

整合大型語言模型與即時開放資料於動態交通號誌優化之研究： 以 SUMO 模擬為驗證場域流程

專題編號：114-2-CSIE-S016

執行期限：114 年第 1 學期至 114 年第 2 學期

指導教授：陳香君

專題參與人員：112590060 伍紹文

112590045 邱兆偉

112590049 吳宜峰

112590048 劉柏漢

一、摘要

本研究以北科大周邊路網為實驗區域，建構整合即時車流、交通模擬與深度學習預測的智慧號誌控制系統 TrafficVision。系統透過台北市 VD 開放資料取得即時車流，以 SUMO 建立微觀模擬環境，並用 GRU 預測未來 5 分鐘車流。系統並行評估 5 種號誌控制策略，以等待時間與行程延誤之加權分數選出最佳方案，並透過儀表板與微調過的 Gemma 4 AI 問答介面呈現結果，協助管理人員快速理解當前路況。

二、緣由與目的

目前台北市中心區號誌多採固定時制，難以反映短時間內的車流波動，常造成尖峰壅塞不退。雖然交通局已開放即時 VD 資料，但缺乏結合即時資料與微觀模擬的決策工具。本團隊鎖定北科大周邊 8 條幹道，結合 GRU 預測與 SUMO 模擬，建構可同時呈現「當前」、「預測」、「優化」三種視角的決策支援系統，為校園周邊交通改善提供量化基礎。

三、研究範圍

(一) 研究文獻蒐集整理

彙整近年 GRU、LSTM 等序列模型於短時車流預測之文獻，了解深度學習在 ITS 領域的應用差異。

(二) 研究地區及對象

以北科大周邊路網為主要研究區域，涵蓋約 120 條 SUMO edge 與 17 個受號誌控制路口。

(三) 研究內容

以真實 VD 資料驅動 SUMO 模擬產生大量訓練樣本，訓練 GRU 模型並設計多種號誌控制策略進行並行模擬比較。

四、使用技術方法

(一) 透過交通局 VD 開放資料介面抓取北科大周邊路段即時車流。

(二) 將車流轉為 SUMO 模擬路徑檔，並以多程序並行產生訓練資料。

(三) 採用 GRU 模型預測未來 5 分鐘車流，強化高流量路段精度。

(四) 依預測分數鎖定關鍵路口，動態延長綠燈秒數並覆蓋號誌設定。

(五) 並行模擬 4 種控制策略，以加權綜合分數選出最佳方案。

(六) 以 FastAPI 提供 REST API 與 WebSocket 串流模擬狀態。

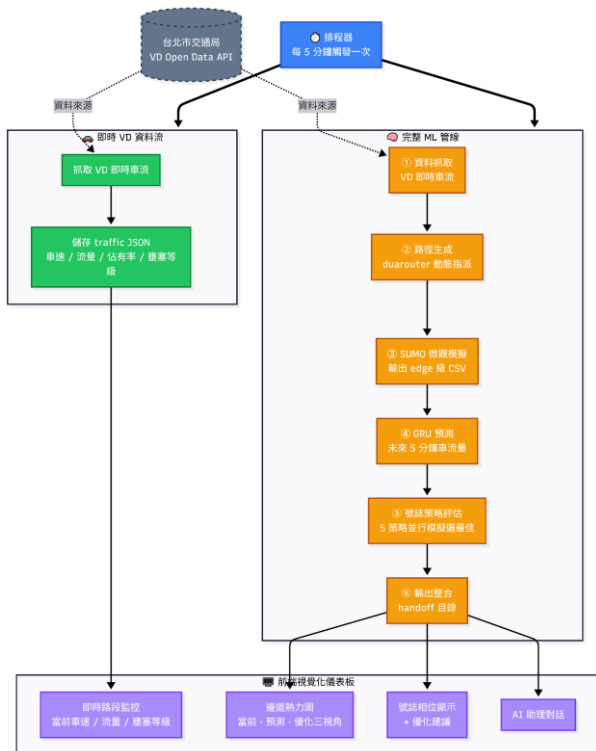
(七) 以 Unsloth 微調 Gemma 4 並部署於本地，提供 AI 助理。

(八) 以 React + Leaflet 建構儀表板，並透過容器化一鍵部署。

五、架構流程

系統採用兩條獨立資料流：即時 VD 資料流負責定時抓取台北市交通局車流資料，供前端儀表板顯示當前路段車速、流量與壅塞等級；完整 ML 管線則依序執行資料抓取、路徑生成、SUMO 微觀模擬、GRU 預測、號

誌策略評估與輸出整合，最後由前端視覺化呈現。整體流程由排程器每 5 分鐘自動觸發一次，確保儀表板資訊與實際路況同步更新。



六、工具說明

- (一) SUMO：德國航太中心開發之開源微觀交通模擬器，支援多車種與紅綠燈控制，本研究以其 TraCI 介面進行即時控制與資料擷取。
- (二) PyTorch：Facebook 開源深度學習框架，支援 GPU 加速與動態計算圖，本研究以其建構 GRU 序列預測模型。
- (三) React + Leaflet：以 React 18 建構單頁應用程式，搭配 Leaflet 開源地圖函式庫疊加 SUMO 路網之真實座標熱力圖。
- (四) Ollama + Gemma 4：Ollama 為本地 LLM 推論伺服器；Gemma4 為 Google 開源輕量化語言模型，本研究以 LoRA 微調後部署，提供離線繁中問答。

七、成果與展望

TrafficVision 已能完成全自動化排程：每 5 分鐘抓取一次 VD 資料、執行模擬

與預測、並行評估 5 種策略並更新前端儀表板。adaptive 策略於高壅塞情境相較無控制基準可降低平均等待時間約 15 - 25%；前端能同時呈現「當前」、「預測」、「優化」三種視角的車流熱力圖，AI 助理亦能正確引用即時數據回答問題，避免幻覺。未來希望可以新增以下功能：

- 將 TraCI WebSocket 串流前端化，讓使用者可即時觀察模擬車輛動態。
- 擴大監測範圍至整個中正、大同行政區，並引入 Graph Neural Network 學習路段間的空間依賴。
- 將號誌覆蓋指令對接交通局實際控制器，從「模擬建議」進化為「實際控制」。
- 增加歷史資料分析儀表板，提供以週、月為單位的長期趨勢報告。

八、參考文獻

- [1]K. Cho et al., "Learning Phrase Representations using RNN Encoder - Decoder for Statistical Machine Translation," EMNLP, 2014.
- [2]P. A. Lopez et al., "Microscopic Traffic Simulation using SUMO," IEEE ITSC, 2018.
- [3]台北市政府交通局，交通資料 VD 開放資料
<https://data.taipei/dataset/detail?id=b5aaf33a-a6dc-4836-bce6-09986241fe11>
- [4]Google Gemma Team, "Gemma: Open Models Based on Gemini Research and Technology," 2024.
- [5]PyTorch
<https://pytorch.org/>
- [6]Leaflet.js
<https://leafletjs.com>
- [7]Ollama,
<https://ollama.com/>