

SYNCHRO 時制分析軟體之教學與應用

何志宏¹

1. 成功大學交通管理科學系教授

聯絡電話：06-2090740，傳真：06-2090741，電子郵件信箱：chho@mail.ncku.edu.tw

摘 要

SYNCHRO 軟體乃是目前風行於國際上的一套完整的都市路網號誌時制績效分析與時制設計最佳化的優異軟體；它既可與最新的”公路容量分析手冊 HCM ”完全相容，又可與”公路容量分析軟體 HCS ”及車流模擬軟體 SimTraffic ”相互銜接來整合使用，故誠為一套不可多得的交通工程實務從業人員的有效分析工具。有鑒於國內政府單位之交通工程業務承辦人員往往必須經常面對層出不窮的市區路網交通運作績效不彰與系統號誌時制績效低落等諸多疑難課題，卻常苦無便利可用之分析評估工具起見；本課程之規劃即在於搭配其他相關之號誌時制設計課程，自 SYNCHRO 軟體之簡介開始，深入淺出的介紹 SYNCHRO 軟體的各種功能與其操作步驟，最後再以實例探討來闡述此軟體之使用方法與運算結果之輸出與呈現。

深切期望參訓學員於研習完成後，得以具備自行針對市區各類型路網的各種道路交通實務課題從事現況運作績效之分析，以及包括號誌時制最佳化設計在內之各種交通工程改善方案之模擬分析與評估的專業技能。

一、引 言

近數年來，風行國際交通工程與交通控制實務界的 SYNCHRO 軟體，乃是一套以市區號誌化路網作為分析對象之多功能先進號誌運作績效分析與時制設計軟體；其所具備之主要功能包括：

1. 單一路口/幹道/網路系統之容量分析作業
2. 單一路口/幹道/網路系統之現況服務水準分析作業
3. 單一路口/幹道/網路系統之現況號誌運作績效評估作業
4. 單一路口之號誌時制設計作業
5. 幹道/網路系統之號誌連鎖時制設計作業

SYNCHRO 軟體由於同時結合了道路容量分析、服務水準評估及號誌時制設計等多項功能，且可同時適用於市區獨立路口、幹道系統與網路系統等多種道路幾何類型，故問世迄今已廣為世界各國的交通工程師所樂用。此外，SYNCHRO 在從事號誌時制設計時，其時制最佳化目標之設定，除可沿用傳統獨立路口時制設計所常用的最小化平均延滯外，更加入了幹道續進綠燈帶寬最大化之號誌連鎖目標，同時還兼顧到路口時相設計之需要，誠屬性能多元而優異。

SYNCHRO 在實際操作使用方面，除可提供方便操作的視窗編輯式人機介面如圖 1 所示 外，亦可與即時車流模擬軟體 SimTraffic 相互結合，來展示模擬結

果；同時，SYNCHRO更可將所構建完成的路網幾何資料轉換成可與傳統模擬模式CORSIM、路網時制設計模式TRANSYT以及容量分析模式HCS等三個常用交通工程分析軟體來相互轉換使用檔案，以利使用者針對各種建議方案進行客觀性之整合分析與應用。

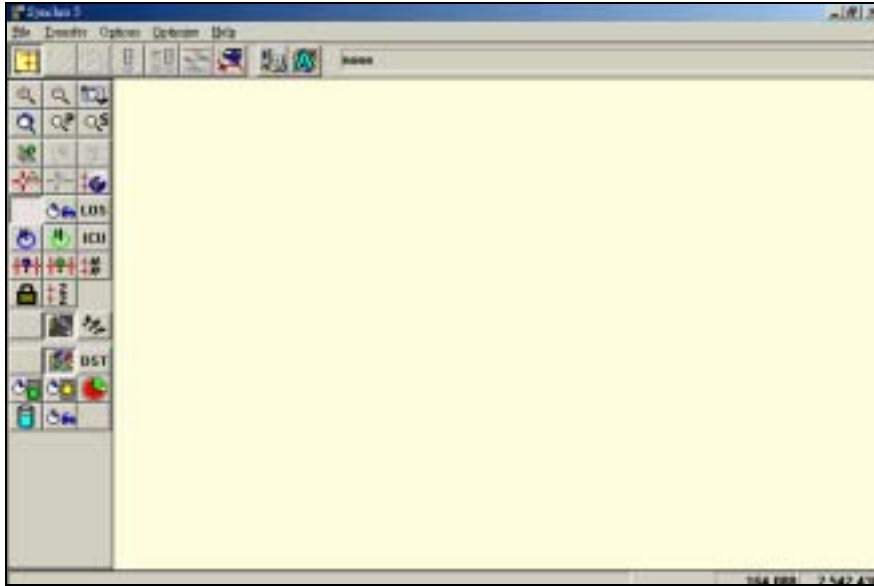


圖1 SYNCHRO軟體之視窗操作介面圖

二、SYNCHRO軟體之主要功能

以下針對SYNCHRO軟體之路網編輯及其基本輸入、輸出視窗介面作一扼要說明。

一 路網編輯

SYNCHRO軟體共可提供兩種構建新路網的方法：

- 1.手繪路網圖。係以描繪路段之方式來建立新路網，路段經連接後，可成為一處交叉路口；SYNCHRO程式之內定值為號誌化路口，但亦可透過該路口之屬性視窗，將其控制型態更改為非號誌化路口。
- 2.插入DXF地圖檔作為背景。SYNCHRO可輸入格式為DXF檔之電子地圖作為背景底圖，以供描繪出路網，如圖2所示。

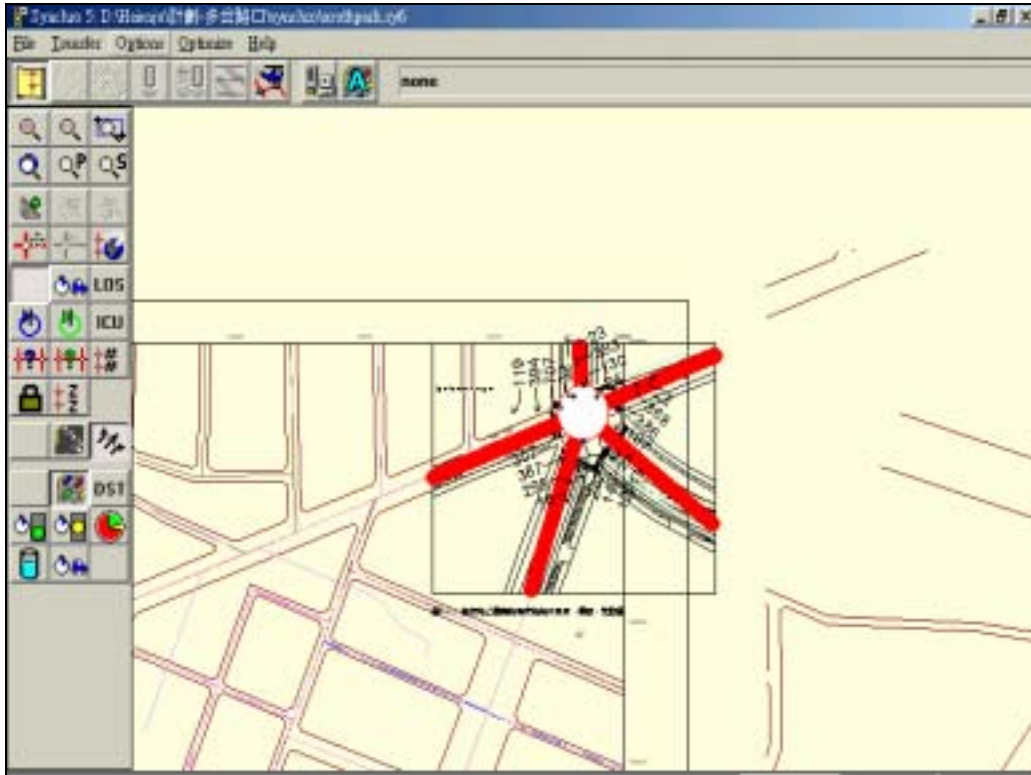


圖2 SYNCHRO與DXF圖檔之結合

當路網輸入並初步構建後，路網中各路口或路段幾何資料之增添或修改，即可經由路口及路段之屬性視窗進行編輯，如圖3與圖4所示。



圖3 路段屬性視窗

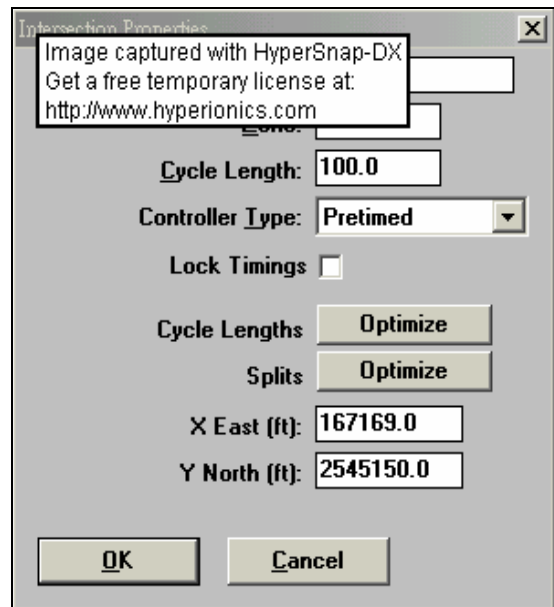


圖4 路口屬性視窗

二 路段視窗(Lane Window)

SYNCHRO之路段視窗主要是針對分析路網之車道幾何與交通條件
 例如車道配置(Lanes and Sharing)、車道寬(Lane Width)、坡度(Grade)、
 理想飽和流率(Ideal Saturation Flow)、儲車長度(Storage Length)、儲車道
 數(Storage Lane) 、總損失時間(Total Lost Time)、保護左轉(Protected Left
 Turn)之右轉因子(Right Turn Factor)、允許左轉(Permitted Left Turn)之右
 轉因子、紅燈右轉 (Right Turn on Red) 及間距因子(Headway Factor)...等
 項目 , 以簡單明瞭的方式來進行資料表單之輸入 ; 並配合各項調整係數
 的計算 , 便於使用者從事輸入資料的查核作業 , 如圖5所示。

LANE WINDOW	WBL	WBT	WBR	HBL	HBT	HBR	HBR2	SBL2	SBL	SBT	SBR	NWL2	NWL	NWR	NWR2
Lanes and Sharing (HRL)	+T			T				+T				T			
Ideal Sat. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	-	0	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-
Area Type	-	CBD		-	CBD		-	-	CBD		-	-	CBD		-
Storage Length (m)	0.0	-	10.0	10.0	-	10.0	-	-	0.0	-	0.0	-	0.0	0.0	-
Storage Lanes (H)	-	-	0	0	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Lost Time (s)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Loading Detector (m)	15.0	15.0	-	15.0	15.0	15.0	-	15.0	15.0	15.0	-	15.0	15.0	15.0	-
Trailing Detector (m)	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-
Turning Speed (km/h)	25	-	15	25	-	15	15	25	25	-	15	25	25	15	15
Lane Utilization Factor	-	0.95	-	1.00	0.95	0.95	-	-	0.95	-	-	-	1.00	0.88	-
Right Turn Factor	-	0.934	-	1.000	0.934	0.850	-	-	0.906	-	-	-	1.000	0.850	-
Left Turn Factor (prot)	-	0.987	-	0.950	1.000	1.000	-	-	0.971	-	-	-	0.950	1.000	-
Saturated Flow Rate (prot)	-	3125	-	1593	1583	1354	-	-	3050	-	-	-	1583	2508	-
Left Turn Factor (perm)	-	0.553	-	0.193	1.000	1.000	-	-	0.923	-	-	-	0.757	1.000	-
Right Ped Bike Factor	-	1.000	-	1.000	1.000	1.000	-	-	1.000	-	-	-	1.000	1.000	-
Left Ped Factor	-	1.000	-	1.000	1.000	1.000	-	-	1.000	-	-	-	1.000	1.000	-
Saturated Flow Rate (perm)	-	1751	-	324	1583	1354	-	-	2918	-	-	-	1269	2508	-
Right Turn on Red	-	-	Yes	-	-	-	Yes	-	-	-	Yes	-	-	-	Yes
Saturated Flow Rate (RTOR)	-	5	-	0	0	42	-	-	12	-	-	-	0	6	-
Headway Factor	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14

圖5 路段資料輸入視窗

三 流量輸入視窗(Volume Window)

針對路口交通流量的調整係經由SYNCHRO的流量輸入視窗來進行的，SYNCHRO的流量資料輸入表係如圖6所示，其中之衝突行人流量 (Conflicting Peds.)、重車(Heavy Vehicles)比率、公車靠站阻塞數(Bus Blockages)、路邊停車管制(Adj. Parking Lane)等項目可依據各路段之交通流量屬性作彈性的設定；而相關之調整因子，計包含尖峰小時係數(Peak Hour Factor)、成長因子(Growth Factor)、路段中途流量(Traffic Grom Mid-block)、平衡流量(Volume Balancing)、調整後流量(Adjusted Flow)等；

可使路網從事分析時，更能表達出路網中之實際車流運行狀況。

VOLUME WINDOW	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	NBR2	SBL2	SBL	SBT	SBR	NwL2	NwL	NwR	NwR2
Traffic Volume (vph)	130	293	23	33	262	140	120	32	767	394	119	137	386	360	22
Conflicting Peds. (R/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conflicting Bikes (R/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peak Hour Factor	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (R/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Parking Maneuvers (R/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Traffic from mid-block (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Link OD Volumes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adjusted Flow (vph)	144	437	26	37	313	156	133	36	786	438	132	152	429	409	24
Lane Group Flow (vph)	0	634	0	37	326	276	0	0	0	1392	0	0	581	433	0

圖6 SYNCHRO之流量輸入視窗

四 號誌時制視窗(Timing Window)

路口號誌時制操作視窗係供設定路口時制計畫之操作介面，如圖7所示，經由此視窗亦可顯示出路網之各項控制績效值。

號誌時制視窗之左側畫面係作為設置時制計畫與顯示控制結果之用，其中包括；時相編輯(Phase Templates)、控制型態(Controller Type)、現行週期長度(Cycle Length)、觸動控制週期(Actuated Cycle)、自然週期長度(Natural Cycle Length)及鎖定之時制(Lock Timing)等。

號誌時制視窗之右側畫面則係供時制計畫相關資料之輸入，其中包括；轉向型態(Turn Type)、最小綠燈時間(Minimum Initial)、最小時比(Minimum Split)、所允許之早開或遲閉最佳化(Allow Lead/Lag Optimize)、時相跳躍控制(Recall Mode)、Webster延滯值(Webster Signal Delay)、服務水準(Level of Service)、等候車隊長度(Queue Lengths)、車隊續進因子(Progression Factor)、等候車隊懲罰值(Queue Penalty)、停等(Stops)、耗油使用量(Fuel Used)、猶豫區間之車輛數(Dilemma Vehicle)等。

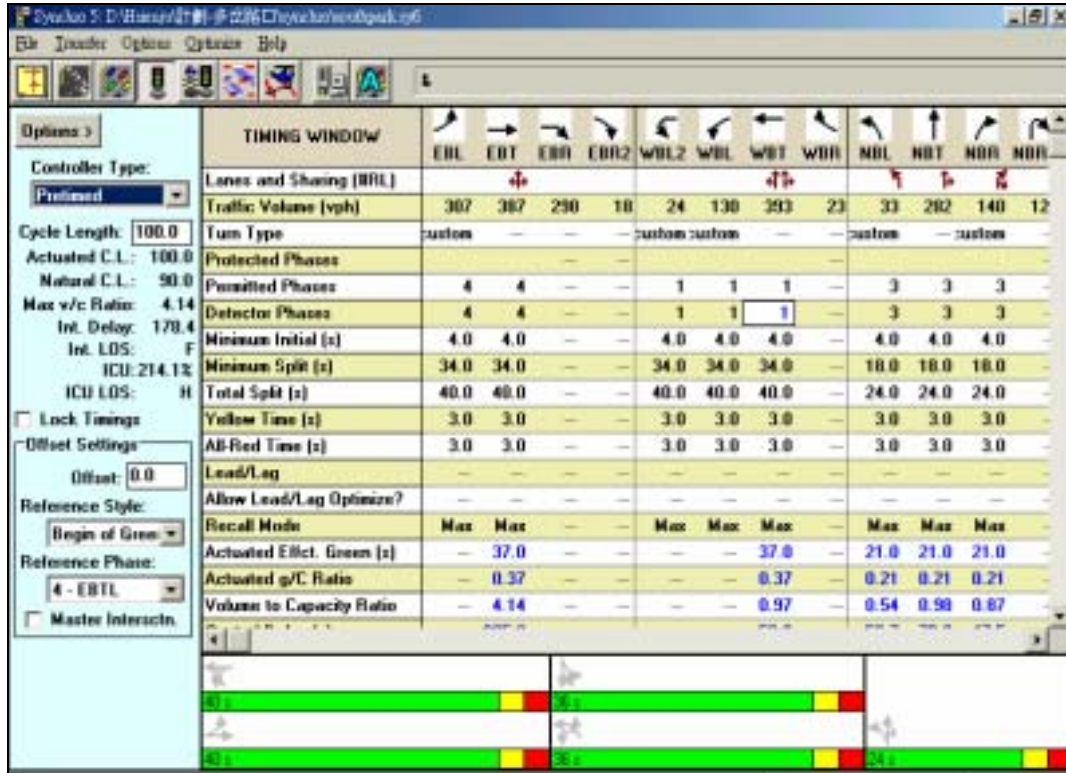


圖7 號誌時制操作視窗

五 時相視窗(Phasing Window)

時相操作視窗係用以顯示路口時相計畫之內容，並可檢視路口之時相設置是否正確，如圖8所示。依據SYNCHRO軟體計算之百分比延滯，可針對90%、70%、50%、30%、10%等五種不同的流量比例獲得所對應之週期長度；此外，亦可就使用者所輸入之現行時制計畫之設置正確性進行分析判斷。

時相操作視窗所輸入之相關資料項目包括：最小啟始值(Minimum Initial)、最小時比(Minimum Split)、最大時比(Maximum Split)、黃燈時間(Yellow Time)、全紅時間(All-Red Time)、早開/遲閉(Lead/Lag)、觸動控制之車輛延長綠燈時間(Vehicle Extension)、最小間距(Minimum Gap)、減少時距之前置時間(Time Before Reduce)、減少時距之剩餘時間(Time to Reduce)、行人時相(Pedestrian Phase)、行人步行時間(Walk Time)、行人閃綠清道時間(Flash Don't Walk)、行人觸動按鈕(Pedestrian Calls)等。

PHASING WINDOW		1-WBTL	2-NWL	3-NBTL	4-EBTL	5-SBTL
Minimum Initial (s)		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Minimum Split (s)		34.0	34.0	18.0	34.0	30.0
Maximum Split (s)		40.0	36.0	24.0	40.0	36.0
Yellow Time (s)		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
All-Red Time (s)		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Load/Lag						
Allow Load/Lag Optimize?						
Vehicle Extension (s)		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Minimum Gap (s)		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time To Reduce (s)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Recall Mode		Max	Max	Max	Max	Max
Pedestrian Phase		No	No	No	No	No
Walk Time (s)						
Flash Don't Walk (s)						
Pedestrian Colls (H/hr)						
90th %ile Green Time (s)		34 cd	30 nr	18 nr	34 cd	30 nr
70th %ile Green Time (s)		34 cd	30 nr	18 nr	34 cd	30 nr
50th %ile Green Time (s)		34 cd	30 nr	18 nr	34 cd	30 nr
30th %ile Green Time (s)		34 cd	30 nr	18 nr	34 cd	30 nr
10th %ile Green Time (s)		34 cd	30 nr	18 nr	34 cd	30 nr

圖8 號誌時相操作視窗

六 時制計畫最佳化程序

在最大綠燈帶寬及最小負效用條件下，求解幹道系統之最佳時制計畫時，SYNCHRO亦將時差分析納入求解模式中，這是以往模式發展所沒有包含在內的。幹道系統之時差分析係於幹道系統內，以週期範圍內每1-4秒為一時差間隔，所算出之不同對應延滯值，再以其中的最小延滯值所對應之時差做為幹道系統之最佳時差。如此即可將由不同幹道系統所組成之路網及其中各個路口，先找出不同幹道之同步最佳化時差，再求得整體路網之最佳時差。

至於時制最佳化之求解方法乃是針對主控路口與相鄰路口所求出之不同方案延滯值及時差值進行分析比較；再考量幹道的合理綠燈帶寬，並依此去與路網中各相鄰路口進行分析比較，然後擴大至路網中之各個路口，以求解出幹道綠燈帶寬最大化及負效用最小化時的最佳時差。

七 搭配SimTraffic可作交通模擬展示

Trafficware公司為求增進SYNCHRO之功能，乃配合設計了一套即時性交通模擬程式SimTraffic，此程式係以微觀方式來展示現實世界的交通運作狀況，如圖9所示。

使用者利用SYNCHRO所提供之上述功能將一特定路網構建並編輯後，即可立即執行SimTraffic，並藉此觀察該路網之交通運作狀況。當執行交通模擬時，SimTraffic軟體會先開始一段初始化及載入之過程，待其完成後，便可依所選擇之模擬速度進行交通模擬展示，並可選擇觀看單一車輛之模擬運行狀況或整個路網之模擬績效值。此部份交通模擬之車輛運行特性及其駕駛行為均係依據美國聯邦公路局所提供之參數資料加以訂定。

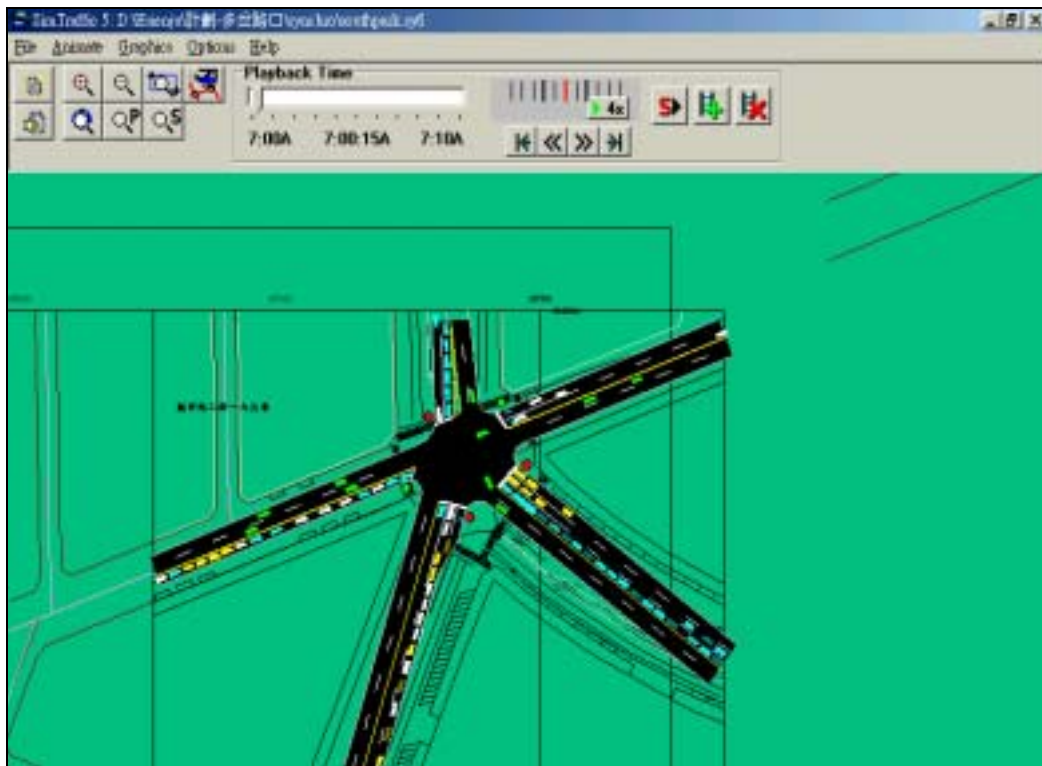
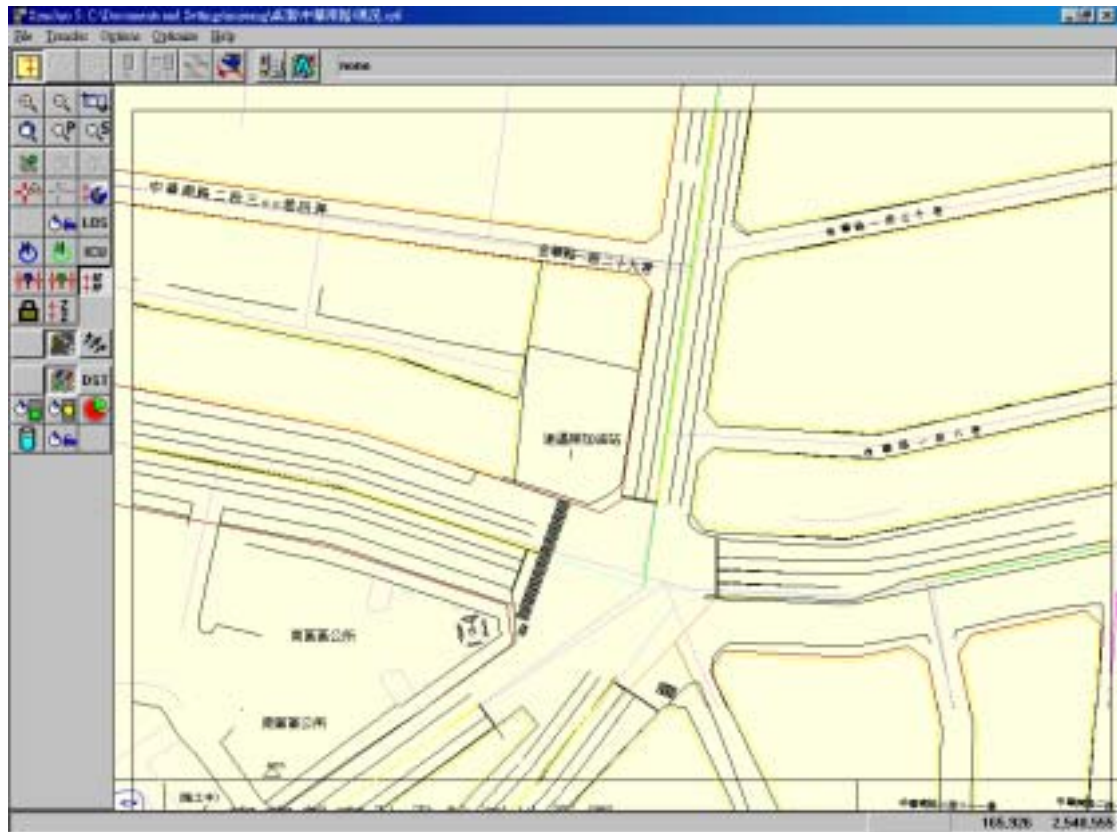


圖9 SimTraffic的即時交通模擬展示

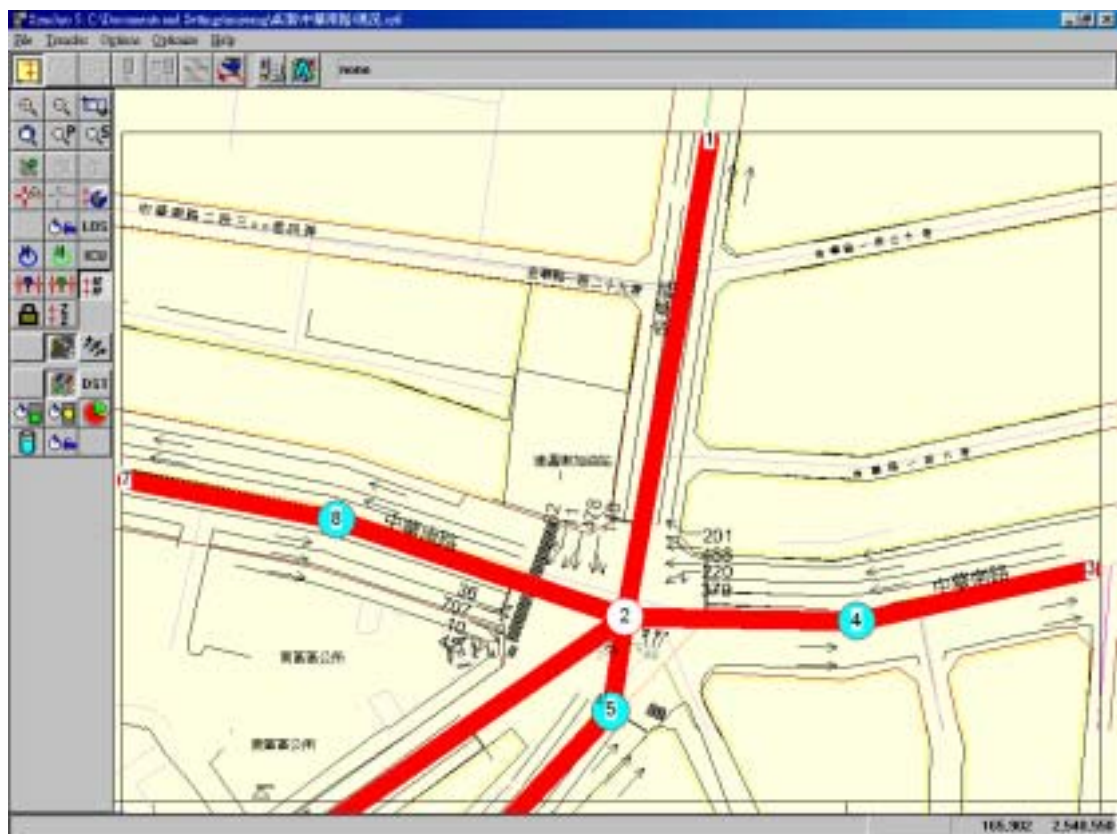
三、實例應用--以台南市中華南路、金華路口為例

一 現況分析

- 1.開啟AutoCad軟體，將該路口之電子地圖存成『中華南路.dxf』檔。
- 2.匯入該『中華南路.dxf』，作為背景底圖之用，此底圖之比例尺為1/1000，底圖上最好加註比例尺，以方便匯入後之校正（特別是匯入.jpg檔時），若是匯入.dxf檔，則不需進行比例尺校估。詳見下圖例之說明。



3. 於底圖上構建實際路網或路口；詳見下圖例說明。

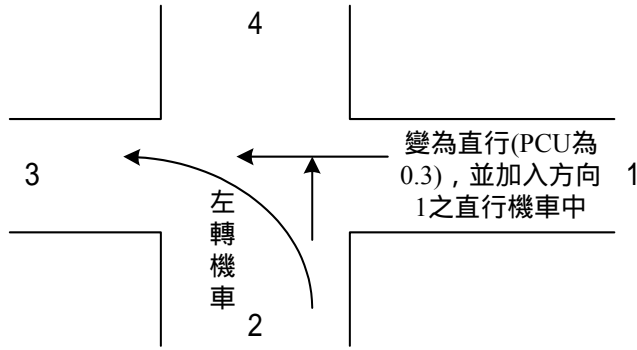


4. 中華南路、金華路口之道路幾何現況如下：

路段別	路寬 (m)	快車道數	有無專用 車道	慢車道 寬(m)	人行道寬 度(m)	交通管制措施
中華南路 (往西)	25.4	3	左轉專用 道 1	4.2	1.8	1.機車兩段式左 轉(7-22) 2.速限 60 KPH
中華南路 233 巷	9.0	0	-	9.0	-	-
明興路	21.0	2	-	4.8	-	1.機車兩段式左轉 (7-22) 2.速限 50 KPH
南和路	13.5	1	-	3.2	2.8	速限 40 KPH
中華南路 (往東)	20.7	2	-	3.3	3.8	1.機車兩段式左轉 (7-22) 2.速限 60 KPH
金華路	15.8	2	-	2.0	-	1.機車兩段式左轉 (7-22) 2.速限 40 KPH 3.禁止大貨車進入 (7-9/17-19) 4.禁止聯結車進入

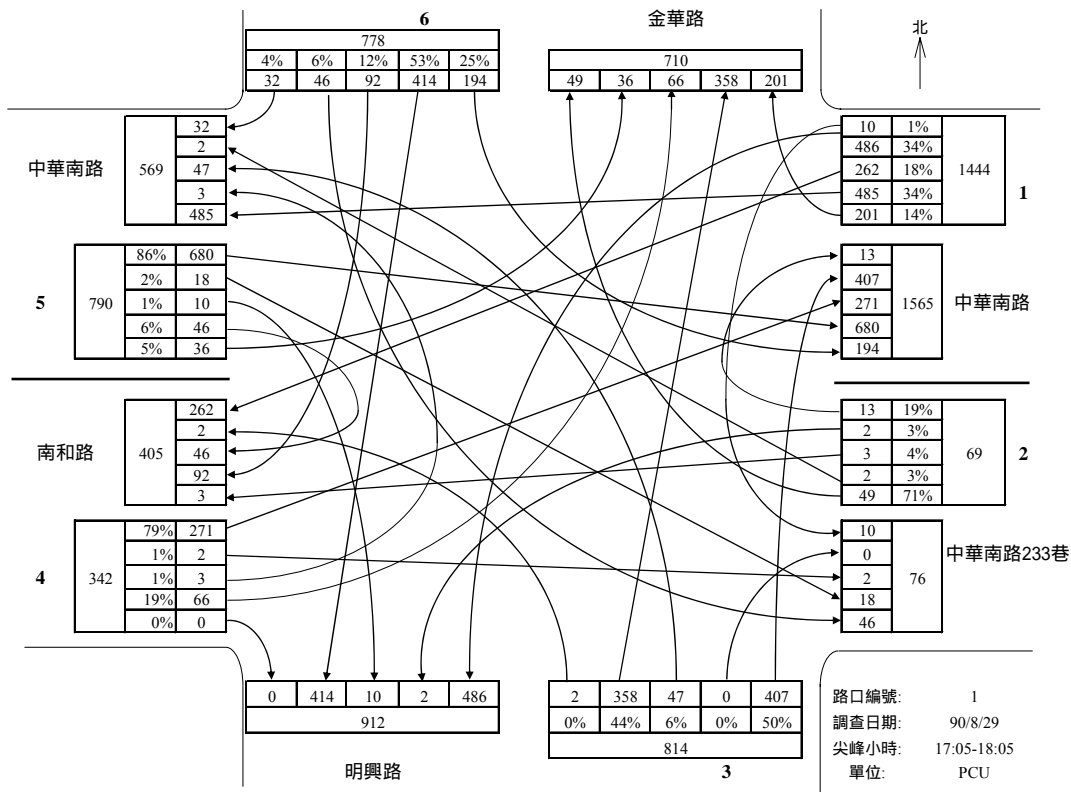
5. 進行現況模擬時之中華南路、金華路口轉向交通量資料，可依以下三種狀況從事處理（以下午尖峰為例）：

- A. 將調查所得之實際轉向交通量，化為PCU單位；一般若從事大規模調查時，為處理資料方便起見，均可以此方式處理。
- B. 將調查所得之轉向交通量，先將該Approach之左轉機車化為該Approach之直行PCU（數值1），再將其左轉Approach之橫向Approach加上（數值1），以求出各Approach之轉向PCU值。此種作法之意義為假設機車均遵循兩段式左轉之規定，如於機車左轉量很大時，應較能反映實際情況，但缺點為資料處理較為複雜。（如下圖）



- C. 將調查所得之轉向交通量，刪去機車流量，並於模擬時忽略慢車道的部分，此法較可真實地反映出快車道之交通情形，缺點則為未考慮機車之影響。(因SYNCHRO無法模擬機車之特殊駕駛行為)
- D. 本範例建議採用第二種方式處理及模擬，其原因為東側的中華南路、金華路之機車左轉交通量甚大；惟現場仍發現不少機車係違規直接進行左轉。
- E. 因南和路開放單獨時相通行，因此不處理其左轉機車流量。

6. 依上述第2種方法所得之轉向PCU流量可彙整如下：



7. 根據上述第4、5、6點，於『Lane Window』中設定其路口與路段，茲將其中之重點說明如下：

- A. HCM建議之『total lost time』為3秒，但國內可設為1或2秒。

民國 93 年 9 月 1 日 / 9 月 8 日

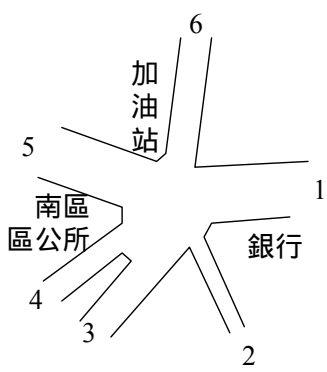
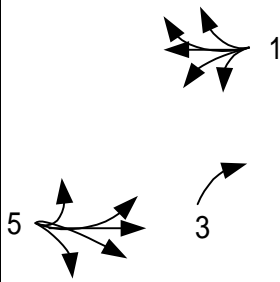
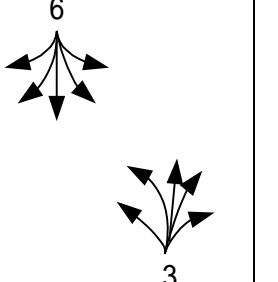
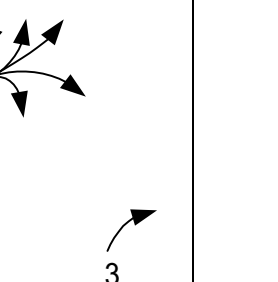
- B.路口/路段之車道佈設應考量實際上的車道設置狀況、機車兩段式左轉等條件，而以接近現況之交通運作為原則。
- C.明興路允許紅燈右轉。
- D.該路口之『Area Type』為非市中心區。

- 8.參考上述第6點，於『Volume Window』設定其交通量，其中之重點為：
- A.此路口之行人流量不高，再加上未進行行人干擾流量調查，故設為0；建議若藉SYNCHRO進行模擬，為求精確起見，當路口行人干擾左右轉車輛嚴重時，建議應實行人干擾流量調查。
 - B.將『Conflicting Bikes』設為0的理由同上。
 - C.『Adjusted Flow』的計算方法為：

$$(\text{Adjusted Flow}) = (\text{Traffic Volume}) / \text{PHF} \dots \dots \dots \text{式一}$$
 而PHF為

$$\text{PHF} = (\text{Peak Hour Volume}) / 4 / (\text{最尖峰15分鐘流量}) \dots \dots \text{式二}$$
 由式一和式二可知『Adjusted Flow』係將最尖峰的15分鐘交通量放大為一小時。
 - D.若某一路段之PHF較小，可能表示其交通量相當集中於尖峰15分鐘。
 - E.因交通量已於輸入前化為小客車當量，故其重車比例可設為0。
 - F.該路口極少有巴士或公車行經，因此其值亦設為0。

9.此路口下午尖峰之號誌時制如下：

路口名稱		路口簡圖								
中華南路二段 (1、5) 中華南路 233 巷 (2) 明興路 (3) 南和路 (4) 金華路 (6)										
時相	1			2			3			備註
時相圖										
時制	G1	Y1	AR1	G2	Y2	AR2	G3	Y3	AR3	週期
下午時段 1700~1900	48	3	2	35	3	2	22	3	2	120

10.參考上述第9點，於『Time Window』中設定號誌時制，其中重點為：

- A.於『Option』中設定時相數。
- B.於『Permitted Phases』中設定其時相。
- C.於『Total Split』中設定該時相之總長度。
- D.於『Yellow Time』與『All-Red Time』中設定黃燈與全紅。
- E.現況並無早開遲閉之設計，故不需設定早開遲閉時相。
- F.設定完成後，各個Approach之Delay與LOS可出現於視窗下方，而路口之Delay與LOS則出現於視窗左方。
- G.使用者可依上述步驟設定路網，並且判斷該如此模擬與現況是否差距過大；若然，則可重複第7、8、10等步驟，而使模擬盡量成果接近現況。
- H.調查時若曾進行延滯調查，將可便利模擬時之校估用途，唯需注意所調查之延滯為停等延滯時，因模擬延滯為總延滯，一般後者為前者的1.3倍。
- I.調整模擬結果使其接近現況之方法為：逐一檢討車道配置、停車與行人干擾、交通量等是否合理（因機車所佔之比例較高，換算成PCU後，將顯著影響快車道之運作績效）、號誌時制是否設定正確等，其中尤以正確的車道配置最為重要。

Phase	EBL	EBT	EBL	EBR2	WB2	WB1	WB1	WB1	WB2	NBL	NBT	NBL	SBL	SBT	SBL	SBR2	NBL2	NBL	NBL2	PNB
Lanes and Shading (EBL)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Traffic Volume (veh)	36	207	10	42	375	229	408	281	2	43	361	407	140	478	11	32	3	65	271	0
Turn Type	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through
Permitted Phases	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Minimum Initial (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Minimum Split (s)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Total Split (s)	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0
Yellow Time (s)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
All-Red Time (s)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

現況調整前

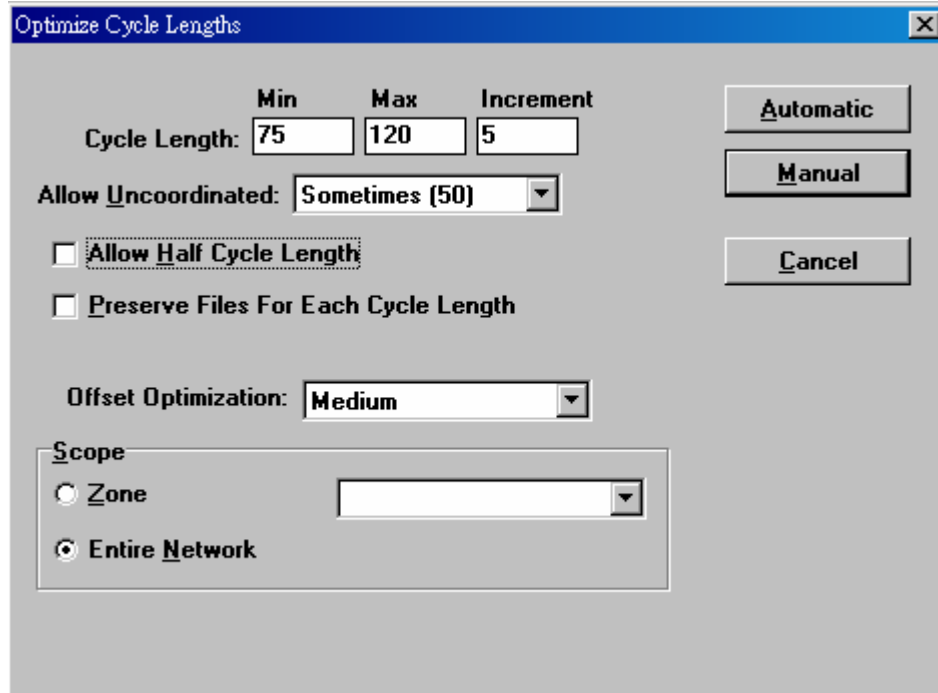
Phase	EBL	EBT	EBL	EBR2	WB2	WB1	WB1	WB1	WB2	NBL	NBT	NBL	SBL	SBT	SBL	SBR2	NBL2	NBL	NBL2	PNB
Lanes and Shading (EBL)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Traffic Volume (veh)	36	207	10	42	375	229	408	281	2	43	361	407	140	478	11	32	3	65	271	0
Turn Type	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through	through
Permitted Phases	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Minimum Initial (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Minimum Split (s)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Total Split (s)	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0
Yellow Time (s)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
All-Red Time (s)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

調整為更接近現況之延滯情形

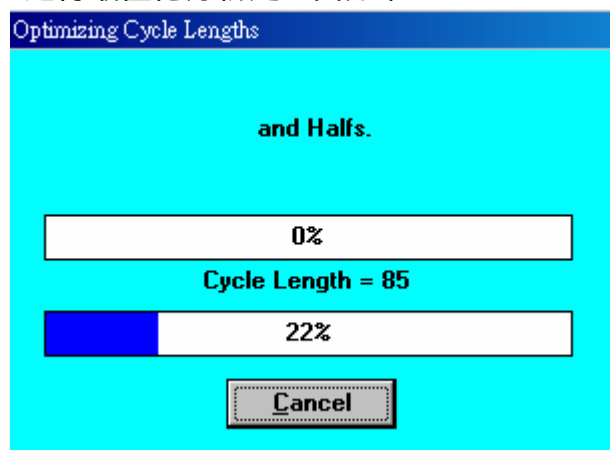
二 號誌時制改善分析

1. 交通改善措施之步驟一：將現況號誌時制之各時相長度與週期予以最佳化，茲說明如下。

- A. 最佳化步驟：單一路口之號誌時制最佳化 『Intersection Splits』、 『Intersection Cycle Lengths』 → 路網週期最佳化 『Network Cycle Lengths』。
- B. 於 『Optimize』 中，選取 『Network Cycle Lengths』，此選項可供設定最佳化週期之範圍，並可開列表單供使用者選取後再做調整。
- C. 此範例中，係將最佳化週期之範圍設定為75-120秒，每隔5秒分析一次，並可按手動 『Manual』，逐一進行分析。



D.SYNCHRO進行最佳化分析之畫面如下：



E.選取『Network Cycle Lengths』之主要原因係供使用者自由選擇其時制最佳化之目標，其他各選項如『Intersection Splits』、『Intersection Cycle Lengths』等項，則無法供使用者自由選取分析範圍，僅能呈現實施最佳化後之成果而已。

F.分析所得之結果如下，此時只需於選定某方案後，按『OK』即可。

Cycle Length	Perform Index	Total Delay (hr)	Delay / Veh (s)	Total Stops	Stops / Veh	Fuel (l)	Queue Penalty	Unservd Vehicles	Dilemma Vehicles	% Dilemma Vehicles	Average Spd (km/h)
75	116	95	88	6084	1.56	447	159	537	0	0%	5
80	121	100	92	5969	1.53	457	162	530	0	0%	5
85	119	99	91	5867	1.50	452	165	523	0	0%	5
90	117	97	89	5416	1.39	437	169	516	0	0%	5
95	123	103	95	5402	1.38	453	170	521	0	0%	4
100	115	96	89	4979	1.28	425	173	513	0	0%	5
105	118	99	92	4944	1.27	434	175	506	0	0%	5
110	121	103	95	4861	1.24	441	177	499	0	0%	4
115	117	99	92	4632	1.19	426	179	491	0	0%	5
120	120	102	94	4614	1.18	435	173	485	0	0%	4

G. 如選擇週期為75秒後按『OK』，此即表示使用者選擇75秒為該路口之最佳週期長度，情況如下圖所示。

H. 此結果雖為Syncro模擬所得之最佳化成果，但有時卻並非使用者心中之理想結果；因為路口某些Approachs可能會被忽略，或是某些時相長度顯得不合理(使用者可先於『Minimum Splits』中設定最短時相長度)此時仍可於『Total Split』中，以手動方式調整至理想的時相長度，其調整目標主要在使各個Approach之Delay與v/c值均能較為接近且合理，如此將可得到較為理想之延滯績效值。

I. 茲將調整後所得之最佳化成果列示如下圖。

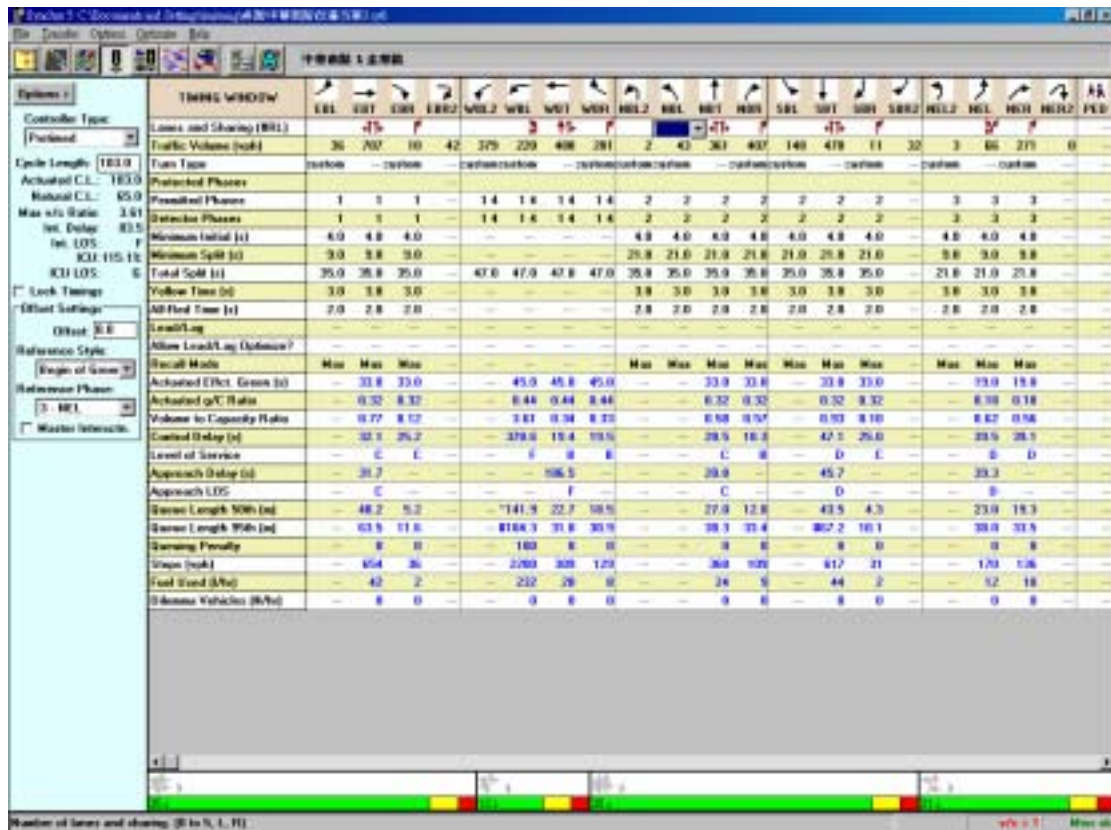
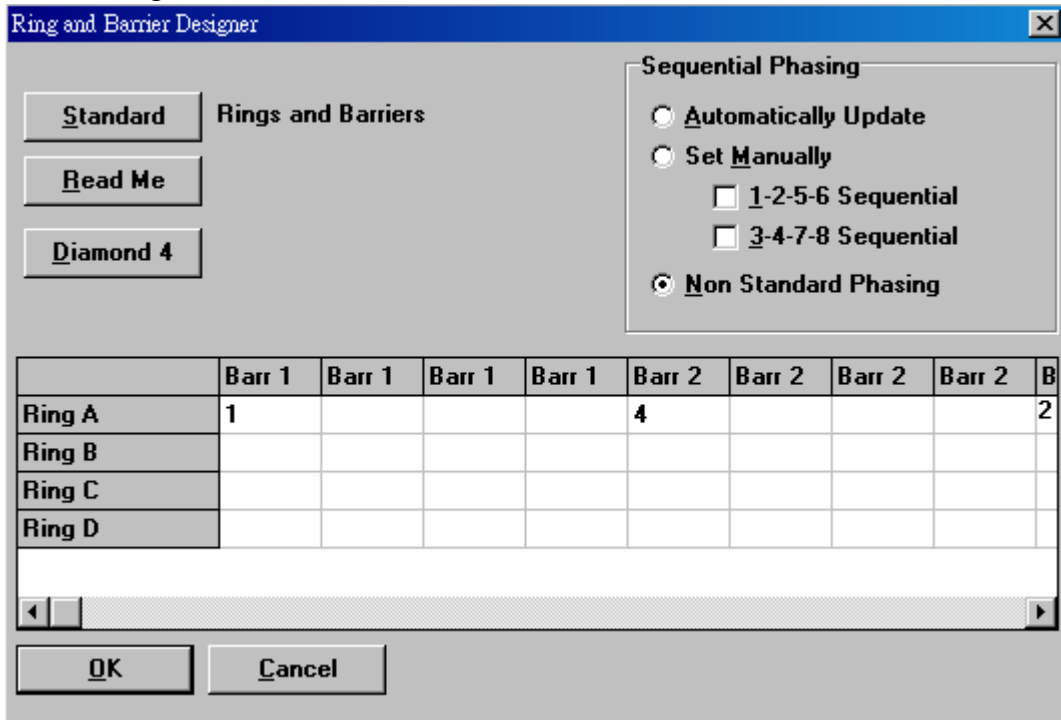
TIMING WINDOW		EBL	EBT	EBL	EBR2	WBL2	WBL	WBT	WBH	NBL2	NBL	NBT	NBH	SBL	SBT	SBL	SBR2	NBL2	NBL	NBH	NBL2	PEB
Losses and Gaining (MBL)		47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
Traffic Volume (veh)		36	207	10	42	375	259	408	281	2	43	363	407	149	478	11	32	3	66	211	0	
Turn Time		uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform
Protected Phases																						
Precedence Phases		1	1	1		1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2		3	3	3	
Detectable Phases		1	1	1		1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2		3	3	3	
Minimum Initial (s)		6.0	4.8	4.0		4.0	4.0	4.8	4.0	4.8	4.0	4.8	4.0	4.0	4.8	4.0	4.0		4.8	4.0	4.8	
Minimum Split (s)		3.0	3.8	3.0		3.0	3.0	3.8	3.0	21.8	21.0	21.8	21.8	21.0	21.8	21.0	21.8		3.8	3.0	3.8	
Total Split (s)		44.0	44.8	44.0		44.0	44.8	44.0	44.0	35.8	35.0	35.8	35.8	35.0	35.8	35.0	35.8		21.8	21.0	21.8	
Yellow Time (s)		3.0	3.8	3.0		3.0	3.0	3.8	3.0	3.8	3.0	3.8	3.8	3.0	3.8	3.0	3.8		3.8	3.0	3.8	
All-Red Time (s)		2.0	2.8	2.0		2.0	2.8	2.8	2.0	2.8	2.0	2.8	2.8	2.0	2.8	2.0	2.8		2.8	2.0	2.8	
Lead/Lag																						
Allow Lead/Lag Optimize?																						
Recall Mode		Max	Max	Max		Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max		Max	Max	Max	
Activated Effect Green (s)		42.8	42.0			42.0	42.8	42.0		33.8	33.8		33.8	33.0		33.0			33.8	33.0		
Activated g/C Ratio		0.42	0.42			0.42	0.42	0.42		0.33	0.33		0.33	0.33		0.33			0.33	0.33		
Volume to Capacity Ratio		0.108	0.89			3.43	0.36	0.34		0.58	0.57		0.58	0.89		0.89			0.89	0.89		
Control Delay (s)		22.7	17.8			30.8	25.8	25.1		26.8	16.8		42.3	20.8		37.8			37.8	37.5		
Level of Service		C	B			F	B	E		C	B		D	E		D			B	D		
Approach Delay (s)		22.4				178.3				22.5			48.5			37.7						
Approach LOS		C				F				C			D			B						
Green Length With End		38.2	4.2			136.8	22.7	18.5		27.8	26.5		41.6	4.1		22.8	18.7					
Green Length With End		51.8	9.5			117.6	31.2	31.2		38.8	48.8		60.4	9.6		35.7	32.7					
Green Penalty		8	0			178	8	0		8	0		8	0		8	0					
Stop (veh)		553	21			2049	328	132		513	208		605	21		168	157					
Fuel Used (kWh)		35	2			223	28	8		27	12		45	2		12	18					
Station Vehicles (kWh)		8	0			9	8	0		9	8		9	0		9	8					

2. 交通改善措施之步驟二：重新設計時制，此處進一步說明如下。

A. 重新設計該路口之號誌時制如下表。

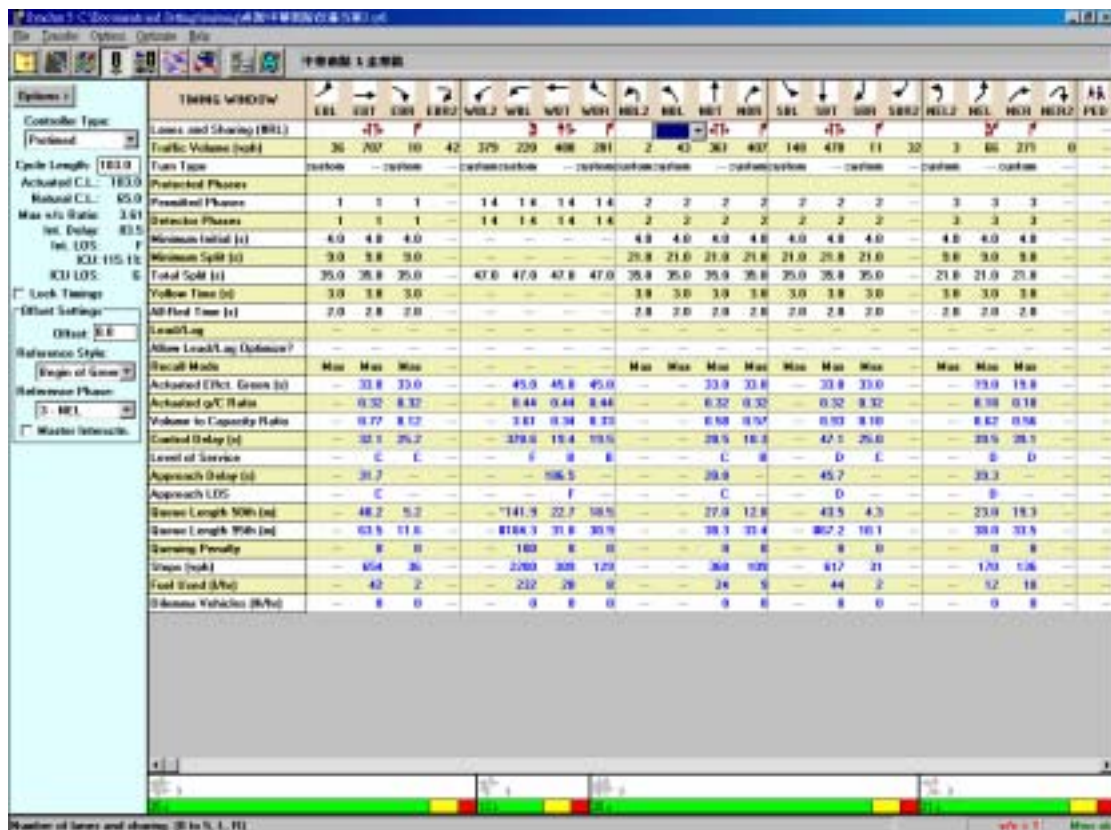
時相	11	12	2	3	備註
時相圖					方向一週閉

B. 依上表重新設計號誌時制，將遲閉設計於『Options』、『Ring and Barrier Designer』與『Permitted Phases』之程序如下圖。



C. 遲閉號誌之設計程序如下：

- 於『Options』、『Ring and Barrier Designer』中增加遲閉時相。
- 設計遲閉時相之長度，將遲閉時相長度由小至大逐步遞增，期能找到較佳之延滯為目標（見上圖紅線之 4）。
- 將遲閉 Approach 之『Permitted Phases』填入 1+4，此即表示其時相為 1 和 4，此乃使用者所需要的時相長度。
- 將時相長度予以最佳化，此最佳化之過程已於交通改善之步驟一中加以陳述，請參閱之。
- 茲將遲閉時相之最佳化設計成果列示如下圖：



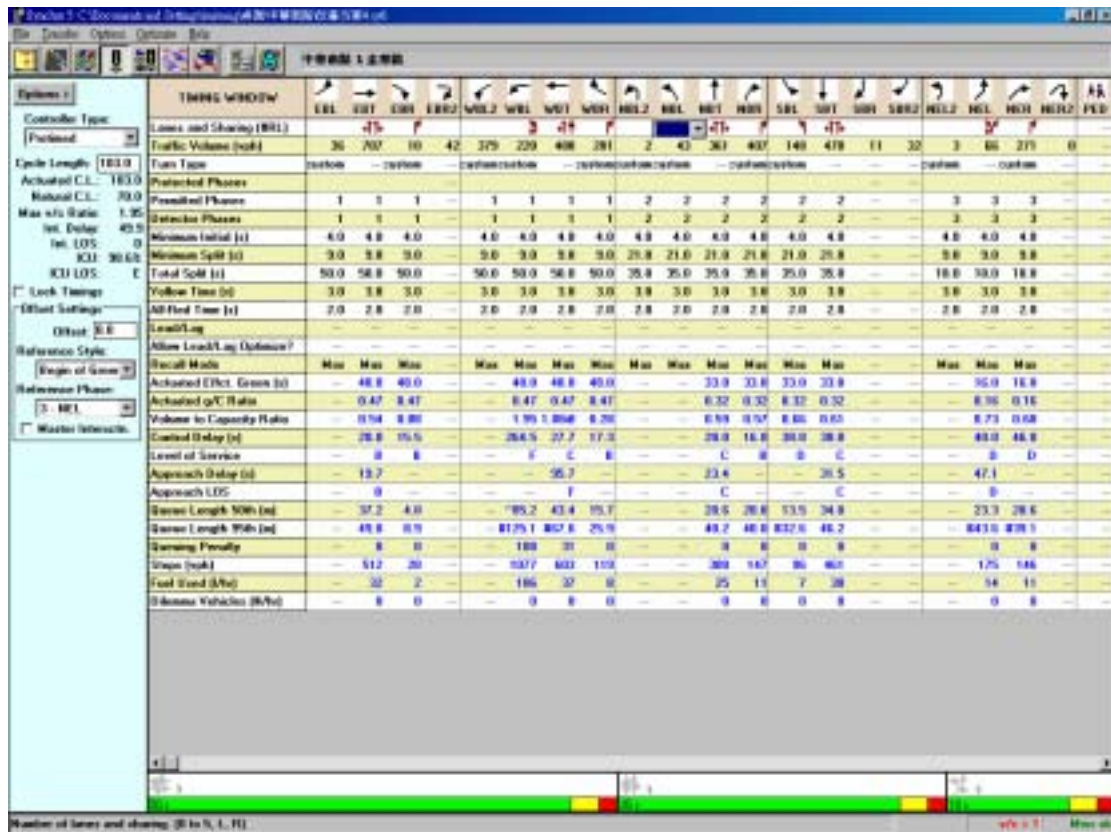
3. 交通改善措施之步驟三：同時進行現況號誌時制之各時相長度與週期最佳化，以及路口幾何佈設之變更，茲說明如下。

A. 此路口之幾何佈設調整方案包括（指SYNCHRO可模擬部分）：

車道配置	東側中華南路車道配置調整	直行車道加寬，並改為直行與左轉車道
	明興路車道配置調整	設置右轉專用車道
	金華路車道配置調整	設置左轉待轉區 機慢車優先車道

B.於SYNCHRO之『Lane Window』中，進行上述車道配置調整更新工作。

C.將車道重新配置後，再進行時制最佳化工作，其程序如前所述，所得之分析成果如下圖所示。



4.交通改善措施之步驟四：重新設計路口時制同時加上幾何佈設之調整改善，茲說明如下。

A.此路口之幾何佈設調整方案包括（指SYNCHRO可模擬部分）：

車 道 配 置	東側中華南路車道配置調整	將直行車道加寬，並改為直行與左轉車道
	明興路車道配置調整	設置右轉專用車道
	西側中華南路車道配置調整	設置一左轉與直行、一直行與機慢車優先車道
	金華路車道配置調整	設置左轉待轉區與機慢車優先車道

B.於SYNCHRO之『Lane Window』中，進行車道重新配置工作。

C.車道重新配置完成後，再進行時制最佳化工作，其程序如前所述，茲將分析成果列示如下圖。

PHASE	EBL	EBRT	EBH	EBRT2	WBRT	WBRT2	WBH	WBRT3	WBRT4	WBRT5	WBRT6	WBRT7	WBRT8	WBRT9	WBRT10	WBRT11	WBRT12	WBRT13	WBRT14	WBRT15	
Traffic Volume (veh)	36	207	10	42	375	259	408	281	2	43	363	407	149	478	11	32	3	66	217	0	
Turn Time	custom	custom	custom	custom	custom	custom	custom	custom	custom	custom	custom	custom	custom	custom	custom	custom	custom	custom	custom	custom	custom
Protected Phases																					
Precedence Phases	1	1	1		14	14	14	14	2	2	2	2	2	2	2	2		3	3	3	
Detectable Phases	1	1	1		14	14	14	14	2	2	2	2	2	2	2	2		3	3	3	
Minimum Split (s)	6.0	4.0	4.0						4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0		4.0	4.0	4.0		
Minimum Split (s)	3.0	3.0	3.0						21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0		3.0	3.0	3.0		
Total Split (s)	42.0	42.0	42.0		52.0	52.0	52.0	52.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0		18.0	18.0	18.0		
Yellow Time (s)	3.0	3.0	3.0						3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		3.0	3.0	3.0		
All-Red Time (s)	2.0	2.0	2.0						2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0		2.0	2.0	2.0		
Lead/Lag																					
Allow Lead/Lag (Optimize)?																					
Recall Mode	Min	Max	Min		Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max		Max	Max	Max		
Activated Effct. Green (s)	48.0	40.0			50.0	50.0	50.0		33.0	33.0	33.0	33.0					35.0	18.0			
Activated g/C Ratio	0.38	0.30			0.49	0.48	0.48		0.31	0.31	0.31	0.31					0.39	0.15			
Volume to Capacity Ratio	0.04	0.09			1.91	0.74	0.77		0.57	0.57	0.57	0.49					0.79	0.19			
Control Delay (s)	27.8	21.7			28.2	28.4	28.9		29.8	12.5	14.4	29.4					50.1	48.8			
Level of Service	E	E			F	E	E		C	B	B	C					D	D			
Approach Delay (s)	28.6				34.9				22.5			35.9					43.1				
Approach LOS	C				F				C			C					D				
Green Length 50th Ed	42.3	4.4			50.4	43.5	35.7		28.7	15.8	18.3	29.6					23.9	25.3			
Green Length 95th Ed	56.9	9.6			61.9	53.1	25.7		43.2	26.9	34.0	48.8					64.2	64.3			
Starting Penalty	0	0			100	27	0		0	0	0	0					0	0			
Group (veh)	500	32			5062	533	157		301	118	147	408					176	148			
Trail End (s/Sec)	38	2			185	36	0		25	18	31	22					54	12			
Release Vehicle (Sec)	0	0			0	0	0		0	0	0	0					0	0			

- 5.彙整上述各項改善方案之結果，使用者必需注意設計不同的號誌時制方案可能需要搭配對應的車道配置方案，甚至包括相關之配套改善措施(如停車管制取消與否、行人管制方案等)。
- 6.利用SYNCHRO從事模擬與改善時，應力求使模擬條件與現況儘量接近(此時現況資料之蒐集便相當重要)；又因此軟體之主要功能較適於模擬以汽車為主之路網，因此對於機車量較多之路口，其現況與模擬系統間之關係即需要使用者多加費心。
- 7.有關SYNCHRO之模擬參數校估，使用者應依該路網/路口或都市之道路特性，依照實務經驗與現場實際狀況予以調整，以求使現實狀況與模擬系統儘量接近之。

參考文獻

1. David Hush and John Albeck, "SYNCHRO: User Guide, Version 5.0", Trafficware, 1993