

隨機過程期末報告

健身房系統模擬與營業效益之優化

第一組

111034513 林家揚

111034515 黃韜丞

111034531 薛守程

111034567 謝東晉

清華大學 工業工程與工程管理學系

目錄

一、問題描述.....	
二、事前資料分析.....	
三、模擬模型架構.....	
四、模擬結果.....	
五、結論及未來展望.....	
六、參考資料.....	

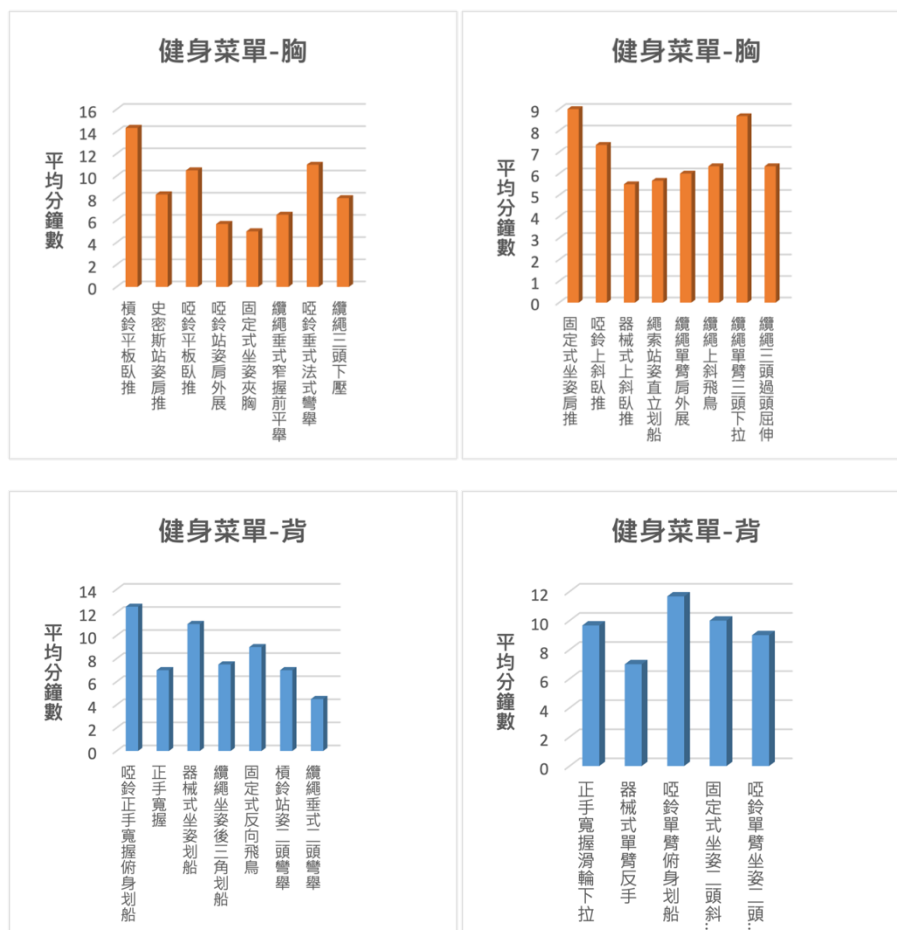
一、問題描述

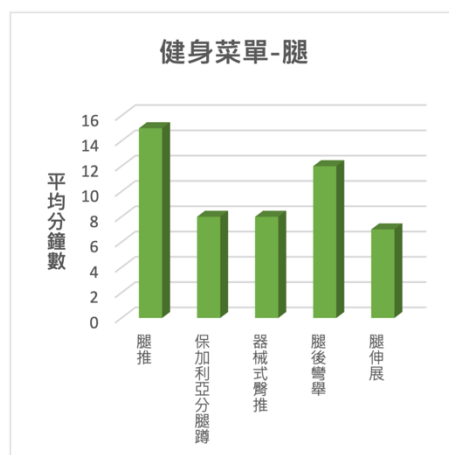
隨著人們愈來愈注重自身體態與維持身體健康，健身成為許多人生活中必備的活動之一，然而健身房的管理階層在經營一健身房所需考慮的變因也因為近年來健身人口的激增而相對性地增加，其中在龐大的健身需求下，每位客戶在有限數量之健身器材前所需花費的等待時間（waiting time），也會因為使用者的需求數增加而使每位客戶的等待時間相對拉長，在現今被時間追趕的社會底下，這一情況極有可能造成客戶心理上的不耐煩，大大增加客源流失的可能性。為分析並改善上述問題造成的困擾，本研究以模擬一健身房系統為目標，並更進一步讓多數想健身的客戶能達到等待時間與健身時間之理想權衡。

二、事前資料分析

本研究將在有限的預算下，模擬一健身房客戶依據 Poisson 時間分佈進入健身房的情況下，實行健身菜單，其中健身菜單分類為胸（推）、背（拉）與腿三種類別之訓練項目，每個類別項目下會有各自所屬的訓練動作。舉例而言，胸的部分會有槓鈴臥推、啞鈴臥推與固定式坐姿夾胸等複雜的訓練動作。此外，每位健身房客戶完成一組訓練動作所需的時間為常態分配，而本研究欲在上述條件下建構一完整的健身房模擬系統，依據所建構之系統模擬的結果，分析並實行本研究之各項決策變動以優化健身房客戶在此健身系統所需等待的時間。

數據部分，本研究根據兩位健身房常客所提供的健身項目來擬定完整的健身菜單，並藉由多次實際操作菜單內之胸、背與腿三大類別的各組訓練動作，得出各類別下訓練動作之平均花費時間，作為本研究模擬健身系統之重要數據。此外，為貼近實際情況本研究再將上述平均花費時間作為常態分配的 μ ，再加入各組訓練動作之標準差 σ 將其轉為隨機變數的型態，進行健身系統的模擬，整體如下圖所示：





- 將健身系統內各組動作所需時間以常態分配轉為隨機分佈型態，作為健身模

擬系統之資料輸入的依據

訓練動作	槓鈴平板臥推	史密斯站姿肩推	啞鈴平板臥推	啞鈴站姿肩外展	固定式坐姿夾胸	纜繩垂式窄握前平舉	啞鈴垂式法式彎舉	纜繩三頭下壓
器具	臥推架	深蹲架	啞鈴區	啞鈴區	蝴蝶機	cable 機	啞鈴區	cable 機
μ	14.33	8.33	10.5	5.67	5	6.5	11	8
σ	2	1.2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.5

訓練動作	固定式坐姿肩推	啞鈴上斜臥推	器械式上斜臥推	繩索站姿直立划船	纜繩單臂肩外展	纜繩上斜飛鳥	纜繩單臂三頭下拉	纜繩三頭過頭屈伸
器具	肩推機	啞鈴區	上斜胸推機	cable 機	cable 機	cable 機	cable 機	cable 機
μ	9	7.33	5.5	5.67	6	6.33	8.67	6.33
σ	0.82	1.88	0.5	1.7	0.81	0.47	0.47	0.47

訓練動作	啞鈴正手寬俯身划船	正手寬握 T-bar row	器械式坐姿划船	纜繩坐姿後三角划船	固定式反向飛鳥	槓鈴站姿二頭彎舉	纜繩垂式二頭彎舉
------	-----------	----------------	---------	-----------	---------	----------	----------

器具	深蹲架	俯身划船機	DY-ROW	後三角划船機	蝴蝶機	啞鈴區	cable 機
μ	13	7	11	7.5	9	7	4.5
σ	0.5	2	1	0.5	0.8	1.9	0.5

訓練動作	正手寬握滑輪下拉	器械式單臂反手	啞鈴單臂俯身划船	固定式坐姿二頭斜板彎舉	啞鈴單臂坐姿二頭彎舉
器具	滑輪下拉機	DY-ROW	啞鈴區	二頭彎舉機	啞鈴區
μ	9.67	7	11.67	10	9
σ	0.94	2.16	0.47	2.45	1

訓練動作	腿推	保加利亞分腿蹲	器械式臀推	腿後彎舉	腿伸展
器具	腿推機	腿後彎舉機	臀推機	腿後彎舉機	腿伸展機
μ	15	8	8	12	7
σ	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

三、研究方法之模擬模型建構

(一) 模型前置建構步驟

本研究透過 excel 表及 python 程式建構完整的模擬過程，如以下步驟所示：

1. 將所搜集之健身房訓練動作的時間、健身器材與各健身器材的成本匯入

excel，並計算各組動作於所屬之健身器材所需的平均分鐘數與標準差，其中

本研究的預算設定為七百五十萬元。

訓練動作	槓鈴平板臥推	史密斯站姿肩推	啞鈴平板臥推	啞鈴站姿肩外展	固定式坐姿夾胸	纜繩垂式窄握前平舉	啞鈴垂式法式彎舉	纜繩三頭下壓
器具	臥推架	深蹲架	啞鈴區	啞鈴區	蝴蝶機	cable機	啞鈴區	cable機
平均分鐘	14.33	8.33	10.5	5.67	5	6.5	11	8
標準差	2	1.2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.5

變動成本		固定成本	
臥推架	\$48,000	啞鈴	\$96,303
深蹲架	\$99,111	啞鈴放置架	\$30,000
啞鈴區	\$53,000		
蝴蝶機	\$45,000		
cable機	\$300,000		
俯身划船機	\$45,000		
DY-ROW	\$121,970		
後三角划船機	\$80,970		
腿推機	\$156,970		
臀推機	\$57,851		
腿後彎舉機	\$90,000		
腿伸展機	\$85,102		
肩推機	\$90,000		
上斜胸推機	\$39,582		

(二) python 模型建構步驟

1. 建構 python 模擬健身房系統的架構，以 dictionary 的形式將上述資料寫入，並將進入的顧客參考多次去健身房的觀察值，以 Poisson 分配的形式設定為 $\lambda = 0.8$ ，代表每分鐘 0.8 人進入此系統。
 - a. 健身器材參數設定

```

PARAMETER_EQUIPMENT = {
    'benchpress': {'No.': 8, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 48_000, 'total_wait': 0, 'total_use': 0}, # 臥推架
    'dumbbell': {'No.': 30, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 53_000, 'total_wait': 0, 'total_use': 0}, # 啞鈴區
    'butterfly': {'No.': 5, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 45_000, 'total_wait': 0, 'total_use': 0}, # 蝴蝶機
    'cable': {'No.': 5 * 4, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 300_000, 'total_wait': 0, 'total_use': 0}, # cable 機
    'squat': {'No.': 10, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 99_111, 'total_wait': 0, 'total_use': 0}, # 深蹲架
    'bent_row': {'No.': 5, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 450_000, 'total_wait': 0, 'total_use': 0}, # 俯身划船機
    'dy_row': {'No.': 10, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 121_970, 'total_wait': 0, 'total_use': 0}, # DY-ROW
    'triangle_row': {'No.': 5, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 80_970, 'total_wait': 0, 'total_use': 0}, # 後三角划船機
    'leg_press': {'No.': 5, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 156_970, 'total_wait': 0, 'total_use': 0}, # 腿推機
    'glut_m': {'No.': 5, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 90_000, 'total_wait': 0, 'total_use': 0}, # 腿後彎舉機
    'hip_thrust': {'No.': 5, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 57_851, 'total_wait': 0, 'total_use': 0}, # 臀推機
    'leg_stretch': {'No.': 5, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 85_102, 'total_wait': 0, 'total_use': 0}, # 腿伸展機
    'shoulder_press': {'No.': 5, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 90_000, 'total_wait': 0, 'total_use': 0}, # 肩推機
    'incline_chest': {'No.': 3, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 39_582, 'total_wait': 0, 'total_use': 0}, # 上斜胸推機
    'down_pull': {'No.': 5, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 80_970, 'total_wait': 0, 'total_use': 0}, # 滑輪下拉機
    'biceps_curl': {'No.': 5, 'Using': [], 'Waiting': [], 'cost': 80_970, 'total_wait': 0, 'total_use': 0} # 二頭彎舉機
}

```

其中，臥推架: 8 台,啞鈴區: 30 台, 蝴蝶機: 5 台,cable 機: 5 台,深蹲架: 10 台,俯身划船機: 5 台,DY-ROW: 10 台,後三角划船機: 5 台,腿推機: 5 台,腿後彎舉機: 5 台,臀推機: 5 台,腿伸展機: 5 台, 肩推機: 5 台,上斜胸推機: 3 台,滑輪下拉機: 5 台,二頭彎舉機: 5 台

b. 各健身菜單之健身動作於健身器材所需時間的參數設定

```

SETS_WORKOUT = {'push': ['ps-1', 'ps-2', 'ps-3', 'ps-4', 'ps-5', 'ps-6', 'ps-7', 'ps-8'],
                'pull': ['pl-1', 'pl-2', 'pl-3', 'pl-4', 'pl-5', 'pl-6', 'pl-7'],
                'leg': ['lg-1', 'lg-2', 'lg-3', 'lg-4', 'lg-5'],
                'push2': ['ps2-1', 'ps2-2', 'ps2-3', 'ps2-4', 'ps2-5', 'ps2-6', 'ps2-7', 'ps2-8'],
                'pull2': ['pl2-1', 'pl2-2', 'pl2-3', 'pl2-4', 'pl2-5']}
SETS_WORKOUT_LIST = ['pull', 'push', 'leg', 'pull2', 'push2']
ALL_ACTIONS = ['ps-1', 'ps-2', 'ps-3', 'ps-4', 'ps-5', 'ps-6', 'ps-7', 'ps-8',
               'pl-1', 'pl-2', 'pl-3', 'pl-4', 'pl-5', 'pl-6', 'pl-7',
               'lg-1', 'lg-2', 'lg-3', 'lg-4', 'lg-5',
               'ps2-1', 'ps2-2', 'ps2-3', 'ps2-4', 'ps2-5', 'ps2-6', 'ps2-7', 'ps2-8',
               'pl2-1', 'pl2-2', 'pl2-3', 'pl2-4', 'pl2-5']
EQUIPMENT_USE = {
    'ps-1': 'benchpress', 'ps-2': 'squat', 'ps-3': 'dumbbell', 'ps-4': 'dumbbell',
    'ps-5': 'butterfly', 'ps-6': 'cable', 'ps-7': 'dumbbell', 'ps-8': 'cable',
    'pl-1': 'squat', 'pl-2': 'bent_row', 'pl-3': 'dy_row', 'pl-4': 'triangle_row',
    'pl-5': 'butterfly', 'pl-6': 'dumbbell', 'pl-7': 'cable',
    'lg-1': 'leg_press', 'lg-2': 'glut_m', 'lg-3': 'hip_thrust', 'lg-4': 'glut_m', 'lg-5': 'leg_stretch',
    'ps2-1': 'shoulder_press', 'ps2-2': 'dumbbell', 'ps2-3': 'incline_chest', 'ps2-4': 'cable',
    'ps2-5': 'cable', 'ps2-6': 'cable', 'ps2-7': 'cable', 'ps2-8': 'cable',
    'pl2-1': 'down_pull', 'pl2-2': 'dy_row', 'pl2-3': 'dumbbell', 'pl2-4': 'biceps_curl', 'pl2-5': 'dumbbell'
}
TIME_USE = {
    'ps-1': (14, 2), 'ps-2': (8, 1.2), 'ps-3': (11, 0.5), 'ps-4': (6, 0.5),
    'ps-5': (5, 0.5), 'ps-6': (7, 0.5), 'ps-7': (11, 0.5), 'ps-8': (8, 0.5),
    'pl-1': (13, 0.5), 'pl-2': (7, 2), 'pl-3': (11, 1), 'pl-4': (8, 0.5),
    'pl-5': (9, 0.5), 'pl-6': (7, 0.5), 'pl-7': (5, 0.5),
    'lg-1': (15, 0.5), 'lg-2': (8, 0.5), 'lg-3': (8, 0.5), 'lg-4': (12, 0.5), 'lg-5': (7, 0.5),
    'ps2-1': (9, 0.8), 'ps2-2': (7, 1.9), 'ps2-3': (6, 1.7), 'ps2-4': (6, 0.8),
    'ps2-5': (6, 0.5), 'ps2-6': (6, 0.5), 'ps2-7': (9, 0.5), 'ps2-8': (6, 0.5),
    'pl2-1': (10, 0.9), 'pl2-2': (7, 2.1), 'pl2-3': (12, 0.5), 'pl2-4': (10, 2.4), 'pl2-5': (9, 1)
}
PERSON = {'No.': 0, 'set': '', 'menu': [], 'time_remaining': [], 'wait': 0, 'workout_time': 0}

```


- c. 進入顧客之參數設定，進入的顧客會有 70%生成本研究的專屬健身菜單，30%為無專屬菜單下以隨機的形式生成任意健身動作之組合，顧客會依據所選擇的菜單或隨機動作組合內各組動作之常態分配的運算，產生於一健身器材前所需花費的動作時間

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

```
CLIENT_ARRIVAL_RATE = 0.8 # Poisson rate per min.
TIME = 60*18 # how many hours
NO_MENU_RATE = 0.3 # no menu
# List of equipment available
```

```
# generate arrivals
arrivals = np.random.poisson(CLIENT_ARRIVAL_RATE)
arrivals = [deepcopy(PERSON) for _ in range(arrivals)]
for i in arrivals:
    num += 1
    i['No.'] = num
    if rd.uniform(0,1) < NO_MENU_RATE:
        i['set'] = 'No menu'
        actions = rd.choice([5, 6, 7, 8])
        i['menu'] = rd.sample(ALL_ACTIONS, actions)
    else:
        i['set'] = rd.choice(SETS_WORKOUT_LIST)
        i['menu'] = deepcopy(SETS_WORKOUT[i['set']])
    i['time_remaining'] = [max(1, int(np.random.normal(loc=TIME_USE[j][0], scale=TIME_USE[j][1])))
                           for j in i['menu']]
```

2. 建構完整健身系統之模型訓練，以 python 邏輯撰寫顧客進入本系統後的等待時間與使用健身器材時間的運算。

- d. 等待時間（ waiting time ）與使用時間（ using time ）的運算

本研究假設的運算條件為顧客要完成前述情況所分配的菜單或隨機的健身動作組合，因此必定會用該組動作的健身器材，然而若該健身器材使用人

數達上限，則先跳換至其他空的器材實行該顧客須完成的其他組動作，依

此類推計算一間健身器材累積下來的顧客等待時間與使用時間。

```
# workout
for i in EQUIPMENT:
    while len(EQUIPMENT[i]['Using']) < EQUIPMENT[i]['No.']: # if there are empty slots on equipment
        if not EQUIPMENT[i]['Waiting']:
            break
        EQUIPMENT[i]['Using'].append(EQUIPMENT[i]['Waiting'][0])
        EQUIPMENT[i]['Waiting'].pop(0)

    # using the equipment
    for j in EQUIPMENT[i]['Using']:
        j['time_remaining'][0] -= 1
        j['workout_time'] += 1
        if j['time_remaining'][0] <= 0: # done with equipment
            j['menu'].pop(0)
            j['time_remaining'].pop(0)
            if j['menu']: # if there are any actions remaining, then to next equipment
                n = 1
                while True:
                    if rd.uniform(0, 1) > 1 - min(1, max(0, EQUIPMENT[EQUIPMENT_USE[j['menu']][0]]['No.']) /
                        (len(EQUIPMENT[EQUIPMENT_USE[j['menu']][0]]['Waiting']) + 1) ** (1 / n))):
                        EQUIPMENT[EQUIPMENT_USE[j['menu']][0]]['Waiting'].append(j)
                        break
                    else:
                        j['menu'].append(j['menu'][0])
                        j['menu'].pop(0)
                        j['time_remaining'].append(j['time_remaining'][0])
                        j['time_remaining'].pop(0)
                        n += 1
                # EQUIPMENT[EQUIPMENT_USE[j['menu']][0]]['Waiting'].append(j) # here
            else:
                wait_ratio = j['wait'] / (j['wait'] + j['workout_time'])
                record.append(wait_ratio)
                total_wait += j['wait'] #每個人時間的加總
                total_use += j['workout_time']
            EQUIPMENT[i]['Using'].remove(j)
        EQUIPMENT[i]['total_use'] += len(EQUIPMENT[i]['Using'])
        inside += len(EQUIPMENT[i]['Using'])

    # waiting time
    for j in EQUIPMENT[i]['Waiting']:
        j['wait'] += 1
    EQUIPMENT[i]['total_wait'] += len(EQUIPMENT[i]['Waiting'])
    inside += len(EQUIPMENT[i]['Waiting'])

in_gym.append(inside)
time += 1
```

e. 達健身系統的終止條件，系統模擬運算結束

即當本研究之健身系統累積下來的總運算時間達到預設的健身房營業時間

18 小時，即可終止本系統的運算。

```

# gym closes
else:
    for i in EQUIPMENT:
        for j in EQUIPMENT[i]['Using']:
            wait_ratio = j['wait'] / (j['wait'] + j['workout_time'] + 1)
            record.append(wait_ratio)
            total_wait += j['wait']
            total_use += j['workout_time']
        for j in EQUIPMENT[i]['Waiting']:
            wait_ratio = j['wait'] / (j['wait'] + j['workout_time'] + 1)
            record.append(wait_ratio)
            total_wait += j['wait']
            total_use += j['workout_time']
    # print('* ', end='')

```

四、健身系統之模擬結果

本研究經由前述健身系統模擬產生之模擬結果，如下圖所示

```

final: 0.02 arrivals: 864 total_wait:787 total_use:44_295
In-gym: 41.18
eq. benchpress    wait:    0 use: 1_944 ratio: 0.000
eq. dumbbell      wait:   146 use: 9_597 ratio: 0.015
eq. butterfly     wait:    50 use: 2_047 ratio: 0.024
eq. cable         wait:   498 use: 7_570 ratio: 0.062
eq. squat         wait:     5 use: 3_227 ratio: 0.002
eq. bent_row      wait:     3 use: 1_214 ratio: 0.002
eq. dy_row        wait:     4 use: 3_314 ratio: 0.001
eq. triangle_row  wait:     0 use: 1_311 ratio: 0.000
eq. leg_press     wait:    71 use: 2_576 ratio: 0.027
eq. glut_m        wait:     3 use: 3_264 ratio: 0.001
eq. hip_thrust    wait:     0 use: 1_311 ratio: 0.000
eq. leg_stretch   wait:     0 use: 1_052 ratio: 0.000
eq. shoulder_press wait:     4 use: 1_221 ratio: 0.003
eq. incline_chest wait:     0 use:    799 ratio: 0.000
eq. down_pull     wait:     1 use: 1_575 ratio: 0.001
eq. biceps_curl   wait:     2 use: 1_667 ratio: 0.001

```

圖中結果可看出在各健身器材前所需耗費的等待時間、使用時間與各健身器材等

待比率的部分，以下分述各結果所代表之意義：

```

final: 0.04 arrivals: 853 total_wait:2141 total_use:43747
In-gym: 41.91
eq. benchpress      wait:    40 use:  1_926 ratio:  0.020
eq. dumbbell        wait:   156 use:  9_755 ratio:  0.016
eq. butterfly        wait:   800 use: 2_333 ratio:  0.255
eq. cable            wait:    0 use:  7_728 ratio:  0.000
eq. squat            wait:  552 use:  3_553 ratio:  0.134
eq. bent_row         wait:   41 use:  1_089 ratio:  0.036
eq. dy_row           wait:   70 use:  2_932 ratio:  0.023
eq. triangle_row     wait:    0 use:  1_329 ratio:  0.000
eq. leg_press         wait:   15 use:  2_372 ratio:  0.006
eq. glut_m           wait:   60 use:  3_028 ratio:  0.019
eq. hip_thrust        wait:  101 use:  1_184 ratio:  0.079
eq. leg_stretch       wait:    5 use:    996 ratio:  0.005
eq. shoulder_press    wait:   55 use:  1_333 ratio:  0.040
eq. incline_chest     wait:    5 use:    795 ratio:  0.006
eq. down_pull         wait:  111 use:  1_478 ratio:  0.070
eq. biceps_curl       wait:  130 use:  1_292 ratio:  0.091

```

final 表示為總共的等待時間比率佔據總時間比率（使用時間 + 等待時間）佔比

arrivals 表示為該健身系統營業時間內所到達的總顧客數

total_wait 表示總等待時間

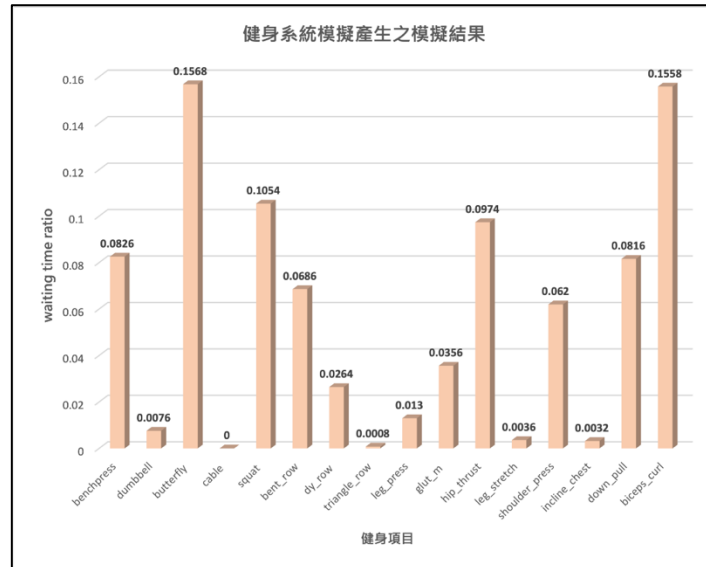
total_use 表示總使用時間

如上述模擬結果展示，本研究將 python 跑出的數據結果歸納於此：

營業時間總共抵達的顧客數	853 人
總共等待時間	2141 分鐘
等待時間佔整個系統時間的比例	0.02

（一）模擬結果分析

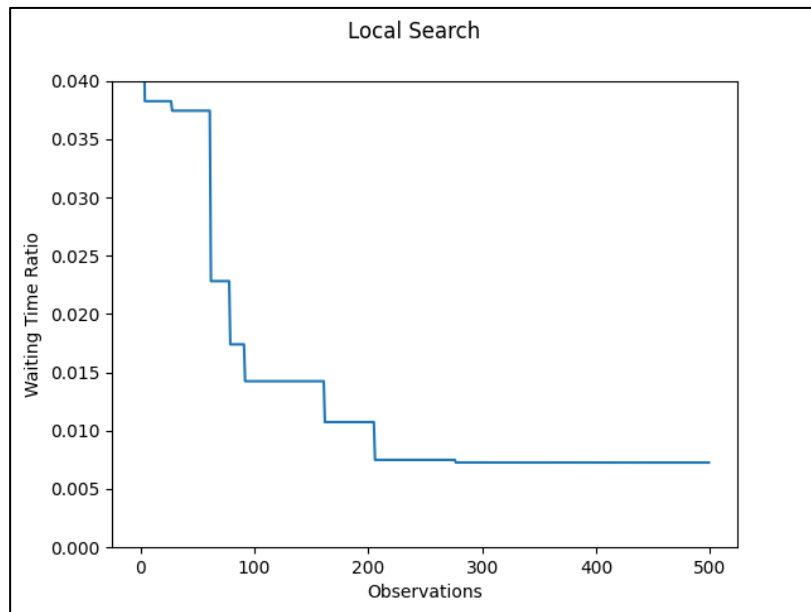
本研究將 python 模擬跑動 1000 次之結果做平均後所呈現的長條圖：



從各健身器材之等待時間結果可以看出顧客在蝴蝶機、二頭彎舉機上的等待時間比例大於在其他健身器材的等待時間，因此可以考慮多增加該器材數。

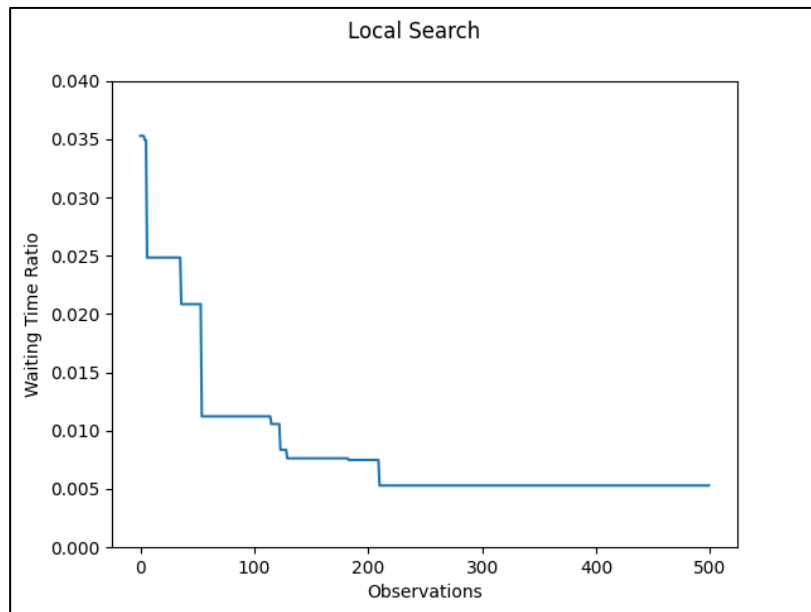
(二) 最佳化健身系統等待時間

本研究依據有限預算 750 萬元下，以 Localized Random Search 演算法進行健身系統最佳化等待時間與健身器材的配置，產生的最佳化等待時間比率圖(Waiting Time Ratio) 收斂如下：



其結果所重新產生的最佳化配置如下，臥推架: 4 台,啞鈴區: 16 台, 蝴蝶機: 4 台,cable 機: 16 台,深蹲架: 6 台,俯身划船機: 4 台,DY-ROW: 5 台,後三角划船機: 4 台,腿推機: 5 台,腿後彎舉機: 7 台,臀推機: 2 台,腿伸展機: 2 台, 肩推機: 4 台,上斜胸推機: 4 台,滑輪下拉機: 5 台,二頭彎舉機: 4 台

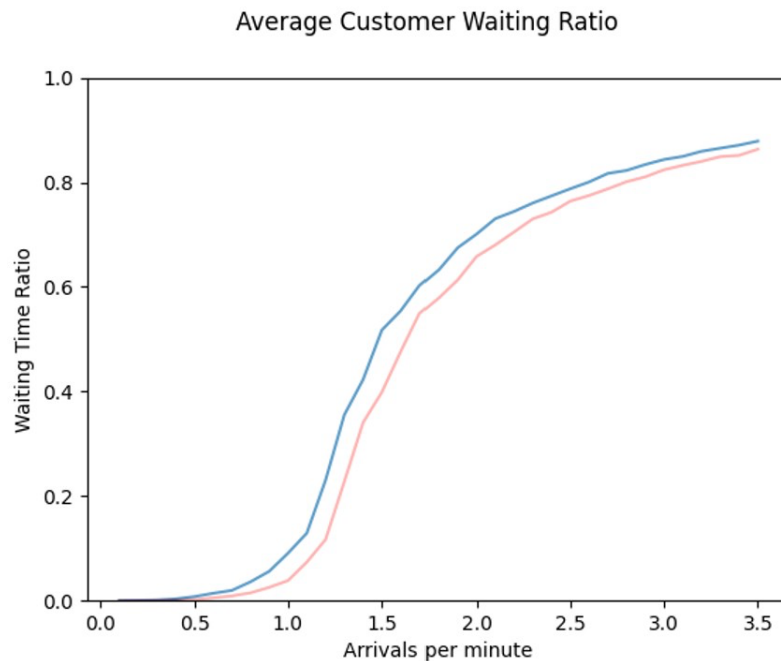
此外，若本研究將原先預算提高至 800 萬左右，以 Random Search 的演算法進行健身系統最佳化等待時間與健身器材的配置，產生的最佳化等待時間比率圖 (Waiting Time Ratio) 如下：



其結果所重新產生的最佳化配置如下，臥推架: 6 台,啞鈴區: 17 台, 蝴蝶機: 5 台,cable 機: 16 台,深蹲架: 7 台,俯身划船機: 8 台,DY-ROW: 5 台,後三角划船機: 3 台,腿推機: 5 台,腿後彎舉機: 6 台,臀推機: 3 台,腿伸展機: 2 台, 肩推機: 4 台,上斜胸推機: 4 台,滑輪下拉機: 4 台,二頭彎舉機: 4 台

(三) 健身系統容量上限

若今天將本研究之健身系統模擬的 Poisson 分配做隨機式調整為每分鐘到達 0.1 人至每分鐘 3.5 人時，可以發現如下折線圖的情況：



如圖中所示，藍線為初始配置，紅線為最佳化後的配置，由上圖可知當 λ 介於 1.0-1.5 之間，等待時間比率（Waiting time ratio）上升速度大幅增加至 0.5 以上，但在超過 3 之後漸趨平緩，而紅線與藍線的差異在於每分鐘可承受的顧客到達數對等待時間比率（Waiting time ratio）有在承受能力上做到稍微改善，這也間接說明此一健身房的模擬系統在這樣的 Poisson 分配情況下，會面臨其容量上的負荷，造成等待時間大幅增加。

五、結論與未來改善

本研究之健身房系統模擬可作為實體健身房營運規劃的參考。未來可考慮將本系統延伸開發出 UI 介面提升使用者體驗的部分，讓使用者在調整健身器材配置時不需用編譯器做改動。此外，由於本研究在建菜單的建構部分是以幾位健身

好朋友所提供的為參考依據，因此菜單的多樣化也是未來若能以大數據分析來進行呈現的改善方向。

六、參考資料

<https://www.fitnessfactory.com.tw>

<https://www.fitnesssuperstore.com/>