



人工智慧技術 應用於 桃園交通感測 網路

Artificial Intelligence Applications for Taoyuan Traffic Sensor Network

簡培原 Pei-Yuan Chien / 創代科技股份有限公司 數據分析師

劉慶豐 Ching-Feng Liu / 桃園市政府交通局 局長

張新福 Hsin-Fu Chang / 桃園市政府交通局 副局長

熊啟中 Chi-Chung Hsiung / 桃園市政府交通局 主任秘書

李慶憲 Ching-Hsien Li / 桃園市政府交通局運輸資訊中心 主任

闕嘉宏 Chia-Hung Chueh / 創代科技股份有限公司 執行長

黃惠隆 Huei-Lung Hwang / 台灣世曦工程顧問公司 副理

游上民 Shang-Min Yu / 台灣世曦工程顧問公司 正工程師

人工智慧係藉由大量的電腦科學訓練，實現了各領域的專業人類智慧技術。本研究結合桃園市多元化的交通感測網路與交控中心的專業人員知識，共同開發出桃園交通大數據系統。數據底層中以階層集群分析法，建立人工智慧品管監督，取代大量的人為判斷工作；演算層以深度學習法，融合了異質性的交通數據，達到精確且有效的預測能力；應用層更開發路況顯微鏡，結合城際與市區數據協作，引領人工智慧科技真正落地至實體交通網路應用。

Abstract

Artificial intelligence is demonstrated by computer science, in realization to the human intelligence. This research is based on diversified data source in Taoyuan traffic sensor network, cooperated with professional technicians and developed the data science application for traffic control center. In the data base, hierarchical clustering reduces the premium maintenance cost. Deep learning algorithm offers the heterogeneity data fusion, creates the stable and accurate prediction ability. System also combines the inter and inner city source with Taiwan freeway bureau, leads the Artificial intelligence technology to be implemented in physical traffic network.

多元化的桃園交通感測網路 — 打造 AI 服務思維

桃園市的交通感測網路具備多元化的數據基礎，包含密度最高的單點式車輛偵測器 (Vehicle Detector, VD)，全臺灣地區境內數量最高的 eTag 偵測設備 (eTag Vehicle Probe, EVP)，以及整合各項 GPS 訊號的探偵車隊 (GPS Based Vehicle Probe, GVP) 數據。為了使由數據底層、中介平台演算至應用服務進行相對應的人工智慧學習導入，系統分別配置了「AI 品管監督模組」、「多元資料融合預測學習」、「路況顯微鏡」等三大項目。

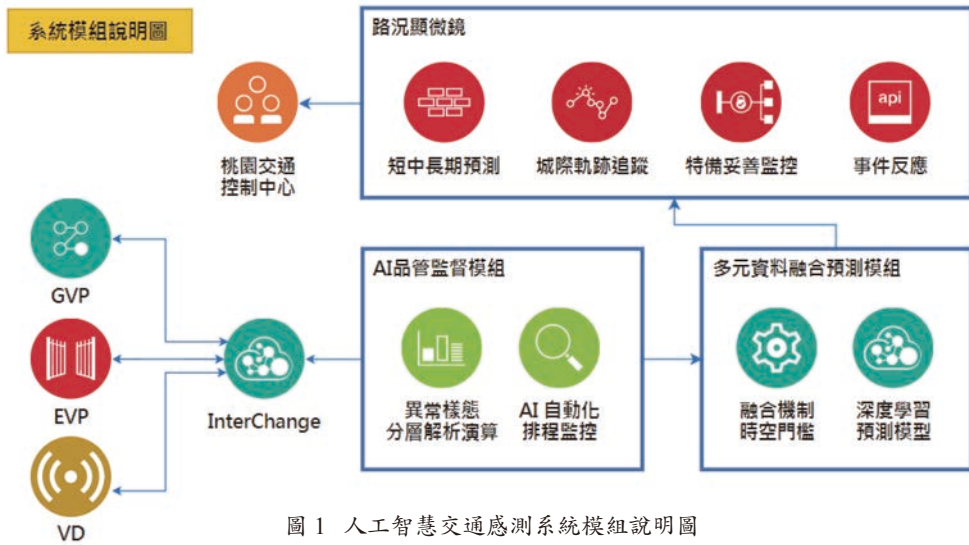


圖 1 人工智慧交通感測系統模組說明圖

AI 健檢模組 — 讓電腦接手品管監督

在如此龐大的感測網路狀態下，數據監控品質是攸關後續數據應用與服務開發的最關鍵要素。然而，傳統上在設備維護的過程中，缺發有效且自動化的品管機制，造成大量的人力資源浪費與反應時間的延宕等問題；也因此，桃園市交控中心嘗試採用 AI 機器學習技術，讓電腦學會啟發式的異常類別校度評估函數，採用階層集群分析法 (Hierarchical clustering) 與實際維修經驗豐富的檢測技師，建立出初始分群特徵樣態，並以此類別效度逐構疊代的演算評估。過程中，系統將會自動搜尋整個分類樹，並評估效度函數的分類顯著性，找到最佳的叢集分類。

經由機器學習後得到 18 個分群結果，研發團隊考量了實務執行的操作性與應用性平衡，將 18 個分群樣態進行收斂整併，簡化為數層特徵三大樣態：雙峰、晨峰、昏峰；在建立異常樣態之異常類別樣態，包含：波

峰連續遞增、波峰連續遞減、波峰平滑、突發式高波峰、夜間尖峰，不規則波動等共計 9 類特徵。藉由電腦進行排程掃描作業後，監督各設備即時與歷史特徵的比對，一旦判讀到相關異常樣態時，交由業務同仁進行現地複驗與調教作業，為後端數據加值的品質把關。

實作深度學習 — 建立資料融合的旅行時間預測能力

然而，在桃園的交通感測網路中，具備了三種不同特性的數據資源，系統將透過機器學習方式，讓機器調配出各時空情境下的最佳權重分配。其技術選擇是採用深度學習 (Deep learning Neural Network, DNN) 演算技術，深度學習是一種試圖使用包含複雜結構或由多重非線性變換構成的多個處理層對資料進行高層抽象的演算法，其概念基礎可將神經網路結構概分為三層：輸入層、隱藏層與輸出層，如同大腦神經處理外部環境的訊

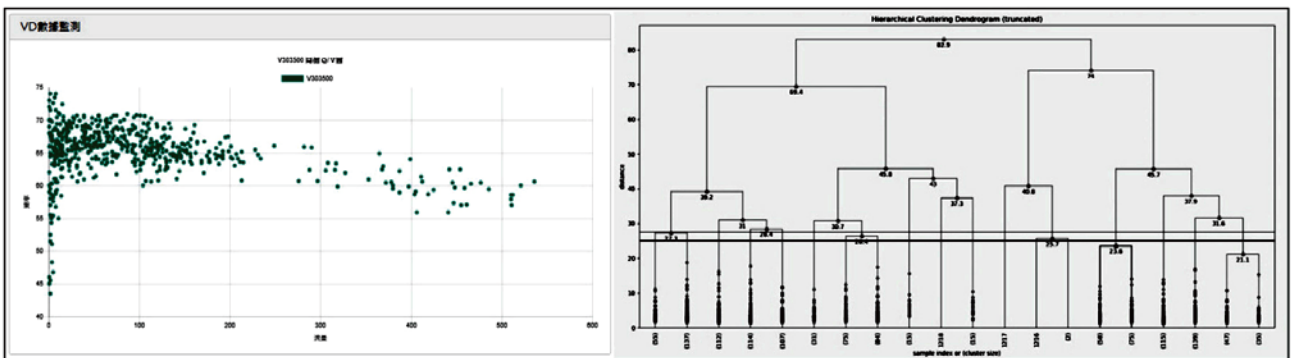


圖 2 階層集群分析演算說明圖

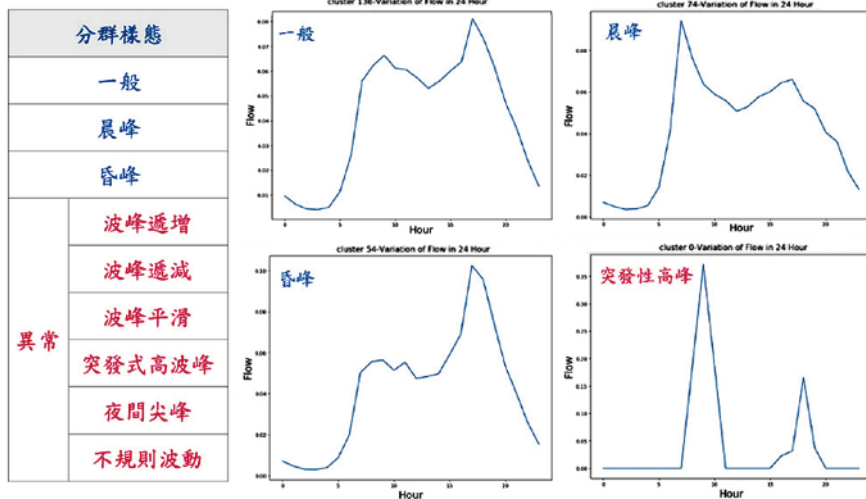


圖 3 分群峰態特徵收斂說明圖

號過程，輸入層如同訊號的接收端，一至多筆的資料特徵可置於輸入層，其後資料特徵將按權重連結至隱藏層的神經元，各資料特徵值與某神經元的權重加乘後所得訊號值，將視激發函數 (Activation Function) 的函數特性，決定是否傳遞至下一層之隱藏層。

完成所設定的隱藏層演算後，所有資訊將匯集至輸出層，並依照輸出層的權重，決定最終回歸或分類預測結果。就旅行時間預測而言，可將各空間時點下所對應 EVP、GVP 旅行時間以及調整後 VD 數據，標示為輸入層的資料特徵值，經過後續所對應的隱藏層演算後，可得各資料特徵所配予之資料融合權重，以及旅行時間預測效果。為了評斷其預測模型的演算成果，本系統採用

平均絕對百分比誤差 (MAPE) 做為評估指標。MAPE 所呈現的預測效果區間，並參考 Lewis (1982) 的研究，依數值的區間，可化為高精準預測、精準預測、有效預測以及無效預測的解釋區間。

$$MAPE((y, y')) = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|y_i - y'_i|}{y_i} \times 100\%}{n}$$

在非封閉道路環境的市區環境下，以深度學習技術對可供預測模式使用的 144 條路段進行預測模型建立。其中，達精準能力 (MAPE < 20%) 的道路數約 19%，能接近精確預測 (MAPE < 30%) 者為 40.5%，而整體有效預測 (MAPE < 50%) 亦達到 71%。

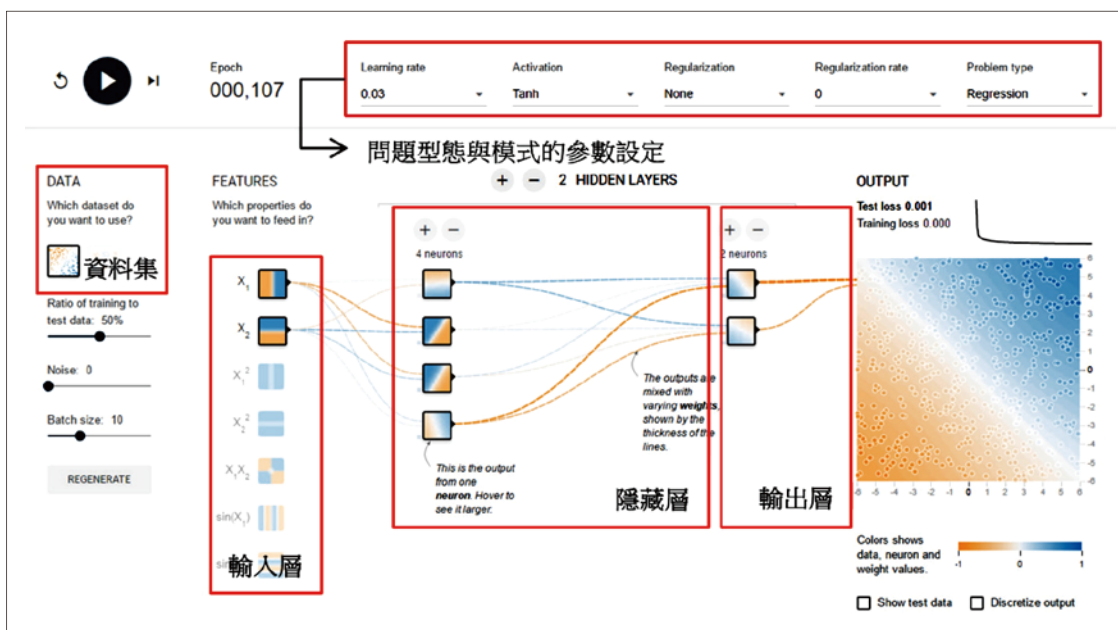


圖 4 Google Tensorflow 神經網路操作圖

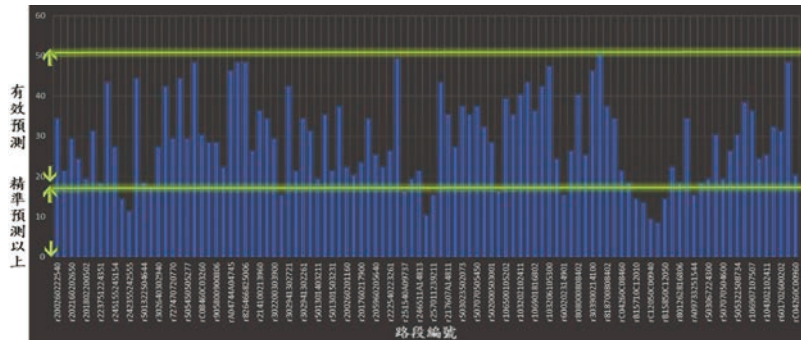


圖 5 深度學習 MAPE 預測績效說明圖

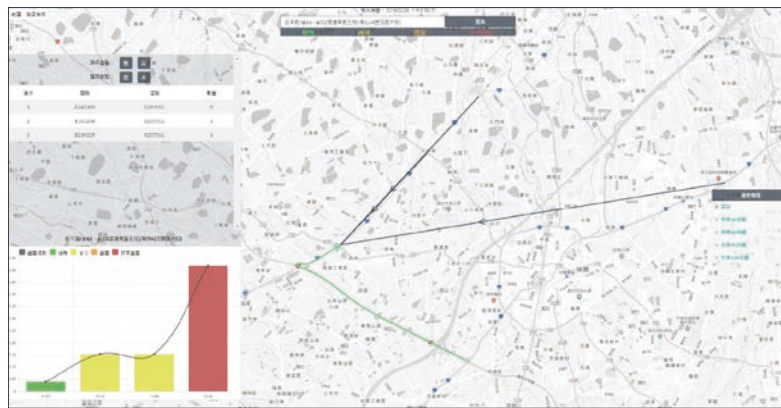


圖 6 路況顯微鏡介面 — 城際平面車流追蹤操作圖



圖 7 路況顯微鏡介面 — 滾動式壅塞路段排名解析

跨域車輛追蹤 — 從城際到市區，深度了解市民需求

在桃園市的道路交通特性中不僅有市區境內的移動需求，更具有相當高的比例往城際間進行通勤，例如往北至臺北市與新北市以及往南的新竹竹科地區等。為了使大數據的應用範域更加廣泛，系統突破了過去轄區管理的傳統做法並與交通部高速公路展開交流道 eTag 數據交換整合作業，讓桃園市境內的車流數據持續追蹤至城際間的移動，讓系統得以分析上班時間，是哪個地區的市民具有特定地區的交流道移動需求。

結語

藉由綜合性的路線顯微鏡系統，藉由人工智慧判斷與分析的技術，提供桃園交控中心充分了解市民移

動特性，搭配時間與空間維度的捉對分群，解析整體網路壅塞道路彙整狀態，規劃出入城車隊替代道路並進行引導服務；再藉由逐年逐月的數據累積，桃園交控中心將結合管理團隊的專業知識以及 AI 人工智慧的同步學習，一同提升桃園交通至先進 AI 智慧網路。

參考文獻

1. W. Huang, G. Song, H. Hong, K. Xie, "Deep architecture for traffic flow prediction: Deep belief networks with multitask learning", IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., Vol. 15, pp. 2191-2201 (2014).
2. Y. Jia, J. Wu, Y. Du, "Traffic speed prediction using deep learning method", IEEE 19th Intl. Conf. on Intelligent Transportation Systems (ITSC), pp. 1217-1222 (2016).
3. C. D. Lewis, Industrial and Business Forecasting Methods, London, Butterworth Scientific (1982).
4. <https://www.tensorflow.org>
5. <https://github.com/jameslyons/python-neural-nets/blob/master/dnn.py>