

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

自動化工廠嚴格卡模的設計與實作(I)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2213-E-009-138-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立交通大學工業工程與管理學系

計畫主持人：梁高榮

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 8 月 4 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

自動化工廠嚴格卡模的設計與實作(I)

Design and Implementation of Strict Gammoid in Automated Factory

計畫編號：NSC91-2213-E-009-138

執行期限：91年8月1日至92年7月31日

主持人：梁高榮 國立交通大學工業與工程學系

電子郵件：grliang@cc.nctu.edu.tw

共同主持人：無

計畫參與人員：許鈞豪、曾世民 國立交通大學工業與工程學系

一、中文摘要

本計畫建議利用嚴格卡模來解現場監控裡的偵查程式設計問題。而研究成果則顯示偵查程式可利用爪哇程式語言實作。本報告中將利用自動化工廠裡常碰到的桶槽監控問題來示範如何用爪哇程式語言來設計偵查程式。

關鍵詞：嚴格卡模、監控程式、偵察程式、爪哇程式語言

Abstract

Strict gammoid is proposed as a starting point for solving the monitor program design problem on the shop floor. The research results show the monitor can be easily implemented by Java programming language. In this report, a typical tanker problem in automated factory is used to demonstrate how to design a Java-based monitor.

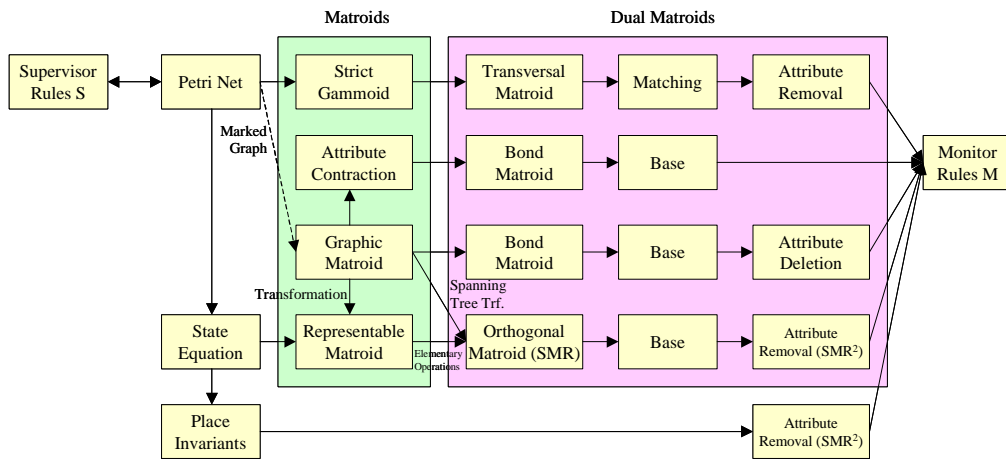
Keywords: Strict Gammoid, Supervisor

Program, Monitor Program, Java Programming Language

二、緣由與目的

自動化工廠的運作是非常複雜的，工程師為達成現場(Shop Floor Control)監控的目的而常用斐氏圖(Petri Net)來設計監控程式(Supervisor Program)，接著再撰寫數量龐大的偵察程式(Monitor Program)來判斷監控程式是否運作正常。依國外統計[6]，偵察程式與維修程式大約佔所有程式行數的八成以上。故研究上的一大挑戰就是找出一個好的設計方法並能降低這百分比至其數學上的理論下限。

過去的經驗顯示擬陣理論(Matroid Theory)[1, 2, 3, 7, 8]可用來降低偵察程式的行數；故本計畫的目的就是將這理論架構找出，特別是嚴格卡模(Strict Gammoid)在此架構裡的位置。這是因為嚴格卡模和工程師常用的斐氏圖的數學性質很像。



圖一 偵察程式的設計流程

三、結果與討論

目前研究成果已將這理論架構建立起來如圖一所示，而未來的研究方向則是依這理論架構用爪哇程式語言來實作偵察程式。由於本計畫進行的非常順利，故目前研究進度超前。例如原先預定第二年才研究如何用爪哇程式語言實作，現在已可在本報告中將展示如何用爪哇程式語言實作偵察程式了[4, 5]。底下舉例說明之。

對圖二(a)的自動化製造系統，這是先

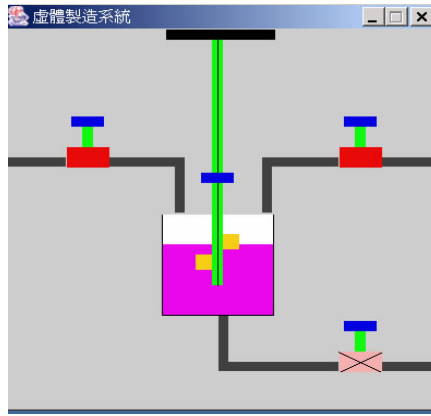
設計其偵察程式，接著再用爪哇程式語言實作其偵察程式。

對偵察程式設計而言，圖二(b)的斐氏圖為圖二(a)的監控程式[4]。如果把圖二(b)視為嚴格卡模並找出其子擬陣(Minor)如圖二(c)的細線[4]所示，例如增加點T7。細線圖是原始空間，再計算其對偶的覆點擬陣，粗實線的對偶空間如圖二(c)所示。如用可表達擬陣(Representative Matroid)來寫，則其表達法如下所示[4]。

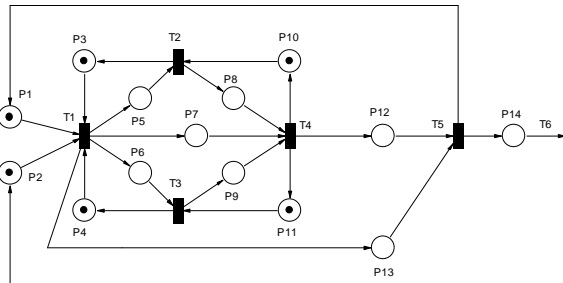
$$SRM = [I|D] = \begin{matrix} & P1 & P2 & P3 & P4 & P10 & P11 & P5 & P6 & P7 & P8 & P9 & P12 & P13 & P14 & P15 \\ \begin{matrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P10 \\ P11 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$M = [I|-I|D] = \begin{matrix} & P1 & P2 & P3 & P4 & P10 & P11 & P13 & P7+P12+P14 & P5 & P6 & P8+P15 & P9 & P7 & P8 & P12 \\ \begin{matrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P10 \\ P11 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & -1 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

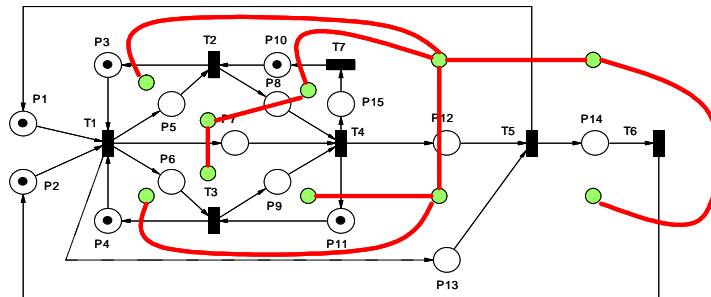
對偵察程式實作而言，這涉及同時執行多個電腦程式，故必須用到互動規劃技術(Concurrent Programming Technology)。



(a) 自動化製造系統



(b) 斐氏圖

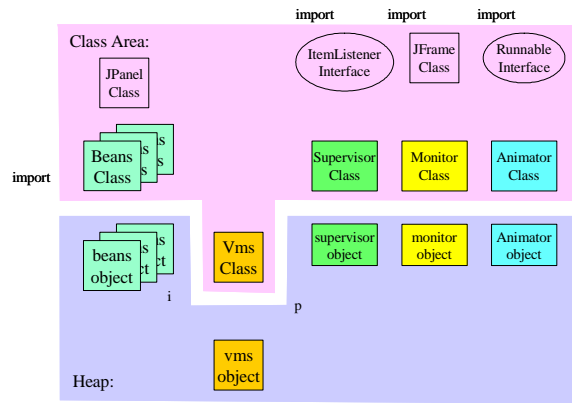


(c) 虛實線對偶圖

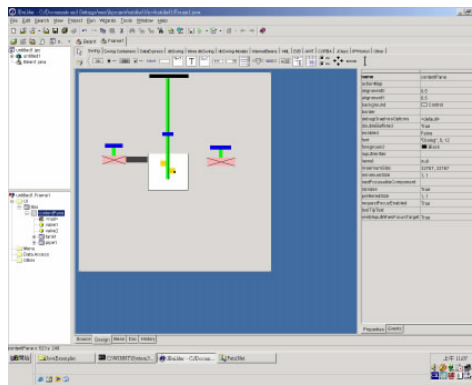
圖二 子擬陣技術設計偵查器

對爪哇程式語言而言，這類似圖三的多重緒架構。依圖三的粗實線，寫出的爪哇程式可在[4]內找到。對人機介面而言，這是利用美國的JBuilder軟體設計出圖四的動畫。

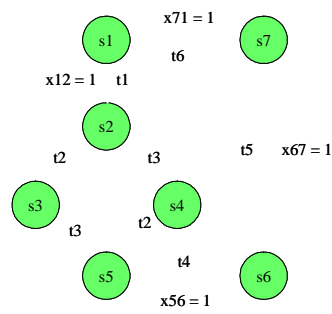
為了證明所寫出的爪哇程式是正確的，這時必須進行規範測試(Conformation Testing)[5]。這是先用人工智慧語言Prolog[5]產生圖二(b)的可達圖，接著用中國郵差法則(Chinese Postman Algorithm)[5]計算最短測試路徑如圖五所示。



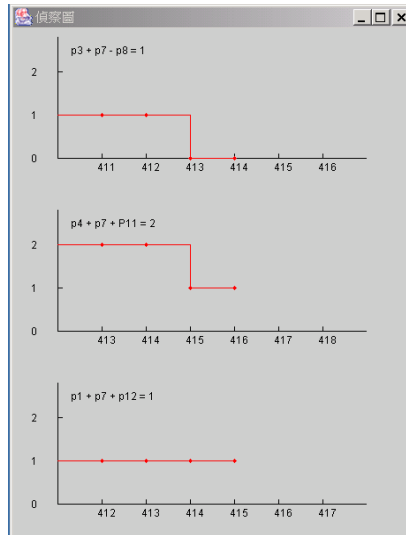
圖三 多重緒架構



圖四 人機介面設計



圖五 最短測試路徑的計算



圖六 偵察程式偵察出故障的發生

完成爪哇程式實作後，這個自動化製造系統就可上線操作。圖六顯示偵察程式已偵察出故障的發生。

四、計畫成果自評

擬陣理論是我國自行發展出來解現場監控裡偵查員設計問題的一個數學方法。目前已建立圖一的理論架構及圖三的實作架構，上述的實作案例顯示此方法的實用性很高。因此本計畫可定位於一個非常成功的研究計畫。

五、參考文獻

- [1]. 梁高榮，「擬陣理論在現場監控的應用」，機械工業，六月，176-188 頁，2001。
- [2]. 馮龍瑞、李承勳、梁高榮，「製造執行系統裡計算不變量方法的比較」，機械工業，六月，206-220 頁，2001。
- [3]. 梁高榮，「利用擬陣理論設計自動化工廠的偵查程式」，機械工業，十一月，225-232 頁，2002。
- [4]. 梁高榮，「虛體製造系統的多緒架構」，機械工業，五月，241-261 頁，2003。
- [5]. 梁高榮，曹漢清，「爪哇豆技術建構虛體製造系統及其規範測試」，機械工業，六月，246-255 頁，2003。
- [6]. Fielding, P. J., DiCesare, F., and Goldbogen, G., "Error Recovery in Automated Manufacturing through the Augmentation of Programmed Processes," Journal of Robotic Systems, Vol. 5, No. 4, pp. 337-362, 1988.
- [7]. Liang, G. R., "Computer-Integrated Manufacturing System Design Using Calculus of Communicating Systems," Proceedings of National Computer Symposium, pp. 130-137, 1995.
- [8]. Liang, G. R., "A Transversal Matroid Model for Interactive Manufacturing Devices," Proceedings of Automation'98 and ICPR Asia Meeting, pp. 1-6, 1998.