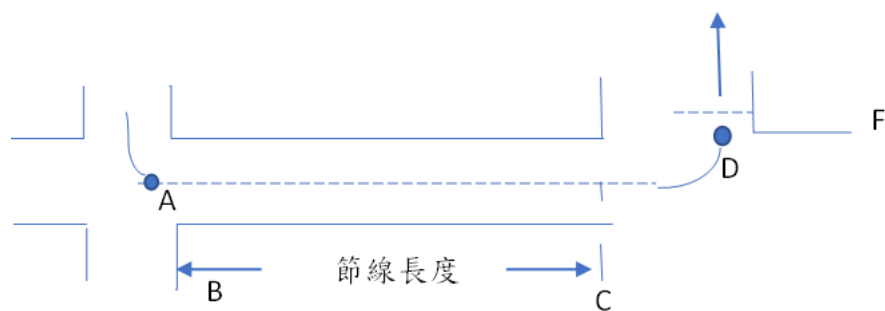
Regu pdf p.7

8. 車種最多有 7。有些車種之屬性沒有個別資料可參考，但可合理的假設為類似。為了減少模式之 memory requirement，有時幾個車種用同一車種代表。例如一般大客車（代號 3）及市區公車（代號 7）有時用代號 3 之 array 座代表，在這情形之下，市區公車之代號 7 須改成 3。Regu-2 頁中 $ITY = \text{Min} (Ivtype (link, lane, Iveh), 3)$ 是其中一例。
9. 行車方向最多為 16 種，如角 2 節點之間只有一節線，則行車方向只有 8 種(1,2,...,8)。如 2 節點之間有內、外側節線（例：快慢分隔），則進入內側節線之方向須加 8。例如直行之後進入下游之內側節線，則行車方向須加 8。有時行車方向不必細分以減少模式之 memory requirement，在這情形之下，實際之行車方向須減 8 以應用模式所用之 array，Regu-4 頁之 Mturn 為一例。
10. Ifix 如根據檔型 97 設為 1，表示欲模擬在自由旅行狀況下（流率設為 10~20uph）代表性車輛（如半聯結車）在坡度路段上以起始速度 V0 爬坡之後速率與行車距離的關係。Ifix 設為 1 時，與一車之屬性及其行為皆相同。少數幾輛車之平均結果就可用來代表預期之爬坡速度與旅行距離的關係（將流率設定為 10~20 輛/小時）。

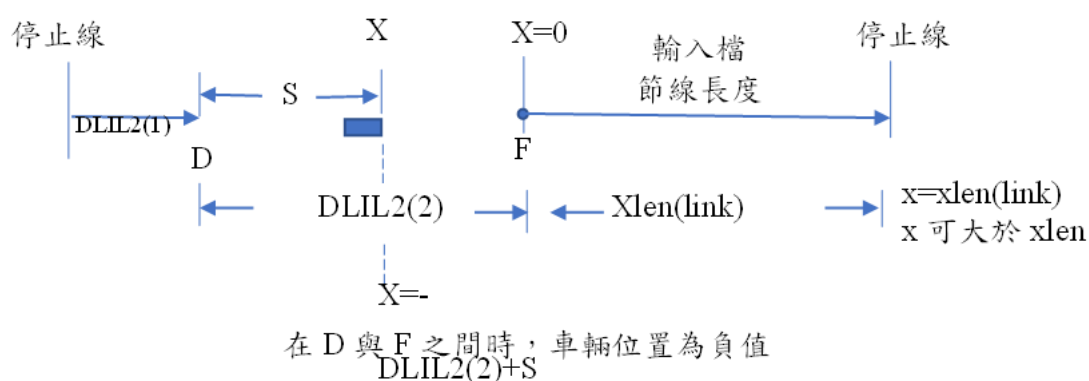
Regu pdf p.8

11. 輸入檔節線長度從路口下游端點到下游停止線為止。但估計在節線上之旅行時間及從節線離開之車輛數及離開時間時的節線定義稍有不同。

① 旅行時間：從上游路口內一地點到停止線 c

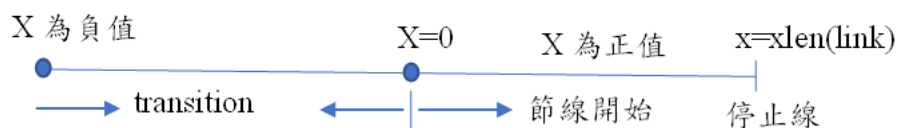


- ② 離開節線之時間是根據通過停止線 c 之瞬間。
- ③ 車輛通過停止線之後須走到路口中點才會被移到另一節線。在 C 與 D 之間之時間不算在上游節線之旅行時間內，也不算在下游節線之旅行時間。但估計一連串節線（如一幹道）時，所有旅行時間與路段皆包括在內。
- ④ 在路 D 中，一車輛通過 D 時，算進入另一節線。抵達 F 點（輸入檔節線開始之點）時，位置為 $X=0$ ，在 D 及 F 之間時（還在路 D 內），位置是根據 D 及 F 之間之距離（隨行車方向而變），訂定如下：



Regu pdf p.9

12. 若一節線為剛進入路網之節線(entry link)，則在進入節線之前有一長 457m(1500ft) 之 transition zone 車輛之位置的訂定如下：



HTSS 模式用英制處理 data

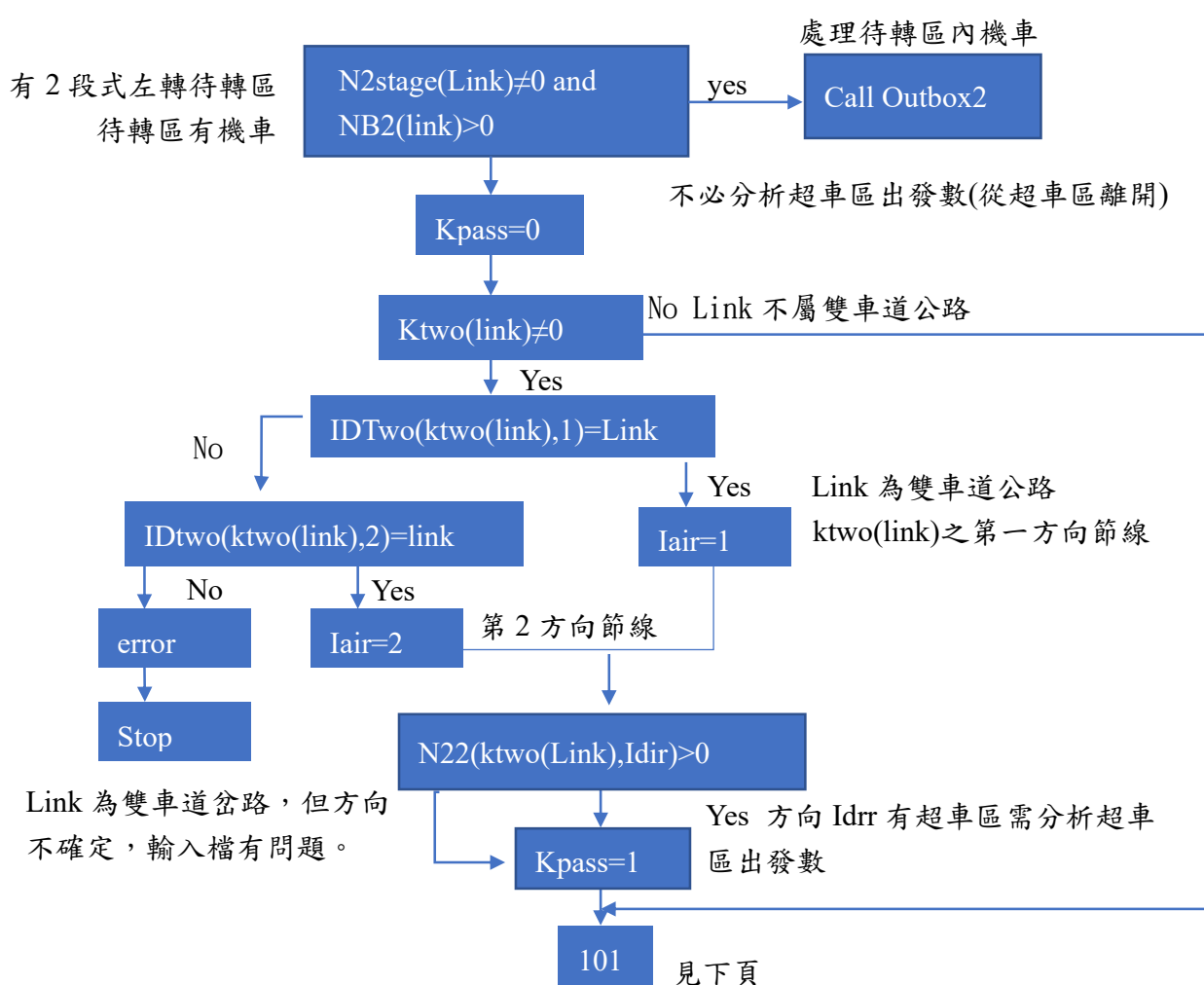
1Km=1/1.6 英哩 (miles) =3,280ft

1m=3.28ft

但是根據 Ifix=1 之情況模擬爬坡代表性速率與行車距離之關係時，每一車之起始位置在節線上游端點 (x=0)。

若一節線是離開路網之節線，其長度延長 600 公尺，但車輛在此延伸路段之狀況不到為資料蒐集對象。如果不延伸，則接近節線端點時，因下游的干擾變小，速率會增高，結果不能合理的代表在特定車流狀況下之實際平均速率及流率。

Regu (Jbloc, Must, Lagoto, MaxDev) pdf p.10



註：1.ktwo (link) =節線 link 所屬郊區雙車道公路之代號 (1,2...)

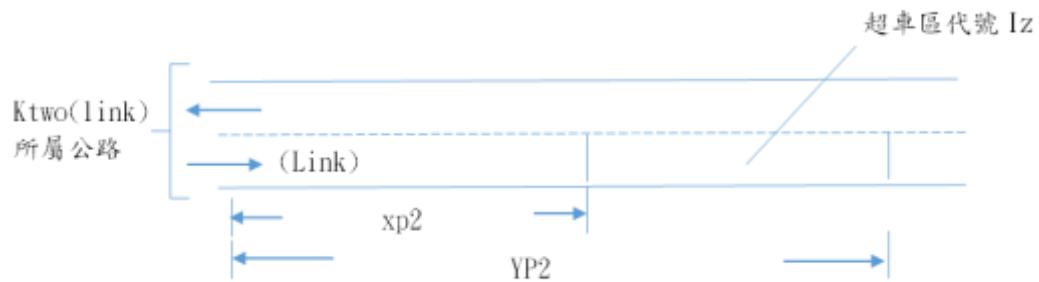
2.每一郊區雙車道公路行車方向 Idir 之節線代號

IDtwo (ktwo (link) ,Idir) ,Idir=1,..2

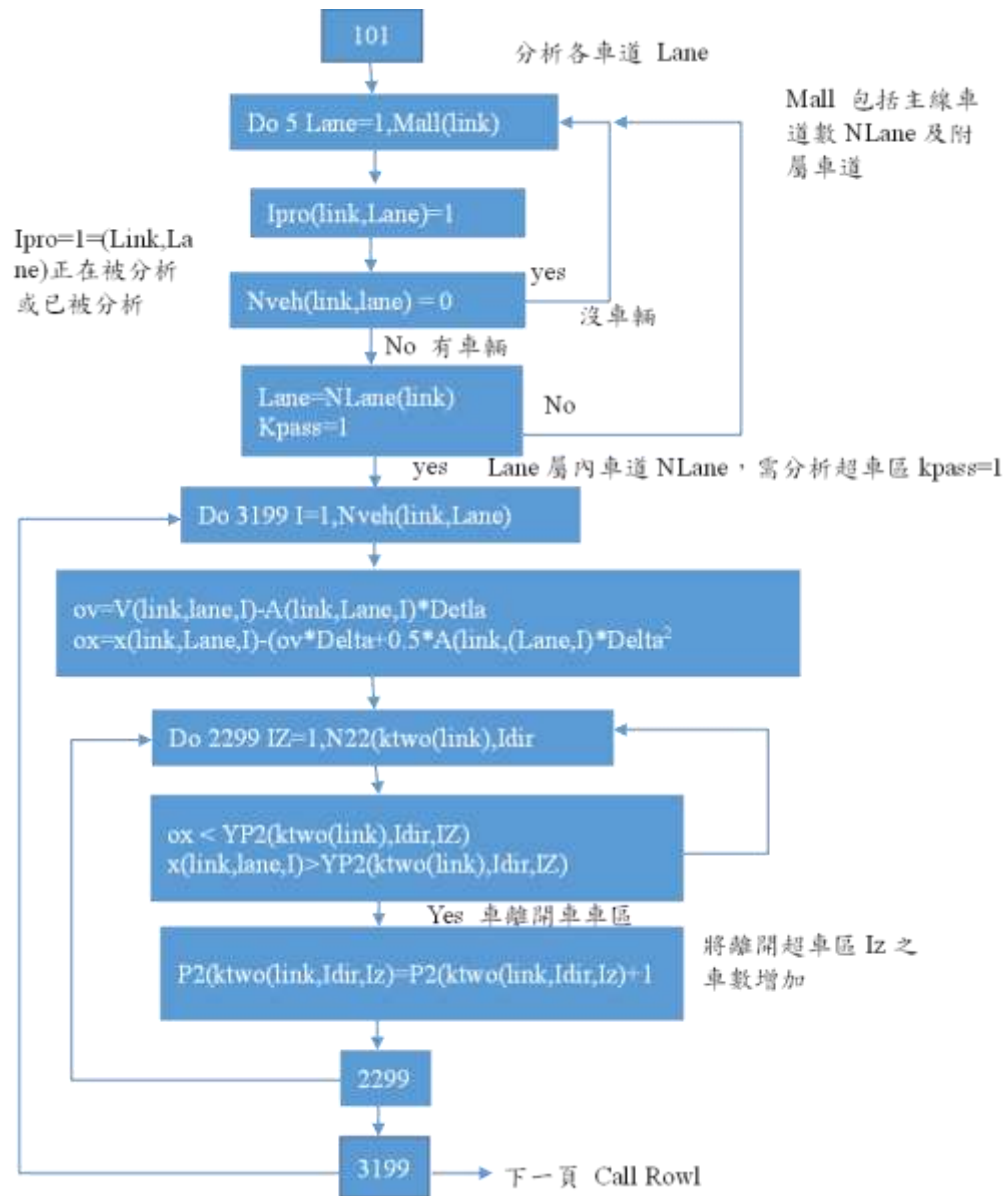
3.各方向可有數個超車區 (passing zones)，區分起點及終點各為

$xp2(ktwo(link), Idir, Iz)$ 及 $YP2(ktwo(link), Idir, Iz)$

Iz =超車壓代號 (1,2,...)

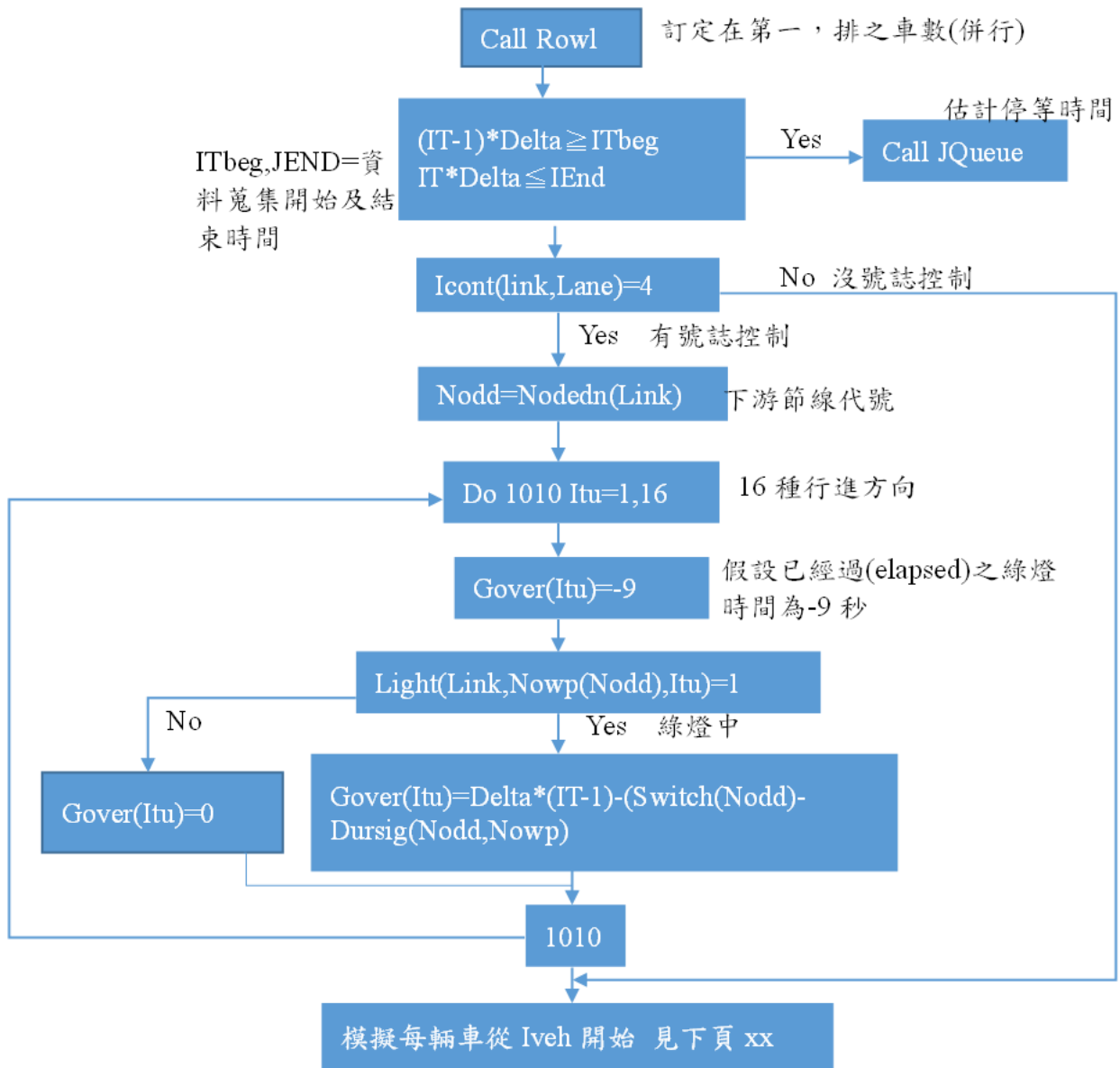


Regu pdf p.11



x, v 為在本 Scanning interval 開始瞬間 $(IT-1) * \Delta$ 之位置及速率。 ox 及 ov 為前一 interval 開始之位置及速率。

Regu pdf p.12

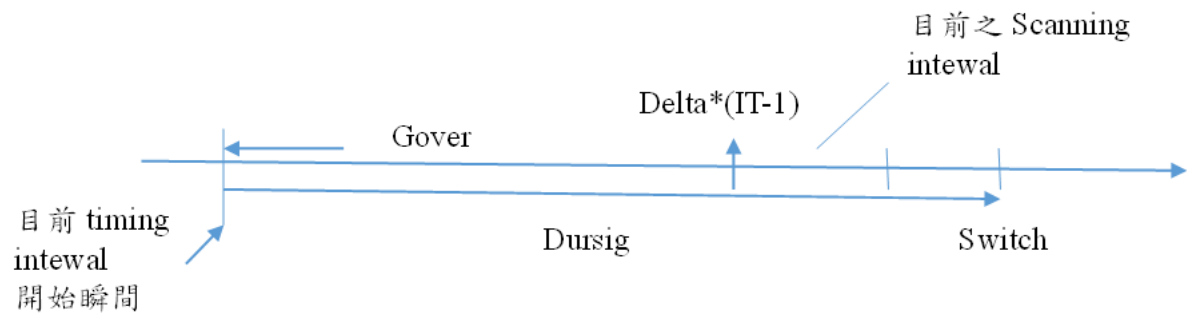


註：定時號誌周期分成 timing interval。目前之 timing interval 為 Nowp (Nodd)。行進方向 Itu 所得之燈號為 Light (Link, Nowp (Nodd), Itu)

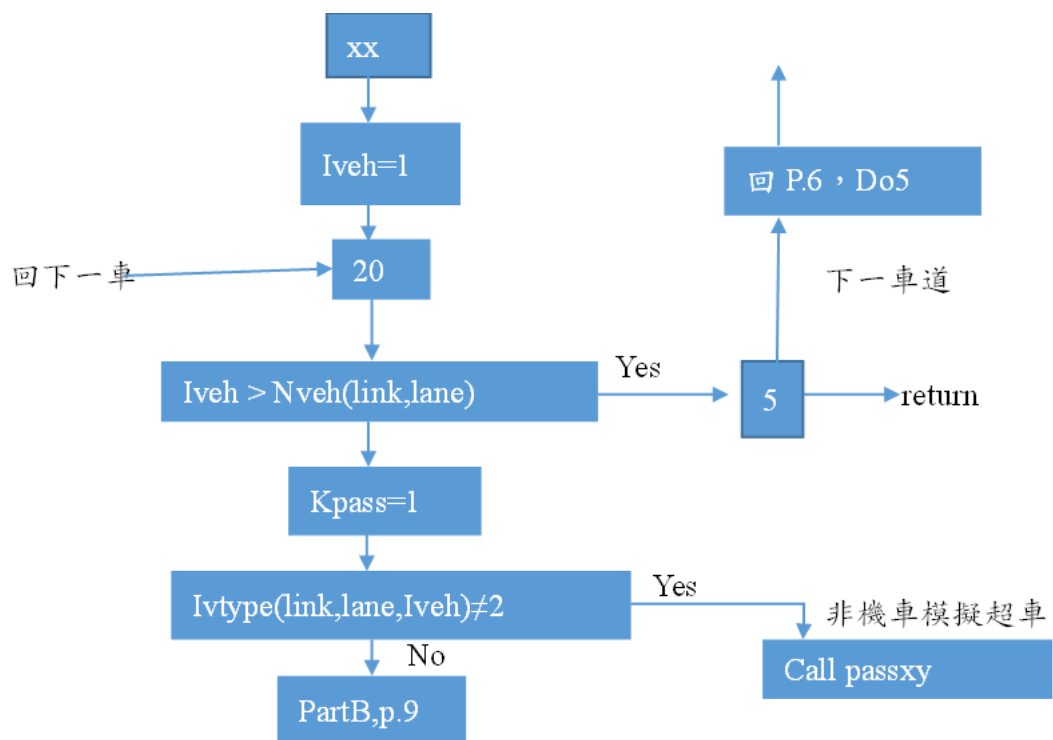
1=綠，2=黃，3=全 LI，4=紅

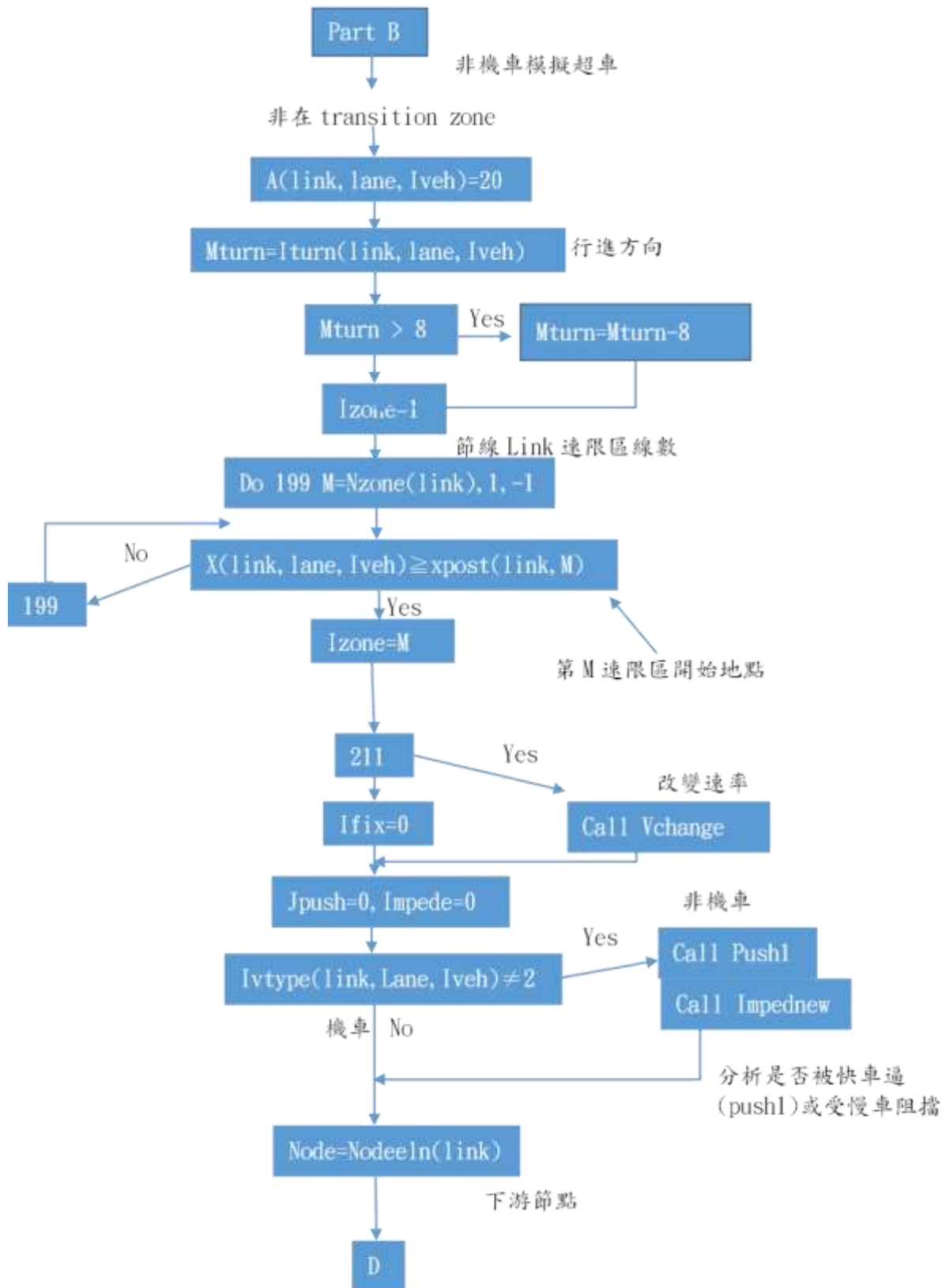
目前 timing interval 之長度 (秒) =Dursig

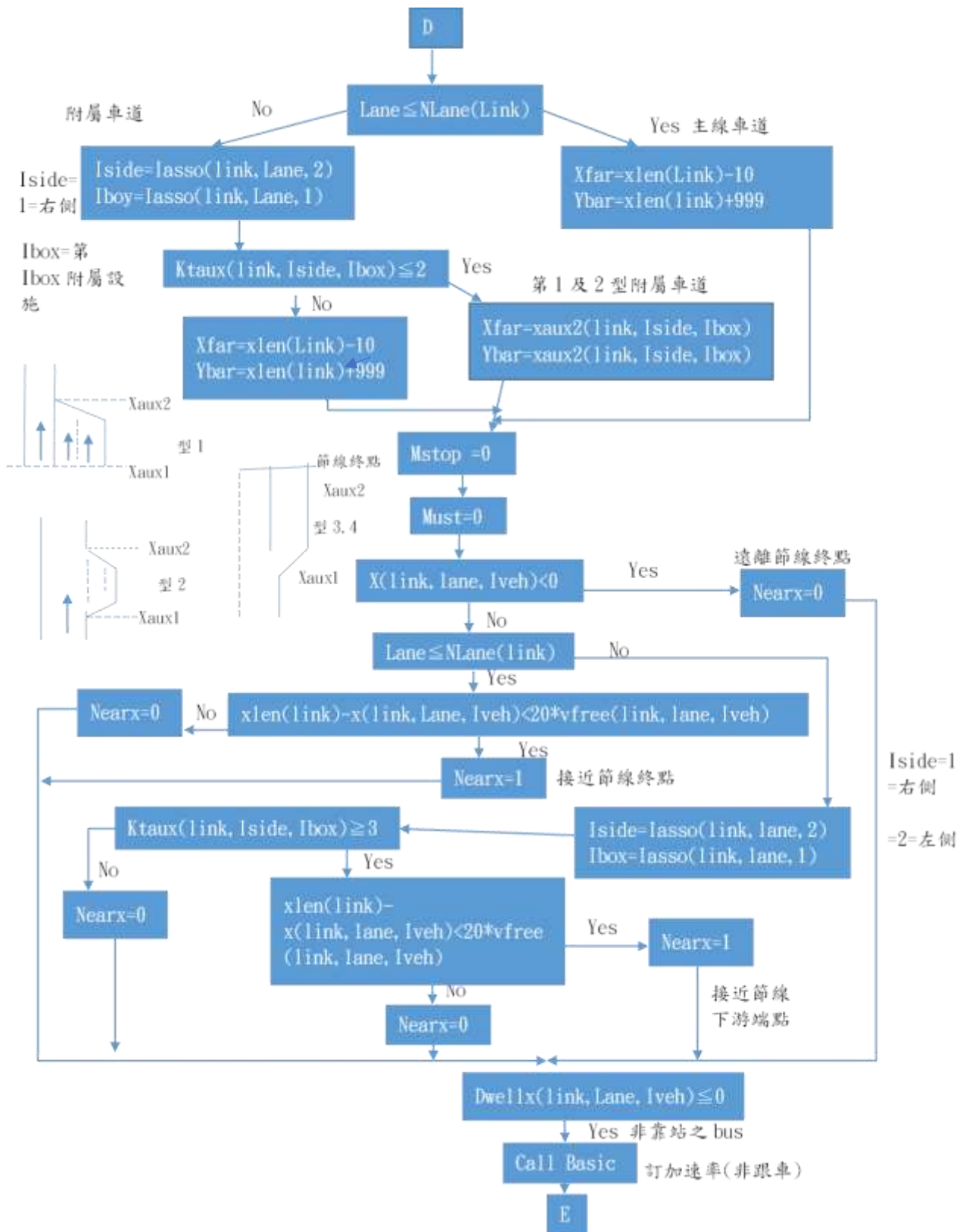
此 interval 之結束瞬間=Switch

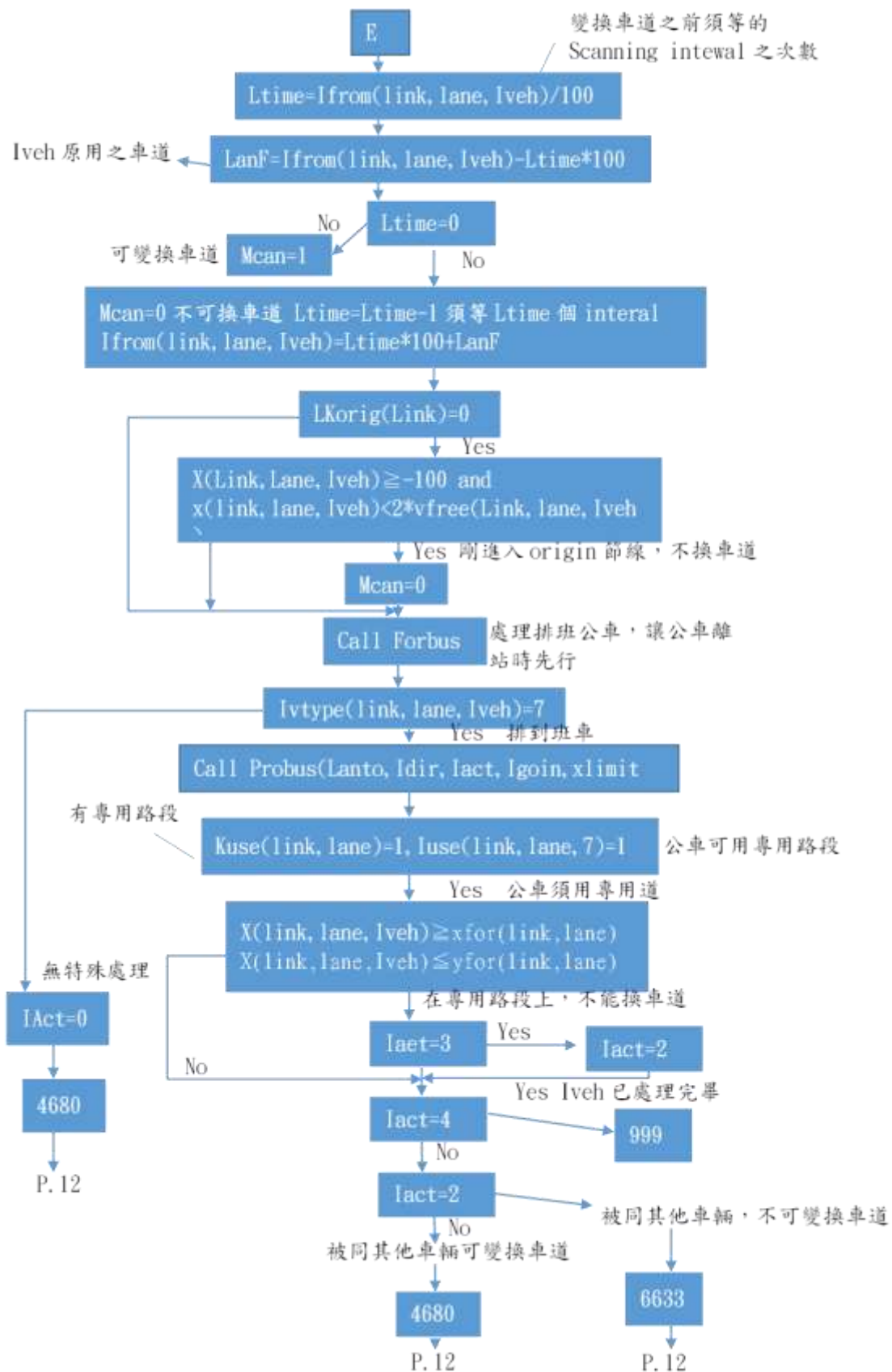


Regu pdf p.13

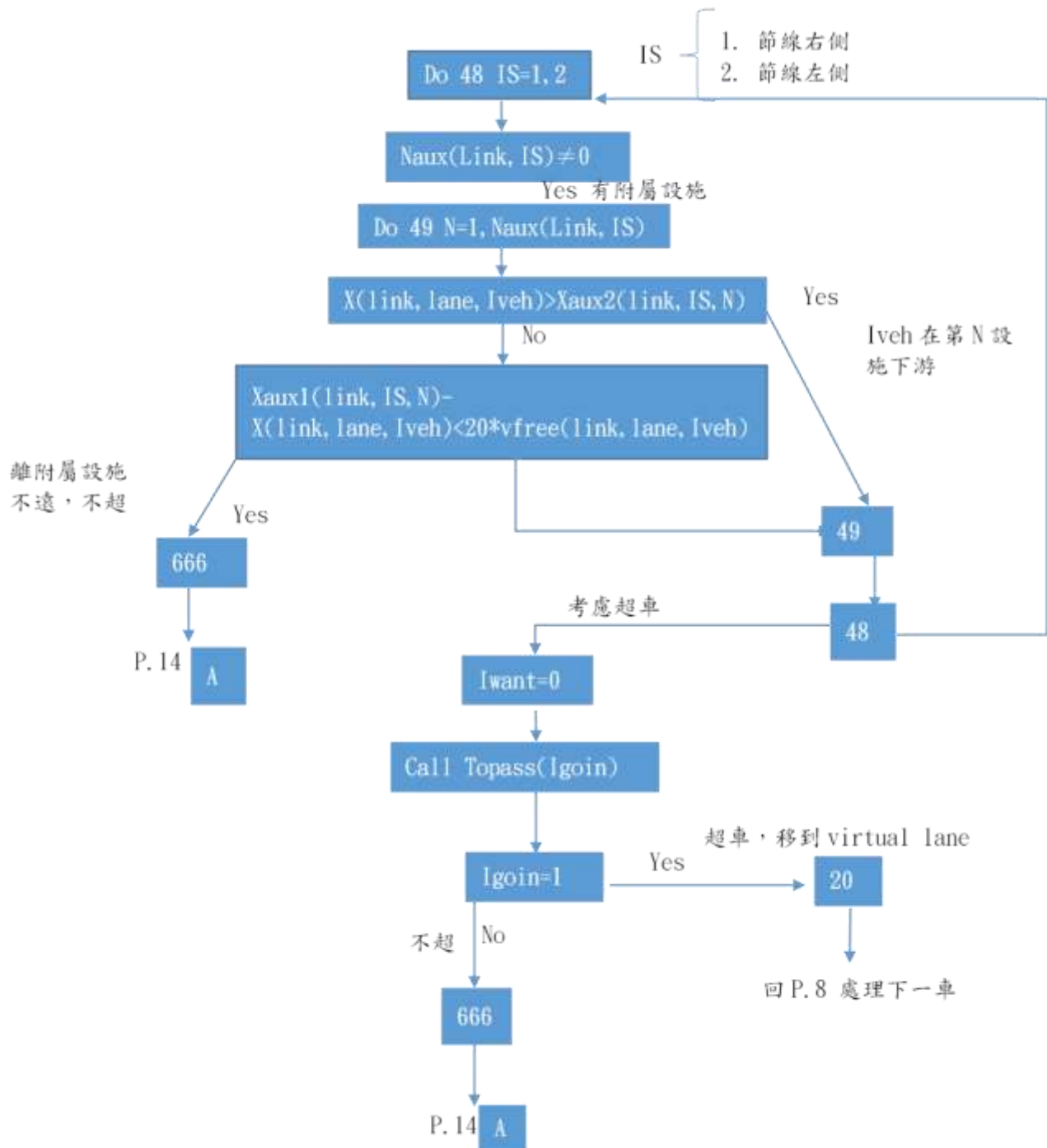


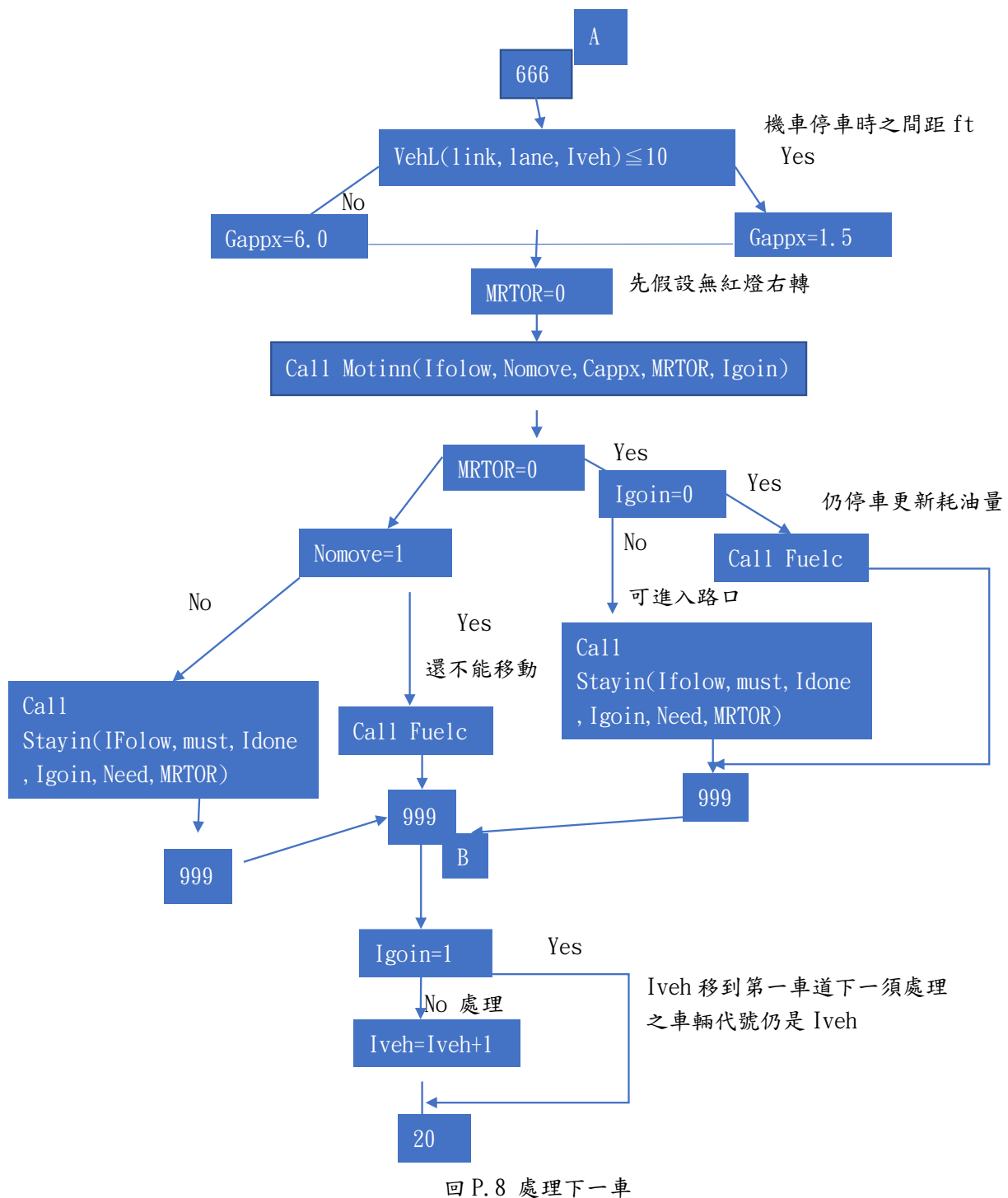












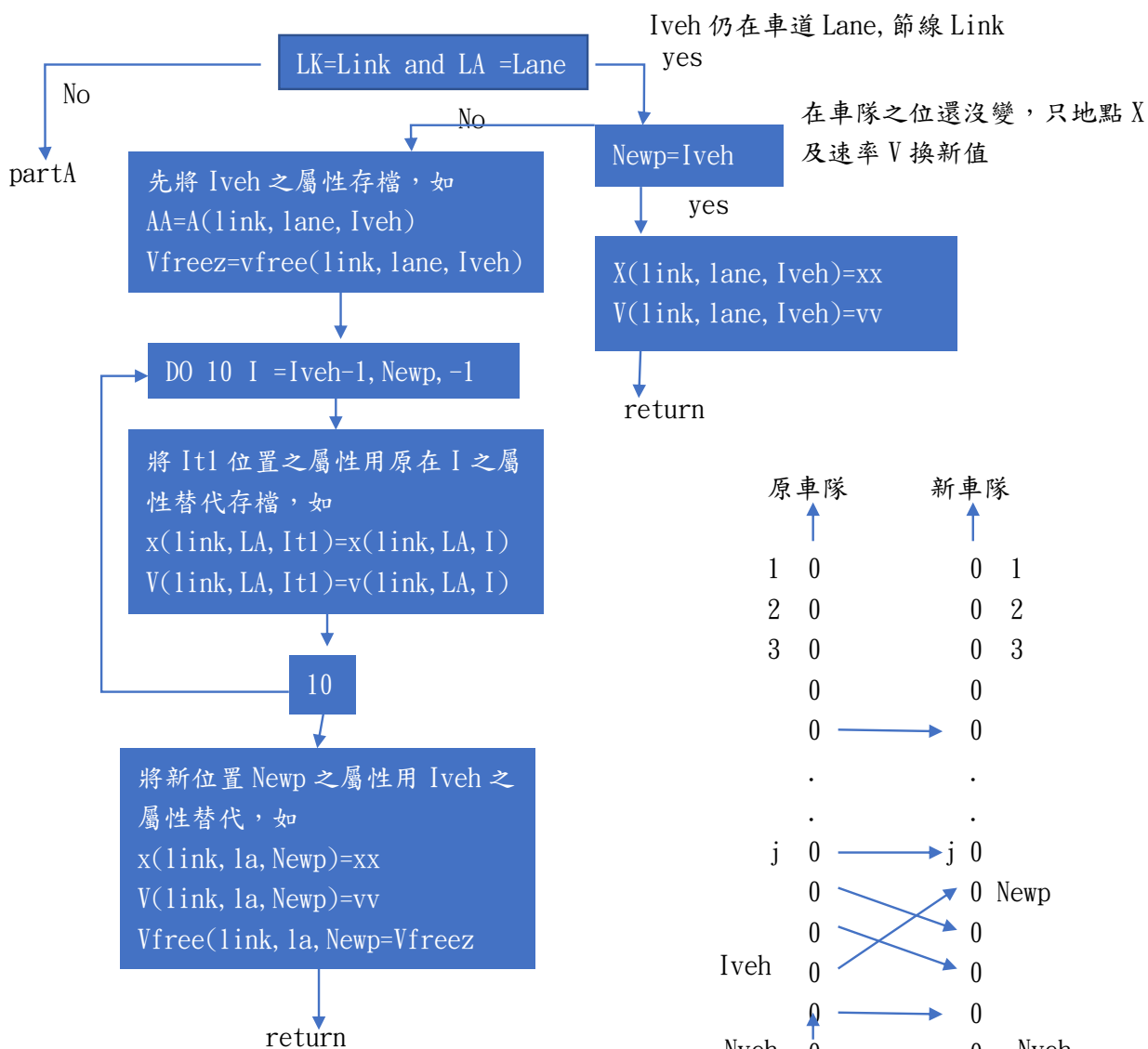
Reposi2 之性質 pdf p.1

一車輛 Iveh 在目前之 Simulation step 中可能加減速或變換車道。所以 Iveh 之新位置 xx，計速率及在原車道或新車道上，車隊中之位置 Newp 訂定之後，被影響到的車道上的車輛，在車隊中之位置及其相同屬性皆須重新安排。本子程式更新受影響到之車道的車數

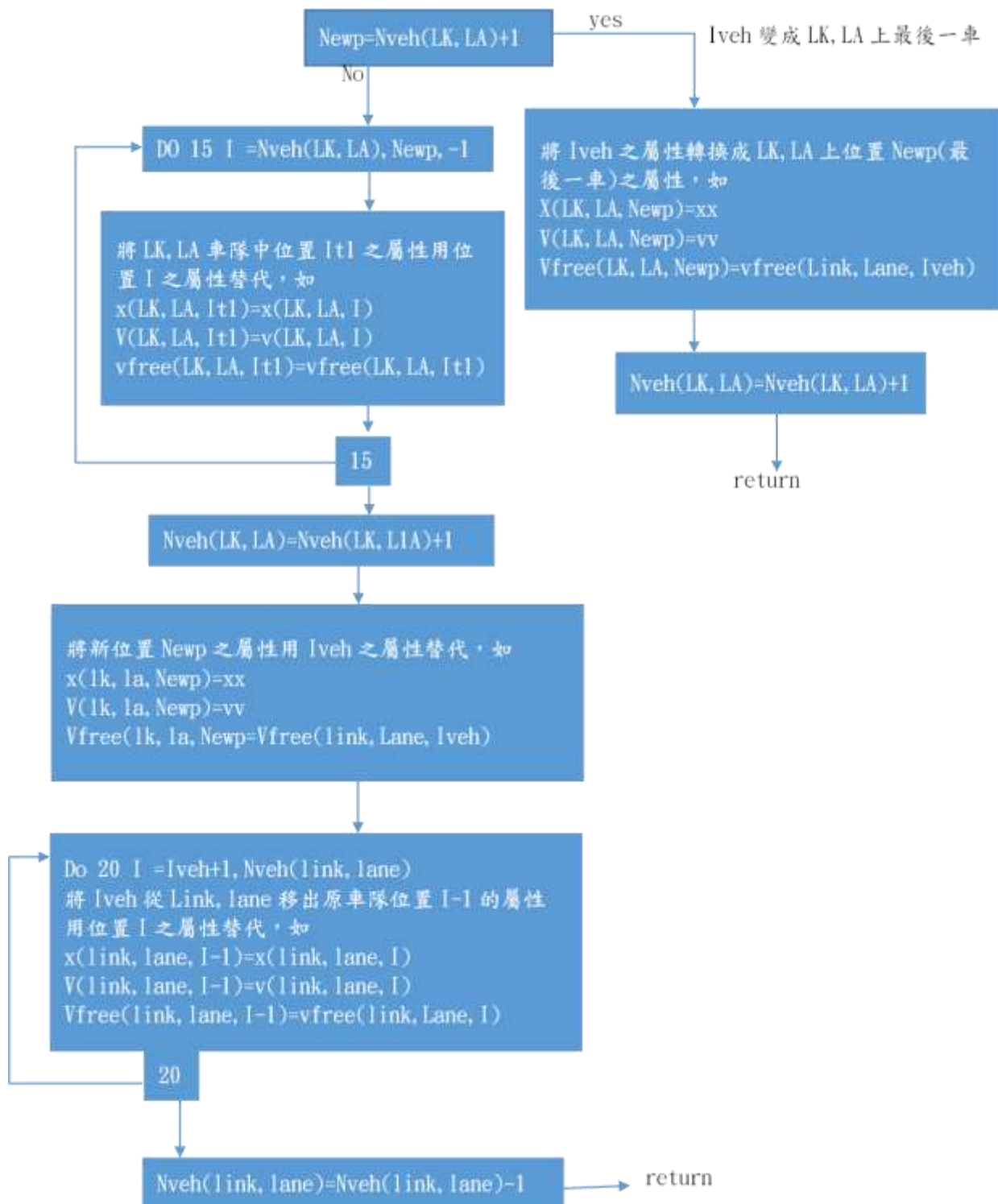
及車隊中每一位置之相同屬性。

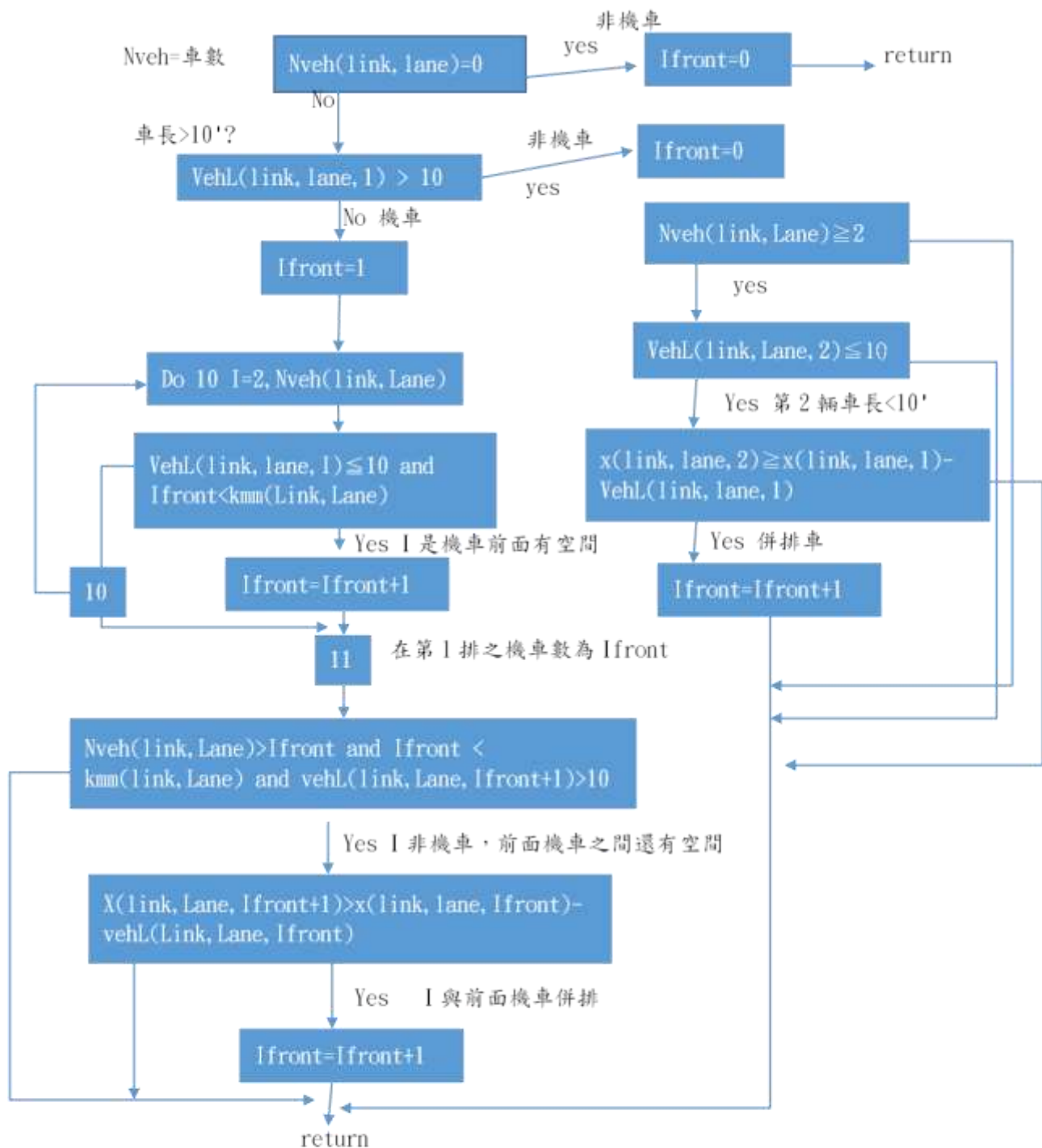
詳情見 Subroutine Reposi2 (LK,LA,Newp,xx,vv)

Reposi2 (LK,LA,Newp,xx,vv) pdf p.2



PartA Iveh 移到另一車道 LA 或第一節線 LK





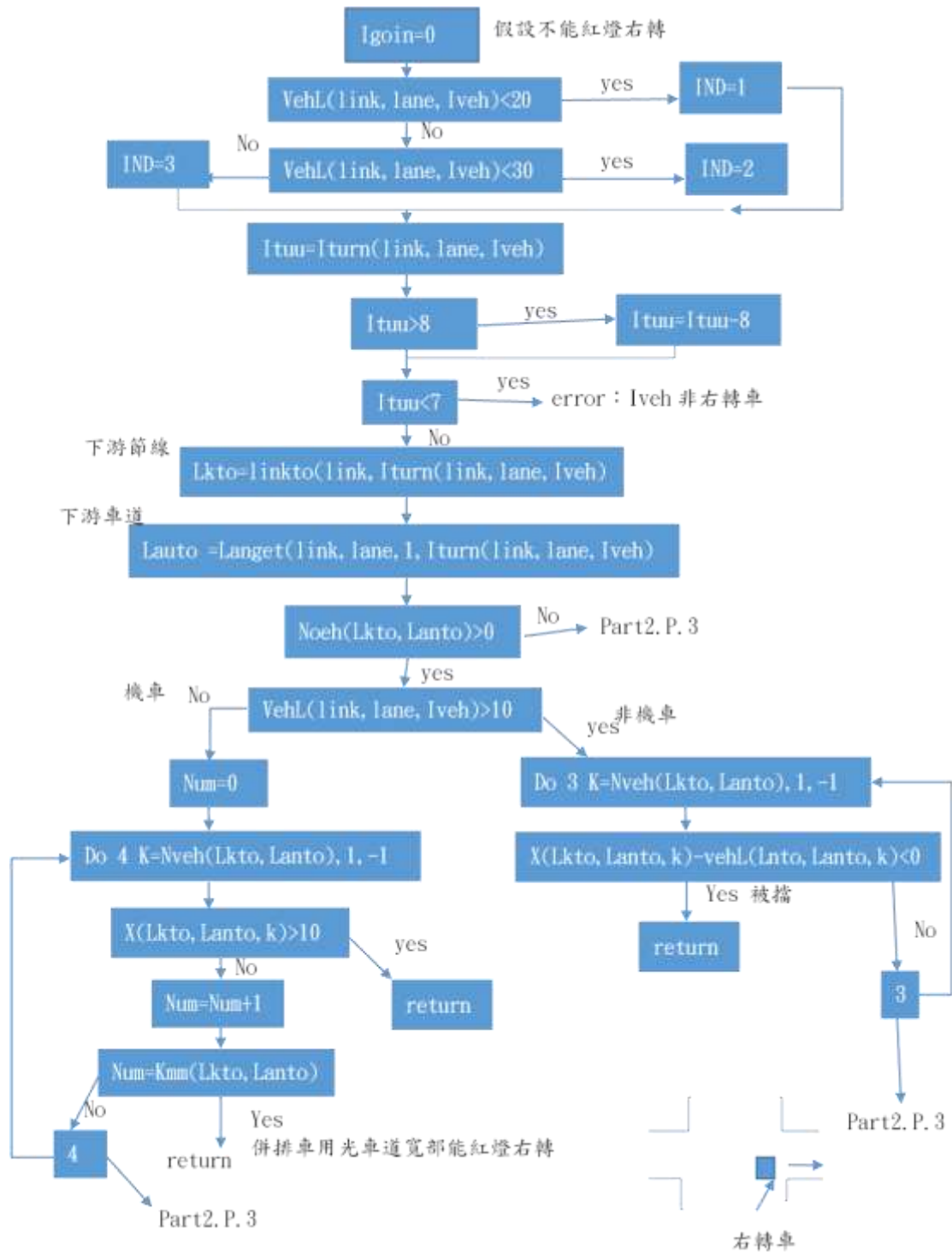
本子程式訂定在第一排之車數以減少模擬所需之 cpu time

Kmm=能併排之機車數
VehL=車長
X=車頭位置

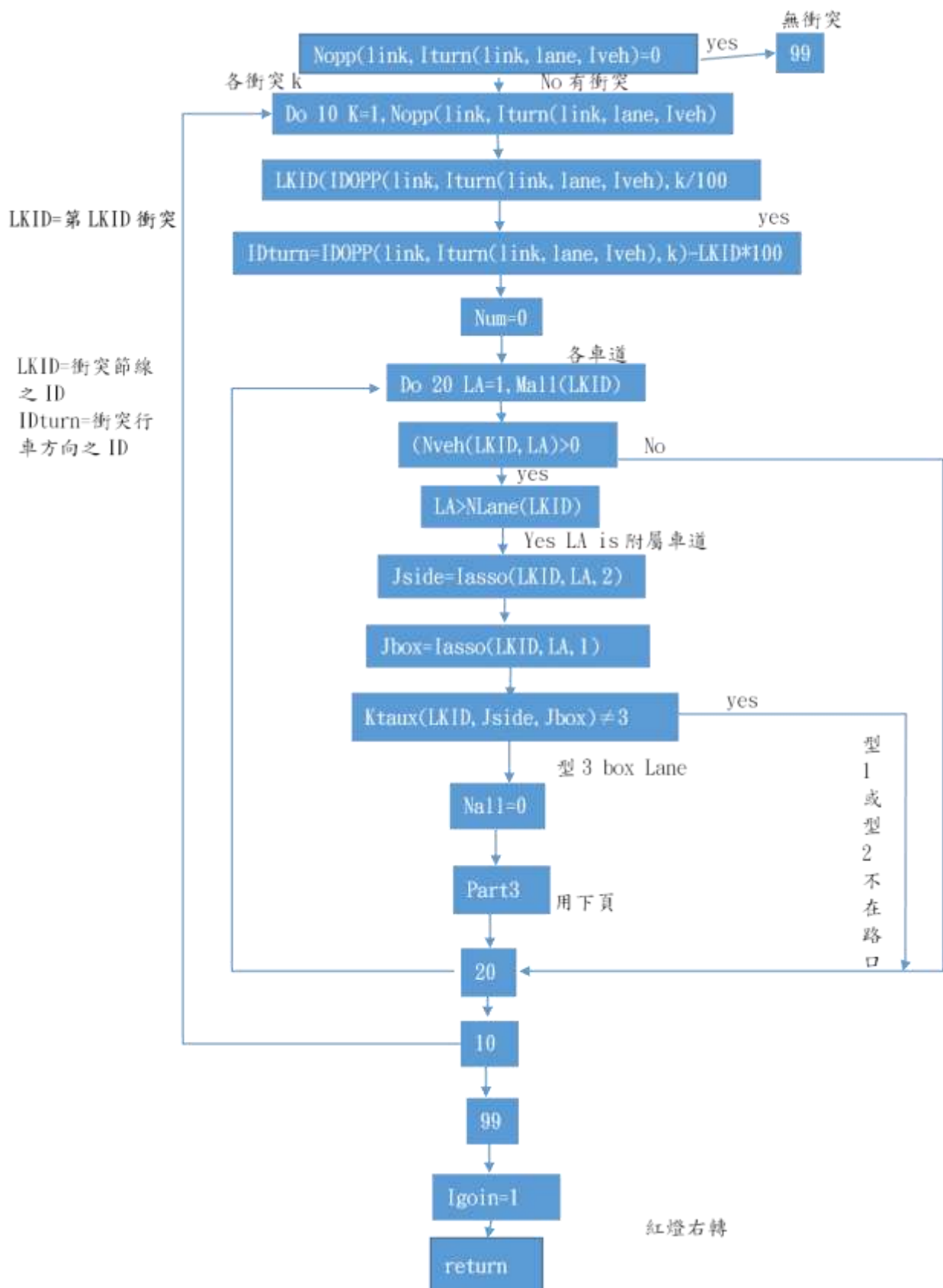
RTORNew 之性質 pdf p.5

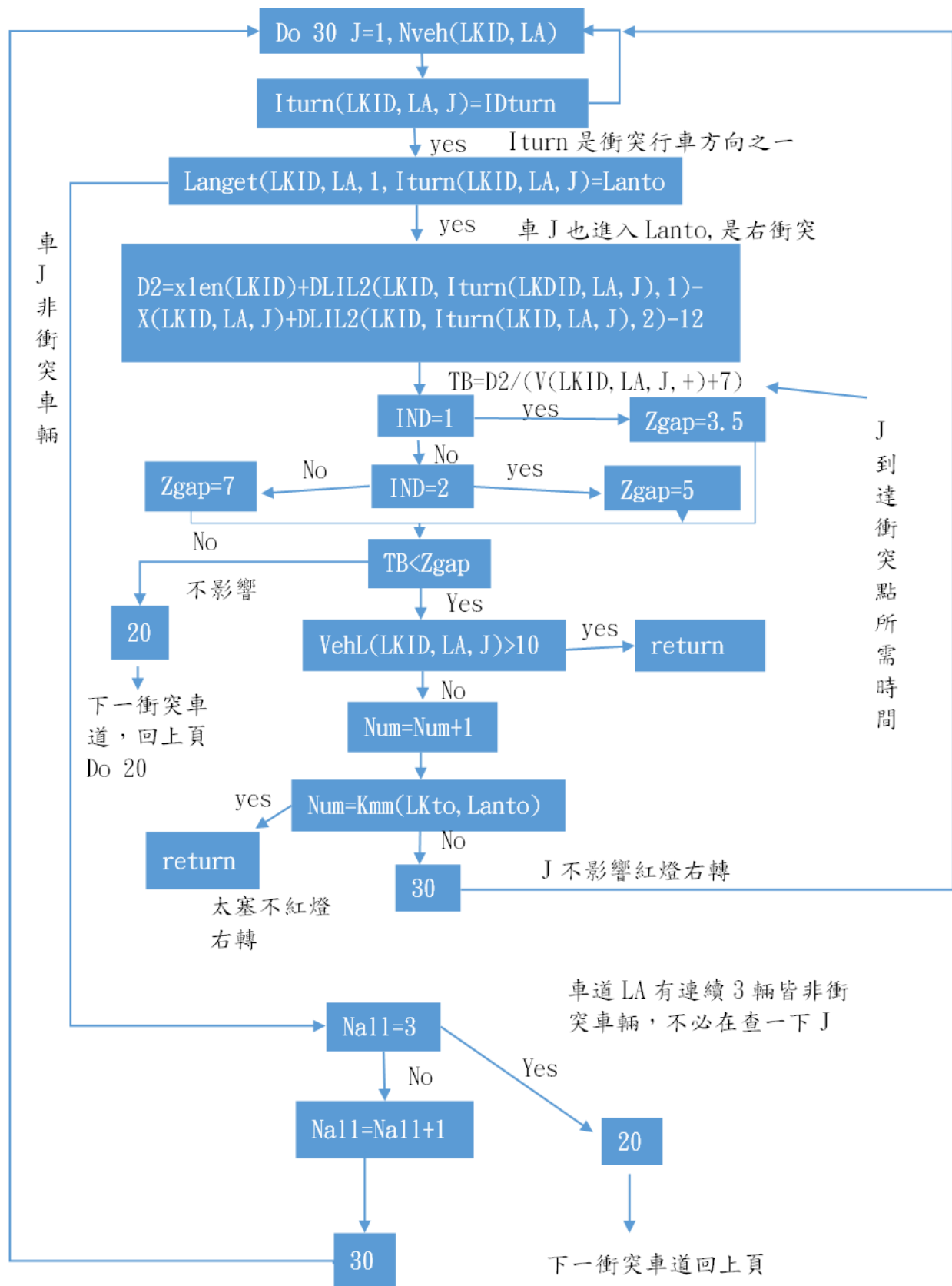
本子程式模擬紅燈右轉之行為以決定模擬車 Iveh 是否有足夠之空間執行紅燈右轉，如能紅燈右轉，則將 Igoin 設定為 1。

RTORNew (Igoin,LKto,Lanto,Ist) pdf p.6



Part2：探討其他有衝突之節線

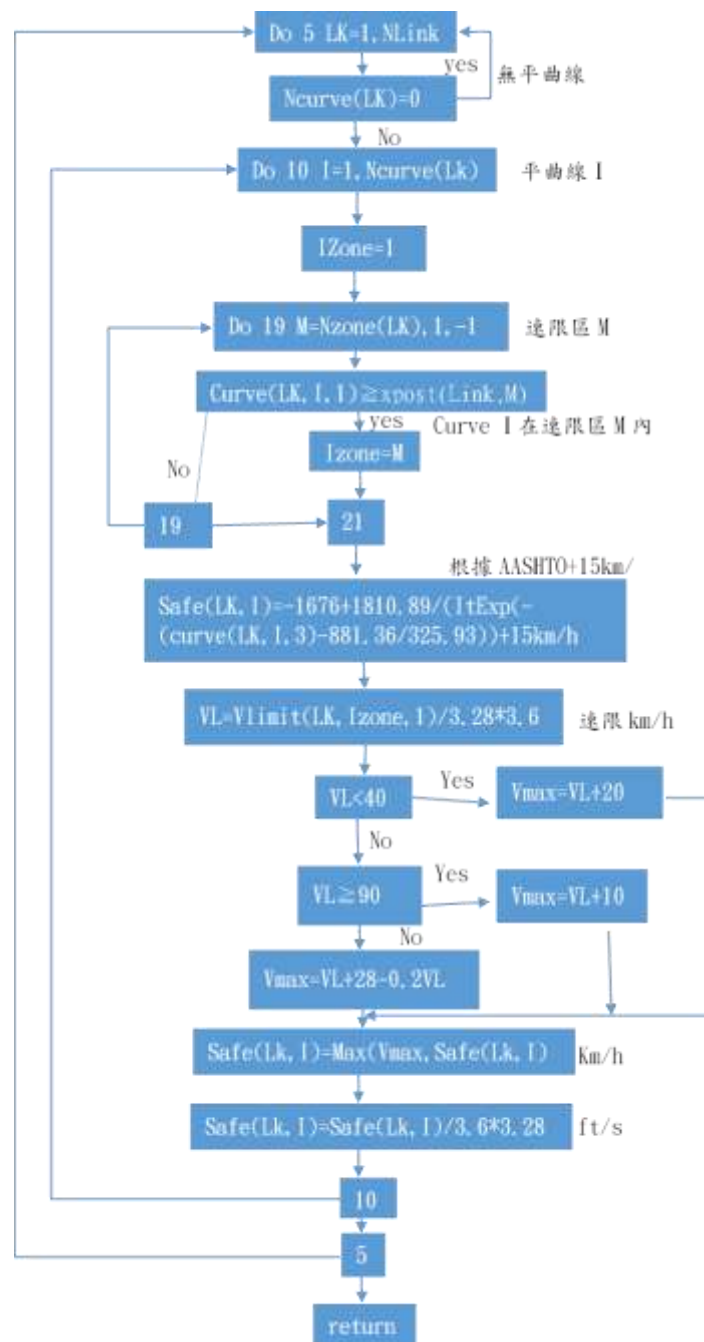




Safev 之性質 pdf p.9

一節線有平曲線時(平曲線數 $N_{curve} > 0$)，本子程式根據曲率半徑 $Curve(Link, Ith, curve, 3)$ 先估計從幾何設計立場的最高安全速率 $Safe$ 此速率及根據 AASHTO 幾何設計與設計速率的關係。實際速率通常比設計速率高。本子程式將安全速率定為設計速率家 15km/h 。但安全速率受速限之影響。所以本子程式用速限調整安全速率。

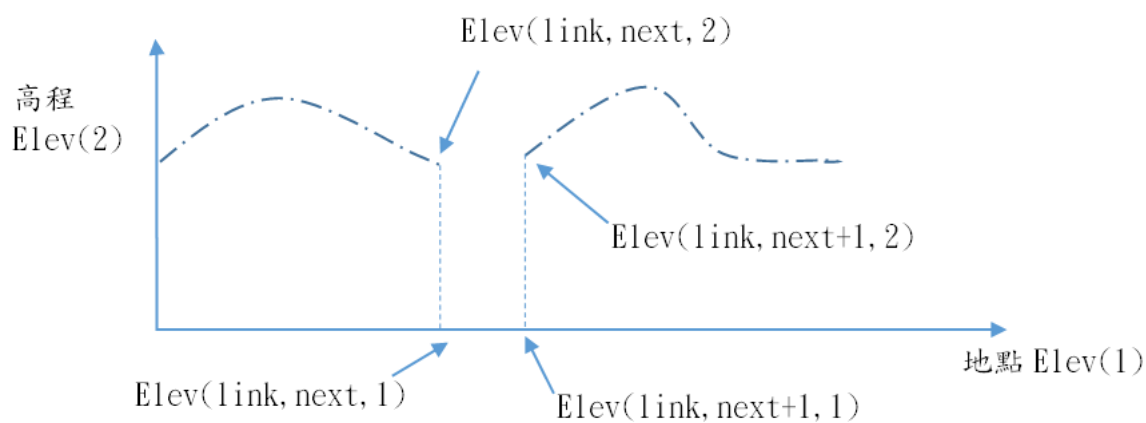
SafeV pdf p.10



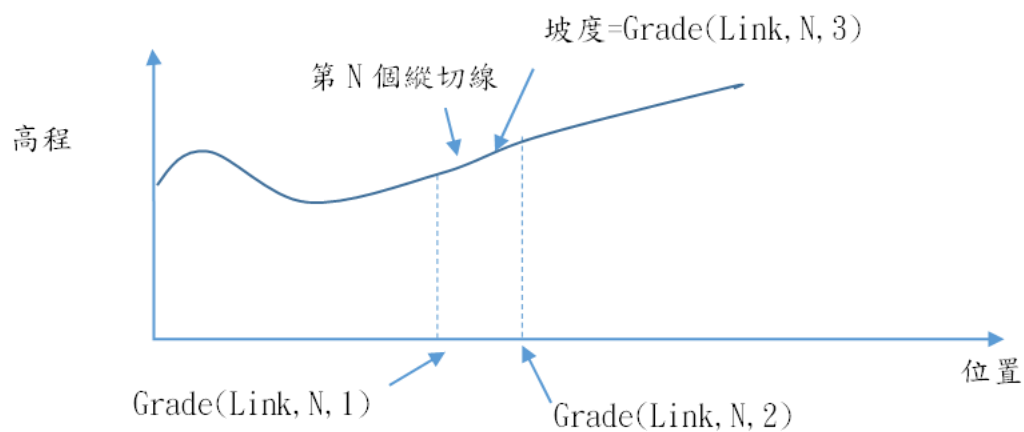
Search 31 之性質 pdf p.11

本子程式估計每平曲線起點及終點之坡度 sc

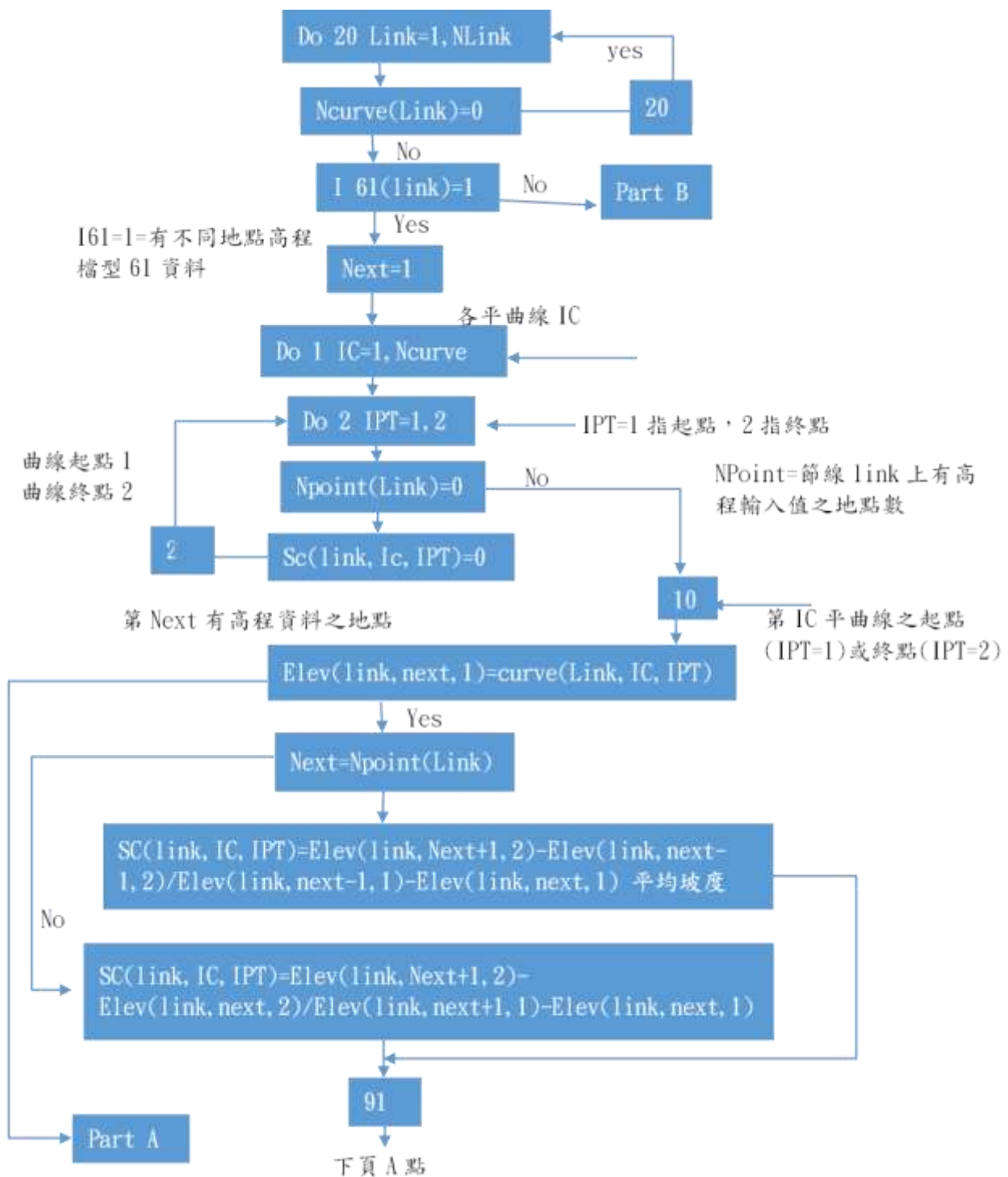
HTSS 模式使用者可用檔型 61 資料所訂在不同地點之高程，或用檔型 60 資料顯示之縱切線代表模擬節線高程隨地點之變化。平曲線起點與終點之坡度可根據此 2 種資料之 1 來估計

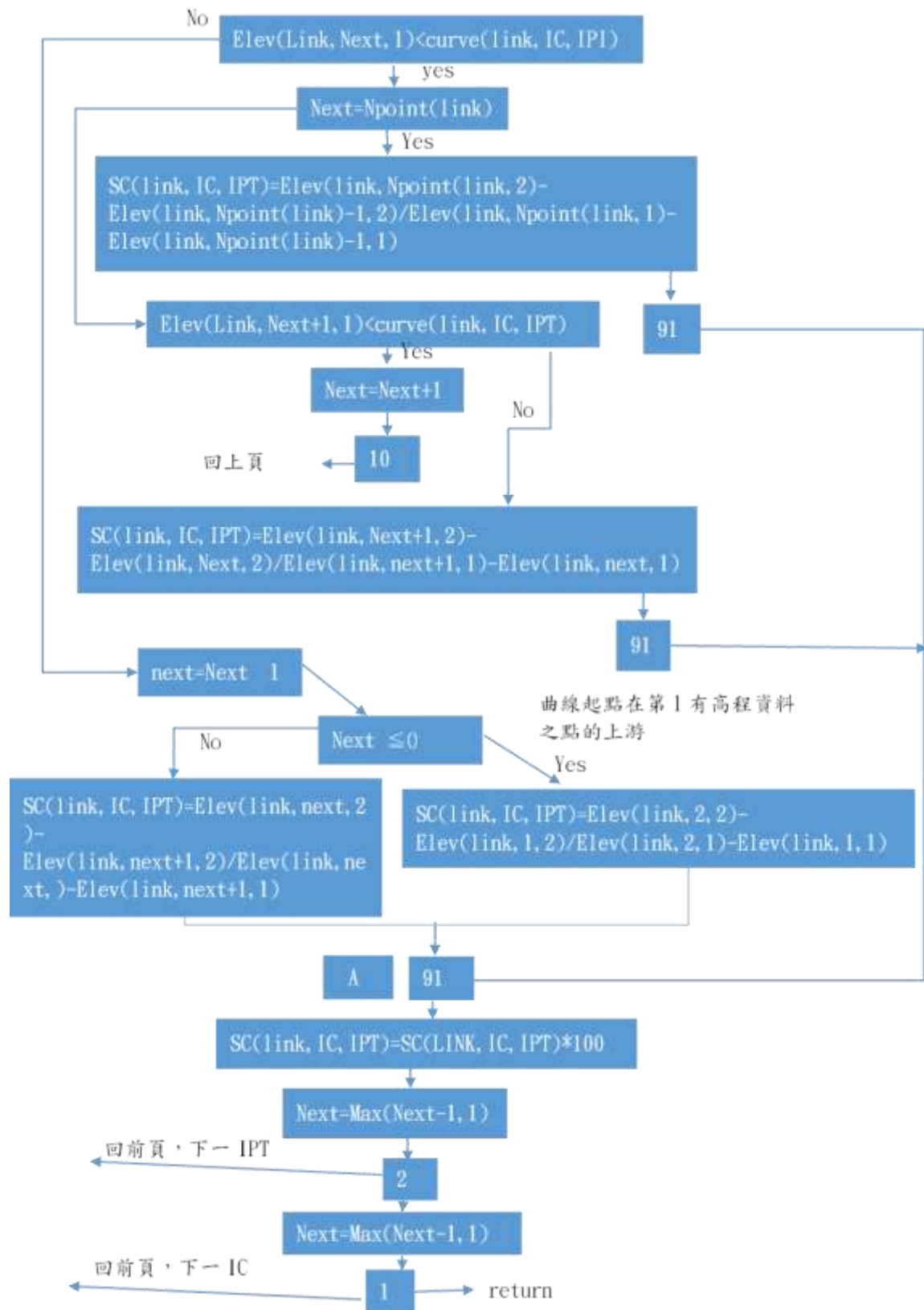


next=第 next 有高程資料二點。平曲線之起點或終點可用 2 點之間之坡度來估計（線性內插法）

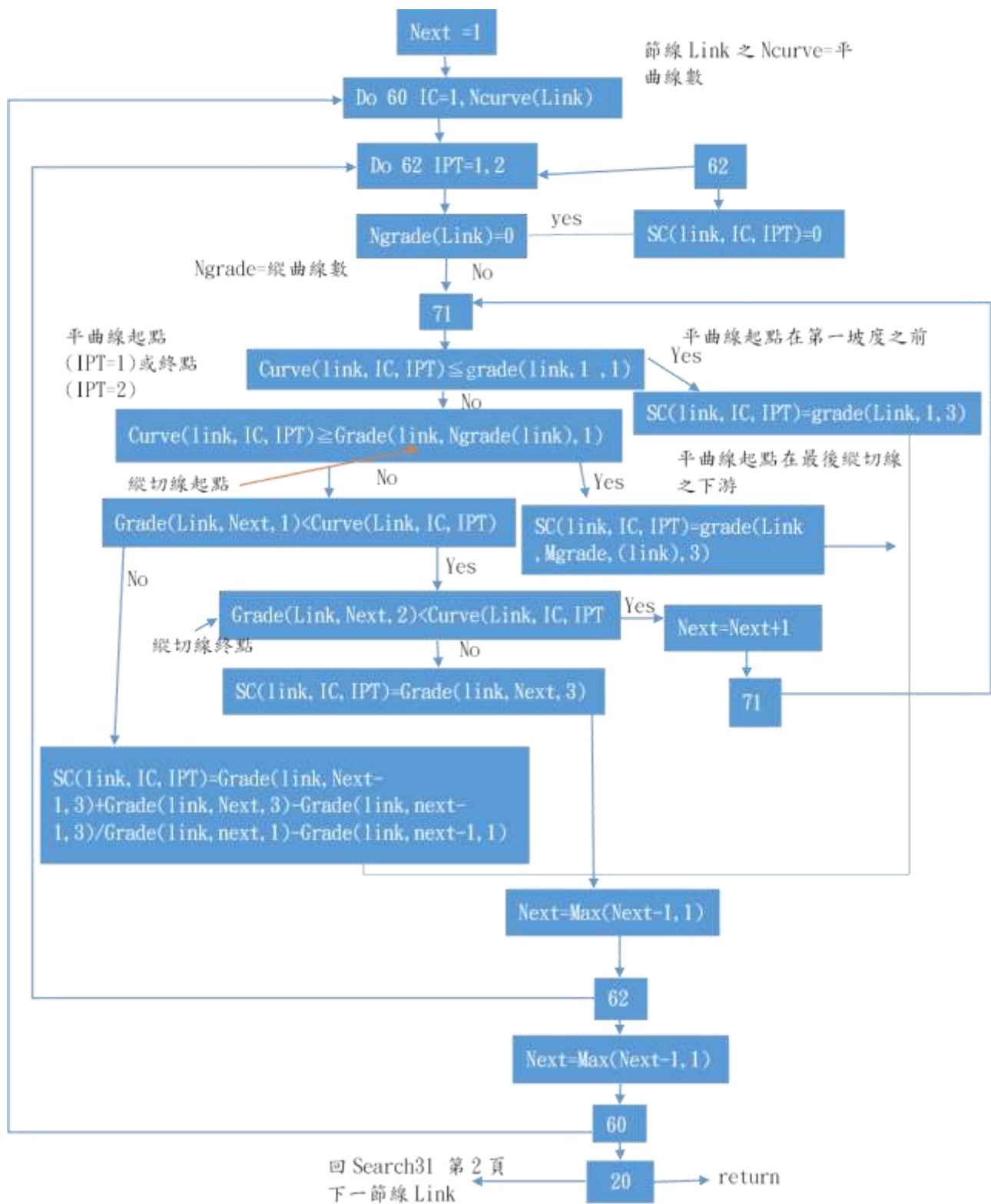


Search 31 pdf p.12



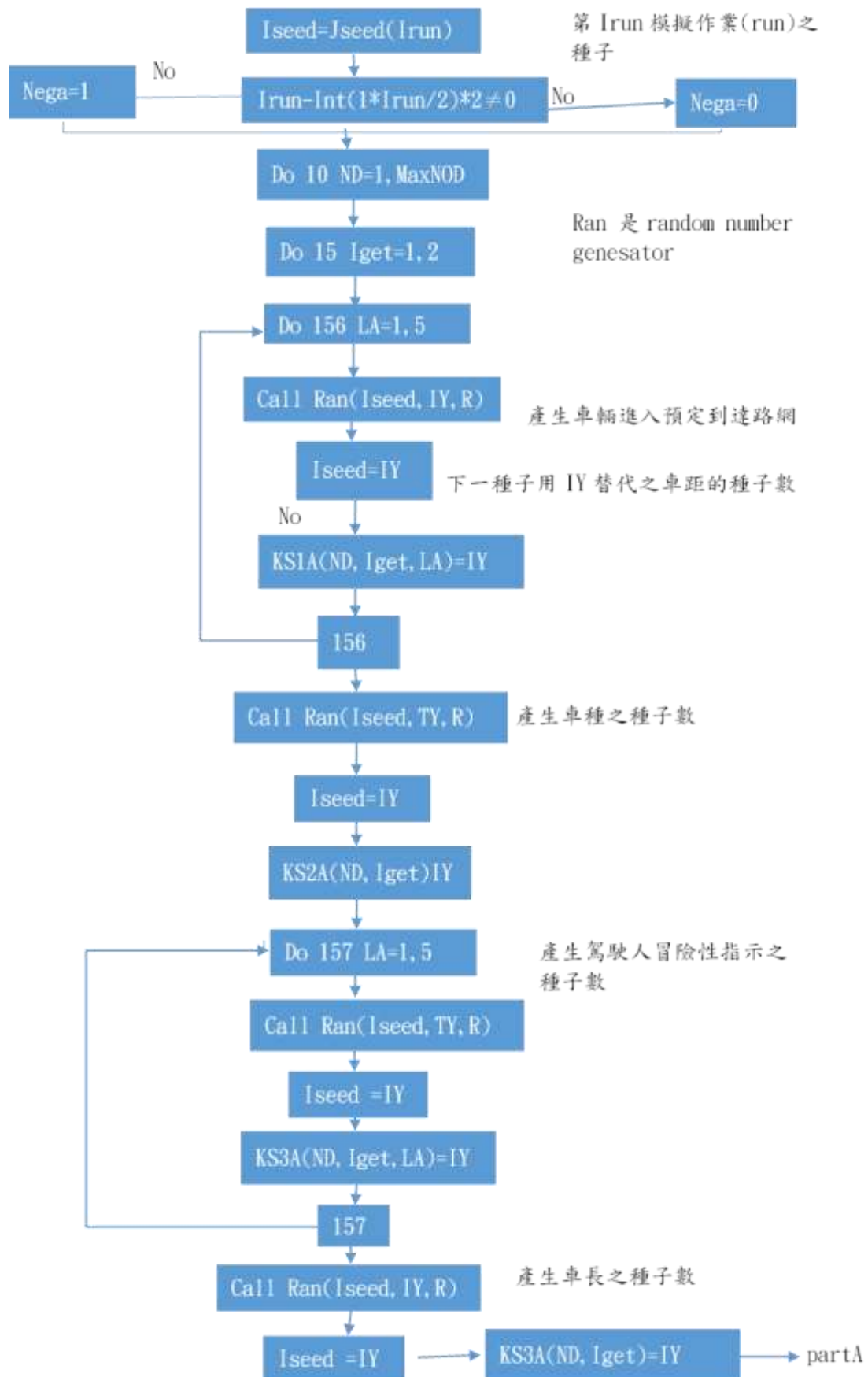


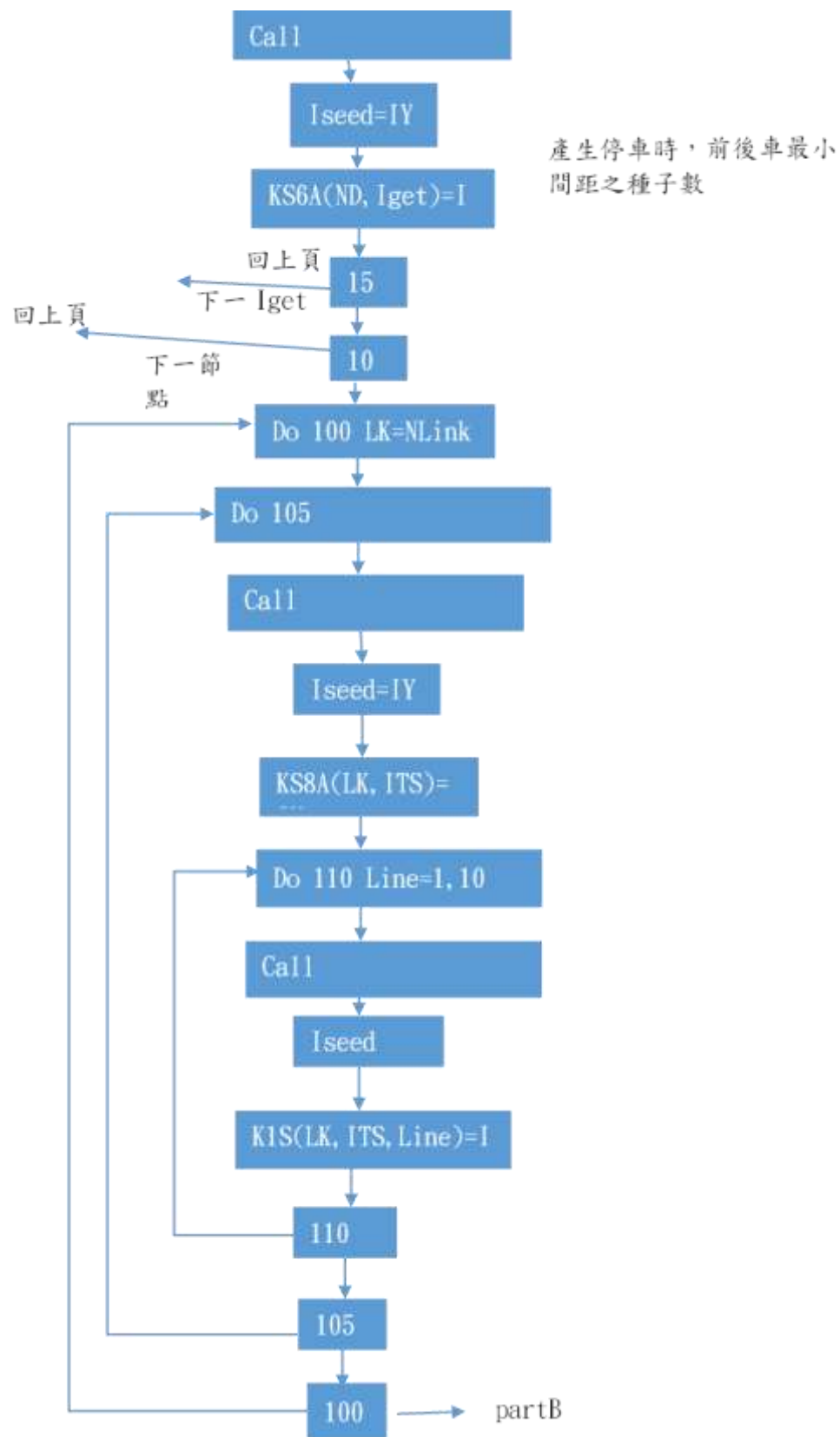
PartB 利用縱切線訂定平曲線起點及終點之坡度 SC



Seed (Irun) 之性質 pdf p.15

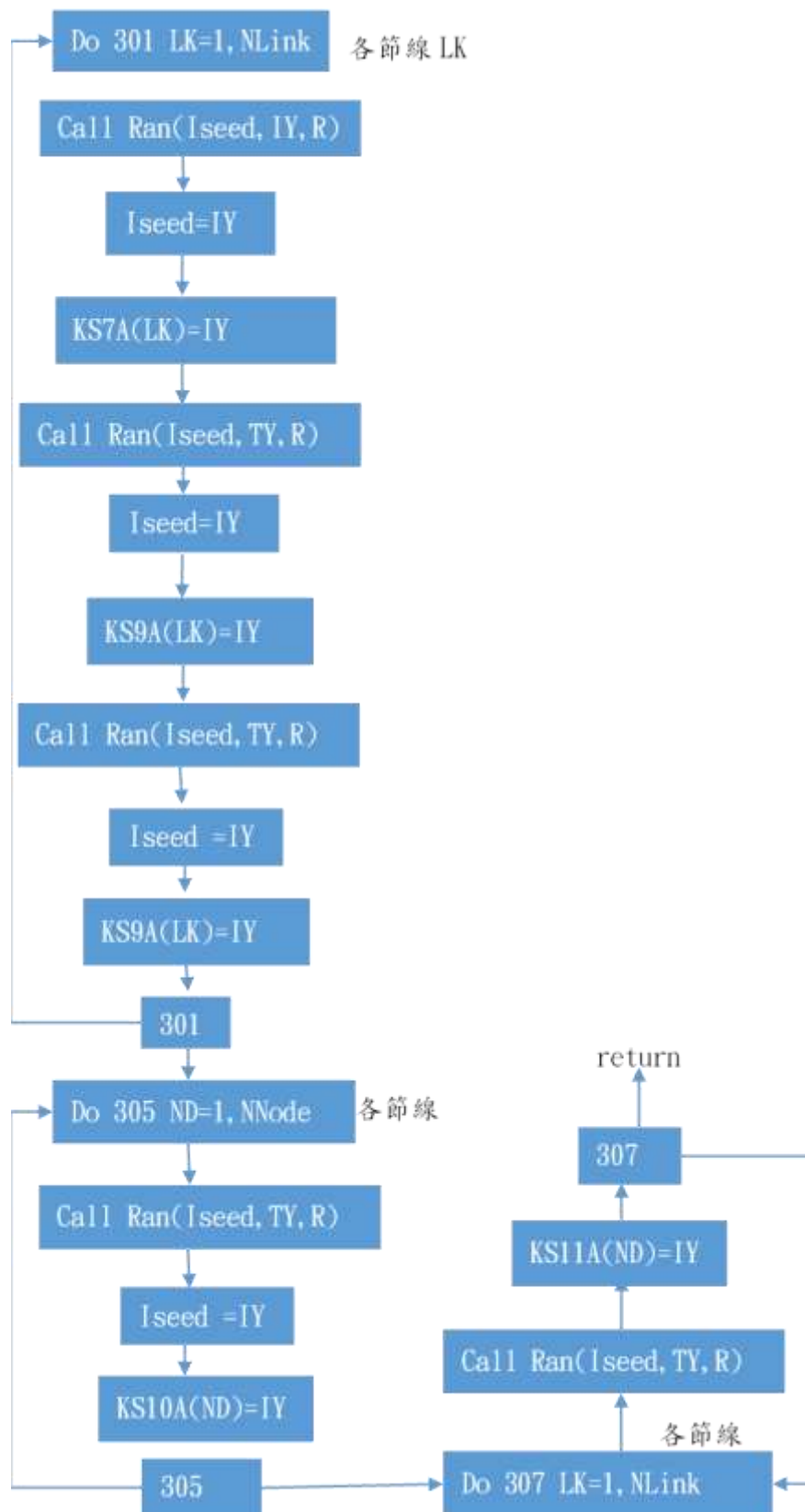
20201HTSS 模式是一微觀，probabilistic 之模擬模式，多數車流相關之現象用一 probability distribution 來模擬。輸入檔建立之後，該檔所訂定狀況（巨觀）須用不同組合隨機亂數所產生之個別車輛行為模擬重覆模擬數次。這些重覆模擬作業（simulation runs）的結果之平均值，用來代表輸入檔設定狀況下之代表性車流運轉結果。為了減少重覆模擬所需之次數，HTSS 模式用互關聯的隨機亂數（negatively correlated random numbers）。換言之，如第 1 次模擬作業時，第 1 輛車之車長所屬之亂數為 0.7（亦即車長等於 0.7 乘平均車長）則第 2 次模擬時，第 1 車長所屬之隨機亂數改用 $1-0.7$ 。本子程式中 Nega=0 表示不改用 random number generator 所產生的亂數 R。Nega=1 時表示亂數 R 須改為 $1-R$ 以訂定車輛或車流之屬性。在模擬開始之前，HTSS 模式先產生每一 simulation runs 之種子 Jseed (Irun) 然後在本子程式中產生一套訂定到達車距（arrival headway），車長，等宣用之種子 KS1A,KS2A....KS8A, KS9A,KS10A,KS11A,K1S 等。註：用負關聯隨機亂數可讓較少模擬作業（simulation runs）之結果較快的讓結果之平均值接近車流運轉績效之真正平均值。





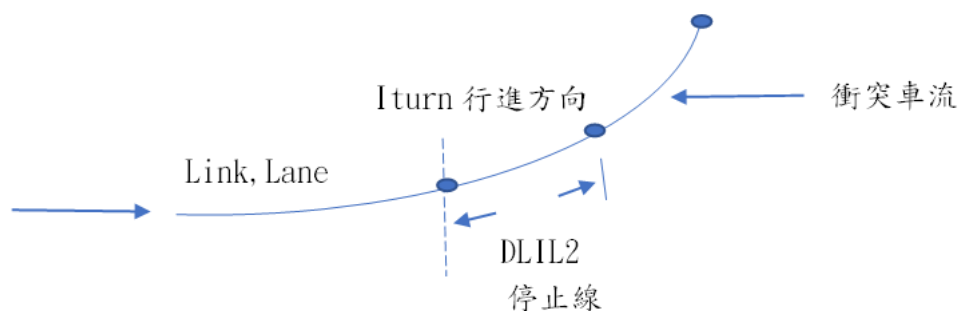
Seed pdf p.18

PartB 產生模擬其他現象可用之種子數

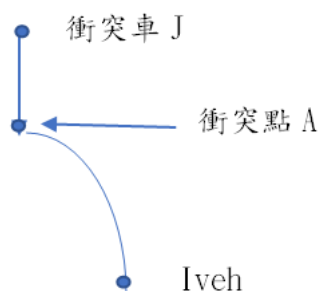


Sigcf 之性質 pdf p.1

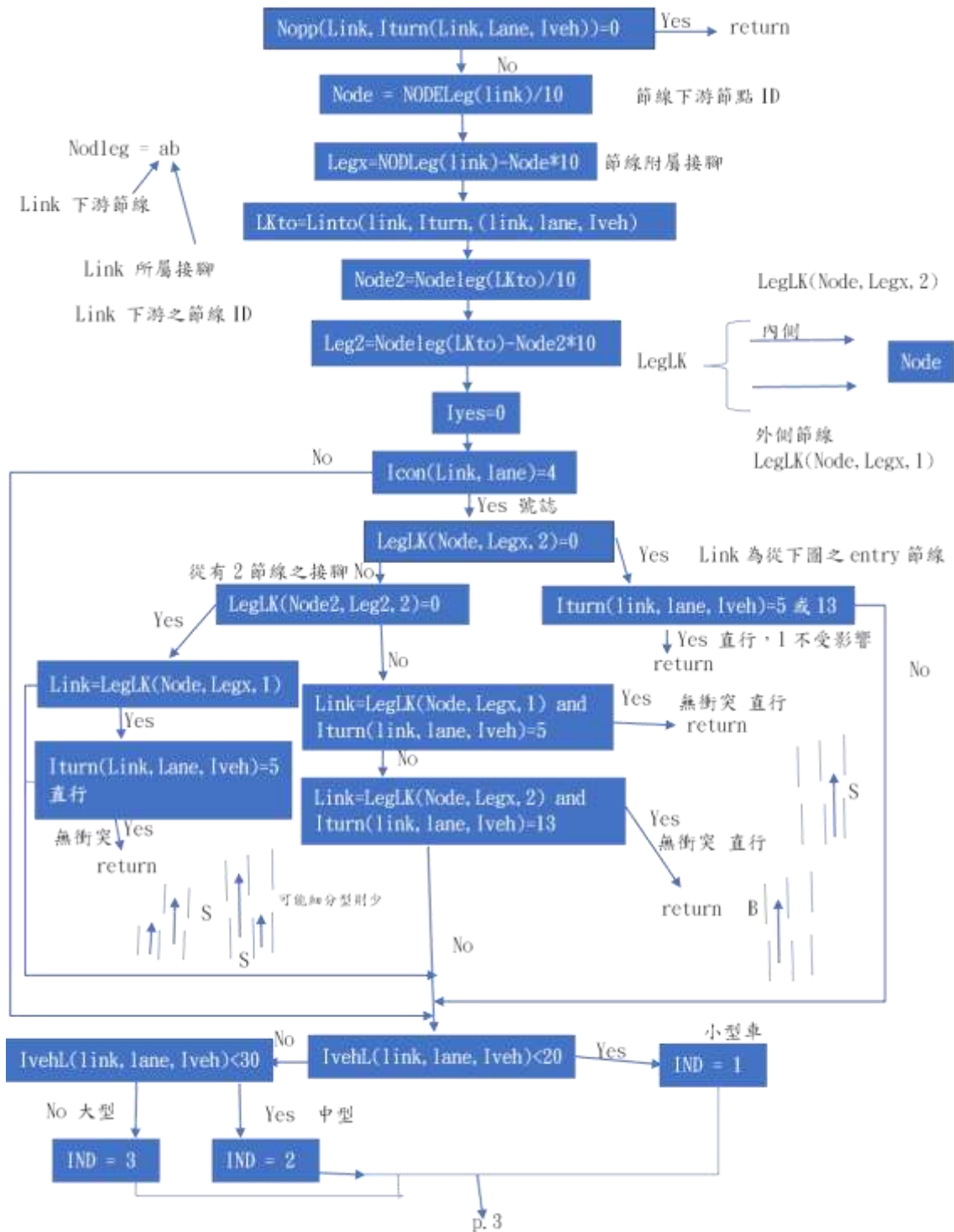
本子程式決定，當車輛 Iveh 在進入路口時變到路權較高之衝突車輛的影響時，是否須在衝突點停車以停候足夠大的車距。衝突點為路口中，在停止線下游 DLIL2 (link, Iturn (link, lane, Iveh), 1) 之處

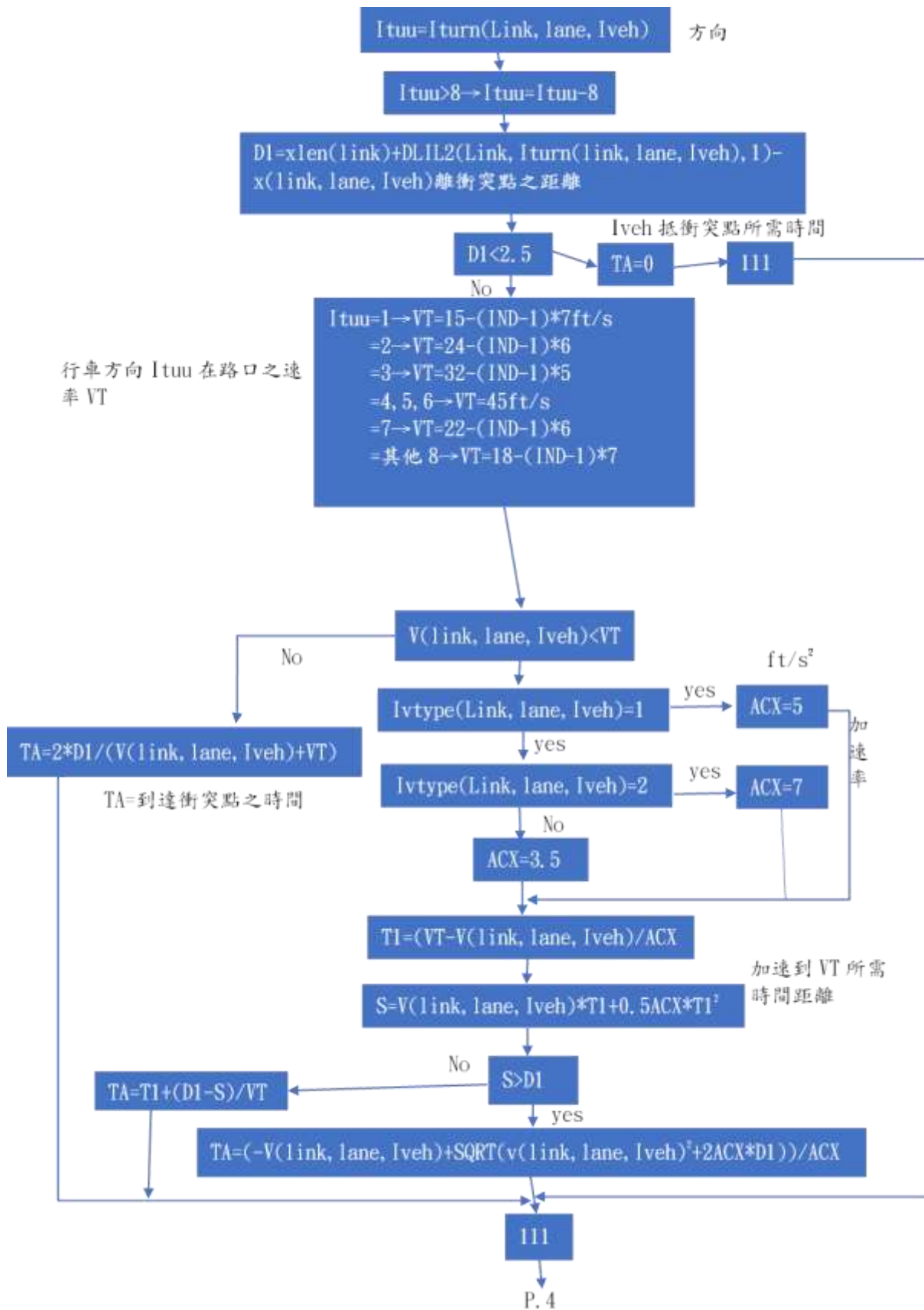


一受衝突的車輛是否在衝突點須停車及根據下列原則：

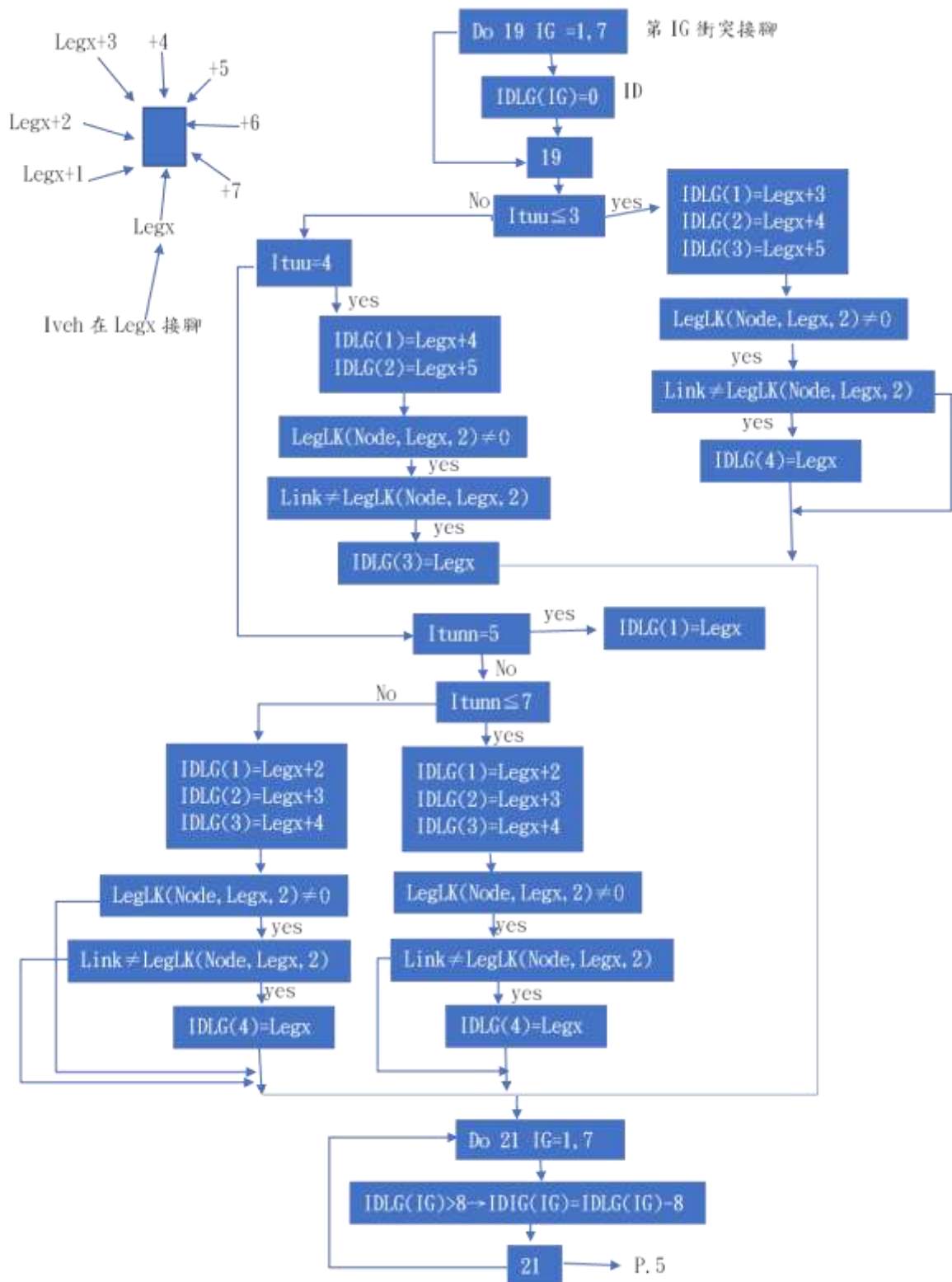


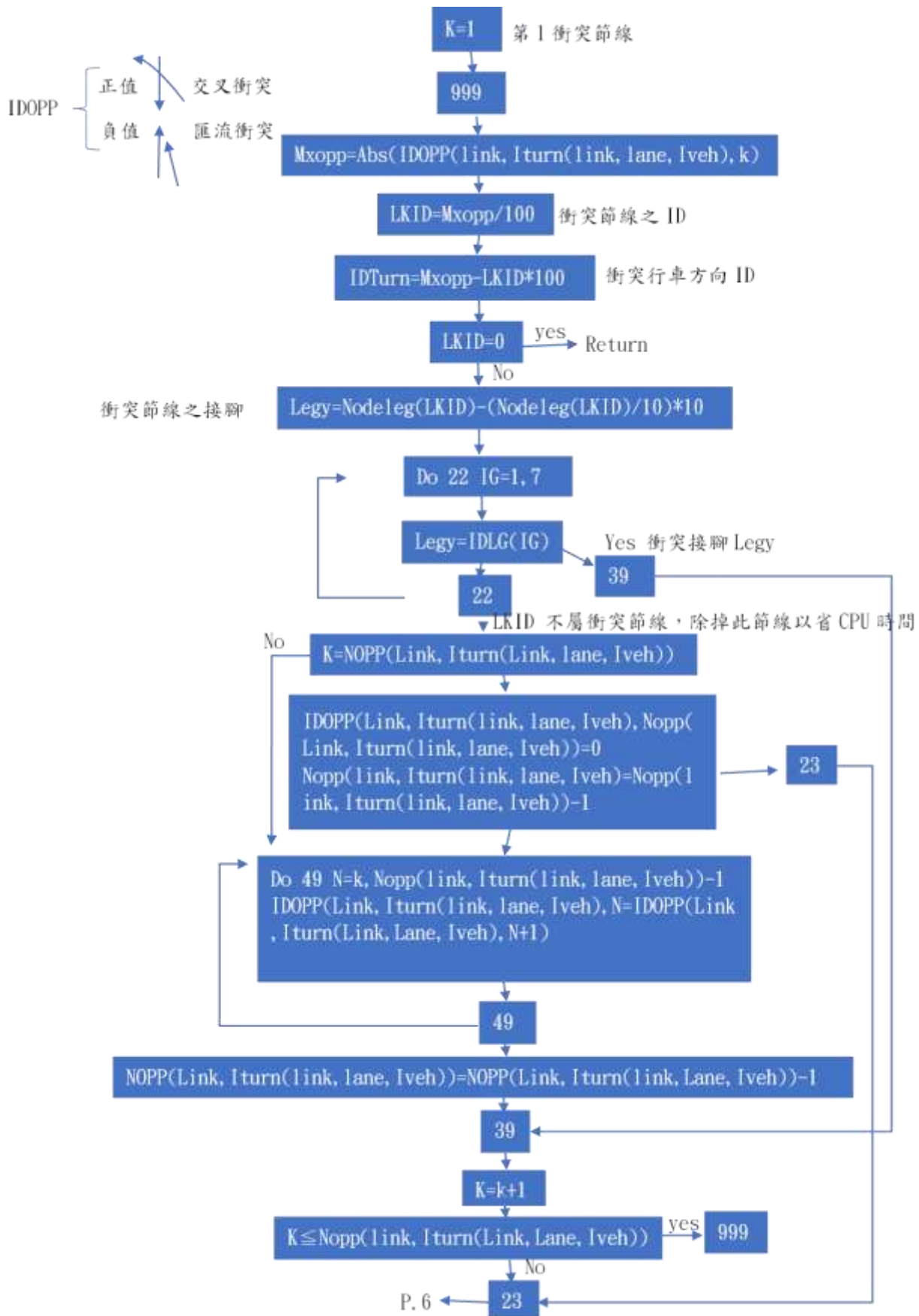
Iveh 抵達衝突點所需時間超過衝突車 J 之車尾抵達衝突點之時間，則 J 車對 Iveh 不造成阻擋，如 Iveh 抵達衝突點時，J 之車尾尚未超過超過衝突點，而且 J 車車頭到達衝突點所需之時間最少比 Iveh 到達同一地點所需時間慢 (gap (Iveh 願意接受/ (使用之最小到達車距))，則 Iveh 可繼續前進，進入下游車道，否則須減速停在衝突點。

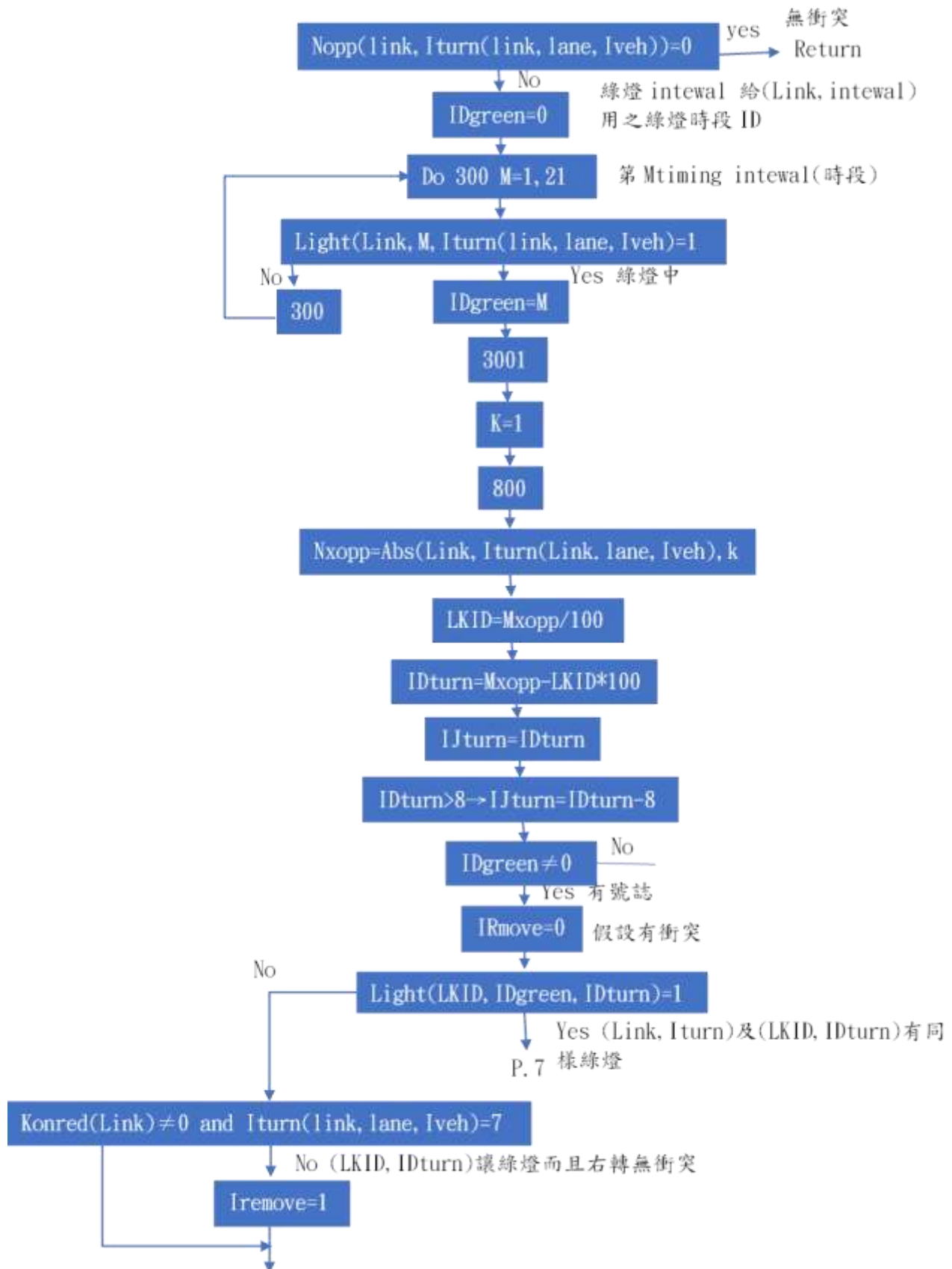


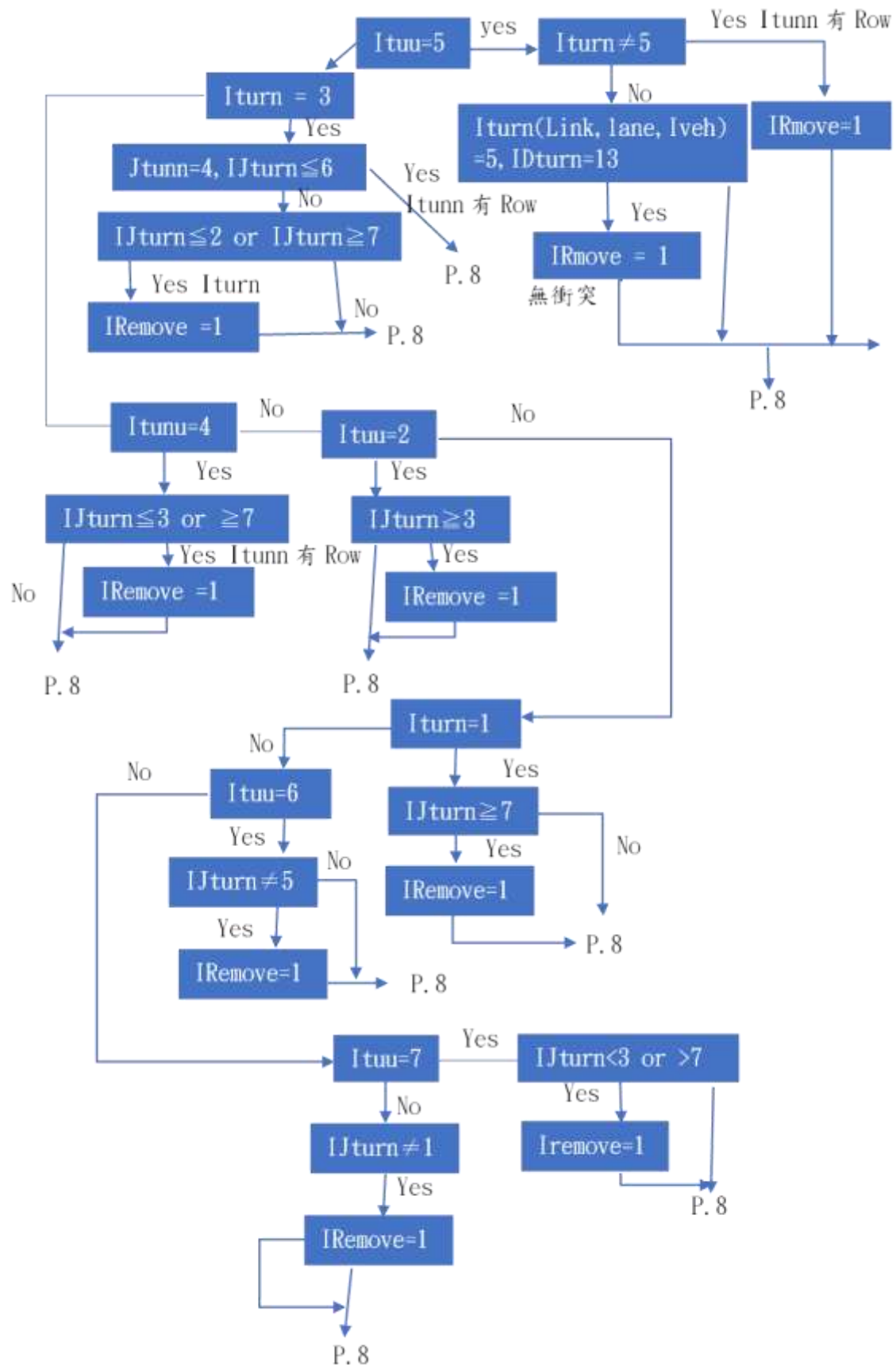


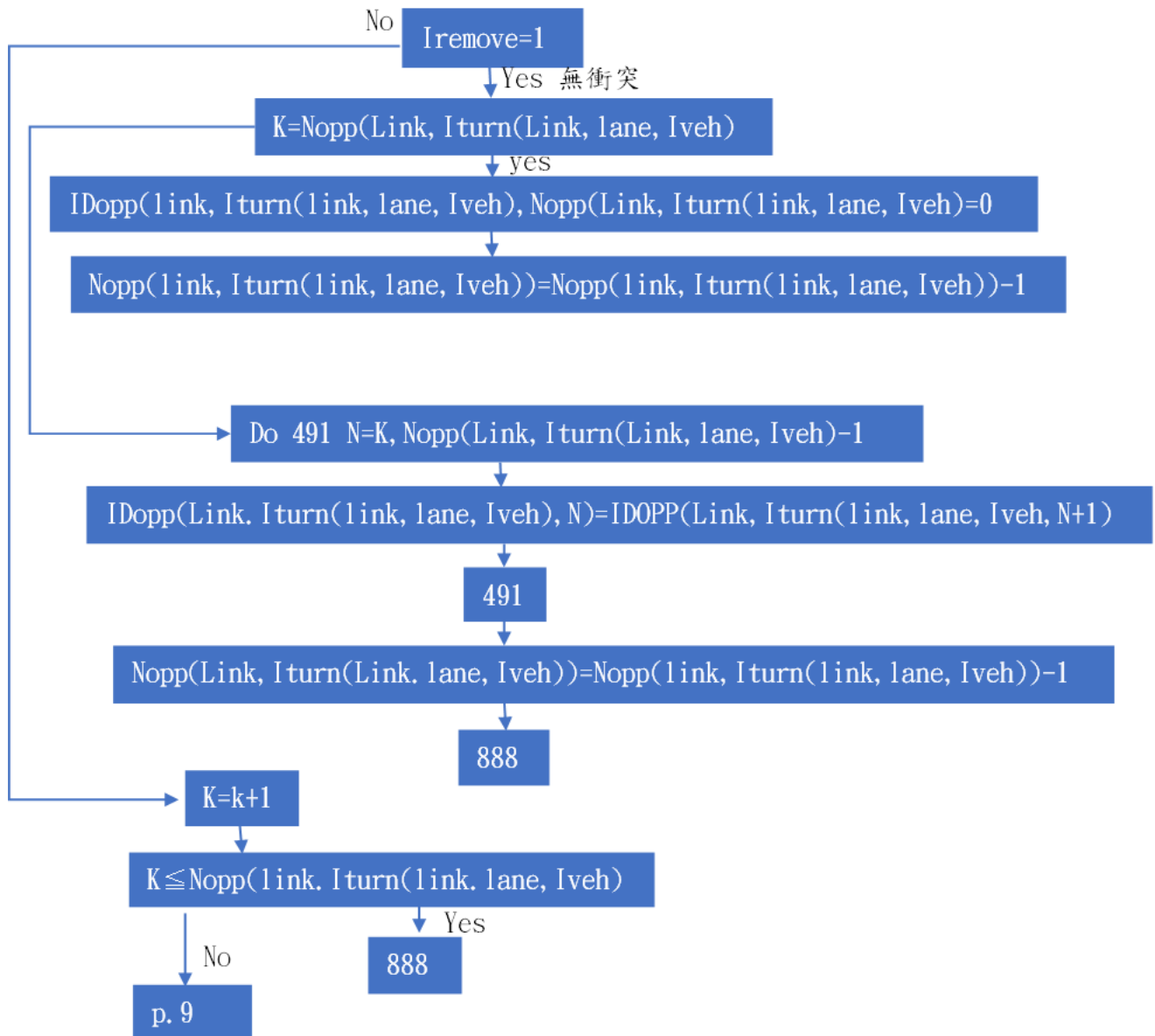
yes

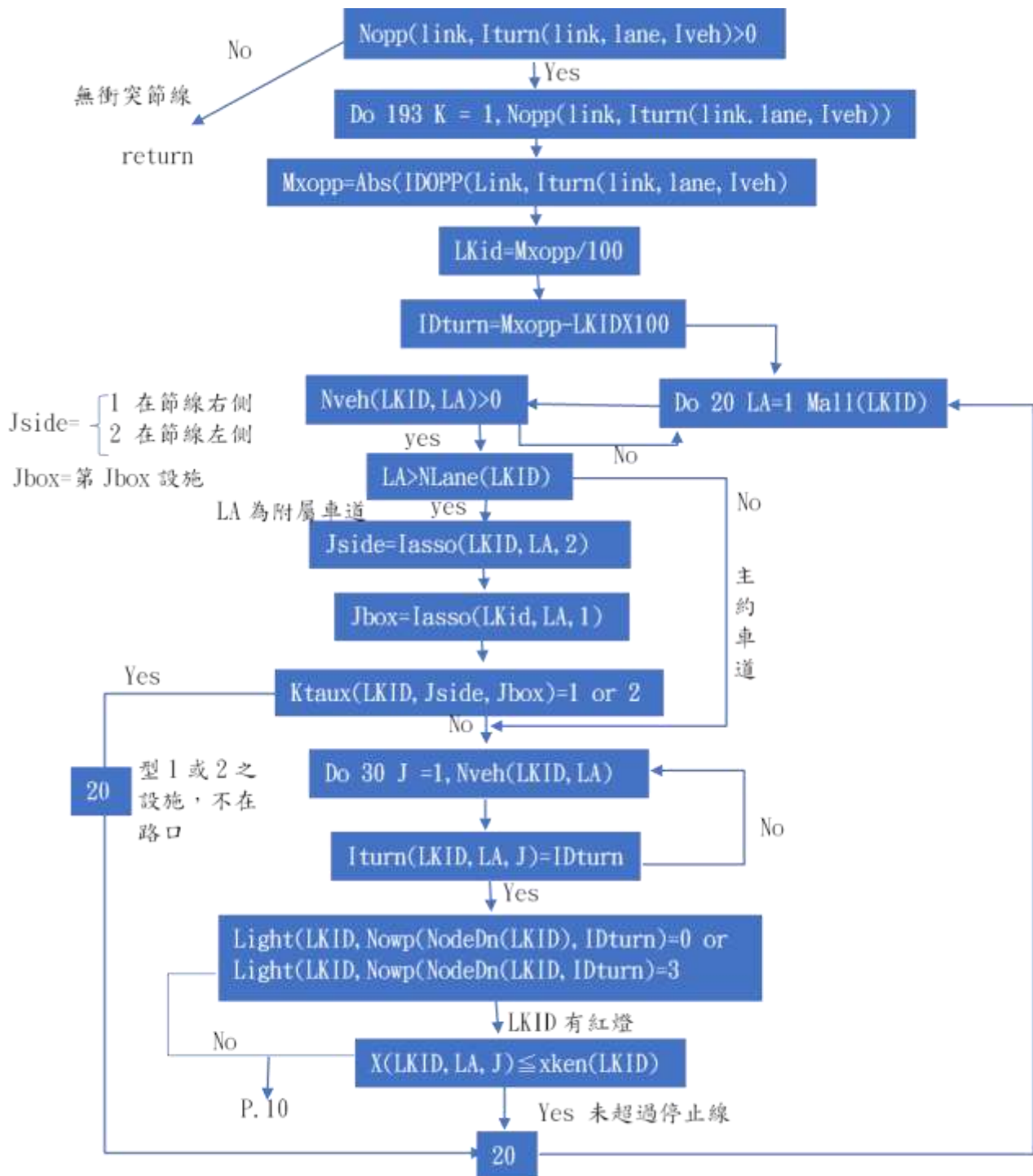


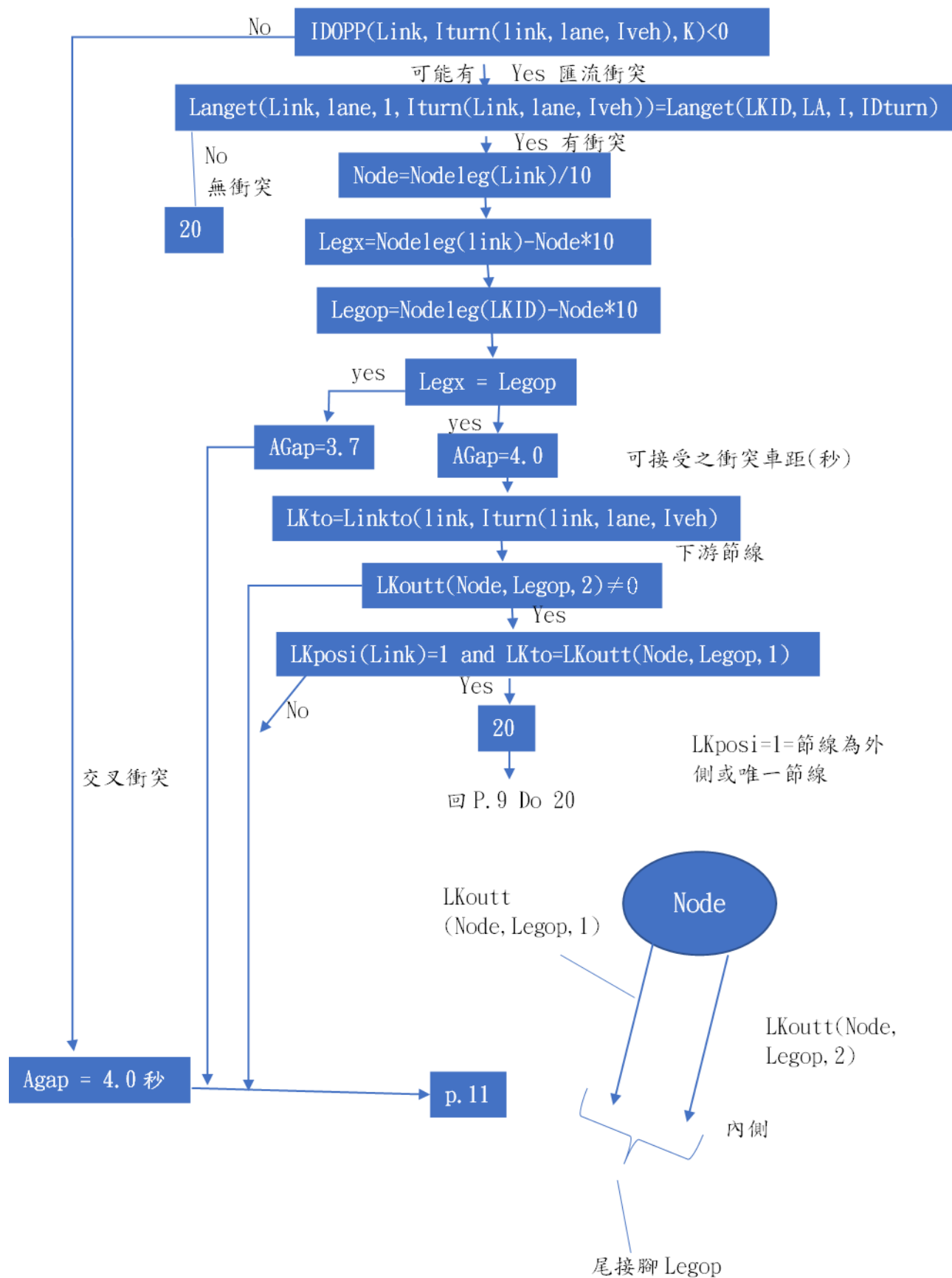




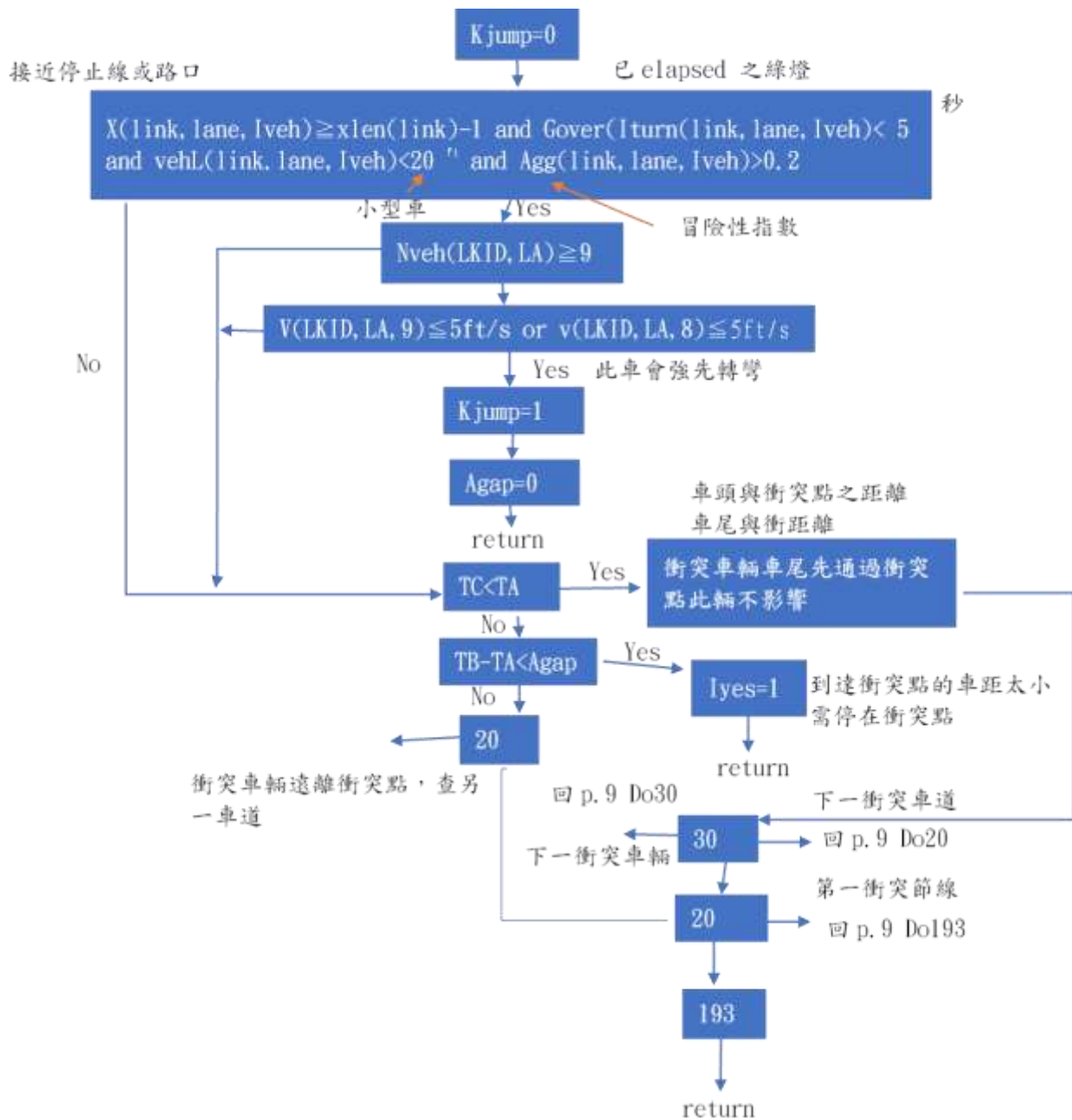






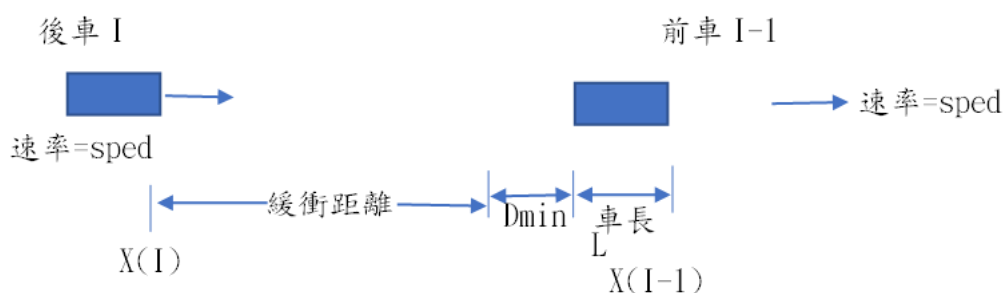






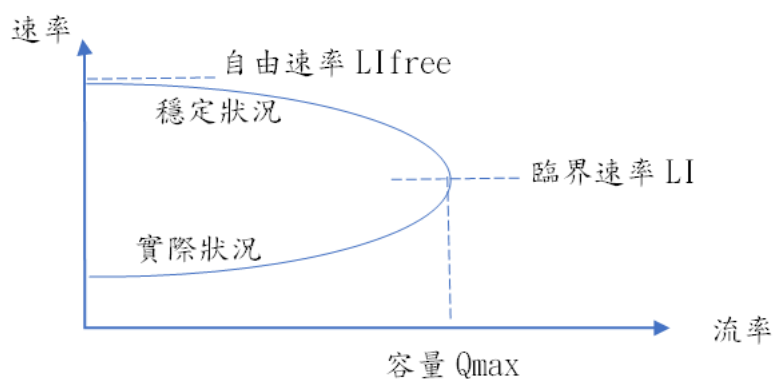
Spedzsy 之性質 pdf p.13

本子程式根據自由速率 I_{free} ，容量 Q_{max} 及臨界速率 I_{crit} 所構成之流率與速率的關係估計當一車輛之速率為 $sped$ 時，該車與車前頭保持的緩衝距離（buffer distance）及車距（buffer headway）"buffer distance"之定義如下：



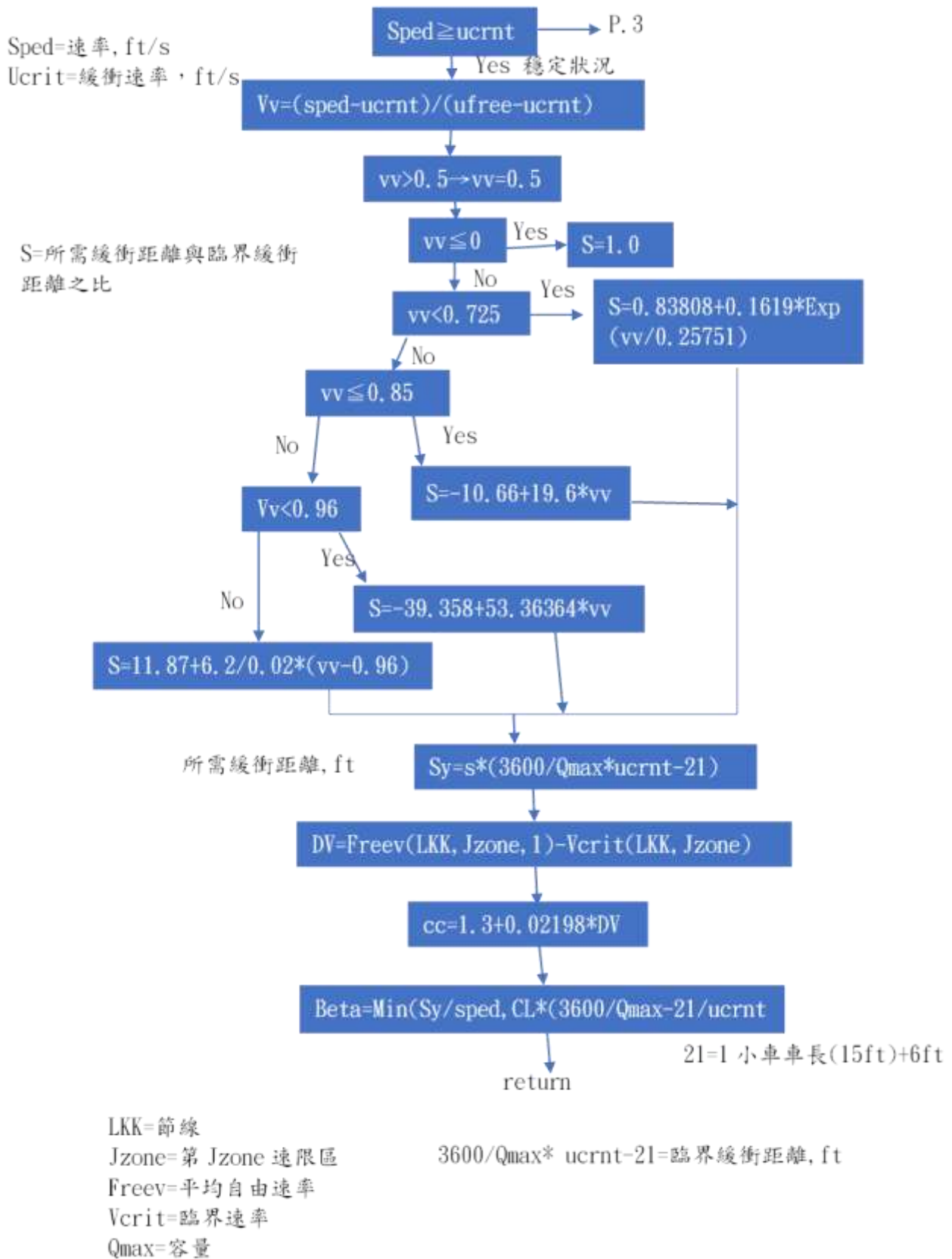
緩衝距離 = $X(I-1) - L - D_{min} - X(I)$ ，其中 D_{min} 是最少須保持之間距（停車時前後車之距離）

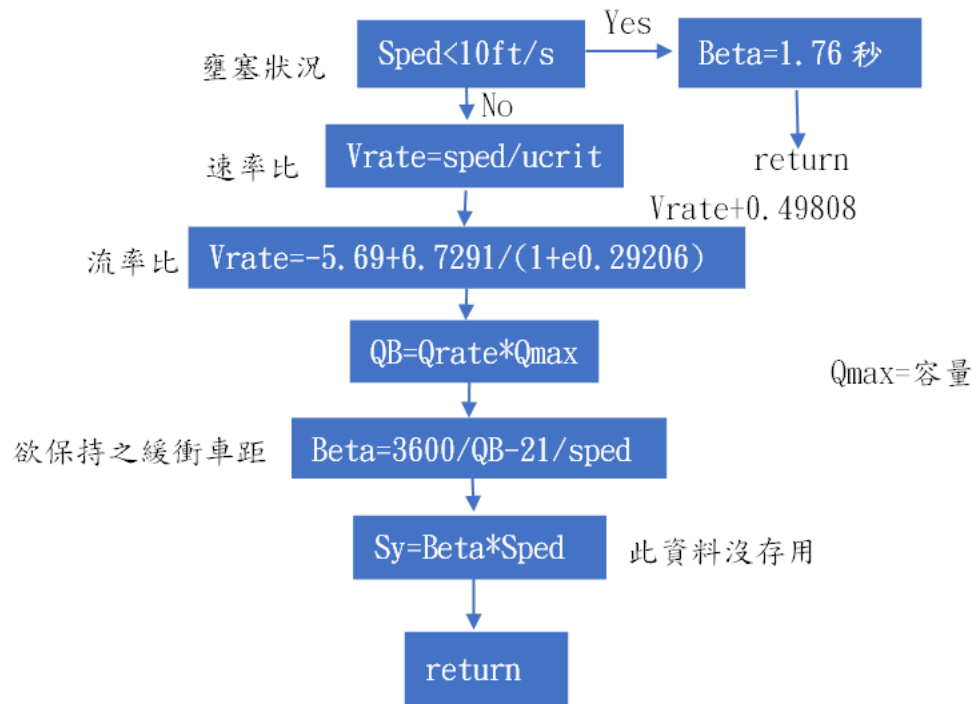
緩衝車距 = 緩衝距離除以速率



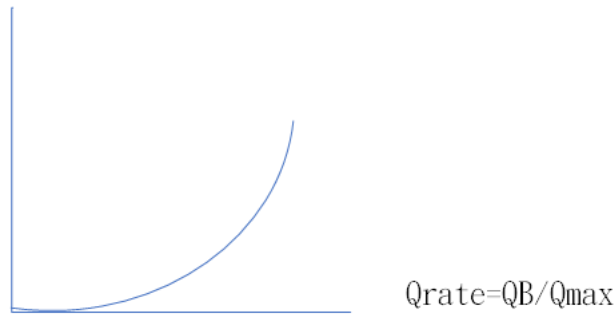
本子程式針對小車（車長+ D_{min} 設定為 21ft）估計緩衝距離 S_y 及緩衝車距 $Beta$ 前後車車種不同時 S_y 及 $Beta$ 在應用時須距車種之差異調整。車距之估計用自由速率及容量所造成之流率一速率關係來估計。

Sped2sy (LKK,Gmax,nfree,uerit,Jzone,sy,ssped,Beta) pdf p.14



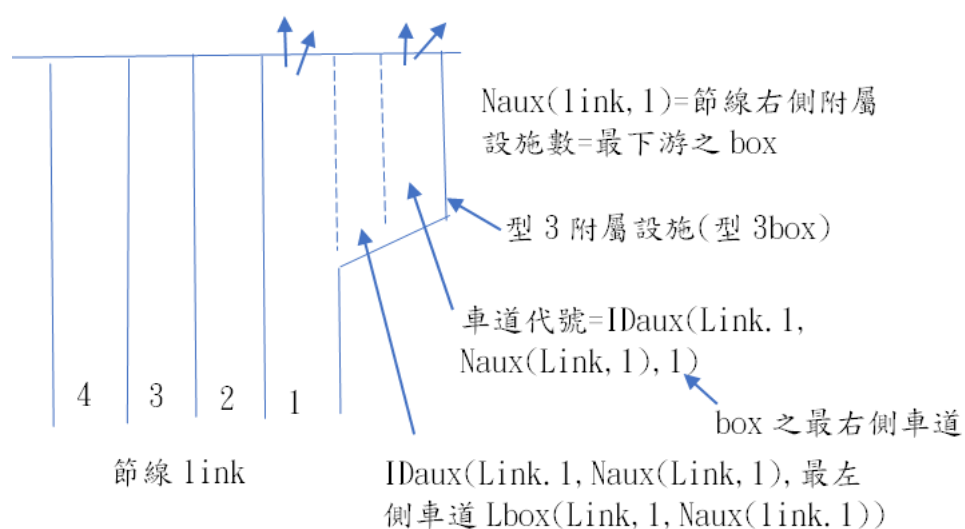


$$Vrate = sped / ucrit$$

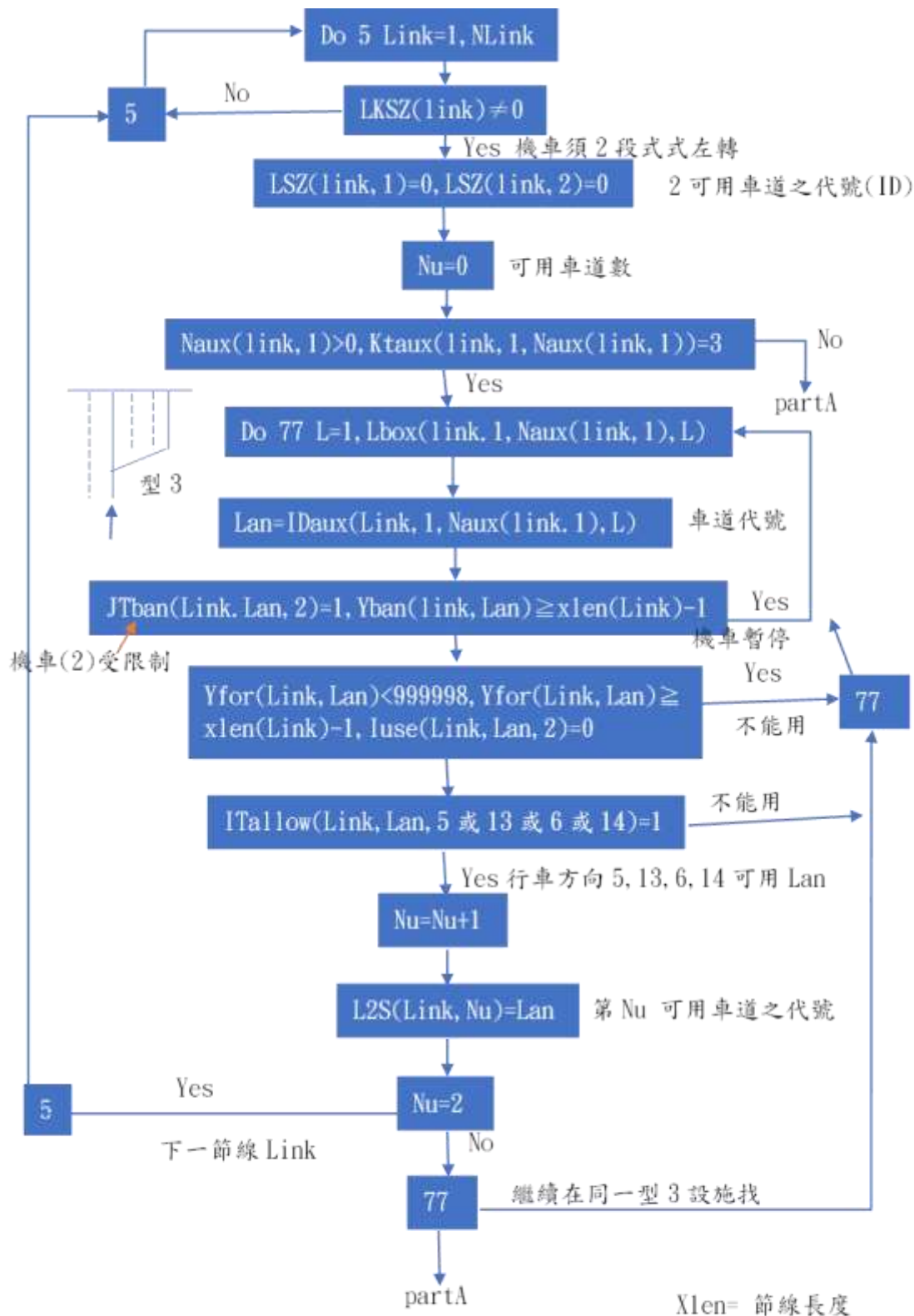


StageZB 之性質 pdf p.16

本子程式訂定最多 2 車道讓 2 段式左轉機車通過停止線轉入待轉區。此 2 車道之 ID 各稱為 LS2 (link,1) 及 LS (link,2)。link=節線代號。能讓機車使用以待轉區之車道需允許直行 (5=進入唯一或外側節線 5+8=進入內側節線) 或斜右轉 (6 或 6+8 之行進方向)。此外，機車不能進入機車禁行之車道或保留給其他車種使用之車道。



Lbox(link, 1, Naux(link, 1))=節線右側最下游 box(附屬設施)之車道數

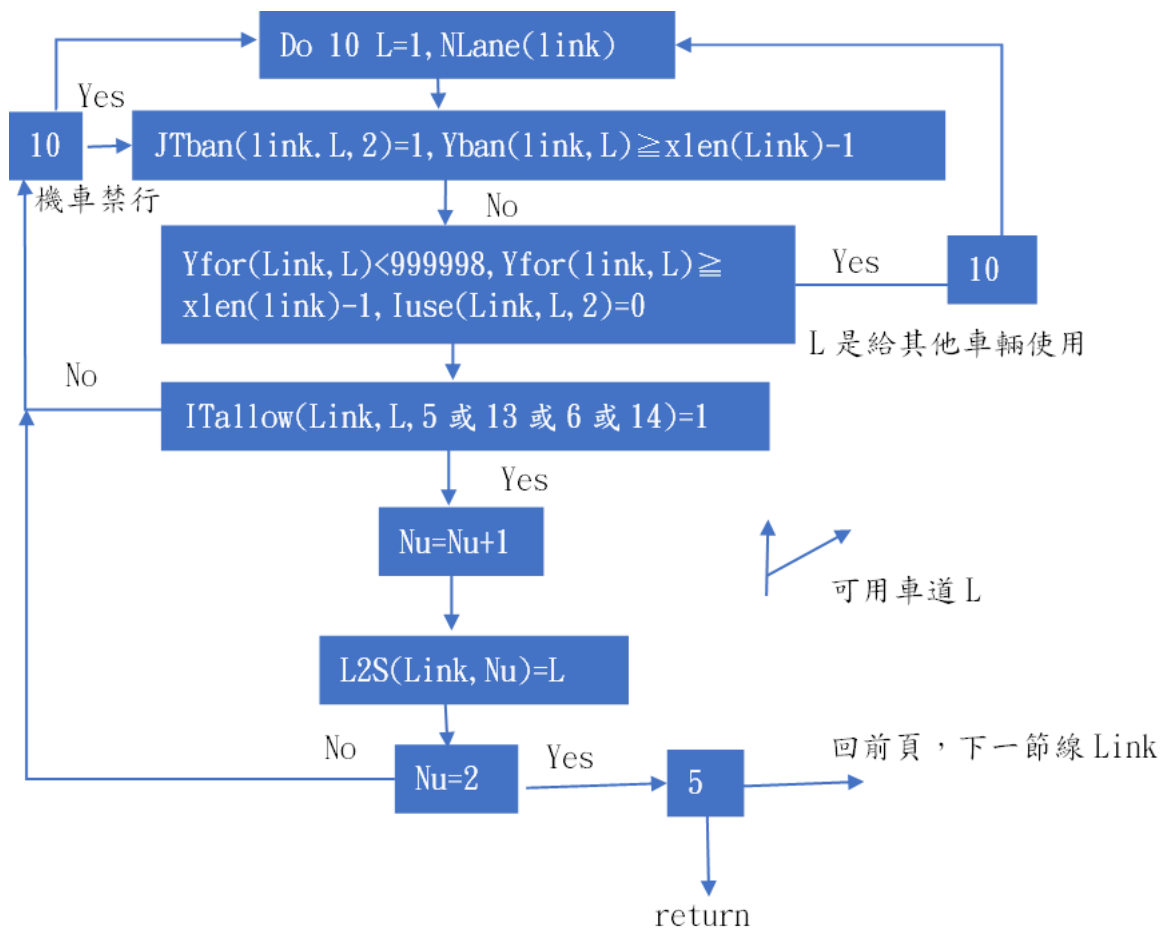


Yan=禁行區終點

Yfor=保留/專用車道之終點

luse(Link, Lan, 2)=0 代表機車(2)不能用車道 Lan

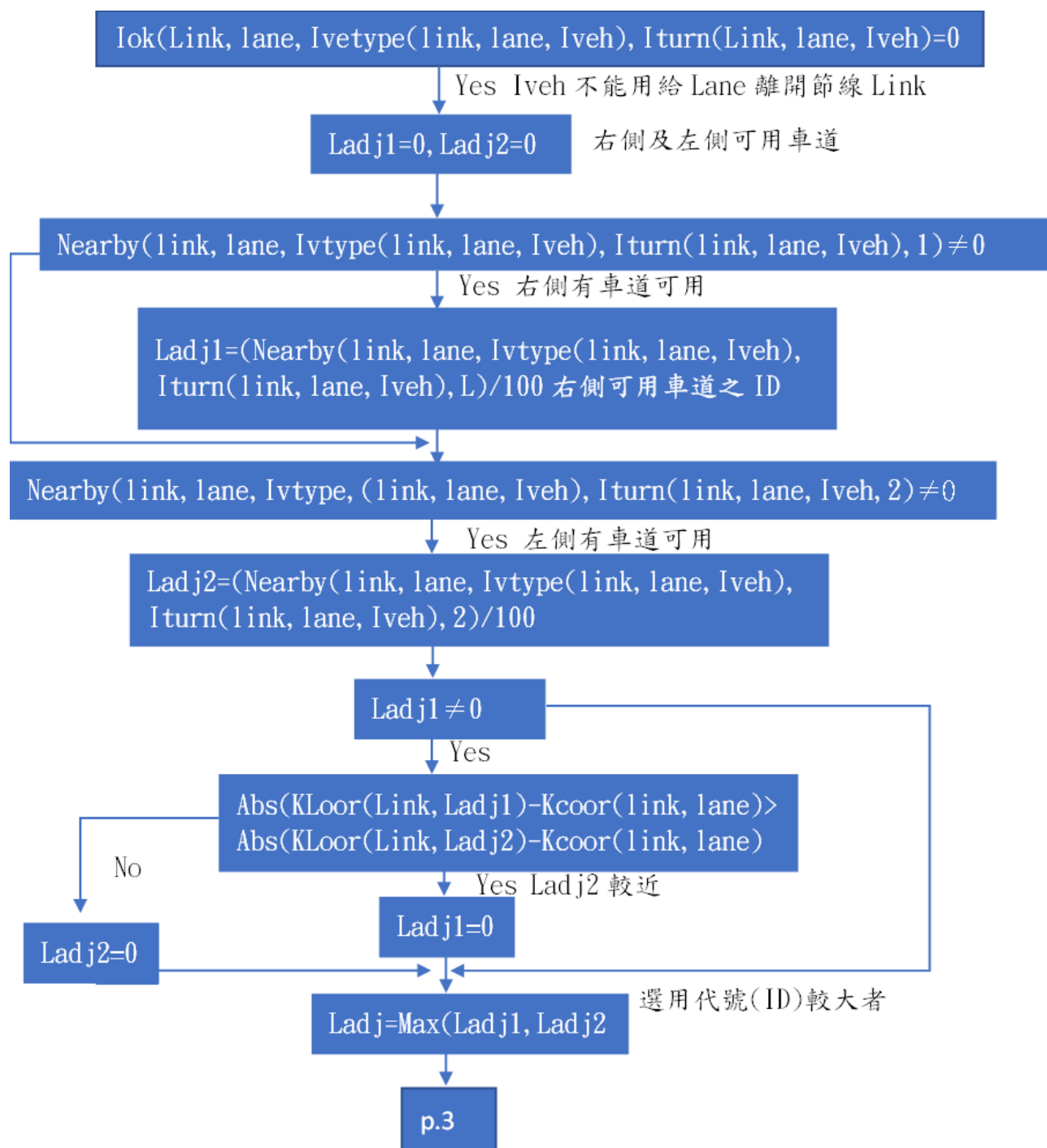
partA 找非附屬之可用車道

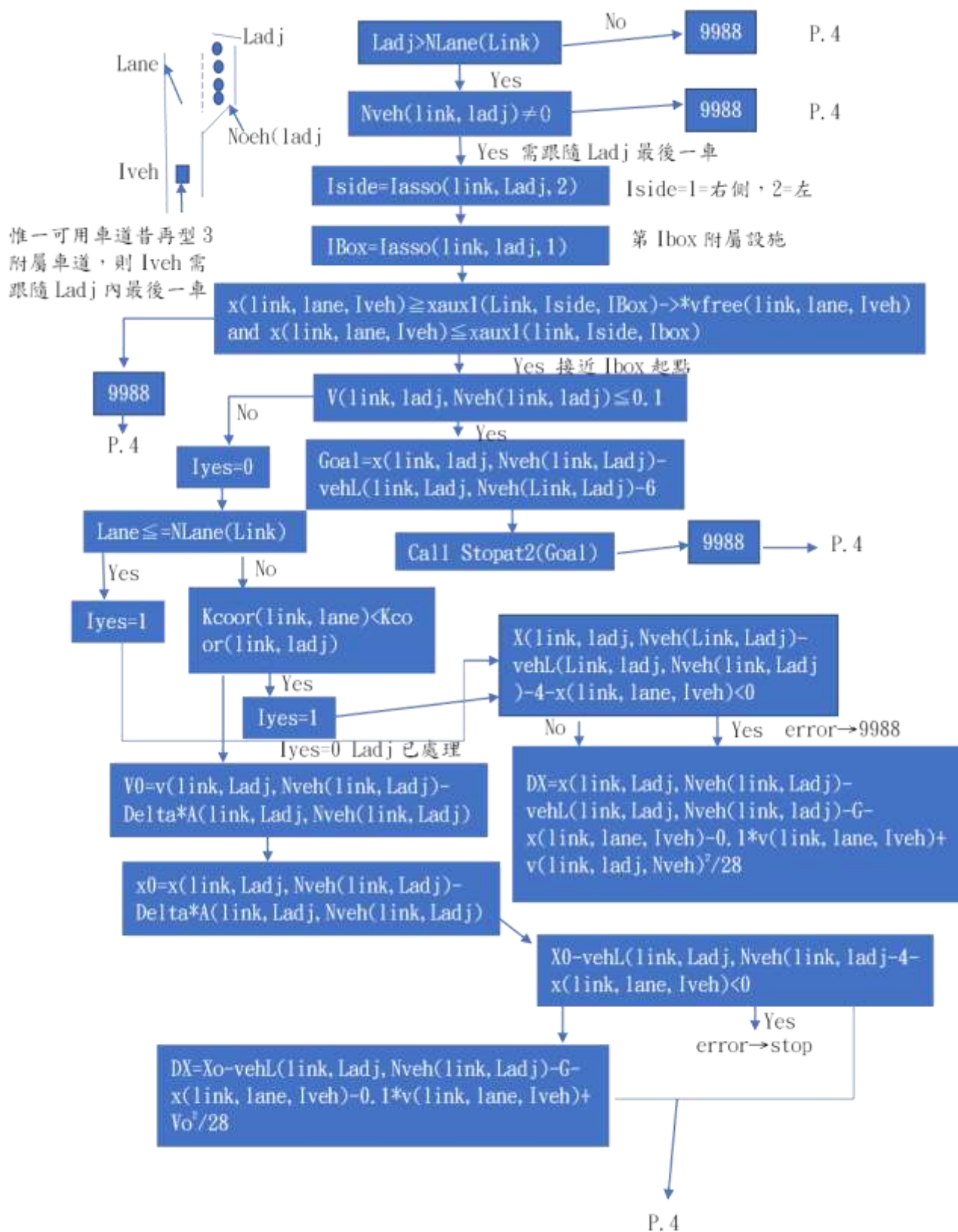


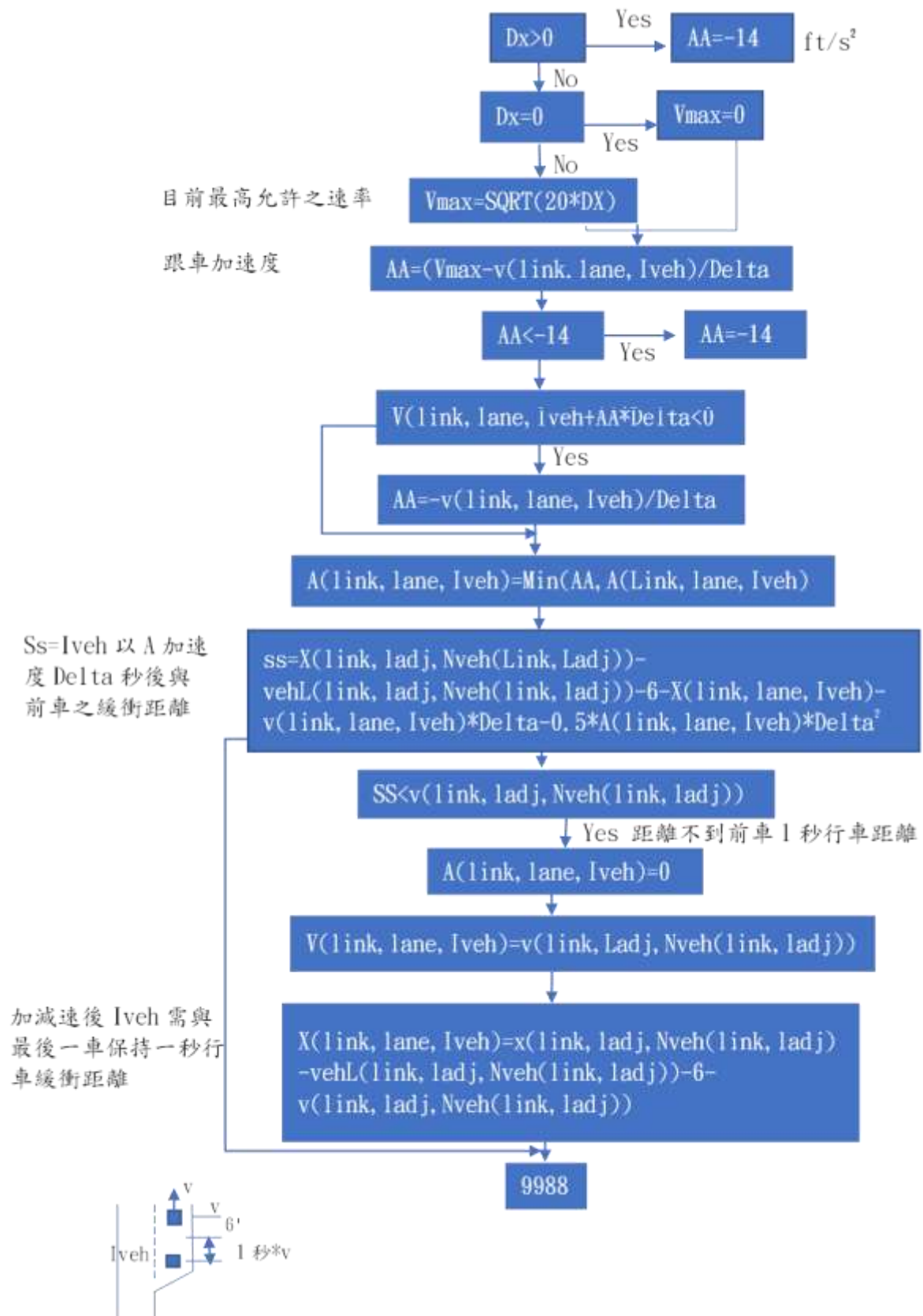
Stayin 之性質 pdf p.1

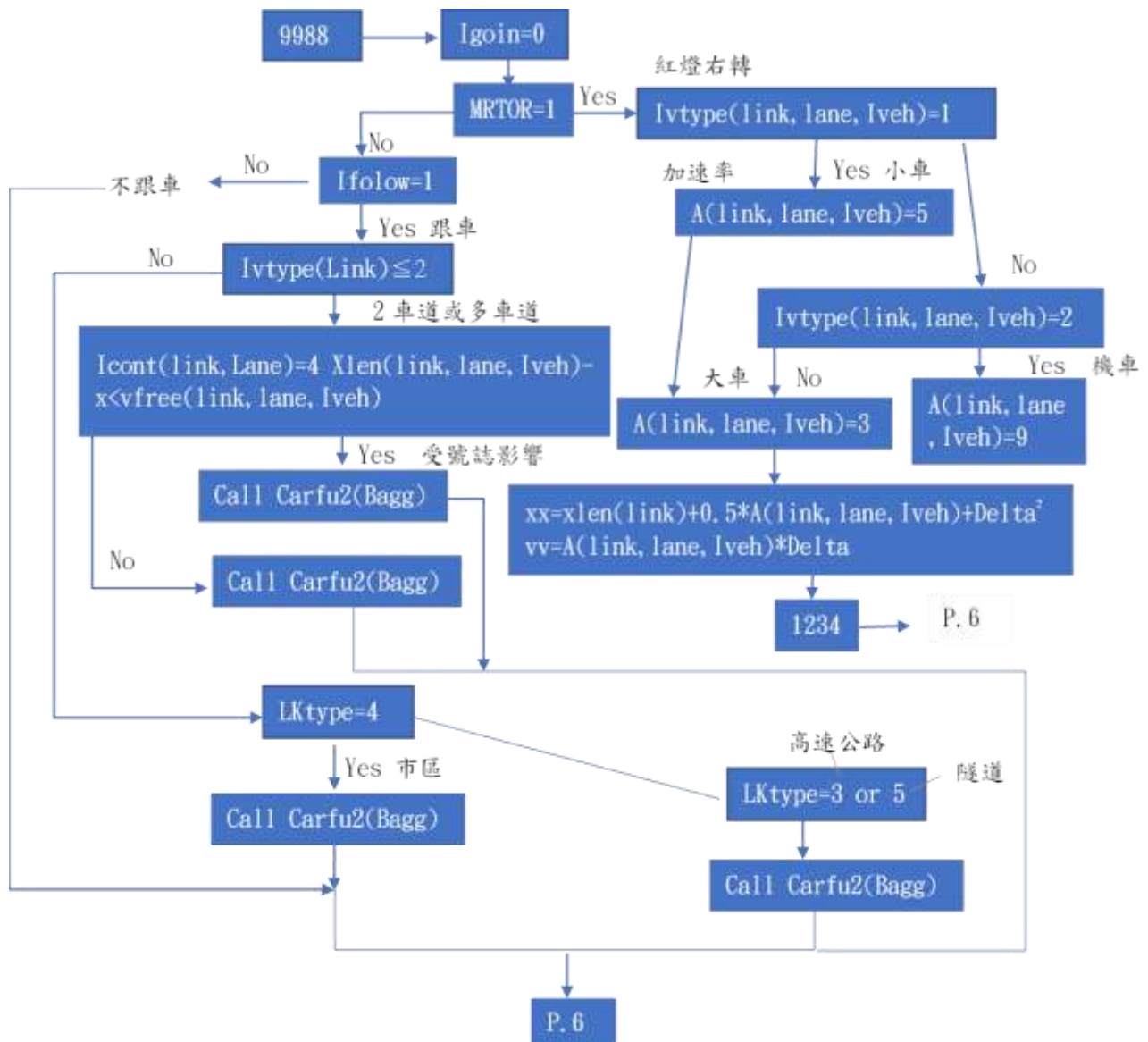
已知車 Iveh 會留在目前用的節線 Link,及車道 Lane，本子程式根據下游及交道控制狀況訂定 Iveh 之加速度及在目前之 Simulation step 結束時之新位置及新速率，並更新及蒐集資料。除了須跟車之外，Iveh 也須根據在左右兩側變換車道的行為，調整車速。

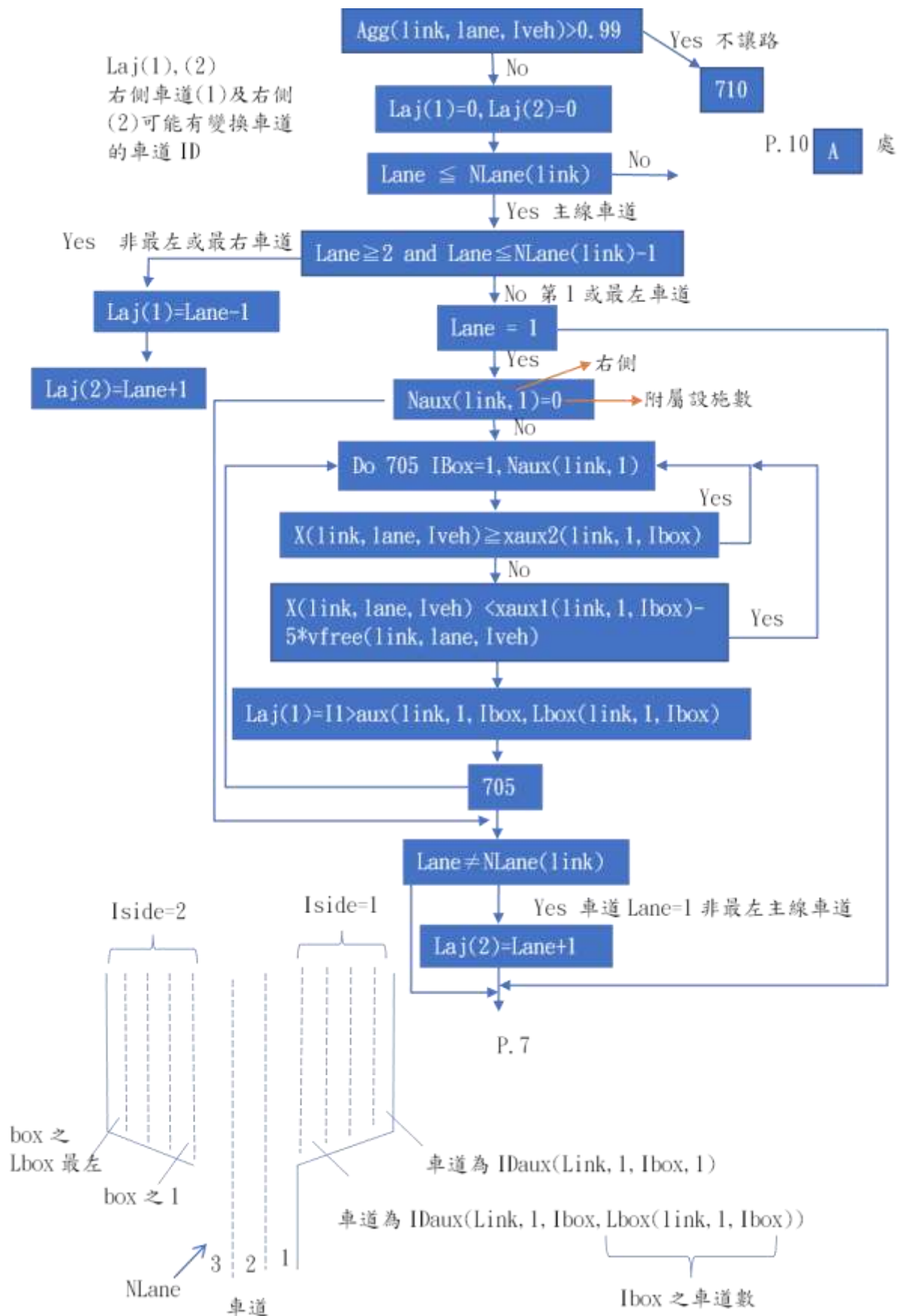
Stayin (Ifollow,must,Idone,Igoin,Need,MRTOR) pdf p.2

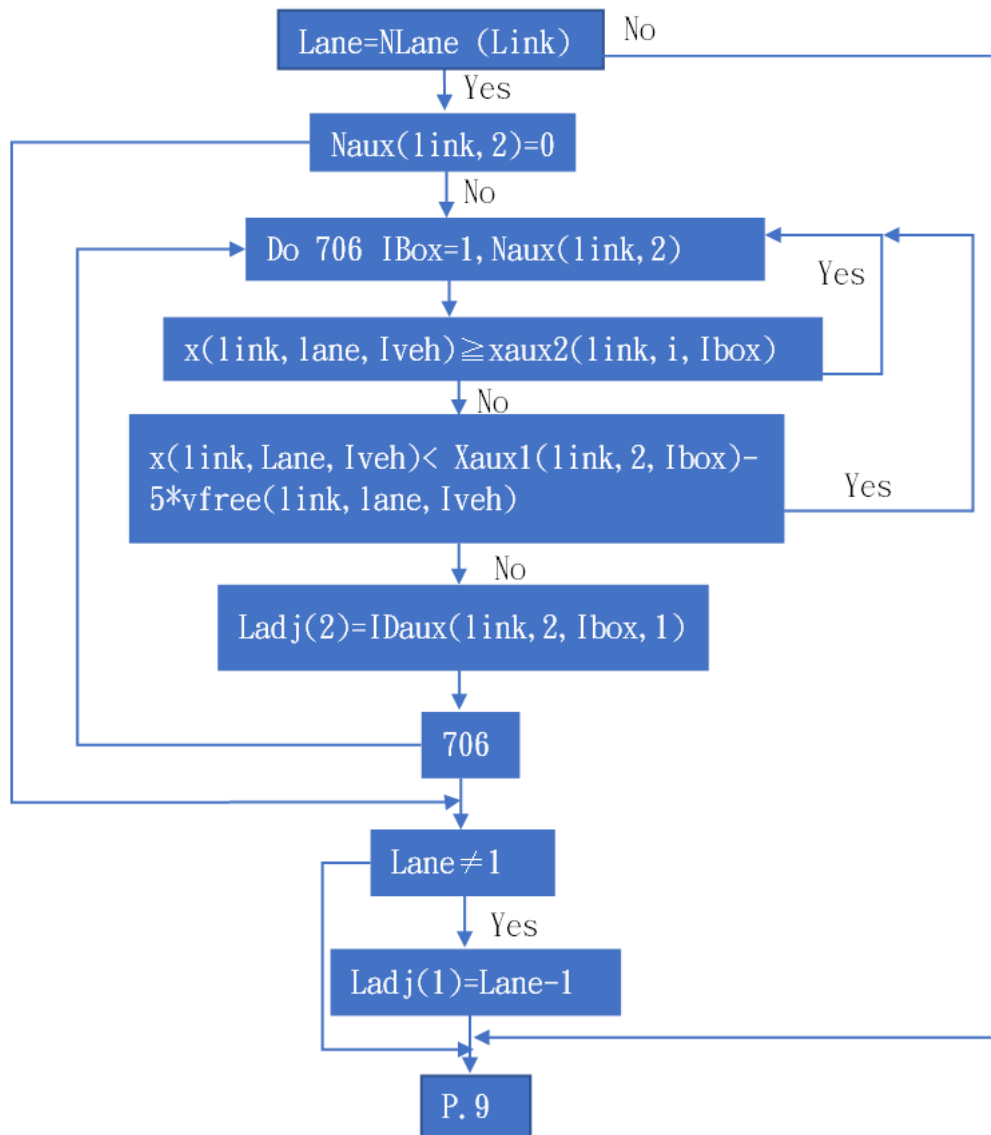


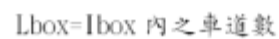


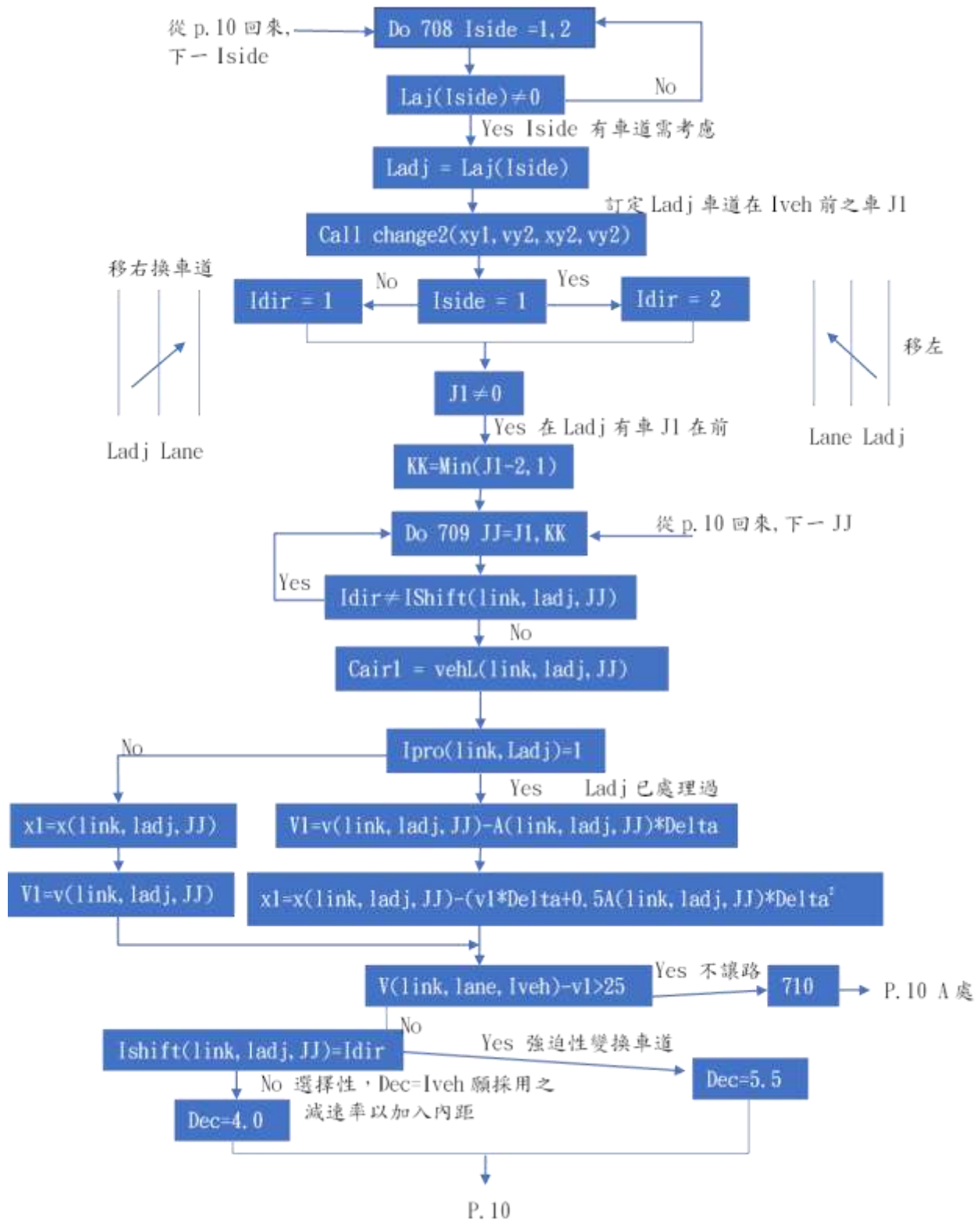


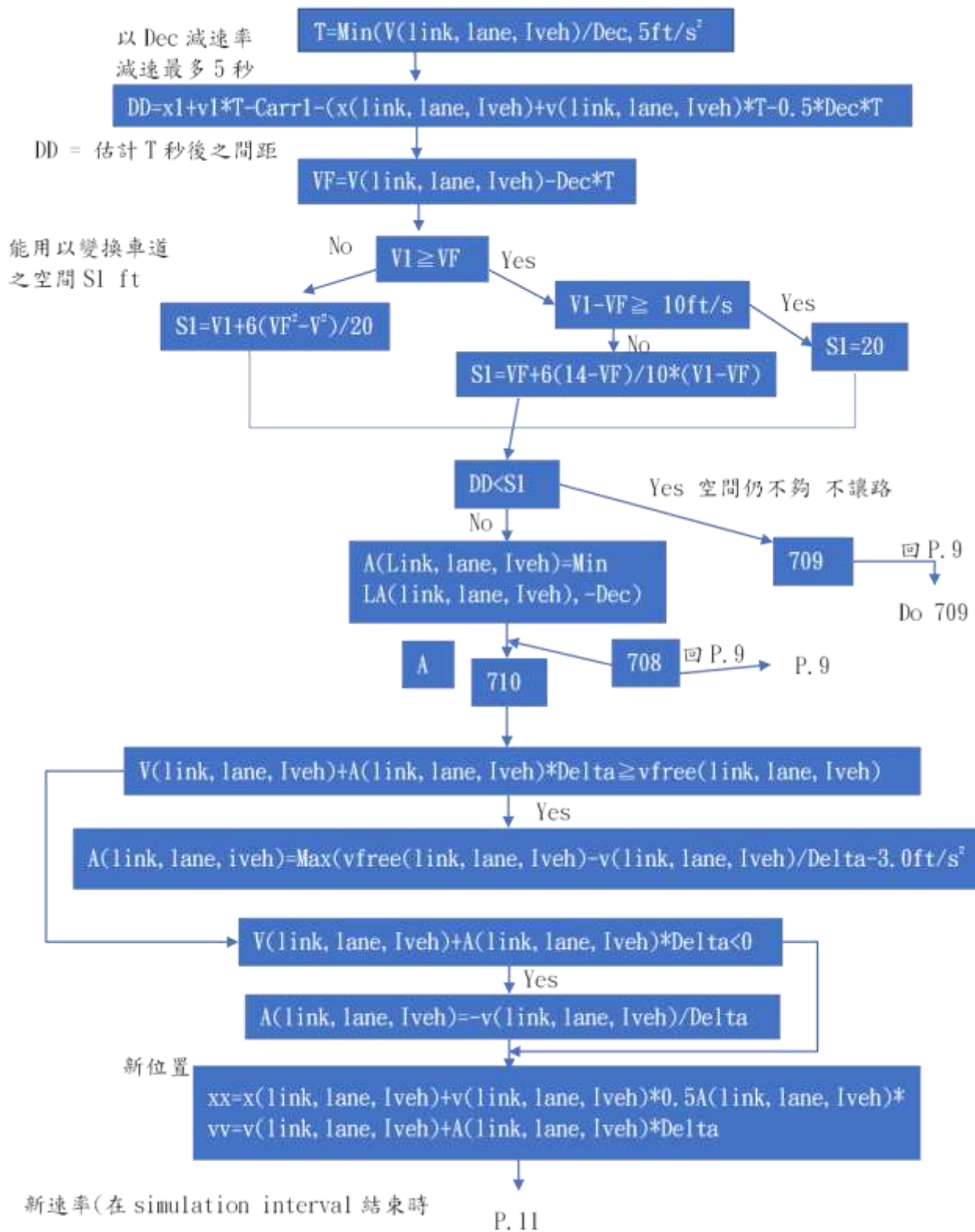








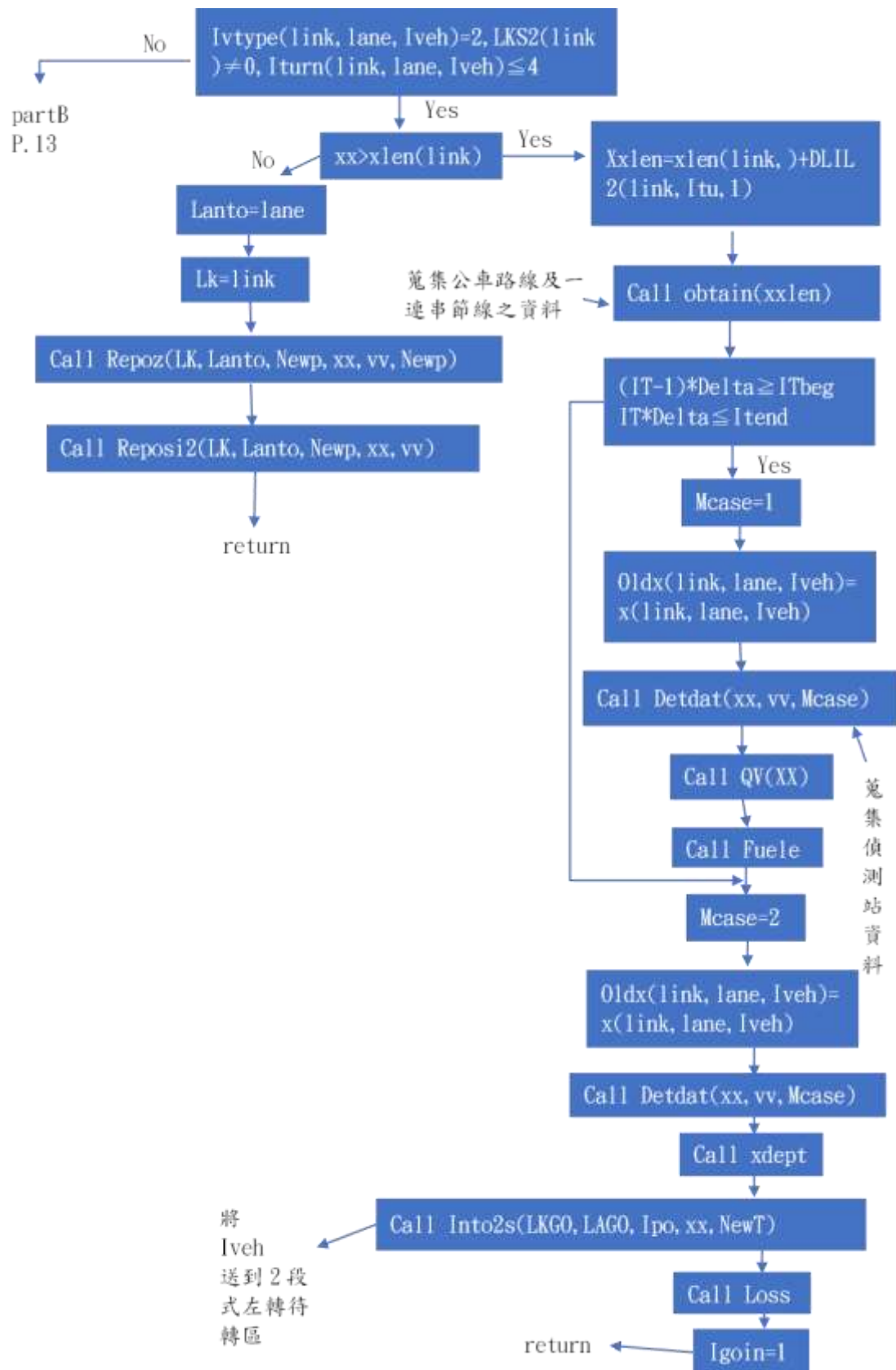






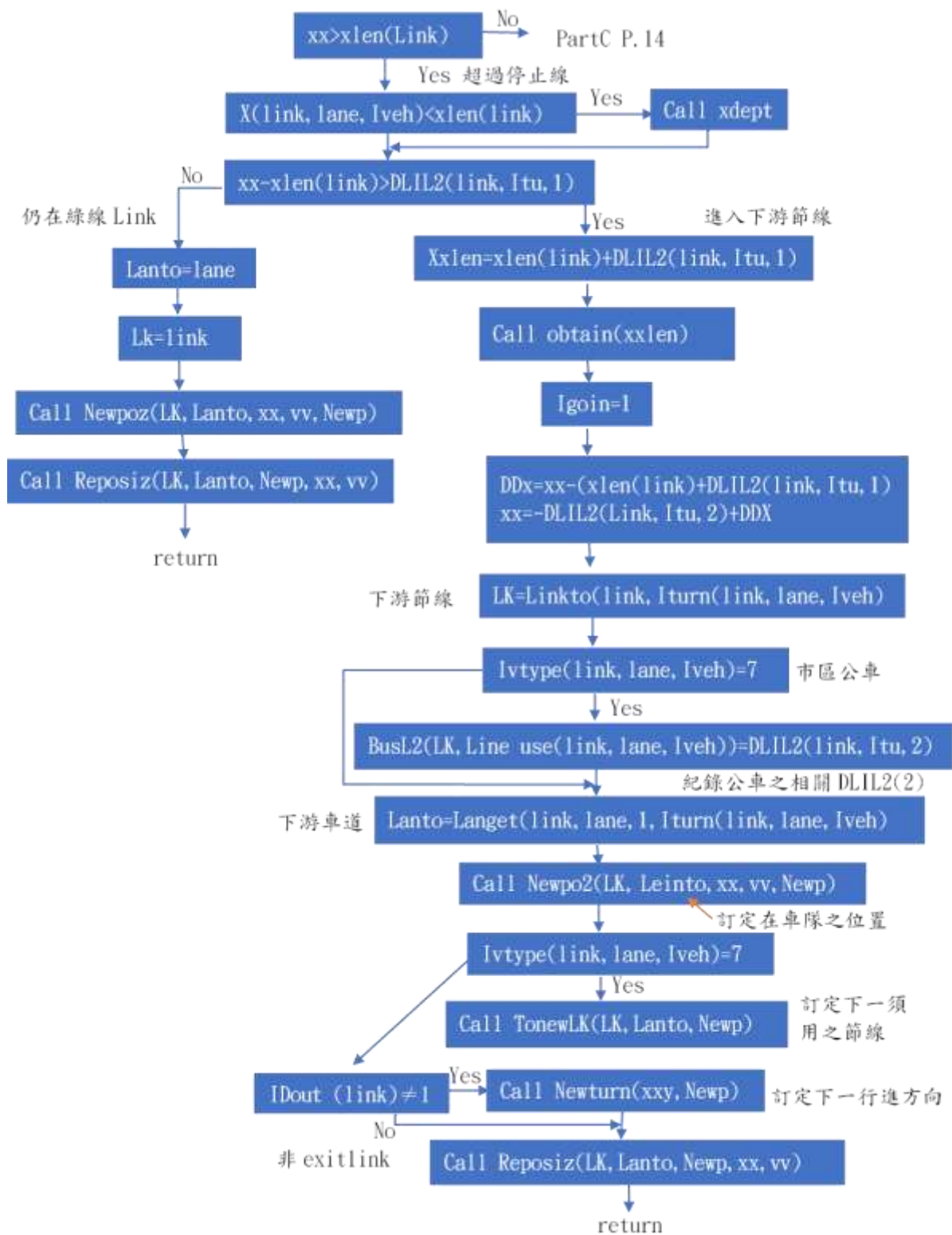
Stay in pdf p.12

PartA Iveh 不在離開路網之節線



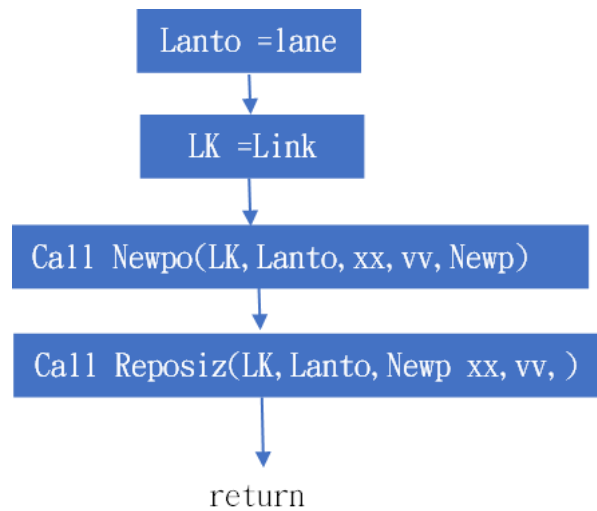
Stay in pdf p.13

Part B Iveh 非 2 段式左轉機車



Stay in pdf p.14

Part C:Iveh 仍留在原來車道



Stopat2 (goal) pdf p.15

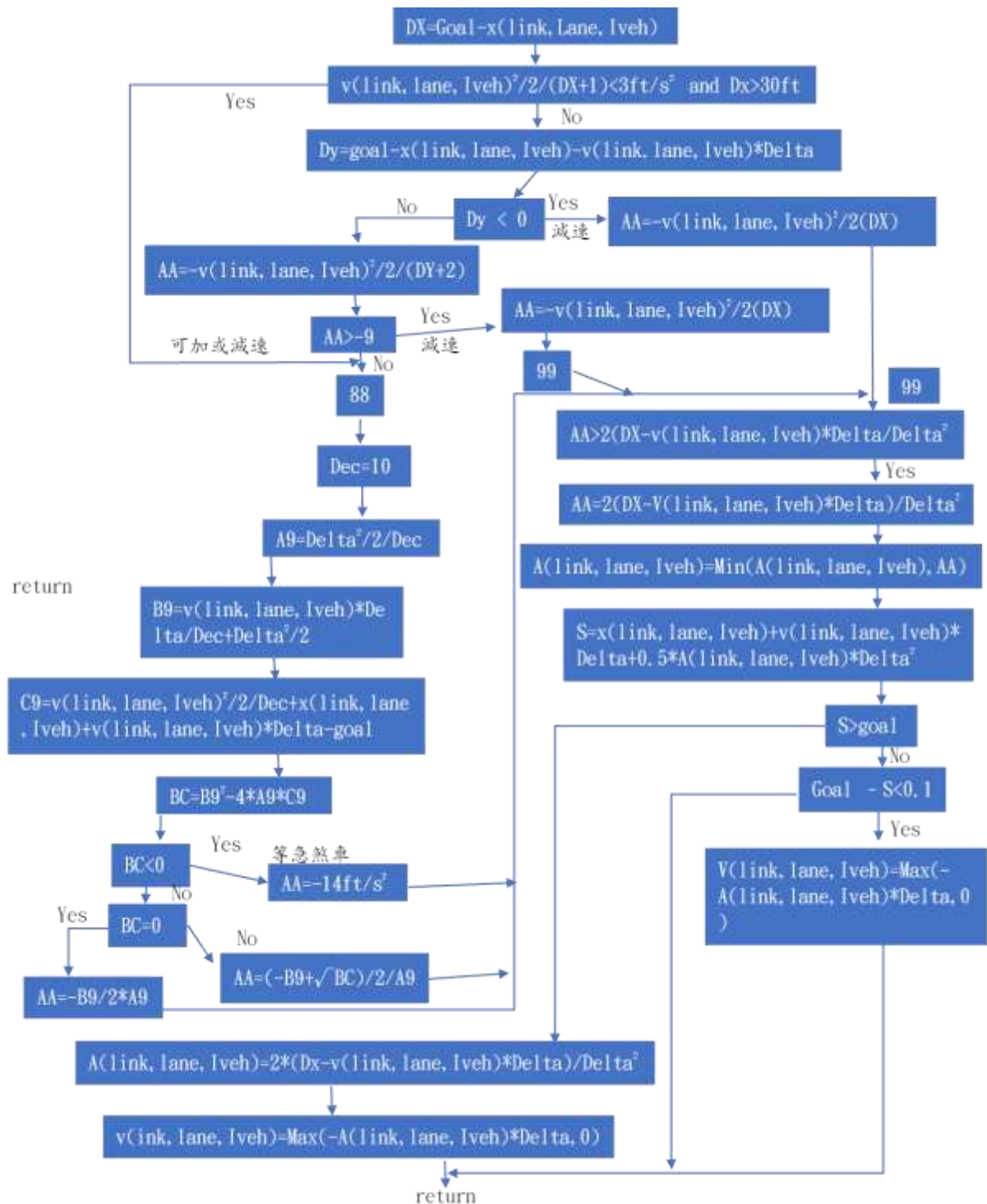
- 車 Iveh 瞬間位置 x (link, lane, Iveh) 及速率 v (link, lane, Iveh)
- 此車須在 goal 之位置停下，本子程式訂定 Iveh 宜採用之加減速率。

最高加速率 AA (可能是負值) 須滿足下列條件

$$x + v * \Delta + 0.5 AA * \Delta^2 + (v + \Delta * AA)^2 / 2 * Dec = goal$$

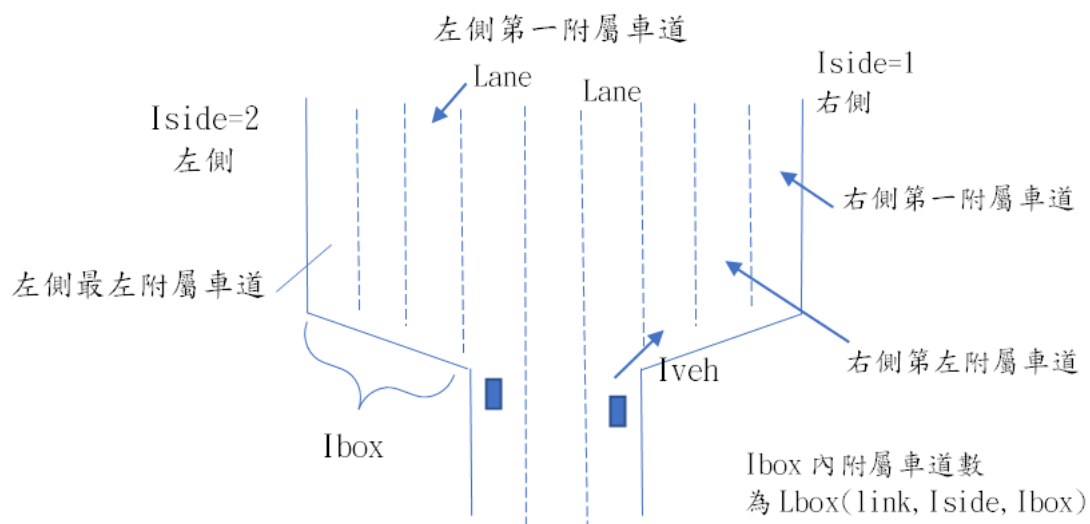
Dec = 願意採用之最高減速率 ft/s²

Delta = Simulation Step (Scanning interval) 之長度 0.5s



Tobox3 之性質 pdf p.17

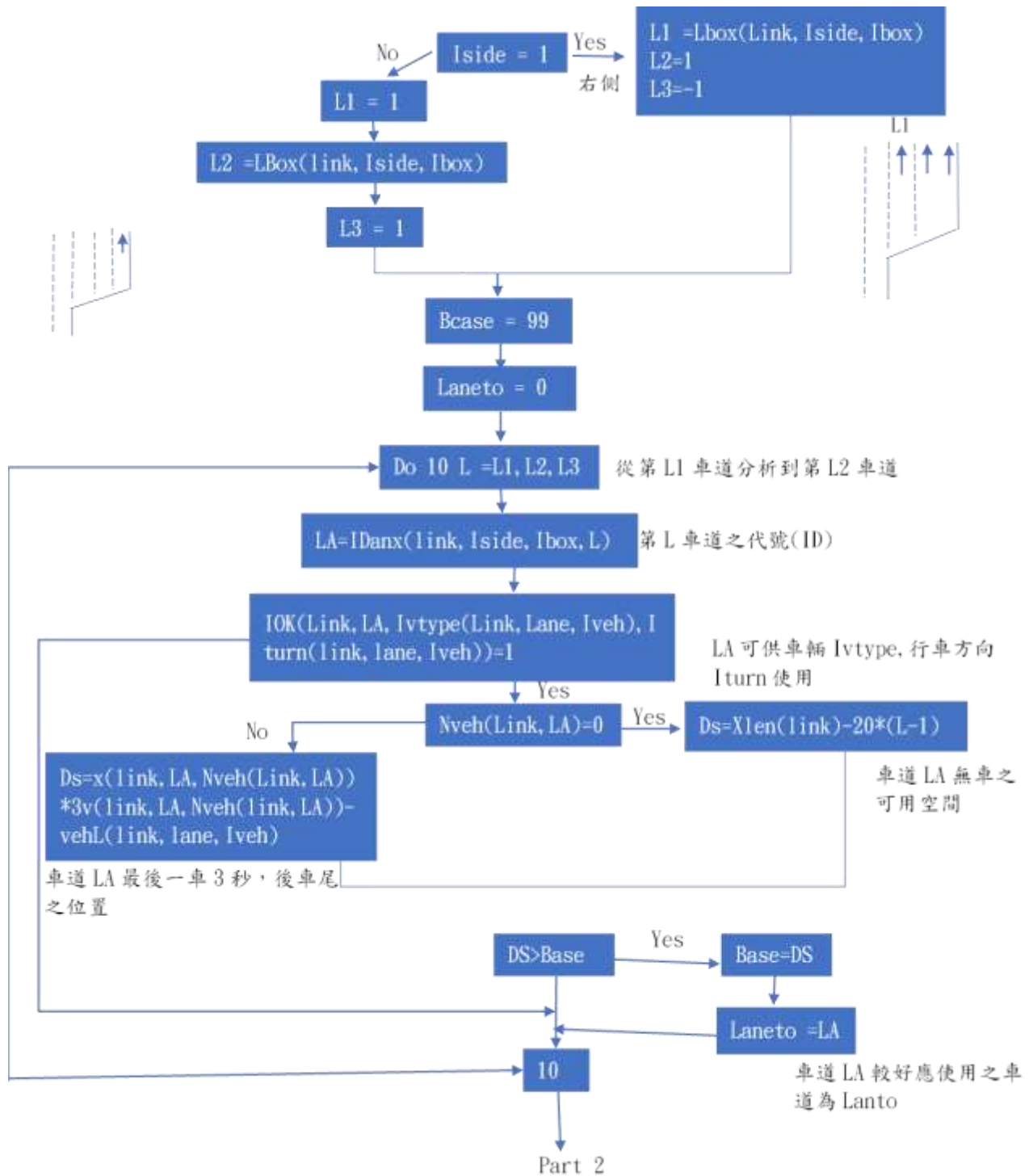
一車輛接近路口時必須使用能用之車道。有時一車輛在接近下游型 3 支付數車道時，現用的車道 Lane 不能繼續用，而能用之車道全部為附屬車道。本子程式之目的在於選擇一車道並更新 Iveh 之位置，速率，加速率及車隊中各車之屬性。

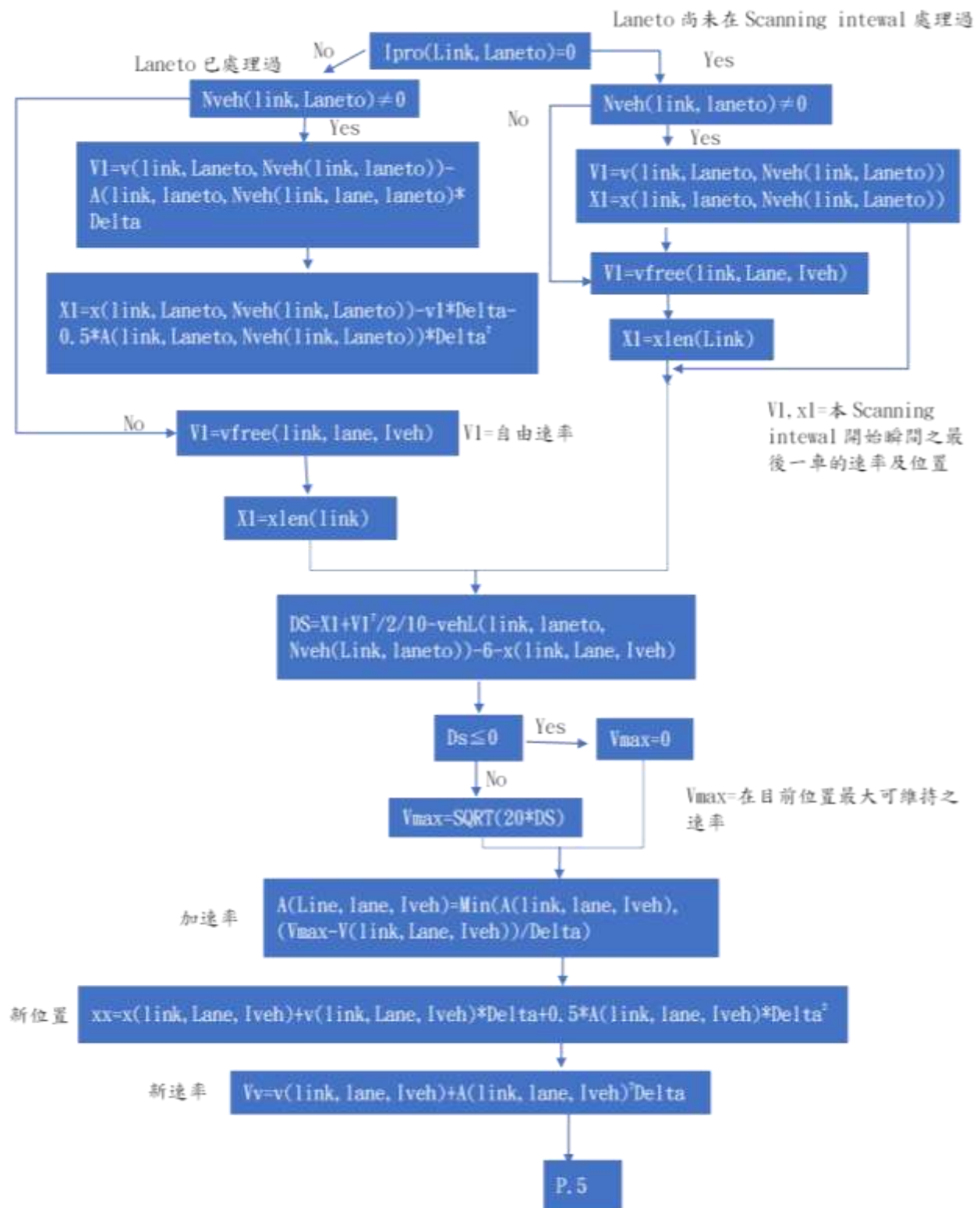


各附屬車道之 ID 為 $Idaux(link, Iside, Iboth, N)$

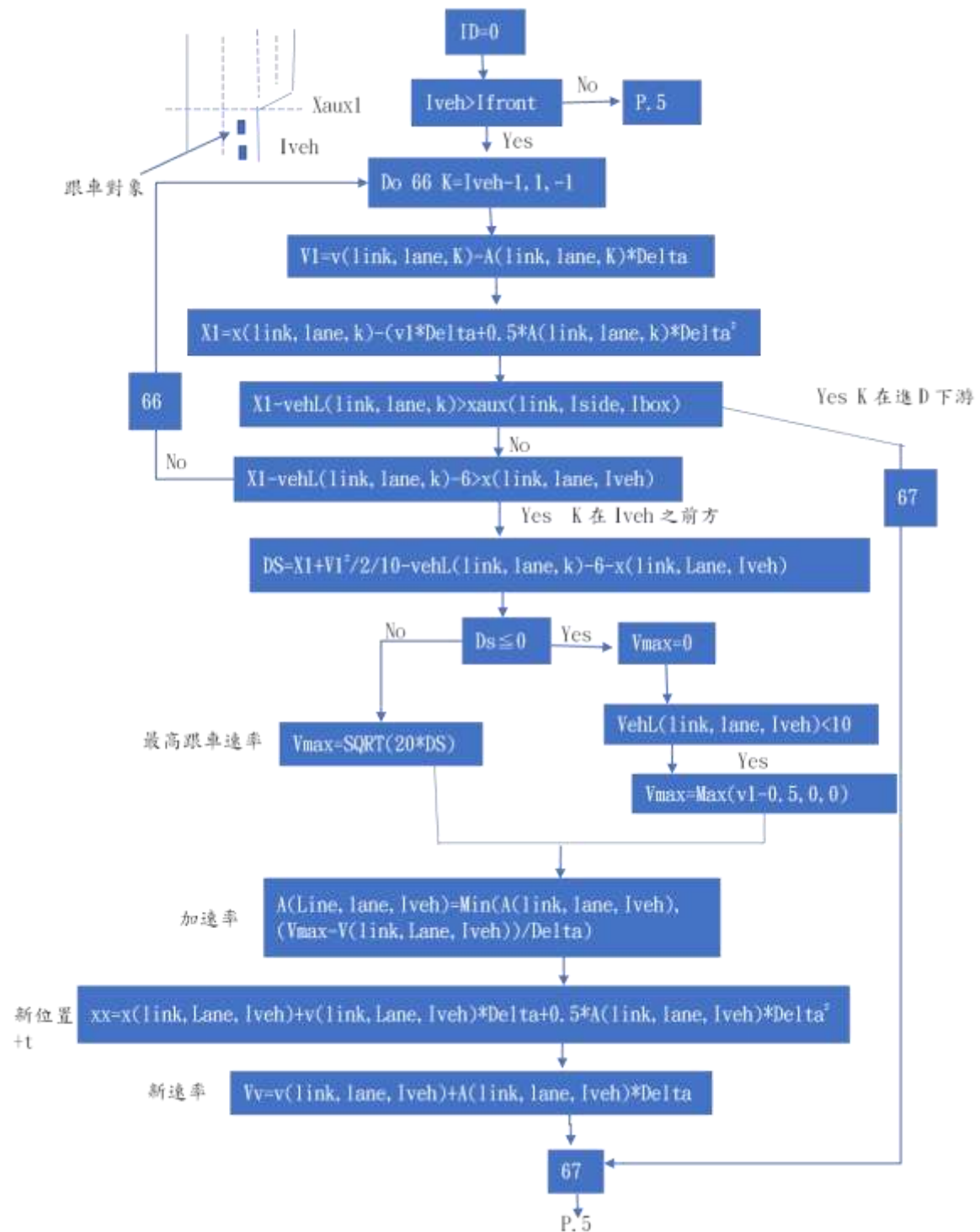
N = 第 N 附屬車道 (從右到左 1, 2, 或 3)

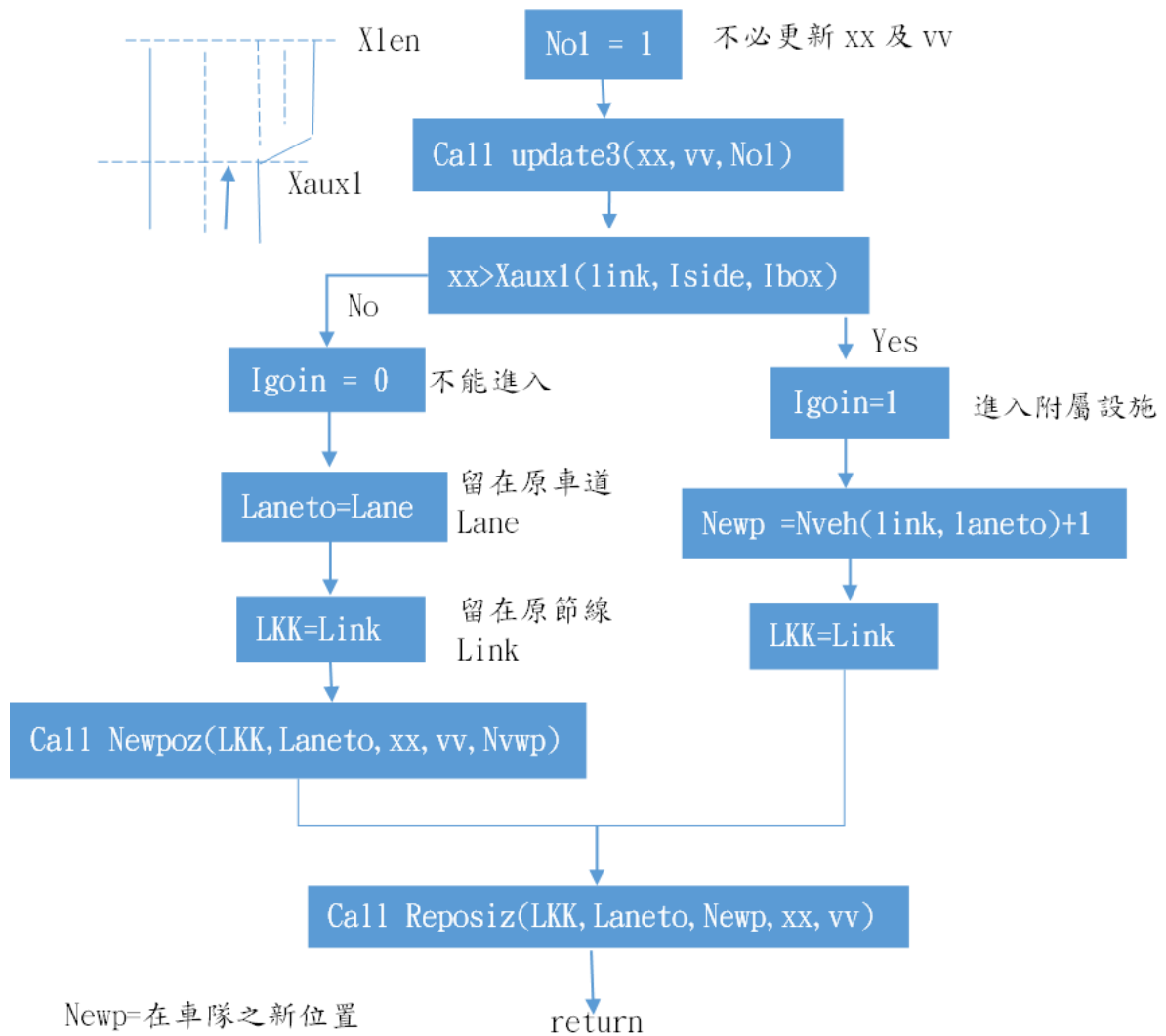
$Iok(Link, LA, Ivtype, Iturn) = 1$ 表示車種 $Ivtype$, 轉向 $Iturn$ 之車輛可使用車道 LA 離開節線，最理想 (欲進入) 之附屬車道為 3 秒鐘之後能讓 $Iveh$ 有最大空間進入車道。 $Ipro(link, LA) = 1$ 表示車道 LA 在本 Scanning interval 已處理過，其位置 x 及速率 V 為已向前推進 δ 秒之值。



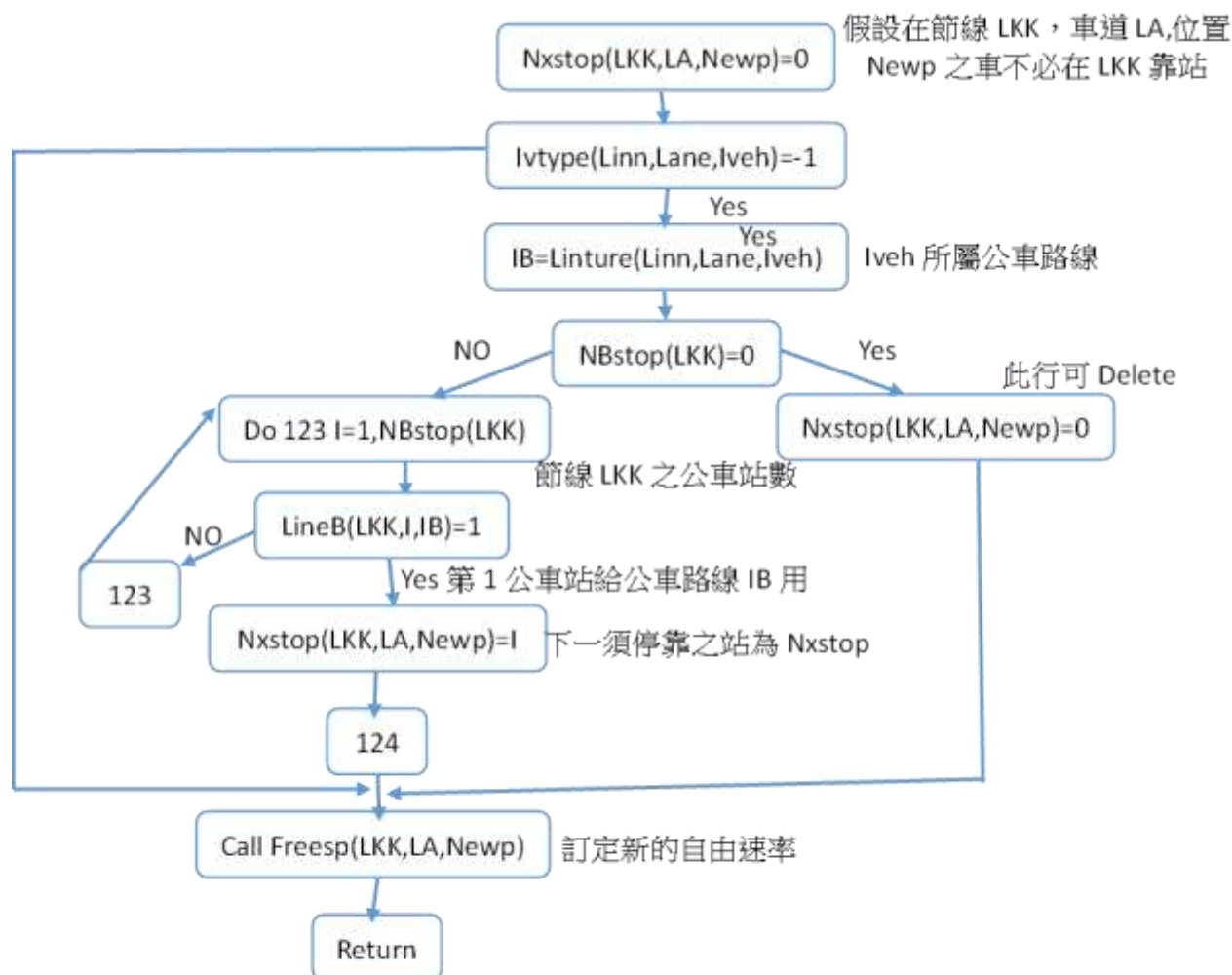


≤ 0





Tonewlk(LKK,LA,Newp) pdf. P.1

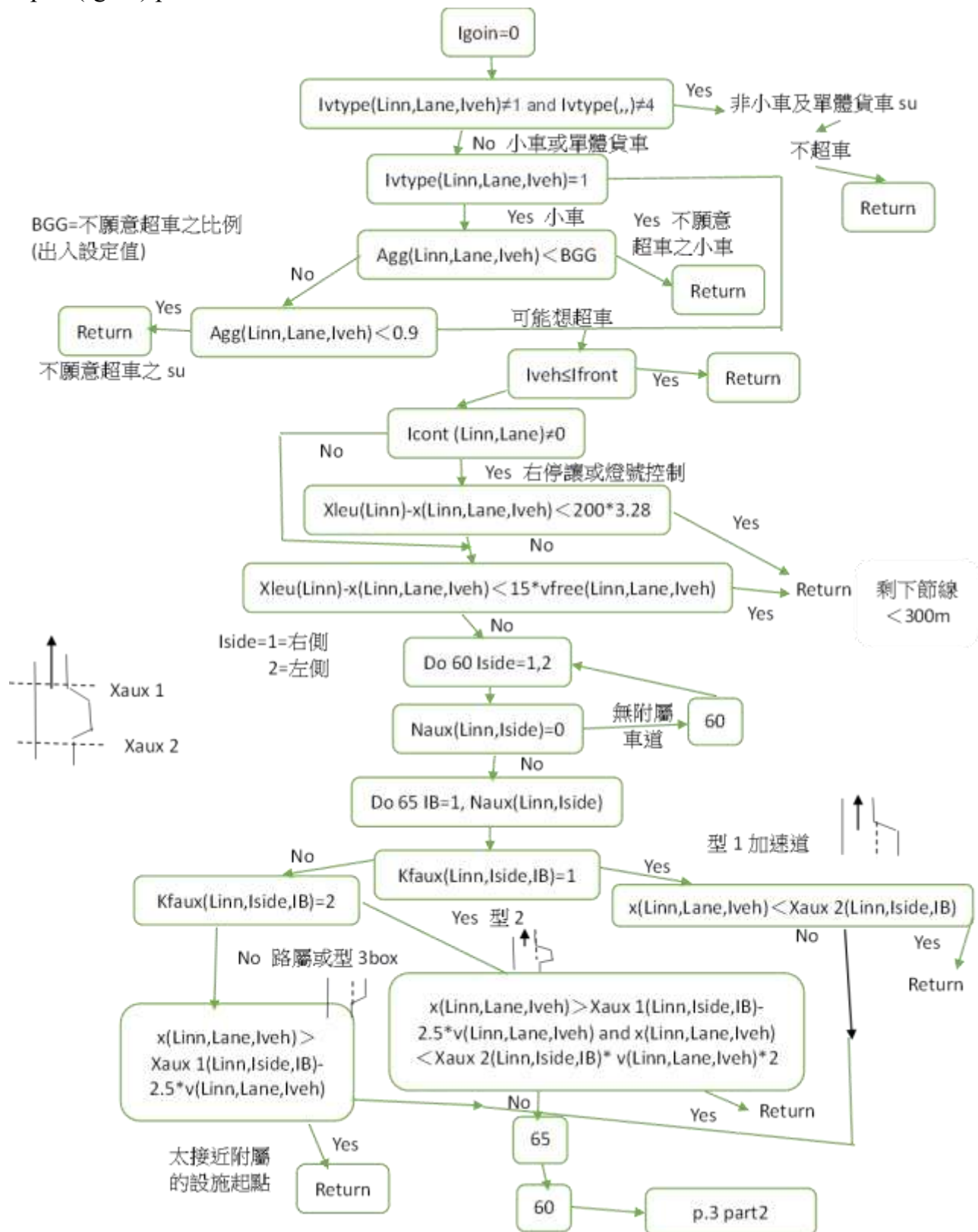


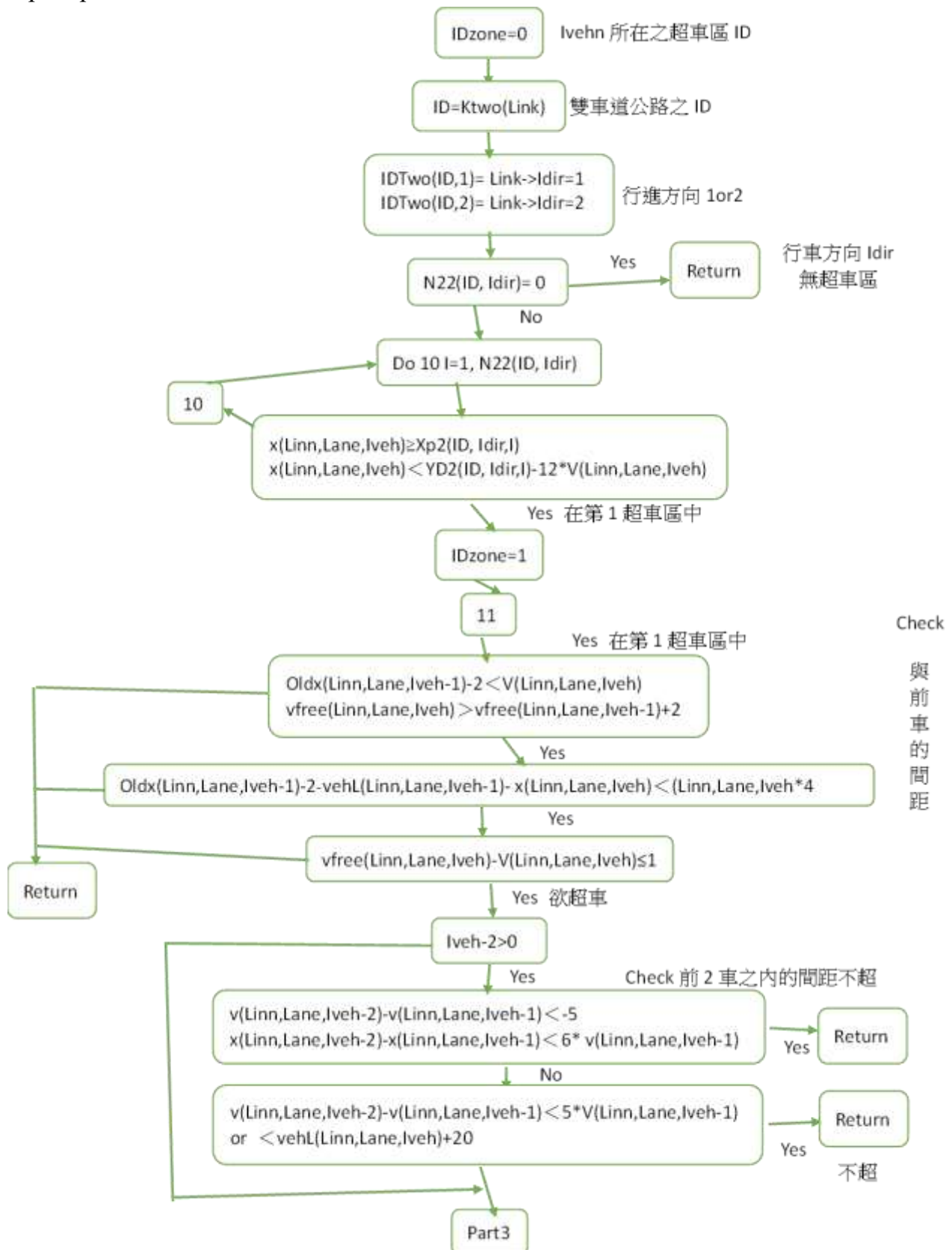
本子程式在一公車進入第一節線 LKK 之車道 LA 時,訂定第一座靠站之公車站 ID ($Nxstop(LKK,LA,Newp)$)及訂定新的自由速率 $vfree(LKK,LA,Newp)$

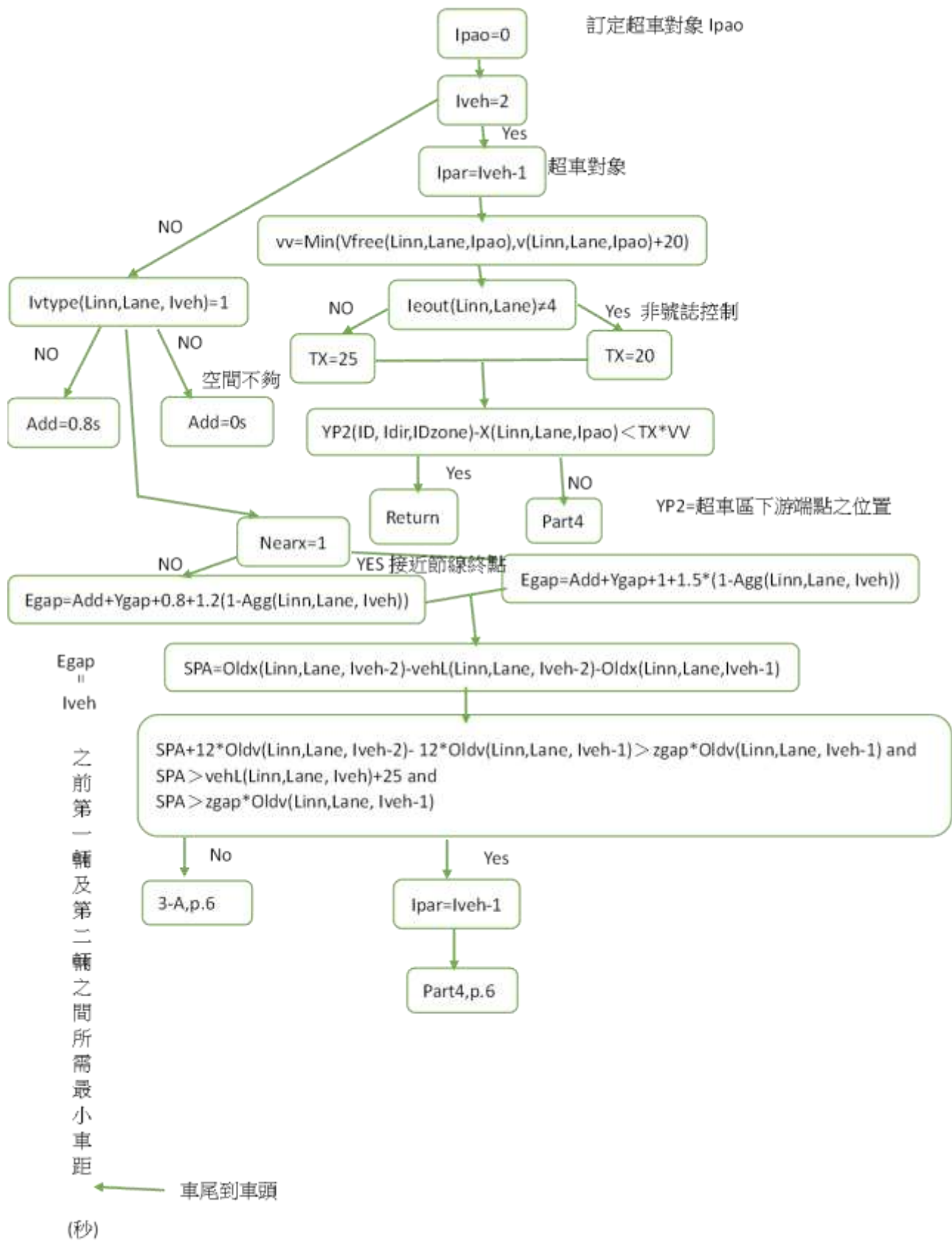
Topass 之性質 pdf. P.2

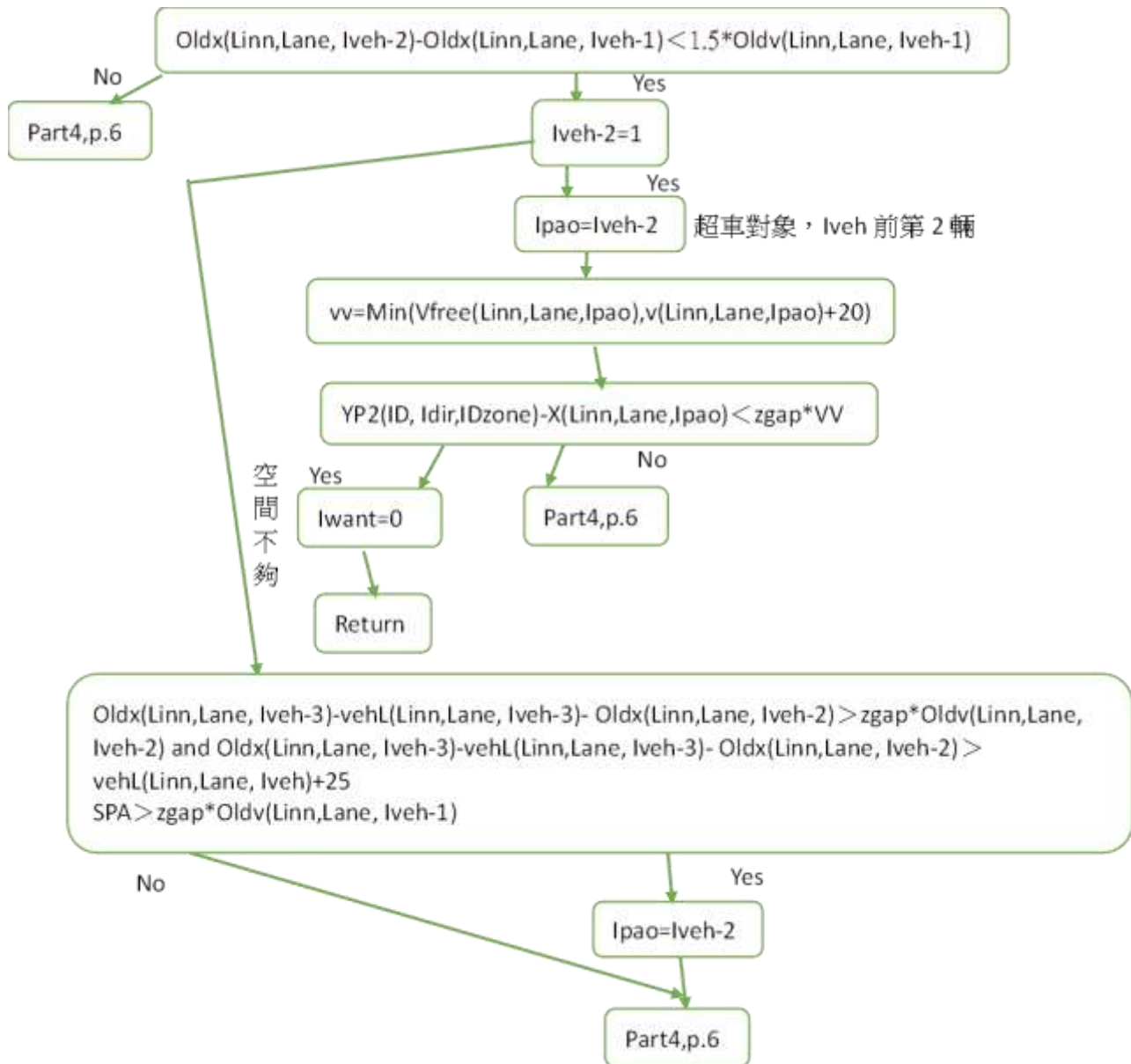
本子程式探討一車輛 Iveh 是否考慮超車，如考慮超車，是否能安全超車。如能安全超車，則將 Iveh 送進一 virtual 之車道。本子程式用 Topass2 子程式及 Topass3 子程式協助決定 Iveh 是否能超車；並用 Meveto 子程式將能超車之 Iveh 送進 virtual 車道。

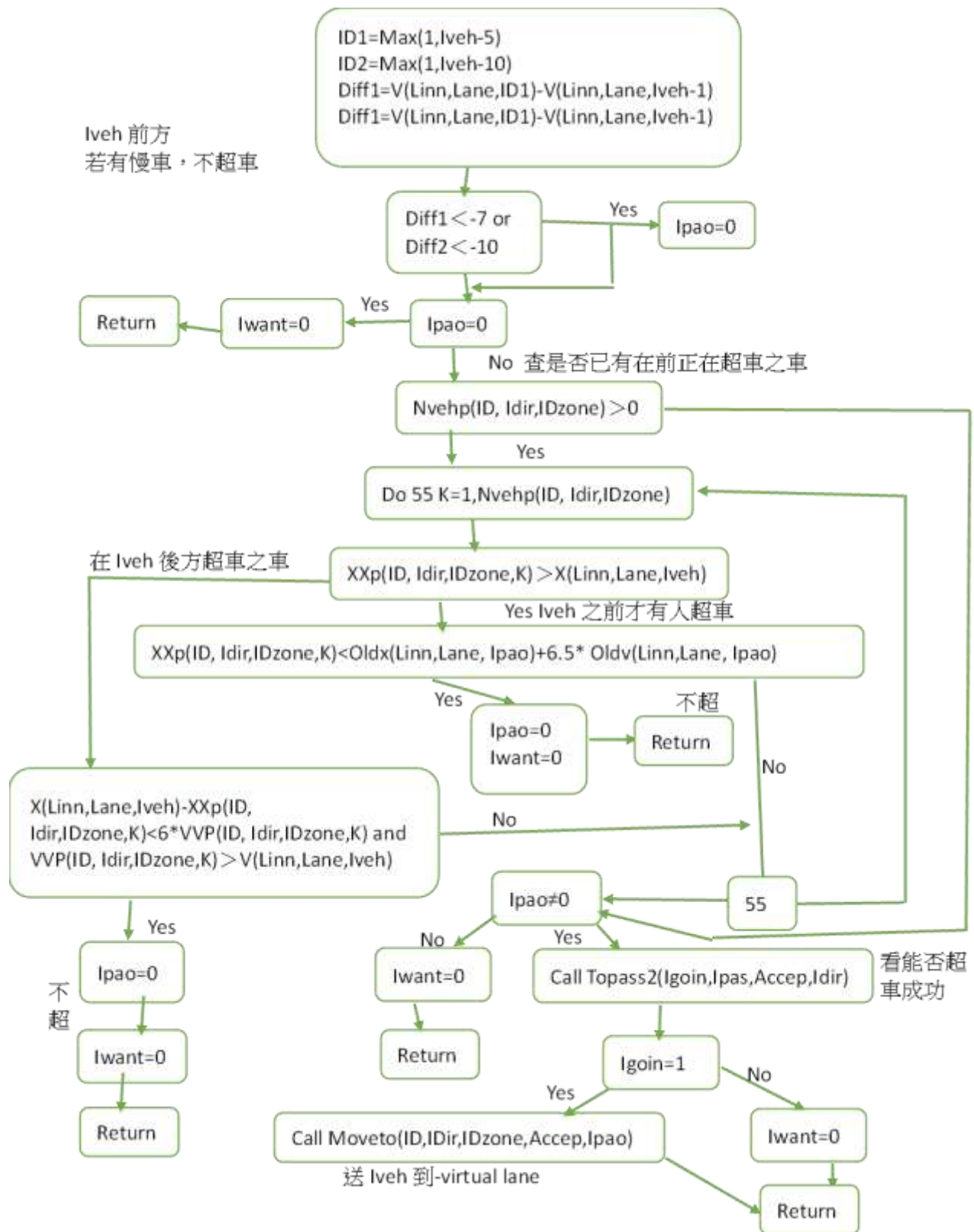
超車對象限於 Iveh 前第一輛($Ipas=Iveh-1$)或第二輛($Ipass=Iveh-2$)。





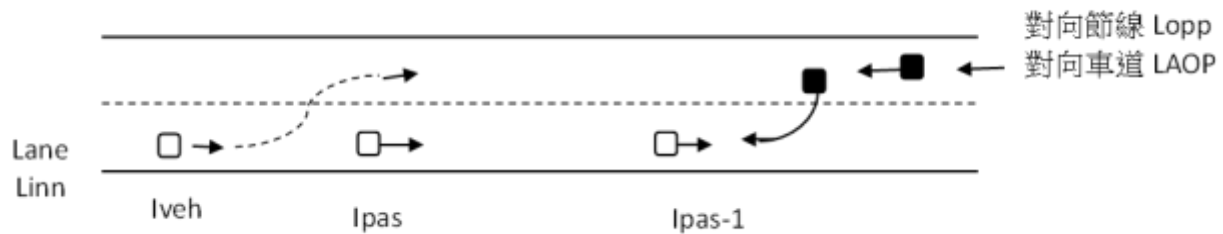




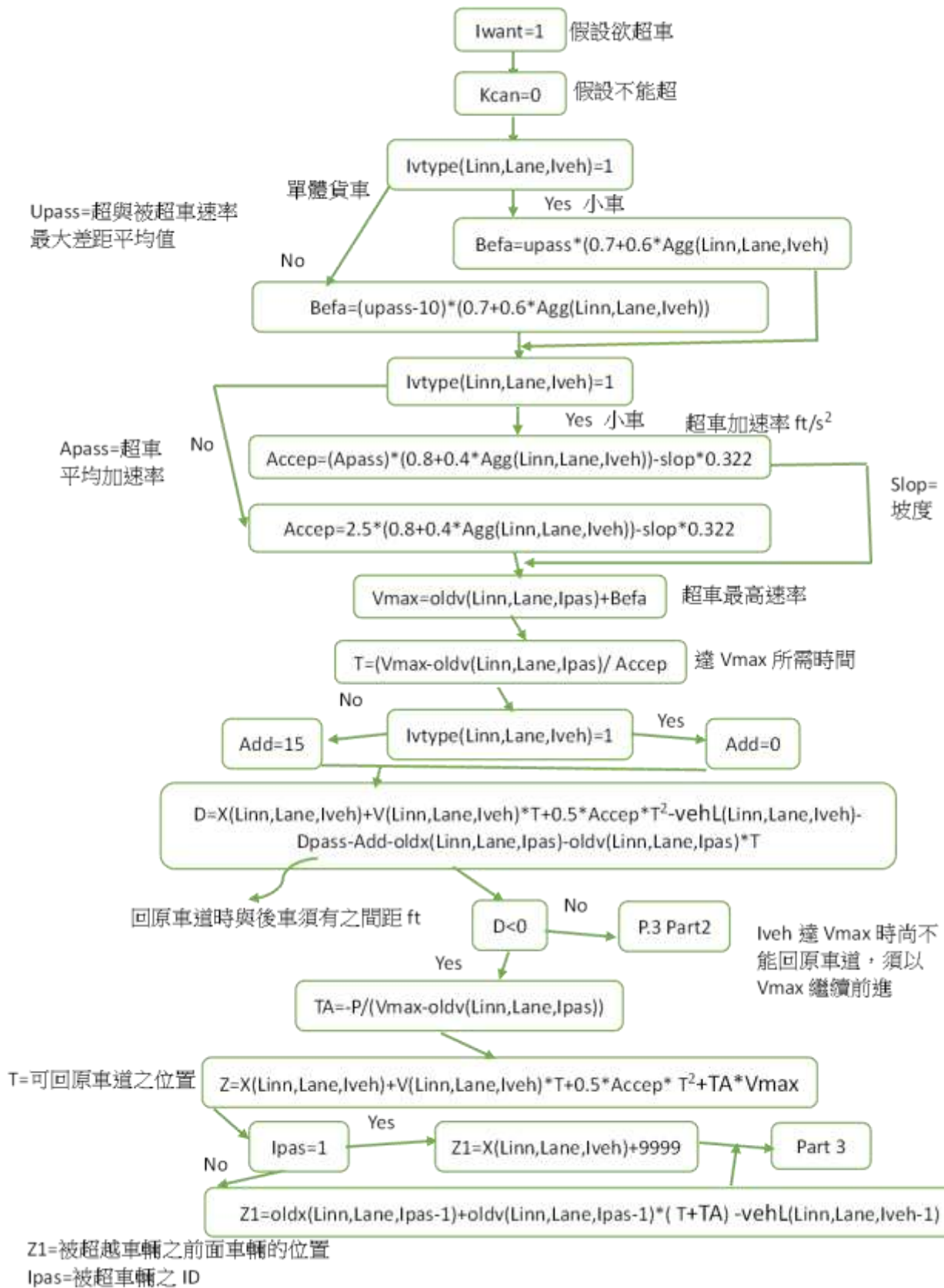


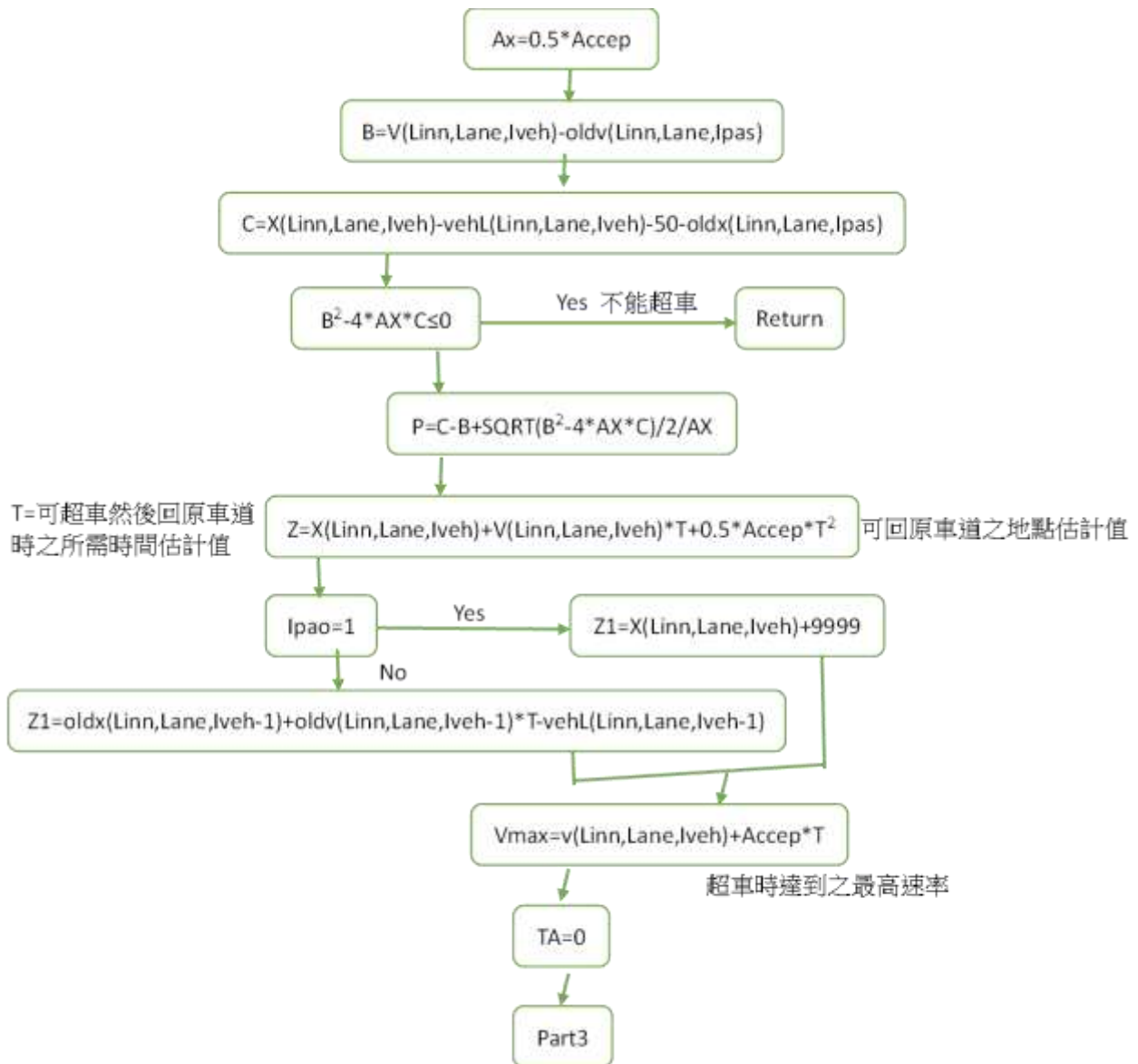
Topass 2 之性質 pdf. P.8

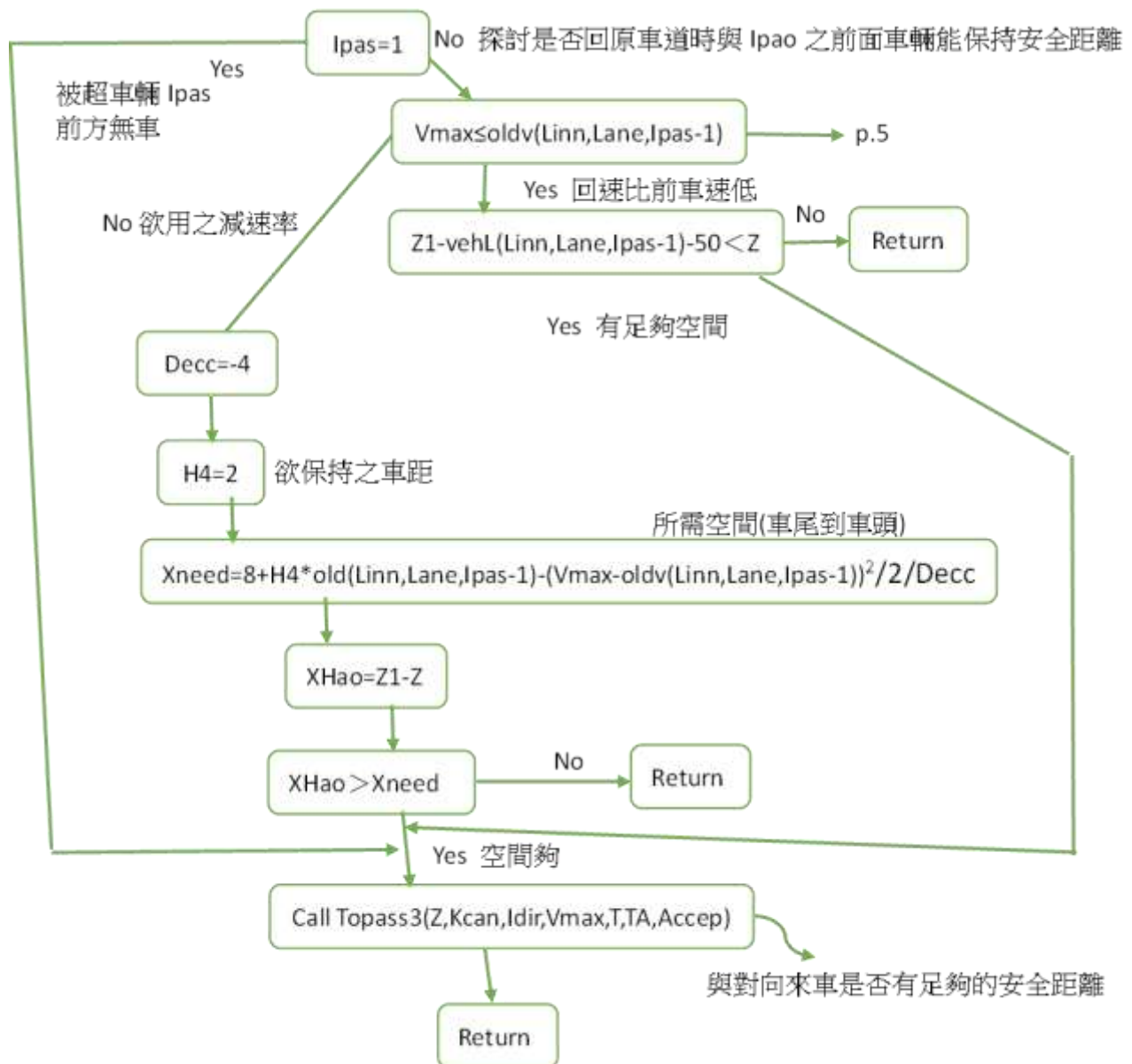
本子程式探討一有意超車之車輛 Iveh 是否能安全超車，安全超車的大條件包括(1)回原車道時須與被超車輛保持一安全距離；(2)回原車道時須被超車輛前方有一足夠的距離以避免須採用過度之減速率避免撞車；(3)回原車道時與對向第一來車，或從對向正在超車之車輛須保持一足夠大的緩衝距離(buffer)。



本子程式用到另一子程式 Topass3 以執行模擬工作。其中一工作是估計 Iveh 從加速進入對向車道後能安全回到原車道所須之時間 T 。在這期間內所有車道之地點皆有變化。



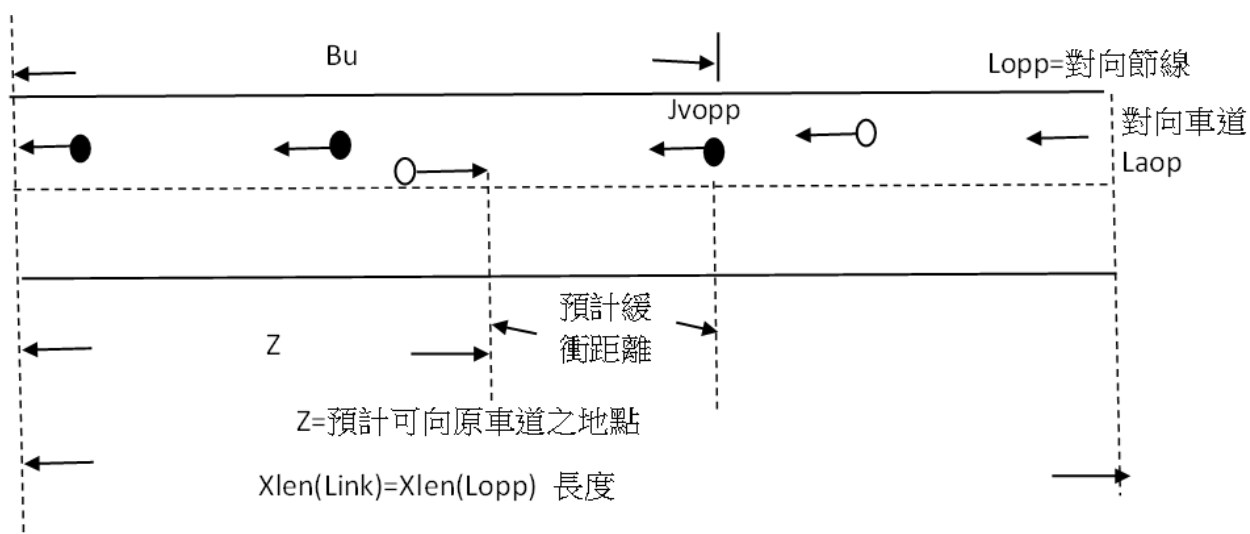




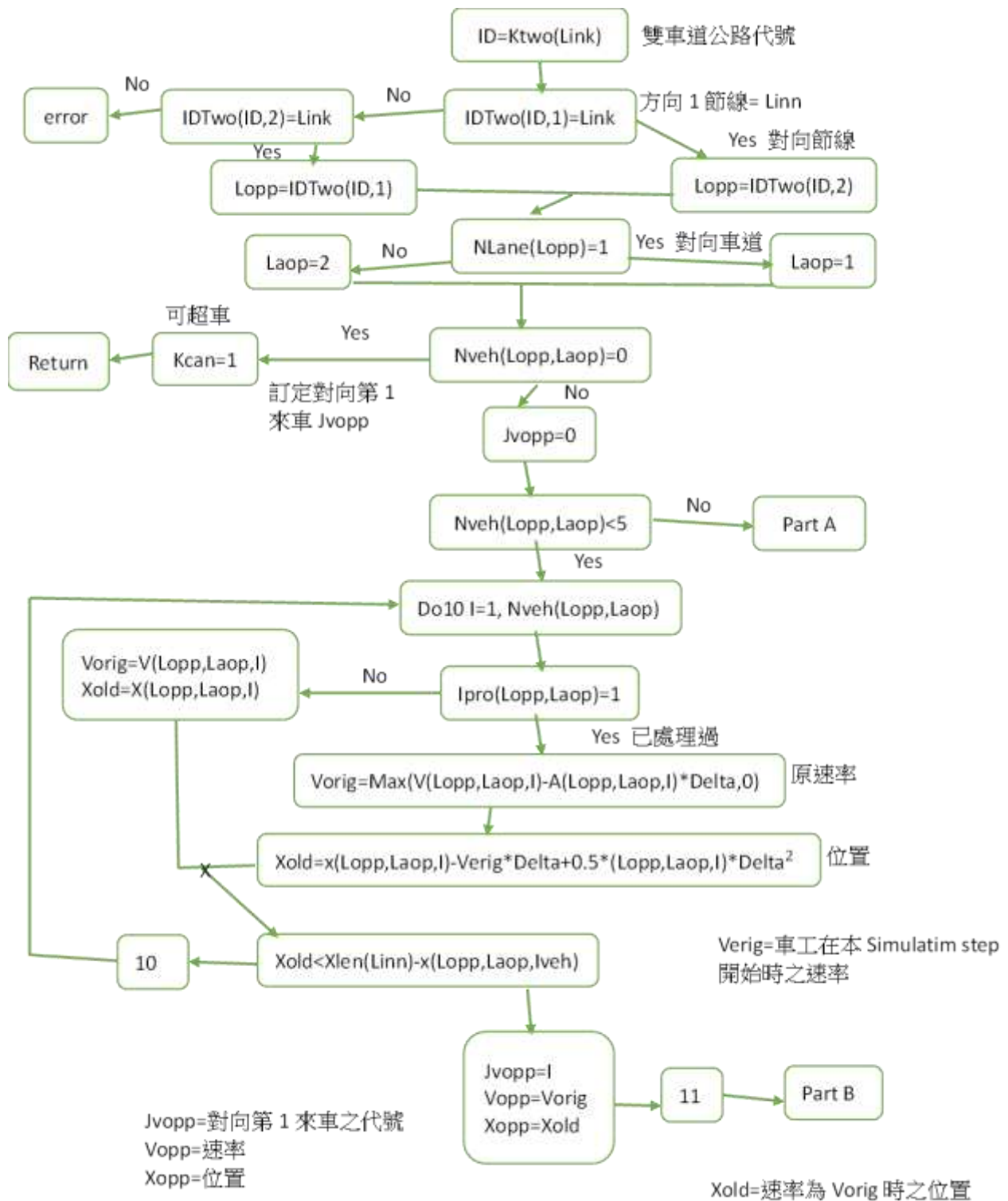


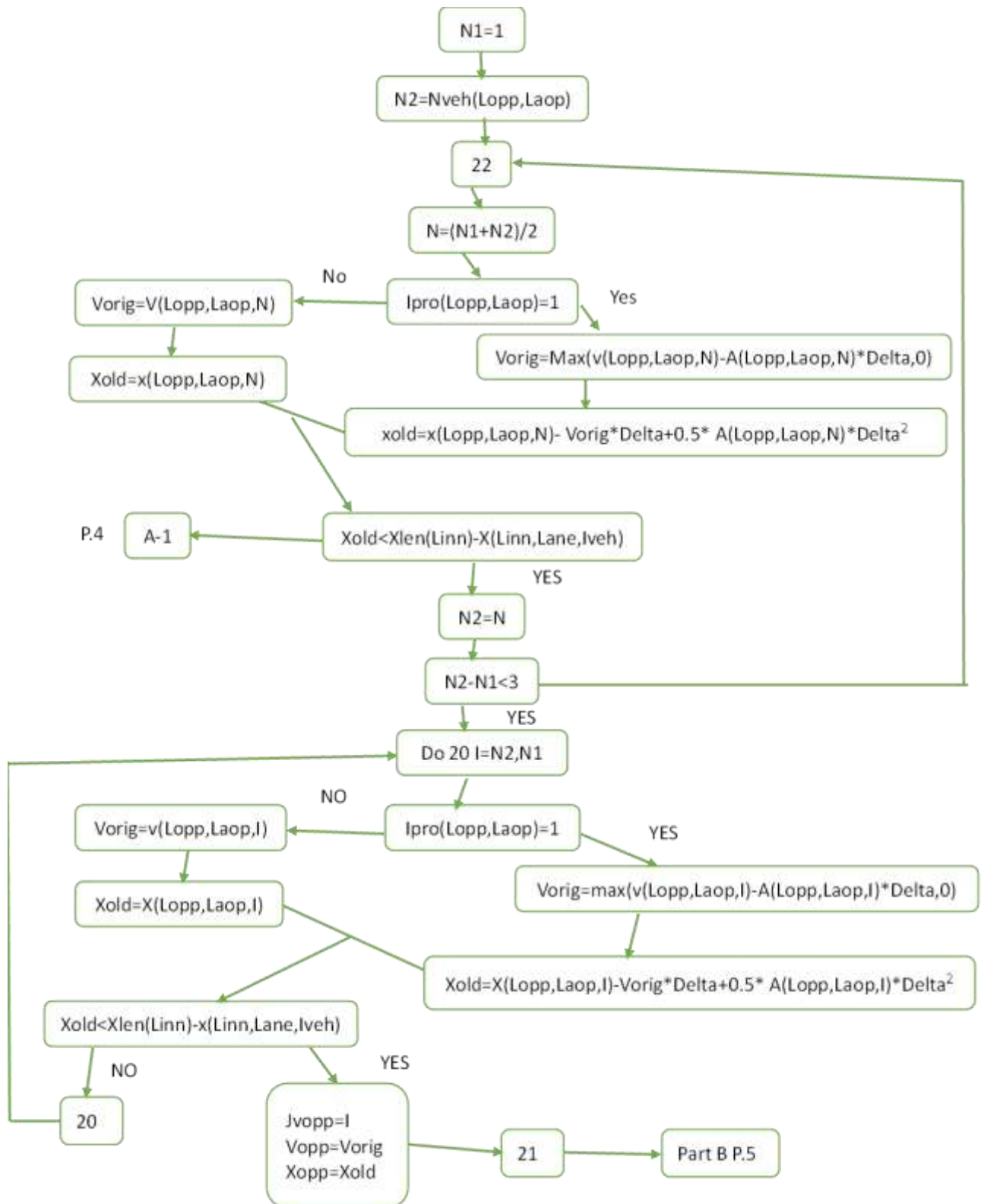
已知一超車車輛回原車道時可以與被超車輛及被超車輛前方之車輛保持安全距離，本子程式探討超車車輛是否與對向車輛能保持一安全距離。如能保持一安全距離，本子程式將 K_{can} 設定為 1 以表示可超車。

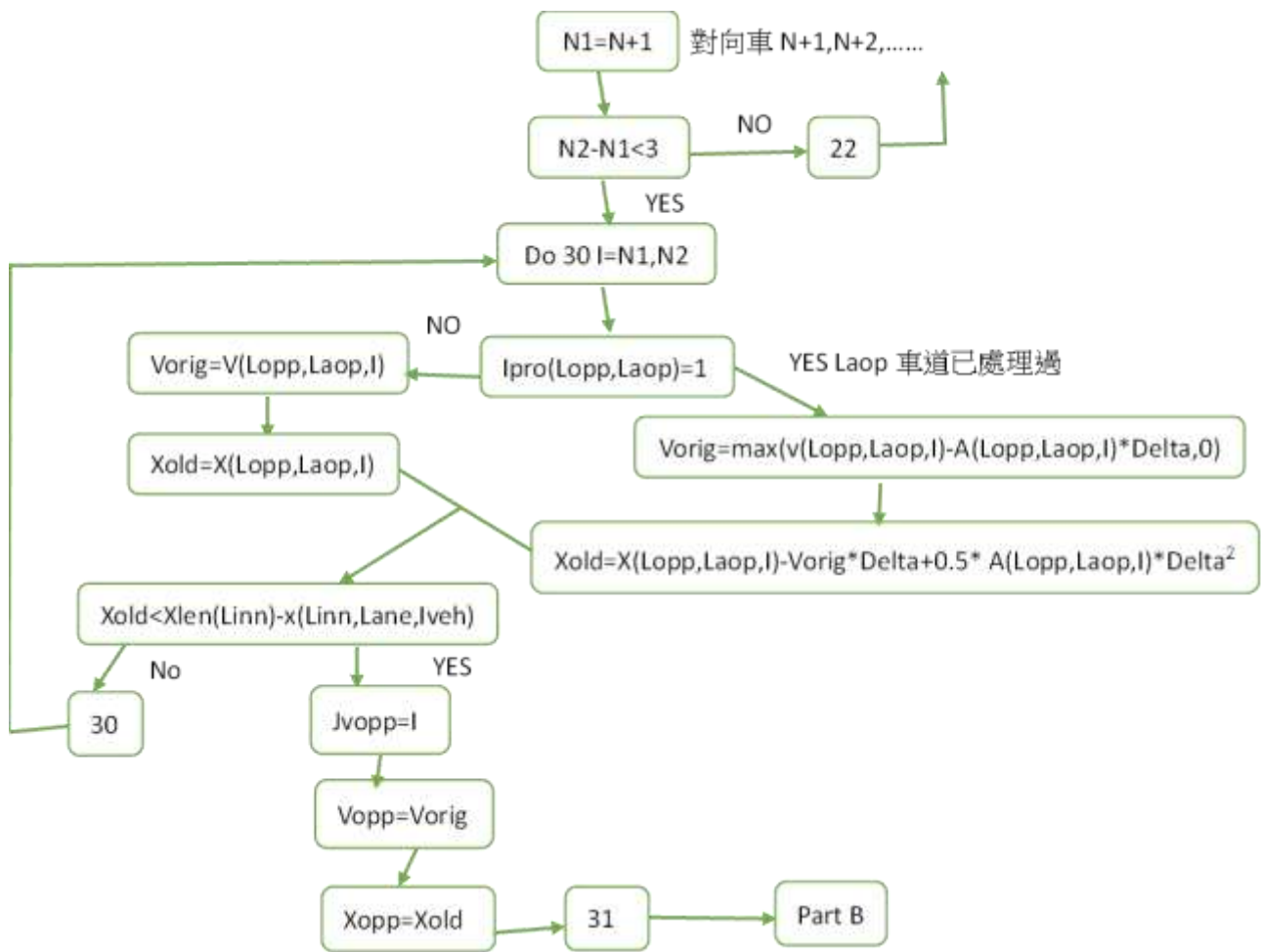
本子程式首先尋找另一部對向來車 J_{opp} ，然後依據 J_{opp} 之位置及超車車輛預定回原車道之位置決定 2 車之距離是否最少等於需要的安全距離。需要的安全距離隨超車車輛達到的速率 V_{mm} 而變，其代表值及跟距 AASHTO 公路幾何設計規範之資料所訂定。HTSS 模式使用者可用一調整係數 S_{pass} 調高或調低需要的安全距離。

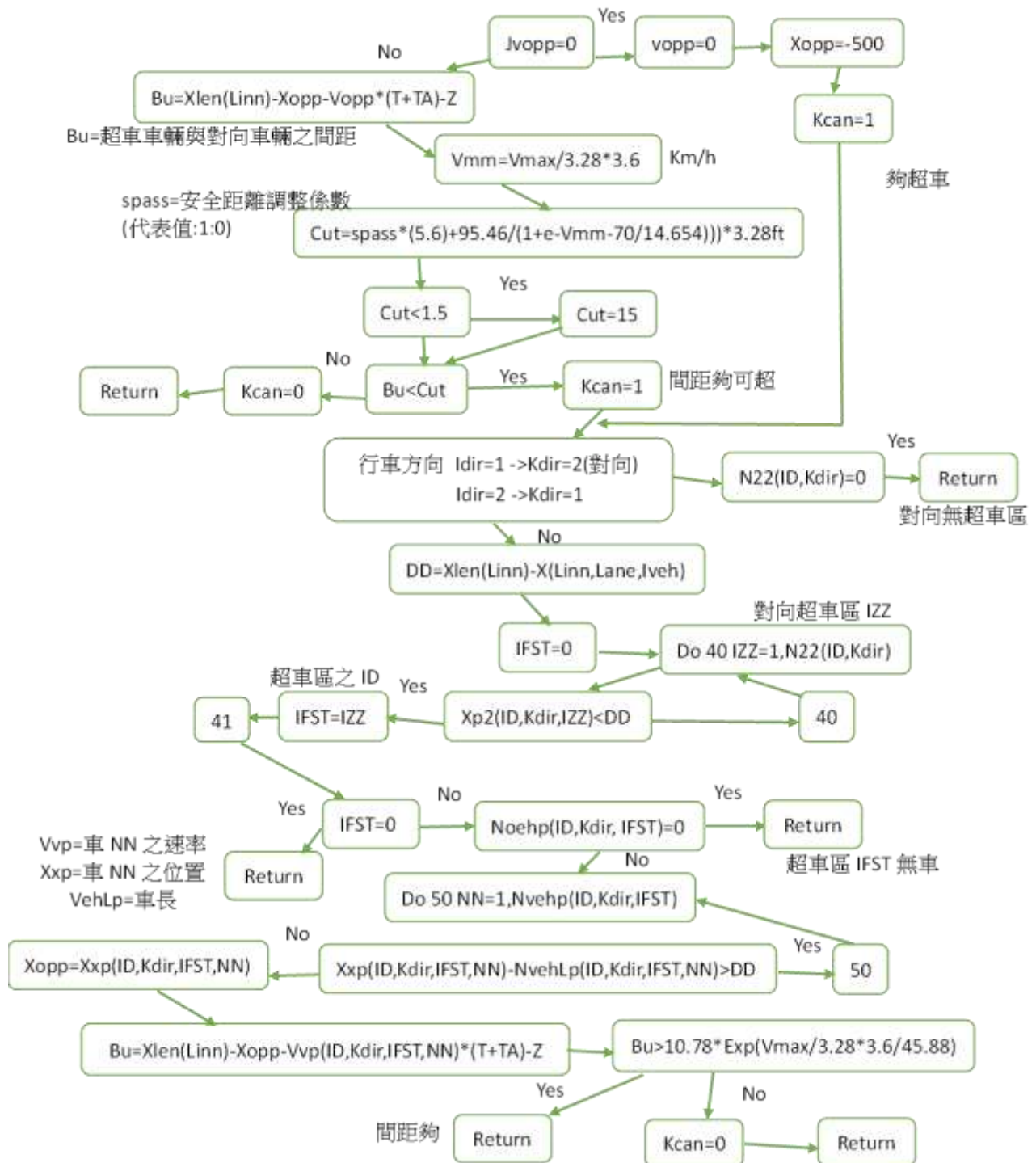


對向車道可能也有超車區，也可能有正在與(Linn,Lane)反方向之超車車輛預定回原車道之地點距離不夠長，則本子程式將 K_{can} 改回 0，表示不能超車。



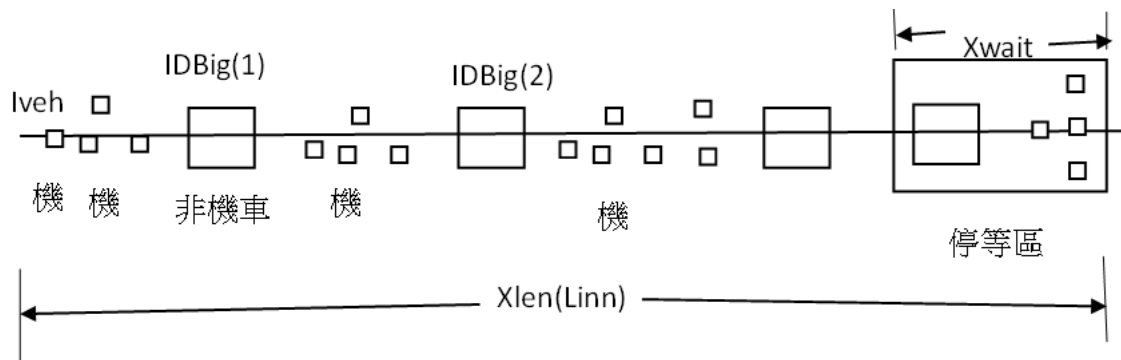






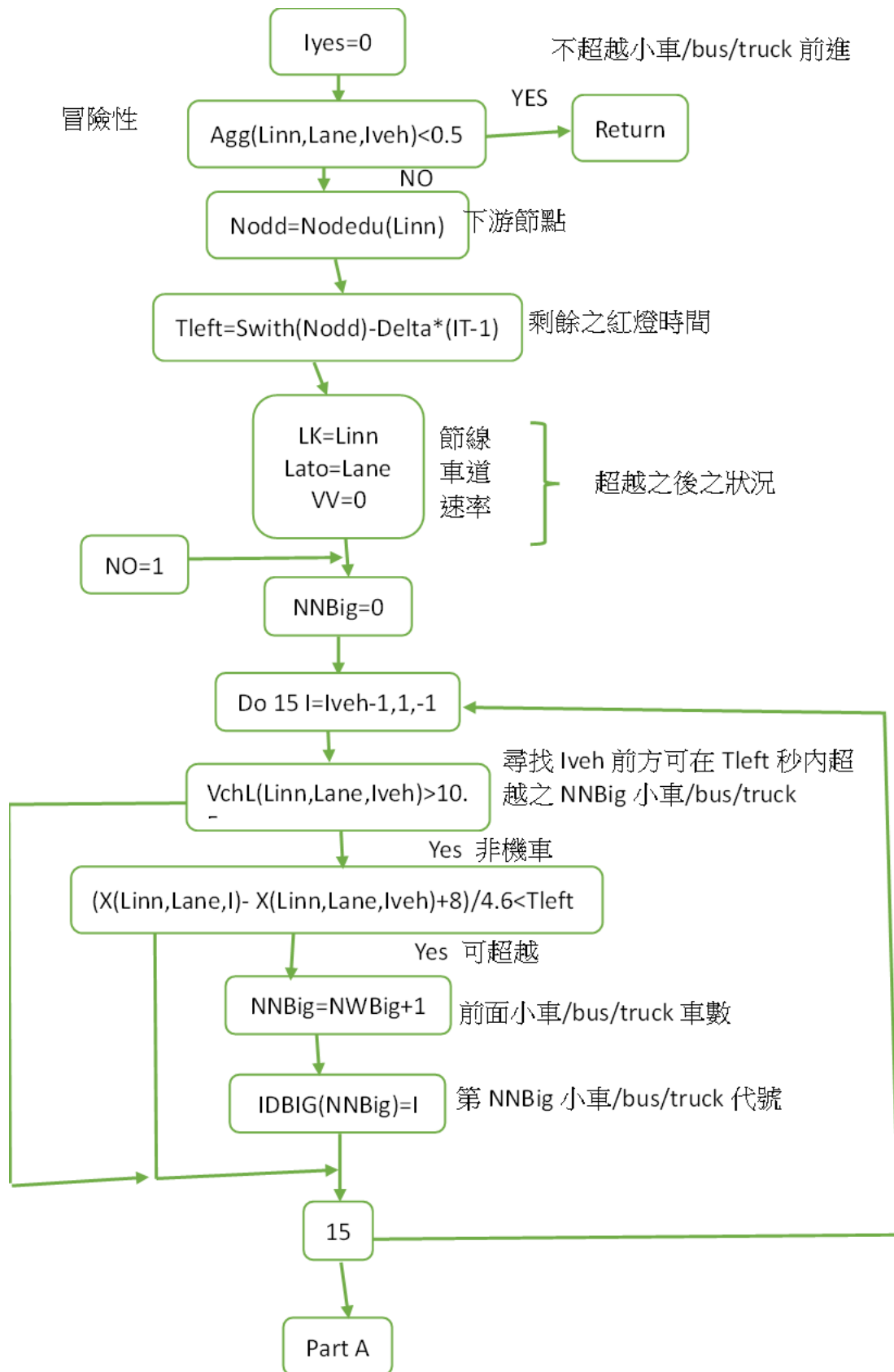
紅燈期間，車輛仍繼續跟進。有機車停等區時較多機車可能超越前方小車/buo/候車以進入停等區。本子程式用一近似行為將冒險性較高之機車在前方小車/buo/貨車已停等時推向前方。

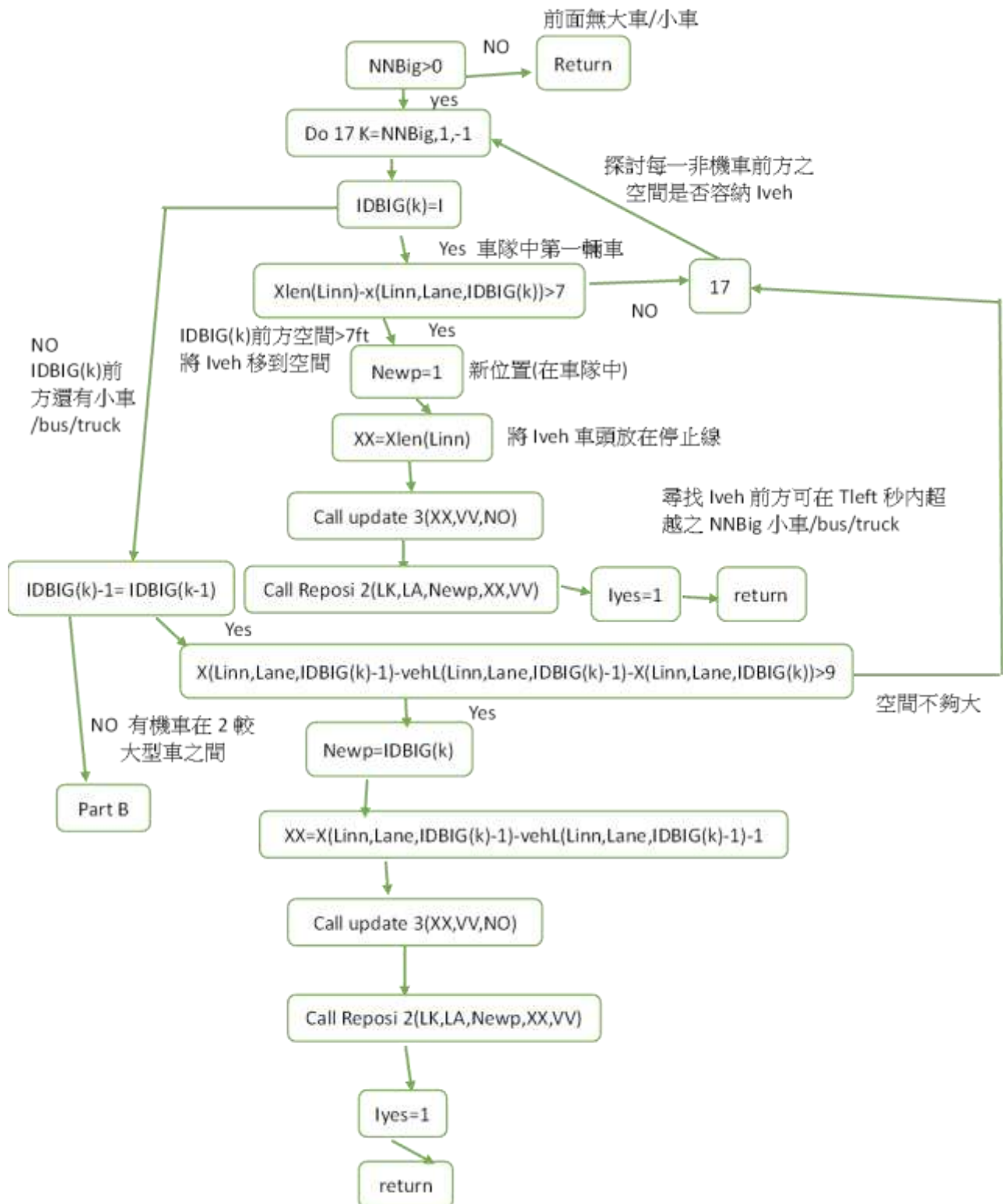
本子程式首先尋找機車 Iveh 前方之小車/buo/貨車，這些車輛在車隊中之 ID 為 IDBig(1)，IDBig(2),....., IDBig(NNBig)。IDBig(1) 車最接近 Iveh

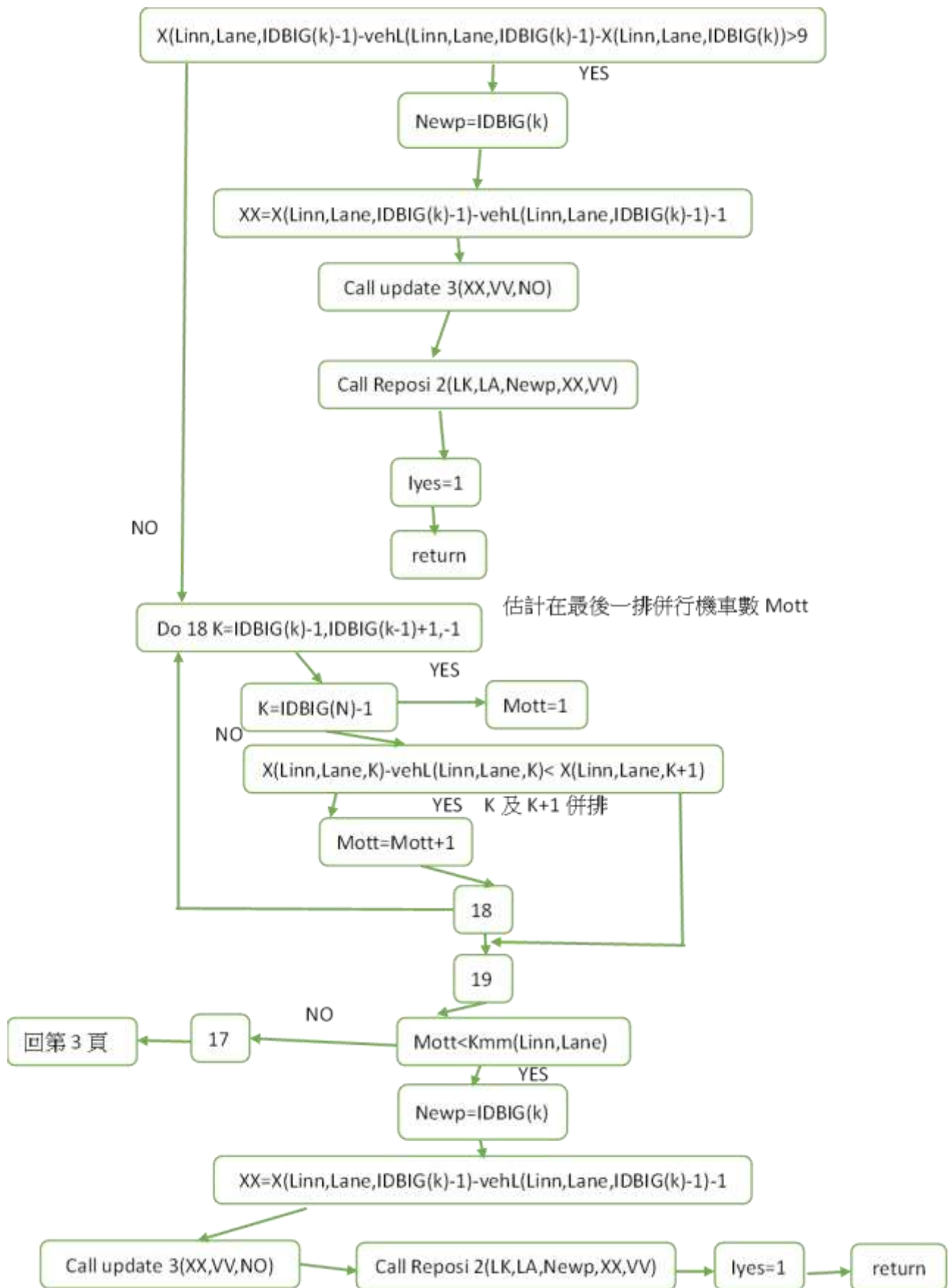


這些 IDBig(NNBig)必須為在紅燈還沒結束之前能讓 Iveh 以 5 公里/小時(x4.6ft/s)之速率超超之車輛。隨後本子程式探討每一 IDBig(K)前方之空間是否足夠空納 Iveh，探討之次序從最前面的 IDBig(NNBig)開始。如空間夠大，則 Iveh 佔用 IDBig(K)。在下一 Simulation step 中，此 Iveh 可能又會被推向前方。

HTSS 模式之跟車邏輯讓一些機車(冒險性高者)與小車/buo/貨車併行/超越。紅燈時有停等車隊及欲超前之機車可用同樣邏輯(只須將併行/超越之機車比率增高)，但會增加不少模擬時間，所以本子程式用比較簡單之邏輯。







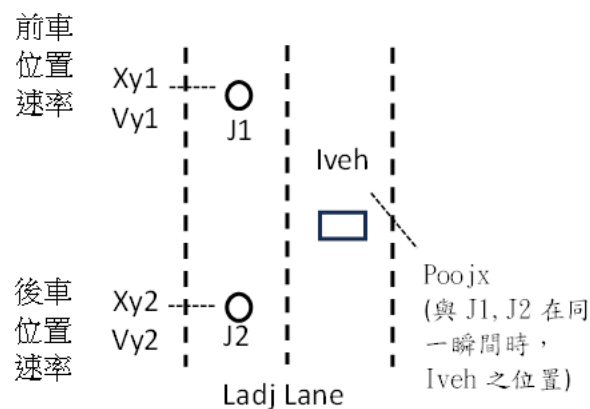
檔名：HTSS set21

PDF 頁數 1 內容：

Trysif13 Trysift 之性質 6/19/22 set 21 1/4

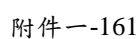
Trysif13 Trysif 兩子程式之性質相似。

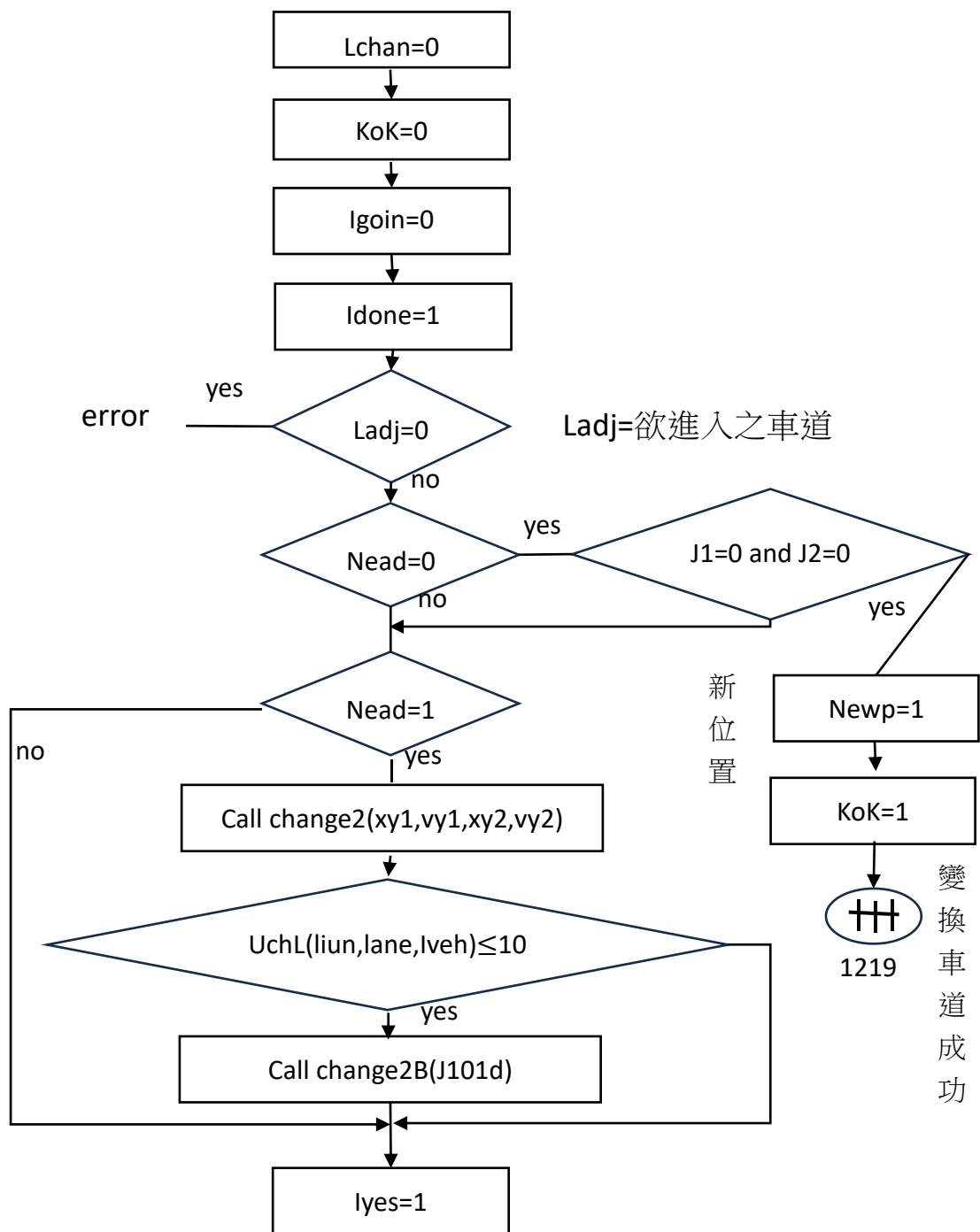
將來這 2 子程式將整合成單一子程式。目前這兩子程式之功能，氏決定依車輛 Iveh 是否能成功地轉換車道，如能支援車道成功，則利用另一子程式 Change2 將目前模擬之車 Iveh 送到另一車道 Ladj，在這過程中，先利用在同一瞬間之各車位置 B 速率，用子程式 Change2 尋找在 Iveh 之前後，但在欲轉入車道的車輛，如 Iveh 是機車，則用機車可能併行，所以需用另一子程式 Change2B 調整影響變換車道之前後車。



Iveh 轉換車道之後的位置不能在 projx 之後面，而且不能造成後車 J2 須採取過度之簡速率以避免撞車。Iveh 轉換車道之後，也不能須採甲過度之簡速率以避免撞上前車 J1。

Trysif (IDIR, Must, KoK, Ihoin, Idone, Nead, xyl, vy1, xy2, vy2)





附件二 新一代 HTSS 模式功能需求調查問卷

一、前測調查

本計畫利用 google 表單方式，邀請曾使用交通模擬模式之人員，針對新一代 HTSS 模式之功能需求提供意見，完整問卷內容如下。

新一代HTSS模式功能需求探討

逢甲大學智慧運輸與物流創新中心112年度承接交通部運輸研究所委託「新一代HTSS模式開發計畫」計畫主要是希望了解目前使用者對於公路容量分析的功能需求，以規劃新一代公路容量模擬軟體。因此本團隊先針對現有程式的問題及使用者需求進行深入瞭解，並利用線上問卷方式蒐集未來軟體功能需求，以利後續程式功能規劃。

在此感謝您的協助。

計畫主持人：蘇昭銘博士
逢甲大學智慧運輸與物流創新中心團隊 敬上

公路交通系統模擬模式 (Highway Traffic Systems Simulation Model，簡稱 HTSS 模式) 是由交通部運輸研究所開發，針對台灣車流特性所發展的一套模擬工具，用來分析各類型公路的交通運轉績效以及服務水準。

yichun@iciti.com [切換帳戶](#) 

 未共用的項目

* 表示必填問題

基本背景資料調查

請問您目前的工作單位屬於下面哪個範疇？ *

☐ 政府機關

☐ 學術單位

☐ 私人企業

請問您目前的工作單位全名

您的回答

請問您是否為交通運輸相關領域/科系畢業？*

☐ 是

☐ 否

請問您工作單位所屬領域為？*

☐ 大數據

☐ 智慧型運輸系統

☐ 運輸規劃

☐ 土地開發

☐ 交通工程

☐ 城鄉規劃

☐ 環境部門

☐ 營運管理

☐ 道路建設

☐ 其他：

請問您的單位職稱？*

- ☐ 執行長/董事長
- ☐ 總工程師
- ☐ 資深經理
- ☐ 副理
- ☐ 資深規劃師/工程師
- ☐ 規劃師/工程師
- ☐ 教授
- ☐ 副教授
- ☐ 助理教授
- ☐ 公部門人員
- ☐ 其他：

請問您的工作年資

- ☐ 5年以下
- ☐ 5-10年
- ☐ 11-15年
- ☐ 16-20年
- ☐ 20年以上

新一代HTSS模式功能需求探討

yichun@iciti.com [切換帳戶](#)



未共用的項目

* 表示必填問題

目前軟體使用需求調查

請問您有無使用過交通模擬分析軟體 *

- ☐ 有
- ☐ 無

請問您是否聽過HTSS(公路交通系統模擬模式,Highway Traffic Systems Simulation Model)這套系統? *

- ☐ 有
- ☐ 沒有

請問您是否使用過HTSS(公路交通系統模擬模式,Highway Traffic Systems Simulation Model)這套系統? *

- ☐ 有
- ☐ 沒有 (如果選此選項, 請直接下滑後, 按 繼續 選項填答)

承上一題，您使用此軟體的目的為？(可複選)

- ☐ 學術研究(含授課)
- ☐ 計畫需要
- ☐ 其他：

請問您使用此軟體解決過下列那些議題 (可複選)

- ☐ 交通環境評估
- ☐ 交通服務水準評估
- ☐ 交通影響評估
- ☐ 交通維持計畫
- ☐ 交通特性調查分析
- ☐ 交通流量調查分析
- ☐ 交通工程規劃、設計、監造
- ☐ 整體性道路交通管理方案之規劃
- ☐ 其他：

請問您使用此軟體過程中，曾遭遇到的問題為 (複選)

- ☐ 資料輸入項目繁雜
- ☐ 輸出資料格式較不友善
- ☐ 輸入方式不友善
- ☐ 專業知識要求太高
- ☐ 系統安裝困難
- ☐ 操作介面不友善
- ☐ 資料共享不易



新一代HTSS模式功能需求探討

yichun@iciti.com [切換帳戶](#)



未共用的項目

* 表示必填問題

未來軟體使用需求調查

假設有一套軟體程式可以協助您進行公路容量分析，您認為該軟體應具備下列那些特性

請問您預期此軟體能夠協助處理的議題為 (可複選) *

- ☐ 交通環境評估
- ☐ 交通服務水準評估
- ☐ 交通影響評估
- ☐ 交通維持計畫
- ☐ 交通特性調查分析
- ☐ 交通流量調查分析
- ☐ 交通工程規劃、設計、監造
- ☐ 整體性道路交通管理方案之規劃
- ☐ 其他：

請問您建議使用此軟體的最低專業需求為何 *

- ☐ 具備基本的交通理論知識，能夠理解交通專業用語
- ☐ 熟悉交通工程或交通控制理論，有協助/執行實際計畫的經驗
- ☐ 具有規劃、管理或執行交通運輸實務計畫之經驗
- ☐ 其他：

請問您認為此類型的軟體應具備哪些主要功能 (可複選) *

- ☐ 地圖呈現
- ☐ 資料庫共享、分享
- ☐ 自動產生控制策略
- ☐ 交通環境背景資料提供
- ☐ 與其他程式相容 (如VISSIM)
- ☐ 道路設計
- ☐ 時相設計
- ☐ 其他：

請問您期望此軟體所呈現的使用者介面為 *

- ☐ 傳統桌面應用程式介面
- ☐ 網頁使用者介面
- ☐ 行動應用程式介面
- ☐ 其他：

二、需求功能開發優先順序調查問卷

本問卷於民國 112 年 6 月 27 日下午於本所召開「新一代公路交通系統模擬（HTSS）模式開發需求座談會」時進行發放，填寫人員請參見附件四座談會會議紀錄之簽到表。

新一代公路容量模擬程式開發順序

今日所分享的車流模擬系統功能中，您認為優先開發的順序為何，請依序填入1-8的順序

yichun@iciti.com [切換帳戶](#)

 未共用的項目

請問您目前的工作單位屬於下面哪個範疇？

☐ 政府機關

☐ 學術單位

☐ 私人企業

地圖化介面

您的回答

公共運輸客流預測

您的回答

交通流量模擬

您的回答

動態交通指派

您的回答

號誌時制設計

您的回答

地圖使用預測

您的回答

報告和圖表

您的回答

空氣品質估算

您的回答

附件三 需求座談會紀錄

- 一、會議時間：112 年 06 月 27 日下午 2:00-3:30
- 二、會議地點：交通部運輸研究所 2 樓會議室
- 三、主持人：逢甲大學智慧運輸與物流創新研究中心 洪百賢助理教授
交通部運輸研究所運輸計畫組 張舜淵組長
- 四、出席人員：詳簽到表
- 五、會議紀錄：林宜靜
- 六、會議簡報：略
- 七、主持人致詞：略
- 八、綜合討論

1. 國立交通大學運輸與物流管理學系 黃家耀教授

針對本會議而言，從兩個角度提供意見。

- (1) 首先是在學術研究方面，過去有這個機會參與此軟體相關研究，而此軟體在過去已發展一段時間，是時候去做一些改變，而這項工作確實是有一些困難度。首先就從之前進行容量分析手冊編寫過程來說，世界各國會使用不同的軟體來分析，最主要就是使用統計迴歸分析，或是建構模式，透過數據蒐集放入模式計算而取得分析結果。但是問題在於資料或模式可能無法滿足使用者的需求，因此部分國家使用微觀模擬軟體來求解。以美國為例，其 HCM 是全世界遵循的容量分析方式，主要是用分析性模式取得結果；但為了其他特殊需求，則有如 CORSIM 模擬軟體的工具產生。而在容量手冊中也提及，若是分析性模式能滿足使用需求，便採用分析性模式求解；其他特殊情況則可採用模擬軟體。反觀荷蘭主要就是提供模擬來滿足各種容量分析的需求。那台灣剛好介於二者之中，容量手冊部分章節就是用統計迴歸的分析性模式；其他部分章節亦可使用 HTSS 模擬軟體。未來 HTSS 軟體需要定調為偏向美國的方式，也就是基本以分析性模式為主，其他輔以模擬軟體求解；或是直接使用模擬軟體來求解所有的容量分析問題，兩種方向都是可行的方向。
- (2) 從學術角度來看，非常期待有一個本土軟體來教導學生，目前上課都是用國外教材或模擬模式為主，但是國外車流情況跟臺灣不同，車流形態不一樣即便調整模式參數，結果仍就不如預期。所以期待能夠有符合臺灣情況的本土軟體。
- (3) 我認同分析工具要視覺化，透過視覺化才知道模擬的情況是如何，個人傾向軟

體朝向微觀的角度來設計，或許可以根據國內一些比較常見的路口，或是路段型態提供應用模組，使用者可以選擇相似的模組，更改數個參數便可得知結果，也比較容易上手。

- (4) 最後一個就是功能開發的優先順序，團隊所提出的功能都是很重要的，還是要看實務應用的需求。

2. 亞聯工程顧問股份有限公司 楊金華總經理

- (1) 這個軟體已經發展 20 餘年，是一個長期不斷修正及歷練所得出來的成果。要進行相關改寫工作確實不容易，在改寫時需要符合臺灣的規範。
- (2) 對軟體整體來說，圖形化很重要，能結合當今常用的地圖，例如 Google Map 等圖資，讓使用者建立直覺的道路結構，再來進行圖表的分析。希望透過此次改寫的機會能夠把這一點加入考量。
- (3) 改寫的系統與原先的系統的參數及係數是否一致？如前所述，這個軟體歷經多次調整，有些參數及係數可能已經不符合現況，趁這個機會可以加以檢視。
- (4) 最後就是輸入界面，要能夠容易使用。現行的界面對於經常使用的人已經是駕輕就熟，然而對於較少使用經驗的人，如果能夠有一個較友善的資料輸入界面，軟體上手程度也會比較快，降低發生錯誤的機會。

3. 逢甲大學國際科技與管理學院 林子煒教授

- (1) 軟體的運作應該會需要大量運算的資源，包含了圖形或其他功能。而從初步的問卷分析來看，雖然大家不排斥傳統的介面，但是亦有 web 的介面的需求，那這二個需求是不是有不同的想法，團隊可能需要再確認。
- (2) 整個系統開發流程，可能要先去瞭解未來的需求模式。如果使用者還是傾向單機版，亦可先就單機版開發，而如果把軟體放在同一平台上，讓大家共同資源，不管是自建雲端或是委外，這個效果亦可以持續探討。

4. 台灣世曦工程顧問股份有限公司 林銘樂、楊明杰、吳宜萱工程師

- (1) 有關係統部分，既然要進行改寫，是否能與運研所其他相關的軟體進行參數整合。
- (2) 現行在進行交通模擬過程中，花最多的時間就是在建模部分，如果能結合 google，能加快建模的速度。另外，最近交通部的一些 open source 或是淨零碳排等近期重要議題，可以加入功能考量。
- (3) 除了功能整合外，有關車流的情況是一個重要的主題，特別是機車的混合車流，還有號誌化路口的部分。希望改善後的軟體也能夠反應台灣的路型及使用

者的駕駛行為。

- (4) 最後是當使用者使用其他的軟體輸出一些可供 HTSS 軟體使用的資料，而不同軟體間對相同資料的讀取資料格式不同，在資料輸入軟體後，如果有出現執行問題的地方無法產出明確的錯誤訊息，希望團隊能考量這方面的問題。

5. 易緯工程顧問股份有限公司 洪承佑工程師

- (1) 現行軟體雖然功能符合臺灣現行路況，但是介面確實讓使用者會排斥使用。若使用國外的軟體，除了國外軟體參數跟臺灣道路情形不符外，另一個問題就是利用國外的軟體所分析的結果往往會被挑戰，有公信力的問題，很期望這個軟體能有效解決。
- (2) 在路口時相部分，編輯邏輯不一，使用者在建模時會造成困擾。
- (3) 本計畫如果能將機汽車混合車道情況加入考量，這會是軟體本身的最大優勢。
- (4) 路網建立是一個大工程，往往是一個團隊分工進行，如果能將不同人所繪制的路段，組合成一個完整路網，會讓軟體具備更大的優勢。
- (5) 現階段軟體匯入及匯出的資料較不容易使用，趁此計畫可以加以改善，另外能建立模組化的路網，可以讓建模效率提升。
- (6) 對軟體未來發展性來說，跨平台的整合是需要被考量的。

6. 鼎漢國際工程顧問股份有限公司 陳昱宏規劃師

- (1) 需要一個有公信力的軟體，可以對主管機關或民眾能有更好的分析結果說明。
- (2) 軟體操作介面的友善程度是使用者選擇是否使用的關鍵，例如 VISSIM 或 Synchro 都具有友善的介面，即便輸入資料或參數仍有一定的專業水準，使用者仍願意學習使用該軟體。
- (3) 臺灣少部分路型較為特殊，如多岔路口等，未來希望該軟體能適用於特殊路型或臺灣的機車相關議題。
- (4) 建議本軟體先確定要以微觀、中觀、或巨觀方式進行開發，因為會牽涉到介面設計與功能內容。
- (5) 建議軟體可提供 API 功能，以做為未來客製化之用。

九、主席結論

感謝產、學、官方提供寶貴的建議。針對本次內容，整理以下討論結果：

1. 現行業界使用國外軟體來進行道路的分析，各位先進也提到國內外參數的差異，透過本計畫，團隊期望能提供一個符合台灣車流特性的軟體。
2. 軟體整體架構的方向，就本軟體來說，朝向微觀的層面進行規劃。

3. 就短期目標來說，視覺化介面和容易上手是最主要的改善項目，如果 HTSS 軟體能夠改善，對於軟體在台灣의 推廣亦是一個很大的優勢。
4. 未來圖形介面加入網路地圖將可讓真實路網編輯功能更友善，至於要使用 Google Map 或是 Open Street Map 等系統，將視其使用成本及功能再檢討。
5. 除了軟體設計端的問題外，在交通專業的部分，如果能有模組化的路及執行軟體過程中，相關的輔助說明，更能讓具有基本的交通工程的使用者也能夠進行路網的建模。

公路交通系統模擬(HTSS)模式

開發需求座談會議簽到表

一、會議時間：2023/6/27(星期二)14:00-15:30

二、會議地點：交通部運輸研究所二樓會議室

三、出席人員：

單位	職稱	簽到處
交通部運輸研究所	張舜淵組長	張舜淵
		歐陽恬恬
交通部公路總局	李忠璋副總工程司	
國立陽明交通大學 運輸與物流管理學系	黃家耀教授	黃家耀
逢甲大學 國際科技與 管理學院	林子煒助理教授	林子煒
亞聯工程顧問股份有 限公司	楊金華總經理	楊金華
台灣世曦工程顧問股 份有限公司	林銘樂工程師	林銘樂
	楊明杰工程師	楊明杰
易緯工程顧問股份有 限公司	洪承佑工程師	洪承佑
逢甲大學 智慧運輸與物流創新 中心	洪百賢助理教授	洪百賢
	陳志成副教授	陳志成
	林宜靜研究員	林宜靜 辛王偉 王梅智

公路交通系統模擬(HTSS)模式 開發需求座談會議簽到表

一、會議時間：2023/6/27(星期二)14:00-15:30

二、會議地點：交通部運輸研究所二樓會議室

三、出席人員：

單位	職稱	簽到處
CGI	工程師	吳宜豐
TI-II	規劃師	陳昆龍

附件四 成果座談會紀錄

- 一、會議時間：112 年 11 月 2 日上午 10:00-12:30
- 二、會議地點：交通部運輸研究所 5 樓會議室
- 三、主持人：逢甲大學智慧運輸與物流創新中心 蘇昭銘教授
交通部運輸研究所運輸計畫及陸運組 張舜淵組長
- 四、出席人員：詳簽到表
- 五、會議紀錄：林宜靜
- 六、會議簡報：略
- 七、主持人致詞：略
- 八、綜合討論

1. 國立交通大學運輸與物流管理學系 黃家耀教授

- (1) 在程式編撰方面，過去有機會能參與此軟體相關研究，當時遇到蠻多的困難，惟現在有 AI 技術的支持，或許能夠在程式改寫的部分提供一些幫助。另一方面，Fortran 是針對早期電腦所設計，但編譯器尚無針對現代電腦同步升級，所以系統模擬出來的結果，其精度應該有改進的空間。
- (2) 另外團隊提出新一代 HTSS 的介面操作方式及資料共享的相關內容於規劃階段無疑是蠻好建議，以網頁介面進行操作設定應是未來趨勢。惟涉及到維護的相關問題，如存放地點、存放方式、及誰來營運等問題。另外涉及模擬就會有 CPU 運算問題，如果這個模擬是放在雲端讓使用者透過網頁方式遠端進行 CPU 運算，建議要有一個收費的服務才能支持此類型的處理方式。
- (3) 現今道路多以一定範圍路段進行整體評估，透過整體模擬才能找出真正的問題點，HTSS 已可提供一定範圍的模擬，但是國內公路容量手冊是延續美國公路容量手冊進行發展，HTSS 分析模式是否需要持續調整，後續需要再思考。
- (4) 在系統功能開發規劃方面，團隊提出的維度是不錯的思考點，是否還存在其他的維度，像是設施不同階段的評估，或是不同設施相互影響時的整合性評估，例如都市地區道路銜接高快速公路。

2. 逢甲大學智慧運輸與物流創新中心 張建彥副主任

- (1) 配合臺灣公路容量手冊開發之公路容量分軟體 (THCS)，除了過去的使用手冊外，亦有操作影片可於 YouTube 觀看，幫助使用者可以很容易上手。建議未來可逐步去定期辦教育訓練、推廣講習，促進使用者接受國內所推出的本

土軟體。

- (2) 在模擬軟體發展的過程中，需要優先角度思考該模擬軟體確切的定位，例如像 Synchro 的定位很明確，號誌最佳化是其最大賣點之一。對於 HTSS 模擬軟體的定位也應審慎思考。
- (3) 基本上團隊目前已將整個模組架構做一初步規劃。以模擬模式的發展來看，主要分成兩區塊獨立分頭進行。一個是輸入介面部分，另一個是核心運算部分。如果要考量不需要使用者操作太多的分析動作，只需專注在路網環境建置，那麼在後端就必須要有很多符合國內的車流分析模式來做支援，再進行運算邏輯設計。
- (4) 從使用者的角度來看，目前 HTSS 需要能兼具一些其他模擬軟體的功能，藉此來達到 HTSS 軟體的普及。

1. 中華民國交通工程技師公會 吳奇軒監事

- (1) 目前國外主流模擬軟體已經逐漸開始推出符合實際交通發展趨勢的功能，例如共享汽、機車、自駕車，因此對於本土化的車流模擬軟體發展藍圖，應是值得大家省思。
- (2) 其次是模擬系統所產生衡量指標，往往與實際有差異，因此實務會透過其他設施或設備（如攝影機、偵測器等）同步進行實際參數蒐集，例如每個車輛跟車行為，藉此進行模擬環境調整。
- (3) 如同前面專家提出的看法，辦理 HTSS 教育訓練課程或是推廣講習，公會後續可協助推動。

2. 中華民國交通工程技師公會 簡君珊副理事長

- (1) 就實務面來看，由於是車流模擬軟體，模式輸出結果由系統亂數產出，導致每次模擬結果並不一致，需持續調整以使改善策略或建物開發後之輸出結果具有合理性。
- (2) 系統功能面的部分，大部分使用者其實並不那麼需要這麼多功能。因此對於本土軟體的發展目標，如同幾位委員提到，建議可先從較常碰到案例或地方政府常見的交通分析開始做起，例如交通影響評估常需要用到的幾項分析標的。同時也逐步蒐集使用者經驗，再慢慢的往商用軟體前進。

3. 國防大學運籌管理系 嚴國基副教授

- (1) 從使用者角度來看，取得軟體的成本比其他現行軟體低，且設計介面友善使用、輸出結果的應用範圍廣，這三者應就可讓本土軟體較具備優勢。

4. 台灣世曦工程顧問股份有限公司

- (1) 目前本公司負責 THCS 軟體開發及使用手冊編製，其中亦包含 HTSS 模式輸入介面之建置。因為不同設施的分析模式不同，目前 THCS 軟體已將各個設施拆分成獨立軟體進行安裝，如果 HTSS 改版，那麼是否亦在原 THCS 架構下，亦或是以其他方式呈現。
- (2) 針對系統模擬驗證的部分，團隊如何與舊有模式進行驗證。
- (3) 目前 THCS 下之 HTSS 子軟體，其圖形化設計讓使用者認為不如一般的商業軟體那麼的友善，謝謝團隊願意投入心血提出友善介面的這個構想。

5. 景翊科技股份有限公司

- (1) 目前本公司代理幾套車流模擬相關的軟體，有關服務水準定義的問題，仍然是要被探討的議題。
- (2) 現行系統軟體，皆針對主要幹道進行模擬，其他道路如巷道，國外軟體無法進行操作，另外，實際駕駛行為也無法在軟體內進行精準的設定。HTSS 模式如果能夠針對此問題提出解決方案，能夠提高軟體的競爭力。

6. 聚英交通科技股份有限公司

- (1) 對於台灣地區公路容量手冊中的分類數量與即時路況中使用的路況顏色數量不一致，例如公路容量手冊中的服務水準有六個等級，而高速公路上實際使用的路況顏色則是五個。且要將服務水準的六個等級轉換為路況的五個顏色往往難以進行，例如 A 級~F 級應該分屬於什麼顏色？缺乏清晰的對應關係使得這項轉換任務變得困難。
- (2) 同一條道路的服務水準往往不是均一的，例如敦化北路路段較長，敦化北路的不同路段由於周圍條件的不同，會有不同的服務水準評級，某些路段可能是 C 級，而另一些路段可能是 F 級，且路口和路段的服務水準評級方式也不同，使得解釋整個路段的服務水準變得複雜。
- (3) 過去在基隆地區進行服務水準評估時遇到特殊挑戰，因為該地區的地形特殊，且缺乏必要的參數數據（例如坡度）來評估道路服務水準。當被問及該地區路段施工期間服務水準會如何變化時，發現缺少適用的操作手冊或模擬軟體來進行評估。

7. 中華電信研究院

- (1) 本單位目前多是使用 Sumo，雖然國外軟體無法針對國內車流特性進行細部精準設定，但是軟體操作友善。所以 HTSS 模式如果能夠針對此問題提出解決

方案，能夠提高軟體的競爭力。

九、主席結論

感謝與會人員提供寶貴的建議。針對本次內容，整理以下結論：

1. 對於模式輸出/入介面的規劃，以及系統功能分年開發的構想，再請團隊參考與會先進的意見。
2. 針對新一代 HTSS 逐步進行軟體功能修正，以期推出符合國內實際交通情況。感謝各與會先進對於軟體操作層面的建議，例如從小型的、單一案例做起，同時參數設定也應參考實際車流情況，其計算結果才能顯現實際車流服務水準。
3. 未來新一代 HTSS 的推廣需要持續進行教育訓練、講習，來達到 HTSS 軟體的普及度。
4. HTSS 主要運算過程係依據公路容量手冊而來，其運算邏輯及公式應可再針對實際情況進行滾動式調整。此外，HTSS 的功能定位應審慎思考。

十、散會：12 時 30 分

新一代公路交通系統模擬(HTSS)模式開發規劃(1/2)-功能設計

成果座談會

時間：中華民國 112 年 11 月 2 日星期四 10:00-12:00

地點：交通部運輸研究所五樓會議室

簽到表

	公司名稱及職稱	姓名	簽到處
專家學者	國立陽明交通大學運輸與物流管理學系副教授	黃家耀	黃家耀
	逢甲大學智慧運輸與物流創新中心副主任	張建彥	張建彥
	交通部公路局副總工程司	李忠璋	請假
	交通工程技師公會 監事	吳奇軒	吳奇軒
單位代表	交通工程技師公會 副理事長	簡君珊	簡君珊
	國防大學運籌管理學系副教授	嚴國基	嚴國基
	景翊科技股份有限公司業務經理	陳敬恆	陳敬恆
	景翊科技股份有限公司技術總監	陳威諭	陳威諭
	景翊科技股份有限公司產品經理	謝尚儒	謝尚儒
	景翊科技股份有限公司	蕭唯倫	蕭唯倫
	台灣世曦工程顧問股份有限公司	吳宜萱	吳宜萱
	台灣世曦工程顧問股份有限公司	林心榆	林心榆
	台灣世曦工程顧問股份有限公司	黃景威	黃景威
	台灣宇運科技顧問有限公司規劃師	徐美蕙	徐美蕙
	台灣宇運科技顧問有限公司經理	宋婉如	宋婉如
	中華電信研究院 高級研究員	呂珮榕	呂珮榕

新一代公路交通系統模擬(HTSS)模式開發規劃(1/2)-功能設計

成果座談會

時間：中華民國 112 年 11 月 2 日星期四 10:00-12:00

地點：交通部運輸研究所五樓會議室

簽到表

	公司名稱及職稱	姓名	簽到處
單位 代表	聚英交通科技股份有限公司	許文彥	翁正文
	聚英交通科技股份有限公司 專案經理	賴庭順	
承辦 單位	交通部運輸研究所運輸計畫組組長	張舜淵	張舜淵
	交通部運輸研究所運輸計畫組副組長	呂怡青	呂怡青
	交通部運輸研究所運輸計畫組研究員	歐陽恬恬	歐陽恬恬
	逢甲大學智慧運輸與物流創新中心主持人	蘇昭銘	蘇昭銘
	逢甲大學智慧運輸與物流創新中心研究員	林宜靜	林宜靜
	逢甲大學智慧運輸與物流創新中心研究員	吳安樺	吳安樺

11

陳怡君

陳怡君

附件五 系統設計文件

附件 5.1 文件目的

本文件為「新一代公路交通系統模擬(HTSS)軟體」之建構項目設計文件，針對該軟體的設計方法、流程、以及系統架構進行詳盡說明，並包括元件的設計概述。

附件 5.2 工作說明

5.2.1 設計方法與工具

5.2.1.1 開發架構

本平台採用敏捷軟體開發（英語：Agile software development）為發展方法，包括四個階段：計畫（Planning）、需求（Requirements）、設計（Design）、開發與測試（Development and Testing），依序進行。

5.2.1.2 開發模式

敏捷軟體開發（Agile software development），又稱敏捷開發，是應對快速變化需求的軟體開發模式。在這種模式下，自組織的跨功能團隊緊密協作，以發掘使用者或顧客的需求並改進解決方案。這種模式強調適度的計畫、進化式開發、提前交付和持續改進，並鼓勵迅速、靈活地應對開發和變更，以確保滿足客戶需求。這種模式通常適用於快速變化的環境，並有助於提供高品質的軟體產品。

5.2.1 所使用的分析與開發相關工具說明

一、系統分析工具：統一塑模語言（Unified Modeling Language，簡稱 UML）。

二、程式開發工具說明

（一）本平台係建置為一交通模擬應用程式。

（二）開發程式語言：Python。

（三）介面設計框架：PySide，

（四）資料庫系統：PostgreSQL。

5.2.2 系統、程式、模組與元件的編碼命名原則說明

基於改寫 HTSS FORTRAN 版，模組將命名為 HTSS，其中的依賴 python 文件都使用小寫的物件名稱命名，如 road.py、vehicle.py 等。唯獨 FileType.py 採用駝峰命名法，一來致敬原版程式的命名法，也同時區別出此過度中繼檔案的特別性。

程式內部模組與元件命名原則採取蛇形命名法，如 `add_attr`，前墜為動詞，後墜為名詞或是變數名，中間以底線 `_` 相連。`Class` 等父類採該元件的英文名，且首字母為大寫且不含底線，如 `Road`，而其餘變數及函數皆為小寫，如 `json_name_without_path_ext`，全域變數採取前墜為大寫，後墜物件名稱以底線相連，並且全部都是小寫字元，如 `FOUT_name`。

一、元件模組之功能

(一) HTSS.Libs.FileType

本 python 檔案的主要功能為定義和管理不同類型的檔型，以及它們的相關參數和設定。用於實現系統的靈活性和可配置性，使其能夠應對不同模擬場景和需求。且可於本檔案中增加檔型，提供了更多的擴充性。值得注意的是，本檔案為長期目標下的中繼檔案，未來在整合功能及架構中，本檔會因應的做更動，朝向統一、整合的格式儲存各項參數。

(二) HTSS.Libs.main

是為 HTSS 交通模擬系統的入口點，負責協調不同元件之間的互動，控制模擬的流程，並生成模擬結果。為整個系統核心，確保模擬運作按照預定邏輯進行。它的主要功能包括了：

1. 初始化模擬環境，包括建立道路網絡、車輛和其他相關對象。
2. 定義模擬運行的時間步長和總步數。
3. 控制模擬的運行，包括更新車輛的狀態和進行模擬步數的迭代。
4. 監控模擬運行的進度，並在達到結束條件時終止模擬。
5. 收集和報告模擬結果，可能包括車輛的運行軌跡、速度、路段佔用情況等。

與此相關聯文件為 `HTSS.Libs.road` 和 `HTSS.Libs.vehicle`，前者將協助建立和管理道路網絡，初始化路段、車道等訊息。後者則協助初始化和控制車輛的運行，包括速度、位置等。

(三) HTSS.Libs.road

負責定義和管理道路特性的模組，確保模擬中的道路信息和相關車輛位置能夠正確模擬和模擬運行。它提供了對道路屬性的訪問和更新，是 HTSS 系統中道路部分的核心元件。內容為道路、路段的特性，包括道路的幾何形狀、車輛的佔用佇列、車道配置和速限等。具體有以下功能：

1. 初始化道路，包括指定道路的幾何形狀（通常是一系列坐標點）。

2. 設定道路的速限區域，指定不同區域的速限和相關參數。
3. 管理道路上的車輛，追蹤車輛的位置和狀態。
4. 計算道路的總長度。
5. 提供對道路幾何形狀和速限的查詢功能。

與此相關聯文件為 HTSS.Libs.main 和 HTSS.Libs.vehicle，前者將初始化道路並在模擬運行期間追蹤車輛的位置。後者則檢查車輛是否在道路上，如果是，則更新其位置和狀態。

(四) HTSS.Libs.vehicle

負責定義和模擬車輛特性和行為的模組，確保模擬中的車輛按照設定的特性和路徑進行運動。它提供了對車輛屬性的訪問和更新，是 HTSS 系統中車輛部分的核心元件，其定義了車輛的特性和行為，包括其運動、速度、加速度、路徑等。以下是對 vehicle 更詳細的內容描述：

1. 初始化車輛，包括設定車輛的初始狀態，例如位置、速度、加速度等。
2. 更新車輛的運動狀態，計算車輛的位置、速度和加速度。
3. 管理道路上的車輛，追蹤車輛的位置和狀態。
4. 處理車輛在道路上的運動，包括車輛的行駛、加速、減速、停止。
5. 設定車輛的特性，如車輛的長度、安全距離、反應時間、最大速度等。
6. 管理車輛的路徑，指定車輛將要遵循的路線。
7. 為所有車輛添加單一識別碼，主要用以區分各車輛間的不同。採用 UUID v4 實現，其龐大的位元，以致號碼碰撞概率極小，提高程式執行的效率。

(五) DEMO.py

本檔是一個示範腳本，用於示範及 HTSS 系統的使用，未來將基於此檔案生成可執行 EXE 檔。主要功能為執行模擬過程，包括設置模擬參數、建立道路網絡、生成車輛、模擬車輛運動、收集結果並生成報告。詳細的內容描述參考下列：

1. 設置模擬速度，即模擬過程的速率，用於控制模擬的實際運行速度。
2. 載入模擬參數和文件，包括設定文件的路徑、路線信息、車輛速度限制、路線上的交通控制等。
3. 創建道路網絡，根據載入的路線信息設置道路的幾何形狀和速度限制。
4. 生成車輛，根據載入的車輛速度限制和道路信息，模擬車輛的運動。
5. 開始模擬運行後車輛的運動，包括行駛、加速、減速、停止等。

6. 收集模擬結果，包括車輛的運動狀態、路段的通行情況等。
7. 生成統計報告，包括模擬過程中的結果、道路狀態、車輛通過時間等。

將引入以上所介紹之檔案（HTSS 模組），其中相關交互工作邏輯如下列：

1. HTSS.Libs.main

使用 HTSS.Libs.main 中定義的 HTSS 類來創建道路網絡、生成車輛、模擬車輛運動等。

2. HTSS.Libs.FileType

載入模擬參數和文件，包括路線信息、車輛速度限制等。

3. HTSS.Libs.road 和 HTSS.Libs.vehicle

模擬車輛的運動和處理道路狀態。

二、元件模組之輸入

(一) HTSS.Libs.FileType

HTSS.Libs.FileType 需要使用者輸入 JSON 檔案路徑以導入各檔型及設定參數：

1. JSON 配置文件的路徑，其內容包含其不同檔型的數據。
2. 將產生對應之檔型物件至模擬系統進行設定參數，當中包括模擬次數、模擬時段、路線配置等。

(二) HTSS.Libs.main

HTSS.Libs.main 需要以下輸入來執行模擬：

1. 來自 HTSS.Libs.road、HTSS.Libs.vehicle 的物件和參數。

(三) HTSS.Libs.road

HTSS.Libs.road 輸入來自使用者給定之數據或 JSON 所導入參數，主要包括：

1. 道路的幾何形狀，通常作為坐標點的集合，這些點描述了道路的形狀和位置。
2. 速限區域的定義，包括速限值、速限起點和終點的位置等。
3. 來自其他模組的車輛信息，例如車輛的位置、速度等。
4. 外部 JSON 檔案參數文件或數據，如檔型 1、3、20 等。

(四) HTSS.Libs.vehicle

HTSS.Libs.vehicle 輸入來自使用者給定之數據或 JSON 所導入參數，

主要包括：

1. JSON 檔案或於 DEMO.py 使用者給定的車輛特性設置。
2. 路徑規劃模組提供的路徑信息，指定車輛將要遵循的路線。
3. 外部 JSON 檔案參數文件或數據，如檔型 2、21 等。

(五) DEMO.py

其輸入來自外部 JSON 文件和使用者的參數，主要包括以下方面：

1. 模擬參數，如模擬速度、模擬參數文件的路徑。
2. 路線訊息，包括道路的幾何形狀、速度限制、交通控制等。
3. 車輛速度限制，指定不同車種的速度限制。
4. 車輛數量和特性，如車輛的初始速度、加速度、路線等。

三、元件模組之輸出

(一) HTSS.Libs.FileType

HTSS.Libs.FileType 將會生成以下輸出作為模擬參數，但需要開發者主動去調用物件內相關屬性獲得：

1. 包含不同檔型的物件，以便在整個系統中使用。
2. 生成 JSON 文件，用以匯出參數。其中包含各項的模擬參數。

(二) HTSS.Libs.main

HTSS.Libs.main 生成以下輸出作為模擬結果，但需要開發者主動去調用物件內相關屬性獲得：

1. 模擬過程中的數據，例如車輛的狀態、位置和速度等。
2. 最終的模擬結果報告，包括有關模擬運行的摘要信息、統計數據等。

(三) HTSS.Libs.road

HTSS.Libs.road 的輸出是模擬過程中的數據，但需要開發者主動去調用物件內相關屬性獲得，其包括：

1. JSON 檔案或於 DEMO.py 使用者給定的道路特性設置。如不同區域的速度限值。
2. 道路的總長度。
3. 道路之節點與節線。

(四) HTSS.Libs.vehicle

HTSS.Libs.vehicle 其輸出為模擬過程中的數據和結果，但需要開發者

主動去調用物件內相關屬性獲得，其包括：

1. 車輛的位置、速度和加速度，這些數據用於更新車輛的運動狀態。
2. 關於車輛特性的信息，如車輛的長度、安全距離、反應時間等。

(五) DEMO.py

DEMO.py 的輸出包括模擬過程中的數據和報告，這些數據包括：

1. 車輛的運動狀態，包括位置、速度、加速度等。
2. 道路狀態，包括道路上車輛的通行情況、速度限制區域等。
3. 模擬結果的統計報告，如車輛通過時間、平均旅行速度等。

於 Console 輸出後，同時也會在路徑下方產生相對應的 TXT 檔案供參考與驗證。

5.2.3 軟、硬體開發環境說明

一、應用系統執行需求與環境

軟體端：Python 3.10 版本

二、資料庫執行需求與環境

資料層 PostgreSQL 16.0

5.2.4 系統分析與設計的方法說明

本案以物件導向分析與設計方法論為基礎，用以建立系統的架構與設計模式。相關的開發文件將於第 2.1.7 章節進行詳細的說明。

5.2.5 UML 物件導向程式設計

以物件導向設計觀點，使用多種圖示工具來闡釋系統流程，使用者及系統狀態等可查看相關資訊。

三、使用者的角度：運用使用案例圖（Use Case Diagram）探討使用者在系統中之操作流程。

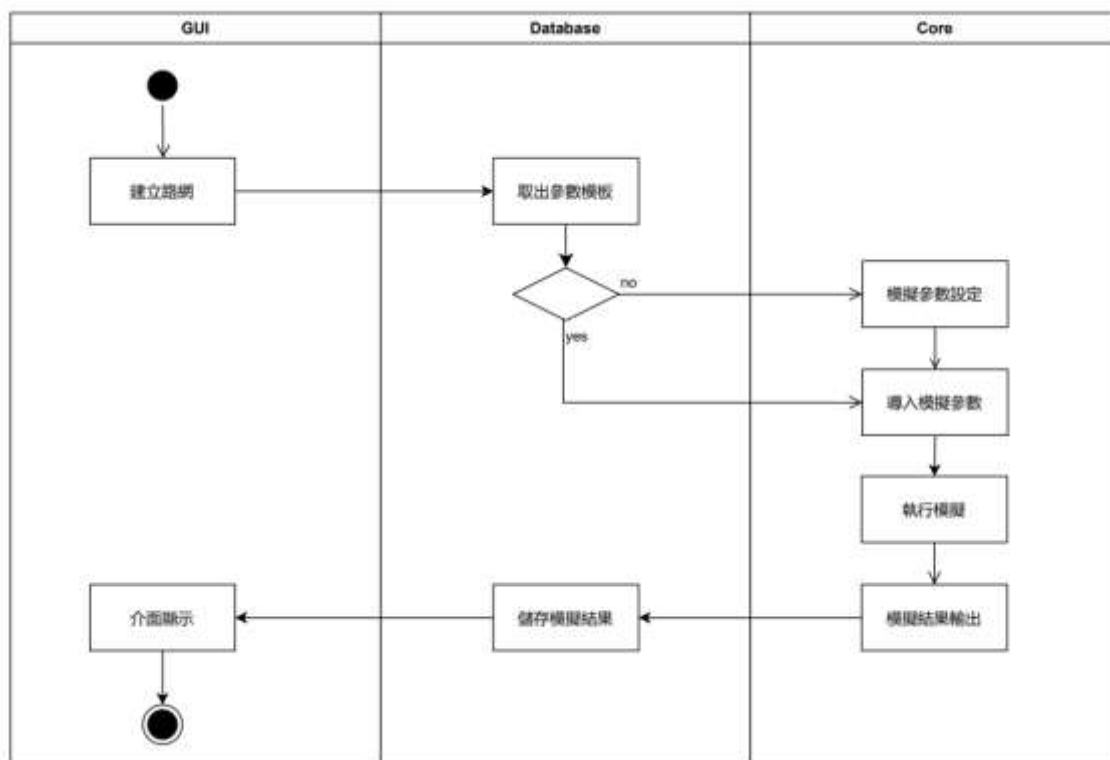
四、系統狀態的視角：透過狀態流程圖（State Chart Diagram）分析系統在不同狀態或狀態轉換時所觸發的事件和執行的動作。

上述所提及之方法融合活動圖、循序圖、合作圖、狀態圖、使用案例圖、類別圖、物件圖以及元件圖等多種圖示工具，有助於更全面地理解物件導向設計中的系統流程。茲針對相關內容說明及佐以圖示如後。

一、活動圖（Activity Diagram）

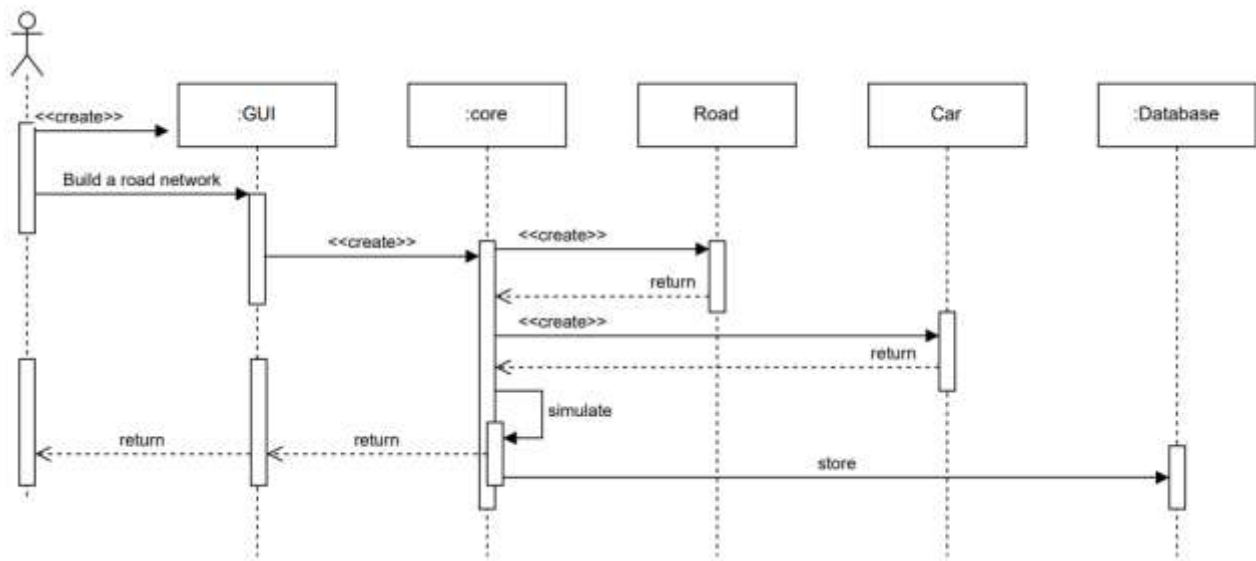
（一）三個主要元件：「GUI」、「Database」和「Core」。

- (二) 系統啟動於「建立路網」階段，進入「取出/設定參數模板」。
- (三) 進行「導入模擬參數」。
- (四) 執行「模擬運算」並輸出相應的結果。
- (五) 將模擬結果保存至「Database」，同時以介面顯示方式呈現在「GUI」。



二、循序圖

- (一) 三個重要的物件節點：「GUI」、「Core」和「Database」；兩個類別節點：係為系統中的類別「Road」和「Car」。
- (二) 使用者與系統互動動作
 1. 初始化使用者介面：使用者建立「GUI」。
 2. 建立路網：觸發「Core」中建立「Road」和「Car」。這些物件的建立和初始化步驟同時發生的。
 3. 使用者呼叫「simulate」方法，將相關數據傳送到「Database」以進行儲存，同時也將結果返回給「GUI」和使用者，使他們能夠查看模擬結果。



三、合作圖（Collaboration Diagram）

（一）用於描述系統中的合作流程。

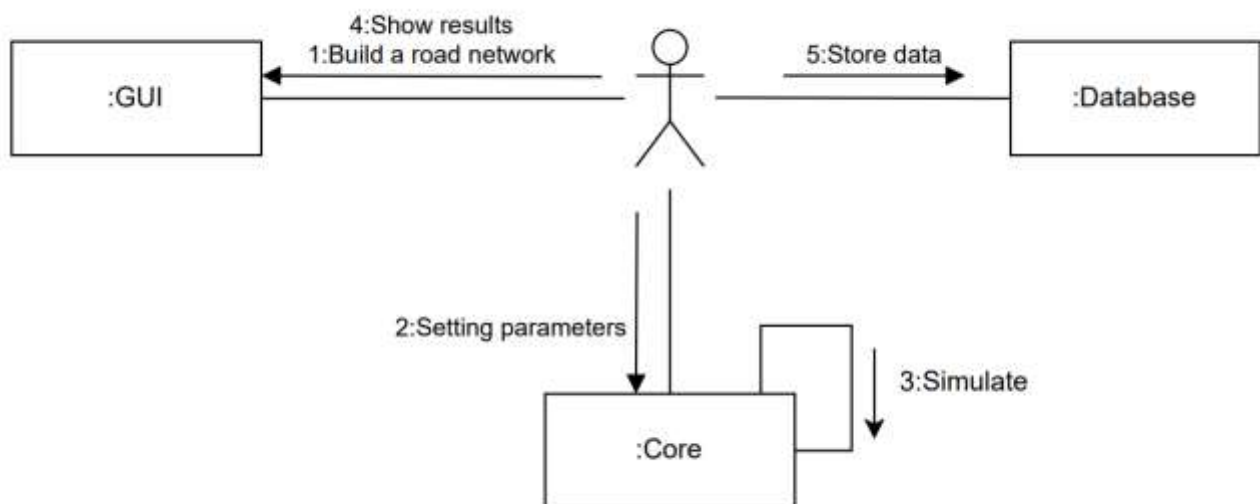
（二）使用者進入系統並執行「建立路網」，將使用者引導至物件節點「GUI」處，於該節點中可以進行路網的基礎建立。

（三）透過「設定參數」進入「Core」節點，進一步設定系統的參數。

（四）參數設定完成後即可透過「模擬」動作，使系統進行模擬過程以生成相關結果。

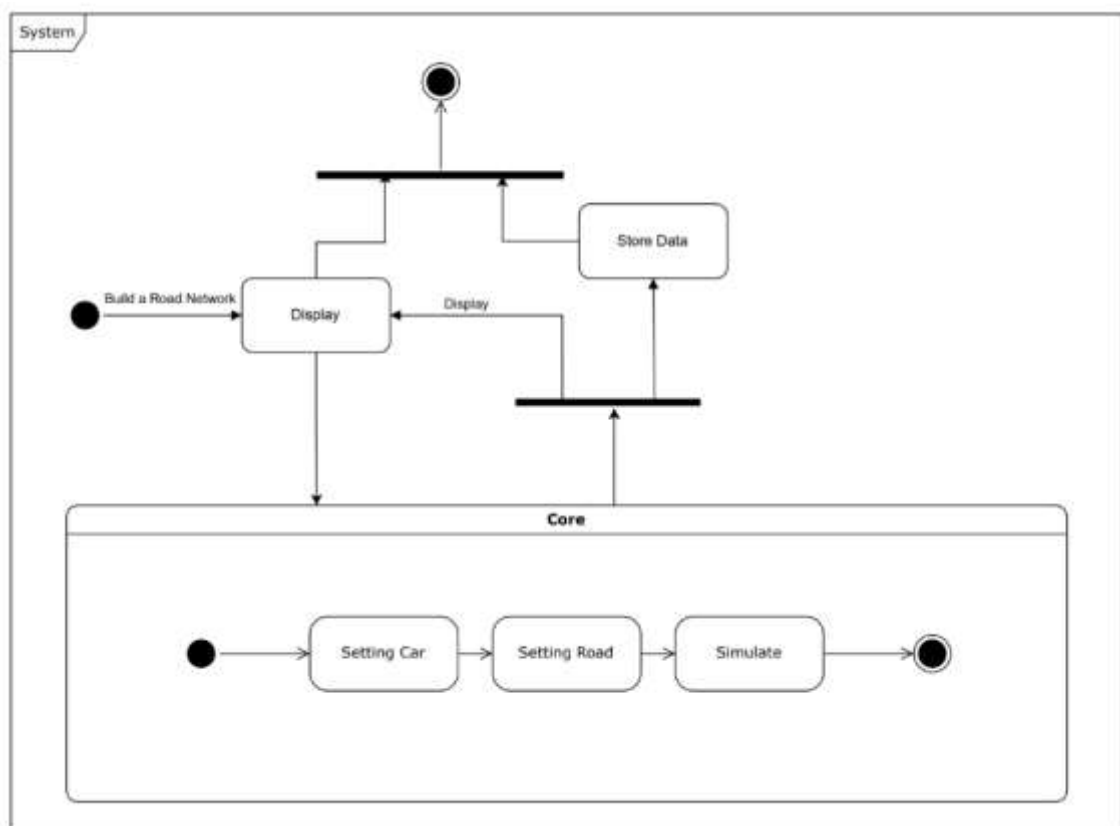
（五）模擬完成後即可「顯示結果」，此步驟將使用者帶回到「GUI」節點，以呈現模擬結果。

（六）模擬結果完成後即可透過「儲存資料」，將相關資料儲存到「資料庫」中，以供後續參考和使用。



四、狀態圖（系統主要運作流程）

- (一) 建立「路網」後進入「顯示」狀態，即可進入「Core」內部。
- (二) 在「Core」中，系統依次進行「設定車輛」、「設定路段」及「模擬」階段。
- (三) 同時進行「顯示」和「儲存資料」，以完成整個過程。



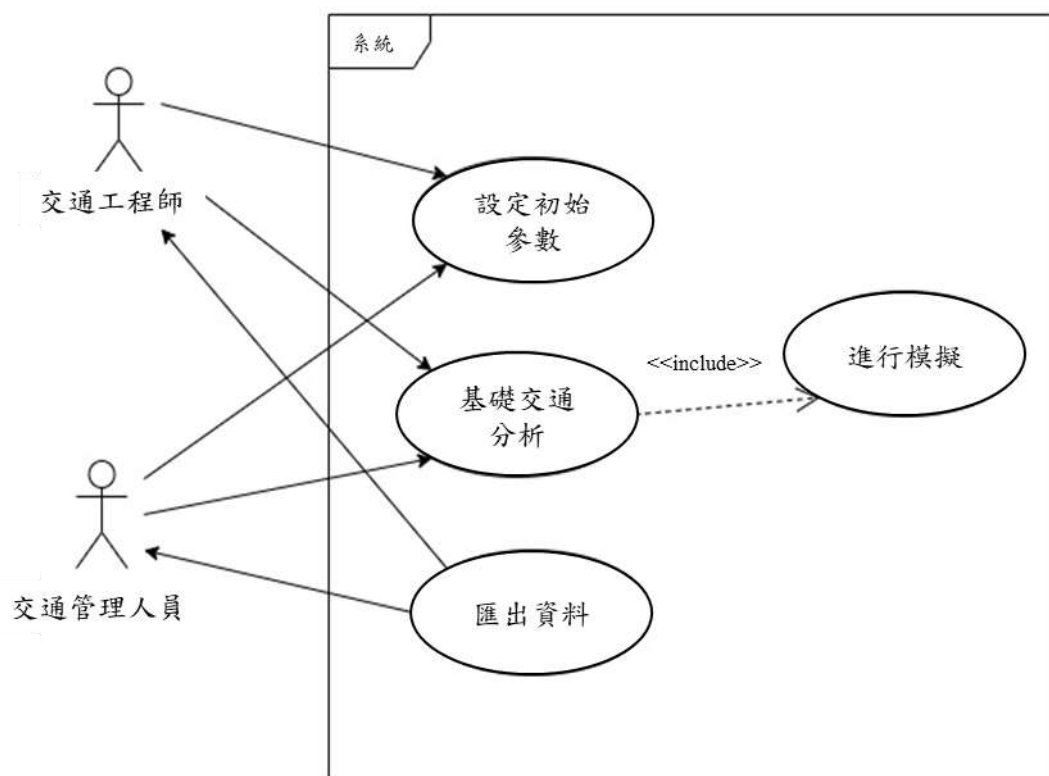
五、使用案例圖（Use Case Diagram）

（一）闡述運輸規劃中的工作流程，將系統視為核心。

（二）參與者：交通工程師和交通管理人員

1. 兩者需進行初始參數設定，確保系統獲取必要前提資訊。
2. 系統執行核心的交通分析程序，深入研究特定交通情境。
3. 此階段涉及模擬操作，如使用案例圖中的 include 箭頭所示，強調其與其他步驟的關聯性。

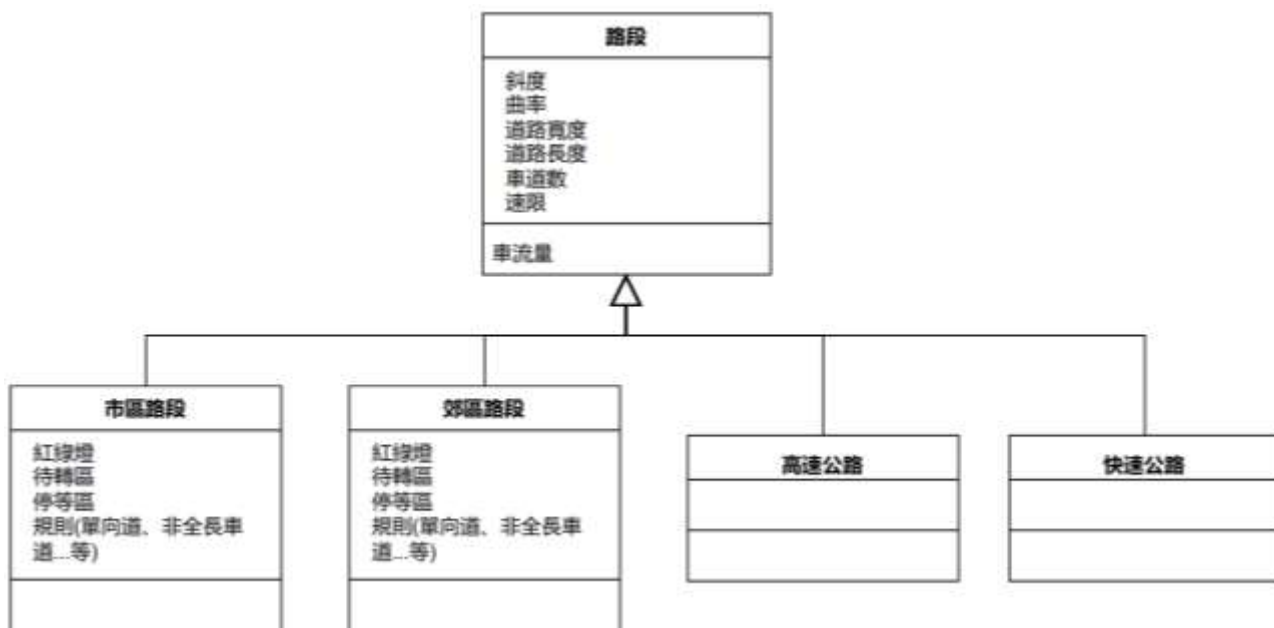
（三）資料匯出後之相關單位即可供相關人員參考。



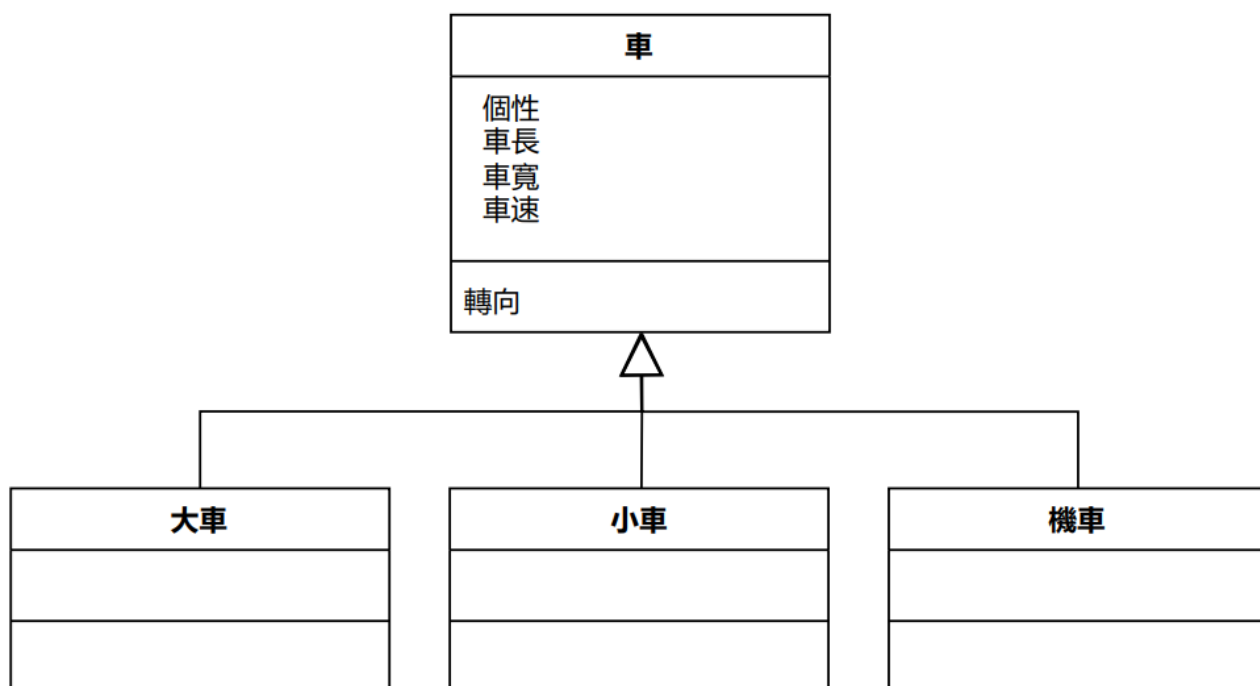
六、類別圖（Class Diagram）

（一）主要定義和區分各種道路段的特性和行為，包括斜度、曲率、道路寬度、長度、車道數和速限等關鍵屬性。這些屬性影響著道路的物理特性和設計，如行駛舒適性、安全性、交通容量和通行能力。

（二）路段類別圖：包括市區路段、郊區路段、高速公路和快速道路等子類別，進一步細化道路的特性和規則，如紅綠燈、待轉區、停等區等。



- (三) 車輛類別圖用以明確定義不同車輛類型，如大車、小車和機車，並指定相應屬性和行為。
- (四) 車輛類別圖的父類別「車」包括關鍵屬性，如個性、車長、車寬和車速，這些屬性直接影響車輛在交通流中的行為和特性。
- (五) 子類別細分車輛，區別大車、小車和機車，並定義各自的轉向行為和特性。



七、物件圖（Object Diagram）

(一) 有效呈現複雜的交通模擬設計要素，包括市區路段：市民大道。首先，市區路段的屬性包括斜度、曲率、道路寬度、長度和車道數。

(二) 相關設定如下：

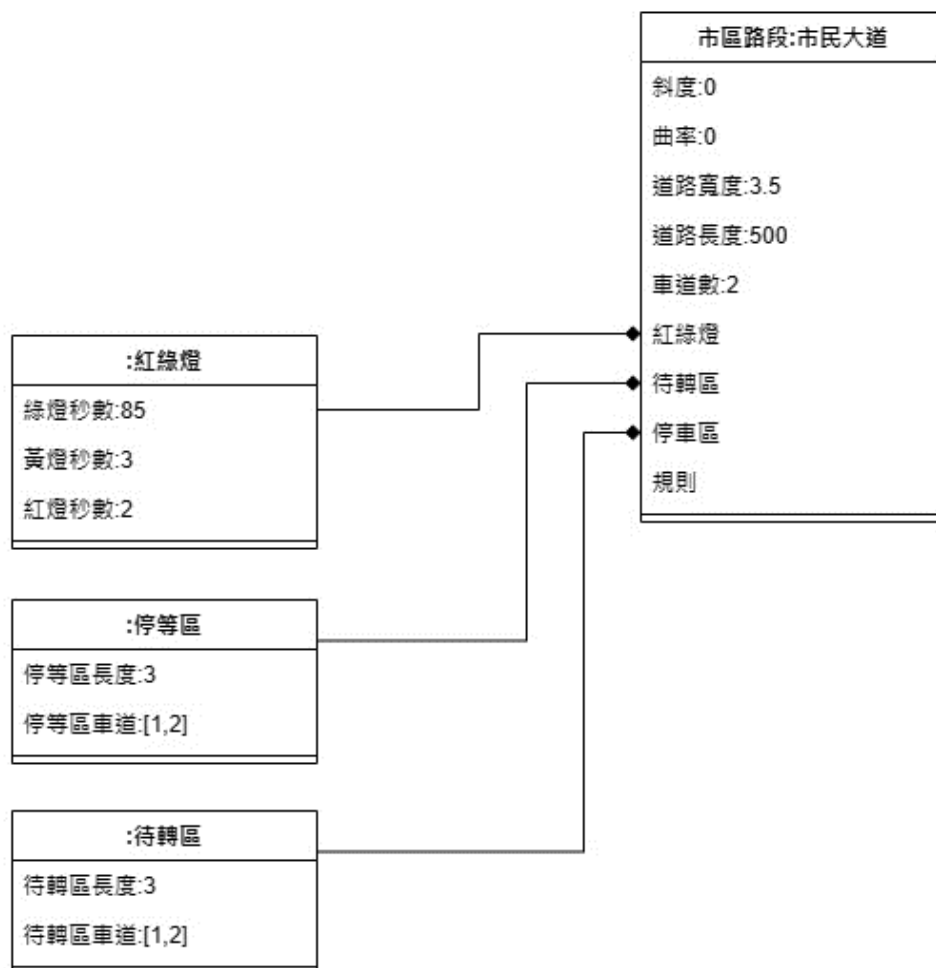
1. 斜度和曲率值為 0，表示該道路平坦直線。
2. 道路寬度為 3.5，可容納兩車道。
3. 道路長度為 500，可連接不同城區區段。

(三) 市區路屬性：包括紅綠燈、待轉區、停車區。

(四) 號誌屬性：包括綠燈秒數、黃燈秒數和紅燈秒數。

(五) 待轉區和停車區屬係：長度和位置。

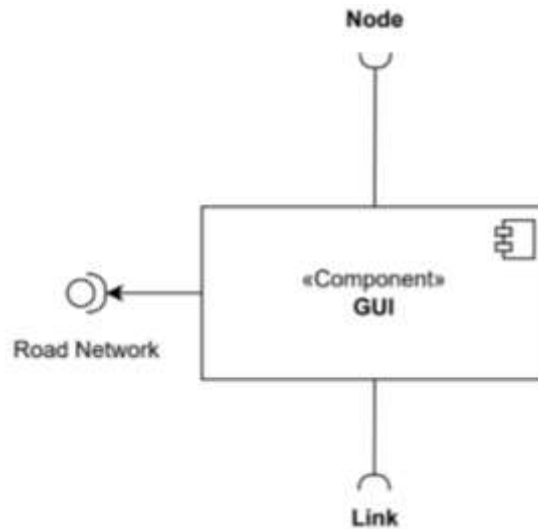
(六) 子類別中號誌、待轉區和停車區與市區路段相關屬性相連。



八、元件圖（Component Diagram）

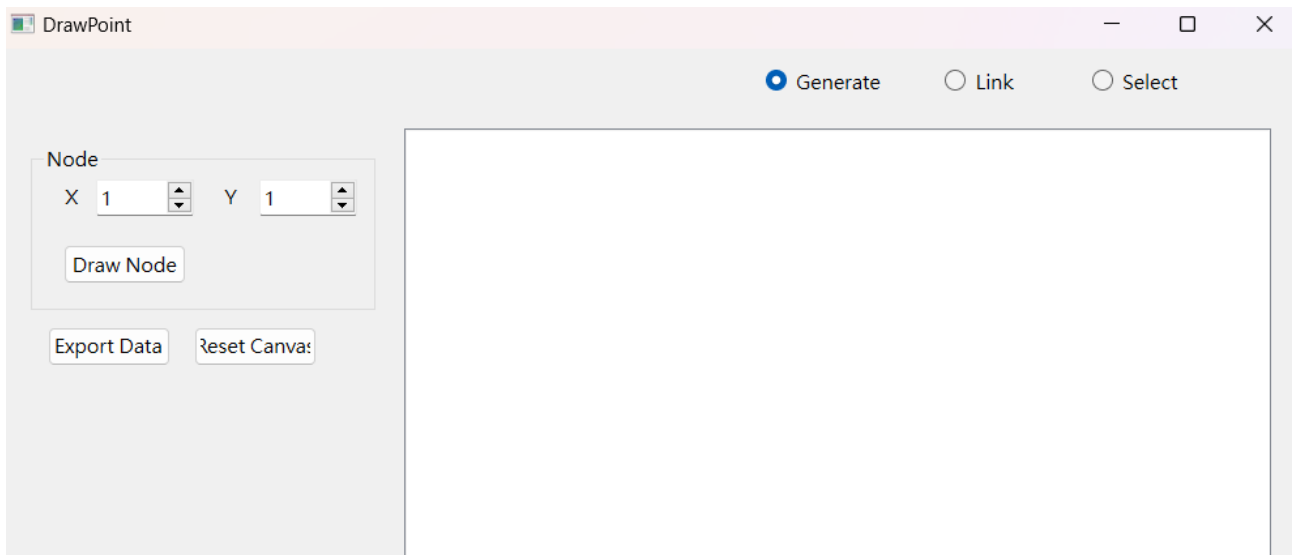
(一) 「GUI」元件用於「Road Network」介面。

(二)「GUI」元件另需用於「Node」和「Link」兩個介面。

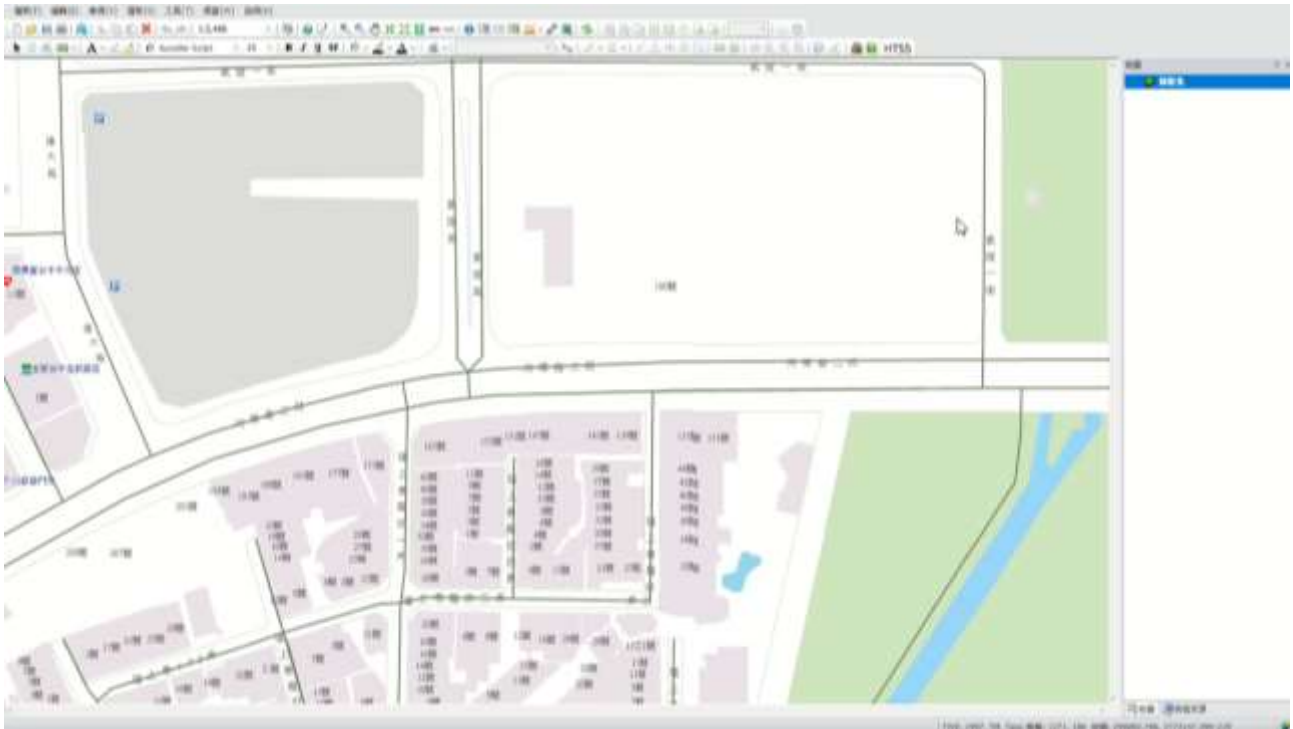


5.2.2 使用者介面設計

本計畫分為二階段進行探討。第一階段為單機版的 GUI 介面，透過使用者的點選或是手動輸入，在畫面上建構路網，如附圖 1 所示。透過與電子地圖的整合來完成路網的建置。故此部分與單機版分別獨立，其畫面如附圖 2 所示。另本計畫以台中市西屯區為範例，系統導入地圖後，使用者若需要模擬河南路跟凱旋路的車流量，便可配合電子地圖情況，設定路網的路寬、長度或其他需要模擬的參數。

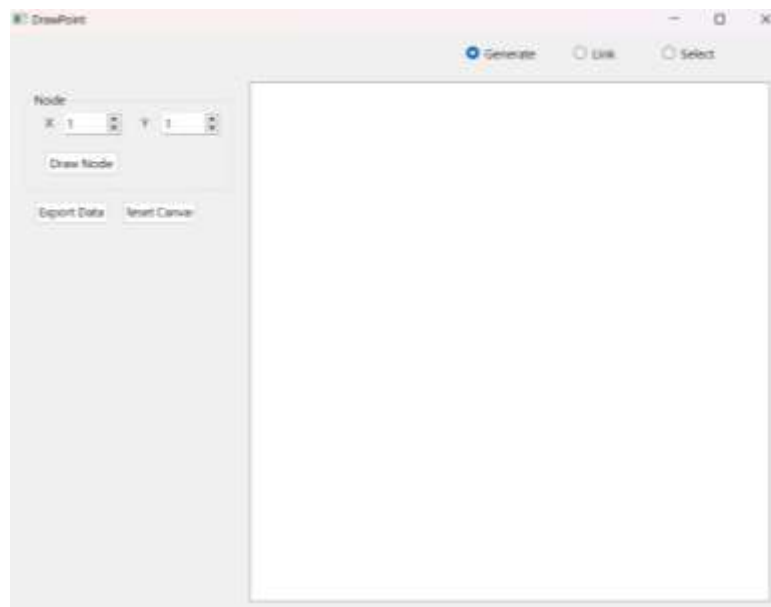


附圖 1 單機版的使用者介面



附圖 2 與電子地圖整合的 HTSS 系統介面

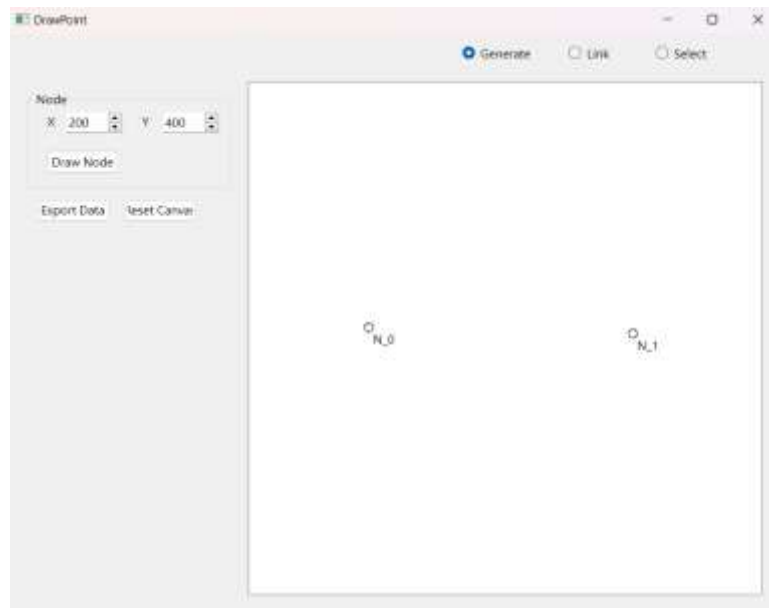
但因當前 GUI 處於試驗階段，仍在開發中，需要進一步完善，部分功能尚未穩定。初期版本先適用於基本運作測試，著重核心功能，次要特性將在後續版本中開發。關於 GUI 介面設計說明則如後所述。



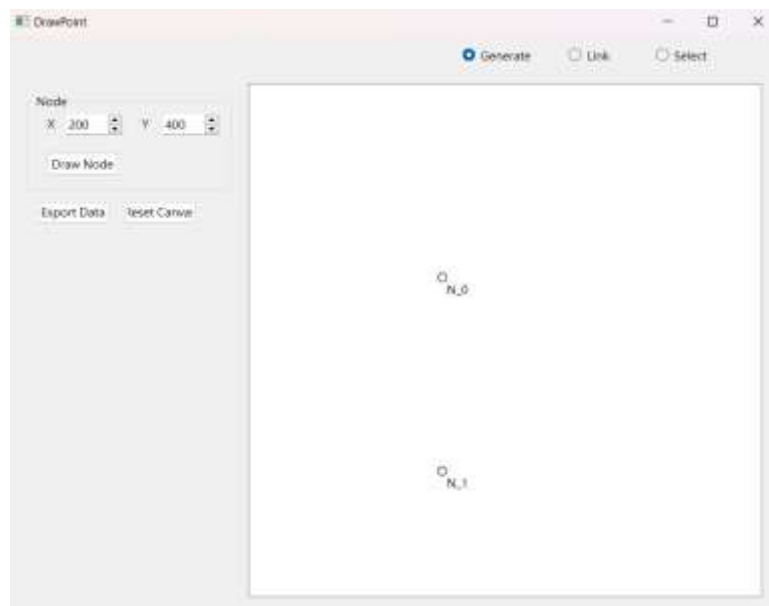
一、節點創建

(一) 方法一：允許使用者在應用程式視窗中簡單地點擊，以快速創建節點。當使

用戶在視窗中的任何位置進行點擊時，系統將自動生成一個新的節點。



(二) 方法二：透過左側的設定區域，明確指定節點的 X 和 Y 座標以創建節點，強調精確性和控制，適合於需要確切位置的應用情境，或希望按照特定座標系統配置節點的使用者。

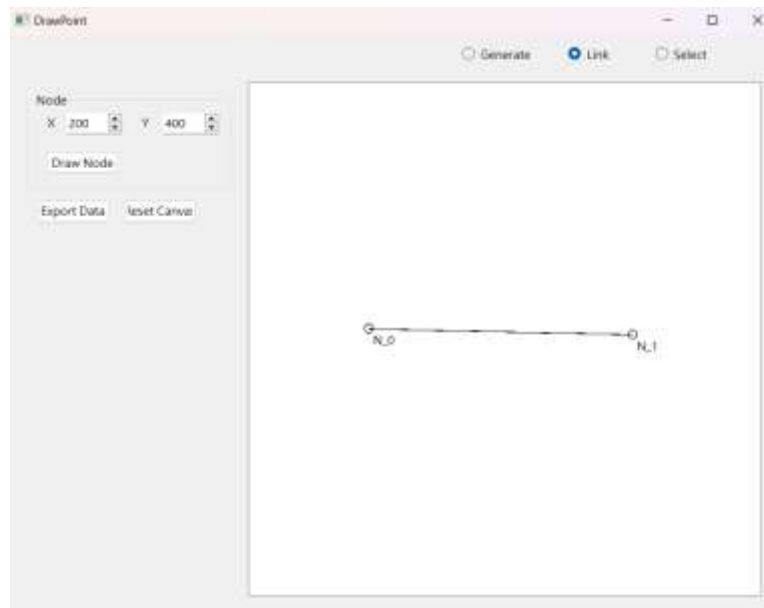


二、節線連結

(一) 依據前述節點創建後需進行各節點連結動作。

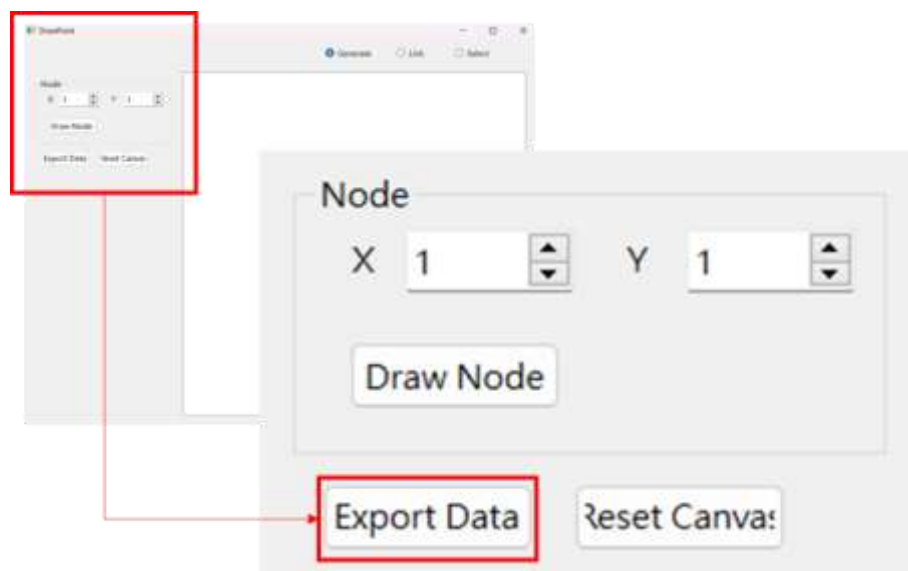
(二) 於畫面右上角的選項，點擊「連結」(link) 功能，將兩個節點進行連接。當使用者選擇此功能後，系統將允許在應用程式視窗中選擇欲連接之起始節點

與目標節點，並自動建立一條節線。



三、匯出檔案

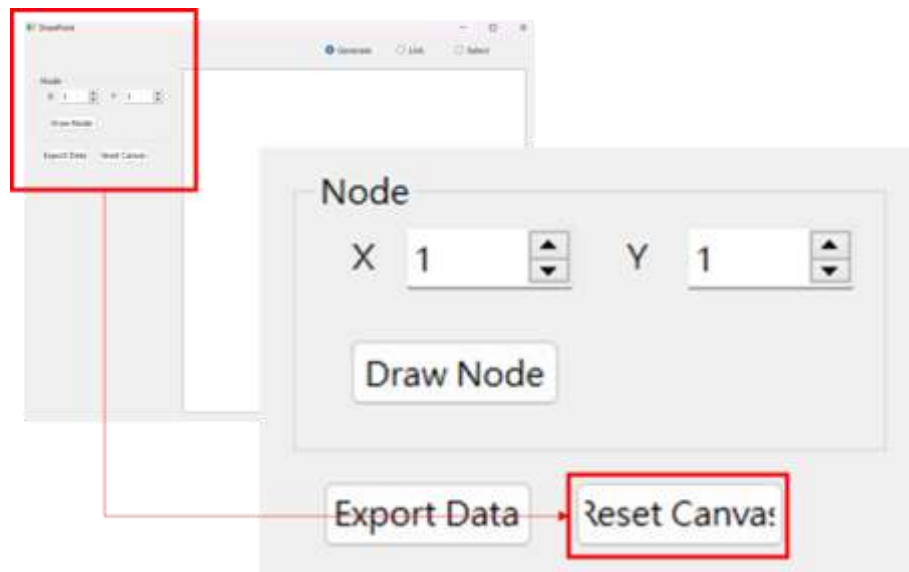
新增「Export Data」按鈕，提供使用者以 JSON 格式導出所設計的節線資料。當使用者點擊此按鈕時，系統將根據目前的節線資料內容生成一個符合「檔型 1」規範的 JSON 輸出檔案，以確保其符合導入模擬核心的資料格式。



四、重製資料

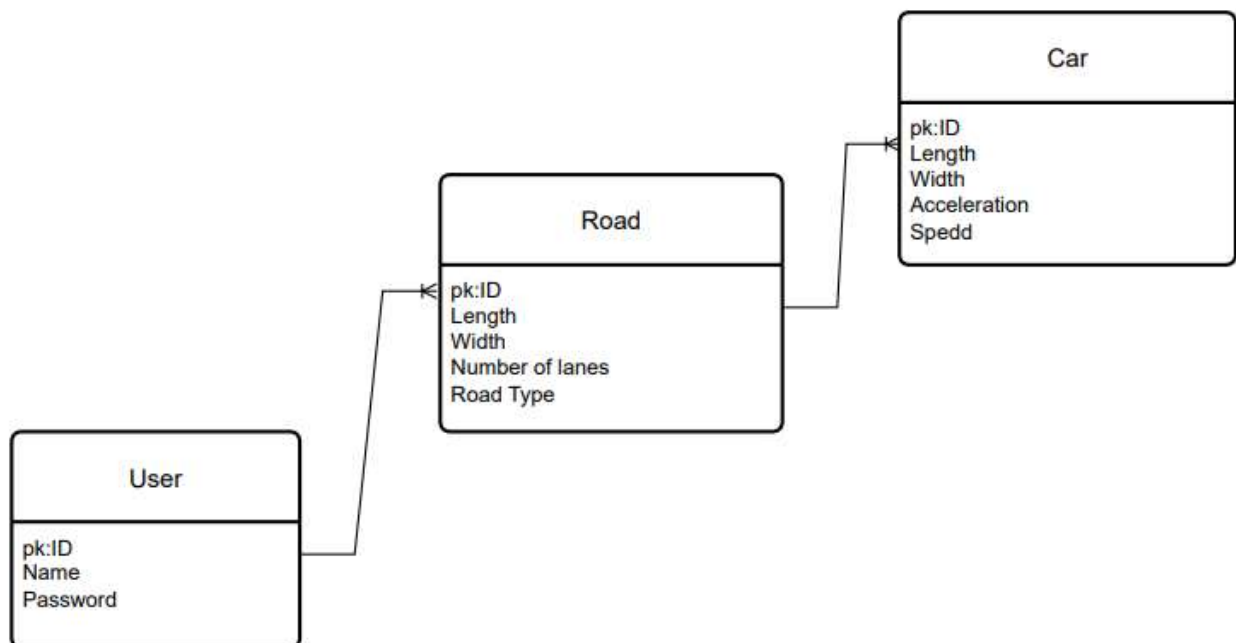
(一) 「重置資料」(Reset) 按鍵，該按鍵的功能在於在使用者按下後，以快速清除或重置當前狀態，將使得應用程式視窗中的所有資料恢復至初始狀態，重新回到最初的設定或內容，重新開始進行操作或設定。

(二) 在使用此功能時，使用者應注意，所有當前的設定和內容將會被永久清除，應確保在執行此操作前已備份或保存重要的資料。



5.2.3 資料庫設計

- 一、使用物件關聯式資料庫，資料庫版本：PostgreSQL 16.0。
- 二、資料表：共計 3 個資料表，包括：User、Road 與 Car。
- 三、資料庫的實體關聯圖。



*圖示說明：PK 為 Primary Key

5.2.4 例外處理

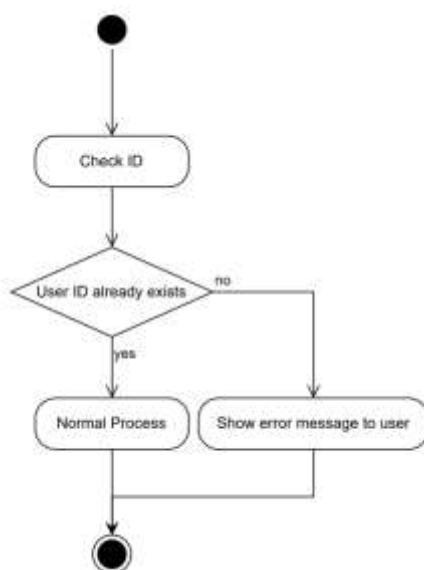
此例外處理圖描述處理使用者 ID 是否已存在的情況的流程，判斷步驟說明如下：

一、例外處理情境：「檢查使用者 ID」>「判斷使用者 ID 是否存在」

二、判斷步驟

(一) 如果使用者 ID 已存在 (YES)，則進入正常流程，執行相應的處理。

(二) 如果使用者 ID 不存在 (NO)，則進入一個例外處理流程，其中將顯示錯誤資訊給使用者。



5.2.5 備份與回復機制說明

一、程式備份

一、為確保系統的穩定性和資料的安全性，建議採用以下程式備份方法，以確保系統的連續運作和資料的完整性：

(一) 定期進行完整備份：包括程式碼、設定檔案和相關資源，若因系統故障或突發事件，都能夠確保系統能夠快速恢復到正常運作的狀態。另建議使用增量備份，以紀錄自上次備份之變更。可節省備份儲存空間和時間，並確保系統可快速回復到最新的狀態。

(二) 提高備份安全性：建議將備份檔案存儲在離線媒體中，如：離線硬碟。可有效地防止潛在的線上威脅對備份檔案的破壞。

(三) 確保備份穩定性和可靠性：應建議建立自動化備份排程，以確保定期執行備份作業，從而減少人為錯誤的風險，可確保系統的安全性和穩定性，並在任何意外情況下能夠快速回復到正常運作狀態。

二、程式回復處理

- (一) 採取定期完整備份 (Full Backup) 策略，包括系統定期執行全系統備份，包括所有程式和相關資料。可從最新的完整備份中恢復程式的狀態，最大程度地減少任何潛在故障或故意破壞可能導致的資料損失。
- (二) 節省儲存空間並提高備份效率：實施差異式備份 (Incremental Backup) 策略。僅備份自上一次完整備份以來所發生的變更部分。有助於節省存儲空間，並縮短備份所需的時間，提高整體系統效能。
- (三) 資料庫系統備份事務日誌 (Transaction Log)：定期備份事務日誌，以確保能夠準確還原至特定時間點的資料狀態。用以確保資料的完整性和一致性至關重要，如：處理複雜的事務和資料更新。
- (四) 自動回復機制：應對系統故障或意外事件，使系統能夠自動地根據備份檔案進行回復，以最小化中斷時間並確保程式的持續運作。能有效應對各種潛在的風險，確保系統能夠在面臨困難時快速回復到穩定運作的狀態。

三、資料庫備份

- (一) 使用 PostgreSQL 提供的工具 `pg_dump` 方法進行備份。其語法為 `pg_dump dbname > dumpfile`。若同時使用資料庫時，會進行具有一致性的備份。`pg_dump` 不會阻礙其他使用者存取資料庫（讀取或寫入皆不會阻礙）。
- (二) `pg_dump` 僅匯出單一數據庫。如因應需求需備份整個叢集，或備份叢集中所有資料庫共有的全域物件（例如角色和資料表空間），則改使用 `pg_dumpall`。
- (三) Dump 適用於腳本或封存檔案格式輸出。腳本匯出為純文字檔案，其中包含將資料庫重建到保存時所處狀態所需的 SQL 命令。要從此類腳本還原，請將其腳本檔案提供給 `psql`。腳本檔案甚至可以在其他機器和其他系統結構上用於重建資料庫；進行一些修改，甚至在其他 SQL 資料庫產品上還原。

四、資料庫復原

- (一) `pg_dump` 建立的文字檔案旨在由 `psql` 程式讀入。恢復轉儲的基本語法是 `psql dbname < dumpfile`。然而，請注意，該指令不會建立目標資料庫，因此在執行 `psql` 之前，必須手動從 `template0` 創建一個相同名稱的空資料庫，例如使用 `createdb -T template0 dbname`，`psql` 支援類似於 `pg_dump` 的選項，用於指定要連接的資料庫伺服器和使用者的名稱。
- (二) 在還原 SQL dump 之前，必須確保在轉儲資料庫中，所有擁有物件或已被授予權限的使用者已存在。否則，還原將無法保留原有物件的擁有權和權限。

(三) `pg_dump` 和 `psql` 具備對管道的讀寫能力，這使得可以直接將資料庫從一台伺服器轉儲到另一台伺服器，例如：`pg_dump -h host1 dbname | psql -h host2 dbname`。

(四) 還原備份後，建議對每個資料庫運行 `ANALYZE`，以使查詢優化器獲得有用的統計資料。

5.2.6 安全機制說明

本平台的設計分為前端與後端兩部分，以確保系統的整體安全性。前端介面是使用者與系統互動的地方，其主要功能是提供使用者操作介面，並經適當處理後將請求傳送至後端。後端負責資料處理和邏輯運算，同時以安全的方式存取資料庫。

資料庫方面則實施資料加密機制，以確保資料在儲存過程中不受未經授權的存取或竊取。此機制包括敏感資料的傳輸和儲存過程，通過適當的加密技術，確保資料在傳輸和儲存過程中能保持隱私。

本案設計中強調前端和後端的隔離，使用者僅透過前端介面進行互動，無法直接存取後端系統。可有效降低外部攻擊對後端系統的威脅，同時確保系統運行的穩定性和安全性。

附件六 期中報告審查意見處理情形表

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
一、本所林大煜前所長		
1. 報告內容文字錯誤之處請團隊更正正確。	團隊會再重新審視報告內容，並加以修正。	同意
2. 頁 20-22，從本節對現行模式之檢討中提出「幾點看法」與「一些建議」，建議請在「高速公路基本路段模擬核心」建置完成後，針對前述之「幾點看法」與「一些建議」加以對應檢討，看看到底改善了多少？其改善的程度各為何？	感謝委員意見，團隊會將第三章所列的看法與建議在第五、六章呈現，並在第 6.6 節中做說明。	同意
3. 5.2 節，頁 41，在「車輛移動的類別圖」中未何不建置大型車的資料？	計畫書內容係舉一案例說明，會在期末報告中完整呈現。	同意
4. 5.3 節，頁 44，「可利用情境方式」為何只有「三車道直線」與「四車道彎道」兩種方式。	本計畫今年目標旨在於提出新一期 HTSS 的架構及針對高速公路基本路段進行初步程式開發，後續可利用物件導向模式建構其他路段情境。	同意
二、國立陽明交通大學黃家耀教授		
1. 文獻回顧有關交通模擬軟體內容，請團隊重新檢視/精確區分與車流模擬相關功能。	團隊會再更正文獻中，各交通模擬軟體與車流模擬相關功能的說明。	同意
2. 在報告章節中可否詳細說明團隊所設計的軟硬體架構功能為何？	團隊將在期末報告的章節中，增列相關章節來說明。	同意
3. 程式邏輯若要改寫的話，請團隊列表列出模擬邏輯順序。	本次計畫主要為開發程式之移轉，其車流模擬邏輯並未進行更改。	同意
三、臺北市交通管制工程處劉嘉祐副處長		
1. 團隊所規劃的系統，如果能夠呈現 3D 動畫，能夠協助規劃者易於向業管單位進行說明。	團隊將在期末報告的章節中，增列相關章節來說明	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
2. 請團隊確認本期計畫的主要工項與目標為何，並說明如何規劃模擬核心的主要功能，以及如何與原先程式模擬結果進行比較。	感謝委員意見，團隊再將其功能納入評估中。	同意
3. 過去運研所亦有 HTSS 模擬模式相關的研究成果，建議團隊整理歸納前述成果總結。	感謝委員建議，會在第二章文獻探討中說明。	同意
4. 建議團隊所設計的系統功能具備跨軟體功能，能與其他同類型軟體進行介接。	感謝委員建議，團隊會在第五章規劃部分進行說明。	同意
5. 貴團隊所提出的高速公路基本路段車流模擬如何與原有程式的相同功能進行比較，以及如何確認其正確性。	團隊會以公路交通系統模擬（HTSS）模式使用手冊的相同案例進行模擬，並與原先 HTSS 系統進行比較，力求模擬邏輯與原先的系統相同。	同意
四、交通部高速公路局陳宏仁總工程司(書面意見)		
1. 建議調整參考文獻的章節設定。	遵照辦理。	同意
2. 報告內容文字錯誤之處請團隊更正正確。	團隊會再重新審視報告內容，並加以修正。	同意
3. 3.2 節頁 23，調查結果分析說明與圖示不符，例如工作單位占比與圖 3.2.2 不符，使用情況占比亦同，圖 3.2.7 問卷似無前二項，請重新檢核修正。	團隊會再重新審視報告內容，並加以修正。	同意
4. 4.3 節頁 36，表 4.3-1 系統功能開發項目為何與問卷部分不符，高速公路無號誌，為何時制設計列為優先開發？	團隊會再重新審視報告內容，並加以修正。	同意
五、亞聯工程顧問股份有限公司		
1. 報告內容文字錯誤之處請團隊更正正確。	團隊會再重新審視報告內容，並加以修正。	同意
2. 4.2 節頁 33「在需求面上，採用亂數生成旅次量」，建議可以改使用北台、中台、南台運輸需求模式或是高速公路局交通資料	本處應指以亂數生成交通量之車輛特性。團隊會再重新審視報告內容，並加以修正。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
庫國道旅次 OD 資料。		
3. 建議應可將原舊有程式碼中的各公式參係數改用資料檔方式設置，以便後續變動參係數值時，可不用重新編譯，而直接修改參數值資料檔即可，以增加程式的適用靈活性。	感謝委員建議，團隊已補充 HTSS 系統參數如附件一。另新的軟體將以物件導向方式進行，相關參數均會被建置為父類別，以利在不同環境的變化，來產生子類別。	同意
六、易緯工程顧問股份有限公司		
1. 團隊所規劃之軟體能否有資料介接 API 的功能？	感謝委員建議，團隊會將其功能納入評估中。	同意
2. 團隊所規劃的新一代功能會在 2 年內完成嗎？	感謝委員建議，本計畫今年目標旨在於提出新一代 HTSS 的架構，並在第七章提出各功能分期開發時程。	同意
3. 團隊所規劃的車種類別，如有新類型車型，其參數對模擬是否會造成不同的影響？	目前團隊所考量的車種類別，係建立運具基本屬性（如：大小、能否上高速公路），後續若有新車型，只需更改參數值，並不會對系統模擬架構有影響。	同意
七、台灣世曦工程顧問股份有限公司(書面意見)		
1. 目前以 Fortran 開發之 HTSS，未能直接估計容量，亦缺少檔型限制之說明，建議團隊進行補充說明。	感謝委員建議，本計畫今年目標旨在於提出新一代 HTSS 的架構，未來逐步完成開發可於使用手冊中就參數或相關設定之限制進行說明。	同意
2. 6/27 辦理之需求座談會結論是否已納入系統開發構想中。	系統開發構想會在期末報告第五章中綜整說明。	同意
3. 系統操作部分，建議軟體仍須有一定交通專業基礎方得使用。因目前 THCS 偶爾會有其他非交通專業詢問基本問題，如地政士，後續軟體若更容易入門，可能會有越來越多非交通專業人員使用，卻無足夠基本交通知識進行參數輸入及結果判讀。	感謝委員意見，遵照辦理。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
4. 本文頁首、頁尾計畫名稱應修正為本計畫名稱。	遵照辦理。	同意
八、中華民國交通工程技師公會		
1. 請團隊將系統介面部分的使用者友善性納入系統規劃的考量。	感謝委員意見，團隊將系統介面設計內容在期末報告第 5.5 節中呈現。	同意
2. 系統功能部分應考量臺灣在地特色、新興運具以及模擬前後差異的評估。	團隊將相關因素的影響於期末報告中呈現。	同意
3. 規劃後的系統如何重現整體績效，再請團隊考量。	團隊將相關因素的影響於期末報告中呈現。	同意
4. 關於系統驗證部分，由於受到實際環境的影響，如：旅行時間及平均延滯時間，規劃後的系統如何重現整體績效考量，再請團隊考量。	感謝委員意見，團隊將系統初步驗證部分在期末報告第 6.5 節中呈現。	同意
九、本所運計組(書面意見)		
1. 報告 1.1 節研究背景內容摘述自「2022 年臺灣公路容量手冊」，與 HTSS 發展背景不同，且對於 HTSS 可模擬之公路設施描述有誤，請參考本案需求說明書之「(一)目的、緣起與重要性」或 2021HTSS 模式使用手冊改寫。圖 1.1.1HTSS 發展歷程若要保留，可參考前期計畫「公路交通系統模擬 (HTSS) 模式初探」，於內文中補充相關敘述。	感謝委員建議，團隊會再期末報告中更正說明。	同意
2. 報告 2.1 節現行 HTSS 回顧之表 2.1-1 直接擷取「2022 年臺灣公路容量手冊」表 1.1，惟該表係說明容量手冊於不同公路設施之分析方法版本來源，並非 HTSS 模擬功能項目及版本最新情況，請重新改寫。	遵照辦理。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
3. 承上，報告 2.1 節第 7-10 頁之內容亦非 HTSS 模擬功能。而對照 1.4 節研究流程提及本案先就既有系統邏輯及演算過程解讀（報告第 3 頁及圖 1.1.2），建議於 2.1 節補充相關內容。另 4.1 節現行模式架構（報告 31 頁），是否亦調整於 2.1 節現行 HTSS 回顧，較為妥適？	遵照辦理。	同意
4. 報告第 10 頁最後 1 段說明現行 HTSS 模式使用方式，建請新增 1 小節標題，以使報告說明架構更清楚。	遵照辦理。	同意
5. 報告 2.2 節交通模擬系統回顧，由於 Corsim 模擬軟體作為美國 HCM 未能提供分析性模式之替代工具，與 HTSS 於臺灣公路容量手冊之功能相同，爰請新增回顧 Corsim 軟體。而 Corsim 包含高速公路模擬(FRESIM)及市區街道模擬（NETSIM），是否與 HTSS 之模擬設施可區分為非阻斷性車流路段（包含高速公路基本路段、郊區雙/多車道）、阻斷性車流路段（號誌化路口、公車設施、機車專用道、幹道及路網）類似，可補充說明。	遵照辦理，並增列相關說明於第二章文獻回顧中說明。	同意
6. 報告第 30 頁（4）建議軟體使用者深度增加。“深度”系指哪方面，請補充說明。	遵照辦理，並增列相關說明於第四章模式架構與功能設計中說明。	同意
7. 報告 4.2 節第 1 段（第 31 頁）提及「團隊對於交通模擬系統的功能和性能進行了深入的了解」、「目前架構中可能存在的問題」，此部分建議於 2.1 節現行 HTSS 回顧補充相關內容。以對	遵照辦理。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
報告 32 頁第 2 段提及之「對存在的問題進行修正和改進」能有所對應。		
8. 報告 4.3 節功能需求規劃及表 4.3-1，HTSS 目前模擬功能並無市區高架快速道路、非號誌化路口、圓環及行人設施，惟 HTSS 之模擬架構已含快速道路及非號誌化路口，爰開發順序請再釐清及調整。	遵照辦理。	同意
9. 報告 5.1 節開發工具評估(第 38-39 頁)，由於 4.2 節已說明選擇 Python 作為程式開發語言(第 32 頁)，爰本節建議往前調整，使以報告敘述邏輯較有條理。	遵照辦理。	同意
10. 報告 40 頁 3.(1)b.之“路燈”似不需要，是否應調整為停止線、機車停等區、待轉區等設施？	遵照辦理。	同意
11. 報告 41 頁圖 5.2.1 及 42 頁圖 5.2.2 內之各項參數，是否應有對照說明？此外：	遵照辦理，團隊會針對本年優規項目的各項參數加以說明於第六章中。	同意
12. 報告 41 頁第 2 行所列車種為小客車、機車、腳踏車，惟依 HTSS 設定包含小車、機車、非排班之大客車、大貨車、半聯結車、全聯結車、市區排班之大客車等 7 類，是否應比照？而腳踏車是否為新版本新增車種？	是，但由於本團隊已把車輛類型以物件方式建構「車輛」父類別，未來腳踏車可以按相關屬性，增加腳踏車子類別，擴充其彈性。	同意
13. “能源”是否為新版本新增參數？	在本次計畫中，該參數未被納入模擬考量的變數，係做為輸出格式，說明車輛情況。	同意
14. HTSS 輸出資料包含“耗油量 (Fuel Consumption)”，“燃料經濟性 (FuelEconomy)”是否指該參數或新版本新增參數？	本計畫今年目標旨在於提出新一代 HTSS 的架構，相關參數做為未來可能的參數進行概念說明。	同意
15. “長度、寬度、高度”是否為新版	“長度、寬度”係為原本參數，高度	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
本新增參數？	參數在本計畫中並未考量，將修正說明。	
16. 上述參數若為新版本新增之參數，則 5.3 節表 5.3-1 系統開發所需引用檔案（報告 44-46 頁），是否須配合新增？	“長度、寬度”係為原本參數，團隊在第 6.2 節進行檔案的說明。	同意
17. 報告 44 頁 5.3 節第 1 段最末，「可利用情境方式」為何只有「三車道直線」與「四車道彎道」兩種方式？	本計畫今年目標旨在於提出新一代 HTSS 的架構及針對高速公路基本路段進行初步程式開發，後續可利用物件導向模式建構其他路段情境。	同意
18. 5.3 節初步開發成果所列內容，僅係 2021 HTSS 使用手冊提及之輸入檔型 0，是否尚未說明完整或報告編排有誤？	此為範例說明，與本期計畫路段情境的檔型說明會在第 6.2 節說明。	同意
19. 5.3 節表 5.3-1 系統開發所需引用檔案所列檔型 70（報告第 45 頁），於 2021HTSS 使用手冊並未提及，是否為模式演算過程解讀發現？	檔型 70 為誤植內容，已刪除。	同意
20. 第 5 章未說明模式輸出檔之開發構想或初步開發成果，請補充。	遵照辦理。	同意
21. 附錄二之座談會紀錄，非最後發文版本，請更正。	遵照辦理。	同意
22. 報告編輯、文字用語及文字錯誤之處請團隊更正正確。	團隊會再重新審視報告內容，並加以修正。	同意
十、結論		
1. 審查會議各委員及與會單位研提之口頭及書面意見，請逢甲大學整理「審查意見處理情形表」，且逐項說明回應辦理情形，並充分納入報告之修正。	遵照辦理。	同意
2. 本計畫經徵詢審查委員意見，期中審查原則通過，請逢甲大學後續依本所出版品印製相關規定撰寫報告，並納入每月工作會議查	遵照辦理。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
核事項進行追蹤		

附件七 期末報告審查意見處理情形表

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
一、本所林大煜前所長		
1. 本計畫先針對高速公路基本路段以 Python 程式改寫原 FORTRAN 所進行之實作系統大致可以呈現原有模式之內容，給予肯定。	感謝委員肯定。	同意
2. 本計畫針對後續的分期開發規劃從模擬核心（系統深度）與使用者操作介面（系統廣度）分別探討原有程式改寫、確保車輛運動模式功能與確保後續模式擴充的可能性，以及探討使用者介面對資料輸入輸出完整性、介面的友善性和個人與組織使用者的協作功能等，其考慮方向就現階段本模擬模式之功能開發而言甚為務實。	感謝委員肯定。	同意
3. 本計畫針對後續的分期開發規劃建議分三期 6 年辦理，但對於報告第 135 頁之 C1-C3 與 S1-S3 究應如何區分年度辦理並未提出詳細之說明，建議應提出較具體與可對應之處理方式。	遵照辦理，將於第二年期計畫中再進一步規劃與說明。	同意
4. 報告 3.4 節第 61 頁，倒數第 2 行，「維」是否應更正為「為」？	遵照辦理。	同意
5. 報告第四章第 63 頁，第 4 行「線有」建議更正為「現有」。	遵照辦理。	同意
6. 報告 6.5 節第 130 頁，第 10 行「成試」是否為「程式」之誤？	遵照辦理。	同意
7. 報告 6.5 節第 130 頁，倒數第 3 行，「顯著差」建議修正為「顯著差異」。	遵照辦理。	同意
8. 報告第七章第 133 頁，第 6 行，「規畫」建議修正為「規劃」。	遵照辦理。	同意
9. 報告 8.2 節第 142 頁，第 3 行，「盡早」建議修正為「儘早」。第 8 行，「會使用應的」何意？	遵照辦理，另「會使用應的」之「應的」為贅詞已刪除。	同意
二、中央警察大學曾平毅教授		
1. 研究團隊對於 HTSS 的掌握及未來功能	感謝委員肯定。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
規劃、設計，已有一定程度的進展。		
2. 新一代 HTSS 模式於公路容量與服務水準分析所扮演角色宜再明確一些。	已於 1.1 節、第四章、7.2 節補充說明系統定位。	同意
3. 2021HTSS 模式各子模擬系統之邏輯及參數仍須進一步掌握。	遵照辦理，將持續於第二年期進行檢視與釐清。	同意
4. 報告 2.1 節第 8 頁，2011 及 2023 的名稱均為「臺灣公路容量手冊」。	感謝委員指正。	同意
5. 報告 6.5 節第 130~131 頁，目前的分析比較係哪一範例？僅以速率來比較略為單薄，請補充相關的說明。	團隊係以 Free 3L 及 Free 2L 進行測試，相關使用案例說明補充於 6.5 節。	同意
6. 高速公路基本路段程式改版後，建議比照 2022 年公路容量手冊第四章，以相同之自由速率、車道數等條件下產製 QV 關係圖，以比較新版程式與 2021HTSS 之差異。	遵照辦理，將持續於第二年期產製 QV 關係圖。	同意
7. 報告第七章第 133 頁，本項工作似惟第二年期的工作。	分期開發規劃於今年為初步構想，將於第二年期計畫中再進一步規劃與詳細說明。	同意
三、交通部高速公路局陳宏仁總工程司		
1. 合作團隊透過實際測試、問卷調查、需求座談會蒐集模擬模式功能需求，已據以提出模式開發構想，並完成軟體架構與操作平台設計文件。且工作流程與報告內容條理分明。	感謝委員肯定。	同意
2. 第 73 頁，最後兩行不連貫請修正。	感謝委員指正，此處為轉檔時出現錯誤，已修正完畢。	同意
3. 第 84 頁，表 4.3-1 備註*為新增功能，惟表中並無相關標語是否有遺漏。	表中之*標記有誤植之處，業修正完畢。	同意
4. 第 106 頁，斜率是否應修正為坡度。	已調整修正。	同意
5. 本年度初步完成高速公路基本路段模式開發，進度超前，後續是否可縮短開發期程，先完成原模擬模式設施項目，後續再進行優化，滿足使用者的需求。	感謝委員建議，團隊將於第二年期計畫中進行滾動式調整，並檢視核心模擬邏輯之完整性。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
6. 開發後之新軟體建議加強測試，確保模擬結果的正確性。	遵照辦理。	同意
7. 新版軟體開發採用 Python 程式，日後是否會面臨類似目前 2021HTSS 採 Fortran 開發之維護問題。	本案考量未來使用者需求，規劃以單機版方式提供使用者使用，同時考量未來以 API 方式進行功能擴充，然不論以哪一種程式語言開發均會面臨版本更新之問題，此議題將納入第二年期工作進行研討並提出對應方案。	同意
四、臺北市交通管制工程處劉嘉祐副處長		
1. 報告書中應說明本系統未來發展定位為何，是屬於公路容量手冊輔助的分析工具或尚有其他發展。	感謝委員建議，系統定位於 1.1 節、第四章、7.2 節補充說明。	同意
2. 本軟體開發之目的在於傳承與更新，須說明未來模擬模式的驗證要求，模擬結果是與 2021HTSS 一樣？或是與調校 HTSS 模式之原始資料比對？	本計畫主要目的為使用較易維護與擴充後續功能的程式語言改寫既有 HTSS 模式。新模式以功能性驗證為主，確保車輛的移動依照原模擬邏輯進行，並比較路網與路段的模擬績效，期望新舊模式間的模擬績效差異維持在一定範圍內。	同意
3. 報告第 57 頁說明合作團隊透過訪談、座談會進行需求蒐集。以現況交通技師或顧問公司主要應用以市區道路居多，未來各年期的發展規劃，號誌化路口是否有機會提前？	感謝委員建議，團隊於第二年期計畫中，再蒐集相關領域專家學者及使用者意見，針對開發時程進行討論。	同意
4. 模式於路網設定上可考量與圖資結合，如將 OpenData 或國土資訊系統的圖資引用到系統中，甚至未來可導入應用無人機空拍所描繪之路口標誌標線等，以減少顧問公司於現場圖資收集之負擔，於建立模擬路網之資料輸入更為輕鬆。	感謝委員建議，本案將先專注於對既有模擬軟體改版移轉至軟體新模式，建議事項屬輸入介面功能擴增，將於第二年期計畫探討可行性後，據以納入後	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
	續開發時程。	
5. 建議可定義路口轉向交通量資料輸入建議定義路口轉向交通量資料輸入介面／格式，顧問公司可據以參照建立交通量調查結果圖表，以簡化模擬模式輸入作業。	感謝委員建議，本案開發目的在於使用較易維護與擴充後續功能的程式語言改寫既有 HTSS 模式，建議事項於第二年期計畫探討可行性。	同意
五、國立陽明交通大學黃家耀教授(書面意見)		
1. 目前顧問公司及前線分析人員對於具國內本土化之交通系統模擬分析工具有高度的需求及期待，合作團隊協助運研所對於新一代的 HTSS 模式進行軟體設計規劃，已完成預定之工作項目並達成階段性目標，並進一步對舊版 HTSS 進行程式轉移及測試，已有初步成果，值得肯定。	感謝委員肯定。	同意
2. 請補充摘要，以利快速了解本研究的重點內容。	遵照辦理。	同意
3. 報告第 95 頁圖 5.2.8 左圖大車之車長 40m、車寬 8m，與現實情況不符，請檢視是否為誤值。	感謝委員指導，此處為誤植，將更新圖 5.2.8 之大車數據 8m、車寬 2.5m。	同意
4. 報告第 110 頁圖 6.3.4：Type 45 為速限資料、Type 47 為自由車流速率(FFS)資料，但 3 個車種的速限及自由車流速率資料同時設定為 90，FFS 應較速限為高，且各車種之速限亦應有所差異，請再確認。	此為原始 Free 3L 範例檔設定，此處先以此為範例檔案匯入並無進行修正，第二年期系統開發時可依需求進行設定調整。	同意
5. 報告第 128 頁，LINK 1、LINK 2、LINK 3 的速限分別為 110、110、100，請再檢視是刻意或是誤值；而計算出的平均車速幾乎相同，請再檢視。	感謝委員指導，本次驗證亦為概念型驗證，後續會持續進行相關參數分析，來驗證模式的正確性。	同意
6. 報告第 130 頁，既有程式及實作程式進行測試比對，誤差為 5%。由資訊之角度而言，5%差異範圍應屬優良預測，然而在基本路段的車流分析上，既有程式之主要工作為估算容量值（參考報告 14 頁圖 2.1.6），因此目前之測試方式尚不能佐證實作程式能重現既有程式在容量分析之	感謝委員指導，HTSS 程式改寫以功能性驗證為主，確保車輛的移動依照原模擬邏輯進行，並比較路網與路段的模擬績效，期望新舊模式間的模擬績效差異維持在一定範圍	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
程度。且測試例子中車速並未與路段長度越長而下降，推測可能原因為測試路段之坡度較低及只包含小車之緣故。建議後續研究可針對改變其他變數(如流率、坡度、車種組成)進一步測試驗證。	內。 後續開發亦將改變變數(如流率、坡度、車種組成)產製流率-速率、坡度-速率、流率-車道分布等關係，以測試驗證新版程式與 2021HTSS 之差異。	
7. 報告第 136 頁，表 7.1-2 的分期開發規劃及人力估算清楚明瞭，惟各年度項目完成後，可運用於哪些設施的公路容量分析，以及各開發項目中需要涉及改寫的既有 HTSS 模型，建議可再補充說明。	感謝委員建議，7.1 節分期開發規劃於今年為初步構想，將於第二年期計畫中再進一步規劃與詳細說明。	同意
六、亞聯工程顧問股份有限公司		
1. 報告第三章第 61 頁，“FORTRAM”拼寫有誤，建議與 71 頁“Fortran”寫法統一僅第 1 字母大寫。	遵照辦理。	同意
2. 報告第五章第 90 頁，圖 5.2-4 車輛類別有腳踏車，目前分析軟體在市區道路與郊區道路類型，輸入部分沒有腳踏車資料，未來是會在哪種道路類別中使用。	HTSS 程式改版，於車輛類型以物件方式建構「車輛」父類別，未來可按相關研究成果、屬性，增加其他車種子類別，擴充其彈性。 因應綠色運輸的發展，此處為保留未來 HTSS 擴增腳踏車相關道路設施(如腳踏車專用道)之模擬需求或車流中需納入腳踏車進行模擬之彈性，所作的預先設定。	同意
3. 報告第五章第 92 頁，附屬設施類別設定是否可以增加「是否有路側干擾」，並提供正常或有路側停車干擾之預設值。	遵照辦理。	同意
4. 報告第五章第 93 頁，圖 5.2.7 高速公路類型中車種只列 1(大車)、2(小車)，交通估量卻有小車、大車、大客車、連結車補不同車種，是舉例的關係或是漏寫。且文中	車種係為舉例，錯別字部分則已進行修正。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
有寫到「連結車」應為「聯結車」，建議修正。		
5. 報告第六章第 120 頁，輸入方式是否可以結合地圖當底圖，以更直接的繪製路網節點。	感謝委員建議，團隊於第二年中探討其可行性。	同意
6. 報告第六章第 114、116、128 頁，114 頁車種代號有 1-7，而在 128 頁模擬車種只剩 1-6，116 頁又提及市區排班公車除外，建議可在分析模組內敘明。	感謝委員指正，已全數統一車種代號說明。	同意
7. 報告書第六章第 116 頁，Type30 中 X(3)=大客車之百分比，與檔型 21 中 ITY3=非排班之大客車，建議名稱統一。	遵照辦理。	同意
8. 報告第六章第 130 頁，表 6.5-1 模擬比較既有程式(Fortran)與實作程式(Python)速率，在 2 車道實作程式速率較快，但在 3 車道實作程式速率較慢，看似有偏誤之可能，建議可再調整。另表 6.5-1 模擬以無上下坡度之平坦路段進行模擬比較既有程式與實作程式速率，通常平坦路段採用分析式模式，不太會進行模擬分析，建議以有坡度路段進行模擬驗證分析比較。	感謝委員建議，團隊於第二年中測試，並加入相關情境到模式中。	同意
9. 報告附件一第 148 頁，本公司第 3 點中建議各公式參數資料對照表，建議於附錄中呈現。	遵照辦理。	同意
七、易緯工程顧問股份有限公司		
1. 請釐清說明圖 5.6.2 只有做部分參數驗證？還是全部？	本次驗證亦為概念型驗證，後續會進行相關參數分析，來驗證模式的正確性。	同意
2. 驗證後的差異主要指的是模擬次數或是參數上所導致差異？	由於車輛型態係亂數產生，故產生結果的差異。	同意
3. 新一代的軟體未來會轉換成 json 格式產出或是輸入，後續是否不會再用文字檔的輸入方式，還是會再做簡化？且若要做資料交換，則未來是否會再跟哪一個軟體進行資料交換？	新一代 HTSS 系統會以視窗介面進行，後續輸出格式可與 SUMO 等可產生 JSON 格式結合。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
4. 本公司詢價 SYNCHRO 軟體的價格（含購置加維運）落於 7,000 美金左右，而報告所載僅有 200 多美金，請再確認其費用以供參考。	報告書中所載查官方網站之費用年度軟體採購定價版本，而貴公司詢價為 3 年含購置加維運，然詳細內容或與官網公告之內容有些許差異，建議公司內部評估應以實際詢價為主。	同意
八、台灣世曦工程顧問股份有限公司(書面意見)		
1. 報告書內所提到各交通設施之名稱建議調整為與 2022 年臺灣公路容量手冊一致，如：報告第 1 頁之雙車道公路，建議調整為郊區雙車道公路，其他頁數亦同。	遵照辦理。	同意
2. 表 2.1-1，各年度容量手冊之名稱請調整為與正式名稱相同，包含：201 年台灣地區公路容量手冊、2011 年臺灣公路容量手冊、2022 年臺灣公路容量手冊。	遵照辦理。	同意
3. 機車專用道亦有模擬模式，請於 2.1 節之「三、」中補充說明。	遵照辦理。	同意
4. 報告第 61 頁 3.4 小節倒數第 6 行，「FORTRAM」程式語言應為「Fortran」。	遵照辦理。	同意
5. 報告第 73 頁最後一段排版請調整。	遵照辦理。	同意
6. 4.3 節功能規劃中，針對八種交通模擬模式進行比較，惟於 2.2 節其他交通模擬系統回顧中，僅針對 SUMO、VISSIM、SYNCHRO、TSIS-CORSIM 等四種交通模擬模式進行比較，是否有特別原因？	於系統功能規劃時再行重新檢視現有的交通模擬軟體既有之功能用以確認功能規劃之完整性。	同意
7. 6.5 節模擬核心概念性驗證中，目前係以高速公路基本路段較單純之路況進行驗證之比較，後續建議可將路段壅塞或是路段情況較複雜之情境納入驗證中。	遵照辦理。	同意
九、中華民國交通工程技師公會		
1. 本案所開發之模擬系統應轉化為未來可用的工具，並轉成公路容量手冊輔助的分析工具。	感謝委員建議。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
2. 本計畫中所提出之 PDCA 至關重要，所有項目都應該是滾動式調整。	感謝委員肯定。	同意
3. 本案系統之開發目標應朝向該軟體被更多人利用，在此同時則有三大學習難度重點：學習要快、底層路網(可視化、建檔)、可複製(當學習一次後，後面可快速複製使用)，使用者鍵入路網後、模擬速度(建議在 1-2 分鐘內)等項目。	感謝委員建議，團隊於第二年期計畫探討其可行性。	同意
4. 模擬結果應留意其正確性。然交通行為會隨時間而有所改變，可利用設計實驗來進行驗證，或保留 2021HTSS 原有的模式，若有誤差，在不改變模組下以參數調整。	本次驗證亦為概念型驗證，後續會進行相關參數分析，來驗證模式的正確性，並進一步研議保留原有之模式之參數之方案。	同意
5. 應考量該軟體未來的應用性，強調在地化連結，如：非號誌化路口的分析、機車專用道、內側車道禁行車道塗銷等，可再多做需求訪談去了解在地性的擴充。	感謝委員建議，團隊於第二年期計畫探討其可行性。	同意
6. 若未來軟體發展跳脫原有 2021HTSS 之模組時，請思考核心模組要用哪一套。	感謝委員建議，團隊於第二年期計畫進行滾動式修正時一併納入研議範圍。	同意
7. 報告第七章研擬之六年期計畫，於所規劃之工作項目下預算似乎偏低，請再行檢視。	感謝委員指導，分期開發規劃於今年為初步構想，將於第二年期計畫中再進一步規劃與詳細說明，並重新檢視預算規劃之合理性。	同意
8. 從現行研究看來短期發展應仍是朝向單機版開發，若後續要將其轉成網路版時，需再思考轉換成網路版的好處為何。	感謝委員建議，團隊於第二年期計畫進行滾動式修正時一併納入研議範圍。	同意
十、本所運計組(書面意見)		
1. 報告第 47 頁表 2.3-1，請補充 HTSS 之應用範疇。	遵照辦理。	同意
2. 報告第 53 頁最末段敘述，HTSS 視窗版之輸出，除了可讓使用者直接放置報告書之*.pdf 格式報表外，亦可輸出*.csv 檔(由功能列「模式」選擇輸出結果 csv 檔)，爰	遵照辦理。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
請補充相關圖說。報告 P.63 倒數第 4 行、P.82 第 1 段之相關敘述亦請配合調整。		
3. 報告第 64 頁第 1 段第 1、2 行之敘述，是否應調整為說明其他模擬模式採用之程式語言，使能連貫描述目前 HTSS 採用 Fortran 面臨之課題。	遵照辦理。	同意
4. 報告第 66 頁，三(二)事故模擬，是否為未來逐步發展後考慮擴充之功能，請補充說明。	事故模擬之項目可納入未來規劃考量，但非必要性功能。	同意
5. 報告第 67 頁，第 1 段比較 4 種程式語言，第 2 段直接以 Python 比較單機版、網路版開發之優點與限制後，提出以 Python 作為單機版之開發軟體。然而，比較單機版、網路版開發之優缺點，以及提出先採單機版開發之說明至 P.74、76 才出現。爰建議調整該小節(4.2 節)之說明架構，改善敘事邏輯。	遵照辦理。	同意
6. 報告第 73 頁，公路容量手冊之分析方法，分析性模式係因交通情境單純可發展公式或提供圖表，供使用者直接應用評估。複雜之交通情境無法發展分析性模式，因此採用 HTSS 分析。HTSS 模式可以求解所有容量分析問題，然容量手冊內容仍維持提供分析性模式及模擬模式。且 HTSS 原本即為微觀模擬模式，並經臺灣車流特性發展調校多年，爰本頁(一)系統定位確認 1~3 點之說明，請再檢視調整。	遵照辦理。	同意
7. 報告第 75 頁，調整為(1)需求面：採用亂數生成「車輛屬性」，模擬不同時段段下各運具的「運轉特性」，是否較為恰當，請再檢視。	遵照辦理。	同意
8. 報告第 81 頁，本所已發展 HTSS 模式，本案為程式語言改版，倒數第 3 段說明是否必要，請再檢視。	遵照辦理。	同意
9. 報告第 83、84 頁表 4.3-1 之註釋說明，未能完全與表格內容對應，請檢視修正。	遵照辦理。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
10. 報告第 91 頁，倒數第 2 段說明是否有誤，請再檢視。	遵照辦理。	同意
11. 報告第 93 頁圖 5.2.7、第 95 頁圖 5.2.8，「交通流量」應直接輸入車輛數(非轉換後之 pcu)，「交通佔量」應為「車種占比」，請修正。	遵照辦理。	同意
12. 報告第 100 頁檔型 15(開道車種百分比設定)、檔型 70(臨界間隙設定)，於 2021 HTSS 使用手冊並未提及，是否為模式解讀新發現？ (1) 檔型 55(偵測器設置)於 2021 HTSS 使用手冊未提及，且與檔型 95(車輛偵測站設定)功能應相同，是否刪除？ (2) 檔型 30 之說明調整為「進入節點流率及車種占比設定」。 (3) 檔型 60 之說明調整為「坡度路段縱切面坡度設定」。 (4) 檔型 61 之說明調整為「坡度路段沿線高程設定」。 (5) 檔型 94 之說明調整為「連續節線之設定以估計平均速率」。	檔型 15、70 為誤植內容，已刪除，其餘(1)~(5)遵照辦理。	同意
13. 報告第 114 頁，模擬高速公路尚需引入 Type5、Type50、Type61~63、Type85、Type87，請補充。	再依模擬高速公路基本路段必須使用的檔型，補充修正。	同意
14. 報告第 114 頁，Type20、Type21、Type30、Type45 應為模擬不同公路設施均需設定之共同檔型，建議調整說明位置。	遵照辦理。	同意
15. 報告第 119 頁，第 1 種節點創建方法，可否配合已知的節線長度，設定相對的節點位置。	團隊所規劃的方式可以設定相對的節點位置。	同意
十一、主席結論		
1. 審查會議各委員及與會單位研提之口頭及書面意見，請合作團隊整理「審查意見處理情形表」，且逐項說明回應辦理情形，並充分納入報告之修正。	遵照辦理。	同意
2. 本計畫經徵詢審查委員意見，期末報告審	遵照辦理。	同意

參與審查人員 及其所提之意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
查原則通過，請合作團隊於 112 年 12 月 11 日前提送期末報告修正定稿。		

附件八 期末審查簡報



00 進度檢視

重點里程碑

- 112年7月31日前
 - 提交期中報告
- 112年10月15日前
 - 高速公路模組概念性驗證及實作
 - 提出下一年度構想、實做流程
- 112年11月30日前
 - 完成概念性驗證及實作
 - 提交期末報告
 - 辦理需求座談會、成果座談會各1場次

★ 表示檢核點

7

全案RFP需求項目

7

期末階段已完成項目

- 既有程式解讀
- 現今其他交通模擬系統的探討
- 需求調查分析
- 需求座談會1場、成果座談會1場
- 高速公路基本路段模擬系統開發1套
- 手稿電子化一份

階段	項目	112.03		112.04~07				112.08~10			112.11~12	
提案	提送服務建議書	✓										
	提案簡報		✓									
規劃	文獻回顧			✓	✓							
	高速公路運作情境規劃			✓	✓	✓	✓					
執行	系統程式開發						✓	✓	✓	✓		
	系統測試									✓	✓	
	概念性驗證									✓	✓	
監控	進度追蹤	計畫執行階段										
結案	期中報告						★7					
	期末報告										★11	



CONTENTS

- 01 前言
- 02 期中階段重點摘錄
- 03 系統功能規劃成果
- 04 模式開發規劃
- 05 試作開發成果
- 06 分期開發規劃
- 07 結論與建議



3



HTSS模式的基本認知

- HTSS模式最早系於2000年代初期開發
- 交通部運輸研究所鑒於臺灣缺乏針對國內車流特性所發展的模擬模式，以民國95~99年(2006年~2010年)間蒐集之郊區及市區車流特性資料發展公路交通系統模擬模式(Highway Traffic Systems Simulation Model，簡稱HTSS模式)第三版，作為臺灣公路容量手冊中有關號誌化路口、幹道及路網之主要分析工具
- 開發語言：FORTRAN
- 版本內容：
 - 最新版本(2021HTSS)約有150多個子程式，共超過3萬行程式碼，並納入手稿流程圖共566頁
 - 包含路網建立、車輛產生、車流行為模擬、模擬資料蒐集及整合等四大核心模組

4



「公路交通系統模擬(HTSS) 模式初探」(2022)- 1/2

HTSS更新發展之障礙

- 非主流的電腦程式語言，且少被採用
FORTRAN 77
- 版本過舊不適用現版之作業系統
Compaq Visual Fortran Compiler
- 僅有使用手冊，無內部模擬模式與邏輯電子化說明文件

重要研究發現

- 非主流的電腦程式語言，且少被採用
FORTRAN 77
嘗試以Python之F2PY轉換未成功
- 版本過舊不適用現版之作業系統
Compaq Visual Fortran Compiler
僅可編譯2021HTSS程式碼
有編譯器兼容性問題



7



「公路交通系統模擬(HTSS) 模式初探」(2022)-2/2

具體研究建議

- 以「新一代」車流模擬模式做功能開發與設計，需具備下列功能
 - 具備使用者介面設計 (UI / UX)
 - 具備視覺化功能
 - 採用開源程式碼
- 應執行「先期研究計畫」進行規劃
 - 進行需求調查以釐清未來議題之急迫性及優先順序
 - 訂定逐年經費及時程規劃
 - 確認應採用的開發程式語言
- 考量模擬模式開發計畫之延續性
 - 納入資訊、交通背景跨領域工作之專業團隊



8



Step1. 問卷發想與調查

- 問卷探討層面：資訊系統操作、交通規劃
- 調查目的：了解使用者對於交通分析模擬模式的想法
- 調查方式與時間：線上問卷（5月中到6月中）
- 調查對象：公、私（交通技師公會成員為主）、交通工程專業教授為主
- 回收數：25份問卷，有效問卷22份（以就職私人企業為多數）



9



Step2. 辦理需求座談會



想法蒐集

彙整使用者對於交通分析模擬模式的想法



聚焦方向

探討軟體設計方向



與會人員

公、私、學術界交通/資訊人員及專家





系統功能需求調查綜整

- 依照專家座談會、問卷調查結果歸納出**使用者操作步驟簡化**、**友善的錯誤提示和解決方案的提供**、**模組化設計**、**自動化備份**等四大方向及七項原則（強調系統之廣度與深度）



11



系統架構規劃構思-1/2

- 重點優化改善（增加**模擬面向深度**及使用者廣度）
 - **強化模擬功能（模組化設計）**：具備完整車輛運動模式，藉由路網參數設定建構模擬環境，並透過批次執行或測試模擬結果
 - **導入核心模組概念**
 - 初期為**單機版（視窗版）**
 - 包含輸入及輸出兩部分之**資料檔案**
 - 輸入：道路設施、模擬參數、車流參數及路網結構等4項
 - 輸出：路段交通特性、路網交通特性、車輛交通特性、能源與環境相關指標、績效評估等5項

12



系統架構規劃構思-2/2

- 重點優化改善（增加模擬面向深度及**使用者廣度**）
 - 需考量上手容易度
 - 讓使用者建立直覺道路結構，再進行圖表分析
 - 注重使用者需求（**友善介面**）
 - 利用操作介面的設計滿足異質使用者需求
 - 依照不同使用需求強度提供服務
 - **高強度**：路網建置可利用專案管理模式提供協作
 - **中強度**：導入GIS路網底圖，加速處理速度
 - **低強度**：友善輸出入介面，提供離線服務，無須上傳成果

13



開發工具評估

- 採用Python開發模擬系統之優點
 - 維護面：程式易讀性高，使用者數量多，豐富函式庫支援
 - 模擬功能面：結構化程式可提供未來功能API介面

特性	Fortran	C++	Java	Python
應用領域	科學計算 數值分析	操作系統 應用軟體	Web開發 行動應用	資料科學 Web開發
語法風格	簡潔	複雜	中等	低
學習難度	中	高	中	低
執行效率	高	高	高	中等
可移植性	高	中等	高	高
語言擴充性	中等	中等	中等	高
代碼可讀性	低	中等	高	高

14



新一代HTSS 以python進行 開發-單機版與網路版優缺比較

開發版本	優點	缺點
單機版	<ul style="list-style-type: none"> ● 易學易用：具有簡單的語法和清晰的語言結構，可快速開始 ● 跨平台支援：可在不同操作系統上運行 ● 豐富的資源庫和框架：擁有大量的第三方資源庫和框架，可簡化開發過程 ● 快速原型設計：適合快速原型設計，用於快速驗證 ● 數據處理和科學計算：在數據處理、科學計算和機器學習領域強大 ● 支援豐富：可快速提供支援、解答問題和提供資源 	<ul style="list-style-type: none"> ● 執行速度：比低階語言（如C++）執行速度較慢 ● 記憶體積較大：應用程序的部署體積通常較大，需包含Python解釋器 ● 有限的多核處理支援：python的全局解釋鎖（Global Interpreter Lock, GIL）可能導致在多核處理器上無法充分發揮性能
網頁版	<ul style="list-style-type: none"> ● 提供網路連結服務：可以用於開發網頁應用、Web服務、API和其他需要網路連接的應用 ● 建構互聯共享服務：可提供多使用者互動合作及共享服務 ● 可應用於伺服器端開發：滿足流行性的Web框架應用，可以快速開發安全和可維護的網站 ● Web安全：擁有安全性相對較高的Web框架和工具 	<ul style="list-style-type: none"> ● 性能限制：在高度並行或高負載情況下，Python可能不如某些低階語言（如C）快 ● 網路連接和安全性考慮：需要考慮網路連接、安全性和身份驗證，且需加強安全防護，以防止未經授權的訪問或數據外洩

15



資料庫使用評估

- PostgreSQL和MySQL均為關聯式資料庫管理系統
- 採用PostgreSQL做為模擬系統資料庫，因其具有優越的可擴展性和豐富的功能，能夠處理大量的數據和複雜的查詢操作

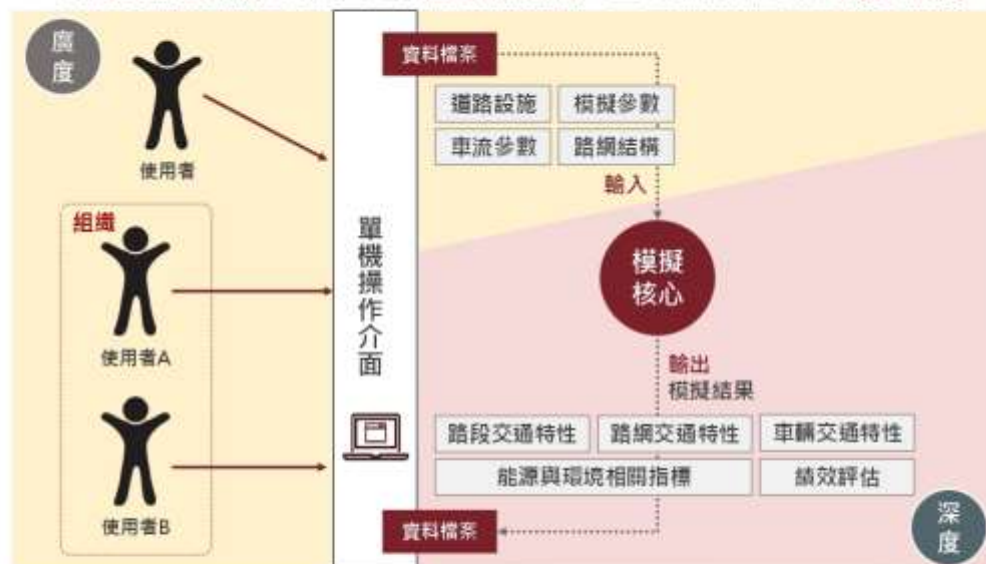
屬性	MySQL	PostgreSQL
開源性	開源（但有商業版本）	完全開源
資料庫費用	GPLv2或商業版本費用	無須費用
擴展性	良好的擴展性，有商業選項	強大且可自定義
數據完整性	支持ACID事務，需要一些配置	強調數據完整性和ACID
SQL兼容性	良好的SQL支持	嚴格的SQL標準支持
複製和集群	提供主從複製，可支援MySQL Cluster	提供多種選項

16



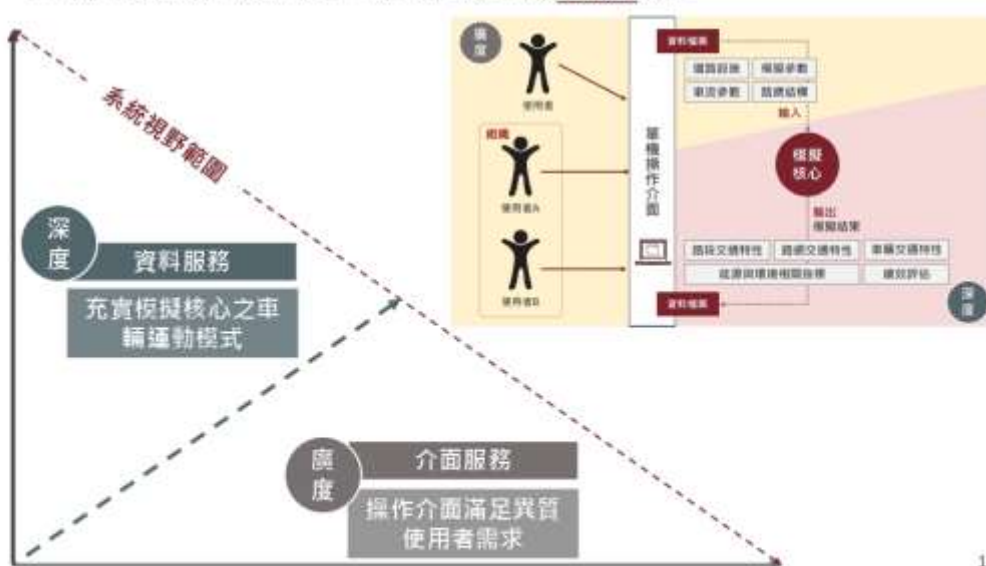
現階段 系統架構規劃構思-1/3

- 以現有服務架構為前提，進行程式架構翻新，並考量服務提供之廣度與深度



現階段 系統架構規劃構思-2/3

- 就資料服務提供為考量，初步推動建議以單機版為主





現階段 系統架構規劃構思-3/3

- 初期階段 – 單機版架構 (涵蓋核心交通模擬系統之主要功能之內涵)

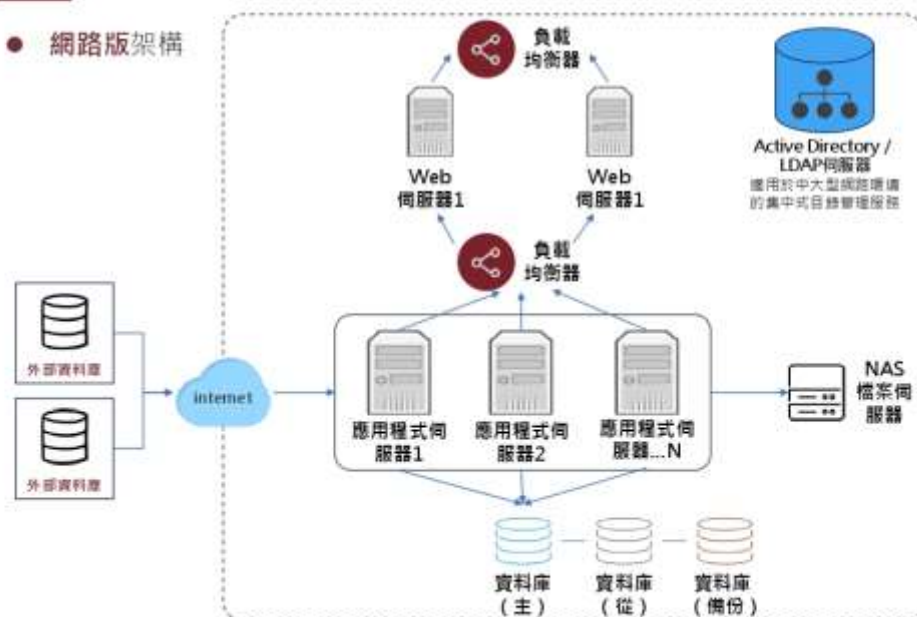


19



未來 系統架構規劃構思-1/2

- 網路版架構



20



未來系統架構規劃構思-2/2

- 應朝向SaaS、PaaS和IaaS的三種不同層次的雲端服務模型



21



系統功能規劃-1/2

- 依據專家座談會、問卷調查結果、成果座談會等各方意見進行綜整

功能	現有HTSS系統功能	新一代HTSS系統功能 (本期規劃)
應用範圍	模擬公路交通系統之獨立路口、幹道及路網而發展的一套微觀模擬模式	
適用時機	1. 模擬市區、郊區之號誌化路口、幹道、或路網 2. 無法採用分析性模式之衝突車流	
開發語言	FORTRAN	Python
軟體介面	單機版 命令提示字元版、視窗版	初期：單機版(視窗版) 長期發展：網頁版
功能摘要	<ul style="list-style-type: none"> ● 模擬作業 ● 線形設定 ● 節線設定 ● 節點設定 ● 流率設定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路徑設定 ● 公車設定 ● 基本資料(不影響模擬結果) ● 分析報表

22



系統功能規劃-2/2 (以現有HTSS系統功能為主，重新進行功能項目調整與新增)

[*]為新一代HTSS系統新增功能、[*]為模擬功能



23



HTSS模式使用檔型彙整表-1/2

檔型	說明	檔型	說明
Type0	模擬參數設定	Type25	號誌同步時相設定
Type1	節線屬性設定	Type26	號誌控制時制期間設定
Type2	轉向路徑設定	Type27	紅燈右轉設定
Type3	路段設定	Type28	匝道集控設定
Type4	機車左轉及停車區配置	Type30	進入節點交通流量設定
Type5	附屬車道設定	Type35	市區循環公車路線設定
Type6	不同交通控制型態設定	Type36	市區排班公車路線設定
Type10	郊區雙車道公路超車區配置	Type37	市區排班公車發車車距設定
Type11	專用/保留車道配置	Type45	速限設定
Type12	HOV車道使用設定	Type46	速限區平均自由速率設定
Type13	禁行區段設定	Type47	進入路網平均自由速率設定
Type14	分隔物設定	Type50	只有小車之容量及臨界速率
Type15	閉道車種百分比設定	Type55	偵測器設置
Type20	離開節線行車方向設定	Type60	縱切面定線性質設定
Type21	離開節線車種行車方向分布設定	Type61	縱切面具有坡度之設定

24



HTSS模式使用檔型彙整表-2/2

檔型	說明
Type62	平曲線設定
Type63	平曲線超高率設定
Type70	牆界間隙設定
Type81	超車行為設定
Type84	號誌化路口停車車流解車距設定
Type85	模擬路段高程設定
Type86	車種特性設定 (總重、馬力、牽引力傳輸效率)
Type87	車種氣流後拉係數和正向面積設定
Type94	連續節線之平均速率設定
Type95	車輛偵測站設定
Type97	車輛屬性及其行為隨機變化
Type98	車輛進入模擬路網的車距分佈

共計

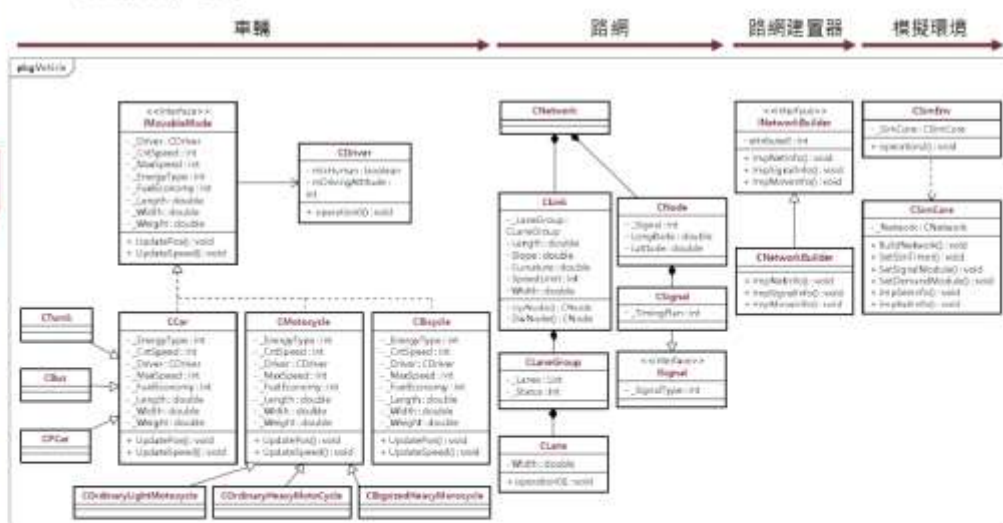
建置 **42** 個檔型

25



模組核心類別設計

● 類別實作範例



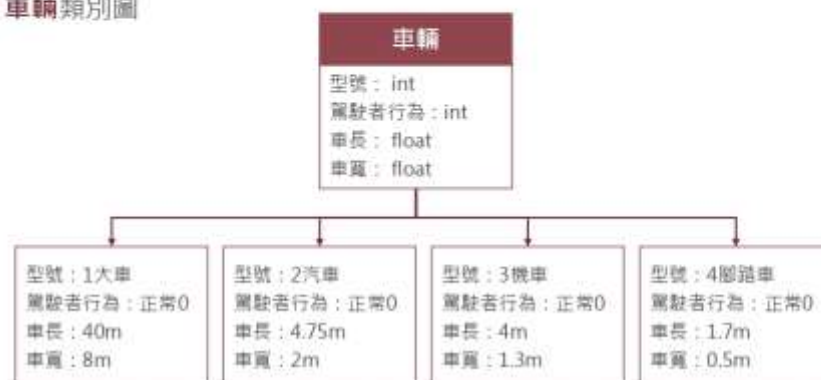
註：虛線係為類別實作，如車輛類別即從可移動物體之類別所實作；空心箭頭實線，是指繼承，機車是父類別，底下三個子類別分別為普通輕型機車、普通重型機車，及大型重型機車；路網則是由link跟node組成，link則包含lanegroup

26



模式規劃類別圖-1/4

● 車輛類別圖



27



模式規劃類別圖-2/4

● 路段類別圖

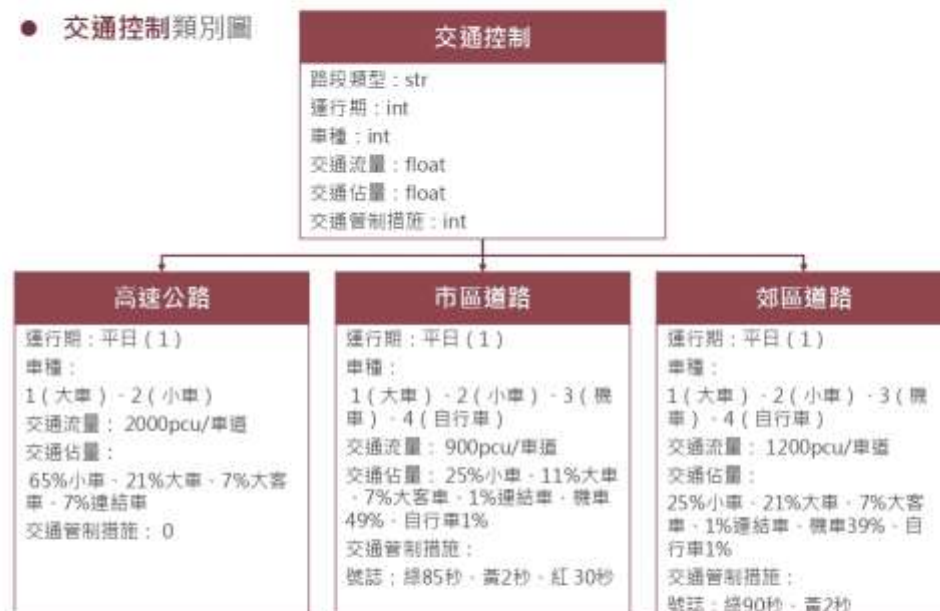


28



模式規劃類別圖-3/4

● 交通控制類別圖



29



模式規劃類別圖-4/4

● 附屬設施類別圖



30



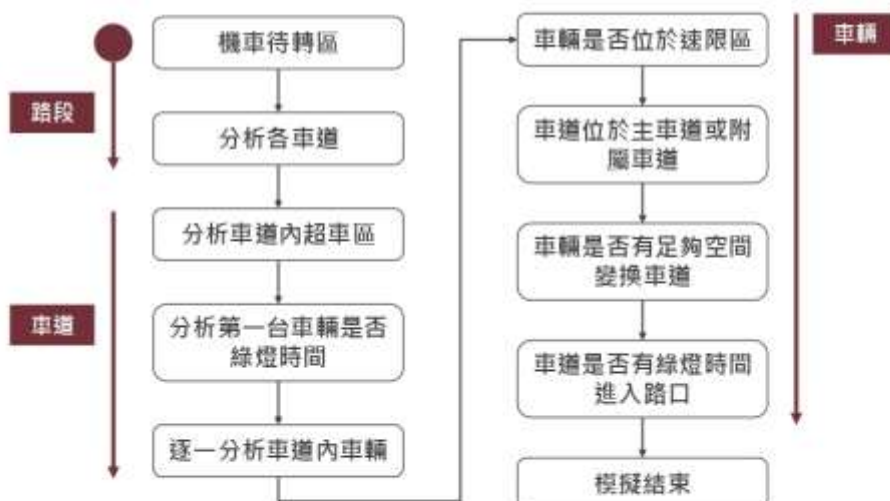
高速公路基本路段結構關聯圖



31



HTSS車輛運動模式



32



因應資料共享之輸出入格式規劃

- JSON(Java Script Object Notation) 最初為JavaScript程式語言之一種資料交換格式，目前被廣泛運用在Web開發與NoSQL資料庫之重要資料格式
- Python與常用之程式語言皆有支援

```

12:      "FileType": {
13:          "0": {
14:              "Link": 1,
15:              "Nup": 610,
16:              "Ndn": 1,
17:              "In": 1,
18:              "Cont": "NO",
19:              "N": 3,
20:              "Wld": 3.5,
21:              "W2": 0,
22:              "ID": 0,
23:              "SHR": 1.2,
24:              "SHL": 0,
25:              "Alen": 1,
26:              "Geo": "FREE"
27:          },

```

33



輸入介面規劃

- 單機版使用者介面



- Web介面輸入構想



34



試作開發說明

- 路網模擬建置範圍：高速公路基本路段
- 影響因素
 - 車道數、車道寬、車種組成、坡度、坡長及駕駛行為
- 建置目的
 - 管理人員可針對模擬高速公路車流狀況，進而提出解決方案

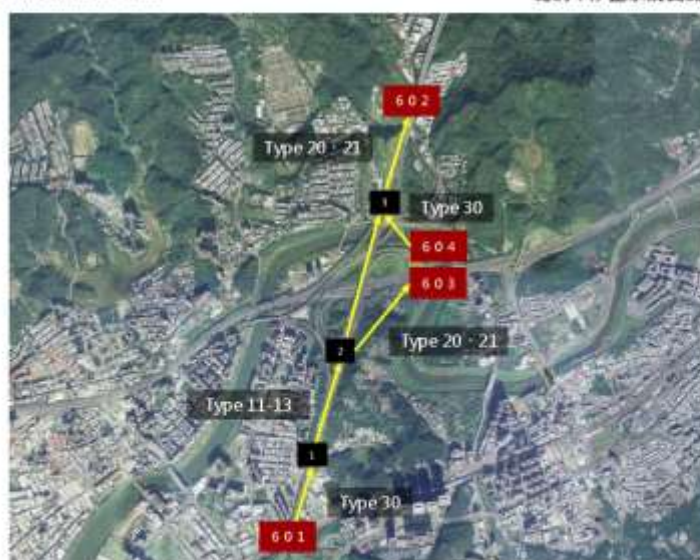
35



程式的解讀-1/3

- 路網模擬示意

範例：汐止系統交流道，不代表本案實作區域



36

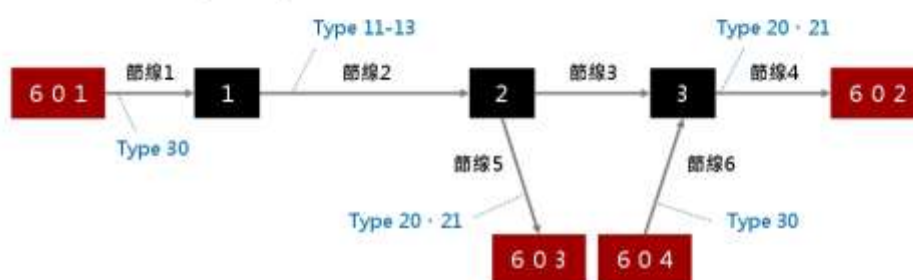


程式的解讀-2/3

● 程式環境設定

Type 1-3、11-13、45-47、60、86、95

● 路網模擬示意 (簡圖)



37



程式的解讀-3/3

● 高速公路，加環境檔共需讀入14個檔型

- Type 11-13：車道設定情況
- Type 20 & type 21：離開車道的車種及轉向
- Type 30：進入車道車種百分比
- Type 45-47：車道限速、平均車速、進到車道的車速
- Type 60 & 86：車道的縱切面定線設置及路段高程
- Type 95：設置偵測站

檔型	說明
Type11	專用/保留車道配置
Type12	HOV車道使用設定
Type13	禁行區段設定
Type20	離開節線行車方向設定
Type21	離開節線車種行車方向分布設定
Type30	進入節點交通流量設定
Type45	速限設定
Type46	速限區平均自由速率設定
Type47	進入路網平均自由速率設定
Type60	縱切面定線性質設定
Type86	車種特性設定 (總重、馬力、牽引力傳輸效率)
Type95	車輛偵測站設定

38



高速公路二車道基本路段範例資料-1/2

5555 0 simulation controls, number of runs, # periods, data collection period, seed, 10 2 400 1800 0 5 891301	→ 模擬參數
5555 1 read type 1 data, upstream node, down stream node, ids of 6 continuous lanes 1 610 1 1 NO 2 3.5 0.0 0.12 0.0 0.6 FREE 2 1 2 1 NO 2 3.5 0.0 0.12 0.0 2.6 FREE 3 2 611 1 NO 2 3.5 0.0 0.12 0.0 0.8 FREE 4 611 2 1 NO 2 3.5 0.0 0.12 0.0 0.8 FREE 5 2 1 1 NO 2 3.5 0.0 0.12 0.0 2.6 FREE 6 1 610 1 NO 2 3.5 0.0 0.12 0.0 0.6 FREE	→ 路網結構
5555 2 Read Type 2 Link, turn, receiving link, matching lanes, distance 1 5 2 1 1 0. 2 5 3 1 1 0. 4 5 5 1 1 0. 5 0 6 1 1 0.	→ 路段轉向
5555 3 Read Type 3 Node, Base link, and other Links 610 6 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 2 2 0 0 0 0 0 0 611 3 0 0 0 0 0 0 0	→ 進入路段
5555 20 Type 20 data, Link, turn type, 6 usable lanes 1 5 1 2 0 0 0 2 5 1 2 0 0 0 3 5 1 2 0 0 0 4 5 1 2 0 0 0 5 5 1 2 0 0 0 6 5 1 2 0 0 0	→ 車道行向
5555 21 Type 21 data, veh type/turning movements at end of link for veh type 1 9 5 100.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 2 9 5 100.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 3 9 5 100.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 4 9 5 100.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 5 9 5 100.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 6 9 5 100.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0	→ 車種轉向分布
5555 30 Type 30 data, flow rates at source nodes, to in/out period 610 1 1 3600 100.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 610 1 2 3600 100.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 611 1 1 000 100.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 611 1 2 000 100.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	→ 車輛進入分布
5555 45 Type 45 data, Speed Zones 1 0.0 90 90 90 2 0.0 90 90 90 5 0.0 90 90 90	→ 路段速限

39



高速公路二車道基本路段範例資料-2/2

5555 46 TYPE 46 data, change free-flow speed for each zone 1 1 90 90 90 2 1 90 90 90 3 1 90 90 90 4 1 90 90 90 5 1 90 90 90 6 1 90 90 90	→ 路段自由車流速率
5555 47 TYPE 47 data, free-flow speed at entry point (small veh, motorcycle, heavy) 610 90 90 90 611 90 90 90	→ 車輛進入路段之速率 (可override檔型46)
5555 50 Type 50 data, Link, Speed Zone ID, Capacity, critical speed, 1 1 1800 75 2 1 1800 75 3 1 1800 75.0 4 1 1800 75.0 5 1 1800 75.0 6 1 1800 75.0	→ 車道容量
5555 60 Type 60 data, Link, ID, Start, End, % slope San-Yi northbound 2 1 0.0 2.60 0.0 5 1 0 2.60 -0.0	→ 路段縱坡度
5555 66 vehicle weight, horsepower, and engine efficiency 1 2000 36 0.92 2 180 5.5 0.92 3 15000 215 0.85 4 10500 124 0.85 5 32000 260 0.85	→ 車種動力參數
5555 95 Type 95 data, detector for flow data 1 0.010 0.02 0.04 0.06 0.08 0.09 0.0 0.0 0.0 2 0.010 0.3 0.6 0.9 1.2 1.5 1.8 2.0 2.3 2.5 5 0.010 0.3 0.5 0.7 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 99999 99999	→ 車輛偵測器

40



利用高速公路input檔進行物件及功能建置-1/2

- 當相關參數成功導入後，HTSS模式即依據相關模擬條件進行逐幀模擬，每一個幀（frame）代表現實世界中車輛之位置變化、速度變化、加速度變化以及所有相關參數變化



43



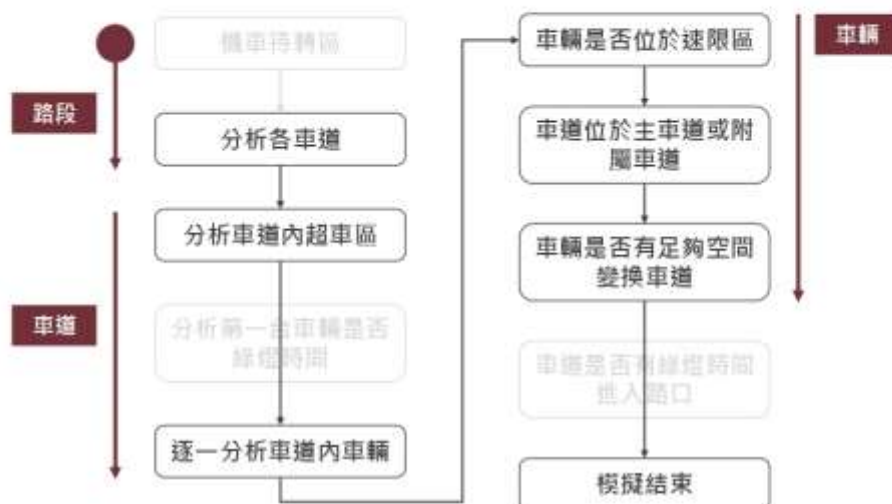
利用高速公路input檔進行物件及功能建置-2/2

[illegible]

42



高速公路基本路段車輛運動模式



43



試作開發主程式範例

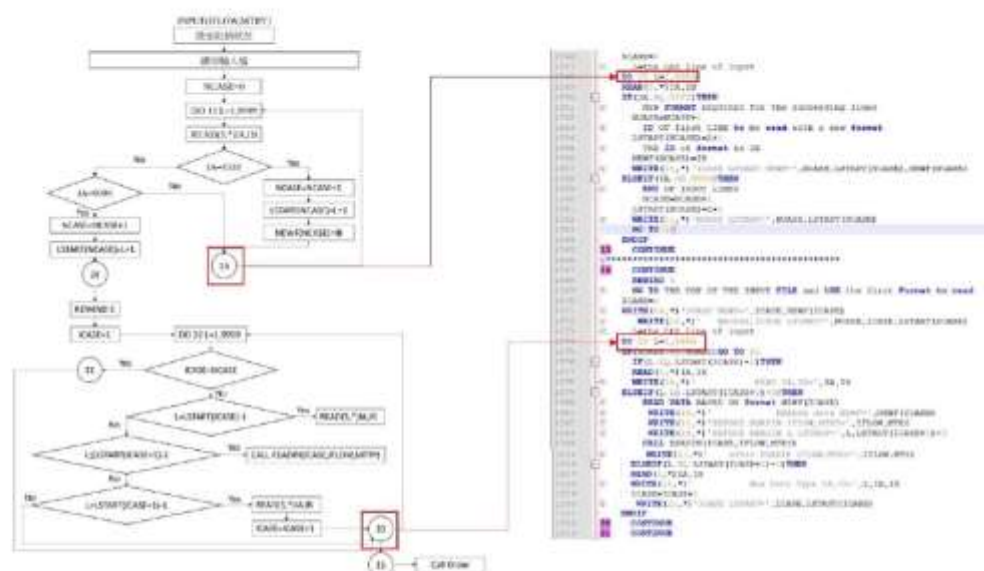
```

1  # -*- coding: utf-8 -*-
2  from FileType.FileType import Type1Data, FileTypesList
3
4  def main():
5      FF = FileTypesList()
6      # 匯入 模型1 的第一筆 Link1
7      FF.add_datas(type_id=1, type_name='link1', type_data=Type1Data(
8          1, 600, 601, 1, "NO", 2, 3.50, 1.6, 1, 1.5, 0.0, 4.0, "TWO"))
9      # 匯入 模型2 的第二筆 Link2
10     FF.add_datas(type_id=1, type_name='link2', type_data=Type1Data(
11         2, 601, 600, 1, "NO", 1, 3.50, 0.0, 0, 1.5, 0.0, 4.0, "TWO", ))
12
13     # 取用 link1 節線 Link 上游節點的代號
14     print(FF.FileType1['link1'].Nup)
15     # 取用 link2 節線 Link 上游節點的代號
16     print(FF.FileType1['link2'].Nup)
17
18 if __name__ == '__main__':
19     main()
20     # 600
21     # 601
  
```

44



HTSS模式中Fortran程式碼跟流程圖之關聯



45



新版HTSS執行過程與成果

新版HTSS執行過程	新版HTSS執行結果
<p>標籤: 4</p> <p>Kink = 5 Mass = 32000 Power = 260 Eff = 0.85</p> <p>參數設定中...</p> <p>迭代中...</p> <p>統計結果</p> <p>道路總長: 8000.0 (m) 總模擬秒數: 699.0 (s) 車輛通過平均時間: 319.5 (s) 平均旅行速率: 90.14 (km/hr)</p> <p>模擬完成!</p>	<p>標籤: 4</p> <p>道路總長: 8000.0 (m) 總模擬秒數: 699.0 (s) 車輛通過平均時間: 319.5 (s) 平均旅行速率: 90.14 (km/hr)</p>

46



系統展示- (程式端運算介面)



47



概念性驗證

- 利用台灣公路容量手冊之高速公路基本路段案例檔為範例輸入檔
- 模擬的路段均為無上、下坡之平坦路段，選擇旅行速率做為衡量路段服務水準，並測試車道縮減及路段距離對路段服務水準的影響
- 在實作旅行速率與既有旅行速率下之統計檢定無差異(α 值=0.726)，確認新版HTSS模式實作開發能順利將Fortran程式轉換至Python

路網	主要路段長度(km)	既有程式(Fortran)旅行速率(km/hr)	實作程式(Python)旅行速率(km/hr)	差異(%) (實作程式-原程式) / 原程式
高速公路基本路段二車道	1.6	74.8	74.7	-0.05%
	2.1	74.6	74.5	-0.19%
	2.6	74.2	74.5	0.36%
	3.1	74.1	74.5	0.57%
	3.6	73.9	74.5	0.74%
高速公路基本路段三車道	1.0	106.3	100.9	-5.05%
	1.5	106.2	100.8	-5.11%
	2.0	106.2	100.9	-4.98%
	2.5	106.2	100.6	-5.23%
	3.0	106.1	100.7	-5.09%

48



綜合探討

檢核項目	主流車流模擬 (例如Synchro、SUMO)	本計畫實作程式(Python)
核心分析邏輯正確性	—	○
確保輸入資訊介面親和性	◎	△
確保輸出報表介面易讀性	◎	○
輸入輸出資料共享性	△	◎
問題解決資訊充分性	◎	△
執行過程可靠性	◎	△
系統功能指標擴充性	—	◎

—：代表與原程式對比；△：代表持續更新；○：代表可滿足使用者基本需求；◎：代表滿足使用者特定需求

49



逐年開發順序

- 分期規劃建議以三期共六年的方式進行，重點架構如下



50



成果座談會會談綜整

- 於112年11月2日上午10時於所內5樓會議室辦理，共有24位來自於學界、交通工程技師公會之專家學者及多家工程顧問公司等人員出席指導
- 座談四大重點面向回饋

資訊技術面	交通專案面	系統開發面	推廣教育面
<ol style="list-style-type: none"> 1. 後續維護問題：存放地點、方式、及誰來營運 2. 硬體架構（網路版架構）：須具備高規格硬體設備及負載量 3. 資料共享可行性需再探討 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 投入系統模擬參數數據應與現實情況的相符 2. 因應共享汽、機車、自駕車等新交通服務推出，需衡量服務績效的影響並進行對應修正 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 為台灣地區公路容量手冊之輔助分析工具 2. 參考美國CORSIM之模組區分為資料輸入、交通模擬及資料輸出呈現等三大模組 3. 應針對分析邏輯進行相關驗證作業 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加強宣傳並舉辦軟體之教育訓練，以提升使用率



結論-1/2

蒐集HTSS功能需求

1

透過問卷訪談以及二場的座談會舉辦，瞭解目前使用者與潛在使用者對於HTSS模式的使用回饋與期待

提出模擬模式開發構想

2

以過去軟體功能基礎，選定Python程式語言進行模擬核心的開發，亦能進行後續維護開發的專業能力

研擬後續開發版本之系統架構

3

提出單機版開發之系統架構，並預留長期網路版開發之彈性

規劃新版HTSS模擬系統功能

4

以現有服務架構為原則，進行程式架構設計，並考量服務之廣度與深度，提出HTSS模擬模式涵蓋車輛運動模式等功能



結論-2/2

構建模擬模式軟體架構與撰寫操作平台設計文件

5

透過原Fortran程式碼的相關內容與設計手稿電子化，讓程式設計人員理解並設計客製化車輛運動模式

試作開發與驗證

6

以高速公路基本路段進行試作開發，經概念性驗證，新一代程式與原始程式之模擬結果並無明顯差異

確認系統開發原則

7

由概念性驗證結果，發現本計畫開發構想可符合七項系統開發原則

辦理專家學者座談會

8

確實了解使用者需求，及確保使用者認同規劃成果，建立一個完全符合國內車流行為的模擬模式

53



建議

模擬核心建置持續檢討

1

試行系統雖能大致符合需求，但建議第二年期仍需檢討核心運作流程與效能，以確立程式設計之發展方向

車輛運動模式的關聯性與驗證

2

已整理出主要的車輛運動模式流程，但在各種設施間之關聯性應該更明確，同時加入API介面考量

模擬案例的操作示範

3

新系統應透過一個完整功能的操作示範，讓使用者清楚了解程式的操作方式，蒐集使用者更明確的回饋與建議

分期開發規劃

4

以PDCA概念逐年提升HTSS模式的友善性與完整性，讓使用者提升HTSS模式之使用意願

54



簡報完畢 恭請指導

