

智慧空調系統：深度強化學習助力節能與舒適調控

Smart Cooling : Deep Reinforcement Learning helps energy saving and comfort control

指導教授：蘇銓清

專題成員：邱聖佐

開發工具：Python, PyTorch

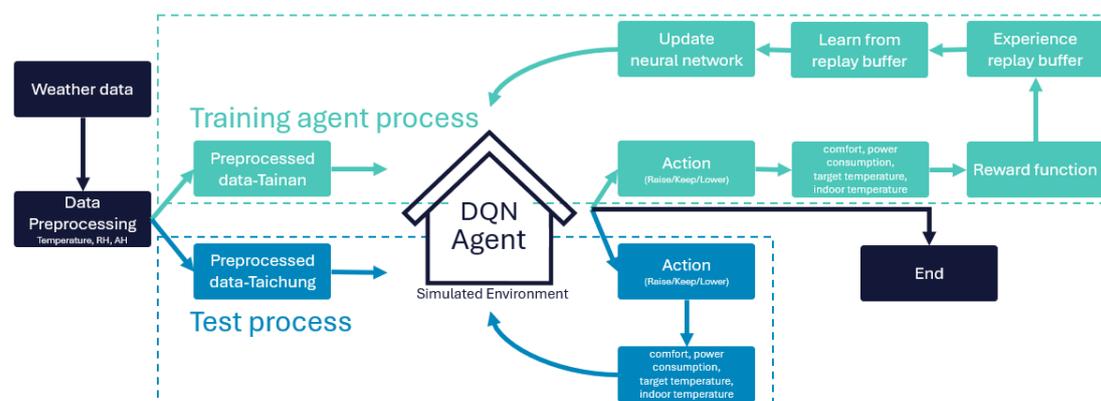
測試環境：Windows 10, Colab

一、簡介

本專題旨在開發一套基於深度強化學習（DQN）的智慧空調系統，能根據即時環境資訊，自主調整空調設定，兼顧室內舒適度與節能目標。

現行多數冷氣系統採固定時段與固定溫度運作，無法即時因應外界環境變化，造成能源浪費與舒適度下降。為此，本研究設計了模擬環境，整合實際氣象資料（溫度、相對濕度），並以氣象署使用的 Temperature - Humidity Index（THI）作為舒適度評估指標。

- 系統架構包括：



- 模擬環境：根據氣象資料計算室內舒適度與能耗。
- 智能代理人（DQN Agent）：
 - ◆ 主網路與目標網路搭配優先經驗回放提升訓練效率。
 - ◆ 動作空間為：降低、維持或提升冷氣設定溫度。

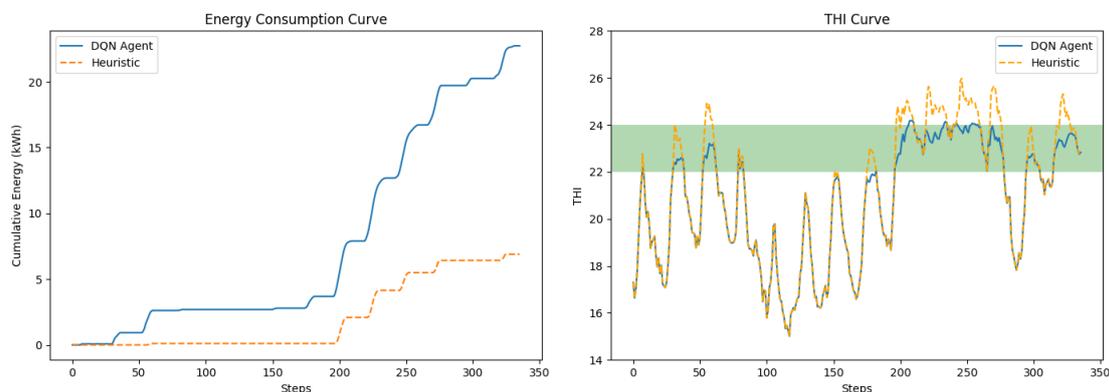
- 獎勵設計：

- 結合舒適度（THI 接近 23）與能耗作為回饋依據。
- 不同權重組合（a 舒適度權重, b 節能權重）用以調整策略方向。

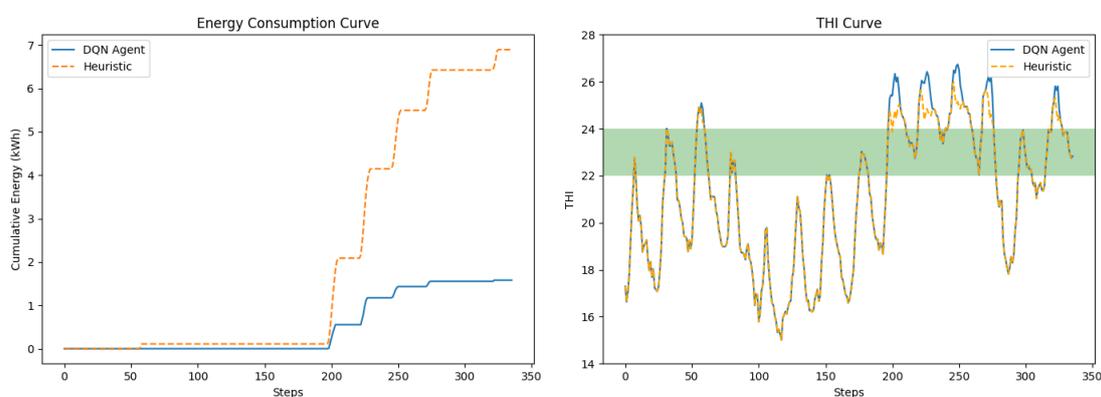
本系統能靈活調整優先目標，在節能與舒適度間達成最佳平衡，並具備自我學習、適應環境變化的能力。

二、 測試結果

Comfort Version



Green Version



設計兩組策略與政府現行控制法（Heuristic）則進行對比，評估本系統

- Comfort Version：偏重舒適度 ($a=0.7, b=0.3$)。
- Green Version：偏重節能 ($a=0.3, b=0.7$)。

1. 平均耗電量比較與最佳舒適度區間（22~24°C）占比

策略	平均耗電量 (kWh)	最佳舒適區占比
Heuristic	20.848	0.160
Comfort Version	49.801	0.274
Green Version	5.737	0.155

- Comfort Version 顯著增加耗電量以換取舒適度。
- Green Version 在小幅下降舒適度的情況下，大幅提升節能表現。

DQN 智慧控制策略能根據需求靈活調整，在舒適與節能間取得平衡。透過適當權重設計，系統可實現「類似舒適度但更省電」的控制效果。實驗結果均通過配對 t 檢定，顯示各策略間差異達到統計顯著。