

裝配線平衡演算法選取系統

蔡禎騰* 彭 泉* 趙仁堅* 林水順**

摘 要

裝配線平衡演算法原本就比較不易瞭解及計算，以人工來求解已不可能，以電腦程式來運算卻又不易選擇適用的演算法。讓應用者易於使用已發展出的演算法，是本文目的之一。另一方面，在裝配線平衡問題解法的發展過程中，先行圖(Precedence Chart)一直為研究者所忽略。如何利用先行圖來確保作業間先後次序關係的正確性，以發揮先行圖的功能，是本文探討的另一個主題。

在簡單裝配線平衡問題的範圍內，首先依據生產環境的限制及演算法的特性，建立一個不同階層的分類法，以做為選取演算法的基礎。再以專家系統中的多模式縱列架構，整合求解裝配線平衡問題的演算法，進而建立一套能選取、執行及評估裝配線平衡演算法的專家系統，使此系統能適應不同類型問題的演算法，同時可達成先行圖有確認作業資料的功能。

緒 論

一、研究背景與動機

自從 1955 年 Salveson[17] 提出裝配線平衡問題後，就不斷的有研究者從不同的角度來探討此一問題，而且由簡而繁的提出不同的演算法。裝配線平衡問題為非多項式型(NP hard)的問題[2]。問題複雜度會隨作業數增加，呈幾何級數成長。雖然目前已有許多最佳解法(Exact Algorithms)與啟發式解法(Heuristic Techniques)，但都難有圓滿的解答。為了因應內、外在環境及需求的變化，以往大量少樣、易於裝配的生產型態已經改變。因此，裝配線必需經常調整及變動。在此種情況下，要找出一種有效的演算法來適應所有裝配線變動的情況，可能性就越來越低了。而且裝配線平衡問題有先行關係存在，於是它的演算法就比較不易了解及計算，以人工來求解已不可能。若以電腦程式來運算，卻又不易選擇演算法。

一般而言，一個裝配線平衡問題可分為兩方面來討論。一方面是先行圖，另一方面是裝配線平衡演算法。先行圖在裝配線平衡問題解法的發展過程中一直為研究者所忽略，其原因就如 Sudhir 與 Rajagopalan[19] 所認為的是：先行圖的產

* 東海大學工業工程研究所

**勤益工商專企業管理科

生是一個複雜的啓發程序，而且這種程序無法以計算式來表示。因此 Arinze 與 Partovi[1]、Sudhir 與 Rajagopalan[19] 都是利用人工智慧的方法來產生先行圖。如何利用先行圖來確保作業間先後次序關係的正確性，以發揮先行圖的功能，是本文所要探討的一項主題。依據 Chase[4] 調查 95 家美國公司，結果發現僅有 5% 公司使用期刊所發表的演算法。他認為工業界演算法應用率過低的理由是：(1)應用者不熟悉相關演算法；(2)演算法過於複雜，使應用者難以理解；(3)演算法缺乏彈性，難以應用在現實環境中。Johnson[9] 更指出，大多數的裝配線平衡演算法都過於數學化，因此無法滿足現實需要。如何縮短裝配線平衡演算法的應用者與研究者兩者之間的距離，則為另一主題。

二、研究範圍與目的

對於裝配線平衡問題，較一般化的定義是 Silverman 與 Carter[18] 所提出的。他們認為所謂裝配線平衡問題是指：把最小可行的工作單元分配給工作站，使得所有先行關係與時間限制都能滿足，而且目標函數能達到最佳化。此一定義幾乎含蓋了所有裝配線平衡問題，而這些不同類型的問題經過三十多年的研究，已有相當廣泛及深入的報導。以彙整這些報導為主題的文章也相當多。如 Kilbridge & Wester[11]，Ignall[7]，Buxey et al.[3]，Johnson[8]，Baybars[2]，Talbot et al.[20] 及 Ghosh & Gagnon[6]。表1就是 Ghosh & Gagnon[6] 對解裝配線平衡問題，所使用的分類方法。由此可知要全面性研究裝配線平衡問題並非易事，因此本研究把研究的範圍集中於討論裝配線平衡問題中的簡單裝配線平衡問題(Simple Assembly Line Balancing Problem, SALBP)。所謂簡單裝配線平衡問題，依據 Baybars[2] 所下的定義，它必須滿足下列九個限制條件：

1. 所有輸入變數都有確定值。
2. 一個作業不能分配到兩個以上的工作站。
3. 作業有技術上的先行關係，不得任意變動。
4. 所有作業都要處理完畢。
5. 任一作業分配到任一工作站其處理效果均應相同。
6. 作業時間是獨立的：即它不受工作站及前、後作業時間影響。
7. 任一作業都可以在任一工作站中處理。
8. 整條裝配線的工作站都是串聯的型態，不得有分支或並聯的型態。
9. 裝配線的設計僅考量單一產品。

表1 裝配線平衡問題之分類表

- | |
|--|
| (1)以產品數目區分
1.單產品裝配線
2.多產品批次裝配線
3.多產品混合裝配線
(2)以作業時間區分
1.確定型
2.機率型
(3)以問題型態區分
1.簡單問題
2.一般問題 |
|--|

若放寬以上九個限制條件，就可以組合成不同類型的問題，例如放寬第(1)個限制，問題的參數就可能會有機率的性質。第(5)個限制條件表示所有工作站的固定與變動成本都相同，換言之，在裝配線平衡的過程中不考慮成本問題，如果放寬此一限制，考慮成本因素，就成為裝配線設計問題(Assembly Line Design Problem)，如此，它不僅要考慮人工成本問題更要瞭解技術的問題。放寬第(7)個限制條件，就可以有區域限制(Zoning Constraints)或位置限制(Positional Restrictions)。依Buxey et al.[3]指出，裝配線如以裝配產品之數目來分可分為三類：第一類為單產品裝配線(Single Model Line)，僅裝配單項產品與零件。第二類為多產品批次裝配線(Multi-Model Line)，係多項產品分別以批次裝配完成。第三類是多產品混合裝配線(Mixed Model Line)，它是多項產品同時在裝配線上完成。因此若放寬第(9)個限制條件，則裝配線上所生產的產品，就不僅限於一種。

在以簡單裝配線平衡問題為範圍的前題下，本研究建立一套「選取、執行及評估裝配線平衡演算法」的軟體系統，其目的之一是要展示如何利用先行圖來確保作業間先行關係的正確性，以發揮先行圖的功能。另一目的是讓裝配線平衡演算法的應用者，易於應用研究者所發展出的演算法。

三、研究方法

為達成上述的研究目的，首先考慮的是演算法的分類方法，以做為選取演算法的基礎，其次要決定建立系統的方法。以下就這兩方面的研究方法之內容及採用原因簡述如下：

(1) 演算法的分類方法

若要以一個架構來有效歸納所有演算法，考慮可能難於週全。本研究擬以 Baybars[2]、Talbot et al. [20]與Ghosh & Gagnon[6]三者所提分類法為基礎，以階層式的組織結構來歸類演算法，並依據裝配線上環境的限制與演算法的特性分兩部份來歸類，建立一個不同階層的組織結構。本分類法具有普遍性及精確的特點。

(2) 建立系統的方法

近幾年來學者對於研究新演算法的興趣已不如往昔，轉而努力於研究如何有效利用以往所發展出來的演算法，以期能真正應用於實際的生產實務上。目前應用這些演算法的方法很多，其中以專家系統是最廣為人採用的方法之一。專家系統之所以受重視，是因為它可經由知識的累積，有效的解決一些煩雜且不確定的問題，以供使用者當做決策參考。一般而言，目前的裝配系統就是具有煩雜且易於變動的特性。因此以專家系統來處理裝配線平衡問題，應是可行的，而且專家系統到1990年後發展已達成熟期。另外對於系統含多重模式時，Kusiak[13,14]已提出多模式縱列架構 (Multi-Model Tandem Architecture)的專家系統來處理，因此本研究以此專家系統架構來整合求解裝配線平衡問題的演算法。

先行圖與演算法

一、先行圖的產生方法

先行圖就是表明作業間先行關係的一種網路圖。該網路圖中的節點表作業，有方向性的弧線表作業的先後次序關係。繪製先行圖的基本目的，是以圖形來表示裝配線上作業真實的情況，以達成裝配線平衡[16]。因此先行圖不但是裝配線平衡的分析基礎，更重要的是可以確認作業間先後次序關係的正確性。因此在以電腦來執行先行圖產生的程序中，若能加上偵測先行關係正確性的功能，對裝配線平衡的分析者必更有助益。為達成產生先行圖及確認先行關係正確性的功能，本研究在知識庫內預先儲存裝配線中特定作業必然要遵守的立即先行關係。而在實務應用上，這些立即先行關係就是由經驗的累積或工程上必然的限制所組成。當系統使用者依系統設計的表格輸入結構化的作業間先行關係資料後，系統即會逐一把作業間先行關係資料與知識庫的必然立即先行關係兩相匹配。如有矛盾產生，就會反應在先行圖

中，讓使用者參考與修正作業先行關係。若使用者完成錯誤修正，系統即會依作業間先行關係資料，產生正確先行圖。這種先行圖產生方式，不但輸入方式極為友善，而且使用者易於發現先行圖之誤謬處，以確保先行圖的正確性。

二、演算法的分類方法

如前所述，裝配線平衡問題是既複雜且難有圓滿解答的問題，所以解此問題的演算法五花八門。若要以一個架構來有效歸納所有演算法，考慮可能難於周全。而以往研究者大部份以階層式的組織結構來歸類演算法，如Dar-EI(5)就簡略的把簡單裝配線平衡演算法分為三類以比較其績效。Baybars(2)整理有關簡單裝配線平衡的精確解演算法加以分類並比較其績效。Talbot et al.(20)整理有關簡單裝配線平衡的啟發式演算法加以分類並比較其績效。而Ghosh & Gagnon(6)則以13階層的組織結構來彙整所有的演算法。階層式的組織結構是一種比較可行的分類方法，也較適合做為建立本研究系統的方法。但對於本研究所要發展的系統而言，為了考慮環境的適應性及法則選取儘可能滿足唯一性，因此必須兼具普遍性及精確的特點。本研究以上述幾種分類法為基礎，建立一個不同階層的組織結構，以先行集中討論簡單裝配線平衡演算法，以驗證本分類法兼具普遍性及精確的特點。

本研究所建立的不同階層式組織結構分為兩大部份，第一部份是生產環境分類：它是一種10階層的組織結構，其目的是用來歸納裝配線上環境的限制因素。第二部份是演算法分類：它是針對不同類型裝配線平衡問題，依演算法特性把適合同一類型問題的演算法加以分類。它的分類基礎會因問題的類別與演算法特性而有差異。因此，演算法的分類是不同階層式的組織結構，而本研究針對簡單裝配線平衡演算法，所建立的不同階層式組織結構的分類法如圖1所示，它是本研究建立演算法選取法則的基礎。

裝配線平衡演算法專家系統的建立

一、系統功能及範圍

本專家系統具有下列功能：

1. 有推理可行演算法的能力。
2. 基本資料輸入有親和力。

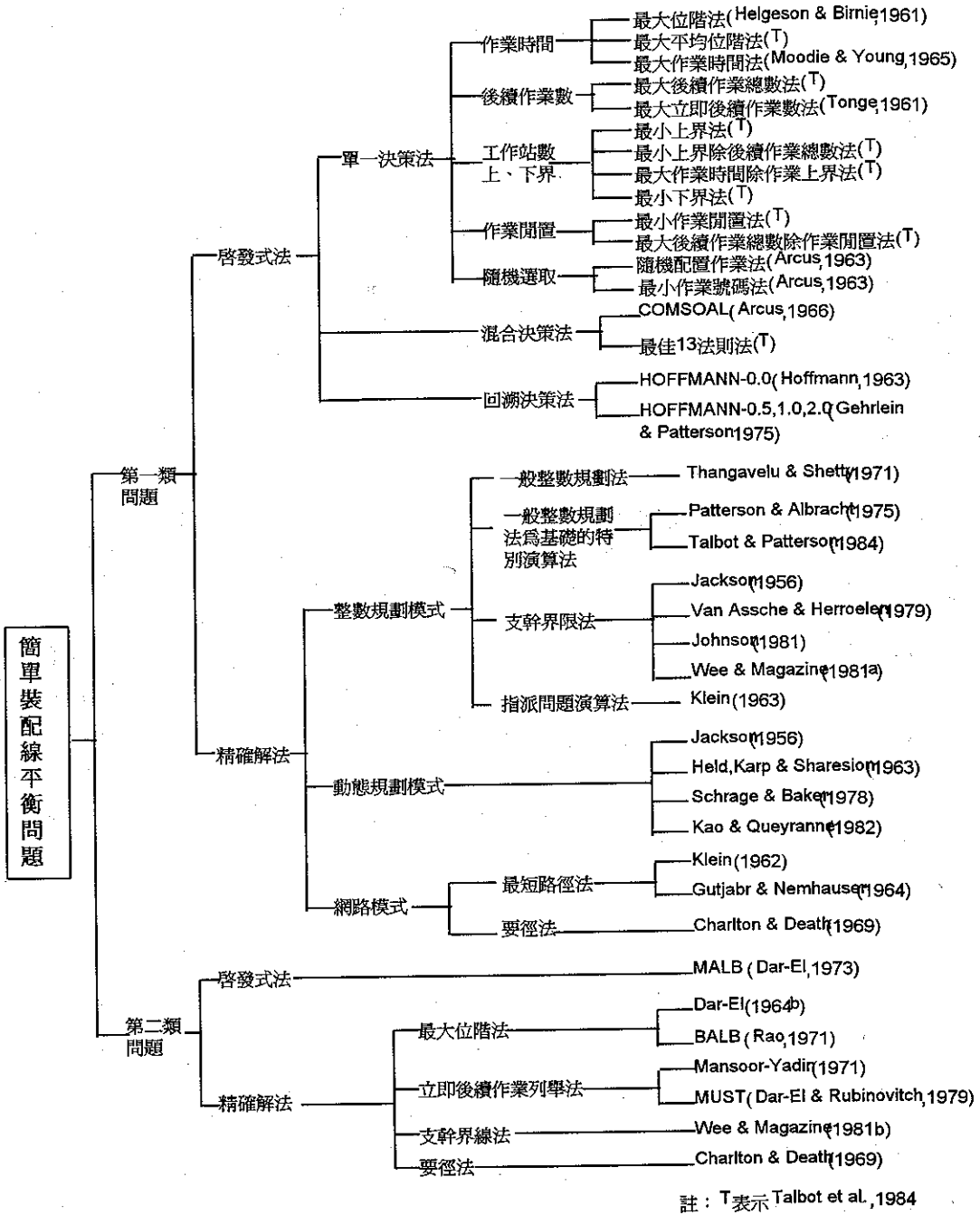


圖1 簡單裝配線平衡演算法不同階層式分類圖

- 3.能產生先行圖，而且在圖中能顯示先行關係不合理的作業。
- 4.能提供演算法的相關背景資料、限制及演算的程序，以便使用者查詢。
- 5.演算法能實際演算，並求出作業的配置、效率及各種複雜度指標。
- 6.能提供最後工作站分配方式的先行圖。
- 7.能提供易於瞭解的知識表現法與使用者溝通。
- 8.能隨時增修知識庫、資料庫及演算法則庫。

目前本系統有它適用的範圍與限制，茲分述如下：

- 1.本系統僅提供簡單裝配線平衡演算法的階層架構。
- 2.演算法的分類基礎是：以原創者對演算法所設定的適用範圍為準。
- 3.本系統的演算法則庫，目前提供單一決策法則的13種演算法的程式。
- 4.使用本系統必須要有健全的裝配作業命名系統，否則易於造成系統誤判。
- 5.本系統僅提供單一決策法則13種演算法的相關背景資料、限制及演算的程序，供使用者查詢。

二、多模式縱列架構專家系統的建立

本研究建立一個多模式縱列架構專家系統。其中包括有資料庫、知識庫及推理機。另外還有一個儲存演算法的演算法則庫。同時，使用者可經由界面程式，輕易的維護知識庫內的事實及法則與增、刪演算法則庫的演算法。對於不擅於煩雜計算的Prolog來說，我們把這些工作交由傳統電腦語言(本系統使用C語言)來代勞，並把程式存於演算法則庫中，待推理機呼叫執行演算。如此不但易於撰寫程式，也提高Prolog的執行效率。

三、系統運作程序

本系統整體的運作程序如圖2所示，以下分七個步驟依序說明其功能及建構的方法：

- 1.設定生產環境：本系統所謂的生產環境，是指裝配線所面臨的生產條件限制。在不同的環境限制下，所面臨的裝配線平衡問題也不相同。但因本研究集中討論簡單裝配線平衡問題，所以生產環境都相同。
- 2.設定演算法選取條件：演算法選取條件設定不同，則適合條件的演算法也就不一樣，而且這些條件限制依演算法不同而有差異。例如最大位階法，它的限制條件就有問題類型、解題精確度、決策法則及決定作業優先順序的基礎等。當使用者提供這些限制條件給系統後，系統就會提出在這些限制條件下的可行演算法。

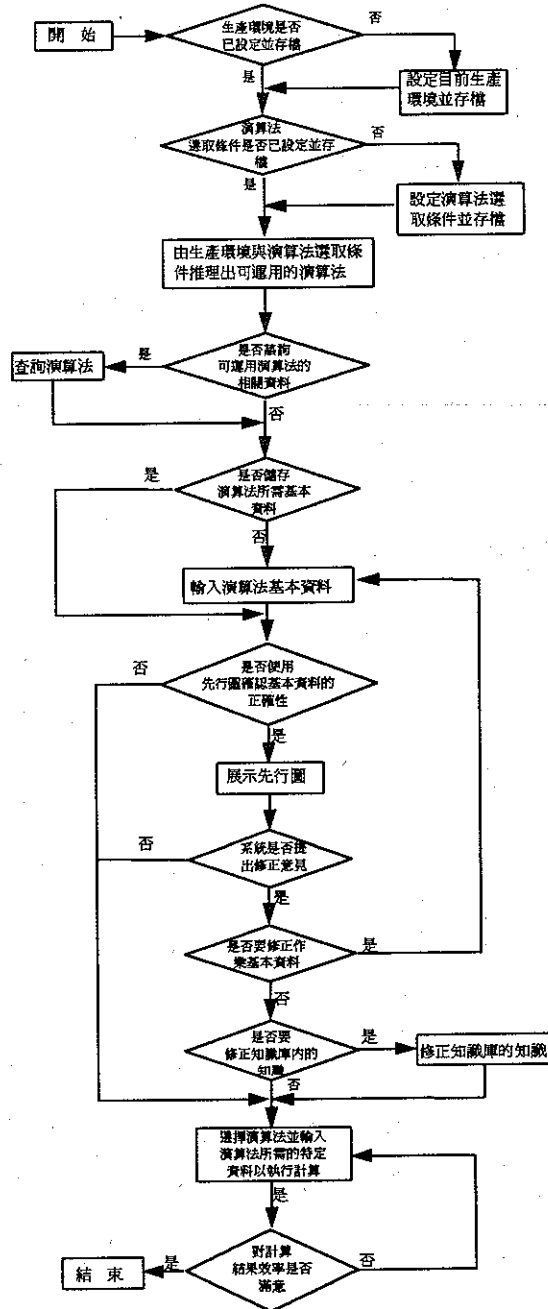


圖2 裝配線平衡演算法選取、執行及績效評估之專家系統的系統運作程序圖

3. 查閱可運用演算法的資料：如果使用者對可運用的演算法不是很熟悉，系統會提供個別演算法的相關資料，讓使用者選擇性的查閱，以做為使用者最後選擇演算的參考依據。
4. 輸入可運用演算法之基本資料：每一種演算法會因生產環境的差異，需要使用者提供一些基本資料。依簡單裝配線平衡問題為例，它就需要作業號碼、作業名稱、作業時間及先行作業等基本資料。
5. 以先行圖分析基本資料的正確性：本系統提供一種智慧型的方法來分析先行圖，以確認立即先行關係的正確性，提供使用者當做參考及改善的依據。若某作業的立即先行關係不正確，系統在展示先行圖時，就會以不同顏色來表示該作業。
6. 選擇演算法並輸入該演算法所需特定資料以執行計算：經由使用者分析結果，選擇最後要執行的演算法，但每一種演算法除了基本資料外還需要一些特定的資料才可運算。例如單一決策法就必須要輸入週期時間，而混合決策法除了週期時間外，還要輸入終止演算的條件。待這些資料輸入後系統就會執行演算法的演算作業。
7. 展示計算結果及評估資料：當演算完成後，系統會展示作業分配的方式並提供績效評估與複雜度的報告，讓使用者參考，以決定是否需要再執行其它演算法。

四、系統運作實例

以Arinze & Partovi(1990)兩位學者所做的研究中簡單的檯燈裝配為範例，說明本系統實際的運作程序。本範例中檯燈的基本結構圖如圖3所示，它是由下列九個零件所組成：Base, Tray, Cord, Arm, Switch, Socket, Bulb, Shade 及 Second cord (to plug)。

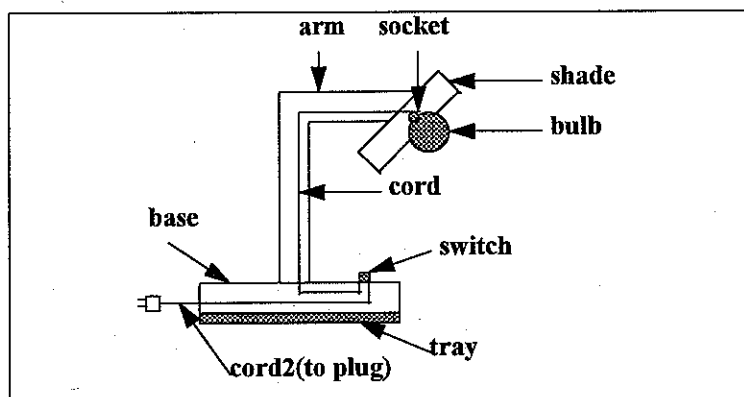


圖3 檯燈基本結構圖

以上九個零件的裝配作業有下列八項，其中前三項沒有先行作業，從第四項到第八項則有必要的先行作業，而先行作業是以小括號內的作業表示，作業時間以大括號內的數字表示，這些作業經由命名後，其基本資料彙整如表2所示。

1. Base connected to arm.{80}
2. Cord connected to arm.{25}
3. Arm connected to shade.{10}
4. Arm connected to socket.(Cord connected to arm and arm connected to shade){40}
5. Switch connected to base.(Base connected to arm and arm connected to socket){74}
6. Switch connected to cord2.(Switch connected to base){68}
7. Base connected to tray.(Switch connected to cord2){42}
8. Bulb connected to socket.(Switch connected to cord2){36}

表2 檯燈裝配作業基本資料表

作業號碼	作業名稱	作業時間	先行作業
1	base_to_arm	80	
2	cord_to_arm	25	
3	arm_to_shade	10	
4	arm_to_socket	40	2,3
5	switch_to_base	74	1,4
6	switch_to_cord2	68	5
7	base_to_tray	42	6
8	bulb_to_socket	36	6

本範例基本假設為一簡單裝配線平衡問題，使用本系統的目的，是要求總平衡效率在達到90%以上的條件下，當週期時間為80秒時，能迅速解出最少工作站數及作業分配方式。於輸入各基本資料之後，如生產環境、演算法選取條件等，可利用系統中之"Diagram"模組來展示先行圖。其主要目的為確認基本資料的正確性，當進入此一功能模組後，系統就要求使用者選擇基本作業資料檔，選擇資料檔後隨即顯示該檔案的先行圖，當先行圖中的節點出現不同顏色及警告訊息時，就表示依系

統知識庫內的法則，判斷該節點的先行關係不正確，必須回到基本作業資料模組檢討該作業的先行關係。本範例中在圖4所示的作業基本資料中，第5項作業的先行作業漏列第1項作業，因此圖5中代表第5項作業的節點就變成與眾不同的灰色，並有警語出現。於是必須回到基本作業資料輸入模組修改後，再展示先行圖如圖6，當此圖節點沒出現不同顏色及警告訊息，即表示經由系統知識庫內的法則，判斷各節點的先行關係沒有不正確的狀況發生。

<<<<<Main Menu--Data Input Modular>>>>>

The Table of Basic Data of Tasks (File Name : LAMP.DAT)

No	Task No.	Task Name	Pro. Time	Immediate
1	1	base_to_arm	80	
2	2	cord_to_arm	25	
3	3	arm_to_shade	10	
4	4	arm_to_socket	40	2, 3
5	5	switch_to_base	74	4
6	6	switch_to_cord2	68	5
7	7	base_to_tray	42	6
8	8	bulb_to_socket	36	6
9				
10				
11				

Record:3/8 Data Type:String(16) Data

[Arrow] Move [Enter] Ready\Input [F2] Save [Esc] Quit

圖4 作業基本資料展示、增修畫面圖

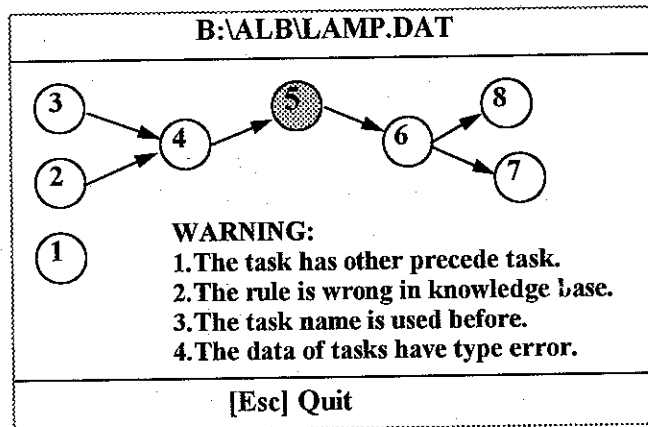


圖5 先行關係不正確的先行圖

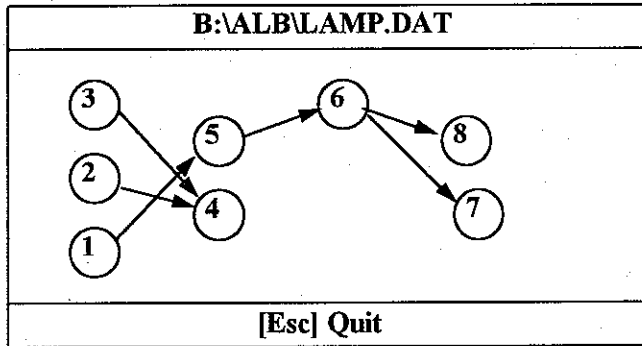


圖6 確認先行關係無誤的先行圖

在進入功能表中的“Analysis”模組後，首先在視窗內選擇要執行平衡演算的基本作業資料檔案，然後系統會在既定的生產環境與演算法選取條件下，以視窗列出適合的演算法，要求使用者以光棒選取。本範例滿足已設定限制的演算法有MAXRPW (Helgeson & Birnie, 1961)、MAXAVGRPW (Talbot et al., 1984)及MAXDUR (Moodie & Young, 1965)等三種。吾人選擇MAXRPW演算法當作本此次執行演算的方法，最後系統會針對使用者選定的演算法，要求使用者輸入在演算過程中所需的特別資料。本範例是第一類型的簡單裝配線平衡問題，並使用單一決策的啟發式演算法，因此需要輸入的特別資料只有週期時間。故經輸入週期時間後，系統即整理上述資訊而得畫面如圖7，這表示系統已備齊所有執行演算的資料。待按下執行鍵後，系統即執行演算程序，演算完畢後就出現如圖8的作業分配表與複雜度及績效評估表，讓使用者判定是否滿足他的要求，如果不滿意該演算法的演算績效，可重新選擇演算法再執行演算，最後按下執行鍵，就會展示出如圖9的作業分配到工作站的圖形表示法，讓使用者確認作業分配方式，是否滿足先行關係的要求，以驗證演算法是否正確。

```

<<<<Main Menu—Analysis Modular>>>>

Now the file that you want to balance is B:\ALBLAMP.DAT
The algorithm, that you hope to use, is MAXRPW(Helgeson & Birnie, 1961)
Required cycle time of the assembly line is #0

So far, The special data of the algorithm required, that you selected,
have been finished. Please keyin [Enter] to implement or keyin [Esc]
to quit.

[Arrow] Move [Enter] Select/Execute [Esc]

```

圖7 檔案彙整畫面圖

<<<<<Main Menu--Analysis Modular>>>>>

work station	tasks of work station	work station	list of task name
1	1		1 -> base_to_arm
2	2 3 4		2 -> cord_to_arm
3	5		3 -> arm_to_shade
4	6		4 -> arm_to_socket
5	7 8		5 -> switch_to_base
			6 -> switch_to_cord2
			7 -> base_to_tray
			8 -> bulb_to_socket

Total efficiency = 93.75%
 Problem size = 8
 Flexibility Ratio (F-Ratio) = 0.1786
 WEST-Ratio = 1.7067
 Coefficient of Variation = 52.92%

[Enter] Display work station alloc. diagram [Esc] Quit

圖8 作業分配及績效評估畫面圖

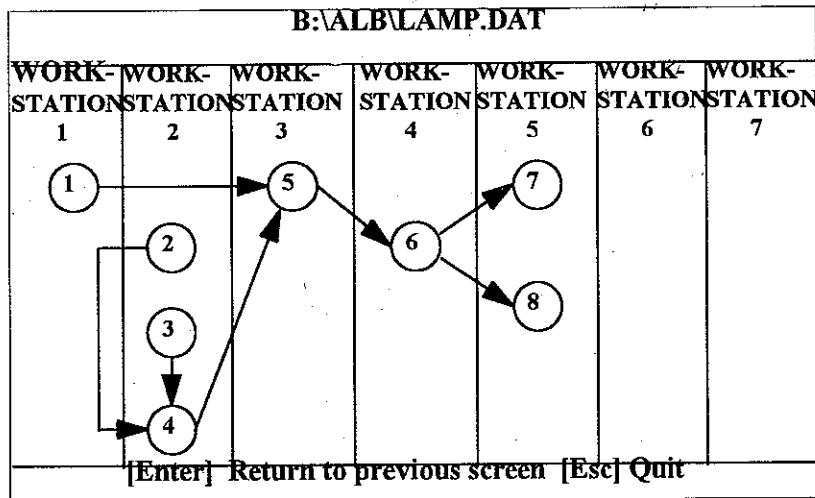


圖9 作業分配畫面圖

結論與建議

裝配線平衡問題原本就是一個難有圓滿解答的非多項式型問題。不論是啓發式或是精確解演算法，模式都越建越大，而且越複雜，相對的應用者的接受性也跟著降低。因此提高製造業者應用裝配線平衡演算法，是件刻不容緩的事。

本研究在繁複的裝配線平衡問題中，選擇具代表性的簡單裝配線平衡問題當做研究範圍，以Prolog為主要工具建立一套多模式縱列架構的專家系統。它可以用先行圖來確認作業間先行關係的正確性，更可以有系統的選取適合生產環境的演算法，以實際執行該演算法及評估演算法執行的結果。

總合而言，本研究的意義為：(1)在複雜的裝配線平衡問題中，收集解簡單裝配線平衡問題的演算法，並利用階層式的組織架構，建立可應用於專家系統的分類方式；(2)展示可運用儲存在知識庫的先行關係法則，協助使用者以先行圖偵測作業基本資料的正確性；(3)展示多模式縱列架構的專家系統，可以運用來選取、執行及評估簡單裝配線平衡演算法。另外，在建立簡單裝配線平衡演算法的分類基礎時，已考慮到普遍性，因此本專家系統可擴充，以處理其它不同類型的裝配線平衡問題。

致 謝

本研究曾得到國科會研究經費補助，編號為 NSC 84-2213-E-029-003.

參 考 文 獻

1. Arinze, B. and F. Partovi, "A Knowledge Based Method for Designing Precedence Networks and Performing Job Allocation in Line Balancing," Computers Ind. Engng., Vol.18, No.3, pp.351-364, 1990.
2. Baybars, I., "A Survey of Exact Algorithms for the Simple Assembly Line Balancing Problem," Mgmt. Sci., Vol.32, No.8, pp.909-932, 1986.
3. Buxey, G. M., N. D. Slask and R. Wild, "Production Flow Line System Design--A Review," AIE Trans., Vol.5, pp.37-48, 1973.

4. Chase, R. B., "Survey of Paced Assembly Lines", Industrial Engineering, Vol.6, Feb., 1974.
5. Dar-El, E. M., "Solving Large Single-Model Assembly Line Balance Problem--A Comparative Study," AIIE Trans., Vol.7, No.3, pp.302-310, 1975.
6. Ghosh, S. and Roger J. Gagnon, "A Comprehensive Literature Review and Analysis of the Design, Balancing and Scheduling of Assembly Systems," Int. J. Prod. Res., Vol.27, No.4, pp.637-670, 1989.
7. Ignall, J., "A Review of Assembly Line Balancing," J. Industrial Engineering, Vol.16, No.4, pp.244-254, 1965.
8. Johnson, R. V., "Assembly Line Balancing Algorithms: Computation Comparisons," Int. J. Prod. Res., Vol.19, No.3, pp.277-287, 1981.
9. Johnson, R. V., "A Branch and Bound Algorithm for Assembly Line Balancing Problems with Formulation Irregularities," Mgmt. Sci., Vol.29, No.11, pp.1309-1324, 1983.
10. Kao, P. C. and M. Queyranne, "On Dynamic Programming Method for Assembly Line Balancing," Oper. Res., Vol.30, No.2, pp.375-390, 1982.
11. Kilbridge, M. D. and L. Wester, "A Review of Analytical System of Line Balancing," Oper. Res., Vol.10, No.5, pp.626-638, 1962.
12. Klein, M., "On Assembly Line Balancing," Oper. Res., Vol.11, No.2, pp.274-281, 1963.
13. Kusiak, A. and M. Chen, "Artificial Intelligence and Operations Research in Flexible Manufacturing Systems," Information Processing and Operational Research, Vol.25, No.1, pp.2-12, 1987a.
14. Kusiak, A., "Designing Expert Systems for Scheduling of Automated Manufacturing." Industrial Engineering, Vol.19, No.7, pp.42-46, 1987b.
15. Patterson, J. H. and J. J. Albracht, "Assembly Line Balancing 0-1 Programming with Fibonacci Search," Oper. Res., Vol.23, pp.166-174, 1975.
16. Prenting, T. O. and N. T. Thomopoulos, *Humanism and Technology in Assembly Line system*, Hayden, Rochelle Park, 1974.
17. Salvesson, M. E., "The Assembly Line Balancing Problem," J. Industrial Engineering, Vol.6, No.3, pp.18-25, 1955.

18. Silverman, F. N. and J. C. Carter, "A Cost-based Methodology for Stochastic Line Balancing with Intermittent Line Stoppages," Mgmt. Sci., Vol.32, No.4, pp.455-463, 1986.
19. Sudhir, K. and R. Rajagopalan, "An Artificial Intelligence Approach to Precedence Network Generation for Assembly Line Balancing," Computers in Industry, Vol.18, pp.177-191, 1992.
20. Talbot, F. B., J. H. Patterson and W. V. Gehrlein, "A Comparative Evaluation of Heuristic Line Balancing Techniques," Mgmt. Sci., Vol.32, No.4, pp.430-454, 1986.

A System for Selecting, Implementing and Evaluating Assembly Line Balancing Algorithms

Jen-Teng Tsai* Chyuan Perng* Jen-Chien Chao* Shui-Shun Lin**

ABSTRACT

The assembly line balancing problem has been considered significant but complex. A number of analytical and heuristic algorithms have been developed. Due to the difficulty of selecting and executing an applicable one the percentage of applying the published algorithms is low among the industries. Consequently, it is the main purpose of the paper to present a system which assists the users in selecting, implementing and evaluating the assembly line balancing algorithms. In addition, the precedence chart, a graphical mechanism to establish and analyze the assembly steps, could be incorporated and modernized. It is the second objective of the paper to illustrate the feasibility of computerizing the precedence chart by incorporating it in the presented system. The paper focuses on the simple assembly line problems. Expert systems concepts, specifically the multi-model tandem architecture are employed. In brief, the significance of the research follows: (1) it establishes a classification of the assembly line balancing algorithms which serves as the rule base for selecting an applicable algorithm; and (2) it computerizes the application of the precedence chart.

* Graduate Institute of Industrial Engineering, Tunghai University

** Business Administration Department, National Chinyi Institute of Technology