



モザイク的グラフィックスとその GPSS プログラミングへの応用*

酒井隆司** 田畑孝一** 大野豊**

Abstract

We propose a "mosaic technique" for handling of a figure on CRT. We assume a net of equal-sized rectangular meshes over a sufficiently wide plane, and prepare various kinds of figure elements, named "mosaics", each of which just fits a mesh unit. We construct a picture with these mosaics on the screen of CRT—a part of the plane. The entire picture is usually larger than the screen of CRT and then we adopt a "mosaic windowing technique".

The frame of window always overlaps the boundary of meshes, so that it is not necessary to use complex clipping algorithm used in the common windowing technique. Searching the information of the position of mosaics, we can easily display all mosaics that exist within the frame of window.

The GPSS flowchart which is drawn on the CRT with the mosaic technique is automatically translated into a GPSS source program.

1. ま え が き

グラフィックスを用いて、絵(平面図)を画面から入力する場合、

- (1) 画面上にどのように絵を描くか、
- (2) 一画面に入りきれない絵をどのように取扱うか。

の2点が問題となる。

(1)については、代表的なものに IBM 2250 ディスプレイ装置を用いた方法がある¹⁾。これによらず GRAF (Graphics Addition to FORTRAN) 言語によって絵の構成要素(画素片)を用意する。これら用意された画素片からその一つがファンクション・キーボードにより選択されて画面に表示されるがその位置については、別の Dot-Grid ルーチンでライトペンを用いて指示する。画面上にはラスターモード式に1/2 インチ間隔の(正方)格子がドットで表示されていて、これらの一つをライトペンでヒットすることにより画素片の表示位置が決定される。この方法は有力

な絵の入力方法の一つであるが、(2)の点については必ずしも充分な考慮が払われていないようである。

(2)については、普通、画面のページングあるいはウインドウイングが主として利用されている。しかし前者は2ページ以上(上下または左右)にまたがる絵の取扱いに難点がある。後者は望ましい方法であるが、それを真正面に取り入れると非常に手の込んだウインドウイング・ソフトウェア手法(または高価なハードウェア手法)が要求される。

モザイク的手法は、上の2点を満足するグラフィック入力の有効な一手法として提案されたものである。またこの手法を GPSS のブロック図を画面上に描くことに応用し、それによって GPSS のプログラミングを柔軟に行えるシステムを開発した。

グラフィックスを用いて GPSS のプログラミングを行うシステムとして、金田・島田によるシステム²⁾があるが、彼らの方法によれば、(1)については、グラフィックス画面の片端にあらかじめ用意された GPSS のブロックの1つをライトペンでピックして、任意の点に移動することによって該当するブロック図を指定した場所に表示する。(2)については、画面が一杯になる前に接続表示ボックスブロックを作って、変数としてボックス名を付けて新しい画面を指定しなけ

* Graphics with Mosaic Technique and Its Application to GPSS Programming. Takashi SAKAI, Koh-ichi TABATA and Yutaka OHNO (Department of Information Science, Kyoto University).

** 京都大学工学部情報工学教室

ればならない。

それに対して、我々の場合は、一枚の大きな紙を想定して、その上へフローチャートを描き、CRT 上には、そのある一部分をウインドウングして表示する考えをとり、金田・島田のシステムの不便さを改善している。

2. モザイク的手法を用いたグラフィックス

2.1 モザイク的手法

無限の大きさの平面を仮定し、その平面全体にわたって一定の大きさの長方形のます目を基盤目状に仮定しておく（ます目の大きさは1画面 $5 \times 8 = 40$ ます目に相当する大きさ）。このます目にちょうどあてはまる大きさで、あらかじめ種々の絵の構成要素を描いた画素片（これをモザイクという）を用意しておく。一つの大きな絵をつくる場合、このモザイクをます目にはめ込んでゆくと考え。

画面上にあらわれている部分は、無限の大きさの平面の一部で、ウインドウングされていると考えるが、ウインドウの枠は上下左右ともいずれかのます目の境界に一致させているので、一般のクリッピングに必要な複雑な手続きは必要ない。

2.2 ワーキングボックス

画面上を自由に動き、任意のます目を指示できるワーキングボックスが用意されている。これは画面上ではます目の大きさに一致する破線を辺とする長方形である。注目したます目が、このワーキングボックスの内部、上、下、左、右のどれになるかをライトペンで指示しながら、上述の種々の模様をモザイクをあてはめ、寄せ集めて一つの絵を構成する。もちろん、置換、消去、挿入もこのワーキングボックスを用いて可能である。

ワーキングボックスを画面の上、下、左、右の枠外へ移動させようとする時、画面が逆に下、上、右、左に1ます動いて、等価的にワーキングボックスが1ます動いたことになる。この操作は、したがって、ウインドウングの操作をも兼ねている。

2.3 絵のデータ構造

構成した絵は、それに実際に用いたモザイクの情報のみを記憶しておけばよいので、全体としての記憶容量は少なくすむ（使用したモザイクの数のみに依存する）。空白のます目に関する情報は何も記憶する必要がないので、平面は実質的に無限に広いと考えることができる。

3. GPSS プログラミングシステム

前章で述べたモザイクの手法を用いて、CRT 上に GPSS フローチャートを作成し、出来上がったフローチャートから GPSS ソース言語プログラムへの変換を行うシステムを開発した。

ユーザは、シミュレーション言語を用いた複雑なプログラムを作るかわりに、感覚的に目で見て理解しやすい図形的なブロック図のフローチャートを作ればよい。

3.1 入力方式

ユーザは、CRT 上に順次フローチャートを作成してゆくわけであるが、新しく入力したり、すでに入力されているシミュレーションモデルに対する変更も任意に行うことができる。

新しいブロック図の追加や変更の入力操作は、ライトペン、キーボードにより行い、紙テープに保存されているフローチャートのデータ（本システムにおいては後日の再編集などのためにモデルを紙テープに保存させることができる）の読み込みには PTR を用いる。

(1) フローチャート作成

画面下部に図形要素（GPSS のブロック図及びフローを示す直線、屈曲線）および処理方法（削除処理など）をメニューとして表示する。そこで、メニューに表示されたものをライトペンでヒットし、ヒットされたブロック図をワーキングボックスを用いて、画面上の任意のます目にはめ込んでゆき、あるいは削除、変更してフローチャートを構成する。

Fig. 1 は、ブロック図の挿入を示している。メニューで ADVA をピックし、次にワーキングボックスの下方のポイントをヒットすれば、ADVANCE ブロックが図のように挿入され、SEIZ と TRNS ブロックの間にはひずみをなくするため棒線のモザイクが自動的に補足される。

Fig. 2 (次頁参照) は、ブロック図の削除を示して

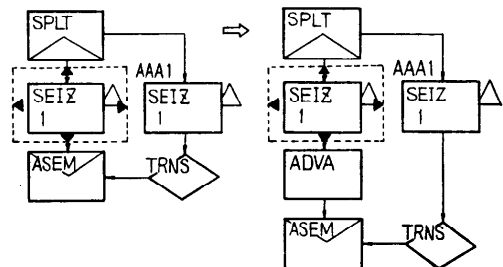


Fig. 1 Insertion of a block

いる。メニューで \$DEL をヒットし、次にワーキングボックスの下方のポイントをヒットする。この場合もひずみをなくすため、消去された SEIZ ブロックの代りに棒線のブロックが自動的に補足されている。

(2) パラメータの入力

ワーキングボックスの中に入っているブロック図に対して、キーボードより、ラベル、フィールド値を、任意の時に入力、変更することができる (Fig. 3)。

(3) システム変数の入力

GPSS には、FUNCTION とか VARIABLE とか TABLE などのシステム変数がある。これらはフローチャートとして書き表わせないので、フローチャートが変換されてできるソース言語リスト (これは望みのときに画面に表示される) にキーボードより書き込むようにしてある。

3.2 出力方式

本システムは、GPSS ソース言語プログラムの作成システムであり、出力は GPSS のソースプログラムを紙テープに出力する。これを用いて、別の中型計算機でシミュレーションを実行させる。

なおモデルの保存として、フローチャートの絵としての情報を紙テープに出力させることができ、後日の変更の時に利用する。

3.3 GPSS プログラム編集

CRT 上にフローチャートを描くことにより、別の

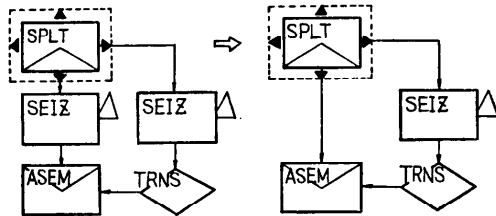


Fig. 2 Deletion of a block

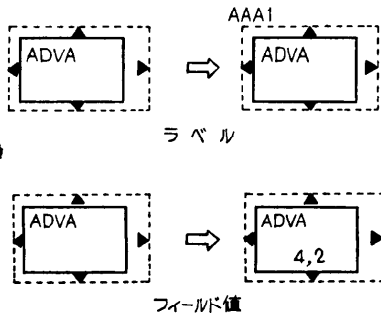


Fig. 3 Input of parameters

計算機でシミュレーションを実行させるためのテープを編集する。シミュレーションの結果により、ステップバイステップにテープの再編集も行い得るようにした。

なお、フローチャート表示画面とソース言語リスト表示画面は、Fig. 4 のような指示でどちらも自由に見ることができる。

(1) フローチャート表示画面

CRT 上に GPSS のブロック図を描き、それにラベル、フィールド値を記入して GPSS フローチャートを作成する。ラベル、フィールド値は任意の時に、任意のブロックの中へ書き込むことができる。

画面上に表示されている図は、大きな一枚の紙のある部分をウインドウングして出した部分であり、ウインドウは上、下、左、右の方向へ自由にとることができる。

(2) ソース言語リスト表示画面

GPSS フローチャートをソース言語プログラムに変換し、それを画面上に出す。フローチャートでは書き表わせないシステム変数をこの画面から入力する。

画面上には長いリストの一部分が出ており、上下の方向へウインドウをとることができる。

4. データ構造とディスプレイファイル

4.1 モザイクのデータ

構成した絵は、それに実際に用いたモザイクの情報のみを記憶しておけばよい。各モザイクの持つ情報は次の5つが必要である。これらは、モザイクがはめ込まれた順番に従って順次コアの中へ格納されていく (Fig. 5 (次頁参照))。

- M1 モザイクがまず目のどの位置にはめ込まれているか、その座標。
- M2 モザイクの画素の情報 (GPSS のブロック図の情報) と、上、下、左、右のモザイクとのつ

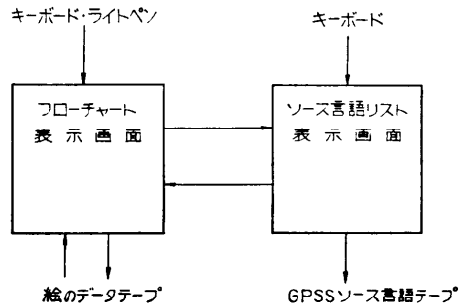


Fig. 4 Editing of GPSS program

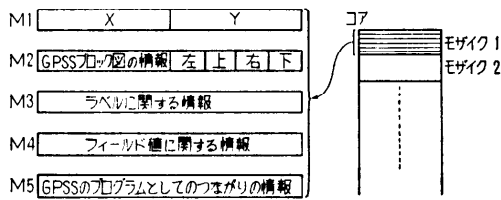


Fig. 5 Data structure of mosaics

ながりの情報.

- M3 GPSSS のラベルとしての情報.
- M4 GPSSS のフィールド値としての情報.
- M5 GPSSS のソース言語プログラムとしてのつながりの情報.

M1を調べるにより、ウィンドウイングされて画面上に表示されるべきモザイクを見出すことができる。

M2により、全体の絵を構成してゆき、上、下、左、右のモザイクとのつながりの情報をもとにして、ブロック図どうしのつながりを矢印で表示している。

M5はフローチャートをソース言語プログラムに変換する際に利用する。

M3～M5は通常ポインタである。

4.2 ディスプレイリスト

CRT上に絵を表現するために、ハードウェアの機構を動かす制御プログラムを作成する。

(1) ディスプレイ・サブルーチン

CRT上に所要の外部表現を表示するため陰極線ビームの位置や輝度を制御して、図形、数字、アルファベット、記号を実際に描かせる命令群である。これらはすべてサブルーチン・パッケージの形になっており、その絵を表示したいときには、その番地へジャンプする命令を用いればよい。

(2) ディスプレイファイル

大きなフローチャートをウィンドウイングして、その枠内に入っているモザイクをCRT上に表示するためのファイル。これは画面上に表示するます目の個数(5×8=40個)分だけ必要である。それぞれが画面上のどのます目に対応しているかを決めておく(Fig. 6)。

CRT上に表示されている絵をウィンドウイングして移動させたときや、新しくモザイクをはめ込んだときは、前述のモザイクのデータのうちM1(位置に関する情報)を調べて、ウィンドウの枠内に入っているモザイクに対しては、その座標に相当するディスプレイファイルの位置へ各モザイクの図形要素(ブロック

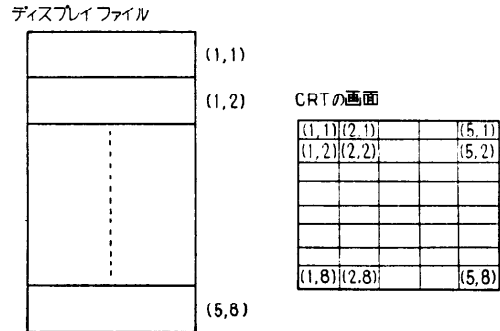


Fig. 6 Correspondence of the display file to the screen of CRT

図を描かせる命令)を入れてゆく。

ディスプレイファイルは、画面が変化するたびに新しく作りかえるのであるが、この作りかえに要する手続きは、座標だけを調べて該当するモザイクについてだけ表示すればよいので、簡単で、実際のプログラム実行時には、ごくわずかな計算時間しか要さない。

5. GPSSS ソース言語プログラムへの変換

GPSSSのフローチャートを、一枚の大きな紙を想定して、その上へ、モザイク的手法を用いて作成し、その2次元的なフローチャートをGPSSSソース言語リストに自動的に変換し、実際に計算機で実行できる形にしようとするものである。

画面上で2つ以上にフローが分岐している場合、ソースプログラムへの変換アルゴリズムには、少々工夫を要した。

5.1 分岐しないブロック命令

ADVANCE, SEIZEなど通常のブロック命令は、次に進むブロックは一つだけで分岐はしない。フローチャートに書いたとき、次に進むブロック命令とは矢印の行先のブロック命令のことである。そこで、分岐しないブロック命令では、フローチャートでのつながりをそのままソース言語リストのつながりとみることができる。

5.2 分岐するブロック命令

分岐するブロック命令としては、GATE, LOOP, SPLIT, TEST, TRANSFERなどがあげられる。

これらの命令を用いてフローを分岐させる場合、分岐先は、アドレス(通常ラベル)を用いて、分岐命令の特定フィールドで指定されている。そこで、特定フィールドで指定されていない次に続くブロック図

(GATE, TEST の場合などは, 判定した結果, 真のとき進むブロック) をメインルートと考え, ソース言語リストに変換する際, 分岐命令のすぐ次に来るようにする. 特定のフィールドでアドレスを指定されている分岐先は, サブルートとして切り離して考える.

5.3 ソース言語リストへの変換

以上のように考えてゆくと, 分岐命令があった場合

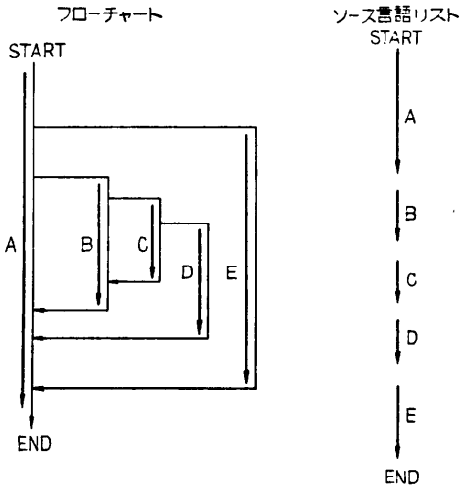


Fig. 7 Translation of the flowchart to the list of the source language

分岐先のブロックは切り離して考え, Fig. 7 のように矢印で下方につながっているブロック命令を一連のつながりとして扱い, それを何本もつくり, 最後にそれらを一本にまとめあげるとソース言語リストが出来上がる.

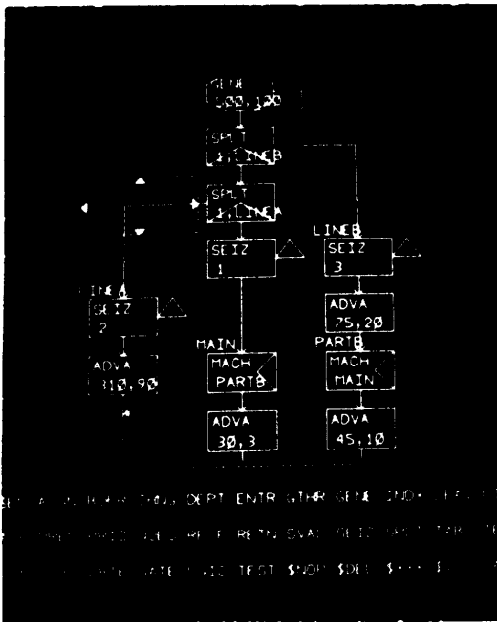
6. 例題

CRT 上に描かれたフローチャートを Fig. 8 a, Fig. 8 b に示す. Fig. 8 a, Fig. 8 b は1つのフローチャートをそれぞれワーキングボックスの位置をかえて見たものである. 絵としてのつながりは Fig. 8 a の下に Fig. 8 b がつながっている.

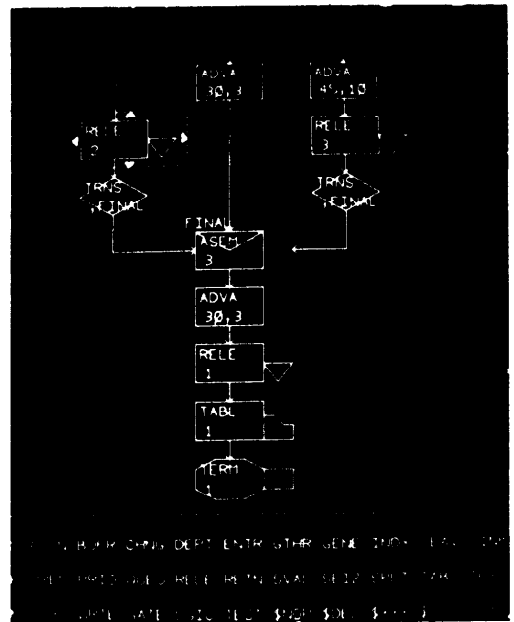
このフローチャートを自動的に, GPSS ソース言語プログラムに変換し, CRT 上に表示したものを Fig. 9 (次頁参照) に示す.

7. むすび

絵 (平面図) は, 大きさ形の一定な, 図形要素の異なるモザイクの寄せ集めたもので構成されているとみなし, CRT 上に絵を描いていく一つの方法として, モザイク的手法を考えた. このモザイク的手法は, 一般の絵を描くことに関しては, かなりの制限があるが, プログラムのフローチャートや配線図・配管図などの作成に関しては, たいへん有効な手法で便利である.



(a)



(b)

Fig. 8 Display of GPSS flowchart with mosaic technique

```

GPSS SOURCE PROGRAM LIST
LINE 100  START
LINE 101  GENERATE 100,1000
LINE 102  SPL IT 1 LINE B
LINE 103  SPL IT 1 LINE A
LINE 104  SEIZE 1
LINE 105  MATCH PARTB
LINE 106  ADVANCE 10,1
LINE 107  ASSEMBLE 1
LINE 108  ADVANCE 10,1
LINE 109  RELEASE 1
LINE 110  TABULATE 1
LINE 111  TERMINATE 1
LINE 112  SEIZE 2
LINE 113  ADVANCE 10,10
LINE 114  RELEASE 2
LINE 115  TRANSFER 1 LINE A
LINE 116  SEIZE 3
LINE 117  ADVANCE 10,10
LINE 118  MATCH PARTB
LINE 119  ADVANCE 10,10
LINE 120  RELEASE 3
LINE 121  TRANSFER 1 LINE A
LINE 122  TABLE 10,10,10,100
LINE 123  START 1000
LINE 124  END

```

Fig. 9 Display of GPSS source program list translated from Fig. 8

モザイク的手法を応用した本システムにおいては、次の機能

- (1) プログラムのフローチャートを、あたかも一枚の大きな紙の上へ描くように、CRT 上で自

由に書き込める、

- (2) ユーザは感覚的に理解しやすいブロック図を CRT 上に描くだけで、シミュレーション実行のための GPSS ソースプログラムに変換される、

を持たせることにより、ユーザはシステムと対話しながら、容易に GPSS のプログラムを作成することができるようになった。

GPSS のソース言語プログラムは紙テープに出力しているが、また、中型計算機にオンラインで送り、シミュレーションを実行させることも可能である。

この研究は、一部文部省科学研究費による。

参考文献

- 1) E.D. Berhold, M.P. Berhold and L.P. Mcnamee: Structured Operational Data Sets from Arbitrarily Arranged Computer Graphic Symbols, Advanced Computer Graphics—Economics Techniques and Applications, by R.D. Parslow and R. Elliot Green, Plenum Press, London and New York, pp. 161-178 (1971).
- 2) 金田悠紀夫, 島田俊夫: 対話形グラフィック・シミュレーション・システム, 情報処理, Vol. 13, No. 10, pp. 665~672 (1972).

(昭和50年5月26日受付)
(昭和50年12月19日再受付)