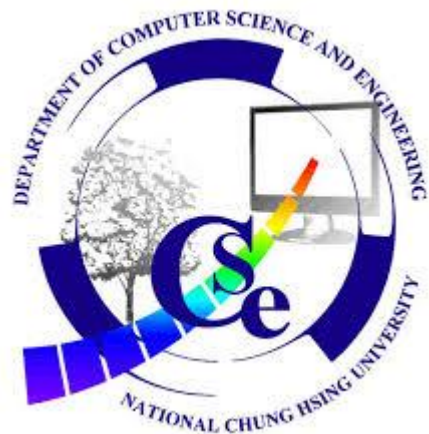


Dynamic Discount Strategy

動態折扣策略

第五組：林君瑋
羅振豪
王均維



Outline

1. Introduction
2. Related Works
3. Proposed Design
4. Detail Implementation
5. Conclusion

Introduction

1. 背景與動機

隨著電子商務平台的普及和消費者行為的多樣化，傳統的靜態折扣策略已經無法有效應對不斷變化的市場需求。

2. 專案目標

運用強化學習技術，創建自適應的折扣策略系統。

3. 重要性與應用

能根據即時需求變化，動態調整折扣，最大化收益。

Related Works

常見定價策略

✓ 靜態折扣 (Static Discounting)

固定折扣，無法根據即時需求調整

例：季節性折扣、節日促銷

✓ 規則基模型 (Rule-Based Models)

依賴預設規則，如庫存或市場條件

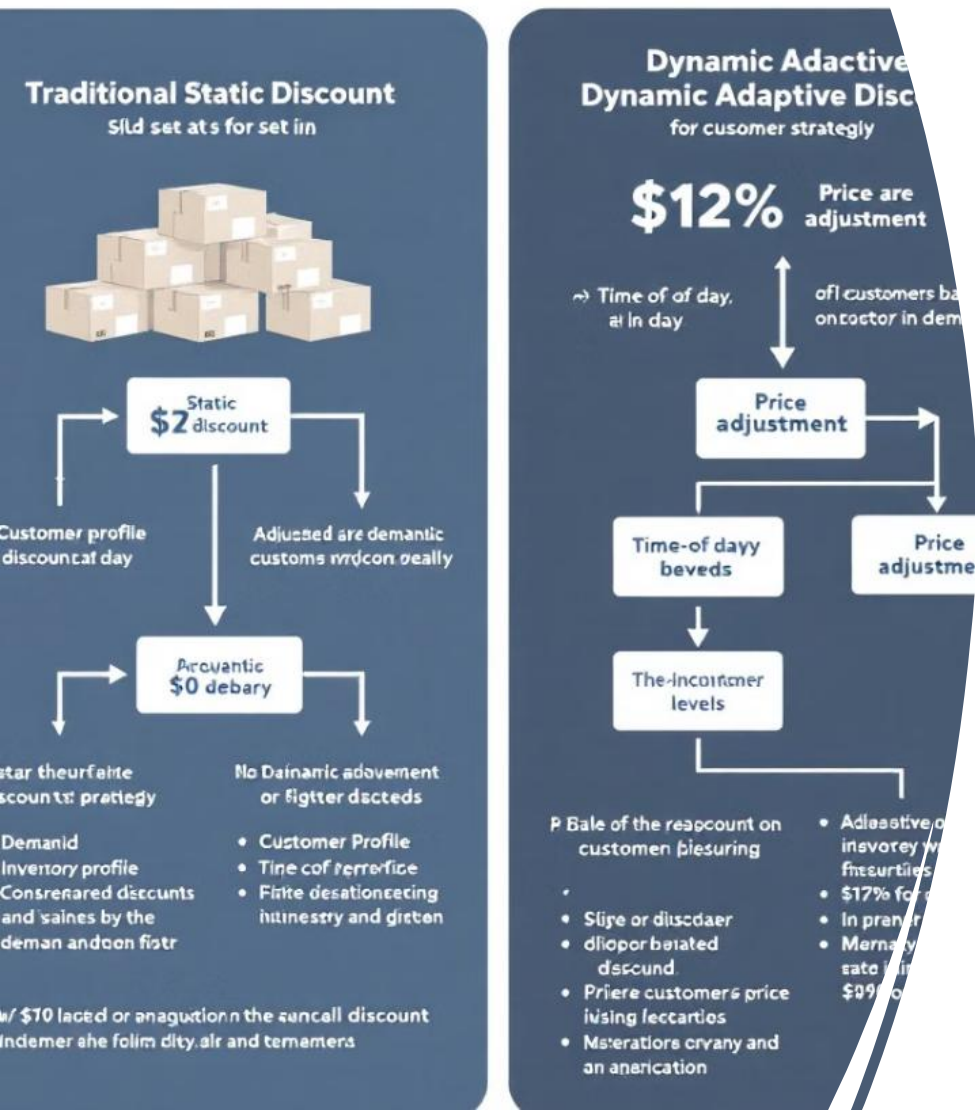
缺乏適應性，應對變化較慢



Discount Strategy

No real many strategies exist in the environment discuss it compared to the real, and clearly her presence in the strategy.

傳統折扣策略的局限性



固定不變的靜態折扣

無法根據市場需求變化作出反應



僵化的規則導向系統

缺乏對消費者行為變化的適應性



季節性折扣計劃

忽略了短期市場波動的影響

Related Works

強化學習的初步應用

- 強化學習已被用於解決資源分配和供應鏈管理中的動態問題。相關研究顯示，RL能根據環境變化學習自適應策略，提升決策效率。

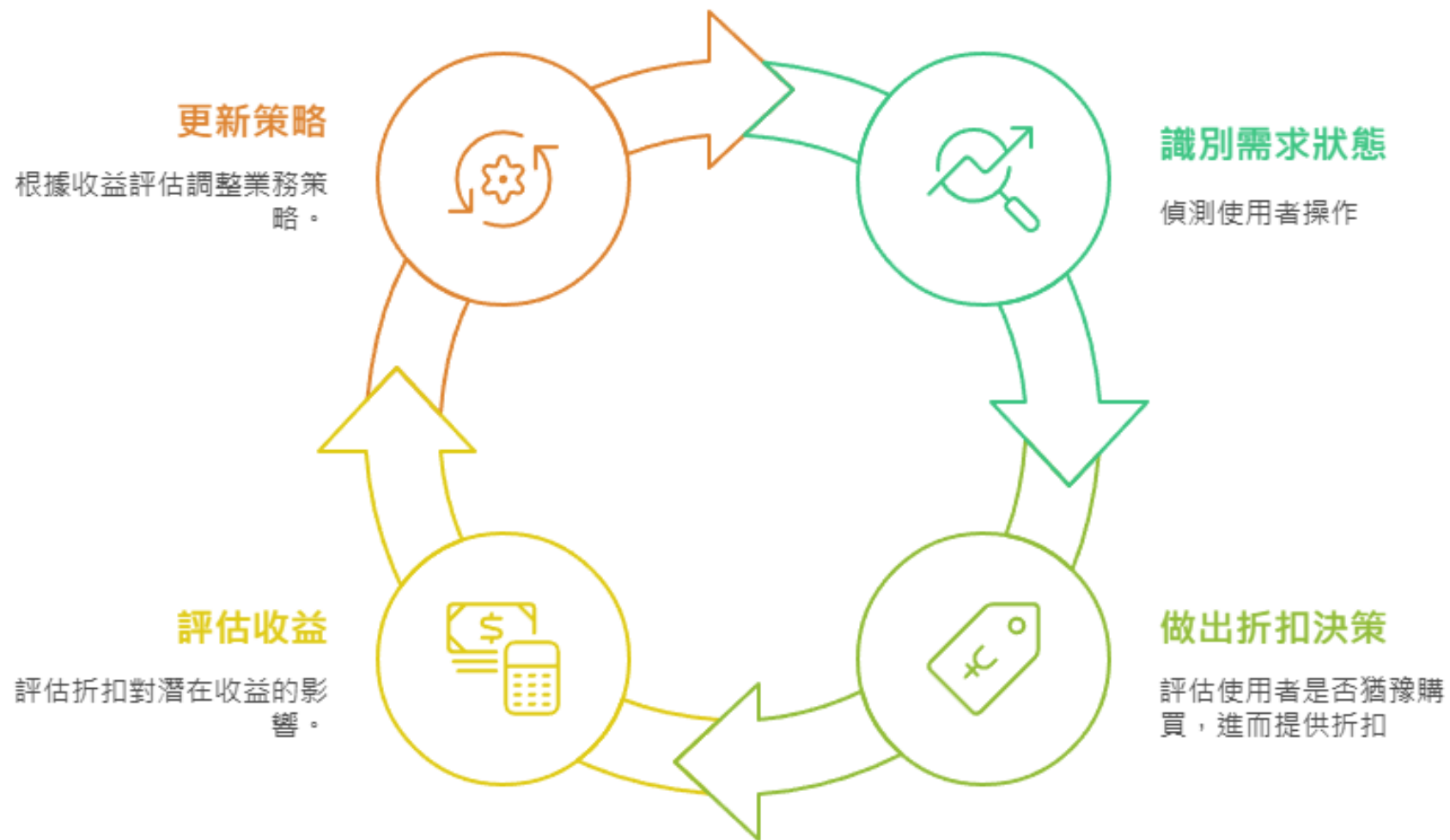
研究空白與挑戰

- 現有研究缺乏在真實需求變化情境下的動態應對能力。
- 缺乏通用框架，現有方法的適應性和可擴展性仍有待提高。



Proposed Design

強化學習流程



Proposed Design

◆ 設計架構核心元素

狀態 (State):

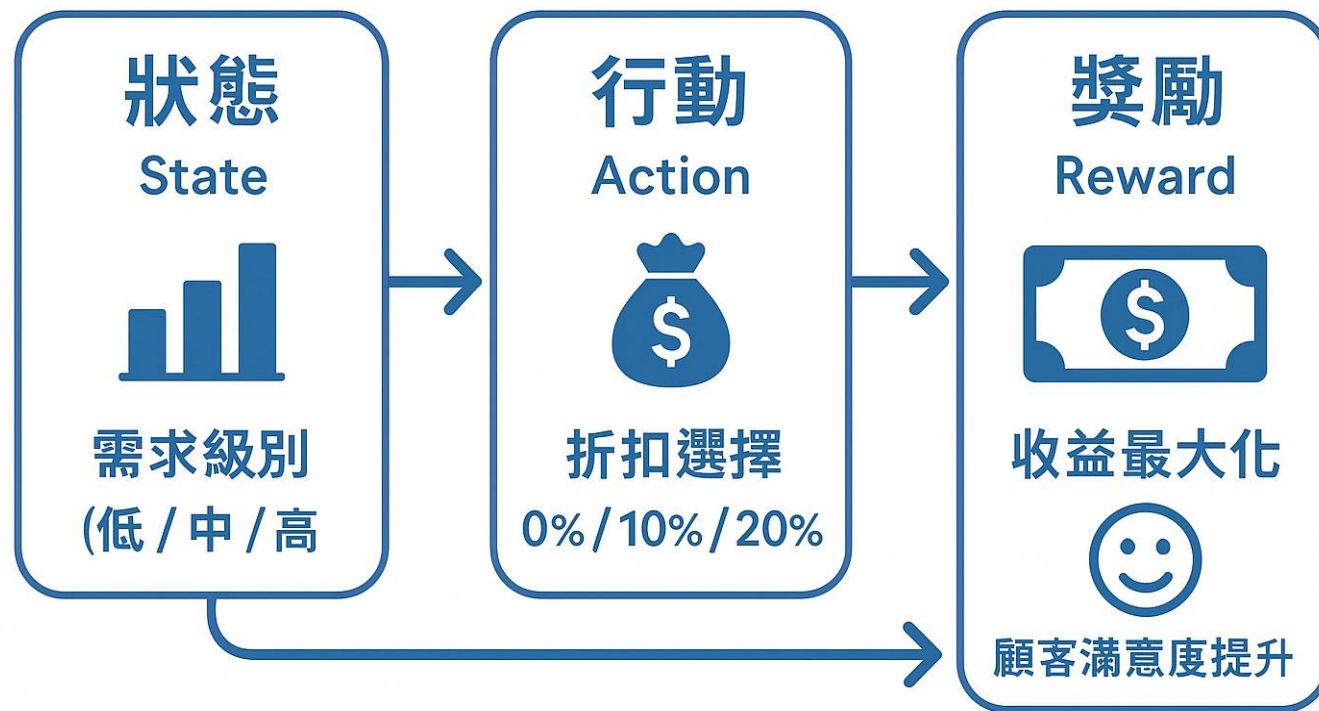
- 需求級別 (低 / 中 / 高)

行動 (Action):

- 折扣選擇 💰 (0% / 10% / 20%)

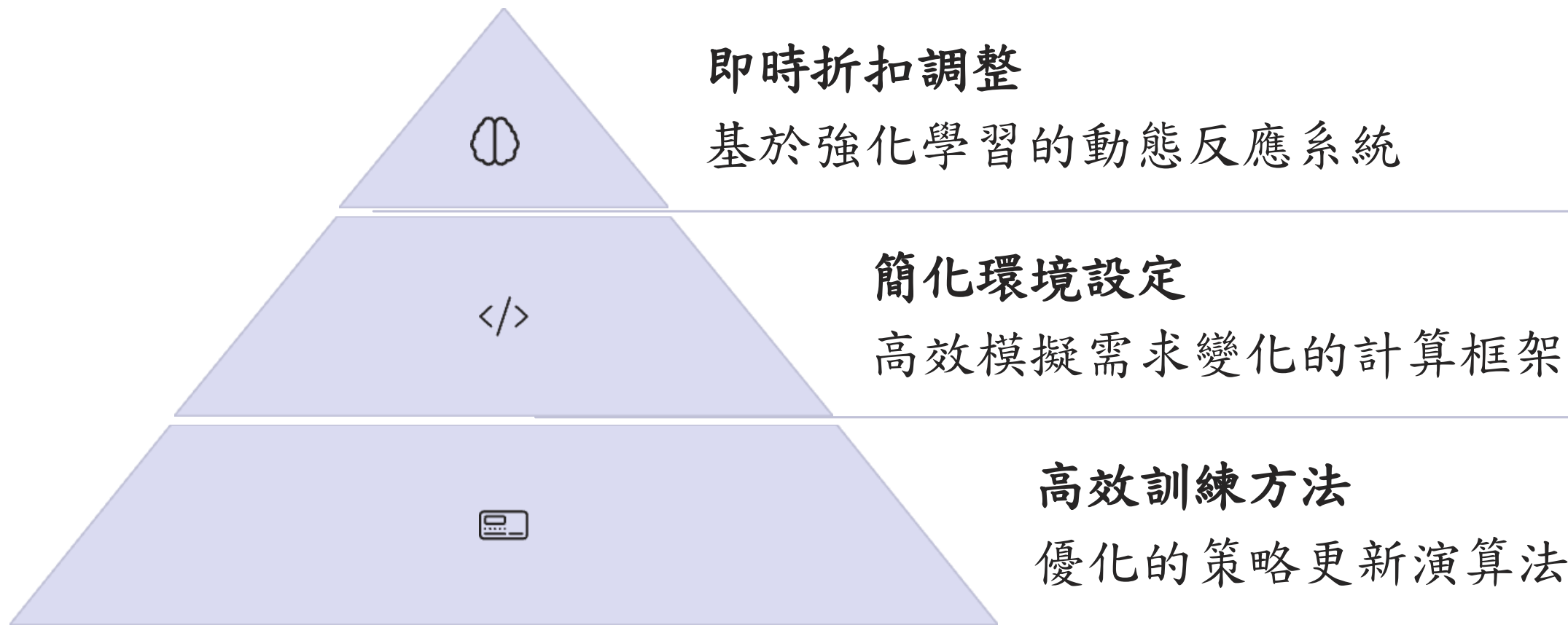
獎勵 (Reward):

- 收益最大化
- 顧客滿意度提升



Proposed Design

主要創新點



Detail Implementation

1

Python環境設置

建立需求狀態和購買量的模擬框架

2

需求-折扣關係公式

設計數學模型反映價格敏感度

3

即時回饋機制

實現動態獎勵計算系統

4

參數校準

根據實際市場數據調整模型參數

```
Demand Model

1 Demand model of key givative discount model
2 [nnrionation of this key chanptatacar for the discount]
3 for the discount*s of discount and colseurties- ();
4
5
6 { key disscdiscounts price and quantity,
7   { f//;
8     ruit discountt +isseant(
9       *discount=-(4;
10      *discountt=11);
11    );
12
13    First disscounts for connection;
14    view quanting for wiation discountt ();
15    prret4);
16    vertirile, =#remuton *discount((ey());
17    *blewa=(1.250,1);
18    *discount(nrie);
19    *discount(#ey))
20  }
```

```
13 View discounts acreuntalle irscouption disutation;
14
15 Quantity- formulas {#-(nural={
16   7-isscounts-discount(
17     {
18       calw (4, +10.60
19       discount 4;
20       disscounts(, 4a10 ~ 4004);
21       discount 1= 401();
22       discount 1,750R();
23       discount =(x1ad)),
24       discount 2, 4004();
25       discount = "pricaratid ~"quand";
26     };
27   }
28   adjust =iscount+fs tsral);
29 }
```

Run Simulation

Adjust Parameters

強化學習演算法

Q-Learning 方法

基於值迭代的策略優化

$$Q(s, a) \leftarrow Q(s, a) + \alpha [r + \gamma \cdot \max_{a'} Q(s', a') - Q(s, a)]$$

其中 α 為學習率， γ 為折扣因子

訓練流程

1. 觀察當前需求狀態
2. 選擇最佳折扣動作
3. 計算收益獎勵
4. 更新Q值表格
5. 轉移至新狀態

成果展示

相同年齡(20)，不同地區的折扣，無購買過

模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

0

是否曾購買過

☒ 0

☐ 1

推薦折扣為：💡 20%

{

"Q-Values" : [

0 : 6.329999923706055

1 : 6.369999885559082

2 : 6.51999980926514

3 : 7.110000133514404

]

}

模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

1

是否曾購買過

☒ 0

☐ 1

推薦折扣為：💡 10%

{

"Q-Values" : [

0 : 7.079999923706055

1 : 6.980000019073486

2 : 7.559999942779541

3 : 6.849999904632568

]

}

模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

2

是否曾購買過

☒ 0

☐ 1

推薦折扣為：💡 10%

{

"Q-Values" : [

0 : 7.079999923706055

1 : 7.230000019073486

2 : 8.100000381469727

3 : 7.829999923706055

]

}

模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

3

是否曾購買過

☒ 0

☐ 1

推薦折扣為：💡 10%

{

"Q-Values" : [

0 : 8.670000076293945

1 : 8.1899995803833

2 : 9.829999923706055

3 : 9.4399995803833

]

}

成果展示

相同年齡(20)，不同地區的折扣，有購買過

模擬顧客折扣推薦

年齡
20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)
0

是否曾購買過
☐ 0
☒ 1

推薦折扣為：💡 10%

```
{
  "Q-Values": [
    0 : 8.890000343322754
    1 : 8.850000381469727
    2 : 8.920000076293945
    3 : 8.779999732971191
  ]
}
```

模擬顧客折扣推薦

年齡
20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)
1

是否曾購買過
☐ 0
☒ 1

推薦折扣為：💡 20%

```
{
  "Q-Values": [
    0 : 9.829999923706055
    1 : 10.59000015258789
    2 : 10.359999656677246
    3 : 11.09000015258789
  ]
}
```

模擬顧客折扣推薦

年齡
20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)
2

是否曾購買過
☐ 0
☒ 1

推薦折扣為：💡 20%

```
{
  "Q-Values": [
    0 : 10.180000305175781
    1 : 10.770000457763672
    2 : 10.819999694824219
    3 : 11.319999694824219
  ]
}
```

模擬顧客折扣推薦

年齡
20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)
3

是否曾購買過
☐ 0
☒ 1

推薦折扣為：💡 20%

```
{
  "Q-Values": [
    0 : 11.789999961853027
    1 : 12.050000190734863
    2 : 13.029999732971191
    3 : 13.460000038146973
  ]
}
```

成果展示

相同年齡(35)，不同地區的折扣，無購買過

📍 模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

0

是否曾購買過

● 0

○ 1

推薦折扣為：💡 10%

▼ {

"Q-Values" : [

0 : 5.679999828338623

1 : 5.610000133514404

2 : 6.28000020980835

3 : 5.71999979019165

]

}

📍 模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

1

是否曾購買過

● 0

○ 1

推薦折扣為：💡 20%

▼ {

"Q-Values" : [

0 : 6.980000019073486

1 : 6.03000020980835

2 : 7.329999923706055

3 : 7.639999866485596

]

}

📍 模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

2

是否曾購買過

● 0

○ 1

推薦折扣為：💡 10%

▼ {

"Q-Values" : [

0 : 8.199999809265137

1 : 8.649999618530273

2 : 9.399999618530273

3 : 8.630000114440918

]

}

📍 模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

3

是否曾購買過

● 0

○ 1

推薦折扣為：💡 10%

▼ {

"Q-Values" : [

0 : 8.760000228881836

1 : 8.699999809265137

2 : 10.039999961853027

3 : 9.40999984741211

]

}

成果展示

相同年齡(35)，不同地區的折扣，有購買過

📍 模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

0

是否曾購買過

☐ 0

☒ 1

推薦折扣為：💡 20%

{

"Q-Values" : [

0 : 8.9200000076293945

1 : 8.199999809265137

2 : 9.800000190734863

3 : 10.140000343322754

]

}

📍 模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

1

是否曾購買過

☐ 0

☒ 1

推薦折扣為：💡 10%

{

"Q-Values" : [

0 : 8.899999618530273

1 : 8.779999732971191

2 : 10.1899995803833

3 : 9.069999694824219

]

}

📍 模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

2

是否曾購買過

☐ 0

☒ 1

推薦折扣為：💡 20%

{

"Q-Values" : [

0 : 9.489999771118164

1 : 10.449999809265137

2 : 10.0600004196167

3 : 10.640000343322754

]

}

📍 模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

3

是否曾購買過

☐ 0

☒ 1

推薦折扣為：💡 20%

{

"Q-Values" : [

0 : 12.579999923706055

1 : 13.289999961853027

2 : 12.510000228881836

3 : 14.0600004196167

]

}

成果展示

相同年齡(60)，不同地區的折扣，無購買過

模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

0

是否曾購買過

0

1

推薦折扣為：💡 20%

{
 "Q-Values": [
 0 : 6.619999885559082
 1 : 7.139999866485596
 2 : 7.21999979019165
 3 : 8.3100004196167
]
}

模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

1

是否曾購買過

0

1

推薦折扣為：💡 10%

{
 "Q-Values": [
 0 : 7.420000076293945
 1 : 7.739999771118164
 2 : 8.1899995803833
 3 : 7.940000057220459
]
}

模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

2

是否曾購買過

0

1

推薦折扣為：💡 10%

{
 "Q-Values": [
 0 : 9.920000076293945
 1 : 9.949999809265137
 2 : 10.15999984741211
 3 : 10.149999618530273
]
}

模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

3

是否曾購買過

0

1

推薦折扣為：💡 10%

{
 "Q-Values": [
 0 : 9.5
 1 : 10.399999618530273
 2 : 11.119999885559082
 3 : 10.729999542236328
]
}

成果展示

相同年齡(60)，不同地區的折扣，有購買過

📍 模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

0

是否曾購買過

☐ 0

☒ 1

推薦折扣為：💡 10%

{

"Q-Values" : [

0 : 11.56000004196167

1 : 11.6099999656677246

2 : 12.6499999618530273

3 : 11.8900000343322754

]

}

📍 模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

1

是否曾購買過

☐ 0

☒ 1

推薦折扣為：💡 20%

{

"Q-Values" : [

0 : 12.420000076293945

1 : 11.6300000114440918

2 : 13.420000076293945

3 : 14.5

]

}

📍 模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

2

是否曾購買過

☐ 0

☒ 1

推薦折扣為：💡 20%

{

"Q-Values" : [

0 : 10.9300000305175781

1 : 11.1300000114440918

2 : 12.3699999885559082

3 : 12.6099999656677246

]

}

📍 模擬顧客折扣推薦

年齡

20

地區 (0:北, 1:中, 2:南, 3:東)

3

是否曾購買過

☐ 0

☒ 1

推薦折扣為：💡 20%

{

"Q-Values" : [

0 : 13.340000015258789

1 : 13.3999999618530273

2 : 13.4499999809265137

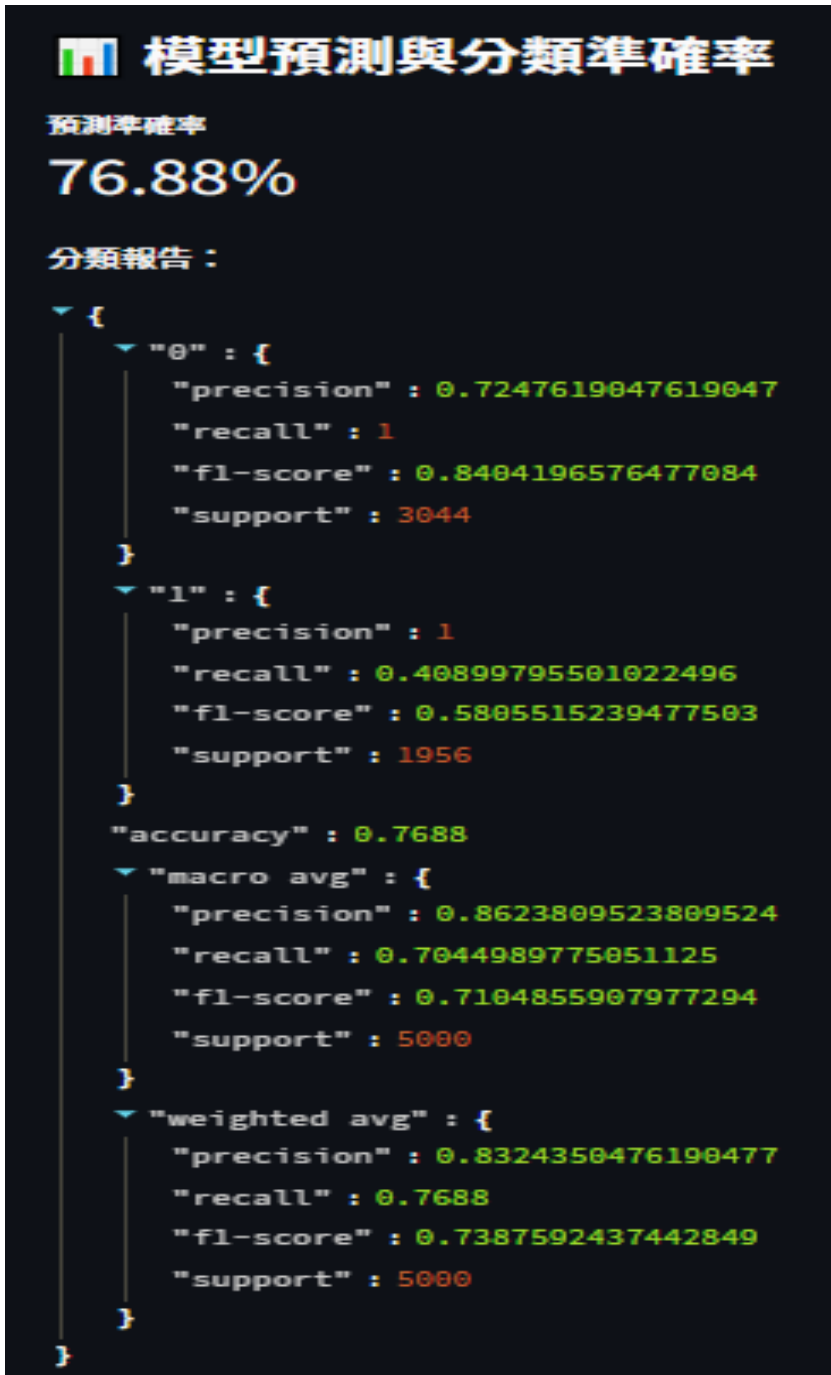
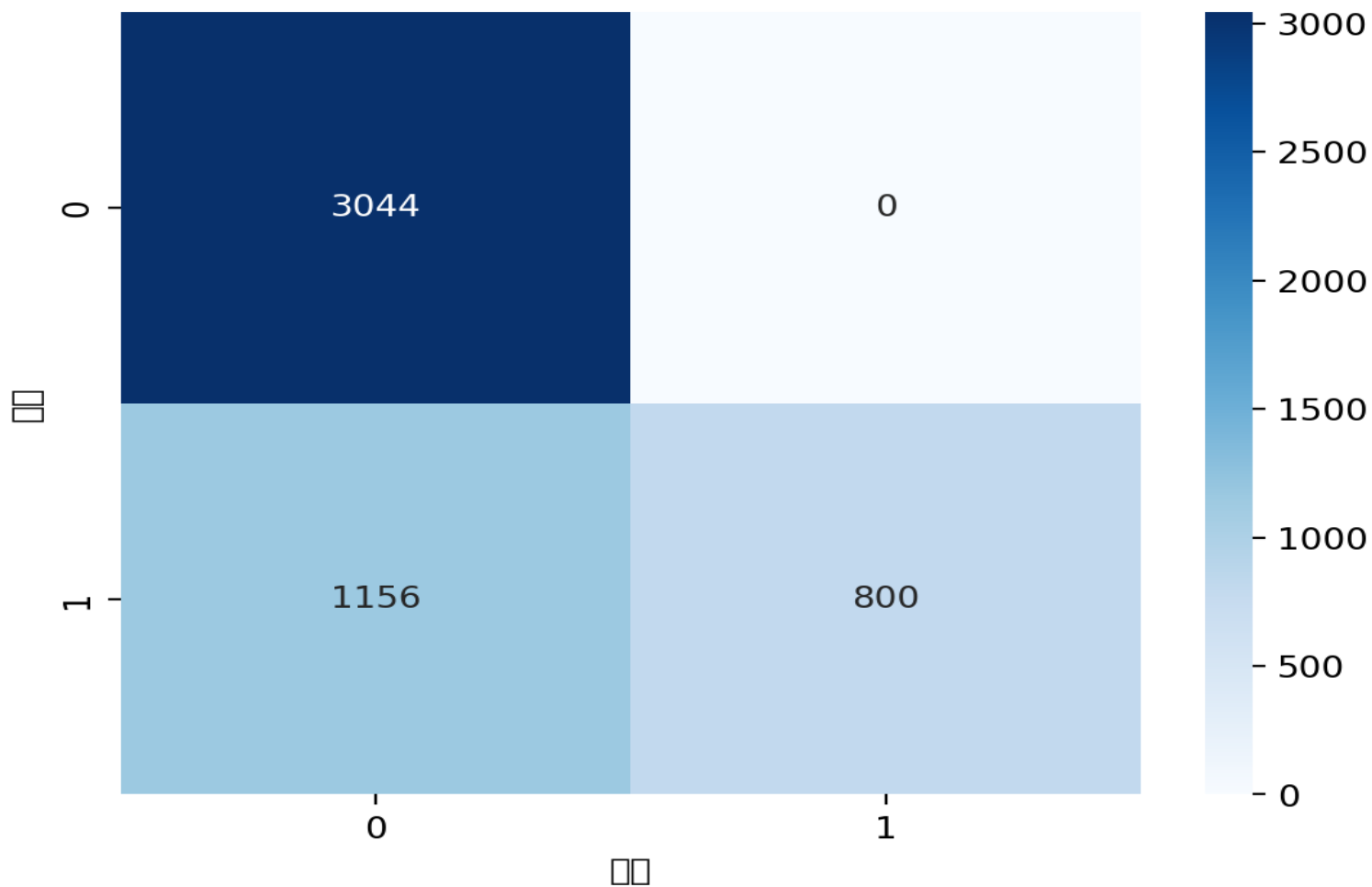
3 : 14.539999961853027

]

}

成果展示

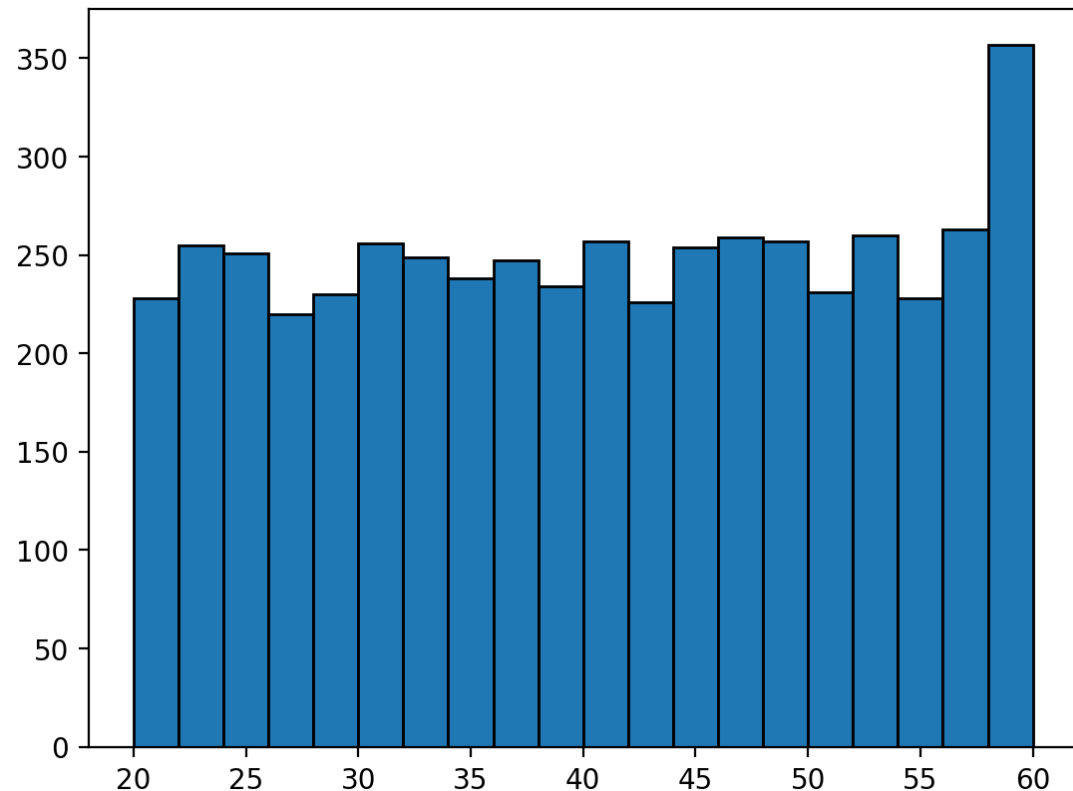
模型預測評估-依照不同年齡、地區、是否曾購買 進行自我評估



成果展示

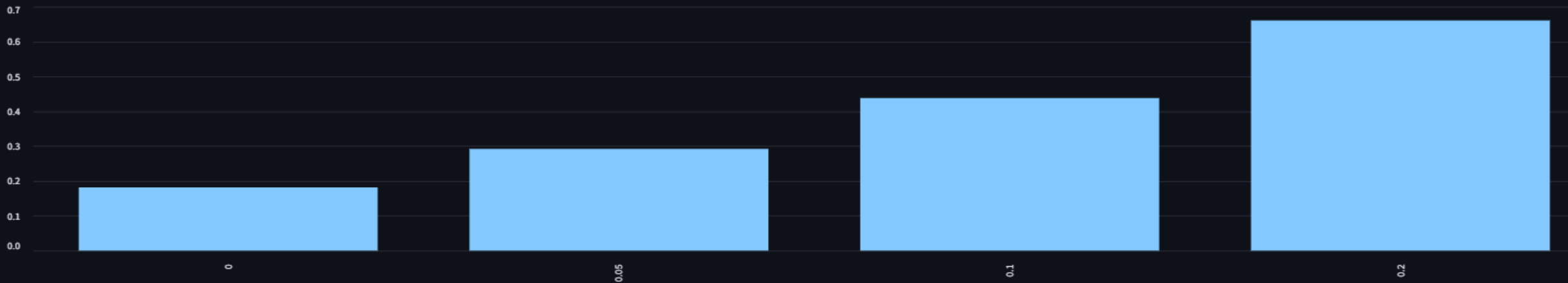
模擬資料視覺化

- 折扣 VS 購買轉換率：各折扣下的平均轉換率
- 顧客年齡分布：所有樣本中顧客年齡的直方圖分布
- 可視化協助判斷折扣與顧客屬性對購買行為的影響



模擬資料統計分析

轉換率 vs 折扣：



模型預測技術

Q-Network 架構：

輸入：state = [age_norm, region_norm, history]

輸出：4 個 Q 值（每種折扣的長期價值）

策略：選擇 Q 值最大的動作作為推薦折扣

欄位名稱	說明
age	顧客年齡（20~60）
region	地區（0: 北部, 1: 中部, 2: 南部, 3: 東部）
history	是否曾購買過（0 或 1）
action	提供的折扣類別（0~3）
discount	對應折扣百分比（0%, 5%, 10%, 20%）
converted	是否完成購買（0 或 1）
reward	該次互動的利潤（扣除成本後）

age	region	history	action	discount	converted	reward
29	1	1	3	0.2	0	0
37	3	0	2	0.1	1	60
35	3	1	3	0.2	1	50
20	3	0	2	0.1	0	0
37	3	1	0	0	0	0
24	1	0	1	0.05	1	65
40	3	1	3	0.2	0	0
48	0	1	3	0.2	1	50
27	3	0	2	0.1	0	0
45	1	0	1	0.05	1	65
46	2	0	0	0	0	0
28	0	1	2	0.1	0	0
50	0	1	1	0.05	0	0
51	0	0	1	0.05	0	0
38	3	1	3	0.2	1	50
60	0	1	3	0.2	1	50
23	3	1	3	0.2	1	50
22	0	0	0	0	1	70
57	1	0	0	0	0	0
50	1	0	1	0.05	1	65
29	1	0	1	0.05	1	65
41	0	0	0	0	0	0
24	0	0	1	0.05	0	0
24	1	0	2	0.1	1	60
32	0	0	1	0.05	0	0
27	1	1	1	0.05	0	0
34	0	0	2	0.1	0	0
34	2	1	3	0.2	1	50
25	3	0	1	0.05	0	0
47	0	0	1	0.05	0	0
37	0	1	0	0	0	0
54	2	1	3	0.2	0	0
55	1	1	3	0.2	1	50

Conclusion

解決動態定價的挑戰：

我們提出的基於強化學習的動態折扣策略能夠適應市場需求的快速變化，並實現收益的優化。

實驗結果的支持：

實驗結果表明，我們的方法相比傳統靜態折扣策略能顯著提升總收入，同時在高需求波動的情況下表現出更高的穩定性。

創新的方法框架：

本研究設計了一種通用的動態折扣模型框架，為未來其他領域的自適應定價策略提供了參考方向。



參考文獻

- 使用 Streamlit 簡單又快速建立 Dashboard 網頁
https://blog.jiatool.com/posts/streamlit_2023/
- Deep Reinforcement Learning with PyTorch
https://pytorch.org/tutorials/intermediate/reinforcement_q_learning.html
- Gymnasium 官方文件
<https://gymnasium.farama.org/>
- 如何建立自訂環境
https://gymnasium.farama.org/tutorials/gymnasium_basics/environment_creation/

Demo 連結

