

逢 甲 大 學  
交 通 工 程 與 管 理 學 系 碩 士 班  
碩 士 論 文



應用模糊理論於資訊可變標誌  
系統規劃之研究

Use the Fuzzy Theory in the  
Changeable Message Sign System  
of Systematic Planning

指導教授：李克聰  
研 究 生：賴文隆

中 華 民 國 九 十 四 年 六 月

## 誌謝

本論文得以順利完成，首先要感謝在研究所對學生悉心指導的 李克聰教授，恩師無論在課業的傳授、觀念的啟發以及論文研究上之問題構想及解析均予學生莫大的助益，而老師在研究上的嚴謹態度以及對於新事物的求知慾，也為學生在研究及待人處事立下典範，尤其更要感謝老師在這兩年的求學期間對於學生在課業及生活上的關懷及照顧。

論文審查及口試期間，承蒙 陳敦基教授與 張學孔教授對學生論文架構的觀念以及細部內容給予寶貴意見及建議，使得論文內容更臻完備，特此感謝。論文撰寫期間，感謝系上 徐耀賜教授、林大傑教授給予學生在論文之內容及想法的建議及指導，同時也感謝交管系周綺芬小姐、廖育民先生及劉春蕊小姐三位助教在各項事務上的協助。另外在論文資料的收集及專家意見的訪談，承蒙中區交控中心相關同仁、中華顧問工程司楊峻銘先生之鼎力協助，僅此一併感謝。

在所上兩年的求學期間，感謝研究所同學 雲慶在程式應用上的指導、 光鎧在資料收集的協助以及俊宏、德政、怡如、冠樺、怡芳、炯男、秋評、彥斐、宇軒、耀彰、品宏...及大學眾好友們在這幾年來帶給我的歡笑及鼓勵。另外也感謝同 Lab 的裕雯學姐、宗憲、以及學弟、學妹們在研究上的各項協助及幫忙，使得學生在這兩年的學習上更為充實。

除了課業的學習外，要特別感謝在大學及研究所期間一路陪伴著我打球的交管系排球隊的學弟學妹們，因為你們的熱情參與，使得我在學習的路上又多了另一份的驚喜及滿足。

最後要感謝父母及家人對我的支持及關心，僅將此篇論文獻給我最親愛的家人，並附上我衷心的感激。

## 摘要

CMS是交控中心一項重要的資訊輸出工具，其功能主要在於透過文字或圖形符號來傳達各項動態的控制或警告訊息給道路使用者，藉以增進道路使用率，並減低意外事故。雖然近年來國內已致力於其硬體設施的設置，但是在設置位置及數量的考量，以及顯示個數和資訊內容的設計上卻尚無一完整之規劃及應用準則，造成某些路段之可變標誌桿架過多，而有些該設置的路段卻反而沒有設置，而且其顯示個數及資訊內容之規劃則多半是倚賴規劃人員之判斷與裁量，致使可變標誌系統無法發揮其效用，間接影響整體路網之功效。

本研究希望能利用模糊理論中之模糊邏輯控制來設計CMS控制器，藉以控制當高速公路上突發事故發生時，可以利用車輛偵測器回傳之資料及閉路攝影機或是處理人員回報之資料，來構建模糊邏輯控制器，經過 MATLAB 程式裡的 Fuzzy Logic Toolbox 來進行模糊邏輯控制器的計算及測試，產生此事故影響車流的嚴重程度等級，作為CMS顯示個數以及警告資訊內容選取的依據。在控制器的設計上，希望藉由專家訪談法來得到此領域的專家對於本研究的輸入狀態變數的意見及想法，以期達到自動化之CMS顯示，來協助用路人皆能方便且順利地到達目的地，促使路網之功能得以有效地充分發揮。

**關鍵字：**資訊可變標誌系統；模糊邏輯控制

## Abstract

CMS is an important information export tool of traffic control center, and its main function is to transmit every kind of dynamic control or the warning message to travelers to promote the rate of the road utilization and decrease the accident. Although the government has already been devoted to the establishment of its hardware facility in recent year, but we still don't have complete plans and applied standards on the consideration of setup position and amounts, and the design of amounts showing and information contents. These make some section of road have too much CMS poles but some other sections where need to setup haven't. And the most plans of amounts showing and information contents are depend on planners' judgment. It causes the CMS can't bring utility in to full play and influence the efficiency of the entire road network indirectly.

This research hopes to use the fuzzy logic control of the fuzzy theory to design CMS controller. Thus, when accident happened on the highway, we can use the data that send back by vehicle detector, closed-circuit television or the workers to setup the inputting state variable that fuzzy logic controller needed. By using the Fuzzy Logic Toolbox in the MATLAB program to calculate and test the fuzzy logic controller, we got the order of severity how accident influences car flow capacity as the basis how to choose CMS showing amounts and warning information contents. In the design of controller, I hope to get the suggestion about inputting state variable from experts in this field by interview them, and then we can achieve the automation of CMS showing to assist travelers arrive destination smoothly and conveniently, let the function of road network bring into full play.

**keywords:** Changeable Message Sign; Fuzzy Logic Control

## 目錄

第一章 緒論 .....	1
1.1 研究背景 .....	1
1.2 研究動機 .....	2
1.3 研究目的 .....	2
1.4 研究範圍 .....	3
1.4.1 研究範圍 .....	3
1.4.2 顯示範圍 .....	4
1.4.2 高速公路可變訊息標誌相關法規與設置參考依據 .....	5
1.4.3 國內高速公路可變訊息標誌設置現況 .....	6
1.5 研究內容與流程 .....	7
第二章 文獻回顧 .....	9
2.1 交通控制系統 .....	9
2.1.1 建立目的 .....	9
2.1.2 系統規劃設計原則 .....	10
2.1.3 系統架構與功能 .....	11
2.1.4 交控策略 .....	13
2.1.5 CMS 啟動及顯示原則 .....	15
2.2 資訊可變標誌 .....	17
2.2.1 國內外可變標誌系統 .....	17
2.2.2 可變標誌相關文獻 .....	23
2.3 模糊理論 .....	29
2.3.1 模糊邏輯控制 .....	29
2.3.2 模糊邏輯控制之應用 .....	30
2.4 文獻評析 .....	34
第三章 資訊可變標誌之規劃設計 .....	35

3.1 資訊可變標誌之定義及內容 .....	35
3.1.1 資訊可變標誌之定義 .....	35
3.1.2 設置準則及顯示個數 .....	37
3.2 CMS 顯示流程 .....	39
3.3 設置地點及資訊發布時機 .....	40
3.4 資訊可變標誌內容顯示 .....	42
 第四章 研究方法 .....	 47
4.1 介紹模糊邏輯控制 .....	47
4.1.1 模糊邏輯控制之主要核心 .....	48
4.2 設計模糊邏輯控制器(FLC).....	51
4.2.1 輸出及輸入變數隸屬度建立 .....	52
4.2.2 模糊化 .....	57
4.2.3 建立 FLC 規則庫 .....	57
4.2.4 選擇解模糊化的方式 .....	58
4.2.5 模擬模式程式測試 .....	59
 第五章 簡例測試 .....	 64
5.1 簡例背景說明 .....	64
5.2 事件敘述 .....	65
5.3 CMS 顯示內容 .....	69
 第六章 結論與建議 .....	 72
6.1 結論 .....	72
6.2 建議 .....	73
 參考文獻 .....	 74
 附錄一 交通控制系統主要設備 .....	 77
 附錄二 國道高速公路沿線設置之資訊可變標誌 ...	 83

## 圖目錄

圖 1.1 路段區間顯示情形示意圖 .....	4
圖 1.2 連續路段顯示情形示意圖 .....	4
圖 1.3 間隔路段顯示情形示意圖 .....	5
圖 1.4 研究流程 .....	8
圖 2.1 圖誌可變標誌示意圖 .....	17
圖 2.2 圖誌可變標誌（安裝於系統交流道前） .....	18
圖 2.3 資訊可變標誌 .....	18
圖 2.4 速限可變標誌 .....	19
圖 2.5 文字式 CMS .....	20
圖 2.6 預設式圖誌 CMS .....	20
圖 2.7 變化式圖誌 CMS .....	21
圖 2.8 制式化之文字 CMS .....	21
圖 2.9 可視距離示意圖 .....	27
圖 2.10 FLC 的主要程序 .....	30
圖 3.1 CMS 顯示範例 .....	35
圖 3.2 設置內容準則流程圖 .....	37
圖 3.3 CMS 內容顯示流程圖 .....	40
圖 3.4 事件位置示意圖 .....	44
圖 4.1 模糊邏輯控制基本模型 .....	48
圖 4.2 梯形模糊隸屬函數圖 .....	48
圖 4.3 三角形模糊隸屬函數圖 .....	49
圖 4.4 鐘形模糊隸屬函數圖 .....	49
圖 4.5 MAX-MIN 合成法推論過程 .....	50
圖 4.6 解模糊化過程圖-以重心法為例 .....	51
圖 4.7 事件影響範圍示意圖 .....	53
圖 4.8 輸入及輸出變數的隸屬函數 .....	56
圖 4.9 選定變數個數視窗 .....	59
圖 4.10 選擇解模糊化視窗 .....	60

圖 4.11 佔有率隸屬函數設定視窗 .....	60
圖 4.12 阻斷車道比例隸屬函數設定視窗 .....	61
圖 4.13 事件影響長度隸屬函數設定視窗 .....	61
圖 4.14 影響車流嚴重程度隸屬函數設定視窗 .....	62
圖 4.15 FLC 規則庫 .....	62
圖 4.16 輸出結果視窗 .....	63
圖 5.1 CMS 位置示意圖 .....	65
圖 5.2 事件位置示意圖 .....	66





## 表目錄

表 1.1 台北市「可變訊息標誌規範手冊」 .....	5
表 2.1 交控設施啟動表 .....	15
表 2.2 訊息選擇依據表 .....	16
表 2.3 CMS 之相關分類 .....	22
表 2.4 常見 CMS 顯示內容 .....	23
表 2.5 閱讀時間實驗值 .....	27
表 2.6 不同車速下的閱讀距離與可視距離 .....	27
表 2.7 模糊控制規則庫 .....	34
表 3.1 事件分類表 .....	38
表 3.2 CMS 顯示個數表 .....	39
表 3.3 CMS 設置地點 .....	41
表 3.4 資訊內容發布優先順序表 .....	42
表 3.5 資訊可變標誌內容顯示詞彙組合參考 .....	44
表 3.6 CMS 警告訊息程度表 .....	45
表 4.1 系統模糊規則 .....	58
表 5.1 車道數設置狀況表 .....	64
表 5.2 中區資訊可變標誌表 .....	64
表 5.3 建議 CMS 之設置地點表(北上方向) .....	65
表 5.4 事件輸入變數資料表 .....	66
表 5.5 FLC 輸入、輸出變數表 .....	67
表 5.6 CMS 啟動表 .....	68
表 5.7 各 VD 所偵測到之平均速率表 .....	68
表 5.8 各路段距離表 .....	69
表 5.9 各時段之旅行延滯時間 .....	69
表 5.10 CMS 顯示內容 .....	70

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景

由於國內路網之形成，用路人之運輸將不再僅是單一路線之選擇，故針對路網中指示標誌系統設置位置與內容之規劃設計上，亦較單一路線指示標誌系統之設計相對複雜與重要，而首當其衝須面臨「標誌有限、指示資訊繁多」之問題。因此，如何在有限標誌牌面數量及內容之限制下，達成清楚指示道路之任務實為極具重要課題。然而現階段指示標誌設置點及其指示內容之規劃多倚賴規劃人員之判斷與裁量，因缺乏整體道路路網之觀念，致使各層級道路指示標誌系統間之配合度不佳，間接影響整體路網功效之發揮，進而造成公路資源浪費之現象。另一方面，國內對於替代道路指示標誌系統之規劃仍相當欠缺，資訊可變標誌系統（changeable message sign，以下簡稱 CMS）未能結合智慧型運輸系統（ITS）中先進交通管理系統（ATMS）與先進用路人資訊系統（ATIS）之重要技術，以藉由動態之可變標誌輔佐靜態之指示標誌，達到有效交通管理之目標。

整個交通運輸系統是一個龐大且複雜的系統，因此需要專責之管理單位來進行系統化的交通管理及監控。由於國內高速公路各區段之交通控制中心的成立，使得國內對於交通監控的觀念日趨成熟，其目的在於蒐集重要路口及路段的交通資料，如車流量、車距、平均車速和加速度、車行方向和軌跡、車輛類型以及路面佔有率等。這些資料在傳送給交通控制中心後，經整理後可以再透過播報系統、可變標誌系統或無線通訊的方式傳送給車輛駕駛人，依此他們可以擬定最佳的行車路線；又交通資訊也可以提供給一些自動化操控的交通設施作為參考長期累積的交通資料，可以提供道路維修與興建人員規劃設計時之參考，也可以提供研究人員從事交通運輸相關課題的探討與分析。

由此可知，在台灣這樣地窄人稠的交通環境其道路的硬體設施已趨近飽和，若想要改善其交通問題進而提高道路運輸之服務水準，就必須利用完善的交通控制設施及策略來達到降低交通事故、減少交通擁塞之目的。在如此的因素驅動下，國內已慢慢的開始了解到了交通控制與管理的重要性。相關的交通管理設施也在近幾年來陸續增設，但是對於其設置之原則及內容之規劃設計卻還未有一完善的準則，因而造成其無法達到真正的效用。

## 1.2 研究動機

資訊可變標誌系統(CMS)是交控中心一項重要的資訊輸出工具，雖然近年來國內已致力於其硬體設施的設置，但是在設置位置及數量的考量，以及顯示資訊內容的設計上卻尚無一完整之規劃及應用準則，造成某些路段之可變標誌桿架過多而有些該設置的路段卻反而沒有設置，而且其顯示資訊內容之規劃則多半是倚賴規劃人員之判斷與裁量，致使可變標誌系統無法發揮其效用，間接影響整體路網之功效。

資訊可變標誌(CMS)是一種可程式化的交通管理設施，其功能主要在於透過文字或圖形符號來傳達各項動態的控制或警告訊息給道路使用者，藉以增進道路使用率，並減低意外事故。而當其應用於高速公路時，主要在顯示前方交通管制或警告、一般狀況以及宣導等訊息，其顯示重點經整理後包括地點、地點補充、車種、原因、指示、交通管制、結果、其他以及相關政令宣導等事項。但是反觀國內資訊可變標誌之使用狀況多半是用於顯示宣導資訊或是一般狀況之訊息，例如：請減數慢行，前有濃霧等等。但是對於最主要之警告及指示功能卻未能顯現其應有之效用，實屬可惜。而且其設置之數量及位置也多半是依照規劃人員之自我判斷及考量來決定，使得某些資訊可變標誌桿架根本沒有在作用或是多支桿架顯示同一資訊之狀況，不但造成了資源的浪費，也失去了資訊可變標誌原本設置的目的及功用。

雖然說近年來國內交控中心已經致力於研擬CMS之顯示原則以及設置準則，但是僅能告知前方事件的種類及發生地點，而無法提供事件在此區段造成的旅行延滯的時間，造成用路人在是否改道的選擇上產生困惑，因此本研究希望藉由國內外之相關文獻的探討及整理，以及模糊理論之應用，來設計資訊可變標誌之模糊邏輯控制器，藉此對於國內資訊可變標誌系統之顯示內容作一完善之規劃，並且擬定其設置之基本準則，以提升可變標誌之效用，並且能作為未來國內交通控制及管理之參考。

## 1.3 研究目的

考量資訊可變標誌系統應具有之警告、指示與導引功能，本研究將藉由過去研究指示標誌系統之經驗，對於研究過程中未能釐清或解決之問題，將透過模糊理論來加以探討及求解，以檢視、調整或規劃設計可變標誌系統，協助用路人皆能方便且順利的到達目的地，促使路網之功能得以有效地充分發揮。基於此，本研

究之目的有以下幾點：

1. 當高速公路上突發事故發生時，可以利用車輛偵測器回傳之車流資料，自動偵測出事件發生地點至事件上游第一個改道點 CMS 之間各路段的距離及時間，以求得此事故所造成的旅行延滯時間。
2. 藉由交通事故之相關資料來分析相關資料數據中之模糊處，並且透過專家訪談法來了解相關專家及規劃人員對於各狀態變數之認知程度，以及推理方式與決策行為來構建規則庫，最後進行資訊可變標誌之模糊邏輯控制器之設計，經過計算後，可界定此事故影響車流之程度，並可依照不同的影響等級來決定 CMS 的顯示個數以及顯示內容，提供駕駛人事故的相關訊息。以達到交通管理之目的。
3. 藉由相關文獻之回顧、專家訪談之結果以及資訊可變標誌模糊邏輯控制器之設計，來擬定適合國內交通環境之資訊可變標誌系統，其內容資訊及設置位置之規劃原則。

## 1.4 研究範圍

### 1.4.1 研究範圍

1. 本研究著重於國內國道高速公路上，資訊可變標誌之內容發佈及設置位置之規劃設計。平面道路之 CMS 並不在本研究之規劃範圍內。
2. 根據交通控制中心之資料顯示，將事件分成了包括一般事件、天候事件、壅塞事件、管制事件及其他事件。而本研究主要著重於突發事故發生時，CMS 所對應的顯示內容，故屬於一般事件之 CMS 顯示資訊。
3. 在已知事件發生的前提下，探討 CMS 所應顯示的個數及內容，至於事件經由何種途徑而得知，並不在本研究之研究範圍內。
4. 本研究主要在規劃依據不同嚴重等級之事故發生時，CMS 所應顯示之內容及顯示個數，至於在整個路網上應該設置多少數量之 CMS，並不在本研究之規劃原則裡。

### 1.4.2 顯示範圍

本項資訊係主線交流道出口、收費站、服務區進口前，及地方連絡道交流道入口前之 CMS 顯示。當主線路段發生故障車、車禍事故、物品掉落，及特殊路況產生時，啟動 CMS 顯示即時路況資訊；並配合連續假期交通疏導措施及相關交通安全管制措施顯示宣導訊息，其顯示路段區間如下所述。

1. 主線以兩兩交流道（包括收費站及服務區）為一顯示路段區間，如圖 1.1。
2. 若連續兩路段均顯示相同事件時，得跨區間顯示；若係間隔者，則個別顯示，如圖 1.2、圖 1.3。
3. 以事件上游一座 CMS 顯示資訊為主；交流道密集之都會區路段可視事件情況顯示事件上游兩座或以上之 CMS。
4. 地方連絡道交流道入口前之 CMS 配合主線 CMS 顯示國道即時資訊，惟需視情況加註方位。

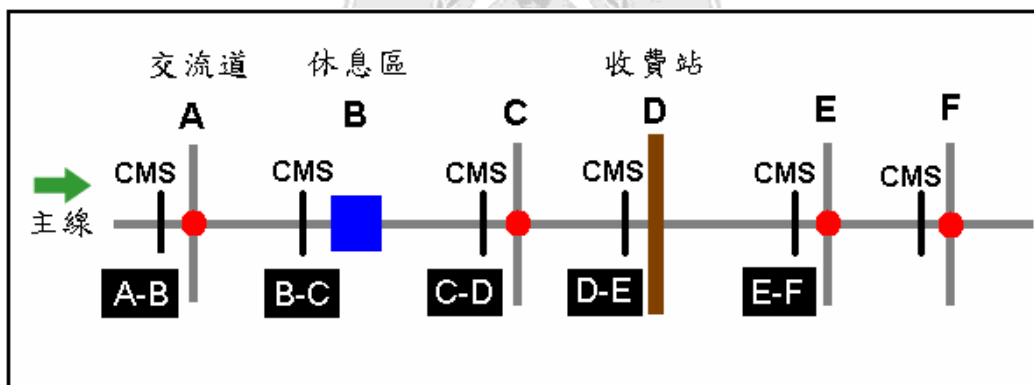


圖 1.1 路段區間顯示情形示意圖

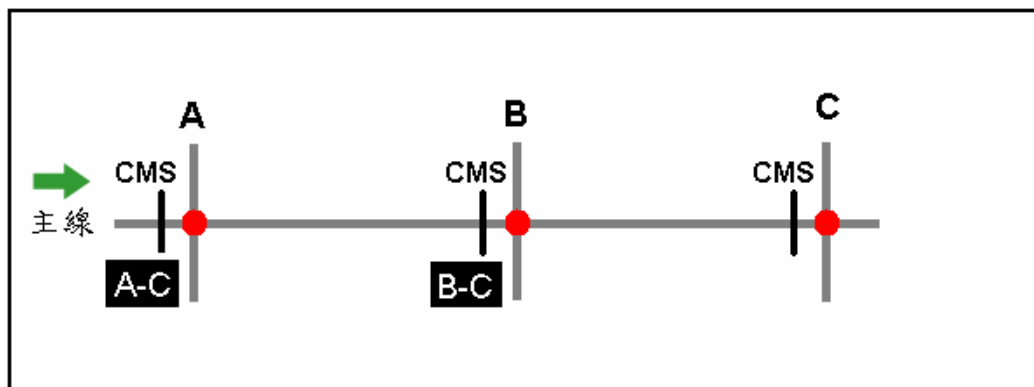


圖 1.2 連續路段顯示情形示意圖

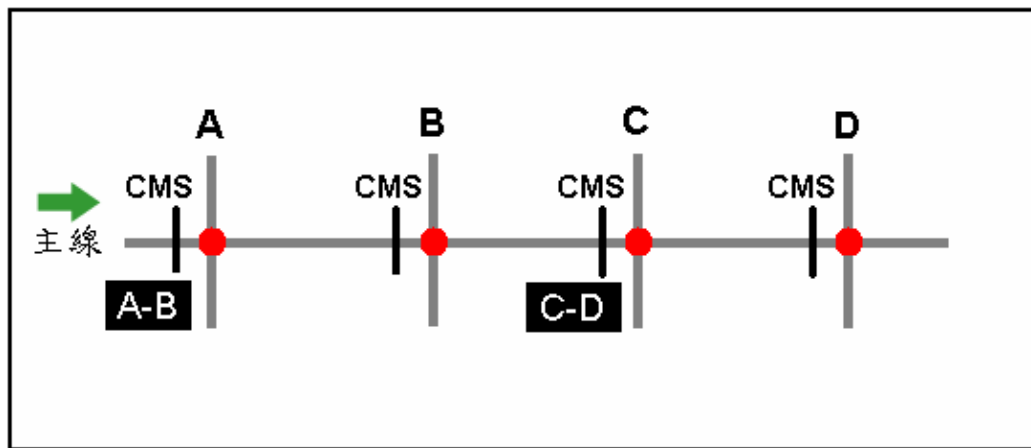


圖 1.3 間隔路段顯示情形示意圖

#### 1.4.2 高速公路可變訊息標誌相關法規與設置參考依據

國內有關可變訊息標誌的規範主要見於「道路交通標誌標線號誌設置規則」第一百三十三條：「可變性標誌，具有可變性能，按各類標誌圖案或文字製作，視需要以燈光或其他方式顯示之，用以告知車輛駕駛人警告、禁制、指示、服務或宣導事項。其使用方式得以人工、遙控或自動方式為之。本標誌所顯示之體形、顏色、大小、圖案即字體等，均應盡量與本規則相關標誌同」。由條文可知，相關法規僅對可變訊息標誌之顯示內容作原則性的規定，並未針對不同種類標誌之應用進行更詳盡的規範，故可變訊息標誌之尺寸規定，乃隨所採用的技術與所欲顯示的內容和數量而定，目前國內尚無統一規定，設置時多由交通或路權主管機關依需求自行訂定之。例如台北市對可變訊息標誌之相關規定如下：

表 1.1 台北市「可變訊息標誌規範手冊」

項目	內容
LED 組件光點亮度	中心點量測時，至少為紅色0.8cd，綠色0.7cd，全亮1.5cd，左、右眼視角為紅色36°以上，全亮42°以上，此時亮度為0.2cd 以上。

字窗數（模組數）	≥ 5 個中文字/行，計有4行，計有6行，每個字窗由16×16LED 組件組成
LED 組件尺寸	24±1 mm
每兩LED 組件間之中心距離	垂直與水平皆為30±1 mm
顯示方向	需可由左至右及由右至左
明視距離	晴天時，以60公里/小時之行車速度至少可於150公尺前看清楚顯示內容，行至標誌版前10公尺處，仍可看清楚內容

資料來源：台北市政府交通局

#### 1.4.3 國內高速公路可變訊息標誌設置現況

根據國道高速公路局拓建工程處所提供之資料(如附錄二所示)，目前國內高速公路可變訊息標誌建置完工範圍包括有：

(1) 北部地區：國道一號—新竹系統以北。

國道二號—新竹系統香山以北。

(2) 中部地區：國道一號—新竹系統至大林交流道。

國道三號—竹南至古坑交流道。

國道四號—台中環線。

(3) 南部地區：國道一號—部分建置數量少。

國道三號—古坑以南至九如。

本研究將選取國道一號中山高速公路台中路段三處交流道作為示範區域以驗證本研究所規劃之模糊邏輯控制器之效用及研究成果。

## 1.5 研究內容與流程

本研究內容包括緒論、文獻回顧、資訊可變標誌(CMS)的規劃設計、模糊邏輯控制器的設計、簡例模擬應用及綜合討論與建議，分章敘述如下。至於研究流程架構則如圖 1-1 所示。

第一章：緒論。敘述研究背景和動機、研究目的、研究範圍、研究內容和步驟流程。

第二章：文獻回顧。歸納與本研究相關之文獻與理論，包括有國內交通控制系統的基本架構及功能、國內外可變標誌的應用現況及國內外可變標誌的相關文獻探討。

第三章：資訊可變標誌的規劃設計。包括資訊可變標誌之定義及內容、其設置的準則及顯示個數、設置地點及發布時機、資訊可變標誌之內容顯示及顯示流程。

第四章：研究方法。介紹模糊邏輯控制的基本原理及主要核心、設計模糊邏輯控制器，包括隸屬函數的建立、將其模糊化、建立 FLC 規則庫、解模糊化及最後利用 MATLAB 程式裡的 Fuzzy Logic Toolbox 進行模擬程式測試。

第五章：簡例模擬應用。選定國道某一路段做為示範區之實際測試應用，以驗證本研究在實際應用時之操作過程以及結果所帶來之效用，根據交通控制中心的事件資料及車輛偵測資料，將其代入 CMS 模糊邏輯控制器，計算出輸出控制變數，並且經由專家訪談法檢視其結果，最後根據專家的意見進行 CMS 模糊邏輯控制器輸入狀態變數的調校。

第六章：綜合討論與建議。說明本研究之結論，並且提出建議與未來仍可供研究發展之方向。



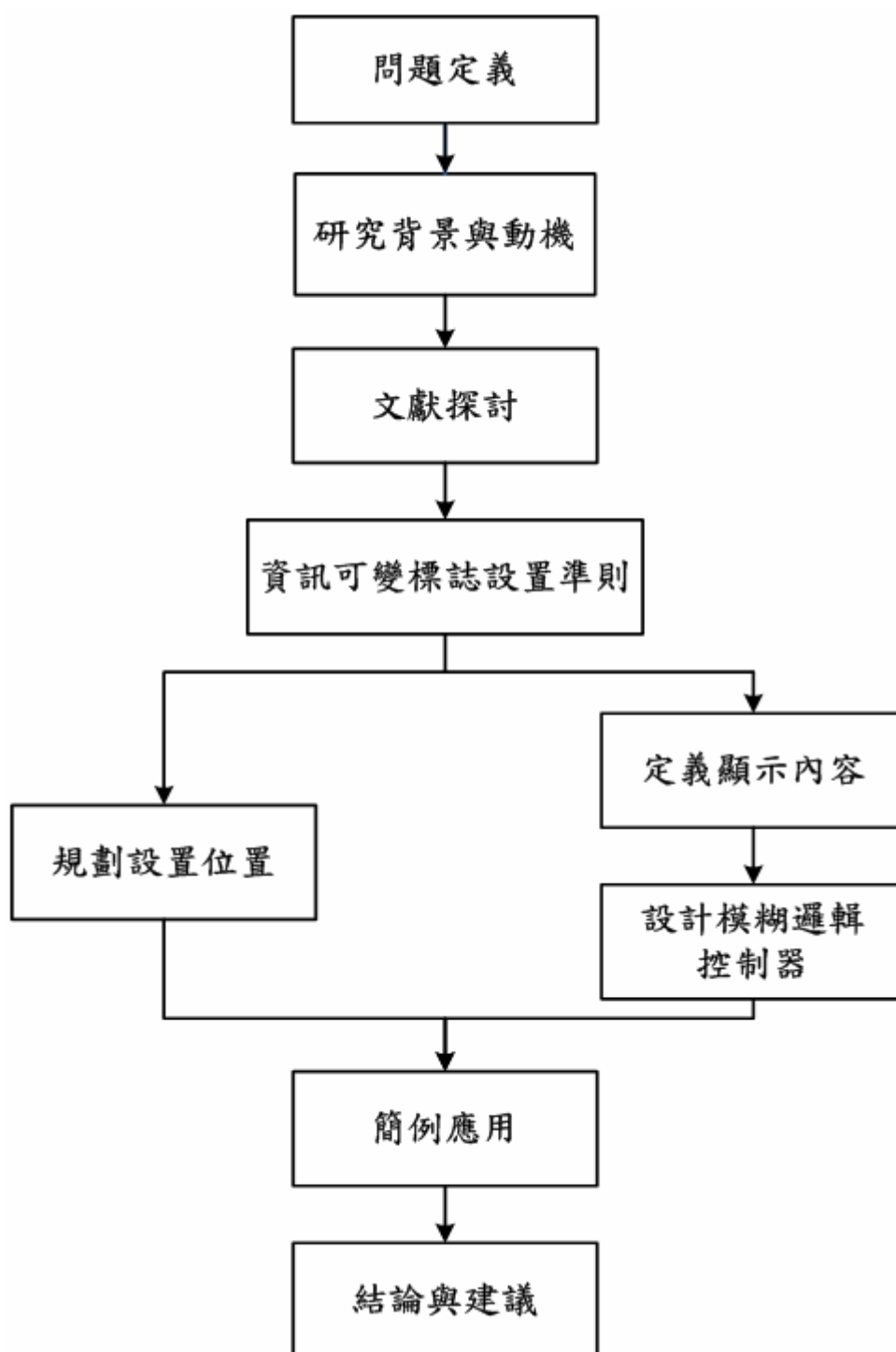


圖 1.4 研究流程

## 第二章 文獻回顧

本研究主要在於運用模糊邏輯控制來擬定資訊可變標誌(CMS)之內容，以提供正確、即時以及具有引導性的指示資訊於用路者，達到交通控制及管理之目的。因此本章節主要分為三個部份來探討，首先介紹國內交通控制系統之目的、構成原則及CMS運作現況，再來回顧國內外有關可變標誌之相關研究及文獻，最後說明模糊理論之基本原理以及模糊邏輯控制應用在各相關領域之文獻。

### 2.1 交通控制系統

#### 2.1.1 建立目的

交通控制系統建立之主要目的，在於各種交通監控設備與相關交通控制策略與理論等之結合運用，有效處理交通問題，其主要目的有以下幾點：

##### 1. 使整體路網能達到減少擁塞產生之延滯

應用設置於沿線之交通偵測器及閉錄電視攝影機等設施，迅速瞭解路網交通流動狀況，並透過電腦子系統之自動反應比對等運作，對任何車流異狀立即產生反應建議並驅動各種終端顯示與控制設施，如用路人資訊子系統中之資訊可變標誌及資訊語音查詢電腦或車輛運行管制子系統中的車道管制號誌或匝道儀控號誌等，向用路人通報路況及進行路網中之車流導引，以期發揮整體路網之運輸效率，以減少擁塞所產生之延滯。

##### 2. 降低交通事故之發生加速事故處理時效

應用偵測器自動偵測分析，輔以路邊緊急電話及相關巡邏車輛等之通報，可迅速反應路段潛在之危險及交通事故之發生，除資訊可變標誌或速限可變標誌導引用路人，以降低事故之發生外；若事故已發生後，並可立即視事故發生之情況通知沿線責任

醫院與消防隊，並透過系統中之熱線電話聯絡工務段、警察隊等相關單位派遣人員及攜帶急救設備，按指定路線到達現場處理，以達到減少傷亡與儘速恢復交通之目的。

### 3.有效提供用路人資訊

由於高速公路行車速度快且距離長，故須提供充份與即時之交通路況資訊，以作為用路人採取因應行動之參考。交通控制中心依據人工通報或沿線交通資訊蒐集終端設施所獲得之最新路況，藉資訊整合與傳輸路徑將資訊由各種顯示通報子系統，如可變標誌、廣播電台及資訊查詢語音廣播等，即時提供給用路人。

### 4.迅速協助用路人解決突發性困難

高（快）速公路為封閉性之道路，用路人在行旅途中發生突發性困難時，必須立即通報求援，如車輛故障、緊急傷病及道路障礙等。本系統可供用路人利用路邊緊急電話傳遞訊息，俾於最短時間內獲得救援與協助。高速公路藉由各種交通流量偵測器、天候偵測器及閉錄電視等之偵測設施，偵測，經交控中心之電腦處理分析或人工研判，可擬定交通控制反應策略，進而作為訂定改善交通安全及效率方案之依據，以增進高(快)速公路之運輸效能，提昇整體路網之服務水準。

## 2.1.2系統規劃設計原則

交通控制系統之內容複雜，子系統眾多且為配合道路主體工程之進行，各路段工程交通控制系統間之介面銜接問題，均使交通控制系統工程之困難度增加，為使工程之順利進行，系統之規劃設計原則有以下幾點：

### 1.整體性：

交通控制系統之架構除考慮系統內各子系統之功能、介面與交控策略外，並考量各路段系統內各相關工程之介面銜接問題；同時，考量各路段如中山高速公路、北二高、北宜高速公路、及中橫、南橫高速公路、西部濱海公路、東西向快速道路間之交通

控制系統整體運作等，將各路獨立之交通控制系統，整合為整體高速公路交通控制網路，以便充份利用各系統之資源，使高速公路成為全省交通公路網之核心。

## 2.可靠性：

交控系統中，部分之訊號為重要之交控資訊，故須加強系統之可靠性，但提高系統可靠性則工程費相對增加；本系統依各子系統設備之需求，在安全優先的考量下，使系統達到效率與經濟之最佳平衡點。

## 3.擴充性：

擴充性分為硬體之擴充與軟體之擴充性；此系統考量一定容量之擴充性；供未來系統擴增及與其他新系統之介接。

## 4.簡易性：

交控系統之簡易性包含以下原則

- (1) 架構簡單化
- (2) 介接簡單化
- (3) 操作單純化
- (4) 維護單純化



### 2.1.3系統架構與功能

當各交控中心電腦系統經傳輸系統接收到人工通報、監測範圍內路測終端設施，及週邊與其他交控中心所提供之資訊後，即透過交通管制策略軟體分析研判，並提出具體建議作為下達控制指令之參考，或經由自動監控模組直接驅動。系統基本架構主要分為以下四大部份：

### 1. 資料蒐集系統：

資料蒐集系統主要包括：車輛偵測、天候偵測器、橋樑沈陷偵測器、坍方偵測器、空氣品質偵測站、超高偵測器、閉錄電視、緊急電話機、行動電話、公路警察或工務車之無線電話，並可連接其他交控系統互換交通資訊。此外成立直昇機隊以空中之第三度空間直接以無線電或以視訊傳遞交通資訊回控制中心。

### 2. 通訊傳輸子系統：

通訊傳輸子系統負責交控系統之訊號，主要包括有線電通訊及無線電通訊兩部份，有線電通訊部份又區分為傳輸子系統及有線電話子系統。

### 3. 傳輸子系統：

傳輸子系統包括語言傳輸、數據傳輸及影像傳輸。

### 4. 有線電話子系統：

有線電話子系統包括熱線電話、緊急電話與專用電話等系統；同時，亦提供與電信局之連線，可提供市話與長途電話之服務。

### 5. 無線電通訊子系統：

無線電通訊子系統包括無線電話系統及隧道廣播系統。無線電話系統主要提供公路警察、養護工程、消防醫療救護、車輛拖吊等單位之公務車輛，於執行公務時可互相通訊或控制中心聯繫；而隧道廣播系統於隧道區遇有交通事故時，可通知用路人作應變處理或緊急逃生。

### 6. 資訊電腦處理子系統：

各電腦設備依其責任範圍執行各種交控策略，其功能包含：

- (1) 資料收集
- (2) 資料之處理與分析
- (3) 交通策略之研擬
- (4) 資訊通報顯示之控制
- (5) 事件處理指令之下達

### 7. 資訊通報顯示子系統：

資訊通報顯示子系統依功能分為交通管制子系統與用路人資訊子系統，交通管制系統係指示或導引駕駛人之設備，而用路人資訊系統係提供用路人各項與高速公路有關之資訊。

#### 8.交通管制子系統包括：

資訊可變標誌、圖誌可變標誌、速限可變標誌、車道管制號誌、匝道儀控、“霧慢行”警示標誌及交通號誌等。


#### 9.用路人資訊子系統包括：

服務區路況查詢終端機、168路況查詢電話、交通專業電台、電信局電傳視訊、有線電視、電腦公告系統及智慧型車路系統。

除以上所提之交通控制系統主體系統外(詳細的交通控制設備如附錄一所示)，其他週邊系統如地磅系統、收費系統及隧道機電系統等與交控系統連接，而成為高速公路整體交通監控系統。

### 2.1.4交控策略

為減少事件偵測及天候不良等路段因各項事件所產生之壅塞及危險性，交控系統將採行下列交控策略如：

- 
- (1) 用路人資訊顯示。
  - (2) 主線速率控制。
  - (3) 匝道控制。
  - (4) 路網轉向控制。

#### 1. 用路人資訊顯示

用路人資訊顯示之主要功能係為高速公路之用路人及尚未進入但準備進入高速公路者提供所需的交通資訊，並配合共架之警示燈告警，提醒用路人注意，以利用路人採取適當的因應行動，其功能為：

- (1) 使用資訊可變標誌顯示下游路段事件訊息如地點、方向、里程、封閉車道數等，提醒用路人小心駕駛或改道行駛。
- (2) 使用資訊可變標誌顯示下游路段有關壅塞及濃霧、豪雨、強風等路況訊息，警告駕駛人小心減速慢行，以避免事故發生。
- (3) 使用資訊可變標誌顯示下游路段實施管制訊息，如主線速率控制，提醒用路人依管制措施行駛。

- (4) 透過語音、電腦資訊查詢及服務區之路況查詢電腦可提供用路人查詢各項事件內容、管制狀況、旅行時間及行車速率訊息。
- (5) 透過路況廣播可提供用路人事件內容及管制狀況。
- (6) 使用圖誌可變標誌顯示替代路徑之壅塞狀況，可作為用路人是否改道之參考。
- (7) 使用旅行時間標誌顯示至下游相關交流道之行駛時間，以利用路人掌握主線行車狀況。

## 2. 主線速率控制

主線速率控制是使用速限可變標誌或多功能警示標誌來限制特定路段之行駛速率，主要實施路段為事件偵測路段及天候不良路段。其主要功能有：

- (1) 當事件發生時須於事件上游實施速限管制以提醒用路人減速慢行避免二次事故。
- (2) 當高速公路已逐漸發生壅塞現象，在其上游路段實施速率管制，以穩定車流避免事故發生。
- (3) 當高速公路發生濃霧、豪雨、強風時將影響行車安全，需顯示適當的行車速率以防事故發生。

## 3. 匝道控制

匝道控制是使用進口匝道上之匝道管制號誌，實施匝道儀控及匝道關閉，以管制車流進入主線，其主要功能為：

- (1) 當事件發生時，可於事件上游實施匝道儀控，以管制進口匝道流量，減低對事件影響程度。
- (2) 當事件嚴重程度到達需關閉匝道時，則可利用匝道管制號誌實施匝道關閉，以策安全。

#### 4. 路網轉向控制

路網轉向控制主要是因替代路網出現，可在系統交流道前，藉由資訊可變標誌及圖誌可變標誌顯示相關路況訊息予用路人，以供其選擇路徑之參考，達成路網控制之目的。

各類事件依其所實施之交控策略所需啟動之交控設施，詳下表：

表 2.1 交控設施啟動表

交控 事件 設施 類別	資訊 可變 標誌	速限 可變 標誌	多功 能 警 示 標 誌	霧 慢 行 標 誌	閉路 電 視 攝 影 機	匝 道 儀 控 設 備	警 示 燈
壅塞事件	✓	✓	✓		*	✓	✓
一般事件	✓	✓	✓		*	✓	✓
天候事件	✓		✓	✓	*		✓
管制事件	✓	✓	✓		*	✓	✓
其他事件	✓				*		✓

資料來源：高公局中區交通控制中心

\*：本交控系統之 CCTV 攝影機可依實際設置地點自動鎖定事件發生之附近區域。

註 1：霧慢行標誌面板"霧"字為可變，可依不同天候事件型式，改為"風"或"雨"顯示。

##### 2.1.5 CMS 啟動及顯示原則

###### 1. 一般事件

顯示個數原則是依據事件阻斷車道數(嚴重程度)，及是否位於都會區路段，阻斷車道數多及位於都會區路段，則啟動較多 CMS 個數。

其顯示原則是依據事件上游路況及事件嚴重程度二項因素所決定，若上游路況或事件嚴重程度未知，則顯示警告訊息。訊息選擇依據詳下表：



表 2.2 訊息選擇依據表

路況 嚴重程度	壅塞程度(平均車速)KHP			
	第0級 55以上	第1級 45~55	第2級 35~45	第3級 35以下
低	警告	警告	非強制改道	非強制改道
中	警告	警告	非強制改道	非強制改道
高	警告	非強制改道	強制改道	強制改道

資料來源：高公局中區交通控制中心

## 2. 壅塞事件

顯示個數原則是依據壅塞嚴重程度，及是否位於都會區路段，壅塞嚴重程度高及都會區路段則啟動較多CMS個數。其顯示原則，最遠CMS顯示壅塞起終點之地點名稱及壅塞長度，次遠CMS顯示壅塞起終點之里程數及壅塞長度，最近CMS及壅塞車隊中CMS顯示至下一改道點(交流道出口)之壅塞長度。

## 3. 天候事件

天候事件以上游一個改道點CMS為顯示原則，若事件嚴重程度達需道路封閉時，則顯示原則比照一般事件顯示個數原則。其顯示內容主要包括：濃霧、強風及豪雨，其訊息顯示為事件種類及警告、改道或速限訊息。

## 4. 管制事件

實施壅塞速率控制時，管制路段上游之一座CMS顯示管制訊息，實施匝道儀控時，則該交流道之平面道路CMS顯示匝道儀控訊息，實施路網轉向控制時，該路段上游系統交流道之CMS顯示轉向訊息。

## 2.2 資訊可變標誌

### 2.2.1 國內外可變標誌系統

CMS 在交通控制系統中扮演極重要角色，其主要提供前方路況資訊給駕駛者，以方便駕駛者在行程中能夠藉所得知之資訊預先調整行駛路線或採取必要措施，以利行車順暢。以下針對台灣、美國及日本等國家針對 CMS 應用於疏運路網之情形進行說明。

#### (一) 台灣高速公路可變標誌系統

國內目前可變標誌依顯示內容區分為圖誌可變標誌、資訊可變標誌及速限可變標誌，其中圖誌可變標誌主要設置於高速公路之系統交流道（連接不同高快速公路間之交流道）前方，其用來顯示前方高速公路路網狀況，並以不同顏色表示各路段的壅塞程度，分別為綠色為時速 80~100 公里/時、黃色為時速 60~80 公里/時、橙色為時速 40~60 公里/時、紅色為時速 0~40 公里/時，供駕駛人參考選擇其較佳行車路徑，如圖 2.9 所示。

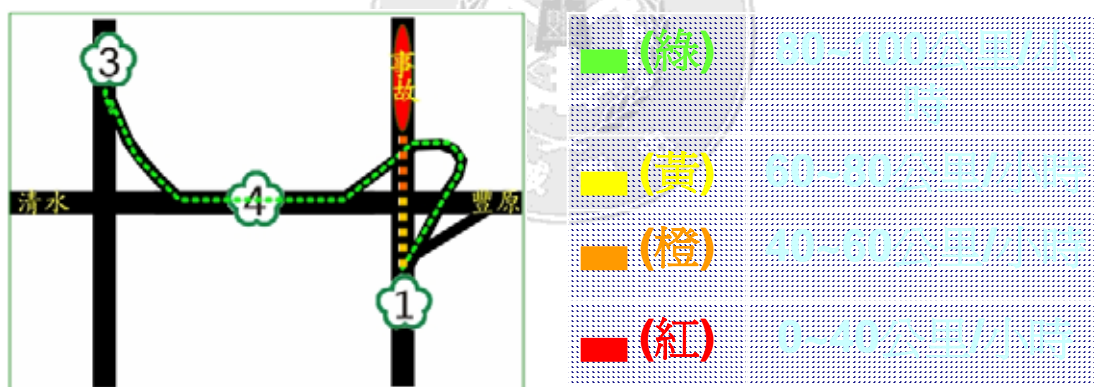


圖 2.1 圖誌可變標誌示意圖

目前國內北二高南下車道在鶯歌系統交流道前即設有圖誌可變標誌（如圖的標誌牌），車行至此若發現北二高前方路況壅塞嚴重，用路人可選擇利用桃園內環線及中山高至新竹，以避免陷入車陣中，如圖 2.2 所示。



圖 2.2 圖誌可變標誌（安裝於系統交流道前）

資訊可變標誌係以文字或簡易圖形即時通知用路人前方路況，促使駕駛人提高警覺，提前採取因應措施，以降低肇事之嚴重性，保持道路之暢通與行車安全如圖 2.3 所示。



圖 2.3 資訊可變標誌

速限可變標誌則是設置於兩路段速限轉換時，或是易肇事路段，用來提醒駕駛前方速限，避免駕駛因未注意到速限的轉換，而超速行駛。如圖 2.4 所示。



圖 2.4 速限可變標誌

## (二)日本疏運路網 CMS 之佈設方式

根據「日本新交通管理系統」(Universal Traffic Management System, UTMS)〔UTMS Website〕在部分路段採用指示路徑及行駛時間之指示形式，駕駛人認為在不同形式之指示資訊中，其先後優先順序為「文字」、「指示路徑及行駛時間」、「圖文並茂」，最後則是「圖形」，由此可知駕駛人還是較能夠接受及理解文字訊息之可變標誌(CMS)，其主要之原因為文字式訊息較為簡潔易懂，顯示指示路徑與行駛時間之可變標誌(CMS)對於特殊事件，例如肇事或是其他事故發生時之交通疏導則顯得非常重要，而圖文並茂或是顯示旅行時間之 CMS，則由於資訊內容過於複雜，使得駕駛者難以於短時間內了解其資訊內容。因此就 CMS 之佈設方式而言，並非所有之訊息皆能採用單一之顯示形式來告知用路人，必須根據不同之內容、發布地點、用途以及管理者之規劃原則，來加以考量設置文字式、圖文並茂或是圖形式之 CMS，以下將介紹日本疏運路網 CMS 常見的佈設方式。

### 1. 文字式 CMS

此一系統最多可以顯示 15 個組合字元，且是由遠端之交通控制中心所控制。



圖 2.5 文字式 CMS

## 2. 預設式圖誌 CMS

此種類型之顯示面版，其所顯示之內容為預存於終端機內部，使用時由交通控制中心選擇欲顯示之資訊編號即可。

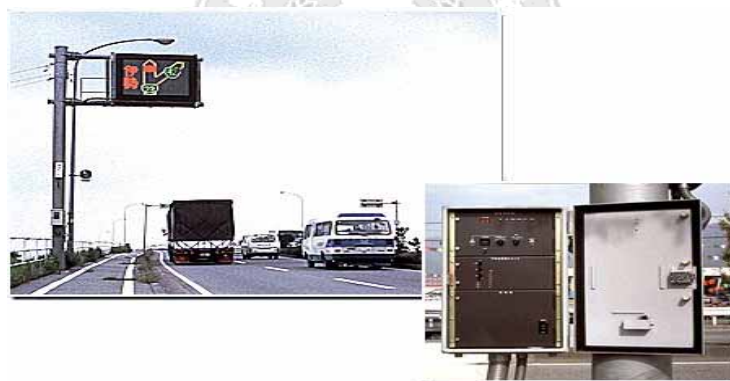


圖 2.6 預設式圖誌 CMS

## 3. 變化式圖誌 CMS

此種資訊顯示面版可以顯示字母、符號、圖樣，其控制方式亦由遠端交通控制中心所控制。其顯示方式為採用發光二極體，因此可以利用不同顏色（紅色、黃綠色、橘色）進行資訊區別，同時因為所採用的元件不同，其較一般採用燈泡顯示面版省電、更長之使用壽命。





圖 2.7 變化式圖誌 CMS

#### 4. 制式化之文字 CMS

此種資訊顯示面版允許變動部分欲顯示之資訊，其顯示內容可為文字及圖形，其控制方式亦為遠端交通控制中心所控制。

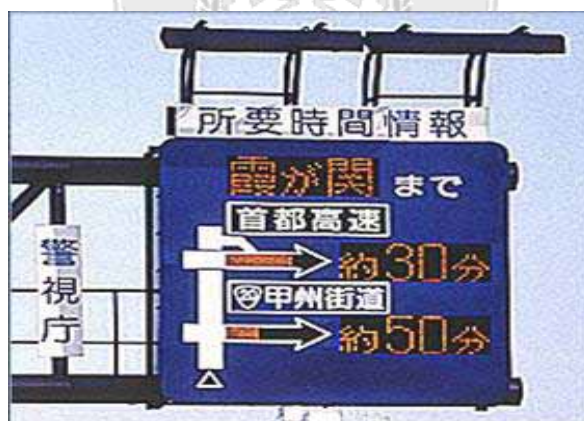


圖 2.8 制式化之文字 CMS

#### (三)美國之疏運路網 CMS 作法

美國採用工程經濟分析之增支益本比法 (Incremental Benefit-Lost Analysis) 來決定疏運路網中 CMS 之適當數量與設置位置。其考量既存指示標誌之前提下，CMS 之佈設原則有下列六項，其相關分類歸納如表 2.3 所示。

1. CMS 必須佈設在替代道路出口匝道之上游。
2. 如前方指示標誌距離匝道 0.5 哩以上，最近匝道之 CMS 必須佈設在二個前方指示標誌中間，否則應佈設在二個前方指示標誌前。
3. 如預期在匝道上游塞車，CMS 應佈設在二個前方標誌之上游處。
4. 當系統交流道（interchange）系列指示標誌使用時，CMS 應佈設至少在二個系統交流道前方處。
5. CMS 與前方下游指示標誌之間距至少 1,000 呎。
6. CMS 與前方上游指示標誌之間距應為 350 呎加上 CMS 之明視距離。

表 2.3 CMS 之相關分類

類別	考量因素
CMS 內容	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 事故（Accident）類型。</li> <li>2. 事故地點。</li> <li>3. 事故對交通影響。</li> <li>4. CMS 內容要給誰看（CMS 內容之需求者為何）。</li> <li>5. 策略為何。</li> </ol>
CMS 內容顯示方式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 間斷式訊息，一次全顯示。</li> <li>2. 系列式訊息，一次一個內容。</li> <li>3. 跑馬燈式訊息。</li> </ol>
CMS 內容提供資訊	<p>不導引 CMS 標誌之內容： 顯示之內容僅止於提供前方路況，並不具導引之功能。</p> <p>導引 CMS 標誌可區為下列兩種：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>（1）具告知事故影響，由用路人自行判斷，並自行決定替代道路。</li> <li>（2）告知替代道路訊息</li> </ol>

資料來源：本研究彙整

美國華盛頓特區運輸部門在相關指導方針[Dudek,1997 ; FHWA, 1998]中指出，CMS 應設置地點為瓶頸路段上游、易肇事路段以及主要轉向點，不應設於交流道內，且兩根 CMS 桿架間至少應相距 3/4 哩。美國內部達斯州公路部門則於「CMS 發展指導方針」[McCoy and Pesti,1999]中提及，CMS 之設置可分為三個階段，並以 Omaha 為例進行 CMS 設置位置之評選，第一階段為找出所有可能轉向點，第二階段進行成本效益分析，第三階段則估計替代道路之交通轉向效益及 CMS 間的相互依賴關係，據以找出最適當的 CMS 設置位置。

### 2.2.2 可變標誌相關文獻

林豐福[86年]，所謂可變訊息標誌乃是一種可程式化的交通管理設施，其透過文字或圖形符號來傳達各項動態的控制或警告訊息給道路使用者，藉以增進道路使用率，並減低意外事故。而當其應用於高速公路時，主要在顯示前方交通管制或警告、一般狀況以及宣導等訊息，其顯示重點經整理後包括地點、地點補充、車種、原因、指示、交通管制、結果、其他以及相關政令宣導等事項，常見顯示內容如表2.4所示。

表 2.4 常見CMS顯示內容

顯示重點	可能顯示內容
地點	高速公路沿線交流道名稱及隧道名稱（或里程數）、交通事件發生地點、重要地名及相關平面道路。
地點補充	附近、前方、南下、北上、進口、出口、匝道、內車道、外車道等。
車種	大型車、小型車、大貨車、聯結車等。
原因	車禍、壅塞、施工中、濃霧等。
指示	減速慢行、小心駕駛、靠右行駛、請走省道、請走國1道、請由94公里處出交流道等。



交通管制	匝道管制、封閉內1車道、封閉外1車道、速率管制、禁行重車等。
結果	壅塞1公里、行車時間15分鐘。
其他	暫停收費、恢復收費等。
相關政令	宣導 1月1日實施差別費率。

資料來源：[林豐福，86年]

吳健生[88年]，可變訊息標誌（CMS）取其顯示內容多樣化之特性，以文字或圖形的方式傳遞道路交通或天候資訊給用路人，原則上設置地點如下：（1）高速公路出口匝道之上游；（2）高速公路匝道出口處；（3）特殊路段；（4）隧道入口前或隧道內；（5）高速公路系統交流道處...」。由此可知可變訊息標誌不僅僅設置於高速公路之上，而本論文所欲探討的僅限定於高速公路路段之可變訊息標誌，其他快速道路以及都會區內交通要道路段並不在此研究探討範圍之內。

先進用路人資訊系統（ATIS）最常以道路沿線所設置之可變訊息標誌作為媒介，傳達道路交通即時資訊給用路人，其系統基本架構共包括（1）車輛偵測器（Vehicle Detector）、（2）閉路電視攝影機（CCTV Camera）以及（3）可變訊息標誌（Variable Message Signs, VMS）等元件至於CMS設置地點原則上如下所述：

- （1）一般狀況下設至於高速公路出口匝道之上游，以利下游路段發生重大是故不利繼續前行時，指示車輛駛離主線，改行替代道路。
- （2）高速公路匝道入口處得視需要設置之，用以顯示高速公路之路況或相關管制措施，如匝道儀控、匝道封閉、暫停收費等。
- （3）特殊路段，如重現性壅塞、濃霧、強風、豪雨、陡坡、視距不良等路段，得視需要設置可變訊息標誌，用以傳達即時交通或危險資訊。
- （4）隧道入口前或隧道內等間距設置之，用以即時反應隧道內之狀

況。

- (5) 高速公路系統交流道處，用以管控不同高速公路間或高速公路與快速道路間車流的互換。若系統交流道極長時，可於入口前酌於增設。

陳澤澎、陳金源[82年]，由於高速公路上的CMS顯示幕其主要功能是為了提供給駕駛用路人良好的道路服務品質，亦即讓行駛於高速公路上的的駕駛者有安全、舒適、方便及省時的感覺。而為達上述品質要求，高速公路所使用之LED 顯示幕必須具備下列四個基本條件：

#### (1) 明識性 (Conspicuity)

高速公路上的顯示必須很明顯而吸引駕駛人的注意去觀看顯示幕上的資訊，但又不能太亮麗或富變化，而影響駕駛人的行車安全。

#### (2) 易讀性 (Legibility)

顯示於顯示幕上的資訊，通常以文字、數字或簡單圖形顯示，必須能讓駕駛人於適當距離便能很容易讀取所顯示之資訊。

#### (3) 易瞭解性 (Comprehensibility)

顯示幕上的資訊必須很容易讓車輛駕駛人於短時間內清楚的明瞭所顯示的資訊內容。

#### (4) 可信賴性 (Credibility)

顯示幕上所顯示之資訊必須足以讓駕駛人信賴，並採取適當之反應或行動。而針對高速公路上所使用之LED 顯示幕為達上述四個基本條件的要求，在設計上必須考慮以下因素：

##### 1. 辨識角度

一般駕駛者在行進中的車內可以舒適觀看正前方仰角在 $7^\circ$ 以內的景物，如圖2.17所示。當駕駛者逐漸接近LED顯示幕時，此一夾角逐漸增大，直到駕駛者的車子與顯示幕接近至某一距離，在此定義為消失距離，此時駕駛者眼睛與顯示幕之連線與水平面夾 $7^\circ$ 角。大於此一角度，也就是駕駛者與顯示幕之間的距離小於消失距離，駕駛者將無法辨識顯示幕上顯示之內容。消失距離可以由下列公式計算而得。

$$\text{即 } Dd = h + hd - he / \tan\alpha \quad (2.1)$$

$he$ ：駕駛人眼高度，約1.2公尺

$hd$ ：顯示幕高度，約1.0公尺

$h$ ：顯示幕離地高度，約6公尺

$\alpha$ ：駕駛者在車內可舒適觀看前方景物之最大仰角，約 $7^\circ$ 左右。

由上列公式可算出消失距離約為 $Dd = 47\text{m}$ 。

## 2. 可視距離 (Visibility Distance, $D_v$ )

可是距離等於消失距離加上閱讀距離，所謂消失距離是指駕駛者距離至顯示板某一距離內即無法看到顯示板上所顯示的資訊。而閱讀距離是指駕駛者要讀完顯示板上資訊所需時間乘以行車速率。閱讀時間與文字大小、亮度、色彩及顯示資訊熟悉度等因素有關。因此，可視距離可經由下列公式計算而得。

$$\text{即可視距離} \quad D_v = Dd + Dr$$

$$Dr = V \times t / 3.6$$

$$Dd = h + hd - he / \tan\alpha$$

$D_v$ ：可視距離

$Dd$ ：消失距離

$Dr$ ：閱讀距離

$V$ ：汽車時速，單位為公里/小時

$t$ ：為閱讀資訊所需時間，單位為秒

而依據陳澤澎、陳金源[82年]研究報告顯示，駕駛用路人之中

文字閱讀實驗時間值如表2.4所示，而其在不同車速與字數之閱讀距離與可視距離則如表2.5所示，若以 $h_e = 1.2\text{m}$ 、 $h_d = 1.0\text{m}$ 、 $h = 6\text{m}$ 與 $\alpha = 7^\circ$ 為例，可得消失距離為 $D_d = 47\text{m}$ ；又假設駕駛人車速為 $100\text{km/hr}$ ，20個字閱讀時間為2.5秒，可得閱讀距離 $D_r = 69\text{m}$ ，合計可視距離為 $116\text{m}$ 。

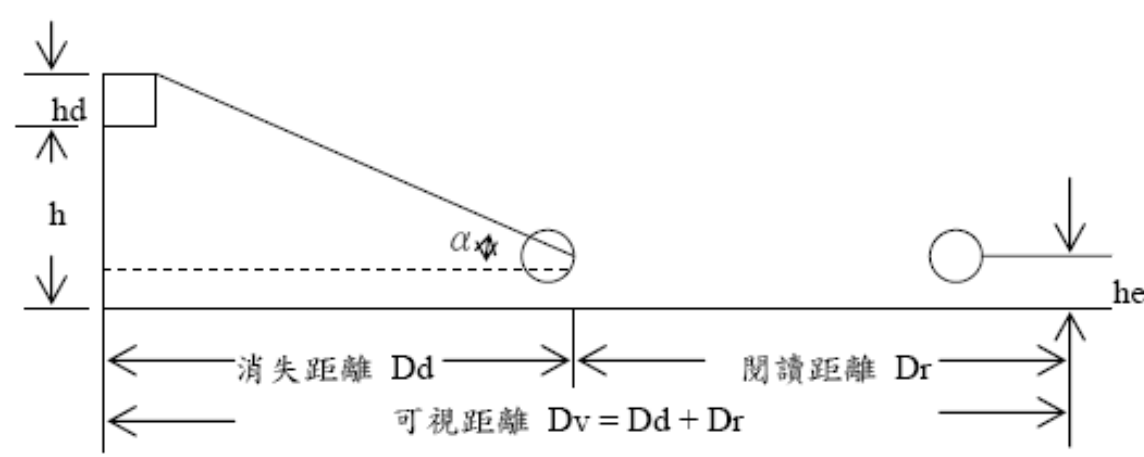


圖 2.9 可視距離示意圖

表 2.5 閱讀時間實驗值

字數	12	15	20
t (sec)	約 1.7	約 1.95	約 2.5

資料來源：[陳澤澎、陳金源，82 年]

表 2.6 不同車速下的閱讀距離與可視距離

字 數	T (sec)	D <sub>r</sub> (m)			D <sub>v</sub> (m)		
		60 km/hr	80 km/hr	100 km/hr	60 km/hr	80 km/hr	100 km/hr
20	2.5	41	55	69	88	103	116
15	1.95	32	43	54	79	90	101
12	1.7	28	38	47	75	85	94

資料來源：[陳澤澎、陳金源，82 年]

可變標誌在於交通控制與管理上有其必須的重要性，以下將針對駕駛者對可變標誌認知情形與顯示內容之理解程度做一文獻之彙整及說明。

Benson[1996]在美國華盛頓特區（Washington D.C.）針對500位以上的駕駛者進行調查，結果發現人口統計變數，如年齡、教育程度、性別以及收入等，似乎有會影響駕駛者對可變訊息標誌的態度。此外，Chaterjee（2002）的研究指出在倫敦有80%的駕駛者認為可變標誌（CMS）所呈現的資訊是有用的，而95%的駕駛者則可以正確的理解出可變標誌（CMS）的縮寫涵義。至於在巴黎則有研究指出97%的駕駛者知道可變訊息標誌的存在，62%的駕駛者完全了解可變標誌呈現的資訊內容，還有84%的駕駛者其所呈現的資訊是有用的，最後則至少有46%的駕駛者因為其所呈現的資訊內容而改變行車路線。

Wang & Lai[2002]透過模擬實驗室的方式進行研究，並指出可變訊息標誌呈現之訊息顏色、呈現方式、訊息行數、天氣狀況以及車道別等，對於駕駛者之反應時間都有顯著的影響，其結果認為標誌以綠色為顯示顏色的反應時間最短，紅色則最長；而且間斷型的訊息顯示方式較連續型的顯示方式之反應時間更短；還有單一行數的訊息呈現方式亦較同時多行訊息的呈現方式更佳。

Garvey[2002]曾針對CMS之易讀性進行探討，指出一個成年人在正常閱讀狀態下，平均每分鐘可閱讀250個英文字，大學學生的平均閱讀率則為每分鐘280個英文字，但視力較為衰退的人之理解力則為每分鐘105字，因此對一個不熟悉路況駕駛人而言，1秒約可閱讀一個簡短的單字、2秒可閱讀一個單位的訊息；而當CMS必須顯示多頁訊息時每則訊息的顯示時間僅1.6秒且一則訊息在正常閱讀時間內應至少在顯示板上顯示兩次，因此依用路人接受資訊之反應時間，CMS所顯示之資訊，每一行文字至少須停留10秒或者是更長的時間。

## 2.3 模糊理論

模糊理論可以視為是傳統集合理論的一種推廣型式。在傳統的集合論中，論域裡的一個元素與一個集合之間的關係，若不是「屬於」就是「不屬於」，亦即一個元素對一個集合的歸屬程度是「明確（二元）」的，也就是說：不是0 就是1；而「模糊集合」是傳統明確集合的一種推廣，因其允許模糊集合中的元素，對此集合的歸屬程度是界於0到1之間的任意值。傳統的明確集合與模糊集合最大的差異就在於，明確集合的歸屬函數是唯一的，而模糊集合可以有無限多種的歸屬函數，也就是因為這個特性，使得模糊系統可以調整其歸屬函數以適應不同的變異環境。

就如同Zadeh教授所指出的，大致上來說，所有的知識領域都可以加以模糊化，只要將傳統的明確集合模糊化後，推廣至模糊集合即可。模糊化的好處是可以提供更佳的推廣性、錯誤容忍性以及更適合應用在真實世界中的非線性系統。模糊邏輯的應用領域包括了：控制工程、圖樣識別、量化分析、專家診斷系統、預測、排程、自然語音處理、軟體工程等。

簡單而言，我們日常溝通及思考所使用的自然語言，字義經常是含混的，例如，天氣「很冷」、風「好大」、個子「非常高」等，這些字義都是人類用來表示對事情所處狀況的感覺，而模糊理論就是處理這類具有模糊不確定的系統方法，可以適當的表達模糊敘述，以降低其差異性。

### 2.3.1 模糊邏輯控制

模糊集合的觀念在 1965 由 Zadeh 教授提出後，接下來 Mamdani 及其研究群在受到 Zadeh 教授的鼓勵下，設計了一個由模糊參數以及模糊法則所組成的控制器，成功的模擬了人類推理的方法，並得到了不錯的控制結果。於是 M.Sugeno 工程師，便在日本展開一連串的研究，而使得模糊邏輯控制器(Fuzzy Logic Controller 以下簡稱 FLC)得到世人的重視。

模糊邏輯控制提供一種演算法則，將包含了專家知識的語言控制策略，轉換成自動控制策略，其優點在於它可以應用在當受控體太過於複雜，或難以用數學模式表示的狀況，以及控制器的設計可以直接用幾條反映專家經驗的模糊法則所表示，使 FLC 可以仿照專家的經驗來對於受控體進行自動化的控制及管理。一般而言，FLC 分成輸入空間模糊分割(Fuzzy partition)、模糊推論、推論整合以及解模糊化(Defuzzification)四個步驟，如圖 2.10 所示，在 4.1 節中將會有詳細的介紹。

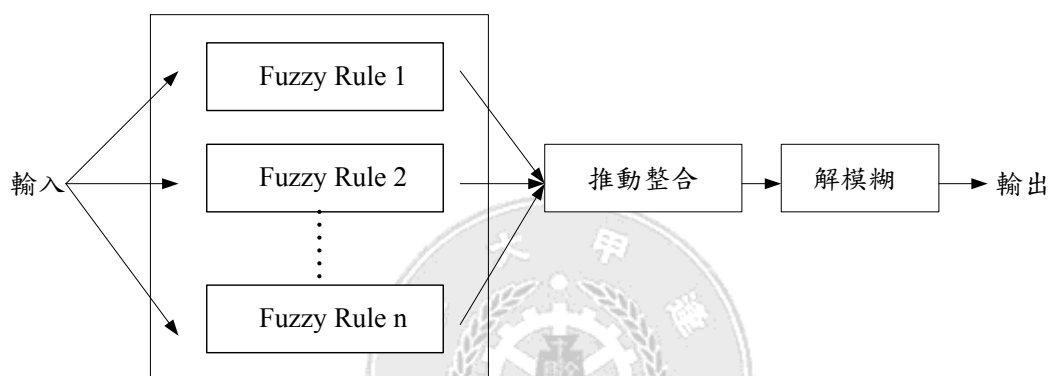


圖 2.10 FLC 的主要程序

模糊邏輯控制是一種易於控制、容易掌握的非線性控制器，模糊邏輯的應用領域包括了：控制工程、圖樣識別、量化分析、專家診斷系統、預測、排程、自然語音處理、軟體工程等。

### 2.3.2 模糊邏輯控制之應用

由於模糊理論提出了和傳統數學理論不同的方法，反而能得到顯著的功效。因此，近年來其所能應用的範疇也更趨廣泛，以下將針對模糊邏輯控制應用於不同的領域而提出相關的文獻說明

陳拓榮[92 年]主要是描述一個利用模糊邏輯判別駕駛人是否疲勞之安全警告系統(Drowsiness Warning System)。一般駕駛者在長途駕駛或精神不佳的狀態下，眼皮常會因為疲憊而漸感沉重，注意力也開始漸漸不能集中，產生雙眼難以睜開、反應力下降、

注意力無法集中、連續打呵欠和汽車搖擺前行，儀表的判讀能力下降等情形。在這樣的情形下，便產生了潛在的肇事危機。本系統的發展架構主要是利用裝置在儀表板上的攝影鏡頭，擷取車室影像。利用影像處理中色彩空間改變、影像像素累加、影像平滑處理、影像灰階處理、影像二值化處理... 等技巧由車室影像中抽取出駕駛人的臉部及眼睛位置，並計算眼睛開和閉的次數。因為疲勞為非定量且主觀的判斷，因此我們利用眼睛開閉兩參數當作輸入參數，駕駛人生理狀態當輸出參數，利用模糊邏輯(Fuzzy Logic)來計算駕駛人的疲勞程度，當疲勞時予以警示。

陳永森[92年]從傳統產業蓬勃發展到現代化產業，壓力容器系統始終被廣泛使用在各類化工製程上，用以發展相關產業用品。在現代化高科技工業需求下，需要製造更多經過高溫高壓處理的精密產品，因此高危險性的高溫高壓工作環境，日益增加，連帶產生工安相關問題需要注意和解決。壓力容器設備使用易發生危險，相關意外事故如未能即時處理，必造成嚴重的人員傷害和財物損失；因此，建立壓力容器即時監測回授控制系統，可增加化工製程的穩定性和安全性，並可提高生產效率和降低成本。本研究根據信號方向性圖示理論，設計壓力容器即時偵錯系統，可迅速正確地找出失常根源，並研擬簡單而迅速的因應措施。預防此方法在定量分析資料的不足，以致解析度不佳，而產生偽解，因此在研究中加入模糊集合理論，增加定量分析的資料推導，比較與各失常根源相關之失常模糊集合的失常隸屬度大小，來決定真正的失常根源與傳播路徑。文中以蒸汽鍋爐系統為例，來驗證自動失常診斷理論的可行性及其結果判讀的可靠度，實際架設之鍋爐系統模型驗證本應用理論已具準確的實用性。

張銘聰 [82 年]，為了構建一「公車即時調度模糊專家系統」以協助調度員解決公車即時調度問題，而採用"Level 5 Objects"作為系統發展工具並應用模糊理論協助系統推論，以此構建了模糊專家系統。其研究結果為：



- 1.訪得公車調度專家的經驗以構建公車調度知識庫。
- 2.建立三項模糊變數（路況、客況及需求變動狀況）作為評估外在環境的準則。
- 3.系統測試結果證實能協助調度員處理意外狀況。

簡聰敏[93年]利用影像處理的方法來追蹤移動目標物及控制攝影機鏡頭的對焦(focus)、光圈(iris)及變焦(zoom)。影像伺服追蹤的方法是利用攝影機擷取移動目標物的一連串動態影像，由相鄰兩張影像做差分運算，將移動目標物與背景分離。同時將正、負差分影像分別做水平及垂直的投影運算後再做交叉相關運算，可以求出移動目標物的移動速度和移動向量去控制pan及tilt伺服馬達，使攝影機鏡頭的光軸對準目標物的中心，完成即時視覺影像追蹤。控制攝影機鏡頭的對焦、光圈及變焦，本論文是利用模糊控制的方法來達成。在鏡頭的對焦控制部份，以擷取影像的頻譜來設計輸入歸屬函數，控制攝影機鏡頭的對焦；在鏡頭的光圈控制部份，以目標物影像的灰階平均值和標準差來設計輸入歸屬函數，控制攝影機鏡頭的光圈；另外以目標物的大小、移動速度之變化與目標物外形改變時擷取之影像的可信任度來設計輸入歸屬函數，達成攝影機鏡頭變焦的控制。

Hoyer et al. [1994] 描述了運用模糊控制的方法在都市地區之交通號誌控制上，藉由模糊控制當交通情況改變時其號誌之適應可容易的達成。此研究模式主要是著眼在控制路口12個主要方向之車流，其研究範圍為考慮雙向之幹道、多重時相控制以及考慮轉向主要方向之車流。其模糊控制器所運作之狀態變數有10個，控制變數有2個，所使用之模糊規則有72條。在系統績效評估方面，作者使用五個不同之控制器來對連續的三個路口進行模擬，每個路口的控制器是獨立的運作，並且採取九種情境分析，其模擬結果此研究之控制器對旅行時間的平均損失是最少的。

Niittymäki [2001]描述了在真實路口裝置模糊號誌控制器的研究。此模糊控制包括兩階段，第一階段主要是分辨交通狀況，

其所使用之狀態變數為流量以及佔有率，控制變數為交通狀況（比如超過飽和流率..等）。至於第二階段主要目的是要調整週期以及綠燈時間，所使用之狀態變數為在綠燈方向時之進入車輛以及在紅燈時之停等車輛，控制變數為綠燈延長時間。其報告呈現出觸控式號誌與模糊控制系統在微觀模擬與實際調查測量兩方面之比較。其結果顯示證明出模糊號誌控制（FSC）能被安裝於真實的道路上且模糊演算法較傳統的車輛觸動號誌控制更為有效。

Trabia et al. [1999] 描述單一獨立路口模糊邏輯號誌控制之設計與評估，此獨立路口有四個方向，且各方向皆有左轉專用道。此控制器的設計是用來即時的反應交通量需求改變。且此報告所做的決策是採用兩階段之模糊邏輯過程。第一階段使用觀察臨近路段的車流資料來估計相對競爭的臨近路段之車流強度，其狀態變數為四個方向之車流與停等長度，而控制變數為車流強度，規則數為16條。然後，這些車流強度會被使用在第二階段以用來決定現有號誌時相是否應該延長或結束，而其狀態變數為紅燈時之車流強度以及綠燈時之車流強度，控制變數為現有時相之延長或停止，在此使用之規則數也是16條。在模擬之績效評估方面，經由與觸動號誌控制相比較，在整體的平均延滯方面，模糊號誌控制改善了9.54%；而在整體的停等車輛百分比方面，其改善了1.29%。

依據目前車流速率、前後時段之密度變化以及入口匝道車流量，當作模糊控制的輸入變數，再產生一控制指標，決定增加可進入車流量，或減少可進入車流量，或者維持進入車流量，模擬時段間隔暫時以一分鐘為單位。輸入變數之分群，目前車流速率低於72，定為 slow，80到90定為 normal，98以上定為 fast；前後時段之密度變化小於-3，定為 negative，大於3，定為 positive；入口匝道車流量低於4，定為 small，大於8，定為 big。將輸出變數控制值區分為五個分群：IM、IS、NC、DS、DM，分別表示將匝道儀控值增加許多、增加、不改變、減少、減少許多，建立模糊控制規則庫如下表 2.7：

表 2.7 模糊控制規則庫

規則	速度	密度變化	匝道流量	控制值
1	Fast	Negative	Small	IM
2	Fast	Negative	Big	IM
3	Fast	Positive	Small	IS
4	Fast	Positive	Big	NC
5	Normal	Negative	Small	IS
6	Normal	Negative	Big	NC
7	Normal	Positive	Small	DS
8	Normal	Positive	Big	DM
9	Slow	Negative	Small	DS
10	Slow	Negative	Big	NC
11	Slow	Positive	Small	DM
12	Slow	Positive	Big	DM

資料來源： [Trabia et al. 1999]

## 2.4 文獻評析

根據以上之文獻顯示，目前國內對於交通控制系統之架構以及運作機制已經有一定的處理及設置原則，但是有關於 CMS 之設置或是顯示原則，卻大多是由規劃管理人員依照自行的判斷來加以啟動，而且國內外目前有關 CMS 之文獻大多都是在探討其設置的條件或是顯示原則，但是卻未明確的說明啟動個數及顯示內容的依據及準則。

模糊邏輯控制在各個領域的應用都能得到不錯的效用及成果，此方法能夠利用專家的經驗法則來對於某個具有模糊特性的問題進行自動化的控制及管理，但是國內外的文獻卻鮮少將其應用於交通控制系統的輸出資訊上，因此本研究希望能透過模糊邏輯控制的應用來對於 CMS 之資訊發布作一個完整的規劃與設計。

## 第三章 資訊可變標誌之規劃設計

### 3.1 資訊可變標誌之定義及內容

#### 3.1.1 資訊可變標誌之定義

高快速路網形成造成主線、替代路線與彼此間之聯絡道交錯複雜，加上具有替代功能之平面道路則用路人對於整體交通將有更完整的選擇空間，可是為了讓不同起訖點需求的用路人了解旅行路線的複雜的位相關係，本研究將可變訊息標誌融合先進旅行者資訊系統、先進交通管理系統之概念，並應用在疏運路網之指示標誌系統，使非重現性壅塞（例：事故）發生時可立即以可變標誌指引用路人經由其他路徑前往目的地如圖 3.1 所示。



圖 3.1 CMS 顯示範例

可變標誌系統（CMS）取其顯示內容多樣化之特性，以文字或圖形的方式傳遞道路交通或天候資訊給用路人。先進用路人資訊系統（ATIS）利用道路沿線所設置之可變標誌系統作為媒介，傳達道路交通即時資訊給用路人。系統基本架構共包括：

### 1.車輛偵測器（Vehicle Detector）

其基本功能如下：1.可偵測單一車輛之車速及車種。2.可將前項之資料處理，產生周期性車流資料傳送至交通管理中心，車流資料包括各車道之交通流量、平均佔有率、平均速度、平均車長、及大、小、機車之分類數量。3.能夠偵測車輛停止於感測區域。系統構成一般的車輛偵測器包括感測器(Sensor)及終端控制器(Controller)兩部分，終端控制器為介接前端的感測器，將車輛資料運算處理，並與控制中心的中央控制器作通訊聯機，將所收集的偵測資料即時或定時傳回交控中心之資料收集處理設施。

### 2.閉路電視攝影機（CCTV Camera）

設於收費站、隧道、易肇事路段及主要交流道處，即時的監視該處之交通狀況。高速公路之交通壅塞，可分為重現性及非重現性交通壅塞，為配合監視交通壅塞之情形或原因，在閉路電視系統上針對監視重現性壅塞設計攝影機時制表，使攝影機自動定時監視重現性壅塞情形以減少交控人員操作負擔。而針對非重現壅塞可設計事故鎖定之功能，配合各種偵測器以監視事故原因及情形，並由交控人員採取最適當之處理措施，同時並可錄影留存，以供事件後全程之追蹤及分析參考使用。

### 3.可變標誌系統（CMS）等元件。

可變標誌系統（CMS）為交通監控與管理系統中重要之資訊輸出設施，可利用圖形或是文字的形式，透過 CMS 顯示幕將各種事故訊息或是宣導、警示資訊即時的傳達給駕駛，以達到警示、引導及告知的效用，主要分成資訊可變標誌、圖誌可變標誌、速限可變標誌等。

### 3.1.2 設置準則及顯示個數

資訊可變標誌設置位置主要是在於高速公路交流道系統前方，或具有替代道路出口匝道之上游處，其主要原因為當突發事故發生時，位於事故上游的駕駛可以經由 CMS 顯示資訊來判斷接下來的行車動作，如：改道或是靠外側行駛等等。因此 CMS 的資訊內容應該如何配合事故的影響程度來顯示警示資訊或是引導資訊就顯的相當重要了。在事故發生時，CMS 除了顯示事故資訊以警告上游駕駛外，駕駛最關心的就是事故所影響的行車延滯時間，因為延滯時間的長短，將會影響駕駛下一步該採取的行車策略，所以 CMS 所提供之內容就應該依據所在的位置（是否具有替代道路），事件所增加的旅行延滯時間以及事故的嚴重程度，來顯示不同需求的資訊內容，如圖 3.2 所示。

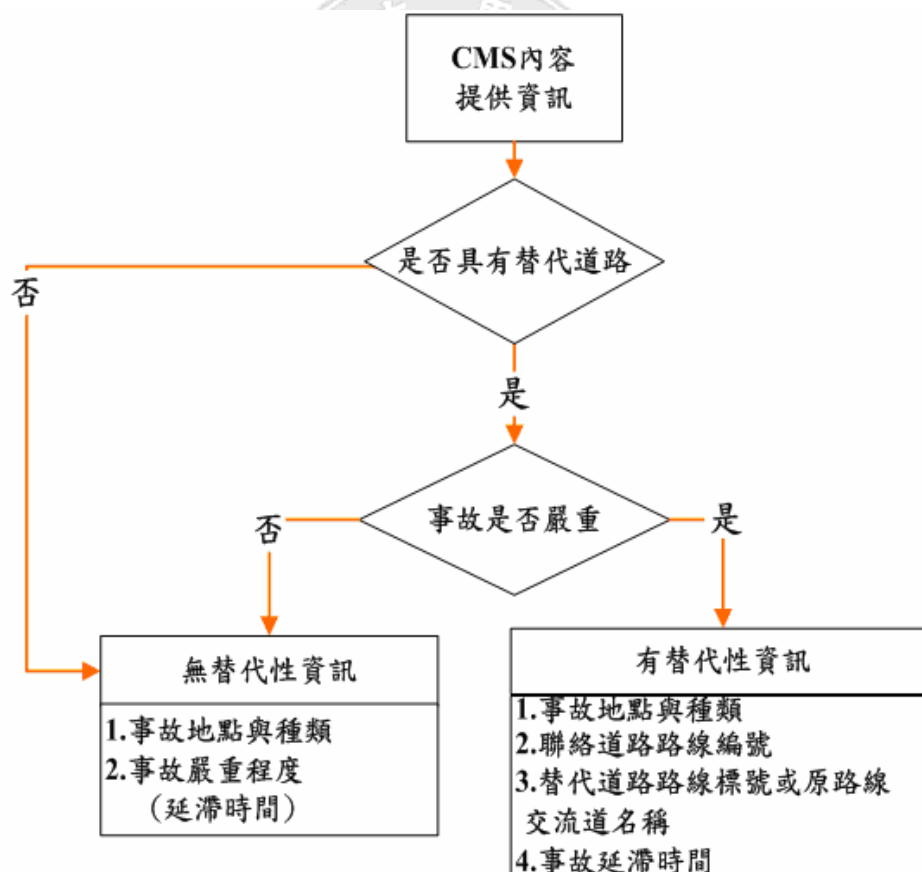


圖 3.2 設置內容準則流程圖

為了使交控設施顯示符合最低顯示需求原則，CMS 可依照事件種類、事故嚴重程度以及實際需求來調整顯示個數，根據交控中心之資料顯示，事件分類可分成五種事件，其詳細事件類別如表所示。

表 3.1 事件分類表

一般事件	事故、施工、散落物、路面損毀、故障車、火災、積水、傷病、危險物品事故、軍事管制、特勤。
壅塞事件	壅塞。
天候事件	濃霧、強風、豪雨。
管制事件	壅塞速限控制、匝道儀控、路網轉向控制。
其他事件	坍方、橋樑沉陷、空氣品質。

資料來源：國道高速公路局

事件上游 CMS 依距離事件之遠近可分為最遠 CMS、次遠 CMS 及最近 CMS，其定義如下：

1. 最近 CMS：事件上游第一個改道點 CMS
2. 次遠 CMS：事件上游第二個改道點 CMS
3. 最遠 CMS：事件上游第三個改道點 CMS

改道點 CMS 包括主線交流道、系統交流道前及地方道路上 CMS；非改道點 CMS 則包括收費站前、服務區內 CMS。非改道點 CMS 之顯示內容需與非改道點下游之最鄰近改道點 CMS 之顯示內容相同。

顯示個數原則是依據事件嚴重程度，及是否位於都會區路段，如事故為較嚴重之程度，則啟動較多 CMS 個數。本研究根據輸出控制變數事故嚴重程度的等級來區分，共分成五個等級，依照不同等級的嚴重程度來加以控制 CMS 顯示的個數及內容如下表所示。

表 3.2 CMS 顯示個數表

嚴重程度等級				
很輕微	輕微	普通	嚴重	很嚴重
顯示 事件上游 最近 CMS	顯示 事件上游 最近 CMS 次遠 CMS	顯示 事件上游 最近 CMS 次遠 CMS	顯示 事件上游 最近 CMS 次遠 CMS 最遠 CMS	顯示 事件上游 最近 CMS 次遠 CMS 最遠 CMS

### 3.2 CMS 顯示流程

突發事故的發生並無時間及地點的特性，事故發生後，除了搶救傷患為首要外，障礙物的排除對於車流的恢復也極為重要，適當的事故資訊提供給用路人，不但可消除用路人因為等待而煩躁的心情，並可提早反應擁塞路段及避免二次事故的產生，減少事故對車流的影響。

如何減少事故所帶來的衝擊及避免影響持續擴大，妥善而迅速的事故處理系統是提升高速公路運轉效率重要的課題之一，針對車禍或物品掉落等所引發的非重現性擁擠（non-recurrent congestion），傳統的事件偵測多以人工巡邏、公務車或用路人主動通報等方式來偵測事件的有無，隨著科技的進步，利用電腦、電子、通訊、控制等的整合孕育而出的電子式自動偵測系統，儼然已經成為高速公路智慧化不可或缺的一環。

當突發事故發生時，經由傳統方式或是自動偵測的方式得知事故訊息後，交控中心除了在第一時間通報相關救護及處理單位到達現場外，同時也應將事故資訊顯示於 CMS 顯示幕上，其顯示流程如下圖所示。



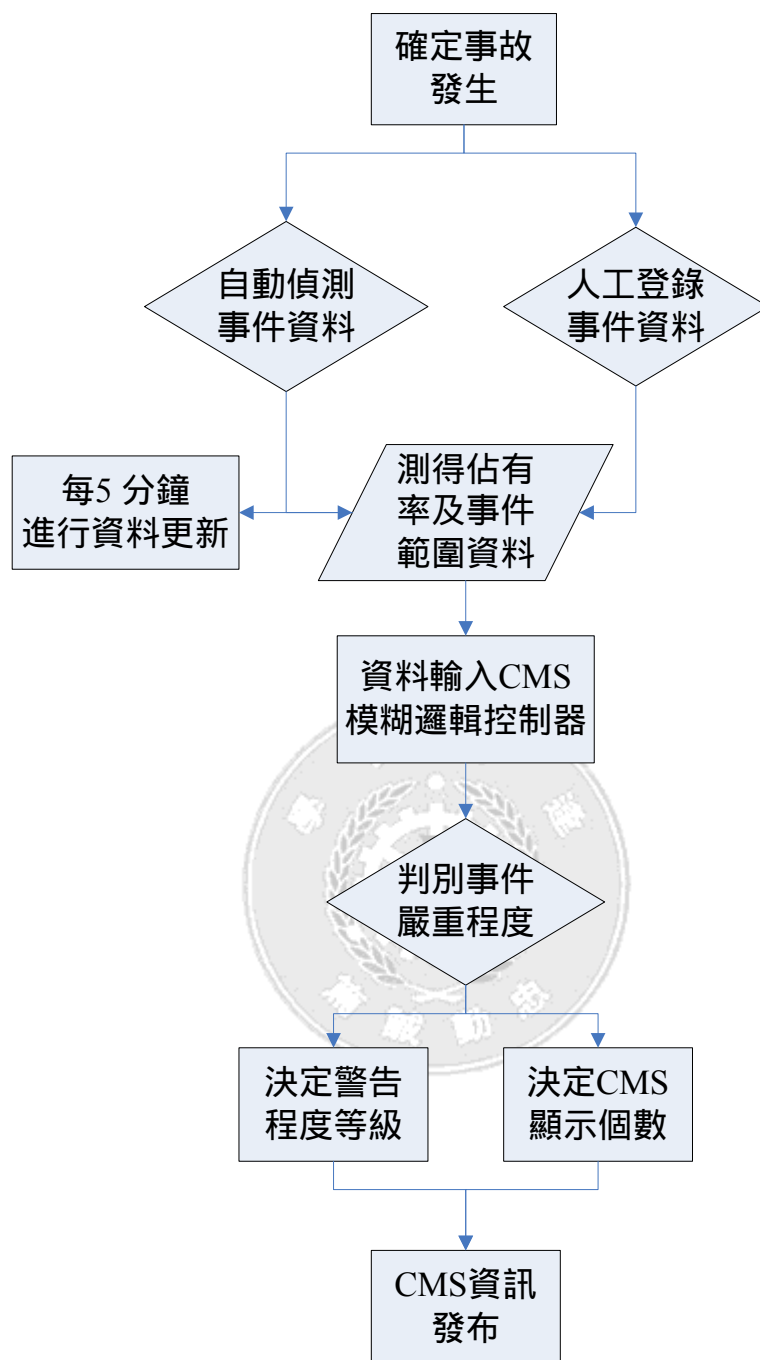


圖 3.3 CMS 內容顯示流程圖

### 3.3 設置地點及資訊發布時機

本研究蒐集國內、外相關文獻及設置規則，根據不同顯示形式之 CMS，彙整出其應設置之地點，並將其整理如表 3.3 所示。

表 3.3 CMS 設置地點

資訊顯示形式	設置地點
文字訊息	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 高速公路主線中途</li> <li>2. 收費站/服務區前方</li> <li>3. 天候狀況不良前方</li> <li>4. 隧道入口前或隧道內</li> <li>5. 危險易肇事路段前方</li> <li>6. 高速公路交流道系統前方</li> <li>7. 具有替代道路出口匝道之上游</li> </ol>
圖文並茂	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 交流道出口上游</li> <li>2. 系統交流道前方</li> <li>3. 高速公路主線中途</li> <li>4. 具有替代道路出口匝道之上游</li> </ol>
圖形	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 交流道出口上游</li> <li>2. 系統交流道前方</li> <li>3. 高速公路主線中途</li> <li>4. 具有替代道路出口匝道之上游</li> </ol>
指示路徑及行駛時間	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 交流道出口上游</li> <li>2. 系統交流道前方</li> <li>3. 高速公路主線中途</li> </ol>

目前國內由於整體交通控制之規劃原則及策略尚未完成，因此國內 CMS 之使用狀況大多無法達到預期之效用，有關駕駛人認為最適當的資訊發布時機以全天候皆應顯示資訊，即除提供交通狀況外，其他時間應配合顯示政令宣導或是警告標語為最高，認為僅需在特殊狀況發生時再顯示資訊為次之，認為僅需在尖峰時段發布資訊者最低。

根據國內外相關研究及本文探討之原則，本研究認為 CMS 應全天候保持啟動狀態，除了用以報導特殊狀況之交通訊息外，平時亦應顯示警惕性之標語或是政令宣導之文字以提醒駕駛，規

範其良好的駕駛行為，並且可以養成駕駛習慣性閱讀，但是在文字內容的考量上應避免過多繁雜的訊息內容，或是無實質意義之宣導文字，以避免駕駛專注時間過久，而發生意外，全天候保持啟動亦可以避免用路人誤認為設備故障，對於管理者而言，也可以很清楚的判斷出設備啟動的狀態，對於有故障的設備可進行即時的維修及保養。

而在顯示內容之需求項目，參考國內外 CMS 所提供之資訊研究【2】【17】，分別可列出 9 項的資訊內容，調查駕駛人對各項資訊之需求程度並據以排列資訊顯示之優先順序，如表 3.2 所示。

表 3.4 資訊內容發布優先順序表

優先順序	資訊內容
1	全車道封閉訊息
2	改道建議
3	事故事件警告訊息
4	一般事件警告訊息
5	天候事件警告訊息
6	管制訊息
7	壅塞警告事件
8	其他訊息
9	配合政令之宣導或勸導標語

### 3.4 資訊可變標誌內容顯示

國道高速公路上之資訊可變標誌，其主要之功用在於當突發狀況或是事故發生時，可以透過交控中心的控制，即時的將相關訊息透過 CMS 顯示幕警告前方的駕駛，在內容上除了告知事故的類型、位置以及所產生的影響外，還可以依照不同事故的類型及嚴重程度來引導駕駛應該採取何種行動，例如：靠外側車道行駛、改道或是降低速度等。

目前高速公路主線路段之 CMS 型式依排字數大致分為「 $2 \times 8$ 」及「 $1 \times 12$ 」兩種；地方連絡道交流道入口前之 CMS 型式為「 $3 \times 6$ 」。由於用路人在駕駛行進間可判讀之時間甚短，因此，CMS 顯示的內容應力求簡單易懂，且同質性之事件資訊詞彙應具一致性。其顯示內容可以依照其需求或是 CMS 的形式而有許多類型的訊息內容，主要應包含地點敘述、事件陳述、影響程度、建議策略。

CMS 提供之資訊，主要由下列四項要素組合構成，顯示順序為：

1. 地點敘述：事件發生之地點陳述及補充，主要標示路段地名或里程數等明確之地點，如楊梅-中壢、楊梅路段、中壢戰備道、楊梅收費站、新竹出口、69-56km、69.5km、62km、62km 內（中內）側（車道）、62km 外（中外）側（車道）...等。
2. 事件陳述：事件發生原因或狀況描述，如車多、壅塞、事故、施工、大雨、濃霧、10-16 時、...等。
3. 影響程度：事件對整體交通之影響，如封閉內側（中內）車道、封閉外側（中外）車道、封閉外側路肩、佔用內（外）側車道、回堵 1 公里、旅行延滯時間等...。
4. 建議策略：道路管理者對用路人之建議事項、管制措施，或其他補充事項，如請改道、改走國道一號、禁止變換車道、開放外側路肩、暫行路肩、暫停路肩、暫停收費、高乘載管制、請開頭燈、保持安全間距、...等。

所謂旅行的延滯時間在本研究之定義為，當高速公路主線上某路段區間發生突發事故時，駕駛者從第一改道點 CMS 到通過此事故所在位置之路段區間所增加的旅行時間，其旅行延滯時間的計算方式如下所示：

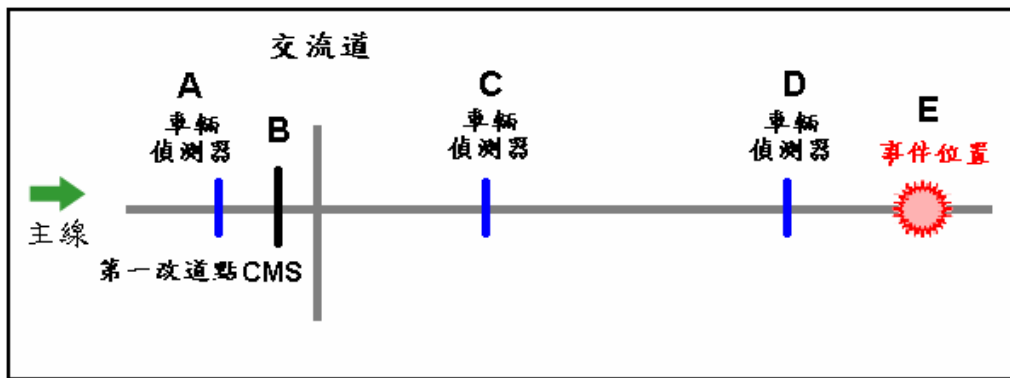


圖 3.4 事件位置示意圖

利用 A、B、C 車輛偵測器收集的車流資料，可得知事件發生前，位於第一改道點 CMS 前之車輛偵測器 A 點的平均速度 (km/h)  $A_s$ ，將  $A_s$  作為 B 點的平均速度，以及事件發生後第一改道點 CMS 與事件之間各個車輛偵測器所測得的平均速度 (km/h)  $A_s'$ 、 $B_s'$ 、 $C_s'$  (每五分鐘進行一次更新)，在得知事故的所在位置後，便可計算出  $\overline{BC}$ 、 $\overline{CD}$ 、 $\overline{DE}$  以及  $\overline{BE}$  的距離 (km)，最後根據以下的公式便可計算出事件影響之旅行延滯時間。

$$\text{Delay(分鐘)} = \left[ \left( \frac{\overline{BC}}{A_s'} + \frac{\overline{CD}}{C_s'} + \frac{\overline{DE}}{D_s'} - \frac{\overline{BE}}{A_s} \right) \right] \times 60 \quad (3.1)$$

依據不同性質之事件及 CMS 佈設地點、路況或特殊情形等狀況，從上述四項要素中選擇適當之詞彙組合，顯示用路人所需接收之即時資訊或道路管理者所需提供用路人之相關管制訊息，如表 3.5。

表 3.5 資訊可變標誌內容顯示詞彙組合參考

事件	發生地點	事件陳述	影響程度	建議策略
故障車	地名 (+車道) 里程 (+車道)	故障車	回堵 延滯時間	減速慢行 靠外側車道
車禍事故	地名 (+車道) 里程 (+車道)	事故	回堵 車道封閉 延滯時間	請改道 靠外側車道
物品散落	地名 (+車道) 里程 (+車道)	物品散落	回堵 車道封閉	請改道 暫行路肩

			延滯時間	減速慢行
施工改道	地名區間 里程區間 里程 (+車道)	施工 移動性施工	封閉 回堵	請改道 暫行路肩 靠右行駛
天候不良	地名區間 里程區間 交流道 收費站	大雨 濃霧 颱風	封閉	請開頭燈 保持安全間距 暫停路肩 暫停收費
交通安全 宣導		○月○日		交管措施

資料來源:本研究彙整【8】、【18】

資訊可變標誌內容，如須顯示建議改道訊息時，則須檢核由資訊交換所得知平面替代道路速率，當替代道路速率高於主線下游路段速率時，則顯示改道訊息，否則，僅顯示事件種類、地點等內容，而不顯示改道訊息。選擇不同之訊息顯示是由事件上游路況及事件嚴重程度二項因素所決定。若上游路況或事件嚴重程度未知，則顯示警告訊息。訊息選擇依據詳下表：

表 3.6 CMS 警告訊息程度表

		壅塞程度(五分鐘之佔有率)%		
		少	普通	多
事故範圍	小	最遠 CMS = 無 次遠 CMS = 無 最近 CMS = 警告	最遠 CMS = 無 次遠 CMS = 警告 最近 CMS = 警告	最遠 CMS = 無 次遠 CMS = 警告 最近 CMS = 建議改道
	中	最遠 CMS = 無 次遠 CMS = 警告 最近 CMS = 警告	最遠 CMS = 無 次遠 CMS = 警告 最近 CMS = 建議改道	最遠 CMS = 警告 次遠 CMS = 建議改道 最近 CMS = 建議改道
	大	最遠 CMS = 無 次遠 CMS = 警告 最近 CMS = 建議改道	最遠 CMS = 警告 次遠 CMS = 建議改道 最近 CMS = 強制改道	最遠 CMS = 警告 次遠 CMS = 建議改道 最近 CMS = 強制改道

### 1. 警告訊息

警告訊息僅告知用路人事件訊息而不做任何改道建議，最遠 CMS 應顯示事件地點、事件種類及阻斷車道；次遠 CMS 應顯示事件地點里程數、事件種類及阻斷車道；最近 CMS 應顯示「前方」、事件種類、阻斷車道及建議行動(靠外側、減速慢行)。

### 2. 建議改道訊息

顯示建議性語氣改道訊息，最遠 CMS 應顯示事件地點、事件種類及阻斷車道及建議改道訊息；次遠 CMS 應顯示事件地點里程數、事件種類、阻斷車道及建議改道訊息；最近 CMS 應顯示「前方」、事件種類、阻斷車道及改道訊息。

### 3. 強制改道訊息

以強制性的語氣顯示改道訊息，最遠 CMS 應顯示事件地點、事件種類、全部車道封閉及改道訊息；次遠 CMS 應顯示事件地點里程數、事件種類、全部車道封閉及改道訊息；最近 CMS 應顯示「前方」、事件種類、全部車道封閉及強制改道訊息。

為了考慮到駕駛人的閱讀時間、反應時間以及顯示幕的字數限制，管理者可以依其需求及顯示幕的顯示方式來對於資訊內容作一調整，擇其重要的關鍵字句來顯示以符合易讀性及易理解性之原則。

## 第四章 研究方法

### 4.1 介紹模糊邏輯控制

模糊邏輯控制提供一種演算法則，可將包含了專家知識的語言控制策略，轉換成自動控制策略，他能夠用來表現一些無法明確定義的模糊性概念，尤其是人類語言特有的模糊現象。因此模糊邏輯控制是一種易於控制、容易掌握的非線性控制器。模糊邏輯控制是一種以if-then 推理規則庫為基礎之專家人工智慧控制系統，是利用推理規則庫將輸入訊息（inputs）轉換為明確輸出訊息（crisp outputs）以用來控制與決策。由於FLC僅需定出知識庫(即規則庫及資料庫)後，即可進行控制，不需要建構模式及設計求解的方法，因此特別適用於無法以單純數值方法或數學模式加以求解的複雜問題。惟如果專家在進行系統控制時，必須考量的決定性因素過多，將會導致邏輯規則過多而難以挑選，因此FLC的狀態變數不宜過多，一般以三個內較為適當，而控制變數則一般為一個居多。

對具模糊性之問題進行推論，是無法以精確的數字作運算得出最佳決策，因此，利用模糊邏輯的方式及專家的知識與經驗所建構成的知識庫，對現行狀態進行模糊推論，以推論出對應的控制策略，也就是模糊邏輯控制的概念，而模糊邏輯控制之基本模型，如圖 4.1 所示。



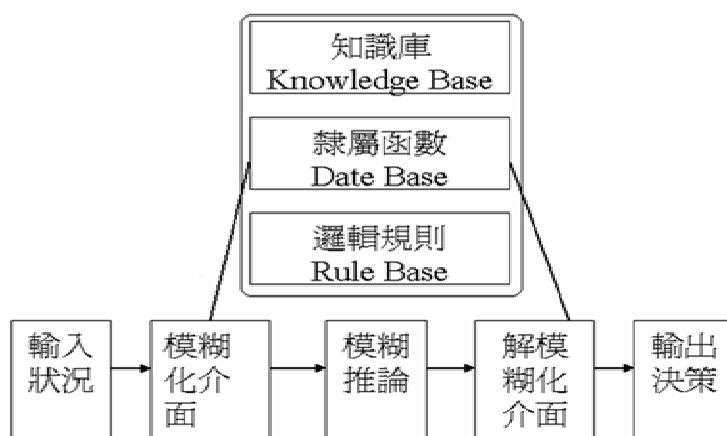


圖 4.1 模糊邏輯控制基本模型

#### 4.1.1 模糊邏輯控制之主要核心

##### 1. 知識庫(Knowledge Base)

包括資料庫及控制規則庫(隸屬函數、邏輯規則)，其中資料庫儲存必要的變數資料，使模糊控制器能判定輸入變數在模糊集合的定義，而控制規則庫則放置專家經驗規則。

##### 2. 隸屬函數 (membership function)

各狀態變數與控制變數之語意值 (linguistic values) 均有其一定型態之隸屬函數，據以映射明確數值隸屬於各語意值之隸屬度。一般來說，常見的隸屬函數為梯型、三角形、高斯型等如圖 4.2-圖 4.4 所示。

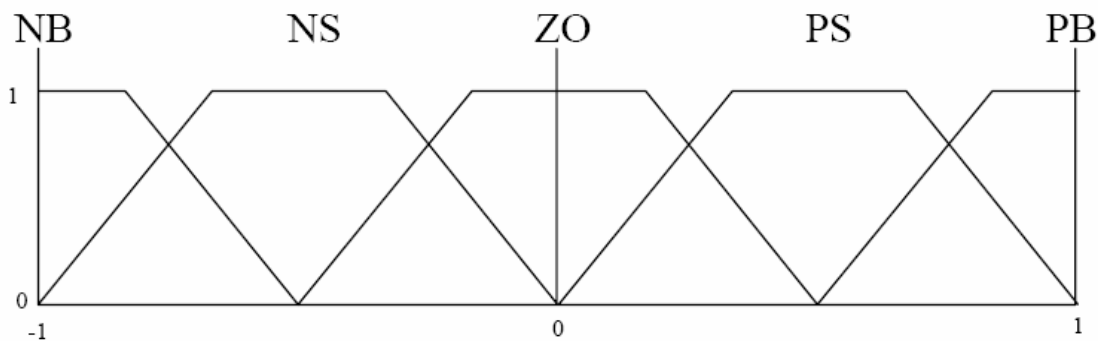


圖 4.2 梯形模糊隸屬函數圖

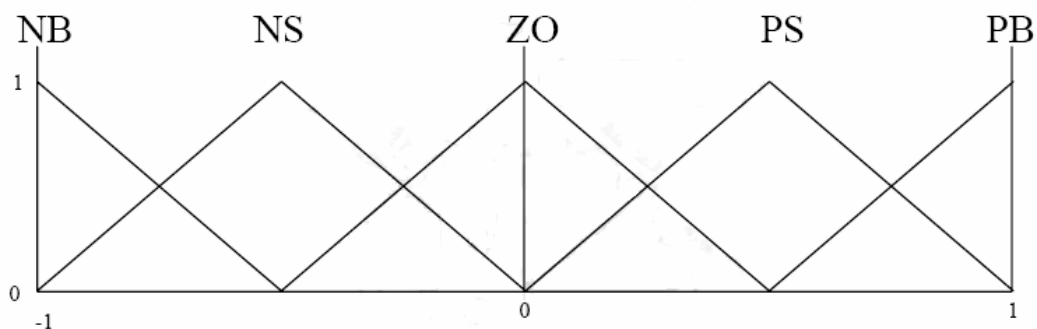


圖 4.3 三角形模糊隸屬函數圖

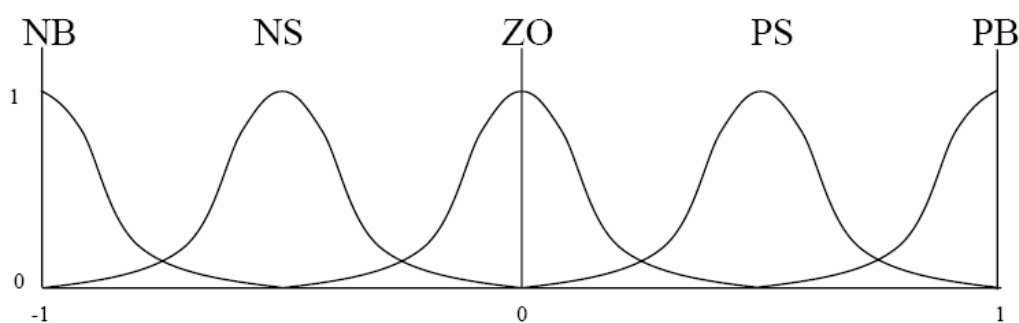
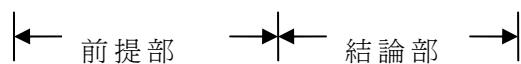


圖 4.4 鐘形模糊隸屬函數圖

### 3. 邏輯規則 (logic rules)

一般多以 if-then，此種語意陳述的條件法則來表示。通常每個 FLC 均由有限之 if-then 規則所建構，各規則所組合之結果即成為邏輯規則庫之推論機制。

是 if-then 的推理規則，表示方式為：



規則一：IF x is A1 and y is B1 THEN z is C1

規則二：IF x is A2 and y is B2 THEN z is C2

:

規則 n：IF x is An and y is Bn THEN z is Cn

#### 4. 模糊推論 (fuzzy inference)

即是一種在判斷句中敘述的概念不明確時，所進行的推理方式，推理邏輯為「甲小則乙大」，其中「小」與「大」是用模糊集合來表示的語言變量的值。在現存的邏輯規則下，進行模糊理論之合成運算方式。一般來說採用之方式為最大-最小合成法、最大乘積合成、最大邊界積合成、最大激烈積合成... 等等如圖 4.5 所示。

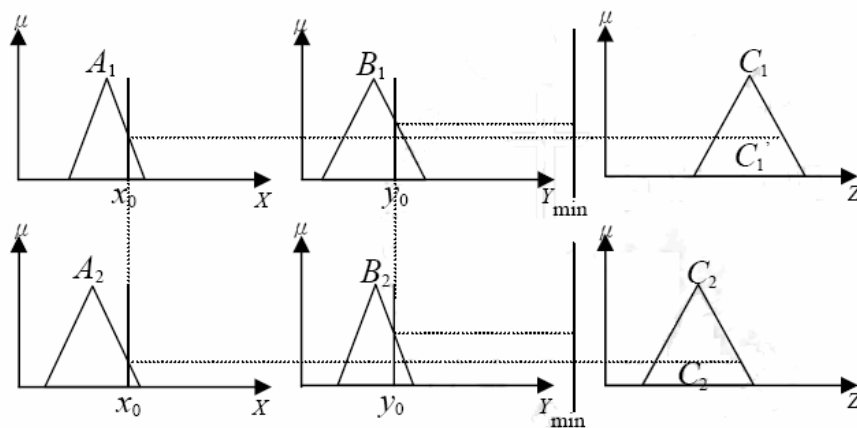


圖 4.5 Max-Min 合成法推論過程

#### 5. 解模糊化 (defuzzifier)

將各邏輯規則經由模糊合成運算所得到之模糊結果轉為一明確輸出值。一般常用之解模糊化方法有重心法、加權平均法、面積法、最大隸屬度法... 等如圖 4.6 所示。

$$(1) \text{ 重心法: } y'_{COG} = \frac{\int y_i \mu_i(y_i) dy_i}{\int \mu_i(y_i) dy_i} \quad (4.1)$$

$$(2) \text{ 加權平均法: } y'_{WA} = \frac{\sum_{i=1}^m \mu_i y_i}{\sum_{i=1}^m \mu_i} \quad (4.2)$$

(3) 面積法：

$$y'_{\text{AREA}} = \frac{\sum_{i=1}^m A_i y_i}{\sum_{i=1}^m A_i} \quad (4.3)$$

$y'$ : 解模糊化後之明確輸出結果

$\mu_i$ : 第  $i$  條規則之歸屬值

$y_i$ : 第  $i$  條規則之推論模糊數之中心值

$A_i$ : 第  $i$  條規則推論結果所為的面積

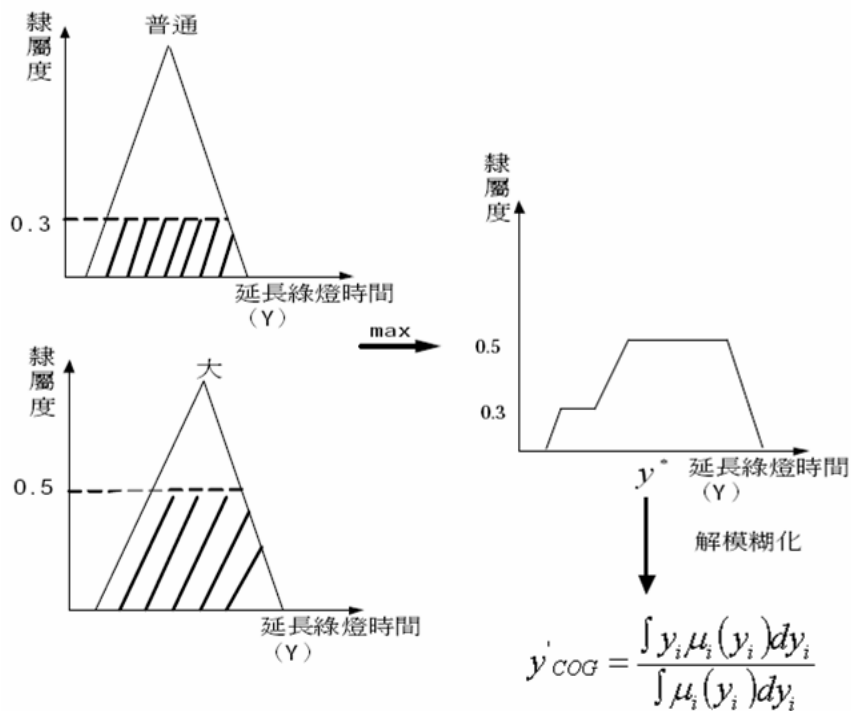


圖 4.6 解模糊化過程圖-以重心法為例

## 4.2 設計模糊邏輯控制器(FLC)

資訊可變標誌乃是一種程式化的交通管理設施，其透過文字來傳達各項動態的控制或警告訊息給道路使用者，藉以增進道路使用率，並減低意外事故。本研究之目的乃是希望藉由相關交通管理人員以及專家的經驗法則及對於各狀態變數之認知，來設計高速公路上可變訊息標誌之模糊邏輯控制器。在高速公路上，一個突發事故發生時，會因為種種的因素而導致車流速度變慢或

是阻塞，甚至會造成二次事故的發生，增加相關處理人員救援時的困難度，因此將事故資訊透過資訊可變標誌告知前方的駕駛者是必須且重要的。因為事故的發生所造成的交通影響主要為交通延滯，因此本研究參考過去文獻及目前交控中心的作法，將會造成交通延滯的主要兩個因素作為輸入變數，其一為事件所阻隔的車道數以及長度，其二為擁塞程度(車輛佔有率)。將事故造成的影響範圍以及此路段的車輛佔有率作為設計 FLC 之輸入變數，而將影響車流的嚴重程度作為輸出變數，來設計規劃可變標誌系統在事故發生時所應顯示之指示內容資訊。其設計 FLC 之過程可依下列六個步驟加以操作：

1. 選擇 FLC 的輸出與輸入變數
2. 建構規則庫
3. 將模糊認知數量化
4. 設計模糊推理機制
5. 選擇解模糊化的方式
6. 測試與調校

#### 4.2.1 輸出及輸入變數隸屬度建立

為達到良好的結果，必須針對模糊控制器之輸入與輸出變數，將其劃分為適當數量的分割區域。也就是選擇適當的模糊變數(Fuzzy Variables)，以涵蓋輸入與輸出的分佈空間。對於三個輸入狀態變數：車輛佔有率、事件阻斷車道比例、事件影響長度，一個輸出控制變數：影響車流的嚴重程度，我們分別定義輸入變數三種不同程度的模糊集合，輸出變數五種不同程度的模糊集合，對於每一個變數，我們選擇適當的隸屬函數(Membership Function)。其說明如下：

佔有率：佔有率是指一時段內，某一路段被車輛佔據時間的百分比。通常測量時利用埋在地面下的線圈式感應偵測器，一般長度為二米左右。其估計式如下：

$$O = \frac{100 \sum_{i=1}^N T_i}{H} \quad (4.4)$$

其中  $O$  = 佔有率(%)

$T_i$  = 車輛  $i$  在偵測感應區的時間

$H$  = 資料蒐集時間

根據過去文獻【6】，本研究以事件上游偵測器所偵測到的每5分鐘的車輛佔有率作為此區段擁塞程度的界定並且將其分割為三個區段如下：

1. 沒有擁塞： 5分鐘之佔有率  $\leq 19\%$
2. 輕微擁塞：  $19\% < 5\text{分鐘之佔有率} \leq 24\%$
3. 中等擁塞：  $24\% < 5\text{分鐘之佔有率} \leq 39\%$
4. 嚴重擁塞：  $39\% < 5\text{分鐘之佔有率}$

當突發事件發生時例如：故障車、肇事事務、掉落物等，其影響的範圍勢必會對於車流造成阻塞的現象，而且其事件面積的大小除了直接影響到了處理人員的處理時間，也間接的影響到了交通延滯的時間。事件影響的範圍可區分為阻斷的車道數(橫向影響)以及影響長度(縱向影響)如圖 4.7 所示，且對於影響車流的程度有所差異，因此本研究將其分為兩個影響輸入變數，分別說明如下。

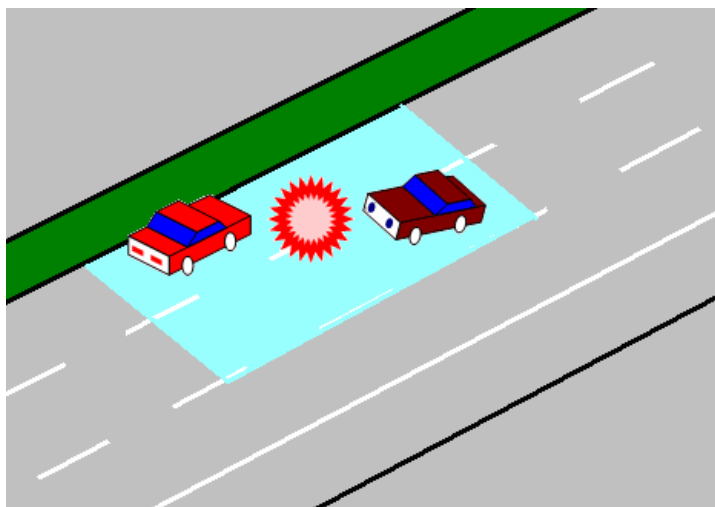


圖 4.7 事件影響範圍示意圖

事件阻斷車道比例：由於國內高速公路各路段之車道數不盡相同，因此當某路段發生事件時，所造成的阻斷車道數比例會隨著此路段的總車道數而有所差異，其所帶來的影響車流程度也相對的不同，因此本研究利用事件阻斷車道比例(%)來作為一輸入狀態變數。

事件影響長度：突發事件的發生，其影響的範圍不僅有橫向的影響，其事件的縱向範圍對於車流之行進也會造成相當的影響，因此輸入變數除了上述的佔有率和阻斷車道比例外，本研究另外加入了事件影響長度作為本模糊邏輯控制器的輸入狀態變數。

事故影響車流程度：本研究將事故影響車流的程度區分為五個等級，事故影響指數為 0~100，管理者可以依據不同的影響等級，作為 CMS 顯示個數以及警示訊息內容的選擇，其五個等級的分割區域如下所示。

1. 很輕微：  $0 < \text{影響指數} \leq 20$
2. 輕微：  $20 < \text{影響指數} \leq 40$
3. 普通：  $40 < \text{影響指數} \leq 60$
4. 嚴重：  $60 < \text{影響指數} \leq 80$
5. 很嚴重：  $80 < \text{影響指數} \leq 100$

最後將其輸入狀態變數及輸出控制變數之語意等級整理如下：

輸入變數語意描述：

- 車輛佔有率 - {少、普通、多}
- 阻斷車道比例 - {小、中、大}
- 事件影響長度 - {短、中、長}

輸出變數語意描述：

影響車流程度 - {很輕微、輕微、普通、嚴重、很嚴重}

在此系統中本研究採用三角型隸屬函數，基本上，各個不同之輸入變數與輸出變數可以有不同的分布區域或數量之模糊變數與隸屬函數。這基本上是由設計者自行決定，在本研究中輸入變數及輸出變數隸屬度之定義本研究利用專家訪談法，根據交通控制管理人員之經驗法則以及文獻【2】【6】【8】之論述，將上述各變數分割區域的界定將其定義如下所述：

5分鐘之車輛佔有率(%)的隸屬度定義為：

佔有率(%) 少 =  $\text{Triangular}(0,0,24)$

佔有率(%) 普通 =  $\text{Triangular}(19,24,39)$

佔有率(%) 多 =  $\text{Triangular}(24,39,39)$

阻斷車道比例(%)的隸屬度定義為：

阻斷車道比例(%) 小 =  $\text{Triangular}(0,25,50)$

阻斷車道比例(%) 中 =  $\text{Triangular}(25,50,75)$

阻斷車道比例(%) 大 =  $\text{Triangular}(50,75,100)$

事件影響長度的隸屬度定義為：

事件影響長度(m) 短 =  $\text{Triangular}(0,5,15)$

事件影響長度(m) 中 =  $\text{Triangular}(5,15,25)$

事件影響長度(m) 長 =  $\text{Triangular}(15,25,25)$

輸出事故影響車流程度的隸屬度定義為：

很輕微 =  $\text{Triangular}(0,0,25)$

輕微 =  $\text{Triangular}(0,25,50)$

普通 =  $\text{Triangular}(25,50,75)$

嚴重 =  $\text{Triangular}(50,75,100)$

很嚴重 =  $\text{Triangular}(75,100,100)$

圖4.8為由輸入及輸出變數的隸屬函數其中(a)為輸入變數事件影響面積隸屬函數(b)為輸入變數車輛佔有率隸屬函數(c)為輸出變數事故影響車流嚴重程度隸屬函數。



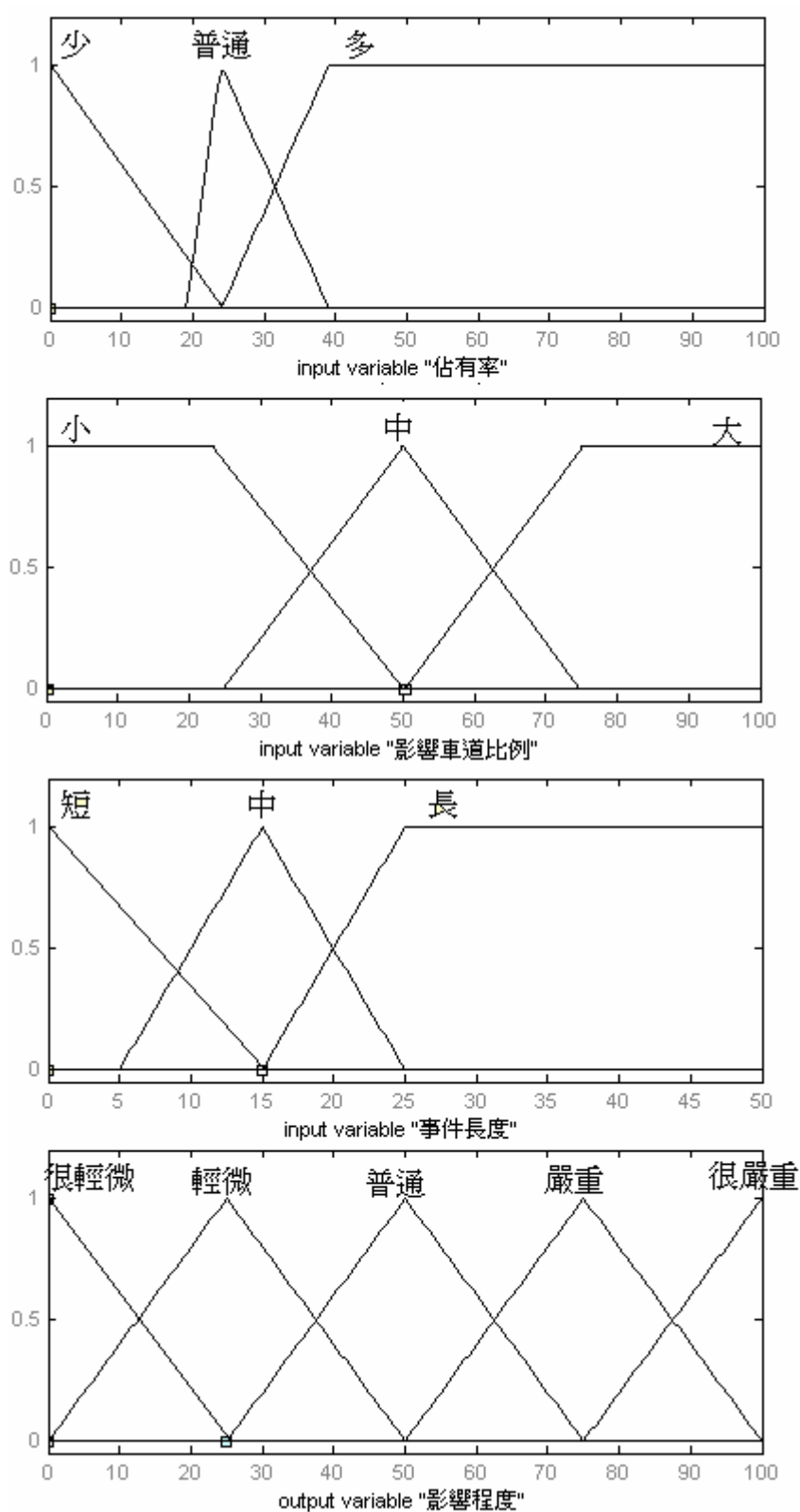


圖 4.8 輸入及輸出變數的隸屬函數

### 4.2.2 模糊化

模糊化與人類語言的曖昧及不精準性有關係，它是把精準的量測值經由正規化(Normalization)的步驟，轉換到輸入變數相對應之論域中，再經由所定義的歸屬函數，將其轉化成合宜的模糊化語言變數，也就是歸屬度以供模糊推論使用。

在本系統中，輸入變數為車輛佔有率和事故影響範圍，我們從車輛偵測器及閉路攝影機所偵測到的車流相關數據及事故影響的車道數及長度，轉換為車輛占有率多、普通、少；阻斷車道比例大、中、小；事件影響長度長、中、短等模糊語句。

### 4.2.3 建立 FLC 規則庫

模糊規則是由專家寫成的控制規則，此規則是以口語項寫成，一般控制規則多以"IF... ,THEN..."陳述法來表示。此方式使得專家的經驗和知識能夠容易的和控制法則作結合。綜合來說，規則的產生一般主要有三種：

- (1)根據操作員的控制行為訂定。
- (2)由專家的經驗知識獲得。
- (3)根據控制系統的特性訂定。

在本研究中，我們根據交控中心之管理人員解釋，事故發生後所造成的影響範圍大小將會直接的影響事故清除的時間，以及造成交通阻塞，而隨著事故的發生，也會造成主線車量佔有率的增加，這兩項因素都會直接影響車流行進，產生延滯時間，其中事件影響範圍，本研究根據其影響程度的不同，又將其區分為橫向的車道阻斷以及縱向的影響長度。因此本研究對於 5 分鐘之車輛佔有率、阻斷車道比例以及事件影響長度各選用三種程度的模糊集合，由於各狀態變數及語意等級均為有限個數，故潛在規則(potential rules)的數量亦屬有限，在本研究中，共有三個輸入狀態變數，各有三個語意等級，故以前件部而言，潛在規則共有  $3 \times 3 \times 3 = 27$  條，各規則依專家意見決定其控制策略(即控制變數之語意等級)，推論出的 27 條控制規則如下表 4.1。

表 4.1 系統模糊規則

If 佔有率=多 and 車道寬=大 and 長度=長 then 影響程度=很嚴重
If 佔有率=多 and 車道寬=大 and 長度=中 then 影響程度=很嚴重
If 佔有率=多 and 車道寬=大 and 長度=短 then 影響程度=嚴重
If 佔有率=多 and 車道寬=中 and 長度=長 then 影響程度=很嚴重
If 佔有率=多 and 車道寬=中 and 長度=中 then 影響程度=嚴重
If 佔有率=多 and 車道寬=中 and 長度=短 then 影響程度=普通
If 佔有率=多 and 車道寬=小 and 長度=長 then 影響程度=嚴重
If 佔有率=多 and 車道寬=小 and 長度=中 then 影響程度=普通
If 佔有率=多 and 車道寬=小 and 長度=短 then 影響程度=輕微
If 佔有率=普通 and 車道寬=大 and 長度=長 then 影響程度=很嚴重
If 佔有率=普通 and 車道寬=大 and 長度=中 then 影響程度=嚴重
If 佔有率=普通 and 車道寬=大 and 長度=短 then 影響程度=普通
If 佔有率=普通 and 車道寬=中 and 長度=長 then 影響程度=嚴重
If 佔有率=普通 and 車道寬=中 and 長度=中 then 影響程度=嚴重
If 佔有率=普通 and 車道寬=中 and 長度=短 then 影響程度=輕微
If 佔有率=普通 and 車道寬=小 and 長度=長 then 影響程度=普通
If 佔有率=普通 and 車道寬=小 and 長度=中 then 影響程度=普通
If 佔有率=普通 and 車道寬=小 and 長度=短 then 影響程度=輕微
If 佔有率=少 and 車道寬=大 and 長度=長 then 影響程度=嚴重
If 佔有率=少 and 車道寬=大 and 長度=中 then 影響程度=普通
If 佔有率=少 and 車道寬=大 and 長度=短 then 影響程度=普通
If 佔有率=少 and 車道寬=中 and 長度=長 then 影響程度=普通
If 佔有率=少 and 車道寬=中 and 長度=中 then 影響程度=普通
If 佔有率=少 and 車道寬=中 and 長度=短 then 影響程度=輕微
If 佔有率=少 and 車道寬=小 and 長度=長 then 影響程度=輕微
If 佔有率=少 and 車道寬=小 and 長度=中 then 影響程度=很輕微
If 佔有率=少 and 車道寬=小 and 長度=短 then 影響程度=很輕微

#### 4.2.4 選擇解模糊化的方式

解模糊化剛好和模糊化相反，解模糊化是將模糊邏輯推論後的模糊變數換算成實際的操作量表現出來。解模糊化的方法有許多如：重心法(Center of Gravity)、中心平均法(Center Average)、

最大高度法 (Max of Grade)、高度法 (Height)、最大值法 (Maximum)、與面積法 (Area Method) 等。在本研究中我們採用重心法來得到模糊結果。重心法是針對各觸動規則計算其重心，再加以加權求解總整後的重心位置，其公式如下：

$$y'_{COG} = \frac{\int y_i \mu_i(y_i) dy_i}{\int \mu_i(y_i) dy_i} \quad (4.5)$$

其中  $y'_{COG}$  為 FLC 經重心法解模糊化後之明確輸出結果， $\mu_i$  第  $i$  條規則之歸屬值， $y_i$  第  $i$  條規則之推論模糊數之中心值。

#### 4.2.5 模擬模式程式測試

經過了上述的步驟後，最後本研究利用 MATLAB 程式裡的 Fuzzy Logic Toolbox 來進行模糊邏輯控制器的計算及測試，其狀態變數的輸入步驟以及測試的過程如下：

##### 1. 選定輸入狀態變數的個數

本研究選定兩個輸入狀態變數及一個輸出控制變數

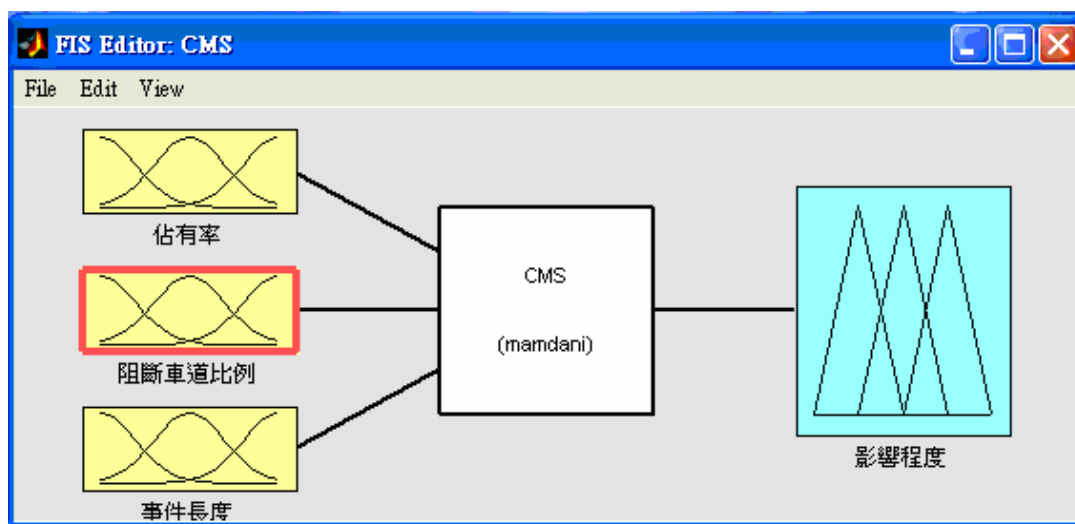


圖 4.9 選定變數個數視窗

## 2. 選擇解模糊化的方式

本研究選用重心法(centroid)為解模糊化的方式



圖 4.10 選擇解模糊化視窗

## 3. 輸入及輸出變數隸屬函數的設定

本研究採用三角型隸屬函數作為輸入輸出變數的隸屬函數，其分割區間如圖所示。

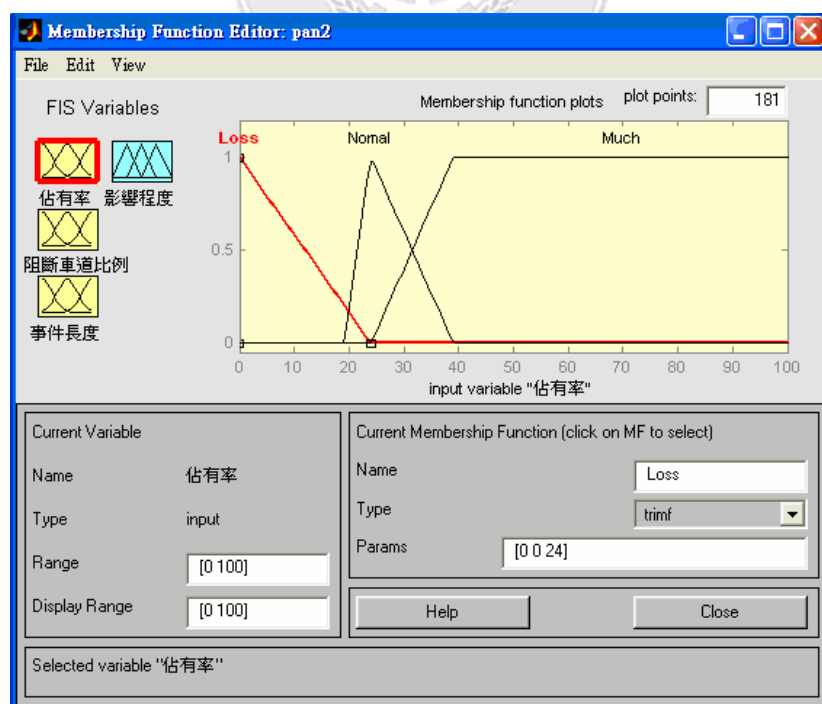


圖 4.11 佔有率隸屬函數設定視窗

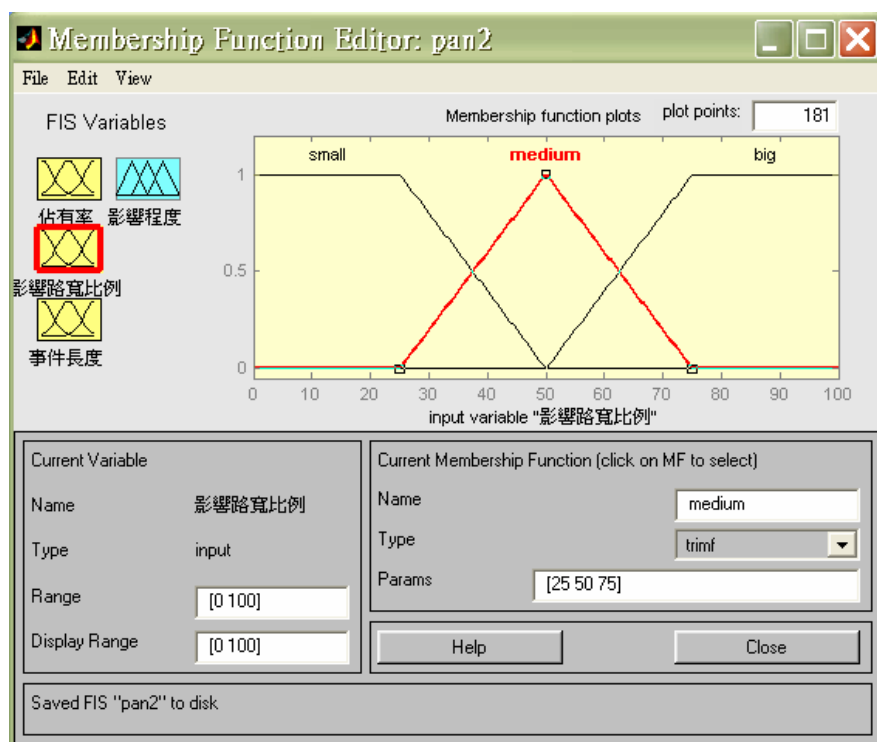


圖 4.12 阻斷車道比例隸屬函數設定視窗

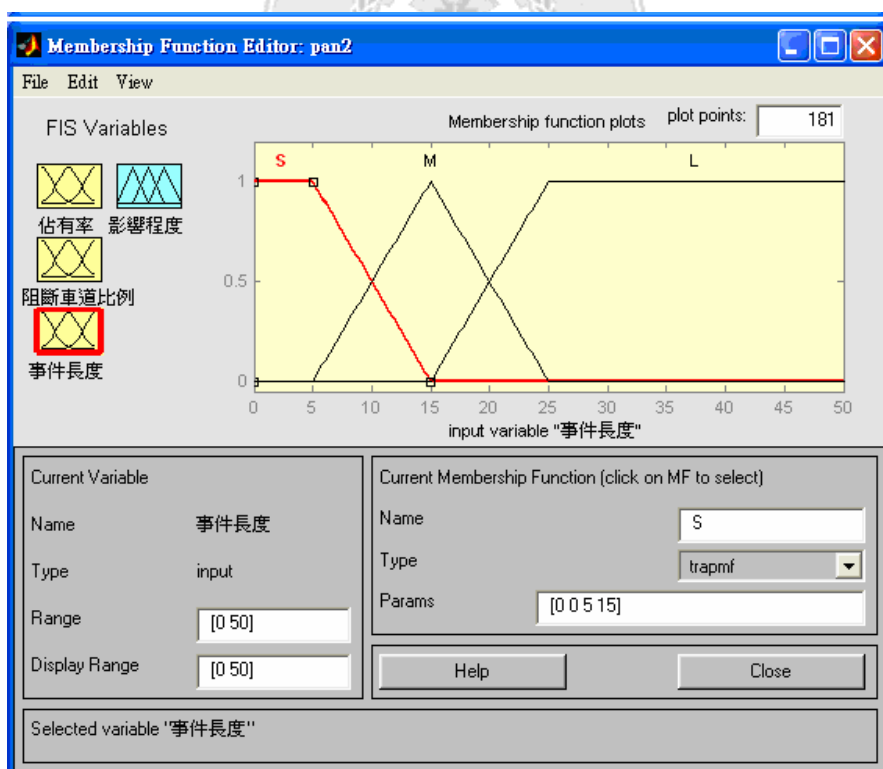


圖 4.13 事件影響長度隸屬函數設定視窗

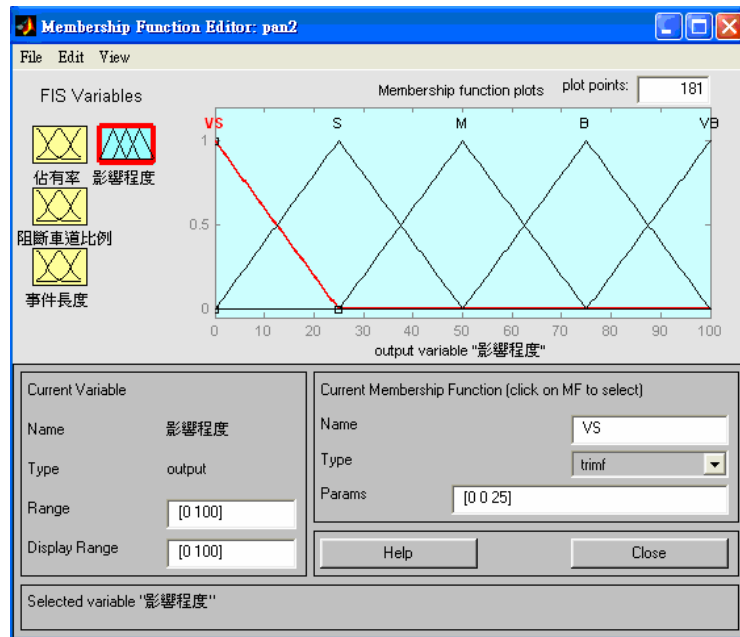


圖 4.14 影響車流嚴重程度隸屬函數設定視窗

#### 4. FLC規則庫的建立

本研究共有三個狀態變數，各有三個語意等級，故推論出 27 條控制規則。

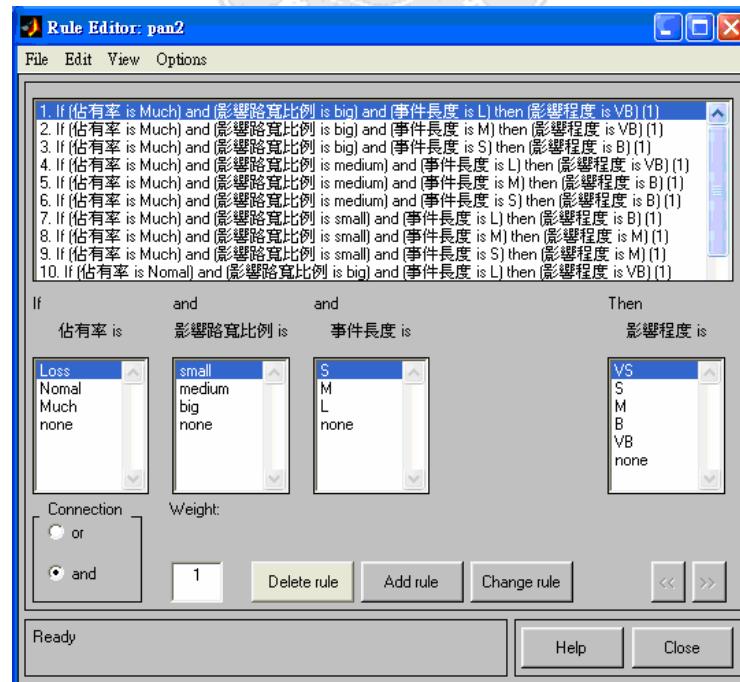


圖 4.15 FLC 規則庫

### 5. 輸入測試DATA以求解輸出變數

依據模糊邏輯理論步驟，求出模糊邏輯的輸出數值事件影響車流之影響指數，由此值推算嚴重程度等級。輸入三個狀態變數的data，經過FLC的計算求解出結果。如下列簡例所示，當我們輸入佔有率 = 15%、阻斷車道比例 = 50%、事件影響長度10公尺，經過了FLC規則庫的計算，求解出輸出控制變數影響車流程度指數為37.5，影響車流嚴重等級屬於「輕微」。

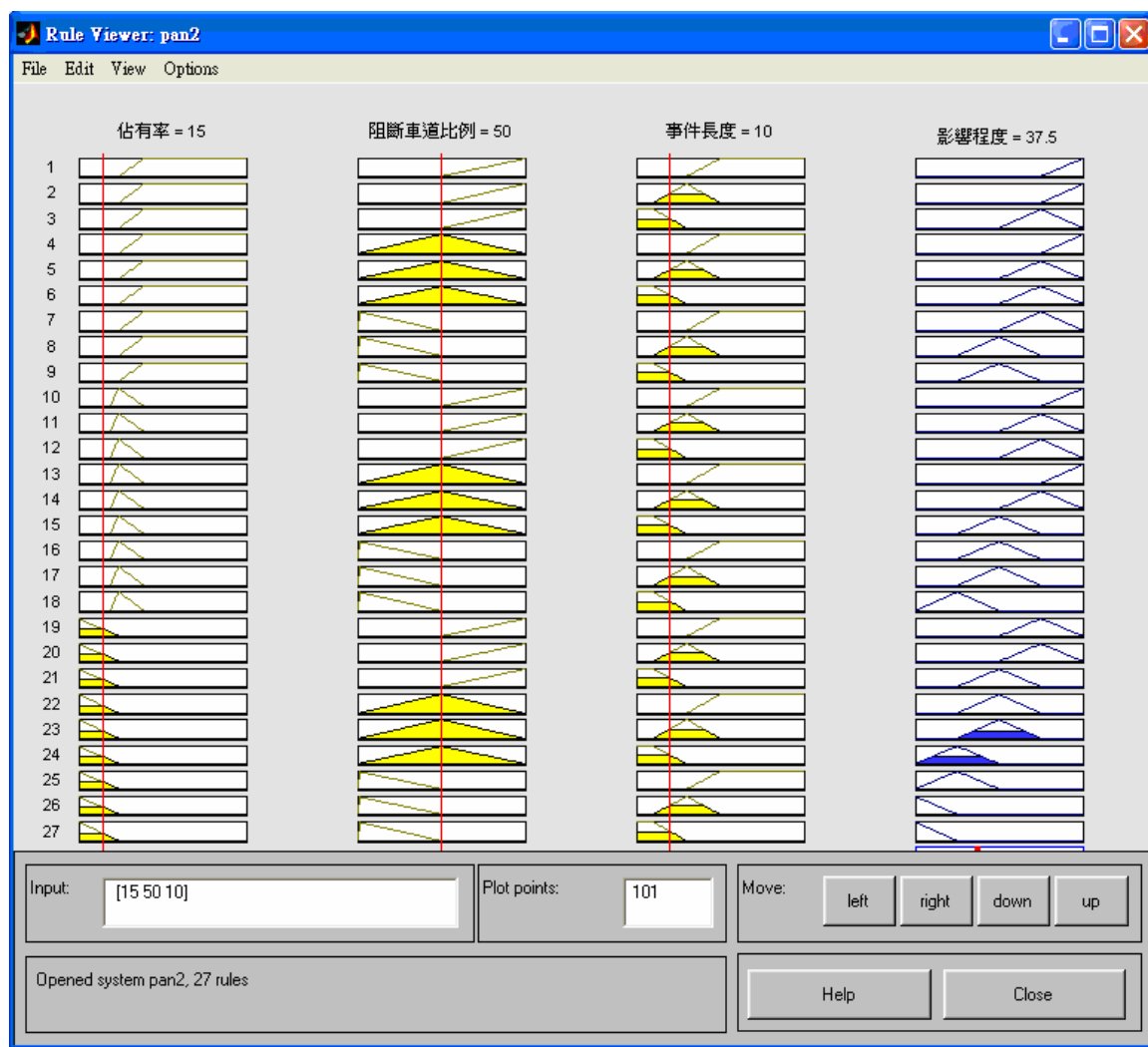


圖 4.16 輸出結果視窗

經過 FLC 計算求得影響車流嚴重等級後便可依據前述的 CMS 顯示原則來決定 CMS 顯示的個數以及警告程度。



## 第五章 簡例測試

### 5.1 簡例背景說明

本研究選取中區交控中心轄區之國道一號路段，北起台中系統交流道南至王田交流道作為簡例事件發生的範圍，以下分別就此路段的事件偵測範圍以及目前 CMS 桿架的設置現況作一說明。

#### (一) 事件偵測路段

控制路段內之事件偵測路段為：

(1) 台中系統交流道～王田交流道間：里程 165K+500～189K+500

下表為此區域各路段的車道數設置狀況

表 5.1 車道數設置狀況表

國道一號路段	方向	車道數	路肩
苗栗－三義	南/北	3	1
三義－台中系統	南/北	3	1
台中系統－員林	南/北	3	1

#### (二) 目前 CMS 之佈設狀況

目前中區所佈設之 CMS 其設置的地點及數量如下表所示

表 5.2 中區資訊可變標誌表

序號	設備編號	方向	路線	統一里程	車道	類別及備註事項
1	CMS01	北	國道一號	169+105	3	懸臂式
2	CMS02	南	國道一號	173+070	3	懸臂式
3	CMS03	北	國道一號	175+600	3	懸臂式
4	CMS04	南	國道一號	177+470	3	懸臂式
5	CMS05	北	國道一號	199+750	3	懸臂式

由於目前此路段CMS之佈設與本研究上述之設置原則不符，且略顯不足。因此本研究建議此路段所設置之CMS之數量及地點如下表所示，下表僅列出往北方向之CMS設置桿架位置及所在里程數。

表 5.3 建議CMS之設置地點表(北上方向)

序號	設備編號	方向	路線	統一里程	車道	備註事項
1	CMS01	北	國道一號	190.5	3	王田交流道前1公里
2	CMS03	北	國道一號	183	3	南屯交流道前1公里
3	CMS05	北	國道一號	180.3	3	台中交流道前1公里
4	CMS07	北	國道一號	175.7	3	大雅交流道前1公里
5	CMS09	北	國道一號	169.5	3	豐原交流道前1公里
6	CMS11	北	國道一號	167.2	3	台中系統交流道前1公里

根據上表，將其與國道主線以及交流道之相關位置以簡圖表現如下。

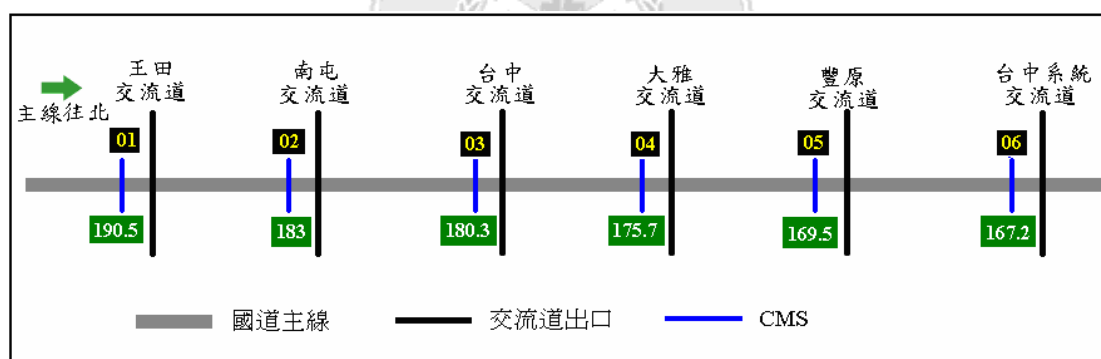


圖 5.1 CMS 位置示意圖

## 5.2 事件敘述

本研究選取國道中山高速公路台中路段作為本次簡例測試的範圍，並且假設了「車禍」事故的事件情境作為本次研究中CMS之顯示事件種類，以下將針對其發生的地點、影響面積以及事件上游偵測器所收集到的車流資料作一合理的假設，作為本次CMS模糊邏輯控制器的顯示簡例測試。

## (一) 事件發生地點：

本研究假設此車禍事故發生在台中交流道與大雅交流道間，北上路段177Km處。其事件發生地點示意圖如下所示：

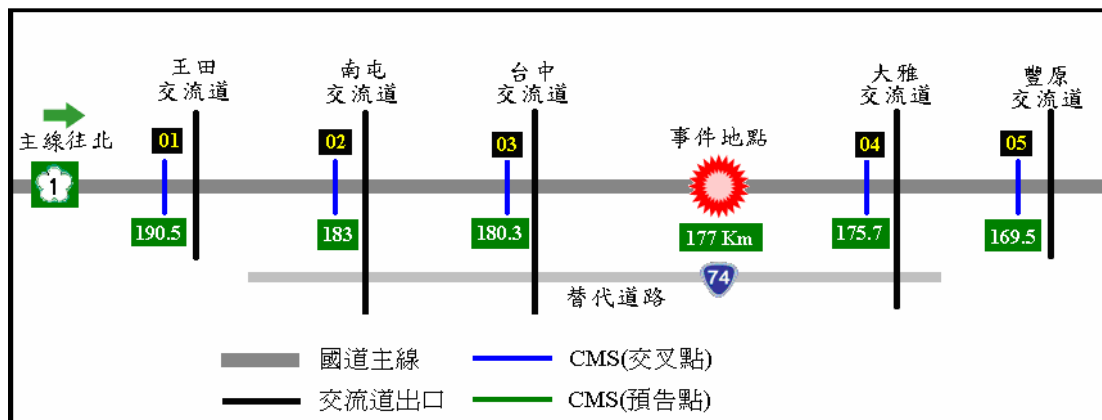


圖 5.2 事件位置示意圖

## (二) 上游佔有率及影響範圍

根據事件上游車輛偵測器所偵測到的佔有率資料，以及事件處理人員所回報的事件面積，作為輸入變數。由於CMS之顯示資訊每五分鐘需進行更新，因此在事件相關輸入變數資料收集時，也必須每五分鐘進行資料的更新，本研究所假設的事件相關資料如下表所示每五分鐘進行一次資料更新。

表 5.4 事件輸入變數資料表

偵測時間 (每五分鐘進行更新)	事件 種類	事件阻斷 車道比例(%)	事件影響 長度(公尺)	上游佔有率% (每5分鐘)
14:32	車禍	50	15	37
14:37	車禍	50	15	42
14:42	車禍	50	10	39
14:47	車禍	25	10	27
14:52	車禍	25	5	15
14:57	無	0	0	7

### (三) 影響車流等級

將其輸入變數之資料代入CMS模糊邏輯控制器以計算出此事件影響車流的嚴重程度等級，並且根據不同的影響等級來啟動CMS之顯示個數以及資訊內容。

表 5.5 FLC輸入、輸出變數表

輸入變數 阻斷車道比例 (%)	輸入變數 事件影響長度 (公尺)	輸入變數 佔有率 (%)	輸出變數 影響指數	影響車流 等級
50	15	37	70.7	嚴重
50	15	42	75	嚴重
50	10	39	62.5	嚴重
25	10	27	37.5	輕微
25	5	15	19.1	很輕微
0	0	7	0	無

由上表可知此事件影響車流等級隨著時間的改變而有所更改，剛開始發生事件時，由於處理人員未開始進行處理，因此事件面積最大，其阻斷的車道數比例最大以及事件影響長度最長，且佔有率也慢慢的在增加中，此時的影響等級為「嚴重」，但是經過了處理人員的處理，事件範圍慢慢變小，佔有率也隨之降低，因此的影響等級為「輕微」與「很輕微」，最後事件解除。

根據FLC所輸出的結果，可提供管理人員作為啟動CMS個數以及資訊內容所應顯示的警告訊息之依據，由以上所計算出的事件影響等級，可列出所應顯示的CMS個數及警告內容如下表所示。

表 5.6 CMS 啟動表

時間	影響車流 等級	啟動 CMS 個數	設備 編號	警告訊息 程度
14:32~14:47	嚴重	最遠 CMS	01	警告訊息
		次遠 CMS	02	警告訊息
		最近 CMS	03	改道訊息
14:47~14:52	輕微	次遠 CMS	02	警告訊息
		最近 CMS	03	警告訊息
14:52~14:57	很輕微	最近 CMS	03	警告訊息
14:57 以後	無	無	—	無

## (四) 旅行延滯時間

表 5.7 各 VD 所偵測到之平均速率表

時間	VD 編號	VD 位置	車流平均速度(Km/hr)
14:27 (事故發生前)	C	178.2 K	90
	B	179.1 K	95
	A	180.4 K	93
14:32 (事故發生)	C	178.2 K	11
	B	179.1 K	30
	A	180.4 K	75
14:37	C	178.2 K	8
	B	179.1 K	13
	A	180.4 K	55
14:42	C	178.2 K	10
	B	179.1 K	15
	A	180.4 K	35
14:47	C	178.2 K	22
	B	179.1 K	35
	A	180.4 K	50
14:52	C	178.2 K	35
	B	179.1 K	52
	A	180.4 K	83

利用 A、B、C 車輛偵測器收集的資料，可得知事件發生前 A 點的平均速度(km/h) $\overline{As}$ ，以及事件發生後個別的平均速度(km/h) $\overline{As'}$ 、 $\overline{Bs'}$ 、 $\overline{Cs'}$  (每五分鐘進行一次更新)，在得知事故(D 點)的所在位置為 177K 後，便可計算出  $\overline{AD}$ 、 $\overline{AB}$ 、 $\overline{BC}$  以及  $\overline{CD}$  的距離(km)，最後根據以下的公式便可計算出事件影響之旅行延滯時間。

表 5.8 各路段距離表

路段	距離 KM
$\overline{AD}$	3.4
$\overline{AB}$	1.3
$\overline{BC}$	0.9
$\overline{CD}$	1.2

將上表中各VD所偵測到的車流平均速率代入以下式子

$$\text{Delay(分鐘)} = \left[ \left( \frac{\overline{AB}}{\overline{As'}} + \frac{\overline{BC}}{\overline{Bs'}} + \frac{\overline{CD}}{\overline{Cs'}} - \frac{\overline{AD}}{\overline{As}} \right) \right] \times 60 \quad (5.1)$$

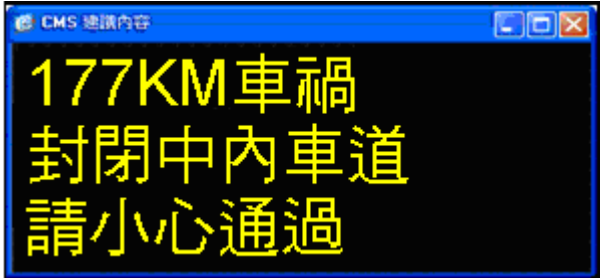
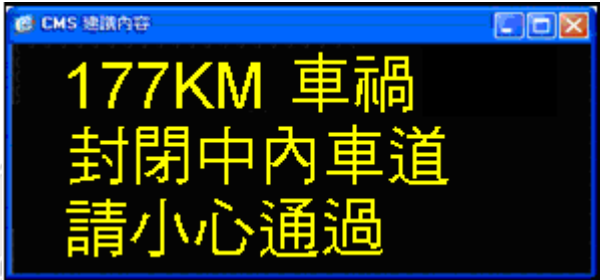
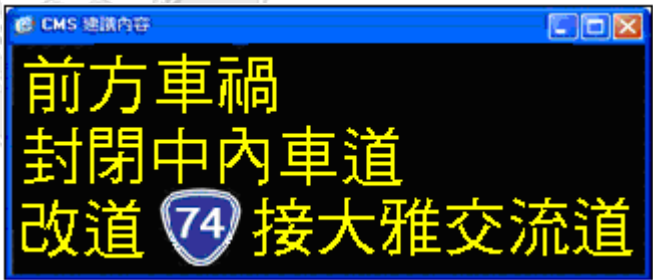
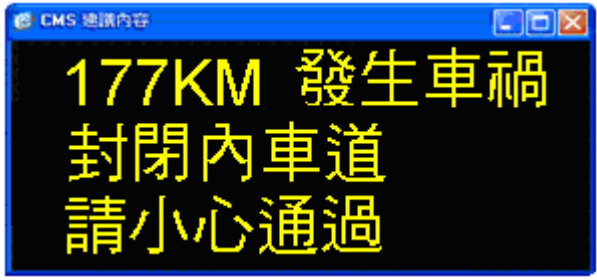
表 5.9 各時段之旅行延滯時間

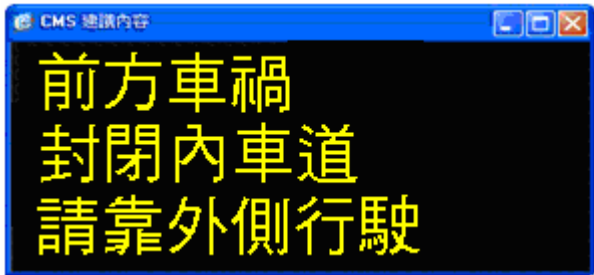
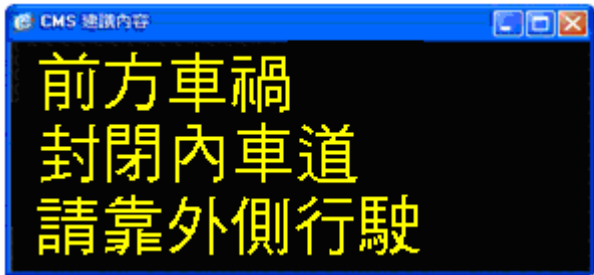
時間	旅行延滯時間
14:32	約 8 分鐘
14:37	約 13 分鐘
14:42	約 11 分鐘
14:47	約 5 分鐘
14:52	約 3 分鐘

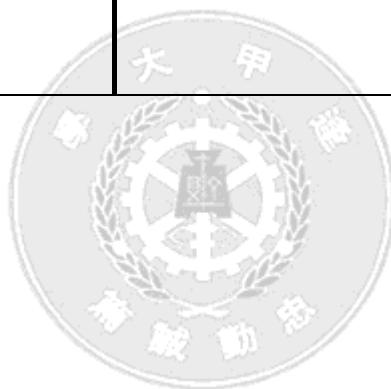
### 5.3 CMS顯示內容

根據以上所收集及計算之事件資訊，啟動各CMS以及其所對應之顯示資訊內容如下表所示。

表 5.10 CMS顯示內容

時間	啟動 CMS 設備編號	顯示內容
14:32~14:47	01 (最遠 CMS)	
	02 (次遠 CMS)	
	03 (最近 CMS)	
14:47~14:52	02 (次遠 CMS)	

	03 (最近CMS)	
14:52~14:57	03 (最近CMS)	
14:57以後	—	





## 第六章 結論與建議

### 6.1 結論

1. 本研究參考國內外文獻回顧以及國內資訊可變標誌之設置現況，研擬出資訊可變標誌之設置及顯示原則，並對於其顯示內容歸納出四點顯示重點，包括：地點敘述、事件陳述、影響程度以及建議策略。
2. 應用模糊理論中之模糊邏輯控制可幫助資訊可變標誌內容資訊之構建及釐清，避免因過度倚賴規劃人員之判斷與裁量，而影響資訊可變標誌之效用。
3. 經由 CMS 模糊控制器的計算所產生的輸出結果，可界定此事故影響車流之嚴重程度，並可依照不同的影響等級，來決定 CMS 的顯示個數、警告訊息的程度以及顯示內容，以提供駕駛人更完整的事故相關訊息。
4. 當突發事件發生時，藉由事件上游車輛偵測器所回傳的車流資料，可計算出此事件所增加的旅行延滯時間，經由 CMS 之顯示，提供用路人事件所造成的旅行延滯時間相關訊息。
5. 當事件發生時，經由 CMS 顯示原則，可決定是否建議使用者改道的指示訊息，進而有效降低事件對於車流的影響程度，增加路網間的替代性。
6. 當高速公路主線發生突發事故時，以 CMS 之路徑導引策略，來指引駕駛人改道行駛於平面的平行替代道路上；使駕駛人可改由鄰近之交流道進出高速公路，以平衡整個高速公路走廊路網上之交通量，加速擁塞路段的疏通。

## 6.2 建議

1. 建議未來可以利用其他的人工智慧方法來驗證本CMS控制器的準確性其效用。
2. 對於目前CMS之最適設置數量未作一完整之探討，建議未來之研究可利用工程經濟來對於其成本及效益面作一深入的研究，進而規劃出CMS之設置數量。
3. 可於後續研究來探討CMS顯示幕的顯示格式及何種顯示方式，對於用路者而言，在易視性、可辨識性、易理解性等都可以得到最大的效用。
4. 本研究目前僅是針對國道高速公路之CMS之規劃設計及顯示原則，建議未來之相關研究可加入平面道路以及匝道前之CMS相關規劃原則，以符合整體路網的CMS顯示原則及概念。
5. 政府及相關規劃管理單位應加強宣導CMS之功能及顯示資訊之意義，一方面可以幫助民眾認識CM及瞭解其內容所要傳達的涵義，另一方面可以建立民眾對於CMS之信賴感及尊重，以提升CMS之效用。
6. 修改相關的可變標誌設置規則及法令建立良好的設計典範以符合目前國內對於CMS之需求。
7. 未來可變標誌之相關顯示內容可與車上GPS顯示幕作一連線提供駕駛最新的交通即時資訊。

## 參考文獻

1. 交通部台灣區國道高速公路局  
[http://www.freeway.gov.tw/02\\_01\\_03.asp](http://www.freeway.gov.tw/02_01_03.asp)。
2. 中華顧問工程司，民國 90 年，「國道高速公路局中區交通控制系統工程特定條款」，交通部國道高速公路局。
3. 台北市政府交通局，民國 81 年，「資訊可變標誌規範手冊」，台北市政府。
4. 陳澤澎、陳金源，民國 82 年，「發光二極體室外顯示幕可信賴度研究」，交通部國道新建工程局研究報告。
5. 張銘聰，民國 82 年，「應用模糊專家系統於公車即時調度作業之研究」，成功大學交通管理研究所碩士論文。
6. 曾信忠，民國 82 年，「模糊理論應用於高速公路事件偵測之研究」，國立中央大學土木工程研究所碩士論文。
7. 交通部，民國 83 年，道路交通標誌標線號誌設置規則，交通部、內政部。
8. 林豐福，民國 86 年，「資訊可變標誌運用於交通管理策略之研究」，交通部運輸研究所報告。
9. 吳健生，民國 88 年，「編訂公路交控工程設計手冊」，交通部國道新建工程局研究報告。
10. 莊建宏，民國 90 年，「自動化交通監控系統」，國立台灣師範大學資訊教育研究所碩士論文。
11. 陳耀茂，民國 91 年，「模糊理論」，五南圖書出版公司。
12. 李克聰等人，民國 92 年，「地理資訊系統（GIS）於道路指示標誌系統之規劃設計」，交通部科技顧問室委託。
13. 陳拓榮，民國 92 年，「模糊邏輯應用於疲勞辨識系統」，大葉大學車輛工程學系碩士論文。
14. 陳永森，民國 92 年，「危險性自動化製程設備安全即時偵測與監控之研究」，逢甲大學自動控制工程學系碩士論文。
15. 李允中、王小璠、蘇木春，民國 92 年，「模糊理論及其應用」

- 全華科技圖書股份有限公司。
16. 簡聰敏，民國 93 年，「影像伺服追蹤及鏡頭控制系統之研製」，國立彰化師範大學工業教育學系碩士論文。
  17. 美國奧勒岡州運輸部，(2002)「高速公路可變標誌系統指導原則」。
  18. McCoy、Pesti，(1999)，「CMS 發展指導方針」，美國內布達斯州公路部門。
  19. Benson, B. G.(1996),“Motorist Attitude about Content of Variable message signs”. Transportation Research Record, No. 1550,PP48-57
  20. Chatterjee, K. et.( 2002 )Driver response to Variable message sign information in London. Transportation Research Part C,Vol.10,Issue 2,pp 149-169
  21. Dudek, C. L. (1997),Variable Message Signs, NCHRP Synthesis 237.National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington, D. C.,U.S.A .
  22. Garvey, P. M., and Mave, D .J.(1996),“Variable message sign visibility,” Report FHWA-RD-94-077. FHWA.
  23. Hoyer, R. and Jumar, U.(1994), “An advanced fuzzy controller for traffic lights,” Annual Review in Automatic Programming, Vol.19, pp.67-72.
  24. McCoy, P. T. and pesti, G. (1999), Changeable Message Sign Deployment Guidelines, NDOR Research Project Number SPR-PL-1(33).
  25. Niittymäki, J.(2001), “Installation and experiences of field testing a fuzzy logic controller,” European Journal of Operational Research, Vol.131, pp.273-281.
  26. Trabia, Mohamed B., Kaseko, Mohamed S. and Ande, Murali(1999), “A two-stage fuzzy logic controller for traffic signals,” Transportation Research Part C, Vol.7, pp.353-367.
  27. Wang,J.H.,Cao,Y., and Lai, C.J.(2002),“Evaluation of the

- display format of variable message signs”, Proceedings of the Fourth Asia-Pacific conference on Industrial Engineering and Management system. Taipei, Taiwan.
28. Yim, Y ,and Ygnance,J.L.(1996),“Link flow evaluation using loop detector data ; Transportation Research to variable message signs”. Transportation Research Record 1550,pp. 58-64.



## 附錄一 交通控制系統主要設備

### 1. 資料蒐集子系統：

#### (1) 車輛偵測器：

設於交流道進出口匝道、主線路段或隧道區，偵測交通量、速率、佔有率、停留時間及車種等資料傳回控制中心之中央電腦，用以處理、分析、儲存及作為交控策略之用。



埋設於高速公路路面之環路線圈



路側之車輛偵測器之終端控制器

#### (2) 天候偵測器：

分為濃霧偵測器、風力偵測器及雨量偵測器三種。依據天候分析之建議，分設於易生濃霧、強風及豪雨路段中，以作為天候突變時提醒用路人之依據。



風力偵測器

(3)閉路電視攝影機：

設於收費站、隧道及主要交流道，以監視該處之交通狀況，直接反應路況提供管理人員做為下達指令之依據之一。



閉路電視監視器



隧道內閉路電視監視器

#### (4) 坍方偵測器：

設於高速公路路測邊坡或隧道區之進出口處等挖方路段較有坍方顧慮之處，藉此可了解地質內部應力或變形情形，並掌握邊坡滑動之趨勢，以作為採取預防措施之依據。

#### (5) 空氣污染監測站：

為建立高速公路環境之背景資料，於適當地點設立空氣污染監測站，並將相關資料傳回較近之控制中心，以供查詢、分析、顯示及列印。

### 2. 通訊傳輸子系統：

#### (1) 有線電通訊子系統：

包含緊急電話系統、熱線電話系統及專用電話系統三部份。緊急電話系統於高速公路沿線兩側每一公里設置電話亭乙座，以提供駕駛人逢意外事故時，能迅速與控制中心聯絡並請求支援與協助。熱線電話系統於警察隊、工務段等重要機構設置熱線電話，使用人拿起聽筒毋需撥號即可立即通話。專線電話系統於各工務段、警察隊、收費、服務站區設置專線電話，以作為行政通話使用。

#### (2) 行動電話：

包含無線電終端機及轉播立設備等，構成無線電通訊系統。

#### (3) 隧道緊急廣播子系統：

分為廣播工作站、隧道機房設備及隧道內設備三部份。廣播工作站包括緊急廣播工作台及廣播選擇控制設備；隧道機房設備包括 FM 播放系統、播音系統、廣播控制器及監聽放大器；隧道內設備包括漏波同軸電纜、FM 中繼放大器及號角喇叭。



(4)交通專業電台：

設置播音室藉各轉播發設站及傳輸系統將製作之節目及重大交通事故播送予用路人。

(5)傳輸子系統：

包含大容量光纖、數位跳接設備及纜線等。光纖電纜具有傳輸語言、數據、影像等複合訊號之能力，其與傳統之通信設備相互溝通，可構成嚴密有效之網路。

(6)無線電通訊子系統：

於巡邏警車、養護巡邏車等車輛設置車裝式無線行線行動電話或為手提式無線。

3.控制中心及電腦處理子系統：

(1)控制中心：

控制中心為監視控制集中設置的管制中心，其主要設備包含電腦系統及其週邊設備、各子系統中央控制器、各子系統工作站、閉路電視監視器、圖誌顯示板等。

(2)電腦處理子系統：

本子系統設備分為次控制中心及分區控制中心。次控制中心之主要設備包括多功能控制器、監控操作介面設備、網路通訊設備及所包含臨近次控制中心之設備。

4.資訊通報顯示子系統：

(1)資訊可變標誌：

分為屋外型及室內型。屋外型設置於高速公路重要路段，如收費站、系統交流道、平面道路進入高速公路前及隧道入口前，其提前方路況資訊給駕駛者在行程中能夠藉資訊預先調整行程或採取必要措施，以利行車順暢；屋內型設置於高速公路沿線的休息站、服務區，以提供沿線及相關道路之路況最新資訊。



資訊可變標誌全景圖

(2)圖誌可變標誌：

設置於系統交流道前方，駕駛者依據顯示板上隨路段壅塞程度而變化之不同顏色，便可明瞭不同路段之道路交通狀況，駕駛者便可選擇適當路徑以避開交通擁擠路段。

(3)速限可變標誌：

設置於速率、天候及地形等變化較大路段及隧道區路段，以適時調節、管制不良交通路段之行車速率增進行車安全之目的。



隧道出口處速限可變標誌

(4)匝道儀控號誌：

設置於各交流道進口匝道處，其限制進入高速公路之車

輛數，避免高速公路之需求超過其容量，並保持最適當之車流密度與速度，以得到流率最大之效果。

(5)車道管制號誌：

主要設置於隧道區及特定路段。於重大事故發生時進行車道封閉、隧道封閉或調撥車道，對行進車輛限制、警告及引導，以維持安全及提高運作效率。

(6)路況查詢終端機：

設置於高速公路沿線的休息站、服務區，利用電腦畫面之觸控，查詢高速公路之最新路況及各項交通相關資訊，以作為用路人行旅決策之參考。



## 附錄二 國道高速公路沿線設置之資訊可變標誌

### 北區可變訊息標誌

序號	設備編號	方向	路線	統一里程	車道	類別及備註事項
1	CMS-N-6	北	國道三號	36+820	4	門架式 中和出口匝道前
2	CMS-N-7	北	國道三號	43+650	4	門架式 土城出口匝道前
3	CMS-N-8	北	國道三號	47+550	4	門架式 樹林收費站前
4	CMS-N-9	北	國道三號	51+490	4	門架式 三鶯出口匝道前
5	CMS-N-10	北	國道三號	55+740	4	CGS 鶯歌系統交流道前
6	CMS-N-12	北	國道三號	61+490	3	門架式 大溪埔頂隧道前
7	CMS-N-13	北	國道三號	63+660	3	門架式 大溪出口匝道前
8	CMS-N-14	北	國道三號	69+335	3	門架式 龍潭出口匝道前
9	CMS-N-15	北	國道三號	73+425	4	門架式 龍潭收費站前
10	CMS-N-16	北	國道三號	78+300	4	門架式 關西服務區入口前
11	CMS-N-17	北	國道三號	80+373	4	門架式 關西出口匝道前
12	CMS-N-19	北	國道三號	91+689	3	門架式 竹林出口匝道前
13	CMS-N-20	北	國道三號	98+573	3	門架式 危險天候不良路段
14	CMS-S-22	南	國道三號	41+615	4	門架式 土城出口匝道前
15	CMS-S-23	南	國道三號	45+685	4	門架式 樹林收費站前
16	CMS-S-24	南	國道三號	49+730	4	門架式 三鶯出口匝道前
17	CMS-S-25	南	國道三號	52+970	4	CGS 鶯歌系統交流道前
18	CMS-S-26	南	國道三號	58+985	4	門架式 大溪埔頂隧道前
19	CMS-S-28	南	國道三號	61+785	4	門架式 大溪出口匝道前
20	CMS-S-29	南	國道三號	67+230	3	門架式 龍潭出口匝道前

21	CMS-S-30	南	國道三號	69+695	4	門架式 龍潭收費站前
22	CMS-S-31	南	國道三號	75+400	3	門架式 關西服務區入口前
23	CMS-S-32	南	國道三號	76+700	*	室內型 關西服務區內
24	CMS-S-33	南	國道三號	78+185	3	門架式 關西出口匝道前
25	CMS-S-34	南	國道三號	89+078	3	門架式 竹林出口匝道前
26	CMS-S-35	南	國道三號	95+628	3	門架式 危險/天候不良路段
27	CMS-S-36	南	國道三號	99+253	2	CGS 新竹系統交流道前
28	CMS-N-1	北	國道一號	0+630	*	北上大業隧道前
29	CMS-N-2	北	國道一號	1+940	*	北上基隆交流道前
30	CMS-N-3	北	國道一號	3+170	*	北上八堵交流道前
31	CMS-N-4	北	國道一號	11+240	*	北上汐止交流道前
32	CMS-N-16	北	國道一號	43+470	*	北上林口交流道前
33	CMS-N-17	北	國道一號	50+100	*	北上桃園交流道前
34	CMS-N-18	北	國道一號	52+760	*	北上機場交流道前
35	CMS-N-19	北	國道一號	57+620	*	北上內壢交流道前
36	CMS-S-20	北	國道一號	63+300	*	北上中壢交流道前
37	CMS-S-21	北	國道一號	70+100	*	楊梅交流道口 平面道路
38	CMS-S-22	北	國道一號	70+260	*	北上楊梅交流道前
39	CMS-S-1	南	國道一號	0-090	*	中興隧道前
40	CMS-S-2	南	國道一號	0+730	*	南下基隆交流道前
41	CMS-S-3	南	國道一號	9+950	*	南下汐止交流道前
42	CMS-S-10	南	國道一號	39+780	*	南下林口交流道前
43	CMS-S-11	南	國道一號	48+100	*	南下桃園交流道前
44	CMS-S-12	南	國道一號	51+	*	南下機場交流道前

				100		
45	CMS-S-13	南	國道一號	55+620	*	南下內壢交流道前
46	CMS-S-14	南	國道一號	61+500	*	南下中壢交流道前
47	CMS-S-15	南	國道一號	68+050	*	南下楊梅交流道前
48	CMS-S-16	南	國道一號	69+000	*	楊梅交流道口 平面道路
49	CMS-E-1	東	國道二號	0+000	*	機場支線
50	CMS-W-1	西	國道二號	0+000	*	機場支線
51	CMS-N-11	北	國道三號	102+803	4	CGS 新竹系統交流道前
52	CMS-S-36	南	國道三號	107+843	3	香山交流道 出口匝道前
53	CMS-2	南	國道三號	107+843	*	懸臂式 香山平面
54	CMS-3	南	國道三號	107+843	*	懸臂式 香山平面
55	CMS-4	南	國道三號	107+843	*	懸臂式 香山平面
56	CMS-N-1	北	國道一號	92+765	2	懸臂式 竹 出口匝道 北 前
57	CMS-N-2	北	國道一號	86+500	*	室內型 湖口服務區內
58	CMS-N-3	北	國道一號	100+446	2	CGS 新竹系統交流道前
59	CMS-S-1	南	國道一號	82+845	2	懸臂式 湖 出口匝道 口 前
60	CMS-S-2	南	國道一號	86+500	*	室內型 湖口服務區內
61	CMS-S-3	南	國道一號	93+754	2	懸臂式 新竹 出口匝道前
62	CMS-S-4	南	國道一號	98+370	2	新竹系統交流道前
63	CMS-N-14-1	北	國道一號	32+000	*	懸臂式 五股平面
64	CMS-N-14-2	北	國道一號	32+010	*	懸臂式 五股平面
65	CMS-N-18-1	北	國道一號	53+620	4	CGS 機場系統交流道前
66	CMS-S-1	南	國道一號	8+800	2	CGS 共構式/汐止系統交流道前
67	CMS-S-1	南	國道一號	11+	2	門架式 汐止系統主線路

				800		段
68	CMS-S-2	南	國道一號	51+040	4	CGS 共構式/機場系統交流道前
69	CMS-S-13-1	南	國道一號	55+000	*	室內型 中壢休息站
70	CMS-S-9-1	南	國道一號	32+020	*	懸臂式 五股平面 設計里程為省道里程
71	CMS-E-1	東	國道二號	7+260	2	CGS 共構式/機場系統交流道前
72	CMS-W-1-1	西	國道二號	0+000	*	室內型 中正機場
73	CMS-E-1	東	國道二號	20+059	2	懸臂式 鶯歌系統出口前
74	CMS-E-2	東	國道二號	17+617	2	懸臂式 大湳 出口匝道前
75	CMS-W-1	西	國道二號	19+159	2	懸臂式 大湳 出口匝道前
76	CMS-W-2	西	國道二號	12+713	2	懸臂式 桃園 出口匝道前
77	CMS-W-3	西	國道二號	10+626	2	懸臂式 機場系統出口前
78	CMS-N-1	北	國道三號	13+680	3	門架式 新台五出口匝道前
79	CMS-N-2	北	國道三號	21+000J	*	懸臂式 深坑萬順寮
80	CMS-N-2	北	國道三號		*	懸臂式 深坑萬順寮
81	CMS-N-2	北	國道三號	21+699	3	門架式 木柵出口匝道前
82	CMS-N-3	北	國道三號	24+790	3	門架式 景美隧道入口前
83	CMS-N-4	北	國道三號	30+143	3	門架式 碧潭隧道入口前
84	CMS-N-5	北	國道三號	33+368	3	門架式 安坑隧道入口前
85	CMS-S-1	南	國道三號	13+000J	*	懸臂式 新台五線
86	CMS-S-2	南	國道三號	13+100J	*	懸臂式 新台五線
87	CMS-S-3	南	國道三號	14+369	3	門架式 天候不良區
88	CMS-S-4	南	國道三號	17+929	3	門架式 福德隧道入口前
89	CMS-S-5	南	國道三號	20+149	3	門架式 木柵出口匝道前

90	CMS-S-6	南	國道三號	25+704	3	門架式	新店出口匝道前
91	CMS-S-7	南	國道三號	26+800J	*	懸臂式	新店中興路
92	CMS-S-8	南	國道三號	27+200J	*	懸臂式	新店中興路
93	CMS-S-9	南	國道三號	30+110	3	門架式	安坑出口匝道前
94	CMS-S-10	南	國道三號	31+100J	*	懸臂式	新店環河快速道路
95	CMS-S-11	南	國道三號	31+120J	*	懸臂式	新店環河快速道路
96	CMS-S-12	南	國道三號	31+140J	*	懸臂式	新店中央路
97	CMS-N-3	南	國道三號		*	懸臂式	新店安康路
98	CMS-N-4	南	國道三號		*	懸臂式	新店安康路
99	CMS-S-13	南	國道三號	33+870	3	門架式	中和隧道入口前
100	CMS-S-14	南	國道三號	36+000J	*	懸臂式	中和出口匝道上
101	CMS-S-15	南	國道三號	36+020J	*	懸臂式	中和中正路
102	CMS-S-16	南	國道三號	36+040J	*	懸臂式	中和連城路
103	CMS-S-17	南	國道三號	36+060J	*	懸臂式	中和中正路
104	CMS-N-3	南	國道三號		*	懸臂式	板橋民生路
105	CMS-S-20	南	國道三號	36+120J	*	懸臂式	板橋文化路二段
106	CMS-S-21	南	國道三號	36+140J	*	懸臂式	板橋文化路一段
107	CMS-R-1	右	國道三號	4+516	2	懸臂式	萬芳出口匝道前
108	CMS-R-2	右	國道三號	1+151	2	懸臂式	台北隧道二入口前
109	CMS-R-3	右	國道三號	0+000J	*	懸臂式	基隆路三段
110	CMS-R-4	右	國道三號	0+010J	*	懸臂式	新光路二段
111	CMS-R-5	右	國道三號	0+020J	*	懸臂式	基隆路辛亥路口
112	CMS-L-1	左	國道三號	3+800J	*	懸臂式	木柵路五段
11	CMS-L-2	左	國道三號	3+	*	懸臂式	木柵路四段



3				810J		
11 4	CMS-L-4	左	國道三號	1+ 516	2	懸臂式 台北隧道一入口前

## 中、南區簡易型可變訊息標誌

序號	設備編號	方向	路線	統一 里程	車道	類別及備註事項
1	CMS01	北	國道一號	169+ 105	3	懸臂式 中區路段
2	CMS02	南	國道一號	173+ 070	3	懸臂式 中區路段
3	CMS03	北	國道一號	175+ 600	3	懸臂式 中區路段
4	CMS04	南	國道一號	177+ 470	3	懸臂式 中區路段
5	CMS05	北	國道一號	199+ 750	3	懸臂式 中區路段
6	CMS-N-1	北	國道一號	265+ 265	2	懸臂式 嘉義交流道
7	CMS-N-2	北	國道一號	394+ 544	2	懸臂式 麻豆交流道
8	CMS-N-4	北	國道一號	358+ 231	2	懸臂式 楠梓交流道
9	CMS-N-5	北	國道一號	363+ 988	2	懸臂式 鼎金系統交流道
10	CMS-S-1	南	國道一號	263+ 138	2	懸臂式 嘉義交流道
11	CMS-S-2	南	國道一號	303+ 200	2	懸臂式 麻豆交流道
12	CMS-S-3	南	國道一號	314+ 290	2	懸臂式 台南系統交流道
13	CMS-S-5	南	國道一號	348+ 430	2	懸臂式 岡山交流道

註：1.中區國道（國1、國3及國4）交控系統工程於93年10月完成後，將另新增200餘座（含服務區）。

2.南區國道（國3、國8及國10）交控系統工程完成後，將另新增約140餘座（含服務區）。