

區域級智慧型運輸系統示範計畫： 核心交通分析與預測系統

簡報

交通部運輸研究所
逢甲大學
合作辦理

中華民國九十三年三月

簡報大綱

- 計畫動機目的與範圍
- 文獻回顧
- 系統模式架構
 - 功能需求
 - 系統架構
 - 使用案例 (use case) 分析
- 模式之建立與參數調查
 - 車流模式之建立
 - 旅運者行前決策行為模式之建立
 - 旅運者途中決策行為模式之建立
- DynaTAIWAN模式模擬層之建立
 - DynaTAIWAN模式之建立
 - DynaTAIWAN模式系統UML分析圖
 - 輸入/輸出資料
 - 程式語言分析
- DynaTAIWAN模式之路徑導引分析與即時層分析
 - 路徑導引模式與系統分析
 - 即時控制層模式與系統分析
- DynaTAIWAN模式與ITS SA交管產品組合關聯性
- 結論與建議

一、計畫動機目的與範圍

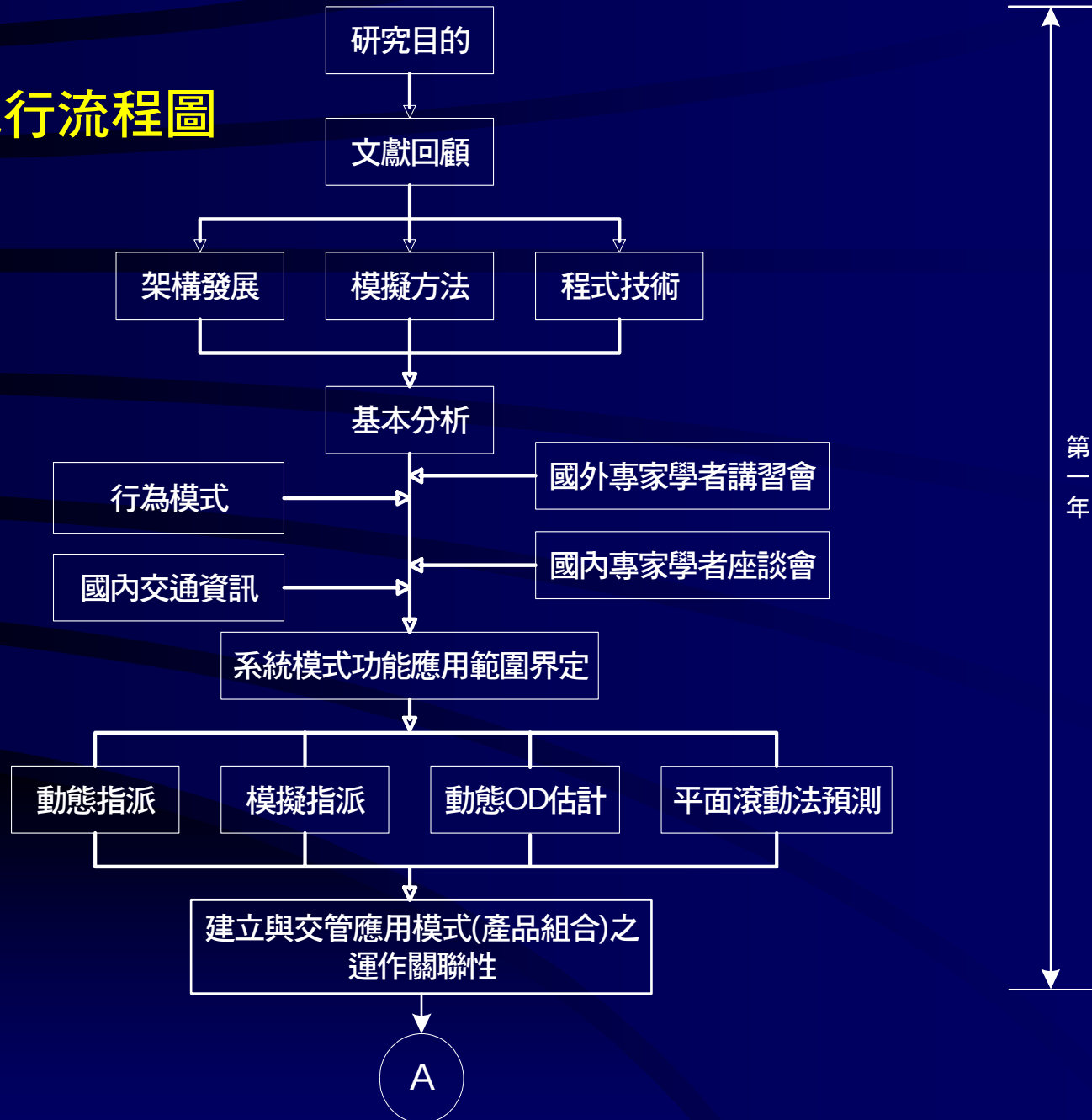
■ 研究動機

- 智慧型運輸系統發展下，需要一具核心交通「分析」與「預測」功能之系統以供未來管理單位使用，以使ITS基礎建設能發揮應有之功效。

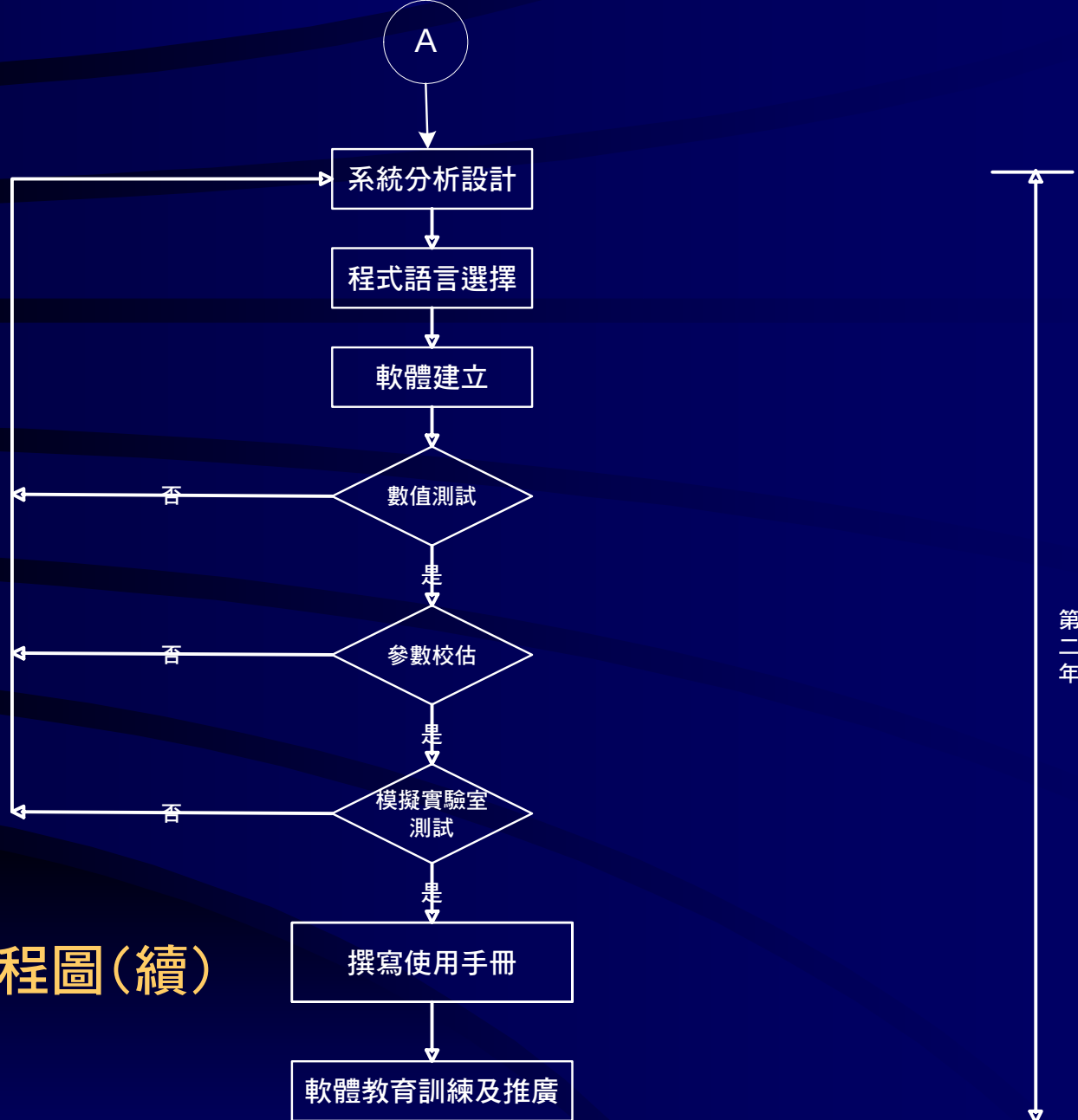
■ 研究目的

- 本研究將以美國公路聯邦總署 (FHWA) 所發展的兩套動態指派模式為參考基礎與依據，參照國內駕駛者的行為特性、車流特性與交控策略來建立一套本土化的核心交通分析與預測系統，以作未來智慧型運輸系統建置後執行交控策略的分析與評估之用，使智慧型運輸基礎建設能充分發揮功效，並希望於未來提供給國內相關研究人員使用。

工作執行流程圖



工作執行流程圖(續)



完成事項

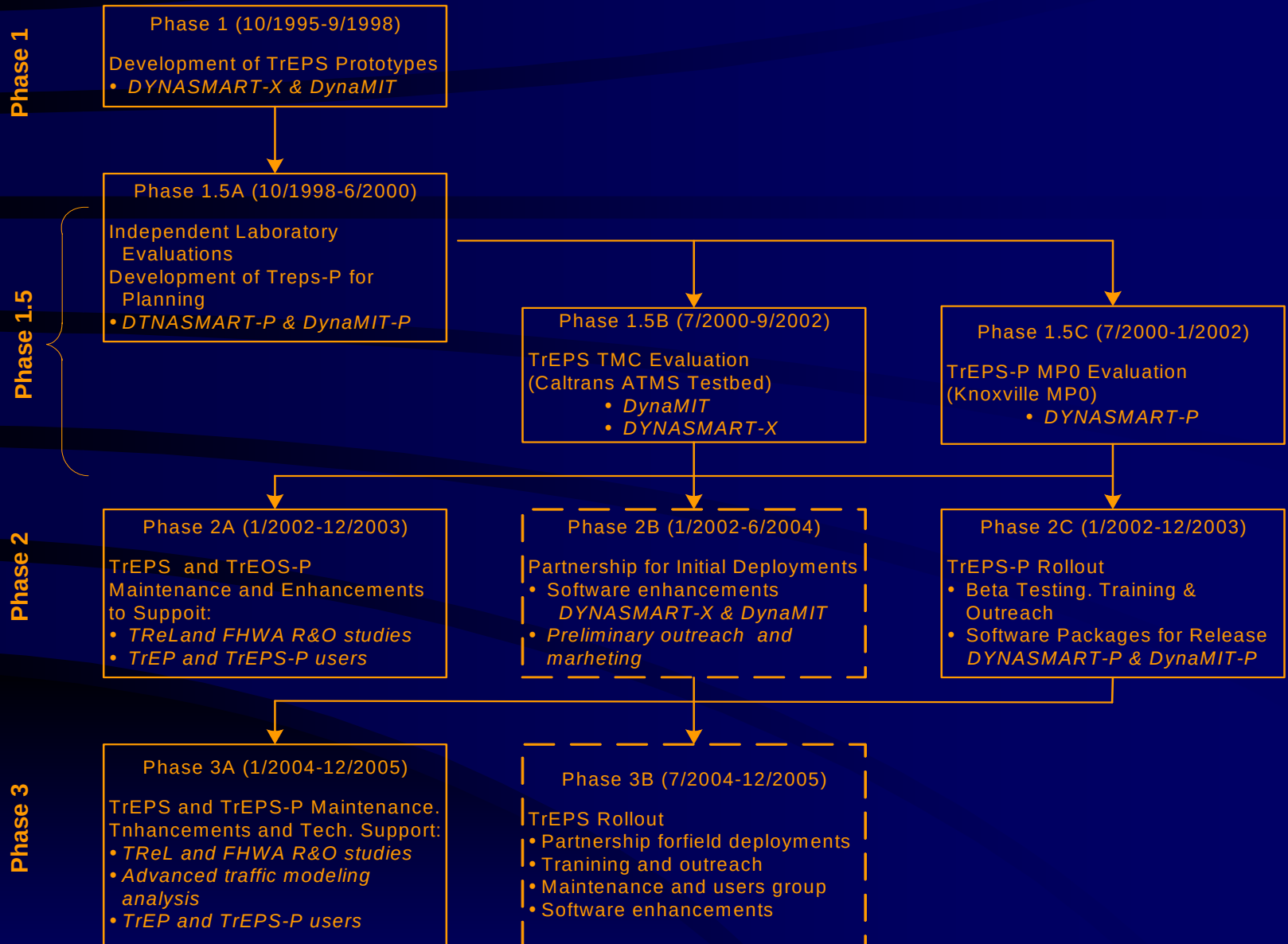
- 3/26：議價簽約
- 6/17：國內專家學者座談會
- 7/8：送繳調查計畫
- 7/15：繳交期中報告
- 7/28：期中簡報
- 8/1~10/31：調查工作
- 8/28：DYNASMART教學
- 10/8：國外專家學者座談會
- 10/5~10/9：國外專家學者講習
- 11/15：繳交期末報告
- 12/1：期末簡報

講習會的討論與建議

- 系統分析有助於工具軟體的維護與管理
- 整體系統 (模式、評估、實驗) 的開發可能需要五年以上的時間才能發展出可用穩定的系統
- 建議應以既有系統為基礎 (如DYNASMART 與 DynaMIT)，針對幾項特定問題作討論研究，無須回到原點
- 車流微觀模擬系統並不適用
- 發展重點應針對本土特性問題
- 系統發展目的應包含「行為之考量」以及「規劃層面與即時層面處理」之相關應用
- 建議應採用**工具導向**方法來開發工具
- 系統應先經由完整開發建立過程，經由「離線測試」與「實驗室模擬」階段進行調整，再作線上發展之應用

二、文獻回顧

- 智慧型運輸系統架構
- 美國交通推估預與預測系統之發展介紹
- 車流模擬方法
- 交通量指派
- 動態旅運者決策行為
- 物件導向分析設計與程式
 - UML (unified Modeling Language)
 - ROSE (Rational Object-oriented Software Engineering)



美國TrEPS系統規劃工作時程內容

三、系統模式架構

- 功能需求
 - 系統考量之交通特性
 - 本土化系統特色
 - 系統分析與預測功能
 - 電腦軟硬體限制與考量
 - 外部應用
- 系統架構

■ 系統考量之交通特性

- 能反應路徑提供策略，提供路徑導引的功能
- 推估預測依時性的OD旅運需求：可考慮歷史資訊、現況資訊與預定發生的事件來推估即時性、依時性之OD
- 路網大小與車輛數的彈性：系統應適用於區域性的路網，並能捕捉區域路網大小之特性與控制策略
- 考慮幾何與操作上之限制 (如不同車種使用車道情形)

■ 本土化系統特色

- 機車行為之考慮與模擬
- 混合車流 (小汽車、大型車、機車) 之考慮與模擬
- 行前決策行為模型與途中決策行為模型之考慮
 - 行前決策行為模型：決定旅運者之運具選擇、出發時間以及初始路徑
 - 途中決策行為模型：反應即時資訊提供下，駕駛人之反應

■ 系統分析與預測功能

- 在提供即時車流監控資料下，系統具有預測短期交通流量狀況之功能
- 在無監控資料提供下，可根據歷史資料產生交通背景資料，並具預測交通流量狀況之功能
- 具備“一致性”檢查 (Consistency) 的功能：能檢核實地量測的交通狀況與系統模型輸出結果的差異
- 考慮交通資訊的預報：為了能充分結合ATIS的特性與功能，系統須能提供可能的資訊傳送方式與相關效益評估
- 預測時段的彈性：系統具有不同時段長度 (Time Interval) 的預測功能，因此路徑的產生、OD的推估與交控策略等相關的模擬，均可視實際狀況來調整規劃其時間區段 (Time scale)
- 能與外部資料 (即時資料) 產生交互作用，且能將不同來源之資料以適當之演算法融合應用，以產生預測資訊
- 考慮隨時間而變化之供給情形 (如容量受事件、車道封閉、號誌控制影響)

- 電腦軟硬體限制與考量
 - 容易操作之使用者介面
 - 符合軟體開發的程序，考慮軟體生命週期
 - 維護管理之彈性，能夠提供個別模組的除錯(debug)與開發
 - 運算效率：系統須掌握運算效率且考慮未來ATMS可提供的即時性控制策略
 - 系統須考慮未來分散式處理的可能性

■ 外部應用

- 與其他ITS系統功能的結合
- 與ATMS下模組間之介面以及系統需具擴充性；如：具有跨平台特性以及可攜性
- 具有提供離線運輸規劃之功能

DynaTAIWAN

Dynamic

Traffic

Assignment and

Information in

Wide

Area

Networks

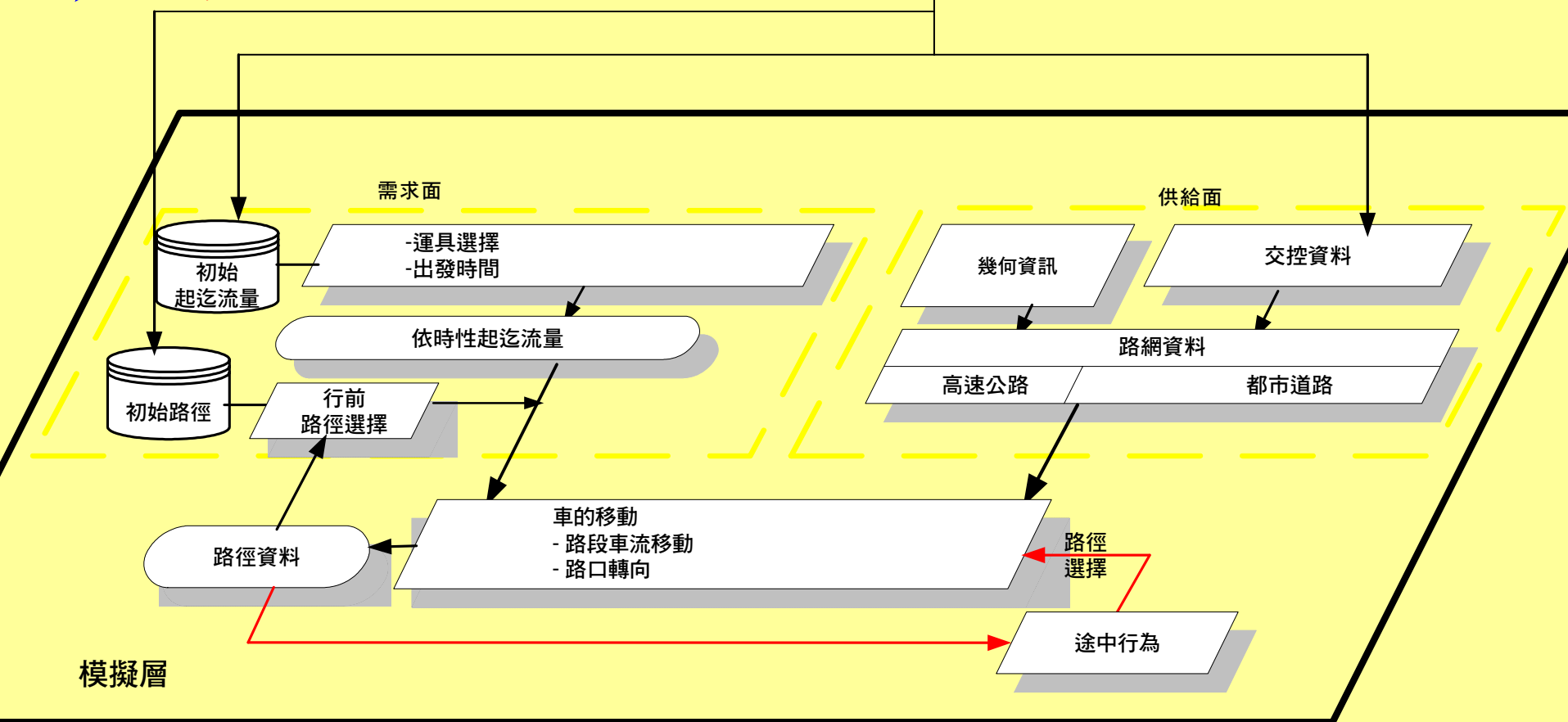
模擬層

即時控制層

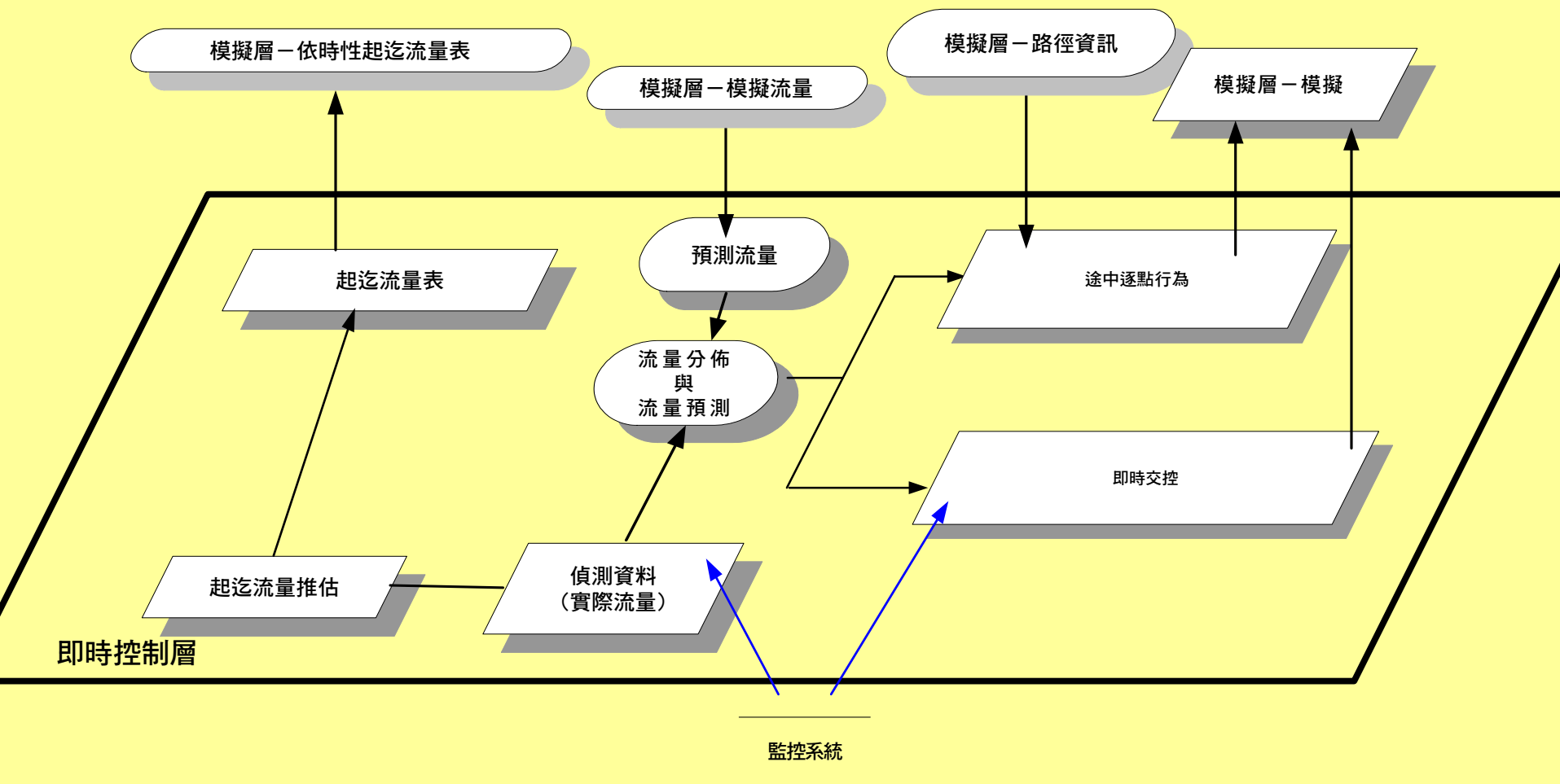
即時控制層運作時，
藍色虛線將取代紅色實線



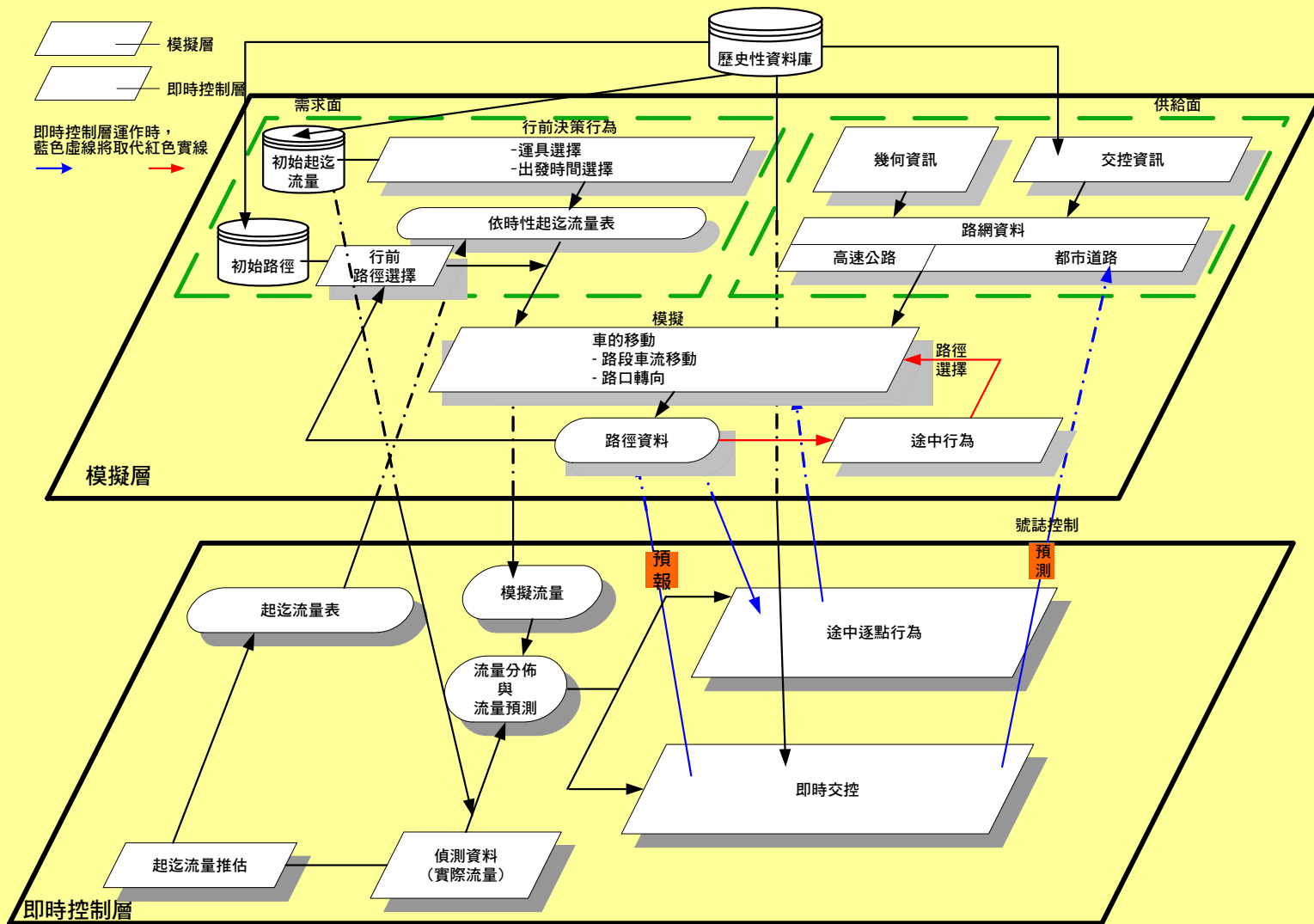
歷史資料庫



系統架構之模擬層



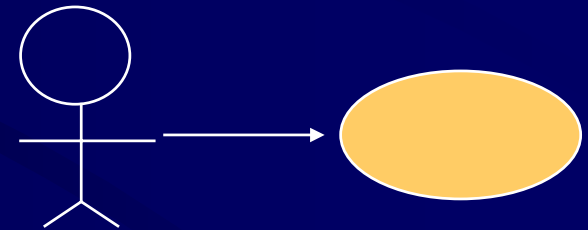
系統架構之即時控制層



系統架構圖

使用案例 Use Case

- 描述系統與外部人、事、物之關係，以使用者需求觀點來看系統功能。
- 主要針對功能作描述。
- 期能符合以下人員閱讀參考的需求：
 - 系統使用者（交管人員、運輸規劃人員）、系統設計人員、系統發展人員以及系統測試人員
- 使用案例圖包括兩個主要元件
 - 使用案例
 - 是某一個參與者和系統互動的描述。
 - 以一個橢圓來表示。
 - 參與者 (Actor)
 - 與本系統相關之操作人員或外部系統。
 - 以一人形來表示。

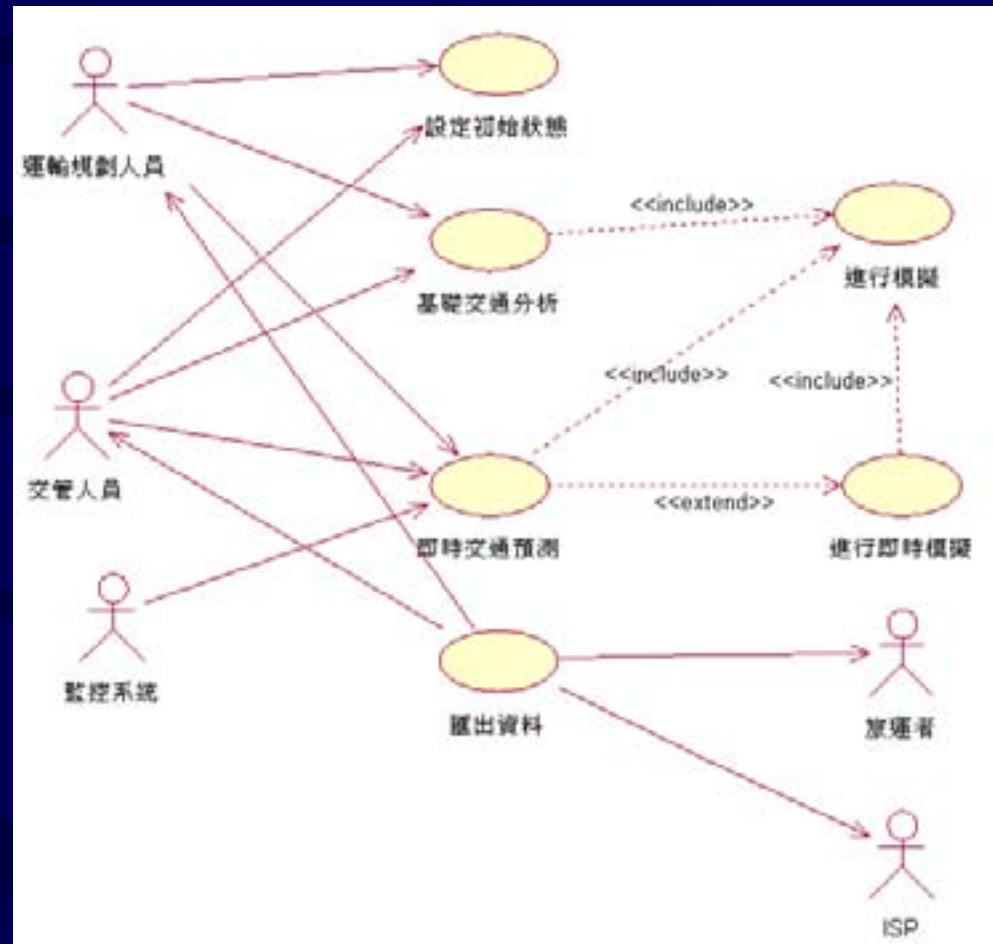


系統細部使用案例需求



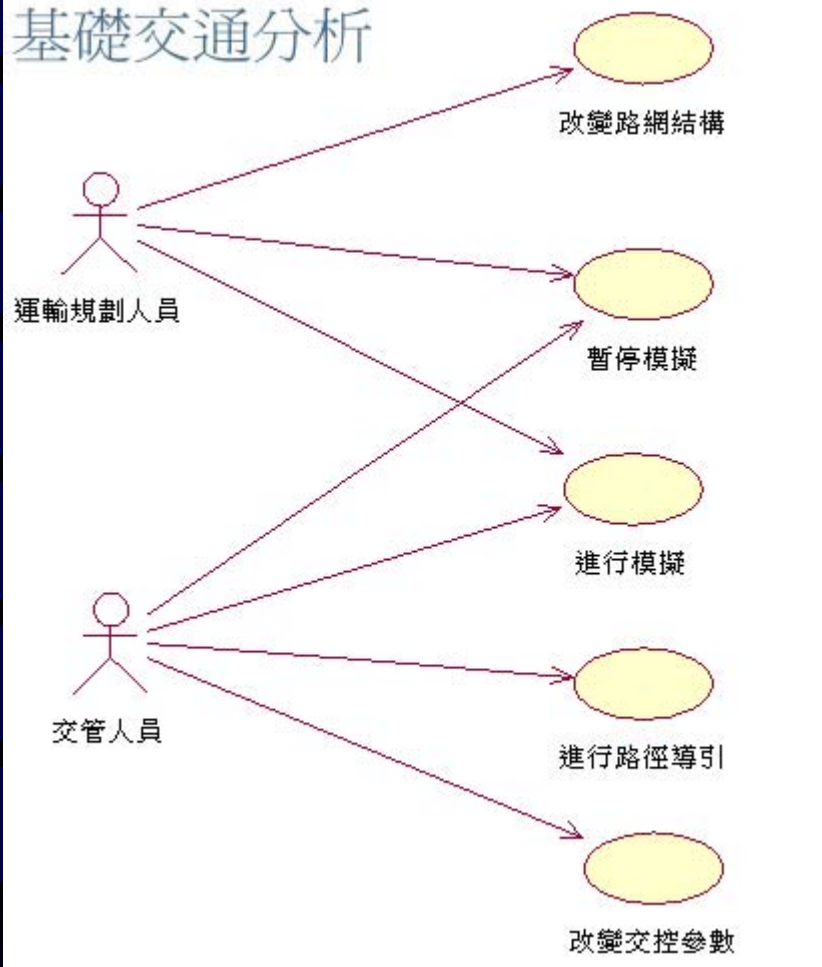
■ 本系統之使用案例 Use Case

- 設定初始條件
- 基礎交通分析
- 即時交通預測
- 匯出資料



使用案例圖

基礎交通分析



■ 運輸規劃人員

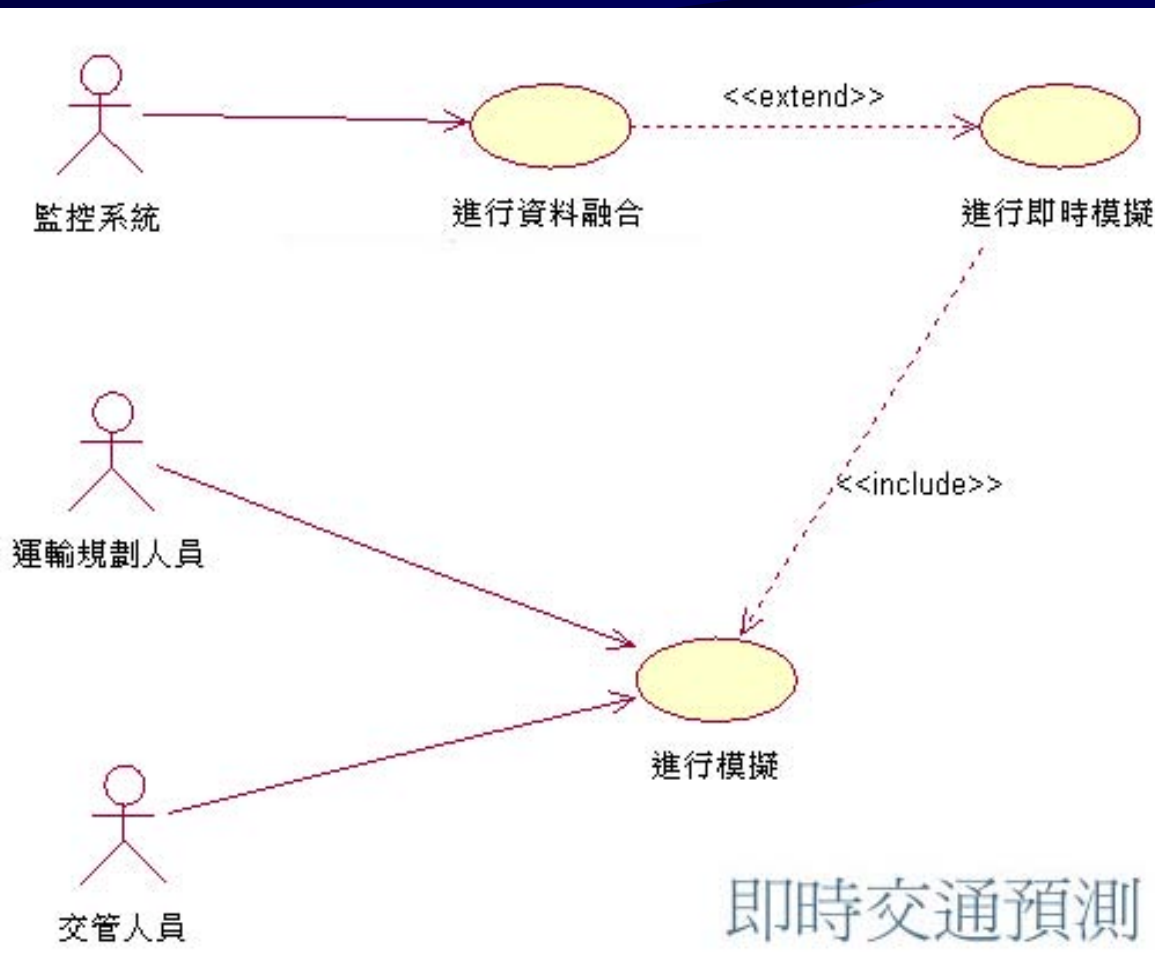
- 透過路網結構之調整改變以進行模擬，模擬結果可提供其進行另外的分析討論之依據。
 - 路段封閉
 - 規劃設置一捷運運輸系統對路網交通之影響

■ 交管人員

- 交控措施之分析，以協助其找出最佳化之交控措施。
- 路徑導引之基礎分析
 - 包含行前路徑資訊之提供對決策行為之影響、VMS資訊對途中路徑轉換行為的影響、車內資訊導引系統對途中路徑轉換行為的影響。

■ 透過模擬的方式來進行

- 系統藉由歷史OD產生行前出發時間、運具、路徑之決策，車輛依其路徑決策於路網中移動 (包含路段移動與路口轉向)，期間系統根據路網內車流之分布產生路徑資訊提供駕駛人作途中決策行為之參考。
- 模擬一直持續進行至**模擬時間結束或路網中不再有車輛抵達迄點為止**。



- 系統架構中即時層便是為此需求而作之處理。
- 系統內會有一機制處理各時段OD流量之推估，再透過偵測得來之流量資料作修正調整。
- 由於系統內之路徑資訊（包含行前以及途中資訊）受流量分布影響，在即時外部偵測資訊系統運作下，系統可產生即時路徑資訊提供系統內與系統外之旅運者作路徑決策行為之參考。

- 使用者可藉由本系統進行即時交通模擬，得知產生之預測資訊（包含預測旅行時間、預測號誌之延滯）將如何影響路網中車流，作為資訊提供方式以及即時交控策略之參考。

四、模式之建立與參數調查

- 4.1 車流模式與參數之建立
- 4.2 行前決策行為模式建立
 - 駕駛人在行前的運具選擇、出發時間選擇、路徑選擇行為
- 4.3 途中決策行為模式建立
 - 駕駛人在資訊提供下的路線變換行為
 - 車內導引資訊系統與資訊可變標誌對駕駛人之影響

4.1 車流模式與參數之建立

- 車流參數

- 汽車、機車紓解率及紓解間距
- 汽車、機車速度關係

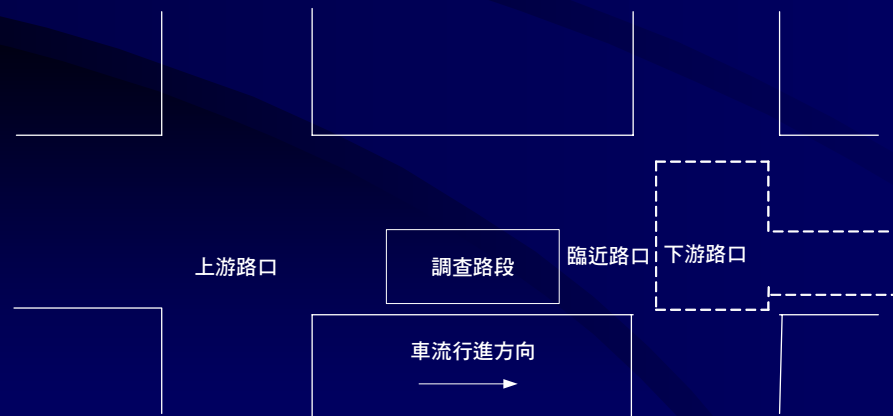
- 車流模式

- 高速公路車流模式－詹永新(1997)

$$v = 110 \left(1 - \left(\frac{k}{164.28} \right)^{1.30} \right)^{5.12}$$

- 市區路段車流之密度-速度關係

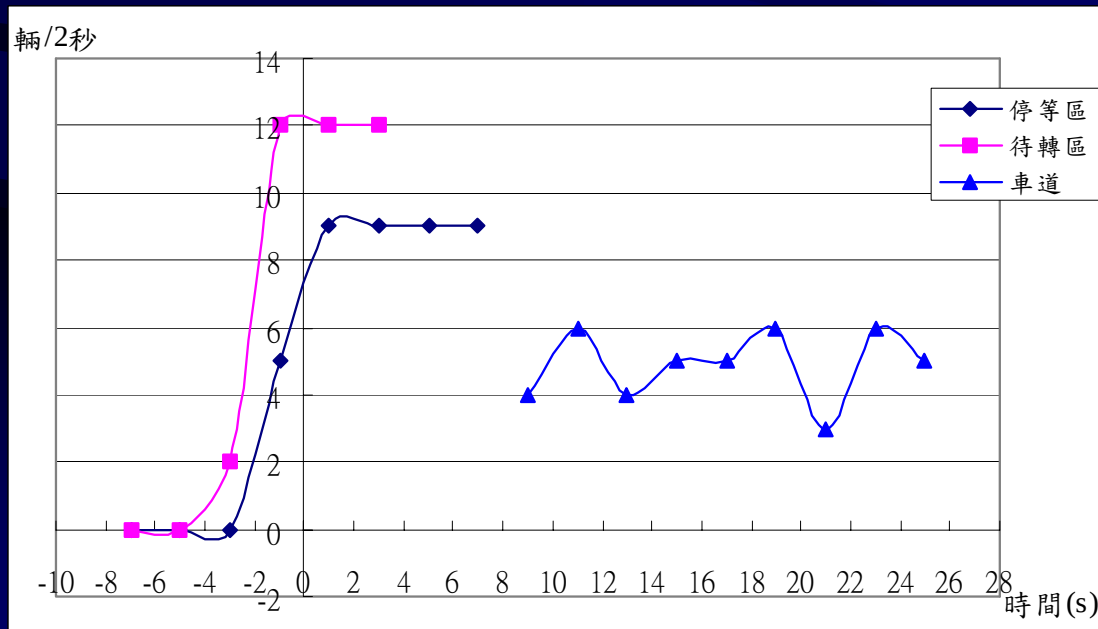
- 車流模式調查方式
 - DV攝影機，紀錄車輛通過時間
- 道路型態
 - 無中央分隔島且無快慢車道分隔島
 - 有中央分隔島且無快慢車道分隔島
 - 有中央分隔島且有快慢車道分隔島
- 調查日期及時間
 - 92年7月30日~8月28日 (包含試調與正式調查)
 - 各路口調查時間為尖峰時間上午7點~9點共2小時
 - 各路段調查時間由上午7點~下午5點，共10個小時



■ 文心路路口紓解狀況 (汽車)

路 口 項 目	文心路			
	車道 3 (直行)	車道 4 (直行)	車道 5 (直行)	平均 (直行)
平均紓解時間(秒/PCU)	2.22	2.43	2.60	2.42
平均車流率(P.C.U)	1619	1479	1385	1494
總樣本數	43	43	43	
有效樣本數	40	39	20	

■ 文心路路口紓解狀況 (機車)



■ 各路口平均紓解率與飽和車流率

路 口 特 性 項 目	有中央分隔島與 快慢分隔島		中央分隔島且 無快慢分隔島	無中央分隔島
	快車道	慢車道		
平均紓解(秒/PCU)	2.09	3.23	2.42	2
飽和車流率(P.C.U)	1727	1115	1494	1597

■ 各路口左轉、直行疏解間距趨勢線

趨 勢 線		左轉疏解間距趨勢線	直行疏解間距趨勢線
路 口 特 性		線性模式	線性模式
有中央分隔島 與 快慢分隔島	快車道	$Y=2.38x + 2.48$	$Y=1.99x + 2.48$
	慢車道	$Y=1.46x + 4.97$	
中央分隔島且 無快慢分隔島		$Y=2.11x + 5.19$	$Y=2.08x + 3.87$
無中央分隔島		$y = 3.87x + 0.04$	$Y=2.44x + 3.41$

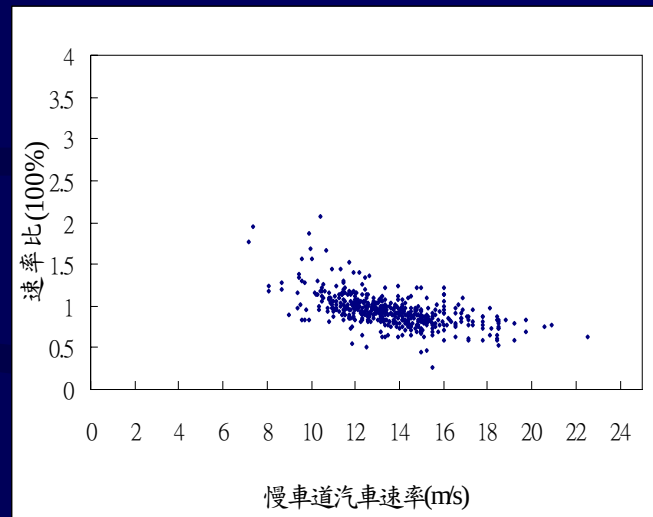
■ 機車路口紓解值

路 口 \ 類 型	機車待轉區	機車停等區	車道上
中港路、大墩路	6	5	5
文心路、中港路	1.5	4.5	4.5
河南路、福星路	1.5	3.5	3.5
本研究建議值	6	5	5

■ 汽機車速度參數 β 值

■ 中港路慢車道

汽機車速率比趨勢分佈



■ 路段汽機車速度差異比值

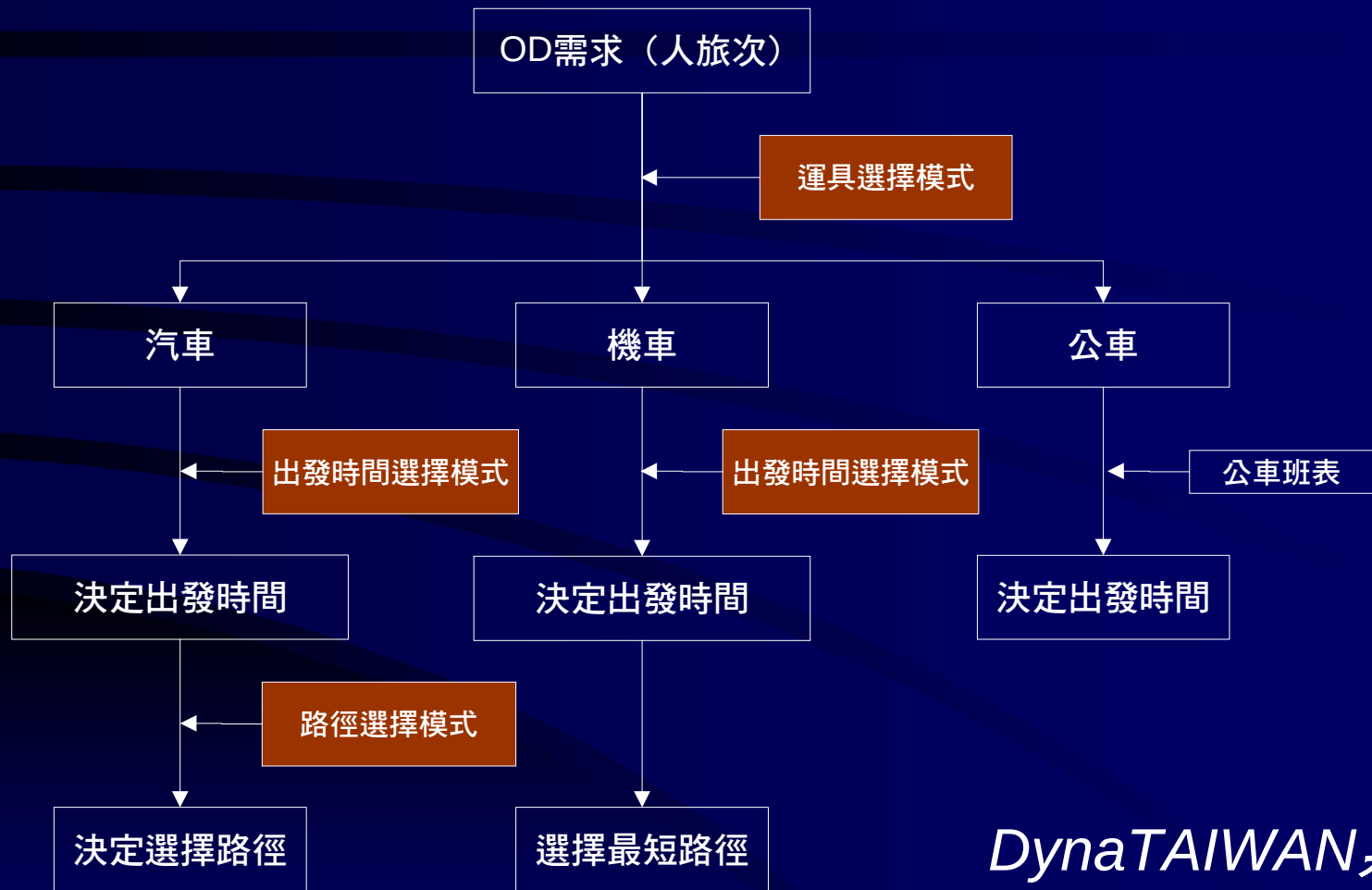
路 段	β 值	β 值 (汽機車速率差異比值)
青海路		0.84
河南路		0.82
中港路		0.8~0.9

■ 路段車流模式

- 六種車流模型的分析
- 深入比較Greenshield與Underwood參數與特性
- 模式結果：

路 段 \ 係 數		模 式	a	b	R ²
中港路	快車道	Greenshield $y = a \times \left[1 - \left(\frac{x}{b} \right) \right]$	55.07	28.35	0.5
	慢車道		27.36	126.32	0.2
青海路	整體車道		36.77	114.72	0.11
河南路	整體車道		39.85	76.07	0.26

4.2 旅運者行前決策行為模式之建立



*DynaTAIWAN系統
行前模式之運作*

■ 模式選定

■ 推算路徑流量流程(如圖)

■ 羅吉特模式建構

● 運具選擇

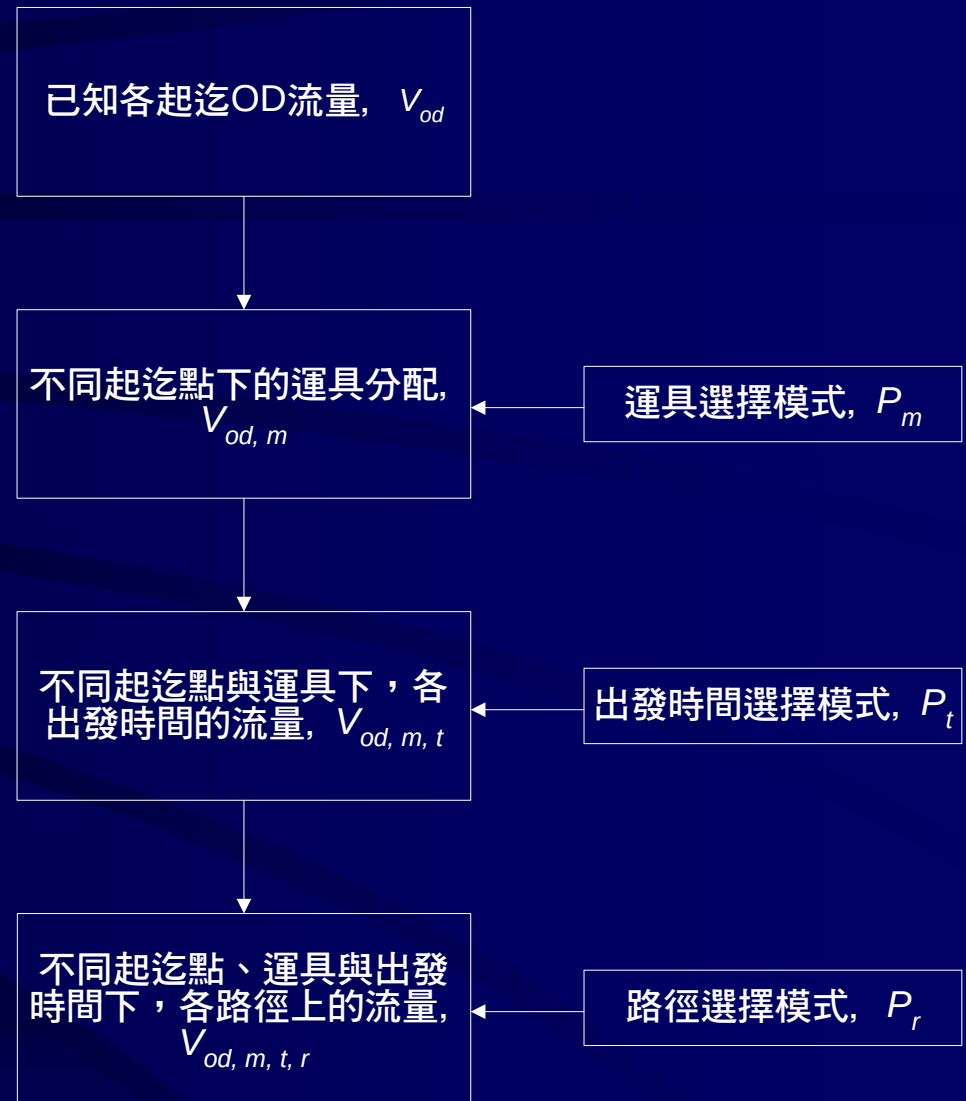
$$V_{od, m} = V_{od} \times P_m$$

● 出發時間選擇

$$V_{od, m, t} = V_{od, m} \times P_t$$

● 路徑選擇

$$V_{od, m, t, r} = V_{od, m, t} \times P_r$$



推算不同情形下各路徑的流量

行前決策行為模式調查計畫

- 調查地點：台中市
- 調查日期：八月
- 調查內容
 - 運具選擇與出發時間選擇
 - 路徑選擇
- 調查分析
 - 敘述、推論統計分析與多項羅吉特模式校估

行前行為模式	調查對象	方案變數	影響變數	抽樣方法與樣本
運具選擇	台中市工作旅次	■ 小汽車 ■ 機車 ■ 公車	■ 服務水準 ■ 社會經濟特性	■ 系統抽樣電訪台中市居民 ■ 512份問卷有效411份
出發時間選擇		■ 早上尖峰時段 (7:30- 9:30 am) 8個時間區段	■ 服務水準 ■ 社會經濟特性 ■ 排程延誤	
路徑選擇： 車輛無裝設車 輛導引系統	■ 逢甲大學教職員學 ■ 迄點：逢甲大學 ■ 提供最短旅行時間路徑	■ 主要路徑 ■ 替代使用路徑1 ■ 替代使用路徑2	■ 服務水準 ■ 社會經濟特性	■ 調查員面訪 ■ 232份問卷有效211份
路徑選擇： 車輛有裝設車 輛導引系統		■ 維持原來使用的路徑 ■ 改變至系統建議之最佳路徑	■ 旅行時間 ■ 資訊可靠度 ■ 社會經濟特性	

基本統計分析

■ 運具及出發時間選擇問卷

- 男性 (58%)，個人月收入4-5萬(25%)，31-50歲 (67%)，大專教育程度(52%)
- 選擇機車做為通勤運具居多(51%)
- 汽車駕駛選擇在早上7:46-8:00出發居多(33%)
- 機車駕駛選擇在早上7:31-7:45出發居多(35%)
- 汽車的車內時間(20.1分)及總旅行成本(175元)最高
- 公車的車外時間(14.5分)及總旅行時間(29.5分)最長

基本統計分析

■ 路徑選擇問卷

- 男性 (51%)，個人月收入2-3萬 (26%)，31-40歲 (48%)，研究所教育程度(65%)
- 總旅行成本和總旅行時間
 - 主要使用路徑 < 替代使用路徑1 < 替代使用路徑2
- 左轉彎次數
 - 主要使用路徑 < 替代使用路徑2 < 替代使用路徑1

運具選擇模式

$$P_m(i) = \frac{e^{U_i}}{e^{U_1} + e^{U_2} + e^{U_3}}$$

$$U_1 = U_{CAR} = -0.01 * IVTT - 0.001 * TCOST + 1.06 * CARUSE + 0.12 * INC$$

$$U_2 = U_{BUS} = -0.01 * IVTT - 0.001 * TCOST - 1.34$$

$$U_3 = U_{MOTO} = -0.01 * IVTT - 0.001 * TCOST + 1.24$$

$$\sigma^2 = 0.10$$

U_{ci} ：旅運者選擇運具 i 方案之效用, $i = 1 \sim 3$

$IVTT$ ：車內時間

$TCOST$ ：總旅行成本

$CARUSE$ ：可使用汽車數

INC ：個人所得

運具選擇模式

- 車內時間愈長或總旅行成本愈大，會減少方案的效用，減少運具被選擇的機率
- 車內時間及總旅行成本變數的影響不顯著，可能是機車與汽車的車內時間及總旅行成本差異不大所致
- ❖ 可使用汽車數愈多的受訪者傾向選擇汽車
- ❖ 個人所得愈高的受訪者對於汽車有較高的偏好

出發時間選擇模式—汽車

- 出發時間選擇分汽車及機車兩部分構建模式，兩模式的顯著變數均為晚到排程延誤
- 排程延誤 (schedule delay) 為受訪者實際到達工作地點時間與期望到達時間之差
 - ❖ 晚到排程延誤愈長會減少出發時間方案的效用
 - ❖ 早到排程延誤參數不顯著

$$P_{ct}(i) = \frac{e^{U_{ci}}}{e^{U_{c1}} + e^{U_{c2}} + \dots + e^{U_{c8}}}$$

$$U_{c1} = -0.13 * SDL$$

$$U_{c5} = -0.13 * SDL - 0.45$$

$$U_{c2} = -0.13 * SDL + 0.58$$

$$U_{c6} = -0.13 * SDL + 2.03$$

$$U_{c3} = -0.13 * SDL - 0.16$$

$$U_{c7} = -0.13 * SDL + 1.32$$

$$U_{c4} = -0.13 * SDL + 0.59$$

$$U_{c8} = -0.13 * SDL + 2.32$$

$$\sigma^2 = 0.38$$

U_{ci} ：汽車駕駛者選擇時間區段 i 方案之效用, $i = 1 \sim 8$

SDL ：晚到排程延誤

出發時間選擇模式—機車

$$P_{mt}(i) = \frac{e^{U_{mi}}}{e^{U_{m1}} + e^{U_{m2}} + \dots + e^{U_{m8}}}$$

$$U_{m1} = -0.13 * SDL$$

$$U_{m5} = -0.13 * SDL + 0.62$$

$$U_{m2} = -0.13 * SDL - 0.01$$

$$U_{m6} = -0.13 * SDL + 1.81$$

$$U_{m3} = -0.13 * SDL + 0.09$$

$$U_{m7} = -0.13 * SDL + 1.36$$

$$U_{m4} = -0.13 * SDL + 1.00$$

$$U_{m8} = -0.13 * SDL + 2.57$$

$$\sigma^2 = 0.38$$

U_{mi} ：機車駕駛者選擇時間區段*i*方案之效用, $i = 1 \sim 8$

SDL ：晚到排程延誤

出發時間選擇模式

- 出發時間選擇分汽車及機車兩部分構建模式，兩模式的顯著變數均為**晚到排程延誤**
- 排程延誤 (schedule delay) 為受訪者實際到達工作地點時間與期望到達時間之差
- ❖ 晚到排程延誤愈長會減少出發時間方案的效用
- ❖ 早到排程延誤參數不顯著

行前路徑選擇模式

- 沒有裝設車輛導引系統
 - 總旅行時間愈長帶給受訪者的負效用愈大，受訪者傾向選擇總旅行時間較短的路徑

$$P_{nr}(i) = \frac{e^{U_{ni}}}{e^{U_{n1}} + e^{U_{n2}} + e^{U_{n3}}}$$

$$U_{n1} = U_{n,MAIN} = -0.15 * TIME$$

$$U_{n2} = U_{n,SUB1} = -0.15 * TIME$$

$$U_{n3} = U_{n,SUB2} = -0.15 * TIME$$

$$\sigma^2 = 0.09$$

U_i ：駕駛者選擇路徑方案之效用, $i = 1 \sim 3$

1:主要路徑方案

2:替代使用路徑1

3:替代使用路徑2

TIME：總旅行時間

- 有裝設車輛導引系統
 - 分為原使用路徑有或沒有壅塞兩種情況構建模式，兩模式的顯著變數均為總旅行時間與交通資訊可靠度
 - 受訪者對於旅行時間愈短的路徑有較高的偏好
 - 增加路徑交通資訊的可靠度，會增加路徑方案被選擇的機率
- 有裝設車輛導引系統且原使用路徑沒有壅塞

$$P_{v0r}(i) = \frac{e^{U_{v0i}}}{e^{U_{v01}} + e^{U_{v02}}}$$

$$U_{NOSWITCH} = -0.18 * TIME + 7.32 * REL$$

$$U_{SWITCH} = -0.18 * TIME + 7.32 * REL + 0.37$$

$$\sigma^2 = 0.11$$

$U_{NOSWITCH}$ ：駕駛者選擇維持原使用路徑方案之效用

U_{SWITCH} ：駕駛者選擇移轉至建議路徑方案之效用

TIME：總旅行時間

REL：交通資訊可靠度

- 有裝設車輛導引系統且原使用路徑有壅塞

$$P_{v1r}(i) = \frac{e^{U_{v1i}}}{e^{U_{v11}} + e^{U_{v12}}}$$

$$U_{v1,NOSWITCH} = -0.17 * TIME + 1.28 * REL$$

$$U_{v1,SWITCH} = -0.17 * TIME + 1.28 * REL + 0.08$$

$$\sigma^2 = 0.17$$

$U_{NOSWITCH}$ ：駕駛者選擇維持原使用路徑方案之效用

U_{SWITCH} ：駕駛者選擇移轉至建議路徑方案之效用

TIME：總旅行時間

REL：交通資訊可靠度

行前路徑選擇模式

- 沒有裝設車輛導引系統
 - 總旅行時間愈長帶給受訪者的負效用愈大，受訪者傾向選擇**總旅行時間**較短的路徑
- 有裝設車輛導引系統
 - 分為原使用路徑**有或沒有**壅塞兩種情況構建模式，兩模式的顯著變數均為**總旅行時間**與**交通資訊可靠度**
 - 受訪者對於旅行時間愈短的路徑有較高的偏好
 - 增加路徑交通資訊的可靠度，會增加路徑方案被選擇的機率

4.3 旅運者途中決策行為模式之建立

■ 模式選定

- 採滿意規則構建模式
- 將動態行為模式簡化為準動態行為模式
- 模式型態簡化為一般Logit模式
- 基本變換模式：

$$P(\text{switch}) = P(|TTS_{ij}| > |IBR_{ij}|)$$

途中決策行為模式調查計畫

- 駕駛人在資訊提供下的路線變換行為
 - 車內導引資訊系統與資訊可變標誌對汽車駕駛人之影響
 - 資訊可變標誌對機車駕駛人之影響
- 調查地點：台北都會區、台中市
- 調查日期：八月
- 調查內容
 - 基本資料調查
 - 導引資訊需求調查
 - 駕駛人路線轉移行為
- 調查分析
 - 敘述、推論統計分析與Logit模式校估與分析

途中行為調查資料整理與分析

--問卷回收狀況

地區 問卷數 系統		台北			台中		
		發出	回收	有效	發出	回收	有效
汽 車	車內	82	82	72	82	82	81
	車外	83	83	83	83	83	83
	機車	55	55	54	55	55	55
	小計	220	220	209	220	200	219

- 發出問卷數：共計440份
- 有效問卷數：共計428份

調查資料整理與分析--樣本特性

敘述性統計分析

- 社經特性
- 以汽車樣本為例
- 結果顯示：
 - 性別：以男性較多
 - 年齡：多分布在21-60歲之間
 - 教育程度：以大專以上較多
 - 職業：幾乎各種樣本皆包含，僅農林漁牧與軍警之比例相對較低
 - 實際開車經驗：以5年以上居多

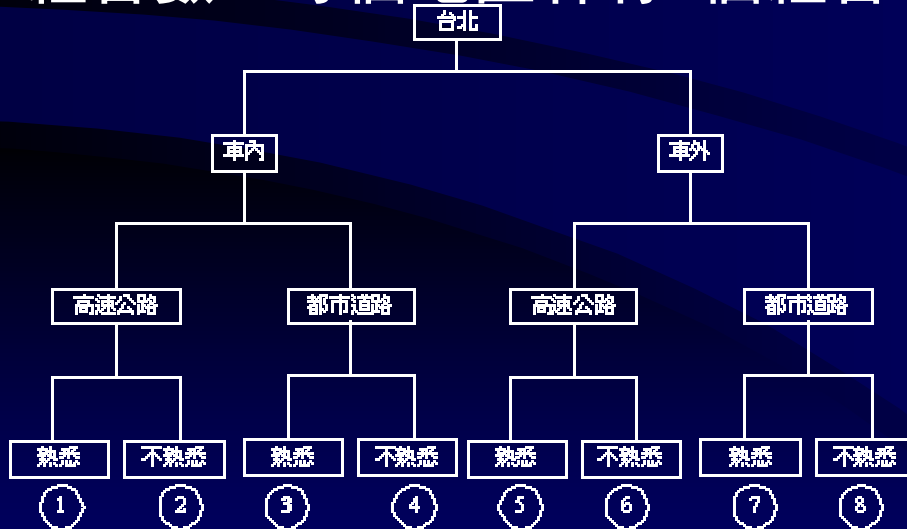
地區		台北		台中	
項目\系統		車內	車外	車內	車外
性別	男	72.2	73.5	59.3	77.1
	女	27.8	26.5	40.7	22.9
年齡	20 歲以下	1.4	2.4	0	3.6
	21-30 歲	56.9	62.7	49.4	44.6
	31-40 歲	15.3	14.5	23.5	32.5
	41-50 歲	12.5	15.7	19.8	9.6
	51-60 歲	11.1	4.8	6.2	8.4
	60 歲以上	2.8	0	1.2	1.2
教育程度	小學(含)以上	0	0	2.5	1.2
	國中	2.8	1.2	1.2	2.4
	高中(職)	22.2	13.3	19.8	13.3
	大專	48.6	51.8	60.5	67.5
	研究所(含)以上	26.4	33.7	16.0	15.7
職業	農林漁牧	2.8	0	1.2	0
	工	15.3	4.8	6.2	15.7
	商	12.5	19.3	4.9	13.3
	服務業	13.9	13.3	13.6	15.7
	自由業	5.6	1.2	6.2	3.6
	家管	1.4	2.4	3.7	2.4
	軍警	0	2.4	0	4.8
	公教	12.5	13.3	22.2	13.3
	學生	27.8	39.8	37.0	30.1
	其他	8.3	3.6	4.9	1.2
實際開車經驗	1 年以上	15.3	18.1	18.5	15.7
	1-3 年	20.8	22.9	24.7	18.1
	3-5 年	15.3	16.9	13.6	9.6
	5 年以上	48.6	42.2	43.2	56.6

情境組合

■ 汽車樣本：

- 因子1：地區(台北、台中)
- 因子2：系統(車內、車外)
- 因子3：道路層級(高速公路、都市道路)
- 因子4：熟悉度(熟悉地區、不熟悉地區)

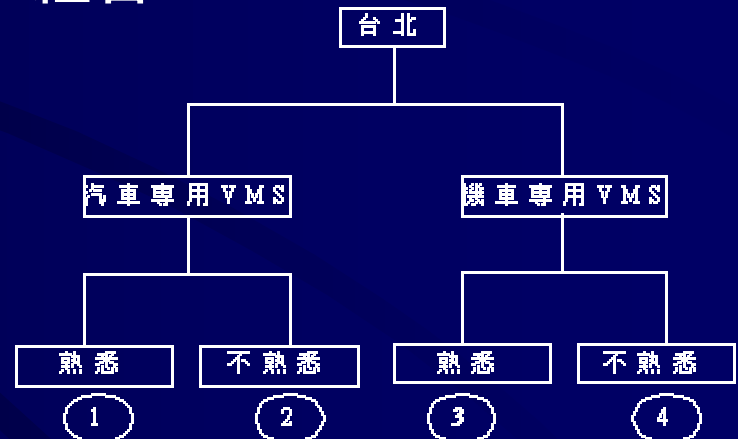
■ 組合數：每個地區各有8個組合



■ 機車樣本：

- 因子1：地區(台北、台中)
- 因子2：系統(汽車專用VMS、機車專用VMS)
- 因子3：熟悉度(熟悉地區、不熟悉地區)

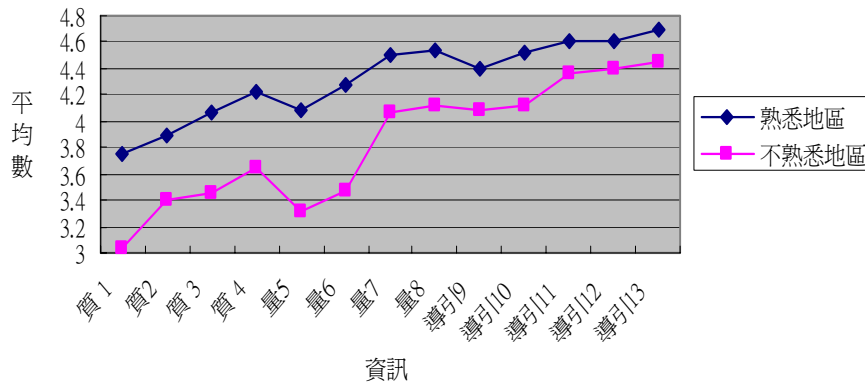
■ 組合數：每個地區各有4個組合



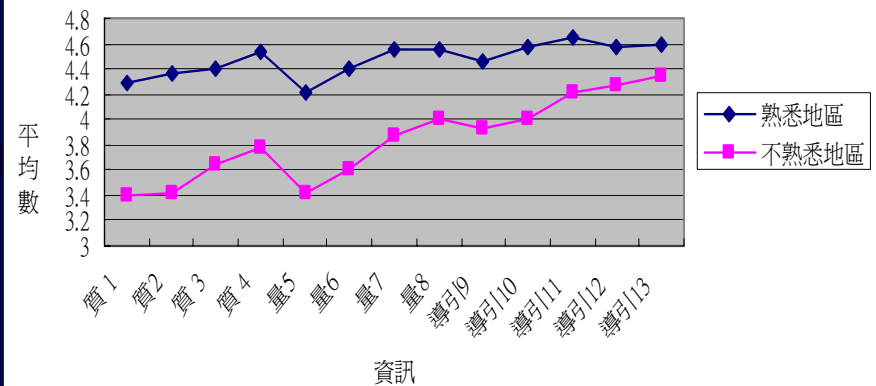
不同情境下樣本對各種資訊之反應

- 以台中地區-車外系統為例
- 針對每種道路層級下之熟悉度作交叉比較
 - 熟悉v.s不熟悉

台中-車外-高速公路



台中-車外-都市道路



結果：兩種道路層級皆顯示熟悉地區>不熟悉地區

模式定義

基本模式：

假設提供樣本13種不同資訊作決策。

$$U_i = \beta_1 d_1 + \beta_2 d_2 + \dots + \beta_{12} d_{12} + \beta_{13} d_{13}$$

$$U_i^* = \begin{cases} 1, & \text{if } U_i \geq 0 \\ 2, & \text{其他} \end{cases}$$

其中， U_i ：駕駛者路線變換效用；
 U_i^* ：觀測選擇，1表示變換到替代路線；2表示留在原路線

d ：表示對各種假設情境所設置之虛擬變數；

β ：表示各種假設情境所設置之虛擬變數的估計參數。

進階模式：

假設在3個不同決策點，提供樣本前方路段資訊之相對優勢(包括塞車時間及走替代路線可節省之時間)。

$$U_i = \beta_1 x_1 + \beta_2 d_2 + \beta_3 d_3 + \beta_4 d_4$$

$$U_i^* = \begin{cases} 1, & \text{if } U_i \geq 0 \\ 2, & \text{其他} \end{cases}$$

其中， U_i ：駕駛者路線變換效用；
 U_i^* ：觀測選擇，1表示變換到替代路線；2表示留在原路線；

x ：代表替代路徑相對優勢之變數；

d ：表示對3個決策點所設置之虛擬變數；

β ：表示各變數之估計參數。

分群模式：

依樣本使用資訊傾向針對基本模式進一步作市場區隔。

模式校估結果

◎範例

【1】模式類型：進階模式

【2】情境組合：

- 調查地區：台中地區
- 資訊系統：車外系統
- 道路層級：高速公路
- 熟悉度：熟悉地區

變數	估計參數	t 值
百分比	2.7892	7.3504
剛出發不久	0.6092	5.0687
路線中段	0.1468	1.2500
接近目的地	-0.6471	-5.5024
ρ^2	0.14	

結果顯示：

- 剛出發不久與接近目的地皆為顯著
- 但接近目的地之參數符號為負，即表示樣本越接近目的地越不變換路徑。

機率計算範例說明

◎ 假設情境：

假設台中地區的駕駛者行駛於高速公路的熟悉地區時，鄰近的資訊可變標誌顯示前方路段有交通壅塞與其預期的塞車時間，同時也強烈建議您應走最佳的替代路線並且告訴您其所需的旅行時間。又若塞車時間會比原來的旅行時間多50%，而走替代路線則可替您節省25%的時間，則駕駛者分別在不同決策點接收到此種資訊時，變換至替代路線的機率會是多少？

	變數欄位	輸入變數	參數設定	備註
模擬情境	地區	台中	--	
	系統	車外資訊可變標誌	--	
	道路層級	城際高速公路	--	
	熟悉度	熟悉地區	用路人分佈百分比	須由系統使用者假設
	第一個決策點位置	剛出發不久	11-20%	請參附錄表 4.3.3-9
	第二個決策點位置	路線中段	41-50%	
	第三個決策點位置	快到目的地	81-90%	
行為模式	替代路線的相對優勢比例	0.17	2.7892	
	資訊提供所對應之決策點位置(一)	剛出發不久	0.6092	請參附錄表 4.3.4-18
	資訊提供所對應之決策點位置(二)	路線中段	--	
	資訊提供所對應之決策點位置(三)	快到目的地	-0.6471	

將求得之效用函數帶入機率計算公式：

1

$$P(1) = \frac{e^{U_1}}{e^{U_1} + e^{U_2}}$$

2

剛出發不久： $P(1) = \frac{e^{1.0834}}{e^{1.0834} + e^0} = \frac{2.9547}{2.9547 + 1} = 0.75$ ；

路線中段： $P(1) = \frac{e^{0.4741}}{e^{0.4741} + e^0} = \frac{1.6066}{1.6066 + 1} = 0.62$ ；

快到目的地： $P(1) = \frac{e^{-0.173}}{e^{-0.173} + e^0} = \frac{0.8411}{0.8411 + 1} = 0.46$ 。

五、Dyna-TAIWAN模式之建立

- 理論基礎：中觀車流模式
- 路段移動
 - 捕捉車輛移動的情形，因此車輛速度的決定將是考慮的重點
- 路口轉向控制
 - 車輛進入路口行為，路口轉換須能精確的反應交通控制的限制與混合車流組成之特性。
- 機車車流模擬
- 交控措施
 - 交叉路口的控制策略
 - 匝道管制
- 延滯時間的估算

理論基礎：中觀車流模式

- 參考 DYNASmart 與 Dyna-MIT 。
- 以巨觀粒子 (macroparticle)、巨觀車流 (Macroscopic Traffic Flow) 的方式來模擬交通路網中混合車流的移動情形。
- 計算中，以每輛車為一粒子，追蹤該粒子的移動方向與所在位置
- 不以微觀車流的方式來移動車輛，也不考慮跟車 (Car-following) 或車道變換 (Lane Changing) 行為。

路段移動 (Link Movement)

- 路段上，車輛移動的位置將於每一個模擬時段來重新計算。街道路網中的較長路段可切割成較小的路段。
- 根據所計算的車流密度，以速度-密度方程式來求取該路段上，車輛之平均速度。

路段分類

1. 高速公路 (分為有無偵測器)
 - A. 高速公路路段 (具偵測器)
 - B. 高速公路路段 (無偵測器)
 - C. 上匝道
 - D. 下匝道
2. 快速道路 (如中彰快速道路)
3. 一般道路 (分為是否具左轉專用道)
 - A. 一般道路 (無分隔島，如河南路)
 - B. 一般道路 (中央分隔島，如文心路)
 - C. 一般道路 (中央與快慢車道分隔，如中港路)
4. 機車專用道

路口轉向控制 (Node Transfer)

- 為反應車輛通過路口的行為，路口轉向的控制係根據路口幾何佈設與所採用的交控策略，透過時間與容量限制的方式決定進入下游路段與進入上游路段的車輛數。
- 出口流量控制
- 入口流量限制

機車車流模擬

- a two-stage model:
 - 路段中如何行進
 - 路口停等紓解情況
- 機車流的模擬
 - 正常路段的移動:
 - 在路段移動中，機車將以小客車當量方式納入
 - 假設機車的速度與汽車速度 βV_0 ， β 數值約為0.8~0.9
 - 停車等候:
 - 假設汽車與機車具有不同的等候線
 - 機車的等候線將具較高的容量與紓解率
 - 建議值
 - 待轉區6輛/秒
 - 停等區5輛/秒
 - 車道上5輛/秒

交控措施

- 市區街道
 - 無控制
 - 讓、停交通標誌
 - 三色號誌控制
 - 閃光號誌控制
 - 連鎖號誌控制
 - 觸動感應號誌
- 公路系統
 - 入口匝道控制
 - 出口匝道號誌連鎖
 - 高乘載車輛管制

延滯時間的估算

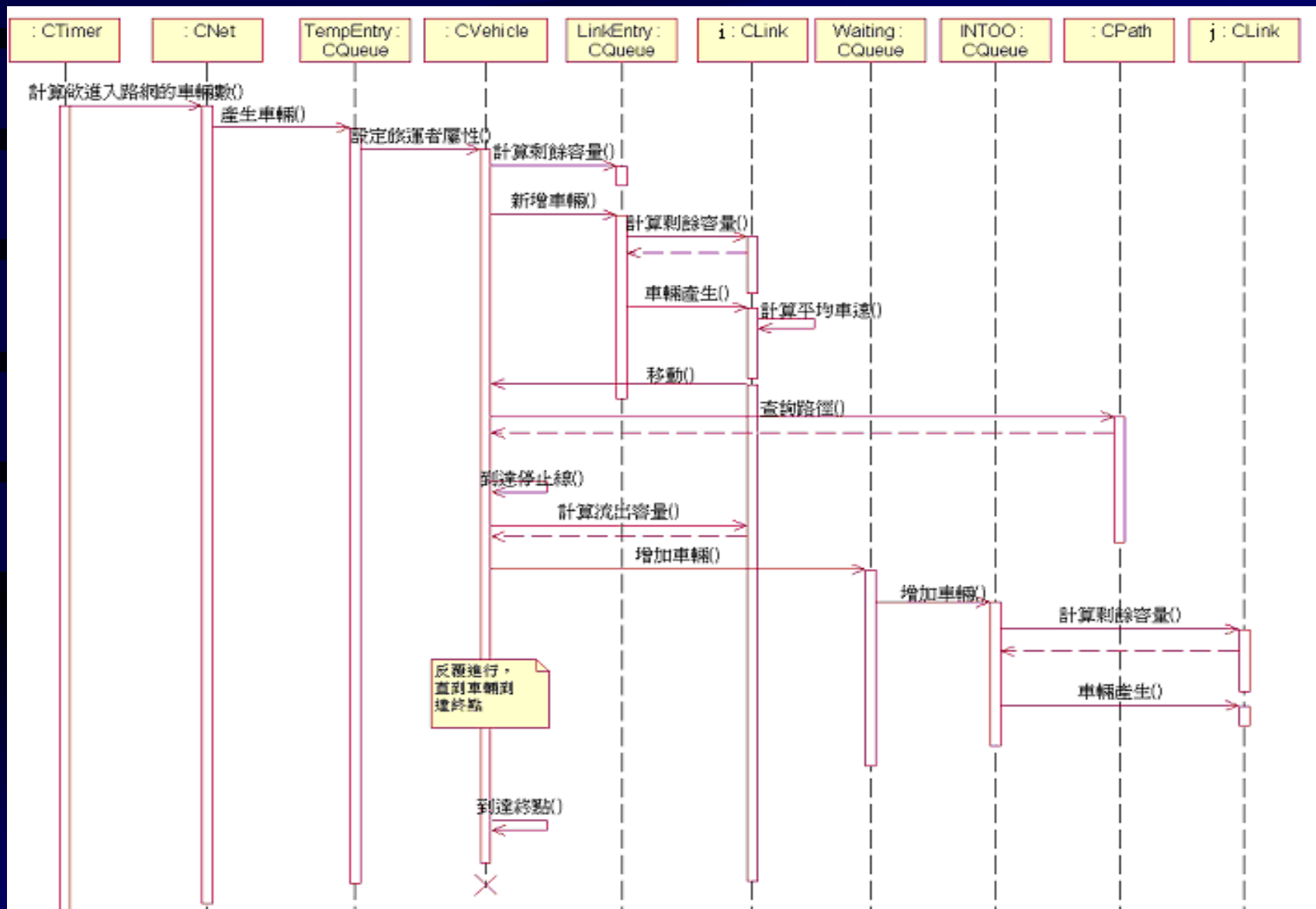
- 上游路段移動的車輛
- 此一旅行時間的計算以路徑上剩餘空間與平均速率來計算。
- 下游端延滯時間
- 為顧慮下游路段可能情形 以平均疏解率 (Average Discharge Rate) 作為延滯時間估算的主要變數。這個計算方式不但反應路口容量的限制，也考慮接受路段的可能情形。

DynaTAIWAN模式系統

UML分析圖

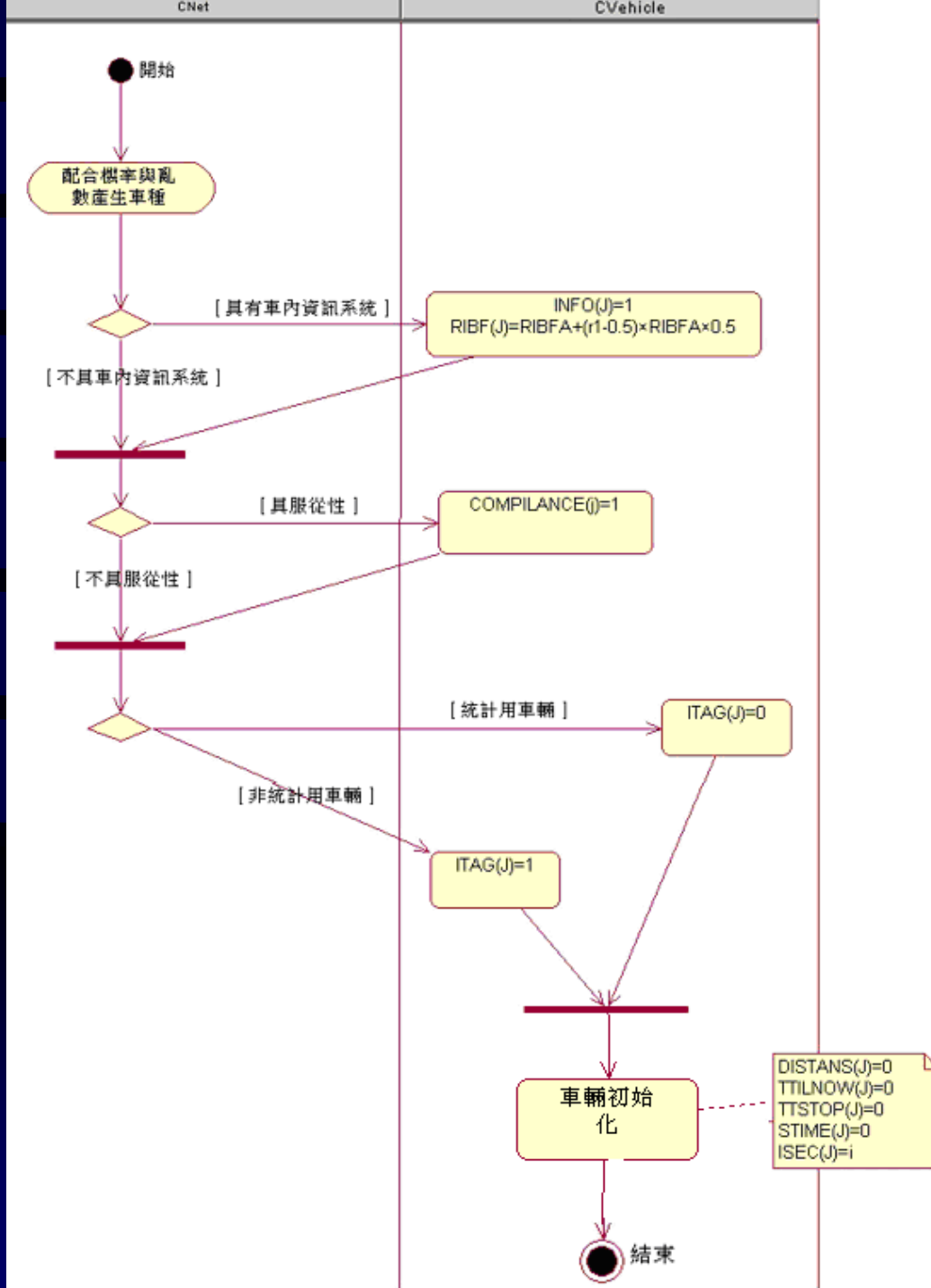
- 在使用UML技術分析系統時，可視其需要，選用適合之圖形技術。
- 依照本系統特性，以活動圖、循序圖與類別圖來說明本計畫之核心交通分析與預測系統。
 - 利用循序圖與活動圖描述類別之間的控制流程，並找出可能需定義之類別。
 - 定義類別圖，用以描述系統內類別的屬性、操作方法，及各類別間之關係。

進行模擬之循序圖

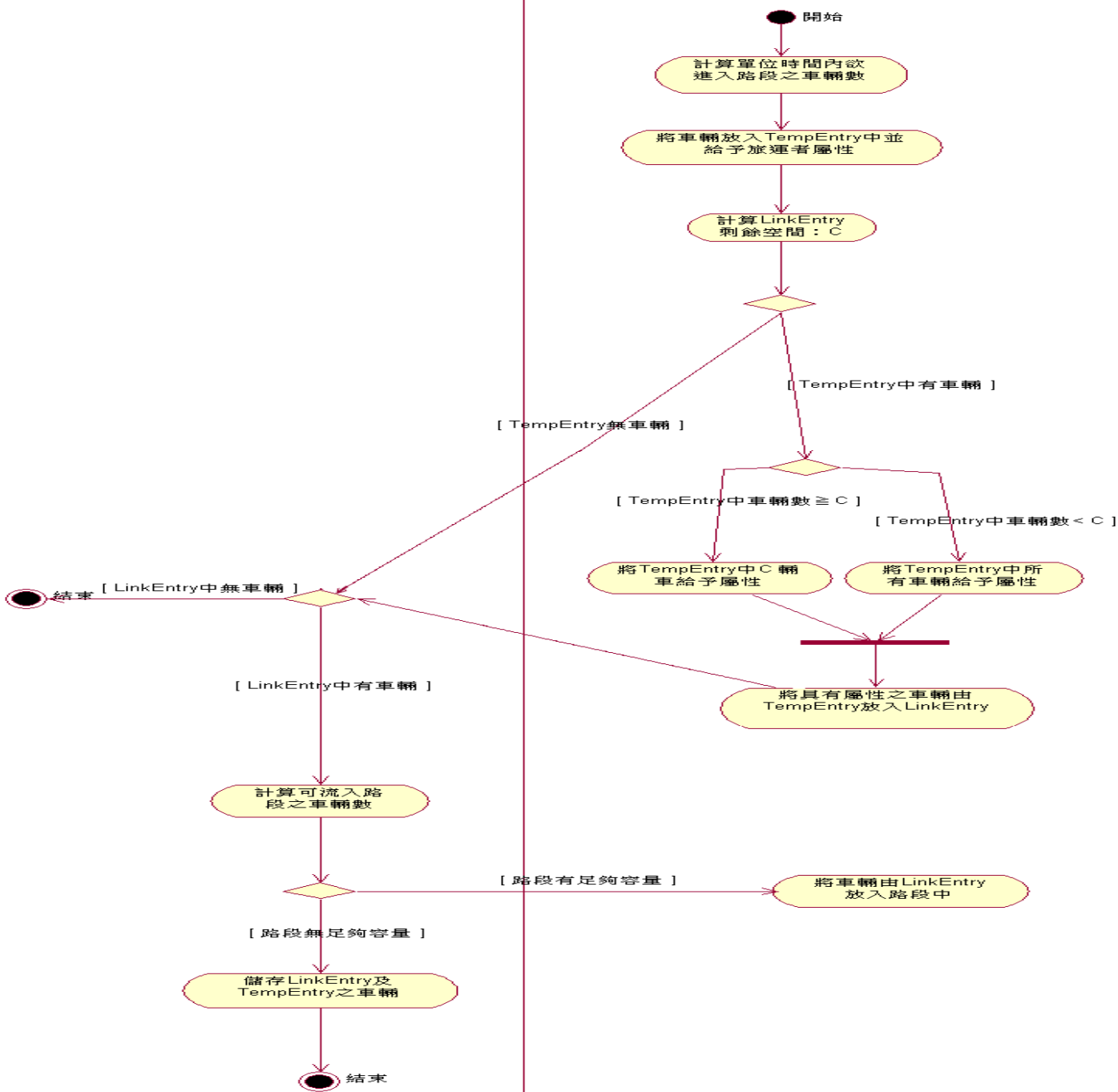


系統分析

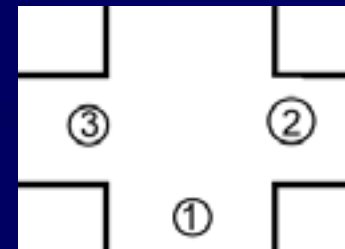
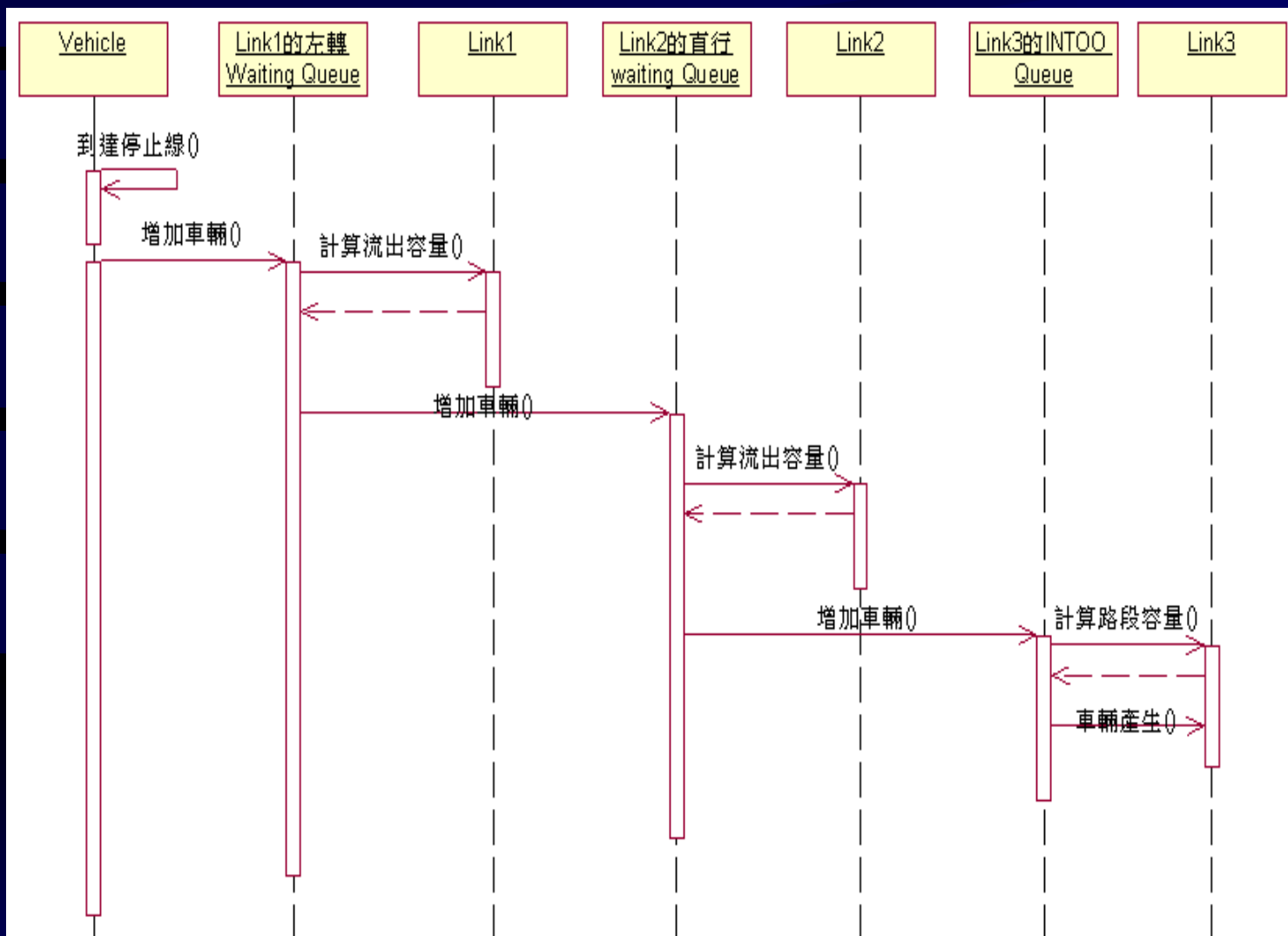
- 車輛屬性產生活動圖
- 路段車輛產生活動圖
- 車輛路徑初值設定活動圖
- 路徑選擇活動圖
- 路段移動活動圖
- 路口節點轉換活動圖
- 號誌控制活動圖
- 路口延滯活動圖
- 可變號誌控制活動圖
- 事件模擬活動圖
- 公車模擬活動圖
- 機車二段式左轉循序圖



車輛屬性產生活動圖



路段車輛產生
活動圖

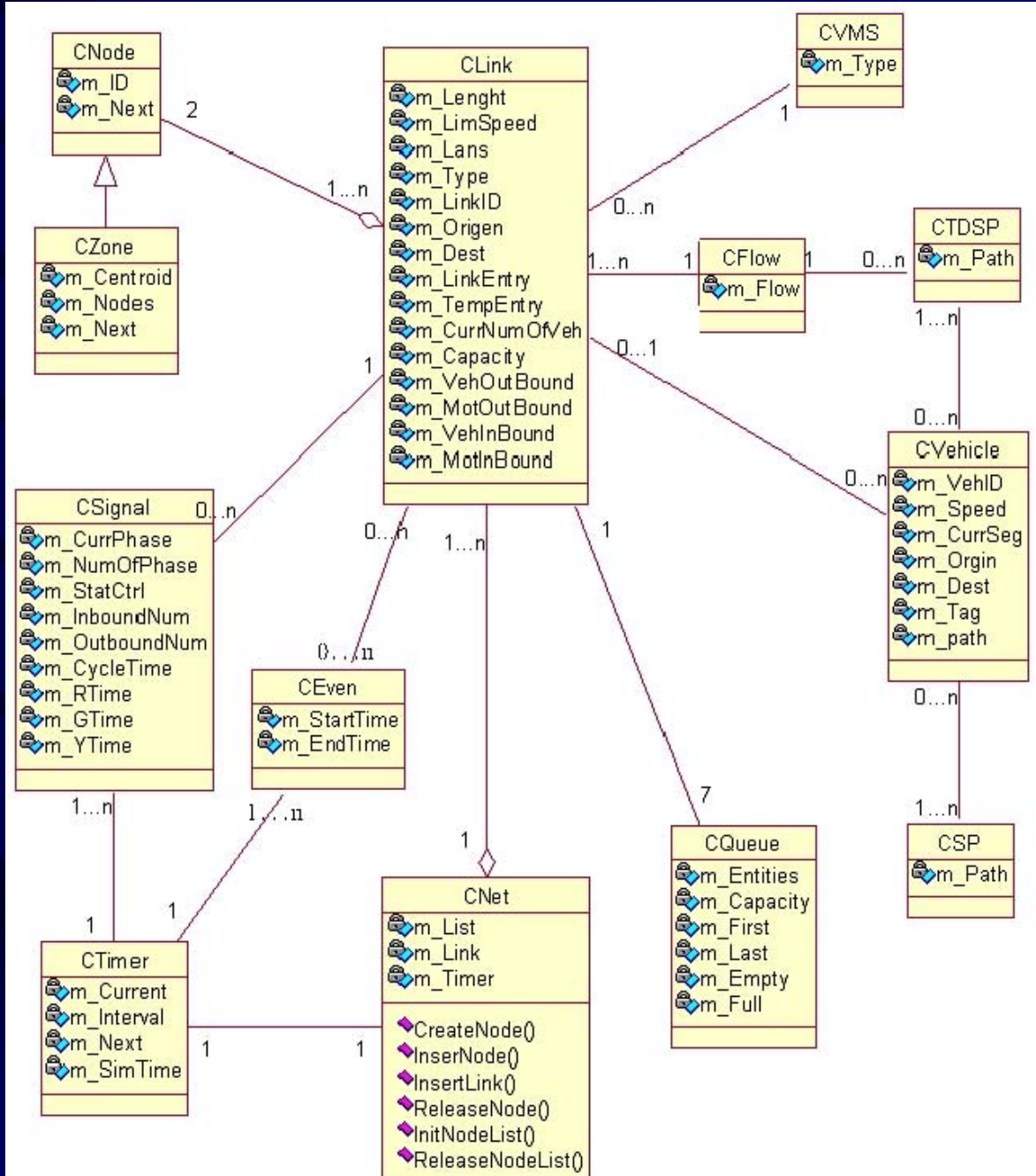


機車兩段式左轉之循序圖

類別圖

- 用以描述系統內類別的屬性、操作方法，及各類別間之靜態關係。
- 經由使用案例圖及互動圖（循序圖與活動圖）之描述後，可以初步定義出本系統之類別。
- 包括CNet、CLink、CZone、CNode、CSignal、CTimer、CEvent、CTDSP、CSP、CFlow、CVMS、CQueue及CVhicle。

本系統 類別圖



DynaTAIWAN 輸入/輸出資料

資料項目可分成六大類

- 路網資料
 - 基本資料、路段資料、轉向資料、左轉容量資料
- 交通需求資料
- 模擬控制參數
- 號誌控制之資料
- 其他相關資料
 - 如匝道儀控參數、路段轉向資料、事件或肇事資料與公車資料

■ 個體屬性資料

- 總體性統計資料
- 路段屬性資料
- 程式偵錯資料

系統開發程式語言分析

- C++與Java之比較－可攜性、安全性及效能比較
 - Java的可攜性較完整、安全性較高
 - C++ 執行效能高，適合大量運算
 - Java 的效能較差
- 本系統以C++開發核心程式，以Java開發圖形介面

六、路徑導引分析與即時層分析

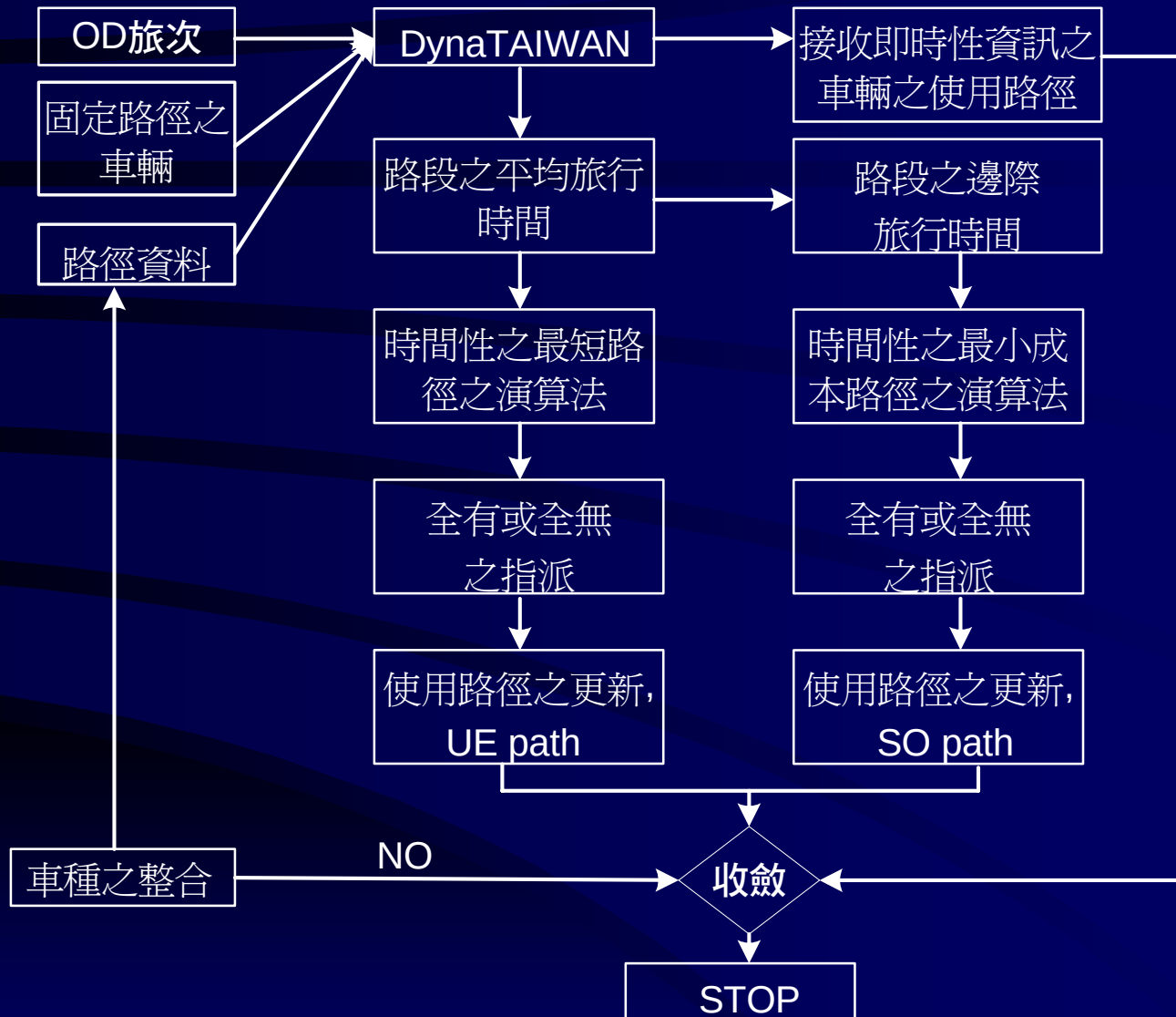
■ 路徑導引分析

- 模擬式系統最佳化指派方法
- 路徑導引包含系統最佳化 (System Optimization, SO)、使用者均衡 (User Equilibrium, UE)、可獲得即時資訊者與固定路徑使用者4種方法。

■ 即時控制層分析

- OD推估
- 滾動平面法

模擬式系統最佳化指派方法之流程圖



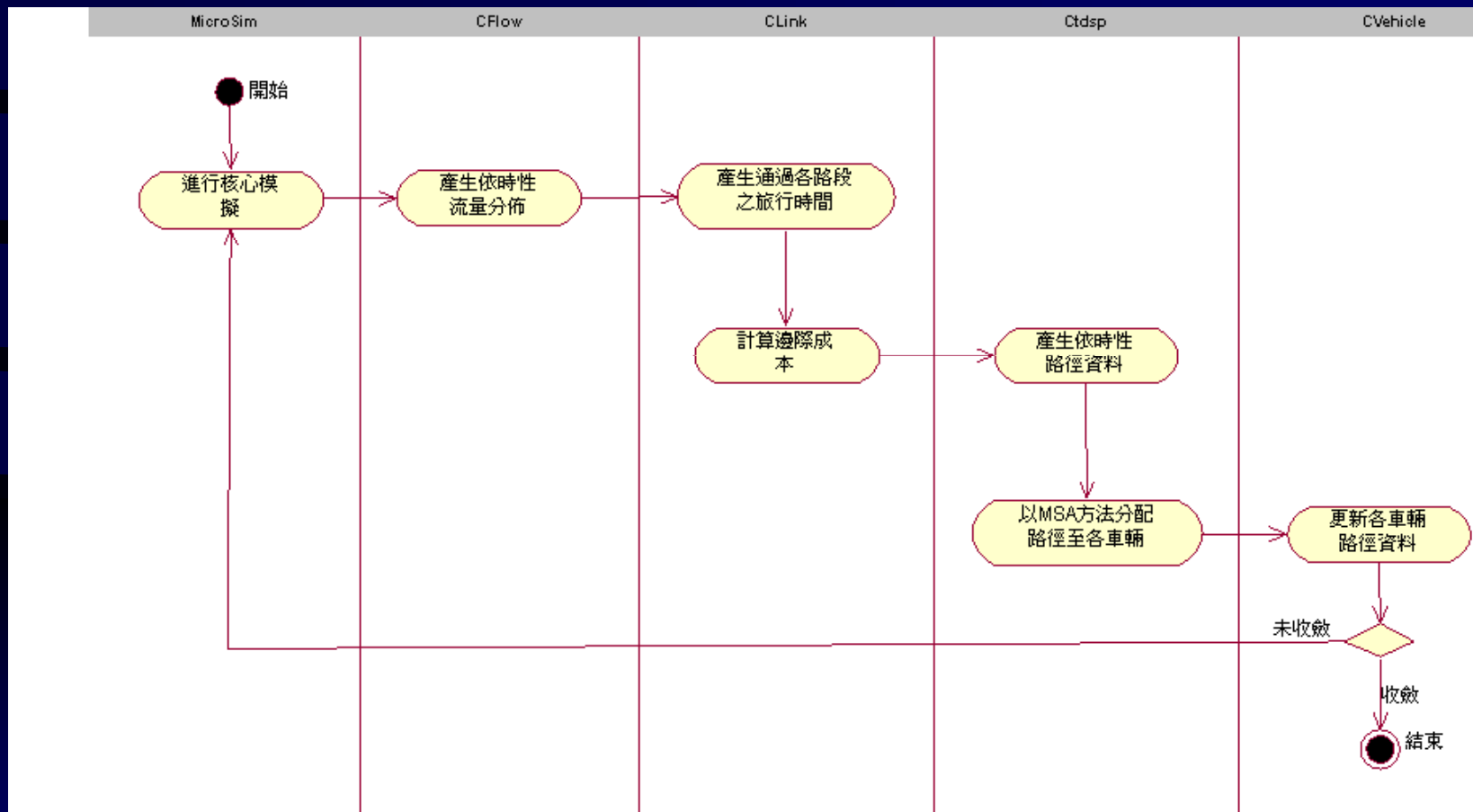
核心交通模擬之系統分析

- 主要目的是結合模擬式動態交通指派模式來提供路徑導引使用
- 進行核心模擬時，會考慮號誌變換時路段流出容量的改變，但不考慮事件的發生
- 車輛移動的路徑，會因有無車內資訊系統而有所不同
- 核心模擬終止條件為模擬時間或模擬條件的結束

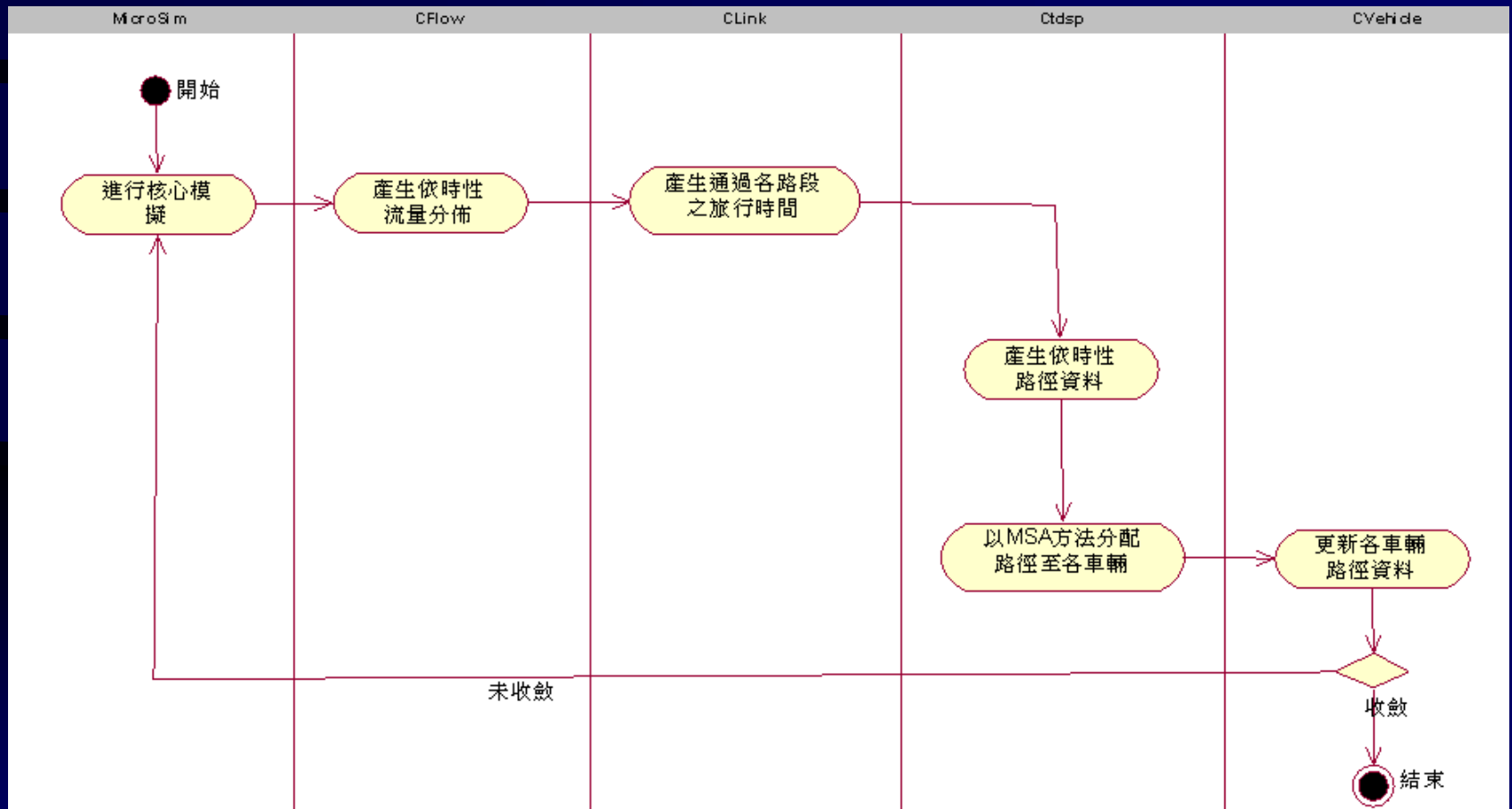
路徑導引之系統分析

- 路徑導引包含固定路徑使用者、系統最佳化 (System Optimization, SO)、使用者均衡 (User Equilibrium, UE) 與可獲得即時資訊者4種方法。
- SO是願意配合資訊中心管制，選擇資訊中心建議路徑的車種。UE是希望自己旅行時間最短的車種，其路徑皆以旅行時間最短為考量。
- SO及UE的路徑指派方法，主要是根據核心模擬所產生的依時性流量分佈，計算出比最短路徑更適合當時路況的路徑，使系統中路網的使用達到最佳化。

系統最佳化指派方法之活動圖



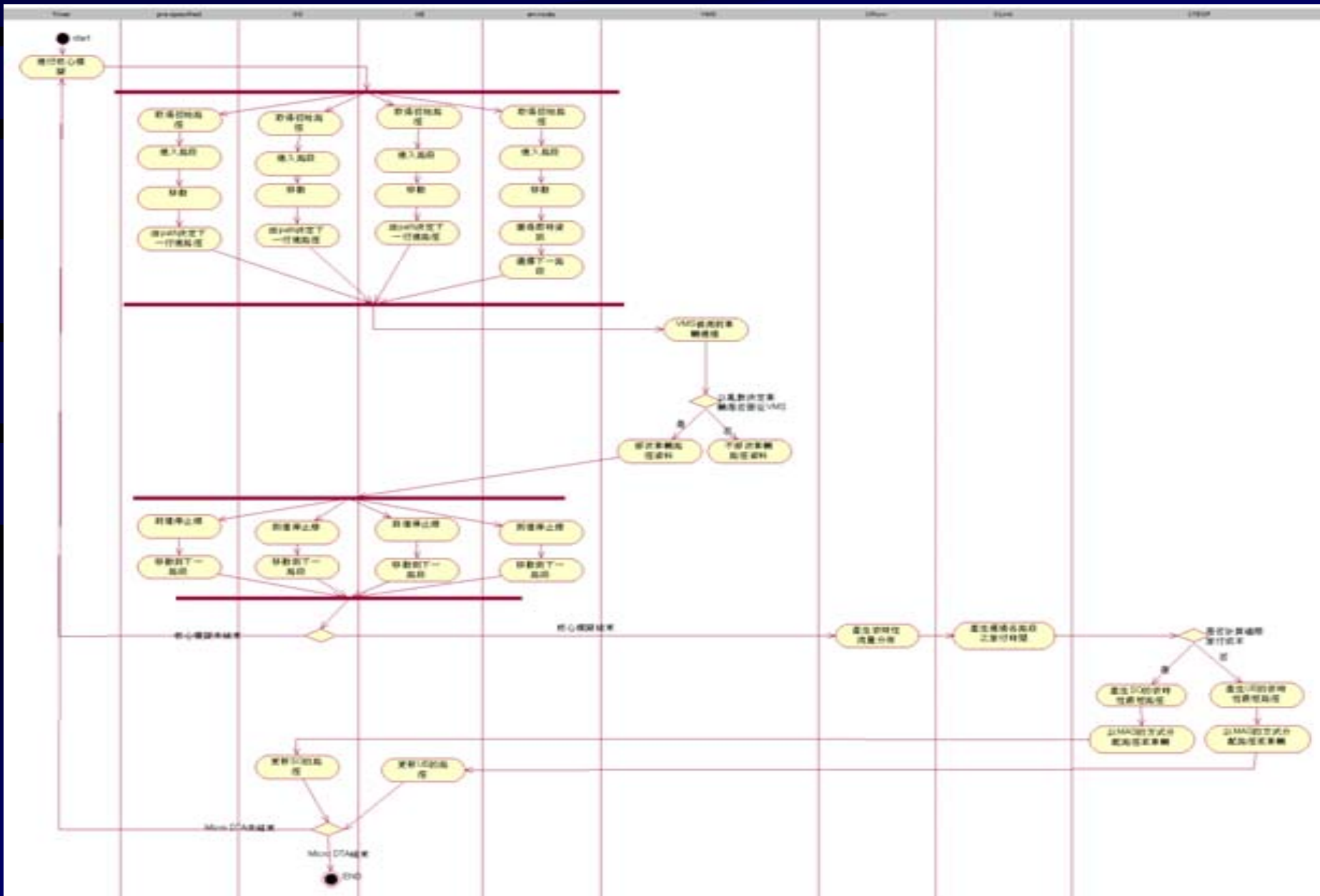
使用者均衡的指派方法之活動圖



模擬式動態交通指派

- 可結合固定路徑車種、SO車種、UE車種與能獲得即時資訊的車種一起在路網上移動，以產生路徑導引之資料。
- 可測試路網上各車種所佔不同比例對車流量的影響。
- 車輛如遇VMS，則根據其對VMS之服從度及VMS種類來決定VMS如何影響各車輛的路徑。

模擬式動態交通指派之活動圖



即時控制層之系統分析

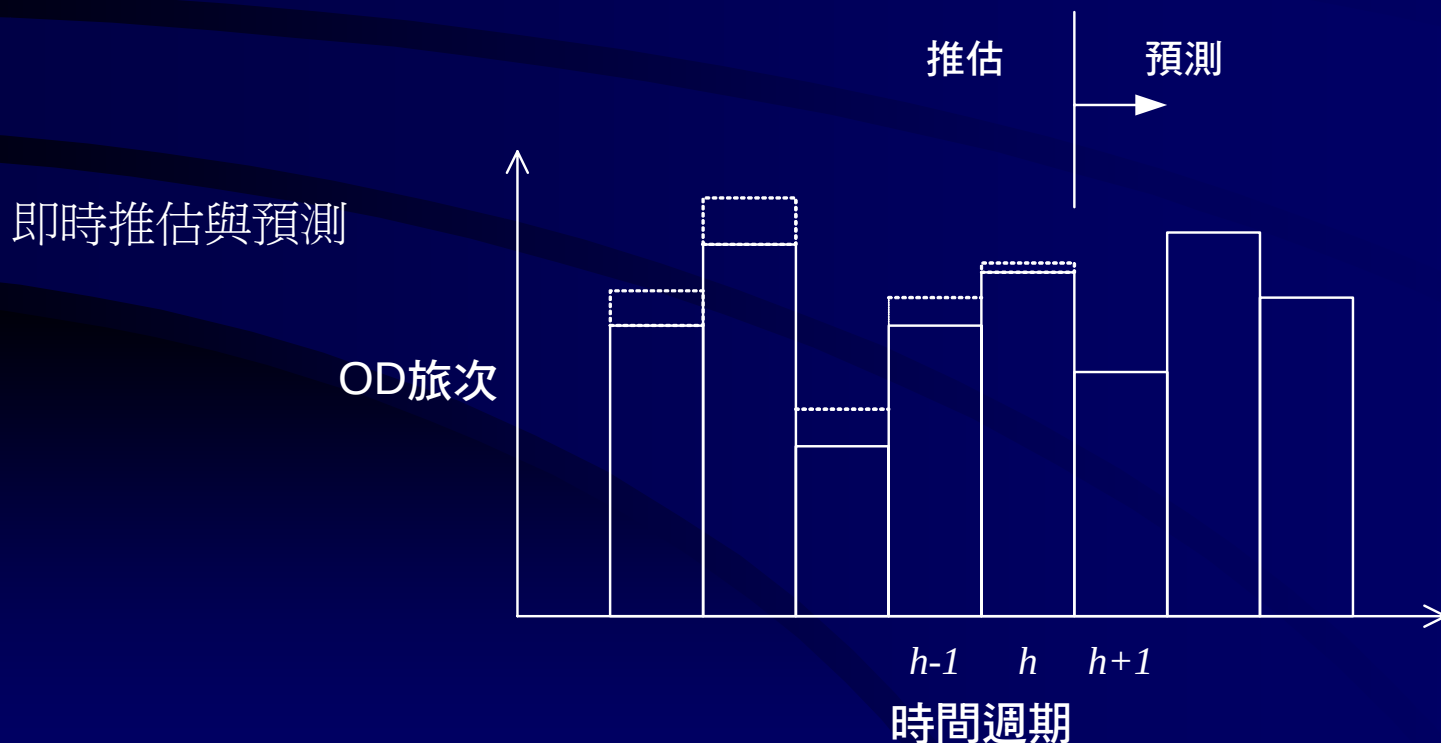
- 即時控制層主要目的是發展出一套適用於即時交通狀況下之分析方法。
- 主要為利用現有的模擬資料以及即時的路段流量資訊來預測未來的交通流量分佈。
- 即時控制層的資料來源包括歷史資料庫與模擬層所產生的資料，並根據即時性交通狀況重新計算、校正與推估，以產生更正確的交通流量分佈。

定義OD推估

- 推估OD旅次需求主要目的在於有效結合所有關於交通流量的相關資訊，而這些交通流量相關資訊來源主要分為以下幾種：
 1. OD調查(包含路段流量、各起點出發車輛數)
 2. 歷史性的OD旅次
 3. 藉由先前數個時段資訊所獲得的OD偏差估計值主要是利用誤差項區分各種資訊來源，以結合這些資訊來源。

動態OD推估預測

- 本研究主要是著重在動態OD推估與預測，動態OD推估是將推估時段延伸到各個時段上，在各個出發時段上結合各種資訊來源進行推估，其中OD旅次會在一天之中會隨時段變化。
- 預測方面則是在未來的各個出發時段上預測OD旅次。在即時推估與預測上，是將先前數個時段發生的OD旅次與歷史估計值比較所得的偏差值用來預測未來出發時段的OD旅次，概念如下圖所示：

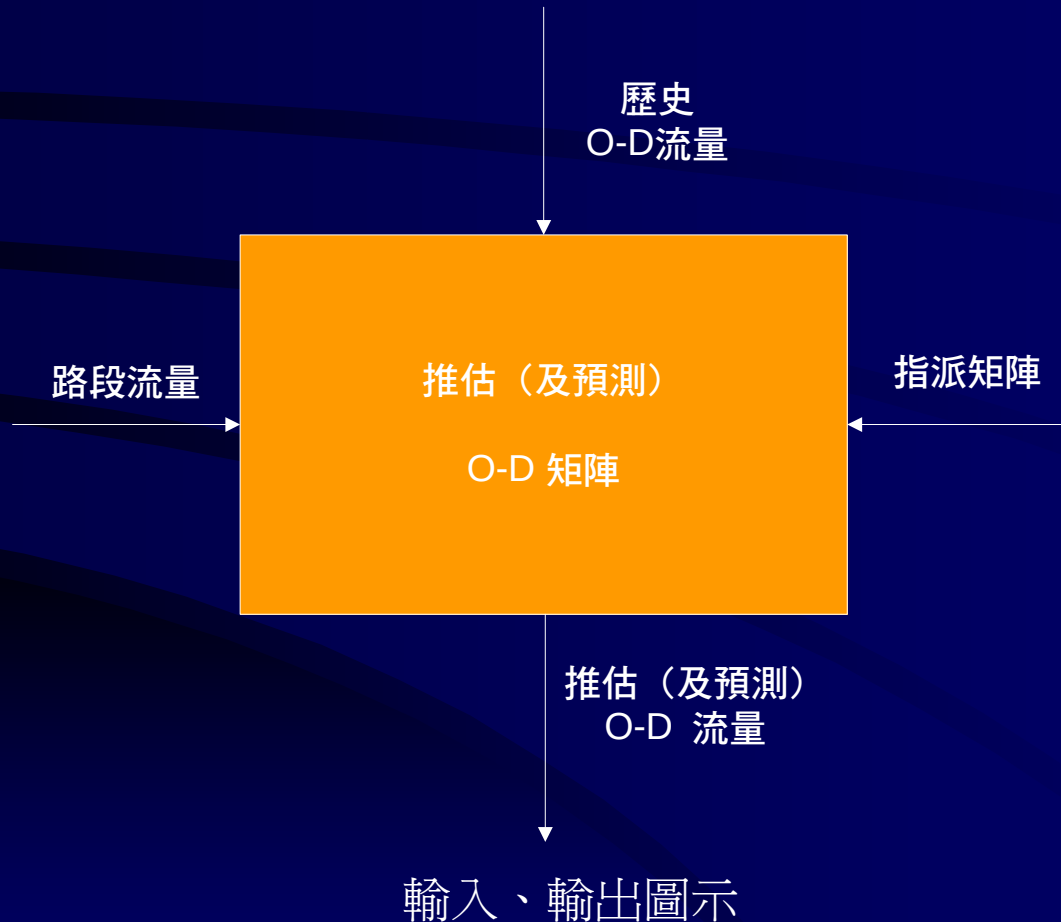


Cordonline 模式 Chang & Tao (1996 、1999)

- 模式使用Cordonline觀念，a cordonline定義為一個假定的封閉曲線與一組相交的路段，基本想法為利用既有的偵測器配合額外的量測方程式來描述cordonline的流量，量測方程式與Chang and Wu所提出的方程式一樣，除了指派參數設為已知，假設split function依循auto-regressive process，並利用Kalman Filter推估每時間下之狀態。
- 模式中存在數個問題：
 - 模式目的為應用於市區道路，主要關鍵為指派矩陣 (Assignment Matrix)，但如何產生指派矩陣的方式，並沒有完整的推導，造成應用上的困難。
 - 假設Cordonline類似於一封閉路網，可以掌握所有進入或離開的流量，如此一來簡化問題的真實性。
 - 因為假設進出流量已知的，造成模型無法應用於預測上。

DynaMIT: OD Estimation

Ashok(1996)



直接 / 間接量測

- 直接量測(Direct Measurment)

- 直接量測為利用調查所得各時段下各起點的出發車輛數，以推估得到一個初始的OD旅次估計。
$$X_h^a = X_h + u_h$$

- 間接量測(Indirect Measurment)

- 間接量測主要是利用偵測所得的路段流量進行推估。

$$y_{lh} = \sum_{p=h-p'}^h \sum_{r=1}^{n_{OD}} a_{lh}^{rp} x_{rp} + v_{lh}$$

求解動態OD模式

- 為求解前述OD推估的直接與間接量測，Ashok 利用卡爾曼濾波理論 (Kalman Filtering Theory) 方法進行求解，求解的關鍵在於利用系統狀態空間模型 (State-Space Model) 配合演進方程式 (Transition Equations) 及量測方程式 (Measurement Equations) 進行求解。

系統狀態空間模型 (State-Space Model)

- 系統狀態空間模型為求解動態系統的典型方法。
- 首先定義狀態 (state) 是與歷史資料相較下所獲得的OD旅次偏差值。
- 以Kalman Filtering理論應用在OD推估上，可將Kalman Filtering機制分為兩個部分：演進方程式 (Transition Equations) 及量測方程式 (Measurement Equations)。

演進方程式 (Transition Equations)

- 動態系統中，演進方程式是捕捉時間上狀態的發展，目的是描述系統狀態的演進過程，在這裡是指一OD旅次的變化，也就是目前時段的OD旅次與歷史OD旅次之間的關係。

$$\mathbf{x}_{h+1} - \mathbf{x}_{h+1}^H = \sum_{p=h+1-q'}^h \mathbf{f}_{h+1}^p (\mathbf{x}_p - \mathbf{x}_p^H) + \mathbf{w}_{h+1}$$

統計特性：

$$E[\mathbf{w}_h] = 0$$

$$E[\mathbf{w}_h \mathbf{w}_l'] = \mathbf{Q}_h \delta_{hl}, \text{ where } \delta_{hl} = \begin{cases} 1, & h = l \\ 0, & \text{otw} \end{cases}$$

量測方程式 (Measurement Equation)

- 動態系統中，量測方程式是描述OD旅次與路段交通流量之關係，其中包括路徑流量分配到路段流量的關係，以及時間上的時間落差 (time lagged)。

$$\mathbf{y}_h - \mathbf{y}_h^H = \sum_{p=h-p'}^h \mathbf{a}_h^p (\mathbf{x}_p - \mathbf{x}_p^H) + \mathbf{v}_h$$

統計特性：

$$E[\mathbf{v}_h] = 0$$

$$E[\mathbf{v}_h \mathbf{v}_m'] = \mathbf{R}_h \delta_{hm} \text{ where } \delta_{hm} = \begin{cases} 1, & h = m \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

OD推估預測

- 假設系統初始狀態為 x_0 ，有一已知平均數 $\bar{x}_0$ ，變異數為 P_0 ，以下列遞迴式為KF模式推估OD旅次的過程：

$$\Sigma_{0|0} = P_0$$

$$\Sigma_{h|h-1} = \Phi_{h-1} \Sigma_{h-1|h-1} \Phi'_{h-1} + Q_h$$

$$K_h = \Sigma_{h|h-1} A'_h (A_h \Sigma_{h|h-1} A'_h + R_h)^{-1}$$

$$\Sigma_{h|h} = \Sigma_{h|h-1} - K_h A_h \Sigma_{h|h-1}$$

$$\hat{x}_{0|0} = \bar{x}_0$$

$$\hat{x}_{h|h-1} = \Phi_{h-1} \hat{x}_{h-1|h-1}$$

$$\hat{x}_{h|h} = \hat{x}_{h|h-1} + K_h (Y_h - A_h \hat{x}_{h|h-1})$$

$$h = 1, 2, \dots, N$$

推估模式輸入參數：

a_{lh}^{rp} ：指派矩陣

f_h^p ：自動回歸矩陣

x_h^H ：歷史資料庫

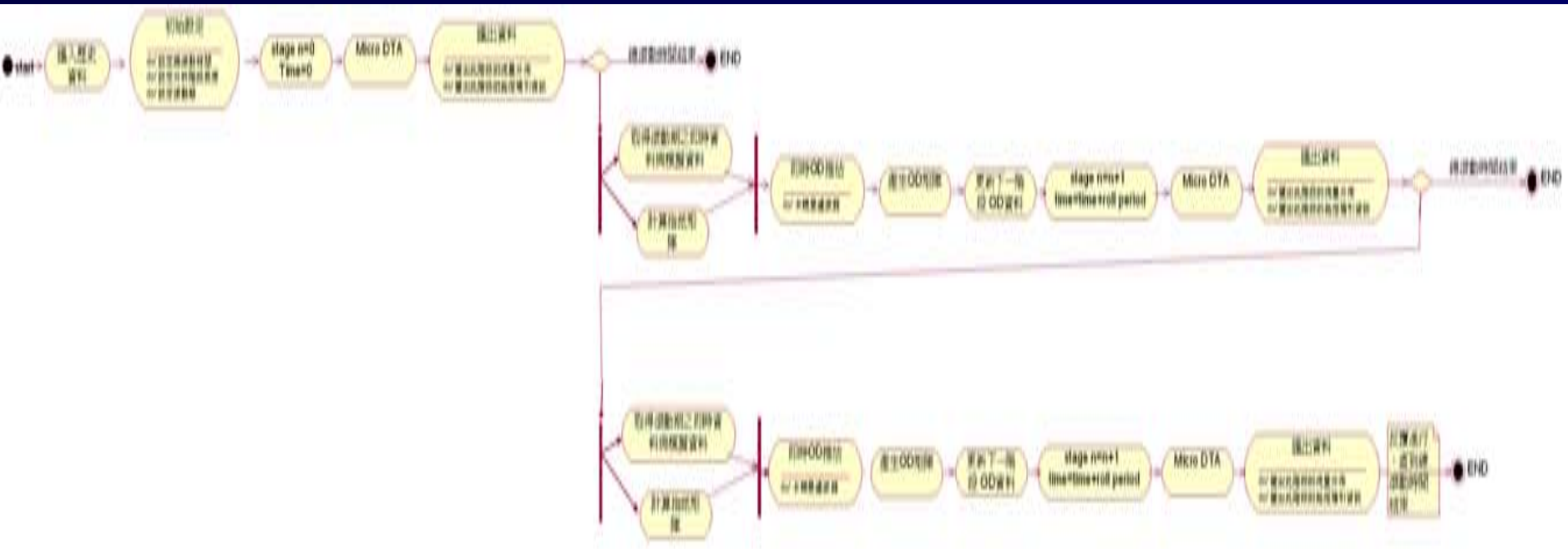
Q_h ：轉換誤差共變數

R_h ：觀測誤差共變數

滾動平面方法 (Rolling Horizon Approach)

- 主要功能在於利用即時性的資料來修正模擬資料，並向前預測來進行短期的即時OD推估，以提供較精確的預測
- 先利用精簡的模擬式動態交通指派於規劃平面下來產生路段的流量資料與路徑導引資訊。
- 再利用即時資料加以校正
- 產生的資料可以再回饋給系統使用，以產生較符合目前交通狀況下的交控資訊

滾動平面之活動圖



七、與ITS SA產品組合關聯性

- 先進交通管理系統之產品組合
 - 共有16項，有關者有8項

產品組合	關聯說明
ATMS1路網交通監視	可提供資料給 DynaTAIWAN 系統使用。包含歷史資料以及即時流量之資料。
ATMS2:探測車交通監視	可提供DynaTAIWAN系統不同來源之交通監測資料以使用。
ATMS3:平面道路控制	DynaTAIWAN可提供流量現況與預測資料，並可產生號誌時制計畫，或結合其他全動態號誌控制方法進行更精確的推估。
ATMS4:高速公路控制	提供旅行者行進間所需交通資訊的功能。DynaTAIWAN透過模擬可研議提供匝道儀控操作所需的參數。
ATMS6:交通資訊發佈	與DynaTAIWAN系統中之VMS與駕駛者之影響關係具有關聯性，藉由此項產品組合，可以確保VMS之運作，並作資訊發布管道之暢通。
ATMS7:區域性交通控制	提供交通控管中心之交通資訊及管理的共享，以支援區域性交控策略。
ATMS8:事件管理	經由DynaTAIWAN系統模擬，可提供該產品組合交控策略及相關預測資料作使用。
ATMS9:交通預測及需求管理	此項產品組合所指亦即DynaTAIWAN系統。

■ 先進交通資訊系統之產品組合

■ 共有9項，有關者有7項

產品組合	關聯說明
ATIS1: 廣播式旅行者 資訊	DynaTAIWAN提供應用此產品組合之系統透過廣播式所需之用路人交通資訊，因為並無特定的對象，在模擬中也很難呈現。
ATIS2: 互動式旅行者 資訊	DynaTAIWAN提供此產品組合者所需之即時交通資訊，並考慮在可接收即時資訊下之駕駛人個別交通資訊
ATIS3: 自主式路徑導 引	可視為DynaTAIWAN提供預測分析資訊之功能，惟依據用路人不同設備，其由資訊服務業者所獲得之資訊內容或取得方式有所不同，DynaTAIWAN系統可提供應用該產品組合者所需之交通資訊，以及路徑導引之資訊。
ATIS4: 動態式路徑導 引	DynaTAIWAN可提供應用此產品組合者所需之即時交通資訊，以及動態UE或SO路徑導引之資訊。
ATIS5: ISP 式路徑導 引	可視為DynaTAIWAN系統提供預測分析資訊之功能，可提供應用該產品組合者所需之即時交通資訊，以及動態路徑導引之資訊。
MPD_ATIS6: 整合式運輸管 理及路徑導引	DynaTAIWAN系統在即時層運作下，考量即時交控號誌與途中決策行為之影響，模擬產生交通資訊，可提供交控策略或號誌計畫作決策參考，其路徑資訊亦可透過資

八、結論與建議

結論

- DynaTAIWAN系統架構
 - 模擬層:藉由模擬方法建構動態交通指派模型，模擬資訊策略下路網車流之運作
 - 即時控制層: 考量即時資訊並推估OD，透過滾動平面方式處理，使系統能作即時上的應用
- 本土特性之考量
 - 旅運者決策行為、車流模式、混合車流
- 離線運輸規劃及其他外部應用
- UML物件導向分析設計方式
 - 使系統的製作週期更快、提高系統品質、系統更易維護

建議

- 為使ITS基礎建設能發揮應有之功效，應持續發展「核心交通分析與預測系統」核心軟體模擬指派模式原型，以期透過此一核心模擬軟體，開發「核心交通分析與預測系統」整體系統
 - 細部的「系統架構分析與設計」
 - 進階決策行為模式之建立
 - 開發軟體原型
 - 進行實驗室模擬測試，完成軟體測試報告
 - 進行軟體使用的教育訓練



簡報結束
敬請指教