



控制 MMORPG 內通貨膨脹： 基於強化學習的 NPC 商店多商品動態定價

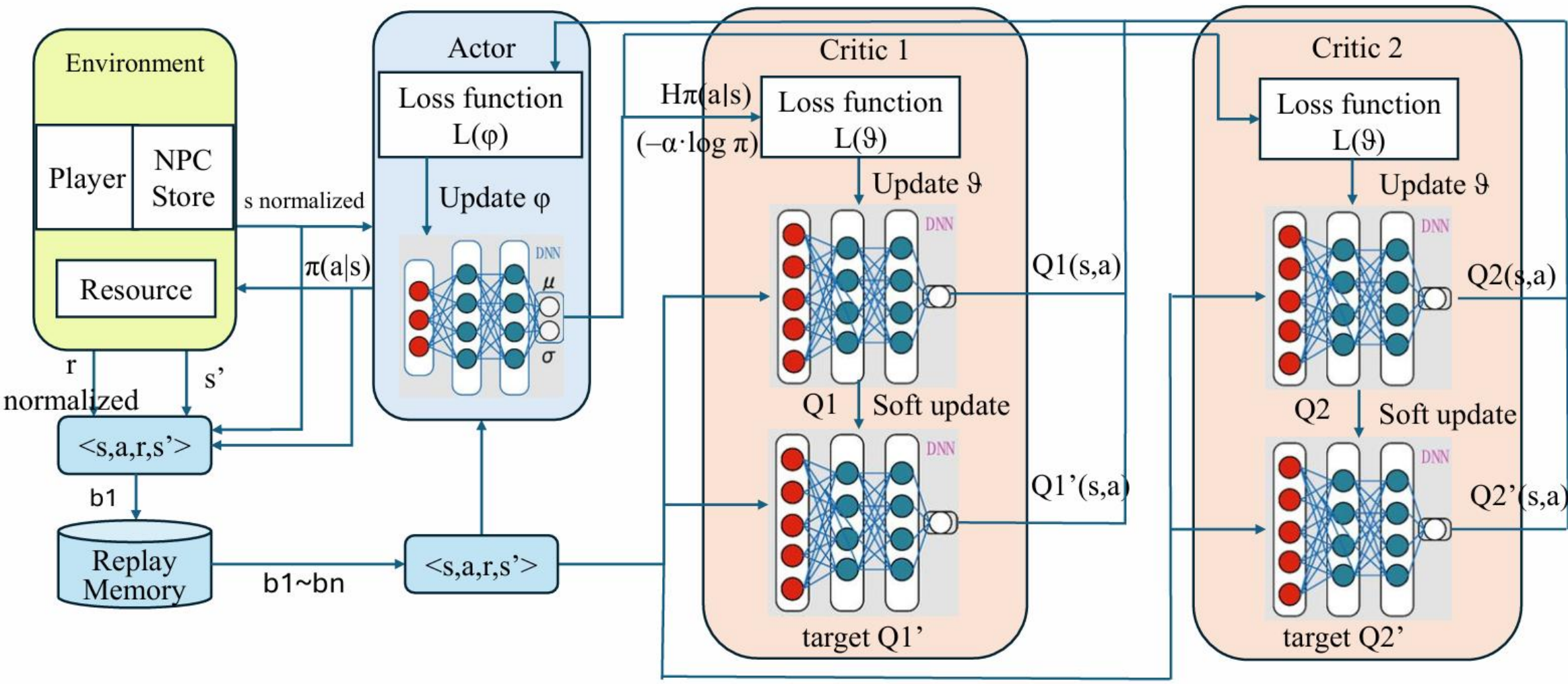
Controlling In-Game Inflation in MMORPGs:
Reinforcement Learning-Based Multi-Product Dynamic Pricing for NPC Stores

專題成員:張凱盛 指導教授:陳朝鈞

介紹

MMORPG中的通貨膨脹是指因貨幣供應過剩導致價值下降，常見於玩家透過重複性任務或資源採集迅速累積並販售給NPC商店換取金幣。若商品價格未即時調整，將導致金幣大量流入市場，購買力下降、經濟失衡。人工每日調價既耗時又難以掌握市場即時變化，為實現自動化與即時的經濟調控，本研究引入強化學習模型，根據每日交易數據調整商品價格。透過與環境互動學習，模型可掌握市場變化並調整定價策略，實現供需平衡與通膨抑制。實驗結果顯示該方法能有效穩定遊戲內金幣流通與價值。

方法



圖一、Soft Actor-Critic架構

1. 強化學習與 Soft Actor-Critic (SAC) 的應用動機

市場價格調控屬典型大數據問題，適合以AI進行分析與決策。傳統監督式學習仰賴靜態資料學習固定分布，難以應對市場即時變化；強化學習則透過與環境互動，調整策略以適應非靜態分布。而價格調控屬於連續動作，離散方法如DQN在商品數量增加時動作空間呈指數性擴張。圖一SAC模型原生則支援連續動作，並透過熵正則化提升探索效率，適用於多商品價格調控場景。

2. 強化學習架構設計

State（標準化至(-1, 1)）：

- 買賣價／買賣人次與交易量
- 金幣 Sink／CPI／玩家持幣量

Action：

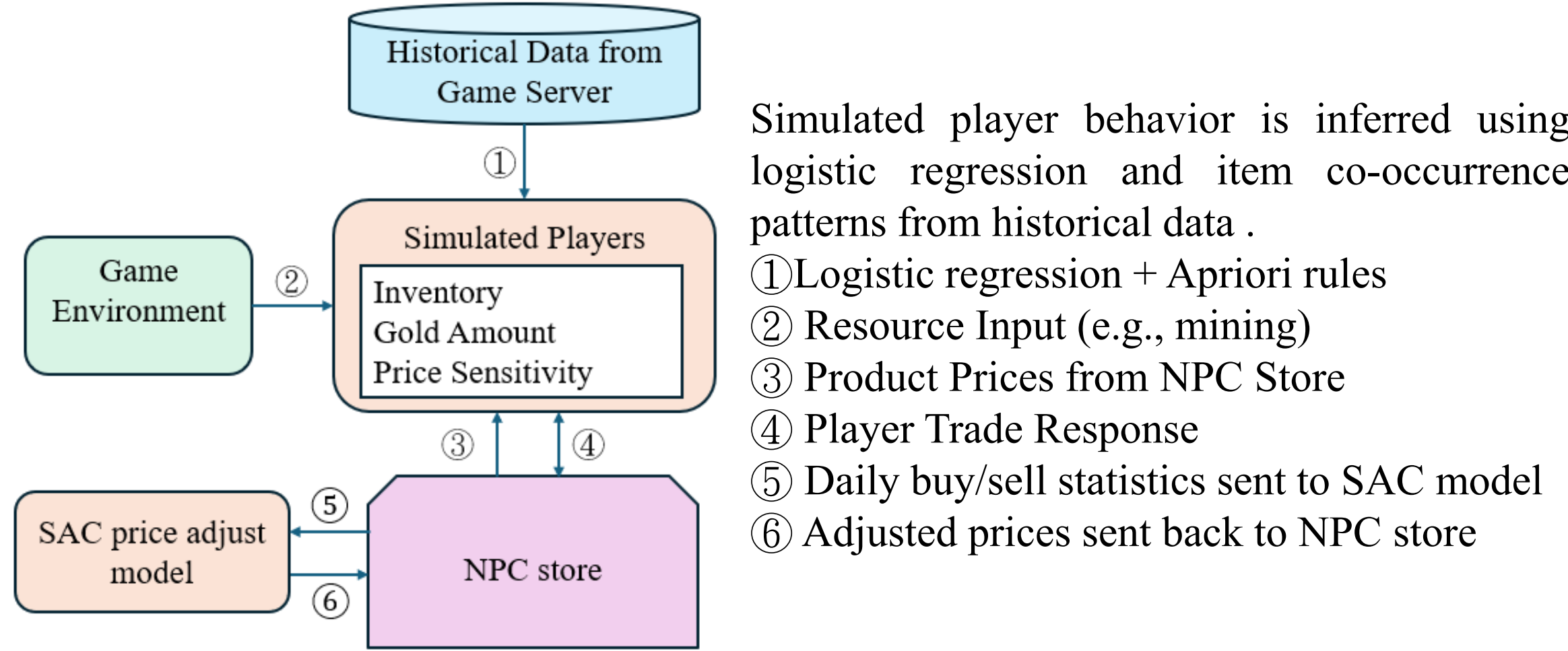
- 每商品買／賣價連續微調

Reward（負偏差）：

- 人數偏差
- 交易量偏差
- CPI 變動率
- 玩家金幣變動率

狀態設計讓模型全面感知經濟環境。動作的連續微調實現細緻調控。獎勵函數兼顧市場活躍度與物價、貨幣穩定性。

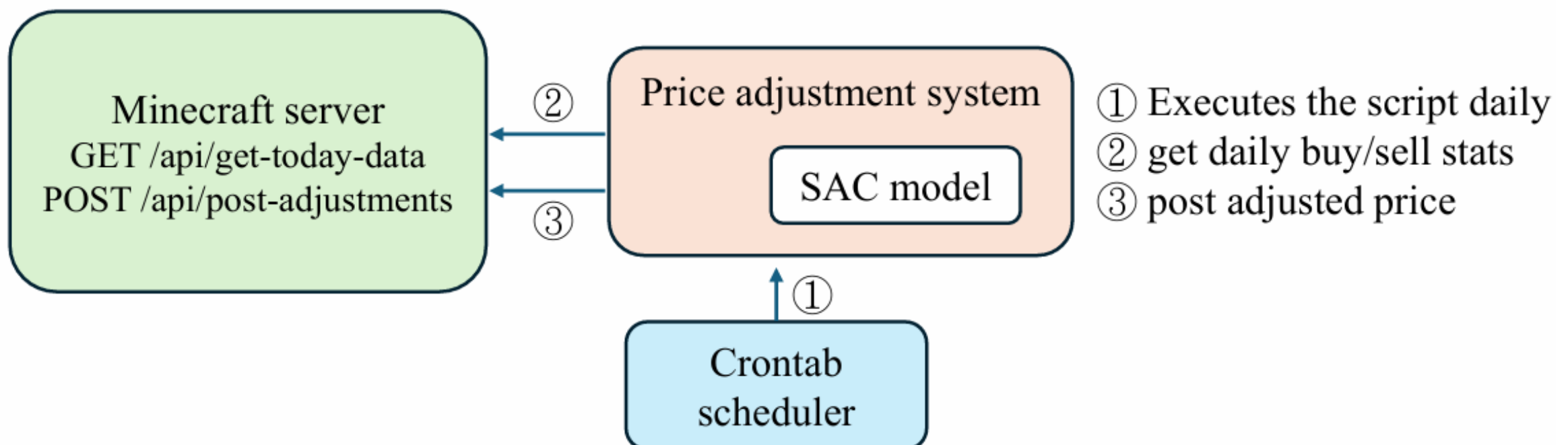
3.強化學習模擬環境設計



圖二、模擬環境架構

圖二為本研究所設計並建構的模擬環境。實際遊戲每日交易次數有限，無法提供足夠資料支撐完整訓練流程。為此，本研究根據玩家歷史交易紀錄（**Historical Data**），並結合庫存（**Inventory**）、金幣數量（**Gold Amount**）與價格敏感度（**Price Sensitivity**）等心理特徵，設計了一套模擬環境，以確保在不干擾真實玩家體驗的前提下，驗證模型的學習成效。

4.真實遊戲伺服器自動調整價格系統



圖三、自動化價格調整系統架構

圖三說明了伺服器每日自動調整價格流程。系統由Crontab scheduler定時觸發，取得交易資料，價格調整系統（Price adjustment system）透過 SAC 模型計算調整價格，並更新至遊戲server，以實現動態調整與市場反應。

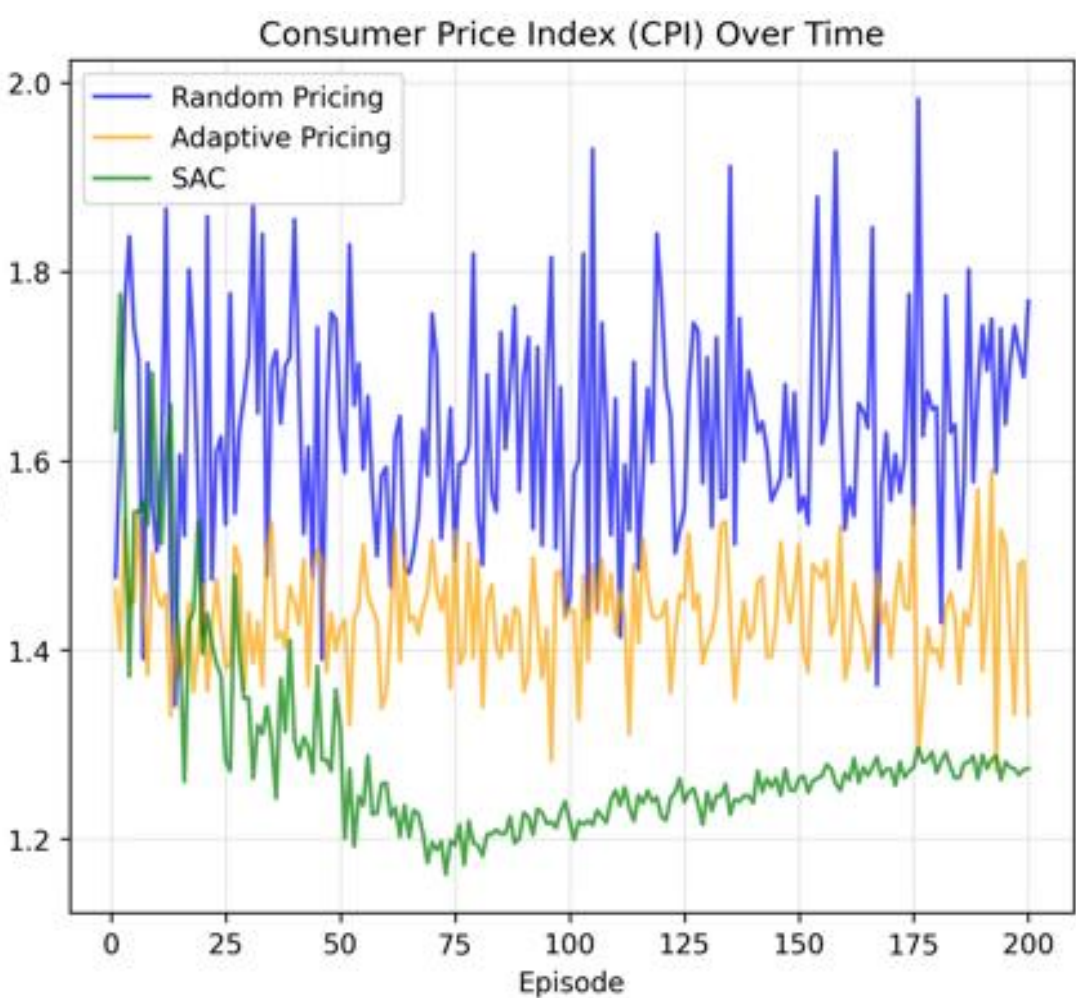
實驗結果

圖四為三種定價策略對物價指數（CPI）的控制效果比較：消費者物價指數（CPI）是反映商品與價格變動情況的指標，用來衡量通膨程度。

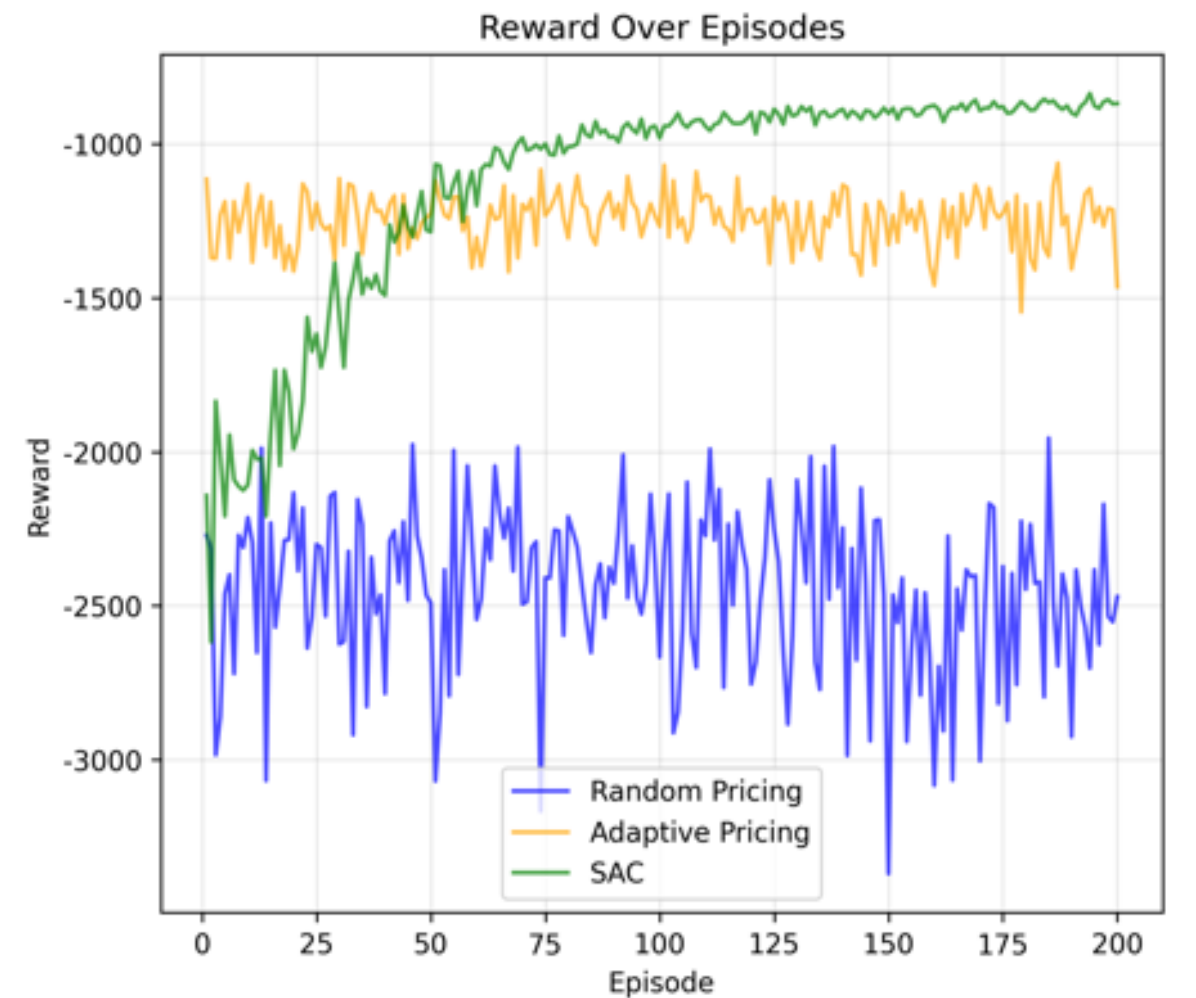
綠線（SAC 強化學習）：初期CPI較高但迅速下降並穩定於約1.2左右，顯示其能有效抑制物價膨脹，達成長期穩定。

藍線（Random Pricing）：波動劇烈，CPI 長期維持在 1.4 ~ 2.0 區間，顯示隨機策略無法穩定物價，通膨風險高。

橘線（Adaptive Pricing）：CPI 稍低於隨機策略，但波動仍大，說明簡單規則調價有改善但效果有限。



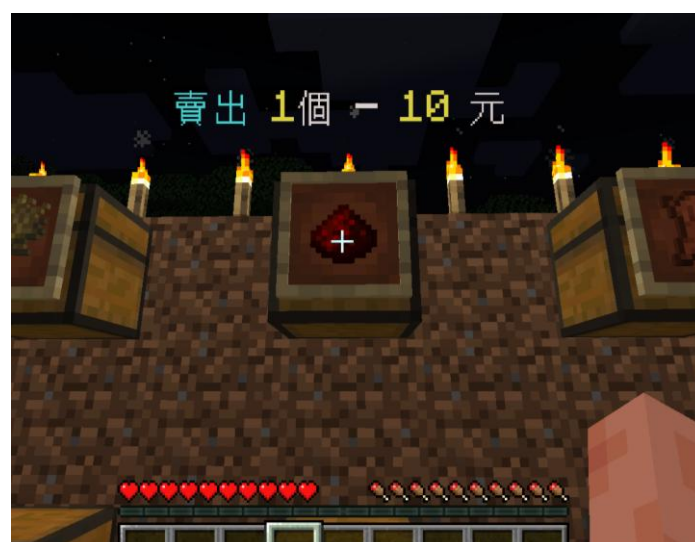
圖四、三種定價策略物價指數變化



圖五、三種定價策略之Reward變化

圖五顯示 SAC 模型的 Reward 穩定上升，最終優於其他策略，代表其已學會有效且穩定的調控行為，達成本研究所追求的市場平衡目標。本模型亦已實際部署於遊戲伺服器，圖六為對應的 NPC 商店畫面。

此外，本研究亦設計了網頁模擬平台，用以展示環境運作機制並同步觀察市場變化。圖七為實際伺服器市場狀況之畫面，圖八則為所設計之模擬平台介面。



圖六、遊戲NPC商店畫面



圖七、遊戲市場交易狀況



圖八、模擬環境demo網頁

結論

本研究針對 MMORPG 中多商品價格難以即時調控與通膨失衡的問題，提出一套基於 Soft Actor-Critic 強化學習之價格調控方法。透過結合模擬環境進行訓練，並實際部署於遊戲伺服器，該方法能依據市場變化動態調整價格。實驗結果顯示，本模型在穩定物價指數與抑制通膨方面，表現優於隨機與傳統策略，展現出高度穩定性與自我調整能力，證實其應用於遊戲經濟調控的可行性與有效性。