

TR-82-006

行政機關建立資訊系統計劃

第一年研究報告

主持人：郭德盛¹
協同主持人：洪永常¹
協同研究人員：何正信² 何鈺威³
 楊光中⁴ 程光遠⁴

贊助單位：行政院研究發展考核委員會
執行單位：中央研究院資訊科學研究所

- 1 中央研究院資訊科學研究所
- 2 國立台灣大學電機研究所研究生
- 3 國立交通大學計算機研究所研究生
- 4 中央研究院總辦事處

中研院資訊所圖書室



0020

中華民國七十一年二月

FOR REFERENCE

NOT TO BE TAKEN FROM THIS ROOM

書 考 參
借 外 不

「行政機關建立資訊系統之研究」第一年研究報告目次

1. 導論.....	1
1.1 研究主旨.....	2
1.2 問題之背景與現況.....	4
1.3 研究過程與方法.....	5
2. 辦公室作業特性.....	5
2.1 辦公室結構.....	6
2.2 辦公室作業型態.....	7
3. 作業流程模式.....	7
3.1 模式定義.....	7
3.2 模式組件.....	9
4. 模塑技巧.....	11
4.1 PNB 模式之應用.....	11
4.2 特殊流程之模塑技巧.....	12
4.2.1 潛在性異常流程模塑法.....	12
4.2.2 與人有交談行爲之作業流程模塑法.....	12
4.2.3 郵件分遞流程模塑法.....	12
4.2.4 資料庫狀態改變驅動之流程模塑法.....	13
4.2.5 表格協調流程模塑法.....	13

5. 模式分析.....	14
5.1 分析之目的.....	14
5.2 運用標記機於控制與資料分析.....	16
5.3 資料流程分析.....	17
5.4 其他分析.....	19
6. 結論及建議.....	20
7. 附 錄.....	21
8. 圖 例.....	23
9. 參考文獻.....	33

1 導言

1.1 緒言

的目標

，如

冗員

話，

計算機

產力

的經濟

為 90

應該

重

到

機系統

郵傳遞

編輯、

辦公室

可分別

的系統

介面，

1 導論

1.1 研究主旨

緣起

大幅提高辦公室的生產力及其運轉品質，一直是機關及企業機構追求的目標。傳統上，增加工作效率的方法，主要為：(1)提高職員的工作情緒，如休假、獎金制度的設置等；(2)設計規格化表格，簡化作業流程及淘汰冗員；(3)添置事務機器，如打字機、影印機等；及(4)設置傳輸設備，如電話，電報等。此等方法，對提高辦公室的工作效率，確實有所貢獻。惟自計算機問世至應用於工廠後，工廠生產力急劇增加，相形之下，辦公室生產力落後愈甚，致有成爲整個生產體系瓶頸之趨勢。根據美國 1977年 1月的經濟報告顯示，美國辦公室生產力年增加率爲 3.3%，而工業生產力則爲 90%。這個例子說明如何適當運用計算機，以提高辦公室的生產力，是應該重視的一個問題。

動機

近幾年來，科技日益革新，計算機硬體及記憶體價格急劇下降，計算機系統已被廣泛地應用於文字處理，影像處理，資料庫管理，及電文與電郵傳遞等方面。此類系統對提高辦公室各別工作，包括文書報表的製作、編輯、整理與歸檔，資訊的轉換處理、擷取、儲存、查核與分析，以及在辦公室內、辦公室間資訊的傳遞效率方面，貢獻着實很大。惟此等作業雖可分別由計算機系統的設備自動完成，然而辦公室人員却也須在多個不同的系統介面間週轉，甚爲費時、費力。因此設法簡化辦公室職員與系統之介面，以及控制作業流程的複雜性，以提高辦公室資訊系統的整體效率，

亦即設計規劃出一套資訊系統，能有效地整合辦公室的作業是極為重要的。這樣一來，辦公室職員僅須經由單一之人機介面，即可與系統交互通訊而完成其作業，不致因變換工作環境（即人機介面）而浪費時間。同時，在一作業內，各動作之起動及其流程之控制，可由系統負責完成，不致因人為的干預而發生錯誤。亦即計算機系統在自動化的辦公室，應扮演積極的角色，辦公室人員則專心於較具創造性及挑戰性的工作。

目的

設計整合性辦公室自動化系統，首要建立一良好之模式及一套實際可行之分析方法，以提供辦公室系統設計師，描述各項作業流程，並驗證其正確性。所謂良好之模式，除需能忠實地反映辦公室的作業流程外，尚需簡單易懂，如此，在設計時，才不致因不忠實而使結果與現實大相逕庭；因不協和而使設計錯誤百出；因不簡易而事倍功半。再者，須有能力呈現辦公室內不合理或不適當的作業流程，並藉以修改辦公室內的某些現象，以達成高生產力及高運轉品質的目標。良好作業流程模式的探討，即是本研究計劃的目的。

1.2 問題之背景與現況

自動化的三個層面

辦公室自動化主要是指適當運用計算機，提高辦公室的工作效率及其品質。其範疇大致可區分為下列三個層面：

(1)事務設備自動化：添置自動化的事務設備，諸如電動打字機，影印機、文字處理機、桌上型計算機，電文交換及電郵系統等，以協助辦公室職員處理資訊或傳遞資訊，目的在增加辦公室資訊的處理數量及其傳送速度。

(
流
備
工
流
相
(
作
掌
賴
個
ST
層
拿
IB
究
。國
實
個
[10]

(2)作業流程自動化：設計整合性之資訊系統，將辦公室內，“既定”流程之作業予以自動化。此一層面努力的目標是要將各自動化硬、軟體設備加以整合，讓辦公室的職員僅需透過單一之人機介面，便能完成他們的工作，避免因變換事務設備而浪費時間；同時，讓計算機系統控制作業的流程，除可減少人員之干預外，並可提升工作的效率。實是辦公室自動化相當重要的一環。

(3)管理作業自動化：發展硬、軟體設備，以協助管理或決策者，取得作決策所需之資訊；並提供方法，讓他們可適時適地更動辦公室的結構及掌握各項資源，以達高生產力及高運轉品質的目標。此一層面的自動化有賴知識型系統的協助，是辦公室自動化最難的一個層面。

目前自動化的重點，大多擺在第一及第二層面。工業界較偏重在第一個層面的產品的開發，生產事務機器的公司主要有 AT&T, BURROUGHS, EASTMAN KODAK, EXXON, IBM, 3M 及 APPLE 等。至於學術界則較偏重在第二個層面的研究，主要的機構有 MIT, Pennsylvania 大學之 Wharton 研究院，加拿大之 Toronto 大學，Harvard 商學研究院，Xerox Palo Alto 研究中心，IBM Thomas J. Watson 研究中心等 [5]。歐州方面，也已正視到這方面的研究發展，1979年 IFIP 辦公室自動化系統會議即在法國召開，並出有論文集。國內政府機構，學術界及工商業近來也已注意到此一問題的重要性，這實在是個可喜的現象。

作業流程模式的現況

以下說明並比較偏重於第二層面的辦公室自動化，亦即偏重於設計一個整合性的自動化系統方面，現有的作業流程模式。

現有的辦公室作業流程模式中，以 Zisman 的 Augmented Petri 網路最早 [10]，其貢獻為提出 Petri 網路加入 Production Rules 來模塑一作業流程

。但因其著重在“一職員有一 Petri 網路”的想法，因此，作業之整體流程，反而無法由 Petri 網路上得知，必須以 Production rules 內之動作部分作為整體流程之貫連，在流程分析上較不易。其 Production rules 內之條件部分亦有值得商榷之處，例如將資料之可用與否列成條件即其一，其資料流程隱藏在 Production rules 內，難以解決流程之歧異現象；並且未提及辦公室間之聯繫方法等均是缺點。張系國先生提出的 Alerter-Based 的模式 [4]，主要是利用一資料庫作為各動作的聯繫場所，其想法克服了 Zisman 資料流程隱藏在 Production rules 內之缺點，但因其模式的設計層次較近實作，因此，模塑後之流程較為複雜。Ellis 提出的 ICN (Information Control Net) [6] 事實上是把流程圖的描述能力加以延伸，並加入了資料流程的觀念，對辦公室的作業輾進提供了表現的方法，並且可藉作業流程之重整方法，設計高效率的作業流程，惟該模式亦只針對同一辦公室內與前提無關之動作所組成之作業流程的模塑，而於辦公室間作業流程之聯繫與各項動作前提等之描述則付之闕如。Tschritizis 的 Form flow 模式著重在辦公室結構之描述與分析，其在工作量重配與流程重整上的分析有很多優點 [9]，惟該模式較有利於經模塑後之表格流程的分析，如欲以之模塑一辦公室之各項作業流程，則似不易。我們的模式在草擬之時，曾即設法揉合各模式之長，亦即在作業的整體流程、辦公室間之聯繫、資料之流程、模式之層次與模塑之難易等問題上作了適當的考慮，以之模塑一辦公室當更簡易，明瞭與準確有效。

1.3 研究過程與方法

建立辦公室作業流程模式，首先對現行辦公室作業的特性，須有充分的了解。本計劃在此一步驟的研究上，主要是藉助於幾位參與研究人員的

行政
，而
又可
Petri
要以
每一
反映
來解

尚需
式在
套較
時限

步關
時久
之效
的巨
步遠

2 辦

2.1

“]

行政經驗。根據研究的結果，發現辦公室的許多作業皆有“既定”的流程，而且每一流程可由一組動作，依某種特定關係組合而成。其中每一動作又可因某些條件之成立而啟動亦即開始執行。根據這樣的特性，我們發現 Petri 網路 [8] 在這方面提供了大部的模塑能力。本計劃模式之研究因而主要以 Petri 網路為主，再加以適當的增修，藉以描述辦公室的作業流程。因每一辦公室作業流程在執行時，常需使用資訊，為能更忠實地將作業流程反映出來，我們覺得有必要將資料流程加入模式，從而透過資料流程分析來解決控制流程分析無法解決的歧異問題 [1,5]。

如前面所述，一個良好的作業模式，除了須具強有力之模塑能力外，尚需建立一套分析方法，以分析所描述流程之正確性與一致性。我們的模式在設計之初，考慮用 Petri 網路的另一個理由，是因 Petri 網路已有一套較為完善的分析理論及方法，可資利用。在模式的設計上，不但可縮短時限，爭取時效，更可避免浪費時間作重覆之研究。

模式與分析方法的建立是設計辦公室自動化系統的第一步，也是關鍵步驟。有了模式及分析方法後，我們就可以規劃整個辦公室資訊系統，同時分析所規劃系統的正確性，然後藉助系統模擬的技巧以研究自動化系統之效能及其經濟效益，進而修改所設計之系統，使其達高生產力及高品質的目標。若一切就緒，即可進入實作階段，開始發展系統硬體及軟體，逐步邁向自動化。

2 辦公室作業特性

2.1 辦公室結構

圖 2.1 說明一典型辦公室的結構 [11,12]。圖示一“人員組織”利用其“工作環境”提供的各項設備，以達成該辦公室所負之特定“任務”。細審

繪圖
特性
一特
3作
作業
表格
合而
間的
動作
等前
作時
PNE
流看
則表
，而
3.1
圖3

人員組織，發覺其本質上可分成負責“任務之管理”的管理人員，例如處長、科長等，再則為負責“任務之執行”的人員，諸如職員等。而工作環境所提供的設備亦可略分為三：一為供人員互為聯繫之機具，如電話、擴音器等。另為供人員完成作業之工作機具如紙、筆、計算機等，再則為儲存資料檔案的場所，如資料庫等。

2.2 辦公室作業型態

辦公室的運作，實際上包含多個“自治體”同時並行運作[5]。圖 2.2 說明，辦公室的運作實況[2]，如想像每一人員為一自治體，則辦公室的運作可想成多個人員，亦即多個自治體，同時並行運作的集合。時軸上任何一點均表示在該時刻，辦公室之運作情況。固定任一時點，如 t_0 ，可發現每一自治體可同時進行 m 個單位的工作。因此整個辦公室的運作情形，可視為圖 2.2 中斜線“小方塊”的組合。如果以 $(t_{n-1}/t_n, \ell, m)$ 表 t_{n-1} 至 t_n 間，第 ℓ 個自治體所執行之第 m 個單位的工作，則圖 2.2 斜線方塊可表為 $(t_0/t_1, \ell, m)$ 。

茲考慮一典型之作業在辦公室內之運作情形，很顯然地，此項作業之完成亦是某些個“小方塊”之集合。圖 2.3 為一典型的例子。由圖 2.3 中可知該作業在 t_0 至 t_2 時段內交由第 1 個自治體的第 1 個“單位”執行，而後分交由第 2，3 及 4 個自治體合力執行某一時段。依序推進，走完圖 2.3 全程，即可在圖 2.2 找出其相對應的小方塊的集合，由這些小方塊在圖 2.2 內之構成樣子，即可看出該作業在辦公室內之運作情形。圖 2.3 中即顯示 t_2 至 t_3 時段，第 2，3 及 4 個自治體同時有一單位在進行，而在 t_4 至 t_5 時段，第 3 自治體本身同時有兩單位（ $m-1$ 及 $m-2$ ）在進行。圖 2.4 為將自治體間與自治體內之並進情形統稱為“並進數量”時，重

繪圖 2.3 之作業流程的情形。由圖 2.4 可明顯地看出作業流程的自治並進特性。

圖 2.4 也提供我們模塑辦公室作業的一個方向，我們的模式即根據此一特性產生的。

3 作業流程模式

Petri-Net Based (簡稱 PNB) 模式將辦公室看成一組，彼此互為相關之作業流程的組合。此等作業流程之執行，一般均與資料之運算有關，例如表格，備忘錄等資料之取存與處理。而每一作業流程則視為依既定程序組合而成的一組動作。本模式即借用 Petri Net [8] 來表達一作業流程內諸動作間的關係。亦即將一動作與 Petri Net 之一轉化 (transition) 互為對應。但一動作的起動，可能尚需 Petri Net 所定之次序以外的某些“前提條件”。此等前提條件稱之為起動前提 (fire predicates)。另外，在估算前提或執行動作時，可能另需從資料庫內取存資料，諸如，檔案、表格等。因此簡單的 PNB 圖可以圖 3.1 表之。圖 3.1 用一個 PNB 圖描述構成辦公室內一個作業流程的諸動作：箭頭實線表示轉化 (即動作) 間的次序關係，而箭頭虛線則表示從資料庫取存資料的情形。事實上，箭頭虛線表明了簡單的資料圖，而以轉化代表其資料運算子。

3.1 模式定義

本小節概述 PNB 模式之定義，其正式定義請見附錄。

PNB 模型包含六個要件，分別以 T ， P ， D ， ϕ ， Δ ，及 Σ 表之。以圖 3.1 為例，分別說明如下：

T 表示所有轉化之集合，亦即 $T = \{ t_1, t_2, t_3, t_4 \}$

P 表示所有處所 (places) 之集合，亦即 $P = \{ p_0, p_1, p_2, p_3, p_4 \}$

D 表示儲放資料之集合，亦即 $D = \{ \text{作者之論文，審稿者檔案，論文檔，} w_1, f_1 \}$

ϕ 表示次序函數，分成 I 及 O，I 表任一轉化之輸入處所函數，O 則表任一轉化之輸出處所函數，亦即

$$I(t_1) = \{ p_0 \}, I(t_2) = \{ p_1 \}, I(t_3) = \{ p_2 \}, I(t_4) = \{ p_3 \}$$

$$O(t_1) = \{ p_1 \}, O(t_2) = \{ p_2 \}, O(t_3) = \{ p_3 \}, O(t_4) = \{ p_4 \}$$

Δ 表示資料運算關係，分成 i 及 o：i 表任一轉化之輸入資料函數，o 則表任一轉化之輸出資料函數，亦即

$$i(t_1) = \{ \text{作者之論文} \}, i(t_2) = \{ \text{審稿者檔案，論文檔} \}, i(t_3)$$

$$= \{ w_1, \text{論文檔} \}, i(t_4) = \{ f_1, \text{作者之論文} \}, o(t_1) = \{ \text{論文檔} \},$$

$$o(t_2) = \{ w_1 \}, o(t_3) = \{ f_1 \}, o(t_4) = \{ \epsilon \}, \text{其中 } \epsilon \text{ 表示}$$

“洩槽(sink)”。

Σ 表示轉化之前提與動作內容，如以 c_t 表一轉化 t 之前提，以 a_t 表該 t 之動作時， Σ 即表所有之 (c_t, a_t) 的集合 [10]，亦即

$$\Sigma = \{ (\text{是論文類，記入}), (\text{真，選擇審稿者}), (\text{真，書函}), (\text{真，}$$

寄論文副本與函予審稿者) \}。注意，此時之 c_t 均為布林陳式

，亦即估算結果非真即假。

另，圖 3.1 中用方塊表示資料庫之檔，而用菱形表工作區。

PNB 模型之執行大致沿用 Petri Net 的概念，其正式定義亦請見附錄。以下只作略述。

PNB 模式利用轉化之起動進行作業之流程。轉化之所有輸入處所均含有標記 (tokens) 時，該轉化呈可起動狀態。呈可起動狀態之轉化，若其前提為真時，該轉化真正起動。轉化之起動表示動作開始執行，轉化一起動

時，
畢時
束為
們定
(p_0)
因此
合(
之集
 $M \times$
PNB
 $f_t +$
狀態
作，
3.2
組件
象，
時，
自治
此現

時，便從其每一輸入處所移去一個標記。轉化起動結束，亦即動作執行完畢時，即在其每一輸出處所置入一個標記。

PNB 圖之執行始自其起始處所出現標記（詳見第 5 節）。PNB 圖之結束為當整個 PNB 圖上，僅有終結處所出現一個標記時，流程正常終止。我們定義狀態 m 為在 PNB 圖上，標記在處所的分佈情形。以圖 3.1 為例 $m = (p_0, p_1, p_2, p_3, p_4) = (1, 0, 0, 0, 0) = m_0$ ，其中 m_0 表起始狀態。因此 PNB 之執行，可視為狀態 m 之變化。設 M 為一 PNB 之可導及狀態之集合（見第五節），且 F 及 B 分別為“入射”狀態之集合以及“出射”狀態之集合（詳見附錄），則 PNB 圖之執行可表成一“可起動函數” τ ， $\tau : M \times T \rightarrow M$ 。例如一轉化 t 在 m 狀態時，呈可起動狀態，且若其起動將使 PNB 圖之狀態改成 m' 時，我們可表之為 $m' = \tau(m, t)$ ，其中 $m' = m - f_t + b_t$ 而 $m, m' \in M, f_t \in F$ 且 $b_t \in B$ 。一轉化 t 在 m 之狀態下呈可起動狀態的條件是 $m \geq f_t$ ，如果此時 c_t 亦為真時，轉化 t 即起動以執行 a_t 的動作，其中 $(c_t, a_t) \in \Sigma$ 。

3.2 模式組件

PNB 模式旨在模塑辦公室一作業流程諸動作間的關係。因此必有某些組件，特別適用於此等關係之描繪。以下分述這些組件。

(1) 時序：辦公室內，常有動作 A_2 須待動作 A_1 作完，才能執行的現象，此現象稱為時序。PNB 圖表此現象之組件如圖 3.2a。此時 p_1 在 A_1 作完時，才出現標記，亦即 A_2 此時才呈可起動狀態。

(2) 並行：辦公室之一作業流程，常有動作 A_1 與動作 A_2 等可同時在同一自治體或不同自治體上齊頭並進的現象（參考圖 2.2 ~ 2.4）。PNB 圖描繪此現象之組件如圖 3.2 b。此時 A_0 作完後， p_1 與 p_2 同時擁有標記，使 A_1

與 A_2 同時在可起動狀態。亦即 A_1 與 A_2 可同時進行。

(3) 互斥：辦公室之一作業流程常有在某一狀態下，須選擇 A_1, A_2 或 A_3 中，一個動作執行的現象，例如作決策便是一例。PNB 圖描述此現象之組件如圖 3.2 c。此時 p_0 在 A_0 作完後，擁有標記，使 A_1, A_2 及 A_3 均在可起動狀態。但是任一動作之起動，即移去 p_0 之標記，而使另二個轉化轉呈“不可起動狀態”，因此此組件可表示從 A_1, A_2, A_3 間只擇其一的現象，亦即 A_1, A_2 與 A_3 呈互斥的現象。

(4) 協調：若有 A_3 之起動，須俟 A_1 與 A_2 均作完才可執行的現象，亦即 A_3 須協調 A_1 與 A_2 之動作時，PNB 圖以圖 3.2 d 之組件說明此現象。此時， A_3 須俟 p_1 與 p_2 均擁有標記時，方呈可起動狀態。而 p_1 與 p_2 之擁有標記即表示 A_1 與 A_2 均已作完。

(5) 前提：動作之起動，除了須前一動作的完成所產生的激發外，有時尚須等某一特殊條件的成立方可。例如設定 A_1 作完後 2 小時 A_2 才可進行，此 2 小時的特殊條件即為 A_2 之起動前提。PNB 以 (c_i, a_i) 表此特性如圖 3.2 e。此時 A_1 作完， A_2 呈可起動狀態，但唯當 c_{A_2} 為真時， A_2 才真正執行 a_{A_2} 之動作。

(6) 資料運算元：動作之執行可能須用及資料，也可能產生新資料，這些資料均稱為該動作之資料運算元。而動作則稱為資料運算子 [1]，PNB 圖之表示法如圖 3.2 f。此時 d_1 及 w_1 均為 A 之運算元。 A 取用 d_1 之資料經過處理後，產生新資料置於 w_1 內。

(7) 階層結構：辦公室之管理人員，對辦公室之瞭解，可能不欲深入至作業流程內任一小動作，因此對同一作業，PNB 要能提供不同層次的描述，俾利不同階層的人員使用。本 PNB 模式擷用了 Petri Net 的轉化階層結構以達此目的。示例如圖 3.2 g。此時 A_1 代表方塊 K 所示之動作組合。

4 模塑技巧

本節描述，如何利用第 3 節所述之 PNB 模式，模塑辦公室之作業流程。其目的，旨在提供辦公室設計人員某些模塑技巧，以利設計之執行。

4.1 PNB 模式之應用

應用之前先設定數項假設：

(a) 辦公室內每一作業可以一 PNB 圖表之，但相同性質之作業構成一“作業型”，亦可以一相同之 PNB 圖表之。因此，本質上，我們將 PNB 圖看成一可重覆使用之碼，當出現此作業型之一作業時，即複印原 PNB 圖一份，以供使用。

(b) 每一 PNB 圖有一特殊轉化 t_s 。並設定 t_s 所代表之事件的發生，即產生一標記於該 PNB 圖之起始處所上。亦即 t_s 之起動即表 PNB 圖之起動（詳見第 5 節）。

(c) 辦公室內一 PNB 圖，或一作業流程之起動，亦即 t_s 可包含下列幾種：作業指派，預設時限，預設資料限值，或表格接收等。

4.1.1 含互斥，並行與協調現象之作業流程的模塑法：圖 4.1 即此等例子。其中 t_2 與 t_3 互斥， t_4 與 t_5 作決策（為互斥之一種）， t_6 和 t_7 為兩並行動作，而 t_8 為一協調動作。若 F^* 在兩週內收到，則 t_3 起動，令 t_2 不可起動，否則 t_2 即起動告警，通常係提醒辦公室人員異常情形已發生，因此 t_2 與 t_3 互斥。 t_5 與 t_4 之決策，係根據 F^* 之 a 欄資料，如 a 欄係“准”則 t_5 起動，否則 t_4 起動。另 t_6 與 t_7 之並行由 t_8 作協調工作。

4.1.2 Macro 動作之模塑法：在圖 4.1 中， t_1 ， t_6 及 t_7 均為 Macro 動作，他們均可再解成細部動作的組合。圖 4.2 a 重繪其 t_1 動作，而圖 4.2 b

顯示其細部動作。圖 4.2 b 說明送 F 函前，可能須先書此函復經上級核准後，再行送出。適當利用 Macro 動作以取代過份詳細的動作分解，頗有利於一般流程之正確模塑，並且對整個流程亦較易瞭解。

4.2 特殊流程之模塑技巧

本小節說明利用 PNB 模式模塑數種特殊之作業流程的方法。以下將分五種說明之：潛在性異常流程，與人有交談行為之作業流程，郵件分遞流程，資料庫狀態改變驅動之流程，以及表格協調流程。經由此等流程之模塑，我們發覺，適當地說明轉化內容，幾乎任何現存的辦公室作業流程均可利用 PNB 加以模塑。

4.2.1 潛在性異常流程模塑法：圖 4.3 a 說明 t_2 與 t_3 依 a 之值作決策，當 $a = 2$ 時， t_2 起動，當 $a = 3$ 時， t_3 起動。但若 a 非上兩值時，流程便卡死無法前進。解決之法如圖 4.3 b，其中 t_4 應付“以上皆非”的情形。

4.2.2 與人有交談行為之作業流程模塑法：圖 4.4 說明一與人有交談行為之流程。其交談行為假設透過終端機 tty。首先， t_1 顯示表格 F 於 tty 之螢幕上要求人輸入身分證號碼 (ID)，然後 t_2 檢視是否已填入，如已填入，即進行表格 F 之處理。亦即 t_1 與 t_2 模塑了人機之交談。

4.2.3 郵件分遞流程模塑法：圖 4.5 描述分發信函予資歷在 3 年以上的所有職員的作業流程。 t_1 以資歷 (WY) ≥ 3 年為條件在職員檔 (E) 內尋出所有合格之職員，並記入 w 之工作區內。然後 t_2 按 w 內之各錄，填寫並寄發信函 F 予該職員。本例中，F 信函內可能只有不同的職員名稱及地址係用及 E 內之資料。另圖 4.5 流程之起動，係因 TTRF1 訊息存在的緣故，而 TTRF1 訊息則係由預設時限（為每年七月一日）到達之事件所產生。

4.2.4 資料庫狀態改變驅動之流程模塑法：通常辦公室內有部份作業流程與辦公室之運作環境息息相關。當運作環境變換至某一狀態時，可能辦公室須進行某一作業流程以應付此種改變。一般而言，資料庫應能反映辦公室之運作環境，因此資料庫勢須負責在適當的情況下起動某些作業流程。事實上，此種想法即為辦公室系統帶進了“板機”(trigger) 的觀念 [4]。茲不細究板機觀念如何實作於辦公室系統，在不失掉一般性的原則下，我們設定當資料庫被更新到某一狀態而致引起某一板機扣動時，(表某一事件之發生)，該板機即送一訊息予辦公室管理系統，辦公室管理系統即依據此訊息之型態以起動不同之作業流程。圖 4.6 說明此項概念。該流程之起動係因 DTRF1 訊息存在之緣故，而 DTRF1 乃由一板機產生。該板機之預設資料限值為“所有 CL1 之物理均已填上分數”。亦即在此條件下扣動該板機。

4.2.5 表格協調流程模塑法：有時，一個動作須俟多個有相互關係的表格到齊後，方可起動。圖 4.7 為此型流程之例。該圖顯示當有三個表格 F，且各 F 上之標題欄與作者欄均相同時， t_4 才起動，作評估的動作。

5 模式分析

模式主要用在模塑辦公室作業流程執行過程中的兩件事，一為事件的發生，另為條件的成立與否。條件之成立為構成事件發生的基本要件。在 PNB 圖上以處所代表條件，以轉化代表事件。條件之成立以處所擁有一個標記表之。因此，處所上不應有兩個或兩個以上之標記。藉用 Petri Net 的術語，任一處所在同一時刻，至多僅能擁有一個標記的 Petri Net 稱為“安全網路 (safe net)” 因此，我們承認用 PNB 圖模塑出來的作業流程如為正常，亦應是個“安全網路”。

本節將利用類似可及樹 (reachability tree) 的觀念，分析一個經 PNB 模塑後的作業流程之正確性（本文稱之為正常性）。分析過程，可能無法避免用及數學之表示法，其定義名辭部分可參考附錄。

5.1 分析之目的

本分析之目的在求任一經 PNB 模塑後的作業流程的正確性與否。本文稱一正確的作業流程為一“正常”流程，在幾個基本定義之後，我們將對正常流程下個定義。

定義 5.1：— PNB 圖均有一特殊轉化 t_s ，其輸出處所即為該 PNB 之起始處所，亦即： $O(t_s) = \{p_0\}$ ， t_s 代表該 PNB 圖之起動事件。

為分析方便，我們設定 $m_0 = \tau(m_r, t_s)$ ，其 m_0 表起始狀態，而 m_r 為終結狀態。

定義 5.2：— PNB 圖（稱 Ω ）之一狀態若為 m ，則由此狀態所可導及之狀態的集合 M 定義為滿足下二條件的所有狀態的最小集

合 [8] :

(i) $m \in M$,

(ii) 如 $m' \in M$, 有一 $t \in (T + t_s)$, 使得 $m'' = \tau (m', t)$, 則 $m'' \in M$ 。

亦即可導及關係具反身性 (例如 m'' 可 = m') 及推衍性。

定義 5.3 : 一 PNB 圖 Ω 之可導及狀態之集合為 M_0 (由起始狀態 m_0 所導及) , 若所有的 $m \in M_0$ 均滿足下列條件, 則該 Ω 為一安全圖 :

對所有的 $p_i \in P$, $m [p_i] = 0$ 或 $= 1$ 。其中 $m [p_i]$ 表示 m 狀態的第 i 個處所的標記數目。

因此若有一 $m = (0, 1, 2, \dots, 0) \in M_0$, 則該 PNB 圖不安全, 因為 $m [3] = 2$ 的關係。

定義 5.4 : 一 PNB 圖 Ω 如符合下列條件, 則為一活性流程 :

(i) 對所有的 $m \in M_0$, 及所有的 $t \in (T + t_s)$ 而言, 至少均有一 $m' \in M$ 使得 $m' \geq f_t$; [3]

(ii) 對所有的 $p_i \in (P - p_{iq})$ 而言, $m_r [p_i] = 0$ 且 $m_r [p_{iq}] = 1$ 。其中 p_{iq} 表終結狀態 m_r 之終結處所 ;

(iii) 若 T_i 表在狀態 m_i 下呈可起動狀態之轉化的集合, 則對所有的 $m_i \in M_0$ 而言, T_i 內至少有一轉化之前提在有限時間內為真。若 T_i 內有互斥之轉化存在時, 則互斥諸轉化中, 僅有一個轉化之前提符合此條件。

定義 5.5 : 一 PNB 圖 Ω 如滿足下列條件, 則為一正常流程 :

(i) Ω 為一安全圖,

(ii) Ω 為活性,

(iii) 無潛在性無窮迴圈的存在，

(iv) 控制與資料流程無不一致的現象。

定義 5.5 之 (iii) 及 (iv) 尚須說明如下：圖 5.1 解釋 (iii) 的情形。

圖 5.1 中 t_1 與 t_2 均呈可起動狀態，如 F^* 在 20,000 個小時才存在時，則 t_2 將起動且執行 A_2 達 10,000 次。就一般的觀點而言，此種流程不算正常。此種流程即所謂的潛在性無窮迴圈。

圖 5.2 說明 (iv) 的情形。此時 t_2 與 t_3 並進作業，亦即 t_2 與 t_3 應能獨立作業而不須考慮其執行次序。但是資料圖却顯示， t_3 寫入資料於 w ，而 t_2 運用到 w 內之資料，顯然控制與資料流程互相矛盾。此情形亦是一非正常流程。

下小節將依定義 5.5 之條件，來檢出非正常性之作業流程。

5.2 運用標記機（或可及圖）於控制與資料分析

一 PNB 圖 Ω 之標記機或可及圖 TM 定義為可導及狀態之集合 M_0 內諸狀態間的關係，亦即 TM 為一圖，圖之節點為 M_0 內之狀態，而節點間之連枝表兩節點間之可起動關係。如 $m, m' \in M_0$ 且 $m' = \tau(m, t)$ 則連接 m 與 m' 兩節點之連枝上即標以 t 的符號。圖 5.4 為圖 5.3 之標記機。

圖 5.4 中之虛線標以 t_0 者，即表示定義 5.1 之特殊轉化。該圖中 $(100000) \xrightarrow{t_0} (100000)$ 為潛在性無窮迴圈之一必要條件。

我們將以建造一標記機的方法來檢視一流程之異常性。如在建造標記機的過程中，不違反定義 5.3，則該流程必是一安全流程，而且依此構造而成的標記機亦將忠實地反映該流程的可導及狀態的集合。此集合即作為進一步之檢視用。

圖 5.5 為建造標記機的演算法 [8]，我們以類似“C 語言”的寫法寫出。

其中 $NEW \xrightarrow{t_i} m_k$ 表示在 NEW 與 m_k 間加一連枝，其上並標以 t_i 之符號。

底下我們列出利用標記機檢視異常流程之步驟：

(1) 在建立一標記機 (TM) 之過程中，如有 "unsafe" 之報告而中止時，該流程異常。

(2) 如 TM 內任一節點之 Type 欄為 \$，但却非為 m_r 時，該流程異常。

(3) 如 PNB 圖內有一轉化 t ，但在 TM 之連枝內，均無此標號之連枝時，該流程異常。

(4) 對任一 $m_i \in TM$ 而言，若 T_i 內，所有的轉化之前提均為假，或 T_i 內存有互斥之轉化，但互斥轉化之前提並非僅有一個為真時，該流程異常。

(5) 若有一連串連枝 $t_i, t_{i+1}, \dots, t_{i+n}$ 及一串節點 $m_i, m_{i+1}, \dots, m_{i+n}$ 滿足 $m_i \xrightarrow{t_i} m_{i+1} \xrightarrow{t_{i+1}} \dots \xrightarrow{t_{i+n-1}} m_{i+n} \xrightarrow{t_{i+n}} m_i$ 之關係時，且如 T_i 內除了 t_i 外之轉化的前提，有可能在有限時間內不為真時，則須檢視所有 t_i 至 t_{i+n} 之動作部分，看是否有要求辦公室人員介入的動作，抑或有自行終止流程並向辦公室人員告警的能力。如果都沒有，則此迴圈可能為一潛在性無窮迴圈，亦即該流程異常。

本分析未完，於下小節解釋資料流程後，繼續作資料流程之分析。

5.3 資料流程分析

— PNB 圖之資料流程，包含其所有“資料組”的集合。一資料組則包含所有相關之資料運算元與資料運算子。圖 5.6 a 之 PNB 圖之兩資料組分

別為圖 5.6 b 及 5.6 c。圖 5.6 b 中 t_4 取出 d_1 存至工作區 w ，而圖 5.6 c 中 t_2 與 t_3 均從 D_2 取得 d_2 資料。

基本上，若非進行動態分析，我們很難看出因數個作業流程所引起的資料庫內資料的不潔現象。因此，基於靜態分析，我們限制本資料分析於同一 PNB 圖內，亦即在同一圖內之各個工作區的資料整潔性。

以下我們繼續上小節偵查異常流程之步驟 [12]：

(1) 如 $t_i, t_j \in T$ 兩轉化並行，則存在圖 5.7 之資料組時，將引起控制與資料流程不一致的現象，例如圖 5.7 d， t_j 使用來自 t_i 之資料，但 t_i 與 t_j 却可並行，產生矛盾。

(2) 如 $t_i, t_j \in T$ 兩轉化互斥，則存在圖 5.8 之資料組時，將引起控制與資料不一致的現象，例如圖 5.8 d， t_j 用及來自 t_i 之資料，但 t_i 與 t_j 却僅能擇其一而執行之，產生矛盾。

至此步驟，實際上，檢測異常流程的程序已完成，亦即完全符合上面七項檢查之作業流程，已可稱之為正常流程。惟在模塑之過程中，可能引進某些不良之設計，但因該設計不影響流程之正確性，因此不易察覺。以下我們舉兩個利用資料流程以察覺不良設計並藉以改進原設計的例子。

(i) 如 t_i, t_j 為不在同一起動迴圈內的兩時序轉化，且彼等使用之工作區上，未有與彼等有不同時序之轉化共用此工作區時，如存在圖 5.9 之資料組時，表示工作區之設計不良。

圖中 ($t_i < t_j$) 表 t_i 時序在 t_j 之前。圖 5.9 a 說明不管 ($t_i < t_j$) 或 ($t_i > t_j$)， w 之設計均不良。

(ii) 如 t_i, t_j 為兩時序轉化，且彼等均取存資料庫內一相同檔時，如彼等使用之資料近似或竟完全相同時，則可在兩時序轉化間設計一工作區，以減少資料庫之進出次數與時間。圖 5.10 為一例。圖 5.10 a 為圖 5.6 c

之重繪，其中 t_2 , t_3 均取用 D_2 之 d_2 。因此可以圖 5.10 b 取代之，以減少 D_2 之進出次數。

圖 5.11 是另一例子，圖 a 可改進為圖 b 以節省 D_2 之進出次數。

5.4 其他分析

除靜態分析—PNB圖之正確性外本小節簡要提及其他可能之分析。

首先，如果詳細標出各資料運算元於各箭頭虛線上時，如圖 5.10 及 5.11 或更詳細者，則 PNB 即可和 ICN [6] 一樣對流程作效率化之重整。當然，我們須另外考慮各轉化之前提，對效率化工作的影響。

另外，如果我們在轉化內，賦予更多訊息諸如“所費時間”或“執行機率”等，並且也賦予處所更多訊息諸如“平均等待時間”等，那麼就可像 TPN [7]，ICN 或排隊網路一樣，分析出更多 PNB 圖的特性。

再一個改進 PNB 流程的方法乃是經由系統效能的評估，分析並找出系統的瓶頸，藉以修改流程，令其儘可能消除該瓶頸而達到提高效能的需求。

6 結論及建議

本文於簡要探討辦公室之特質後，專注於各作業流程之特性，正式定義了用於模塑該等特性的 PNB 模式，並以之模塑幾種常見之作業流程。吾人發覺，PNB 模式用於模塑此等流程時，有易於模塑，易於瞭解，模塑力強與富有彈性等特點。本文並以構造標記機之過程，提出一有系統地偵查異常流程的方法。對於初用本模式之辦公室設計師而言，該偵錯方法使得辦公室資訊系統的設計工作更簡易而準確。

上述模式及其分析方法的建立乃是建立辦公室資訊系統的首要步驟，也是最重要的一個步驟。今後，當著重在利用該模式與分析方法找尋並確認辦公室資訊系統的設計原則與設計方法，俾作為辦公室設計師設計辦公室資訊系統的準則。另外，在實際建立一辦公室資訊系統之前，亦當借重計算機之系統模擬技巧，對設計中的辦公室資訊系統的系統效能與實作可行性方面作一評估，並輔以成本效益之探討，以避免因盲目投資所造成的浪費。

7 附 錄

A. PNB 模式 定義

A petri-net based model is a 6-tuple $\Omega = (T, P, D, \Phi, \Delta, \Sigma)$, where

- (i) T is a finite set of transitions;
- (ii) P is a finite set of places;
- (iii) D is a finite set of depositories;
- (iv) $\Phi = \{I, O\}: T \rightarrow P$, where
 I : is a function of a transition to its set of input places, and
 O : is a function of a transition to its set of output places;
- (v) $\Delta = \{i, o\}: T \rightarrow D$, where
 i : is a function of a transition to its set of input depositories, and
 o : is a function of a transition to its set of output depositories;
- (vi) Σ is a set of doublets (c_t, a_t) over T , where
 c_t : is a boolean expression consisting of predicate statements for a transition $t \in T$, and
 a_t : is a simple or compound action of corresponding $t \in T$.

B. PNB 模式之執行 定義

The execution rule of a PNB diagram can be defined by a doublet $\Gamma = (M, \tau)$ over Ω , F , and B , where

- (i) F : is a set of incident markings. An incident marking f_t is a marking with single token only present in each place of $I(t)$, $t \in T$.
- (ii) B : is a set of outgoing markings. An outgoing marking b_t is a marking with single token only present in each place of $O(t)$, $t \in T$.
- (iii) M : is a set of "reachable markings" including the initial marking m_0 . Of course, m_r , the terminating marking, belongs to the set, i.e. $m_r \in M$.
- (iv) $\tau: M \times T \rightarrow M$ is a "firable function" of transition t in T . If a transition t , may fire under marking m , we say $\tau(m, t) = m'$, with $m' = m - f_t + b_t$, where $m, m' \in M$, $f_t \in F$, and $b_t \in B$. A transition t fires under marking m if.

a) $m \geq ft$ and

b) $c_t = \text{True}$ in (c_t, a_t) .

A transition is enabled if only a) holds.

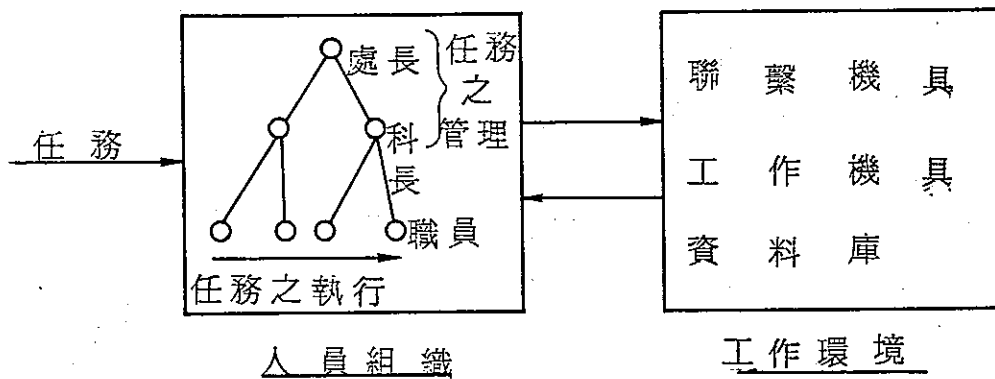


圖 2.1: 辦公室結構

每一自治體可同時進行之工作數量

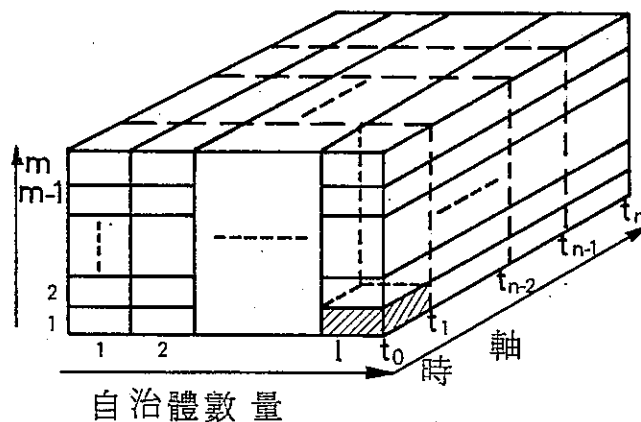


圖 2.2: 辦公室之運作實況

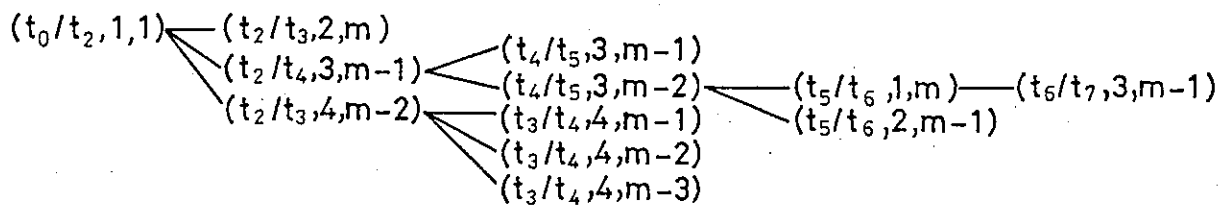
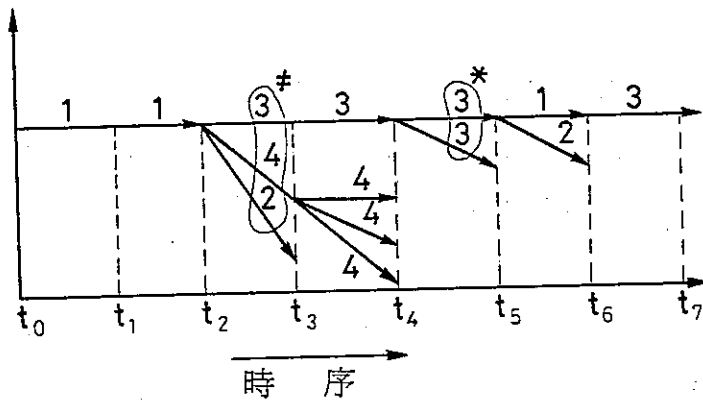


圖 2.3: 辦公室內一典型作業流程

作業並進數量



*自治體內並進
#自治體間並進

圖 3.2

圖 2.4 : 圖 2.3 作業流程之特性

圖 3.2t

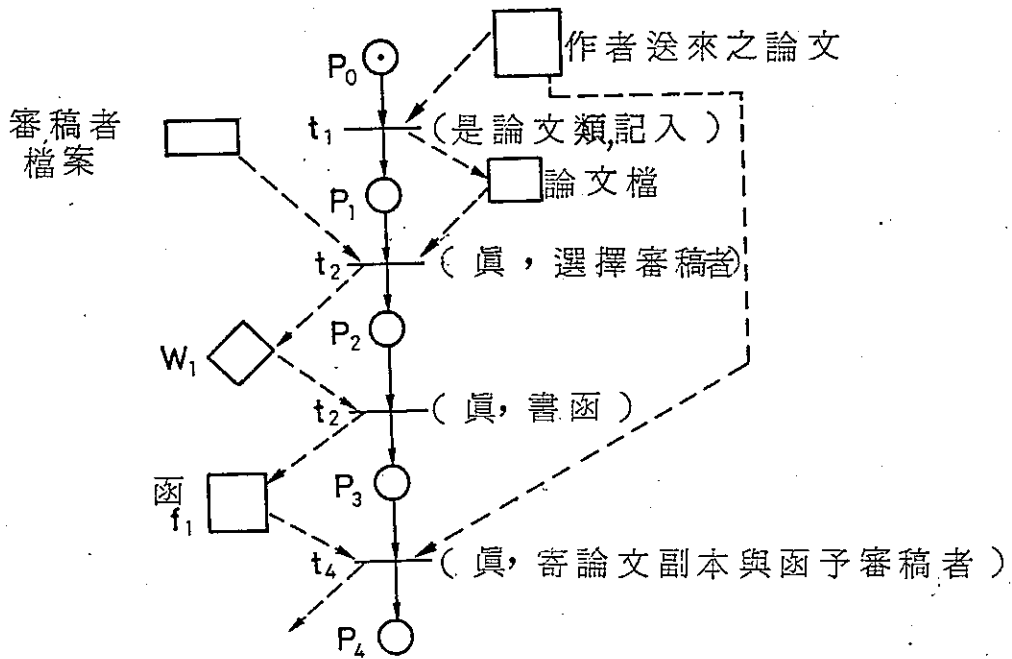


圖 3.2c

圖 3.2c

圖 3.1 - 作業流程之PNB圖表示法

圖 3.2

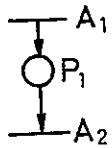


圖 3.2 a 時序組件

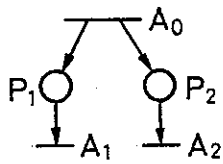


圖 3.2 b 並行組件

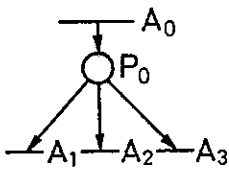


圖 3.2 c 互斥組件

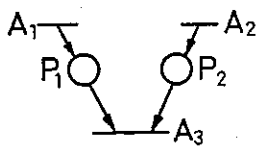


圖 3.2 d 協調組件

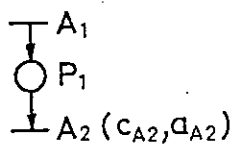


圖 3.2 e 前提組件

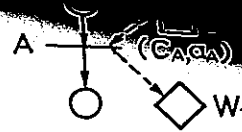


圖 3.2 f 資料運算之組件

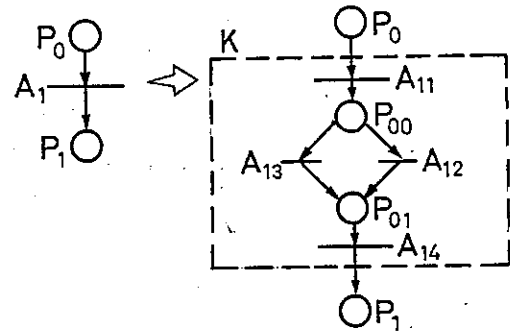


圖 3.2 g 階層結構

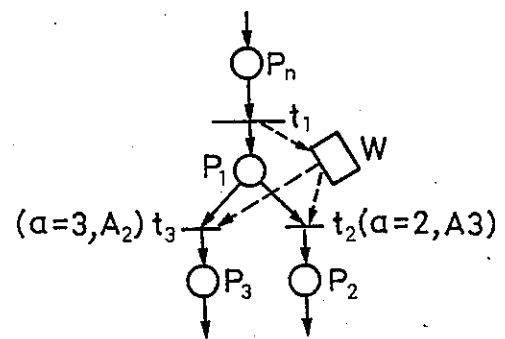


圖 4.3 a 潛在性異常流程

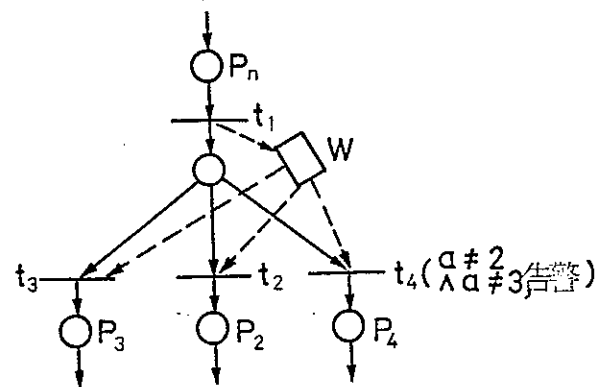


圖 4.3 b 潛在性異常流程之正確模擬法

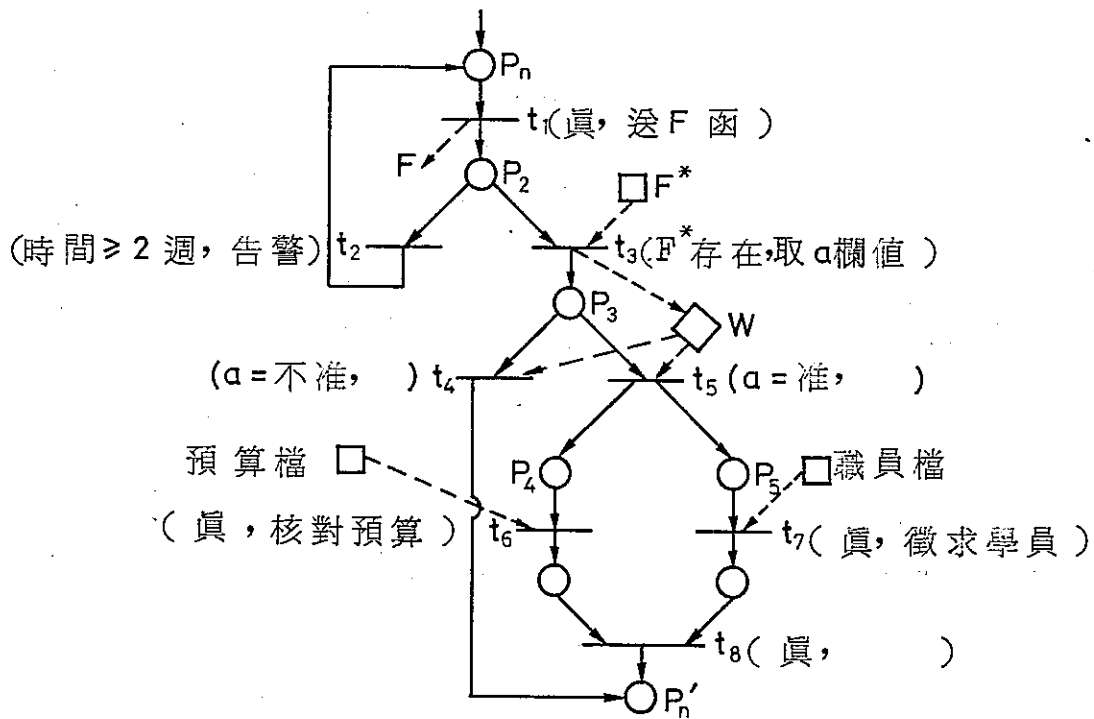


圖 4.1 含互斥, 並行與協調之作業流程模塑法

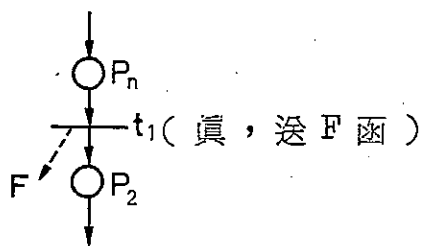


圖 4.2a: t_1 macro 動作重繪

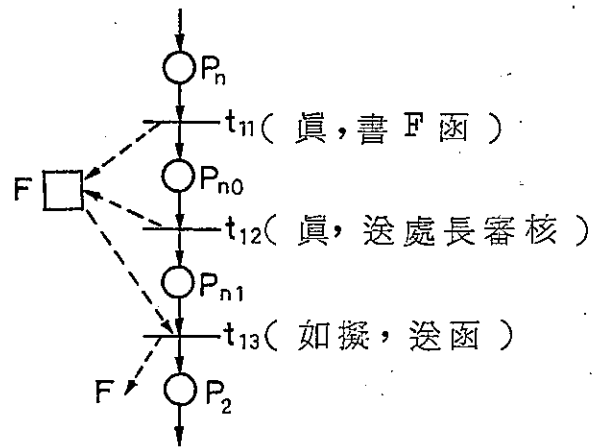


圖 4.2b: t_1 之細部動作

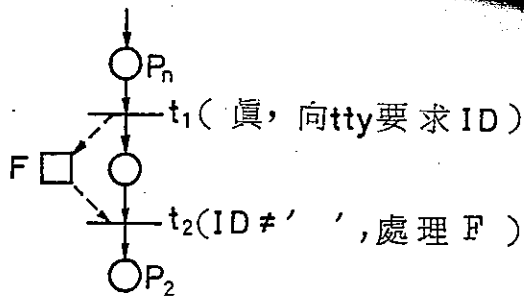


圖 4.4 與人有交談行為之作業流程模塑法

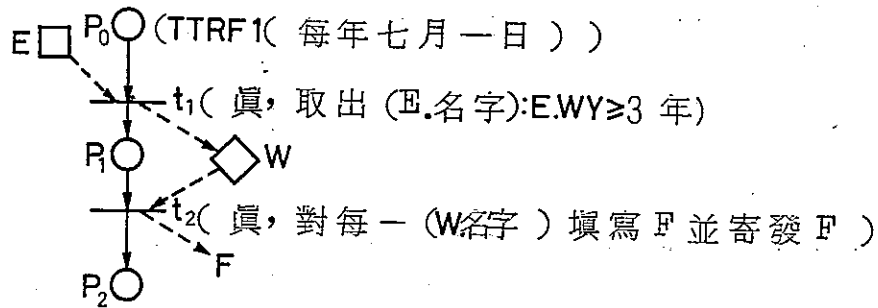


圖 4.5 郵件分遞流程之模塑法

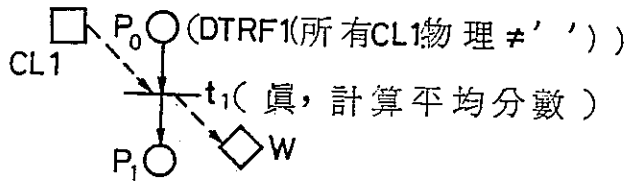


圖 4.6 資料庫狀態改變驅動流程之模塑法

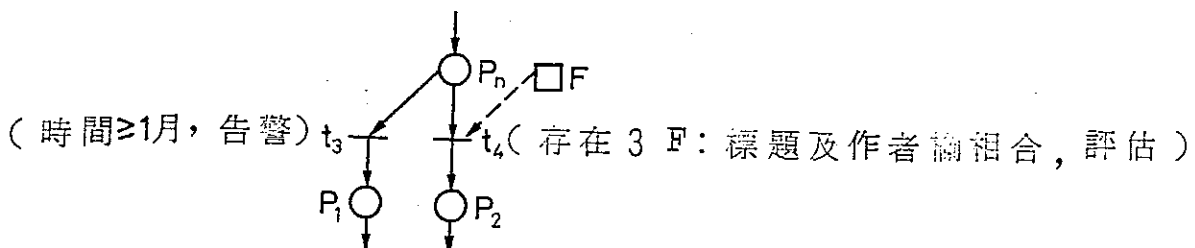


圖 4.7 表格協調流程之模塑法

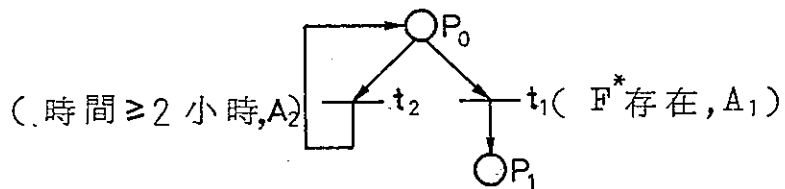


圖 5. 1 可能含有潛在性無窮迴圈之流程。

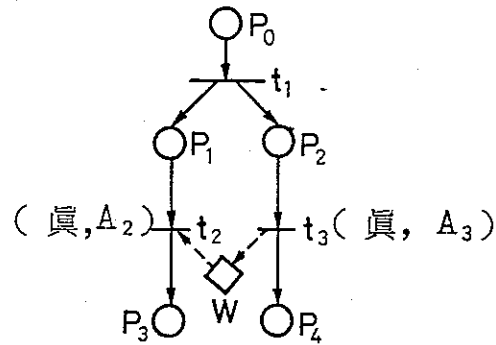


圖 5.2 控制與資料流程不一致之作業

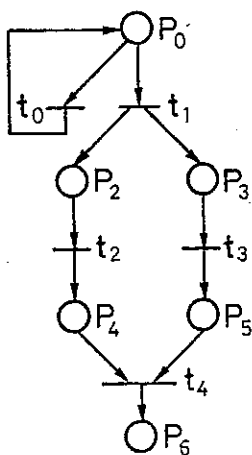


圖 5. 3 - PNB圖

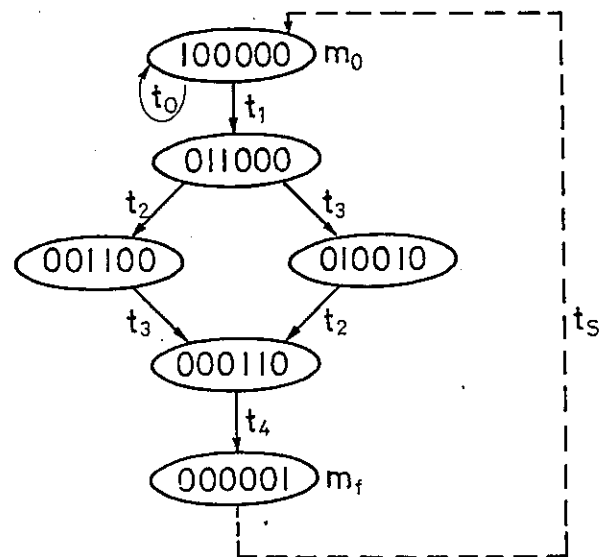


圖 5. 4: 圖 5.3 之標記機

程。

```

maintm ( )
{
  get the initial node of TM called NEW;
  NEW := Mo;
  proceduretm ( )
  {
    if (  $\forall t_i \in T$  s.t.  $\neg(NEW \geq f_{t_i})$  ) then
      Type (NEW) := $;
    else for (  $\forall t_i \in T$  s.t.  $NEW \geq f_{t_i}$  )
      do {
        TNEW :=  $\tau$  (NEW,  $t_i$  );
        if (  $\exists p_i \in P$  s.t.  $TNEW [p_i] \geq 2$  ) then
          {print (TM, TNEW, "unsafe");
           halt; }
        else if (  $\exists m_i \in TM$  s.t.  $TNEW = m_i$  ) then
          NEW  $\xrightarrow{t_i}$   $m_i$ ;
        else { get a new node  $m_k$  into TM;
              NEW  $\xrightarrow{t_i}$   $m_k$ ;
               $m_k := TNEW$ ;
              NEW :=  $m_k$ ;
              proceduretm ( ) }
          }
      }
  }
}

```

圖 5.5 標記機建造演算法

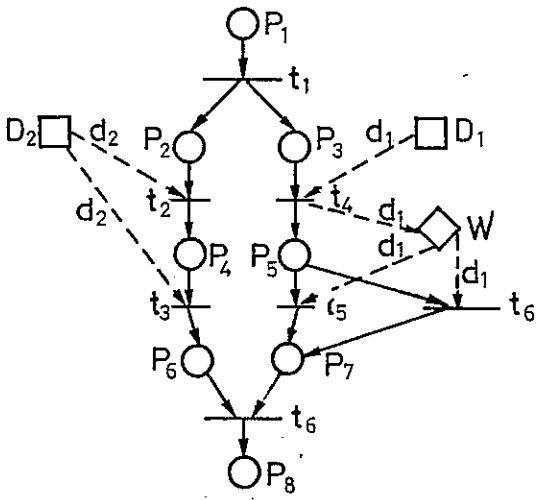


圖 5.6a-PNB圖

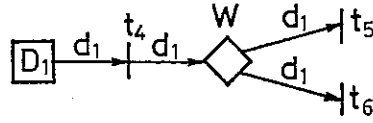


圖 5.6b: 圖 5.6a 之一資料組

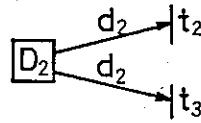


圖 5.6c: 圖 5.6a 之另一資料組

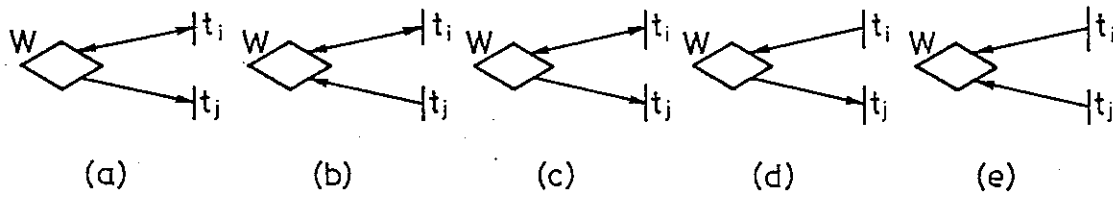


圖 5.7 控制與資料流程不一致之示例(→)

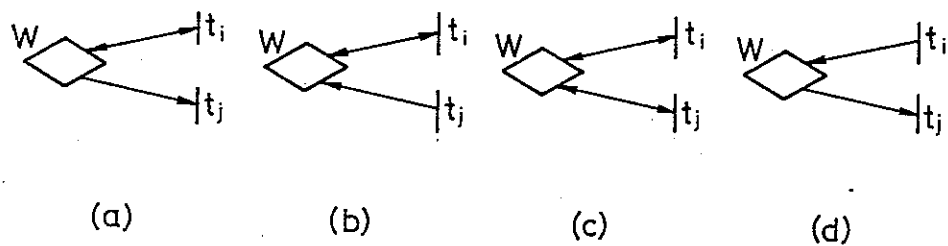


圖 5.8 控制與資料流程不一致之示例(→)

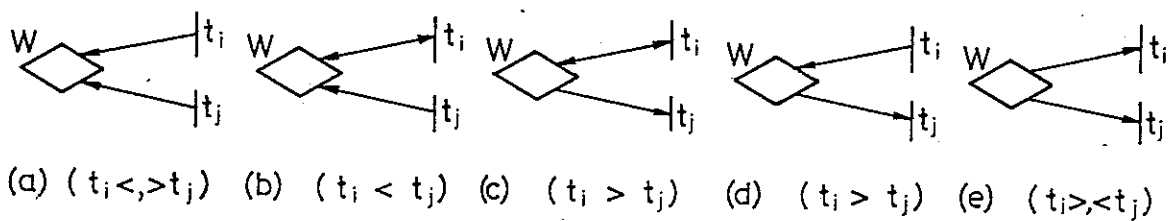


圖 5.9 改進作業流程之資料分析示例(→)

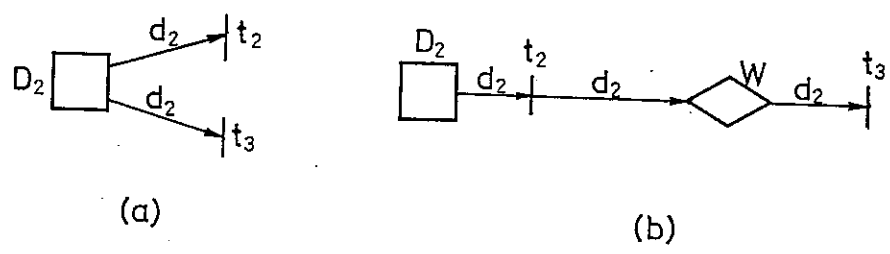


圖 5.10 改進作業流程之資料分析示例(一)

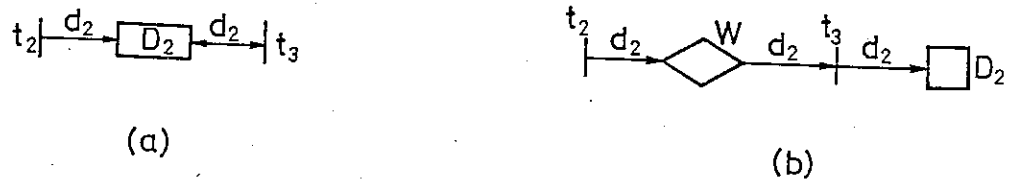


圖 5.11 改進作業流程之資料分析示例(二)

- 1. Ba
- Er
- 2. Be
- Pi
- 3. Be
- M
- 4. Cl
- 5. E
- St
- 6. E
- F
- 1.
- 7. M
- F
- 8. F
- 9. T
- T
- 10. Z
- I
- 11. 停
- 作
- 12. 停
- 作

9 參考文獻

1. Baer, J.L., "Model, Design and Evaluation of A compiler for A Parellel Processing Environment", IEEE Trans. on Software Engineering, SE-3, No. 6, Nov. 1977.
2. Baumann, L. S. and Coop, R.D., "Automated Workflow Control: A Key to Office Productivity", Proc. AFIPS Office Automation Conference, March, 1980.
3. Berthelot, G., "Checking Liveness of Petri Nets" Parallel Computers-Parallel Mathematics, North-Holland, IFIP, 1977.
4. Chang, S.K., "Knowledge-Based System", Chapter 14 (to be Published).
5. Ellis, C.A., "Office Information Systems and Computer Science", ACM Computing Surveys, 12, 1, 3, 1980.
6. Ellis, C.A. "Information Control Nets: A Mathemetical Model of Office Information Flow", Conference on Simulation, Measurement and Modeling of Computer System, 1979.
7. Merlin, P.M., "A Methodology for the Design and Implementation of Communication Protocols", IEEE Trans. on Communication, COM-24, June 1976.
8. Peterson, J.L., "Petri Nets", ACM Computing Surveys. 9, 3, 3, 1977.
9. Tsichritzis, D., "Form Flow Models", Technical Report CSRG-101, University of Toronto, 1979.
10. Zisman, M.D., "Representation, Specification, and Automation of Office Procedures", Ph. D. Dissertation, Wharton School, University of Pennsylvania, 1977.
11. 郭德盛、洪永常、何正信、何鈺威等 "行政機關建立資訊系統—辦公室作業流程模型" 中央研究院資訊科學研究所，研究報告 TR-81-007，70年9月。
12. 何正信、洪永常、何鈺威、郭德盛等 "辦公室作業流程模型" Proc. NCS Dec. 1981, pp. 354-368.