

基於基因演算法生產工作排程應用於紡織業之研討

Discussion Gene Algorithm Based on the Production of Textile Work Schedule Applies

胡家瑋

Jia-Wei Hu

德明財經科技大學

資訊管理系

學生

Remixdoris@gmail.com

邱錦清

Chin-Ching Chiu

德明財經科技大學

資訊管理系

教授

Chiu@takming.edu.tw

摘 要

在國際市場廣大的需求下，業者不斷積極研發新產品及進口生產設備，技術需求服務品質要完善控管以及生產訂單排程問題。主要以印染成品排程、針織物排程及後染處理排程作為實驗研究目的，在每張訂單為了不出現漏單、插單及抽單問題發生，以客戶需求進行排單，並使用優先權排班的方法，來依序數量龐大的貨量來進行優先生產。依不同的機台效能及訂櫃單內的種類及數量，進行每張訂櫃單總數量進行安排優先排單生產。在傳統人工排程工法法則，並不是能第一快速時間內完成的結果，依客戶需求及環境考量，並使用基因演算法的套件軟體，設定出基本參數，產生每條染色體編碼，及由演化過程得到最佳解。

關鍵詞：紡織業、印染廠、基因演算法、優先權排班、Evolver。

Abstract

The majority of the demand in the international market, the industry has been actively developing new products and imported production equipment, technology needs to improve the quality of service Control Manager and the production order scheduling problem. Mainly in dyeing finished scheduling, knitted schedule and after immunization schedule as the experimental research purposes, in order not to appear each leak single, single plug and pumping single problem to customer demand for a single row, and use priority right scheduling method to sequence a large number of shipments to prioritize production. Depending on the machine performance and the kind and quantity of order within a single cabinet, carried each order the total number of single cabinet arrangements prioritize a single production. In the traditional method of manual work schedule rule, the result can not be completed within the first fast time, according to customer needs and environmental concerns, and the use of genetic algorithms in the software package, set the basic parameters generate each chromosome coding, and by the evolution process to obtain the optimal solution.

Keyword: textile, printing and dyeing, geneticalgorithm, priorityscheduling, Evolver。

一、緒論

首先敘述研究背景與動機，再依此提出研究目的與限制，最後簡述本論文之架構。

1.1 研究背景

在台灣最為原始的產業，在過去的紡織業體系是有分為寢具用品及成衣製造產業，然而隨著全球各界的影響，形成世界紡織品完全自由競爭市場。在對岸的紡織產業作為先趨產業，增加就業及出口創匯而帶動經濟成長，勞力密集的紡織業將步入衰退期，如今加入世界貿易組織後，在產品上面品質的水準大幅提升。處在全球性的競爭下，為了降低客戶交貨的時間，包括工廠內部機台印染的時間、全面品質管理(Total Quality Management;TQM)及產品包裝，快速兼顧品質並正確提供客戶訂單進度及單價處理，前置作業時間縮短，達到收入最大的獲利。短紡紗廠、織布廠及染整廠則屬於中游，成品廠則屬於下游產業(圖 1.1)。

1.2 研究動機與目的

生產排程(Production Scheduling)在有限產能原來自於物料供應、市場需求、工程程序、機械產能、資本額、管理機制、員工態度行為等多方的對生產的影響，然而生產與作業管理流程的兩大分類：計劃面的生產與作業管理流程與管制面的生產與作業管理流程。所謂的排程主要是在某一段時間內，將公司的設備、人力、空間作適當安排，藉此完成某些作業之決策過程[1][2]。

1.3 研究範圍

Saydam[3]等人發展一套決策支援系統來協助染整廠的某單一加工站進行生產規劃，此系統先建構一個線性規劃(Linear Programming; LP)模式找出最佳設備負荷分配，再發展一套啟發式演算法，找出不同胚布的存貨最適使用順序，以減少胚布搬運時間及規劃人力的浪費。蕭達元[4]等人導入ERP等企業電子化系統，希望可以提升競爭力，更可縮短作業流程、整合企業資源。研究ERP引進紡織業的現況，在製衣廠、織布廠與染整廠的適用性，導入ERP等資訊建置之觀念是正確的，評估導入時間點是否合適，否則，將容易形成成本末倒置的遺憾。

1.4 研究流程

而本研究流程架構如圖1-4所示，包含以下幾個部份：

1. 緒論：說明本研究的動機及背景、研究的目的及研究流程。
2. 文獻探討及研討：主要與紡織業相關的文獻及其生產排程的文獻資料，並對機台效能、排程問題、成品完成總時間、基因演算法及其改的自適應值突變率進行討論。
3. 範圍問題：本研究以印染廠之針織布生產排程、染整廠之後染排程及成品廠之成品生產排程的特性及其排程的問題，提出所需的基本條件及建構，並針對排程目的之工作生產時間求

以適應值的最佳解。

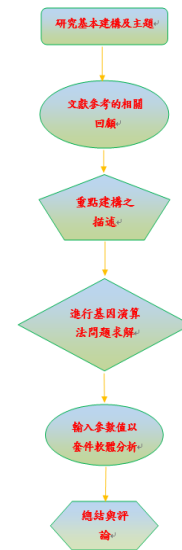


圖1-4、研究架構流程圖

二、文獻回顧

根據中國紡織工業研究中心的分類，紡織產業在上游主要分為石化工業(Raw Material)、基礎化學品(Basic Chemical)、纖維(Fiber Production)，中游主要分為紡紗(Yarn Spinning)、織布(Textile production)、染整(Textile Dyeing & Finishing)，下游則主要為最終用途(End Use)，如圖2.1所示。此外，紡織產業不僅供應鏈階層數多，在紡織業生產流程的各個階段皆有多種不同產品型態，譬如織布段就分為梭織布(Weaving)、針織布(knitting)、不織布(Non-woven)與特殊織布(Special Fabrics)等，產品種類相當多元。在圖2.2，則進一步說明台灣紡織產業、上、中、下游關聯情形[5]。

Sébastien Thomassey[6]在2013指出必須處理的紡織服裝市場的一些奇異的限制，例如比如不穩定的需求，銷售的季節性強，生命週期短，或缺乏歷史數據項的廣數。為了應對這些制約因素，公司已經實施的具體預報系統往往是簡單而強大的。在服裝行業的現行做法經過研究，我們提出一種執行更準確，更可靠的銷售預測不同的預測模型。這些模型依賴於先進的方法，例如模糊邏輯，神經網絡和數據挖掘。

Zhi WANG[7]提出結果預測，中國將有可能脫穎而出，成為世界上最大的製造業中心之一，因為它集成到了世界經濟。台灣將有可能成為中國龐大的製造業生產的上游供應商，並通過一個“大中國”的自由貿易區(FTA)加入世貿組織後，進一步整合經濟與中國獲得更多的經濟。這將進一步降低垂直整合的成本海峽兩岸製造業之間，使中國和台灣地區，成為在全球製成品增強競爭能力。

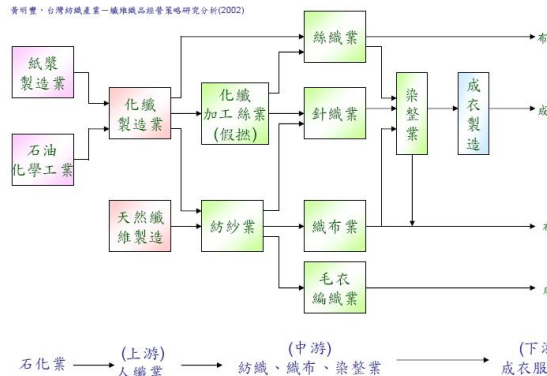


圖2.2 紡織產業上中下游關聯圖[8]

2.1.1 產業概況

紡織業在台灣已發展五十餘年，廠商涵蓋供應鏈上中下游，生產體系相當完整，是成熟的傳統產業，也是過去台灣最大的創匯來源(如表2.3所示)，儘管在2013後，電子產品、資訊與通訊產品年創匯值陸續超越紡織，紡織產業至今仍為國內第三大產業。而根據紡拓會資料顯示(表2.4)，紡織品出口仍以布料為大宗，出口值達74.13億美元，佔出口總值之64%，較去年同期成長1%；出口量為95.82萬公噸，較去年同期成長0.3%；出口單價則較去年同期成長1%。

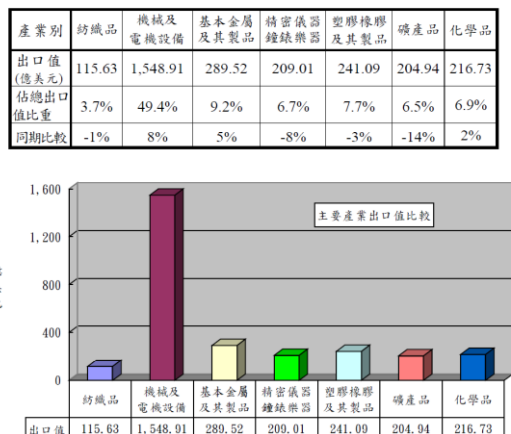


表 2.3 我國主要出口項目的創匯狀況[9]

項 目	出口值 (億美元)	比重 (%)	同期 比較 (%)	出口量 (萬公噸)	同期 比較 (%)	單價 (美元/ 公斤)	同期 比較 (%)
1.纖維	10.81	10	-5	59.88	1	1.81	-6
2.紗線	19.91	17	-6	66.75	-2	2.98	-5
3.布料	74.13	64	1	95.82	0.3	7.74	1
4.成衣及服飾品	6.92	6	-3	3.12	-4	22.19	1
5.雜項紡織品	3.86	3	-5	9.29	-4	4.15	-2
合 計	115.63	100	-1	234.86	-0.4	4.92	-1

表 2.4 我國主要紡織出口項目[9]

2.1.2 紡織業之相關生產排程文獻

於紡織產業的生產排程，仍然無法與其它生產產業之排程，在相較之下沒有高度性的熱門討論。

其中，張洪業[10]在 2008 年提出印染企業生產狀況進行了深入調研和分析的基礎上，建立了相應的分層賦時著色 Petri 網模型，對生產過程進行類比；對流水車間調度、混合流水車間調度進行了學習和研究，並建立了相應的數學規劃模型；對比分析了經常用於解決優化問題的相關演算法，著重學習了傳統遺傳演算法和粒子群演算法，同時根據實際情況對演算法進行了部分改動和改進，並用 matlab 工具進行了演算法的實現和驗證，最後將其轉化為 .net 程式後應用到花布印染企業的生產調度中，生成相應的甘特圖，解決實際的計畫排程等相關問題。

孟繼豔[11]在2009年針對APS基本概念、發展現狀及APS的幾種主要優化演算法進行介紹。最後，按照軟體工程原理從軟體需求分析、概要設計、詳細設計、軟體實現、軟體測試詳細論述了一套針對紡織行業的完整的APS系統，直觀地揭示了APS為紡織業改進生產管理方法帶來的價值與作用。通過對系統排程結果的分析，可以發現：APS系統可以自動得出滿足多種約束條件的，手工排程無法找到的，優化的排程方案，為企業的生產管理提供了科學合理的方法，彌補了ERP在生產管理環節的缺陷。

葉麗芬[12]在 2001 年針對紡織業之針織、染整及成衣產業，在不同的環境及需求，利用基因演算法進行求解。本研究以個案公司織布廠之針織布生產排程、染整廠之後染排程及成衣廠之成衣生產排程，在不同的排程目標下，來驗證基因演算法的效能。由於基因演算法的演化效能，會受到基因參數的影響，本研究將進一步以個案公司為例，在不同排程目標及訂單數及機台數變化，透過一連串的調整及測試後，提供管理者較佳的交配率及突變率的設定值。

2.1.3 基因演算法生產排程之相關文獻

本研究探討基因演算法之生產排程，來進行胚布印染數量之總生產時間以及機台排程進行時間，整理其以下相關文件：

黃冠霖[13]2009年提出利用系統模擬軟體來建構非等效平行機台排程模式，接著使用軟體之GA模組來尋找最佳排程及人力配置的問題。模擬之結果會與窮舉法之結果作比較，期望找出符合實務排程需求之最佳建議。模擬結果顯示，窮舉法雖然能保證求得最佳解，卻非常消耗時間；至於使用系統模擬與基因演算法是可行的並且可在很短時間內找到相似最佳解。

哲民裕[14]針對調度問題的先後次序和機器相關的設置時間和機器相關的處理時間。該機擁有生產可用性限制每個作業。這個問題的目標是確定的作業分配策略和機器最小化總完成時間的調度策略。為了解決上述問題，為最優解的數學模型導出，並提議為大尺寸的問題混合遺傳算法具有三個調度規則。

三、研究方法與步驟

主要探討個案公司在印染布生產排程、成品生產排程。依循環境的不同及生產排程供應需求及問題產生，制定基本適合目標函數，再經由基因演算法來進行求解。由於基因演算法的演化效能會受到基因參數如交配率、突變率的影響。因此，本研究將在不同之生產排程結果及產品數量及機台效能與數量的變化，探討最為適合之交配率及突變率的設定，經過各種染色體參數的調整以達到最為符合之參數設定值，用以套件進行資料的測試，來驗證本研究的有效性。最後根據實驗的結果，提出具體的結論與評論。

由於，機器形態處決於效能來達到生產程序，必須以不同的機台之基本功能使用，分類出機台種類機型態分為單機、等效平行機台及非等效平行機台。在於傳統產業時代，必須依賴人工來進行生產分配作業，主要採取的排程方式如優先排班權、先到先處理、依序循環排班等基本派工法則。由於，生產作業程序時間長，導致無法如期與客戶交貨有所影響，主要更新傳統上人工進行排程程序的建構，才能避免人工排程所造成嚴重漏單、多張重複排單及影響時程等現象。以下，依個案公司的織布廠之主要對胚布髮染廠染色的加工過程管理。具體功能有：胚布入染單，印染生產排單、胚布調撥單，在不同排程問題及不同排程需求目標分別進行說明：

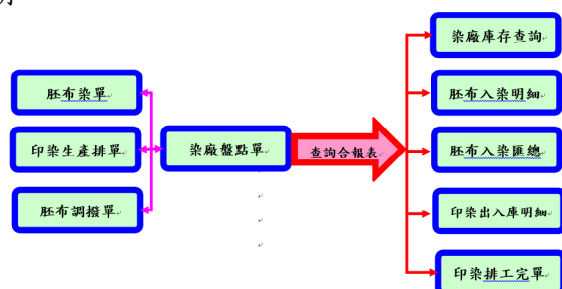


圖3-1、印染流程管理

3.1 建構印染成品排程

胚布印染的主要生產設備包含了印染機、平網印花機、柔軟預縮機、高速效絲機、以及排版、拉布、裁剪機、電腦輔助設計與電腦繪圖系統等設備[15]。本研究，將針對單一工作站及單一類型的生產設備，在多張訂單的環境下，進行排程作業，求取總成本最小化[16]。

3.1.2 建立條件

基本條件	問題原因
一張訂單僅生產一種產品	訂單生產基本分類
訂單必須清楚明瞭及固定	每張訂單必須有基本日期及出貨時間等，且訂單時間確定
原物料必須保持充足	原料未充足，則影響到生產時間延後的問題
訂單交期不得隨意變更，以客戶出貨時間為準	如期的交貨時間，必須考量客戶需求
訂單生產時間皆為固定	依序生產時間
避免插單的問題	各種原因，會影響製程時間
每張訂單都有各自不同的機台去生產	一項產品必須按照各種機台去加工
所有訂單交期以客戶為基本需求	客戶關係要求項目及時間
接單時間必須固定	必須確認接單時間，才能開始進行排單
在投胚，必須考慮週邊人員數量問題	人力資源分配運用，減少製程時間
每一台機器，必須正常依序運作	在機械運作中，中途斷電及操作不當，會影響產品品質
以優先排班權，並以優先順序來進行	以時間較短種類項目，作為優先順序
每一台機器都需要檢查正常問題	如機器故障，會影響整個基地交期時間
每批原物料加工完成時，必須備註每項產品等級的分配	產品出貨，必須分辨品質之優劣，來進行品質的分配

3.1.3 建構針織物排程

針對染色加工過程中，由於人為因素，技術員技術水品及機缸手操作等原因，導致印染布在顏色上往往容易與樣品顏色出現偏差，偏淺的可以繼續返染缸重新染色；偏深的，則需要進行剝色法，將原先偏深的印染布返回染缸為防止機台上深色殘留物而影響隨後的淺色品質，為了保持機台的清潔，必須處理後台事項，影響總生產時間需額外增加的因素，以求取總生產時間最小化[17]。由於，隨著生活水準的提升，消費者對品質要求越來越高、樣式越來越多元，為維持產品的高品質。嚴謹的技術開發及面對市場的快速變化，選擇堅持在台灣生產。部份多張訂單、多部平面機台環境，在生產程序使得依賴傳統經驗的來進行生產排程方式。

3.1.4 建立條件

基本條件 [ⓐ]	問題原因 [ⓐ]
一張訂單僅生產一種產品 [ⓐ]	訂單生產基本分類 [ⓐ]
訂單必須清楚明瞭及固定 [ⓐ]	每張訂單必須有基本日期及出貨時間等，且訂單時間確定 [ⓐ]
原物料必須保持充足 [ⓐ]	原料未充足，則影響到生產時間延後的問題 [ⓐ]
訂單交期不得隨意變更，以客戶出貨時間為準 [ⓐ]	如期的交貨時間，必須考量客戶需求 [ⓐ]
訂單生產時間皆為固定 [ⓐ]	依序生產時間 [ⓐ]
必須以印染生產人員，來進行染缸進行操作 [ⓐ]	針對品質管理，必須經由認可的驗證人員 [ⓐ]
每張訂單都有各自不同的機台去生產 [ⓐ]	一項產品必須按照各種機台去加工 [ⓐ]
所有訂單交期以客戶為基本需求 [ⓐ]	客戶關係要求項目及時間 [ⓐ]
接單時間必須固定 [ⓐ]	必須確認接單時間，才能開始進行排單 [ⓐ]
印染生產人員會經由顏色深淺，進行色差方面之調色 [ⓐ]	色差方面必須時由客戶需求，以免造成不必要的糾紛 [ⓐ]
每一台機器，必須正常依程序運作 [ⓐ]	在機械運作中，中途斷電及操作不當，會影響產品品質 [ⓐ]
以優先排班權，並以優先順序來進行 [ⓐ]	以時間較短種類項目，作為優先順序 [ⓐ]
每一台機器都需要檢查正常問題 [ⓐ]	如機器故障，會影響整個基地交期時間 [ⓐ]
每批胚布染色完成時，必須備註每項產品等級的分配 [ⓐ]	產品出貨，必須分辨品質之優劣，來進行品質的分配 [ⓐ]
避免插單的問題 [ⓐ]	各種原因，會影響製程時間 [ⓐ]

基本條件 [ⓐ]	問題原因 [ⓐ]
一張訂單僅生產一種產品 [ⓐ]	訂單生產基本分類 [ⓐ]
訂單必須清楚明瞭及固定 [ⓐ]	每張訂單必須有基本日期及出貨時間等，且訂單時間確定 [ⓐ]
原物料必須保持充足 [ⓐ]	原料未充足，則影響到生產時間延後的問題 [ⓐ]
訂單交期不得隨意變更，以客戶出貨時間為準 [ⓐ]	如期的交貨時間，必須考量客戶需求 [ⓐ]
訂單生產時間皆為固定 [ⓐ]	依序生產時間 [ⓐ]
必須以印染生產人員，來進行染缸進行操作 [ⓐ]	針對品質管理，必須經由認可的驗證人員 [ⓐ]
每張訂單都有各自不同的機台去生產 [ⓐ]	一項產品必須按照各種機台去加工 [ⓐ]
所有訂單交期以客戶為基本需求 [ⓐ]	客戶關係要求項目及時間 [ⓐ]
接單時間必須固定 [ⓐ]	必須確認接單時間，才能開始進行排單 [ⓐ]
在染缸上進行染色時，必須正確使用染色編號，分配每個訂單種類的分類 [ⓐ]	種類編號分類清楚，避免複雜交錯 [ⓐ]
每一台機器，必須正常依程序運作 [ⓐ]	在機械運作中，中途斷電及操作不當，會影響產品品質 [ⓐ]
以優先排班權，並以優先順序來進行 [ⓐ]	以時間較短種類項目，作為優先順序 [ⓐ]
每一台機器都需要檢查正常問題 [ⓐ]	如機器故障，會影響整個基地交期時間 [ⓐ]
每一種胚布由染缸進行染色 [ⓐ]	單一訂單，分配所屬機台上染色 [ⓐ]
避免插單的問題 [ⓐ]	各種原因，會影響製程時間 [ⓐ]

3.1.5 建構後染處理排程

為了防止殘留染劑造成的污染則需要花費較多的時間來仔細的進行清洗染缸，此即為整備時間。相反的，若由淺色轉染深色時，因不用擔心殘留染劑污染的問題，所以就不會有洗缸成本的發生。在本研究中，針對機台後置處理機制，不同加工速度的多部併行機器（即非等效的平行機台）及多張訂單來進行排程作業。增加因染色過程的品質風險關係，考量由深色轉染淺色時，為避免染劑殘留影響品質的問題，而影響總生產時間需額外增加的因素，以求取達交率最高的目標[18]。

3.1.6 建立條件

3.2 基因演算法的發展與演變

在基因演算法提出後，很快就得到各種領域的科學家的注意，諸如人工智慧、計算機、生物學等，並且廣泛的被應用在各個領域。之後，美國Goldberg博士在1989年發表一本專著：“Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning”。此書發表之後，對基因演算法不管在數學基礎理論、基因演算法的基本原理、數理的分析等都有詳細的介紹。而根據Goldberg所描述基因演算法的特性包含：

1. 基因演算法係透過字串的方式來進行編碼，透過此方式將問題的實際資料轉換為運算所需的資料。
2. 由於基因演算法在起始運算時是以多個點來進行搜尋，所以比起其他的演算法更容易取得全域的最佳解（Global Optimization）。
3. 在運算的過程中，基因演算法不用加入額外的資訊，可藉由上一世代演化的結果所產生的資訊，來進行相關資料的變動，繼而找到期望目標值。
4. 由於基因演算法的運算方式是採取隨機的方式來進行，所以不易受到資料型態的影響，因此可以針對不同的問題來進行最佳解的找尋。在運算時是採取多工的方式來進行，因此可以節省時間[19]。

3.3 Evolver 軟體簡介

Evolver使用一套專有遺傳算法搜索問題的優化解法。Evolver使用遺傳算法查找您模型的最佳解法。遺傳算法模擬達爾文的自然選擇法則，方法

是創建一個允許某個問題的數百種可能解法相互競爭的環境，最後只留下“最適合的”解法。如同生物進化一樣，每個解法可以通過“子孫”解法遺傳良好的“基因”，因此整個解法群體將繼續進化為更好的解法。您可能已經註意到，在遺傳算法中使用的術語通常與生物進化中使用的術語相似。我們會談到“交叉”功能如何幫助確定查找解法的重點、“突變”率如何幫助使“基因群”多樣化，並且我們會評估整個解法“群體”或“組織”。本研究所使用的版本為Evolver 5.7試用版。

3.5.2 參數值設定

以下本研究有關Evolver軟體參數設定之說明：

參數值	設定值
最優化目標	最大值
可調整單元範圍(最大值)	5000
選擇求解方法	Menu
交配率	0.6
突變率	0.05
約束條件類型	嚴格
最佳化操作	Selsct all
族群數目	50
隨機數種子	自動
停止條件	Trials

定義可調整單元格時，您可以指定要使用的求解方法。不同的求解方法可以處理不同類型的可調整單元格。設置求解方法以用於可調整單元格組，而且可以通過單擊“Group”按鈕和顯示可調整單元設置對話框對其進行更改。通常，您將使用默認的“Menu”求解方法；在此求解方法中，每個單元格值可以獨立與其他單元格進行更改。由於將其選為默認方法，因此您無需進行更改。

交配率:設定所需交配率的大小，本研究使用預設值0.6。

突變率:Evolver使用突變率有六個選項。本研究設定值為0.05。

約束條件類型:以使用簡單和公式這兩種格式輸入約束條件。簡單值範圍格式允許使用簡單的<、<=、>、>= 或= 關係輸入約束條件。典型的簡單值範圍約束條件為0< A1 的值<10，其中在單元格範圍框中輸入A1，在最小值框中輸入0，而在最大值框中輸入10。

最佳化操作:選擇之順序方法包含以下四種最佳化操作:預設母體選擇、預設交配、預設突變及預設回饋。最佳化操作之選擇可為單選或多選，也

可選擇全部。

族群數目:在族群數目設定，文獻中一般建議使用30~100，因族群數目越大搜尋時間則越長，本研究族群數目設定為50。

停止條件:最優化過程中，可以使用更新顯示、隨機數種子和停止條件之類的選項來控制Evolver的運行方式。總加權完工時間最小之基因演算法為執行5000次。本研究停止條件設定為Trials。以下為Evolver運行流程如圖3-1所示：

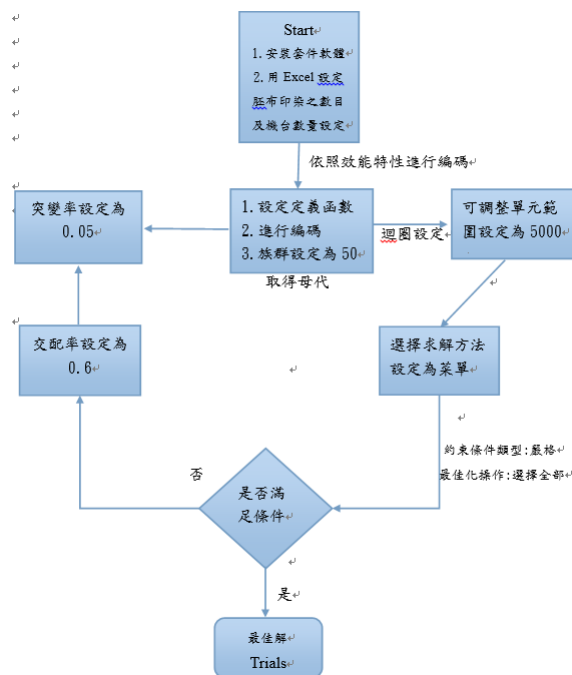


圖 3-2 Evolver 運行之流程

四、實驗分析

本研究測試問題，主要針對最佳解之求取，在分析工具上，主要分為確切演算法(Exact Algorithm)及啟發式演算法(Heuristic Algorithm) 兩種。確切演算法如：分支界限法(Branch-and-Bound)、動態規劃(Dynamic Programming)、整數規劃(Integer Programming)等，這些方法雖然可以讓使用者，針對不同的問題而尋找到最佳解，但是隨著問題的增加，其所要求的解會成階乘而大幅的增加[20]。

本研究將以印染成品排程、針織物排程及後染處理排程，依不同排程需求訂定目標，利用基因演算法進行求解，並與人工排程結果及Evolver套件軟體進行比較，藉以驗證基因演算法之成效性。此外，針對在不同的訂櫃數及機台效能之變化，探討基因染色體編碼之交配率、突變率對基因演算法的演化效能的影響。本研究所使用的版本為 Evolver 5.7 Excel Readme-試用版。

本研究測試目的，為了達到排程資料驗證的結果，主要以客戶需求的項目，必須產生訂櫃單的基本資料及生產數量，以進行的模式分別為傳統人工排程數量及機台效能，將胚布投入機台上面，以基礎系統化的方式來進行驗證。在傳統人工排程之工法，如先到先處理(First-Come, First-Served

Scheduling)、最短工作處理 (Shortest-Job-First Scheduling)、優先排班權(Priority Scheduling)、依序循環排班(Round-Robin Scheduling)及即時排班 (Real Time Scheduling)以上五種常見的派工法則，以系統化的方式來進行驗證，隨後以套件軟體進行分析比較。

以下主要以定櫃單的種類及數量，在進入機台內加工，必須得知機台效能在時間設定做為製程程序中，影響生產工作排程總時間實驗驗證的測試。相關胚布訂櫃單建立及機台效能如表4-1，設定假設性的條件如下：

1. 主要以7張定櫃單，而每一張訂櫃單數量都不一致。
2. 每張定櫃單的胚布種類，以客戶需求分別1~2種。
3. 機台針對以工作站為平行處理。
4. 在印染過程中，以機台效能的等級優先處理單張定櫃單龐大數量的胚布。本研究使用優先排班權，來進行實驗測試。
5. 機台及訂櫃單之總生產時間的方式為：

$$Max\{\text{胚布數量} \times \text{總生產時間}\} \times \text{機台效能}$$

機台名稱	機台效能	開機時間
印染機 B01	5	1
印染機 B02	10	2
印染機 B03	20	3

表 4-1 機台效能及時間設定表

因客戶需求，定櫃單內的胚布數量有所差別，主要是胚布種類 1~2 種，為了方便整理，設定種類編號，而種類編號是針對投胚在機台時所設定基本項目之一。為了達到客戶需求滿意度，設定預估產品完成的時間，來達到天數交貨的認知。定櫃單資料表設定如表 4-2：

訂櫃編號	胚布種類	胚布數量	交貨時間(天)
A1	1	320	30
A2	2	580	49
A3	2	770	68
A4	2	985	82
A5	2	860	79
A6	1	260	29
A7	1	150	21

表4-2 訂櫃單胚布種類資料表

1.優先排班權

將訂單接單印染的程序將接單順序較早者先安排進行生產，將分配給具有最高優先權的行程，具有相同優先順序的行程則按照數量優先排班。以高優先權和低優先權來決定。優先權一般是一些固定範圍的數字，譬如 0 到 7。本研究是以最高優先權作為排序作業。以高數值代表高優先次序，如表 4-4 所示。順序為：A5、A4、A3、A2、A1、A6、A7，將 A5、A4 置入印染機 B03 機台，再將 A3、A2 置入印染機 B02 機台，最後編號 A1、A6、A7 置入印染機 B01 機台，在訂單編號上分別不同的生產時間，如下表 4-3 所示：

機台名稱	排程結果	總生產時間 (單位時間)
印染機 B01	A7:150/5-30 A1:320/5-64	146
印染機 B02	A2:580/10-58 A3:770/10-77	135
印染機 B03	A5:860/20-43 A4:985/20-49	92

表 4-3 各種類胚布分配表

每項定櫃單置入排程後，將三台印染機生產時間總合起來，分別 B03、B02、B01 機台總生產時間為 373 單位時間，因為三台機台效能都不同，相對開機時間也有所不同，效能越高的機台內部處理開機的時間也會越長，但相對的，機台的效能越高，機台本身內部功能就非常的精密，所生產的時間就縮短很多。以計算總生產時間的方式為： $Max\{\text{機台名稱 B01, 機台名稱 B02, 機台名稱 B03}\}$ ，總生產時間為：373(單位時間)，並計算出優先排班權(可搶先)的平均回復時間，如圖 4-1 所示，將總生產時間扣除平均回復時間，計算平均回復時間如下：

平均回復時間: $63-0=63$
 $30-1=29$
 $77-2=75$
 $43-3=40$
 $49-4=45$
 $52-5=47$
 $58-6=52$
 ↑ 結束時間
 $(63+20+75+40+45+47+52)/7=50$ (總平均回復時間)
 原本總生產時間為373, 將總生產時間扣除總平均回復時間方式為: $Max\{\text{總生產時間}-\text{總平均回復時間}\}$, 得到的時間為323(單位時間), 時間縮短了50(單位時間)。

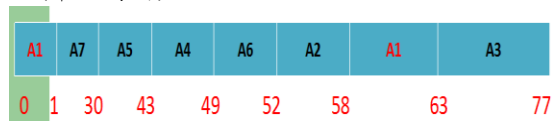


圖4-1 優先排班甘特圖

訂櫃編號	結束時間	分割時間	優先順序
A1	0	15	5
A2	1	6	2
A3	2	17	6
A4	3	6	1
A5	4	13	4
A6	5	7	3
A7	6	29	7

表 4-4 優先權排班設定表

2. 基因演算法

針對生產排程, 主要比較傳統人工排程, 在使用優先排班必須考慮到最佳排序之條件, 得到出的優先排班到達完工時間, 並將機台之總生產時間扣除平均回復值支之條件。本研究所提出優先排班法, 根據基因演算法之執行, 使用Evolver套件軟體, 依據訂櫃單內的種類數量及機台效能, 生產出訂櫃單內每項種類編號進行產生染色體參數, 並將每條染色體參數, 以總生產完工時間最小為目標, 使用Evolver執行5000次, 分析出62次個問題。使用基因演算所需之執行時間, 如表4-5。基因演算法與生產排程個別問題次數之總生產完工時間, 將兩種方法的生產狀況, 以基因演算法減去生產排程之優先權排班法, 計算每次數的計差值。兩種不同方法之間, 時間差異性起伏性差很多, 在基因演算法部份所需執行時間的負差值頻率相當高, 主要看得出基因演算法明顯仍然在較短的時間內執行結

束, 相差於工作排程的優先權排班法之比較有明顯的優越性的趨勢。如圖4-2。

次數	優先權排班(秒)	基因演算法(秒)	差(基因演算法-優先權排班)
1	356	343	-13
2	301	290	-11
3	324	152	-172
4	245	231	-14
5	266	277	11
6	307	290	-17
7	220	255	35
8	231	276	45
9	225	311	86
10	234	249	15
11	364	247	-117
12	321	266	-55
13	245	258	13
14	389	293	-96
15	233	312	79
16	372	362	-10
17	273	304	31
18	367	322	-45
19	291	246	-45
20	380	190	-190
21	248	209	-39
22	322	173	-149
23	317	241	-76
24	226	193	-33
25	279	189	-90
26	295	231	-64
27	355	198	-157
28	288	356	68
29	234	329	95
30	221	257	36
31	305	230	-75

表4-5 基因演算法與優先權排班執行時間

次數	優先權排班 (秒)	基因演 算法 (秒)	差 (基因演算法 -優先權排 班)
32	381	245	-136
33	231	299	68
34	206	199	-7
35	267	239	-28
36	189	240	51
37	277	269	-8
38	294	242	-52
39	318	340	22
40	303	322	19
41	363	219	-144
42	201	214	13
43	364	299	-65
44	211	320	109
45	194	139	-52
46	167	233	66
47	263	203	-60
48	225	219	-6
49	178	200	22
50	342	306	-36
51	274	257	-17
52	280	177	-103
53	162	201	39
54	240	297	57
55	213	222	9
56	274	230	-44
57	149	350	201
58	305	183	-122
59	368	234	-34
60	259	268	9
61	342	213	-129
62	365	377	12

表4-5 基因演算法與優先權排班執行時間(續)

在基因演算法與優先權排班執行時間表格中，依實驗多次輸入不同的種類編號及數量在機台上，將數據以假設性實驗很明顯在基因演算法次數45是最短之生產處理時間。

	優先權排班	基因演算法
Evolver執行時間	149	139
訂單置入之機台	B01:A7 B02:A5、A6、A1、A3 B03:A4、A2	B01:A6 B02:A1、A2、A7 B03:A3、A4、A5

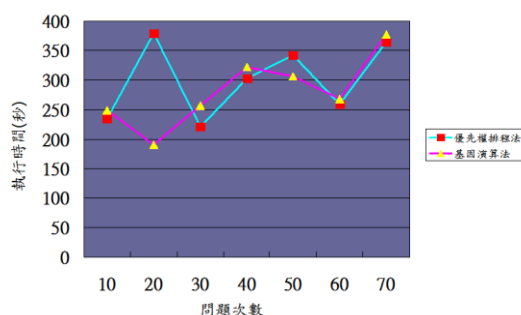


圖4-6 基因演算法與生產排程之優先權排班法的趨勢

從圖4-6中，明顯看出基因演算法與優先權排班法，兩種方法的執行時間與問題次數之執行的狀況。

五、結論與評論

1. 結論

台灣產業對外界的影響，是非常具有激烈性的競爭，在傳統產業裡，不僅擴大生產效能也提升進出貨的水準優勢。在傳統生產排程產業裡，或許是過去經驗存留下，然而在排程的處理程序中，所規畫出來的結果要準確性，在時間上也增加許多。本研究以基因演算法的方式，探討有關生產排程對於總生產時間為重點。

2. 評論

本研究針對於基因演算法，以優先權排程的方式，以不同去做為考量，在未來紡織業，相關排程作業能有不同方式去進行，如：先進先出、最短工作現處理及即時排班，都能在最短的時間內找到排程最佳解。在基因演算法這方面，能配合模擬退火法、螞蟻演算法及粒子群演算法來進行求解。

六、參考文獻

- [1] 張保隆、陳文賢、蔣明晃、姜齊、盧昆宏及王瑞琛著，生產管理，民國86年。
- [2] 林佩穎，知識管理系統之研究以成衣業為例，淡江大學管理科學研究所企業經營碩士在職專班學位論文(2010)。
- [3] Saydam, C., Douglas, C.W., A Decision Support System for Scheduling Jobs on Multiport Dyeing Machines, International Journal of Operations & Production Management, Vol.22, No.9, pp.1054-1065(2002).
- [4] 蕭逢元，紡織業ERP系統導入之探討，桃園創新技術學院會議論文(2003)。
- [5] 邱敬琮，先進規劃與排程系統應用於紡織業之研究，東海大學工業工程與經營資訊研究所，民國95年。
- [6] Sébastien Thomassey, A.B., Sales forecasts in clothing industry: The key success factor of the supply chain management, University Lille Nord of France, International Journal of Production Economics Vol.128, pp.470-483, 2010.
- [7] Zhi, WANG, WTO accession, the "Greater China" free-trade area, and economic integration across the Taiwan Strait, George Mason University, China Economic Review, Vol.14, pp.316-349, 2003.
- [8] 黃明豐，台灣紡織產業一纖維織品經營策略研究分析(2002)。
- [9] 紡拓會(<http://news.textiles.org.tw/>)。
- [10] 張洪業，訂單式生產企業生產調度優化研究，大連理工大學碩士論文，民國97年。
- [11] 孟繼豔，APS系統在紡織行業的應用，華東師範大學資訊管理研究所碩士論文，民國98年。
- [12] 葉麗芬，雙目標非等效平行機台排程問題之

探討，元智大學工業工程與管理學系碩士論文，民國90年。

[13] 黃冠霖，運用系統模擬與基因演算法於解決非等效平行機台之人力分配排程，東西大學工業與管理工程，民國98年。

[14] 哲民裕，混合遺傳算法，調度規則無關並行機調度設置時間和生產可用性，虎尾科技大學工業工程與管理研究所學位論文，民國104年。

[15] 源泰國際紡織有限公司。

[16] 黃登山，梭織成衣業的轉型策略，國立中山大學高階經營碩士班碩士論文，民國89年。

[17] 哲民裕，混合遺傳算法，調度規則無關並行機調度設置時間和生產可用性，虎尾科技大學工業工程與管理研究所學位論文，民國104年。

[18] 黃登山，梭織成衣業的轉型策略，國立中山大學高階經營碩士班碩士論文，民國89年。

[19] M.Negnevitsky, Artificial Intelligence: a Guide to Intelligent Systems, Addison-Wesley, 2001.

[20] 林桂菁，應用基因演算法在紡織業之生產排程，國立台中技術學院資訊科技與應用研究所碩士論文，民國95年。