

汎用物流システムへの知識工学の適用

2L-5

山本 正典 田口 嘉之 田中 裕平 三浦 憲介

富士ファコム制御部

1. はじめに

事象駆動型離散系システムのモデルである、ネットワークとプロダクションルールを組合わせたΦNET (Factory Automation Intelligent Network) を考案し、シミュレーションとリアルタイム制御を同一のモデルで実現できるツールを開発した。本稿では、ΦNETモデルの構造と物流システムとの関連を中心に述べる。

2. 物流システム

近年、製造ラインの自動化の進展は目覚ましい。この場合、機器単体ごとの自動化に比べて、それらを結合する物流システムの設計は難しく、全体のネックとなっている。これは、機器が徐々に更新され、運用方法も随時改良されていくため、従来のプログラミング手法を用いると仕様変更に対応できないからである。

筆者らは、プロトタイプを試行の繰返しによって発展させていくという方法論を導入し、物流システムをモデル化できれば、システム作成はモデルの構築に置換されることに着眼した。この物流システムのモデルは次の要件を満たすべきである。

- 1) 段階的詳細化による設計に向いている。
- 2) 直感的に把握しやすく、実際の物との対応がつけやすい。
- 3) モデルの状態が陽に表現され、他システムとの連携が容易である。
- 4) 仕様変更が容易である。
- 5) 処理が高速である。
- 6) 外部入出力インタフェースを持つ。
- 7) 優れた編集機能を持つ。

3. モデルの構造

ΦNETはベトリネット[1]に改良を加えたネットワーク構造にプロダクションルールをくみあわせている。ネットワーク構造で全部のモデル化を行うと、著しく複雑となり、保守時に取捨が付かない恐れがある。

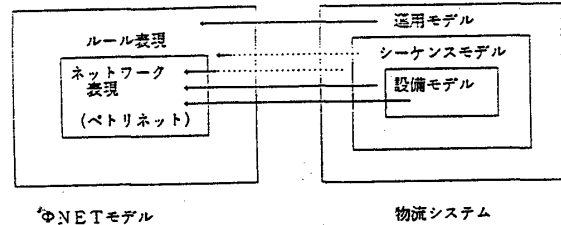


図1 ΦNETモデルと物流システムの対応

そこで、変更が頻繁にありそうな部分はプロダクションルールで表現し、柔軟性、拡張性を持たせることにした。図1のように、ネットワーク構造とルールを用途によって使い分けるわけである。ネットワークを中心に見ればその柔軟性を増したと言えるし、ルール側からは、トランジションが発火可能となったときのみ起動されるため、効率化を図ったことになる。

3. 1 ネットワーク表現

モデルのベースとしてベトリネットを採用し、動作をトランジション、状態や物をプレス、条件の成立や物の存在をトークンで表現する。こうして、上記1)~3)は次の様に満たされる。

- 1) ネットの一部をプレスやトランジションで代えるという階層的表現ができる。
- 2) ネット中に出現するトークンを現実の物と対応付けることができ、またネットワークは数式モデルに比べて視覚的に理解しやすい。
- 3) ベトリネットにおける状態は各プレスのトークン数に他ならなく、陽に表せる。

だがベトリネットそのままでは不都合な面も出てきたため、拡張を行った。すなわち、

[トークンの属性付与]

トークンに個性がないと、何種類もの物が流れると区別が付けにくい。そこで、属性を備えたトークン(カラートークン)を定義し、物の種類をトークンだけで表せるようにする。

An Application of Knowledge Engineering to General Purpose Transporting Systems

Masanori Yamamoto, Yoshiyuki Taguchi, Yuuhei Tanaka, Kensuke Miura

FUJI FACOM, CORP.

[タイマ]

トランジションの発火から出力ブレースにトークンが現れるまでの時間を適当に遅らせられないと、現実の動作と食い違うので、その時間をタイマとして設定できる。

[外部入出力インタフェース]

制御には不可欠のため、外部入力、外部出力に対応するブレースを定義できる。

3. 2 プロダクションルール

ルールの形式は "if <条件> then <アクション>" である。条件ではブレースのトークン数やトランジションの発火回数などネットワークの情報を参照でき、また評価が複雑な条件に対してはサブルーチンを呼出すこともできる。アクションとして次の5種類を規定している。

- 1) 発火条件 (ペトリネット本来の発火条件と合わせてトランジションを発火可能にする。)
- 2) 競合解消 (競合が起きた場合に、どのトランジションを発火させるかを決定する。)
- 3) トークン入力 (トランジションが発火した場合に、入力ブレースからどのトークンを取り出すかを決定する。)
- 4) トークン出力 (トランジションが発火した場合に、出力ブレースに出現させるトークンの属性を決定する。)
- 5) タイマ演算 (トランジションが発火してから出力ブレースにトークンが現れるまでの時間を動的に決定できる。)

4)、5) はそれぞれ、物が移動する内にその属性を変えていき、物の種類や環境につれてその移動時間も変わらうという物流システム独特の性質を反映している。

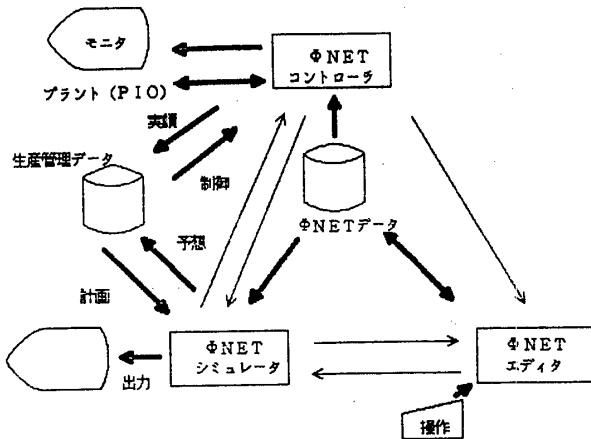


図2 ΦNET支援ツールの概念

4. おわりに

図2のようにΦNETモデルの構築を支援するツールをC言語で作成し、図3のシステム構成で実現した。プリント板組立てラインを模擬した物流模型に対して、シミュレーションと制御を同一のΦNETモデル(表1)で実行できることを確かめた。

今後は、ルール記述の日本語化やマクロ化を図り、ルール構造を理解しやすくする予定である。また物流システム以外への応用も検討中である。

参考文献

- [1] J.L.Peterson (市川、小林訳) : "ペトリネット入門"、共立出版 (1985)
- [2] 市川、小林 : "事象駆動型システムの表現と制御"、計測と制御,21-10 (1982)
- [3] 後藤、丸山、木下、原 : "FASMIC G100"、富士時報、58-6 (1985)

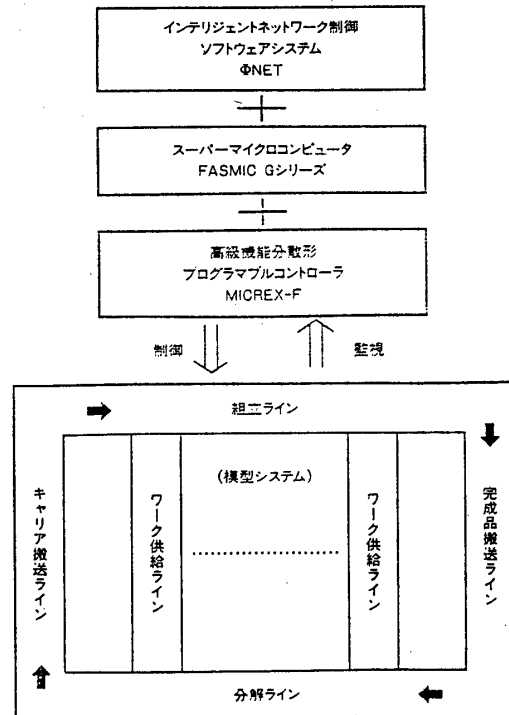


図3 システム構成図

表1 物流模型に対するΦNETモデルの仕様

ブレース数	218
トランジション数	146
ルール数	148
外部入力点数	45
外部出力点数	65