

國立勤益科技大學
流通管理系碩士班

碩士論文

模糊多準則多目標之服務人員排班模式

研究生：廖翊均
指導教授：林宏澤 博士

中華民國 101 年 5 月

模糊多準則多目標之服務人員排班模式

A crew rostering model with multiple goals under fuzzy criteria

研究生：廖翊均

指導教授：林宏澤 教授

國立勤益科技大學
流通管理系碩士班
碩士論文

A Thesis

Submitted to

Department of Distribution Management
National Chin-Yi University of Technology
in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Business Administration

May 2012

Taiping District, Taichung City, Taiwan, Republic of China

中華民國 101 年 5 月

國立勤益科技大學

博碩士論文全文上網授權書

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

本授權書所授權之論文為授權人在國立勤益科技大學

流通管理 系 組 100 學年度第 二 學期取得碩士學

位之論文。

論文題目： 模糊多準則多目標之服務人員排班模式

指導教授： 林宏澤 博士

■ 同意

本人具有著作權之論文全文資料，非專屬、無償授予本人畢業學校圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或數位化等各種方式重製與利用，提供讀者基於著作權法合理使用範圍內之線上檢索、閱覽、下載及列印。

論文全文上載網路公開之範圍及時間：

校內區域網路	■ 中華民國 101 年 10 月 08 日公開
校外網際網路	■ 中華民國 101 年 10 月 08 日公開

授權人： 廖翊均

簽名： 廖翊均

中 華 民 國 101 年 5 月 30 日

國立勤益科技大學

博碩士論文全文電子檔著作權授權書

本授權書所授權之論文為授權人在國立勤益科技大學 流通管理 系
組 100 學年度第 二 學期取得碩士學位之論文。

論文題目：模糊多準則多目標之服務人員排班模式

指導教授：林宏澤 博士

■ 同意

本人茲將本著作，以非專屬、無償授權國立勤益科技大學圖書館：基於推動讀者間「資源共享、互惠合作」之理念，與回饋社會與學術研究之目的，國立勤益科技大學圖書館得不限地域、時間與次數，以紙本、光碟或數位化等各種方法收錄、重製與利用；於著作權法合理使用範圍內，讀者得進行線上檢索、閱覽、下載或列印。

論文全文上載網路公開之範圍及時間：

本校區域網路 ■ 中華民國 101 年 10 月 08 日公開

校外網際網路 ■ 中華民國 101 年 10 月 08 日公開

授權人：廖翊均

中華民國 101 年 5 月 30 日

國立勤益科技大學
研究所碩士班
論文口試委員會審定書

本校 流通管理系 碩士班 廖翊均 君

所提論文 模糊多準則多目標之服務人員排班模式

合於碩士資格水準，業經本委員會評審認可。

口試委員：

林宏澤 _____
謝紅和 _____
楊江水 _____

指導教授：

林宏澤 _____

系(所)主任：



中華民國 101 年 5 月

模糊多準則多目標之服務人員排班模式

研究生：廖翊均

指導教授：林宏澤博士

國立勤益科技大學流通管理系碩士班

摘要

本文之排班問題來自台灣南部某百貨公司之客服中心，客服中心提供顧客和貴賓相關的服務設施與機能，排班的作業是屬於多個員工在不同工作站的排班，且需符合人力需求與相關政策及規範等。現行之排班模式為年資導向，資淺之服務員受到差別對待，易導致工作情緒低落，連帶影響公司之整體服務品質。本文採用三個階段處理排班問題，使排班結果能更公平，能達到工作站適合員工特質、員工與員工間共事度提高及員工和時段之喜好度提高等管理目標。由於工作特點和個人屬性的模糊性，本文使用模糊方法分析排班問題之適合度、共事度與喜好度，所研擬之目標規劃模式能有效率的配對，以確保正確的員工安排在正確的工作站，使員工與工作站之適合度、合作執勤者之共事度及員工對出勤班次之喜好度等三者之總合最大化。

關鍵字：人員排班、模糊集合、目標規劃

A crew rostering model with multiple goals under fuzzy criteria

Student: Yi-Chun Liao

Advisor: Hung-Tso Lin

Department of Distribution Management
National Chin-Yi University of Technology

Abstract

A crew scheduling problem drawn from the customer service section of a department store in southern Taiwan is addressed in this paper. The service section established relevant service facilities and functions to provide services for customers as well as distinguished guests and visitors. The crew scheduling task is concerned with assigning multi-functional workers to different types of job and scheduling working shifts for each worker within a given time horizon, where the available and demand workforce vary from one shift to another. The current crew scheduling method is a seniority orientation method with some drawbacks. This paper develops an effective approach with three stages to deal with the crew scheduling problem, making it more equitable and personalized for workers by considering the management goals concerning worker-job suitability, worker-worker compatibility and worker-shift fondness. Due to the vagueness of job characteristics and the personal attributes, fuzzy method is used to improve the evaluation results of suitability, compatibility and fondness. The utility similarities of fuzzy assessments with the linguistic grade of very good are used to measure the fitness grade for the management goals. A goal programming model is proposed to fulfill the “efficient assignment/match from the right” policy. The proposed approach ensures the right workers are assigned to the right jobs, the right workers are placed together in a job and the pleasing working shifts are given to the workers. An illustrative application demonstrates the implementation of the proposed approach.

Keywords: Crew scheduling; Fuzzy sets; Goal programming

誌謝

從大學到碩士班，在勤益流管系六年的時間，謝謝系上每一位教授用心教導，每堂課都使我受益良多。這二年深深體會到，要完成一篇研究論文實在不容易，特別感謝指導教授林宏澤博士，不僅悉心指導我的畢業論文，適時的解答困惑和修正研究方向，而且時常給予我建議與鼓勵，啟發我許多想法與對未來之規劃。此外承蒙口試委員歐仁和教授與楊旭豪教授給予寶貴之意見與指正，謹致以最深的謝意。

另外要感謝父母對我繼續升學的支持、相處兩年的同窗好友們，以及在研究室中常常與我們分享美食的學弟妹們，有你（妳）們真好。在眾多好友當中，要特別感謝威好(Fish)同學與郁琳（阿 TWO）同學之互相扶持和加油打氣，我們三人一起經歷了許多故事，有歡笑也有淚水，有日出也有日落，如果少了妳們二位，我的碩士生活就不會這麼精彩了。

最後要感謝指導教授讓我有投稿國際期刊(Computers & Industrial Engineering, CAIE)的經驗，在投稿的過程中，我了解期刊格式及內容的嚴謹要求、Reviewers 審查意見的修改方式及 Proof 校稿階段的細心回應等寶貴經驗。我的碩士論文已經獲得 CAIE 接受，即將刊登，這對我的研究工作是最大的肯定和鼓勵，讓我對繼續投入研究工作充滿信心。

廖翊均 謹誌

於 國立勤益科技大學 流通管理系

2012.05

目錄

摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	iv
表目錄.....	vi
圖目錄.....	vii
第 1 章 緒論	1
1.1 研究問題背景.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究方法與流程.....	4
第 2 章 文獻探討	7
2.1 人員排班問題.....	7
2.1.1 排班問題之處理.....	7
2.1.2 分配之適當性.....	8
2.1.3 決策工具.....	9
2.2 模糊理論.....	10
2.2.1 模糊數.....	11
2.2.2 三角模糊數.....	12
2.2.3 語意模糊變數.....	13
第 3 章 排班模式	15
3.1 模糊評估方法.....	15
3.1.1 服務員與服務站間適合度評估.....	19
3.1.2 服務員與服務員間共事度評估.....	20
3.1.3 服務員對各班次執勤喜好度評估.....	21
3.2 目標規劃模式.....	22
3.3 線性模式.....	24
第 4 章 釋例	26
4.1 排班模式之應用.....	26
4.2 排班結果與討論.....	31
4.3 模式應用要項與效益.....	33
第 5 章 結論與建議	35
5.1 結論.....	35
5.2 建議.....	35

參考文獻.....	37
附錄一 評估結果.....	40
附錄二 GP 模式所得可行解之完整班表.....	43
附錄三 LGP 模式所得最佳解之完整班表.....	44



表目錄

表 1-1 各類服務站及職責.....	1
表 1-2 某週各服務站需求人力.....	2
表 3-1 符號參照.....	15
表 3-2 語意變數及模糊數值.....	18
表 4-1 D_1 之配對比較.....	27
表 4-2 D_2 之配對比較.....	27
表 4-3 採幾何平均法決定之準則權重值.....	27
表 4-4 D_1 及 D_2 評估 w_2 與 s_1 之適合度.....	28
表 4-5 w_2 與工作站之適合度評價及語意歸類.....	28
表 4-6 w_2 對 w_1 之共事度評價.....	29
表 4-7 w_2 與其他服務員之雙向共事度評價.....	29
表 4-8 w_2 對執勤班次之喜好度評價歸類.....	30
表 4-9 w_2 及 w_5 之班表(GP 模式).....	31
表 4-10 w_2 及 w_5 之班表(LGP 模式).....	34
表 4-11 測試題組演算結果.....	34



圖目錄

圖 1.1 研究流程	6
圖 2.1 三角模糊數.....	13
圖 2.2 語意模糊變數之隸屬函數	14
圖 3.1 排班模式執行架構.....	17
圖 3.2 \tilde{H} 、 \tilde{R} 及 \tilde{X} 之隸屬函數.....	19



第1章 緒論

1.1 研究問題背景

本文處理之人員排班問題包含人員有多重技能及工作輪調，問題背景來自台灣南部某百貨公司客服部，服務人員分為正職與兼職兩種，正職人員($w_1 - w_8$)屬公司之編制人員，兼職人員($w_9 - w_{12}$)屬短期雇用人員，客服中心主要提供顧客和來賓相關的設施與機能，而根據服務類型之不同，客服中心共設置 5 個服務站($s_1 - s_5$)，表 1-1 為個案公司所設置之 5 個服務站類別及職責。服務人員具有多重技能，意即每個服務員都可以在 $s_1 - s_5$ 站執勤，但是服務員的品質與效率會因個人技能、知識、經驗和訓練程度而有所不同，因此所有服務人員($w_1 - w_{12}$)不一定有相同能力在每一站執勤。

個案公司每日營業時間 12 小時 (10:00~22:00)，對出勤之服務員而言，10:00~16:00 為第 1 個班次，16:00~22:00 為第 2 個班次，每班次為 6 小時，每個服務站在營業時間中視需要安排 1 至 2 位服務員為顧客提供服務，需求人數乃依據促銷、週年慶、節慶及商圈活動等需求因素而決定，因此不同週次或不同日期之需求人數並不相同。

為了加強員工的個人能力、知識與多重技能，公司會定期安排訓練或講習課

表 1-1 各類服務站及職責

服務站 (名稱)	工作內容
s_1 (貴賓廳)	VIP 專屬服務 (含提供下午茶服務)
s_2 (服務台)	外幣及零錢兌換、賣場指引、嬰兒車出借、尋人、特約計程車叫車及相關服務
s_3 (賣場巡檢)	陪同值日店長巡視賣場並作成記錄
s_4 (顧客服務中心)	來賓接待及引導、專櫃及賣場促銷活動之協助
s_5 (卡務中心)	會員卡申辦及權益諮詢、顧客抱怨及申訴事項之處理或轉達

程，而根據勞動基準法規定「勞工在同一雇主或事業單位，繼續工作滿一定期間者，每年應依規定給予特別休假」，因此員工對於工作時段之偏好是有所不同的，表 1-2 為某週(d_1-d_7)各服務站之需求人力，最後一列顯示服務員 5(w_5)與服務員 2(w_2)分別在第 3 日(d_3)和第 5 日(d_5)中需參與講習或訓練，而服務員 7(w_7)在第 3 日(d_3)中為特休者，根據表 1-2，可得知一週中各服務站與時段之需求人力，並依此發展員工未來一週之班表。其中某些服務站在某些班次需要 2 位服務員合作執勤（簡稱 2 人班次站），例如服務站 s_1 在第 1 日第 2 班次（以班次(d_1, t_2)表示）需要 2 位服務員執勤，因此(d_1, t_2, s_1)即為一個 2 人班次站。12 位服務員皆可被分配至 d_1 、 d_2 、 d_4 、 d_6 及 d_7 ，因為 w_5 與 w_2 在 d_3 和 d_5 中需參與講習或訓練，而 w_7 在 d_3 中為允許特休者， d_3 有 10 位服務員可供分配服務站(w_5 參與訓練， w_7 特休)， d_5 有 11 位服務員可供分配服務站(w_2 參與講習)。

在實務上個案公司排班所考慮之相關因素或限制是根據勞動基準法、工作屬性、企業特性與哲學等等。在本文中之班表須滿足下列限制與條件：

表 1-2 某週各服務站需求人力

服務站	班次	各日各班次所需執勤人數						
		d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7
s_1	t_1	1	1	1	1	1	1	1
	t_2	2	1	1	2	1	2	2
s_2	t_1	2	1	1	1	1	1	1
	t_2	2	1	1	1	1	2	2
s_3	t_1	1	1	1	1	1	1	1
	t_2	1	1	1	1	1	1	1
s_4	t_1	1	1	1	1	1	1	1
	t_2	2	1	1	1	1	1	2
s_5	t_1	2	1	1	1	1	1	2
	t_2	2	1	1	1	1	1	2
講習、培訓或特休人員			w_5 培訓、 w_7 特休		w_2 講習			

- (1) 正職服務員每週基本工時 42 小時，相當於一週 7 個班次，其班次包含參與講習日、訓練日或特休日。每日以 12 小時計算，相當於值班兩個班次。加班時數每週至多 12 小時或 2 個班次。
- (2) 兼職服務員每週至多工作 48 小時，相當於一週 8 個班次，正職服務員先排班，不足人力再由兼職服務員補足，若兼職人員參與講習或訓練不計入值班班次中。
- (3) 每位服務員在每個班次僅指派於一個合適之工作站(參與講習、訓練及特休者除外)。
- (4) 每位服務員在同一天可能排 1 個班次或 2 個班次，若同日出勤 2 個班次，則須在 2 個不同服務站執勤，亦即服務站輪調，減少服務員對工作的乏味及單調。
- (5) 每週每位服務員除了參與講習、訓練及特休外，至少要有兩天完整的全天休假。

1.2 研究目的

在我國經濟發展階段中，服務業已成為重要的產業。服務業重視對顧客的服務品質水準，因為這直接影響了顧客的滿意度及忠誠度，由於服務業具有「一群人服務另一群人」的特性，因此服務業者必須先做好內部的人力資源管理、整裝好自己的員工隊伍（即這一群人）後，才能對顧客（即另一群人）提供優質服務，俗諺「工欲善其事，必先利其器。」所以對高層管理者或決策者而言，除了持續安排服務員的在職訓練外，如何妥適地安排班表，讓服務員能適才適所發揮專長，在「員工樂意」的情況下去服務顧客，以期提供較佳的服務品質，達到「顧客滿意」的目標，就成為重要的課題。

中大型服務業（例如百貨公司、大賣場、大飯店、高級牛排館等）都設置相關服務設施或機能以提供顧客所需服務，例如百貨公司設置貴賓廳、服務台、賣

場巡檢、顧客服務中心及卡務中心等服務點（或服務機能）；高級牛排館設置電話接聽、顧客入座引導、點餐、送餐、桌邊服務、餐桌整理、櫃檯結帳、食材收發（入出庫）等服務專人。在關係行銷及顧客關係管理之導向下，設置用以提供服務之設施或機能（以下簡稱服務站，屬於 job 角色）類別會視需要而檢討調整，而為了因應各項新興或轉型之服務內容及技能需求，管理部門則持續排定服務作業人員參加各種訓練或講習課程。各類服務站必須適當安排服務作業人員（以下簡稱服務員，屬於 worker 角色）以執行對顧客之服務，而排班功能則是確定每位服務員之執勤班次及執勤之服務站，就其核心而言，屬於服務員與服務站之安置問題，主要產出結果為執勤班表。

本文之問題類型來自台灣南部某百貨公司客服部，個案公司現狀採用人工排班作業，依循慣例，先由資深服務員選擇喜好執勤的服務站及班次，其次再依資淺服務員、新進服務員之順序安排剩餘之服務站及班次。此種年資導向之排班作業，會產生明顯的負面效應，亦即資淺服務員受到不公平對待，難免導致工作情緒低落、連帶造成工作效率不佳，影響整體公司的服務品質。此外，更重要的問題是，現行排班方式有三個缺點，包括(1)未考慮服務員與服務站之適合度(suitability)、(2)未考慮服務員彼此間之共事度(compatibility)及(3)未通盤公允地考慮所有服務員對各班次之出勤喜好度(fondness)。

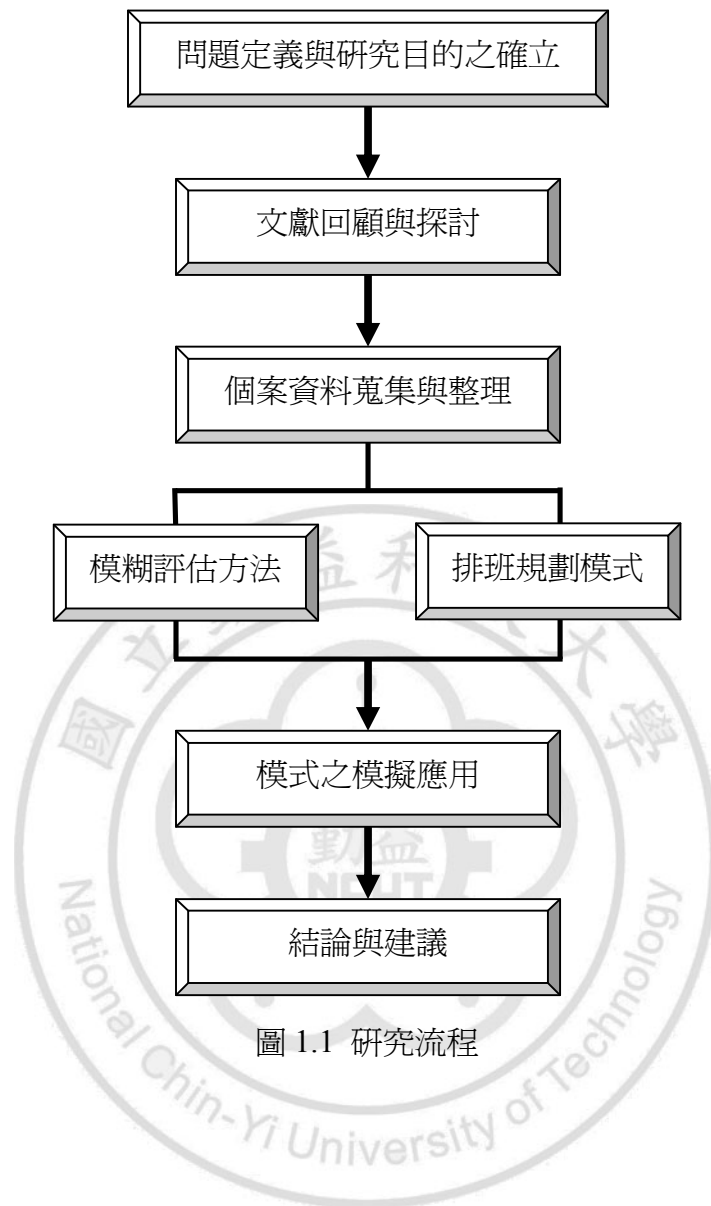
本文研擬有效的服務員排班模式，針對未來某週，在每日可排班人數及服務站需求人數二者皆為變動的情形下安排執勤班表，有系統地將可出勤之服務員配置於所需之服務站，以克服現行排班作業之三項缺失。排班結果將明確顯示所有人員每日之出勤或休假狀況，對出勤人員而言，則確定其執勤班次及各班次之工作崗位。排班目標在尋求整體效益（包括人與事間之適合度、人與人間之共事度及人對執勤班次之喜好度）最高之執勤班表，達成「正確且有效率的配對」策略，以提升服務員工作氛圍及士氣。

1.3 研究方法與流程

本文針對個案公司排班問題之特性和管理需求擬定有效之排班方法，採用目

標規劃模式及 LINGO 軟體求解排班問題，其研究流程如圖 1.1 所示，具體之研究內容如下所述：

- (1) 問題定義與研究目的之確立：於第一章緒論中闡述個案問題背景與確立研究目的。
- (2) 文獻回顧與探討：於第二章文獻探討中回顧人員排班問題之文獻，並以模糊理論為基礎解決個案公司之人員排班問題。
- (3) 個案資料蒐集與整理：蒐集所需之排班資料並分類整理，以便第四章釋例之模式模擬應用。
- (4) 模糊評估方法：於第三章排班規劃中應用模糊評估方法評估服務員與服務站之適合度、服務員與服務員之共事度及服務員對各班次執勤之喜好度。
- (5) 排班規劃模式：排班模式為目標規劃模式，為提高求解效率，乃建構線性模式，於第三章中詳細說明。
- (6) 模式之模擬應用：第四章釋例中，將先前整理之個案資料模擬應用至排班規劃模式中，並討論其結果與效益。
- (7) 結論與建議：於第五章提出研究結果與發現，並針對模式之應用及發展提出建議。



第2章 文獻探討

2.1 人員排班問題

排班模式或人員排班問題隨著企業全球化且提供更多的面向服務下，已經變得越來越重要。一般排班問題大多關注如何建立人員上班與休假的時間表，排班作業會受限於一些規範、工作特性及人員特質。本研究個案來自台灣南部某百貨公司之客服中心，排班問題較為複雜，是在考慮的時間範圍內（例如 1 周）安排多個服務員在多個服務站的執勤，產出之班表包含了出勤及休息時段安排，以及出勤時段的服務站分配。

2.1.1 排班問題之處理

排班結果通常是依一套日常的工作任務要求來建構，以滿足勞動力的需求，Ernst 等(2004)提出對工作調度和排班的看法，他們指出，由於工作環境和條件不斷變化，排班算法在未來會更普遍被需要。由於在實踐上每個個案或公司都有其自身的業務特點和必須面對及待解決的問題，因此應該根據個案需求制訂一個具體的排班方法，例如 Lezaun 等(2006)提出了四種類型的整數規劃模式來解決一個公共交通公司的排班問題，Chu(2007)曾處理在一個國際機場中的人員規劃問題，作者先依職責將所有人員做階層分類，再依照此階層分類做排班規劃。Topaloglu 及 Selim(2010)則應用模糊理論處理在醫院管理和護士喜好目標值間的不確定性。

早期研究假設每個人員只能執行一個任務類型（例如 Buffa 等，1976），然而，近期的研究通常假設每個人員能夠執行多種類型的任務，即人員的多重技能。這種多重技能屬性可以有效地分配勞動力，更可減少勞動成本，對企業有重要影響（Zulch 等，2004）。Corominas 等(2006)主張人員工作時間的靈活性(Oke, 2000)和工作的多元性將有助於產能更接近於需求。多人進行多種工作分配之類型分為

兩類，一類是每個人員可以執行任何類型的任務，這是完全多重技能，另一類則是每個人員可以執行某任務，但非全部。

在許多文獻中，通常假設所有人員執行同樣工作時，其素質或效率是相等的，例如，Bergman(1994)強調工作多元性對醫院工作人員是重要的，在該研究中，每個員工可以藉由個別的交叉訓練與經驗以執行某些工作，Campbell 及 Diaby(2002)進行了跨部門的任務分配及員工交叉培訓的研究，他們亦建議未來應考慮員工重新分配工作的問題（例如工作輪調）以建立班表，爾後，Tharmmaphornphilas 及 Norman(2004)討論工作輪換可以減少員工的疲勞和傷病的優勢。Corominas 等(2006)解決連鎖服飾零售之人員排班問題，有效地將完全工作多元化的員工分配至不同工作站。

2.1.2 分配之適當性

在實際應用上，不同類型的任務需要不同程度的相關技能和員工特點，例如注意力、反應力、溝通能力、負責程度和穩定度等。而每個員工的工作效率在每個任務中不一定相等，如同 Corominas 等(2006)建議的，未來的研究應該放寬每個員工可以用同等效率執行工作的假設，因此，應該對每個員工執行每個工作的適用性進行評估。關於需要兩個或兩個員工以上合力工作時，應該考慮員工之間的關係或共事性（Nussbaum 等，1999），再作出適當的工作分配。

關於員工和工作及員工和員工之間關係的評價，可引用工作安置與人員甄選之方法。在工作安置的問題中，往往是根據多個準則和不確定及不精確的數據來決策，模糊方法在這方面已有傑出的應用結果。例如 Liang 及 Wang(1994)發展出一種模糊演算法，是相結合測驗導向的客觀評估和面試為導向的主觀評估來獲得候選人的最終排名值。三角模糊數(triangular fuzzy number, TFN)被用來量化主觀評分和準則比重的語意評價，最後依據推算之模糊數值排定成績順序。Yaakob 及 Kawata

(1999)同樣運用模糊方法處理人員安置問題，並將人員間的相處關係納入考慮因素中，de Korvin 等(2002)考慮人員技能與工作站需求之配合程度，他們發展出一個模糊架構，將人員的技能是否與工作站所需之技能相容作衡量。

Eiselt 及 Marianov(2008)考慮在分配問題上常出現的錯誤，他們提出了技能間距的概念，將員工的技能做等級分類，而各工作站都有技能等級的要求，在確定可行後進行人員與工作站分配，此分配結果可有效減少人員技能與工作需求的差距。Rothstein 及 Goffin(2006)指出適度的納入品格指標可以增進甄選決策的品質。後續，Dursun 及 Karsak(2010)認為工作安置時考慮的人格特質（如創造力、組織能力和領導能力等）是模糊且不精確的，因此，他們提出一個模糊多準則決策方法，同時利用語意和數值尺度進行評價。

2.1.3 決策工具

Ernst 等(2004)認為在很多組織中，參與發展排班模式的人員需要決策支援工具，來幫助他們決定適合的人在適合的時間上班達到成本效益，也同時實現員工對工作有較高水準的滿意度。Topaloglu 及 Selim(2010)指出一份高品質的班表可以產生更高的滿意度與工作效率。在經營管理的研究領域中認為人與事間之適合度、人與人間之共事度及人對執勤班次之喜好度會影響工作滿意度。因此人員排班的管理目標應朝向改進這三項缺失，而改善管理目標的實現如下所述。

不同工作站需要不同程度的相關技能與特質，如注意力、反應力、溝通能力、負責程度與穩定度等。事實上各服務員對於各服務站的服務效率和品質是不同的，若出現不適合的人與站分配，可能會產生不好的影響，如工作效率低或缺乏工作滿意度（Eiselt 及 Marianov，2008），因此應該衡量每位服務員對服務站之適合度評價。

在 Nussbaum 等(1999)的研究中，共事度被納入團隊工作的基礎能力與工作態

度評價中，de Korvin 等(2002)說明了團隊之間是需要隊員相互忠誠的，這也是專案成功與能有效地利用人力資源的關鍵。因此，有必要設計一個有效的工具來分配合適的人員在同一團隊中，以減少潛在的不合作或衝突。

Lezaun 等(2006)表示，固定班表工作通常是不舒服且妨礙發展的，在某些組織間班表是造成員工對工作不滿與抱怨的原因之一。Ernst 等(2004)認為現代職場變得更加複雜，企業協議對象更注重對個人，而不是一個群體或團隊，因此執勤人員的班表可能也需要解決方案，以滿足個人喜好。因此需精心建構每個人的工作執勤表，需依個別員工對不同班次喜好度來發展班表。

2.2 模糊理論

模糊集合理論(fuzzy set theory)自1965年由Zadeh教授提出以來，已被廣泛使用於各領域中，包含工業設計、醫療診斷、決策支援及自動控制系統等。許多書籍詳加敘述了模糊理論與其應用，為了敘述之完整，本節引用李允中、王小璠及蘇木春於2003年所著之「模糊理論及其應用」，以及孫宗瀛及楊英魁於2005年所著之「Fuzzy控制理論、實務與應用」內之相關論述，做為本研究模糊評價技術之理論基礎。下文所述有些部份摘錄自此二專書之相關論述。

由於人類的溝通與知識傳達多數用語言來表達，而語言中普遍存在著一種模糊性，特別是因人而異所產生的主觀性也不盡相同。例如，每個人對於溫度的感受程度不太相同，也許某甲認為攝氏23度就是「冷」，但是對於某乙來說攝氏19度才是「冷」的感受，諸如此類之狀況普遍的存在於現實生活中。

模糊理論是以模糊集合為基礎，其基本精神是接受模糊性現象存在的事實，而以處理概念模糊不確定的事物為其研究目標，並積極的將其嚴密的量化成電腦可以處理的訊息。Zadeh (1965) 強調人類的思維、推理以及對週遭事物的認知，其

概念都是相當模糊的，因此許多傳統與非常精確數量方法，已經不能完全解決以人為中心的問題以及較為複雜問題，必須以模糊數學分析法，取代傳統的數量方法來處理模糊的問題。模糊理論的應用較偏重於人類的經驗及對問題特性的掌握程度。

模糊理論把傳統數學的二元邏輯(binary logic)擴展到連續多值(continuous multi-value)，利用隸屬函數(membership function)描述一個概念的特質，亦即使用0和1之間的數值來表示一個元數屬於某一概念的程度，這個值稱為元素對集合的隸屬度(membership grade)。當隸屬度為1時，表示該元素百分之百屬於這個概念；當隸屬度為0時，則表示該元素完全不屬於這個概念，而至少有一元素之隸屬程度為1之模糊集合，可被稱為正規模糊集合(normalized fuzzy set)。

2.2.1 模糊數

所謂的模糊數(fuzzy number)就是實數論域之下具備某些特性的模糊集合，Dubois 及 Prade(1978)認為模糊數必須滿足以下條件：

若模糊數 \tilde{A} 為一模糊集合，其隸屬函數為 $\mu_{\tilde{A}} : R \rightarrow [0,1]$ 。

則 $\mu_{\tilde{A}}(x)$ 為正規化模糊子集(normality of a fuzzy subset)；

$\mu_{\tilde{A}}(x)$ 為一凸模糊子集(convex fuzzy subset)；

$\mu_{\tilde{A}}(x)$ 為區段連續(piecewise continuous)；

模糊數的隸屬函數可以離散方式或連續函數方法表現，常見的連續函數包含正規分佈型(normal distribution)模糊數、指數型(exponent)模糊數及三角型(triangular)模糊數三種，本文採用常見的三角模糊數作為資料處理方法之一。

2.2.2 三角模糊數

假設 $\tilde{A} = (a, b, c)$ 表示三角模糊數，其中 $a \leq b \leq c$ ，如圖2.1所示，參數 b 具有最大隸屬度，即 $\mu_{\tilde{A}}(b) = 1$ ， a 與 c 分別表示評估資料的可能下界與上界， a 與 c 即反映了資料的模糊性。而 \tilde{A} 的隸屬函數定義如下：

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & \text{其他狀況} \end{cases}$$

三角模糊數的運算是以擴張原理(extension principle)為基礎延伸出來的應用。假設有兩個三角模糊數，分別為 $W_1 = (d_1, e_1, f_1)$ 與 $W_2 = (d_2, e_2, f_2)$ ，其基本代數運算如下：

(1) 三角模糊數的加法(\oplus)

$$W_1 \oplus W_2 = (d_1 + d_2, e_1 + e_2, f_1 + f_2)$$

(2) 三角模糊數的減法(\ominus)

$$W_1 \ominus W_2 = (d_1 - f_2, e_1 - e_2, f_1 - d_2)$$

(3) 三角模糊數的乘法(\otimes)

$$W_1 \otimes W_2 \cong (d_1 \times d_2, e_1 \times e_2, f_1 \times f_2)$$

(4) 三角模糊數的除法($/$)

$$W_1 / W_2 \cong (d_1 / f_2, e_1 / e_2, f_1 / d_2)$$

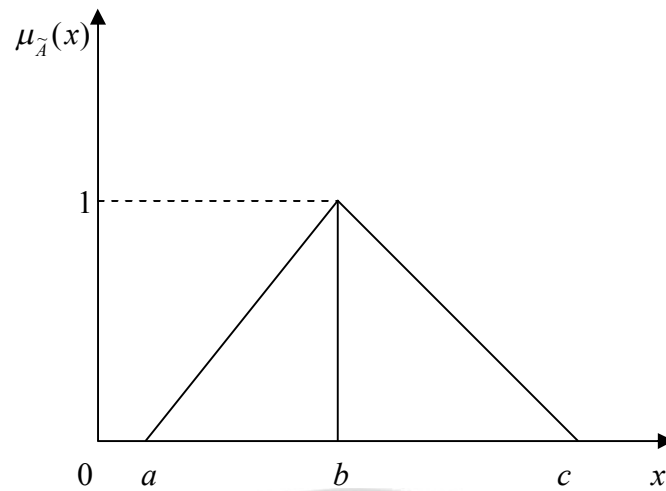


圖 2.1 三角模糊數

2.2.3 語意模糊變數

所謂「語意變數」係指以自然語言中之語詞為值的變數，而非以數為值的變數。舉例來說，可利用「極差」，「差」，「普通」，「好」及「極好」來表達評估者的程度感受，傳統上大多將語意變數轉換成等距數字進行統計分析，如李克特五點量表將上述之語意變數依序轉換為「1」，「2」，「3」，「4」及「5」來進行統計分析。如前文所述，Zadeh (1965) 認為人類的思維以及對週遭事物的認知與表達，其概念都是相當模糊的，某甲也許認為「極好」為 10 分、「好」為 6 分；某乙也許認為「極好」為 8 分、「好」為 5 分；某丙也許認為「極好」為 5 分、「好」為 3 分，以上三者表達之程度間皆為不等距之數字，因此依據模糊理論之概念，語意變數不應以一個明確的數字來表示，而是以區間數值的模糊數來表示較為恰當，若以三角模糊數之概念表達上述之語意模糊變數之隸屬函數如圖 2.2 所示。

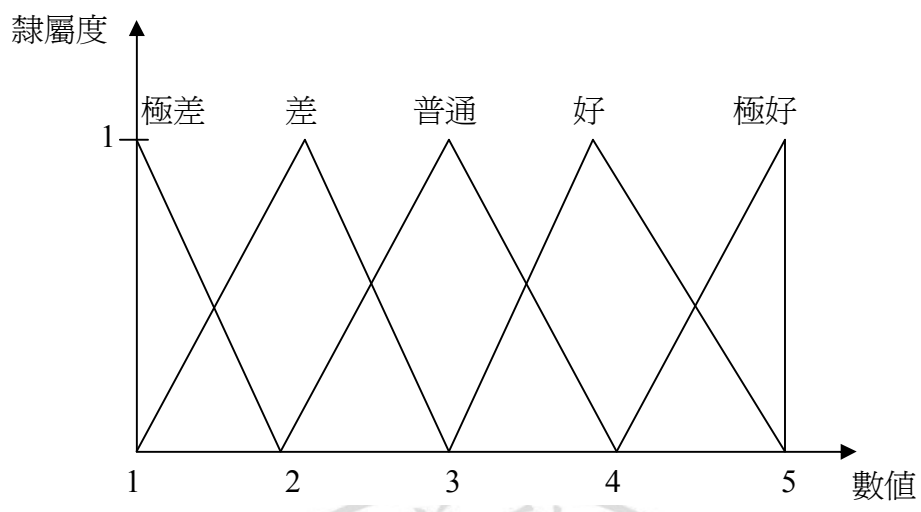


圖 2.2 語意模糊變數之隸屬函數



第3章 排班模式

3.1 模糊評估方法

爲了避免現行以年資導向排班方法的缺失，必須構建公平和個人化的工作班表。對內部而言，可提高人員對工作的滿意度，對外提升服務品質和效率，本文針對個案公司排班問題之特性和管理需求擬定有效之處理方法，以解決適合度、共事度與喜好度之評估，爲便於符號參照，所使用之符號彙整於表 3-1。圖 3.1 爲排班模式之執行架構，共分爲三個階段。

表 3-1 符號參照

指標和參數

w_i 及 w_j ：服務員 i 及 $j, i, j=1, \dots, N$ 。

W_R ：正職服務員之集合。

W_C ：兼職服務員之集合。

s_k ：服務站 $k, k=1, \dots, K$ 。

d_ℓ ：日期 $\ell, \ell=1, \dots, L$ 。

t_f ：班次 $f, f=1, \dots, F$ 。

t_R^U 及 t_R^L ：班表規劃期間內，正職服務員應執勤班數之上限及下限。

t_C^U ：班表規劃期間內，兼職服務員應執勤班數之上限。

D_m ：評估 w_i 與 s_k 適合度之專業人員 $m, m=1, \dots, M$ 。

$\lambda_{(q)}$ ：評估 w_i 與 s_k 之適合度時，準則 r_q 之重要性（權重值）， $q=1, \dots, Q$ 。

$\tilde{\pi}_{ik(q)}^m$ ： D_m 在準則 r_q 下對 w_i 與 s_k 適合度評價之三角模糊數。

$U_T(B)$ ：語意變數 B 所對應三角模糊數之效用值(total utility)。

（下頁繼續）

表 3-1 (繼續)

\tilde{Y}_{ik} : 經過各準則之重要性加權後, w_i 與 s_k 適合度之整合三角模糊數。

$U_S(\tilde{Y}_{ik}, B)$: \tilde{Y}_{ik} 與語意變數 B 之效用相似度(utility similarity), 令 $y_{ik} = U_S(\tilde{Y}_{ik}, VG)$ 。

Ω : 依據適合度評估結果, 篩選出達門檻以上之 w_i 與 s_k 的可行組合之集合。

$\omega_{(v)}^i$: w_i 在評估與其他服務員之共事度時, 認為準則 c_v 之重要性(權重值), $v=1, \dots, V$ 。

$\tilde{\rho}_{j(v)}^i$: w_i 在準則 c_v 下對 w_j 之共事度評價的三角模糊數。

\tilde{E}_j^i : 經過各準則之重要性加權後, w_i 對 w_j 共事度評價之整合三角模糊數。

$U_S(\tilde{E}_j^i, B)$: \tilde{E}_j^i 與語意變數 B 之效用相似度, 令 $e_j^i = U_S(\tilde{E}_j^i, VG)$ 。

e_{ij} : w_i 與 w_j 相互評估共事度後, 所得之效用相似度雙向評價值, 令 $e_{ij} = e_j^i + e_i^j$ 。

Π : 依據共事度評估結果, 篩選出達門檻以上之 w_i 與 w_j 的可行組合之集合。

$\tilde{P}_{\ell f}^i$: w_i 對班次 (d_ℓ, t_f) 執勤之喜好度評價的三角模糊數。

$U_S(\tilde{P}_{\ell f}^i, VG)$: $\tilde{P}_{\ell f}^i$ 與極佳 (VG) 之效用相似度, 令 $p_{\ell f}^i = U_S(\tilde{P}_{\ell f}^i, VG)$ 。

Ψ_i : 依據喜好度評估結果, 篩選出達門檻以上之 w_i 、 d_ℓ 與 t_f 的可行組合之集合。

\hat{W} : 班表規劃期間內, 有排定受訓、講習或特休之正職服務員的集合。

\hat{D}_i : 班表規劃期間內, 正職人員 (w_i) 已排定之受訓、講習或特休等日期之集合。

$\hat{\theta}_i$: 正職人員 (w_i) 已排定受訓、講習或特休之合計日數。

$\hat{\theta}_{i\ell}$: w_i 在 d_ℓ 是否排定受訓、講習或特休之指標, $\hat{\theta}_{i\ell}=1$ 表示有, $\hat{\theta}_{i\ell}=0$ 表示無。

$\eta_{\ell fk}$: s_k 於班次 (d_ℓ, t_f) 所需執勤人數。

Φ : 需 2 人共同執勤之 2 人班次站 (d_ℓ, t_f, s_k) 的集合。

決策變數

$\theta_{i\ell fk}$: w_i 是否於班次 (d_ℓ, t_f) 在 s_k 執勤之指標, $\theta_{i\ell fk}=1$ 表示有, $\theta_{i\ell fk}=0$ 表示無。

第一階段先對三項目標進行相關的能力與特性說明, 再個別進行服務員與服務站間適合度之模糊多準則評價、服務員與服務員間共事度之模糊多準則評價及

服務員對各班次執勤喜好度之模糊評價。 (w_i, s_k) 表示 w_i 與 s_k 之組合， (w_i, w_j) 表示 w_i 和 w_j 共事組合， (d_ℓ, t_f) 表示 d_ℓ 之 t_f 組合， (w_i, d_ℓ, t_f) 表示 w_i 安排於 d_ℓ 之 t_f 出勤之組合。

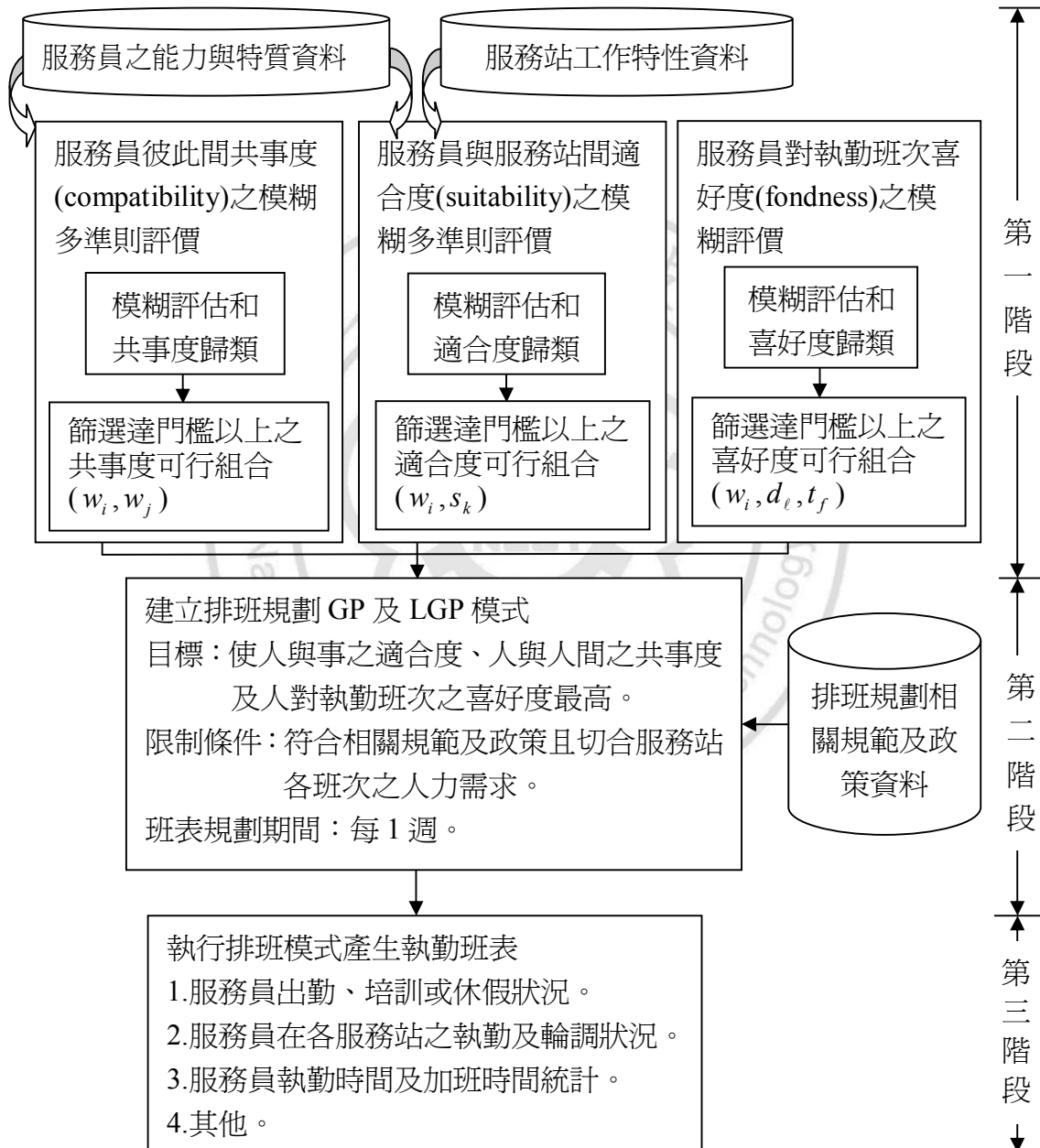


圖 3.1 排班模式執行架構

表 3-2 語意變數及模糊數值

語意變數 (B)	TFN	$U_T(B)$
極佳 (very good, VG)	(20, 21, 22)	0.935
佳 (good, G)	(18, 19, 20)	0.848
微佳 (medium good, MG)	(13, 16, 18)	0.695
普通 (fair, Fr)	(9, 11, 13)	0.5
微差 (medium poor, MP)	(4, 6, 9)	0.305
差 (poor, P)	(2, 3, 4)	0.152
極差 (very poor, VP)	(0, 1, 2)	0.065

第二階段即是建立目標規劃(goal programming, GP)及線性目標規劃(linear goal programming, LGP)模式來產生班表，此模式必須能夠符合管理需求與限制規範，產生最佳化的班表，第三階段為執行上述模式，產生未來一週執勤班表，包含服務人員出勤、參與訓練或休假，以及服務員在各服務站之執勤與輪調狀況等。

本文將 Yaakob 及 Kawata(1999)所採用之 5 語意變數等級修改為 7 等級後應用於模糊評價中，7 語意變數等級衡量架構如表 3-2 所示。在模糊評價和分類的程序中之 (w_i, s_k) 的適合度、 (w_i, w_j) 的共事度及 (w_i, d_t, t_f) 的喜好度是以語意變數進行衡量，再根據表 3-2 將語意變數量化為 TFN，以達方便應用之益處(Liang 及 Wang, 1994)。

表 3-2 中之第三欄顯示了語意變數之總效用值(total utility)，其計算方式來自於 Chen(1985)，在該文中，TFN 之效用值是應用最小化集合與最大化集合以進行 TFN 的排序。在本文中， $U_T(B)$ 的值是用來分析和 TFN 相近的效用值， $U_T(B)$ 的計算程序如下：

根據表 3-2 的模糊數，最小值為 $x_{\min} = 0$ ，最大值為 $x_{\max} = 22$ ，最小值的集合為 $\tilde{H} = (x_{\min}, x_{\min}, x_{\max}) = (0, 0, 22)$ ，最大值的集合為 $\tilde{R} = (x_{\min}, x_{\max}, x_{\max}) = (0, 22, 22)$ ，若有一個 TFN 為 $\tilde{X} = (x_a, x_b, x_c)$ ，則 \tilde{H} 、 \tilde{R} 及 \tilde{X} 的隸屬函數如圖 3.2 所示，則 \tilde{X} 之

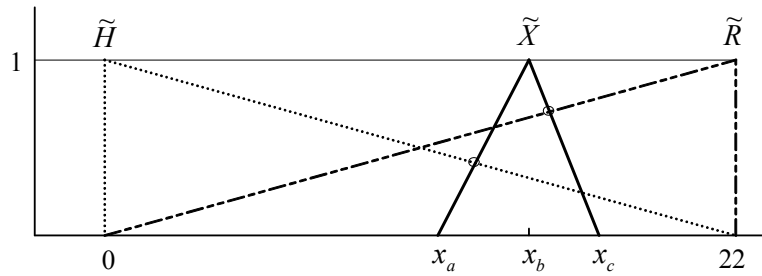


圖 3.2 \tilde{H} 、 \tilde{R} 及 \tilde{X} 之隸屬函數

左端效用值 $U_H(\tilde{X})$ 和右端效用值 $U_R(\tilde{X})$ ，分別計算如下：

$$U_H(\tilde{X}) = \frac{x_{\max} - x_a}{(x_{\max} - x_{\min}) + (x_b - x_a)} \quad (1)$$

$$U_R(\tilde{X}) = \frac{x_c - x_{\min}}{(x_{\max} - x_{\min}) - (x_b - x_c)} \quad (2)$$

而 \tilde{X} 的總效用值 $U_T(\tilde{X})$ 計算如下：

$$U_T(\tilde{X}) = [U_R(\tilde{X}) + 1 - U_H(\tilde{X})] / 2 \quad (3)$$

以表 3-2 中語意變數 G 之 TFN (18, 19, 20) 為例，左端效用值與右端效用值應用公式(1)和公式(2)計算如下：

$$U_H(G) = \frac{22 - 18}{(22 - 0) + (19 - 18)} = 0.174$$

$$U_R(G) = \frac{20 - 0}{(22 - 0) - (19 - 20)} = 0.870$$

語意變數 G 之總效用值應用公式(3)計算如下：

$$U_T(G) = (0.870 + 1 - 0.174) / 2 = 0.848$$

3.1.1 服務員與服務站間適合度評估

(w_i, s_k) 之適合度決策組合計算步驟如下：

步驟 1：由 M 位專業人員組成評估小組， $D_m, m=1, \dots, M$ ，決定採用 Q 個評估準則 $(r_1 - r_Q)$ 來評估服務員與服務站間之適合度。

步驟 2：採用 Saaty(1980) 學者所發展之 1-9 尺度進行 Q 個評估準則之重要性配對

比較，由 M 位評估人員所賦予之比較尺度後，再採取 Dyer 及 Forman(1992)發展之幾何平均值進行計算，產生準則 r_q 之權重值 $\lambda_{(q)}$ ， $q=1, \dots, Q$ 。

步驟 3：應用表 3-2 之架構，由 M 位評估人員在各準則下，針對每位服務員與每個服務站之適合度進行評估。令評估人員 D_m 在準則 r_q 下，評估服務員 w_i 與服務站 s_k 適合度之 TFN 為 $\tilde{\pi}_{ik(q)}^m = (\pi_{ik(q)a}^m, \pi_{ik(q)b}^m, \pi_{ik(q)c}^m)$ ，則整合 M 位評估人員之意見後，在準則 r_q 下服務員 w_i 與服務站 s_k 適合度之 TFN 為：

$$\tilde{\pi}_{ik(q)} = \left(\sum_{m=1}^M \pi_{ik(q)a}^m / M, \sum_{m=1}^M \pi_{ik(q)b}^m / M, \sum_{m=1}^M \pi_{ik(q)c}^m / M \right) \quad (4)$$

應用各準則之權重值 $\lambda_{(q)}$ 加權後，可獲得 w_i 與 s_k 適合度之加權 TFN：

$$\tilde{Y}_{ik} = (\lambda_{(1)} \otimes \tilde{\pi}_{ik(1)}) \oplus (\lambda_{(2)} \otimes \tilde{\pi}_{ik(2)}) \oplus \dots \oplus (\lambda_{(Q)} \otimes \tilde{\pi}_{ik(Q)}) \quad (5)$$

步驟 4：應用 Hsieh 及 Chen(1999)提出之相似效用演算方法(utility similarity method)，計算 \tilde{Y}_{ik} 與語意變數 B 之相似效用值(utility similarity) $U_S(\tilde{Y}_{ik}, B)$ ，其計算如下：

$$U_S(\tilde{Y}_{ik}, B) = \frac{U_T(\tilde{Y}_{ik}) \times U_T(B)}{\max\{U_T(\tilde{Y}_{ik}) \times U_T(\tilde{Y}_{ik}), U_T(B) \times U_T(B)\}} = \frac{\min\{U_T(\tilde{Y}_{ik}), U_T(B)\}}{\max\{U_T(\tilde{Y}_{ik}), U_T(B)\}} \quad (6)$$

步驟 5：依據上述計算結果，選擇 $U_S(\tilde{Y}_{ik}, B)$ 中之最大值，將 w_i 與 s_k 適合度歸類至該語意變數等級，同時賦予 w_i 與 s_k 適合度之衡量指標為 $y_{ik} = U_S(\tilde{Y}_{ik}, VG)$ ， y_{ik} 在理想狀態下最大值為 1。

步驟 6：依據適合度評估結果，篩選出達門檻以上之 w_i 與 s_k 的可行組合，將這些可行組合放入集合 Ω 內，集合內之組合即適合安排之服務員與服務站。

3.1.2 服務員與服務員間共事度評估

(w_i, w_j) 的共事度是 w_i 和 w_j 的雙向評價組合而成。

步驟 7：每位服務員（以 w_i 表示）選定 V 個評估準則($c_1 - c_V$)來衡量彼此間的共

事度， w_i 同樣應用 Saaty(1980)所發展之 1-9 尺度進行配對比較，產生準則 c_v 之權重值 $\varpi_{(v)}^i, v=1, \dots, V$ 。

步驟 8：應用表 3-2 之架構，在每個 c_v 準則下， w_i 評估其與其他服務員 $w_j, j=1, \dots, N, j \neq i$ 之共事度。令 w_i 在準則 c_v 下對 w_j 之共事度評價的三角模糊數為 $\tilde{\rho}_{j(v)}^i = (\rho_{j(v)a}^i, \rho_{j(v)b}^i, \rho_{j(v)c}^i)$ ，則應用各準則之權重值 $\varpi_{(v)}^i$ 加權後，可獲得 w_i 對 w_j 共事度評價之加權 TFN：

$$\tilde{E}_j^i = (\varpi_{(1)}^i \otimes \tilde{\rho}_{j(1)}^i) \oplus (\varpi_{(2)}^i \otimes \tilde{\rho}_{j(2)}^i) \oplus \dots \oplus (\varpi_{(V)}^i \otimes \tilde{\rho}_{j(V)}^i) \quad (7)$$

步驟 9：同樣計算 \tilde{E}_j^i 與語意變數等級 B 之相似效用值 $U_S(\tilde{E}_j^i, B)$ ：

$$U_S(\tilde{E}_j^i, B) = \frac{\min\{U_T(\tilde{E}_j^i), U_T(B)\}}{\max\{U_T(\tilde{E}_j^i), U_T(B)\}} \quad (8)$$

步驟 10：將 w_i 對 w_j 之共事度評價進行語意變數等級歸類，依據上述計算結果，選擇 $U_S(\tilde{E}_j^i, B)$ 中之最大值，將 w_i 與 w_j 之共事度歸類至該語意變數等級，並同時賦予 w_i 對 w_j 共事度之衡量指標為 $e_j^i = U_S(\tilde{E}_j^i, VG)$ ，以此衡量 w_i 對 w_j 共事時之滿意程度， e_j^i 在理想狀態下最大值為 1。

步驟 11：由於共事度是雙向評價的結果， w_i 對 w_j 之評價 e_j^i 在理想狀態下最大值為 1，而 w_j 對 w_i 之評價 e_i^j 在理想狀態下最大值亦為 1，因此 (w_i, w_j) 之共事度評估 $e_{ij} (= e_j^i + e_i^j)$ 最大值為 2。

步驟 12：依據雙向共事度評估結果，達門檻以上之 w_i 與 w_j 之可行組合放入集合 Π 內，此集合內之組合可被分配至需要兩人執勤之服務站。

3.1.3 服務員對各班次執勤喜好度評估

w_i 對 (d_ℓ, t_f) 之執勤喜好度評估依據下列步驟進行：

步驟 13：服務員依據設定之填註規範，表達對某班次執勤之喜好度。

步驟 14：每位服務員在已排定之受訓、講習或特休日期外，對每個班次填註 VG

至 VP 之某個語意變數等級，以表達其執勤喜好度。依據表 3-2 將 w_i 對班次 (d_ℓ, t_f) 執勤喜好度之語意評價量化為 TFN 值 $\tilde{P}_{i\ell f}^i$ 。再計算 $\tilde{P}_{i\ell f}^i$ 與 VG 之相似效用值 $U_S(\tilde{P}_{i\ell f}^i, VG)$ ，賦予 w_i 對班次 (d_ℓ, t_f) 執勤喜好度之衡量指標為 $p_{i\ell f} = U_S(\tilde{P}_{i\ell f}^i, VG)$ ，以表達 (w_i, d_ℓ, t_f) 之喜好度評價， $p_{i\ell f}$ 在理想狀態下最大值為 1。

步驟 15：依據喜好度評估結果，篩選出達門檻以上之 w_i 與班次的可行組合，將這些可行組合放入集合 Ψ_i 內，採用集合內之組合排定服務員執勤班次可使員工較為愉悅。

3.2 目標規劃模式

本文建立之 GP 排班模式如下：

$$\text{Min } \alpha G_s + \beta G_c + \gamma G_p \quad (\text{m0})$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^N \sum_{\ell=1}^L \sum_{f=1}^F \sum_{k=1}^K y_{ik} \theta_{i\ell fk} + G_s = \sum_{i=1}^N \sum_{\ell=1}^L \sum_{f=1}^F \sum_{k=1}^K \theta_{i\ell fk} \quad (\text{m1})$$

$$\sum_{(d_\ell, t_f, s_k) \in \Phi} \sum_{(w_i, w_j) \in \Pi} e_{ij} \cdot \theta_{i\ell fk} \cdot \theta_{j\ell fk} + G_c = \sum_{(d_\ell, t_f, s_k) \in \Phi} \sum_{(w_i, w_j) \in \Pi} 2 \cdot \theta_{i\ell fk} \cdot \theta_{j\ell fk} \quad (\text{m2})$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{\ell=1}^L \sum_{f=1}^F p_{i\ell f} \cdot \left(\sum_{k=1}^K \theta_{i\ell fk} \right) + G_p = \sum_{i=1}^N \sum_{\ell=1}^L \sum_{f=1}^F \sum_{k=1}^K \theta_{i\ell fk} \quad (\text{m3})$$

$$\sum_{\ell=1}^L \sum_{f=1}^F \theta_{i\ell fk} = 0, \quad (w_i, s_k) \notin \Omega \quad (\text{m4})$$

$$\sum_{k=1}^K \theta_{i\ell fk} = 0, \quad (w_i, d_\ell, t_f) \notin \Psi_i \quad (\text{m5})$$

$$F \hat{\theta}_{i\ell} + \sum_{f=1}^F \sum_{k=1}^K \theta_{i\ell fk} \leq F, \quad \forall i, \ell \quad (\text{m6})$$

$$\hat{\theta}_i = \sum_{d_\ell \in \hat{D}_i} \hat{\theta}_{i\ell}, \quad w_i \in \hat{W} \quad (\text{m7})$$

$$\hat{\theta}_i = 0, w_i \notin \hat{W} \quad (\text{m8})$$

$$t_R^L \leq \sum_{\ell=1}^L \sum_{f=1}^F \sum_{k=1}^K \theta_{i\ell fk} + F\hat{\theta}_i \leq t_R^U, w_i \in W_R \quad (\text{m9})$$

$$\sum_{\ell=1}^L \sum_{f=1}^F \sum_{k=1}^K \theta_{i\ell fk} \leq t_C^U, w_i \in W_C \quad (\text{m10})$$

$$\sum_{i=1}^N \theta_{i\ell fk} = \eta_{\ell fk}, \forall \ell, f, k \quad (\text{m11})$$

$$\sum_{k=1}^K \theta_{i\ell fk} \leq 1, \forall i, \ell, f \quad (\text{m12})$$

$$\theta_{i\ell fk} + \theta_{j\ell fk} \leq 1, (d_\ell, t_f, s_k) \in \Phi, (w_i, w_j) \notin \Pi \quad (\text{m13})$$

$$\sum_{f=1}^F \theta_{i\ell fk} \leq 1, \forall i, \ell, k \quad (\text{m14})$$

$$\sum_{\ell=1}^L [(1 - \sum_{k=1}^K \theta_{i\ell 1k}) \cdot (1 - \sum_{k=1}^K \theta_{i\ell 2k}) \cdot \dots \cdot (1 - \sum_{k=1}^K \theta_{i\ell Fk})] \geq \hat{\pi} + \hat{\theta}_i, \forall i \quad (\text{m15})$$

$$\theta_{i\ell fk} \in \{0, 1\}, \forall i, \ell, f, k \quad (\text{m16})$$

茲說明模式中各式之意義，(m0)式為三項目標（適合度、共事度及喜好度）之加權值，其權重值分別為 α 、 β 及 γ ；(m1)式在衡量適合度實際值與理想值之差距，由於每位服務員(w_i)與每個服務站(s_k)間之適合度理想值為1， G_s 乃用以衡量此一差距值；(m2)式在衡量共事度實際值與理想值之差距，由於2位服務員間共事度之理想值為2， G_c 乃用以衡量此一差距值；(m3)式在衡量執勤喜好度實際值與理想值之差距，由於服務員(w_i)對每個班次(d_ℓ, t_f)之執勤喜好度的理想值為1， G_p 乃用以衡量此一差距值；(m4)式則依據服務員(w_i)與服務站(s_k)之間適合度(w_i, s_k)評估結果，針對未達門檻以上之 w_i 與 s_k 組合，不安排該員於該站執勤；(m5)式依據服務員與執勤時段間之喜好度評估結果，針對未達門檻以上之 w_i 、 d_ℓ 與 t_f 組合，不安排該員於該時段執勤；在(m6)式中，若 w_i 於 d_ℓ 已排定受訓、講習或特休（亦即 $\hat{\theta}_{i\ell} = 1$ ， $F\hat{\theta}_{i\ell} = F$ ），則必須令 $\theta_{i\ell fk} = 0$ （亦即 d_ℓ 當日不可再安排 w_i 於任何 t_f 、在任何服務站 s_k 執勤）；否則（亦即 $\hat{\theta}_{i\ell} = 0$ ， $F\hat{\theta}_{i\ell} = 0$ ）， $\theta_{i\ell fk}$ 可

爲 1 或 0 (亦即可排定執勤或休假)；(m7)及(m8)式計算正職服務員已排定受訓、講習或特休之日數；(m9)式則規範了正職人員出勤班數之範圍，其中受訓、講習或特休均視同執勤；(m10)式規範了兼職人員出勤班數之上限；(m11)式在規範每日之每班次中，每個服務站之出勤人數必須符合所需；(m12)式限制了每位服務員於每日之每班次中，至多於 1 個服務站執勤；在(m13)式中，對需求爲 2 人班次而言，若 2 位服務員 (w_i 與 w_j) 之共事度評估結果未達門檻以上，雖此 2 人皆各與 s_k 爲可行組合，仍不安排此 2 人共同執勤；(m14)式表達不同服務站輪調之要求，亦即 w_i 於同一工作日內必須在不同之服務站輪調；(m15)式則賦予每位正職服務員在排班規劃期內，除受訓、講習或特休外，至少有 $\hat{\pi}$ 日之全天休假；(m16)式則爲二元變數限制。

3.3 線性模式

目標規劃模式中之(m2)式與(m15)式爲非線性式，而一般情況下要求解非線性式是困難的，多數的研究僅能求得可行解而非最佳解，爲了能夠求得問題之最佳解且並適用於更大規模之問題，本文將(m2)式與(m15)式改寫爲線性模式(LGP)，(m2)式改寫如下：

$$0 \leq \theta_{i\ell f k} + \theta_{j\ell f k} - 2\pi_{ij\ell f k} \leq 1, (d_\ell, t_f, s_k) \in \Phi, (w_i, w_j) \in \Pi \quad (\text{m2}')$$

$$\sum_{(d_\ell, t_f, s_k) \in \Phi} \sum_{(w_i, w_j) \in \Pi} e_{ij} \cdot \pi_{ij\ell f k} + G_c = \sum_{(d_\ell, t_f, s_k) \in \Phi} \sum_{(w_i, w_j) \in \Pi} 2 \cdot \pi_{ij\ell f k} \quad (\text{m2}'')$$

$$\pi_{ij\ell f k} \in \{0, 1\}, (d_\ell, t_f, s_k) \in \Phi, (w_i, w_j) \in \Pi \quad (\text{m2}''')$$

(m2')式決定 $\pi_{ij\ell f k}$ 的值爲 1 或 0，若 w_i 與 w_j 在 (d_ℓ, t_f) 安排於同一工作站 s_k (亦即 $\theta_{i\ell f k} = \theta_{j\ell f k} = 1$)，即 $\pi_{ij\ell f k}$ 爲 1，否則 $\pi_{ij\ell f k}$ 爲 0。

(m15)式改寫如下：

$$1 \leq \sum_{f=1}^F \sum_{k=1}^K \theta_{i\ell f k} + F \cdot H_{i\ell} \leq F, \forall i, \ell \quad (\text{m15}')$$

$$\sum_{\ell=1}^L H_{i\ell} \geq \hat{\pi} + \hat{\theta}_i, \forall i \quad (\text{m15}'')$$

$$H_{i\ell} \in \{0, 1\}, \quad \forall i, \ell \quad (\text{m15}''')$$

(m15')式決定 $H_{i\ell}$ 的值為 1 或 0，若 w_i 於 d_ℓ 為休假（亦即 $\sum_{f=1}^F \sum_{k=1}^K \theta_{i\ell fk} = 0$ ），

即 $H_{i\ell}$ 值為 1，否則（亦即 $1 \leq \sum_{f=1}^F \sum_{k=1}^K \theta_{i\ell fk} \leq F$ ） $H_{i\ell}$ 為 0。



第4章 釋例

本文引用個案公司之資料，包括表 1-2 及排班所考慮之因素或條件，說明所研擬排班模式之應用。

4.1 排班模式之應用

步驟 1-2：本文建議由 2 位專業人員（服務員直屬主管及人力資源部主管，分別以 D_1 及 D_2 表示）評估 12 位服務員與 5 個服務站之適合度。評估準則建議採用 5 個（包括反應靈敏度、溝通能力、親和力、細心與耐心、以及自信與穩定度等，分別以 $r_1 - r_5$ 表示）。假設 D_1 及 D_2 針對 5 個評估準則之配對比較結果如表 4-1 及表 4-2 所示，其一致性比率 (consistency ratio, CR) 皆符合要求，依據 D_1 及 D_2 之配對比較結果取幾何平均如表 4-3 所示，所決定之準則權重值列示於最右欄。

步驟 3：假設 D_1 及 D_2 在 5 個準則下評估 w_2 與 s_1 之適合度如表 4-4 所示，算得

$$\tilde{Y}_{21} = (12.16, 14.19, 16.03)。$$

步驟 4-5：根據 $\tilde{Y}_{21} = (12.16, 14.19, 16.03)$ 算得總效用值

$U_T(\tilde{Y}_{21}) = (0.6723 + 1 - 0.4095) / 2 = 0.631$ ，再根據公式(6)計算 \tilde{Y}_{21} 與語意變數之相似效用值如下：

$$U_S(\tilde{Y}_{21}, VG) = \frac{\min\{U_T(\tilde{Y}_{21}), U_T(VG)\}}{\max\{U_T(\tilde{Y}_{21}), U_T(VG)\}} = \frac{\min\{0.631, 0.935\}}{\max\{0.631, 0.935\}} = 0.675,$$

$$U_S(\tilde{Y}_{21}, G) = 0.745, \quad U_S(\tilde{Y}_{21}, MG) = 0.908, \quad U_S(\tilde{Y}_{21}, Fr) = 0.792,$$

$$U_S(\tilde{Y}_{21}, MP) = 0.483, \quad U_S(\tilde{Y}_{21}, P) = 0.241, \quad U_S(\tilde{Y}_{21}, VP) = 0.103,$$

其中最大值為 $U_S(\tilde{Y}_{21}, MG) = 0.908$ ，因此將 (w_2, s_1) 之適合度歸類為 MG ， (w_2, s_1) 適合度評估為 $y_{21} = U_S(\tilde{Y}_{21}, VG) = 0.675$ ，表 4-5 顯示 w_2 與服務站 $(s_1 - s_5)$ 適合度歸類與其評估結果。

表 4-1 D_1 之配對比較

	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5
r_1	1	0.3333	2	0.25	2
r_2	3	1	3	2	5
r_3	0.5	0.3333	1	0.3333	4
r_4	4	0.5	3	1	5
r_5	0.5	0.2	0.25	0.2	1

CR=0.07<0.1

表 4-2 D_2 之配對比較

	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5
r_1	1	0.5	2	1	4
r_2	2	1	3	3	4
r_3	0.5	0.3333	1	0.3333	5
r_4	1	0.3333	3	1	3
r_5	0.25	0.25	0.2	0.33333	1

CR=0.08<0.1

表 4-3 採幾何平均法決定之準則權重值

	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	$\lambda_{(q)}$
r_1	1	0.408	2	0.5	2.828	0.166
r_2	2.449	1	3	2.449	4.472	0.389
r_3	0.5	0.333	1	0.333	4.472	0.134
r_4	2	0.408	3	1	3.873	0.253
r_5	0.354	0.224	0.224	0.258	1	0.058

CR=0.07<0.1

表 4-4 D_1 及 D_2 評估 w_2 與 s_1 之適合度

	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5
	<i>MG</i>	<i>Fr</i>	<i>MP</i>	<i>G</i>	<i>Fr</i>
D_1	(13,16,18)	(9,11,13)	(4,6,9)	(18,19,20)	(9,11,13)
	<i>Fr</i>	<i>MG</i>	<i>Fr</i>	<i>VG</i>	<i>MP</i>
D_2	(9,11,13)	(13,16,18)	(9,11,13)	(20,21,22)	(4,6,9)
平均	(11,13.5,15.5)	(11,13.5,15.5)	(6.5,8.5,11)	(19,20,21)	(6.5,8.5,11)
權重 $\lambda_{(q)}$	0.166	0.389	0.134	0.253	0.058
整合 TFN	$\tilde{Y}_{21}=(12.16, 14.19, 16.03)$				

表 4-5 w_2 與工作站之適合度評價及語意歸類

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5
w_2	0.675 ^a	0.513	0.432	0.865	0.096
	<i>MG</i> ^b	<i>Fr</i>	<i>Fr</i>	<i>G</i>	<i>VP</i>

a: (w_2, s_1)之適合度評價

b: (w_2, s_1)之語意等級歸類

步驟 6：假設門檻值為達 *Fr* 以上，依表 4-5 所示， w_2 可被分配於服務站 s_1 、 s_2 、 s_3 及 s_4 ，但不可分配於 s_5 執勤，因此將(w_2, s_1)、(w_2, s_2)、(w_2, s_3)及(w_2, s_4)可行之適合度組合放入 Ω 集合中。

步驟 7-11：共事度評估以雙向方式進行，舉例列示 w_1 與 w_2 之評價，假設 w_2 採用 2 個準則（熟識度及態度相容度），其權重值為 $\varpi_{(1)}^2=0.625$ and $\varpi_{(2)}^2=0.375$ 來進行(w_1, w_2)之共事度評價，表 4-6 為評價結果，(w_1, w_2)共事度評價中 w_2 對 w_1 之評價值為 $e_1^2=U_s(\tilde{E}_1^2, VG)=0.389$ ，共事度歸類為 *MP*，此結果示於表 4-7 第二欄第二列中。另一方面 w_1 採用 3 個準則（熟識度、共識度及態度相容度），其權重為 $\varpi_{(1)}^1=0.216$ ， $\varpi_{(2)}^1=0.681$ 及 $\varpi_{(3)}^1=0.103$ 來進行(w_1, w_2)之共事度評價， w_1 對 w_2 之評價值為 $e_2^1=U_s(\tilde{E}_2^1, VG)=0.701$ ，共事度歸類為

MG ，此結果示於表 4-7 第二欄第三列中。最後整合雙向評價之 (w_1, w_2) 共事度為 $e_{i_2} = e_2^1 + e_1^2 = 1.09$ ，此結果示於表 4-7 第二欄第四列中。

步驟 12：假設所設定之門檻為雙向評價歸類皆達 Fr 以上，則依據表 4-7 之結果， (w_2, w_3) 、 (w_2, w_5) 、 (w_2, w_6) 、 (w_2, w_7) 、 (w_2, w_8) 、 (w_2, w_{10}) 及 (w_2, w_{11}) 達門檻 Fr 以上，為可行之共事度組合，放入 Π 集合中，因此 w_3 、 w_5 、 w_6 、 w_7 、 w_8 、 w_{10} 及 w_{11} 可與 w_2 在需求為 2 人之服務站執勤， w_1 、 w_4 、 w_9 及 w_{12} 則否。

步驟 13：服務員需依據下列設定之填註規範，表達對班次執勤之喜好度：

- (1) 一週 7 天共有 14 個執勤班次，正職人員每週基本工作時數為 42 個小時（包含講習、培訓或休假），可換算為至少出勤 7 個班次。若無講習、受訓或核可之特休，則需出勤至少 7 個班數，則在可排之 14 個執勤班次中填寫 7 個 VG ，其餘 7 個班次填寫 VG 至 VP 各 1 個。若有講習、受訓或核可特休，假

表 4-6 w_2 對 w_1 之共事度評價

c_1	c_2	\tilde{E}_1^2	$U_s(\tilde{E}_1^2, B)$							歸類
			VG	G	MG	Fr	MP	P	VP	
P (2,3,4)	MG (13,16,18)	(6.13,7.88,9.25)	0.389	0.429	0.523	0.727	0.839	0.418	0.179	MP

表 4-7 w_2 與其他服務員之雙向共事度評價

	w_1	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	w_{10}	w_{11}	w_{12}
w_2	0.389 ^a	0.836	0.227	0.965	0.456	0.534	0.483	0.764	0.587	0.671	0.404
	MP	G	P	VG	Fr	Fr	Fr	MG	Fr	MG	MP
	0.701 ^b	0.431	0.985	1	0.854	0.907	0.744	0.159	1	0.478	0.756
	MG	Fr	VG	VG	G	G	MG	P	VG	Fr	MG
e_{i_2}	1.09	1.267	1.212	1.965	1.31	1.441	1.227	0.923	1.587	1.149	1.16

a: w_2 對 w_1 之共事度評價及歸類

b: w_1 對 w_2 之共事度評價及歸類

設共 x 日（亦即 $2x$ 個班數），則尚需出勤至少 $(7 - 2x)$ 個班數，而可排班數為 $(14 - 2x)$ ，則在 $(14 - 2x)$ 個可排班次中填寫 $(7 - 2x)$ 個 VG ，其餘 7 個班次填寫 VG 至 VP 各 1 個。

(2) 兼職人員在可排之 14 個執勤班次中，填寫 VG 至 VP 各 2 個。

步驟 14：舉例說明如表 4-8 所示， w_2 排除參與訓練的時間，共有 12 個班次可供安排執勤，其中須滿足基本班次 5 班，根據步驟 13 之規範， w_2 需於 12 個執勤喜好度中填寫 5 個 VG ，其於 7 個班次依序填寫 VG 至 VP 各 1 個。表 4-8 中 (d_4, t_1) 之喜好度為 VP ，其量化為 TFN 值為 $\tilde{P}_{41}^2 = (0, 1, 2)$ ，計算後之喜好度為 $p_{241} = U_S(\tilde{P}_{41}^2, VG) = 0.069$ 。

步驟 15：假設所設定之門檻為喜好度歸類皆達 MP 以上，表 4-8 顯示喜好度評價結果，其中 (w_2, d_1, t_1) 、 (w_2, d_1, t_2) 、 (w_2, d_2, t_2) 、 (w_2, d_3, t_1) 、 (w_2, d_3, t_2) 、 (w_2, d_4, t_2) 、 (w_2, d_6, t_1) 、 (w_2, d_6, t_2) 、 (w_2, d_7, t_1) 及 (w_2, d_7, t_2) 10 個班次達到門檻以上，為可行之喜好度組合，放入 Ψ_2 集合中，而 (w_2, d_2, t_1) 及 (w_2, d_4, t_1) 未達門檻，因此不納入 Ψ_2 集合中，意即 w_2 不會在 (d_2, t_1) 和 (d_4, t_1) 班次中執勤。

為建構服務員 w_1 至 w_{12} 之執勤班表，蒐集之基本資料包括 $N=12$ 、 $K=5$ 、 $L=7$ 、

$F=2$ 、 $t_R^U=9$ 、 $t_R^L=7$ 、 $t_C^U=8$ 、 $\hat{\pi}=2$ 、 $W_R = \{w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6, w_7, w_8\}$ 及

$W_C = \{w_9, w_{10}, w_{11}, w_{12}\}$ ，從表 1-2 中可得知以下訊息：

$$\hat{W} = \{w_2, w_5, w_7\},$$

$$\hat{D}_2 = \{d_5\}, \hat{D}_5 = \{d_3\} \text{ and } \hat{D}_7 = \{d_3\},$$

表 4-8 w_2 對執勤班次之喜好度評價歸類

	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7
t_1	VG	P	VG	VP	培訓	VG	VG
t_2	VG	MG	Fr	VG	培訓	MP	G

表 4-9 w_2 及 w_5 之班表 (GP 模式)

	d_1		d_2		d_3		d_4		d_5		d_6		d_7		
	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2	
w_2	s_2	s_4							s_4	*	*	s_1	s_4	s_4	s_1
w_5			s_5	s_3	*	*			s_5	s_1		s_5	s_5	s_1	

*參與培訓

$\hat{\theta}_{i\ell} = 1$, 若 $(i, \ell) = (2,5), (5,3), (7,3)$; $\hat{\theta}_{i\ell} = 0$, 其他狀況,

$\hat{\theta}_2 = \hat{\theta}_5 = \hat{\theta}_7 = 1$; $\hat{\theta}_i = 0, i \neq 2,5,7$,

$\eta_{\ell fk} = 2$, 若 $(\ell, f, k) = (1,2,1), (1,1,2), (1,2,2), (1,2,4), (1,1,5), (1,2,5), (4,2,1), (6,2,1), (6,2,2), (7,2,1), (7,2,2), (7,2,4), (7,1,5), (7,2,5)$,

$\eta_{\ell fk} = 1$, 其他狀況,

$\Phi = \{(d_1, t_2, s_1), (d_1, t_1, s_2), (d_1, t_2, s_2), (d_1, t_2, s_4), (d_1, t_1, s_5), (d_1, t_2, s_5), (d_4, t_2, s_1), (d_6, t_2, s_1), (d_6, t_2, s_2), (d_7, t_2, s_1), (d_7, t_2, s_2), (d_7, t_2, s_4), (d_7, t_1, s_5), (d_7, t_2, s_5)\}$

有關 12 位服務員與 5 個服務站之適合度評估結果、12 位服務員彼此間共事度評估結果及服務員對各班次執勤之喜好度評估結果列示於附錄一。

若設定 $\alpha = \beta = \gamma = 1$, 則採用 3.2 節之 GP 模式執行之部分結果如表 4-9 所示, 執行 3 分鐘後可行解完整班表列於附錄二。此時 GP 模式之目標值為 31.3202。以 w_2 為例, 其執行結果符合需求限制, w_2 於 (d_1, t_1) 班次中至 s_2 執勤, 另於 (d_1, t_2) 班次中至 s_4 執勤, 符合於同一天中出勤兩站須有工作輪調之條件, w_2 亦於 d_2 與 d_3 有兩個全天的休假。

4.2 排班結果與討論

本文建立之 GP 及 LGP 模式可有效建立班表並達到三項管理目標, 亦即使得服務員與服務站間適合度、服務員與服務員間共事度及服務員與執勤時間之喜好度

最大化。進一步思考表 4-9 之產出班表，在步驟 6 中 (w_2, s_1) 、 (w_2, s_2) 、 (w_2, s_3) 及 (w_2, s_4) 為可行之組合，而 (w_2, s_1) 、 (w_2, s_2) 與 (w_2, s_4) 有較高的適合度（詳見表 4-5），因此在產出的班表中， w_2 被排至 s_1 、 s_2 與 s_4 執勤，而在步驟 12 計算時， (w_2, w_5) 在可行之共事度集合 Π 中有較高的共事度值（詳見表 4-7 第四欄），因此 w_2 與 w_5 在 (d_7, t_2) 班次中同樣安排於 s_1 ，在步驟 15 中， (w_2, d_2, t_1) 與 (w_2, d_4, t_1) 未納入 Ψ_2 集合中，因此 w_2 於 d_2 與 (d_4, t_1) 未排班執勤。而 w_5 則於 d_1 與 d_4 有兩個全天的休假。 w_5 於產出班表中被安排至 s_1 、 s_3 及 s_5 執勤，也是因為在 w_5 可行之集合 Ω 中， (w_5, s_1) 、 (w_5, s_3) 及 (w_5, s_5) 有較高的適合度。

值得注意的是，表 4-7 中雙向評價之共事度中 (w_2, w_4) 值為 1.212（詳見第三欄第四列）雖高於 (w_2, w_{11}) 之值 1.149（詳見第十欄第四列），但在步驟 12 計算時， (w_2, w_4) 不在可行集合 Π 內，而 (w_2, w_{11}) 為可行組合，主要原因在於本文假設共事度門檻須達 Fr 以上，由於 w_2 對 w_4 之共事度值之語意歸類為 P ，代表對 w_2 而言，和 w_4 共事是不舒服或不愉悅的，因此 (w_2, w_4) 組合就被列為不可行之組合，亦不將兩者安排於同班次之同一站執勤，這也實現了本文中認為應執行之「正確且有效率的配對」策略。

本文採用 Lingo 之 global solver 求解 3.2 節之非線性 GP 模式，為了減少二元變數，符合限制式(m4)要求 $(\theta_{ijk} = 0)$ 之 θ_{ijk} 皆省略，GP 模式中共有 644 個二元變數，全部限制式有 626 個，當電腦 CPU 執行時間 3 分鐘後即有可行解，所執行之 iterations 為 70 萬，Eveborn 及 Ronnqvist(2004)認為當有大量變數與限制式時，求得最佳解之時間為 NP-complete，即無法在經濟時間內求得最佳解，因此在實務應用時獲得可行之啓發解(heuristic)是必要的。為了檢視 3.2 節 GP 模式獲得啓發解之演算效率，本文在可行的集合 Ω 、 Π 及 Ψ_i 中，產生 10 個目標函數不同的權重組合做為測試題組，10 個題組求之可行解平均執行 59 萬 iterations（電腦 CPU 平均執

行時間約 3 分鐘)，最低的執行 iterations 為 25 萬(電腦 CPU 執行時間約 1.8 分鐘)，最高的執行 iterations 為 111 萬(電腦 CPU 執行時間約 4.8 分鐘)。若在可行解後再增加 100 萬個 iterations，則 10 題組中有兩個題組求得之解改進幅度僅各為 0.9% 與 2%，實驗結果表示，Lingo 執行時獲得之可行解可做為啓發解。對於產生一週班表之品質與計算時間之取捨，本文認為啓發解的班表在實務上是可被接受且符合經濟效益的。

若能建置 3.3 節之線性模式(LGP)，則可採用 Lingo 之 integer solver 求得最佳解。前例中所得最佳班表中 w_2 及 w_5 之排班狀況如表 4-10 所示。最佳解之完整班表列示於附錄三，LGP 模式所得之目標值為 31.2368。

為測試 LGP 之演算效率，本文設定 4 個問題規模，包括($N=20, K=8$)、($N=25, K=10$)、($N=30, K=12$)及($N=34, K=14$)，每個題組規模產生 10 個問題，表 4-11 列示演算結果。演算結果顯示，小型題組可在 1 分鐘內獲得最佳解，而中型題組如($N=34, K=14$)所示，大致可在 53 分鐘內獲得最佳解。本文另外測試現行規模 3 倍時之題組(即 $N=12 \times 3=36, K=5 \times 3=15$)，但演算時間達 60 分鐘時仍未能獲得最佳解。

4.3 模式應用要項與效益

對於建立解決實務問題的方法仍有些地方需要注意。第一，在 GP 模式中多重目標結合權重值計算，決策者需透過分析方法決定權重值，例如表 4-1 至表 4-3 之配對比較法。第二，服務員對執勤班次之喜好度在每個規劃期間(每週)都必須重新評估，由於組織長期而言有新聘或離職人員，或短期內則有員工參與講習或訓練等，服務員與服務員間之共事度及服務員與服務站之適合度需定期重新評估，例如固定一季或半年評估一次。第三，對於設置門檻以上之可行組合(w_i, s_k)、(w_i, w_j)及(w_i, d_ℓ, t_f)與各集合 Ω 、 Π 及 Ψ_i 應妥善選擇並應具彈性調整的空間，以

提供足夠數量之可行組合獲得有效班表。

Corominas 等(2006)指出，過去已有學者研究認為組織的勞力問題分為三個層次：(1)規劃(2)排程及(3)編配，通常擁有多元化功能的員工在班表中分配之工作任務包含(1)至(3)，本文與過去方法相較之優點在於，本文不是將階段(2)及(3)分離，而是藉由 GP 模式將兩者結合一次就產出結果，管理者只要建立第一階段規範（例如 1.1 節提及之相關規範）即可。本文所提出之排班模式具有下列優點：第一，改變過去使用年資導向的排班方式，所建立模式使產出班表能夠更公平；第二，將服務員適才適站、發揮專長之要求納入考量，提高服務員與服務站間之適合度，將共同執勤者具有良善互動關係之需求納入考量，提高服務員與服務員間之共事度，以及將服務員對不同班次之執勤意願納入考量，提高服務員對執勤班次之喜好度。

表 4-10 w_2 及 w_5 之班表 (LGP 模式)

	d_1		d_2		d_3		d_4		d_5		d_6		d_7	
	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2
w_2	s_2	s_4						s_4	*	*	s_1	s_4	s_4	s_1
w_5	s_5				*	*			s_5	s_1	s_2	s_5	s_5	s_1

*參與培訓

表 4-11 測試題組演算結果

題組規模	CPU 時間 (分:秒)			Iteration 數目		
	最小	最大	平均	最小	最大	平均
$N=20, K=8$	00:04	00:24	00:10	8,344	48,650	21,351
$N=25, K=10$	07:02	16:48	10:51	558,982	1,864,645	1,055,067
$N=30, K=12$	09:25	18:07	12:34	746,188	2,246,365	1,176,696
$N=34, K=14$	17:49	52:24	31:09	808,279	2,587,717	1,202,726

第5章 結論與建議

5.1 結論

本文之問題背景來自台灣南部某百貨公司客服部之人員排班問題，本文將問題分為三個階段處理，在第一階段中進行服務員與服務站間之適合度評估、服務員與服務員間之共事度評估及服務員與執勤班次之喜好度評估，在適合度、共事度及喜好度之評估中篩選可行組合進行排班。這個階段將模糊方法有效的應用於適合度、共事度及喜好度之評估，提昇模糊理論的實用性。在第二階段中，發展 GP 模式以滿足「正確且有效率的配對」策略，以增進管理目標的滿意度。在第三階段中，執行 GP 模式並且產出一週的班表，包含每個服務員所執勤的時間、服務站及休假等。

本文對於方法應用程序有詳細說明與釋例，實驗結果證明 LGP 模式在可接受之時間內產出有效之班表，其研究結果整理如下：

- (1) 本文建立之排班模式可以確保人員被分配到適合的工作中，並將合適之人員分配於同一工作站中執勤，且考量人員對工作時段之喜好度，使服務員工作時能盡量保持愉悅的心情。
- (2) LGP 模式可建立更公平且人性化之班表，對內可增加員工對工作的意願及滿意度，對外可提升服務品質和效率。
- (3) 本文研擬之方法對於人員排班工具有其價值與容易使用，線性模式更可在 1 分鐘內求得小型排班規劃問題之最佳解。
- (4) 語意模糊變數有助於處理主觀且非精確之模糊評價，透過與相似效用值之歸類，可使排班結果更符合實務之運用。

5.2 建議

依據本文之研究過程與結果，提出以下幾點建議，以供應用及後續研究之參考：

- (1) 在 LGP 模式中多重目標結合權重值計算，決策者需透過分析方法決定適切權重值，例如表 4-1 至表 4-3 之配對比較法。
- (2) 服務員對執勤班次之喜好度應定期重新評估，由於組織長期而言有新聘或離職人員，或短期內則有員工參與講習或訓練等，服務員與服務員間之共事度及服務員與服務站之適合度需定期重新評估，例如固定一季或半年評估一次。
- (3) 對於設置門檻以上之可行組合 (w_i, s_k) 、 (w_i, w_j) 及 (w_i, d_ℓ, t_f) 以構成集合 Ω 、 Π 及 Ψ_i ，應妥善選擇門檻並應具彈性調整的空間，以提供足夠數量之可行組合，獲得有效班表。



參考文獻

中文部分

- 李允中、王小璠、蘇木春(2003)，模糊理論及其應用，台北市：全華科技。
- 孫宗瀛、楊英魁(2005)，Fuzzy控制理論、實務與應用，台北市：全華科技。

英文部分

- Bergman, R. (1994). The key is cross-training. *Hospitals and Health Network*, 68, 34.
- Buffa, E. S., Cosgrove, M. J., & Luce, B. J. (1976). An integrated work shift scheduling system. *Decision Science*, 7, 620–630.
- Campbell, G. M., & Diaby, M. (2002). Development and evaluation of an assignment heuristic for allocation cross-trained workers. *European Journal of Operational Research*, 138, 9–20.
- Chen, S. H. (1985). Ranking fuzzy numbers with maximizing set and minimizing set. *Fuzzy Sets and Systems*, 17, 113-129.
- Chu, S. C. K. (2007). Generating, scheduling and rostering of shift crew-duties: Applications at the Hong Kong International Airport. *European Journal of Operational Research*, 177, 1764–1778
- Corominas, A., Pastor, R., & Rodriguez, E. (2006). Rotational allocation of tasks to multifunctional workers in a service industry. *International Journal of Production Economics*, 103, 3–9.
- de Korvin, A., Shipley, M. F., & Kleyle, R. (2002). Utilizing fuzzy compatibility of skill sets for team selection in multi-phase projects. *Journal of Engineering and Technology Management*, 19, 307–319.
- Dubois, D., & Prade, H., (1978). Operations on fuzzy numbers. *International Journal of Systems Science*, 9, 613-626.
- Dursun, M., & Karsak, E. E. (2010). A fuzzy MCDM approach for personnel selection. *Expert Systems With Applications*, 37, 4324-4330.
- Dyer, R. F., & Forman, E. H. (1992). Group decision support with the analytic hierarchy process. *Decision Support Systems*, 8, 99–124.
- Eiselt, H. A., & Marianov, V. (2008). Employee positioning and workload allocation.

- Computers and Operations Research*, 35, 513–524.
- Ernst, A. T., Jiang, H., Krishnamoorthy, M., & Sier, D. (2004). Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models. *European Journal of Operational Research*, 153, 3–27.
- Eveborn, P., & Ronnqvist, M. (2004). Scheduler—A system for staff planning. *Annals of Operations Research*, 128, 21–45.
- Hsieh, C. H., & Chen, S. H. (1999). A model and algorithm of fuzzy product positioning. *Information Sciences*, 121, 61-82.
- Lezaun, M., Perez, G., & de la Maza, E. S. (2006). Crew rostering problem in a public transport company. *Journal of the Operational Research Society*, 57, 1173–1179.
- Liang, G. S., & Wang, M. J. (1994). Personnel selection using fuzzy MCDM algorithm. *European Journal of Operational Research*, 78, 22-33.
- Lin, H. T. (2009). A job placement intervention using fuzzy approach for two-way choice. *Expert Systems with Applications*, 36 (2 Part 1), 2543-2553.
- Nussbaum, M., Singer, M., Rosas, R., Castillo, M., Flies, E., Lara, R., & Sommers, R. (1999). Decision support system for conflict diagnosis in personnel selection. *Information and Management*, 36, 55-62.
- Oke, A. (2000). Linking human resource flexibility with manufacturing flexibility: enablers of labour capacity flexibility in manufacturing plants. In: Dominguez JA, editor. *Proceedings of the first world conference on production and operations management (POM)*. Sevilla.
- Rothstein, M. G., & Goffin, R. D. (2006). The use of personality measures in personnel selection: What does current research support? *Human Resource Management Review*, 16, 155-180.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw-Hill.
- Tharmmaphornphilas, W., & Norman, B. A. (2004). A quantitative method for determining proper job rotation intervals. *Annals of Operations Research*, 128, 251–256.
- Topaloglu, S., & Selim, H. (2010). Nurse scheduling using fuzzy modeling approach. *Fuzzy Sets and Systems*, 161, 1543–1563.
- Yaakob, S. B., & Kawata, S. (1999). Workers' placement in an industrial environment.

Fuzzy Sets and Systems, 106, 289-297.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338-353.

Zulch, G., Rottinger, S., & Vollstedt, T. (2004). A simulation approach for planning and re-assigning of personnel in manufacturing. *International Journal of Production Economics*, 90, 265–277.



附錄一 評估結果

(1)12 位服務員與 5 個服務站之適合度評估結果

服務站 服務員	s_1		s_2		s_3		s_4		s_5	
	評價值	歸類	評價值	歸類	評價值	歸類	評價值	歸類	評價值	歸類
w_1	0.4400	<i>Fr</i>	0.6245	<i>Fr</i>	0.9730	<i>VG</i>	0.8089	<i>Fr</i>	0.6327	<i>MG</i>
w_2	0.6754	<i>MG</i>	0.5130	<i>Fr</i>	0.4318	<i>Fr</i>	0.8653	<i>G</i>	0.0955	<i>VP</i>
w_3	0.1565	<i>P</i>	0.9680	<i>VG</i>	0.5924	<i>Fr</i>	0.6216	<i>Fr</i>	0.6814	<i>MG</i>
w_4	0.8274	<i>G</i>	0.4679	<i>Fr</i>	0.7665	<i>MG</i>	0.0955	<i>VP</i>	0.5548	<i>Fr</i>
w_5	0.5861	<i>Fr</i>	0.6717	<i>MG</i>	0.6573	<i>MG</i>	0.2648	<i>MP</i>	0.8353	<i>G</i>
w_6	0.3449	<i>MP</i>	0.6246	<i>Fr</i>	0.8291	<i>G</i>	0.5157	<i>Fr</i>	0.2204	<i>P</i>
w_7	0.4566	<i>Fr</i>	0.3352	<i>MP</i>	0.8249	<i>G</i>	0.7579	<i>MG</i>	0.6176	<i>Fr</i>
w_8	0.6527	<i>MG</i>	0.5163	<i>Fr</i>	0.1600	<i>P</i>	0.6037	<i>Fr</i>	0.3223	<i>MP</i>
w_9	0.9179	<i>G</i>	0.6679	<i>MG</i>	0.3850	<i>MP</i>	0.9716	<i>VG</i>	0.6316	<i>Fr</i>
w_{10}	0.5583	<i>Fr</i>	0.6941	<i>MG</i>	0.7966	<i>Fr</i>	0.1717	<i>P</i>	0.9730	<i>VG</i>
w_{11}	0.9793	<i>VG</i>	0.4787	<i>Fr</i>	0.1045	<i>VP</i>	0.6237	<i>Fr</i>	0.6534	<i>MG</i>
w_{12}	0.1045	<i>VP</i>	0.9236	<i>G</i>	0.5941	<i>Fr</i>	0.2223	<i>P</i>	0.5532	<i>Fr</i>

附錄一

(2)12 位服務員彼此間共事度評估結果 (僅保留雙方評價皆達 F_r 以上者)

	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	w_{10}	w_{11}	w_{12}
w_1	1.0000 VG	0.4592 F_r	0.7557 MG				0.8700 G	0.7944 MG		0.6344 MG	0.5588 F_r
	0.6392 MG	0.4230 F_r	0.7435 MG				0.4289 F_r	0.4654 F_r		0.9323 G	0.9848 VG
	1.6392	0.8822	1.4992				1.2988	1.2598		1.5668	1.5436
w_2	0.8358 G		0.9651 VG	0.4557 F_r	0.5341 F_r	0.4828 F_r			0.5870 F_r	0.6707 MG	
	0.4306 F_r		1.0000 VG	0.8543 G	0.9070 G	0.7435 MG			1.0000 VG	0.4777 F_r	
	1.2664		1.9651	1.3100	1.4410	1.2262			1.5870	1.1484	
w_3		0.8800 G		0.6049 F_r	0.4306 F_r	0.6049 F_r	0.6475 MG			0.6392 MG	0.4306 F_r
		0.7196 MG		0.4547 F_r	0.6807 MG	0.5313 F_r	0.9107 G			0.5926 F_r	0.6084 F_r
		1.5996		1.0596	1.1114	1.1362	1.5582			1.2317	1.0390
w_4			0.8471 G	0.7550 MG		0.6018 F_r			0.4460 F_r	0.8588 G	0.6764 MG
			0.6380 MG	0.6738 MG		0.8574 G			0.7716 MG	0.8023 MG	0.8787 G
			1.4850	1.4288		1.4591			1.2176	1.6611	1.5551
w_5				0.8630 G	0.8580 G		0.7989 MG	0.5104 F_r			0.9070 G
				0.6151 F_r	0.7637 MG		0.6554 MG	0.8712 G			0.5937 F_r
				1.4781	1.6217		1.4543	1.3816			1.5007
w_6					0.5999 F_r	0.9070 G	0.4547 F_r	0.7424 MG	0.6460 MG		
					0.9419 G	0.6316 MG	0.6044 F_r	0.8369 G	0.7414 MG		
					1.5418	1.5385	1.0591	1.5793	1.3874		
w_7							0.4828 F_r	0.5341 F_r	0.6707 MG		
							0.5417 F_r	0.5734 F_r	0.7859 MG		
							1.0244	1.1075	1.4567		
w_8							0.5385 F_r	0.6040 F_r		0.9232 G	
							0.5578 F_r	0.7717 MG		0.9202 G	
							1.0963	1.3757		1.8434	
w_9								0.7794 MG		0.7435 MG	
								0.7716 MG		0.4526 F_r	
							1.5510			1.1961	
w_{10}									0.7959 MG	0.9070 G	
									0.6333 MG	0.4789 F_r	
								1.4292	1.3859		
w_{11}										0.6786 MG	
										0.5834 F_r	
										1.2621	

附錄一

(3)服務員對各班次執勤之喜好度評估結果

	d_1		d_2		d_3		d_4		d_5		d_6		d_7	
	時段一	時段二	時段一	時段二	時段一	時段二	時段一	時段二	時段一	時段二	時段一	時段二	時段一	時段二
w_1	1.0000	1.0000	0.9070	1.0000	0.1628	0.7435	1.0000	0.0698	1.0000	1.0000	0.3263	1.0000	1.0000	0.5349
	VG	VG	G	VG	P	MG	VG	VP	VG	VG	MP	VG	VG	Fr
w_2	1.0000	1.0000	0.1628	0.7435	1.0000	0.5349	0.0698	1.0000	講習	講習	1.0000	0.3263	1.0000	0.9070
	VG	VG	P	MG	VG	Fr	VP	VG			VG	MP	VG	G
w_3	0.5349	0.3263	0.9070	1.0000	1.0000	1.0000	0.0698	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.1628	0.7435	1.0000
	Fr	MP	G	VG	VG	VG	VP	VG	VG	VG	VG	P	MG	VG
w_4	0.0698	1.0000	0.9070	0.7435	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.5349	0.1628	1.0000	1.0000	1.0000	0.3263
	VP	VG	G	MG	VG	VG	VG	VG	Fr	P	VG	VG	VG	MP
w_5	0.5349	0.3263	1.0000	1.0000	培訓	培訓	0.0698	0.1628	1.0000	1.0000	0.9070	0.7435	1.0000	1.0000
	Fr	MP	VG	VG			VP	P	VG	VG	G	MG	VG	VG
w_6	1.0000	0.5349	1.0000	0.3263	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9070	0.7435	1.0000	0.1628	1.0000	0.0698
	VG	Fr	VG	MP	VG	VG	VG	VG	G	MG	VG	P	VG	VP
w_7	0.5349	0.9070	1.0000	1.0000	特休	特休	0.3263	0.0698	1.0000	1.0000	0.7435	0.1628	1.0000	1.0000
	Fr	G	VG	VG			MP	VP	VG	VG	MG	P	VG	VG
w_8	0.1628	1.0000	0.9070	1.0000	1.0000	0.5349	0.0698	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7435	0.3263
	P	VG	G	VG	VG	Fr	VP	VG	VG	VG	VG	VG	MG	MP
w_9	0.9070	0.9070	1.0000	0.5349	1.0000	0.1628	0.7435	0.0698	0.7435	0.3263	0.3263	0.0698	0.5349	0.1628
	G	G	VG	Fr	VG	P	MG	VP	MG	MP	MP	VP	Fr	P
w_{10}	0.9070	0.3263	0.5349	0.9070	0.3263	0.5349	0.1628	0.1628	1.0000	0.7435	0.7435	0.0698	1.0000	0.0698
	G	MP	Fr	G	MP	Fr	P	P	VG	MG	MG	VP	VG	VP
w_{11}	0.3263	0.9070	0.9070	0.3263	0.1628	0.1628	1.0000	1.0000	0.0698	0.0698	0.5349	0.7435	0.7435	0.5349
	MP	G	G	MP	P	P	VG	VG	VP	VP	Fr	MG	MG	Fr
w_{12}	1.0000	0.9070	0.3263	0.9070	0.3263	1.0000	0.0698	0.1628	0.1628	0.0698	0.5349	0.7435	0.7435	0.5349
	VG	G	MP	G	MP	VG	VP	P	P	VP	Fr	MG	MG	Fr

附錄二 GP 模式所得可行解之完整班表

12 位服務員在 5 個服務站之執勤班表

月/日	班次	正職服務員								兼職服務員				
		w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	w_{10}	w_{11}	w_{12}	
d_1 5/10	t_1	s_4	s_2				s_2	s_3			s_1	s_5		s_5
	t_2	s_5	s_4		s_1		s_3	s_4	s_2		s_5			s_2
d_2 5/11	t_1					s_5	s_3		s_2		s_4		s_1	
	t_2					s_3		s_4	s_1			s_5		s_2
d_3 5/12	t_1			s_2	s_1	培訓	s_3	特休			s_4	s_5		
	t_2			s_5	s_3	培訓	s_4	特休				s_1		s_2
d_4 5/13	t_1	s_3			s_5		s_2				s_4		s_1	
	t_2		s_4	s_2	s_1		s_3		s_1				s_5	
d_5 5/14	t_1	s_4	講習			s_5		s_3			s_1	s_2		
	t_2	s_3	講習	s_2		s_1		s_4				s_5		
d_6 5/15	t_1		s_1	s_2			s_3		s_4			s_5		
	t_2	s_3	s_4		s_1	s_5			s_2				s_1	s_2
d_7 5/16	t_1	s_3	s_4	s_2	s_1	s_5		s_5						
	t_2	s_4	s_1	s_5	s_5	s_1		s_3	s_2				s_4	s_2

附錄三 LGP 模式所得最佳解之完整班表

12 位服務員在 5 個服務站之執勤班表

月/日	班次	正職服務員								兼職服務員			
		w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	w_{10}	w_{11}	w_{12}
d_1 5/10	t_1	s_4	s_2			s_5	s_3			s_1	s_2		s_5
	t_2	s_3	s_4		s_1			s_4	s_2	s_5	s_5	s_1	s_2
d_2 5/11	t_1			s_2			s_3	s_5		s_4		s_1	
	t_2			s_4				s_3		s_1	s_5		s_2
d_3 5/12	t_1			s_5	s_3	培訓	s_2	特休	s_1	s_4			
	t_2			s_2	s_1	培訓	s_3	特休	s_4				s_5
d_4 5/13	t_1	s_3			s_5		s_2			s_4		s_1	
	t_2		s_4	s_2	s_1		s_3		s_1			s_5	
d_5 5/14	t_1	s_3	講習			s_5		s_4		s_1	s_2		
	t_2	s_4	講習	s_2		s_1		s_3			s_5		
d_6 5/15	t_1		s_1			s_2	s_3		s_4		s_5		
	t_2	s_3	s_4		s_1	s_5			s_2			s_1	s_2
d_7 5/16	t_1	s_3	s_4		s_1	s_5		s_5			s_2		
	t_2	s_4	s_1	s_2	s_5	s_1		s_3	s_4			s_5	s_2