

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

構建先進駕駛人行車資訊系統模擬環境探討駕駛者行駛路徑之動態行爲

計畫編號：NSC 86-2621-E-032-005

執行期限：85年8月1日至86年10月31日

計畫主持人：董啓崇

執行單位：私立淡江大學

一、中文摘要

本計畫目的為構建先進駕駛人行車資訊系統模擬環境，提供研究駕駛人配備車內導引資訊系統其動態決策行爲之相關工具。本計畫將動態之駕駛決策環境，透過適當簡化程序及符合實驗設計觀點之模擬器設計，用以調查駕駛人對於外在交通資訊變動與內在駕駛經驗所產生之動態決策結果，並試圖分析影響駕駛人動態決策之重要因素。並以淡江大學駕車通勤之師生為對象，收集駕駛人通勤之習慣路徑、設定實驗區域、選定實驗路網的構成、提供近似真實之通勤駕駛環境以進行行車模擬先期實驗。

關鍵詞：行車導引資訊系統、動態路徑決策行爲、控制實驗、模擬環境、行車模擬實驗

Abstract

This study presents a proposed Simulated Advanced Driver's Information System in prototype for the purpose of studying the drivers' dynamic en-route route choice/switch behavior under the provision of the in-vehicle Advanced Driver

Information System (ADIS) which mostly appears as Dynamic Route Guidance System (DRGS). The en-route route choice behavior has been defined under a "node-to-node" dynamic framework, which is an extension of the main author's researches in day-to-day dynamics. The simulation environment has been integrated with five modulus components: a display module, a record module, a data base module, a computation module and a user operation interface module. There leaves an optional room for communicating with selected traffic flow simulation programs.

Keywords: Advanced Driver Information System (ADIS), Dynamic Route Guidance System (DRGS), simulation environment

二、計畫緣由與目的

以往研究駕駛人使用車內資訊系統之路徑選擇行爲，多以問卷方式取得駕駛人對路徑選擇的偏好或影響其決策進行之相關因素，但是對於駕駛人實際動態路徑變換/選擇行爲的研究有其限制，尤其以駕駛人於路網中逐點動態決策的研究，最為缺乏適當的研究工具。

由於駕駛模擬系統可以提供完整且適合之調查功能，對逐點動態決策較為適合。本研究收集比較相關以模擬器進行研究之相關文獻，並以其研究目的、實驗環境構成、模擬系統的構成、實驗設計方式、實驗執行過程、模擬系統之構成模組及路徑選擇行為模型之構建等要件進行彙整分析研討，這些相關研究包括Iida【1】、Adler【2】、N.Koutsopoulos【3】【4】、Allen【5】、董啓崇、邱科融【6】【7】等人，其詳盡之分析彙整請見董啓崇【8】。此外，亦有較簡化形式之模擬實驗，如Vaughn【9】等；以及離線式操作之模擬器，如Jayakrishnan等人【10】；及Chen等【11】，Hu【12】則探討路網交通管理課題。此外、Ben-Akiva等【13】則提出大型模擬系統用以評估先進旅者資訊系統及先進交通管理系統之架構下之動態交通管理系統績效。

本計畫強調駕駛人於路網上通行之決策行為乃是一個“動態”過程，駕駛人的途中（en-route）決策行為與累積經驗，隨全程之通勤路徑決策點不斷地與交通條件、車內資訊系統所提供訊息產生互動效果。計畫進行研究將採用所謂的控制實驗方法，以構建使用者之決策（內在因素）與交通環境資訊（外在因素）互動之實驗模擬器（Laboratory Simulator）。經由個人電腦結合電子地圖與地理資訊系之設定規劃，配合模擬架構，以連續動態方式模擬常見之行車導引系統之行車模擬實驗構建，以觀察受測駕駛人樣本在模擬的行車資訊系統下之互動反應，以利統計分析及行為模式之構建。

根據上述，本計畫之主要目的有以下五點：

- 1.構建適當合理的行車實驗模擬器組成架構。
- 2.針對實驗區域的選定，電子地圖的修改，相關路網結構屬性的建立。
- 3.建構合理的駕駛情境。
- 4.設計分析所需之交通情境。
- 5.進行初步行車模擬實驗，調查記錄駕駛人對於動態路徑決策之結果，以期分析影響駕駛人者之動態決策因素。

三、結果與討論

本計畫所指之模擬環境，係指系統提供動態交通資訊，給予駕駛人以作為決策參考使用，如此環境構建即可滿足研究動態路徑決策行為之最低需求，所以構成駕駛模擬器之其他實驗元件，如窗外景物、駕駛儀表板、駕駛操控系統等實際駕駛動作部分暫未考慮。而主要由PC及顯示幕針對模擬先進駕駛人資訊系統提供即時交通資訊供駕駛人使用，其資訊內容包含了建議路徑（即最短旅行時間路徑）、習慣路徑（即駕駛人最常使用之路徑）、路網上的事故發生狀況，與路段壅塞狀況等相關資訊。

本研究所構建之先進駕駛人行車資訊系統具有的功能為提供定位資訊、導航資訊及提供交通條件資訊；根據本研究之目的，可將模擬系統依其功能性規劃化為五大模組，其相關的運作關係如圖1。

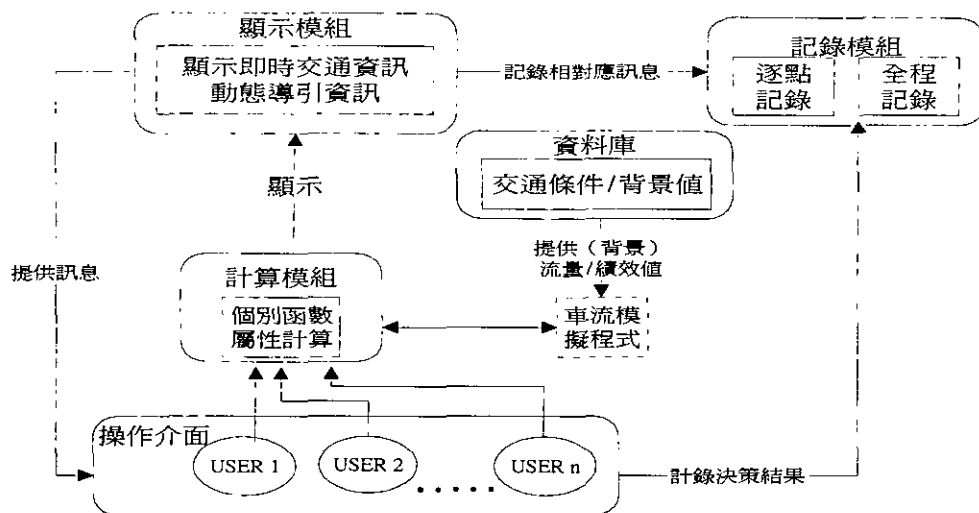


圖 1 模擬環境示意圖

(一) 系統環境各模組的構建：本研究構建模擬環境，依研究目的所需，將其區分為五大功能模組，以下就各模組功能說明

1. 資料庫

資料庫模組的功能為存放構成路段及路口的相關屬性，其屬性又分為兩類，一類為固定屬性，另一類為依時性的屬性，此兩類屬性構成路網結構與基本交通條件。由於資料庫中依時性的屬性，經由適當的計算程序，透過顯示功能作為系統模擬即時交通資訊與動態環境的展示，所以在考慮適當的顯示內容與分析所需，進而決定資料庫所存放之屬性內容，其中依據資料設定格式所需分別為有關路口屬性內容，路段相關屬性及表與路況資訊屬性有關之屬性。

2. 顯示功能

本計畫構建之模擬環境之視覺介面，模擬先進駕駛人行車資訊系統，顯示建議路徑與習慣路徑等相關的交通資訊；駕駛人透過顯示功能模組，經由顯示螢幕得知

目前所在位置、路網交通條件及導引資訊等相關訊息。

(1).基本的顯示格式：為電子地圖式；為經過適當簡化後的真實路網，由路段、路口及地標以具體呈現路網構造，提供駕駛人在路網上前進時的經驗參考方位座標，採取地圖上方永遠朝向北方(north-up)或行進方向永遠朝向地圖上方(head-up)的顯示方式，車輛游標則保持位於顯示幕中央。

(2).基本的顯示內容：先進駕駛人行車資訊系統提供定位資訊（游標現在位置、行進方向、目的地方向、距目的地的最短距離）；即時路徑導引資訊（於系統每次更新訊息時，系統自動以現在位置為起點提供抵達目的地的最短旅行時間路徑，並提供由現在位置連接駕駛人習慣路徑的連接路徑；並提供建議路徑與習慣路徑的相關訊息，如旅行時間、旅行距離、通過之號誌路口數等相關路徑屬性）；即時交通條件資訊（在每一路段上以特定的顏色表示該路段壅塞程度，顯示路網中事故與施工事件發生的地點，若事故發生於駕駛人欲行經之路徑則系統另行提供事故之詳細資

料；下一路口之號誌狀況，其他資訊包括行駛速率，現在時間等）。

(3).顯示方式依出現型態方式可區分為圖示及文字兩大類型，並可區分為靜態資訊與動態資訊。

根據顯示訊息其出現形態，依顯示內容區分，分別為以圖形化方式顯示於電子地圖之資訊內容，減輕駕駛人對判斷訊息內容的負荷；以文字方式顯示的各類資訊，主要為輔助駕駛交通資訊，顯示於電子地圖之外區域，提供駕駛人相關詳細內容，作為駕駛人決策參考。

模擬行車資訊系統所提供的動態導引資訊，除了以圖形化資訊表現外，尚有關於導引路徑的相關文字訊息，內容為以文字形態顯示的導引路徑的數量化資訊項目及輔助駕駛交通資訊中以動態顯示的數量化資訊內容；而為輔助駕駛交通資訊中，則以圖形化訊息表現的動態資訊，其目的為提供駕駛人決策環境的變化狀況，並提供駕駛人較為類似行駛環境的因素表現。

3.操作功能

本模組主要部分為進行實驗時駕駛人模擬駕駛決策行為中之控制車輛游標行進、進行駕駛決策輸入、調整個人所需之顯示介面功能，如視窗捲動(Scrolling)的暫停功能、按鍵設定與決定視窗大小等功能。依操作目的區分，其中分別為駕駛人操作環境的設定功能，就駕駛人於實驗進行之中對於顯示介面的調整與決策行為的操作項目，進行整理；及駕駛人決策結果的輸入操作；最後為輔助駕駛操作功能，為提供駕駛人的指示操作說明。

4.計算功能

計算模組的功能為將資料庫內建之基本屬性，經由適當的計算程序並將計算結果輸出；目的為模擬即時動態交通資訊的提供（動態的交通環境，意即隨著游標移動隨之變化的交通狀態），產生合理的導引路徑。計算項目分為下列各項，整體路網交通條件變化如路段壅塞程度、行駛速率；產生路徑導引、習慣路徑、連接路徑、交通狀況資訊、數量化訊息：建議路徑旅行時間、建議路徑旅行距離、建議路徑號誌路口數、習慣路徑旅行時間、習慣路徑旅行距離、習慣路徑號誌路口數、距目的地最短旅行距離、現在行駛速度、比例尺刻度。本模組之內容可區分為三大類，分別為產生動態交通條件，用以模擬動態的交通環境；根據模擬所得的動態交通條件分別產生即時交通資訊，與導引資訊功能。

5.記錄功能

記錄部份牽涉到後續的分析需要，除了直接記錄決策結果外，並需要記錄相對應決策時點的交通條件及系統所提供的行車資訊。由於本研究為動態研究，所以必需追蹤駕駛人於每個決策點的決策結果，並記錄決策發生時其相關條件及記錄每次實驗之全程及循跡(trace)。由於記錄項目繁多，所以將記錄事項區分為單一決策點的記錄與實驗之全程記錄。

就駕駛人的單一決策點而言，其記錄仍可分為決策點的相關屬性，用以確認決策發生的時間與地點；另外記錄駕駛人的決策結果，其中分別為對決策條件資訊中的交通條件、導引路徑屬性與資訊條件進行記錄。

(二) 系統程式的構成

系統構建目前是以 Delphi 程式語言為基礎發展所需之系統程式，藉以達成研究所需之功能模組，實驗區域的顯示是搭配 1/25000 向量式電子地圖與地理資訊系統使用，而模擬系統的展示與操作是使用

大學至北市東區的真實路網。此一實驗路網可概分為兩大區域，其中由淡江大學到士林區石牌的路網，具有通勤走廊的特性；進入市區之後的路網結構，則具有多替代路徑存在及相當數量決策點之特性，便於進行動態路徑決策研究。

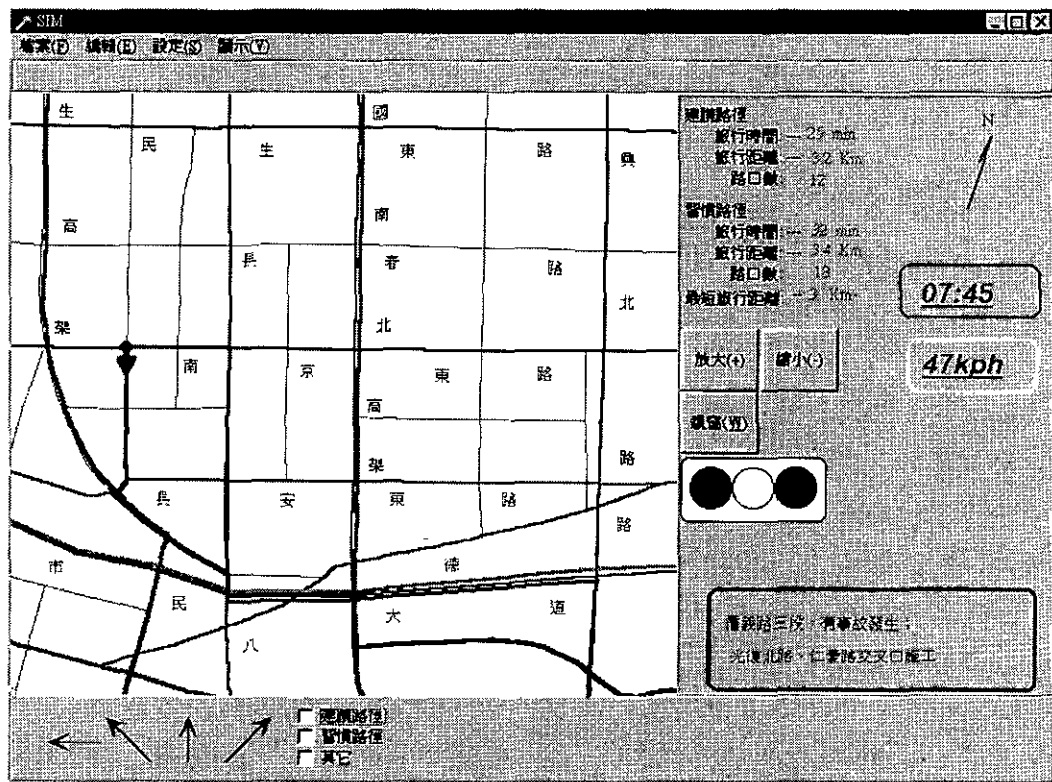


圖 2 行車導引資訊系統模擬顯示界面及部份操作界面

Pentium 級個人電腦加掛大容量硬碟 4.5GB 運作。根據功能模組及實驗目的所需所發展之系統界面，如圖 2。其中提供駕駛人如設定起迄點，建議路徑等相關訊息皆如前述原則顯示運作。

(三) 交通情境設計：

1. 實驗區域的選定

本模擬系統所採取的實驗路網為淡江

2. 實驗區域路網修訂與屬性建立

實驗區域選定之後，必需根據模擬系統所需之資料格式，以地理資訊系統建立基本的路網屬性資料及交通條件屬性資料資料庫，將相關之屬性資料與圖形資料進行合併。

完成基本路網結構後，以 MapStudio 對路段、節點進行編碼，並賦予其路口轉向限制之屬性及其他之特殊交通條件限制。其進行流程如圖 3 所示。

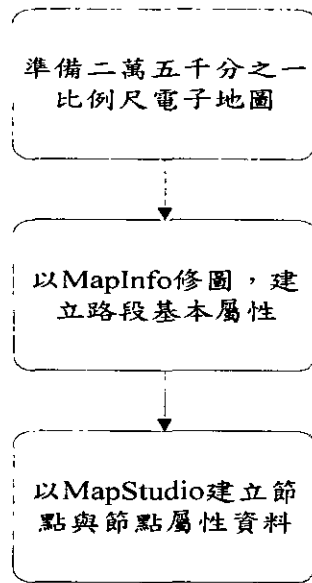


圖 3 電子地圖建立流程

為研究在配備先進行車資訊系統之狀況下，駕駛人的連續動態決策行為，除了模擬駕駛環境供駕駛人進行操作外，同時對決策環境的合理性亦須考慮，方能使得駕駛人能在實驗路網中之各決策點間順利地

流動，並進行決策。其中考慮路網大小與決策點數目的考量，對原始路網進行修改，根據實驗設計，使得路網結構單純。同時符合實驗所需之決策點數目；根據上述原則修改後之實驗區域電子地圖如圖 4 所示，圖中以根據不同之道路等級改以不同的顏色表示，其中構成路徑的路段也分別根據其起訖點，組成順序給與編號，並建立其他相關屬性檔。最後並考慮對特殊交通條件組合情況進行探討，所以在交通情境設計原則方面為反應路網之真實交通條件，背景交通屬性則以最近之交通調查資料建立。所以實驗路網之路段旅行時間屬性，擬採用台北市主次要幹道行駛時間及延滯調查結果為基本資料【14】及部份更新之版本。

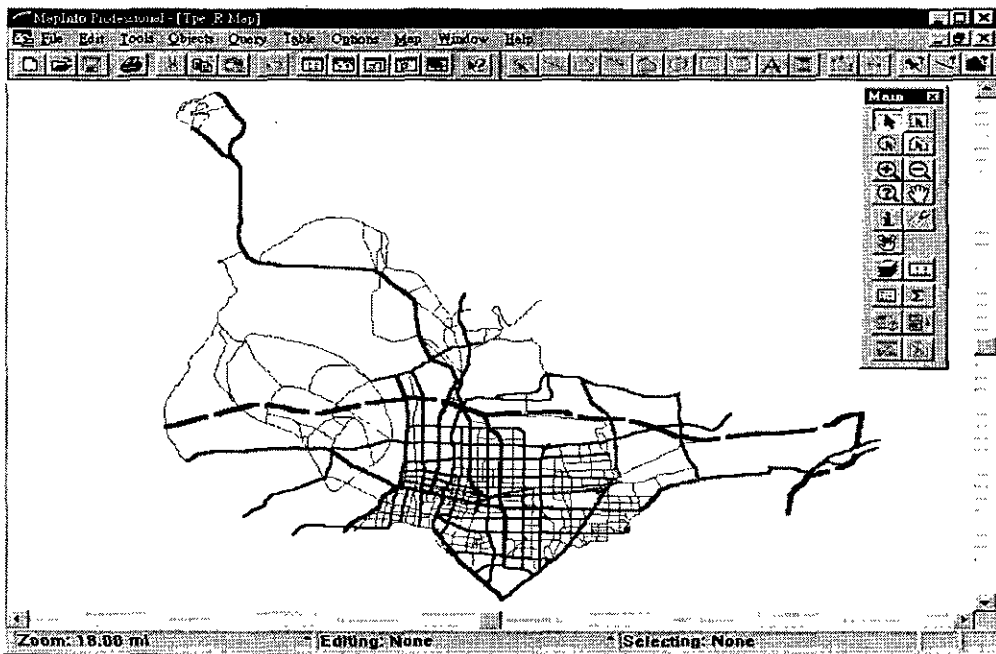


圖 4 實驗區域路網圖

3.特殊交通條件的建立與交通情境設計

經由實驗設計方法，在資料庫建立背景交通屬性資料時，將路網結構的相關屬性進行安排，透過適當的模擬與顯示交通條件。除了對交通情境進行合理的設計，並可針對分析需要，對特殊的交通條件組合先行設計，並使之出現於特定的決策點，藉以觀察駕駛人之決策行為。

4 通勤行為與決策方案設計

由於上、下班通勤型態受外在環境、旅次目的及時間限制等之影響而有所差異，應予以分別探討，而本研究目前暫擬界定以區內自小客車通勤者之家—工作(home-to-work)旅次，即以上午尖峰時間之上班通勤旅次為主。

同時假設駕車通勤者，對路網交通條件與路徑，本身即具有相當程度的熟悉度，認為駕駛人在此路網上應有其偏好使用或習慣使用之路徑存在。所以在決策方案的設定方面，如前述所討論，決策方案集合有三個；分別為習慣路徑、建議路徑與其他方案，此設定方式與駕駛決策行為之分析有關。

5.事前調查與交通情境設計

對所參加者進行調查，調查內容包括通勤起迄點、習慣路徑、路網熟悉度及駕駛偏好等。根據調查結果，進行初步分析，並設計路網交通情境，以彌補現有交通資料不足之處，使模擬系統路網更接近真實及需要。

四、計畫成果自評

本研究原始計畫為購置現有之行車導引統設備予以修改及新增內建功能，然因相關硬體經費在核定程序遭刪除，故改由自行以個人電腦配合以軟體程式撰寫構建行車導引資訊系統模擬環境，研究成果及其效益可彙整以下幾點：

- 1.以程式開發方式，完成行車導引資訊模擬環境系統。
- 2.建立實驗路網交通屬性資料及相對應之資料格式。
- 3.對路網結構屬性建立，以真實反應路網之特殊交通條件限制。
- 4.藉由模擬系統進行先期實與偵誤修正。
- 5.可供未來大規模即時互動式行車資訊系統效果之先期驗證與基礎。
- 6.可提供構建動態路徑變動模型。
- 7.提供未來製造車內行車資訊系統之需求分析。

五、參考文獻

- 1.Yasunori Iida , Nobuhiro Uno and Tadashi Yamada , "Experimental Analysis Approach to analyze Dynamic Route Choice Behavior of Driver with Travel Time Information", VNIS 1994 ,pp377-382.
2. Jeffrey L.Adler and Michel G1 McNally , "In-laboratory experiments to investigate driver behavior under advanced traveler information systems" ,T.R.part C,Vol.2 No.2 ,1994,pp149-164
- 3.Haris N. Koutsopoulos and Tsippy Lotan "A driving simulator and its application

- for modeling route choice in the presence of information" ,T.R. part. C,Vol.2. No. 2 , 1994 , pp. 91-107.
- 4.Haris N. Koutsopoulou and Amalia Polydoropoulou and Ben-Akiva , "Travel Simulators for Data Collection on Driver Behavior in the Presence of Information " ,T.R. part. C, Vol. 3. No.3 ,1995, pp. 143-159
- 5.R.Wade Allen , Anthony C. Stein , Theodore J. Rosenthal ,and David Ziedman , "A Human Factors Simulation Investigation of Driver Route Diversion and Alternate Route Selection Using In-Vehicle Navigation Systems" ,VNIS Conference Proceedings 1991 pp.9-26
- 6.邱科融 (民83) , "車內行車資訊系統顯示方式本土化之先期研究" , 淡江大學土木工程研究所碩士論文
- 7.董啓崇、邱科融 , "車內行車資訊系統之適用性調查分析 " 八十六年電子計算機於土木水利工程應用論文研討會論文集 , pp.543-554
- 8.董啓崇、楊雲榮 , "構建先進駕駛人行車資訊系統模擬環境之實驗設計 " , 中華民國運輸學會第十二屆學術論文研討會 , 1997.
- 9.Kenneth M. Vaughn, Prasuna Reddy, Mohamed A. Abdel-Aty, Ryuichi Kitamura, and Paul P. Jovanis, "Route Choice and Information Use: Initial Results from Simulation Experiments" , Transportation Research Record 1516, pp.61-69
- 10.R. Jayakrishnan, Hani S. Mahmassani and Ta-Yin Hu, "An Evaluation Tool for Advanced Traffic Information and Management System in Urban Network" , T.R. part. C, Vol. 2. No.3 ,1994, pp. 129-147.
- 11.Peter Shen-Te Chen and Hani S. Mahmassani, "Dynamic Interactive Simulator for Studying Commuter Behavior Under Real-Time Traffic Information Supply Strategies" , Transportation Research Record 1413, pp.12-21
- 12.T.Y. Hu, "Dynamic Analysis of Network Flows Under Advanced information and Control Systems, Ph.D. Dissertation, University of Texas at Austin", 1995.
- 13.Moshe E. Ben-Akiva, Haris N. Koutsopoulos, Rabi G. Mishalami, and Qi Yang, "Simulation Laboratory for Evaluating Dynamic Traffic Management Systems" , Journal of Transportation Engineering', 1997, pp. 283-289.
- 14.中華民國八十四年度台北市主次要幹道行駛時間及延滯調查 (冬季) , 台北市交通管制工程處 , 民國84年3月。