

# ペトリネットによるプロダクションシステム構築支援の一方法

3D-2

高瀬浩史\* 遠藤栄一\*\* 松田郁夫\*

\*日本工業大学 \*\*電子技術総合研究所

## 1. はじめに

実用規模のプロダクションシステムは、ルールの数も多く、ルール間の相互関係も複雑なため、システムの全体像や、推論過程の理解は容易ではない。

プロダクションシステムを含むエキスパートシステムの構築には、その支援手段として一般にシェルが用いられている。しかし、例えば[6]のようなパソコン用の普及版のシェルでは、ルールの推論過程の表示機能は必ずしも十分ではない。

筆者らは、これまで、ペトリネットの論理構造表現能力に着目し、ペトリネットによるルール型知識の図的表現法を提案してきた[1,2]。本論文では、ペトリネットとプロダクションシステムの対応関係に着目し、ペトリネットの論理構造の図的表現能力だけでなく、動作の表現能力をも活用することによって、プロダクションシステムの構築を支援する方法を提案する。

## 2. ペトリネットとプロダクションシステムの対応

ペトリネット[3]は、非同期でかつ並列的に振る舞うシステムに対してその中の情報の流れや制御を記述するためのモデル化技法であり、主に離散事象システムのモデル化に用いられている。

一方、プロダクションシステム[4]は、if-then形式のルールで表現された知識ベース上で作動する推論システムである。ここでは、対象問題に関する専門知識をルールとして表現し、このルールの制御は推論エンジンによっておこなわれる。

筆者らは、ペトリネットとプロダクションシステムとの対応関係に着目した。これは、表1のようにまとめることができる。

## 3. ペトリネットによるプロダクションシステム構築支援の方法

本論文で提案するプロダクションシステム

表1 ペトリネットとプロダクションシステムの対応

ペトリネット	プロダクションシステム
離散事象システム	⇔ 知識(ルールの集合)
ネットワーク構造	⇔ 知識(ルール)構造
発火規則	⇔ 推論エンジン
事象推移の過程	⇔ 推論過程
プレース	⇔ 事象変数(条件, 結論)
トランジションとアークの組み合わせ	⇔ 事象(and/or 論理)
発火	⇔ 条件部の成立
トークンの有無	⇔ 事象変数の真偽

構築の支援方法は、

- (1) ルール集合からペトリネット接続行列への変換
- (2) 接続行列に基づくルールのペトリネットによる図的表現
- (3) ペトリネットによる推論過程のシミュレーション

の3段階から構成される。

(1)のルール集合からペトリネットの接続行列[3]への変換のアルゴリズム[1]は、以下のとおりである。

○ルール集合から接続行列への変換手順

ルールの記述形式: (if A then B)

条件部: (A), 結論部: (B)

ここで、Bは事象変数、Aは論理式で、論理式は事象変数または(論理式のand結合)または(論理式のor結合)である。

〈手順〉

- (a) ルール集合の全てのルールを参照し、接続行列に必要なプレース名を登録した集合  $P = \{p_i | i=1 \sim m\}$  とトランジション名を登録した集合  $T = \{t_j | j=1 \sim n\}$  を求める。そして、 $i$ 行、 $j$ 列の要素が  $m_{ij}$  であるような  $P \times T$  の接続行列  $M$  を作成する。

ここで、 $p_i$  は  $P$  の  $i$  番目のプレース名、 $t_j$  は  $T$  の  $j$  番目のトランジション名である。

また、条件部は事象変数と and, or および括弧()の組み合わせで構成される。

ある階層は対をなす括弧でつくられ、括

A supporting method for development of production system by using Petri net

Hiroshi TAKASE\*, Eiichi ENDO\*\*, Ikuo MATSUDA\*

\*Nippon Institute of Technology, \*\*Electrotechnical Laboratory

弧の中に括弧がある場合、内側の括弧になるにしたがい第1階層（最上位）から第 $l$ 階層（最下位）になる。

- (b) まず、あるルールの条件部と結論部の関係を接続行列に代入する。

$$\begin{aligned} m_{ij} &:= -1 \\ m_{kj} &:= 1 \end{aligned} \quad \dots(1)$$

ここで、 $p_i$ は条件部、 $p_k$ は結論部に対応するプレース名、 $t_j$ は条件部に対応するトランジション名である。

- (c) 次に、条件部の第1階層を参照し、その階層の中の論理(and,or)により、階層中の $h$ 個の論理式に対して、順次以下の処理をおこなう。

<andの場合>

$$\begin{aligned} m_{ij} &:= -1 \quad ; i=i_1 \sim i_h \\ m_{kj} &:= 1 \end{aligned} \quad \dots(2)$$

<orの場合>

$$\begin{aligned} m_{ij} &:= -1 \quad ; i=i_1 \sim i_h, j=j_1 \sim j_h \\ m_{kj} &:= 1 \quad ; j=j_1 \sim j_h \end{aligned} \quad \dots(3)$$

ここで、 $p_{i_1 \sim i_h}$ はその階層中の各論理式に対応するプレース名、 $t_j$ は現在の階層全体の論理式に対応するトランジション名、 $p_k$ は現在の階層全体の論理式に対応するプレース名、 $t_{j_1 \sim j_h}$ はその階層中の各論理式に対応するトランジション名である。

- (d) もし、第1階層の事象変数に、次の階層（第2階層）が存在するとき、そのような事象変数について(c)と同様の処理をおこなう。これを、最下位の階層まで繰り返す。
- (e) 複数個のルールが存在するとき、全てのルールについて(b)から(d)の処理をおこなう。

以上の手順により、全ルールの接続行列が得られる。

(2)では、接続行列に基づいて、ルール集合をペトリネットの形式で図示する。この段階で、ルール集合は、見やすい形に自動的に表示されることになる。

(3)では、図示されたペトリネット上で、ルールの条件部の事象変数の真偽をペトリネットのトークンの有無で与え、ペトリネットのシミュレーションをおこなう。これによって、従来のようなルールの羅列による推論過程の提示ではなく、ペトリネットのグラフィック表現上で、動的にルール集合の推論過程を提示することができる。

図1に支援システムの構成を示す。

#### 4. おわりに

本論文では、ペトリネットを用いたプロダクションシステム構築支援の方法を提案し

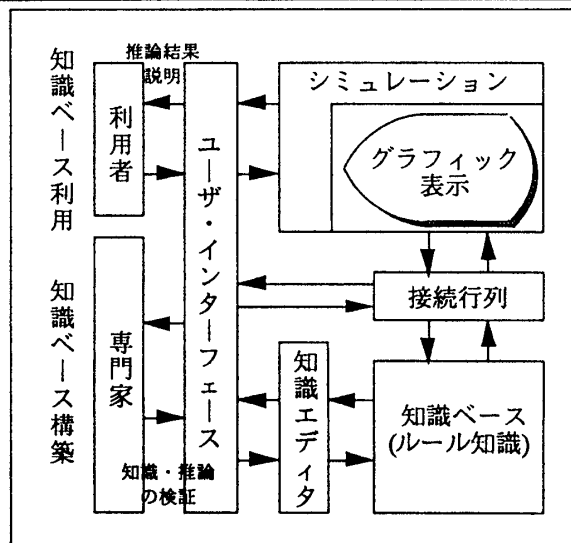


図1 システム構成

た。本方法が完成すれば、ルール集合の全体像や、ルール間の相互関係を明確にすることができ、プロダクションシステムの構築が容易になることが期待できる。

支援方法の(2)および(3)では、[5]の利用を考えている。しかし、これには接続行列からの自動描画の機能はない。自動描画の方法としては、ISM法やSDなどの階層構造モデルの自動平面描画に関するものがある[7]。この方法は、ペトリネットの見やすい形式での自動描画にも適用することができると考えられる。

本論文をまとめるにあたり、貴重な論文を提供していただいた、(株)富士通研究所・国際情報社会科学研究所杉山公造氏に謝意を表す。

#### 参考文献

- [1] 高瀬・松田：ペトリネットによるルール型知識の図的表現，第11回シミュレーション・テクノロジー・コンファレンス発表論文集，日本シミュレーション学会，pp.125-128，1992
- [2] 遠藤：ペトリネットによる論理構造表現とその応用，昭和58年電気学会東京支部大会講演論文集，pp.382-383，1983
- [3] J.L.Peterson, 市川・小林(訳)：ペトリネット入門，共立出版，1987
- [4] 小林：知識工学，昭晃堂，1986
- [5] 椎塚：実例ペトリネット，コロナ社，pp.154-187，1992
- [6] HyperBrain “脳力男” 操作マニュアル，(株)ブレインズ，1990
- [7] 杉山，田川，戸田：構造情報の視覚表現に関する研究，国際情報社会科学研究所研究報告，富士通(株)，1981