

組別：政AI撈郵水

作品名稱

郵箱模擬與最佳化策略

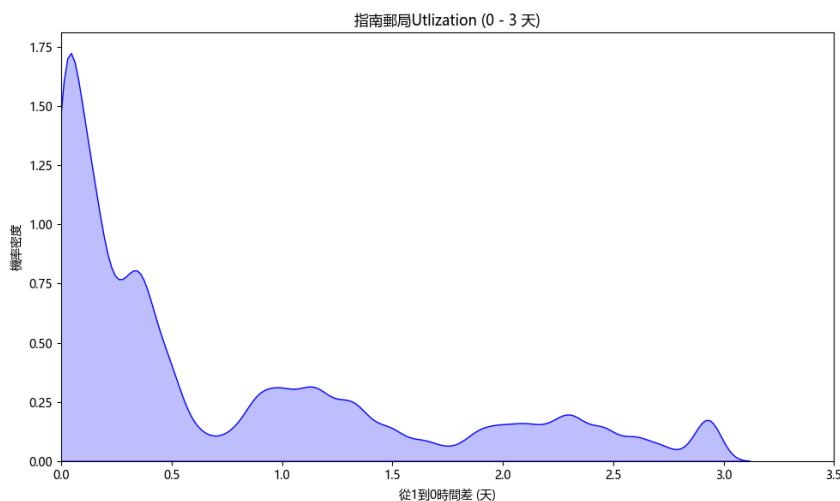
摘要

我們探討如何實踐 i 郵箱於儲格配置上的最佳化，我們主旨以 i 郵箱的利用率提升 (Utilization rate) 及閒置率 (Idle rate) 收斂，再基於數據模擬取得最大化收益。在模擬高透明性及高可控性下，我們分析各尺寸 i 郵箱儲格配置下的利用率和閒置率，透過對資料清洗並針對寄取件標記，再以時間切段剖析數據，後經由蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo Method) 以真實機率模擬需求頻率，權衡最適合的 i 郵箱儲格配置，試圖有效地完善 i 郵箱靜態配置，取得最佳化儲格配置的模擬決策分析。

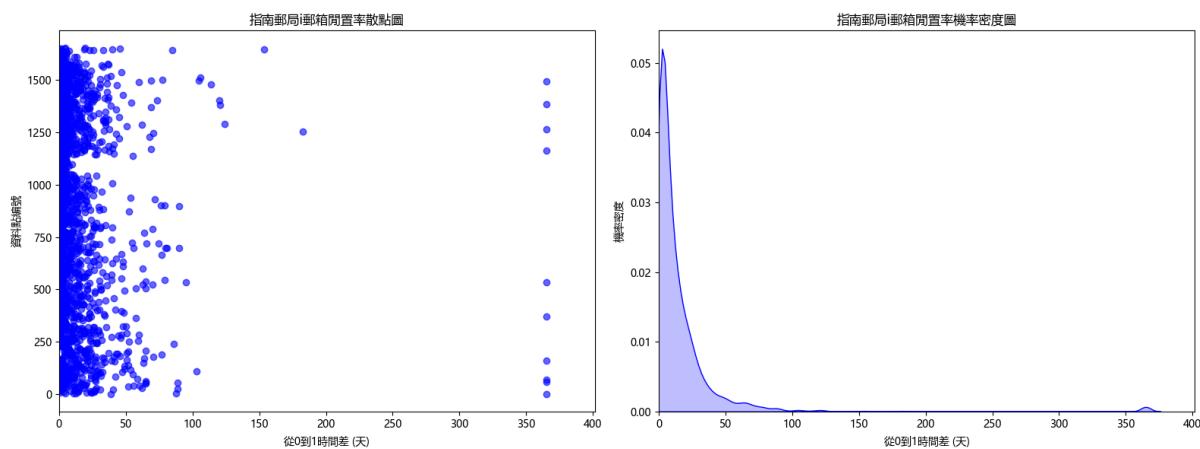
創新解方實用性

1. 創新解方目標：

- 視覺化資料，了解 i 郵箱的使用情況
- 計算 i 郵箱的利用率(圖1)和閒置率(圖2)了解各箱體的儲格使用情況，閒置時間下降，利用時間即上升，閒置偏高表示可以減少箱子但是也不能盲目把閒置的箱砍掉，因此需要進行電腦模擬。
 - 利用率(Utilization Time Distribution):
某 i 郵箱的儲格從滿箱到空箱的間隔時間(1->0)，表示這段時間有人使用。註：因為政策關係(最晚三天要取件)，因此利用率的分布由0天到3天。
 - 閒置率(Idle Time Distribution):
某 i 郵箱的儲格從空箱到滿箱的間隔時間(0->1)，表示這段時間沒有人使用，以指南郵局三個 i 郵箱為例，空箱時間可達半年(未使用，小格)。



(圖1) 使用率



(圖2) 閒置率

- 透過電腦模擬，計算出不同 i 郵箱數目下的機會成本；並紀錄放不下的狀況(無法從資料直接觀測)

目標函數： 機會成本 = $(S \times P) - (F \times P) - \begin{cases} C, & \text{若 } D = 0 \\ 0, & \text{若 } D > 0 \end{cases}$

- 寄件成功次數為 S
- 寄件失敗次數為 F
- 寄件價格為 P
- 閒置成本為 C
- 當天需求數為 D

2. 創新解方作業流程實用性：

- 抽樣和模擬方法嚴謹定義：

- 儲格狀態模擬：透過貨態資料將快遞狀態轉成0:取件 1:寄件 的情況，從01訊號的變換可以得知儲格的使用情況，化成分布圖後可以用此來模擬一天中儲格的狀態。
- 寄件需求(Demand)：比賽提供資料不能直接作為寄件需求，因為不能把郵箱紀錄當作寄件隨機事件(當郵箱放滿時，可能還有需求產生，但因為沒有寄件，因此未有紀錄)。但是以我們篩出的指南郵局為例，因為觀測到大部分時間都有剩餘空箱，因此隨機需求應落在比賽提供資料範圍內。
- 決策科學：電腦模擬可以做到視覺化無法提供的期望值計算，而非單點機率，甚至可以模擬不存在的情況，讓我們更了解該如何做決策。
 - 真實世界無法蒐集不同儲格數量下的機會成本，但透過電腦模擬可以大量計算以趨近真實狀況。
 - 每一個儲格數量都模擬多次，並且計算出平均的機會成本，這樣可以找到最適合的儲格數量來滿足需求，並且減少不必要的成本。
- 電腦模擬流程
 - **價格**：每次寄件的收費。
 - **閒置成本**：當天如果完全沒有寄件需求，我們會產生額外的閒置成本。這裡設為0，也就是說沒有寄件需求時，這個成本不算入機會成本。
 - **成功和失敗的記錄**：統計每天寄件需求的「成功次數」和「失敗次數」。
 1. **需求的產生**：根據過去的數據，每天抽樣出一組寄件需求，這些需求會根據一天中不同的時間點(以分鐘計算)分佈。
 2. **需求處理流程**：
 - 對於每一個需求，我們會依次檢查是否能夠在一天中特定的時間段內成功寄件。
 - 每次檢查時，我們會設定一個「時間段」，每360分鐘(6小時)分成一段，來判斷需求所屬的時間段，這樣可以確認這個時間段是否有閒置的儲格來處理需求。
 - 如果在需求的時間段裡有足夠的閒置時間來寄件，就算是一次「成功」，不然就算一次「失敗」。
 - **計算機會成本**：
 - 當需求處理完後，我們可以用下面的方式來計算機會成本
 - **目標函數**：「成功次數」乘以「價格」，減去「失敗次數」乘以「價格」。

如果當天完全沒有寄件需求，還會額外扣除閒置成本。

大數據分析選用理論架構模型與數據可視覺化表現

基於全台多個 i 郵箱的使用情況，我們從最貼近生活的校園周邊著手，選擇政大附近的文山指南郵局作為分析起點，以單一郵局各 i 郵箱拓及至全體郵局 i 郵箱。我們深入分析了該郵局的 i 郵箱各箱體儲格使用情況，重點計算了各儲格的利用率(utilization rate)和閒置率(idle rate)，輔以時間段頻率調節需求，以掌握郵局儲格配置的實際需求。

分析步驟

1. 資料整理與初步分析：

首先，從提供的 i 郵箱 111 年貨態資料中篩選出文山指南郵局的數據，該郵局包含三個 i 郵箱箱體。我們將取件(空)標記為 0，寄件(滿)標記為 1(圖3)，並加入時間因素，分析各儲格在不同時間段的使用情況。根據這些數據，我們對各儲格的使用情況進行匯總，計算出每個儲格的總使用次數、空置次數以及在不同時間段的使用頻率。進一步地，我們計算出各儲格在特定時間段的利用率和閒置率，以更精確地掌握需求變化，為後續配置優化提供支持。

1到0的時間	時間區間	箱體ID	儲格ID	儲格尺寸	箱到宅價錢(元)	箱到箱價錢(元)	建立星期	日類型	開始時間	結束時間	
0	344	凌晨	1779	1	大格	70	60	Sunday	假日	2022-01-16 00:15:57.070	2022-01-17 15:00:38.770
1	360	早上	1779	1	大格	70	60	Sunday	假日	2022-01-16 00:15:57.070	2022-01-17 15:00:38.770
2	360	下午	1779	1	大格	70	60	Sunday	假日	2022-01-16 00:15:57.070	2022-01-17 15:00:38.770
3	360	晚上	1779	1	大格	70	60	Sunday	假日	2022-01-16 00:15:57.070	2022-01-17 15:00:38.770
4	360	凌晨	1779	1	大格	70	60	Sunday	假日	2022-01-16 00:15:57.070	2022-01-17 15:00:38.770
...	
10154	108	下午	2621	40	小方格	60	55	Sunday	假日	2022-11-20 16:11:32.880	2022-11-21 17:31:02.100
10155	360	晚上	2621	40	小方格	60	55	Sunday	假日	2022-11-20 16:11:32.880	2022-11-21 17:31:02.100
10156	360	凌晨	2621	40	小方格	60	55	Sunday	假日	2022-11-20 16:11:32.880	2022-11-21 17:31:02.100
10157	360	早上	2621	40	小方格	60	55	Sunday	假日	2022-11-20 16:11:32.880	2022-11-21 17:31:02.100
10158	331	下午	2621	40	小方格	60	55	Sunday	假日	2022-11-20 16:11:32.880	2022-11-21 17:31:02.100

(圖3) 文山指南郵局-分析數據

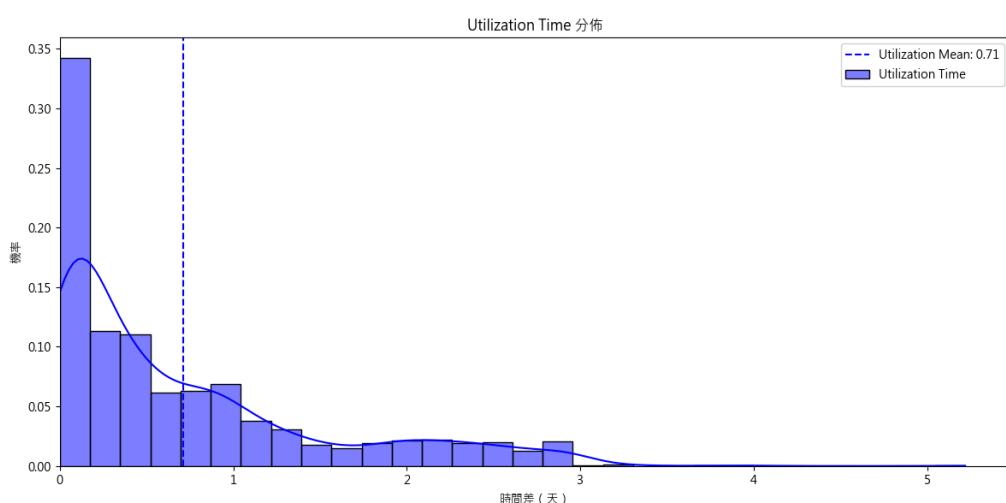


(圖4) 文山指南郵局(局號:100171)三個i郵箱布點

2. 分析結果

使用時間(Utilization Time)分佈:

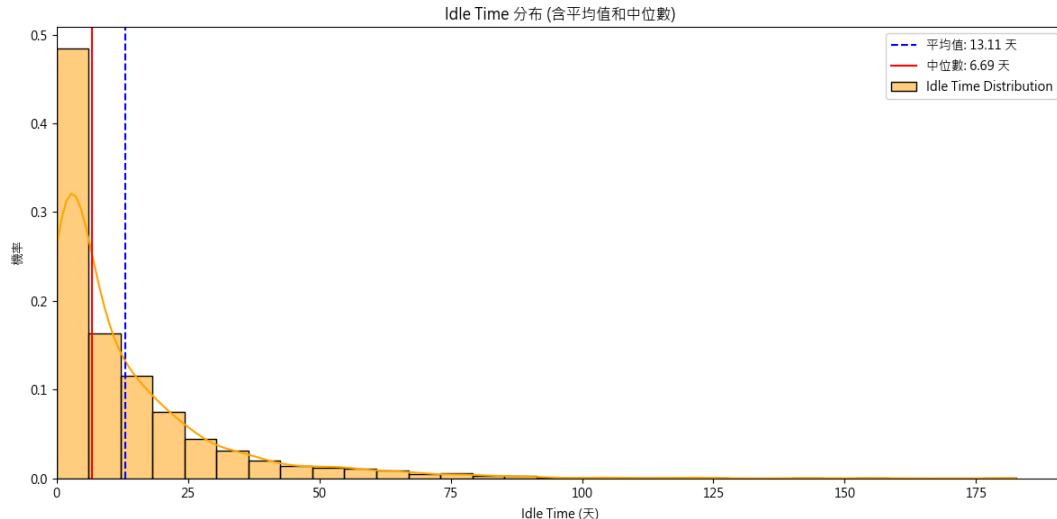
從使用時間的分佈圖可以看出，約 40% 的儲格在短時間內被頻繁使用(20 天以內)，顯示出高需求。隨著時間差的增大，使用時間逐步降低，顯示部分儲格的使用頻率相對較低，說明需求呈現集中但不均的模式。



(圖5) 使用時間(Utilization Time)分佈圖

閒置時間(Idle Time)分佈：

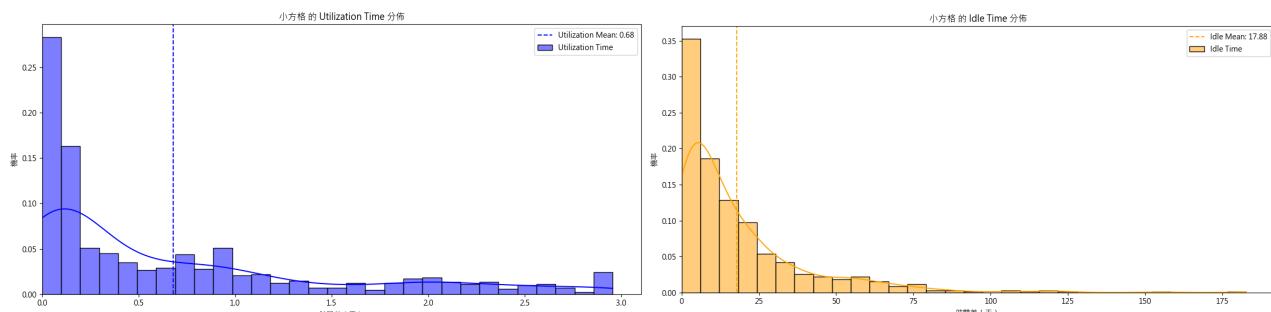
閒置時間機率分佈圖顯示，大多數儲格在短時間內重新被使用，其中6.69天內的閒置比例最高。但部分儲格的閒置時間較長，說明有進一步優化儲格分配的空間。



(圖6)閒置時間(Idle Time)分佈圖

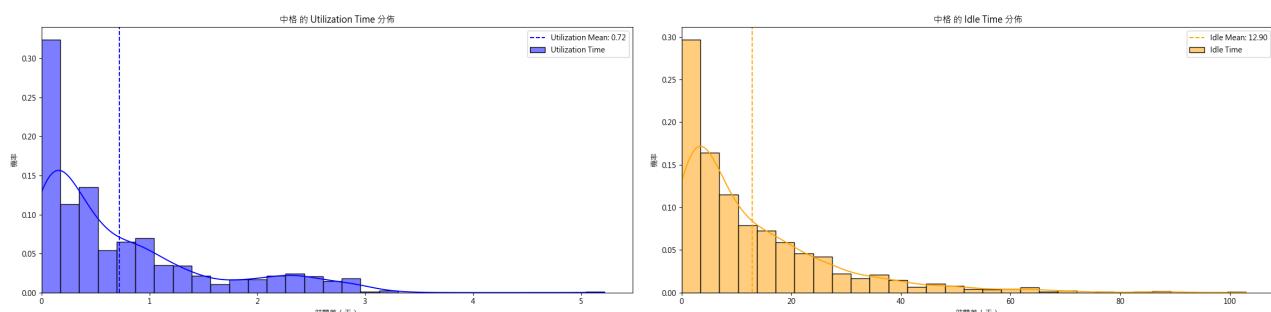
各儲格大小的 Utilization 和 Idle Time 分佈：

- **小方格**: 閒置時間中，利用時間中，可能需求量大但未被充分使用。



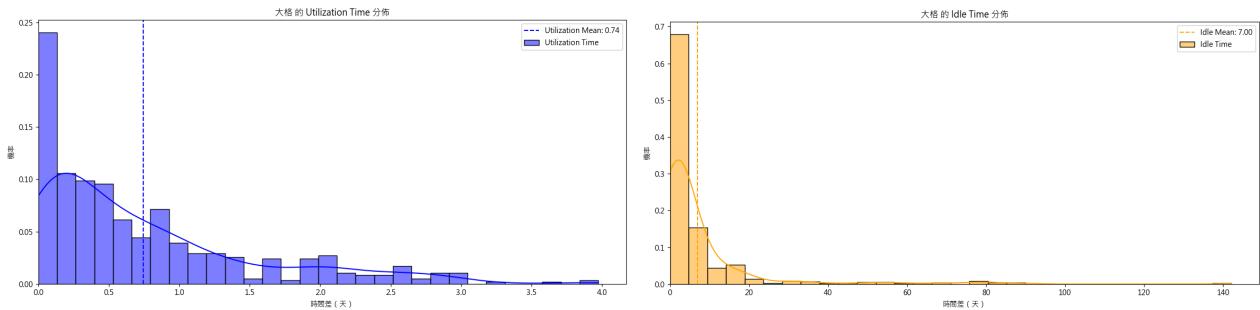
(圖7)(圖8)小方格使用(Utilization)時間和閒置(Idle)時間分佈圖

- **中格**: 閒置時間低，利用時間高，需求穩定。



(圖9)(圖10)中方格使用(Utilization)時間和閒置(Idle)時間分佈圖

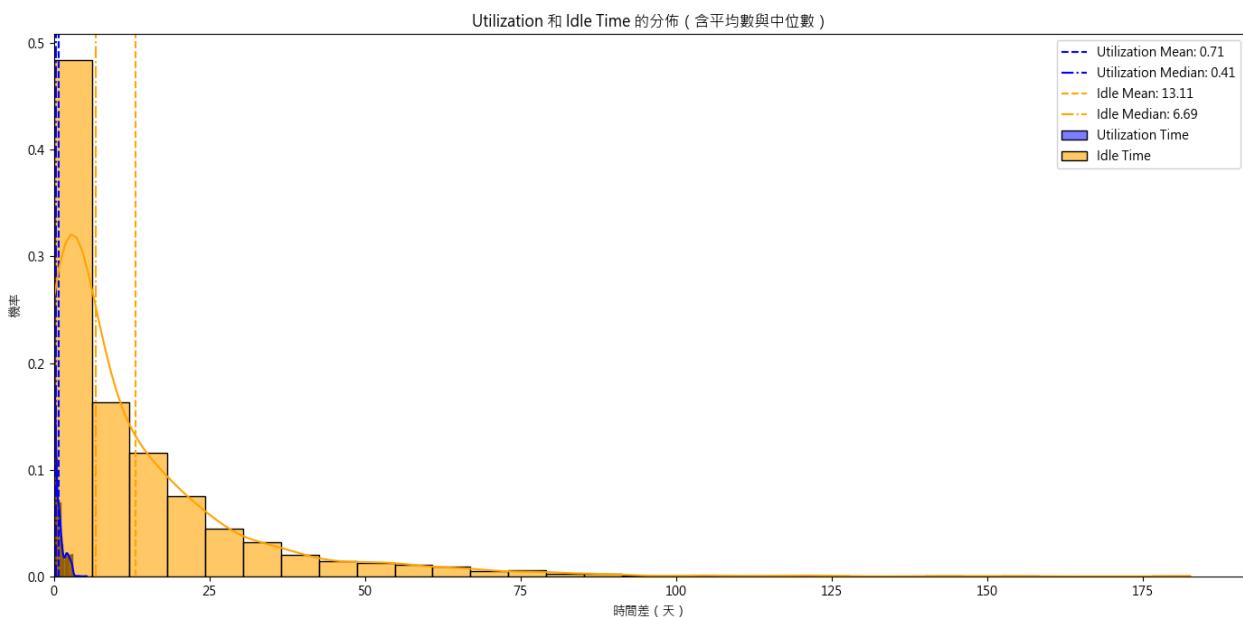
- 大格: 閒置時間高, 利用時間低, 需求量低。



(圖11)(圖12)大方格使用(Utilization)時間和閒置(Idle)時間分佈圖

綜合 Utilization 和 Idle Time 分布：

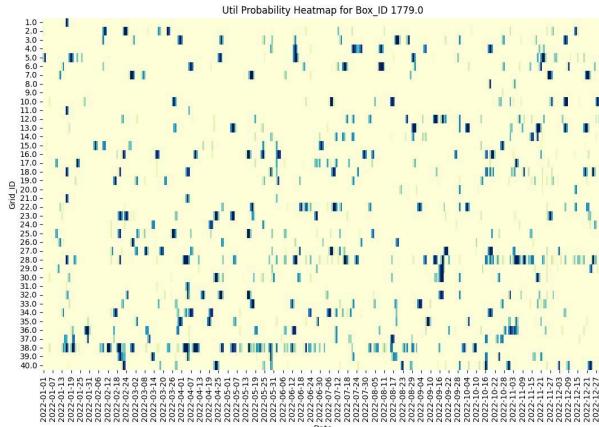
藍色部分代表使用時間, 大多數儲格的使用時間集中在短時間內(政策規範), 顯示物件需求通常是短暫佔用。橙色部分代表閒置時間, 儲格閒置的時間較長, 中位閒置時間達到6.69天, 表示需求頻率不高。這樣的分佈顯示資源配置有優化空間, 可以調整低需求的儲格數量, 將資源集中於需求較高的區域, 以提升資源的利用效率



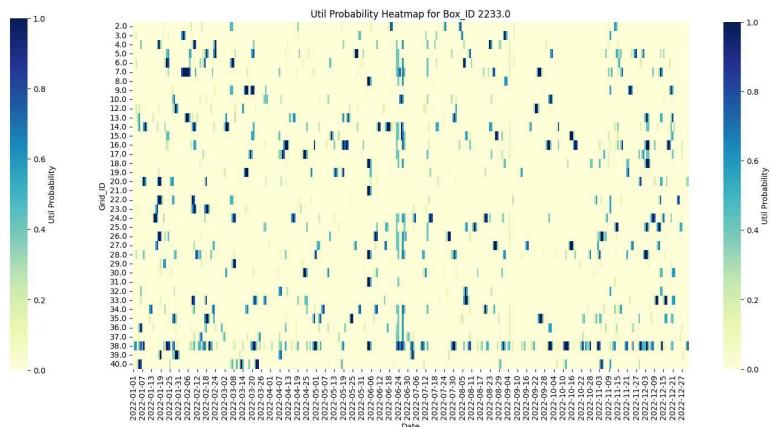
(圖13)使用(Utilization)時間和閒置(Idle)時間重疊分佈圖

指南郵局三個箱體的使用熱力圖觀察：

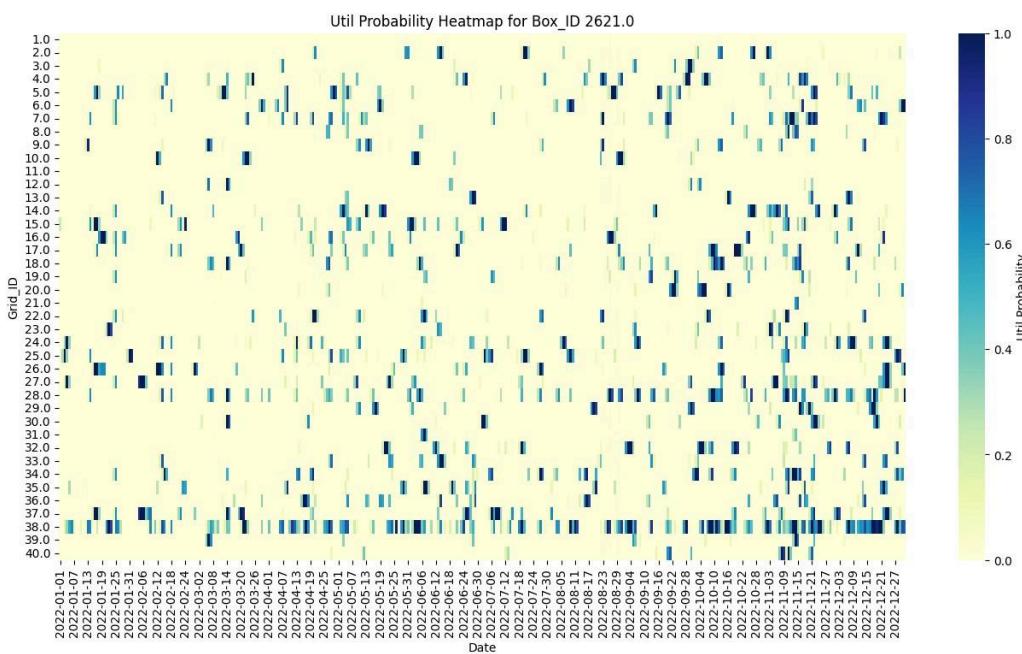
深淺色代表儲格一天的狀況：顏色越深表示儲格一天使用時間較長，越淺表示一天當中空置時間多。



(圖14) 箱體ID 1779 儲格使用頻率熱點圖



(圖15) 箱體ID 2233 儲格使用頻率熱點圖



(圖16) 箱體ID 2621 儲格使用頻率熱點圖

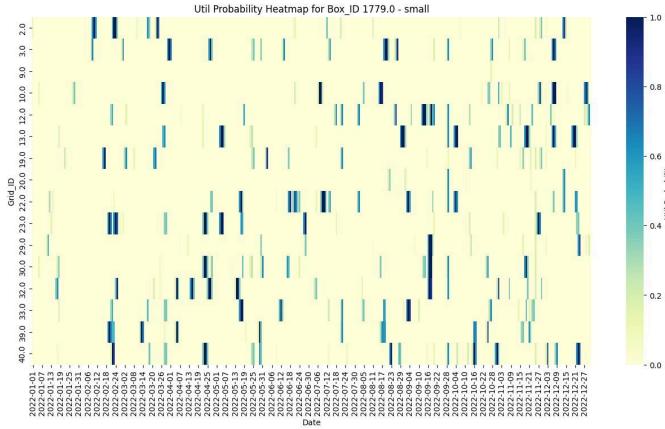
a. 高峰期使用的觀察：

從熱力圖中可以看到，特定儲格在假期、年末等高峰時段有頻繁使用，顯示出需求的季

節性波動。在 Box_ID 2621、2233 和 1779 中，數個儲格顯示出間歇性的高利用率，尤其某些儲格在整個週期中穩定使用，表明其位置優勢或偏好。

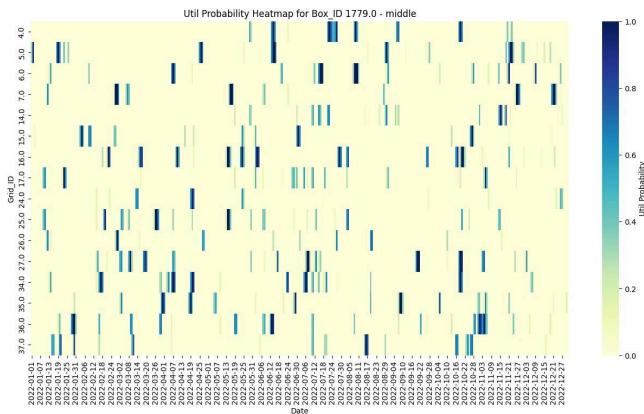
b. 不同儲格的使用頻率差異 —— 以指南郵局箱體ID 1779為例

- 小型儲格(Small Grid - Box ID 1779.0)：**小型儲格使用頻率高，在部分日期有較深的使用密度(如熱力圖上藍色較深區)。整體上，利用率和需求密度較高，顯示其在日常寄件上的需求較大，優化配置時可考慮增加小型儲格數量以滿足需求。



(圖17) 箱體ID 1779 小儲格使用頻率熱點圖

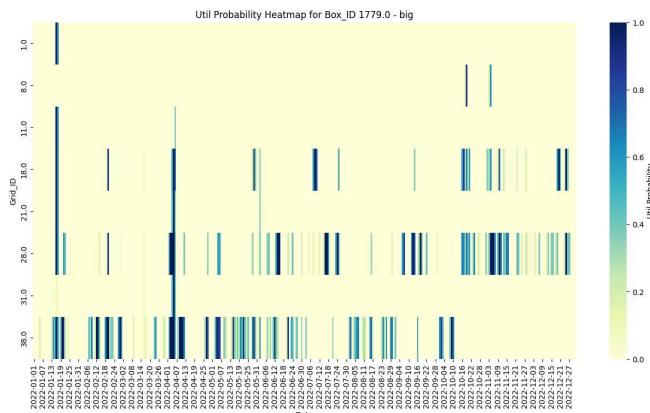
- 中型儲格(Middle Grid - Box ID 1779.0)：**中型儲格需求居中，部分日期有高利用率，但整體使用密度略低於小型儲格。可進行季節性分析或搭配其他儲格，以掌握需求趨勢並適度配置。



(圖18) 箱體ID 1779 中儲格使用頻率熱點圖

- 大型儲格(Big Grid - Box ID 1779.0)：**大型儲格的使用頻率最低，許多日期顯示低利用率，表明需求低，僅在特定高峰期會被使用。適合減少其數量，或考慮提供短期或彈

性使用服務，以降低閒置率和資源浪費。



(圖19) 箱體ID 1779 大儲格使用頻率熱點圖

c. 地理位置與利用率的影響

不同箱體的位置和服務範圍差異造成使用率不同。以 Box_ID 1779 為例，部分儲格幾乎每日使用，而 Box_ID 2233 的使用情況相對分散，表明地理位置影響需求特性。建議根據地區需求特點動態調整配置，需求高的區域增加儲格密度，需求低的區域則減少，以避免儲格閒置。

基於結果進行模擬(Simulation)：

時段劃分

為了更好地反映一天中需求的變化，我們把一天分成了四個時段：

- **午夜**: 凌晨 0 點到早上 6 點
- **早晨**: 早上 6 點到中午 12 點
- **下午**: 中午 12 點到傍晚 6 點
- **晚上**: 傍晚 6 點到午夜 12 點

每個時段的儲格使用情況可能不同，例如午夜使用箱子的需求可能很少。

參數的設定

儲格機率名稱與定義

1. 起始狀態機率

- 定義：表示一天開始時(00:00)儲格是空或滿的機率。

2. 儲格狀態變化機率

- 空到滿的

- 午夜空到滿機率(0:00 - 6:00)：儲格在午夜期間從空變滿的機率，發生時間分布於0至360分鐘內。
- 早晨空到滿機率(6:00 - 12:00)：儲格在早晨期間從空變滿的機率，發生時間分布於0至360分鐘內。
- 下午空到滿機率(12:00 - 18:00)：儲格在下午期間從空變滿的機率，發生時間分布於0至360分鐘內。
- 晚上空到滿機率(18:00 - 24:00)：儲格在晚上期間從空變滿的機率，發生時間分布於0至360分鐘內。

- 滿到空的

- 午夜滿到空機率(0:00 - 6:00)：儲格在午夜期間從滿變空的機率，發生時間分布於0至360分鐘內。
- 早晨滿到空機率(6:00 - 12:00)：儲格在早晨期間從滿變空的機率，發生時間分布於0至360分鐘內。
- 下午滿到空機率(12:00 - 18:00)：儲格在下午期間從滿變空的機率，發生時間分布於0至360分鐘內。
- 晚上滿到空機率(18:00 - 24:00)：儲格在晚上期間從滿變空的機率，發生時間分布於0至360分鐘內。

分鐘	afternoon	evening	midnight	morning
0	0.00336	0.00206	0	0.00255
1	0.00421	0.0017	0.0001	0.00266
2	0.00465	0.00197	0	0.00324
3	0.00479	0.00099	0.0001	0.00353

358	0.00027	0.00054	0	0.00058
359	0.00067	0.00081	0	0.00046
360	0.25398	0.77535	0.98567	0.38718

需求機率名稱與定義

1. 每日人數使用機率

- a. 定義：計算一天內不同人數使用儲格的機率。

2. 使用時間分布

- a. 定義：記錄每一位使用者在一天內不同時間(以分為單位)使用儲格的分布。

- b.

進行模擬之步驟

(1) 模擬儲格的狀態

儲格整天的狀態模擬方法如下：

1. 一開始，每個儲格可能是空的或是滿的，我們用隨機的方式決定每個儲格的初始狀態。例如，30%的儲格一開始是空的，70%的儲格是滿的。

2. 依據上面抽出來的結果，如果是空，從早上的空到滿機率來抽，反之，如果是滿，則從滿到空的機率去抽，假設00:00是滿的(也就是一開始抽到滿的)，接下來從早上的滿到空機率中抽出63分，所以就是00:00到01:03都是滿的，直到01:04變成空，然後這時候會判斷目前是在哪個時間區間，確認完哪個時間區間後就從該時間區段取機率來抽，直到一天結束，以下是示意圖，一天的箱子狀態，1代表滿，0代表空。

```
[1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 1,
0, 1, 1,
0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1,
1, 1, 0,
0, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 1,
0, 1, 0,
1, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1,
1, 0, 0,
0, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 1,
0, 1, 1,
... (更多項目) ...
1, 1, 1]
```

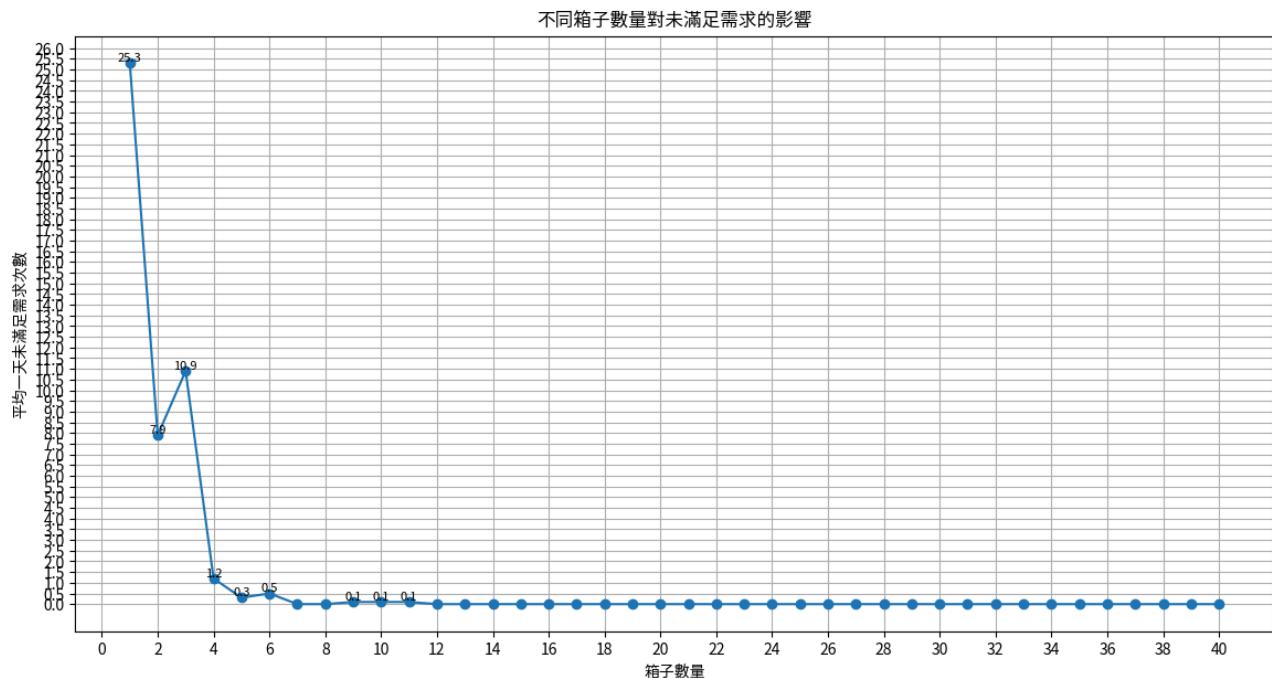
(2) 需求的生成與檢查

產生需求：我們首先隨機抽出一天中，會有幾個人來使用儲格，然後針對每一個人再次隨機抽出今天出現要來使用儲格的具體時間(單位以分)，例如，我們首先抽出今天當中會有三個人(A、B、C)來使用儲格，再者，我們抽出A來使用時間(06:39)、抽出B來使用時間(17:44)、抽出C來使用時間(21:39)。

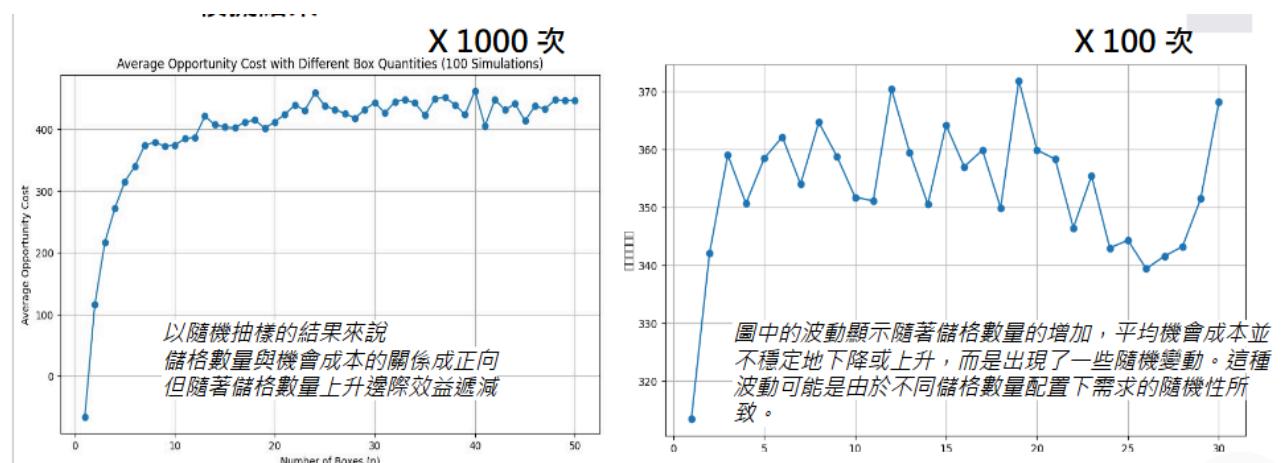
檢查需求是否被滿足：每分鐘檢查需求是否被滿足，也就是如果有人想使用儲格時，所有儲格都是滿的，我們就記錄一次「未滿足的需求」，這樣可以知道一天中有多少次需求沒有被滿足。

模擬結果與分析

- 統計未滿足的需求:**我們記錄不同數量的儲格下，有多少次需求沒有被滿足，並把這些結果通過可視化表現，透過觀察儲格數量變多，需求不被滿足的次數是否有明顯減少。
- 結果發現:**當儲格數量增加時，未被滿足的需求次數會減少，直到某個點後，增加儲格的數量對需求的滿足情況已經幫助不大，所以可以說**依據模擬結果儲格數量只要超過11個就可以滿足每天的使用需求(依據示意圖)**。



(圖20)針對不同儲格數量對未滿足需求的影響之模擬結果示意圖



(圖21)針對不同儲格數量下的平均機會成本之模擬結果示意圖

大數據分析預測效益與可行性：

1. 可擴展性

該模擬方法可靈活應用於郵局以外的場景，協助其他場域進行資源配置決策，例如：

- **運輸路線班次最佳化**: 透過模擬不同地區和時段的郵件需求量，郵局能優化車輛調度和運輸路線班次。例如在需求高峰期安排更多的班次，以確保郵件及時送達；在需求低谷時減少班次以降低運輸成本。這種擴展應用亦適用於其他類型的物流配送，例如快遞或包裹物流，幫助他們在需求變動的情況下更有效地調配資源。
- **最佳投遞區段或人力規劃**: 利用模擬結果，郵局可以優化投遞區域劃分和人力配置，讓員工負責適當區域以應對需求波動。例如在高需求的地區增派人力，在低需求地區減少人力配置，從而提升整體投遞效率，確保寄件需求的高效滿足，並降低資源的閒置情況。
- **模擬結果結合 i 郵箱佈點選址**: i 郵箱儲格數量模擬結果可應用於 i 郵箱的佈點選址。根據需求密集度，郵局能在需求較高的區域增加 i 郵箱覆蓋率，滿足更多顧客的需求，同時減少低需求區域的閒置資源，避免不必要的資源重疊與浪費。在成本效益上，該策略降低了過多佈點帶來的資金壓力，增強了資源利用率，實現服務覆蓋擴展與投資回報的平衡。整合模擬結果與外部數據後，郵局的佈點選址更具智慧化，有助於精準預測需求，支持長期的資源配置規劃。

2. 可行性

此模擬易於運用歷史數據進行調整，且可以通過較小範圍的試點測試來驗證模擬結果的準確性。因為模擬不需要實際建造或改造儲格，郵局只需根據數據結果來做出儲格配置的策略，降低了試錯成本並提升了配置的靈活性。

3. 預測效益

電腦模擬相較機器學習具備流程透明度，數據可控性可以清楚追溯步驟及變量，不如機器學習的黑箱特性難以解釋內部決策邏輯。預期效益可在研議 i 郵箱配置決策時，有更實質的數據背景模擬去借鑑，能因應時段需求量波動進行儲格配置，更推向 i 郵箱區域佈點需求面，帶來收益和需求面向上的策略參照。

4. 效益分析

特性	電腦模擬	機器學習	數據視覺化
數據要求	✓ 數據量足夠即可	高度依賴數據的量和品質	✓ 數據量足夠即可
結果表現	✓ 可模擬不存在情況 (e.g. 只有一格的郵箱)	生成預測或分類結果	圖表展示
預測/擴展數據	✓ 可生成預測 可評估效果	✓ 可預測 可評估模型效果	無法預測
解釋性	✓ 可有邏輯的解釋原因幫助決策	無法解釋	可透過圖表解釋