

# 探討餐飲業外送服務績效之改善

余銘忠

國立高雄應用科技大學企業管理系助理教授

yminchun@cc.kuas.edu.tw

李芳怡

國立高雄應用科技大學企業管理系研究生

1098335102@cc.kuas.edu.tw

## 摘要

近年來因生活型態的改變，使得餐飲業的競爭愈來愈激烈，尤其在尖峰時段外送的頻率很高，但大多數的外送服務並沒有一定的原則，使得服務品質參差不齊，因而降低業者的效率。本研究主要在探討餐飲業在外送服務方面績效的改善，以系統模擬的方法，探討其在不同外送政策下對外送服務績效的影響，並提供較佳之方案以改善其服務品質並提升其營運績效。同時在不同的績效指標下，評估各變數之影響。外送政策可分為高、中、低三種水準之待送數量，以及先訂先送、量少先送、量多先送、最短距離及最長距離之五種遞送規則，所採用的績效指標包括：系統時間、遞送總量與資源使用率。研究結果顯示採用低水準待送數量或最短距離遞送規則其對系統時間及遞送總量之績效表現最好，採用高水準待送數量或最短距離遞送規則其對資源使用率之績效表現最好。業者可參考研究結果來訂定外送政策，以改善其外送之服務品質，並可依照其營運目標來訂定外送政策，進而提升其營運績效。

**關鍵詞：**外送、系統模擬、最後一哩

**Keywords :** Take-Delivery; Simulation; Last Mile

## 壹、緒論

### 一、背景與動機

隨著台灣進入工商業發達的階段，國民的消費型態從基本的飲食費移轉至文教、育樂方面之支出，進入 80 年代後，國民的飲食行為也由單純對食物溫飽的功能，轉為兼顧各種育樂、教育活動為主，顯示對於生活品質之要求已提升，其中飲食習慣及型態也同時改變，隨著消費者對生活品質要求日益提升，其外食消費意識也逐漸抬頭(李佳芳, 2009)。由於外食人口的劇增，餐飲業之競爭更趨激烈，因此業者應該隨時注意消費者的需求變化以提升外食品質，這是目前重要的課題之一。品質的提升除了餐食、衛生之外，另一個影響顧客滿意度的重要因素就是服務(陳美伶, 2007)。

現今國人生活步調日趨快速，尤其是在上班族及學生族群俱增的今日，時間就是金錢的觀念更顯得重要。在尖峰時段不管是交通、飲食甚至是網路，對於各行各業都有一定程度的影響，相對的也造成人們生活上的不便，進而影響消費者意願及行為。以餐飲業來說，除了現場點餐服務會有排隊等候的問題之外，在外送服務方面也會有相同的問題，尤其是在尖峰時間，人潮多，交通又擁擠，很容易讓顧客等太久，降低服務效率與品質。

隨著經濟成長和交通日趨便利，個性化和快速的遞送服務也日益增加，但是服務的品質卻不是穩定的(Wang, 2008)。以餐飲業來說，在尖峰時段很多公司、學校為了節省時間及達到便利性，都會團體訂購，而現今雙薪家庭不開伙的比例愈來愈高，因此家庭叫外送的比例也有增高的趨勢。在實際訪談過幾間便當店之後發現，大多數的外送服務並沒有一定的原則，通常都是隨員工喜好遞送，毫無章法可言，常常有顧客抱怨等太久，服務品質參差不齊，因而降低業者的效率。Wang(2008)透過分析點對點和輻輳式兩種快遞網絡來探討機車快遞在市區小包裝運送是否適合，研究指出雖然它沒有困難的路徑問題，但卻又會影響到服務的品質。餐飲業的外送服務

其實也是一樣的，尤其是現今的外送服務大多沒有一定的原則，對於服務品質的影響是很顯著的。而台灣的研究，關於餐飲外送部份的探討卻十分有限。另外，在時間的考量之下，本研究無法對所有餐飲業者進行探討，因此選擇外食地點最熱門的便當產業作為本研究主要探討對象。

由過去配送及車輛路徑問題的相關文獻中得知其大多是利用數學規劃式來取得最佳解，但本研究之路徑問題與一般車輛路徑問題是不太一樣的，除了遞送工具不同外，其遞送範圍、規模及人員數量也不同，因此本研究未使用數學規劃式來求解，而是利用系統模擬做為研究方法，以探討台灣地區便當產業外送服務之績效改善，以期找出較佳方案，改善便當產業外送服務之品質。

## 二、目的與限制

有鑑於上述之背景與動機，本研究主要目的在探討台灣地區便當產業外送服務之績效改善。針對外送服務之流程及問題，擬定改善方案，再以系統模擬的方式分析結果，以期能找出較佳的方案來改善便當產業外送服務之品質與提升其營運績效。本研究之具體目的如下：

- (一) 藉由相關文獻之探討與實地訪談便當業者以了解外送服務之流程及問題。
- (二) 以相關文獻探討及實地訪談之結果，做為本研究模型建構依據，並根據其問題訂定本研究之實行方案。
- (三) 探討外送政策對外送服務績效之影響。
- (四) 將研究結果，提供便當業者當作參考，改善其服務品質與提升其營運績效。

本研究之限制如下：

- (一) 本研究主要是探討餐飲業外送服務績效的改善，在時間的考量之下，選擇最熱門的外食地點便當產業為研究對象，其他餐飲業則不在本研究範圍內。
- (二) 因為離峰時段顧客較少，也比較沒有管理上的問題，因此本研究將時間限制在尖峰時段。

## 貳、文獻探討

### 一、最後一哩(Last Mile)

「最後一哩」原為電信用語，指的是電信網路拉到終端用戶的那條線；另一解釋是指完成長途跋涉的最後一段里程，被引申為完成一件事情的時候最後的步驟。在物流、快遞業競爭激烈之下，每家業者都努力使出渾身解數，物流業者更是想出絕招，讓貨車司機轉騎機車，深入每一條巷道內，將貨物送到顧客手中，完成他們“最後一哩路”的服務(李宜萍，2008)。本研究所指之最後一哩即是此服務，也就是將便當送到顧客手中。

Yrjölä(2001)指出對於日漸忙碌的人們來說，電子超市購物宅配是很方便的，而且愈來愈熱門。Campbell and Savelsbergh(2005, 2006)指出電子超市購物宅配儼然成為許多企業對於消費者的服務的模式，由於需求的不可預測性加上交貨時間的限制，這構成物流上一個巨大挑戰。而這些系統已被證明難以有效管理的，尤其是訂單的管理，像是訂單的獲取及交貨。Punakivi and Saranen(2001)與Punakivi et al.(2001)皆曾針對電子超市購物宅配進行研究，其運用RoutePro以芬蘭某地區的數位地圖，模擬出道路使用型態、工作時間、成本及實際的公哩數，另外取得零售商的POS資料，模擬後產生訂單大小、工作時間、成本...等限制條件，接著提出不同的配送方式，最後模擬分析出較佳的方案。

由文獻可發現，其問題與本研究雖相似，但又不盡相同，電子超市購物之宅配問題範圍廣、還要考慮無人接收的問題，因此其求解方法通常使用啟發法及線性規劃模型。另學者 Punakivi and Saranen(2001)與 Punakivi et al.(2001)之研究與本研究十分相似，也是利用情境分析來模擬各方案，只是運輸工具不同，其目的也不同，Punakivi and Saranen(2001)探討電子超市購物宅配之成功關鍵因素；Punakivi et al. (2001)探討電子超市購物宅配無人接收之方案，接收盒與配送盒之適用性。由此可知，系統模擬也適用於車輛路徑問題的研究。

Birattari et al. (2002)其研究主要是提出和定義一個啟發式的問題，再以幾個例子證明此方法是適用於具時間窗之問題。其利用提出之啟發式解法探討了 Pizza 外送的問題，Pizza 接單後需要在 30 分鐘內送出，其研究考慮了時間、顧客數量及最短路徑的限制，研究結果證明此方法是適用的。

Pizza 外送與本研究欲探討之問題是最相近的，但其類型還是有些許的不同，以人力配置來說，Pizza 店的人力較多，外送人員相對也較多，但便當業並非如此，其規模較小，人力少，通常外送人員只有一人；以訂單需求量來說，Pizza 店訂單需求量的變動不大，通常都是家庭、公司，其數量也大多固定，沒什麼太大的變化，相對來說便當業的訂單需求量的變動大的多；以時間來說，Pizza 需要一定的烘烤時間，且也有外送時間上的限制(例如接單後 30 分鐘要送出)，便當業在時間上的限制就寬鬆的多了，接單後組裝可省下不少時間，外送的時間也無一定的限制。一般連鎖商店或外商公司例如 Pizza 店、大型商場等，都有一套較嚴格的管理制度以控管其品質及效率，而便當店的管理制度卻是較為鬆散的，可能是因為人員不多，因此並沒有一套較嚴格的制度，但這卻會影響到業者的服務品質及其營運績效，因此本研究欲探討便當店外送之績效改善，提供業者較佳之方案以改善其服務品質與提升效率。

## 二、車輛路徑相關問題

車輛路徑問題最早在 1959 年由 Dantzig and Ramser 首次提出，意思是指一定數量的客戶各自有不同數量的貨物需求，由配送中心向客戶提供貨物，再以一個車隊負責分送貨物，配合適當的行車路線，目標是滿足客戶的需求，並能在一定的限制下，達到路程最短、成本最小、耗費時間最少等目的(Toth and Vigo, 2002)。車輛路徑相關問題是屬於高度複雜度(NP-hard)的網路組合最佳化問題，其特色在於問題描述容易，但求解相當困難，因此在求解大規模問題時，通常無法在有效時間內求得精確之最佳解(王生德, 2004)。在現實生活中，車輛路線相關的問題是複雜又有很多限制的，它們的共同特徵是通常規模大，人數高達數百甚至數千名顧客，並且存在著許多限制(Wen, 2010)。

國內外對於車輛路線問題的研究大致分為三種：一為原始之簡單啟發式解法；二為發展精確解方法，主要著重於數學規劃模式之建立與求解；三為發展解題迅速且品質不錯的人工智慧演算法(王生德(2004)，莊賢凱(2005)，Laporte(2009)，Wen(2010))。就車輛路徑問題求解的方法來看，Psaraftis(1983)、Desrocher et al.(1992)曾利用動態規劃法；蔣杰龍(2005)、林志鴻，許晉嘉(2006)、黃信翔(2006)、Azi et al.(2007)曾利用數學規劃法、貪婪搜尋法(Greedy Search)，這些皆是屬於求解最佳解的方法；Solomon(1987)、Pearnti et al.(1995)、莊賢凱(2005)、Nuortio(2006)、林志鴻，許晉嘉(2006)皆是利用啟發式解法；而陳建緯(2001)、莊賢凱(2005)、黃信翔(2006)、郭秋泔(2004)也分別利用 Kruskal 演算法、鄰域搜尋法(Local Search)與巨集啟發式解法、Dijkstra's 演算法、基因演算法對車輛路徑相關問題進行探討，這些則是屬於人工智慧演算法。

由以上文獻可發現，車輛路徑相關問題之規模大，變化多，限制也很多，因此在解決方法上不外乎是使用啟發式解法、數學規劃法、人工智慧演算法，甚至是好幾種方法的結合。曾照元(2001)指出數學規劃法的缺點，就是當系統發生變化時，其模型也必須隨著改變，而且難以解決較大規模的問題，因此後來的學者雖然提出數學規劃的模型，但是都以啟發式(heuristic)解法來求解。

其中，Azi et al.(2007)針對易腐物品宅配的路徑問題進行探討，並考慮了車輛的限制(同一輛車運送幾條路線)，還有時間窗的限制，此為時間窗車輛路徑問題(VRP with Time Windows, VRPTW)，作者在文章中提到這個問題儘管在文學實踐中佔有重要性，但卻很少受到關注，而此篇研究更是探討這種類型問題的第一篇研究。研究中利用數學規劃法來求解，第一階段先產生可行路線；第二階段再選擇路線及測試方案。

透過文獻整理發現，與本研究相關之路徑問題十分稀少，而 Azi et al.(2007)之研究雖然有相似之處，但又不盡相同，首先本研究無時間窗限制，其次本研究利用機車運送物品，因此顧客人數不多，通常 3 人以下，另外，本研究之對象為便當業者，其規模小，資金不多，若使用數學規劃法來訂定規則，不僅需要增加軟體投資成本，

當情境發生變化時，其模型都必須跟著改變，還要重新求解一次，其成本過高，且時間花費也較長。因此本研究不適合使用數學規劃法進行求解。本研究之目的是藉由情境分析訂定派車規則，並提供業者一套原則以降低成本，提高服務品質。因此本研究將使用情境分析，以幫助業者簡化外送管理的配送決策，而情境分析中最常使用的方法即是系統模擬。

### 三、系統模擬

Shannon(1975)認為模擬是了解真實系統行為活動，並在有限的狀態下，設計並試行模型以了解系統行為和評估不同方式下的運作情況，依其結果來分析研究不同策略所帶來的影響，以提供決策的制定。Harrell and Tumay(1995)認為模擬是一種系統設計與分析的工具，且有愈來愈熱門的趨勢，它能輔助計劃人員及工程師在設計和運作系統時，能有合時效且較佳的決策，雖然模擬本身無法解決問題，但卻可以清楚的澄清問題，並量化評估以協助快速選定較佳的可行方案。

林則孟(2001)將系統模擬廣義分為蒙地卡羅式模擬(Monte Carlo Simulation)、連續式模擬(Continuous Simulation)與離散式模擬(Discrete Simulation)三類。蒙地卡羅式模擬即僅利用隨機亂數之模擬，而不考慮時間的因素，一般此類模擬也稱為統計式模擬；連續式模擬指的是模式中之相依變數隨著時間的變化而改變；離散式模擬指的是模式中之相依變數隨時間間斷式的變化，而真實世界中許多系統行為多以離散式模擬模式表達居多。因此大部份的模擬研究也使用離散式模擬較多。而本研究欲探討之便當店外送服務之績效改善，在實際情況上之運作方式均是在不同的時間點上，由此可知本研究之模擬模型屬於離散事件之模擬。針對離散事件模擬之模型，早期是使用一般性電腦程式語言，如 FORTRAN、C 或 PASCAL 等所構建而成的，其大多是由使用者自行撰寫模擬程式，此方法在構建時不但會花費相當多的程式設計時間，且若遇較大系統也可能面臨無法模擬之狀況。因此針對模擬軟體開始發展模擬語言、模擬器及模擬工具箱等。

Saltzman and Mehrotra(2001)、Alexopoulos et al.(2001)、Komashie and Mousavi(2005)與 Duguay and Chetouane(2007)皆利用系統模擬法探討顧客等候時間之影響及改善，分別是服務業及醫療產業。Son et al.(1999)、Son and Wysk(2001)、張恩輔(2002)與謝育錚(2008)皆是探討車輛調度及資源配置之問題，利用系統模擬法之分析提供較佳決策。Aran and Kang(1987)與 Kharwat et al.(1991)皆是利用系統模擬法來探討食物供應服務方面的研究。

由上述之文獻可以發現到，系統模擬之應用範圍十分廣泛，其主要目的是要改善系統流程與設計，利用系統績效指標的衡量，將其轉換成符合成本效益且具有管理效率之方法。Shannon et al.(1980)表示，很多調查報告顯示，模擬之實用性及普及性已超越作業研究與管理科學。因此本研究使用系統模擬方法，針對便當產業外送服務政策進行情境分析，以期能獲得較佳之方案改善其政策，以提供業者作為參考。

### 參、研究方法

根據本研究之目的訂定研究流程(如圖 3-1 所示)，以下將針對各個流程進行詳細的說明。

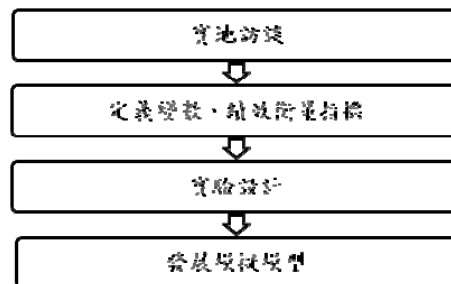


圖 3-1 研究流程圖

資料來源：本研究整理

## 一、實地訪談

本研究欲探討餐飲業外送服務績效之改善，但因時間上的限制無法對所有餐飲業進行深入探討，因此本研究將針對外食調查最熱門的外食地點便當業進行探討。在訂定目標對象後，開始著手進行資料的收集，為更清楚了解業者營業之實際狀況，本研究針對便當業者進行多次之實地訪談，以期能更了解外送流程現況。

本研究經多次實地訪談後發現外送訂單在中午時段最多，因為上班族、學生在中午時段有休息時間的限制，訂外送是最為方便且快速的。而大多數便當業者將可接受之外送訂單數量限定在 3~5 個以上；外送距離則無一定限制，以 5~6 公里居多，也有 15~20 公里但佔少數，訂購數量愈多則可外送距離愈遠；另外，外送訂單若數量過多，其訂購時間也有限制，通常在早上 9 點至 10 點間。在尖峰時間(中午)，平均外送訂購電話約 5~6 分鐘會有一通。接單並完成訂單後，即進行現有人員的指派，而一台機車約可裝 40 個便當。

經訪談後發現大多數便當者並無一定的遞送規則，有店家採用分區的方式，分為南北兩區來遞送；再者還有依時間來劃分，11:30 前訂購之訂單一起送，11:30 之後訂購再送第二趟。當遇到訂購量較大時，有些店家會先送訂購量較多的顧客，有些則是不管數量多少還是先送近的，也有的是依路況來遞送。由此可知，在遞送規則的部份業者們的做法不太相同。一趟最少遞送 1 個~5 個顧客不等，平均遞送一趟的時間約 30 分鐘。

由訪談結果可知，因便當業之規模較小，大多數便當業者無高科技產品來規劃其路線，大多是透過直覺來遞送，因此也無法得知何種遞送規則較佳，本研究目的即是藉由情境分析訂定派車規則，在不用額外增加其成本的前提下，提供業者一套原則以降低成本並增加效率以提高其服務品質。

## 二、定義變數與績效衡量指標

### (一) 系統變數

根據實地訪談的結果得知業者之外送流程現況及問題後，整理出影響外送服務之因素，並以此訂定本系統之系統變數。本研究之系統變數如下：

#### 1. 待送數量(Quantity Waiting for Delivery)

意即等待外送之便當數量，累積至一定數量之訂單再一起出貨。待送數量如下：

- (1)待送數量為 5 個：便當累積至 5 個再送出。
- (2)待送數量為 25 個：便當累積至 25 個再送出。
- (3)待送數量為 45 個：便當累積至 45 個再送出。

#### 2. 遞送規則(Dispatching Rule)

指的是外送人員之遞送規則，意指外送人員遞送貨品至顧客手中之先後順序。遞送規則如下：

- (1)先訂先送：先下訂單之顧客先遞送。
- (2)量少先送：訂單數量較少者先遞送。
- (3)量多先送：訂單數量較多者先遞送。
- (4)最短距離：由店家算起最短距離之顧客先遞送。
- (5)最長距離：由店家算起最長距離之顧客先遞送。

### (二) 系統績效衡量指標

#### 1. 系統時間(System Time)

業者從接單後，組裝食物到出貨送至顧客手中所花費的時間，也就是顧客的等候時間，系統時間愈短績效愈好。

#### 2. 遞送總量(Total Delivery Quantity)

在時間內(本研究系統設定為兩個小時)可遞送的便當總量。遞送總量愈多績效愈好。

#### 3. 資源使用率(Resources Utilization)

在時間內(本研究系統設定為兩個小時)機車遞送的頻率。資源使用率愈低，代表使用機車頻率愈低，則績效愈好。

### 三、實驗設計

本研究使用全因子實驗設計，運用實驗設計法來探討所有變數水準的組合，以了解其中之主效果與交互作用的影響，本研究之變數水準整理如表 3-1 所示。由於本文中一共有二個決策變數，因此有二個因子，包括待送數量有三個水準(5 個、25 個、45 個)及遞送規則有五個水準(先訂先送、量少先送、量多先送、最短距離、最長距離)，因此本研究共計有 15 組(3\*5)模擬組合。本研究之模擬組合整理如表 3-2 所示。

表 3-1 模擬變數之水準

變數名稱	水準(符號)
待送數量	5 個(Level Low , L)
	25 個(Level Moderate, M)
	45 個(Level High, H)
遞送規則	先訂先送(Early Order, EO)
	量少先送(Small Quantity, SQ)
	量多先送(Large Quantity, LQ)
	最短距離(Short Distance, SD)
	最長距離(Long Distance, LD)

表 3-2 模擬情境敘述表

		決策變數	
		待送數量(符號)	遞送規則(符號)
模 擬 情 境	M1	5 個 (L)	先訂先送(OE)
	M2	5 個 (L)	量少先送(SQ)
	M3	5 個 (L)	量多先送(LQ)
	M4	5 個 (L)	最短距離(SD)
	M5	5 個 (L)	最長距離(LD)
	M6	25 個(M)	先訂先送(OE)
	M7	25 個(M)	量少先送(SQ)
	M8	25 個(M)	量多先送(LQ)
	M9	25 個(M)	最短距離(SD)
	M10	25 個(M)	最長距離(LD)
	M11	45 個(H)	先訂先送(OE)
	M12	45 個(H)	量少先送(SQ)
	M13	45 個(H)	量多先送(LQ)
	M14	45 個(H)	最短距離(SD)
	M15	45 個(H)	最長距離(LD)

#### 發展模擬模型

##### (一) 模擬流程

目前針對模擬研究之流程並無嚴格的規定，本研究根據以往學者(Gordon, 1978; Law and Kelton, 2000;

Sadoun, 2000)大致整理出以下幾個步驟，如圖 3-2 所示：

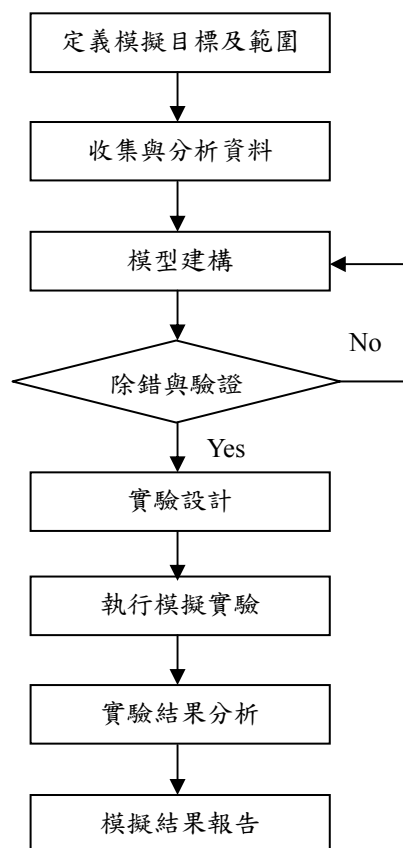


圖 3-2 模擬研究之流程

資料來源：Gordon(1978), Law and Kelton(2000), Sadoun(2000)

## (二) 模擬軟體

模擬軟體發展至今已從一般傳統程序式語言設計，到現在增加了以視窗介面整合圖示化模式構建、動畫與統計圖示及模組化樣板等功能，如 ARENA、SLAMSYSTEM、PROMODEL 等。其中模擬語言 ARENA 不但提供了多種建模之模板(template)，具有以視窗介面整合圖示化模式構建、動畫與統計圖示等功能，還附帶了模擬工具箱所提供之程式庫，使得其在運用上有相當大的彈性，綜合上述之優點，本研究使用 ARENA10.0 版做為模擬之工具。

## (三) 模型建構

本研究運用模擬的方式進行餐飲業外送服務之績效改善的探討，其模型建構方式如上述介紹之流程進行。

### 1. 定義模擬目標及範圍

本研究主要以餐飲業外送服務之績效改善為主要目標，並以熱門外送餐飲業—便當店為主要研究對象，在進行相關文獻探討及實地訪談了解其流程後，探討便當待送數量及遞送規則二變數之間對於系統時間、遞送總量與資源使用率之間相互關係的影響，以期能夠找出較佳方案提供業者當作參考。

### 2. 收集與分析資料

在訂定目標對象後，開始著手進行資料的收集，為更清楚了解業者營業之實際狀況，本研究針對便當業者進行多次之實地訪談，以期能更了解外送流程現況。其詳細內容已在第一節說明。

### 3. 模型建構

在收集到資料後即進行建模作業，在本文中使用的邏輯流程圖說明模型的邏輯觀念與模擬的流程，如圖 3-3 所示，一開始的需求產生即訂單的產生，接著進行訂單的處理也就是組裝便當，在訂單處理完畢後依

照本系統訂定之待送數量標準判斷是否有達到可遞送數量，若沒達到繼續再累積，若有達到可遞送數量則將便當依遞送規則遞送至顧客手中，最後結束整個模組。

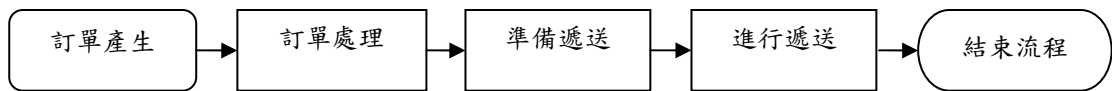


圖 3-3 系統邏輯流程圖

本文之研究方法為系統模擬的方式，為了配合模擬系統的建立，因此存在以下幾點假設：

- (1) 接受訂單時段為 11:00-13:00，共計 120 分鐘。
- (2) 距離皆採用歐幾里得距離(Euclidean Distance)。
- (3) 機車行駛速度為均數，且行駛中無塞車及紅綠燈。
- (4) 交通工具(機車)為一台，遞送人員為一人。
- (5) 所有遞送皆以店家為中心當出發點，送完最後一個顧客即結束。

#### 4. 除錯與驗證

模擬之模型主要是代表真實系統之行為，因此當模型建立完成後必須進行模型的檢驗以檢視建構之模型是否與預期的邏輯相符。模型的驗證可利用 ARENA 軟體所提供之動畫(Animation)與除錯功能(Check Model)等功能，作為模擬模型查驗之工具。本模型除了配合軟體所提供之動畫及除錯功能驗證後確認沒有問題，另經觀察其模擬結果與實際情況相符合(等候時間約為 30 分鐘，二小時內便當數量約 300 個)，可驗證本模型之有效性。

#### 5. 實驗設計

綜合上面所述，本研究使用全因子實驗設計，運用實驗設計法來探討所有變數水準的組合，以了解其中之主效果與交互作用的影響，其詳細內容請見本章第三節(表 3-1、表 3-2)。

#### 6. 執行模擬實驗

本研究以系統模擬為研究工具，Kelton et al. (2002)認為在執行模擬實驗之前應先判斷模擬系統為穩態系統(steady state system)還是終止系統(termination system)。若系統是屬於穩態系統，必須考慮其實驗之模擬長度(simulation length)和暖機時間(warm-up period);若為終止系統則須考慮終止事件(stopping event)和起始條件(initial condition)。

本研究之模型經多次的測試與觀察後，系統時間在第 120 分鐘後達平穩狀態，如圖 3-4 所示，因此確定本研究所提出之系統屬於穩態系統。

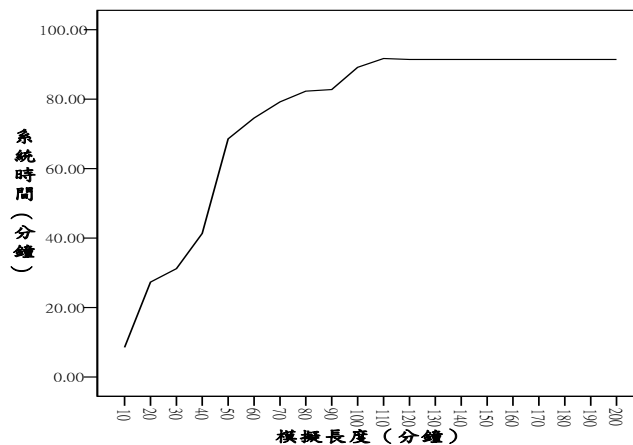


圖 3-4 系統穩態測試圖



本研究依據 Law and Kelton(2000)，模擬次數的求算公式如下式：

$$n = \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \sigma^2}{d^2} \quad (1)$$

公式中 n 代表的為模擬次數，而 d 代表誤差值(d=1)，z 值是在顯著水準為 5%可由標準常態表中查得 ( $Z_{\frac{\alpha}{2}} = 3.84$ )， $\sigma$  為標準差經由計算後( $\sigma^2 = 3.8$ )，在 95%的信賴區間內，模擬的次數為 15 次。

為了收集到有效的樣本，模擬模型必需在系統達到穩定狀態時才可以開始收集，而模型在經過多次測試及觀察後，設定其模擬長度為 240 分鐘，暖機時間為 120 分鐘，本模型屬於穩態系統。

本研究共有 15 組模型，經過 15 次實驗後，產生 15 組樣本。在得到模擬結果後，使用統計分析軟體 SPSS 12.0 之單變量變異數分析進行結果的分析，檢驗實驗結果的主效果與交互作用效果是否有顯著的差異。

## 肆、模擬結果與分析

### 一、模擬結果

經由模擬實驗後，將所得結果透過統計方法之變異數分析(ANOVA)進行分析，模擬情境請詳見表 3-1 與表 3-2，其模擬結果整理如表 4-1、表 4-2、表 4-3 所示。由表 4-1 中可得知，統計分析下三種待送數量水準與五種遞送規則共 15 組模擬組合，其績效衡量指標之系統時間的平均數與標準差。如模型 1 採用待送數量 5 個、先訂先送時，績效衡量指標之系統時間的平均數為 29.966(分鐘)。

由表4-2中可得知，統計分析下三種待送數量水準與五種遞送規則共15組模擬組合，其績效衡量指標之遞送總量的平均數與標準差。如模型6採用待送數量25個、先訂先送時，績效衡量指標之遞送總量的平均數為302(個)。由表4-3中可得知，統計分析下三種待送數量水準與五種遞送規則共15組模擬組合，其績效衡量指標之資源使用率的平均數與標準差。如模型11採用待送數量45個、先訂先送時，績效衡量指標之資源使用率的平均數為0.697。

表 4-1 模擬結果敘述統計表(系統時間)

		待送數量		
		L	M	H
遞送規則	EO	29.966 (8.5916)	33.116 (8.1872)	36.361 (7.5784)
	SQ	30.632 (8.3366)	33.545 (8.5133)	37.022 (7.9025)
	LQ	33.858 (7.1257)	36.848 (8.3833)	40.154 (7.1378)
	SD	20.868 (3.9056)	24.384 (4.1158)	27.342 (4.1927)
	LD	44.652 (7.6131)	47.259 (7.6512)	48.845 (7.8809)

註：( )中為標準差

表 4-2 模擬結果敘述統計表(遞送總量)

		待送數量		
		L	M	H
遞送規則	EO	309 (13.834)	302 (19.111)	289 (23.400)
	SQ	307 (14.865)	296 (20.233)	289 (26.123)
	LQ	308 (13.210)	303 (15.791)	290 (23.491)
	SD	309 (13.834)	306 (16.567)	291 (24.695)
	LD	292 (17.510)	280 (22.495)	272 (24.647)

註：( )中為標準差

表 4-3 模擬結果敘述統計表(資源使用率)

		待送數量		
		L	M	H
遞送規則	EO	0.742 (0.1089)	0.735 (0.1057)	0.697 (0.1232)
	SQ	0.761 (0.1168)	0.746 (0.1139)	0.713 (0.1145)
	LQ	0.806 (0.1120)	0.793 (0.1135)	0.754 (0.1172)
	SD	0.58 (0.0879)	0.571 (0.0897)	0.536 (0.0904)
	LD	0.922 (0.0762)	0.891 (0.0743)	0.8573 (0.0802)

註：( )中為標準差

## 二、統計分析

本研究使用一個全因子實驗設計(Full Factorial Experiment)，15組模型每組模擬15次的實驗後，將實驗所得之結果利用統計分析之單因子變異數進行分析，並檢驗F值在顯著水準5%之下是否有達到顯著，若達顯著水準，則使用Scheffe事後檢定法比較各別差異。本節探討待送數量與遞送規則這二個決策變數對於系統時間、遞送總量與資源使用率這三個績效衡量指標的主效果與其交互作用。

### (一) 系統時間之績效

系統時間之績效即顧客等候時間，其值愈小表示績效愈好。ANOVA之分析結果如表4-4所示，由表中可得知，待送數量與遞送規則二個變數對於系統時間的主要效果皆呈現顯著差異，但在交互項上並無顯著差異。另以Scheffe法進行主效果之事後多重比較(見表4-5、表4-6)。

表 4-4 ANOVA 分析結果-系統時間

系統時間				
來源	自由度	F檢定	P value	Significance
校正後的模式	14	17.894	0.00	*
待送數量	2	12.399	0.00	*
遞送規則	4	56.272	0.00	*
待送數量*遞送規則	8	0.078	1.00	

註：\*在水準0.05顯著水準上有顯著差異

表 4-5 系統時間多重比較結果-待送數量

	5個(1)	25個(2)	45個(3)	F檢定	P value	Scheffe比較
系統時間	31.995	35.036	37.945	12.399	0.00*	{1}<{2,3}

註：\*在水準0.05顯著水準上有顯著差異

由表4-5可知，從待送數量的水準來看，系統時間之績效最好的模型是待送數量為5個的模型(M1~M5)，而待送數量25個與45個之模型其系統時間績效並無明顯差異。在待送數量較少的水準之下，只要便當數累積至5個即可遞送，其訂單可能只有一個顧客，需要遞送的點變少，所以遞送的時間較短，顧客等候的時間相對也會比較短，因此模型的系統時間績效較好。

表 4-6 系統時間多重比較結果-遞送規則

	OE(1)	SQ(2)	LQ(3)	SD(4)	LD(5)	F檢定	Scheffe比較
系統時間	33.2	33.7	36.9	24.2	46.9	56.272*	{4}<{1,2,3}<{5}

註：\*在水準0.05顯著水準上有顯著差異

由表4-6可知，以遞送規則的觀點而言，系統時間之績效最好的模型為最短距離的模型(M4、M9、M14)，而先訂先送、量少先送及量多先送之系統時間績效並無明顯差異，最長距離則為時間系統績效最差之模型(M5、M10、M15)。在最短距離的情境之下，會先選擇距離店家較近的顧客遞送，再選次近的顧客，遞送皆是找尋最短距離，因此遞送的時間較短，顧客等候的時間相對也會比較短，所以模型的系統時間績效較好。

## (二) 遞送總量之績效

遞送總量即在一定遞送時間內能送出之便當總數量，其值愈大表示績效愈好。ANOVA之分析結果如表4-7所示，由表中可得知，待送數量與遞送規則二個變數對於遞送總量的主要效果皆呈現顯著差異，而在交互項上並無顯著差異。另以Scheffe法進行主效果之事後多重比較(見表4-8、表4-9)。

表 4-7 ANOVA 分析結果-遞送總量

遞送總量				
來源	自由度	F檢定	P value	Significance
校正後的模式	14	4.838	0.000	*
待送數量	2	17.170	0.000	*
遞送規則	4	8.035	0.000	*
待送數量*遞送規則	8	0.157	0.996	

註：\*在水準0.05顯著水準上有顯著差異

表4-8 遞送總量多重比較結果-待送數量

	5個(1)	25個(2)	45個(3)	F檢定	P value	Scheffe比較
遞送總量	305.16	297.35	286.29	17.17	0.00*	{3,2}<{1}

註：\*在水準0.05顯著水準上有顯著差異

由表4-8可知，從待送數量的水準來看，遞送總量之績效最好的模型是待送數量為5個的模型(M1~M5)，而待送數量為25個及45個之遞送總量績效並無明顯差異。在待送數量較少的水準之下，只要便當數累積至5個即可遞送，其等候時間較短，因此可以以少量多趟的方式遞送，所以遞送總量相對也會較多，因此模型的遞送總量之績效較好。待送數量水準較高之原則，其等候時間較長，可能導致遞送時間也變長，因此在時間內可以遞送的訂單數也較少，所以其遞送總量之績效相對較差。

表 4-9 遞送總量多重比較結果-遞送規則

	OE(1)	SQ(2)	LQ(3)	SD(4)	LD(5)	F檢定	Scheffe比較
遞送總量	300.1	297.1	300.2	302.2	281.6	8.035*	{5}<{2,1,3,4}

註：\*在水準0.05顯著水準上有顯著差異

由表4-9可知，以遞送規則的觀點而言，遞送總量之績效最差的模型是最長距離的模型(M5、M10、M15)，而其他遞送規則之遞送總量績效並無明顯差異。以最長距離模型來說，其整體遞送時間較長，所以在時間內可能遞的訂單數也較少，因此遞送總量之績效較差。

### (三) 資源使用率之績效

資源使用率即機車在一定時間內的使用率，其值愈小表示績效愈好。ANOVA之分析結果如表4-10所示，由表中可得知，待送數量與遞送規則二個變數對於資源使用率的主要效果皆呈現顯著差異，而其交互項上並無顯著差異。另以Scheffe法進行主效果之事後多重比較(見表4-11、表4-12)。

表 4-10 ANOVA 分析結果-資源使用率

資源使用率				
來源	自由度	F檢定	P value	Significance
校正後的模式	14	17.794	0.000	*
待送數量	2	4.800	0.009	*
遞送規則	4	59.801	0.000	*
待送數量*遞送規則	8	0.039	1.000	

註：\*在水準0.05顯著水準上有顯著差異

表 4-11 資源使用率多重比較結果-待送數量

	5個(1)	25個(2)	45個(3)	F檢定	P value	Scheffe比較
資源使用率	0.762	0.747	0.712	4.8	0.00*	{3}<{2,1}

註：\*在水準0.05顯著水準上有顯著差異

由表4-11可知，從待送數量的水準來看，資源使用率之績效最好的模型是待送數量為45個的模型(M11~M15)，而待送數量5個及25個之資源使用率績效則並明顯差異。在待送數量較多的水準之下，其遞送的次數相對會較少，所以機車的使用率相對也會較低，因此其資源使用率之績效較好。

表 4-12 資源使用率多重比較結果-遞送規則

	OE(1)	SQ(2)	LQ(3)	SD(4)	LD(5)	F檢定	Scheffe比較
資源使用率	0.725	0.74	0.784	0.562	0.89	59.80*	{4}<{1,2,3}<{5}

註：\*在水準0.05顯著水準上有顯著差異

由表4-12可知，以遞送規則的觀點而言，資源使用率之績效最好的模型為最短距離模型(M4、M9、M14)，而先訂先送、量少先送與量多先送之資源使用率績效並無明顯差異，績效最差之模型則為最長距離(M5、M10、M15)。以最短距離模型來說，其整體遞送的時間較短，所以不用一直處於遞送狀態，相對來說使用機車的頻率較低，因此其資源使用率之績效較好。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

在經濟結構不斷改變及科技日新月異下的今日，使得生活型態與社會發展也有重大的變化(王振寰，2002)。近年來，因國民所得的提高及生活型態的改變，使得在外租屋學生及上班族激增，雙薪家庭不開伙比例上升以及職業婦女的增加，這些改變都導致了外食人口增加，也因此使得餐飲業的發展更加快速(徐仁全，2007)。在外

食消費意識抬頭的今日，餐飲業的競爭也愈來愈激烈，尤其在尖峰時段為了節省時間及方便，很多公司、家庭都會叫外送，但大多數的外送服務並無一定的原則，通常都是隨員工喜好來遞送，使得其服務品質參差不齊，因而降低業者的效率。因餐飲業所涵蓋的範圍太廣，在時間的考量之下，本研究選擇最熱門的外食地點便當產業為主要研究對象。

本研究主要目的在探討台灣地區便當產業外送服務之績效改善，針對外送服務之流程及問題，擬定改善方案，以提供業者當作參考提升其服務品質。本文使用系統模擬的方法進行研究。在確定研究目的及方法後，透過文獻的收集與實地訪談後了解目前外送流程及問題後，訂定決策變數與績效衡量指標，並使用 ARENA 10.0 模擬軟體建立模擬系統。

本研究使用全因子實驗設計(Full Factorial Experiment)，模擬系統中共有二個因子，包括待送數量有三個水準(5 個、25 個、45 個)及遞送規則有五個水準(先訂先送、量少先送、量多先送、最短距離、最長距離)，總共有 15 個(3\*5)模擬組合。使用之系統績效衡量指標有系統時間、遞送總量及資源使用率。

模擬系統建立後，利用模擬軟體 ARENA 提供之動畫(Animation)與除錯(Check Model)功能作為模型查驗工具，並確認其模擬結果與實際情況相符以驗證模型的有效性。經模型驗證後，針對 15 種不同模擬情境執行 15 次模擬實驗，每次模擬長度為 240 分鐘，暖機時間為 120 分鐘，最後將所得模擬結果進行變異數分析(ANOVA)及 Scheffe 事後檢定法，以探討不同因子與系統績效間之關係。

本研究結論可歸納為下列幾點：

- (一) 待送數量水準愈低，其對於系統時間之績效表現愈好。
- (二) 遞送規則採用最短距離時，其對於系統時間之績效最好；遞送規則採用最長距離時，其對於系統時間之績效是最差的。
- (三) 待送數量水準愈低，其對於遞送總量之績效表現愈好。
- (四) 遞送規則採用最長距離時，其對於遞送總量之績效是最差的，而其他四種遞送規則之遞送總量績效並無明顯差異。
- (五) 待送數量水準愈高，其對於資源使用率之績效表現最好。
- (六) 遞送規則採用最短距離時，其對於資源使用率之績效表現最好；遞送規則採用最長距離時，其對於資源使用率之績效是最差的。

## 二、管理意涵

在現實生活中，各家業者營運策略的考量不一定相同，較重視成本的以成本為優先考量，也有以服務至上或是較重視營業收入的，則以顧客等候時間或營業收入為營運策略的首要目標。

本研究發現，當業者的營運策略以顧客等候時間為優先考慮條件時，較適合採用待送數量水準較低之原則來遞送，因為待送數量水準愈低，顧客等候時間愈短；亦可採用遞送規則為最短距離的原則來遞送，當遞送規則為最短距離時，顧客等候時間較短。

當業者的營運策略以營業收入為優先考慮條件時，較適合採用待送數量水準較低之原則來遞送，因為待送數量水準愈低，其營業收入愈高，也就是能送出的便當數量較多。以遞送規則而言，除了最長距離因其遞送總量績效最差，所以不建議採用之外，其餘遞送規則之績效並無明顯差異。

當業者的營運策略以成本及體恤員工為優先考慮條件時，較適合採用待送數量水準較高之原則來遞送，因為待送數量水準愈高，機車使用的頻率愈低。亦可採用最短距離的原則來遞送，當遞送規則為最短距離時，機車使用頻率較低，因此機車能休息的時間較久，不用一直處於遞送的狀態，如此一來不只是機車能休息，員工也可以稍作休息不必忙進忙出，因此可減低成本，也可體恤員工。

## 三、未來研究建議

本研究針對模擬系統、系統流程以及績效衡量指標等三部分提出未來研究之建議：

- (一) 本研究所提出之外送流程績效模擬系統，因時間的考量下，僅以特定的餐飲業類型—便當業當作研究對象，但餐飲業涵蓋之範圍十分廣泛，因此未來可增加更多不同類型之餐飲業，來實驗是否會產生不同的績效影響。
- (二) 本研究所提出之模擬系統主要是針對外送的流程部份做研究，除了外送會影響服務品質及業者績效之外，在往後的研究中可針對其他流程部份做討論，例如便當準備的流程，以使模擬系統更完整。
- (三) 在績效衡量指標上，本研究針對營業收入、顧客等候時間、成本這三方面來衡量系統的好壞。在往後的研究中可再找尋其他績效來衡量，而在成本之績效衡量指標上之設定也可再加入其他因素，如機車油耗量，來實驗系統是否有不同績效表現，以使模擬系統更完整，提供更全面性的績效衡量。

## 參考文獻

### 一、中文部分

- [1] Harrell and Tumay(1998)。系統模擬。簡聰海、鄒靖寧譯。台北市：高立圖書。(原著出版年：1995年)。
- [2] 王生德(2004)。以巨集啟發式方法求解時窗限制回程取貨車輛路線問題(VRPBTW)之研究，中華大學科技管理系碩士論文。
- [3] 李佳芳(2009)。台灣家庭外食消費支出影響因素之世代分析，朝陽科技大學休閒事業管理系碩士論文。
- [4] 林志鴻，許晉嘉(2006)。宅配業車輛路線問題之研究，南臺科技大學行銷與流通管理系碩士論文。
- [5] 林則孟(2001)。系統模擬理論與應用(初版)。台中市：滄海。
- [6] 張恩輔(2002)。捷運系統運轉整理之模擬分析，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
- [7] 莊賢凱(2005)。派車專家-車輛途程分析系統應用於零擔貨運業，南台科技大學工業管理系碩士論文。
- [8] 郭秋泔(2004)。考慮旅行時間限制下之隨機旅行銷售員問題-以國際快遞業為例，國立高雄第一科技大學運輸與倉儲營運系碩士論文。
- [9] 陳建緯(2001)。大規模旅行推銷員問題之研究：鄰域搜尋法與巨集啟發式解法之應用，交通大學運輸工程與管理學系碩士論文。
- [10] 陳美伶(2007)。外燴餐飲服務品質與顧客滿意度之關係—以中部地區外燴客戶為例，亞洲大學國際企業休閒與遊憩管理組碩士論文。
- [11] 曾照元(2001)。在具製程與途程彈性的製造環境下之單元成型法的比較，國立中央大學工業管理系碩士論文。
- [12] 黃信翔(2006)。解決具時間窗限制的提送貨問題，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文。
- [13] 蔣杰龍(2005)。考慮動態旅行時間下車輛排程系統之建立，國立高雄第一科技大學運籌管理所碩士論文。
- [14] 謝育錚(2008)。捷運車站人行系統模擬模式之建立，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。

### 二、英文部分

- [1] Alexopoulos, C., Goldsman, D., Fontanesi, J., Sawyer, M., Guire, M.D., Kopald, D. and Holcomb, K. (2001). A discrete-event simulation application for clinics serving the poor. *Winter Simulation Conference*, 2, pp. 1386-1391.
- [2] Aran, M. M. and Kang, K. (1987). Design of a Fast Food Restaurant Simulation Model. *International Industrial Engineering Conference*. pp. 496-499.
- [3] Azi, N., Gendreau, M. and Potvin, J. Y. (2007). An exact algorithm for a single-vehicle routing problem with

- time windows and multiple routes. *European Journal of Operational Research*, 178(3), pp. 755-766.
- [4] Birattari, M., Stutzle, T., Paquete, L. and Varrenttrapp, K. (2002). A Racing Algorithm for Configuring Metaheuristics. *GECCO*, pp. 11-18.
- [5] Campbell, A. M. and Martin Savelsbergh, W. P. (2005). Decision Support for Consumer Direct Grocery Initiatives. *Transportation Science*, 39(3), pp. 313-327.
- [6] Campbell, A. M. and Savelsbergh, M. (2006). Incentive Schemes for Attended Home Delivery Services. *Transportation Science*, 40(3), pp. 327-341.
- [7] Desrochers, M., Desrosiers, J. and Solomon, M. (1992). A new optimization algorithm for the vehicle routing problem with time windows. *Operations Research*, 40(2), pp. 342-354.
- [8] Duguay, C. and Chetouane, F. (2007). Modeling and Improving Emergency Department Systems using Discrete Event Simulation. *Transactions of The Society for Modeling and Simulation International*, 83(4), pp. 311-320.
- [9] Gordon, G. (1978). *System Simulation*. (2<sup>nd</sup> ed). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- [10] Kelton, W. D., Sadowski, R. P., and Sadowski, D. A. (2002). *Simulation with Arena*. McGraw-Hill Inc., New York, United States.
- [11] Kharwot, A.K. (1991). Computer Simulation: An important tool in the fast-food industry. *Winter Simulation Conference*, pp. 811-815.
- [12] Komashie, A. and Mousavi, A. (2005). Modeling emergency departments using discrete event simulation techniques, *Winter Simulation Conference*, pp. 2681-2685.
- [13] Laporte, G. (2009). Fifty Years of Vehicle Routing. *Transportation Science*, 43(4), pp. 408-416.
- [14] Law, A. M. and Kelton, W. D. (2000). *Simulation Modeling and Analysis*(3<sup>rd</sup> ed)., McGraw-Hill Higher Education, New York, United States.
- [15] Nuortio, T., Joki, J. K., Niska, H. and Braysy, O. (2006). Improved route planning and scheduling of waste collection and transport. *Expert Systems with Applications* 30(2), pp. 223–232.
- [16] Pearnti, W. L. and Liu, C. M. (1995). Algorithms for the chinese postman problem on mixed networks, *Computers and Operations Research*, 22(5), pp. 479-489.
- [17] Psaraftis, H. N. (1983). An Exact Algorithm for the Single Vehicle Many-to-Many Dial-A-Ride Problem with Time Windows, *Transportation Science*, 17(3), pp. 351-358.
- [18] Punakivi, M., Yrjölä, H. and Holmström, J. (2001). Solving the last mile issue: reception box or delivery box? *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 31(6), pp. 427-439.
- [19] Punakivi, M. and Saranen, F. (2001). Identifying the success factors in e-grocery home delivery. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 29(4), pp. 156-163.
- [20] Sadoun, B. (2000). Applied system simulation: a review study. *Information Sciences* 124(1-4), pp. 173-192.
- [21] Saltzman, R. M. and Mehrotra, V. (2001). A Call Center Uses Simulation to Drive Strategic Change, *Institute for Operations Research and the Management Sciences*, 31(3), pp. 87-101.
- [22] Shannon, R. E. (1975), *System Simulation the Art and Science*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, United States.
- [23] Shannon, R. E., Long, S. S. and Buckles, B. P. (1980). Operation research methodologies in industrial engineering: A Survey. *IIE Transactions*, 12(4), pp. 364-367.

- [24] Solomon, M. M. (1987). Algorithms for the vehicle routing and scheduling problems with time window constraints. *Operations Research*, 35(2), pp. 254-265.
- [25] Son, Y. J. and Wysk, R. A. (2001). Automatic simulation model generation for simulation-based, real-time shop floor control, *Computers in Industry*, 45(3), pp. 291-308.
- [26] Son, Y. J., Rodríguez, R. H. and Wysk, R. A. (1999). A multi-pass simulation-based, real-time scheduling and shop floor control system, *Transactions of the Society for Computer Simulation International*, 16(4), pp. 159 -172.
- [27] Toth, P. and Vigo, D. (2002). *The vehicle routing problem*. Society for Industrial and Applied Mathematics Philadelphia, Università degli Studi di Bologna, Italy.
- [28] Wang, I. L. (2008). Distribution of small packages in metropolitan area by motorcycle courier services. *International Journal of Integrated Supply Management*, 4(1), pp. 88-101.
- [29] Wen, M. (2010). Rich Vehicle Routing Problems and Applications, PhD thesis, DTU Management Engineering, *Department of Management Engineering*.