



逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：模擬麥當勞服務系統

作者：蔡明秀、張銘津、廖浚皓、黃聖瑋、林祐任、蕭志暉

系級：工業工程與管理學系

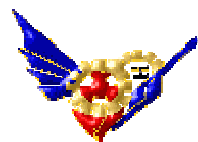
學號：D9568669、D9568686、D9568418、D9535768、D9568728、D9568597

開課老師：陳亭志 老師

課程名稱：模擬學

開課系所：工業工程與管理學系

開課學年：97 學年度第二學期



摘要

一九八四年一月廿八日，台灣麥當勞第一家門市中心在台北市民生東路開幕，至一九九九年初，台灣已經擁有超過三百家門市，從最北端的基隆海洋大學旁，到最南端的墾丁，全省各個角落都有麥當勞的足跡。

麥當勞是一個跨國性的本土企業，15 年來麥當勞在台灣已經融合本土文化。

麥當勞創始人 Mr. Ray A.Kroc 曾說過：「好的服務就是用顧客希望被服務的方式來服務他們。」

「台灣麥當勞的經營理念相當簡單，就是信守對顧客的承諾：100%顧客滿意與 Q.S.C.&V. (品質、服務、衛生與價值)。」李明元一語道出麥當勞的成功秘訣。

「訓練、在麥當勞永遠是現在進行式」。麥當勞每年提撥高達人事行政費用 10%的教育訓練預算，用培訓全方位經理人才的方式培訓每一位新進同仁，結合國內與國際資源訓練系統，不斷提供同仁最新的 Know-How，一般而言，在麥當勞，從一個實習襄理到中心經理的誕生，至少需要新台幣 500 萬元的投資和超過 450 小時的訓練。

第一個引進並全力推廣「彈性工時的打工制度」的麥當勞，目前已為台灣創造出超過十三萬四千個以上的就業機會，其中更包括高達 200 位的身心障礙人士。一九九七年，台灣麥當勞捐款三十萬元成立「財團法人麥當勞叔叔之家兒童慈善基金會」，贊助兒童醫療照顧及醫療研究、兒童社會福利及慈善服務、兒童教育及藝術發展。至一九九八年，麥當勞對公益團體的贊助總金額，累計高達新台幣一億六千萬元以上，並榮獲「和風獎」，深得社會的肯定和認同。

此報告以麥當勞作為服務系統的研究對象，我們將在模擬軟體中建構出類似的麥當勞作業系統，並以 ProModel 的四個元素(Locations、Entities、Arrivals、Process)為主體來建構。

我們利用 ProModel 軟體去進行模擬配置和員工實際運作的情況後，利用模擬軟體所提出的數據做分析並改善並重新模擬，讓我們能夠觀察改善後店家的經營狀況。

關鍵字:麥當勞、Promodel、設備使用率

目錄

摘要	1
目錄	2
圖目錄	3
第一章 前言	4
第二章 模擬問題背景及研究手法	5
第一節 研究背景	5
第二節 研究流程	6
第三節 模擬的種類	7
第三章 模擬系統架構	9
第一節 模擬系統組織圖	9
第二節 模擬系統流程 圖	120
第四章 模擬系統介紹	12
第一節 數據整理	12
第二節 Locations	13
第三節 Entities	14
第四節 Arrivals	14
第五節 Process	15
第六節 Background	16
第七節 Options	16
第八節 執行畫面	17
第五章 模擬結果與分析	18
第一節 模擬結果改善前	18
第二節 模擬結果改善後	19
第六章 結論	21
參考文獻	22
附錄	22

圖目錄

圖 2.1 麥當勞傳單	5
圖 2.2 流程圖	6
圖 2.3 資料收集流程圖	7
圖 3.1 模擬系統組織圖	9
圖 3.2 顧客流程圖	10
圖 3.3 套餐流程圖	11
圖 4.1 顧客到達間隔時間分配圖	12
圖 4.2 顧客到達間隔時間與指數分配的相關圖	12
圖 4.3 服務時間分配圖	12
圖 4.4 服務時間與 Lognormal 分配的相關圖	13
圖 4.5 Locations	13
圖 4.6 Entities	14
圖 4.7 Arrivals.....	14
圖 4.8 Process.....	15
圖 4.9 以 The Sims 軟體系統做的背景圖	16
圖 4.10 Options	17
圖 4.11 執行畫面.....	17
圖 5.1 改善前的輸出圖之一	18
圖 5.2 改善前的輸出圖之二	18
圖 5.3 改善後的輸出圖之一	19
圖 5.4 改善後的輸出圖之二	19

第一章 前言

排隊是每天生活的一部份，我們都在隊伍中等候以便購買電影票、到銀行存款、在商店付款、在餐廳點食物等等。我們已經習慣於大量時間的等候，但對長時間的等待仍感到困擾。

但是，等待不只是微小的個人困擾。一個國家的百姓花費在等候的時間更是影響人民生活品質及國家經濟效率的要素。舉例來說，在美國，據估計美國人每年花在等候線上等待的時間有 37000000000 小時之多，假如這些時間能用在具有生產力的工作，那將近是每年 2000 萬人工年(person-year)的有用工作量。除了人們站在等候線的時間外，其他類型的等候也會造成極度的無效率。例如，機器等待修理可能會導致產能損失，運輸工具(包括船和卡車)等待下貨可能會延遲隨後的裝運，飛機等待起飛和降落可能會中斷後續的行程時刻，線路飽和造成的通訊延遲可能會引起資料傳送的錯誤，製造工件等待加工可能會中斷隨後的生產，服務工作在到期日之後的延遲可能會導致未來業務的損失。

這次的模擬學報告中我們將以麥當勞作為研究對象，研究等候線的改善方法，因為許多顧客看到太多人排隊的時候就會離開，這是許多商家的主要問題，所以藉由這次的模擬學專題報告，我們在麥當勞作忙碌的時段作數據的收集和 research，希望能利用模擬學的程式去分析出如何有效的改善等候線，以減少顧客的離開人數。

第二章 模擬問題背景及研究手法

第一節 研究背景



圖 2.1 麥當勞傳單

近來麥當勞響應政府活絡景氣政策，推出了一種優惠方案”超值午餐”，每一種全餐都有不同的優惠，降幅則在 25% 左右。而在這不景氣的時期，讓顧客用更少的錢，享受更超值的優惠全餐。許多人便會趁著中午優惠時段來買；而學生、上班族的休息時段也在這時候，所以造成此時店內排隊擁擠的人潮是不可避免的。雖然不是只有午餐時段才有優惠；但我們選擇最尖峰最多人潮的時段來進行研究，而我們也將針對此一優惠方案做深入的研究，利用我們在模擬學的所學，想盡辦法替店家紓解排隊人潮而又不失其商機。圖 2.1 為其優惠價錢及廣告傳單：

◆ 麥香雞、雙層牛肉吉士堡、麥香魚：超值全餐原價為 99-109 元，超值午餐優惠價格為 79 元。

◆ 麥克雞塊(六塊)、大麥克、勁辣雞腿堡：超值全餐原價為 105-125 元，超值午餐優惠價格為 99 元。

◆ 麥脆雞(二塊)、板烤雞腿堡：超值全餐原價為 125-135 元，超值午餐優惠價格為 119 元。

第二節 研究流程

為了讓本研究趨近於真實性，本研究進行實地資料收集，以便了解顧客的到達間隔時間以及服務時間，所以本研究選用台中市西屯區河南路上的麥當勞進行資料收集，以下是本研究的圖 2.2 流程圖和圖 2.3 資料收集流程圖

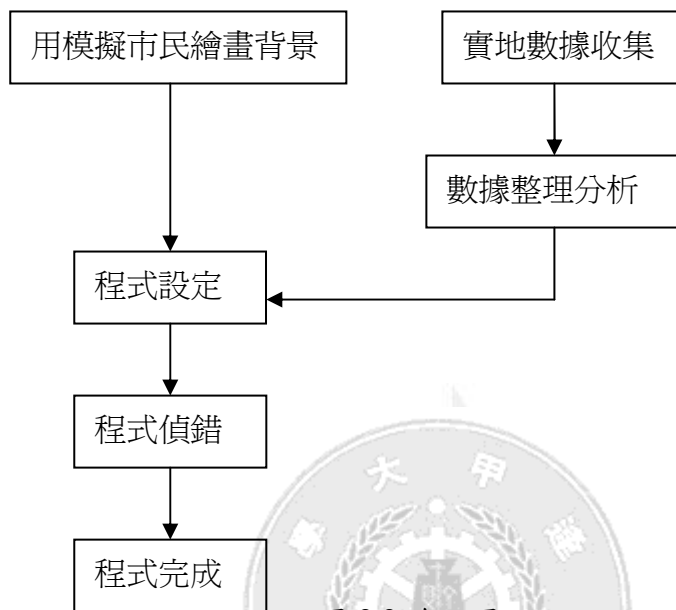


圖 2.2 流程圖

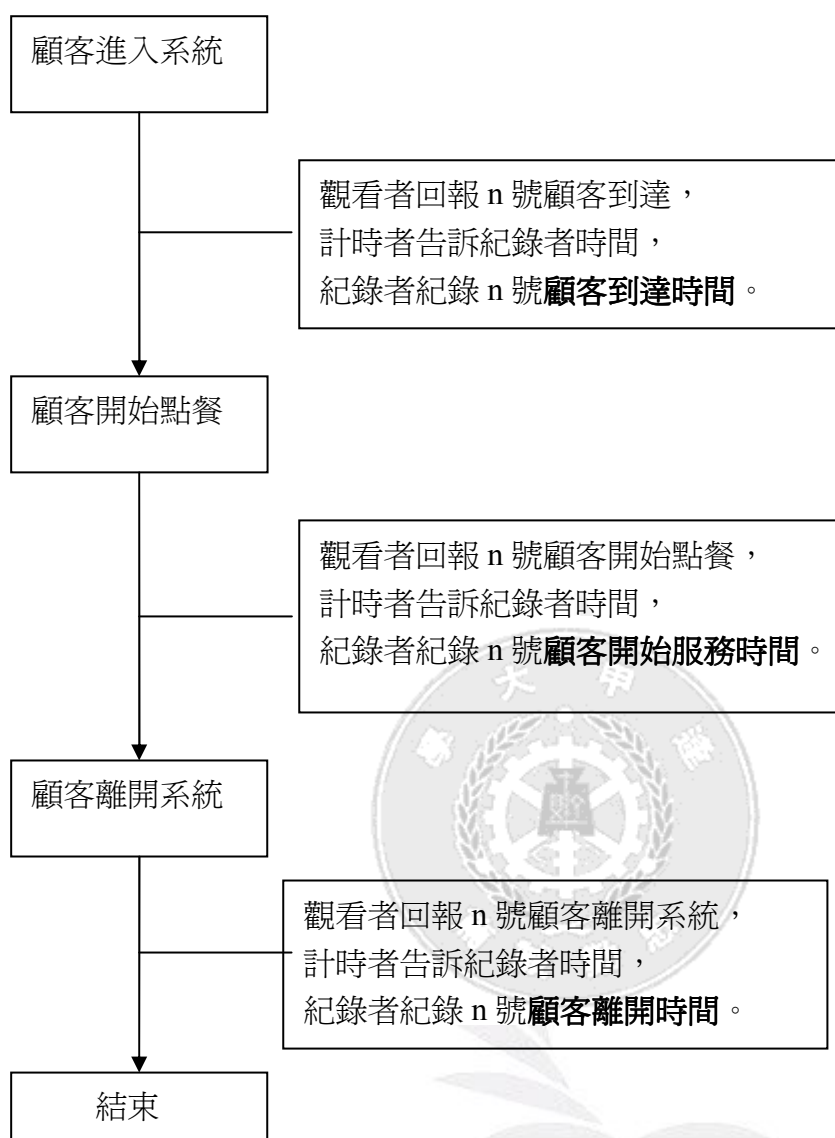


圖 2.3 資料收集流程圖

第三節 模擬的種類

模擬的種類一共有六種，如下：

- (1)靜態模擬(蒙地卡羅模擬)：非基於時間(無時間變數、統計)、不考慮時間、時間不是重點。EX. 模擬擲骰子之點數、射飛鏢之分數。
- (2)動態模擬：觀察狀態隨著時間的變化、有時間變數或統計。EX. 模擬台中市一年內的總耗水量。

(3)隨機性模擬：至少有一個輸入或輸出(或所欲預測的結果)是隨機性的。EX.

模擬在平地上，閃電打落的地點。

(4)確定性模擬：無隨機性的輸入、輸出。EX. 模擬飲料廠將飲料注入 300cc 之鋁

箔包。

(5)離散事件模擬：在離散時間點發生的事件引起狀態之變化。EX. 8:00 開門，

8:10 第 1 位顧客上門，之前都沒有。

(6)連續性模擬：狀態隨著時間改變。模擬水加熱的情況，觀察其變化情形。

雖然模擬的種類有六種，但我們報告中的模擬就包含了其中的四種(動態模擬、隨機性模擬、離散事件模擬、連續性模擬)。



第三章 模擬系統架構

第一節 模擬系統組織圖



圖 3.1 模擬系統組織圖

第二節 模擬系統流程圖

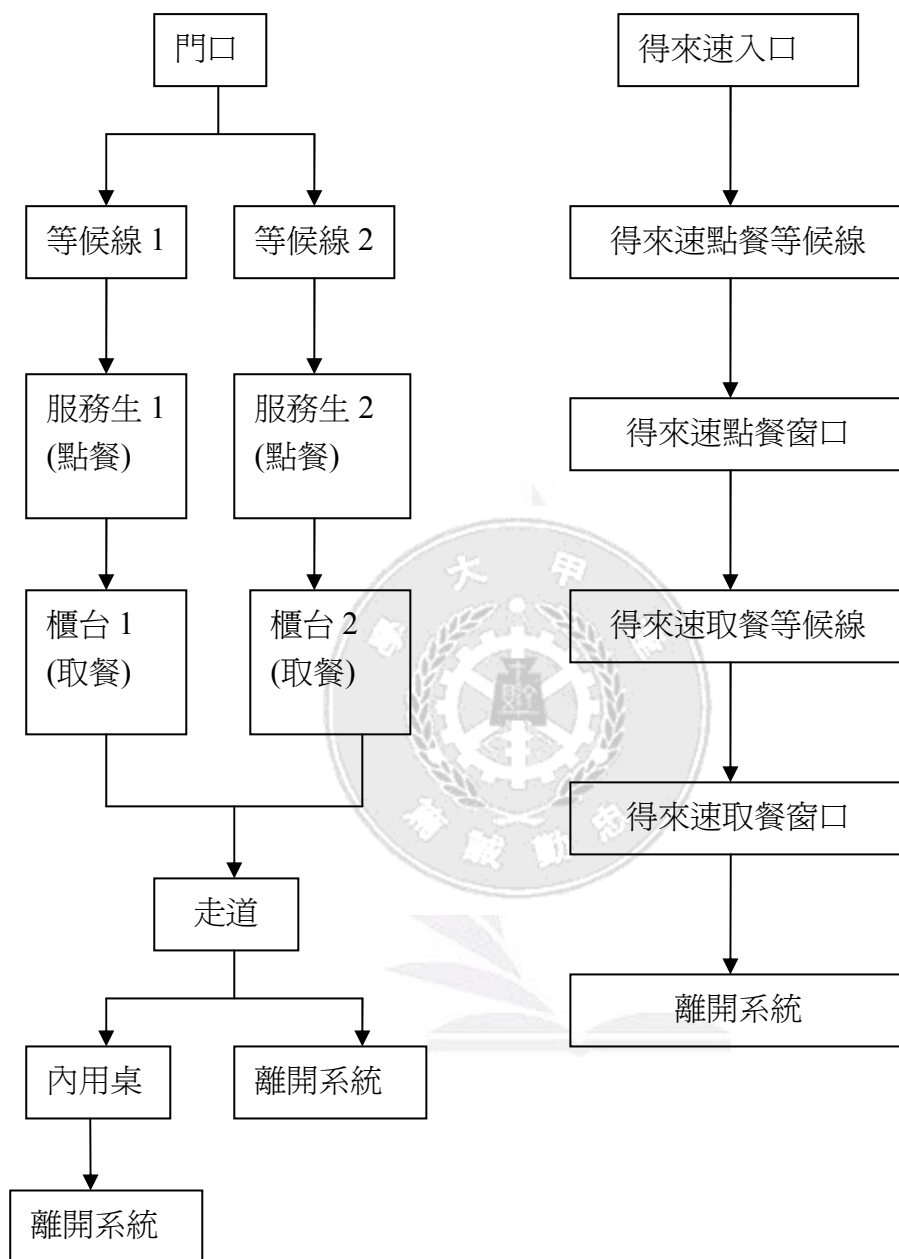


圖 3.2 顧客流程圖

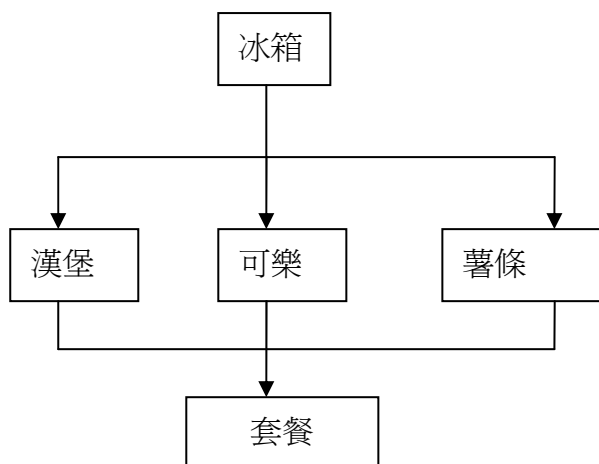


圖 3.3 套餐流程圖



第四章 模擬系統介紹

第一節 數據整理

本實驗經收集來的資料，經過整理後應用 ProModel 的 Fit 軟體找出其適合的分配，首先本實驗先經顧客到達間隔時間應用軟體進行統計，其結果如下圖

4.1 到達間隔時間分配圖和圖 4.2 到達間隔時間與指數分配的相關圖

Auto::Fit of Distributions		
distribution	rank	acceptance
Triangular(0., 2.71, 0.)	100	do not reject
Exponential(0., 0.921)	14.3	do not reject
Lognormal(0., -0.566, 1.21)	1.85	do not reject
Uniform(0., 2.5)	2.56e-003	reject

圖 4.1 到達間隔時間分配圖

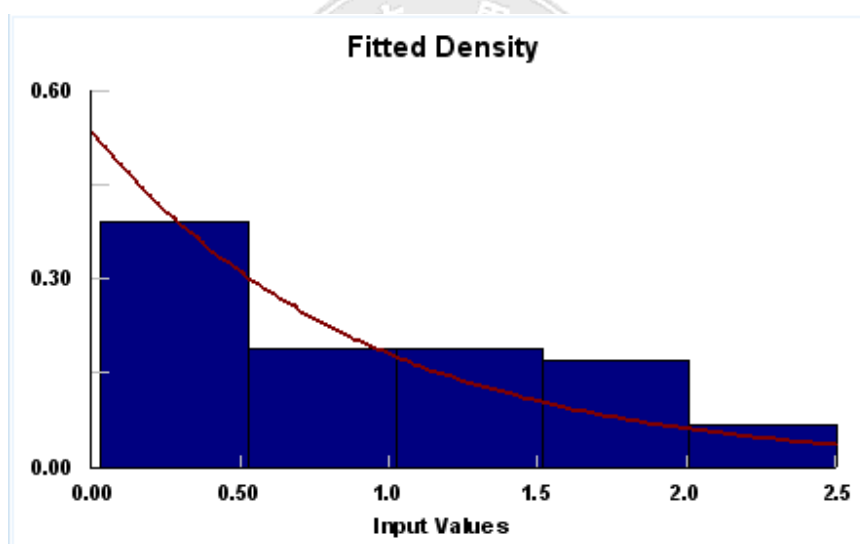


圖 4.2 到達間隔時間與指數分配的相關圖

因此就顧客到達間隔時間而言軟體統計出來適合的分配有 Triangular、Exponential、Lognormal 三種分配，本研究採用指數（Exponential）分配。再將服務時間另用軟體分析，其統計結果如下圖 4.3 服務時間分配圖和圖 4.4 服務時間與 Lognormal 分配的相關圖

Auto::Fit of Distributions		
distribution	rank	acceptance
Lognormal(1., 0.829, 0.72)	100	do not reject
Triangular(1., 9.65, 1.93)	11.6	do not reject
Exponential(1., 2.86)	0.396	reject
Uniform(1., 9.28)	0.	reject

圖 4.3 服務時間分配圖

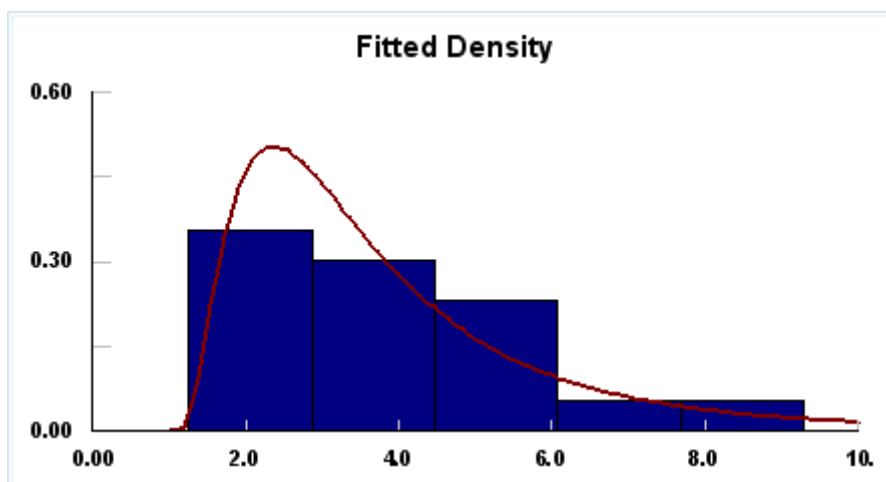


圖 4.4 服務時間與 Lognormal 分配的相關圖

因此就服務時間而言軟體統計出來適合的分配有 Lognormal、Triangular、Exponential 三種分配，本研究採用 Lognormal 分配。

第二節 Locations

Icon	Name	Cap.	Units	Dts...	Stats	Rules...
	門口	INF	1	None	Time Series	Oldest
	等候線1	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	等候線2	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	櫃檯1	1	1	None	Time Series	Oldest
	櫃檯2	1	1	None	Time Series	Oldest
	服務生1	1	1	None	Time Series	Oldest
	服務生2	1	1	None	Time Series	Oldest
	內用區	120	1	None	Time Series	Oldest
	飲料區	1	1	None	Time Series	Oldest
	薯條區	1	1	None	Time Series	Oldest
	組裝區	1	1	None	Time Series	Oldest
	熟食區	1	1	None	Time Series	Oldest
	冰箱	INF	1	None	Time Series	Oldest
	得來速入口	INF	1	None	Time Series	Oldest
	得來速等餐等候線	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	得來速點餐窗口	1	1	None	Time Series	Oldest
	得來速取餐等候線	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	得來速取餐窗口	1	1	None	Time Series	Oldest
	得來速服務人員	1	1	None	Time Series	Oldest
	走道1	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO

圖 4.5 Locations

在 Locations 的部份，我們首先使用了四條等候線其中包含：兩條點餐等候線、得來速等餐等候線、得來速取餐等候線以及走道 1。先將每條等候線的狀態改成 queue，且因為等候線是無限人數的，所

以將等候線的容量設定為無限(INFINITE)的，及 Rule 方面要以先進先出(FIFO)為原則。還有其他所需的物件分別為門口、三個櫃檯、三個服務生、內用區、飲料區、薯條區、組裝區、熟食區、冰箱、得來速入口、得來速點餐窗口及得來速取餐窗口、得來速服務人員。

第三節 Entities

Icon	Name	Speed (fpm)	Server
	顧客	150	New Server
	拿著食物的顧客	150	New Server
	薯條	150	New Server
	漢堡	150	New Server
	可樂	150	New Server
	套餐	150	New Server
	得來速顧客	150	New Server
	拿著食物的得來速顧客	150	New Server

圖 4.6 Entities

在Entities的部份受限於學生版的關係只有八個物件，分別為(顧客、拿著食物的顧客、薯條、漢堡、可樂、套餐、得來速顧客、拿著食物的得來速顧客)速度皆設定為150fpm。

第四節 Arrivals

Entity...	Location...	Qty Each...	First Time...	Occurrences	Frequency
漢堡	冰箱	1		INF	e(0.1)
可樂	冰箱	1		inf	e(0.1)
薯條	冰箱	1		inf	e(0.1)
顧客	門口	1		inf	e(0.83)
得來速顧客	得來速入口	1	0	INF	e(3)

圖 4.7 Arrivals

Arrivals 的部份包含五個物件(漢堡、可樂、薯條、顧客、得來速顧客)，指定每

個物件所供應的來源，並依照我們去麥當勞所收集的數據做不同的頻率做設定。

第五節 Process

Entity...	Location...	Operation...
顧客	門口	if contents(等候線1)<contents(等候線2) then route 1 else route 2
顧客	等候線1	
顧客	等候線2	
漢堡	冰箱	
漢堡	組裝區	wait u(0.8,0.3)
可樂	冰箱	
薯條	冰箱	
漢堡	熟食區	
薯條	薯條區	wait u(0.5,0.2)
可樂	飲料區	
漢堡	服務生1	join 1 薯條
漢堡	服務生2	join 1 薯條
漢堡	得來速服務人員	join 1 薯條
顧客	櫃檯1	join 1 薯條
顧客	櫃檯2	join 1 薯條
拿著食物的顧客	走道1	
拿著食物的顧客	內用區	wait e(10)
得來速顧客	得來速入口	if contents(得來速等餐等候線)+contents(得來速取餐等候線)>=6 then
得來速顧客	得來速等餐等候線	
得來速顧客	得來速點餐窗口	wait e(1)
得來速顧客	得來速取餐等候線	
得來速顧客	得來速取餐窗口	join 1 薯條 wait t(0.15,2.56,4.57)

圖 4.8 Process

Process 是寫訂整個模擬的流程，並將各個 Entities 及 Locations 做結合。

顧客這部分我們在點餐等候線做了設定，也就是當等候線 2>等候線 1 的時候顧客會到等候線 1 做點餐的動作。

```
if contents(等候線 1)<contents(等候線 2) then route 1
else route 2
```

得來速的部分我們設定

```
if contents(得來速等餐等候線)+contents(得來速取餐等候線)>=6 then route 1
else route 2
```

當(得來速等餐等候線)+(得來速取餐等候線)等候的人>=6 個人的時候顧客會自動離開。

餐點的部分，漢堡、薯條、可樂都會先從冰箱被取出，分別先被配送到組裝區、薯條區、飲料區，然後我們在組裝區將漢堡利用 join 來結合薯條和可樂，進

而成為一個套餐。因為薯條和可樂都是要與漢堡合併，所以它們在 Rule 的部分都要改為 join，然後分別再到服務生手上結合成為套餐，最後分別由服務生送至顧客與得來速顧客手中，變成拿著套餐的顧客以及拿著套餐的得來速顧客，而顧客拿著食物之後有兩條路可選擇，一是到內用區進行內用，二是直接帶著套餐從出口離開，得來速的顧客則是直接離開。

第六節 Background

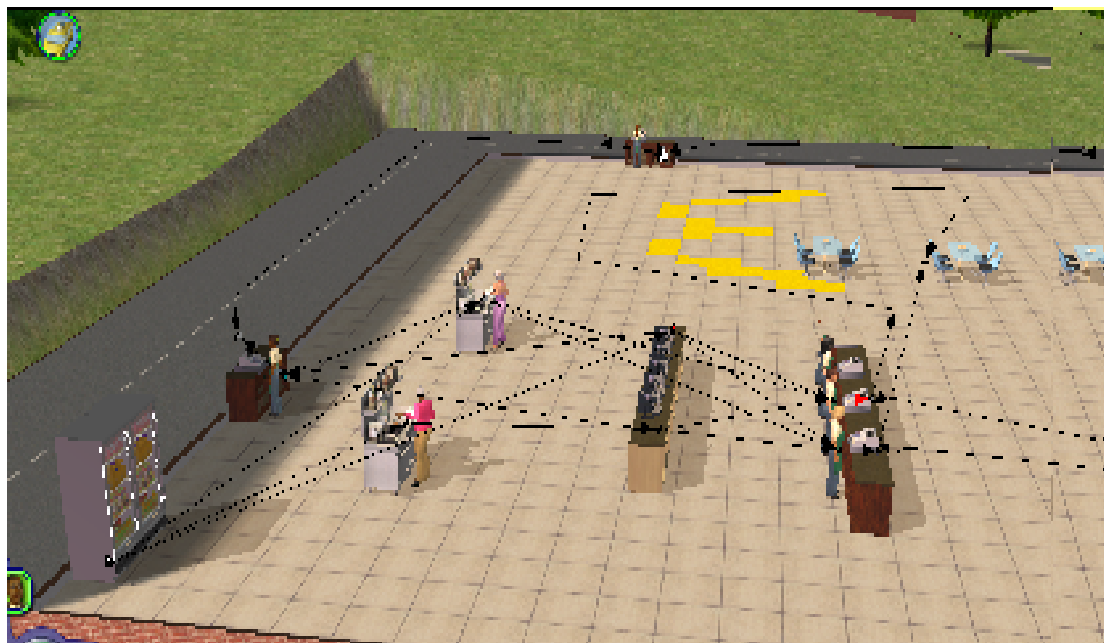


圖 4.9 以 The Sims 軟體做的背景圖

這是模擬城市的背景中我們選擇使用 The Sims 軟體來做繪圖的動作，因為它也是一種模擬軟體，但他內建許多模組和器具能讓我們更真實的畫出麥當勞的運作狀況。我們利用此軟體去製作其背景，選擇房子並佈置櫃台、桌椅、機器、櫃台服務人員和燈具等。在經過不斷的修改後，我們繪出此圖來做為此次模擬的背景圖，然後將此圖放進 PROMODEL 裡，更為符合我們所要執行模擬的情境。

第七節 Options

模擬時間設為麥當勞最為忙碌的中午 2 小時，為了要求模擬的準確度，反覆的次數設為此 ProModel 學生版的最高次數 999 次，而模擬的輸出我們則取 999 次的平均。

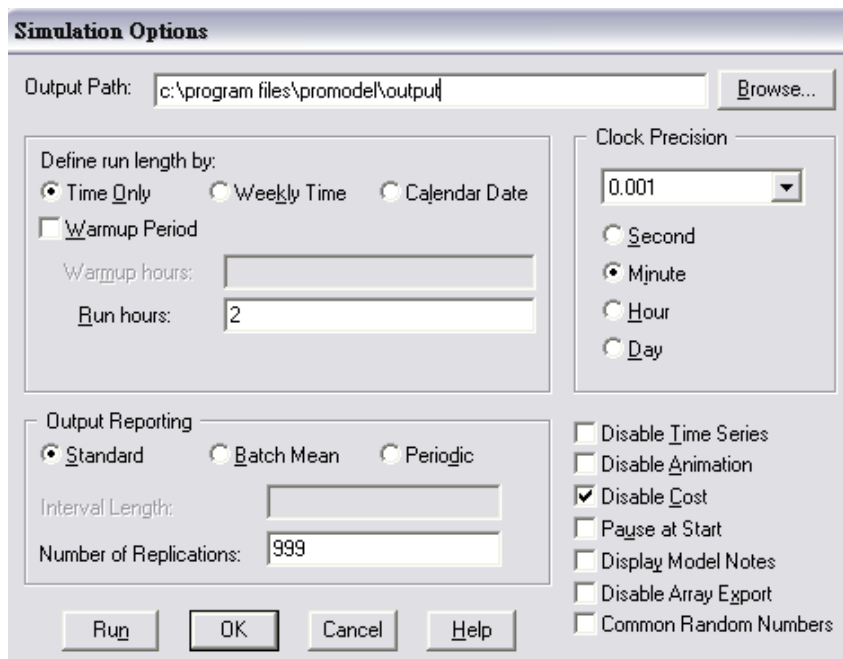


圖 4.10 Options

第八節 執行畫面



圖 4.11 執行畫面

第五章 模擬結果與分析

第一節 模擬結果改善前

經過 ProModel 執行後的結果如圖 5.1 改善前的輸出之一和圖 5.2 改善前的輸出圖之二

Locations for m-fina(初) (Avg. of 999 replications)								
Name	Scheduled Time (MIN)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
門口	120.00	999999.00	152.04	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
等候線1	120.00	999999.00	82.62	7.04	5.05	11.23	9.03	0.00
等候線2	120.00	999999.00	69.42	9.62	5.67	11.74	9.67	0.00
櫃檯1	120.00	1.00	73.58	1.48	0.91	1.00	0.98	90.94
櫃檯2	120.00	1.00	59.75	1.97	0.98	1.00	0.99	97.52
服務生1	120.00	1.00	73.89	1.23	0.75	1.00	0.74	74.84
服務生2	120.00	1.00	59.72	1.11	0.55	1.00	0.56	55.46
內用區	120.00	120.00	94.36	9.18	7.22	13.19	8.23	6.02
飲料區	120.00	1.00	148.80	0.80	0.99	1.00	1.00	98.99
薯條區	120.00	1.00	148.80	0.80	0.99	1.00	1.00	99.28
組裝區	120.00	1.00	148.82	0.80	0.99	1.00	1.00	99.33
熟食區	120.00	1.00	147.82	0.02	0.02	1.00	0.01	2.43
冰箱	120.00	999999.00	719.76	23.01	138.31	274.88	273.34	0.01
得來速入口	120.00	999999.00	23.92	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
得來速等餐等候線	120.00	999999.00	19.47	0.59	0.10	1.93	0.08	0.00
得來速點餐窗口	120.00	1.00	19.39	1.00	0.16	1.00	0.14	16.11
得來速取餐等候線	120.00	999999.00	19.26	17.35	2.67	5.85	4.32	0.00
得來速取餐窗口	120.00	1.00	14.94	6.84	0.79	1.00	0.96	78.96
得來速服務人員	120.00	1.00	14.20	1.77	0.21	1.00	0.13	20.98
走道1	120.00	999999.00	94.99	0.78	0.62	3.12	0.63	0.00

圖 5.1 改善前的輸出之一

Entity Activity for m-fina(初) (Avg. of 999 replications)							
Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Wait For Res (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
顧客	0.00	20.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
拿著食物的顧客	122.50	8.85	16.36	0.00	6.83	8.01	1.53
薯條	147.80	92.69	23.78	0.00	0.00	0.50	23.28
漢堡	0.00	93.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
可樂	147.80	91.51	23.43	0.00	0.00	0.00	23.43
套餐	146.39	0.00	24.62	0.00	0.02	1.78	22.82
得來速顧客	4.46	5.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
拿著食物的得來速顧客	13.98	0.00	22.68	0.00	14.77	2.63	5.27

圖 5.2 改善前的輸出圖之二

分析結果:

我們從針對改善顧客的流失量來看，顧客流失量我們用進入系統的顧客人數減去拿著食物的顧客，而從以上報表可以看出，比較得來速以及櫃台跑掉的顧客，因為得來速顧客的流失量少於櫃檯的顧客流失量，還有因為 PROMODEL 學生版版面有所限制，所以在此我們只針對櫃檯等候線來做探討。

由上表可看出，麥當勞櫃檯等後線上的人數遠遠大於真正點餐的人數，因為等候線上的人數太多，顧客等候時間太長，而造成顧客的流失。

改善方案:

因為麥當勞點餐窗口太少，而且中午時段的優惠方案更造成顧客人數會達到最高顛峰，造成了等候線上人數太多，所以造成等待顧客等候不耐煩，或是進入觀看後發現等候人數太多兒不想排隊，讓顧客流失了，所以在此我們針對點餐窗口做改善，看結果是否會使流失的顧客人數減少。

第二節 模擬結果改善後

經過 ProModel 執行後的結果如圖 5.3 改善後的輸出之一和圖 5.4 改善後的輸出圖之二

Locations for m-fina(3s) (Avg. of 999 replications)									
Name	Scheduled Time (MIN)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
門口	120.00	999999.00	152.47	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
等候線1	120.00	999999.00	50.75	1.28	0.57	3.95	0.57	0.00	
等候線2	120.00	999999.00	50.95	2.27	1.03	4.91	1.12	0.00	
櫃檯1	120.00	1.00	50.18	1.21	0.51	1.00	0.48	50.84	
櫃檯2	120.00	1.00	49.83	1.46	0.61	1.00	0.60	61.20	
櫃檯3	120.00	1.00	42.02	2.45	0.83	1.00	0.90	83.31	
服務生1	120.00	1.00	50.89	2.04	0.85	1.00	0.87	84.69	
服務生2	120.00	1.00	50.33	1.80	0.74	1.00	0.74	73.72	
服務生3	120.00	1.00	41.87	1.30	0.45	1.00	0.42	45.37	
內用區	120.00	120.00	89.98	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
飲料區	120.00	1.00	144.06	0.83	0.99	1.00	1.00	99.07	
薯條區	120.00	1.00	144.06	0.83	0.99	1.00	1.00	99.30	
組裝區	120.00	1.00	144.20	0.83	0.99	1.00	1.00	99.33	
熟食區	120.00	1.00	143.20	0.11	0.13	1.00	0.12	13.32	
冰箱	120.00	999999.00	719.00	24.04	144.36	288.06	286.68	0.01	
走道1	120.00	999999.00	90.60	0.78	0.59	3.38	0.61	0.00	
等候線3	120.00	999999.00	50.77	11.41	5.06	12.30	8.75	0.00	

圖 5.3 改善後的輸出之一

Entity Activity for m-fina(3s) (Avg. of 999 replications)							
Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Wait For Res (MIN)	Avg Time In Operat...	Avg Time Blocked (MIN)
顧客	0.00	12.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
拿著食物的顧客	139.44	0.61	6.52	0.00	3.88	1.56	1.09
薯條	143.06	96.62	24.67	0.00	0.00	0.50	24.17
漢堡	0.00	98.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
可樂	143.06	96.40	24.62	0.00	0.00	0.00	24.62
套餐	141.06	0.00	26.07	0.00	0.03	1.75	24.30
得來速顧客	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
拿著食物的得來速顧客	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

圖 5.4 改善後的輸出圖之二

改善結果：

增加一個窗口後，進入系統的總人數並沒有太大的改變，但因為點餐較為快速，而且等候線上也減少了等候的人數，而櫃檯的平均設備使用率雖然減少了，但拿個套餐的顧客增加了許多，減少了顧客的流失量，改善了我們所探討的問題。



第六章 結論

由於第五章我們做了一些改善，再第六章本研究把先前的改善做一些整理如下表前後結果分析表：

	原始	增加一個櫃台	增加的效率
總進入系統人數	152.04	152.47	
拿著食物的顧客	122.5	139.44	13.83%
走掉的顧客	29.54	13.03	-55.89%
櫃檯平均設備使用率	94.23%	65.11%	-30.90%
平均顧客等待時間	8.33	4.98	-40.22%

原本的模式：

顧客排隊方式凌亂無章，因為顧客點完餐再等候取餐時會先在旁邊等待，導致現場排隊情況很亂，讓新進顧客不知從何進入系統，而等候線的人數太多造成顧客的流失。

增加一個櫃檯：

聘人的成本增加，櫃台設備的使用效率降低。但可以使顧客先進行點餐付費的動作，可以大量減低顧客等候時間，增加顧客的購買意願、減少顧客的流失量。

ProModel 提供我們有助於準備現實生活中狀況的虛擬的環境，可以顯著地節省時間、金錢。雖然它無法完全模擬出現實狀況，但它仍能可成為我們參考的依據，有時或許是我們數據收集不足、條件沒完全掌握和一些不可控的因素，但它實際上卻能為我們帶來省時、省力、省錢的三效益。

參考文獻

1. Harrell, C., Ghosh, B. K., and Bowden, R. O., Simulation Using ProModel, McGraw Hill(高立圖書代理), 2nd edition, 2003.
2. Law A. M., and Kelton W. D., Simulation Modeling and Analysis, McGraw Hill, 2nd edition, 1991.林則孟，系統模擬 理論與應用，滄海書局，2002。

附錄

1. 原始數據

	到達時間			服務時間			離開時間		
	時	分	秒	時	分	秒	時	分	秒
1	12	3	7						
2	12	3	7						
3	12	3	38	12	4	42	12	9	31
4	12	3	43	12	6	3	12	10	43
5	12	4	35	12	6	47	12	16	4
6	12	4	5	12	7	50	12	12	42
7	12	5	40	12	8	27	12	11	44
8	12	5	42	12	9	31	12	15	2
9	12	5	4	12	9	38	12	18	10
10	12	6	4	12	11	2	12	14	39
11	12	6	29	12	11	44	12	16	59
12	12	7	5	12	11	15	12	16	57
13	12	7	11						
14	12	7	36						
15	12	7	38	12	13	13	12	17	27
16	12	8	8	12	14	5	12	17	39
17	12	8	8	12	15	33	12	18	56
18	12	8	18	12	16	46	12	21	24
19	12	8	33	12	16	0	12	18	50
20	12	8	49	12	16	56	12	22	23
21	12	8	51	12	16	54	12	23	53
22	12	9	35	12	19	34	12	21	42
23	12	10	21	12	20	26	12	26	52
24	12	11	10	12	20	33	12	22	40
25	12	11	15	12	22	6	12	24	19
26	12	12	7	12	22	27	12	27	1
27	12	13	15	12	23	14	12	24	50
28	12	14	22	12	25	39	12	26	54
29	12	16	3	12	25	52	12	27	51
30	12	16	15	12	26	0	12	28	15
31	12	17	37	12	26	32	12	27	59
32	12	19	1	12	28	36	12	33	2
33	12	20	33	12	28	46	12	32	24

32	12	22	38				走掉			
33	12	24	14	12	30	27	12	35	47	
34	12	25	51	12	29	50	12	34	36	
35	12	25	53	12	32	28	12	36	27	
36	12	27	18	12	34	25	12	36	26	
37	12	29	12	12	36	28	12	38	28	
38	12	29	24	12	37	20	12	39	48	
39	12	30	26	12	37	53	12	41	0	
40	12	31	20				走掉			
41	12	32	51	12	38	19	12	46	1	
42	12	34	5	12	39	45	12	42	33	
43	12	35	21	12	40	59	12	42	52	
44	12	36	11	12	42	35	12	45	5	
45	12	37	36	12	42	43	12	45	29	
46	12	38	1	12	39	13	12	43	35	
47	12	38	3	12	42	48	12	45	40	
48	12	38	18	12	44	27	12	51	28	
49	12	39	46	12	44	45	12	47	25	
50	12	39	49	12	46	9	12	51	19	
51	12	40	33	12	47	33	12	50	43	
52	12	40	36	12	49	46	12	54	50	
53	12	41	11	12	50	39	12	52	45	
54	12	42	7	12	52	23	12	56	25	
55	12	43	54	12	53	11	12	54	56	
56	12	45	57	12	55	17	12	58	58	
57	12	47	58	12	56	28	12	59	25	
58	12	48	33	12	58	32	13	1	35	
59	12	49	57	12	59	45	13	3	51	
60	12	50	38	12	59	57	13	5	22	

2. 整理後的數據

	顧客到達間隔時間		服務時間	
	分	秒	分	秒
1	0	0	走掉	
2	0	31	4	49
3	0	5	4	40
4	0	52	9	17
5	0	30	4	52
6	0	35	3	17
7	0	2	5	31
8	0	22	8	32
9	0	25	3	37
10	0	36	5	15
11	0	6	5	42
12	0	25	走掉	

13	0	2	4	14
14	0	30	3	34
15	0	10	3	23
16	0	15	4	38
17	0	16	2	50
18	0	2	5	27
19	0	44	6	59
20	0	46	2	8
21	0	49	6	26
22	0	5	2	7
23	0	52	2	13
24	1	8	4	34
25	1	7	1	36
26	1	41	1	15
27	0	12	1	59
28	1	22	2	15
29	1	24	1	27
30	1	32	4	26
31	2	5	3	38
32	1	36	走掉	
33	1	37	5	20
34	0	2	4	46
35	1	25	3	59
36	1	54	2	1
37	0	12	2	0
38	1	2	2	28
39	0	54	3	7
40	1	31	走掉	
41	1	14	7	42
42	1	16	2	48
43	0	50	1	53
44	1	25	2	30
45	0	25	2	46
46	0	2	4	22
47	0	15	2	52
48	1	28	7	1
49	0	3	2	40
50	0	44	5	10
51	0	3	3	10
52	0	35	5	4
53	0	56	2	6
54	1	47	4	2

模擬麥當勞服務系統

```

顧客      等候線1      1  顧客      櫃檯1      FIRST 1
顧客      等候線2      1  顧客      櫃檯2      FIRST 1
漢堡      冰箱          1  漢堡      組裝區     FIRST 1
漢堡      組裝區        wait u(0.8,0.3) 1  漢堡      熟食區     FIRST 1
可樂      冰箱          1  可樂      飲料區     FIRST 1
薯條      冰箱          1  薯條      薯條區     FIRST 1
漢堡      熟食區        1  漢堡      服務生1    FIRST 1
          漢堡          服務生2    FIRST
          漢堡          得來速服務人員  FIRST
薯條      薯條區        wait u(0.5,0.2) 1  薯條      服務生1    JOIN 1
          薯條          服務生2    JOIN
          薯條          得來速服務人員  JOIN
可樂      飲料區        1  可樂      服務生1    JOIN 1
          可樂          服務生2    JOIN
          可樂          得來速服務人員  JOIN
漢堡      服務生1      join 1 薯條
          漢堡          服務生2    join 1 可樂
          漢堡          服務生2    wait u(1,0.5) 1 套餐      櫃檯1      JOIN 1
          漢堡          服務生2    join 1 薯條
          漢堡          服務生2    join 1 可樂
          漢堡          服務生2    wait u(1,0.5) 1 套餐      櫃檯2      JOIN 1
漢堡      得來速服務人員  join 1 薯條
          漢堡          得來速服務人員  join 1 可樂
          漢堡          得來速服務人員  wait L(0.829,0.72)
          漢堡          得來速服務人員  1 套餐      得來速取餐窗口  JOIN 1
顧客      櫃檯1        join 1 套餐
          顧客          櫃檯1        wait L(0.829,0.72)
          拿著食物的顧客  走道1      RANDOM 1
          拿著食物的顧客  EXIT      RANDOM
顧客      櫃檯2        join 1 套餐
          顧客          櫃檯2        wait L(0.829,0.72)
          拿著食物的顧客  走道1      FIRST 1
          拿著食物的顧客  EXIT      FIRST
拿著食物的顧客  走道1      1  拿著食物的顧客  內用區     FIRST 1
拿著食物的顧客  內用區    wait e(10) 1  拿著食物的顧客  EXIT      FIRST 1
得來速顧客  得來速入口  if contents(得來速等餐等候線)+contents(得來速取餐等候線)>=6 hen
          得來速顧客  得來速入口  route 1
          得來速顧客  得來速入口  else
    
```

```

route 2
    1  得來速顧客      EXIT  FIRST 1
    2  得來速顧客      得來速等餐等候線  FIRST1
得來速顧客  得來速等餐等候線  1  得來速顧客  得來速點餐窗口  FIRST 1
得來速顧客  得來速點餐窗口  wait e(1) 1  得來速顧客  得來速取餐等候線  FIRST 1
得來速顧客  得來速取餐等候線  1  得來速顧客  得來速取餐窗口  FIRST 1
得來速顧客  得來速取餐窗口  join 1 套餐  wait L(0.829,0.72)
    1  拿著食物的得來速顧客  EXIT  FIRST 1

```

* Arrivals *

Entity	Location	Qty Each	First Time Occurrences	Frequency	Logic
漢堡	冰箱	1	INF	e(0.5)	
可樂	冰箱	1	inf	e(0.5)	
薯條	冰箱	1	inf	e(0.5)	
顧客	門口	1	inf	e(0.79)	
得來速顧客	得來速入口	1	INF	e(5)	

4. 改善後狀態

* Formatted Listing of Model: *

* 三個櫃檯 *

Time Units: Minutes

Distance Units: Feet

* Locations *

Name	Cap	Units	Stats	Rules	Cost
門口	INF	1		Time Series Oldest, ,	
等候線1	INFINITE	1		Time Series Oldest, FIFO,	
等候線2	INFINITE	1		Time Series Oldest, FIFO,	

模擬麥當勞服務系統

櫃檯1	1	1	Time Series Oldest, ,
櫃檯2	1	1	Time Series Oldest, ,
櫃檯3	1	1	Time Series Oldest, ,
服務生1	1	1	Time Series Oldest, ,
服務生2	1	1	Time Series Oldest, ,
服務生3	1	1	Time Series Oldest, ,
內用區	120	1	Time Series Oldest, ,
飲料區	1	1	Time Series Oldest, ,
薯條區	1	1	Time Series Oldest, ,
組裝區	1	1	Time Series Oldest, ,
熟食區	1	1	Time Series Oldest, ,
冰箱	INF	1	Time Series Oldest, ,
走道1	INFINITE 1		Time Series Oldest, FIFO,
等候線3	INFINITE 1		Time Series Oldest, FIFO,

 * Entities *

Name	Speed (fpm)	Stats	Cost
顧客	150	Time Series	
拿著食物的顧客	150	Time Series	
薯條	150	Time Series	
漢堡	150	Time Series	
可樂	150	Time Series	
套餐	150	Time Series	
得來速顧客	150	Time Series	
拿著食物的得來速顧客	150	Time Series	

 * Processing *

Process Routing

模擬麥當勞服務系統

Entity	Location	Operation	Blk	Output	Destination	Rule	Move Logic
顧客	門口	1	顧客	等候線1		RANDOM	1
			顧客	等候線2		RANDOM	
			顧客	等候線3		RANDOM	
顧客		等候線1	1	顧客	櫃檯1	FIRST	1
顧客		等候線2	1	顧客	櫃檯2	FIRST	1
顧客		等候線3	1	顧客	櫃檯3	FIRST	1
漢堡		冰箱	1	漢堡	組裝區	FIRST	1
漢堡		組裝區	wait u(0.8,0.3)	1	漢堡	熟食區	FIRST 1
可樂		冰箱	1	可樂	飲料區	FIRST	1
薯條		冰箱	1	薯條	薯條區	FIRST	1
漢堡	熟食區	1	漢堡		服務生1	FIRST	1
			漢堡		服務生2	FIRST	
			漢堡		服務生3	FIRST	
薯條	薯條區	wait u(0.5,0.2)	薯條	1	薯條	服務生1	JOIN 1
			薯條		服務生2	JOIN	
			薯條		服務生3	JOIN	
可樂	飲料區	1	可樂		服務生1	JOIN	1
			可樂		服務生2	JOIN	
			可樂		服務生3	JOIN	
漢堡	服務生1	join 1	薯條				
		join 1	可樂				
		wait u(1,0.5)	1	套餐	櫃檯1	JOIN	1
漢堡	服務生2	join 1	薯條				
		join 1	可樂				
		wait u(1,0.5)	1	套餐	櫃檯2	JOIN	1
漢堡	服務生3	join 1	薯條				
		join 1	可樂				
		wait L(0.829,0.72)					
		1	套餐		櫃檯3	JOIN	1
顧客	櫃檯1	join 1	套餐				
		wait L(0.829,0.72)					
		1	拿著食物的顧客	走道1		RANDOM	1
			拿著食物的顧客	EXIT		RANDOM	
顧客	櫃檯2	join 1	套餐				
		wait L(0.829,0.72)					
		1	拿著食物的顧客	走道1		RANDOM	1

```

                                拿著食物的顧客 EXIT          RANDOM
顧客          櫃檯3      join 1 套餐
                                wait L(0.829,0.72)
                                1    拿著食物的顧客 走道1          RANDOM 1
                                拿著食物的顧客 EXIT          RANDOM
拿著食物的顧客 走道1      1    拿著食物的顧客 內用區          FIRST 1
拿著食物的顧客 內用區      1    拿著食物的顧客 EXIT          FIRST 1
*****
*                               Arrivals                               *
*****

```

Entity	Location	Qty	Each	First Time	Occurrences	Frequency	Logic
漢堡	冰箱	1		INF		e(0.5)	
可樂	冰箱	1		inf		e(0.5)	
薯條	冰箱	1		inf		e(0.5)	
顧客	門口	1		inf		e(0.79)	

5.Trace Report

01:05.458 Trace Start

```

01:05.458    可樂 enters 冰箱.
01:05.458    Select route from route block #1; output quantity is 1.
01:05.458 For 可樂 at 冰箱:
01:05.458    No location is available for routing.
01:05.485 For 拿著食物的顧客 at 走道 1:
01:05.485    Select route from route block #1; output quantity is 1.
01:05.485 For 拿著食物的顧客 at 走道 1:
01:05.485    內用區 is selected for routing.
01:05.485    The main entity is routed out as 拿著食物的顧客.
01:05.485    Output is named as 拿著食物的顧客.
01:05.485    Start move to 內用區.
01:05.485 拿著食物的顧客 arrives at 內用區.
01:05.485 For 拿著食物的顧客 at 內用區:
01:05.485    拿著食物的顧客 enters 內用區.
01:05.485    Wait 17.949 Min.
01:05.485 For 拿著食物的顧客 at 走道 1:

```

01:05.485 Process completed.
01:05.485 Release the captured capacity.
01:05.513 For 拿著食物的顧客 at 內用區:
01:05.513 Select route from route block #1; output quantity is 1.
01:05.513 For 拿著食物的顧客 at 內用區:
01:05.513 The main entity is routed out as 拿著食物的顧客.
01:05.513 Output is named as 拿著食物的顧客.
01:05.513 Exits the system.
01:05.513 For 拿著食物的顧客 at 內用區:
01:05.513 Process completed.
01:05.513 Release the captured capacity.
01:05.568 1 漢堡 scheduled to arrive at 冰箱.
01:05.568 漢堡 arrives at 冰箱.
01:05.568 For 漢堡 at 冰箱:
01:05.568 漢堡 enters 冰箱.
01:05.568 Select route from route block #1; output quantity is 1.
01:05.568 For 漢堡 at 冰箱:
01:05.568 No location is available for routing.
01:05.588 For 顧客 at 等候線 1:
01:05.588 Queue for output.
01:05.686 1 顧客 scheduled to arrive at 門口.
01:05.686 顧客 arrives at 門口.
01:05.686 For 顧客 at 門口:
01:05.686 顧客 enters 門口.
01:05.686 Select route from route block #2; output quantity is 1.
01:05.686 For 顧客 at 門口:
01:05.686 等候線 2 is selected for routing.
01:05.686 The main entity is routed out as 顧客.
01:05.686 Output is named as 顧客.
01:05.686 Start move to 等候線 2.
01:05.686 顧客 arrives at 等候線 2.
01:05.686 For 顧客 at 等候線 2:
01:05.686 顧客 enters 等候線 2.
01:05.686 Start moving for 0.223 Min.
01:05.686 For 顧客 at 門口:
01:05.686 Process completed.
01:05.686 Release the captured capacity.
01:05.688 For 拿著食物的顧客 at 走道 1:

01:05.688 Select route from route block #1; output quantity is 1.
01:05.688 For 拿著食物的顧客 at 走道 1:
01:05.688 內用區 is selected for routing.
01:05.688 The main entity is routed out as 拿著食物的顧客.
01:05.688 Output is named as 拿著食物的顧客.
01:05.688 Start move to 內用區.
01:05.688 拿著食物的顧客 arrives at 內用區.
01:05.688 For 拿著食物的顧客 at 內用區:
01:05.688 拿著食物的顧客 enters 內用區.
01:05.688 Wait 21.223 Min.
01:05.688 For 拿著食物的顧客 at 走道 1:
01:05.688 Process completed.
01:05.688 Release the captured capacity.
01:05.694 1 可樂 scheduled to arrive at 冰箱.
01:05.694 可樂 arrives at 冰箱.
01:05.694 For 可樂 at 冰箱:
01:05.694 可樂 enters 冰箱.
01:05.694 Select route from route block #1; output quantity is 1.
01:05.694 For 可樂 at 冰箱:
01:05.694 No location is available for routing.
01:05.749 1 漢堡 scheduled to arrive at 冰箱.
01:05.749 漢堡 arrives at 冰箱.
01:05.749 For 漢堡 at 冰箱:
01:05.749 漢堡 enters 冰箱.
01:05.749 Select route from route block #1; output quantity is 1.
01:05.749 For 漢堡 at 冰箱:
01:05.749 No location is available for routing.
01:05.868 For 漢堡 at 服務生 2:
01:05.868 Select route from route block #1; output quantity is 1.
01:05.868 For 漢堡 at 服務生 2:
01:05.868 Being requested to join with 顧客 at 櫃檯 2.
01:05.868 The main entity is routed out as 套餐.
01:05.868 Output is named as 套餐.
01:05.868 Start move to 櫃檯 2.
01:05.868 套餐 arrives at 櫃檯 2.
01:05.868 For 套餐 at 櫃檯 2:
01:05.868 Joins 1 of 1 with 顧客.
01:05.868 For 顧客 at 櫃檯 2:

01:05.868 Wait 0.145 Min.
01:05.868 For 漢堡 at 服務生 2:
01:05.868 Process completed.
01:05.868 Release the captured capacity.
01:05.909 For 顧客 at 等候線 2:
01:05.909 Queue for output.
01:05.921 For 漢堡 at 組裝區:
01:05.921 Select route from route block #1; output quantity is 1.
01:05.921 For 漢堡 at 組裝區:
01:05.921 熟食區 is selected for routing.
01:05.921 The main entity is routed out as 漢堡.
01:05.921 Output is named as 漢堡.
01:05.921 Start move to 熟食區.
01:05.921 漢堡 arrives at 熟食區.
01:05.921 For 漢堡 at 熟食區:
01:05.921 漢堡 enters 熟食區.
01:05.921 Select route from route block #1; output quantity is 1.
01:05.921 For 漢堡 at 熟食區:
01:05.921 服務生 2 is selected for routing.
01:05.921 The main entity is routed out as 漢堡.
01:05.921 Output is named as 漢堡.
01:05.921 Start move to 服務生 2.
01:05.921 漢堡 arrives at 服務生 2.
01:05.921 For 漢堡 at 服務生 2:
01:05.921 漢堡 enters 服務生 2.
01:05.921 Require join 1 of 薯條.
01:05.921 For 漢堡 at 熟食區:
01:05.921 Process completed.
01:05.921 Release the captured capacity.
01:05.921 For 漢堡 at 組裝區:
01:05.921 Process completed.
01:05.921 Release the captured capacity.
01:05.921 For 漢堡 at 冰箱:
01:05.921 The main entity is routed out as 漢堡.
01:05.921 Output is named as 漢堡.
01:05.921 Start move to 組裝區.
01:05.921 漢堡 arrives at 組裝區.
01:05.921 For 漢堡 at 組裝區:

01:05.921 漢堡 enters 組裝區.
01:05.921 Wait 0.743 Min.
01:05.921 For 漢堡 at 冰箱:
01:05.921 Process completed.
01:05.921 Release the captured capacity.
01:05.958 For 薯條 at 薯條區:
01:05.958 Select route from route block #1; output quantity is 1.
01:05.958 For 薯條 at 薯條區:
01:05.958 Being requested to join with 漢堡 at 服務生 2.
01:05.958 The main entity is routed out as 薯條.
01:05.958 Output is named as 薯條.
01:05.958 Start move to 服務生 2.
01:05.958 薯條 arrives at 服務生 2.
01:05.958 For 薯條 at 服務生 2:
01:05.958 Joins 1 of 1 with 漢堡.
01:05.958 For 漢堡 at 服務生 2:
01:05.958 Require join 1 of 可樂.
01:05.958 可樂 at 飲料區 will respond to this join request.
01:05.958 For 可樂 at 飲料區:
01:05.958 The main entity is routed out as 可樂.
01:05.958 Output is named as 可樂.
01:05.958 Start move to 服務生 2.
01:05.958 可樂 arrives at 服務生 2.
01:05.958 For 可樂 at 服務生 2:
01:05.958 Joins 1 of 1 with 漢堡.
01:05.958 For 漢堡 at 服務生 2:
01:05.958 Wait 1.368 Min.
01:05.958 For 可樂 at 飲料區:
01:05.958 Process completed.
01:05.958 Release the captured capacity.
01:05.958 For 可樂 at 冰箱:
01:05.958 The main entity is routed out as 可樂.
01:05.958 Output is named as 可樂.
01:05.958 Start move to 飲料區.
01:05.958 可樂 arrives at 飲料區.
01:05.958 For 可樂 at 飲料區:
01:05.958 可樂 enters 飲料區.
01:05.958 Select route from route block #1; output quantity is 1.

01:05.958 For 可樂 at 飲料區:
01:05.958 No matching request for routing.
01:05.958 For 可樂 at 冰箱:
01:05.958 Process completed.
01:05.958 Release the captured capacity.
01:05.958 For 薯條 at 薯條區:
01:05.958 Process completed.
01:05.958 Release the captured capacity.
01:05.958 For 薯條 at 冰箱:
01:05.958 The main entity is routed out as 薯條.
01:05.958 Output is named as 薯條.
01:05.958 Start move to 薯條區.
01:05.958 薯條 arrives at 薯條區.
01:05.958 For 薯條 at 薯條區:
01:05.958 薯條 enters 薯條區.
01:05.958 Wait 0.673 Min.

