

抵嘉真順

舒緩嘉義市街道塞車
之智慧交通號誌進行最佳化分析建模



嘉義市政府
Chiayi City Government



台灣資料科學
Taiwan Data Science Co.

團隊介紹



科技服務讓民眾生活好便利！

嘉義市政府智慧科技處，設有綜合規劃科、管制考核科、資通建設科、應用服務科。提供[線上陳情]受理民眾陳情及申請服務案件，錄案列管後聯繫相關單位處理。開辦市民免費電腦終身學習課程，提升市民基礎資訊能力，[iTaiwan WiFi 無線網路服務]、[愛嘉義APP] 彙整嘉義市各項民眾服務，如市府新聞、活動、防災資訊、避難場所、氣象資訊、公車動態，同時也推動多元支付及智慧路燈等相關科技應用。



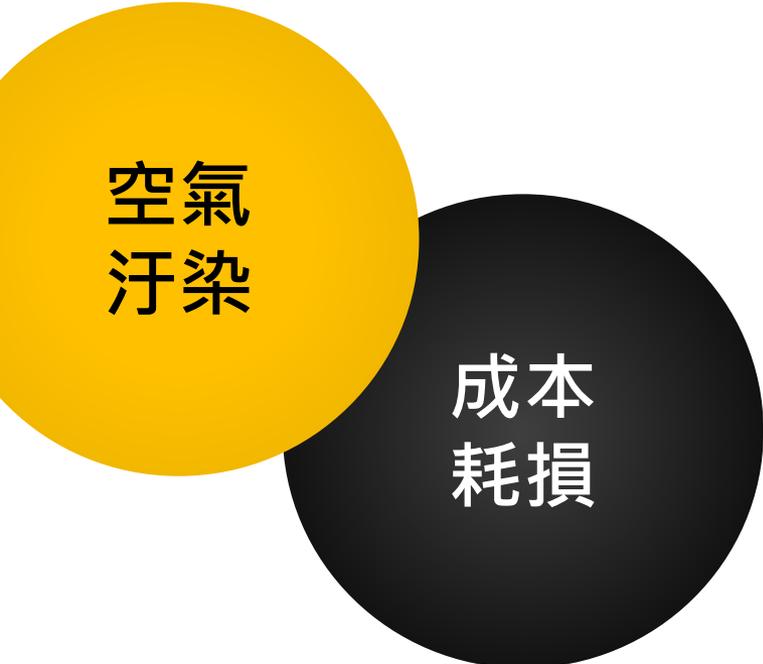
創新研發 讓科技有不同可能性

台灣資料科學的事業群主要為智慧零售和金融科技。我們的技術聚焦在AI大數據，專注於分析一切不確定性(uncertainty)的訊息。我們相信只有掌握大數據中的表象底下的隱藏訊息，就等於掌握潛在的商機。金融世界的高度波動特性令人難以捉摸，而這就是我們認為最有趣、最想挑戰不確定性訊息的領域，如投資分析、產業預測、交通分析、顧客行為等等。



你住的地方常常堵車嗎？

交通運輸為現代人日常生活中不可或缺的元素之一，每到假日及上下班時間高速公路與各主要幹道上都會出現壅塞。



空氣
汙染

成本
耗損

1. 空氣污染：

2016年，根據《明日科學》指出，美國卡耐基梅隆大學機器人學之教授Stephen Smith在白宮前沿會議上指出，交通擁堵每年給美國造成的經濟損失達1210億美元，主要原因是擁堵會導致生產力下降，且每年產生約250億公斤的二氧化碳排放，在城市地區，司機有40%的時間都在堵車，其中最大的原因是當前的交通號誌不夠靈活。

2. 相關成本的耗損：

降低工作和物流效率、減少收入、浪費時間與燃料、增加排放有害物質以及人們對政府的不滿。以美國為例，根據CEBR的研究，每年塞車導致的燃料浪費和商貿活動營運成本增加的損失高達1200億美元，到2030年可能增加50%，而等待紅燈通常被認為是造成塞車的主因。

現況 台灣及全球車輛壅塞狀況

超久紅燈

台北市平日尖峰路段紅燈最長達232秒，就連離峰時間都要185秒，炎炎夏日苦了機車族；誇張的是，凌晨一點至五點深夜時間，還有128個路口等紅燈超過90秒。

<https://news.ltn.com.tw/news/local/paper/1222445>

- 在台灣部分，有許多交通相關報導指出，聽過不少民眾說太多路段紅燈的等待時間太長，可是綠燈車道卻根本沒有幾台車經過，導致原本推算的通勤時間要再增加不少，或者是特定時段的龐大車流，傳統紅綠燈無法及時反應，造成交通壅塞，此皆民眾在每日生活上，所遇到的重要課題。
- 在美國的調查當中，每人每年大約會花費48小時的時間在等待交通號誌，相信這個時間在台灣肯定更長。
<https://www.supermoto8.com/articles/3588>
- 全球大城市幾乎已將“智能”的交通管理系統或紅綠燈，列入智慧城市之一環，屬於一種動態的交通控制系統，以提高十字路口承載與運作效率，如：SCOOT(倫敦、曼谷、北京等)、SCATS(雪梨、香港、上海、廣州等)、RHODES、UTOPIA等交通信號控制系統。

現況 現有號誌燈系統比較



號誌燈系統	抵嘉真順	SCOOT	SCATS	RHODES
數據採集與分析	○	○	○	○
配時優化調整	○	○	○	○
車輛優先通行權	× 須配合道路設計	×	○	×
配套交通模型	○	○	×	○
區域優化	○	×	○	○

方案介紹 108景點遊客人數統計

觀光人口成長(嘉義市每年有超過兩百萬觀光人次)

	1月	2月	3月	4月	5月
月累計	483,205	663,248	400,789	417,593	357,580



✓ 應用場域：
嘉義市之垂楊路、吳鳳南北路、民生南北路、民權路所圍區域。

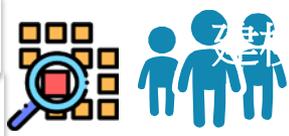
✓ 內部資料：
道路長度、現況車流量、現況交通號誌改變時間長短、路口監視器

✓ 外部資料：雨量、氣候、空氣品質、平日 / 假日、區域型態

- ◆ 透過本團隊技術，經由數據分析與建模後，可以降低塞車所帶來之亂象與意外事故之發生次數，滿足終端應用。
- ◆ 讓政府真正能夠「預先掌握資訊，迅速做出正確的決策」



內外部的數據
機器學習
最佳化數學建模



方案介紹 演算法參數定義



in_: 進路口

out_: 出路口

model_: 模型名稱

u : 路段間隔緩衝時間

z : 目標函數, 最小化該路口等待車輛之隊伍長度

A : 直向路口的總車流

B : 橫向路口的總車流

T : 總綠燈時間

θ_1 : 橫向人行時間

θ_2 : 縱向人行時間

v_{ik} : 該路口的車流速

t_{RSL} : 該路口的紅燈時間

Q : 緩衝路段最大可容納車輛數

Q_0 : 緩衝路段初始停留車輛數

ϕ_{1a} : 橫向綠燈時間

ϕ_{1b} : 直向綠燈時間

方案介紹 演算法目標函數

以單個路口在單位時間內，累積車輛長度越短，代表交通越順暢。

$$\min Z = \frac{\sum(\nu_{ik} \times t_{ik紅})}{T}$$

其中，一個交通週期的綠燈總長：

$$T = \phi_{1a} + \phi_{1b}$$

車流數據矩陣
(十字路口為例)

	左轉車流	直走車流	右轉車流
十字左路口	a13(台/秒)	a12(台/秒)	a11(台/秒)
十字下路口	b13(台/秒)	b12(台/秒)	b11(台/秒)
十字右路口	c13(台/秒)	c12(台/秒)	c11(台/秒)
十字上路口	d13(台/秒)	d12(台/秒)	d11(台/秒)

方案介紹 演算法限制式

為保路段暢通，臨近路口須滿足，下游路口的綠燈至紅燈時段，上游路口進入的車流長度需小於中間路段。

$$Q_0 + \int_0^u (b_{11} + d_{13}) dt + \int_u^{Q_0} a_{12} dt - \int_0^{Q_0} (a_{21} + a_{22} + a_{23}) dt \leq Q$$

考慮到用路人的心態及一般適用狀況，設定路口的時間極值限制，且紅綠燈時間需大於過馬路時間。

$$\theta_1 \leq \phi_{1r} \leq 120 \quad , \quad \phi_{2r} = \phi_{1r}$$

$$\theta_2 \leq \phi_{1b} \leq 120 \quad , \quad \phi_{2b} = \phi_{1b}$$

依車流量比例對紅綠燈的調整限制。

$$1/3 \leq \frac{\phi_{1r}}{\phi_{1b}} = \frac{B}{A} \leq 3$$

依中間路段提供的車流長度比例調整 u 值。

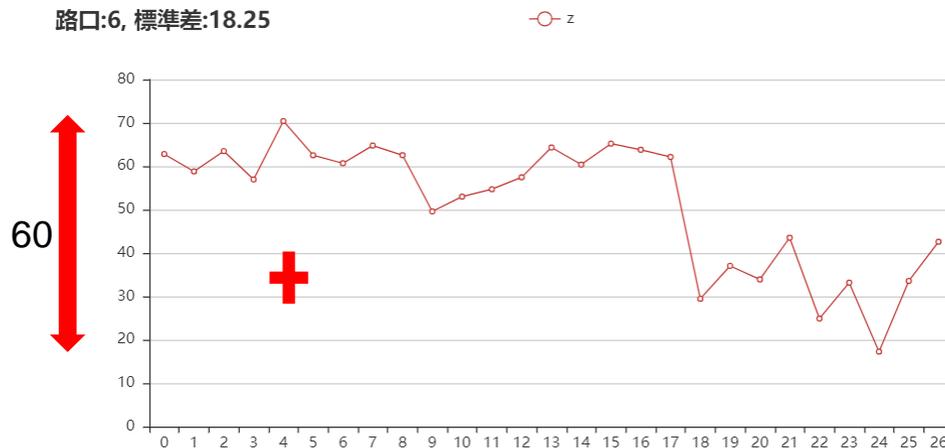
$$u = \frac{Q - Q_0}{10} \leq \phi_{1r}$$

方案介紹 影響區域交通之重要路口選取

標準差影響

透過現有資料與數據模擬法，羅列所有路口車流改變之可能情況，根據改善比例程度之標準差(車流改變時，紅綠燈秒數改變路口車流停滯的幅度)，選擇差異性較大之路口設置智慧型紅綠燈，當該路口標準差愈大，代表對其區域影響力越大。

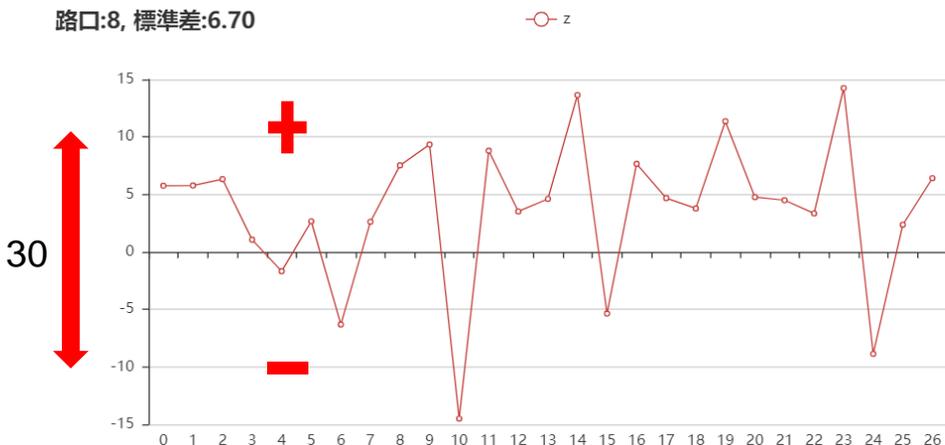
路口:6, 標準差:18.25



改善效益說明

透過在路口6設置智慧紅綠燈，由Y軸可知改善幅度極大，且數值皆為正數，代表改善效益極大，同時由標準差相比可說明該路口對其區域影響力較高。同理,若設置在路口8，由Y軸知改善幅度較小，且數值有正有負，其標準差相對較小，對其區域影響力較低，代表在該路口設置時，無明顯效益。

路口:8, 標準差:6.70



方案介紹 可行性(實測)

目前全球各大城市都有智慧交通的相關研究和計畫，但礙於

1. 技術成熟度低
 2. 建置成本高昂
 3. 各路口可達效益不高
- 推行的速度較為緩慢。

必要數據

■ 即時車流數據

透過路口CCTV或其他設備取得即時車流數。

■ 路口詳細資訊

市府提供各路口車道數、單/雙向道。

■ 紅綠燈擺設資訊

市府提供現況紅綠燈秒數。

使用車流數據及路口資訊套入AI演算法後與現況比較，雖現況燈號時間早期已有專案最佳化過，但仍可透過本專案進行再優化。現況紅綠燈搭配智慧型紅綠燈動態地調整秒數，透過本專案優化後，38組路口平均改善程度再提升8.55%，即每個路口可平均減少8.55%輛汽車停滯。

方案介紹

- 以台灣的現況為例，有部分縣市，皆在單一路口裝設智慧型紅綠燈，然而交通的變化通常是區域性的狀況。目前，台灣已有數個縣市的測試路口建有智慧型號誌燈，但礙於之前提到的成本和效益問題，以及龐大的網路流量傳輸和數據計算問題，基本都為個別路口的設立(非區域整體規劃)，如:嘉義市的忠孝路口，目前就有設立全景魚眼相機之計劃正在執行，用於蒐集該路口車流資訊，再匯入雲端做數據運算，運算完的結果返回設置該路口紅綠燈燈號。
- 本團隊在嘉義市區規劃一個大區域(民權路、吳鳳路、垂楊路、民生路)，藉由演算法於該區域中挑選架設智慧型紅綠燈可達區域效益最佳的4個(以預算決定)路口，讓我們可以先從挑選出來的4個路口中建置即時偵測車流之物聯網設備，以達「**成本最小化**」與「**區域效益最大化**」的優點。同時，因該區域中只建置數個智慧型紅綠燈，龐大的網路流量傳輸和數據計算問題，也可迎刃而解。
- 智慧號誌燈的原理為依據路況資訊(例:車流量、行人、天候與交通事故)，藉由物聯網動態調控燈號來提高十字路口的車流承載力，整套系統基本由中央控制系統、燈號控制器、攝影機、遙感測器與通訊網絡構成。

方案介紹 可行性(未來)

■ 區域型智慧交通

透過現有技術和設備，搭配本團隊自行開發之演算法與區域型整合架構，市府可依自身預算之成本考量，於影響力較大之路口架設車流影像辨識之物聯網設施，實現「區域型智慧交通」，而非單一路段之智慧交通策略。

■ 確保預測準確度

其它未架設智慧型紅綠燈的路口，會以統計學習中迴歸分析法建立車流量之預測模型，建議每三年以人工調查車流數據，並與模型預測之車流狀況做比較，若有較大誤差應立即修正預測模型，確保這些未架設智慧型紅綠燈路口車流數據之預測準確度。

方案介紹 可行性(比較)

	嘉義市政府 抵嘉真順	東華大學 多目標運輸管理 決策支援系統	台灣大學人工智慧中心 城市車流解決方案
設備需求	低	中	高
成本需求	極低	中	高
技術需求	中	中	高
改善程度	8.55%	未知	62%

方案介紹 抵嘉真順Line@生活圈

便民服務

建立抵嘉真順Line@生活圈，可簡易搜尋嘉義美食、景點、旅宿、及商家。

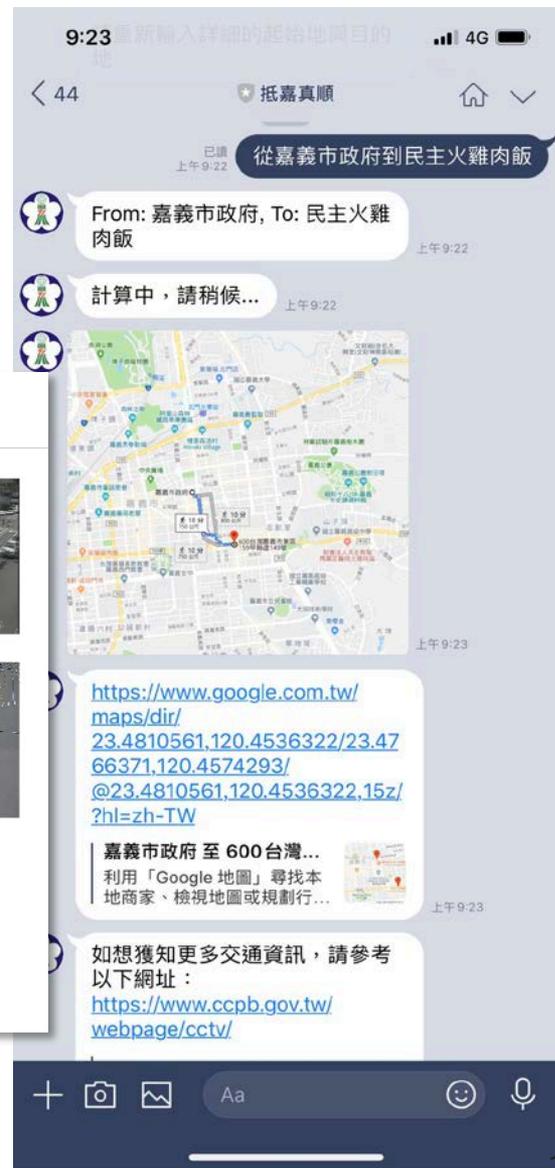
進階資源

抵嘉真順Line@可拋出地圖、及連結，看嘉義市政府警察局即時交通路況影像監看系統。

<https://www.ccpb.gov.tw/webpage/cctv/index.php>



抵嘉真順LINE@
—快速加入好友連結



方案優勢 & 未來延伸效益

我們注意到，聯合國統計署（United Nations Statistics Division, UNSD）近年積極推動各國政府的大數據統計平台，以歐洲國家為主體的UNECE也從2013年開始積極推動大數據官方統計的具體計畫。法國、德國、芬蘭、澳洲、紐西蘭、斯洛凡尼亞、義大利等國，都啟動不同領域的大數據官方統計計畫，而歐盟執委會也利用手機定位數據，來偵測歐洲各國觀光旅客之間的流動模型。還有，政府推動大數據官方統計不能閉門造車，必須在跨國統計平台上進行資料交換，如此又創造了另一個「國際化網路交流」的新舞台。

大數據官方統計，提供了政府一個擷節成本、掌握時效、提高統計準確性，而且絕對透明的解決方案，最重要的是，大數據官方統計掌握了即將發生的趨勢，讓政府真正能夠「預先掌握資訊，迅速做出正確的決策」。

導入成效

掌握交通即時數據，舒緩交通壅塞情形，開創智慧交通新契機。

影響與效益

- 低建置成本，利於大範圍推廣應用
- 旅遊導航資訊並結合在地商家、地方旅遊景點，促進經濟發展
- 減少主要幹道上之車輛數，適當地利用紅綠燈分流車輛到其他道路
- 降低塞車所帶來之亂象，縮短塞車等待時間10%以上、降低塞車所發之意外事故

後續應用

將本專案建立之模型推廣應用於其他區域與縣市之重要幹道上

感謝
聆聽

抵嘉真順

舒緩嘉義市街道塞車

之智慧交通號誌進行最佳化分析建模



嘉義市政府
Chiayi City Government



台灣資料科學
Taiwan Data Science Co.