

# 結合禁忌搜尋法(ts)與模擬退火法(sa)在彈性製造系統(fms)排程之應用

許惇旭、駱景堯, 林燦煌

E-mail: 8603910@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

彈性製造系統(Flexible Manufacturing System: FMS)具備了機器、加工、產品、流程、數量、擴充、作業以及生產的彈性。其所具備之優點特別適合用於生產介於少種類大批量與多種類小批量之間的生產特性的產品。在以往排程領域中,為了簡化問題及提昇求解的效率,大多以固定的製造途程為前提來從事其相關之研究,且視各項工件的製造途程為一已知的條件。然而在彈性製造系統排程問題的研究上,每個工件的製造途徑不再只是一個已經決定且一成不變的條件,因此在探討彈性製造系統排程問題的同時必須加以考慮其多製程規劃的特性,如此一來才能使得排程效能得以提昇。本研究以啟發式解法來求解彈性製造系統的排程問題。在本研究中比較了EDD、CR+SPT及YUE三種啟發式解法的初始解法與SA、TS、TSSA與SATS四種啟發式解法的改善解法。並以平均延遲達最小為本研究之目標。關鍵詞:彈性製造系統、排程、模擬退火法、禁忌搜尋法、啟發式解法演算法、最小平均延遲。

關鍵詞:彈性製造系統;排程;模擬退火法;禁忌搜尋法;啟發式解法演算法;最小平均延遲

## 目錄

目錄封面內頁簽名頁授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	英文摘要.....	v
誌謝.....	v	目錄.....	vi	圖目錄.....	x
第一章緒論.....	xii	1.1 研究動機.....	1	1.2 研究目的.....	2
1.2 研究目的.....	2	1.3 研究範圍.....	5	1.4 研究架構.....	5
1.4 研究架構.....	5	1.5 研究方法與進行步驟.....	6	第二章文獻探討.....	7
第二章文獻探討.....	7	2.1 排程.....	7	2.2 彈性製造系統排程.....	13
2.1 排程.....	7	2.3 禁忌搜尋法與模擬退火法.....	16	2.3.1 禁忌搜尋法.....	17
2.2 彈性製造系統排程.....	13	2.3.2 模擬退火法.....	19	2.3.2 模擬退火法.....	19
2.3 禁忌搜尋法與模擬退火法.....	16	2.4 禁忌搜尋法與模擬退火法在排程上的應用.....	20	2.4 禁忌搜尋法與模擬退火法在排程上的應用.....	20
2.3.1 禁忌搜尋法.....	17	第三章演算法之建構.....	23	第三章演算法之建構.....	23
2.3.2 模擬退火法.....	19	3.1 演算法之整體架構.....	23	3.1 演算法之整體架構.....	23
2.4 禁忌搜尋法與模擬退火法在排程上的應用.....	20	3.2 符號定義.....	24	3.2 符號定義.....	24
第三章演算法之建構.....	23	3.3 啟發式初始解法.....	26	3.3 啟發式初始解法.....	26
3.1 演算法之整體架構.....	23	3.3.1 EDD演算法之建立.....	26	3.3.1 EDD演算法之建立.....	26
3.2 符號定義.....	24	3.3.2 CR+SPT 演算法之實例說明.....	28	3.3.2 CR+SPT 演算法之實例說明.....	28
3.3 啟發式初始解法.....	26	3.3.3 YUE演算法之建立.....	29	3.3.3 YUE演算法之建立.....	29
3.3.1 EDD演算法之建立.....	26	3.4 初始解法之實例說明.....	32	3.4 初始解法之實例說明.....	32
3.3.2 CR+SPT 演算法之實例說明.....	28	3.4.1 EDD演算法之實例說明.....	33	3.4.1 EDD演算法之實例說明.....	33
3.3.3 YUE演算法之建立.....	29	3.4.2 CR+SPT演算法之實例說明.....	35	3.4.2 CR+SPT演算法之實例說明.....	35
3.4 初始解法之實例說明.....	32	3.4.3 YUE演算法之實例說明.....	38	3.4.3 YUE演算法之實例說明.....	38
3.4.1 EDD演算法之實例說明.....	33	3.5 啟發式改善解法.....	41	3.5 啟發式改善解法.....	41
3.4.2 CR+SPT演算法之實例說明.....	35	3.5.1 禁忌搜尋法(TS)演算法之建立.....	42	3.5.1 禁忌搜尋法(TS)演算法之建立.....	42
3.4.3 YUE演算法之實例說明.....	38	3.5.1.1 禁忌搜尋法之外部改善解法.....	42	3.5.1.1 禁忌搜尋法之外部改善解法.....	42
3.5 啟發式改善解法.....	41	3.5.1.2 禁忌搜尋法之內部改善解法.....	45	3.5.1.2 禁忌搜尋法之內部改善解法.....	45
3.5.1 禁忌搜尋法(TS)演算法之建立.....	42	3.5.2 模擬退火法(SA)演算法之建立.....	48	3.5.2 模擬退火法(SA)演算法之建立.....	48
3.5.1.1 禁忌搜尋法之外部改善解法.....	42	3.5.2.1 模擬退火法之外部改善解法.....	48	3.5.2.1 模擬退火法之外部改善解法.....	48
3.5.1.2 禁忌搜尋法之內部改善解法.....	45	3.5.2.2 模擬退火法之內部改善解法.....	52	3.5.2.2 模擬退火法之內部改善解法.....	52
3.5.2 模擬退火法(SA)演算法之建立.....	48	3.5.3 模擬退火法與禁忌搜尋法(SATS)演算法之建立.....	55	3.5.3 模擬退火法與禁忌搜尋法(SATS)演算法之建立.....	55
3.5.2.1 模擬退火法之外部改善解法.....	48	3.5.3.1 SATS之外部改善解法.....	55	3.5.3.1 SATS之外部改善解法.....	55
3.5.2.2 模擬退火法之內部改善解法.....	52	3.5.3.2 SATS之內部改善解法.....	60	3.5.3.2 SATS之內部改善解法.....	60
3.5.3 模擬退火法與禁忌搜尋法(SATS)演算法之建立.....	55	3.5.4 禁忌搜尋法與模擬退火法(TSSA)演算法之建立.....	63	3.5.4 禁忌搜尋法與模擬退火法(TSSA)演算法之建立.....	63
3.5.3.1 SATS之外部改善解法.....	55	3.5.4.1 TSSA之外部改善解法.....	63	3.5.4.1 TSSA之外部改善解法.....	63
3.5.3.2 SATS之內部改善解法.....	60	3.5.4.2 TSSA之內部改善解法.....	68	3.5.4.2 TSSA之內部改善解法.....	68
3.5.4 禁忌搜尋法與模擬退火法(TSSA)演算法之建立.....	63	3.6 改善解法之實例說明.....	70	3.6 改善解法之實例說明.....	70
3.5.4.1 TSSA之外部改善解法.....	63	3.6.1 禁忌搜尋法(TS)演算法之實例說明.....	71	3.6.1 禁忌搜尋法(TS)演算法之實例說明.....	71
3.5.4.2 TSSA之內部改善解法.....	68	3.6.2 模擬退火法(SA)演算法之實例說明.....	74	3.6.2 模擬退火法(SA)演算法之實例說明.....	74
3.6 改善解法之實例說明.....	70	3.6.3 模擬退火法與禁忌搜尋法(SATS)演算法之實例說明.....	80	3.6.3 模擬退火法與禁忌搜尋法(SATS)演算法之實例說明.....	80
3.6.1 禁忌搜尋法(TS)演算法之實例說明.....	71	3.6.4 禁忌搜尋法與模擬退火法(TSSA)演算法之實例說明.....	83	3.6.4 禁忌搜尋法與模擬退火法(TSSA)演算法之實例說明.....	83
3.6.2 模擬退火法(SA)演算法之實例說明.....	74	第四章計算機執行與結果分析.....	88	第四章計算機執行與結果分析.....	88
3.6.3 模擬退火法與禁忌搜尋法(SATS)演算法之實例說明.....	80	4.1 問題定義.....	88	4.1 問題定義.....	88
3.6.4 禁忌搜尋法與模擬退火法(TSSA)演算法之實例說明.....	83	4.2 參數值之分析與設定.....	89	4.2 參數值之分析與設定.....	89
第四章計算機執行與結果分析.....	88	4.3 執行結果之分析與比較.....	93	4.3 執行結果之分析與比較.....	93
4.1 問題定義.....	88	第五章結論與建議.....	99	第五章結論與建議.....	99
4.2 參數值之分析與設定.....	89	5.1 結論.....	99	5.1 結論.....	99
4.3 執行結果之分析與比較.....	93	5.2 建議.....	100	5.2 建議.....	100
第五章結論與建議.....	99	參考文獻.....	102	參考文獻.....	102
5.1 結論.....	99	附錄一:參數分析中具有顯著影響的變數分析表.....	108	附錄一:參數分析中具有顯著影響的變數分析表.....	108
5.2 建議.....	100				

參考文獻

【1】 尤威評, 模擬退水法在彈性製造系統排程之應用, 碩士學位論文, 1995 【2】 林我聰, 現場排程專家系統, 資訊與電腦出版, 1994 【3】 林志誠, 禁區搜尋法之分析---應用於流程廠問題, 碩士學位論文, 1993 【4】 利德江, 以敘述空間法求解彈性製造系統的排程問題, 國科會專題研究計畫報告, 1993 【5】 陳建良, 排程概述, 機械工業雜誌, 12月號, 1995, pp.122-137 【6】 陳勝男, 禁忌搜尋法應用於車輛路線問題之研究, 碩士學位論文, 1995 【7】 葉怡成, 類神經網路模式運用與實作, 儒林書局, 1994 【8】 葉若春, 生產計劃與管制, 中興管理顧問公司, 1984 【9】 葉靜怡, 以塔布搜尋法求解流程式工廠排程問題, 碩士論文, 1994 【10】 雷紹辰, 電腦整合製造(CIN)-CAD/CAM應用, 松崗電腦圖書, 1992 【11】 賴士葆, 生產作業管理, 華泰, 1995 【12】 蕭文杰, 以數理規劃及遺傳演算法探討彈性製造系統中多製程規劃之生產排程問題, 碩士學位論文, 1993 【13】 Aanen,E., Gaalman,G.J. and Naijn,W.M.,A Scheduling Approach for a flexible Manufacturing System,International Journal of Production Research,V31,N10,1993,pp.2369-2385 【14】 Baker K. R.,Introduction to Sequencing and Scheduling,John Wiley&sons,New York,1974 【15】 Barnes,J Wesley;Chambers,John B,Solving the job shop scheduling problem with tabu search,IIE Transactions,V27,12,Apr 1995,pp.257-263 【16】 Belarmino Adenso-Diaz,An SA/TS mixture algorithm for the Scheduling tardiness problem,EJOR,v88,i3,feb 8,1996,pp.516-524 【17】 Bharath Ramzchandran and Drosen James,Neural Network Computing,Windcrest/ McGraw Hill,New York,1974 【18】 Bland,J A and Dawson,G P,Tabu search applied to layout optimization,Internal Report Department of Mathematics,Statistics and Operational Research,Nottingham Polytechnic,Uk(1989) 【19】 Campbell,H.G.,Dudek,R.A. and Smith,M.L.,A Heuristic Algorithm for the N-Job,M-machine Sequencing Problem,Management Science,V16,1970,pp.630-637 【20】 D.de Werra and A.Hertz,Tabu Search Techniques,ORSpektrum,V11,1989,pp.131-141 【21】 Eric Davalo and Patrick Naim,Neural Networks,Mac Millan,Hongkong,1991,pp.32-73 【22】 F.Glover,Tabu search-Part I,ORSA Journal on Computing,1,(1989),pp.190-206 【23】 F.Glover,Tabu search-Part II,ORSA Journal on Computing,2,(1990),pp.4-32 【24】 F.Glover,Tabu search : A Yuyorial,Interfaces,V20,14,Jul/Aug,(1990),pp.74-94 【25】 F.Glover,Eric Taillard and Dominique de Werra,A user's guide to tabu search,Annals of Operations Research,41(1993),pp.3-28 【26】 Fisher,M.L.,and R.Jaikumar,A generalized assignment heuristic for vehicle routing problems,Network,11,1981,pp.109-124 【27】 G.Laporte and H.Mercure,Balancing hydraulic turbine runners,Europe.J.Opl Res,V20,17,Sep(1993),pp.687-695 【28】 Gangadharan,Rajesh;Rajendran,Chandrasekharan,A Simulated annealing heuristic for scheduling in a flowshop with bicriteria,Computers & Industrial Engineering,V27,11-4,Sep 1994,pp.473-476 【29】 Gillet,B.,and L.Miller,A heuristic algorithm for the vehicle dispatch problem,Operation Research,22,pp.340-349 【30】 Glover,F.,Heuristics for integer Programming using surrogate constraints,Decision Science,Vol 8,1977,pp.156-166 【31】 Graves,S.C.,Making production scheduling more efficient to control manufacturing,Industrial Engineering,V20(4),1981,pp.646-675 【32】 Graves,S.C.,A Review of Production Scheduling,Operations Research,V29,1981,pp.646-670 【33】 He,Zesheng;Yang,Taeyong;Tiger,Andy,An Exchange heuristic imbedded with simulated annealing for due-dates job-shop scheduling,European Journal of Operational Research,V91,11,May 24,1996,pp.99-117 【34】 Hutchison,J.,K.Leong,D.Snyder and P.Ward,Scheduling approaches for random job shop flexible manufacturing systems,International Journal of Production Research,V29(5),1991,pp.1053-1067 【35】 Ishibuchi,Hisao;Misaki,Shinta;Tanaka,Hideo,Modified simulated annealing algorithms for the flow shop sequencing problem,European Journal of Operational Research,Vol:81,Iss:2 Date:Mar 2,1995,pp.388-398 【36】 J.A.Bland and G.P. Dawson,Tabu Search and Design Optimization,Computer aided design,V23,N3,Apr(1993),pp.195-201 【37】 Kusiak,A.,Application of Operational Research Models and Techniques in Flexible manufacturing Systems,European Journal of Operational Research,V24,1986,pp.336-345 【38】 M.Widmer,Job Shop Scheduling with Tooling Constraints:A Tabu Search Approach,Journal of the Operational Research Society,V42,11,Jan 1991,pp.75-82 【39】 Maimon,O.Z. and S.B. Gershwin,Dynamic scheduling and routing for flexible manufacturing system that have unreliable machines,Operation Research,V36(2),1988,pp.279-292 【40】 Marius Sinclair,Comparison of the performance of modern heuristic for combinatorial optimization on read data,Computer and Operation Research,V20,17,Sep 1993,pp.687-695 【41】 Nagar,Amit;Heragu,Sunderesh S;Haddock,Jorge,A branch-and-bound approach for a two-machine flow scheduling problem,Journal of the Operational Research Society,V46,16,Jun 1995,pp.721-734 【42】 Nanfang Hu,Tabu search method with random moves for globally optimal design,International Journal for Numerical Method in engineering,V35,1992,pp.1055-1070 【43】 O'Grady,P.J.and U.Menon,A multiple criteria approach for production planning of automated manufacturing,Engineering Optimization,V8,1985,pp.161-175 【44】 Panwalkar,S.S.and Iskander,W.,A survey of scheduling Rules,Operation Research,V25,1977,pp.45-61 【45】 Shanker,K.and Y.J.Tzen,A loading and dispatching problem in a random flexible manufacturing system,International Journal of Production Research,V23(3),1985,pp.579-595 【46】 Shaw,Michael J.,Knowledge-Based Scheduling in Flexible Manufacturing:An Intelligent of Pattern-Directed Inference and Heuristic Search,International Journal of Production Research,V26,N5,1988,pp.821-844 【47】 Van Laarhoven,Peter J.M;Aarts,Emile H.L;Lenstra,Jan Karel,Job Shop Scheduling by Simulated Annealing,Operations Research,V40,11,Jan/Feb 1992,pp.113-125 【48】 Wilhelm,W.E.and H.M.Shin,Effectiveness of alternate operations in a flexible manufacturing system,International Journal of Production Research,V23(1),1985,pp.65-79