

二次軸輻路網指派求解法之比較研究

研究生：陳玉梅

指導教授：謝尚行

國立交通大學運輸科技與管理學系

摘要

1970 年代貨櫃化運輸的興起，使得定期航運市場的營運型態轉變為以貨櫃船為主之運送。由於海運市場中，貨物流量的不平均與不確定性，使得此產業所要面臨的環境更為棘手。另外，就海運營運成本而言，港埠成本佔有極高的比重，為降低每單位運送成本，利用大型船舶經營軸心港構成之主航線，輔以小型接駁船經營支線港的經營策略，亦即以海運軸輻路網(Hub and spoke)為定線基礎，發展船隊航線指派策略，其為現階段航線規劃之主流，而目的在於追求利潤最大，並可降低營運成本、擴大服務路網涵蓋率、及提高服務水準，進而增強整體的競爭力。

本研究以最大化利潤為目標，考慮市場運費、貨物流量、裝卸費成本及港埠費用，使用二次指派(Quadratic Assignment)的整數規劃方法，建立軸心港最大利潤的模式與支線港最大利潤的模式，利用窮舉法，求解軸心港及支線港的選擇及配置。而後再比較窮舉法與 O'Kelly(1987)的啟發式解法，以獲得最大利潤之支線港指派方式。支線指派均允許支線港與軸心港可不直接相連，子船使用迴圈式航行於軸心港與支線港之間。

研究範圍以遠東-北美西岸為實例，選擇 12 個港口作為候選港口，並運用上述方法求解航商以追求最大利潤為目標，獲得航線指派之方式。模式經求解得知軸心港與支線港的總利潤相對於軸心港個數為一凸向上的函數(Concave function)；其意義顯示軸心港個數必須適度的選擇才能令航商獲取最大的利潤；軸心港個數由兩個開始增加時，總利潤會隨著增加，但增加到數個後，如繼續增加，反而會使利潤開始遞減，凸向上曲線的最高點所對應的軸心港個數就是海運軸輻路網中最佳的軸心港數。研究結果顯示本模式對於航商在決定軸心港個數與位置時都能有具體的幫助。

關鍵詞：海運軸輻路網、二次指派、凸函數

The Comparison of the Solution Methods for the Quadratic Assignment Model in Hub-and-Spoke Networks

Student: Yu-Mei Chen

Advisor: Shang-Hsing Hsieh

Abstract

During 1970, the transportation of containers has raised. It made the operation pattern of regular shipping market turned to give priority to container ships. In sea transportation, due to the uncertainty and unbalance of cargo flow, the environment that sea transportation has to face is getting more and more troublesome. Additionally, to the operation costs of sea transportation, the costs of harbors took extremely high proportion. In order to lower the shipping cost per unit, we adopt the operation policy. We use big ships in the hubs to establish the main courses, and use smaller ships in the spokes. In brief, we use the hub-and-spoke as the base of shipping routes, and then we develop the assigned strategy of the fleets. It is the main stream of deciding nowadays fleet courses, in order to maximize the profits. Besides, it can also lower the costs, enlarge the coverage of service network, improve the service level and to increase the competition advantages of fleets.

The purpose of this paper is to maximize the profits, considering the freight of market, the cargo flow, the loading fee and the harbors charges, and use the Quadratic assignment to establish the maximum profit model of hub harbors and the maximum profit model of spoke harbors. Then use total enumeration to solve the optimal solutions of the choices of the hub-and-spoke harbors. Then we compare total enumeration to O' Kelly's heuristic method, to obtain the mode of assigned of spoke harbors which can apply the maximum profits. The number of feeders on branch network, given the loop type to match with the traffic flow.

We took Far East – North America coast as the research range, then choose 12 harbors as the candidate harbors, and use the algorithm mentioned above to solve, in order to maximize the profit. Then we can obtain the mode of the assigned about shipping routes. After solving the models, we can get one concave function of the total profits of hub-and-spoke harbors in opposition to the numbers of hub harbors. It means that the shippers must choose their hub harbors carefully then could get the maximum profits. The hub harbors start increasing to two hubs, the total profits also start to increase. Nevertheless, if they start increasing a few hubs, if keep increasing, the total profits will decrease. The top point of the concave function represents the numbers of the hubs as the optimal numbers the shippers should choose. The result of this paper can help the shippers to decide the numbers and locations of hubs.

誌謝

光陰似箭，歲月如梭，兩年的交大生活竟然就這樣匆匆逝去，內心除了滿滿的感激心情外，還感謝這兩年來交大帶給我滿滿的生活回憶。

首先，感謝我的指導老師，有足夠的信心收我為徒，讓我在這兩年中快樂的學習，愉悅的成長。就如同老師的至理名言“Enjoy your life, Enjoy your research”，得在辛苦的研究生活都能以老師的名言為標的，適時的排解自我壓力，並享受著研究的過程。

感謝我的母親，雖然遠在屏東，但無時無刻的關心，使我在沮喪、難過、無助的時候，她都能隨時地鼓勵與支持我。而今論文完成了，除了感謝老師與母親的細心關懷與開導外，亦相當感謝提供我資料的岳宏學長及他的同學、依玲學姊，沒有他們的資料，我就無法完成論文，順利畢業。也相當感謝賢崙學長的指導與建議，學弟妹承正、善界、欣怡及思好的幫忙，你們不管在課業上或生活上，陪著我奮鬥打拼，讓我兩年研究生的生活增添了不一樣的色彩。

我還要感謝所有我在交大的同學與朋友，宗哲、元紹、昭柔、雯瑋、家齊、定隆、小宇、竣凱、嘉龍、議賢、偉哲、乃文、志哲、惠玉、心潔、依潔、韻璇、文秀、佳琴、苑綾、佳紋、心玫，謝謝你們這兩年陪我過著開心與不開心的日子，跟你們在一起生活真的很開心的渡過。

最後，我要感謝遠在美國一直支持著我的思敏，我真的很感謝她，由於她的鼓勵與關懷，讓身在台灣的我，總是覺得她就在我身邊，為我打氣加油，讓我有動力一直走完碩士生涯結束，謝謝她，也祝他能事事順利。

僅懷著感恩的心，感謝所有出現在我生命中的每一個人，沒有你們的出現，就沒我的成長與進步，謝謝你們。

陳玉梅 謹誌

中華民國九十三年七月

目錄

中文摘要.....	
英文摘要.....	
誌謝.....	
目錄.....	
表目錄.....	
圖目錄.....	
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機.....	3
1.3 研究目的.....	3
1.4 研究範圍.....	4
1.5 研究流程.....	5
1.6 研究架構.....	7
第二章 文獻回顧.....	9
2.1 海運航線制定方式.....	9
2.2 海運軸輻路網之發展.....	10
第三章 模式構建.....	16
3.1 建立模式.....	16
3.1.1 軸心港泊靠港口選擇模式.....	16
3.1.2 集貨港船舶指派模式.....	19
3.2 模式應用.....	28
第四章 實例求解.....	29
4.1 範例背景明.....	29
4.2 求解結果.....	32

4.2.1 求解軸心港泊靠港口選擇模式.....	32
4.2.2 比較與分析軸心港泊靠港口選擇的結果.....	35
4.2.3 求解集貨港指派模式.....	36
4.2.4 比較與分析整個軸輻路網的結果.....	49
第五章 結論與建議.....	50
5.1 結論.....	50
5.1 建議.....	50
參考文獻.....	52
附錄.....	54



表目錄

表 1.1 營運航線營收比重.....	4
表 3.1 目標式 1 的修改.....	18
表 3.2 Mode 1 數學式的解釋說明.....	18
表 3.3 Mode 2 數學式的解釋說明.....	23
表 3.4 海上子船航行成本的修改.....	26
表 3.5 子船頻次與船隊計算之說明.....	27
表 4.1 O-D 運價矩陣.....	29
表 4.2 O-D 運量矩陣.....	30
表 4.3 軸心港每航段的航行時間.....	30
表 4.4 支線港每航段的航行時間.....	31
表 4.5 港埠碇泊費用.....	31
表 4.6 裝卸費用與靠港時間.....	31
表 4.7 港口編號.....	32
表 4.8 軸心港數量為 2 時，候選港選擇結果.....	32
表 4.9 軸心港數量為 3 時，候選港選擇結果.....	32
表 4.10 軸心港數量為 4 時，候選港選擇結果.....	32
表 4.11 軸心港數量為 5 時，候選港選擇結果.....	33
表 4.12 軸心港數量為 6 時，候選港選擇結果.....	33
表 4.13 軸心港數量為 7 時，候選港選擇結果.....	33
表 4.14 軸心港數量為 8 時，候選港選擇結果.....	34
表 4.15 軸心港數量為 9 時，候選港選擇結果.....	34
表 4.16 軸心港數量為 10 時，候選港選擇結果.....	34
表 4.17 軸心港數量為 11 時，候選港選擇結果.....	35
表 4.18 啟發式支線求解.....	37

表 4.19 以啟發式求解得的總利潤.....	41
表 4.20 窮舉法求解支線支派之結果.....	43
表 4.21 窮舉法求解所得之總利潤.....	48
表 4.22 比較窮舉法與啟發式.....	49



圖目錄

圖 1.1 研究流程.....	6
圖 1.2 研究架構.....	8
圖 2.1 單一指派之海運軸輻路網.....	11
圖 2.2 允許支線港與軸心港不直接相連.....	12
圖 2.3 二次指派軸心港與集貨港之選擇.....	12
圖 2.4 跳蛙與環繞式軸輻路網.....	13
圖 2.5 多國併櫃軸心港的研究範圍.....	14
圖 2.6 多國併櫃圖示.....	14
圖 4.1 假設軸心港個數為 4~8.....	35
圖 4.2 列舉所有可能作為軸心港的個數.....	36
圖 4.3 以啟發式求解 4 個軸心港，8 個集貨港.....	37
圖 4.4 以啟發式求解 5 個軸心港，7 個集貨港.....	38
圖 4.5 以啟發式求解 6 個軸心港，6 個集貨港.....	38
圖 4.6 以啟發式求解 7 個軸心港，5 個集貨港.....	39
圖 4.7 以啟發式求解 8 個軸心港，4 個集貨港.....	39
圖 4.8 以啟發式求解 9 個軸心港，3 個集貨港.....	40
圖 4.9 以啟發式求解 10 個軸心港，2 個集貨港.....	40
圖 4.10 以啟發式求解 11 個軸心港，1 個集貨港.....	41
圖 4.11 以最短距離所獲得的支線利潤.....	42
圖 4.12 將軸心港利潤與啟發是獲得的利潤總合.....	42
圖 4.13 以窮舉法求解 4 個軸心港，8 個集貨港.....	44
圖 4.14 以窮舉法求解 5 個軸心港，7 個集貨港.....	44
圖 4.15 以窮舉法求解 6 個軸心港，6 個集貨港.....	45
圖 4.16 以窮舉法求解 7 個軸心港，5 個集貨港.....	45

圖 4.17 以窮舉法求解 8 個軸心港，4 個集貨港.....	46
圖 4.18 以窮舉法求解 9 個軸心港，3 個集貨港.....	46
圖 4.19 以窮舉法求解 10 個軸心港，2 個集貨港.....	47
圖 4.20 以窮舉法求解 11 個軸心港，1 個集貨港.....	47
圖 4.21 以窮舉支線指派所獲得的利潤.....	48
圖 4.22 軸心港利潤與窮舉法獲得支線利潤總合.....	48

