

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 095134796

※ 申請日期： 95.9.20

※IPC 分類： G06N 3/2 (2006.01)

G06F 7/46 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

相依排程之派工方法/

MATCHING METHOD FOR INTERDEPENDENT SCHEDULING

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學/NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY

指定 為應受送達人

代表人：(中文/英文)(簽章) 吳重雨/WU CHUNG-YU

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號

NO.1001 DASYUE Road, Hsinchu CITY 300-10, Taiwan(R.O.C)

國籍：(中文/英文) 中華民國 / ROC

電話/傳真/手機： (02)8227-8658

E-MAIL：

三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 巫木誠/ MUH-CHERNG WU

2. 吳政翰/ CHENG-HAN WU

國籍：(中文/英文)

1. 中華民國/ ROC

2. 中華民國/ ROC

#### 四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項  第一款或  第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 五、中文發明摘要：

本發明係揭露一種相依排程之派工方法，包含提供部份或全部具有相依性的複數個任務排程及複數個處理設備，經由任務排程及處理設備的配對產生一處理時間矩陣及一傳輸時間，再由處理時間矩陣及傳輸時間產生任務排程之各別優先值，並據以排列任務排程之排程序列，且重複產生多個該排程序列，以形成母體，接續，由共識因子將抽樣自母體之排程序列進行演化，以產生新世代母體，重複的對新產生的新世代母體抽樣進行演化，直到新產生的新世代母體達到演化門檻或演化代數，即停止演化，最後，求解出演化後之排程序列，以縮短任務排程完成的時程。

## 六、英文發明摘要：

A matching method for interdependent scheduling includes providing a portion or a plurality of mission schedules with interdependence and a plurality of processing equipment. A processing time matrix and a transmission time are generated by matching the mission schedules with the processing equipment. Different priority values for the mission schedules are then generated by the processing time matrix and the transmission time to arrange the schedule sequence of the mission schedules. A plurality of

scheduling sequences is repeatedly generated to form a population. Next, the consensus operator samples the scheduling sequences from the population for performing evolution in order to generate new generational population. The new generational population is repeatedly sampled for performing evolution. After achieving evolution thresholds or evolution generations, the evolution is stopped. Lastly, the scheduling sequence is then solved after evolving to shorten time for accomplishing the mission schedules.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(二)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

S21～S29：流程步驟。

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係提供一種相依排程之派工方法，特別是關於由共識因子獲得新世代母體，由求解出演化後之排程序列，以縮短任務排程完成的時程。

【先前技術】

隨著電子資訊科技的快速發展，各種電子資訊產品如個人電腦、筆記型電腦、伺服器或工作站等裝置或系統，其功能不但愈來愈強大，相較於以往，其價格亦更加的平易近人。因此，無論是擁有成千上萬員工的大企業或是其他員工人數較少之中小業，均相繼將電子資訊裝置或系統

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(二)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

S21～S29：流程步驟。

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係提供一種相依排程之派工方法，特別是關於由共識因子獲得新世代母體，由求解出演化後之排程序列，以縮短任務排程完成的時程。

【先前技術】

隨著電子資訊科技的快速發展，各種電子資訊產品如個人電腦、筆記型電腦、伺服器或工作站等裝置或系統，其功能不但愈來愈強大，相較於以往，其價格亦更加的平易近人。因此，無論是擁有成千上萬員工的大企業或是其他員工人數較少之中小業，均相繼將電子資訊裝置或系統

導入其企業之營運及管理流程中，其中可包括諸如透過電腦輔助設計研發、電子文件或檔案之傳送與簽核、企業資料之管理、生產線之輔助製造、自動化之產品測試以及企業資源之整合與管理等。透過上述之電子資訊裝置或系統之輔助，得以提供企業更有效率的執行設計、生產、製造及管理之作業流程。

然而，在有限資源的情況下，各種任務排程問題具有下列二個特性：第一、任務之間具有相依關係 (dependent relationship)，此相依關係通常可用一個有向非循環圖來描述 (directed acyclic graph, DAG)。

請參閱第一圖，係為任務排程之有向非循環圖。圖中，具有 6 個任務排程 (task)，任務間有執行順序上的限制，當任務排程  $t_2$  需要任務排程  $t_1$  與任務排程  $t_6$  都執行完畢，方能執行，當任務排程  $t_3$  需要任務排程  $t_1$  執行完畢，方能執行，當任務排程  $t_4$  需要任務排程  $t_1$  執行完畢，方能執行。

第二、任務的執行具有共用資源的特性，即該些任務所有的資源是有限數量的機器，每個任務都可用任一部機器加工。

而上述任務排程問題可發生在各種領域，如研發專案排程、生產系統排程、計算機系統排程。

習知之排程序列的演化一般是以基因演算法，利用交配運算子 (crossover operator) 和突變因子 (mutation operator) 來產生新染色體的排程序列。因為任務有順序限制的相依性，交配因子和突變因子可能產生兩個問題：

(1)易產生不合理的解；(2)產生品質不佳的解。

因此，為解決上述所提出的問題。本發明人基於多年從事研究與諸多實務經驗，經多方研究設計與專題探討，遂於本發明提出一種相依排程之派工方法以作為前述期望一實現方式與依據。

### 【發明內容】

有鑑於上述課題，本發明之目的為提供一種相依排程之派工方法，特別是關於由共識因子獲得新世代母體，由求解出演化後之排程序列，以縮短任務排程完成的時程。

緣是，為達上述目的，依本發明之相依排程之派工方法，提供部份或全部具有相依性的複數個任務排程及複數個處理設備處理任務排程，經由任務排程及處理設備的配對產生一處理時間矩陣及一傳輸時間，再由處理時間矩陣及傳輸時間產生任務排程之各別優先值，依據優先值排列任務排程之一排程序列，且由處理時間矩陣及傳輸時間產生多個該排程序列，以形成母體，接續，由共識因子將抽樣自母體之排程序列進行演化，以產生新世代母體，同樣藉由共識因子重複的對新產生的新世代母體抽樣進行演化，直到新產生的新世代母體達到演化門檻或演化代數，即停止演化，最後，由最終的新世代母體求解出演化後之排程序列，藉以縮短任務排程完成的時程。

承上所述，因依本發明之相依排程之派工方法中的共識因子使得具有相依性的任務排程經此產生品質優排程序



列，以縮短任務排程完成的時程。

茲為使 貴審查委員對本發明之技術特徵及所達成之功效有更進一步之瞭解與認識，下文謹提供較佳之實施例及相關圖式以為輔佐之用，並以詳細之說明文字配合說明如後。

### 【實施方式】

為讓本發明之上述目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文依本發明之相依排程之派工方法特舉較佳實施例，並配合所附相關圖式，作詳細說明如下，其中相同的元件將以相同的元件符號加以說明。

請參閱第二圖，係為本發明之相依排程之派工方法之流程圖。此方法之流程步驟如後：

步驟 S21：提供複數個任務排程，且部份或全部前述任務排程具有相依性；

步驟 S22：提供複數個處理設備，處理前述任務排程；

步驟 S23：經由任務排程及處理設備的配對產生一處理時間矩陣及一傳輸時間；

步驟 S24：經由處理時間矩陣及傳輸時間，產生任務排程之各別優先值；

步驟 S25：依據優先值排列前述任務排程之一排程序列，由處理時間矩陣及傳輸時間產生多個排程序列，以形

成一母體；

步驟 S26：經由母體產生至少一共識因子，將抽樣自母體之排程序列進行演化，以產生一新世代母體；

步驟 S27：經由新世代母體產生共識因子，對新產生的新世代母體抽樣進行演化，並重複演化，直到新產生的新世代母體達到一演化門檻或一演化代數，即停止演化；

步驟 S28：由所獲得最終的新世代母體求解出一演化後之排程序列；以及

步驟 S29：將所獲得的演化後之排程序列投入於任務排程的執行。

上述之處理設備一般可為電腦設備或生產設備等，而處理設備可具有不同的處理能力，傳輸時間為具相依性的任務排程的中間產物於處理設備間的傳遞所花費的時間，且共識因子至少包含有一經演化後該排程序列中固定不變的優先關係、一經演化後該排程序列中產生新的優先關係或一共識因子權重等。

請參閱第三圖，係為本發明之任務排程及處理設備配對之處理時間矩陣。此例，提供三個具有不同的處理能力的處理設備  $m_1$ 、 $m_2$  及  $m_3$ ，當第一圖中任兩個任務排程指派給同一個處理設備時，傳輸成本設定為 0，代表並不需要傳輸資料，且設定任兩個處理設備的頻寬使任兩個任務排程之間的傳輸成本相等於其資料傳輸量，指派給不同處理設備不會影響傳輸時間。因為是具有不同的處理能力的處

理設備，同一任務排程在不同處理設備的期望執行時間 (expected execution time) 會不同；再者任務排程不能再拆解，亦即設每一個任務排程只能指派給一部處理設備執行。其中，任務排程  $t_1$  於處理設備  $m_1$ 、 $m_2$  及  $m_3$  執行的處理時間分別為 2、3 及 1；任務排程  $t_2$  於處理設備  $m_1$ 、 $m_2$  及  $m_3$  執行的處理時間分別為 3、4 及 5；任務排程  $t_3$  於處理設備  $m_1$ 、 $m_2$  及  $m_3$  執行的處理時間分別為 3、2 及 2；任務排程  $t_4$  於處理設備  $m_1$ 、 $m_2$  及  $m_3$  執行的處理時間分別為 3、1 及 2；任務排程  $t_5$  於處理設備  $m_1$ 、 $m_2$  及  $m_3$  執行的處理時間分別為 3、3 及 3；任務排程  $t_6$  於處理設備  $m_1$ 、 $m_2$  及  $m_3$  執行的處理時間分別為 1、2 及 3。

由處理時間矩陣及傳輸時間，產生任務排程之各別優先值，首先，產生 b-level，為每一任務排程到最後一個任務排程的最長路徑長度，因此每個任務排程的關鍵路徑被相依性所限制，因此越前面的任務排程所需的路徑越長，其 b-level 通常較高。每個任務排程的 b-level 計算為在各處理設備的平均處理時間加上與最長 (longest) 的子任務排程 (child task) 的 b-level 和傳輸時間。再者，計算每個任務排程的 t-level，此可以判斷任務排程的最早開始時間。t-level 的計算為父任務排程 (parent task) 的 t-level 和父任務的傳輸時間加上父任務排程的平均處理時間。

經上述計算，請參閱第四圖係為本發明之相依排程之派工方法一優先值之列表。因此，依據此表產生一排程序列，首先，依據 b-level 排出  $t_1$ 、 $t_6$ 、 $t_2$ 、 $t_5$ 、 $t_3$  及  $t_4$ ，再

參照 t-level 調整優先順序，由 t-level 中得知順序中  $t_6$  優先於  $t_2$ ； $t_5$  優先於  $t_3$ ； $t_3$  又優先於  $t_4$ 。故，獲得排程序列為  $t_1$ 、 $t_6$ 、 $t_2$ 、 $t_5$ 、 $t_3$  及  $t_4$ 。

承上，遂由各任務排程對應處理設備的處理時間之區間，產生多個排程序列形成母體。由一經演化後該排程序列中固定不變的優先關係、一經演化後該排程序列中產生新的優先關係或一共識因子權重等作為共識因子，將抽樣自母體之排程序列進行演化，以產生新世代母體，同樣藉由共識因子重複的對新產生的新世代母體抽樣進行演化，直到新產生的新世代母體達到演化門檻或演化代數，即停止演化，最後，由最終的新世代母體求解出演化後之排程序列，藉以縮短任務排程完成的時程。

緣是，共識因子可為一經演化後該排程序列中固定不變的優先關係、一經演化後該排程序列中產生新的優先關係或一共識因子權重等，請參閱第五圖所顯示本發明之共識因子的產生方法之流程圖，其流程步驟如後：

步驟 S51：自欲演化之母體隨機抽取多個排程序列，建立共識集合，所抽取個數較佳為母體半數或使用者所設定之門檻個數；

步驟 S52：計算共識集合中所有排程序列各自的優先關係矩陣，意即產生與排程序列對應之複數個優先關係矩陣；

步驟 S521：提供一零矩陣及單一個排程序列，依據排程序列中任兩個任務排程的先後順序以決定所對應的矩陣

元為 0 或 1，以產生前述之優先關係矩陣；

步驟 S53：加總所有優先關係矩陣，形成一對偶優先矩陣；

步驟 S54：標準化上述之對偶優先矩陣，其中演化後為 0 或 1 之矩陣元於演化前即為 0 或 1 者，兩任務排程即具固定不變的優先關係，演化後為 0 或 1 之矩陣元於演化前不為 0 或 1 者，兩任務排程即為新產生的優先關係；以及

步驟 S55：依據可插入的任務排程間的對偶優先矩陣的比例，產生共識因子權重，用以調整排程序列。

其中，共識因子則包括為經演化後該排程序列中固定不變的優先關係、經演化後該排程序列中產生新的優先關係或共識因子權重。

綜上所述，本發明之相依排程之派工方法中的共識因子使得具有相依性的任務排程經此產生品質優排程序列，以縮短任務排程完成的時程。

以上所述僅為舉例性，而非為限制性者。任何未脫離本發明之精神與範疇，而對其進行之等效修改或變更，均應包含於後附之申請專利範圍中。

### 【圖式簡單說明】

第一圖係為任務排程之有向非循環圖；

第二圖係為本發明之相依排程之派工方法之流程圖；

第三圖係為本發明之任務排程及處理設備配對之處理時間矩陣；

第四圖係為本發明之相依排程之派工方法一優先值之列表；以及

第五圖係為本發明之共識因子的產生方法之流程圖。

**【主要元件符號說明】**

$t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ 、 $t_4$ 、 $t_5$ 及 $t_6$ ：任務排程；

S21～S29：流程步驟；

$m_1$ 、 $m_2$ 及 $m_3$ ：處理設備；以及

S51～S55及S521：流程步驟。

十、申請專利範圍：

1、一種相依排程之派工方法，至少包含：

提供複數個任務排程，且部份或全部該些任務排程具有相依性；

提供複數個處理設備，處理該些任務排程；

經由該些任務排程及該些處理設備的配對產生一處理時間矩陣及一傳輸時間；

經由該處理時間矩陣及該傳輸時間，產生該些任務排程之各別優先值；

依據該些優先值排列該些任務排程之一排程序列，由該處理時間矩陣及該傳輸時間產生多個該排程序列，以形成一母體；

經由該母體產生至少一共識因子，將抽樣自該母體之該些排程序列進行演化，以產生一新世代母體；

經由該新世代母體重新產生該些共識因子，對新產生的該新世代母體抽樣進行演化，並重複演化，直到新產生的該新世代母體達到一演化門檻或一演化代數，即停止演化；以及

由所獲得最終的該新世代母體求解出一演化後之排程序列；

其中，藉由該演化後之排程序列，以縮短該些任務排程完成的時程。

2、如申請專利範圍第 1 項所述之相依排程之派工方法，其中更包含提供一電腦設備或一生產設備作為該處理設備。

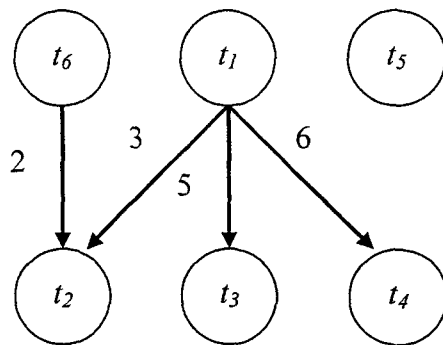
- 3、如申請專利範圍第 1 項所述之相依排程之派工方法，其中所提供的該處理設備具有不同的處理能力。
- 4、如申請專利範圍第 1 項所述之相依排程之派工方法，其中所產生的該傳輸時間係為具相依性的該些任務排程的中間產物於該些處理設備間的傳遞所花費的時間。
- 5、如申請專利範圍第 1 項所述之相依排程之派工方法，其中該些共識因子包括為一經演化後該排程序列中固定不變的優先關係、一經演化後該排程序列中產生新的優先關係或一共識因子權重。
- 6、如申請專利範圍第 1 項所述之相依排程之派工方法，其中該些共識因子之形成步驟包含：
  - 自該母體隨機抽取多個該些排程序列，建立一共識集合；
  - 計算該共識集合中該些排程序列，以產生對應該些排程序列之複數個優先關係矩陣；
  - 提供一零矩陣及該排程序列，依據該排程序列中任兩個該任務排程的先後順序以決定所對應的矩陣元為 0 或 1，以產生該優先關係矩陣；
  - 加總該些優先關係矩陣，形成一對偶優先矩陣；以及
  - 標準化該對偶優先矩陣，獲得一經演化後該排程序列中固定不變的優先關係或一經演化後該排程序列中產生新的優先關係；以及
  - 依據可插入的該些任務排程間之該對偶優先矩陣



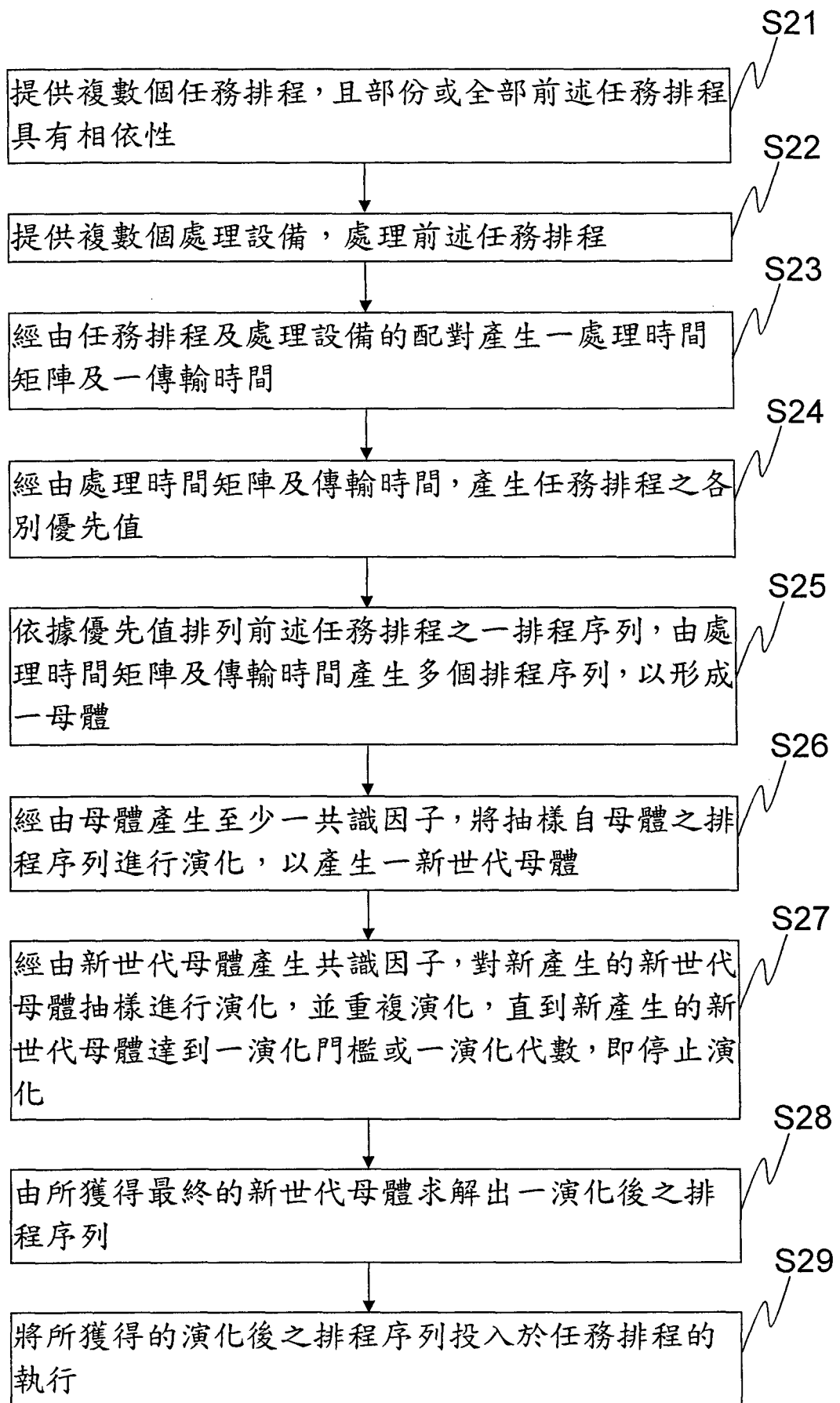
之比例，產生一共識因子權重；

其中，該些共識因子包括為該經演化後該排程序列中固定不變的優先關係、該經演化後該排程序列中產生新的優先關係或該共識因子權重。

十一、圖式：



第一圖



第二圖

處理設備

	$m_1$	$m_2$	$m_3$
$t_1$	2	3	1
$t_2$	3	4	5
$t_3$	3	2	2
$t_4$	3	1	2
$t_5$	3	3	3
$t_6$	1	2	3

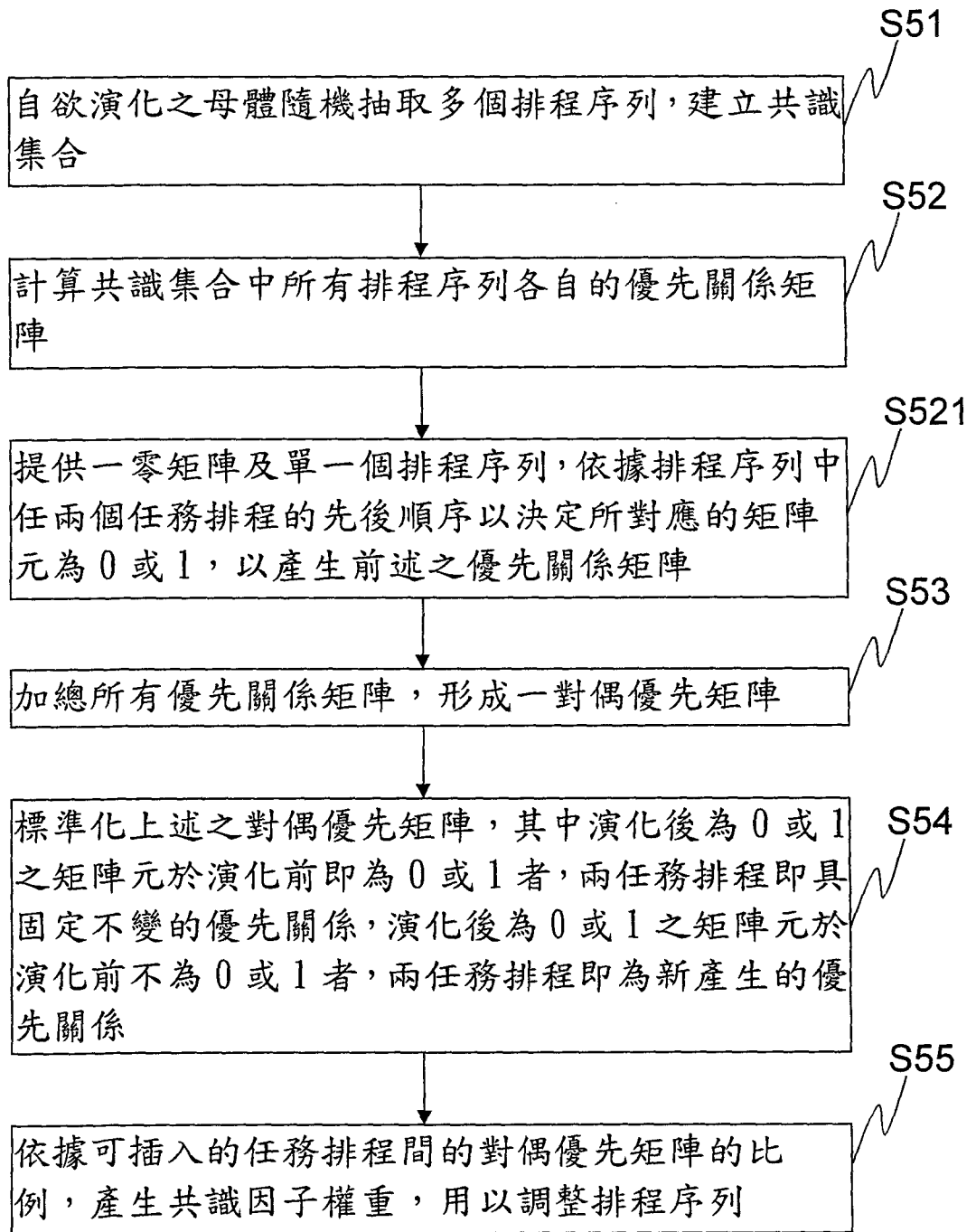
任務排程

處理時間矩陣

第三圖

任務排程	平均處理 時間	b-level	t-level
$t_1$	2	13	0
$t_2$	4	4	5
$t_3$	$7/3$	$7/3$	7
$t_4$	2	2	8
$t_5$	3	3	0
$t_6$	2	8	0

第四圖



第五圖