

南 華 大 學

資訊管理學系

碩士論文

結合基因演算法與啟發式規則求解跟診人員排班問題

A combined method of genetic algorithm and heruistic rules
for a nurse scheduling problem

研 究 生：黃思予

指 導 教 授：邱宏彬

中華民國 一〇一年 六月

南 華 大 學

資訊管理研究所

碩 士 學 位 論 文

結合基因演算法與啟發式規則求解跟診人員排班問題

A combined method of genetic algorithm and heuristic rules for
a nurse scheduling problem

研究生：黃 恩 予

經考試合格特此證明

口試委員：陳世榮

李 翔 詣

邱宏材

指導教授：邱宏材

系主任(所長)：資訊管理學系 系主任 吳光閔

口試日期：中華民國 101 年 6 月 30 日

南華大學資訊管理學系碩士論文著作財產權同意書

立書人：黃思予 之碩士畢業論文

中文題目：結合基因演算法與啟發式規則求解跟診人員排班問題

英文題目：A combined method of genetic algorithm and heruistic rules
for a nurse scheduling problem

指導教授：邱宏彬 博士

學生與指導老師就本篇論文內容及資料其著作財產權歸屬如下：

- 共同享有著作權
- 共同享有著作權，學生願「拋棄」著作財產權
- 學生獨自享有著作財產權

學生：黃思予 (請親自簽名)

指導老師：邱宏彬 (請親自簽名)

中華民國 101 年 6 月 30 日

南華大學碩士班研究生
論文指導教授推薦函

資訊管理系碩士班 黃 恩予 君所提之論文

結合基因演算法與啟發式規則

求解跟診人員排班問題

係由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授 邱宏林

101年6月 日

誌 謝

時間咻的一聲就過了，在學校六年遇到所多人也要感謝許多人，讓我在學校的時間過得非常豐富。

首先我要感謝指導老師邱宏彬老師，在這六年內教導我許多事情，不管是論文上的指點或是在事情處理態度上。再來感謝李翔詣老師，還是提供了我很寶貴的建議。還要感謝洪銘建老師，給了我一個很好的工作經驗，甚至推薦我去鼎新應徵實習生，讓我可以先體會到工作職場環境及應有的工作態度。

感謝 204 的成員們，范范、PK、宗育、趴趴、久慧、MR.熊，謝謝這一年來的陪伴跟互相幫忙。雖然大夥都在捉弄我。再來，就是系辦，謝謝一姊帶我進到系辦這個家庭，除了課業上面，在裡面我學到了很多。系辦的義工們，大家一起辦活動的感覺真得很好，這將會是我永遠的回憶。

謝謝我的家人，爸爸、媽媽、爺爺、姑姑們，總是讓我回家的時候可以放鬆的休息，讓我充足了電力。最後，還有我親愛的奶奶，我一直很後悔沒讓您看到我畢業，但是我會牢牢記住您曾經對我說過的話，奶奶，我長大了，可以幫家裡的忙了。

結合基因演算法與啟發式規則求解跟診人員排班問題

學生：黃思予

指導教授：邱宏彬 博士

南 華 大 學 資 訊 管 理 學 系 碩 士 班

摘 要

跟診人員排班必須滿足一天班表限制，包含人員專長與診間的媒合度、不連續三連班，以及一週班表限制，包含不連續五天早班、不連續三天晚班和延診跟診人員不排班。目前跟診人員班表皆由專員手動排班來完成，是一件十分費時費力的工作。

本研究提出一個結合基因演算法與啟發式規則的跟診人員排班方法。首先利用基因演算法為一週中的每一天排班，以快速求得滿足一天班表限制的最佳班表。各天最佳班表所組成的一週班表，會存在違反一週班表限制的情況。因此，再利用啟發式規則針對違反一週班表限制之跟診人員進行班表調整，進而使得一週班表可以滿足醫院所提出之限制條件。利用個案醫院所提供的 64 位跟診人員、105 早診、82 午診、和 53 晚診為實驗資料進行測試，實驗結果顯示本方法可有效輔助排班專員完成滿足各種限制的跟診人員一週排表。

關鍵字：基因演算法、啟發式規則、跟診人員排班

A combined method of genetic algorithm and heuristic rules for a nurse scheduling problem

Student : Huang, Sih-Yu

Advisors : Dr. Chiu, Hung-Pin

Department of Information Management
The Graduated Program
Nan-Hua University

ABSTRACT

The nurse scheduling problem must satisfy many soft and hard constraints, therefore to complete the manual scheduling with the Commissioner is a very laborious work.

This study proposes a combined method of genetic algorithms and heuristic rules for the nurse scheduling problem. At first, for every day of a week we employ genetic algorithms to quickly obtain the best schedule that meets the one-day scheduling constraints. The weekly schedule composed of the best schedule of each day will violate the constraints of weekly schedules in some cases. Therefore, we utilize heuristic rules to adjust the schedules of nurses that violate the weekly schedule constraints, so that the final schedule can meet the restrictions proposed by the hospital.

We make use of the data provided by a case hospital to evaluate the proposed method. The data consist of the 64 nurses, 105 early clinics, 82 afternoon clinics, and 53 night clinics. Experimental results show that this method can effectively assist commissioner to complete the nurse scheduling that meets a variety of constraints.

Key Words: Genetic Algorithm 、 Heuristic Rules 、 Nurse Scheduling Problem

目錄

第一章、緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的.....	6
第三節 研究限制.....	6
第二章、文獻探討.....	7
第一節 護理人員排班問題.....	7
第二節 基因演算法.....	11
第三節 基因演算法應用於跟診人員排班.....	14
第四節 啟發式規則.....	21
第三章、研究方法.....	23
第一節 個案簡介及問題描述.....	23
第二節 基因演算法於跟診人員排班之研究.....	26
第三節 基於基因演算法與啟發式規則之跟診人員排班.....	27
第四節 班表調整前後範例.....	34
第四章、研究成果.....	47
第一節 實驗資料.....	47
第二節 參數設定.....	47
第三節 實驗結果.....	48
第四節 一天最佳班表.....	53
第五節 排班調整.....	55
第五章、結論、未來發展.....	60
第一節 結論.....	60
第二節 未來發展.....	62

圖表目錄

表 2-1 護理人員與跟診人員排班差異.....	7
表 2-2 排班方法優缺點比較表.....	10
表 2-3 三種方法比較表.....	15
表 2-4 基因編碼範例.....	15
表 2-5 文獻之基因編碼範例.....	16
表 3-1 跟診人員專長表.....	24
表 3-2 開診表.....	25
表 3-4 染色體編碼範例.....	29
表 3-5 專長媒合度給分標準.....	29
表 3-6 研究之限制.....	31
表 3-7 週一最佳班表.....	31
表 3-8 週二最佳班表.....	32
表 3-9 週三最佳班表.....	32
表 3-10 週四最佳班表.....	32
表 3-11 週五最佳班表.....	33
表 3-12 每天未排班之跟診人員.....	34
表 3-13 連續五天值白班之跟診人員班表.....	35
表 3-14 跟診人員專長表-腎臟科.....	35
表 3-15 調整過後值班表-連續五天白班.....	36
表 3-16 連續值三天夜班之跟診人員班表.....	37
表 3-17 調整值三夜班後之班表.....	38
表 3-18 延診之跟診人員值班表.....	39
表 3-19 調整後延診之跟診人員值班表.....	39
表 4-1 實驗參數.....	47
表 4-2 不同初始解之比較.....	48
表 4-3 不同交配率之最佳解比較表.....	50
表 4-4 不同突變率之最佳解.....	51
表 4-5 各權重組合最佳解中的專長及三連班分數列表.....	52
表 4-6 週一天班表.....	53
表 4-7 週二一天班表.....	53
表 4-8 週三一天班表.....	53
表 4-9 週四一天班表.....	54
表 4-10 週五一天班表.....	54
表 4-11 連續五天早班.....	55
表 4-12 連續三天夜班.....	55

表 4-13 延診診別.....	56
表 4-14 一週最佳班表.....	57
表 5-1 排班基因演算法排出的最佳班表.....	60
表 5-2 一週最佳班表.....	61
圖 2-1 基因演算法運作流程圖.....	13
圖 3-1 跟診人員求解之流程.....	27
圖 3-2 基因演算法流程圖.....	28
圖 3-3 個人完整之啟發式規則調整流程.....	43
圖 3-4 第一階段調整流程.....	44
圖 3-5 第二階段調整流程.....	45
圖 3-6 第三階段調整流程.....	46
圖 4-1 初始解族群 10 次實驗最佳解.....	49
圖 4-2 不同交配率最佳解比較圖.....	50
圖 4-3 不同交配率十次實驗之最佳解比較圖.....	52

第一章、緒論

第一節 研究背景與動機

現今生活水準的提昇，人們對於健康問題的重視，科技的發展使得醫院的醫療技術和品質持續提升。醫院為了可以順利地去運行必須投入許多人力資源，除了一般常見的是醫師、藥師、及護理人員之外，而一般門診的跟診人員是不可或缺的。

台灣健保制度的實施，主要以低成本，高品質為理念[16]，醫院為了因健保給付不足的問題會以減少人事成本來做因應，造成護理工作時間長、壓力大、薪資低的問題。在減少人事成本下，使得一般門診醫生除了幫病患看診之外，還需額外處理許多行政事務，例如：確認預約看診病患是否到達以調整病患看診順序、與候診病患拿取健保卡進行病患資訊查詢和給予病患領藥單等事項，將會降低醫師看診品質及速度。為了避免醫生在看診時還需分心處理其他行政事務，診間內除了醫生看診之外，將會有跟診人員協助醫生處理其他事務。而因為科別的不同，跟診人員必須進行不同科別的專業訓練之外，也必須學習共同業務，是故，跟診人員所需負責的項目很多，其精神壓力極大，若是人員沒有得到充分的休息會影響到跟診人員工作上的效率造成工作上的疏忽，而不妥當的排班也會使得跟診人員心理上的不滿，

例如排班時間較密集等等都會造成人員流失。因此，一個良好的跟診人員輪班表對於跟診人員來說是很重要的。

跟診人員屬於護理人員的一環，陳玉枝等人(1992)提出在醫院的主要人力中，醫師及護理人員是決定醫療效果的因素，但由於看診病患求診目的明確，故多不會對醫師服務有所不滿。是故，護理人員的工作表現即成為醫院的服務品質指標。蔡欣玲與林小玲(2001)提出護理人員對於工作滿意度的增加，會激發成就感，進而提升照顧及服務品質，滿足顧客的希望。而排班是護理人員工作滿意度之重要因素。黃允成、簡仕翰、康家榮(2009)指出護理人力分配妥當，經常會影響效率及士氣。不妥當的排班例如上班時間過長，假日休假分配不均等等會使工作人員混淆及心理上的不滿。

蕭淑珍等人(1999)提到護理人員的工作背負著病患期望以及醫院的各種要求，長久以來便會產生相當的工作壓力，進而會出現焦慮、憂鬱、疲倦等身心症狀。Ruggiero(2003)研究指出加護病房之護理人員的睡眠品質、焦慮與憂鬱與護理人員出現的疲倦有顯著的相關。Bultmann, et al(2001)另也指出疲倦會影響個人的工作表現與能力，嚴重時會產生疾病和發生曠職或工作失去能力的情形。

目前護理人員的排班均由專員依病患及護理工作需求，進行工作時段內人員的分派。排班者需要考慮到全部的被排班者休假及週日的

上班天數是否平均、接續上班天數是否過長、各班人力及人員配置是否足夠恰當、工作時數是否合理、不同的班別之間是否有足夠的休息、病房的規則、醫院的政策、對病人的持續性照護等等因素(徐子玲, 2002)。排班時為兼顧合情、合理、又有效率的分配人力,以增加工作人員的滿意度及提昇高品質的護理服務,是排班者的一大挑戰(林美玲、周幸生)。陳玉枝等人(1992)提出排班除了費時之外,人工排班也會因護理長之自由心證,影響排班的公平性及公正性。而 Goodman(1982)也提到護理排班為護理行政上重要的任務之一,這會直接影響到護理人力應用及人員的工作士氣及流動率。是故,一個好的班表設計,不僅可以增加護理人員的工作滿意度,使得工作環境和諧,增加向心力,進而提升醫療服務的品質。

跟診人員跟護理人員的排班模式亦同,皆是依醫院看診的時間來做跟診人員的分配。而跟診人員有別於護理人員主要是跟診人員除了需要熟悉所跟診科別的專長技能來協助醫生看診之外,還需要去處理繁瑣的行政事務。一個跟診人員班表的產生還須考慮到一些排班規範,醫院提出的限制粗略分為兩類,第一類是硬性限制(Hard Constraints),亦即不可違背之限制,主要包含遵守醫院之法規,第二類是軟性限制(Soft Constraints),亦即盡可能不違背之限制,如跟診人員工作之診間盡量為第一專長,再者就是考慮人員休假狀況、

意願及其他問題。

陳玉枝等人(1992)研究指出電腦排班在時間及公平、公正性還有正確性、穩定性都比人工排班好，且兼具彈性跟人性化。Dowland 與 Thompson(2000)兩位學者則提到，雖然目前資訊系統發達，但還沒有一套通用的資訊系統提供各醫院使用，主要原因是因為各醫院的排班限制不一樣。侯文哲(2002)提出五個原因來解釋為何資訊系統無法發展出一套通用的排班系統，其中一個即是每家醫院的人員管理模式和排班法則、限制不一導致資訊系統無法發展出一套系統於護理排班上的使用。

目前國內對於跟診人員排班之研究較少，主要多為處理護理人員排班問題(Nurse Scheduling Problem, NSP)之研究。跟診人員有相似於護理人員的工作環境及排班模式，同樣是輪班輪休制，及特性相同的專長及部分制度，因此護理人員的排班研究可以提供參考。國內研究有關護理人員排班問題主要分為兩個方向，一是數學規劃(Mathematics Programming)，當中包含了整數規劃(Integer Programming)、目標規劃(Goal Programming)…等，二是啟發式演算法，使用方法包含基因演算法(Genetic Algorithms)、模擬退火演算法(Simulate Anneal Arithmetic)、螞蟻演算法(Ant. Alogorithm)等。

目前有關跟診人員排班之研究並不多，鐘佳燕(2010)應用優生基因演算法於跟診人員排班問題之研究。陳怡伶(2010)以區域搜尋式基因演算法於跟診人員排班問題之研究。兩研究皆使用基因演算法，分別加入其他方法去探討跟診人員排班問題，且將一天班表減為一個時段之班表進行研究，並沒有考量到跨時段而產生的各種排班限制。李政洋(2011)應用基因演算法於跟診人員排班問題之研究，考量並處理跨時段所產生的限制，改善以往之交配方法及適應值設計。從這些研究來看，基因演算法用於跟診人員一個時段或一天的班表是可行的，但是，還未有研究將此用於一週班表上。而一週班表所考慮的限制較多，例如跨天數的因素和不連續五天早班、不連續三天晚班及延診人員不排班之限制，故本研究將試著探討基因演算法應用於一週班表之研究。

第二節 研究目的

本研究使用之個案實際上為人工排班產生之跟診人員班表，均由專員之經驗和試誤法手動產生，專員除了本身的工作內容外還須額外挪出時間負責排班，且排班時所考慮到的限制很多，對專員來說很耗費時間跟精力。先前研究發現基因演算法可用於跟診人員排班，但僅用於一個時段或一天的排班，若延伸到一週班表則需考慮到跨天數的問題，且搜尋空間太大，同時要滿足更多限制並不容易。所以本研究嘗試利用基因演算法來求得一天最佳班表解決一天班表的限制，接著利用啟發式規則來做為一週班表限制的調整，期待可以使跟診人員排班可以最佳化，更有彈性。

第三節 研究限制

跟診人員排班是每家醫院必須做的事情，每家醫院規定並不會相同，所以排班規則上也會不同，而本研究將以嘉義地區醫院所提供資料進行研究呈現。

第二章、文獻探討

第一節 護理人員排班問題

壹、 護理人員排班定義

Warner 與 Parawda(1972)定義護理人員排班包含有：在排班期間內將不同技能之護理人員安排到各病房與各護理單位、滿足護理人員編制及整體指派與相關限制、在排班期間內對於所提供之護理服務人手不足之成本予以最小化。Felton(1994)對於護理人員的定義，是滿足單位部門護理人力需求的情況下，對該單位護理人員的休假及工作班次加以計畫的程序。

Weil(1995)等定義護理人員排班為，在醫院政策、現有護理部門人力的條件下，考量護理部門人力需求及該部門護理人員偏好，在一特定時段內合理分配護理人力資源。

貳、 護理人員排班特性與考量因素

一般護理人員排班表皆是由排班專員排定，大部分醫院的排班專員均是護理師，且每家醫院護理人員排班原則皆不同，所以排班沒有一定的原則可以遵循。跟診人員排班屬護理人員中的一環，但兩者是有差異的，本研究將跟診人員與護理人員的差異整理如表 2-1。

表 2-1 護理人員與跟診人員排班差異

	護理人員	跟診人員
排班時段	24 小時三班制，採輪班輪休制	早中晚三班制，採輪班輪休制
排班限制	大夜班隔天不能排早班	除非特殊情況，盡可能不排三連班
排班專長	因病患需求有分部門	需具備科別專長

如護理人員屬 24 小時輪班輪休制，跟診人員則是三班輪班輪休制，工作時間依醫師看診時間為主且沒有大夜班，沒有護理人員值大夜班隔天不值早班的問題；護理人員一天將只能值一班，跟診人員並無此限制，但若發生無法避免的情形是可以連續值三班的。除上述之外還有其他不同之特性，如護理人員排班依護士所在部門而做考量，跟診人員則是依科別之分，排班將會考慮到跟診人員是否有其科別專長。

參、班表排班種類

解決護理人員排問題的方式已有許多種，可以從文獻當中常應用排班的方式有傳統人工排班法、數學規劃模型、啟發式演算法，以下將會詳細說明其優缺點和相關文獻。

一、傳統人工排班法

徐子玲(2002)指出此種方法是目前最常使用的方法，主要是由護理長或專員依各個單位的人力需求不同而安排護理人員之上班時間。傳統上主要可以做彈性調整及能考慮護理人員之偏好。但此方法所花時間長且考慮因素太多而造成班表差異性大，也會受個人因素所影響而失去公平性。

二、數學規劃模型

數學規劃模型包含許多種數學規劃方式，例如整數規劃法、目標規劃法等等，其缺點是數學規劃法會因為問題改變使得求解的條件限制和目標隨之改變，因此，有許多學者將會使用數

學規劃法結合其他方法來進行求解。

Miller(1993)提出一整數規劃模式來求解於護理人員排班問題，在醫院排班規則受限下和護理人員對於排班偏好的型式下，其目標函數是考量不同等級的護理人員配置與護理人員對於排班偏好型式的影響。

郭金清(1995)利用兩階段方式來解決護理人員排班問題，其第一階段主要是分組及決定各組人力負荷來決定分組之組數及各組人數，再利用整數目標規劃法來決定各組每天各班的人力負荷，第二階段則是以另一整數目標規劃法來分派各分組內每一位護理人員排班內每一天的工作別。

黃允成(1999)利用整數規劃法，依護理人員當期意願以及先前值班的狀況兩者因素，在抱怨成本最小之下，求得護理人員值班表。

三、 啟發式演算法

主要是將醫院排班之限制及人員需求及其他條件整理後，建立出一套排班規則模型，按照此模型按照排班專員安排人員之班表。

劉承春(1998)合併啟發式演算法及基因演算法，提出一整合性演算法結構，建構一適合護理人員電腦排班系統。

莊凱翔(2001)提出利用自我排班法及基因演算法之整合性架構,由護理人員先自行排定上班休假時段再配合排班限制及偏好,將以基因演算法求解。

廖國維(2005)利用多目標規劃建立最適合護理人員非週期排班模式,透過模擬退火法進行求解,使得醫院所能依據班表針對護理人員做出最適當的指派及調度運用。

來明義(2007)則利用基因演、螞蟻演算法及菌化演算法等三種方法開發解決護理人員排班問題。

利用啟發式演算法雖然可以在合理的時間內求得最佳解,並且因部門不同狀況可以彈性修改,但卻無法保證求到最佳解,且每次求得解之優劣不一,品質不穩定。根據上述三種方法,本研究將其優缺點整理於表 2-2。

表 2-2 排班方法優缺點比較表

排班方式	優點	缺點
傳統人工排班	有彈性,可考慮護理人員之偏好	時間花費過長、公平性低、班表不穩定
數學規劃模型	排班時間較人工排班短、班表較穩定、具有公平性	問題類型改變,限制條件和目標函數也需改變
啟發式演算法	有彈性、排班時間短、可依部門狀況彈性修改	排班品質不一、無法保證求得最佳解

第二節 基因演算法

基因演算法由 John Holland 學者於 1975 年提出，其主要精神源自於達爾文物種進化論「適者生存、不適者淘汰」之原理，所有物種經過競爭後，被留下來的都是適應力較高的物種。

基因演算法主要包含染色體編碼、適應函數、選擇、交配和突變。將問題先進行編碼，設計代表每一條染色體優劣之適應值函數，經由選擇、交配及突變這三種步驟，模仿生物演化過程，留下好的染色體進行交配，讓母代染色體優良基因保留到子代來企圖找出適應值高之染色體。基因演算法運作流程於圖 2-1。

壹、染色體編碼

基因演算法是利用編碼來呈現問題之特性，每一條染色體皆由基因所組成，且代表一個解。染色體編碼必須考量到能夠表達出問題內容及特徵，以便將欲解決之問題資訊可以完整呈現出來，以及如何於基因演算法上之運作兩件事。

貳、適應函數

適應函數為判斷染色體對生物環境的適應函數，做為評估一條染色體好壞之唯一依據。在達爾文物種進化論中，適應能力越強者越容易被留下來，繁衍下一代機會越大。

參、選擇

此步驟是依據每一條染色體的適應值高低，來決定適當的母代來產生子代，常見方法有輪盤法與亂數產生，以輪盤法最為常見。輪盤法是依據此迭代中各條染色體的適應值占全體總適應值的百分比，來決定此條染色體被挑選中之機率，因此適應值越好之染色體被挑選中的機率越高。除此還有均勻法、競賽法挑選方式，均勻法是每一條染色體被挑選中的機率皆是相同的，缺少適者生存之精神，不會有較高適應值容易被挑中之情形發生；競賽法則是隨機挑選兩條或多條染色體，比較其適應值，適應值最大者就直接被挑中。

肆、交配

此步驟為基因演算法中最重要的，目的在於產生擁有母代雙方優點之子代，但無法避免產生到較差的子代，故交配並不保證就會產生更好的下一代。交配方法有許多種，應就問題之特性及編碼方式，來選取設計適合之交配方法。

伍、突變

突變指交配後產生之子代進行突變，藉由模仿自然界中的基因突變，隨機改變染色體基因的位置，目的於希望藉由突變機制來產生新的子代，藉此避免搜尋最佳解時落入局部最佳值中。

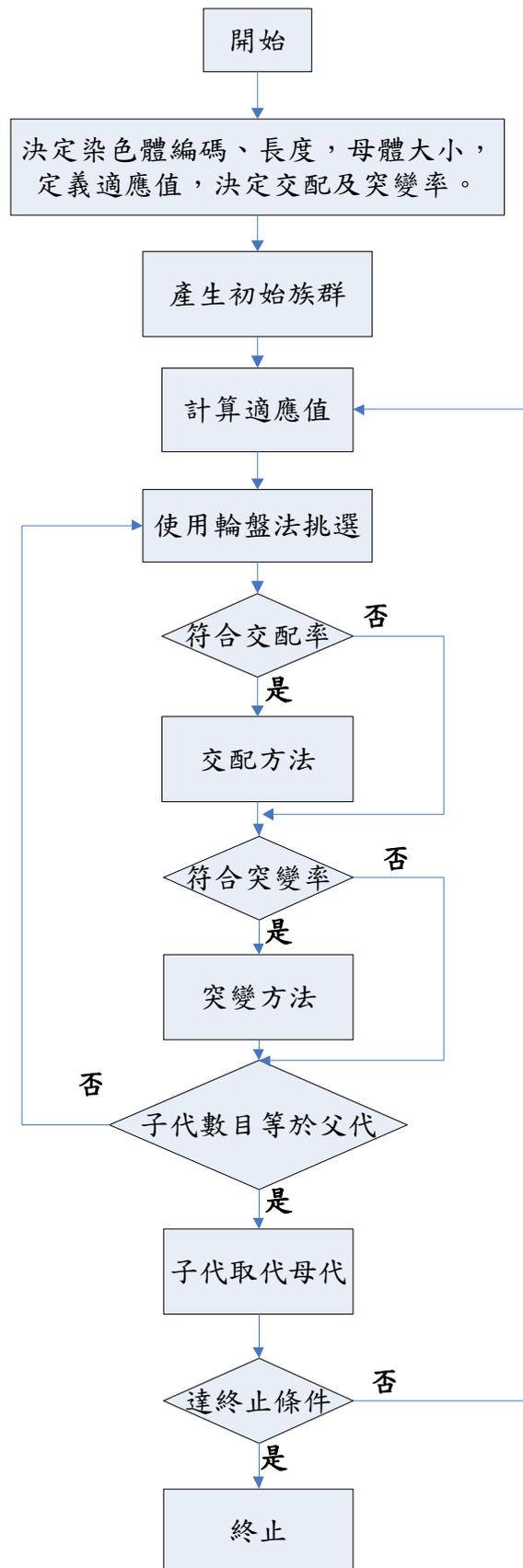


圖 2-1 基因演算法運作流程圖

第三節 基因演算法應用於跟診人員排班

陳怡伶(2010)運用基因演算法，將區域搜尋方法加入突變步驟中來求解跟診人排班問題。經過實驗證明十次平均滿意解及時間均優於純基因演算法。

鍾佳燕(2010)利用基因演算法，考慮到跟診人員排班規則所提出的具有優生基因演算法概念的兩階段交配和篩選優生染色體，經研究實驗證實的確比傳統交配方法好，且符合研究所考慮的醫院限制。

李政洋(2011)利用基因演算法，利用輪盤法和自行設計的突變方法來求解跟診人員排班問題。經過實驗證實所求的解優於傳統基因演算法。

上述三者研究經實驗證實基因演算法應用於跟診人員排班是可行的。但三研究將班表縮短為一個時段或一天來作探討，所考量限制較少，較不符合實際情況，其三種方法比較如表 2-3，並分別討論上述三研究之方法。

表 2-3 三種方法比較表

	陳怡伶 (2010 年)	鐘佳燕 (2010 年)	李政洋 (2012 年)
方法	基因演算法結合 區域搜尋	優生基因演算法	基因演算法
範圍	一個時段	一個時段	一天
考量參數	跟診人員數、科別 數、診間數、休診數	跟診人員數、科別 數、診間數、休診 數	跟診人員數、科別 數、開診數、休診 數
染色體編碼	符號編碼	符號編碼	符號編碼
適應值 (Fitness)	開診配對適應值、人 員休假分數、人員休 假次數分數加總	跟診人員專長與診 間專長媒合度適應 值與人員勾假意願 符合度適應值加總	專長分數與三連班 分數正規化後加總
交配方法 (Crossover)	循環交配法	兩階段交配法	輪盤交配方法
突變 (Mutation)	位移突變法	傳統突變法	隨機決定數個基因 做對調

壹、 基因編碼方式

表 2-4 基因編碼範例

科別	內科				心臟科				...	小兒科			
診別	1	2	3	4	1	2	3	4	...	1	2	3	4
是否 開診	○	○	○	X	○	○	X	○	...	X	○	○	○
人員 編號	54	34	1	43	2	6	42	7	...	5	8	10	11

表 2-4 為前兩研究所採用基因編碼，此編排方式可以完整地將跟診人員的需求表達出來。此編排方法是 不管有無開診都將安排跟診人

員，用於一時段排班表上是可行的，若是將時間擴展為一天甚至一週，此種方法並不適合。

表 2-5 文獻之基因編碼範例

時段	早診								午診				晚診				
科別	外科			神經內科		...	小兒科		外科	神經內科	...	小兒科		神經內科	...	小兒科	
診間	1	2	3	1	2	...	1	2	1	1	...	1	2	1	...	1	
人員編號	12	32	5	9	3	...	1	7	54	23	...	34	12	23	...	32	

表 2-5 為最後一研究所採用之編碼方式，此種方法完整呈現一天每個診間所需跟診人員的需求。此方法可以清楚診間是否開診，且延伸到一週班表也可以適用。

貳、交配方式

三篇文獻使用之交配方法分別為兩階段交配法、循環交配法及自行設計之交配法，三者都各有其特性。

一、兩階段交配法

此方法為改良部分交配方法，將父代經過第一階段交配方法產生出子代適應值並沒有比父代好時利用另一種交配方法再行交配，讓染色體之基因組合改變。

先挑出兩條染色體母代 1 及母代 2，選取兩個切點，如選到 8 和 9 則保留，切點左邊基因分別為 5、7、8 和 2、8、9。

母代 1：【 2 3 1 | 5 7 8 | 4 6 9 】

母代 2：【 4 7 5 | 2 8 9 | 1 3 6 】

將切點內的基因互換。

母代 1：【 * * * | 2 8 9 | * * * 】

母代 2：【 * * * | 5 7 8 | * * * 】

切點外的基因則按照原本母代 1 之順序排入，母代 1 基因順序為 2、3、1、5、7、8、4、6、9。第一個基因為 2，因已在切點內出現所以不填入，第二個基因為 3，無重複可以填入，再來，第三個基因 1 未重複可填入，以此類推完成填入動作來產生子代 1。

子代 1：【 3 1 5 | 2 8 9 | 7 4 6 】

依照子代 1 的步驟來產生子代 B

子代 2：【 4 2 9 | 5 7 8 | 1 3 6 】

子代 1、2 產生完成後，就完成部分交配法之動作。

子代 1：【 3 1 5 | 2 8 9 | 7 4 6 】

子代 2：【 4 2 9 | 5 7 8 | 1 3 6 】

二、循環交配法

此方法是將染色體 1 中任選一個基因，對應到染色體 2 中相對的位置進行標記，依照染色體 2 基因找其基因在染色體 1 之位置，再接著

於染色體 2 進行標記，以此類推，於最後兩條母代染色體標記的基因對調，即完成循環交配法。

先挑選出兩條染色體，分別為母代 1 及母代 2，在母代 1 中任選一個基因 1，在母代 2 中挑選一個基因 5

母代 1：【 2 3 4 5 7 8 】

母代 2：【 4 7 5 2 8 3 】

將母代 2 基因 5 對應到母代 1 的基因 5 其對應到母代 2 的基因也標記起來。

母代 1：【 2 3 45 7 8 】

母代 2：【 4 7 52 8 3 】

將母代 2 基因 2 所對應到母代 1 的基因 2 給標記起來。其對應到母代 2 的基因 4 也標記起來。

母代 1：【 2 3 45 7 8 】

母代 2：【 4 7 52 8 3 】

重複以上的動作，直到最後標記基因為 4 時，則形成一個循環即可停止對應動作。將母代 1 及母代 2 所標記起來的基因位置互換，即完成交配動作。

母代 1：【 4 3 52 7 8 】

母代 2：【 2 7 45 8 3 】

兩階段交配法優於交換之基因位置是連續性的，故染色體編碼方式較適合於保留染色體的優良資訊。

三、輪盤交配法

此方法先挑出兩條染色體分別為母代 A 及母代 B，計算其輪盤分數，依據輪盤分法來選擇交配之基因位置。

挑選出兩條母代，分別為母代 A 及母代 B，並計算其輪盤分數，輪盤分數公式為 1100-專長分數。

母代 A									
人員編號	5	7	4	12	54	23	64	43	2
專長分數	800	200	600	1000	400	200	600	800	200
輪盤分數	300	900	500	100	700	900	500	300	900

母代 B									
人員編號	43	2	8	23	12	23	34	54	5
專長分數	200	400	600	400	800	200	800	400	200
輪盤分數	900	700	500	700	300	900	300	700	900

先依照母代 A 的輪盤分數，使用輪盤法決定出 3 個交配基因為 7、4、2。

母代 A									
人員編號	5	7	4	12	54	23	64	43	2
輪盤分數	300	900	500	100	700	900	500	300	900

將母代 B 對應的基因位置，與母代 A 進行交換，初步產生子代 A。

檢查交配後有無重複基因，發現編號 5 之跟診人員重複出現，需要進行調整。

子代 A									
人員編號	5	2	8	12	54	23	64	43	5

調整方式為將原本存在於母代 A 的編號 5 跟診人員換掉，再另找跟診人員補充，尋找欲補充之跟診人員的方式與初始解的規則產生一樣，先確定該基因之診間科別，找出閒置的跟診人員，並依其專長多寡進行分組及給分，再用輪盤法決定補充之人員。假設選定之跟診人員為 4，將其填入即完成子代 A。

子代 A									
人員編號	4	2	8	12	54	23	64	43	5

子代 A 步驟一樣，不同的是這次是利用母代 B 的輪盤分數，決定其交換基因之位置，將母代 A 對應之位置交換過去，並檢查、處理重複基因之問題，及可完成子代 B。

兩階段交配法優於交換之基因位置是連續性的，故染色體編碼方式較適合於保留染色體的優良資訊。

循環交配法變動大，交換基因無連續性且不考慮基因互換位置是否有重複性之問題，缺點則為兩母代解之基因組合個體須完全一致，否則無法形成循環。

輪盤法交配方法，輪盤分數越高代表基因專長分數越低、越容易被選到。可以達到保留優良基因資訊但保留更動彈性之效果，進行重複基因的調整，直到完成交配動作，本研究選擇輪盤交配法。

第四節 啟發式規則

啟發式規則又稱為經驗法則，人類的經驗法則通常是相當熟悉且提供知識的重要來源。1970年，人類企圖利用機器自動解決智慧性領域問題，將先定義出「Knowledge」及如何去描述「Know-how」之問題。因此必須先定義出知識是特地主題的集合，而專家就是在特定領域裡，所擁有專業知識人員的統稱。

柴志傑(2009)藉由訪談國內橋樑檢測專家之經驗以目視檢測實務行程規畫方式為基礎，探討台灣地區橋樑目視檢測行程最佳化研究，該篇研究的啟發式規則是根據輸入的橋樑資料進行路線劃分為依據，主要將路線劃分方式為規劃道路等級為省道、縣道以及鄉道且同路線編號之橋樑至同天行程，避免其他沒有路線編號的道路導致路線不明確之情況。經由專家經驗所訂定出 1. 道路等級為省道、縣道以及鄉道之橋樑優先排入行程、2. 優先選擇旅程時間最短之橋樑、3. 同路線編號之橋樑排入同一天行程內等啟發式規則，並結合基因演算法來求出最佳之檢測行程，能讓橋樑檢測工作能於最短時間內完成。此篇研究是利用啟發式規則提供初始解，再利用基因演算法用於改善初始解，以求得最佳解，由此可知啟發式規則是可與基因演算法結合求最佳解。

了解專家是如何思考解決一個問題的過程後，建立模仿專家思考的

過程結構，利用電腦將問題解答表示出來，但由於人們的思考十分複雜，有時電腦並無法很明確的表示出來，將會遇到另一瓶頸。因此，從另一個方向思考，以「若…則…」方法來解決問題。以本研究問題來看可以分成下列幾種規則：

規則 1. 若是連續五天值白班則進行調整

規則 2. 若是連續三天值晚班則進行調整

規則 3. 若是延診則不排下一班

從上述可以得知啟發式規則可與基因演算法結合，所以本研究將會利用啟發式規則應用於跟診人員排班問題之調整。

第三章、研究方法

在本章節首先會介紹研究個案醫院現況，進行問題描述，接著提出基因演算法與啟發式規則之跟診人員排班方法。目前排定跟診人員班表主要是經由專員手動產生，專員排班時必須確定每位跟診人員之專長。本研究將先以基因演算法排出每天最佳班表，將一週五天跟診人員最佳班表排出，再經由啟發式規則將一週排班之限制調整，使得一週班表為最佳化。

第一節 個案簡介及問題描述

本研究所合作個案是位於嘉義地區的一間醫院，主要研究對象為醫療診間之跟診人員，其主要工作內容為醫生看診間協助醫生處理行政事務及利用其醫療專長協助醫生看診。跟診人員與護理人員差別在於跟診人員執勤時間為醫院所進行看診的時段，如同個案醫院一天中之診時間分為早、中、晚診，即有三個執勤時段，故跟診人員一天最多需執勤三班。護理人員則將 24 小時分成四種班別，護理人員值勤一班即可。護理人員執勤科別即為專長所在，故專員排班不需考量到護理人員專長，但跟診人員並非如此。每位跟診人員有 1 到 5 個專長，每位跟診人員專長因專精程度不同而有所不同之排序，如表 3-1。排班專員進而將依跟診人員專長之排序去進行排班，如人員編號 2 之跟診人員第一專長為血液腫瘤科，編號 1 跟診人員則是第二專長為血液

腫瘤科，專員將在沒有任何限制下排定編號 2 跟診人員為血液腫瘤科的第一人選。本研究將依照跟診人員專長排序進行排班之限制，稱為跟診人員與跟診間媒合度。

表 3-1 跟診人員專長表

人員編號	專長一	專長二	專長三	專長四	專長五
1	腎臟科	血液腫瘤科	感染科	一般內科	心臟血管科
2	血液腫瘤科	一般外科	心臟血管科	腎臟科	感染科
3	感染科	一般內科	--	--	--
4	腎臟科	血液腫瘤科	整形外科	胃腸肝膽科	皮膚
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
64	復健科	皮膚科	牙髓病科	--	--

◇ -- 表示無專長

醫院開設的科別總共 16 科，每一個科別於每時段最多只開 3 個診間，視科別的不同也會有每個時段不開診的情況，其診間是否有開診之整理，如表 3-2 所示。腎臟科週一早診開設兩個診間，午診與晚診各一診間。結合表 3-1、3-2，在沒有任何限制的情況下，跟診人員排班以專長專精度去安排，如人員編號 1 之跟診人員將以第一專長腎臟科診別為主。

表 3-2 開診表

科別	星期	早診			午診			晚診		
		1 診	2 診	3 診	1 診	2 診	診 3	1 診	2 診	3 診
腎臟科	一	Y	Y	-	Y	-	-	Y	-	-
	二	Y		-	Y	-	-	Y	-	-
	三	Y	Y	-	Y	-	-	Y	-	-
	四	Y	Y	-	Y	-	-	Y	-	-
	五	Y	-	-	Y	-	-	Y	-	-
	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
心臟血管科	一	Y	Y	Y	Y	Y	-	Y	-	-
	二	Y	Y	-	Y	Y	-	Y	Y	-
	三	Y	Y	-	Y	-	-	Y		-
	四	Y	Y	-	Y	-	-	Y	Y	-
	五	Y	Y	-	Y	-	-	Y	Y	-

◇Y 為有開診，- 為無開診

排班會因醫院的經營和規定不同而有所不同，本研究之個案醫院排班將依跟診人員專長為主，且每間診間都要有跟診人員跟診。規定跟診人員不連續排五天白班及三天晚班，且延診之跟診人員不排班。

第二節 基因演算法於跟診人員排班之研究

先前已有許多研究是有關護理人員排班問題，如整數規劃、目標規劃、以及啟發式演算法等等。前兩者方法所產生護理人員排班表所需時間長，效率不佳。啟發式演算法包含基因演算法、螞蟻演算法、模擬退火演算法等等，基因演算法可以在短時間內找到近似最佳解，現今也應用在許多最佳化問題上，故有許多學者使用基因演算法於護理人員排班問題之研究。

陳怡伶(2010)以區域搜尋式基因演算法於跟診人員排班問題之研究。鍾佳燕(2010)應用優生基因演算法於跟診人員排班問題之研究。李政洋(2011)應用基因演算法於跟診人員排班問題之研究。前兩者研究將一週班表縮減為一天一個時段之班表進行研究。而最後一個研究則將一週班表縮減為一天班表進行研究。從上述可得知，基因演算法應用在短時段或一天的可找到最佳化班表，並且可以在短時間內排除排班限制。

此三篇研究由於班表時間縮短，考慮的限制甚少，僅適用於短時段或一天的班表，三篇皆已跟診人員專長媒合度作為排班依據，且可以解決不連班之限制。而一週班表的限制將有別於短時段或一天班表，其限制所考量較多，將考慮不連續五天早班及不連續三天晚班之限制等等，故此三篇研究將不適合套用於一週班表。

第三節 基於基因演算法與啟發式規則之跟診人員排班

前述研究將跟診人員排班縮短成一個時段或一個天的班表進行，考慮限制不多。若利用基因演算法排定跟診人員一週最佳班表，一來所考慮的限制較多，二來搜尋空間較大所花的時間太長且會造成排班效率降低。因此本研究提出基因演算法結合啟發式規則，先利用基因演算法找到一天的最佳排班表，再利用啟發式規則來調整班表至一週最佳班表，其流程如下圖 3-1：

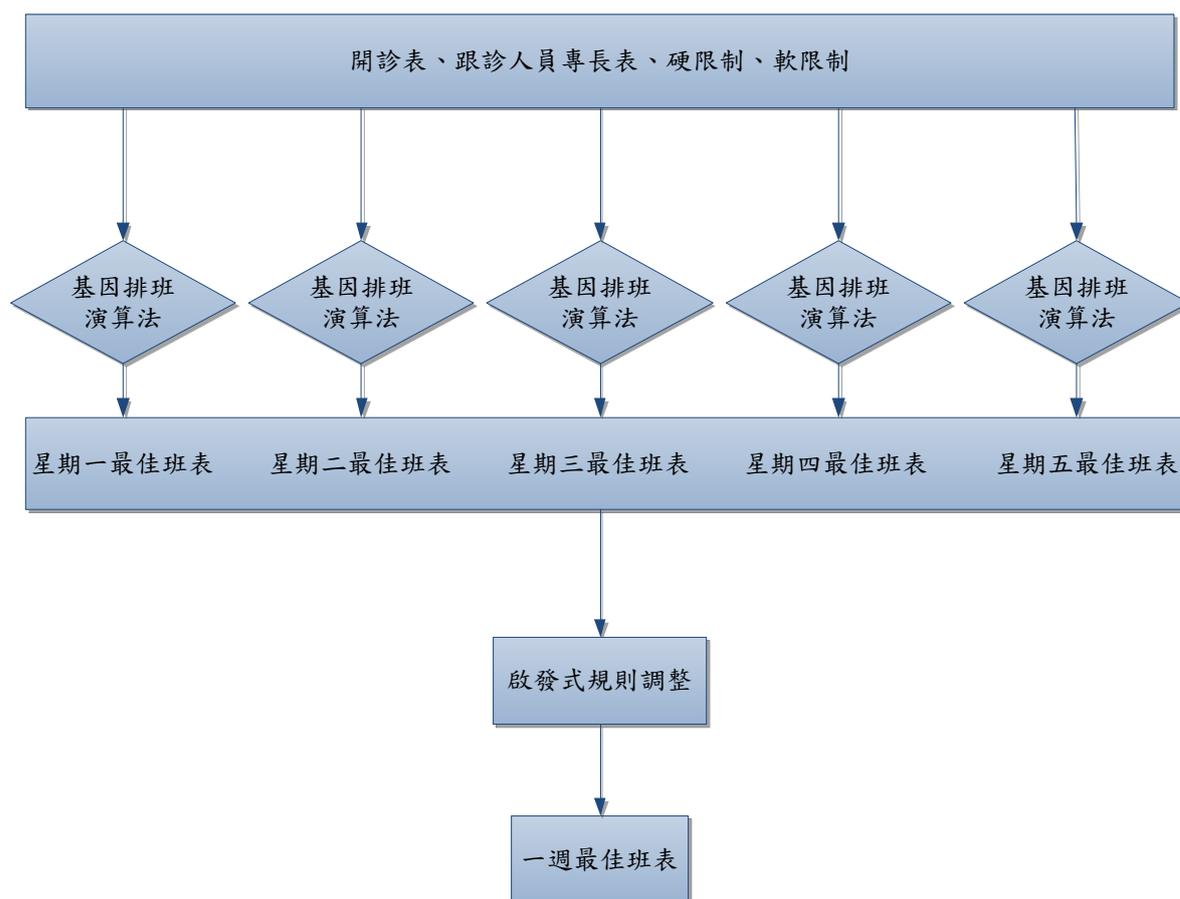


圖 3-1 跟診人員求解之流程

壹、一天最佳班表

本研究依據基因演算法其物競天擇、適者生存之特性，將跟診人員班表以染色體編碼方式呈現，經由染色體編碼、適應函數、選擇、交配以及突變來排定出一天最佳班表，其流程如圖 3-2 所示。

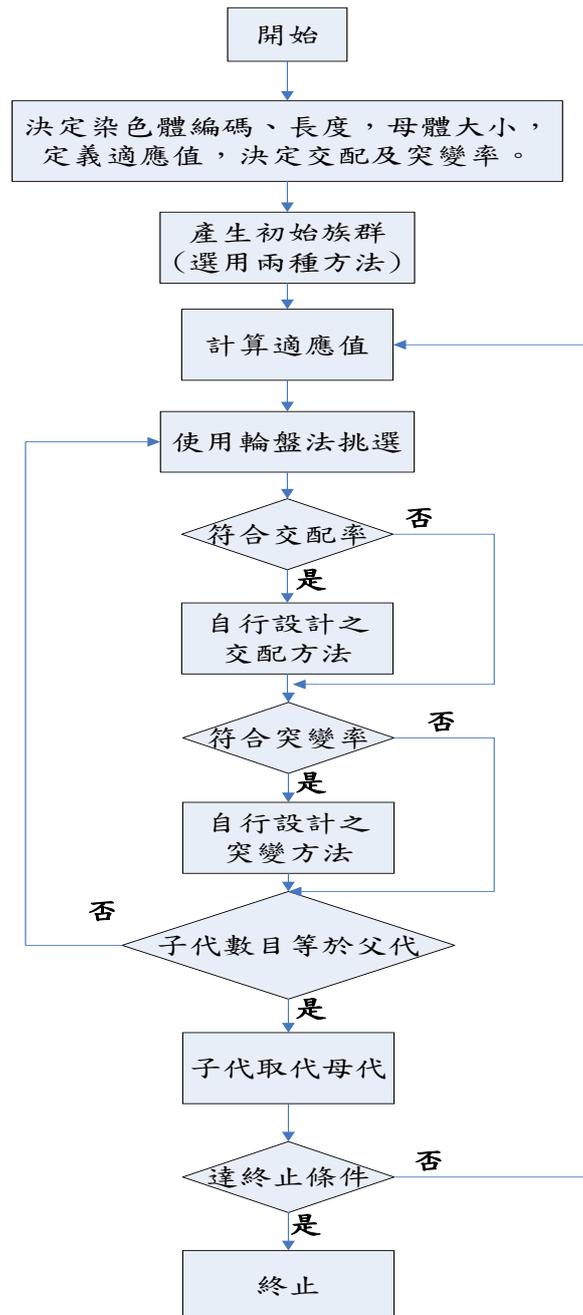


圖 3-2 基因演算法流程圖

將問題用染色體編碼方式呈現，可以清楚的表達出問題內容及特徵，一條染色體代表一組班表，可以包含各時段每個診間負責跟診人員之資訊。如表 3-4 所示。

表 3-4 染色體編碼範例

時段	早診				午診				晚診				
	腎臟科	外科	...	復健科	腎臟科	外科	...	復健科	腎臟科	外科	...	復健科	
診間	1	2	1	...	1	1		1	1	1	...	1	
人員編碼	29	17	7	...	44	29	23		44	1	7	...	16

依開診表之資訊來確定每一科別所需診間，也就是說有開診之診間才會出現在染色體裡。如腎臟科早診開設兩個診間，而晚診則只開設一個診間。而每個基因代表人員編號，如編號 7 跟診人員在早診時段為負責外科第一診間的跟診人員，在晚診時段則是負責外科第一診間的跟診人員，以此類推。

本研究將專長媒合度及三連班兩者軟限制列入適應函數設計考量，媒合度越高者給分越好，其給分標準如表 3-5。

表 3-5 專長媒合度給分標準

符合專長序	分數
第一專長	1000
第二專長	800
第三專長	600
第四專長	400
第五專長	200
無符合專長	0

跟診人員三連班之限制需觀察染色體所代表之班表共有幾個人連值三連班，才給予分數。設計每一級分數差距成等比，希望藉此讓三連班情形減少，其公式如 3.1， f^2 符號代表為三連班之分數， VM 符號代表為違反三連班最大值， VT 符號代表為該班表違反三連班次數。

$$\begin{aligned} f^2 &= 2^n \\ n &= VM - VT \end{aligned} \quad (3.1)$$

假設一天開診為早診 20 診、午診 15 診、夜診 10 診，則班表最多有 10 個跟診人員有三連班的機會，而違反次數最大值則為 10。本研究將兩部份分數進行正規化後進行加總，得到適應值。

本研究在初始解前先建立一些規則，確定目前班表排定的診間科別，並找尋未被排入且有此科專長的跟診人員，看其專長的分數，利用輪盤法決定填入之跟診人員，分數越高者被選到的機率越高。

本研究將參考以往研究輪盤交配方法，先挑出兩條染色體，分別為母代 A 及母代 B，並計算其分數，再來則是依據輪盤法分數使用輪盤法來選擇交配之基因位置，輪盤分數越高代表其基因專長分數越低、越容易被選到。而最後的突變方法為隨機挑選基因位置，其所選到之基因與前面一個基因對調，即完成突變動作而完成一天最佳班表。

貳、一週班表

一週班表皆由一天班表所組成，一天班表則需排定三個時段，所以必須考慮到每位跟診人員有無連續值三個班之問題。部分診間會因

病患眾多或看診時間過長而有延診的情況，使跟診人員無法接續值下一班，因此會考慮延診人員不排班之問題。再者，經由訪談得知，跟診人員將不得排連續五天早班及夜診不能排超過三天。故本研究將所以考慮到之限制整理於表 3-6。

表 3-6 研究之限制

硬限制	軟限制
半天職不可值夜班時段	跟診人員專長與診間媒合度
跟診人員不連續排五天白班	跟診人員一天連值三連班
夜診一星期不排超過三班	
延診人員不排班	

利用基因演算法考慮班表專長媒合度、三連班、半天職不值夜班排定每一天最佳班表，如表 3-7 至表 3-11。

表 3-7 週一最佳班表

時段	早診					午診					晚診				
	腎臟科		外科	...	復健科	腎臟科		外科	...	復健科	腎臟科		外科	...	復健科
診間	1	2	1	...	1	1	1		1	1	1	...	1		
人員編碼	29	17	7	...	44	29	23		44	1	7	...	16		

表 3-8 週二最佳班表

時段	早診				午診				晚診				
科別	腎臟科		外科		...	復健科		腎臟科	外科		...	復健科	
診間	1	1	2	...	1	1	1	2	1	1	...	1	
人員 編碼	17	35	46	...	16	1	23	64	44	17	7	...	16

表 3-9 週三最佳班表

時段	早診					午診				晚診				
科別	腎臟科		外科		...	復健科	腎臟科	外科		...	復健科	腎臟科	外科	...
診間	1	2	1	2	...	1	1	1	1	1	1	1	1	...
人員 編碼	17	29	7	46	...	44	29	23	16	17	7

表 3-10 週四最佳班表

時段	早診				午診				晚診							
科別	腎臟科		外科		...	復健科	腎臟科	外科		...	復健科	腎臟科	外科		...	復健科
診間	1	2	1	...	1	1	1	1	1	1	...	1	1	...	1	
人員 編碼	1	17	7	...	44	29	23	44	17	7	...	16	

表 3-11 週五最佳班表

時段	早診						午診					晚診	
科別	腎臟科	外科		...	復健科		腎臟科	外科	...	復健科		腎臟科	...
診間	1	1	2	...	1	2	1	1		1	2	1	...
人員 編碼	17	55	7	...	64	44	1	23		16	64	17	...

從表 3-7 至表 3-11 得知，人員編號 17 之跟診人員連續五天早診值班，違反硬限制-跟診人員不連續排五天白班。從表 3-8 至 3-11 得知，人員編號 17 之跟診人員也連續排定四天夜班，違反硬限制-跟診人員不排定三天夜班之規定。從表 3-9 得知，假設診間因醫生看診時間過長、病患過多等等原因導致延診的問題，而人員編號 29 之跟診人員週三於腎臟科早診第二診間值班，午診為腎臟科第一診間之跟診人員，早診延診勢必會影響到跟診人員午診的值班且沒有充分的休息時間，反而會影響工作上的效率及造成工作上的疏忽。

綜合上述，歸納出幾項會影響到一週值班表之硬限制：

- 跟診人員不連續排五天白班
- 跟診人員不排定三天夜班
- 延診人員不排班

為此，本研究針對這些硬限制將其應用於一週班表的調整，使得跟診人員的班表更加完善。

第四節 班表調整前後範例

依基因演算法是按照跟診人員之專長專精度排定一天最佳班表，當中將會有跟診人員沒有排到班別的情形，故再做調整班表之前先篩選出每天未排到班表之跟診人員，如表 3-12 所示，編號 27 之跟診人員一週都沒有排到班之情形。調整時，利用啟發式規則進行班表調整且以符合跟診人員專長及未排到班之跟診人員為優先考量。

表 3-12 每天未排班之跟診人員

日期	人員編號
禮拜一	3、8、11、15、18、 27 、28、31、32、35、36、40、41、45、46、49、50、51、55、57、58、59、64
禮拜二	8、10、11、13、19、20、24、26、 27 、29、31、32、36、38、39、41、42、45、48、50、51、52、53、55、58、59、60
禮拜三	1、4、10、19、20、24、26、 27 、28、30、31、35、36、37、39、40、41、43、47、50、51、52、53、58、59、61、64、65
禮拜四	4、10、12、13、15、18、19、20、26、 27 、35、36、39、40、41、45、46、47、40、50、55、56、57、58、59、61、62、63、64
禮拜五	2、4、8、9、10、11、13、15、20、26、 27 、28、29、30、32、33、34、5、39、40、41、45、46、47、48、50、56、58、59、62、63、65

壹、連續五天值白班跟診人員優先進行調整

由基因演算法排定每天最佳班表所組成的一週班表如下表 3-13 所示。

表 3-13 連續五天值白班之跟診人員班表

科別	星期	早			午			晚		
腎臟科	一	29	17		29			1		
	二	17			1			17		
	三	17	29		29			17		
	四	1	17		29			17		
	五	17			1			17		
一般骨科	一	25	48		37			9	24	
	二	37	25	9	57			9		
	三	48	25		57			9		
	四	37	25		48			9		
	五	25	57		57					

人員編號 17 跟診人員於腎臟科連續五天值早班，而人員編號 25 之跟診人員於一般骨科連續五天白班，兩者都違反五天連續值白班之硬限制。因此，針對違反此限制之跟診人員的值班表進行調整。

以表 3-13 編號 17 跟診人員為例，首先，於跟診人員專長表尋找專長有腎臟科班之跟診人員，如表 3-14。

表 3-14 跟診人員專長表-腎臟科

人員編號	第一專長	第二專長	第三專長	第四專長	第五專長
1	腎臟科	血液腫瘤科	感染科	一般醫學科	心臟血液科
2	血液腫瘤科	一般外科	心臟血液科	腎臟科	感染科
8	一般外科	腎臟科	--	--	--
10	皮膚科	血液腫瘤科	心臟血液科	腎臟科	感染科
17	腎臟科	牙髓病科	一般醫學科	--	--
22	胃腸肝膽科	血液腫瘤科	腎臟科	--	--
24	整型外科	一般骨科	皮膚科	腎臟科	--
29	腎臟科	泌尿外科	皮膚科	青少年保健科	牙髓病科
39	青少年保健科	腎臟科	一般外科	血液腫瘤科	整型外科
55	一般外科	腎臟科	整型外科	皮膚科	--

第一步，先將已經有值白班之跟診人員排除避免造成另一位跟診人員違反此限制，如表 3-13 所示，將人員編號 1、2、17、22、24、29 號跟診人員排除，再排除週一已排班的跟診人員，人員編號 10 於皮膚科晚班有診、人員編號 39 於青年保健科午班有診所以兩者皆排除，剩下就是具有相同專長但是未排到班的人員。

第二步，依據表 3-14 跟診人員專長表可以找出專長為腎臟科且整天沒有排到班為人員編號 8、55 的跟診人員，人員編號 8 週三級週四於整形外科有診，而人員編號 55 則週一至週五沒有排到診，故將原週一腎臟科跟診人員編號 17 調整為跟診人員 55。同理，原週一一般骨科跟診人員編號 25 調整為跟診人員編號 57。調整後之班表如表 3-15 所示。

表 3-15 調整過後值班表-連續五天白班

科別	星期	早			午			晚		
腎臟科	一	1	55		29			1		
	二	17			1			17		
	三	1	17		29			17		
	四	1	17		29			17		
	五	17			1			17		
一般骨科	一	57	48		37			9	24	
	二	37	25	9	57			9		
	三	48	25		57			37		
	四	37	25		48			9		
	五	25	57		48					

貳、 連續三天夜診值班跟診人員調整

跟診人員的體力隨著時間增長而慢慢下降，疲勞程度卻是隨著時間增長而增加，皆使得跟診人員工作壓力越來越大，故醫院規定跟診人員不得連續值三天夜班。

表 3-16 連續值三天夜班之跟診人員班表

科別	星期	早			午			晚		
腎臟科	一	1	17		29			1		
	二	17			1			17		
	三	1	17		29			17		
	四	1	17		29			17		
	五	39			1			17		
胃腸肝膽科	一	34	54	6	54	34	22	22	6	
	二	34	22	54	6	54	34	6	15	22
	三	22	6	34	54			22		
	四	54	22	34	54	6		22	6	
	五	54	6	22	22	54				

如表 3-16 所示，人員編號 17 之跟診人員，週二至週五於腎臟科連續值四天晚班，人員編號 22 之跟診人員，週一至週四於胃腸肝膽科值四天晚班，故已違反硬限制-跟診人員不連續三天晚班，所以將調整此班表。

第一步，將排到晚班之跟診人員排除，如表 3-16 所示，將人員編號 1、2、8、10、17、22、24、29 之跟診人員排除。

第二步，利用跟診人員專精度做為調整的依據，如表 3-14 專長表，可以找出專長有腎臟科之跟診人員，從中可以看出人員編號 39 和 55

之跟診人員第二專長為腎臟科且週一至週五晚上未排到班，依順序將週二值夜班跟診人員 17 調整為跟診人員 39 值班。同理，胃腸肝膽科夜班跟診人員編號 22 也是連續值四天，專長為胃腸肝膽科為第一之跟診人員有跟診人員編號 4、6、9、15、18、22、34、36、45、53、54、59。人員編號 6、15、18、22、34、36、54 皆於胃腸肝膽科已排班故先排除，再來依專長表找出人員編號 59 之跟診人員於週一至週五未排到班，故將人員編號 59 調整為週二晚班值班跟診人員，使得沒有跟診人員三連晚班之情況，調整過後之值班表如表 3-17。

表 3-17 調整值三夜班後之班表

科別	星期	早			午			晚		
腎臟科	一	1	17		29			1		
	二	17			1			39		
	三	1	17		29			17		
	四	1	17		29			17		
	五	39			1			17		
胃腸肝膽科	一	34	54	6	54	34	22	22	6	
	二	34	22	54	6	54	34	6	15	59
	三	22	6	34	54			22		
	四	54	22	34	54	6		22	6	
	五	54	6	22	22	54				

參、延診診間之跟診人員調整

有些診間會因為病患過多或醫生看診時間過長而會有延診的情況，這會使得延診之跟診人員來不及去下一班診間值班，如表 3-18 所示。

表 3-18 延診之跟診人員值班表

科別	星期	早			午			晚		
腎臟科	一	29	17		29			1		
	二	17			1			17		
	三	17	29		29			17		
	四	1	17		29			17		
	五	39			1			17		

如人員編號 29 之跟診人員禮拜三值腎臟科早班二診，接著連續值腎臟科午班一診，若早診有延診狀況此人員將無法準時到下一診間值班。因此，對於早上值班連續接著值午班之跟診人員進行調整其班表，以下將以人員編號 29 星期三班表為例。

第一步，排除星期三早診與午診已排定班表之跟診人員 17 跟 29，接著依據根診人員專長表可以得知第一專長為腎臟科之跟診人員有 1、17、29。將跟診人員編號 29 之跟診人員早班以人員編號 1 之跟診人員替代，如表 3-19 所示。

表 3-19 調整後延診之跟診人員值班表

科別	星期	早			午			晚		
腎臟科	一	29	17		29			1		
	二	17			1			17		
	三	17	1		29			1		
	四	1	17		29			17		
	五	39			1			17		

班表調整將是依循一套調整流程，其個人完整之啟發式規則流程

如圖 3-3 所示，先介紹符號代表的意義：

W:白班天數

O:白班診間數

F:午班診間數

G:連續晚班天數

n:第幾天

S:早診診間

P:午診診間

本研究建立之啟發式規則共有三項，各項詳細說明如下：

1. 將連續五天早班的跟診人員優先調整。

本研究選擇將違反天數多的人員優先做調整，主要是所跨天數最多，優先調整可以改善同時違反延診的跟診人員。如果跟診人員白班天數 $W=5$ ，表示已違反此限制，進行第一階段調整，其流程如圖 3-4。以一週的第一天為要調整日期，有相同科別專長且未排到的人員當作候補對象，人員依序做檢查，如第一順位符合就立刻做替補，反之，再由第二順位去做檢查，以此類推，。

2. 連續三天夜班的跟診人員調整

調整完連續五天早班的跟診人員後，接著調整是否連續三天晚班

的跟診人員，以第二階段調整如圖 3-5。連續三天晚班將會有三種狀況分別如下：

連續晚班天數 $G=3$ ，以違反的晚班第一天作為要調整的日期。

連續晚班天數 $G=4$ ，以違反的晚班第二天作為要調整的日期。

連續晚班天數 $G=5$ ，以違反的晚班第三天作為要調整的日期

以下將分別以各情形來說明：

當連續晚班天數 $G=3$ ：

以違反的晚班第一天作為要調整的日期，從專長表找出當天未排到班且具有相同科別專長的人員替代，若第一天沒有適合的人員，將以違反第二天去做調整，人員找尋方法同上敘述，以此類推。若三天中沒有具相同科別專長且未排到班的跟診人員可以替代，將以相同專長但沒有排到晚班的跟診人員重新來進行調整動作。

當連續晚班天數 $G=4$ ：

以違反的晚班第二天作為要調整的日期，從專長表找出當天未排到班且具有相同科別專長的人員替代，若第二天沒有適合的人員，將以違反第三天去做調整，人員找尋方法同上敘述，以此類推。如果第二天與第三天皆無適合的跟診人員可以代替，以此類推到第四天。這時第一天到第三天會有連續三天班的問題，將從

第一天去做跟診人員替代調整，方法如 $G=3$ ，如果沒有適合人員，將改以具有相同科別專長但晚上沒有值班人員來重新進行調整動作。

當連續晚班天數 $G=5$ ：

以違反的晚班第三天作為要調整的日期，從專長表找出當天未排到班且具有相同科別專長的人員替代，若第三天沒有適合的人員，將以違反第五天去做調整，人員找尋方法同上敘述，以此類推到第一天為止。若都沒有適合的人員可以替代，將回到第三天改以相同科別專長但晚班沒有診間的人員進行重新調整動作。

3. 延診人員不排班

再處理第一個限制的時候若同時有延診的人員將會排除掉延診問題。本研究將延診人員不排班當第三限制調整並以第三階段做調整如圖 3-6。跟診人員一天跟診診間最多 2 診，當白班診間數 $O=1$ 且午班診間數 $F=1$ 有可能會造成延診問題，將以午診診間先做調整。以相同科別專長且未排到班的人員做候補對象，開始進行班表調整。如果午間診間沒有適合的跟診人員，再以早診診間進行調整。

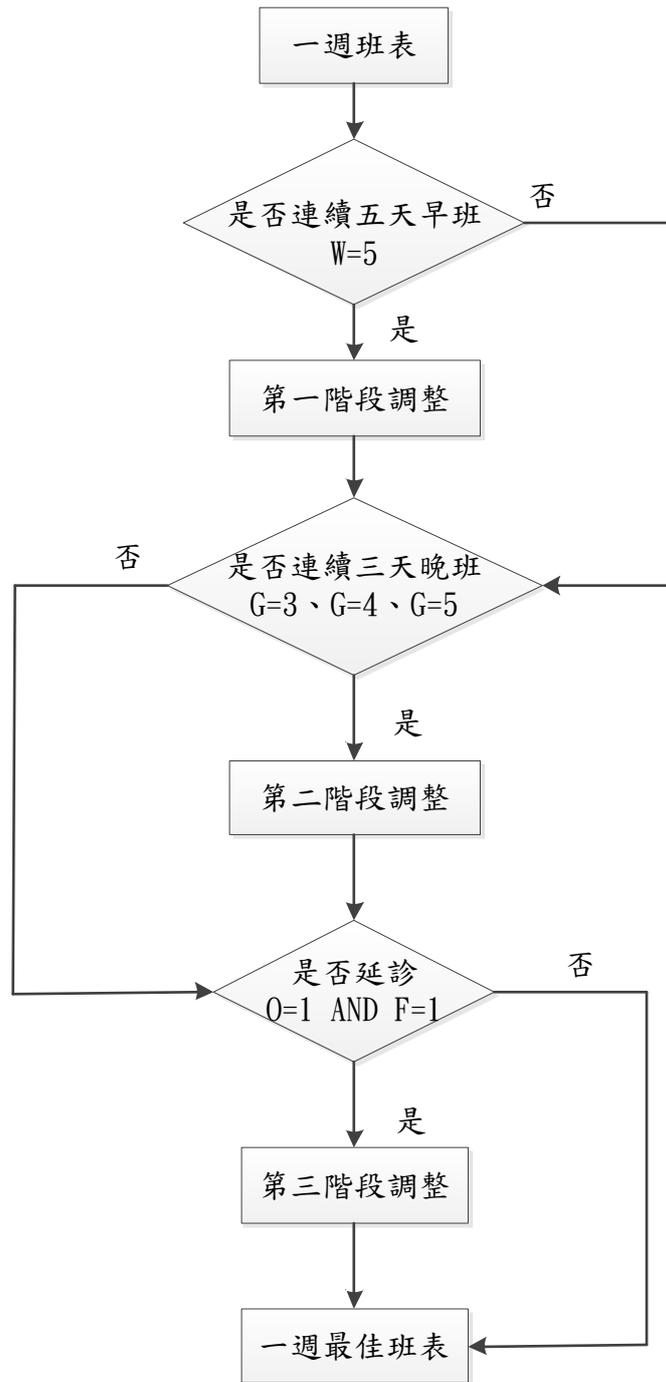


圖 3-3 個人完整之啟發式規則調整流程

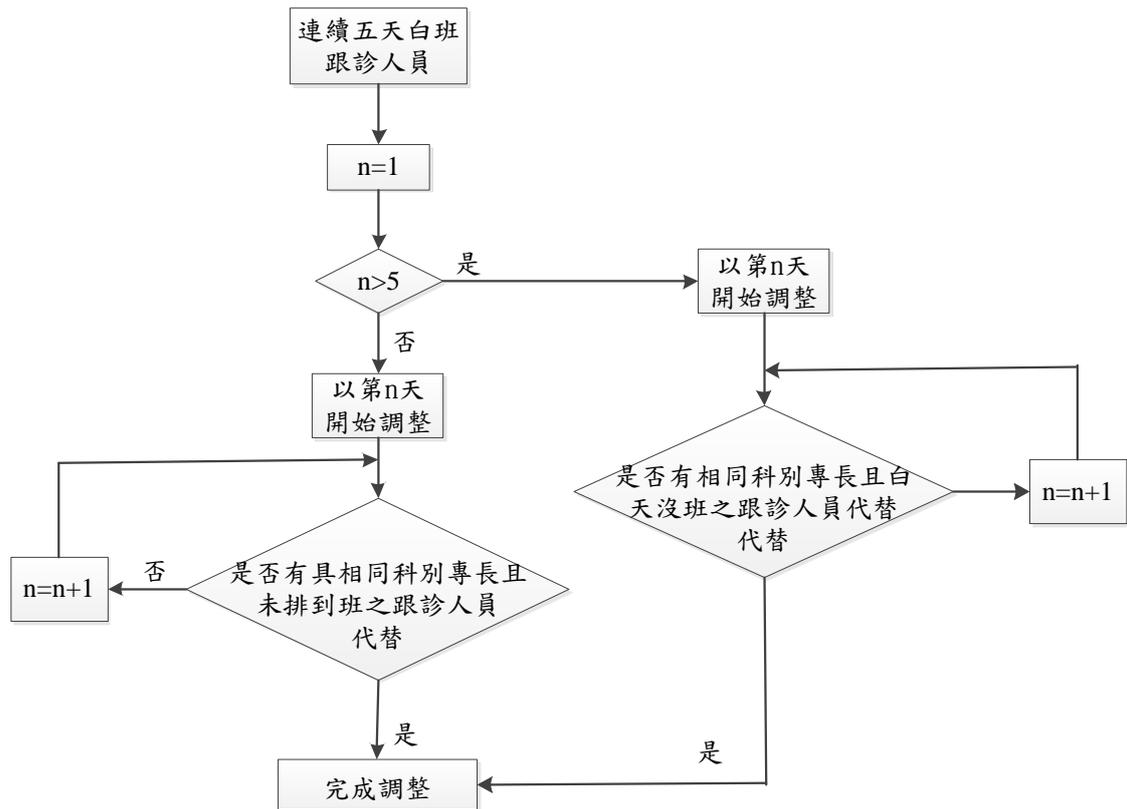


圖 3-4 第一階段調整流程

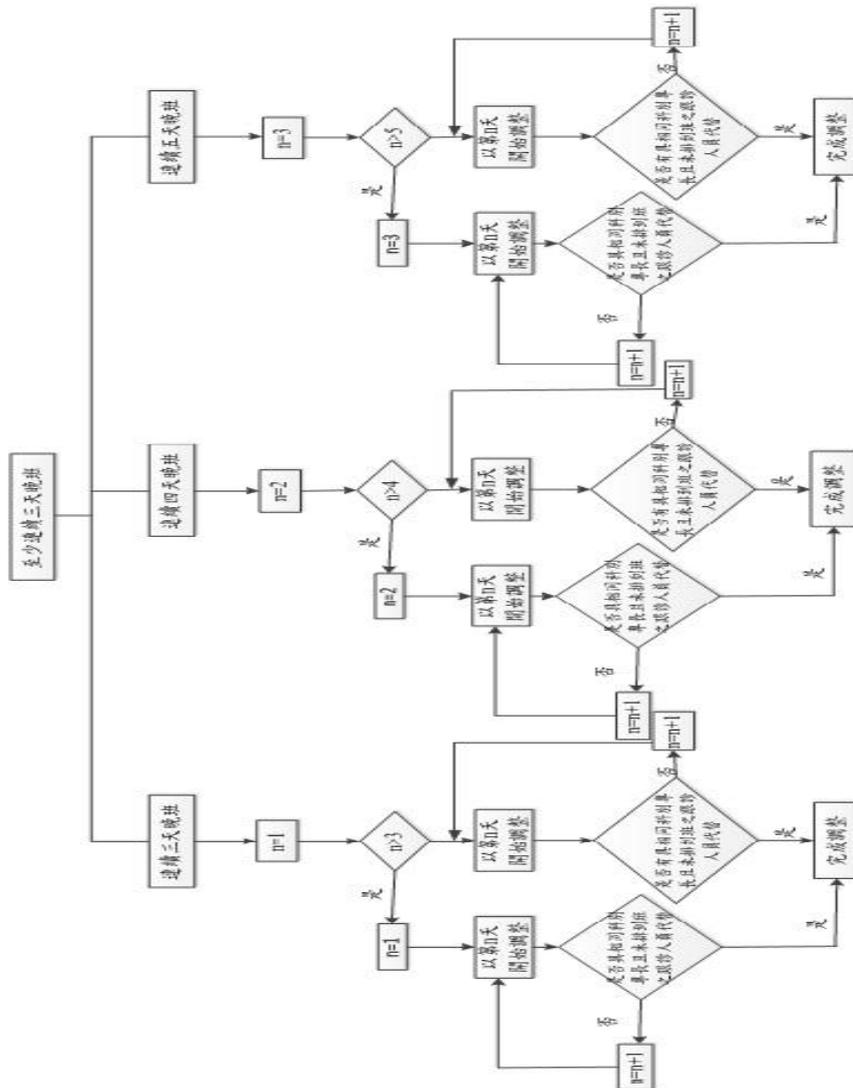


圖 3-5 第二階段調整流程

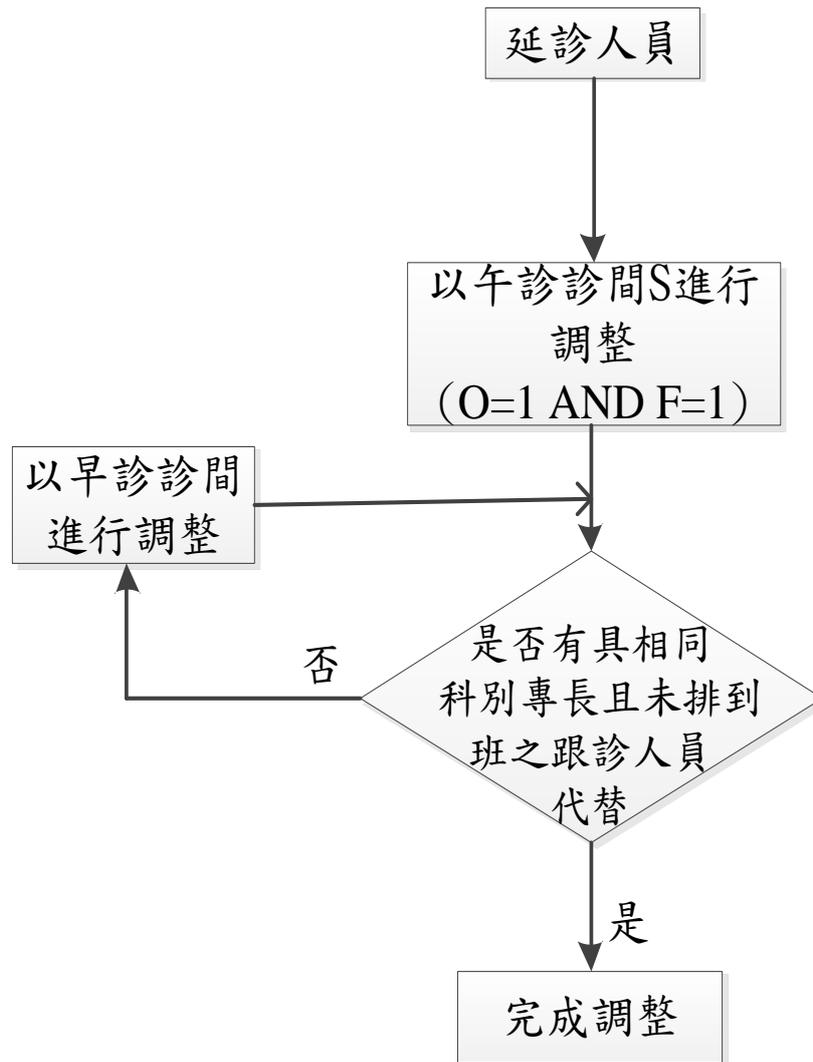


圖 3-6 第三階段調整流程

第四章、研究成果

第一節 實驗資料

本研究使用之實驗資料為參考個案醫院提供之跟診人員共有 64 人、跟診人員專長有 1 至 5 項不等的科別專長。跟診人員的班表分為三班制，早班一週共 105 診、午班 82 診、晚班 53 診，一週共開了 240 診。

本研究先採用基因演算法，主要為基因演算法包含許多機制之設計，運用基因演算法來求得一週每一天之最佳班表，其中先將跟診人員專長媒合度、跟診人員不連值三班等一天排班限制先處理，再由啟發式規則去做一週排班不連續三天夜班、不連續五天白班及延診人員不排限制之調整。

第二節 參數設定

本研究先利用基因演算法排定一天最佳班表，先給予初始設定參數來進行實驗。經由實驗之進行，得到最適合本研究提出之基因演算法所有參設之設定，參數設定如下表 4-1

表 4-1 實驗參數

母體數量
執行迭代
交配率
交配方法所挑選的基因個數
專長分數權重
三連班分數權重

第三節 實驗結果

壹、 初始解族群

本研究利用亂數產生法產生初始解適應值，其數據執行 10 次各產生 200 條之平均，其適應值平均為 0.0782。將利用表 4-1 之初始參數，執行基因演算法，經實驗發現其最佳解染色體之適應值為 0.99831。

初始解族群大小會直接影響基因演算法求解之能力。本研究分別實驗 50、100、200、300 條四種不同大小之初始解條數，分別利用基因演算法運作 10 次，其結果如表 4-2。

表 4-2 不同初始解之比較

實驗編號	50 條	100 條	200 條	300 條
1	0.9974	0.9974	0.9983	0.9983
2	0.9983	0.9974	0.9983	0.9983
3	0.9974	0.9966	0.9983	0.9983
4	0.9949	0.9983	0.9983	0.9983
5	0.9949	0.9974	0.9983	0.9983
6	0.9932	0.9983	0.9983	0.9983
7	0.9957	0.9974	0.9983	0.9983
8	0.9974	0.9974	0.9983	0.9983
9	0.9966	0.9966	0.9983	0.9983
10	0.9932	0.9974	0.9983	0.9983
平均	0.9959	0.9974	0.9983	0.9983

由表中可以發現，50 及 100 條所找到之最佳解適應值並沒有比 200 條好，而 200 及 300 之結果是相同，因此初始解族群並不需要擴大到 300 條。

將 50、100、200 條之初始解族群 10 次之實驗數據，整理為圖 4-1。

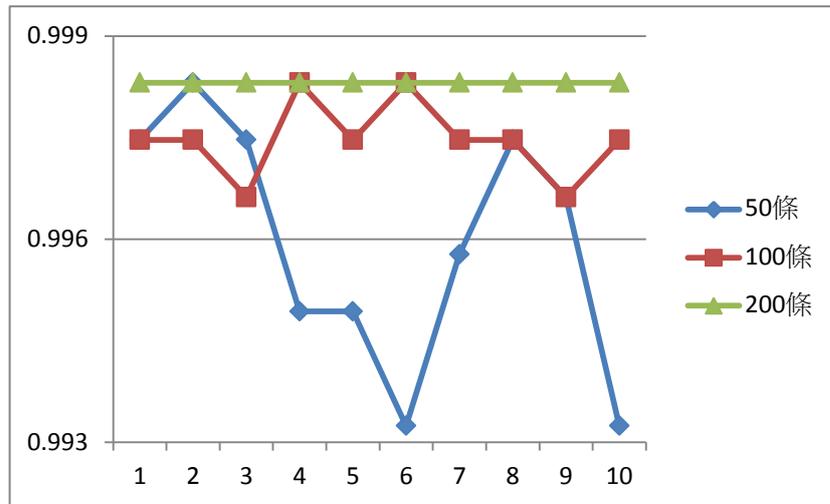


圖 4-1 初始解族群 10 次實驗最佳解

由圖中可以發現 50 條和 100 條於求解都有不穩定情況。而 200 條於每一次求解都能穩定找到相同適應值高的解。所以本研究將初始解族群設定為 200 條。

貳、 交配率

本研究利用交配率來決定染色體是否進行交配動作，因此交配率會影響到基因演算法求解之品質。本研究利用 0.2、0.5、0.8 來進行實驗，各執行 10 次基因演算法後並觀察其結果。

從表 4-3 中可以看出其最佳解，圖 4-2 為最佳解比較圖。可以從表 4-3 及圖 4-2 觀察到，利用 0.8 之交配率比使用 0.2、0.5 之交配率來得好。

表 4-3 不同交配率之最佳解比較表

	交配率 0.2	交配率 0.5	交配率 0.8
實驗編號	最佳解	最佳解	最佳解
1	0.9940	0.9983	0.9983
2	0.9915	0.9974	0.9983
3	0.9847	0.9974	0.9983
4	0.9915	0.9974	0.9983
5	0.9974	0.9983	0.9983
6	0.9966	0.9983	0.9983
7	0.9535	0.9974	0.9983
8	0.9171	0.9983	0.9983
9	0.9957	0.9983	0.9983
10	0.9754	0.9983	0.9983
平均	0.9798	0.9979	0.9983

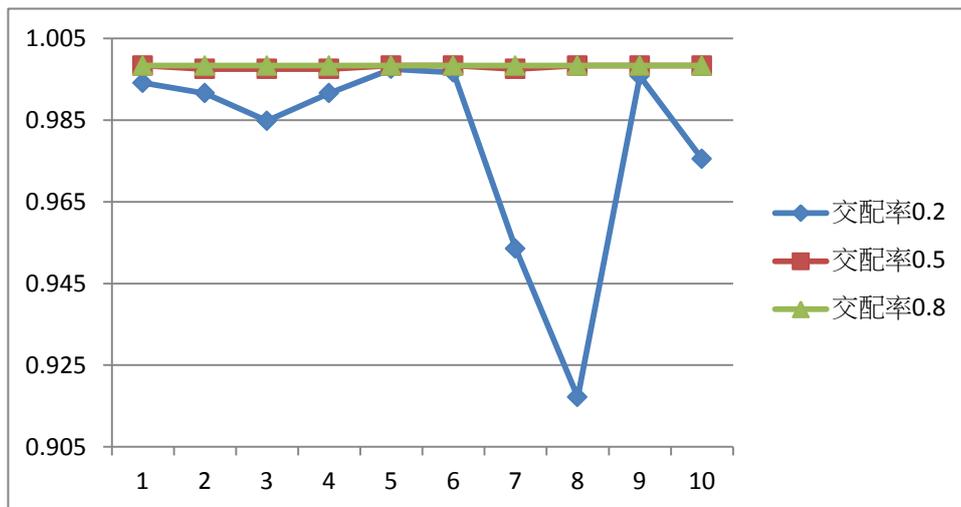


圖 4-2 不同交配率最佳解比較圖

參、突變率

基因演算法為了跳脫區域最佳解的機制，會利用突變來決定是反突變的依據，一般來說，突變的機率是非常小的。

本研究利用 0.01 和 0.001 之突變率與不突變來進行實驗，並觀

察其差別，如表 4-4。

從表中可以發現不管是突變率是多少或者是不突變，其找到之最佳解適應值都為 0.9983，也就是說即使不進行突變也可以找到適應值最佳解。

表 4-4 不同突變率之最佳解

實驗編號	突變率 0.01	突變率 0.001	不突變
1~10	0.9983	0.9983	0.9983

肆、 權重

適應函數中有兩個給分之評分標準，若是直接相加會有互相影響的考慮，所以本研究再將兩部分數進行正規化來減少互相影響的情況，再依其重要程度給予不同之權重。本研究分別利用 0.3、0.5、0.7 配合三連班 0.7、0.5、0.3 進行實驗得知其效果。

從表 4-5 可以看出每個組合的最佳解，專長分數皆為 0.9943。圖 4-3 為參考表 4-5 繪製，從圖中可以看出三連班權重 0.3 和 0.5 因權重不高，無法取的滿分，而三連班權重為 0.7 每次皆為滿分可得最佳解，所以本研究將專長權重設為 0.3、三連班權重設為 0.7。

表 4-5 各權重組合最佳解中的專長及三連班分數列表

實驗編號	0.7、0.3		0.5、0.5		0.3、0.7	
	專長	三連班	專長	三連班	專長	三連班
1	0.9943	0.5	0.9943	1	0.9943	1
2	0.9943	0.5	0.9943	0.5	0.9943	1
3	0.9943	1	0.9943	1	0.9943	1
4	0.9943	0.25	0.9943	0.25	0.9943	1
5	0.9943	1	0.9943	1	0.9943	1
6	0.9943	0.125	0.9943	1	0.9943	1
7	0.9943	0.5	0.9943	1	0.9943	1
8	0.9943	1	0.9943	1	0.9943	1
9	0.9943	1	0.9943	1	0.9943	1
10	0.9943	0.125	0.9943	0.5	0.9943	1

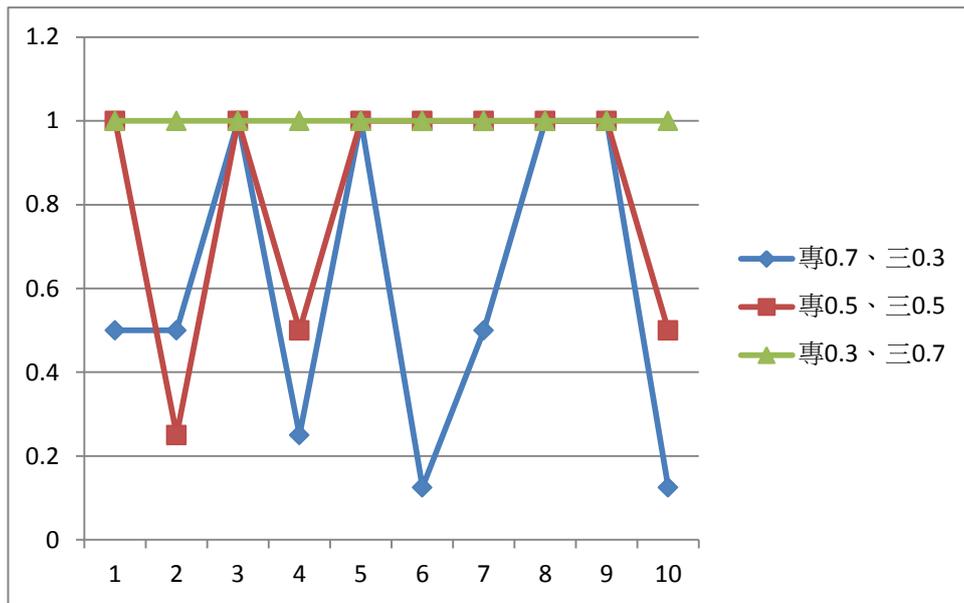


圖 4-3 不同交配率十次實驗之最佳解比較圖

第四節 一天最佳班表

經由上述可以利用基因演算法求得一天班表最佳解，所排定出每天最佳班表如表 4-6 至 4-10。

表 4-6 週一天班表

時段	早診					午診				晚診				
	腎臟科		外科		復健科	腎臟科		外科		復健科	腎臟科		外科	
診間	1	2	1	...	1	1	1	...	1	1	1	1	...	1
人員編碼	29	17	7	...	44	29	23	...	44	1	7	...	16	

表 4-7 週二一天班表

時段	早診					午診				晚診				
	腎臟科		外科		復健科	腎臟科		外科		復健科	腎臟科		外科	
診間	1	1	2	...	1	1	1	...	1	2	1	1	...	1
人員編碼	17	35	46	...	16	1	23	...	64	44	17	7	...	16

表 4-8 週三一天班表

時段	早診					午診				晚診			
	腎臟科		外科		復健科	腎臟科		外科		復健科	腎臟科	外科	...
診間	1	2	1	2	...	1	1	...	1	1	1	1	...
人員編碼	17	29	7	46	...	44	29	...	23	16	17	7	...

表 4-9 週四一天班表

時段	早診					午診				晚診			
	腎臟科	外科	...	復健科	腎臟科	外科	...	復健科	腎臟科	外科	...	復健科	
診間	1	2	1	...	1	1	1	1	1	1	...	1	
人員 編碼	1	17	7	...	44	29	23	44	17	7	...	16	

表 4-10 週五一天班表

時段	早診						午診				晚診	
	腎臟科	外科	...	復健科	腎臟科	外科	...	復健科	腎臟科	...		
診間	1	1	2	...	1	2	1	1	1	2	1	...
人員 編碼	17	55	7	...	64	44	1	23	16	64	17	...

從表 4-5 至表 4-9 可以看出人員編碼 17 之跟診人員連續五天早班有排班將違反限制-不連續五天早班之規定。從表 4-6 至表 4-9 也可以看出該人員也同時違反排班限制-不連續三天晚班之規定。而表 4-7 可以看出人員編碼 29 之跟診人員早上有班且下午也有班的狀況，若是早診科別的看診時間延遲將會影響到下午班表人員不足的情況，也違反到延診人員不排班的限制，而本研究將針對這些違反之跟診人員的班表作調整。

第五節 排班調整

調整主要是將一週班表中違反軟硬限制之跟診人員做調整，以五天連續早班如表 4-11、連續三天值夜班如表 4-12、延診診別如表 4-13 之跟診人員為主。

表 4-11 連續五天早班

跟診人員編號	連續五天早班科別	調整班別	調整後跟診人員
17	腎臟科	週一早班	55
25	一般骨科	週一早班	57

從表 4-10 中可以清楚看出跟人員編號 17 之跟診人員於腎臟科連續五早班，經由調整後由有相同腎臟科專長的人員編號 55 代替。而人員編號 25 於一般骨科也連續五天早班，經由調整後由具有相同專長之人員編號 57 代替。

表 4-12 連續三天夜班

跟診人員編號	連續三天晚班科別	天數	調整班別	調整後跟診人員
17	腎臟科	二~五	週三晚班	39
5	心臟血管科、	三~五	週三晚班	33
9	一般骨科	一~四	週一晚班	37
22	胃腸肝膽科	一~四	週二晚班	59
14	泌尿外科	一~五	週三晚班	27

從表 4-11 中可以清楚看出跟診人員連續值三天晚班的天數，如人員編號 17 從禮拜二至禮拜五連續四天值腎臟科晚班，違反了連續三天夜班的限制。經由調整後將週三晚班的人員改由具有相同科別專長的

人員編號 39 代替，其餘違反之跟診人員以此類推。

表 4-13 延診診別

跟診人員編號	連續三天晚班科別	天數	調整班表	調整後跟診人員
22	胃腸肝膽科	五	週五午班	15
24	整形外科	四	週四午班	8
28	牙髓骨科	四	週四午班	12
29	腎臟科	一、三	週一、週三午班	1
31	感染科	四	週四午班	19
33	心臟血管科	二、三	週二、週三午班	53
34	胃腸肝膽科	一、二	週二午班	15
38	皮膚科	三	週三午班	10
42	泌尿外科	一、四、五	週一、週四、 週五午班	14、27、62
43	放射腫瘤科	二	週二午班	28
44	復健科	一、四	週一、週四午班	16
45	口腔顎面外科	三	週三午班	41
52	口腔顎面外科	四	週四午班	41
53	心臟血管科	一	週一午班	19
54	胃腸肝膽科	一、二、四、 五	週一、週二、週 四、週五午班	18、36、34
57	一般骨科	五	週五午班	48
61	口腔顎面外科	二	週二午班	13
62	泌尿外科	二	週二午班	27
63	放射腫瘤科	一、三	週一、週三午班	28、43
64	復健科	五	週五午班	32

從表 4-12 中可以清楚看出有延診可能性的跟診人員，例如人員編號 54 之跟診人員於胃腸肝膽科的一、二、四、五早班完之後接續上午班，若是早班的看診時間延長將會影響到午班的情形。將午班的跟診人員經由調整，改成由具有相同專長科別的跟診人員替代，從這個例子將改成由人員編號 18、36、34 的人員。

以跟診人員專長表作為調整班表為依據，將違反一週排班限制之跟診人員的班表作調整。從跟診人員專長表中找出與違反限制之跟診人員專長相同並且當天未排到班者代替，其調整過後為一週最佳班表，

如表 4-14。

表 4-14 一週最佳班表

科別	代碼	星期	早			午			晚		
腎臟科	A	一	55	17		1			1		
		二	17			1			17		
		三	29	17		1			39		
		四	1	17		29			17		
		五	17			1			17		
血瘤液科腫	B	一	30	2					2		
		二	2			30			18		
		三	18	2							
		四	2	30					2		
		五	18								
感染科	C	一							19		
		二				3					
		三				3					
		四	31	3		19			3		
		五	3			31			3		
一學般內醫科	D	一				20			20		
		二	4								
		三				32					
		四	32								
		五									
心血管臟科血	E	一	53	21	5	33	19		21		
		二	33	5		21	53		53		
		三	21	33		53			33		
		四	5	21		33			5	21	
		五	33	53		5			5	21	
胃膽腸科肝	F	一	34	54	6	18	15	22	22	6	
		二	34	22	54	6	36	15	6	15	59
		三	22	6	34	54			22		
		四	54	22	34	18	6		22	6	
		五	54	6	22	15	34				

一般外科	G	一	7			23			7		
		二	35	46		23			7		
		三	7	46		55			23		
		四	7			23			7		
		五	55	7		23					
整科 形門 外診	H	一	56			47					
		二	47			56					
		三	56			8					
		四	24			8			8		
		五	36								
一般 骨科	I	一	57	48		37			37	24	
		二	37	25	9	57			9		
		三	48	25		57			9		
		四	37	25		48			9		
		五	25	57		48					
皮膚 科	J	一	38			26			10		
		二	49								
		三	38			10					
		四				38					
		五	49			38					
青保 少年 門診	K	一				39					
		二									
		三							11		
		四				11					
		五									
牙髓 病科	L	一				60			17	12	
		二	40			28	12				
		三				60			12		
		四	28	51		12	60				
		五	60			51			12		
口面 腔外 顎科	M	一	52			61	13		13		
		二	61			13					
		三	45			41			13		
		四	52			41					
		五	61			52					

泌尿外科	N	一	42	62		14			14		
		二	62	14		27			14		
		三	62	14		42			27		
		四	42			27			14		
		五	42	14		62			14		
放瘤射科腫	O	一	63			43	28				
		二	43	15		63	28				
		三	63			15	43				
		四	43								
		五	43								
復健科	P	一	44			16			16		
		二	16			64	44		16		
		三	44			16					
		四	44			16			16		
		五	64	44		16	32				

將所有有違反之跟診人員調整過後所得最佳一週班表表 4-13，從中可以看出將不會出現連續五天早班、連續三天晚班及早班後接續午班延診的狀況，也可以讓那些沒有排到班的跟診人員可以因此不會有完全沒有班的情形。

第五章、結論與未來發展

第一節 結論

本研究是以個案合作醫院來探討跟診人員排班問題，可以藉此一套系統來減輕醫院人員在人員排班上的負擔。而跟診人員為護理人員的一環且排班性質與護理人員相似，故選擇常用於護理人員排班上的基因演算法來進行求的最佳解。

藉由個案醫院所提供的相關資料，建立跟診人員求解的問題架構。而目前有關跟診人員的研究並不多，為了增強基因演算的效能，本研究將參考以往研究，針對跟診人員的特性，提出自行設計的交配方法，經實驗結果得知利用參數為母體數 200 條、交配率 0.8、突變率 0.001、專長分數權重 0.3 和三連班分數權重 0.7 可以得到每一天最佳解班表，如表 5-1 為本研究提出排班基因演算法所排出的最佳班表。

表 5-1 排班基因演算法排出的最佳班表

科別	星期	早			午			晚		
腎臟科	一	29	17		29			1		
	二	17			1			17		
	三	17	29		29			17		
	四	1	17		29			17		
	五	17			1			17		

從表 5-1 中可以看出診間有開診時就會安排跟診人員，且沒有跟診人員值三連班的情形。每個診間皆以跟診人員的專長所配對，且診

間跟診人員都以該科別為第一專長為主。

針對一週最佳班表，由基因演算法所求的每一天最佳班表將會滿足跟診人員不值三連班的等部分限制，而一週班表將還有其他限制—不連續五天白班、不連續三天晚班、延診人員不排班，如此基因演算法所產生的一天最佳班表所組成的一週班表可能會有此情形。經由觀察發現某些跟診人員有違反一週班表限制的情形，而在違反人員不多的情況下，本研究利用啟發式規則進行手動調整，將未排到班的跟診人員且具有相同科別的專長去取代違反限制的跟診人員，可以使得班表同時滿足一天最佳班表的限制與一週最佳班表的限制，所花時間較少且人員選擇彈性大，其一週最佳班表以腎臟科為例如表 5-2。

表 5-2 一週最佳班表

科別	星期	早			午			晚		
腎臟科	一	29	17		29			1		
	二	17			1			17		
	三	17	29		1			39		
	四	1	17		29			17		
	五	39			1			17		

第二節 未來發展

本研究先利用基因演算法排出一天最佳班表，在經由調整為一週最佳班表，皆是以醫院軟硬限制作排班標準，沒有考慮到跟診人員休假問題以及其所想要預約休假的日期。此問題將不在於醫院排班規定內，故在求得一天最佳班表中並未考慮進去。

跟診人員會有預約休假的時間或醫院所安排休假的時間，可以在產生一天最佳班表時納入做考量，將休假或預約休假之跟診人員給排除，為此將不會造成有開診卻沒有跟診人員的情形，讓跟診人員班表不儘可以符合醫院限制外還可以滿足跟診人員休假及預約休假的問題。

參考文獻

一、中文部分

1. 王裕元(2003)。應用多目標決策模式建立護理人員排班方法之研究，屏東科技大學工業管理學系。
2. 林美玲、周幸生(1999)。加護病房護理人員自我排班法之成效評值。護理雜誌。46(3)。29-38。
3. 來名義(2007)。智慧型演算法之護理人員排班之理論分析與系統實作，屏東科技大學資訊管理所。
4. 李政洋(2012)。應用基因演算法於跟診人員排班問題之研究，南華大學資訊管理系。
5. 侯文哲(2002)。護理人員排班資訊系統之建立與探討，成功大學工業管理學系。
6. 柴志傑(2009)。台灣地區橋樑目視檢測行程最佳化之研究，中央大學營建管理研究所。
7. 徐子玲(2002)。建構一 Web-Based 護理排班支援系統，台北醫學院醫學資訊研究所。
8. 莊凱翔(2001)。求解護理人員排班最佳化之研究-以遺傳演算法求解，國立成功大學工業管理學系。
9. 郭金青(1995)。整數目標規劃應用於護士排班之個案研究，國立中正大學企業管理研究所。
10. 陳怡伶(2010)。以區域搜尋式基因演算法於跟診人員排班問題之研究，南華大學資訊管理系。
11. 陳玉枝、李淑賢、邱台生、蘇逸玲(1992)。發展護理人員電腦排班系統之探討。榮總護理 9(2)。183-193。
12. 黃允成、簡仕翰、康家榮(2009)。考慮人員偏好下護理排班與休假問題之整合探討。醫護科技期刊。57-69。
13. 廖國維(2005)。應用多目標規劃建構護理人員非週期性最佳班表之研究，屏東科技大學工業管理學系。
14. 鍾佳燕(2010)。應用優生基因演算法於跟診人員排班問題之研究，

南華大學資訊管理學系。

15. 蔡宗明(2004)。滿足多目標之護理人員最佳班表之探討，屏東科技大工業管理學系。
16. 蔡欣玲、陳梅麗(1996)。護理人員壓力量表之信效度測試。護理研究，4 (4)，355-362。
17. 劉承春(1998)。綜合啟發式/基因演算法之混合式專家系統在護理人員排班的應用，元智大學管理研究所。
18. 鄭宏彬(2009)。利用多目標規畫於護理人員排班模式建立，雲林科技大學工業工程與管理研究所。

二、西文部分

1. Akerstedt, T., A. Knutsson, P. Westerholm, T. Theorell, L. Alfredsson and G. Kecklund, (2002). Sleep disturbances, work stress and work hours: A cross-sectional study. *Journal of Psychosomatic Research*. 53(3): 741-748.
2. Andy Hon Wai Chun、Steve Ho Chuen Chan、Garbbie Pui Shan Lam、Francis Ming Fai Tsang、Jean Wong、Dennis Wai Ming Yeung, (2002). "Nurse Rostering at the Hospital Authority of Hong Kong".
3. Bultmann U., Kant IJ., Schroer CA., Kasl SV, (2002). The relationship between psychosocial work characteristics and psychological distress. *International Archives of Occupational & Environmental Health*. 75(4):259-66.
4. Felton, G., (1994) "Scheduling," *Nursing Management-A system Approach*, pp.258-268.
5. Goldberg, D.E..(1989) *Genetic algorithms in search optimization and machine learning*. Addison-Wesley, Reading, MA, USA
6. Miller, H.E., H.P. Pierskalla and G.J. Rsth (1976), "Nurse Scheduling Using Mathematical Programming," *Operations Research*, 24(5), pp. 857-870.
7. S. Abdennadher, H. Schlenker. "Nurse Scheduling using Constraint Logic Programming". (1999), *Winter Simulation Conference Proceedings*.
8. Weil, G., et al. (1995), "Constraint Programming for Nurse Scheduling," *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, 14(4), pp.

417-422.

9. U.Aickelin and K.Dowland,(2000),”Exploiting problem structure in a genetic algorithm approach to a nurse rostering problem”. *Journal of Scheduling*, 3(3),139-153.