

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

近幾十年來，由於在工業及商業發展下，不管是鄉村還是城市的成長均極為快速。這樣的現象連帶着高樓大廈也一棟一棟落成。

高層建築物彷彿是一個小型社區，為解決使用人口以及訪客的垂直交通需求，於是有了電梯設備。根據我國建築技術法規第 55 條：「六層以上建築物，至少應設置一座以上之升降機(電梯)通達避難層」；而 106 條規定：「建築物高度超過十層樓，電梯是高層建築物中必備的垂直運輸交通工具。

隨著高樓大廈及超高型建築物出現，人們才察覺到有很多新的問題出現必須去解決。其中一個重要問題就是當電梯閒置時應該停留在那個樓層如何才能減少乘客等待電梯的時間。

## 1.2 研究目的

現行的電梯都是採用 All-Stop 法則，意即是走到那停到那。本研究認為 All-Stop 法則無法為顧客提供最佳的服務品質。舉例來說，到學校教學大樓高樓層上課時，經常會在一樓等待電梯從其他樓層下來。這樣的狀況讓我想到電梯是否應該在上課前不管電梯最後停在那層樓都要自動回到一樓或在下課前電梯也是否應自動停留在上課樓層以減少學生及老師的等待時間，以提高電梯的服務績效。本研究將發展其他兩種電梯空停駐指派法則：FS、A1 法則。由於賴英杰(1993)的研究結果顯示沒有任何一種電梯的控制方法，可以在不同的情境下均能提供最佳服務績效的結論。因此，本研究首先整理出三種不同情境因子：1、各樓層需求頻率分配：均勻分配(住家大樓)；2、建築物樓層數：五樓、十樓、十五樓；3、乘客抵達頻率：十五秒、二十秒、

二十五秒；4、乘客停留時間：零至三十秒。

本研究將採用模擬技術分析各種不同情境因子組合下，針對不同屬性的大樓，找出最佳之電梯空停駐指派的方法。

### 1.3 研究方法

#### 1.文獻探討

本研究在進行此研究前,便蒐集有關電梯運行之相關論文、書籍等,以了解各電梯運行方法及因子,並透過這些文獻當中,找出過去文獻中最長使用的因子。

#### 2.電梯空停駐指法則

本研究所探討之電梯空停駐指法則有以下三種：1、All-stop (AS) 法則；2、Fixed sectoring (FS) 法則；3、All on floor 1 (A1) 法則。

#### 3. Java SE 1.5 模擬

參考過去文獻中最長使用因子,經由 Java SE 1.5 進行模擬。以發展出各可行方案。

#### 4.統計分析

將各個模擬得之可行方案,以 ANOVA 統計法,進行檢定以找出最佳之方案。

### 1.4 研究限制

任何之研究一定有它所限制之地方,而本研究在研究時,所受到之限制如下：

1. 本研究僅能以住家大樓所收集之資料進行研究,而其它類型之大樓故不討論。
2. 本研究在進行研究時,不考慮電梯運行之尖峰時段。
3. 在電梯運行時會有電梯故障、維修或保養等,這些所需之延遲時間

並不探討。

4. 本研究在此專題研究中,僅使用三種電梯空停駐指法則來找出最佳之方案。
5. 基於時間限制,其各方案之模擬僅求取十次之解。

## 1.5 研究步驟

本研究之研究進度如圖 1.1 研究進度表所示，並在下段分別敘述：

### 1. 文獻回顧

本研究針對電梯相關文獻研讀，製做個人心得簡報並深入進行研究與探討。

### 2. 資料蒐集

利用網路搜尋及致國家圖書館的各相關論文、期刊、書籍等資料。

### 3. 定義因子數及水準數

經由文獻蒐集與探討，組員們共同研讀與專題導師的協助之下，所討論出來的研究方向。

### 4. 建構虛擬電梯模擬程式

先學習 Java 模擬程式，經果多次討論與修正，最後並建構出完整的模擬架構。

### 5. 模擬程式分析

經討論結果利用以下三種法則，各別做研究分析 All-stop(AS)、Fixed sectoring(FS)、All on floor 1(A1)法則。經由不同情境，進行四種法則之模擬，找出各法則在不同情境中得到最佳電梯空停駐指派法。

### 6. 統計分析

運用統計套裝軟體 SPSS 進行 ANOVA 及 Tukey 之分析,其分析結

果斷得到相關研究結果。

## 7. 實證結果分析

使用套裝軟體 SPSS 得出之分析表,依據表內顯示出之數據,進行分析判,運用於各法則中,所得之結果,即是各情境最佳法則。

## 8. 結論與建議

將空停駐指派法則運用於辦公大樓、百貨公司、醫院之情境等等當中,如何解決各種大樓電梯無運行時,應該停留在那樓層方能減少顧客等待時間。

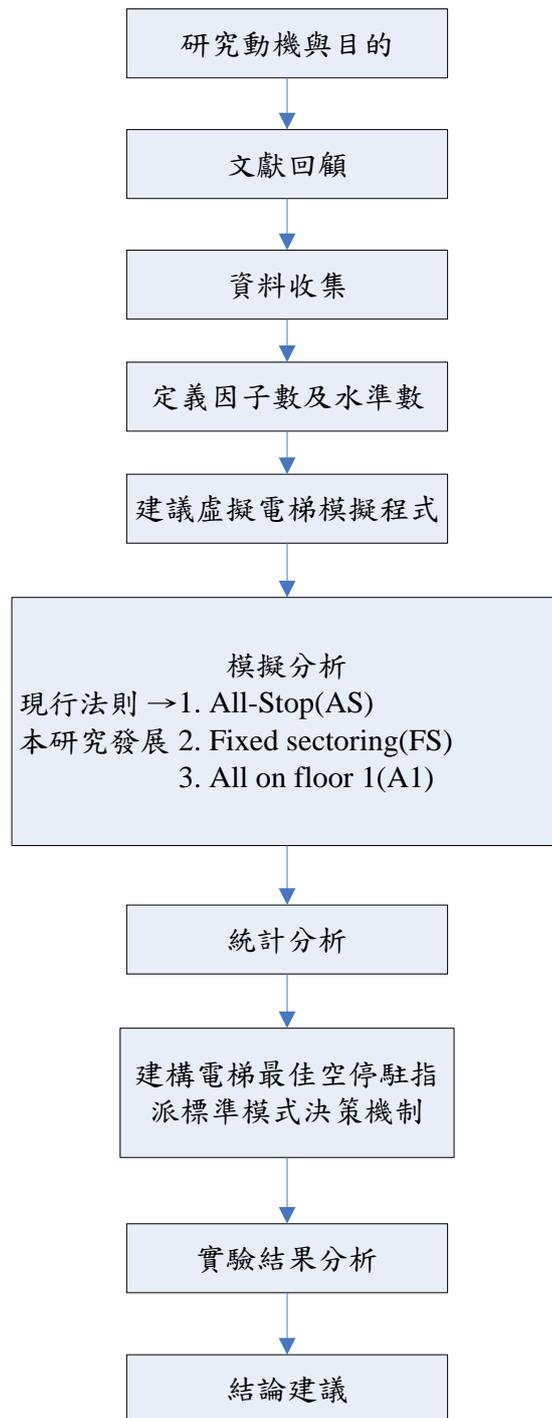


圖 1.1 研究流程圖

## 1.6 研究進度

表 1.1 研究進度表:

序	工作項目	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	蒐集相關資料	---											
2	研讀相關資料		---	---									
3	文獻探討				---								
4	學習模擬軟體					---							
5	建構電梯模擬分析						---						
6	各法則運算及模擬							---					
7	使用統計分析決定各情境最佳指派法則								---	---			
8	結論與建議										---	---	
9	準備口試撰寫報告												---

## 第二章 文獻回顧

由於目前尚無文獻針對電梯空停駐指派法則進行研究，因此本研究首先針對電梯相關研究進行探討，並從中收集過去電梯研究中經常使用之環境輸入變數，將其納入本研究中做為情境模擬因子。

### 2.1 電梯運行系統彙整

Barney and Dos Santos (1985) 對電梯運行系統彙整六種方法：(1) 靜態方向段優先時點系統 (Fixed Sectoring priority timed system, FS4)：集合數層樓為一區，區內等候時間長的優先指派；(2) 靜態共同段系統 (Fixed Sectoring common-sector system, FSO)：電梯只為該區域內樓層服務；(3) 動態段系統 (Dynamic Sectoring system, DS)：電梯只為該區域內樓層服務，但有重新分區域的功能，所以區域內樓層不固定；(4) 二部/三部電梯群控制系統 (Duplex/Triplex System, THV)：電梯為最靠近的樓層服務；(5) 微電腦輔助系統 (Minicomputer Based System, CCL)：電梯以樓層最短的旅行時間為指派；(6) 電腦控制系統 (Computer Control System, ACA)：以平均電梯運行時間及平均等待時間為函數值，以成本最小函數值為電梯指派。上述六項控制系統，只有 ACA 考慮到時間成本，其餘系統只限於最大等待時間，因此 ACA 在六項控制系統中為較佳的控制系統。

### 2.2 傳統與群區概念控制

Forwood and Gero (1971) 以傳統設計為架構，採用數學式推導出的模式，求解最佳的電梯數、速度及容量，研究對於低層辦公大樓的早上上樓及傍晚下樓尖峰時間的交通需求情形，寫出試誤法 (Trial and Error) 的電腦程式。此設計程式 (Forel) 主要針對底層辦公大樓的早上上樓及傍晚下樓時間的交通，主要是在要求的容量及速度下，求出所需要的電梯數。輸入因子有：(1) 電梯數 (2) 乘客進出時間 (3) 等待時間

(4)各樓高度(5)一周時間。

Powell(1981)認為群區電梯設計比起傳統方法以所有電梯服務各個樓層的設計較有效率。所謂群區電梯意為一號電梯服務 A 棟、二號電梯服務 B 棟、三號電梯服務 C 棟，依此類推。該實驗結果顯示，利用群區概念控制電梯將會有更多可用的樓層容積率，並使電梯停靠數減少，增加早上上樓尖峰的五分鐘運送速度。

### 2.3 倒傳遞類神經網路應用

郭哲肇(1994)使用倒傳遞類神經網路(Back-propagation N.N.；簡稱 BPN)來學習電梯使用流量，並以每五分鐘來為學習的週期。倒傳遞類神經網路是監督式的學習，經過學習後的系統就可以維持相當程度的穩定性，以提高電梯的管理效率。該研究並以該學校的學生宿舍電梯來實地驗證，由於學生的上課型態頗為固定，梯群的大小不用太大就可以輕鬆處理，雖然使用一個參數來控制多部電梯的停駐疏密分布，然而對富雜的大樓生態並沒有進行參數自動調整。這是國人對智慧型電梯的第一個研究。

何元璋(1999)也利用倒傳遞類神經網路演算來進行預測與分類，該學習模型分類四項設定學習模式，分別可以學習短程、中期、中長期以及長期的乘載服務，模擬比以往更為詳盡，其研究中所納入之研究因子有：即以最長的等待時間、最平凡的樓層呼叫、停最多站的樓層、容量、電梯數及速度等七個變數做為網路的輸入，並有三個輸出節點：分別是上尖峰、下尖峰、以及中間樓層的型樣。假如預測出上/下尖峰的管控程式，即指派電梯前往停駐。

### 2.4 模擬應用與設計

Browne and Kelly(1968)使用模擬方法的電梯規劃，來研究電梯運

轉型式為空中大廳的內部交通，期最具代表的 110 層世界貿易中心。Sky Lobby 的模型來設計電梯，其研究發現 Sky Lobby 型電梯，其容積率比傳統電梯減少 15%。對於空中大廳的設計，認為當建築物高 40 層以上可以用 Sky Lobby 的型式，若超過 60 層其更具經濟性。

Lusting(1986)，認為在電梯設計上使用電腦模擬已是不可或缺的工具，因電腦的快速運算功能，讓我們有更多的機會去嘗試各種不同的電梯組合(電梯數、容量、速度)。Lusting 使用一套名為 L.S.P 的電梯運行模擬的軟體，此套模擬軟體依三個步驟運行：

- (1)輸入詳細資料進入模擬程式中。
- (2)程式會依使用者輸入資料的實際時間進行模擬。
- (3)輸出模擬結果。

## 2.5 文獻探討小結

本研究針對上述文獻進行整理，彙整出各文獻中所使用之環境輸入變數，如表 2.1 所示。

表 2.1 探討影響電梯空停駐指派因子文獻彙總表

	容量	速度	電梯數	各樓層需求頻率	建築物高度	乘客進出時間	電梯開關門時間	平均等待時間
何元瑋(1999)	有	有	有	有	有		有	有
郭哲肇(1994)	有	有	有	有	有	有		有
Lusting(1986)	有	有	有	有	有		有	有
Barney & Dos Santos(1985)	有	有	有	有	有			有
Powell (1971)	有	有		有	有			
Forwood and Gero (1971)		有	有	有	有	有		有
Browne and Kelly(1968)	有		有	有	有			
次數	6	6	6	7	7	2	2	5

本研究經由文獻做最後確定自表一中挑選兩個過去文獻中最常使用的因子(各樓層需求頻率以及建築物高度),另外納入兩個因子(乘客停留時間以及乘客抵達頻率)作為此模擬實驗之情境因子。經賴英杰(1993)研究後,得出沒有任何一種控制方法,可以在不同的情境需求形態中,均能提供最佳服務績效的結論。所以本研究將利用模擬技巧為工具建立出在各個不同情境的最佳化電梯空停駐指派標準模式決策機制。

### 第三章 研究架構分析

本研究為有效提供目前高層建築物內電梯空停駐之服務，而提出因應不同情境下，高層建築物提供最佳之電梯空停駐指派法則為目標。

#### 3.1 研究架構與模擬情境

為了提升電梯整體運輸服務績效，當電梯閒置時應該停留在那個樓層，方能減少乘客等待電梯的時間，此一問題已被定義為電梯空停駐指派問題。本研究利用 Java SE 1.5 軟體建構虛擬電梯運作模擬程式，建立出在各個不同情境的最佳化電梯空停駐指派標準模式決策機制。本研究架構圖如圖 3.1 所示。

四種模擬情境因子將納入本研究中，如表 3.1 所示。第一種情境模擬因子為各樓層需求頻率之分配，因子水準為均勻分配，如住宅型大樓內每一層樓電梯的需求頻率大致都一樣。第二種情境模擬因子為建築物的樓層數，其因子水準數為三，分別為五樓(B1)、十樓(B2)、十五樓(B3)，本研究將透過此一因子來分析建築物的高度是否對電梯空停駐法則之選用有顯著地影響。第三種因子為乘客抵達頻率，意即乘客自外界環境抵達建築物使用電梯之頻率，因子水準共計有三項，分別十五秒(C1)、二十秒(C2)、二十五秒(C3)三個水準。第四種因子為乘客搭達電梯至目標樓層後一直到欲離開該樓層時再次呼叫電梯服務之間隔時間（乘客停留時間），因子水準分為零至十五秒。

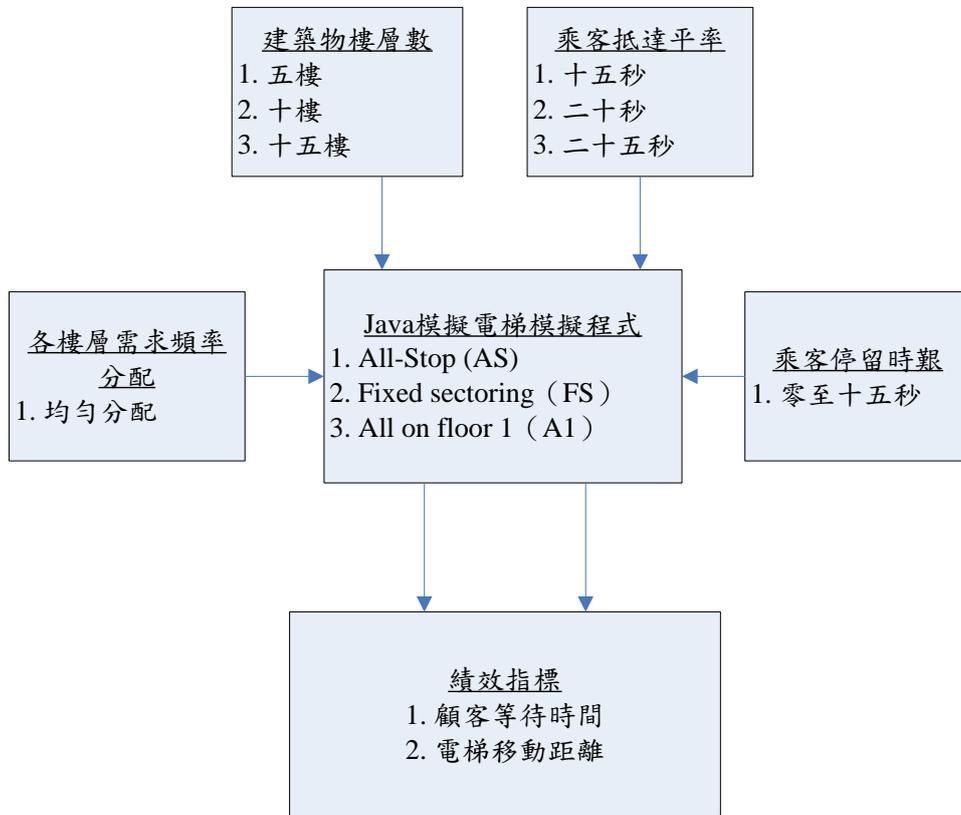


圖 3.1 研究架構圖

表 3.1 總因子組合表

因子	水準	因子水準描述
指派法則	3	All-stop(AS)、Fixed sectoring(FS)、All on floor 1(A1)
各樓層需求頻率分配	1	均勻分配 (住家大樓)
建築物樓層數	3	五樓(B1)、十樓(B2)、十五樓(B3)
乘客抵達頻率	3	十五秒(C1)、二十秒(C2)、二十五秒(C3)
乘客停留時間	1	零至十五秒
總因子組合數 = $3 \times 1 \times 3 \times 3 \times 1 = 27$		

### 3.2 電梯空停駐指法則

本研究所探討之電梯空停駐指法則有以下三種：1、All-stop (AS) 法則：走到那停到那；2、Fixed sectoring (FS) 法則：以樓層數為基準，集合數層樓為一區，電梯服務完後停駐在該指定區域內之中心位置，如一樓至五樓為一區域當電梯服務完後會停駐在三樓；3、All on floor 1 (A1) 法則：電梯服務完後停駐在一樓。

#### 3.2.1 建構虛擬電梯運作模式

本研究將利用 Java SE 1.5 軟體建構虛擬電梯運作模擬程式，模擬不同情境下三種電梯空停駐指派法則之績效表現。模擬實驗之總情

境因子組合為 27 種( $3 \times 1 \times 3 \times 3 \times 1 = 27$ )，每一因子組合進行 10 次重複模擬實驗，因此本研究之總模擬次數為 270 次。實驗中所採用之績效指標：1、顧客等待時間；2、電梯移動距離。透過模擬所得之績效指標值，即可針對不同情境提出最佳之電梯空停駐指派法則之建議。

### 3.3 模擬

所謂模擬 (Simulation) 乃模仿真實世界過程或系統中的操作性行為。主要透過電腦快速運算能力，來觀察操作性系統在隨著時間的前進下，系統內各組成份子在各相關資料下所產生的交互影響，以推論該系統行為的績效與特質，作為決策之參考。在日常生活中，在未行動之前，人們往往利用心智性，或者某種實體型，或觀念式模式來協助作決策。然後人們便操作此模型以試驗各不同狀況下所得到的一些訊息。以作為進一步決策之參考。例如在電梯運行中，當電梯閒置時應該停留在那？如何才能不要讓乘客覺得電梯久候不至的情形？以上所列只是許多電梯運行問題中之典型代表，對於這樣的複雜問題，雖然有以作業研究 (Operations Research) 中的一些方法，例如數學規劃，等候綫理論等方法嘗試解決。但往往這些模式的嚴謹假設對所解決的範圍非常有限，或不太能符合真實的狀況。模擬以透過更微觀的方式提供較具體的描述與分析，所得答案比其他模式可以更詳細且更深入。因此，模擬常被用來針對複雜系統與行為描述、評估、與分析其運行績效，以進行預測未來行為(林則孟，2001)。

#### 3.3.1 模擬軟體

Java SE 1.5 是一個簡單、物件導向、分散式、即時翻譯 (interpreted)、穩定、安全、作業系統中立、可攜、高效率、多緒 (multithreaded) 和動態的電腦語言(鄭祥勝，1996)。Java 是一個由 Sun

所發展出來的物件導向程式語言，也是第一個能直接經由 Internet 透過瀏覽器就可以傳送聲音與播放動畫的電腦程式語言。Java SE 1.5 有以下五種特色及優點。

五種特色：

1. 瘦身型運算環境：使用者不需要大容量硬碟和龐大套裝軟體，只要透過 Internet 下載應用軟體至用戶端即可執行。
2. Java 語言所撰寫的軟體可以跨平台執行：Java 的虛擬機器(virtual machine)可針對任何處理器架構的裝置開發，因此能脫離專屬式平台與作業系統的束縛。
3. 提供較佳的安全保護，防止無心或惡意破壞以及病毒侵入。
4. Java 程式語言不提供指標(pointer)型態，充分保護電腦記憶體。
5. 撰寫一次，隨處執行(Write Once, Run Anywhere)：Java 打破應用軟體與作業系統間的固定關係，使程式開發人員可發展出能在任何運算裝置上執行的軟體。

五大優點：

1. 節省成本：不需維護龐大專屬的軟硬體設備。
2. 企業用戶可在前端透過 Web-top 環境使用應用程式。
3. Java 讓使用者能自在使用現有的軟硬體。
4. 豐富的 Java 應用程式建立工具可幫助各部門設計專屬網頁(Web Page)。
5. 使用者可在任何地方登入並存取 Intranet Web，落實 Connected mobile computing 的想法。

### 3.4 統計分析

邱浩政(2005)從統計所涉及的知識內涵來看，統計學可區分為理

論統計(theoretical statistics)兩個層次。前者所關心的問題是統計的基本原理與理論內涵，多以數學模式的推導或模擬方法來探討統計的相關問題；後者則強調統計方法如何解決各種研究問題，多涉及研究場域的實證資料分析與具體研究課題的解決，兩者之間相輔相成，可以說是理論與實踐的關西。

若從統計的功能來看統計學則可以區分為描述統計(descriptive statistics)與推論統計(inferential statistics)兩大範疇。描述統計的目的在整理與描述研究者所獲得的數據，以描繪出數據的全貌與特徵；推論統計的目的則在進行統計的研究與決策，尋找數據背後的科學意義。

而本研究所使用到的是敘述統計及推論統計，先收集數據以後做變異數分析，使用單因子變異數分析。將原始資料和改善後數比資料，經由模擬後所得各筆數據，將此數據進行統計檢定。為避免浪費時間提高檢定的準確性，因此必須尋找更有效率的統計方法，而變異數分析為達到此目的之最佳方法。變異數分析(Analysis of Variance; 簡稱 ANOVA)可以說統計方法中最龐大的一個家族(family)，從單因子變異數分析一直到剖面分析(profile analysis)，變異數分析有各式各樣變形應用。與迴歸分析一樣，涉及的統計概念與應用議題繁多，甚至可以單獨開課，尤其是在強調實驗設計的學門，變異數分析可以說是唯我獨尊的一門科目。

簡單來說，變異數分析是一套用來分析平均數變異情形的統計考驗技術。t 與 Z 檢定雖然也是在檢定平均數的意義，但 t 與 Z 檢定僅能處理兩個平均數的比較，變異數分析則可以處理兩個或兩個以上平均數的比較。

不論是 Z 考驗、t 考驗或 ANOVA，這些以平均數為檢定對

想的假設考驗，原理都是根據磅秤理論的比喻，計算出代檢定的計量，除以誤差的量，來推定檢定的統計量是否有具體顯著的意義。兩個平均數的統計考驗，是以平均數差異與隨機差異的比值來決定統計顯著性，三個以上平均數考驗，分子則改為平均數間的變異數(組間變異)，分母則為誤差變異，得到比值稱為 F 統計量，配合 F 分配的機率模式，即可檢驗三個平均數箱等與否的情形。由於 F 分配所檢驗的為變異數得意義，故稱為變異數分析。

Tukey 首先提出了常態性、同質性假設成立下，各組人數相等的一種以族系誤差率的控制為原則的多重比較程序，稱為誠實顯著差異 (Honestly Significant Difference)。所謂誠實，就是在凸險 LSD 法並沒有考慮到實驗與族系面誤差的問題，暗指 Fisher 的檢定有欺騙之嫌。其後 Kramer 則將 Tukey 的方法加以延伸至各組樣本數不相等的情況下，由於原理相同，故合稱為 Tukey-Kramer 法。

### 3.4.1 多因子變異數分析

社會與行為科學在探討問題之時，往往不會只取用一個獨變項 X 去探討對於某個依變項 Y 的影響。如果研究者同時採用兩個或以上的獨變項 XA、XB...去探討對於依變項的影響時，稱為多因子設計 (factorial design)。當這些獨變項是以類別的形式存在，而依變項是為連續變數，此時統計分析則需處理多組平均的關係，也就是說，依變數分數的變化，可以受到來自不同因子的不同因子的不同水準而影響。

多因子設計是單因子設計的複雜化，但是多因子設計與單因子設計的最大差異，並非在獨變項數目的多寡，而在於多因子設計可以檢驗多個獨變項對於依變的交互影響作用，也就是交互效果 (factorial

design)。否則，我們只要針對不同的獨變項分別進行單因子 ANOVA 檢驗，然後把結果拼湊起來，就可以得到與多因子設計一樣的結果，而不用大費周章的另外學一套 ANOVA 分析技術。也正因為多因子設計多了交互效果的檢驗，整個檢驗程序即與單因子檢驗有所不同。

多因子設計的平均數檢定，必須使用變異數分析來針對不同的變異來源進行檢驗，稱為因子設計變異數分析(factorial analysis of variance)。當研究中包含兩個獨變項，稱為二因子變異數分析(two-way analysis of variance)，三個獨變項，稱為三因子變異數分析(three-way analysis of variance)。因子越多，平均數變異來源越複雜，分析越困難，一般來說，三因子以上變異數分析檢定即甚少出現在學術論文中。

表面上來說，我們應該要做多因子設計，然而因為本研究考慮的其中兩個因子(建築物樓層數及乘客抵達頻率)都是環境變數，當建築物樓層數越高顧客等待時間必定也隨之增高，當乘客抵達頻率設定過高，顯然就沒有顧客等待時間問題。所以本研究針對納入的因子數做各情境的單因子設計，而求得在各情境相同因子比較下最佳的電梯空停駐指派法則。

## 第四章 各情境分析說明與討論

本章主要將以各情境為例，將探討當電梯空閒時應當停留在那樓層如何才能減少乘客等待電梯的時間之問題，提出各情境的最佳之電梯空停駐指派的方法。

### 4.1 研究結果分析與探討

在藉由電腦模擬分析 Java SE 1.5 軟體下，執行得之數據資料，將此數據資料輸入統計套裝軟體 SPSS 得出之分析表，依據表內顯示出之數據，進行分析判斷得到相關研究結果。

各法則經由電腦模擬分析後，所得之平均乘客等待時間及平均電梯移動距，並且運用統計套裝軟體 SPSS 進行 ANOVA 及 Tukey 之分析，其分析結果將於此節一一描述。

### 4.2 各情境分析發展出較佳顧客等待時間之指派法則

1. 比較在建築物樓層數(五樓)、乘客抵達頻率(十五秒)：

表 4.1 B1-C1 情境顧客平均等待時間之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	337.178 <sup>a</sup>	2	168.589	9.693	.001
截距	75724.742	1	75724.742	4353.611	.000
指派法則	337.178	2	168.589	9.693	.001

表 4.1 顯示之內容為變異數分析摘要表， $F=9.693$  其  $P=0.001 < 0.05$ ，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.2 B1-C1 情境顧客平均等待時間之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集	
		1	2
All-stop	10	46.4210	
Fixed sectoring	10	49.7190	
All on floor 1	10		54.5830
顯著性		.199	1.000

表 4.2 即為 Tukey 之分析表,由此可得在上述情境下, All-stop(AS)法則為最佳。

2. 比較在建築物樓層數(五樓)、乘客抵達頻率(二十秒)：

表 4.3 B1-C2 情境顧客平均等待時間之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	828.175 <sup>a</sup>	2	414.087	21.033	.000
截距	72470.692	1	72470.692	3680.993	.000
指派法則	828.175	2	414.087	21.033	.000

表 4.3 顯示之內容為變異數分析摘要表，F=21.033 其 P=0.000<0.05，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.4 B1-C2 情境顧客平均等待時間之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集	
		1	2
Fixed sectoring	10	42.2270	
All-stop	10		50.2730
All on floor 1	10		54.9490
顯著性		1.000	.065

表 4.4 即為 Tukey 之分析表,由此可得在上述情境下, Fixed sectoring(FS)法則為最佳。

3. 比較在建築物樓層數(五樓)、乘客抵達頻率(二十五秒)：

表 4.5 B1-C3 情境顧客平均等待時間之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	631.778	2	315.889	17.925	.000
截距	64903.775	1	64903.775	3682.966	.000
指派法則	631.778	2	315.889	17.925	.000

表 4.5 顯示之內容為變異數分析摘要表， $F=17.925$  其  $P=0.000 < 0.05$ ，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.6 B1-C3 情境顧客平均等待時間之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集	
		1	2
All on floor 1	10	40.1560	
Fixed sectoring	10		48.5600
All-stop	10		50.8230
顯著性		1.000	.460

表 4.6 即為 Tukey 之分析表，由此可得在上述情境下，All on floor 1(A1)法則為最佳。

4. 比較在建築物樓層數(十樓)、乘客抵達頻率(十五秒)：

表 4.7 B2-C1 情境顧客平均等待時間之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	13346.369	2	6673.184	59.892	.000
截距	644286.558	1	644286.558	5782.496	.000
指派法則	13346.369	2	6673.184	59.892	.000

表 4.7 顯示之內容為變異數分析摘要表， $F=59.892$  其  $P=0.000 < 0.05$ ，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.8 B2-C1 情境顧客平均等待時間之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集	
		1	2
All-stop	10	117.3690	
Fixed sectoring	10		155.7730
All on floor 1	10		166.5010
顯著性		1.000	.077

表 4.8 即為 Tukey 之分析表,由此可得在上述情境下, All-stop(AS)法則為最佳。

5. 比較在建築物樓層數(十樓)、乘客抵達頻率(二十秒)：

表 4.9 B2-C2 情境顧客平均等待時間之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	31838.676	2	15919.338	210.636	.000
截距	511769.163	1	511769.163	6771.452	.000
指派法則	31838.676	2	15919.338	210.636	.000

表 4.9 顯示之內容為變異數分析摘要表，F=210.636 其 P=0.000<0.05，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.10 B2-C2 情境顧客平均等待時間之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集		
		1	2	3
Fixed sectoring	10	85.8030		
All-stop	10		143.7300	
All on floor 1	10			162.2970
顯著性		1.000	1.000	1.000

表 4.10 即為 Tukey 之分析表,由此可得在上述情境下, Fixed sectoring(FS)法則為最佳。

6. 比較在建築物樓層數(十樓)、乘客抵達頻率(二十五秒)：

表 4.11 B2-C3 情境顧客平均等待時間之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	35495.346	2	17747.673	221.380	.000
截距	481270.002	1	481270.002	6008.228	.000
指派法則	35495.346	2	17747.673	221.380	.000

表 4.11 顯示之內容為變異數分析摘要表， $F=221.380$  其  $P=0.000<0.05$ ，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.12 B2-C3 情境顧客平均等待時間之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集		
		1	2	3
All-stop	10	79.4230		
Fixed sectoring	10		140.2070	
All on floor 1	10			160.3450
顯著性		1.000	1.000	1.000

表 4.12 即為 Tukey 之分析表，由此可得在上述情境下，All-stop(AS) 法則為最佳。

7. 比較在建築物樓層數(十五樓)、乘客抵達頻率(十五秒)：

表 4.13 B3-C1 情境顧客平均等待時間之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	3781.316	2	1890.658	15.857	.000
截距	918547.011	1	918547.011	7708.921	.000
指派法則	3781.316	2	1890.658	15.857	.000

表 4.13 顯示之內容為變異數分析摘要表， $F=15.857$  其  $P=0.000<0.05$ ，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.14 B3-C1 情境顧客平均等待時間之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集	
		1	2
Fixed sectoring	10	159.8880	
All-stop	10		178.2580
All on floor 1	10		186.7960
顯著性		1.000	.206

表 4.14 即為 Tukey 之分析表,由此可得在上述情境下, Fixed sectoring(FS)法則為最佳。

8. 比較在建築物樓層數(十五樓)、乘客抵達頻率(二十秒)：

表 4.15 B3-C2 情境顧客平均等待時間之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	15360.506 <sup>a</sup>	2	7680.253	83.821	.000
截距	844715.268	1	844715.268	9219.052	.000
指派法則	15360.506	2	7680.253	83.821	.000

表 4.15 顯示之內容為變異數分析摘要表，F=83.821 其 P=0.000<0.05，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.16 B3-C2 情境顧客平均等待時間之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集		
		1	2	3
Fixed sectoring	10	137.6840		
All-stop	10		173.4920	
All on floor 1	10			192.2270
顯著性		1.000	1.000	1.000

表 4.16 即為 Tukey 之分析表,由此可得在上述情境下, Fixed sectoring(FS)法則為最佳。

9. 比較在建築物樓層數(十五樓)、乘客抵達頻率(二十五秒)：

表 4.17 B3-C3 情境顧客平均等待時間之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	26817.079	2	13158.540	128.455	.000
截距	816090.133	1	816090.133	7966.786	.000
指派法則	26817.079	2	13158.540	128.455	.000

表 4.17 顯示之內容為變異數分析摘要表， $F=128.455$  其  $P=0.001 < 0.05$ ，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.18 B3-C3 情境顧客平均等待時間之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集		
		1	2	3
All-stop	10	125.6130		
Fixed sectoring	10		172.0920	
All on floor 1	10			197.0950
顯著性		1.000	1.000	1.000

表 4.18 即為 Tukey 之分析表,由此可得在上述情境下, All-stop(AS) 法則為最佳。

表 4.19 各情境最佳平均乘客等待時間之總表

法則 情境	All-stop(AS)	Fixed sectoring(FS)	All on floor 1(A1)
B1-C1	最佳	最佳	
B1-C2		最佳	
B1-C3			最佳
B2-C1	最佳		
B2-C2		最佳	
B2-C3	最佳		
B3-C1		最佳	
B3-C2		最佳	
B3-C3	最佳		

#### 4.3 各情境分析發展出較佳平均電梯移動距離之指派法則

1. 比較在建築物樓層數(五樓)、乘客抵達頻率(十五秒)：

表 4.20 B1-C1 情境顧客平均電梯移動距離之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	29988.067	2	14994.033	873.627	.000
截距	115816.533	1	115816.533	6748.050	.000
指派法則	29988.067	2	14994.033	873.627	.000

表 4.20 顯示之內容為變異數分析摘要表， $F=873.627$  其  $P=0.000 < 0.05$ ，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.21 B1-C1 情境平均電梯移動距離之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集		
		1	2	3
All-stop	10	19.00		
Fixed sectoring	10		73.50	
All on floor 1	10			93.90
顯著性		1.000	1.000	1.000

表 4.21 即為 Tukey 之分析表,由此可得在上述情境下, All-stop(AS) 法則為最佳。

2. 比較在建築物樓層數(五樓)、乘客抵達頻率(二十秒):

表 4.22 B1-C2 情境顧客平均電梯移動距離之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	27979.400 <sup>a</sup>	2	13989.700	733.583	.000
截距	127922.700	1	127922.700	6707.930	.000
指派法則	27979.400	2	13989.700	733.583	.000

表 4.22 顯示之內容為變異數分析摘要表,  $F=733.583$  其  $P=0.000 < 0.05$ , 因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ , 也就是各法則有顯著差異。因此, 使用 Tukey 做事後分析。

表 4.23 B1-C2 情境平均電梯移動距離之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集		
		1	2	3
All-stop	10	23.00		
Fixed sectoring	10		78.90	
All on floor 1	10			94.00
顯著性		1.000	1.000	1.000

表 4.23 即為 Tukey 之分析表,由此可得在上述情境下, All-stop(AS) 法則為最佳。

3. 比較在建築物樓層數(五樓)、乘客抵達頻率(二十五秒):

表 4.24 B1-C3 情境顧客平均電梯移動距離之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	24511.267	2	12255.633	575.582	.000
截距	150520.833	1	150520.833	7069.164	.000
指派法則	24511.267	2	12255.633	575.582	.000

表 4.24 顯示之內容為變異數分析摘要表， $F=575.582$  其  $P=0.000<0.05$ ，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.25 B1-C3 情境平均電梯移動距離之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集		
		1	2	3
All-stop	10	32.40		
Fixed sectioning	10		79.20	
All on floor 1	10			100.90
顯著性		1.000	1.000	1.000

表 4.25 即為 Tukey 之分析表,由此可得在上述情境下, All-stop(AS) 法則為最佳。

#### 4. 比較在建築物樓層數(十樓)、乘客抵達頻率(十五秒)：

表 4.26 B2-C1 情境顧客平均電梯移動距離之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	86484.467	2	43242.233	763.647	.000
截距	260773.633	1	260773.633	4605.199	.000
指派法則	86484.467	2	43242.233	763.647	.000

表 4.26 顯示之內容為變異數分析摘要表， $F=763.647$  其  $P=0.000<0.05$ ，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.27 B2-C1 情境平均電梯移動距離之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集		
		1	2	3
All-stop	10	25.40		
Fixed sectoring	10		97.60	
All on floor 1	10			156.70
顯著性		1.000	1.000	1.000

表 4.27 即為 Tukey 之分析表,由此可得在上述情境下, All-stop(AS) 法則為最佳。

5. 比較在建築物樓層數(十樓)、乘客抵達頻率(二十秒)：

表 4.28 B2-C2 情境顧客平均電梯移動距離之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	105730.467	2	52865.233	930.362	.000
截距	316213.333	1	316213.333	5564.959	.000
指派法則	105730.467	2	52865.233	930.362	.000

表 4.28 顯示之內容為變異數分析摘要表， $F=930.362$  其  $P=0.000 < 0.05$ ，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.29 B2-C2 情境平均電梯移動距離之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集		
		1	2	3
Fixed sectoring	10	85.8030		
All-stop	10		143.7300	
All on floor 1	10			162.2970
顯著性		1.000	1.000	1.000

表 4.29 即為 Tukey 之分析表,由此可得在上述情境下, All-stop(AS) 法則為最佳。

6. 比較在建築物樓層數(十樓)、乘客抵達頻率(二十五秒)：

表 4.30 B2-C3 情境顧客平均電梯移動距離之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	108552.067	2	54276.033	2538.460	.000
截距	346257.633	1	346257.633	16194.277	.000
指派法則	108552.067	2	54276.033	2538.460	.000

表 4.30 顯示之內容為變異數分析摘要表， $F=2538.460$  其  $P=0.000<0.05$ ，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.31 B2-C3 情境平均電梯移動距離之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集		
		1	2	3
All-stop	10	39.90		
Fixed sectioning	10		96.40	
All on floor 1	10			186.00
顯著性		1.000	1.000	1.000

表 4.31 即為 Tukey 之分析表,由此可得在上述情境下, All-stop(AS) 法則為最佳。

#### 7. 比較在建築物樓層數(十五樓)、乘客抵達頻率(十五秒)：

表 4.32 B3-C1 情境顧客平均電梯移動距離之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	158936.467	2	79468.233	618.519	.000
截距	531734.533	1	531734.533	4138.608	.000
指派法則	158936.467	2	79468.233	618.519	.000

表 4.32 顯示之內容為變異數分析摘要表， $F=618.519$  其  $P=0.000<0.05$ ，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.33 B3-C1 情境平均電梯移動距離之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集		
		1	2	3
All-stop	10	40.10		
Fixed sectoring	10		141.50	
All on floor 1	10			217.80
顯著性		1.000	1.000	1.000

表 4.33 即為 Tukey 之分析表,由此可得在上述情境下, All-stop(AS) 法則為最佳。

8. 比較在建築物樓層數(十五樓)、乘客抵達頻率(二十秒)：

表 4.34 B3-C2 情境顧客平均電梯移動距離之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	166735.400 <sup>a</sup>	2	83367.700	1467.550	.000
截距	625540.800	1	625540.800	11011.606	.000
指派法則	166735.400	2	83367.700	1467.550	.000

表 4.34 顯示之內容為變異數分析摘要表，F=1467.550 其 P=0.000<0.05，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.35 B3-C2 情境平均電梯移動距離之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集		
		1	2	3
All-stop	10	52.50		
Fixed sectoring	10		145.60	
All on floor 1	10			235.10
顯著性		1.000	1.000	1.000

表 4.35 即為 Tukey 之分析表,由此可得在上述情境下, All-stop(AS) 法則為最佳。

9. 比較在建築物樓層數(十五樓)、乘客抵達頻率(二十五秒)：

表 4.36 B3-C3 情境顧客平均電梯移動距離之變異數分析表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	179281.400	2	89640.700	2361.498	.000
截距	686750.700	1	686750.700	18091.783	.000
指派法則	179281.400	2	89640.700	2361.498	.000

表 4.36 顯示之內容為變異數分析摘要表， $F=2361.498$  其  $P=0.000 < 0.05$ ，因此必須拒絕  $H_0$  接受  $H_1$ ，也就是各法則有顯著差異。因此，使用 Tukey 做事後分析。

表 4.37 B3-C3 情境平均電梯移動距離之 Tukey 分析表

指派法則	個數	子集		
		1	2	3
All-stop	10	59.60		
Fixed sectoring	10		145.60	
All on floor 1	10			248.70
顯著性		1.000	1.000	1.000

表 4.37 即為 Tukey 之分析表，由此可得在上述情境下，All-stop(AS) 法則為最佳。

表 4.38 各情境最佳平均電梯移動距離之總表

法則 情境	All-stop(AS)	Fixed sectoring(FS)	All on floor 1(A1)
B1-C1	最佳		
B1-C2	最佳		
B1-C3	最佳		
B2-C1	最佳		
B2-C2	最佳		
B2-C3	最佳		
B3-C1	最佳		
B3-C2	最佳		
B3-C3	最佳		

本研究經經過模擬得到數據後，運用統計軟體分析，在各情境下平均乘客等待時間，得到較佳績效的指派法則，有 All-stop(AS)在 B1-C1、B2-C1、B2-C3、B3-C3 等情境下表現較佳，Fixed sectoring(FS)在 B1-C2、B2-C2、B3-C1、B3-C2 等情境表現較佳而 All on floor 1(A1)只有在 B1-C3 的情境下表現較佳，如表 4.19 所示。

本研究經經過模擬得到數據後，運用統計軟體分析，在各情境最佳平均電梯移動距離，較佳績效的指派法則，如表 4.38 所示結果在所有情境下 All-stop(AS)都是最好的。

## 第五章 結論及未來展望

### 5.1 結論

本研究是在討論電梯無運行時，應該停留在那樓層方能減少顧客等待時間之研究為主，而所設置的三種停駐指派法則。在 1993 賴英杰提出的研究結果顯示沒有任何一種電梯的控制方法，可在不同情境下均能供最佳的服務績效的結論。因此我們經由過去文獻中找出最常使用的兩個因子(各樓層需求頻率及建築物高度)，另外納入兩個因子(乘客停留時間以及乘客抵達頻率)做為此模擬實驗之情境因子。

因此本研究提出三個指派法則，將法則套入在各個不同情境中，本研究利用了 Java SE 1.5 模擬軟體來模擬各情境，然後得到平均乘客等待時間及平均電梯移動距離。最後將其平均乘客等待時間及平均電梯移動距離經由 SPSS 統計軟體分析，找出各種不同情境因子組合下最佳空停駐指派法則。

本研究在各情境下平均乘客等待時間較佳的法則為 All-stop(AS) 及 Fixed sectoring(FS)，它們都在不同情境下各出現四次最佳。平均電梯移動距離最佳的法則為 All-stop(AS)，它在所有情境下都出現最佳。兩方面綜合的最佳指派法則研究結果為 All-stop(AS)。

本研究為了有效降低顧客等待時間，指派電梯在空停駐時到最佳的服務樓層。提出在各不同情境下應當運用不同的法則來達到最佳服務績效，並可提供建築師設計高層建築電梯設計之參考。

### 5.2 未來展望

模擬與現實之間仍然存在距離。現實中存在諸多不正確性因素，乘客進出電梯時間、開關門等待的時間都不固定。另外對於如何規範每位乘客遵循操作規則，而且要簡易又不浪費時間，則必須詳細規

劃一套合理的環境與操作流程，以確保某乘客都能在最適當的時間，進入所指派的電梯內，且避免插隊現象。諸如此類，模擬與現實之間的差距，將有待進一步之研究。

本研究希望能更廣大及深探討各個不同情境中較佳的電梯空停駐指派法則，經由此次專題研究中發現，使用空停駐指派法則可降低平均乘客等待時間及平均電梯移動距離，將空停駐指派法則運用於辦公大樓、百貨公司、醫院之情境等等當中，如何解決各種大樓電梯無運行時，應該停留在那樓層方能減少顧客等待時間，是本研究往後想要研究的方向，並且實際的運用於實務當中。

## 參考文獻

- 【1】 丘皓政，量化研究法：統計原理與分析技術，雙葉書廊有限公司，2005。
- 【2】 彭國昌，使用貝氏天真分類演算法對多功型大樓進行梯群管控，華梵大學工業管理學系所碩士論文，2002。
- 【3】 林則孟，系統模擬理論與應用，滄海書局，2001。
- 【4】 何元璋，以動態排程的方法建構具學習能力之電梯群控制系統，國立臺灣大學資訊工程研究所碩士論文，1999。
- 【5】 郭哲肇，利用人工智慧發展電梯動態控制系統之研究，國立成功大學交通管理研究所碩士論文，1994。
- 【6】 賴英杰，電梯運行控制之研究，國立成功大學交通管理研究所碩士論文，1993。
- 【7】 朱興中，高層建築電梯運行系統的設計與評估，國立成功大學交通管理研究所碩士論文，1992。
- 【8】 Lusting, A., Lift simulation program, *Elevator World*, pp. 74-79, 1986.
- 【9】 Barney, G.C. and Dos Santos S.M., Lift traffic analysis design and control, Peter Pergrinus Ltd.England, 1985.
- 【10】 Powell, B.A., Optimal elevator banking under heavy up-traffic, *Transportation Science*, vol. 9, pp. 109-121, 1971.
- 【11】 Forwood, B. and Gero, J.S., Computer simulated lift design-analysis for office building, *Architectural Science Review*, vol. 14, pp.41-47, 1971.
- 【12】 Browne, J. and Kelly, J.J., Simulation of elevator system for world's tallest building, *Transportation Science*, vol. 2, pp.41-47, 1968.