

## プロダクションシステム

## 並列実行方式の一提案

5J-2

松澤 和光 長野 ゆかり

NTT情報通信処理研究所

## 1. はじめに

プロダクションシステム(P S)の高速処理を狙いとして、ルール実行を並列に行う方法<sup>1)</sup>が提案されている。これは条件照合が成立したルール群から互いに干渉しないルール群を選び出し、これらを同時実行するものである。ここではこの考え方をさらに拡張し、ルール間の干渉を多重世界の概念で管理することによって、条件照合したルールを全て同時実行する方式を提案する。

## 2. マルチファイア方式の提案

## 2.1 P Sにおける多重世界の概念

ルールを同時実行する場合には、ルールの実行順序による実行結果の違い(ルールの干渉)が問題となる。文献<sup>1)</sup>ではP Sが特定の競合解消戦略を想定していないことを前提に、ある(不確定な)実行順序による結果(可能な結果のうちの1つ)を得ていた。

一方、ルールの実行順序により結果が異なるならば、その各々を可能な解として求めたい場合がある。最近需要が増えている設計型のP S等で特にその要求が強い。

図1にルールの実行順序によってP Sのワーキングメ

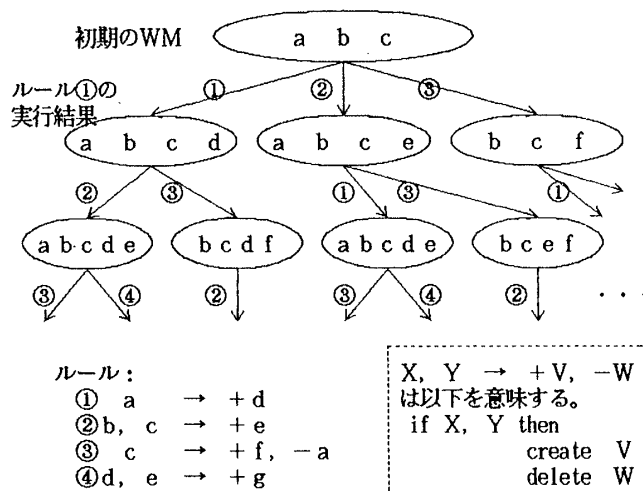


図1. ルール実行順序による多重世界

モリ(WM)の内容が異なってくる例を示す。この異なる順序のルール実行によって出現する複数の世界(WMの内容)を多重世界と呼ぶことにする。

本提案の方式は、この多重世界における全ての解をルールの同時実行により得るものである。

## 2.2 マルチファイア方式

図1に示したような多重世界を個別に管理したのでは、世界間でのデータに重複が多く、世界の数も爆発的に増えてしまう。そこで以下のようにデータの削減を図る。

## (1)新しく生成されたデー

タだけの世界とする。

## (2)複数の世界の内容を組

合せた仮想的な世界(マージした世界)を考えれば、これは各世界で実行したルール全てを実行した世界と等価である。

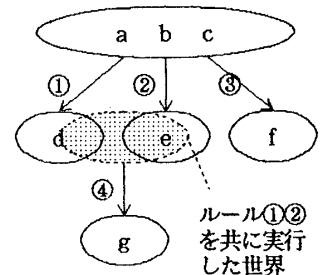


図2. 多重世界のマージ

## (3)ある世界で照合したル

ールとデータの組は他の世界では再度照合させない。

上記(3)は全部の世界を1つと見て通常のstate saving系の照合(Rete等)を行うことを意味する。この場合でも(2)のマージを考えれば、全ての多重世界が表現されていることになる。

図2は図1を上記の考え方で表した例である。例えばdとeをマージした世界を考えると、これにルール④が照合してgが生成される。

しかし、全てのデータが自由に組合せられるわけではない。例えばfはその生成時にaを消去しているから、fとaの世界はマージできない。これらマージの可否は各データが属する世界で決まるから、データにその世界の情報(タグ)を付加することでチェックできる。タグはデータの生成時に決り、後で変更されることはない。

以上から、PSの実行方式として以下を提案する。

#### PSのマルチファイア方式

1. WMに対してルールを照合し、インスタンション（照合したルールとデータの組）を得る。
2. インスタンション中の各データのタグがマージ可能かチェックする。
3. マージ可能なルールは全て発火し、生成されたデータにタグを付ける。
4. 発火ルールの動作部にデータ消去の指示があっても実行しない。
5. 生成されたデータについて再びルールを照合し以下2～5を繰り返す。

上記4の手順は、「データを消去するルール」が実行されない世界を残すために必要である。

#### 2.3 マージ可否のチェック法

マージができないデータは以下のように整理される。

- (1) その生成時に同じデータを消去しているデータ同士、および、それらのデータを条件として生成されたデータ（そのデータの“子孫”と呼ぶ）同士。
- (2) ルール①がデータaを条件にデータbを消去し、ルール②がデータbを条件にデータaを消去しているような場合、各ルールで生成したデータとその子孫同士。
- (3) さらに3つ以上のデータの組合せについて、(2)と同様に、条件と消去データの組合せがループになっているような場合。

以上からタグとしては、生成時に条件としたデータ、消去したデータ、および条件としたデータのタグ（子孫へのタグ）が必要である。

#### 2.4 本方式の具体的実現例

##### (1) タグのデータ構造：

ルール $r_{ij}$ により $C_{ij}$ を条件として、 $D_{ij}$ を消去した時に生成したデータ $w_i$ のタグ $T_i$ を以下で表す。

$$\begin{aligned}
 T_i &= \{ t_{ij} \} \\
 &= \{ (C_{ij} | D_{ij} | r_{ij}) \} \\
 t_{ij} &: \text{タグ要素} \quad r_{ij}: \text{ルールID} \\
 C_{ij} &= \{ c_{ijk} \} : \text{条件データのリスト} \\
 D_{ij} &= \{ d_{ijk} \} : \text{消去} \quad " \\
 w_i, c_{ijk}, d_{ijk} &: \text{WMのデータ}
 \end{aligned}$$

##### (2) マージのチェック法：

ルールの条件を満たすデータを $w_i$ とすると、次の条

件のどれかに該当する場合、マージは不可。

$$\begin{aligned}
 & \cdot w_* = d_{***} \quad (* \text{は任意}) \\
 & \cdot (d_{ij*} = d_{kl*}) \wedge (r_{ij} \neq r_{kl}) \\
 & \cdot (d_{ij*} = c_{kl*}) \wedge (c_{ij*} = d_{kl*}) \wedge (r_{ij} \neq r_{kl}) \\
 & \cdot (d_{ij*} = c_{kl*}) \wedge (d_{kl*} = c_{mn*}) \wedge \dots \\
 & \quad \dots = c_{ij*}) \wedge (r \text{の異なるものを含む})
 \end{aligned}$$

##### (3) タグの付加法：

マージ可能な場合、そのルールが消去するデータ群 $\{y_j\}$ に対して、生成するデータ群 $\{x_i\}$ の各々に

$$\begin{aligned}
 & \bigcup T_* \cup \{ (\{w_*\} | \{y_*\} | r) \} \uparrow \\
 & \quad ( \uparrow \{y_*\} = \emptyset \text{ ならば不要} )
 \end{aligned}$$

をタグとして付加。

#### 3. 本方式の利点

通常のPSで多重世界における全ての解を求めるには、ルール実行順序で異なるWMを個別に管理するか、バックトラック等の機構が必要である。これに比べ本方式では、多重世界全体のデータ量を少なくできる上、図3に示すように認知サイクル数を削減できる効果もある。

また、通常のPSでは条件照合～競合解消～ルール実行の各ステップを同期的に行っているため、各ステップをいかに並列化しても、ステップ間での待ち合わせのため高速化には限界があった。本方式によれば照合～実行の各ステップを独立／並列／非同期的に行え、この限界を越えた高速化が期待できる。

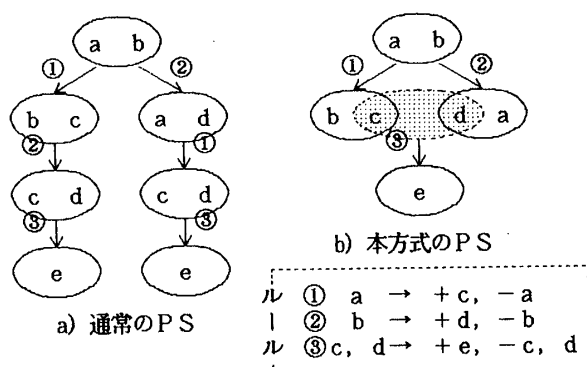


図3. 本方式による認知サイクル数減少例

#### 4. おわりに

本方式実現手法の効率化、ルール条件部におけるNOTの取扱い等は今後の課題である。

文献：1) 石田：信学論 J71-D No.3 pp567-576 1988.3