

三層式架構解裴氏圖/階梯圖轉換問題

Three-layer Architecture Approach to Petri Net

/ Ladder Diagram Transformation Problem

黃柏勳

國立交通大學
工業工程與管理學系
研究生

梁高榮

國立交通大學
工業工程與管理學系
教授

關鍵詞

- 三層式架構 Three-Layer Architecture
- 裴氏圖 Petri Net
- 階梯圖 Ladder Diagram
- 裴氏圖加註語言
Petri Net Marked Language, PNML
- 秦-麥氏轉換法
Chim-McFarlane Transformation Method

摘要

如何將裴氏圖自動轉換為階梯圖是自動化製造系統裡的高難度挑戰。本文提出由圖件、文件與物件組成的三層式架構來降低此困難度。新的方法涉及三種層級之間的一連串轉換。圖件層的裴氏圖與階梯圖可由文件層的可加註語言文件代表，或又個別稱為 PNML 文件與 PLCopenXML 文件。隨後 PNML 文件與 PLCopenXML 文件再分別由物件層的 PNML 物件與 PLCopenXML 物件來代表。所以原先的裴氏圖/階梯圖轉換問題就成為 PNML 物件與 PLCopenXML 物件之間的對應問題。本文並將此新方法應用於一個

灌模系統上。換言之，控制此灌模系統的裴氏圖將逐層的自動轉換為對應的階梯圖。本系統的實作亦顯現出此新方法的可行性。

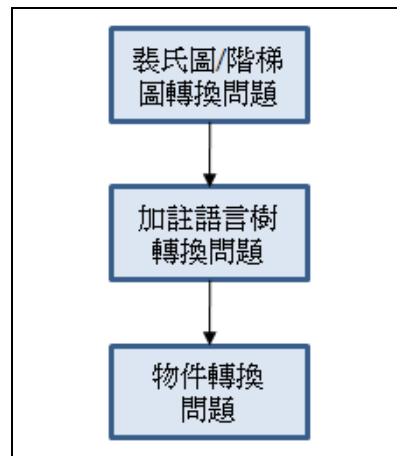
How to transform a Petri net into a ladder diagram automatically is a hard challenge in automated manufacturing systems. A three-layer architecture consisting of graphics, document, and object layers has been proposed for reducing this difficulty. The new method involves a series of transformations among three layers. Both the Petri net and the ladder diagram at the graphics layer are uniquely represented by XML documents which are named PNML document and PLCopenXML document at the document layer, respectively. At the object layer, the PNML and PLCopenXML objects are used to represent corresponding PNML and PLCopenXML documents. Then the Petri net/ladder diagram transformation problem becomes the mapping problem between the PNML objects and the PLCopenXML objects. In this paper, this developed method is applied to an automated mold-filling system. In other words, a Petri net for controlling the mold-filling

system is automatically transformed into its corresponding ladder diagram in a layer-by-layer way. The implementation also shows the feasibility of this new approach.

前言

裴氏圖(Petri Net)[10]與階梯圖(Ladder Diagram)[3]都是工廠進行生產自動化時常用到的好工具。其中裴氏圖具有數學建模的特色，因此常用於改善自動化生產線的績效；而階梯圖常搭配可程式邏輯控制器(Programmable Logic Controller, PLC)[3]來使用，其特色是使用成本低廉，因此其普及度非常高。所以如何把裴氏圖轉換成為階梯圖就成為學術研究上的熱門重點[4, 6, 9, 11]。在 1990 年代裡，由於可加註語言(Extensible Markup Language, XML)[7, 13]的出現，這使得如何用 XML 技術來表達裴氏圖與階梯圖就成為顯學。例如裴氏圖加註語言(Petri Net Marked Language, PNML)[14]就是裴氏圖的 XML 表達方式，而 PLCopenXML[12]就是階梯圖的 XML 表達方式。由於 PNML 與 PLCopenXML 都可以用加註語言樹(XML Tree)[2]表達，所以原來的裴氏圖/階梯圖轉換問題(Petri Net/Ladder Diagram Transformation Problem)就成為加註語言樹轉換問題。

到了 2006 年，由於 JAXB(Java Architecture for XML Binding)[7, 8, 13]技術的發展成功，這使得加註語言樹可用物件來直接表達。JAXB 技術含有 XJC 與 Schemagen 兩組編譯器[8]，前者可將 XML 綱要轉換成 Java 類別，而後者可將 Java 類別轉換成 XML 綱要。又 JAXB 的組編(Marshal)功能[8, 13]可將 Java 物件轉換成 XML 文件，而解編(Unmarshal)功能[8, 13]可以將 XML 文件轉換成 Java 物件。所以原來的加註語言樹轉換問題就成為物件轉換問題。這三種技術的演化可用圖一來表達。



圖一
裴氏圖/階梯圖
轉換問題的演化

為了更詳細地說明物件轉換問題的內涵，底下首先說明裴氏圖/階梯圖轉換問題裡常見的秦-麥氏轉換法(Chirn-McFarlane Transformation Method) [4]。接著提出三層式架構(Three-Layer Architecture)的構想及說明其優點，即圖件層(Graphics Layer)、文件層(Document Layer)與物件層(Object Layer)的組成架構。接著以舉例方式來說明此三層式架構的執行細節，此案例為來自灌模系統[1]並說明其相關的圖件規格。隨後透過整合開發環境(Integrated Development Environment, IDE)軟體 Eclipse[5]說明從圖件經文件，到物件的轉換過程；也就是說將其裴氏圖轉為 PNML 文件，再轉為 PNML 物件。接著說明從物件經文件，到圖件的轉換過程；也就是說將其 PNML 物件轉為 PLCopenXML 物件，再轉為 PLCopenXML 文件，再轉為階梯圖的過程。最後則是結論。

裴氏圖/階梯圖轉換問題

在裴氏圖與階梯圖之間的圖形轉換方面，這裡使用的是由秦-麥氏轉換法[4]。該轉換法是將裴氏圖的暫存點(Place)[10]轉換成階梯圖裡的線圈(Coil)及接點(Contact)[3]，而轉移點(Transition)[10]轉換成接點。對初始狀態來說，若暫存點包含浮標(Token)[8]則以常開型接點(Normally Open Contact)[4]與常開型線圈表示；若暫存點沒有浮標，則以常閉型接點

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】329期・99年8月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw