

基於多代理人 LLM 之社群動態模擬系統

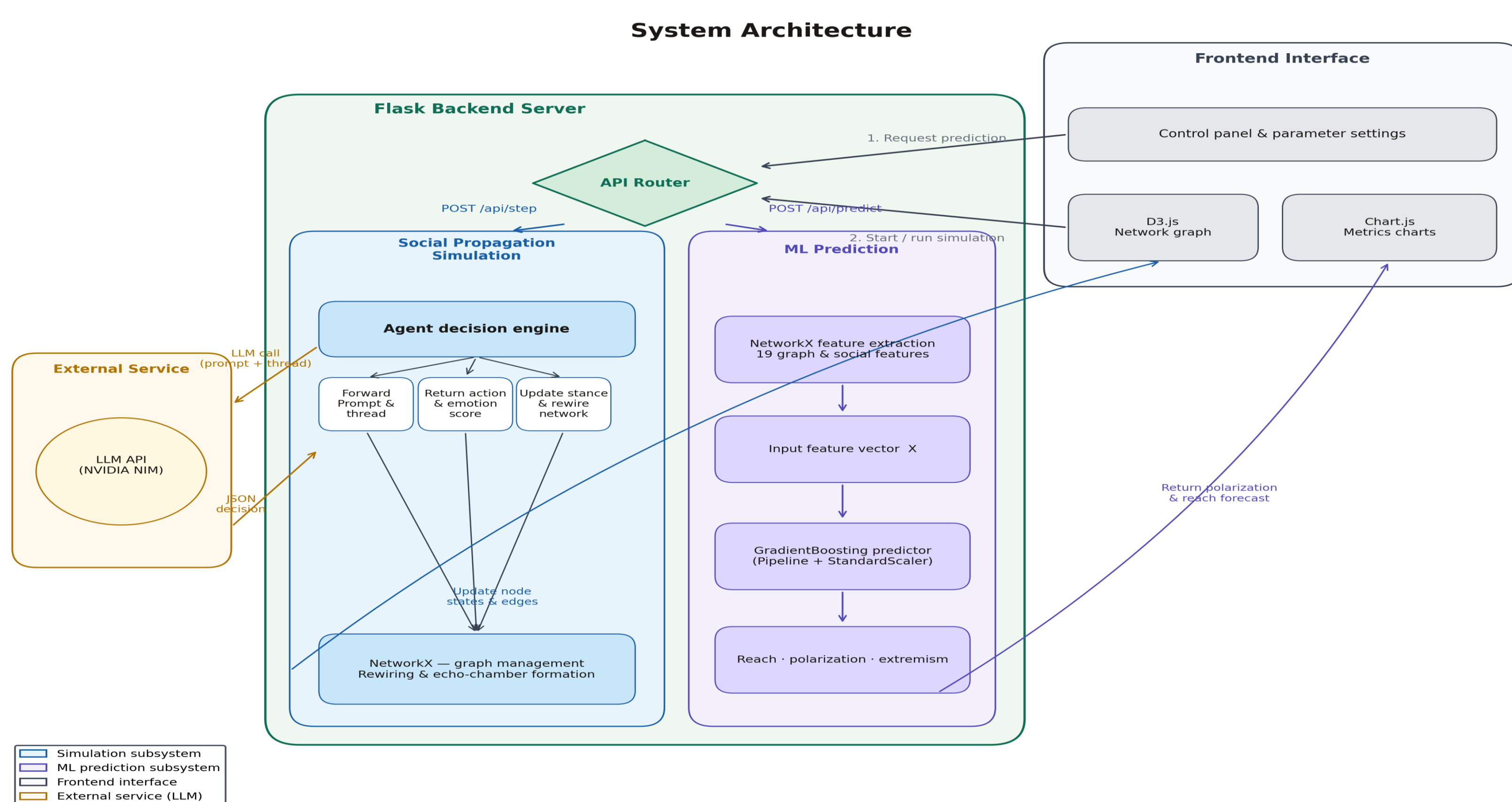
A Social Dynamics Simulation System Built on a Multi-Agent LLM Framework

指導教授：李政德 教授
專題學生：陳峻霖

Introduction

過往社群模擬模型（如 IC Model 或 HT-ABM）常忽略社群用戶對內容的語意感知，或傳播受限於硬性指標，缺乏真實的個人化互動（如不同個性的人在社群中會有不同的行為），為此，本專題串接大型語言模型 LLM，打造基於「生成式代理人（Generative Agent）」的互動式視覺化社群模擬系統，並以 NetworkX 構建底層網路，賦予 Agent「固執度」與「易怒值」等與人類相似的非理性特徵，使其能自主產出認同轉發（SHARE）、反駁對立觀點（REWRITE）或無感忽略（IGNORE）等決策，並結合動態斷交重組（Network Rewiring）機制來模擬社群上退追蹤機制。此外，我們設計了基於 GradientBoostingRegressor 的機器學習模型，提取 19 項圖論與統計特徵，實現社群流量的模擬前測。最後，本專題將上述架構整合為具互動性的視覺化網頁系統，提供即時的社群網路模擬與最終傳播指標，呈現了現今社群輿論演化的動態過程。

System Architecture



Implementation Technologies

1. 後端：Python 3.11 · Flask 2.x · flask-cors · NetworkX 3.x · scikit-learn · pandas · NumPy · pickle
2. LLM及語意處理：NVIDIA NIM API · SentenceTransformer
3. 前端：D3.js v7 · Chart.js v4 · Vanilla JS
4. 機器學習方法：GradientBoostingRegressor · StandardScaler · Pipeline · 5-fold cross-validation
5. 開發環境：Python venv · Flask dev server · Single-machine deployment

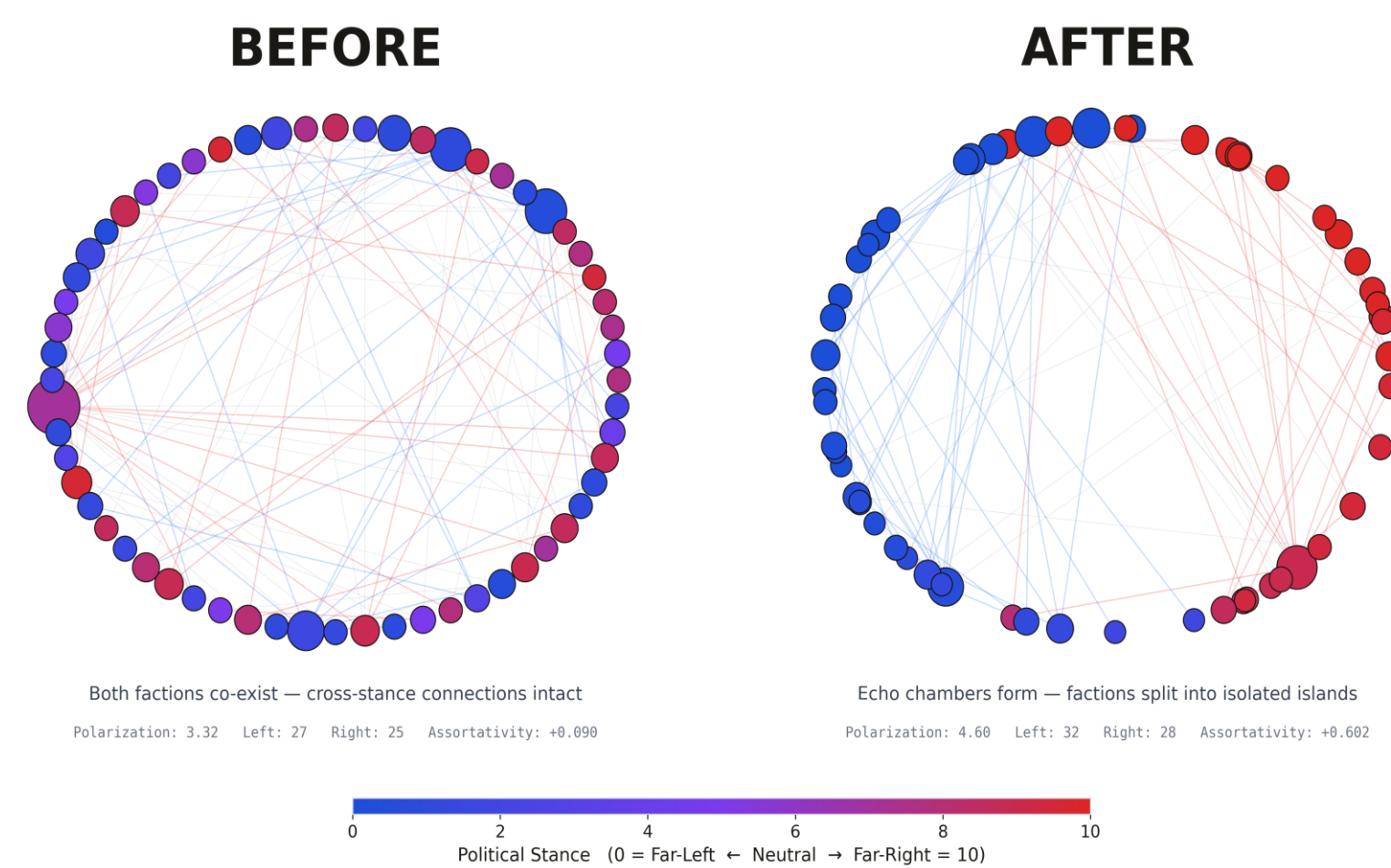
Evaluation Metrics

1. 兩極化指數（**Polarization Index**）：衡量網路中所有節點立場的分散程度，數值越高代表社群兩極化越嚴重。
2. 同溫層係數（**Assortativity**）：衡量立場相近的節點傾向互相連結的程度，值越高，代表社群中的同溫層效應越顯著。
3. 極端份子佔比（**Extremism Ratio**）：計算立場 ≤ 2 或 ≥ 8 的節點佔全體比例，追蹤模擬過程中激進化程度的變化。
4. 訊息觸及率（**Reach Rate**）：執行 SHARE 或 REWRITE 的節點數除以總節點數，衡量一則訊息最終能傳播到多廣。
5. 平均立場漂移量（**Avg Stance Shift**）：每個節點從初始立場到最終立場的平均變化量，量化訊息傳播對個人意見的實際影響。
6. ML 模型 R^2 分數 以 300 次模擬資料進行 5-fold 交叉驗證，評估 GradientBoosting 模型在模擬前預測觸及率、兩極化指數與極端化比例的準確度。

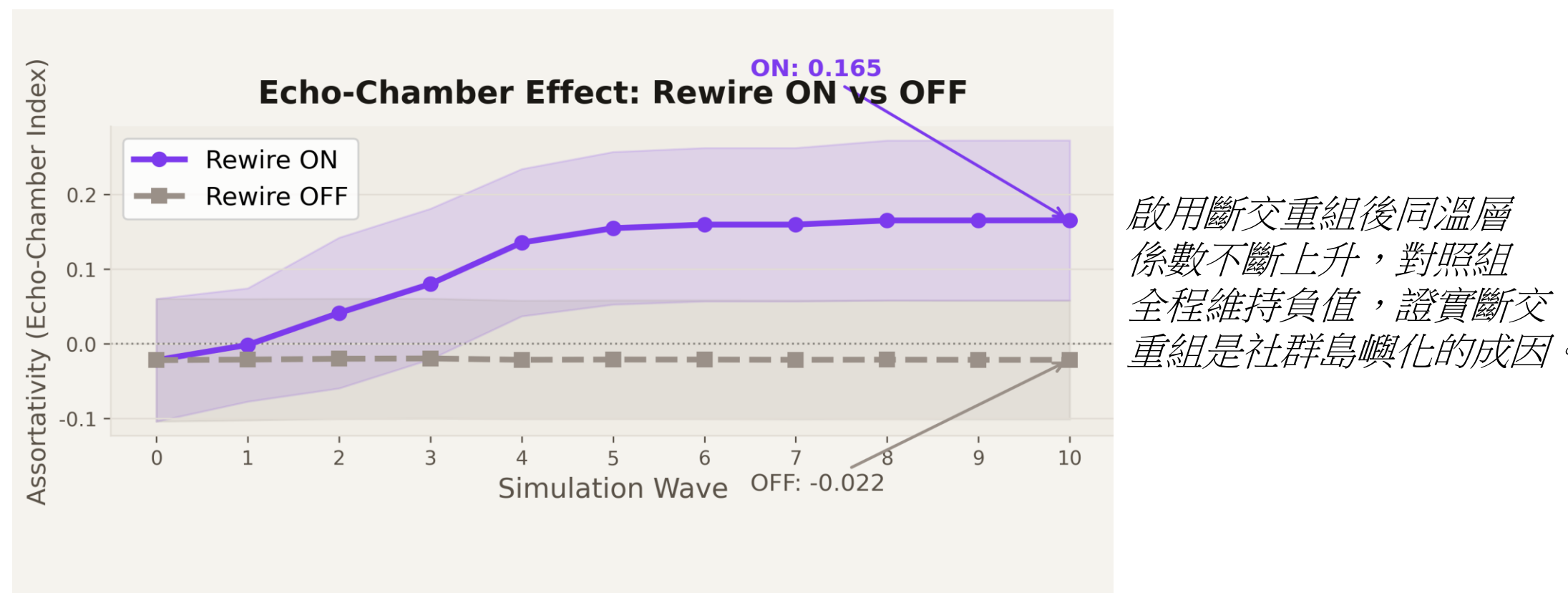
Conclusion & Future Work

本專題導入 LLM 建構具語意與情緒感知的生成式代理人，結合動態斷交重組機制，量化證實同溫層與社群兩極化等複雜輿論現象，最終整合為一套高互動的 Web 視覺化傳播實驗室。未來系統將沿三大方向深化：一、部署本地開源模型（如 Llama 3）挑戰萬人級超大型社群模擬；二、擴充多模態輸入與五大性格特質以提升行為擬真度；三、爬取真實社群（如 PTT、Threads）數據進行交叉驗證，持續校準機器學習預測模型。

Results

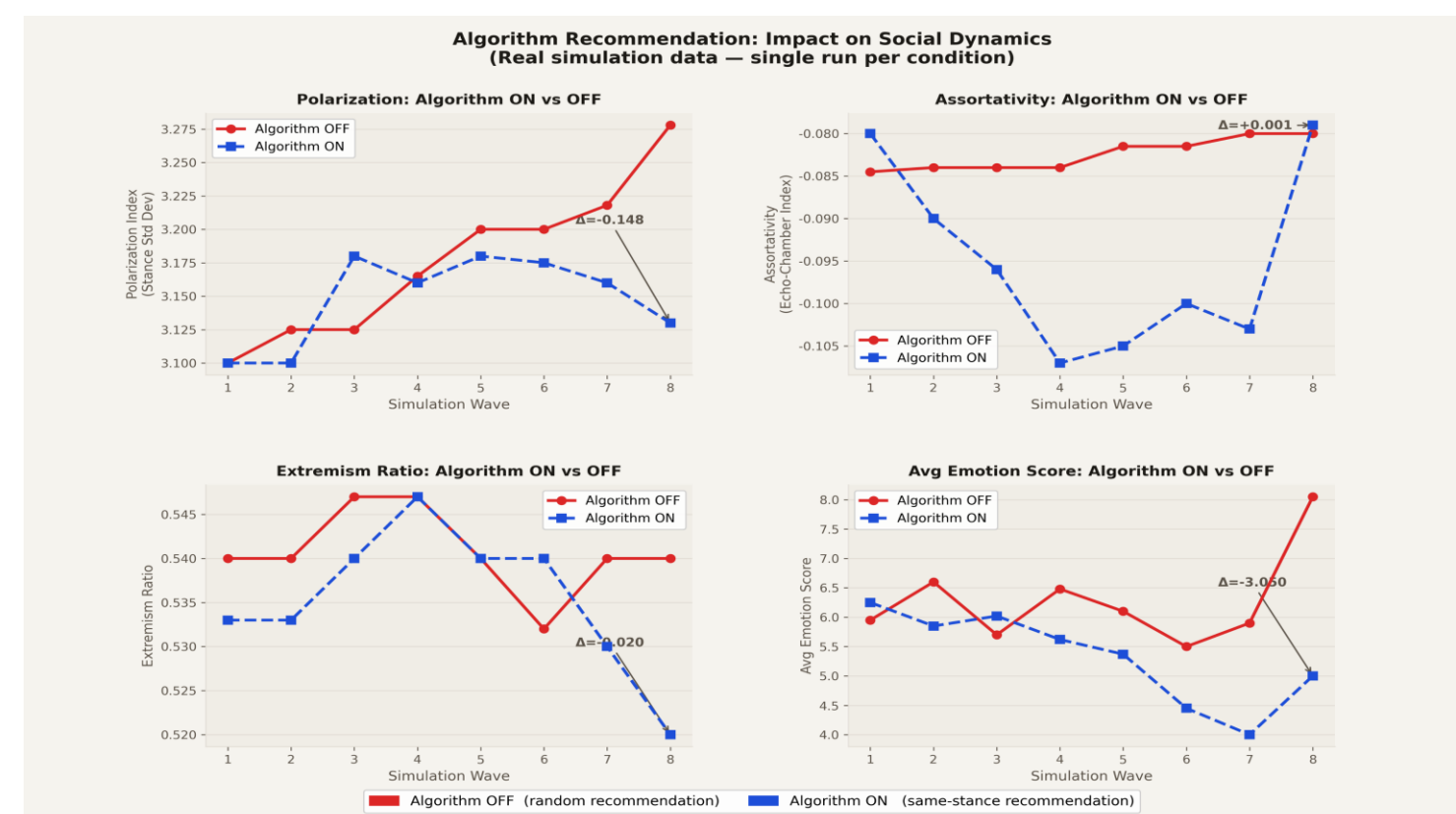


模擬前後的社群網路，節點依立場聚集，左右兩側形成明顯同溫層。



啟用斷交重組後同溫層係數不斷上升，對照組全程維持負值，證實斷交重組是社群島嶼化的成因。

加入推薦演算法後，訊息集中在認同者之間傳播，雖短期降低情緒對立，但加深社群同質化，形成隱性同溫層。



平均訊息觸達率	平均極端份子佔比	平均兩極化指數	斷交重組後同溫層係數增加率
64.7%	47.7%	3.022	+126%

Demo
影片

