

## プログラムのページ

担当 吉 沢 正

### 7006 FORTRAN による図形の記憶法

水島章次 (中部工業大学・工学部)

#### 1. はしがき

図形を二次元メッシュの点 (1 または 0 の値をとる) の集まり (以下図形と書く) としてあらわし、計算機で処理する場合、異なった図形を多く記憶させることができる。このような図形を記憶させるには、1 点につき 1 ビットあればよく、内部メモリを効率よく使用する必要がある。一般に、FORTRAN 語のようなコンパイラ言語によるプログラムでは、1 点につき 1 変数を使用すると、たちまちメモリ不足を生ずる。そこで、FORTRAN 語のプログラムで効率よく図形を記憶させる方法を考えたので、以下に述べる。

#### 2. 方法

FORTRAN 語の配列であらわされるいくつかの図形を、1 つの配列に記憶させることを考える。以下の説明を簡単にするために、つぎのような記号を用いる。

$l$ : 図形の名前で  $M^2$  個の点から形成されている。

$e_l(j)$ : 図形  $l$  を形成する点の値。ここに、 $(j)$  は 点に適当につけられた通し番号である。

$E_l$ :  $e_l(j)$  を第  $j$  成分とする  $M^2$  次元ベクトル。

$t$ : 適当な値をもつ 2 進数。

$i$ :  $t$  の最下位の桁から順につけた通し番号。

$t_i$ :  $t$  の  $i$  番目の桁の値。

$e_l^{(i)}(j)$ :  $e_l(j)$  に  $2^{i-1}$  を乗じた値。

$E_l^{(i)}$ :  $e_l^{(i)}(j)$  を第  $j$  成分とする  $M^2$  次元ベクトル。

$r^{(v)}(j)$ : すでに記憶された図形の  $j$  番目の点の状態  $(v)$  をあらわし、 $\sum e_l^{(i)}(j)$  なる値をもつ。

$R^{(v)}$ :  $r^{(v)}(j)$  を第  $j$  成分とする  $M^2$  次元ベクトル。

いま、 $t$  において  $t_{i+1}$  以外は 0 であったとして 10 進変換すれば  $t_{i+1} \cdot 2^i$  なる値となる。同様に  $t_i$  について考えれば  $t_i \cdot 2^{i-1}$  となる。この 2 つの 10 進化された値の和は、当然それぞれの 2 進数の和の 10 進化したものと同じである。FORTRAN 語では通常 10 進

演算が主であるから、10 進演算で上述した 2 進演算と同等のことは行ない、図形の 1 点を 1 桁に記憶することを考える。

$e_l(j)$ ,  $e_l^{(i)}(j)$ ,  $r^{(v)}(j)$  は 10 進数で与えられるが、2 進法の計算機ではいくつかのビットをまとめて 1 語としているので、符号の桁を除けば、これらは  $t$  と同じ状態と見てよい。そこで、いま、 $r^{(v)}(j) = t_{i+1} \cdot 2^i$  であるとし、 $e_l(j)$  を  $r^{(v)}(j)$  の 2 進表示における  $i$  桁目に記憶するためには、 $e_l^{(i)}(j) = e_l(j) \cdot 2^{i-1}$  なる演算後、 $r^{(v)}(j)$  と  $e_l^{(i)}(j)$  の和をとればよい。以上述べたことを図で示せば図 1 のようである。

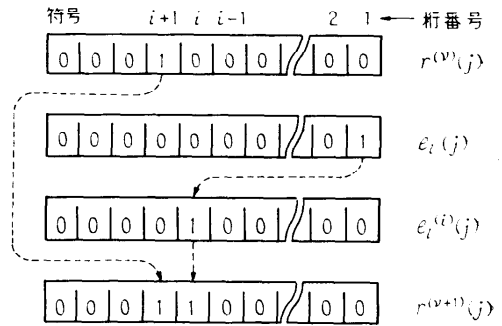


図 1 値の変換と記憶状態

同様に全成分について考えれば

$$E_l^{(i)} = 2^{i-1} \cdot E_l \tag{1}$$

$$R^{(v+1)} = R^{(v)} + E_l^{(i)} \tag{2}$$

ただし、 $R^{(0)} = 0$

を得る。この (1), (2) 式を用いれば、1 つの配列に、1 語を構成するビットの数 (符号のビットを除く) だけ図形の組を記憶することができる。

つぎに、多量の記憶と同時に、特定の図形  $l$  の分離も容易でなければならぬ。いま、 $e_l(j)$  が  $r^{(v)}(j)$  の  $i$  桁目に記憶されているとし、 $r^{(v)}(j)$  を使用した最大の桁の番号を  $n$  とすれば

$$v_{k+1} = v_k - \begin{cases} 2^{n-k}(2^{n-k} \leq v_k \leq 2^{n-k+1} - 1 \text{ のとき}) \\ 0 \text{ (} v_k < 2^{n-k} \text{ のとき)} \end{cases} \tag{3}$$

ただし、 $v_1 = r^{(v)}(j)$ ,  $k = 1, 2, \dots, n-i$

により、 $v_{n-i+1}$  は  $r^{(i)}$  の第  $i$  桁以上の桁はすべて 0 になる。そこで、この  $v_{n-i+1}$  についてつぎの (4) 式を適用すれば、 $e_i(j)$  の値が求まる。

$$\left. \begin{aligned} v_{n-i+1} < 2^{i-1} & \text{ のとき } e_i(j) = 0 \\ 2^{i-1} \leq v_{n-i+1} \leq 2^i - 1 & \text{ のとき } e_i(j) = 1 \end{aligned} \right\} (4)$$

この (3), (4) 式を  $R^{(i)}$  の全成分に適用すれば  $E_i$  が求まり、図形  $l$  の分離となる。

さらに、1 度記憶した図形  $l$  が不用になり、新たな図形のための場所を作るため、 $l$  を消去する必要がある。いま消去した  $n$  図形  $l$  が  $i$  桁目にあるとすれば、(3), (4) 式を用いて  $E_i$  を求めることができ、さらに (1) 式により  $E_i^{(i)}$  を求める。そして、(2) 式の和を差にして

$$R^{(i+1)} = R^{(i)} - E_i^{(i)} \quad (5)$$

なる演算を行えば、第  $i$  桁の図形  $l$  は消去された状態になり、新たに使用することができる。つぎに (1) ~ (5) 式を使用して作ったプログラムについて述べる。

### 3. プログラムの説明

#### 1) プログラムに使用した変数名

$E$ :  $E_i$ , 整数型 2 次元配列。

$R$ :  $R^{(i)}$ , 整数型 2 次元配列。

$M$ :  $E, R$  の大きさ, 整数型変数。

$I$ : 桁番号  $i$ , 整数型変数

$N$ : 使用した最大桁番号  $n$ , 整数型変数。

$IND$ : 記憶, 消去の指定, 整数型変数。

その他: 作業のための変数, FORTRAN 文法に従う。

#### 2) KIOKU プログラム (図 2)

FACOM 270-20/30 FORTRAN LIST V-002 L-007/690701

```

SUBROUTINE KIOKU(E,R,M,I,IND)
  INTEGER E,R
  DIMENSION E(M,M),R(M,M)
  IWS=2** (I-1)
  IF(IND.EQ.0) GO TO 1000
  IWS=-IWS
  CALL BUNRI(E,R,M,I,IND)
1000 CONTINUE
  DO 1100 J=1,M
  DO 1100 K=1,M
    R(J,K)=R(J,K)+IWS*E(J,K)
1100 CONTINUE
  RETURN
  END
    
```

図 2 KIOKU プログラム

(1), (2) および (5) 式を使用したプログラムで  $R$  はメインルーチンで初期値 0 にする必要がある。なお、 $IND$  は値 0 で記憶を、値  $N$  で消去を意味す

る。 $IND=0$  のとき  $E$  の内容は保存され、 $IND=N$  のときに  $E$  には消去した図形がはいっている。なお、本プログラムではつぎに述べる BUNRI プログラムを使用している。

#### 3) BUNRI プログラム (図 3)

FACOM 270-20/30 FORTRAN LIST V-002 L-007/690701

```

SUBROUTINE BUNRI(E,R,M,I,N)
  INTEGER E,R,V
  DIMENSION E(M,M),R(M,M)
  IWS=2** (I-1)
  JWS=2** I-1
  DO 1200 II=1,M
  DO 1200 JJ=1,M
    V=R(II,JJ)
    IF (I.EQ.N) GO TO 1100
    NI=N-I
    DO 1000 K=1,NI
      NK=2** (N-K)
      IF (V.GE.NK.AND.V.LE.NK*2-1) V=V-NK
1000 CONTINUE
1100 CONTINUE
    IF (V.LT.IWS) E(II,JJ)=0
    IF (V.GE.IWS.AND.V.LE.JWS) E(II,JJ)=1
1200 CONTINUE
  RETURN
  END
    
```

図 3 BUNRI プログラム

(3), (4) 式を使用したプログラムで、 $E$  には分離した図形がはいり、 $R$  はそのまま保存されている。

#### 4) 使用例 (図 4)

\*\*\*\*\* INPUT PATTERN \*\*\*\*\*

(I= 1)	(I= 2)	(I= 3)	(I= 4)	(I= 5)
011110	000100	011110	111111	000100
100001	001100	100001	000010	001100
100001	000100	000010	000110	010100
100001	000100	011100	000001	111111
011110	011111	111111	111110	000100

(I= 6)	(I= 7)	(I= 8)	(I= 9)	(I=10)
111111	011111	111111	011110	011110
100000	100000	000010	100001	100001
111110	111110	000100	011110	011111
000001	100001	001000	100001	000001
000001	100001	010000	100001	100001
111110	011110	100000	011110	011110

\*\*\*\*\* R \*\*\*\*\*

168	1005	1005	1023	1005	232
869	0	18	18	136	773
97	880	864	1018	876	513
337	20	148	22	16	889
837	128	0	18	0	873
172	879	879	895	879	6

図 4 記憶例

図に示したような 10 組の図形を記憶させたときの配列  $R$  の値を印刷したものである。この例に使用した計算数の FORTRAN では、整数型数は  $2^{15}-1$  が最大値で、1つの領域に 15 組の図形を記憶できる。

#### 4. あとがき

以上、FORTRAN 語のプログラムにおける図形記

憶法について述べた。このような方法では余分の処理時間を要するが、図形を処理する時間に比べるとあまり問題とならないと思う。

なお、本プログラムをテストした計算機は、中部工業大学電子計算機センターの FACOM 270/30 で、内部メモリは 16 キロ語 (16 ビット/語) である。

(昭和 45 年 4 月 27 日受付)

### 歴史研究委員会からのお知らせ

6 月号で歴史研究委員会準備会から本会に関心を持ち協力される方を募集いたしましたところ、多勢の方々からお問い合わせをいただきました。

そこで、正式に歴史研究委員会を発足させ、さっそく第 1 回の委員会をつぎのように開催いたしたいと思いますので、関心をお持ちの方はお集まり下さい。

#### 第 1 回 歴史研究委員会

日 時：10 月 9 日 (金) 5:30~7:30  
場 所： 機械振興会館内 会議室 (未定)  
議 題 ①研究計画について (野崎) (淵)  
②講 演 (講演者未定)

なお、本研究委員会の準備は、下記のメンバーが行なってまいりました。

末包 良太 (電子技術総合研究所), 戸川 隼人 (航空宇宙技術研究所), 西村真一郎 (富士通ファミコム), 野崎 昭弘 (東大教養学部), 矢島 敬二 (日本科学技術研修所), 淵 一博 (電子技術総合研究所), 真子ユリ子 (同)

○今後、本会は、偶数月の 3 日から 9 日までの間の金曜日に開催いたします。

○連絡先 学会事務局 (TEL) 434-8211 内 (347)

電子技術総合研究所

末包 (TEL) 581-0421 内 (342) 淵 (TEL) 434-8211 内 (424)

#### 歴史研究委員会からのお願い

本委員会は、情報処理学会の 10 周年を記念し、わが国における計算機および情報処理の技術の歴史を本格的に編集し、今後向かうべき方向付けをするのに寄与する目的で発足いたしました。

現在、本事業に着手しなければ、初期の部分に関する資料・証言が散逸するおそれがあるため、直ちに、これらの収集・保存を開始いたすことにいたしました。

さしあたり、つぎのような資料をお持ちの方は本委員会にご提供下さいますようお願いいたします (お貸し下さるだけでもけっこうです)。

1965 年までの、わが国の計算機の歴史に残すべき資料。

マニュアル、図面、写真、論文、社史等 (公開・非公開を問わず)

また、初期の計算機に関し、覚えていることをお話し下さる方はお申し出下さい。

ご提供いただいた資料は、客観主義を貫く編集方針のもとに編纂し、今後の技術史研究のための基礎資料となるものにいたしたいと思います。

さらに、今後は、インタビュー、座談会なども企画しておりますので、よろしくご協力下さいますようお願い申し上げます。