

ライフゲーム—その1 —Jの素朴なプログラム—

西川 利男

JAPLAの例会で2回にわたって、志村正人氏より「タートル・グラフィックス」、
「プログラムされた虫」のパズルとそのJプログラムについての発表があった。

掲載された「数学ゲーム」[1]の本には、コンウェイの有名な「ライフゲーム」も載
っている。

[1] マーチン・ガードナー著、一松信訳「マーチン・ガードナーの数学ゲームI」
別冊日経サイエンス、日経サイエンス社(2010).

ライフゲームは以前にもちょっと手がけたことがあるが、今回あらためて2回にわ
けてゆっくりやってみる。

第1回目は、まずは素朴な方法でJのプログラムを作った。それを元として、第2
回目には、Jのgridを利用したOOPプログラミングの例として、蓼科での実験テーマ
に向けて、作成、準備している。ご期待のほどを！

1. いろいろな平面図形パズル

志村氏の「タートル・グラフィックス(ロゴ)」と「プログラムされた虫」、そして
「ライフゲーム」など2次元の平面図形を使うパズルにはいろいろなものがある。

空飛ぶ鳥の目から見れば(3次元鳥瞰図、bird view)、全体のようにもすぐ分かる
ものの、地上を這うアリの目(2次元平面)からはまったく分からないというもので
ある。このような考え方で、次のように分類してみた。

盲(めくら)のゲーム……………タートル・グラフィックス

目明きのゲーム(目で見て判断)……………ライフゲーム、プログラムされた虫

ローカル座標、グローバル座標の切り替えの問題も含めて、「タートル・グラフィ
ックス」でどういう図形が出来上がるかを予想することは難しい。また、「プログラ
ムされた虫」も同様な意味で、志村氏は極めて難しいプログラミングを強いられたこ
とになったのだろう。

一方、「ライフゲーム」も似てはいるが、周囲の環境を目で見て、規則にしたがっ
て、次の動きを決めるゲームであることから、プログラム処理はずっと容易である。

2. ライフゲームとその規則

純粋数学者のコンウェイ(John Horton Conway)が発明した「ライフゲーム」は生物
の誕生や死滅を模した、一種のシミュレーションゲームである。

方眼のチェッカー盤に適当な数の石を置く。次にそれぞれのチェッカー盤のマス目
について以下の規則にしたがって、石を増やしたり、減らしたりする。

生存 周囲に2個、3個の石があれば、そのマス目の状態はそのまま存続する

死滅 周囲に0個、1個の石があれば、その石は死滅する

周囲が4個以上でも、その石は死滅する

誕生 周囲に3個の石があれば、そのマス目で石が誕生する

これを、チェッカー盤のすべてのマス目について調べ、処理を行って1つの状態とす
る。次にこれを元にさらに上の処理を行って次の状態とする。これを次々と続ける。

このようにして続けていくと、途中にいろいろ興味深いパターンが現れる。これがライフゲームである。

3. ライフゲームのJプログラム

3. 1 準備と簡単な例

ライフゲームのデータは1と0とから成る2次元の配列で示す。

まず、ある対象とする1つのセルの周囲を参照するインデックスが必要である。

```

indx =: 3 : 0
Y =. <"(0) y.
Y (,L:0) /"(0 1) Y
)
NB.   indx <: i. 3
NB. +-----+-----+-----+
NB. |_1 _1|_1 0|_1 1|
NB. +-----+-----+-----+
NB. |0 _1 |0 0 |0 1 |
NB. +-----+-----+-----+
NB. |1 _1 |1 0 |1 1 |
NB. +-----+-----+-----+

```

これを用いて、あるセルの周囲の値を取り出す関数 env を定義する。左引数のテスト配列に対して、右引数で指定したセルの周囲の値を取り出す。

```

env =: 3 : 0
:
BX =: indx <: i. 3
ind =. (, (<y.) +L:0 BX) -. (<y.)
ind { x.
)
NB.   i. 4 4           テストする配列
NB.   0 1 2 3
NB.   4 5 6 7
NB.   8 9 10 11
NB.  12 13 14 15
NB.   (i. 4 4) env (1, 1)   配列の要素(1, 1)の周囲の値を返す
NB.   0 1 2 4 6 8 9 10
NB.   (i. 4 4) env (1, 2)   配列の要素(1, 2)の周囲の値を返す
NB.   1 2 3 5 7 9 10 11

```

セルの1つの要素に対する先のライフゲームの規則は関数 lif で与えられる。

```

lif =: 3 : 0
:
ST =. +/ x. env y.           NB. セルの周囲の値の和
select. ST
  case. 0, 1 do. 0           NB. 死滅
  case. 2 do. (<y.) { x.     NB. 生存

```

```

    case. 3    do. 1          NB. 誕生
    fcase.    do. 0          NB. 死滅
end.
)

```

これをすべてのセルの要素にわたって、行う関数が life である。

```

life =: 3 : 0
DA =. y.
'M N' =. $ DA
DB =. }. "(1) }. (<:N) {."(1) (<:M) {." M index N
DC =. > DA lif L:0 DB
(0, "(1) 0, DC, 0) , "(1) 0
)

```

簡単な配列 DAO でやってみる。

```

DAO
0 0 0 0 0
0 1 0 0 0
0 1 0 0 0
0 0 1 0 0
0 0 0 0 0

```

これに関数 life を操作してみる。

```

life DAO
0 0 0 0 0
0 0 0 0 0
0 1 1 0 0
0 0 0 0 0
0 0 0 0 0

```

もう1回、関数 life を操作してみる。

```

life^:(2) DAO
0 0 0 0 0
0 0 0 0 0
0 0 0 0 0
0 0 0 0 0
0 0 0 0 0

```

すなわち、最初の曲がったデータの配列は life 操作で、ヨコの直線になり、さらに life 操作すると、死滅してしまった。

3. 2 便利なツールと実際のライフゲーム

今の場合、ライフゲームの初期値は1と0の配列で与えるが、次のイディオムの定義が便利である。

```

DAX =: ] ;._2 (0 : 0)
0 0 0 0 0
0 0 1 0 0
0 1 1 1 0

```


NB. Life Game
 NB. programmed by Toshio Nishikawa
 NB. 2011/6/1

```
indx =: 3 : 0
Y =. <"(0) y.
Y (,L:0) /"(0 1) Y
)
```

```
NB.   indx <: i. 3
NB. +-----+-----+-----+
NB. |_1 _1|_1 0|_1 1|
NB. +-----+-----+-----+
NB. |0 _1 |0 0 |0 1 |
NB. +-----+-----+-----+
NB. |1 _1 |1 0 |1 1 |
NB. +-----+-----+-----+
```

```
env =: 3 : 0
:
BX =: indx <: i.3
ind =. (,(<y.) +L:0 BX) -. (<y.)
ind { x.
)
```

```
NB.   i. 4 4
NB.  0 1 2 3
NB.  4 5 6 7
NB.  8 9 10 11
NB. 12 13 14 15
NB. Usage:
NB.   (i. 4 4) env (1, 1)
NB.  0 1 2 4 6 8 9 10
NB.   (i. 4 4) env (1, 2)
NB.  1 2 3 5 7 9 10 11
```

```
lif =: 3 : 0
:
ST =. +/ x. env y.
select. ST
  case. 0, 1 do. 0
  case. 2    do. (<y.) { x.
  case. 3    do. 1
  fcase.     do. 0
end.
```

```

)
life =: 3 : 0
DA =. y.
'M N' =. $ DA
DB =. }. "(1) }. (<:N) {."(1) (<:M) {." M index N
DC =. > DA lif L:0 DB
(0, "(1) 0, DC, 0) , "(1) 0
)

```

NB. number matrix data

```
DA0 =: 5 5$0 0 0 0 0, 0 1 0 0 0, 0 1 0 0 0, 0 0 1 0 0, 0 0 0 0 0
```

NB. DA1 is character matrix (5 x 9)

NB. if you want number matrix, then convert as ". DA1

```
DA1 =: ] ;._2 (0 : 0)
0 0 0 0 0
0 1 0 0 0
0 1 0 0 0
0 0 1 0 0
0 0 0 0 0
)
```

NB. Life Game Data /ライフゲーム p.34-5, Fig. a, b, d, e =====

```
LFAa =: ] ;._2 (0 : 0)
0 0 0 0 0
0 1 0 0 0
0 1 0 0 0
0 0 1 0 0
0 0 0 0 0
)
```

```
LFBb =: ] ;._2 (0 : 0)
0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0
0 1 1 1 1 0
0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0
)
```

```
LFBc =: ] ;._2 (0 : 0)
0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0
)
```

```

0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 1 1 1 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0
)

```

```

LF_glider =: ] ;._2 (0 : 0)
0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 1 0 0 0
0 0 0 1 1 1 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0
)

```

NB. Examples

```

NB. (life^(5) ". LFBe) {'_*'
NB. (life^(7) ". LFBe) {'_*'

```

```

expand =: 3 : 0
:
'm n a b' =. x.
MA =. y.
MB =. m {. 0 , ^:(a) MA
MC =. 0 , "(1)^(b) MB
n {. "(1) MC
)

```

NB. Usage:

```

NB. (10 16 3 4) expand (" DA1)
NB. 8 8 8 8 9 9 9 9 9 0 0 0 0 0 0 0
NB. 8 8 8 8 9 9 9 9 9 0 0 0 0 0 0 0
NB. 8 8 8 8 9 9 9 9 9 0 0 0 0 0 0 0
NB. 8 8 8 8 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 8 8 8 8 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 8 8 8 8 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 8 8 8 8 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 8 8 8 8 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

```

NB. 8 8 8 8 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 8 8 8 8 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

NB. (life^(0) (11 16 1 2) expand (" LFBe))
NB. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

NB. (life^(8) (11 16 1 2) expand (" LFBe))
NB. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NB. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

NB. (life^(8) (11 16 1 2) expand (" LFBe)) {'_*'
NB. _____
NB. _____
NB. _____*_____
NB. _____***_____
NB. _____*_*_*_____
NB. _____***_*_*_*_____
NB. _____*_*_*_____
NB. _____***_____
NB. _____*_____
NB. _____
NB. _____