

# 新動向のシミュレーション言語—SLAM (2)

森戸 晋

前回 [5] は SLAM の離散型モデル化機能を中心に解説したが、今回は SLAM 制御文、出力およびデバッグ機能、連続型と混合型モデル化機能等をサンプル出力を交えて解説しよう。(なお、節、図表、参考文献は前回からの通し番号を用いることにする。)

## 5. SLAM 制御文

SLAM シミュレーションの実行に当って、ネットワーク・モデル、あるいは事象ルーチン等のほかに SLAM 制御文の指定が必要となる、制御文はモデルの仕様や各種初期値を規定し、実行上の指示を与えるもので、表5は連続型で使われる4つを除く制御文をまとめたものである。通常 SLAM 入力ファイルの冒頭にくる GEN、LIMITS と最後尾に位置する FIN は省略不可能であるが、他は省略可能で、省略した場合には既定値が用いられる。

## 6. SLAM 出力とデバッグ機能

図1(前回)のようにSLAMからの出力は、a)入力(主に制御文とネットワーク文)ファイルのリスト、b)ECHO レポート、c) TRACE レポートを含む実行過程の結果出力、d) SLAM 標準出力とユーザー指定の出力、e) 図表等、の5つに大別される。

### 1) 入力リストとエラー・メッセージ

SLAM プロセッサにより入力ファイル中の誤りが発見されると、エラー・メッセージが示される(図6)。SLAM には、“Redundant Label”(ノード・ラベルの重複)、“Value Out of Range”(たとえば、LIMITS 文で属性数を5と宣言したにもかかわらず ATRIB(6)が使われている場合；図6では、サーバーの数を指定できない一般活動のサーバー数を2と指定したためエラー発生)など8種類の「翻訳」エラー・メッセージが備

もりと すすむ 筑波大学 社会工学系

表5 主要な制御文とその機能

制御文名	機能
GEN	ユーザ名、プロジェクト名、年月日、および一般的なオプション指定
LIMITS	使用するファイル総数、属性の数、システム内に同時に存在しうる最大要素数の指定
PRIORITY	ファイルに滞在するエントリの配列順序(ランキング)の規準の指定(既定値である FIFO のほかに、LIFO、第N属性値の大小にもとづく HVF(N)、LVF(N)等が指定できる)
TIMST	SLAM 変数 XX, SS, DD の時間平均、標準偏差等の統計収集の指示
SEEDS	擬似乱数系列(10系列)の初期値設定
INTLC	SLAM 変数 XX, SS, DD の初期値設定
INIT	シミュレーション開始・終了時刻、および統計収集、諸変数、ファイルの初期化指定
MONTR	シミュレーション途中結果のモニター指示、5つのオプションがあり最終結果出力と同じフォーマットの途中結果出力(SUMRY オプション)や事象追跡レポート(TRACEオプション)出力等の指示
FIN	入力ファイルの最後を示す

えられている。GPSSにくらべてメッセージの数が少なく、メッセージ自体もやや不明瞭・不親切であるが、いったん慣れてしまえばあまり気にならない。

### 2) ECHO レポート

入力リストに続く ECHO レポートは、その名(山びこ)が示すように入力ファイルの内容をまとめたものでデバッグ等に有用となる。なお、このレポートの最後に示される“NSET/QSET storage allocation”では前回(§4)解説した SLAM ファイリング・システムにおいて次元配列 NSET/QSET の利用可能な記憶場所のうち何語がシステム内(事象カレンダーを含む)に滞留する構成要素の記憶に、また何語がネットワーク・モデルの記憶に使用され、残る何語が図表作成に利用可能である

```

1 GEN,S.MORITO,GAS STATION,7/7/81;
2 LIMITS,1,4,100;
3 NETWORK;
4 CREATE,EXPON(4,1),,1,100;
5 QUE1 QUEUE(1),,3,BALK(ASN1);
6 ACT(1)/1,RNDRM(4,1,2);
7 COL1 COLCT,INT(1),TIME IN SYSTEM,13/2/2;
8 END TERM;
9 ASN1 ASSIGN,ATRIB(3)=ATRIB(3)+1,ATRIB(4)=ATRIB(3)*0.4,1;
10 ACT(2)/2,,UNFRM(0,1,3).LE.ATRIB(4),COL2;
11 **SLAM INPUT ERROR - VALUE OUT OF RANGE**
12 ACT/3,RNDRM(6,1,4),,QUE1;
13 COL2 COLCT,BETWEEN,TIME BET BALK;
14 ACT,,,END;
15 ENDNETWORK;
16 MONTR,TRACE,73,100,1,2,3,4;
17 FIN;

```

図 6 入力リストとエラー・メッセージ(前回図 4 の給油所問題)

かが示される。

### 3) 実行過程の出力とデバッグ機能

入力エラー(存在すれば、すべて「致命的」エラーとなり実行はされない)が発見されない場合には実行が始まるが、最終結果とは別に実行途中の出力が可能となる。この機能がモデルのデバッグ(モデルが本当に望むことをやっているか否かのチェック)の容易さのカギを握るが、SLAM の特徴はきわめて使いやすい実行過程の出力機能が各種備えられていることと言える。すなわち

#### イ. プロセッサ組込みの TRACE レポート

離散型モデルにおいて制御文 MONTR(monitor) を TRACE オプションとともに用いると、規定された時間帯の間、事象が発生するにともない、いかなる事象がいつ発生し、その時の属性値が何だったかを追跡する TRACE レポートが作られる。ここで、ネットワーク・ノードに対応する事象の場合にはノード名、サブルーチン EVENT によるユーザ指定の事象の場合には事象番号が明示される。またネットワーク・モデルの場合、事象が発生したノードからのびる一般活動(ダミー活動を除く)が実行される状況も呈示される。図 7 は図 4(前回)のモデル、すなわち図 6 の入力エラーを除去したモデル

を実行した際の TRACE レポートである。図 7 の表の第 1 行は時刻 73.21 に CREATE ノードに要素が到着したことを示し、その時の属性 1~4 の値を示す。第 2 行はこの要素がただちに QUE1 というラベルのついた QUEUE ノードに入ることを示している。

ロ. ユーザ・ルーチン UMONT による TRACE レポート

標準 TRACE レポートよりもユーザ独自の事象追跡レポートが望ましい場合(ことに事象中心のモデル化の場合)には、ユーザがサブルーチン UMONT を書くことができる。これはモデルのデバッグのみならず、モデルの(意思決定者等への)説明にきわめて有用な情報を提供してくれる。

#### ハ. TRACE 以外の MONTR オプション

制御文 MONTR のオプション SUMRY, FILES, STATES を用いると、指定された時刻から一定間隔で、それぞれ、最終結果と同一フォーマットの途中結果、各ファイル中のエントリの状況、状態変数 SS, DD の現在値(連続型モデル用)を出力させることができる。たとえば、SUMRY オプションを用いて結果の収束の状況を見、シミュレーション期間の決定の参考資料とすることができる。

#### ニ. 任意のユーザ・プログラムからの出力

以上は MONTR 文により制御される出力であるが、この他に任意のユーザ・プログラム(図 1 参照)、たとえば事象ルーチン、の中に WRITE 文を挿入して必要な情報を出力させることはまったくユーザの自由である。

### 4) 最終結果の出力

シミュレーションが終了すると最終結果が出力される。ユーザ出力ルーチン OUTPUT が存在する場合にはまずこれが出力され、次に SLAM Summary レポート(図 8)とよばれる標準結果出力が出る。ここには以下の

SLAM TRACE BEGINNING AT TNOW= .7300E+02

TNOW	JEVNT	MODE ARRIVAL		CURRENT ATTRIBUTE BUFFER				REGULAR ACTIVITY SUMMARY		
		LABEL	TYPE	ATTRIBUTE 1	2	3	4	INDEX	DURATION	END NODE
.7321E+02		CREATE		.7321E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00			
.7321E+02		QUE1 QUEUE		.7321E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00			
.7422E+02		CREATE		.7422E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00			
.7422E+02		QUE1 QUEUE		.7422E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00			
.7422E+02		ASN1 ASSIGN		.7422E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00			
								2	NOT RELEASED	COL2
								3	5.9388	QUE1
.7721E+02		COL1 COLCT		.6250E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00			
.7721E+02		END TERM		.6250E+02	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00			

図 7 TRACE(事象追跡)レポート(給油所問題)

SLAM SUMMARY REPORT

SIMULATION PROJECT GAS STATION BY S.MORITO  
 DATE 7/7/1981 RUN NUMBER 1 OF 1

CURRENT TIME .4160E+03  
 STATISTICAL ARRAYS CLEARED AT TIME .0000E+00

\*\*STATISTICS FOR VARIABLES BASED ON OBSERVATION\*\*

	MEAN VALUE	STANDARD DEVIATION	COEFF. OF VARIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	NUMBER OF OBSERVATIONS
TIME IN SYSTEM	.9197E+01	.5218E+01	.5673E+00	.1872E+01	.2552E+02	91
TIME BET BALK	.1117E+02	.8954E+01	.8015E+00	.1038E+01	.2534E+02	8

\*\*FILE STATISTICS\*\*

FILE NUMBER	ASSOCIATED NODE TYPE	AVERAGE LENGTH	STANDARD DEVIATION	MAXIMUM LENGTH	CURRENT LENGTH	AVERAGE WAITING TIME
1	QUEUE	1.0470	1.0948	3	0	4.7862
2		2.4283	.9657	6	0	3.2275

\*\*REGULAR ACTIVITY STATISTICS\*\*

ACTIVITY INDEX	AVERAGE UTILIZATION	STANDARD DEVIATION	MAXIMUM UTILIZATION	CURRENT UTILIZATION	ENTITY COUNT
2	.0000	.0000	1	0	9
3	.1552	.4605	2	0	10

\*\*SERVICE ACTIVITY STATISTICS\*\*

ACTIVITY INDEX	START NODE LABEL/TYPE	SERVER CAPACITY	AVERAGE UTILIZATION	STANDARD DEVIATION	CURRENT UTILIZATION	AVERAGE BLOCKAGE	MAXIMUM IDLE TIME/SERVERS	MAXIMUM BUSY TIME/SERVERS	ENTITY COUNT
1	QUE1 QUEUE	1	.8691	.3373	0	.0000	11.4358	146.8259	91

図 8 SLAM 標準結果出力(図 4, 6 の給油所問題)

統計がまとめられている:

- ① 観察にもとづく変数の統計 (ネットワーク・モデルの COLCT ノード, または事象ルーチン中におけるサブルーチンCOLCTのコールに対応): 平均, 標準偏差, 変動係数, 最小/最大値, 観察数
- ② 時間とともに変化する変数 (XX, SS, DD) の統計 (制御文 TIMST により情報収集がなされるもの): 時間平均, 標準偏差, 最小/最大値, 統計収集時間, (シミュレーション終了時における)現在値
- ③ ファイル(要素が滞留する所)のエントリー数(ユーザ・ファイルをもとにすれば,  $m+1$  番目のファイルは事象カレンダー・ファイルに対応): 平均, 標準偏差, 最大値, 現在値
- ④ 一般活動(活動番号を定めた場合のみ統計収集)中の要素数: 平均, 標準偏差, 最大値, 現在値, 総計
- ⑤ サービス活動: サーバ数(定数), 平均利用率, 標準偏差, 現在活動中の要素数, 活動を経た要素総数, 活

動がブロックされた割合, サーバ当りの最長連続アイドル時間と最長連続稼働時間

- ⑥ 資源: 資源総量の現在値, 平均利用率, 標準偏差, 最大使用量, 現在使用量

5) ヒストグラムおよび図表

ネットワーク・モデルの場合は COLCT ノード, 離散事象の場合は制御文 STAT のパラメータ設定によりヒストグラムが作成される。図(plot)表(table)は主に連続型モデル化で使用されるが, ユーザは 2~3 の制御文の指定だけすればよい。

6) SLAM 実行エラー時の出力

SLAM プロセッサが(FORTRAN実行エラー発生前に)実行エラーを発見した場合, 約50の実行エラー・メッセージ中適当なものがエラー発生時刻(シミュレーション時刻)とともに表示される。次にプロセッサはユーザ・ルーチン UERR をよぶ。エラー発見のためにこのルーチンを書くことによりデバッグのための情報を得る

FATAL EXECUTION ERROR TYPE 1026 DETECTED BY SLAM AT TIME .2293E+01

AVAILABLE FILE SPACE EXCEEDED

\*\*SLAM FILE STORAGE AREA DUMP AT TIME .2293E+01\*\*

MAXIMUM NUMBER OF ENTRIES IN FILE STORAGE AREA = 5

```
PRINTOUT OF FILE NUMBER 1
      TNOW = .2293E+01
      QQTIM= .5868E-01

TIME PERIOD FOR STATISTICS .2293E+01
AVERAGE NUMBER IN FILE      .9744
STANDARD DEVIATION           .1579
MAXIMUM NUMBER IN FILE      1

      FILE CONTENTS
ENTRY 1 = .5868E-01 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 -.5300E+02 .5868E-01
      :
      :
```

図 9 SLAM 実行エラー時の出力

ことができる。図9は図6の例(エラー修正後)でLIMIT文の第3パラメータでシステム内に共存できる要素数を5(図6では100となっている)と宣言した場合、ファイルがいっぱいになり(コード1026の)実行エラーが発生した際の出力を示す。この場合、各ファイルの全エントリがダンプされる。なお、SLAM プロセッサは実行エラー発生を強調(し、コンパイラによってはワークバック情報等によりエラー発生場所に関する情報を提供)するために故意にFORTRAN実行エラー(ZZ=SQRT(-1.0))を発生させ実行が終了する。

## 7. SLAM 連続型モデル化

連続型モデル化ではユーザ・ルーチンSTATEが中心となり、この他INTLC(初期条件設定)、OUTPUT(結果出力)等が加えられる。サブルーチンSTATEにおいて方程式系を定義しシステムの動きを規定するにあたり、SLAMでは差分、微分方程式、またはFORTRANで表現できる代数式を扱うことができる。連続型で主として使う変数は状態変数SS(I)とその導関数DD(I)=dSS(I)/dt、ならびにそれらの「前期」の値SSL(I)とDDL(I)である。モデルが差分方程式として表現される場合には、制御文で指定される単位時間刻みに時間を進める「単位時間進行方式」(離散型の場合は時間の進め方が「事象一事象進行方式」であることに注意)がとられる。ステップ幅をDTNOW(SLAMシステム変数)とし、SS(I)の変化率をRATE(I)とすると、差分方程式は

$$SS(I) = SSL(I) + DTNOW * RATE(I) \quad (1)$$

の形に書ける。ここでユーザはRATE(I)がいかにかまるかを規定しなければならない。(1)のかわりに導関数DD(I)を用いて

DD(I)=RATE(I) (2) としてすることもできる。後者の場合、DD(I)を積分してSS(I)が求まる:

$$SS(I) = SSL(I) + \int_{TTLAS}^{TNOW} DD(I) dt \quad (3)$$

ここに、DTNOW=TNOW(現在時刻を示すSLAMシステム変数)-TTLAS(SSL(I)が計算された時刻を示すシステム変数)である。同様に、 $dx_1/dt = ax_2 - bx_1$ は

$$DD(1) = A * SS(2) - B * SS(1) \quad (4)$$

と書ける。2階以上の微分方程式、たとえば $d^2x/dt^2 = a \cdot dx/dt + bx + C$ 、も代入により

$$\left. \begin{aligned} DD(1) &= SS(2) \\ DD(2) &= A * SS(2) + B * SS(1) + C \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

と表現できる。積分計算にあたり、SLAMにはRunge-Kutta-Fehlberg数値積分アルゴリズムが組み込まれており、ユーザは単位ステップあたりの精度を指定できる。満足ゆく精度が得られない場合には、望まれる精度が得られるまで、あるいはステップ幅がユーザ指定の許容最小ステップ幅に達するまで、ステップ幅を減少させ数値積分を繰り返す。

以上から明らかのように連続型モデル特有の制御文CONTINUOUS(DYNAMOのSPECに相当)でユーザはモデルの概要、すなわち、微分/差分方程式の本数、ステップ幅、許容最小ステップ幅、変数(SS, DD, XX)値記録の時間間隔(図表作成のため)、数値積分の精度設定等をする。この他、図表作成を指示する2つの制御文RECORD, VARがあり、これらによりDYNAMOによる出力とほぼ同等の図表が簡単に出力できる。(なお、離散型モデルの場合も、制御文CONTINUOUS, RECORD, VARを用い、たとえば変数XX(I)の値

の推移図を作成できることはマニュアル [9] には書いてないが、実用上モデルの動きを説明する場合等に大変便利なが多い。

## 8. 混合型モデル

SLAM はその名前 (Simulation Language for Alternative Modeling) が示すように、以上述べてきた連続型と2つの離散型モデル化機能をあわせもち、しかもそれらの混合を許すという点を最大の特徴とする。

### 1) 離散型モデルにおける混合モデル

もの中心のネットワーク・モデルと事象中心のモデル化機能との組合せは、主として両者の接点となる2つのネットワーク・ノード EVENT と ENTER により可能となる。EVENT ノードには事象番号 JEVNT と M-番号(前回 §3 参照)の2つのパラメータがあり、要素が EVENT ノードに到達すると、引数 I=JEVNT としてユーザ・事象ルーチン EVENT(I)がよばれる。したがってネットワーク・ノード(表1, 表3)で表現できない、あるいは困難な場合には EVENT ノードを挿入し対応するサブルーチンを書くことによりユーザの思うままの処理が可能となる。ENTER ノードは、GPSS の HELP ブロックに似ているが、事象ルーチン記述上の制約が離散事象モデル化の場合と同じであるため GPSS にくらべてはるかに柔軟性に富んでいる。

逆にユーザ・事象ルーチン処理中に要素をネットワークにもどしたり発生させたい場合には、組込みサブルーチン ENTER (NUM, A) をよべばよい。引数 NUM は ENTER 番号とよべば、サブルーチン ENTER のコールにより同一の ENTER 番号を有する ENTER ノードに属性ベクトル A をもつ要素が発生する。

ネットワーク・モデルとユーザ・プログラムとのもう1つの接点はネットワーク中の活動時間の指定や ASSIGN 文右辺に USERF(I)を使用した場合である。この場合、引数を I として関数サブプログラム USERF(I) がよばれ、このプログラムの中で実変数 USERF に与えられる値が活動時間 (CREATE 文における要素の到着間隔を含む) や ASSIGN 文による属性値の決定等に用いられる。USERF コーディング上の唯一の制約は、事象カレンダー・ファイルの操作が許されないことで、これ以外は事象ルーチンの場合と変わらない。よく使われる形としては：

- ユーザ独自の分布からランダム・サンプルをとる

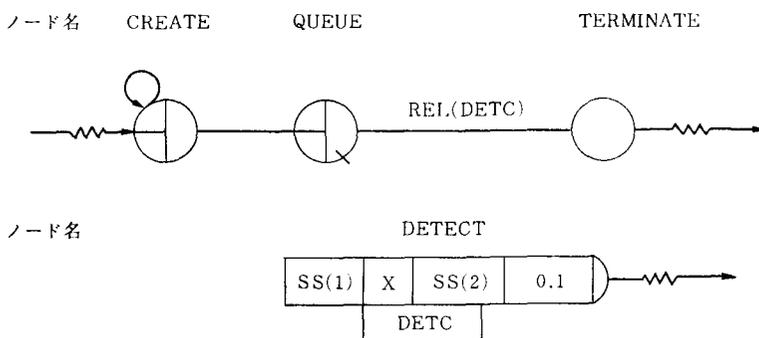


図 10 DETECT ノードの使用例

- システムの状態に複雑に依存する活動時間を指定する
- (SLAM とは無関係の) ユーザ・ファイルに記憶された過去の実績値等により活動時間や到着間隔を指定する (モデルの妥当性検証にあたり、過去のシステムの動きを再現させたい時など便利である)

などが考えられる。

### 2) 離散型と連続型の混合モデル

ネットワーク・モデルと連続型モデルとの混合モデルを念頭において導入されたのが DETECT ノードであり、指定された変数 SS または DD が他の SS, DD, あるいは定数と(指定された許容誤差範囲内で)合致した場合に当該ノードから要素が飛び出す (要素がノードから飛び出すことをリリース release と言う)。図10は DETECT ノードの典型的な利用法を示したもので、QUEUE ノード後の活動の長さを示す REL(NLBL) は、NLBL なるラベルをもつノード(この場合はラベル DETC をもつ DETECT ノード) から要素がリリースされると、その時点で実行中の活動が終了することを示す。これは活動時間があらかじめ決まっておらずシステムの状態に依存する場合のモデル化に便利である。図10では、SS(1)とSS(2)が0.1の許容誤差範囲内で合致した際、ノード DETC から要素がリリースされ、その時点で(実行中の)活動が終了する(たとえば、タンクの貯蔵量が一定量に達して給油を停止する)。

次に連続型モデルと離散事象型モデルの接点となるのは制御文 SEVNT である。SEVNT は

SEVNT, JEVNT, XVAR, XDIR, VALUE, TOL ;  
なる形をしており、変数 XVAR(SS または DD) が VALUE(定数, SS, または DD) で規定される値に許容誤差 TOL の範囲内で合致すると引数 I=JEVNT としてサブルーチン EVENT(I)がよばれる。ユーザは事象ルーチンの中で、たとえば状態変数の値に不連続な変化を与えたり、連続モデルを規定する方程式のパラメータを変更したりすることができる。

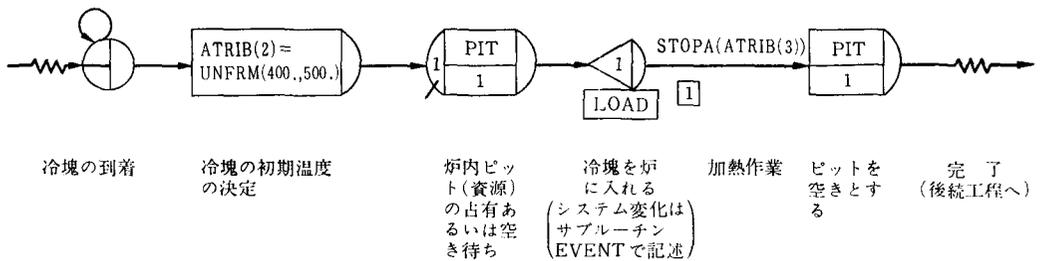


図 11 混合モデル

3) 混合モデル化が便利と考えられる例 [4, 6, 9]

連続型, ネットワーク型, 離散事象型の3つの併用が都合よいと考えられる例を紹介しておこう。ここでは問題の説明を中心にし詳細は上記文献にゆずろう。

以下の例は溶鉱炉の操業ポリシーの決定にあたってシミュレーションを活用しようというもので、具体的には溶鉱炉内の鑄塊の温度変化が、第*i*鑄塊の温度を  $h_i$ 、加熱時定数を  $C_i$ 、炉の温度を  $H$  とすると、微分方程式

$$dh_i/dt = (H - h_i) * C_i$$

により定まり、また炉は加熱定数 0.2 で 2600°F になるよう加熱されており、したがって

$$dH/dt = (2600 - H) * 0.2$$

にしたがうものとしよう。圧延等の後続工程のために加熱されるべき鑄塊の到着パターンならびに到着時の温度分布が既知とする。炉内には鑄塊 10 個分のピットがあり、鑄塊到着時にこれらが全部使用中ならば鑄塊は一定温度を保つよう保管される。温度  $h_i$  の「冷塊」が温度  $H$  の炉に加えられると、 $(H - h_i)$  / (冷塊挿入時の炉中の鑄塊の個数) だけ炉の温度が下降する。

以上の設定で、「いずれかの鑄塊が 2200°F に達した時点で 2000°F 以上の鑄塊をすべて取り出す」というポリシーを採用した場合に、鑄塊の加熱時間や最終温度、炉の利用率、待ち時間等を分析したいとしよう。この問題の SLAM モデルの構成にあたり、鑄塊や炉の温度変化に対応する微分方程式は連続モデルのサブルーチン STATE により容易に記述され、炉内のピットを資源 (resource) と見なせば図 11 のように簡単なネットワークができる。ただし冷塊挿入時のシステム変化はやや複雑になるので、ここでは ENTER ノード (ENTER 番号は 1) を加え冷塊挿入時の不連続的变化をサブルーチン EVENT (引数 1 の場合) により記述する形をとっている。次に、鑄塊が 2200°F に達したかの判定は前述の制御文 SEVNT を用いればよく、2200°F に達した時点でサブルーチン EVENT (この時の引数の値は SEV

NT 文の事象番号に対応) がよばれ、ここで 2000°F に達した鑄塊をすべて取り出せばよい。上記ポリシーの場合、加熱時間はあらかじめわからないのであるが、図 11 の EVENT ノードに続く活動の長さを示す STOPA (NTC) はネットワーク・モデルと離散事象モデルとのもう一つの結合のしかたを示し、離散事象モデル処理中に組み込みサブルーチン STOPA を引数 NTC としてよべば、活動時間が STOPA で指定され、しかもその引数が同一の値をもつ活動を終了させることができる。

9. ソフトウェアおよびマニュアル

筑波大学の MELCOM COSMO III で使用中の SLAM II は、プロセッサのロード・モジュールの大きさが約 300K バイト (1 語 = 4 バイトとして 75K 語弱) である。なおオーバーレイを用いれば大きさを 150K バイト程度まで落とすことができる。以上はファイリングシステム (前回 §4 参照) の配列 NSET/QSET の大きさを 5000 とし、ユーザ・ルーチンがダミー (何もしない) の場合であり、その他の主な最大制約は以下の通りである：ノード数 = 500, ファイル数 = 100, 属性数 = 100, 資源の種類 = 75, ゲイト数 = 25, 異なる擬似乱数の流れ = 10, 状態方程式の本数 = 100 (計算機容量等に応じてこれらの値を変更することは可能である。)

ソフトウェアは互換性を考慮して 1966 ANSI FORT RAN に準拠して書かれており、擬似乱数生成プログラムのみ計算機に依存する可能性がある。筆者の経験 (在米中は別の計算機で SLAM を使用) では、計算機にのせる上で問題はなくテープ読み取りを含め数時間 (ノーエラー) で作業が完了した。ただし、1 語に 4 文字記憶できない計算機の場合は多少面倒がおこることに注意しておく (IBM タイプの 1 語 4 バイトの計算機ならば問題はない)。ソフトウェアはユーザ・サブプログラム (7 つ) のダミーを含めて約 120 のサブプログラムからなるが、この 2/3 に当たる 80 は事象処理、結果出力等においてユー

ザがよぶことができる。

マニュアルとしては SLAM 紹介のテキストを兼ねる [9] がある。誤植や「例題的な例」が多いこと(各章末には相当数の問題あり)、またテキストの冗長性など不満がないわけではないが SLAM を習得・利用する上で不可欠なものである(筆者は日本語版作成中)。このほかに [7, 8] が備えられている。

## 10. ま と め

以上 2 回にわたり既存の 3 大シミュレーション言語、GPSS, SIMSCRIPT, DYNAMO 的機能を併せもつ新言語 SLAM を紹介したが、その学問的意味はさておき実用上の意義は大きく、これがこの言語の急成長につながっていると考えられる。筆者のコンサルティング経験では、企業経営に関連するシミュレーション・モデル化のプロセスは、一般に「単純から複雑へ」と移行する。これは往々にしてモデル作成者(ORワーカー)が、モデル化の対象となるシステムに完全に精通しているわけではなく、他方、システムをよく知っている者(たとえば現場の人)がシステムをモデル作成者に十分に説明できない(現場の者にとって当たり前と考えられることがモデル作成者に伝えられなかったりする)ことに起因することが多い。こうした状況においては、多くの場合、まず簡単なモデルを構築し、得られた結果をもとにセデルを精密化してゆくというプロセスが発生する。これは具体的なモデルの実行結果を見、分析することによってはじめて現場の者にモデルの誤まりや不完全さがわかることが多いからである。この場合、議論がモデルの「中身」におよぶことは必定であり、この際モデル説明の容易さがきわめて重要なポイントとなる。こうした単純から複雑へのモデルの「進化プロセス」への対応と説明の容易さは、言語選定と密接に関係し、シミュレーション・プロジェクトの成否に大きな影響を与える。ネットワーク・モデルの説明力と離散事象/連続型モデル化の柔軟性を併せもつ SLAM は、モデル化成功への 2 大要件を満足

すると言えよう。

SLAM は実用性とともシミュレーションならびに簡単な計算機教育道具としての価値をもつと考えられる。SLAM 自身が GPSS, DYNAMO ほどポピュラーではなくとも、1 言語で 3 大言語の「考え方」(もちろん具体的な文法は異なるが)を習得させられるとなれば便利である。しかも SLAM の場合ソースが FORTRAN で容易にアクセスできる点は大変な魅力と言えよう。

最後に今までに筆者が気づいた SLAM の弱みは：

- 連続型モデルでは微分方程式を解く以外の作業についてはユーザまかせで、たとえば DYNAMO のように「遅れ」の概念などなく、レベル・ライトの区別もない。
- 基本的に外部ファイルを使用しないためにシステム内に存在する要素数に限度(およそ数千のオーダー)がある。

## 参 考 文 献

- [4] Ashour, S. and Bindingnavle, S.: An optimal design of a soaking-pit rolling-mill system, *Simulation*, Vol. 18, No. 6, June 1972, pp. 207-214
- [5] 森戸: 新動向のシミュレーション言語——SLAM (1), オペレーションズ・リサーチ, Vol. 26, No. 10, Oct. 1981, pp. 597-602
- [6] Pegden, C. D. and Pritsker, A. A. B.: SLAM: simulation language for alternative modeling, *Simulation*, Vol. 25, No. 11, November 1979, pp. 145-157
- [7] Pritsker & Associates, Inc., SLAM II: Enhanced Simulation Capabilities, June 1981
- [8] Pritsker & Associates, Inc., Technical Reference Manual for SLAM, July 1980
- [9] Pritsker, A. A. B. and Pegden, C. D., Introduction to Simulation and SLAM, Halsted Press, 1979

## 昭和 56 年度 OR 学会賞候補の推薦依頼について 表彰委員会

本学会には次の 4 つの賞が設定されており、毎年春(4~5 月頃)の総会において表彰されています。

- (1) **文献賞** 原則として前年中に発表された論文を対象とし、40 才未満の若手研究者に贈られます。
- (2) **事例研究奨励賞** 比較的最近、本学会の会誌または研究発表会等によって発表された事例研究を対象とします。
- (3) **実施賞** OR の実施を意欲的にすすめている企

業等に贈られます。

- (4) **普及賞** OR の普及に貢献した個人または企業等に贈られます。

これら各賞の候補推薦は広く会員各位からお受けしておりますが、今年度もよろしくお願いたします。やや詳しい要領などは 12 月号でお知らせいたしますが、推薦には所定の用紙がございますので、ご希望の方は事務局までご連絡ください。なお、推薦の締切は 1 月末頃を予定しております。