

7S-5

類型挙動パターン帰着型
定性的シミュレーションシステムの開発

畑 慎也 大川 剛直 薦田 憲久

大阪大学工学部

1. まえがき

組織における各種意志決定においては、諸問題と施策案との因果関係を構造モデル^[1]として捉え、これを用いて、各施策案に対する挙動を把握することが有効である。しかし、組織における諸問題の因果関係の構造モデルは定量化が困難であり、本質的に定性的評価しかできない。そこで、このような定性的モデルの挙動の予測が可能となる類型挙動パターン帰着型定性的シミュレーション手法^[2]を組み込んだシステムを開発した。

2. 構造モデル

構造モデルは図1に示すように要因間の因果関係を有向グラフで表現したものであり、ノードに表された要因間の因果関係がアークを用いて明示される。

定性的情報としてノードは、H(高い),M(中間),L(低い)で表される定性的状態値、および、I(増加),S(一定),D(減少)で表される状態の変化傾向を保持する。アークには+(比例),-(逆比例)で表される影響の方向、および、伝播速度の情報が付与される。

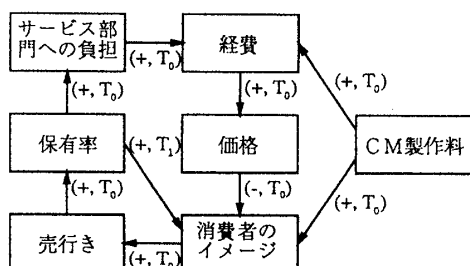


図1: 構造モデルの例

3. シミュレーション手続き

構造モデル内に伝播速度の異なるアークが混在すると、遅い部分系と速い部分系が構成される。すなわち、一連の影響伝播の速度は最も伝播速度が遅いアークに支配される。そこで、支配的なアークの伝播速度を基準に、いくつかの部分系に分け、速い部分系から順にシミュレーションを実行し、平衡状態を導いた後に、その影響をより遅い部分系に伝えることにより、全体の挙動を導出する。

初期状態として各アークに対し、影響の方向ならびに伝播速度を、また、各ノードに対して、時刻 $t=0$ における定性的状態値、状態の変化傾向を与える。これらの入力のもとに、シミュレーション手続きを示す。

Step1: 影響の伝播速度を参照し、構造モデルを幾つかの部分モデル T_1, \dots, T_n に分割する。 $i=0$ とする。

Step2: $T S_i$ について、表1に示す伝播規則に従って影響を伝播する。変化傾向が一意に決定できない場合には、全ての場合を想定する。但し、同一局面に対しては常に同じ変化傾向を採用する。

Step3: ある時刻の全ノードの状態が以前の状態と一致したならば、ノード毎に表2に従い、繰り返し部分の類型挙動パターンを決定する。

Step4: $T S_i$ の最終状態を $T S_{i+1}$ に伝播し、 $i=i+1$ として **Step2** 以降を繰り返す。全ての系の結果が得られればシミュレーションを終了する。

速い系における結果は、シミュレーション開始直後の挙動を表すと同時に、局所的挙動と捉えることができる。一方、より遅い系における結果は系全体の大局的な挙動を表したものとなる。

表1: x から y への影響伝播 ($[y(t)], [\partial y(t)]$)

$[\partial x(t)]$	$[y(t-1)]$	M	H	L
S		(M, S)	(H, S)	(L, S)
I		(M, I)	(H, S)	(M, I)
D		(M, D)	(M, D)	(L, S)

表2: 類型挙動パターン

条件	パターン
Sのみが存在	S*
I,Sのみが存在	I*
D,Sのみが存在	D*
I,Dが混在	(ID)*

4. シミュレーションシステム

4.1 システム構成

シミュレーションシステムの構成を図2に示す。

・構造モデル作成

ユーザは専用のドローツールを用いて定性的情報を含んだ構造モデルを作成することができる。ここで、構造モデルデータが生成される。

・シミュレーション実行

ユーザーインターフェースを通じて各ノードの初期状態を入力し、シミュレーションを実行させる。ここで、シミュレーションデータが生成される。

Development of Qualitative Simulation System Using Typical Patterns

Shin'ya Hata, Takenao Ohkawa, Norihisa Komoda
Faculty of Engineering, Osaka University
2-1, Yamadaoka, Suita, Osaka 565, Japan

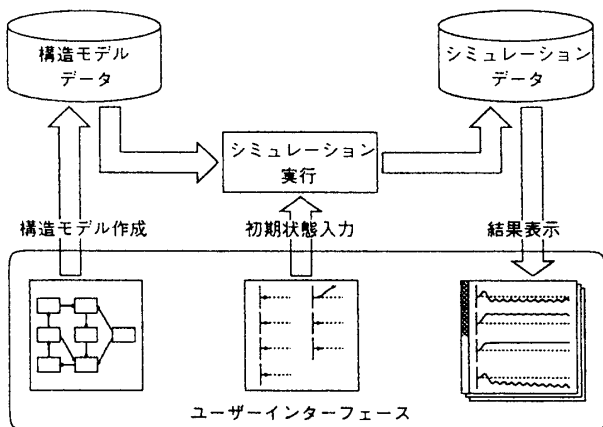


図 2: システム構成

・結果表示

シミュレーションデータをグラフに変換し、各ノードの挙動をグラフとしてウィンドウに表示する。

4.2 グラフ表示方式

構造モデル作成段階では構造モデルのみを表示させればよいが、シミュレーション終了後は、グラフの表示を行う必要がある。本システムでは、シミュレーション結果の把握が容易に行えるように、次の2種類のグラフ表示方式を採用する。

(1) 独立ウィンドウ方式 (図 3):

構造モデルを表示するウィンドウとは独立したウィンドウに、全てのグラフを縦に並べて表示する。構造モデルを見ながらグラフを見ることができるが、この方式では、構造モデル中の各ノードとグラフの対応がとりにくい。そこで、次の方式を提案する。

(2) オーバーラップ方式 (図 4):

あるノードの挙動を表したグラフを、構造モデル上のノードにオーバーラップさせて表示する。構造モデルにおける因果関係とグラフの変化の対応がとり易い。しかし、構造モデルの図が大きくなり、一度に表示できる領域が狭くなるので、全体を見渡すことが困難となる。

さらに、オーバーラップ方式における欠点を改善するために、次に示す機能を導入する。

4.3 ノード省略機能

構造モデル中のユーザが注目しているいくつかのノードを除いた全てのノードを、一時的に見えなくすることにより、全体の構造を表示可能にする機能である。ノード省略機能のプロセスは、次のようになる。

1. ユーザによる表示させるノードの選択
2. ノードの消去による構造モデルの再構成
3. 可能なアークの長さの縮小

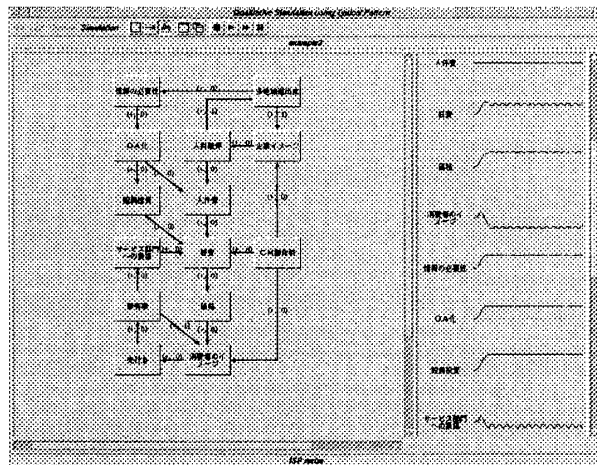


図 3: 独立ウィンドウ方式

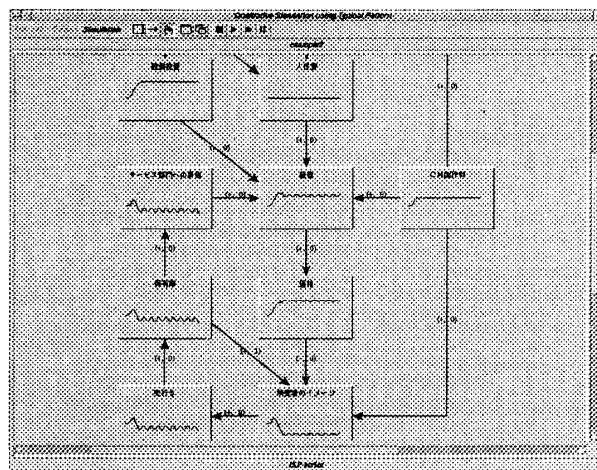


図 4: オーバーラップ方式

5. まとめ

諸要因間の因果関係を表した構造モデルをもとに、挙動推定を実現するシミュレーションシステムを開発した。シミュレーション手法の特徴として、影響の伝播速度に基づいて系の挙動を類型挙動パターンに帰着させることにより、シミュレーションの効率的な実行、系全体の局所的挙動と大局的挙動の把握が可能となる。また、システムにおいてはオーバーラップ方式の採用により、シミュレーション結果と構造モデルの比較が容易に行える。実際的な構造モデルに適用し、有効性を検証することが今後の課題となる。

参考文献

[1] 寺野寿郎: システム工学入門, 共立出版(1985).
 [2] T.Ohkawa and N.Komoda: Multiple Time Scaling Qualitative Simulation Using Typical Pattern, Proc. IEEE Int'l Workshop on ETFA (Sept. 1993).