Задание 3
Отчёт
по реализации Игра «Жизнь»

Ши Хуэй shihuicollapsor@gmail.com

1. Постановка задачи

Написать программу с использованием MPI, реализующую игру в жизнь.

1) Инициализировать начальное расположение живых клеток с помощью коллективных операций, метод инициализации произвольный.(например, можно сгененировать начальные точки структур-глайдеров)

2) Провести K итераций игры

3) Начиная с K-ой итерации, если на каком-либо процессе число живых клеток на i-ой и i+1-ой итерациях игры совпадает, остановить игру на всей клеточной области, вывести общее число живых клеток в конце. Коммуникацию в данном случае также вести с помощью коллективных операций.

2. Формат командной строки

```
mpic++ -std=c++11 -g -Wl,-rpath=/home_edu/edu-cmc-sqi22/edu-cmc-sqi22-29/sem07
mpiP-3.5 -L /home_edu/edu-cmc-sqi22/edu-cmc-sqi22-29/sem07/mpiP-3.5 -lmpiP
life_game_mpi.cpp -o work8
```

```
mpisubmit.pl -p 4 -w 00:05 ./work8
```

3. Спецификация системы

- Operating system : Linux 6.8.0-45-generic
- Vendor string and code : GenuineIntel (1, 0x1)
- Model string and code : Intel(R) Core(TM) i7-10750H CPU @ 2.60GHz (165, 0xa5)
- CPU revision : 2.000000
- CPUID : Family/Model/Stepping 6/165/2, 0x06/0xa5/0x02
- CPU Max MHz : 5000
- CPU Min MHz : 800
- Total cores : 12
- SMT threads per core : 2
- Cores per socket : 6
- Sockets : 1
- Cores per NUMA region : 12
- NUMA regions : 1

- Running in a VM   : no
- Number Hardware Counters : 10
- Max Multiplex Counters   : 384
- Fast counter read (rdpmc): yes

5. Записи экспериментов и результаты

P=1

Total iterations times: 56

Total execution time: 0.0115825 seconds

P=2

Total iterations times: 56

Total execution time: 0.0086893 seconds

P=4

Total iterations times: 56

Total execution time: 0.00557945 seconds

P=8

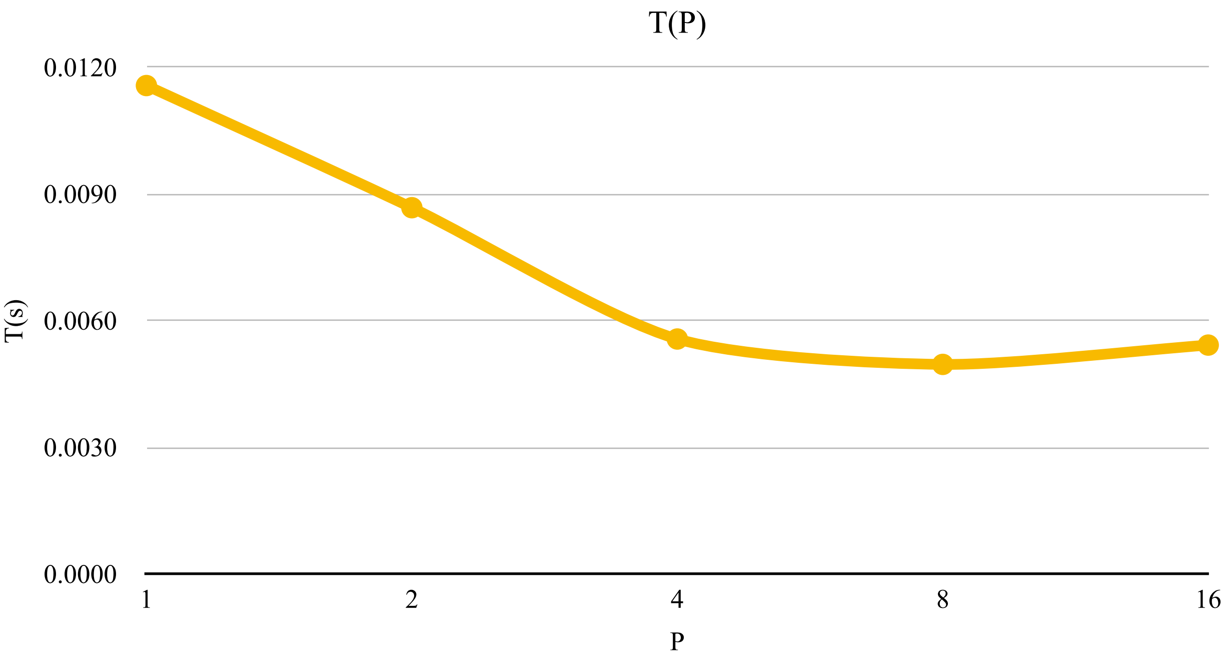
Total iterations times: 56

Total execution time: 0.00497826 seconds

P=16

Total iterations times: 56

Total execution time: 0.00543549 seconds



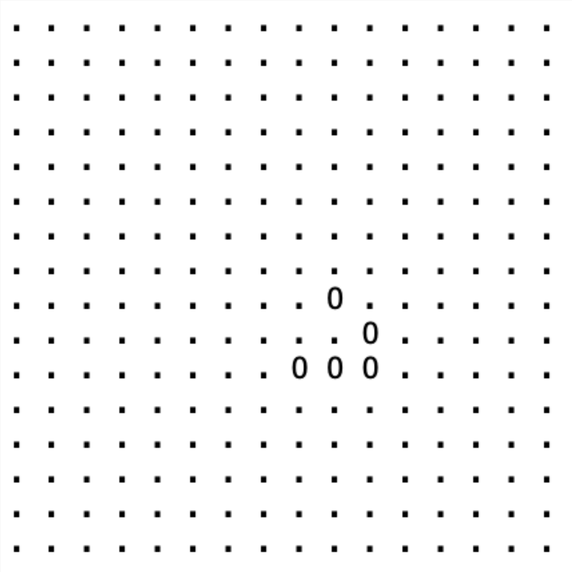
Поскольку слишком большой объем вывода во время выполнения кода приведет к увеличению накладных расходов, следующий дополнительный размер сетки равен 32 * 32, а количество потоков равно 4. Выведите количество ячеек, сохраняющихся на каждой итерации.

```
Current iterations: 1,Total alive cells: 5
Current iterations: 2,Total alive cells: 5
Current iterations: 3,Total alive cells: 5
Current iterations: 4,Total alive cells: 5
Current iterations: 5,Total alive cells: 5
Current iterations: 6,Total alive cells: 5
Current iterations: 7,Total alive cells: 5
Current iterations: 8,Total alive cells: 5
Current iterations: 9,Total alive cells: 5
Current iterations: 10,Total alive cells: 5
Current iterations: 11,Total alive cells: 5
Current iterations: 12,Total alive cells: 5
Current iterations: 13,Total alive cells: 5
Current iterations: 14,Total alive cells: 5
Current iterations: 15,Total alive cells: 5
Current iterations: 16,Total alive cells: 5
Current iterations: 17,Total alive cells: 5
Current iterations: 18,Total alive cells: 5
Current iterations: 19,Total alive cells: 5
Current iterations: 20,Total alive cells: 5
Current iterations: 21,Total alive cells: 5
Current iterations: 22,Total alive cells: 5
Current iterations: 23,Total alive cells: 5
Current iterations: 24,Total alive cells: 5
Current iterations: 25,Total alive cells: 5
Current iterations: 26,Total alive cells: 5
Current iterations: 27,Total alive cells: 5
Current iterations: 28,Total alive cells: 5
Current iterations: 29,Total alive cells: 5
Current iterations: 30,Total alive cells: 5
Current iterations: 31,Total alive cells: 5
Current iterations: 32,Total alive cells: 5
Current iterations: 33,Total alive cells: 5
Current iterations: 34,Total alive cells: 5
Current iterations: 35,Total alive cells: 5
Current iterations: 36,Total alive cells: 5
Current iterations: 37,Total alive cells: 5
Current iterations: 38,Total alive cells: 5
Current iterations: 39,Total alive cells: 5
Current iterations: 40,Total alive cells: 5
Current iterations: 41,Total alive cells: 5
Current iterations: 42,Total alive cells: 5
Current iterations: 43,Total alive cells: 5
Current iterations: 44,Total alive cells: 5
Current iterations: 45,Total alive cells: 5
Current iterations: 46,Total alive cells: 5
Current iterations: 47,Total alive cells: 5
Current iterations: 48,Total alive cells: 5
Current iterations: 49,Total alive cells: 5
Current iterations: 50,Total alive cells: 5
Current iterations: 51,Total alive cells: 5
Current iterations: 52,Total alive cells: 5
Current iterations: 53,Total alive cells: 4
Current iterations: 54,Total alive cells: 3
Current iterations: 55,Total alive cells: 4
```

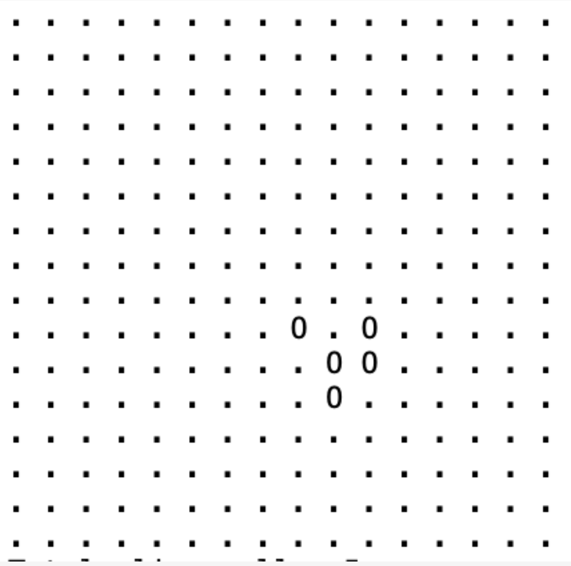
```
[edu-cmc-sqi22-29@polus-ib sem08]$ cat ./work8.4.80843.1.mpiP
@ mpiP
@ Command : ./work8
@ Version                  : 3.5.0
@ MPIP Build date          : Nov  6 2024, 21:55:54
@ Start time               : 2024 11 21 15:53:55
@ Stop time                : 2024 11 21 15:53:55
@ Timer Used               : gettimeofday
@ MPIP env var             : [null]
@ Collector Rank           : 0
@ Collector PID            : 80843
@ Final Output Dir         : .
@ Report generation        : Single collector task
@ MPI Task Assignment      : 0 polus-c2-ib.bmc.hpc.cs.msu.ru
@ MPI Task Assignment      : 1 polus-c2-ib.bmc.hpc.cs.msu.ru
@ MPI Task Assignment      : 2 polus-c2-ib.bmc.hpc.cs.msu.ru
@ MPI Task Assignment      : 3 polus-c2-ib.bmc.hpc.cs.msu.ru

---------------------------------------------------------------------------
@--- MPI Time (seconds) ---------------------------------------------------
---------------------------------------------------------------------------
Task    AppTime    MPITime     MPI%
   0    0.00563    0.00221    39.21
   1    0.00525    0.00121    23.00
   2    0.00561     0.0026    46.29
   3    0.00525    0.00132    25.15
   *     0.0217    0.00733    33.72
---------------------------------------------------------------------------
@--- Callsites: 9 ---------------------------------------------------------
---------------------------------------------------------------------------
 ID Lev File/Address        Line Parent_Funct             MPI_Call
  1   0 0x1000000b297c           [unknown]                Gatherv
  2   0 0x1000000bb06c           [unknown]                Waitall
  3   0 0x1000000b7f6c           [unknown]                Scatterv
  4   0 0x1000000ae44c           [unknown]                Bcast
  5   0 0x1000000b6c2c           [unknown]                Reduce
  6   0 0x1000000b5c2c           [unknown]                Isend
  7   0 0x1000000b566c           [unknown]                Irecv
  8   0 0x1000000b5c2c           [unknown]                Isend
  9   0 0x1000000b566c           [unknown]                Irecv
---------------------------------------------------------------------------
@--- Aggregate Time (top twenty, descending, milliseconds) ----------------
---------------------------------------------------------------------------
Call                 Site       Time    App%    MPI%     Count    COV
Reduce                  5          3   13.80   40.92       224   0.80
Gatherv                 1        1.7    7.81   23.16       224   0.42
Waitall                 2       1.13    5.21   15.44       224   0.76
Bcast                   4      0.849    3.90   11.58       224   0.33
Isend                   8      0.236    1.09    3.22       168   0.15
Isend              6     0.181    0.83    2.47        168   0.35
Scatterv            3     0.135    0.62    1.84          4  0.23
Irecv             9     0.068    0.31    0.93       168   0.07
Irecv             7     0.033    0.15    0.45       168   0.42
---------------------------------------------------------------------------
@--- Aggregate Sent Message Size (top twenty, descending, bytes) ----------
---------------------------------------------------------------------------
Call              Site      Count      Total       Avrg  Sent%
Gatherv             1        224   2.29e+05   1.02e+03  83.66
Isend              6       168   2.15e+04        128   7.84
Isend              8       168   2.15e+04        128   7.84
Reduce              5        224        896          4   0.33
Bcast              4        224        896          4   0.33
---------------------------------------------------------------------------
@--- Callsite Time statistics (all, milliseconds): 32 ---------------------
---------------------------------------------------------------------------
Name              Site Rank  Count      Max      Mean       Min   App%   MPI%
Bcast               4    0     56     0.01    0.002     0.001   1.99   5.07
Bcast               4    1     56     0.02  0.00443     0.002   4.72  20.53
Bcast               4    2     56    0.017  0.00391     0.002   3.90   8.43
Bcast               4    3     56     0.02  0.00482     0.002   5.14  20.44
Bcast               4    *    224     0.02  0.00379     0.001   3.90  11.58

Gatherv             1    0     56    0.021  0.00293     0.002   2.91   7.43
Gatherv             1    1     56    0.019  0.00882     0.008   9.40  40.89
Gatherv             1    2     56    0.026  0.00998     0.009   9.96  21.52
Gatherv             1    3     56    0.019  0.00859     0.008   9.16  36.41
Gatherv             1    *    224    0.026  0.00758     0.002   7.81  23.16

Irecv               7    0     56    0.004 0.000286         0   0.28   0.72
Irecv               7    1     56    0.001 0.000125         0   0.13   0.58
Irecv               7    2     56    0.001 0.000179         0   0.18   0.39
Irecv               7    *    168    0.004 0.000196         0   0.15   0.45

Irecv               9    1     56    0.009 0.000429         0   0.46   1.99
Irecv               9    2     56    0.007 0.000411         0   0.41   0.89
Irecv          9   3    56   0.009 0.000375     0  0.40   1.59
Irecv          9   *   168   0.009 0.000405     0  0.31   0.93

Isend          6   0    56   0.009 0.000643     0  0.64   1.63
Isend          6   1    56   0.011  0.00129     0  1.37   5.96
Isend          6   2    56   0.013   0.0013     0  1.30   2.81
Isend          6   *   168   0.013  0.00108     0  0.83   2.47

Isend          8   1    56   0.014  0.00118     0  1.26   5.46
Isend          8   2    56   0.014  0.00145     0  1.44   3.12
Isend          8   3    56   0.015  0.00159     0  1.69   6.74
Isend          8   *   168   0.015   0.0014     0  1.09   3.22

Reduce         5   0    56   0.075   0.0246  0.019  24.43  62.30
Reduce         5   1    56    0.04  0.00252  0.001   2.68  11.67
Reduce         5   2    56   0.064   0.0204  0.015  20.36  43.97
Reduce         5   3    56   0.052  0.00613  0.002   6.53  25.97
Reduce         5   *   224   0.075   0.0134  0.001  13.80  40.92

Scatterv       3   0     1   0.025    0.025  0.025   0.44   1.13
Scatterv       3   1     1   0.042    0.042  0.042   0.80   3.48
Scatterv       3   2     1    0.03     0.03   0.03   0.53   1.16
Scatterv       3   3     1   0.038    0.038  0.038   0.72   2.88
Scatterv       3   *     4   0.042   0.0338  0.025   0.62   1.84

Waitall        2   0    56   0.342  0.00855     0   8.51  21.70
Waitall        2   1    56   0.047  0.00204     0   2.17   9.44
Waitall        2   2    56   0.351  0.00821     0   8.20  17.71
Waitall        2   3    56   0.009  0.00141     0   1.50   5.98
Waitall        2   *   224   0.351  0.00505     0   5.21  15.44
---------------------------------------------------------------------------
@--- Callsite Message Sent statistics (all, sent bytes) -------------------
---------------------------------------------------------------------------
Name          Site Rank   Count      Max     Mean      Min      Sum
Bcast            4   0      56        4        4        4      224
Bcast            4   1      56        4        4        4      224
Bcast           4   2    56      4      4      4     224
Bcast           4   3    56      4      4      4     224
Bcast           4   *   224      4      4      4     896

Gatherv           1   0    56    1024    1024    1024 5.734e+04
Gatherv           1   1    56    1024    1024    1024 5.734e+04
Gatherv           1   2    56    1024    1024    1024 5.734e+04
Gatherv           1   3    56    1024    1024    1024 5.734e+04
Gatherv           1   *   224    1024    1024    1024 2.294e+05

Isend           6   0    56    128    128    128    7168
Isend           6   1    56    128    128    128    7168
Isend           6   2    56    128    128    128    7168
Isend           6   *   168    128    128    128  2.15e+04

Isend           8   1    56    128    128    128    7168
Isend           8   2    56    128    128    128    7168
Isend           8   3    56    128    128    128    7168
Isend           8   *   168    128    128    128  2.15e+04

Reduce            5   0    56      4      4      4     224
Reduce            5   1    56      4      4      4     224
Reduce            5   2    56      4      4      4     224
Reduce            5   3    56      4      4      4     224
Reduce            5   *   224      4      4      4     896
---------------------------------------------------------------------------
@--- End of Report --------------------------------------------------------
```

*Ниже приведена еще пара примеров, когда размер сетки равен 16 * 16, а количество потоков равно 4. Ячейки в сетке визуально отображаются на каждой итерации.*

Initial Grid State:	Grid State at Iteration 1:

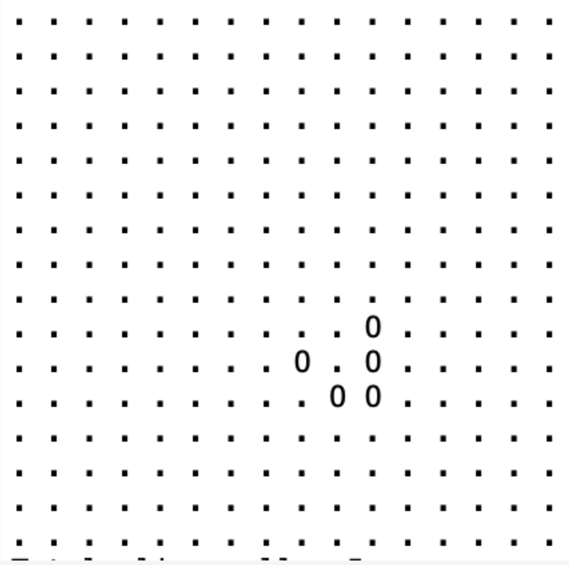


```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 0 . . . . . .
. . . . . . . . . . 0 . . . . .
. . . . . . . . 0 0 0 . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```



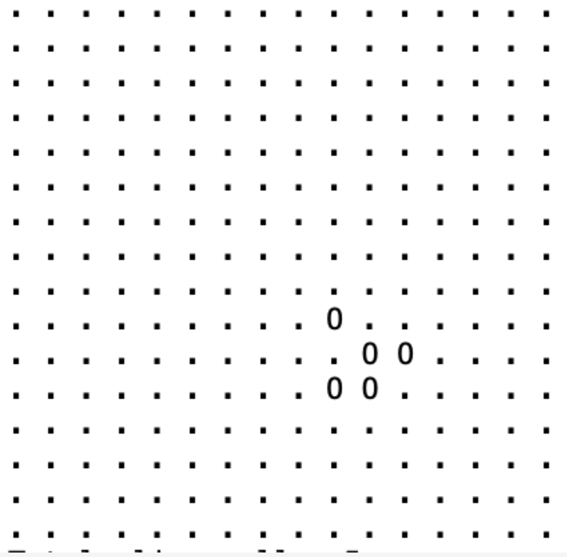
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . 0 . 0 . . . . .
. . . . . . . . . 0 0 . . . . .
. . . . . . . . . 0 . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```

Grid State at Iteration 2:



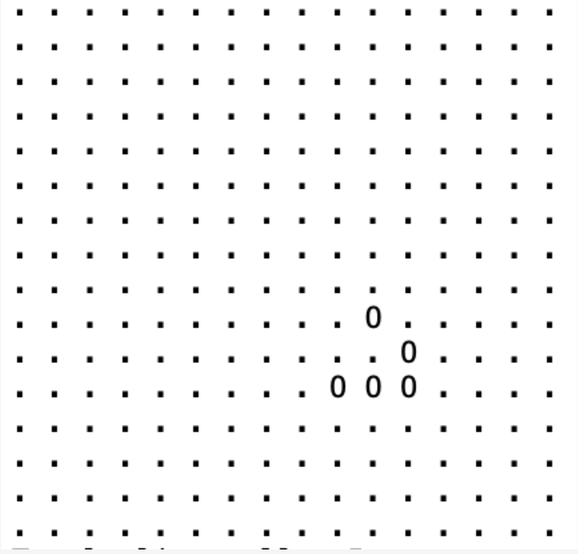
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . 0 . . . . .
. . . . . . . . 0 . 0 . . . . .
. . . . . . . . . 0 0 . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```

Grid State at Iteration 3:



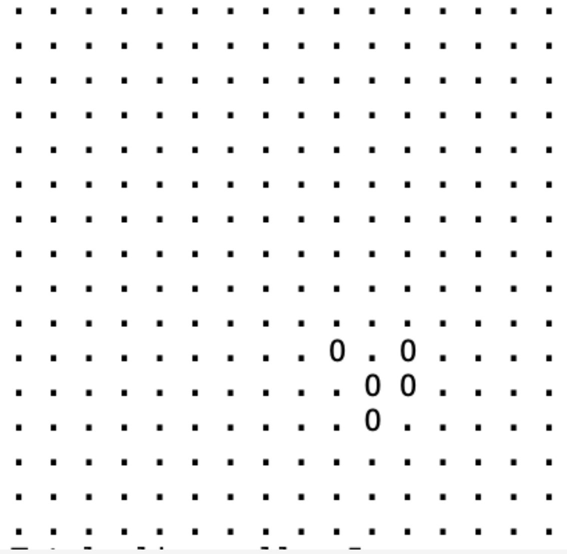
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 0 . . . . . .
. . . . . . . . . . 0 0 . . . .
. . . . . . . . . 0 0 . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```

Grid State at Iteration 4:



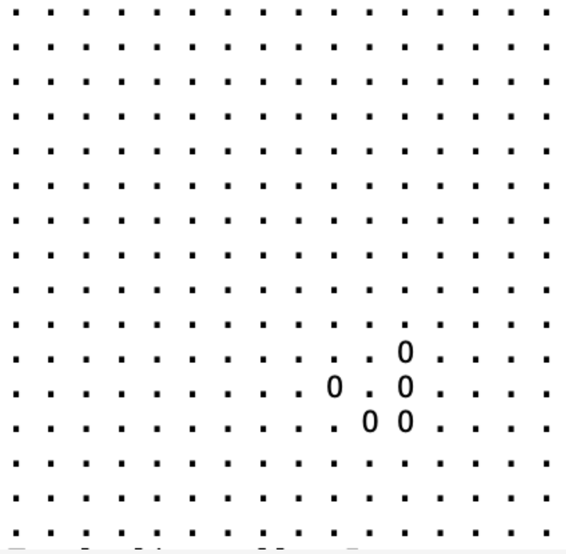
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . 0 . . . . .
. . . . . . . . . . . 0 . . . .
. . . . . . . . . 0 0 0 . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```

Grid State at Iteration 5:



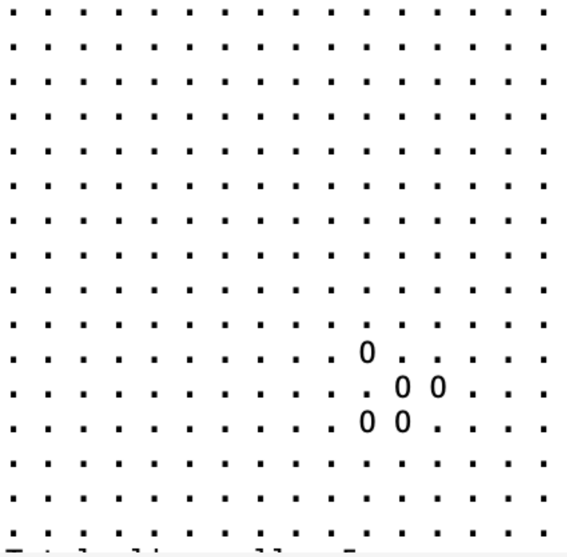
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . 0 . 0 . . . .
. . . . . . . . . . 0 0 . . . .
. . . . . . . . . . 0 . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```

Grid State at Iteration 6:



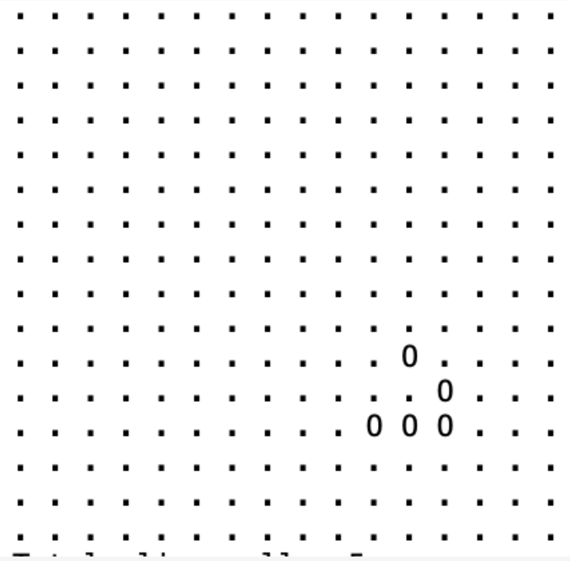
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . 0 . . . .
. . . . . . . . . 0 . 0 . . . .
. . . . . . . . . . 0 0 . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```

Grid State at Iteration 7:



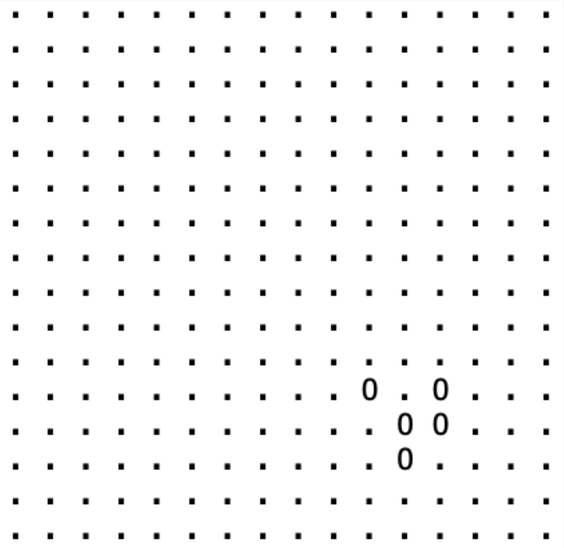
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . 0 . . . . .
. . . . . . . . . . . 0 0 . . .
. . . . . . . . . . 0 0 . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```

Grid State at Iteration 8:



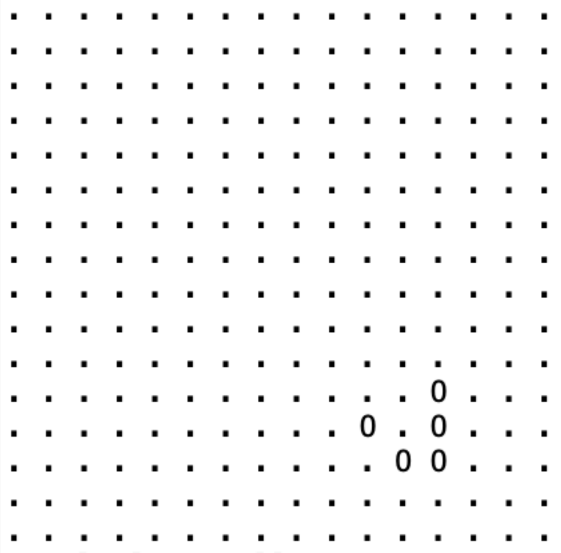
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . 0 . . . .
. . . . . . . . . . . . 0 . . .
. . . . . . . . . . 0 0 0 . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```

Grid State at Iteration 9:



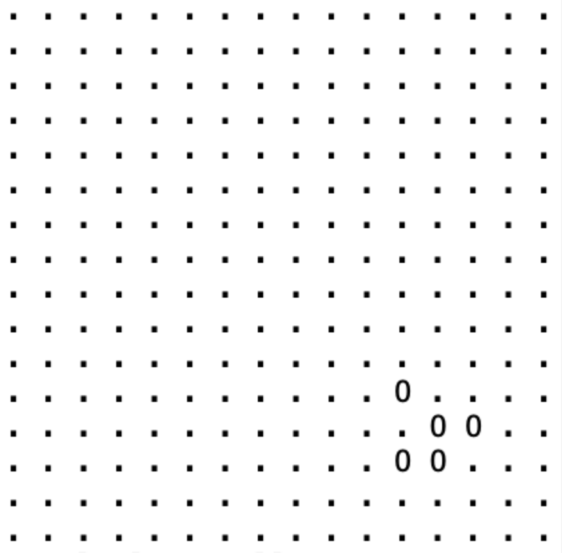
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . 0 . 0 . . .
. . . . . . . . . . . 0 0 . . .
. . . . . . . . . . . 0 . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```

Grid State at Iteration 10:



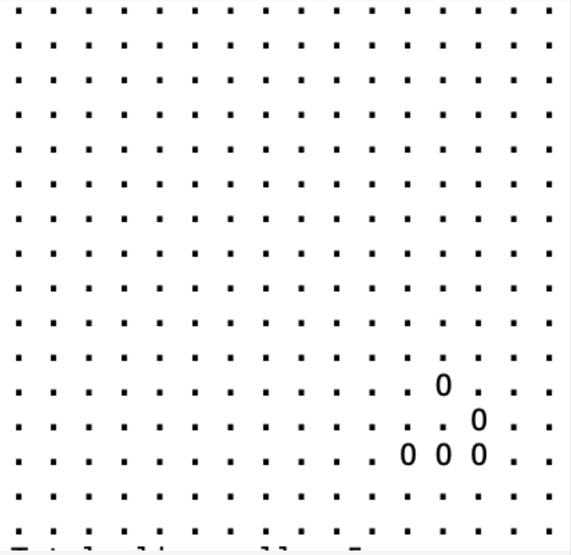
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . 0 . . .
. . . . . . . . . . 0 . 0 . . .
. . . . . . . . . . . 0 0 . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```

Grid State at Iteration 11:



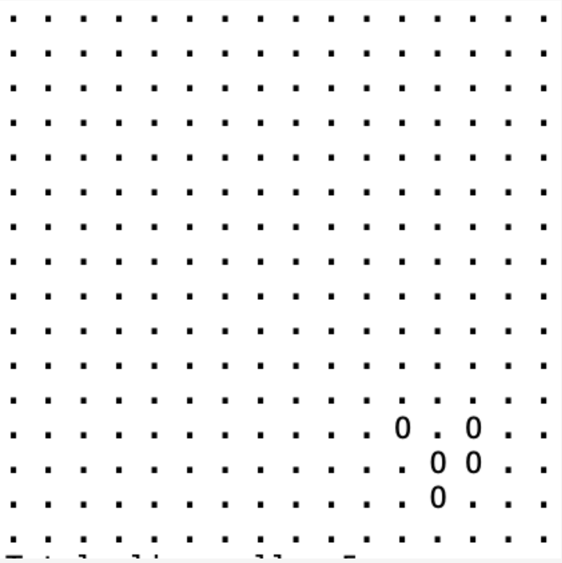
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . 0 . . . .
. . . . . . . . . . . . 0 0 . .
. . . . . . . . . . . 0 0 . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```

Grid State at Iteration 12:



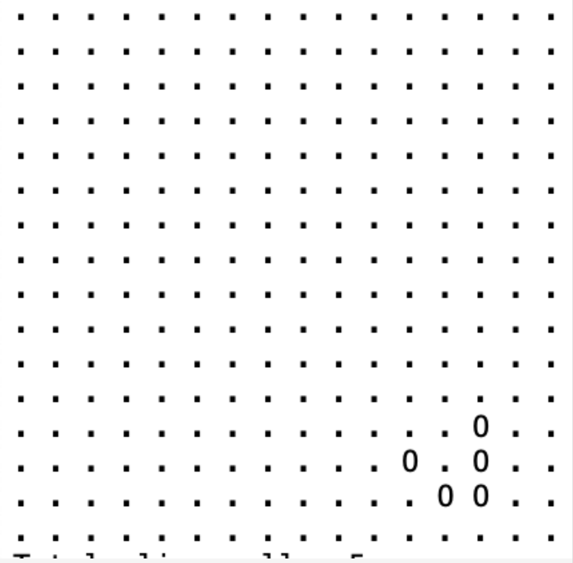
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . 0 . . .
. . . . . . . . . . . . . 0 . .
. . . . . . . . . . . 0 0 0 . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```

Grid State at Iteration 13:



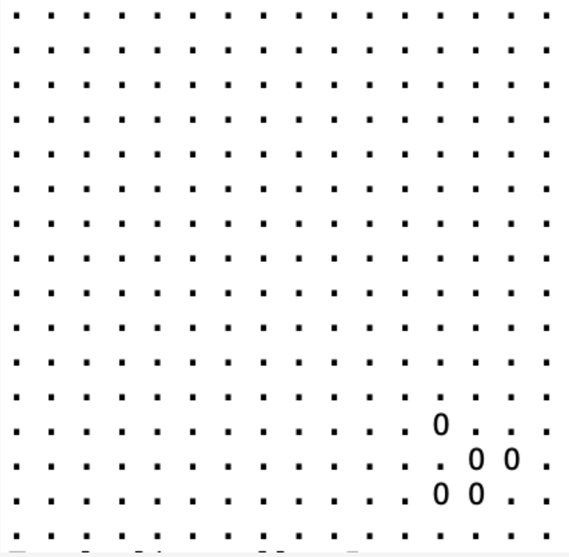
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . 0 . 0 . .
. . . . . . . . . . . . 0 0 . .
. . . . . . . . . . . . 0 . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```

Grid State at Iteration 14:



```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 0 . .
. . . . . . . . . . . 0 . 0 . .
. . . . . . . . . . . . 0 0 . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```

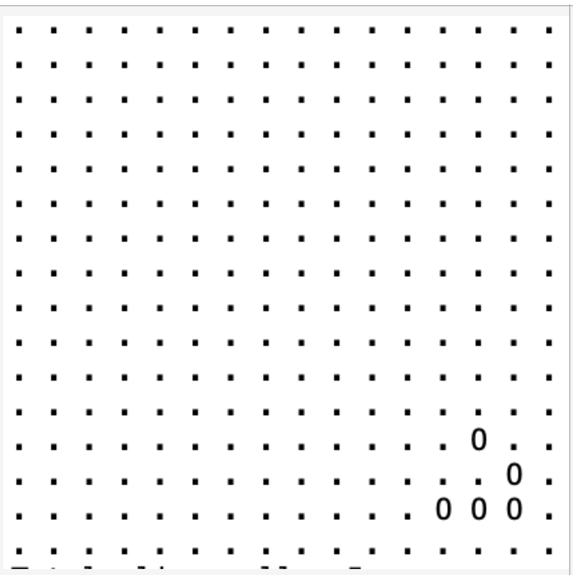
Grid State at Iteration 15:



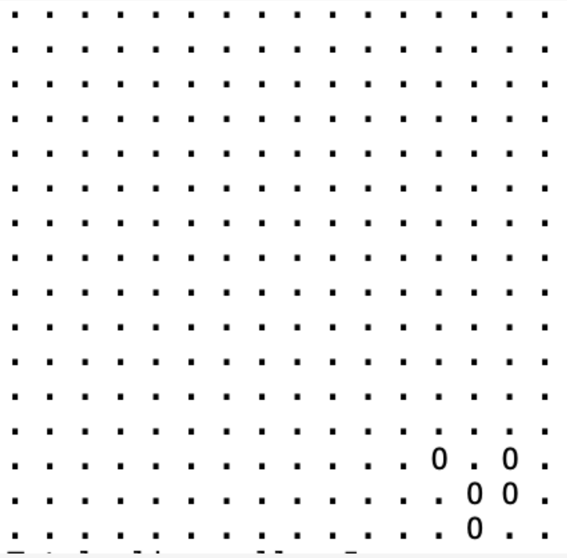
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . 0 . . .
. . . . . . . . . . . . . 0 0 .
. . . . . . . . . . . . 0 0 . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```

Grid State at Iteration 16:

Grid State at Iteration 17:



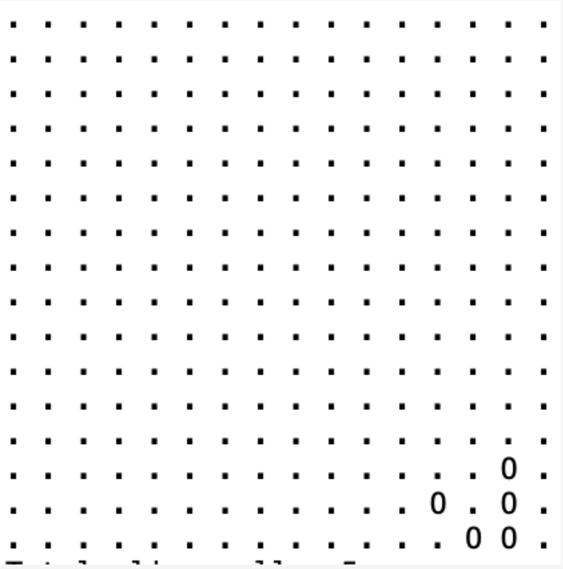
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 0 . .
. . . . . . . . . . . . . . 0 .
. . . . . . . . . . . . 0 0 0 .
. . . . . . . . . . . . . . . .
```



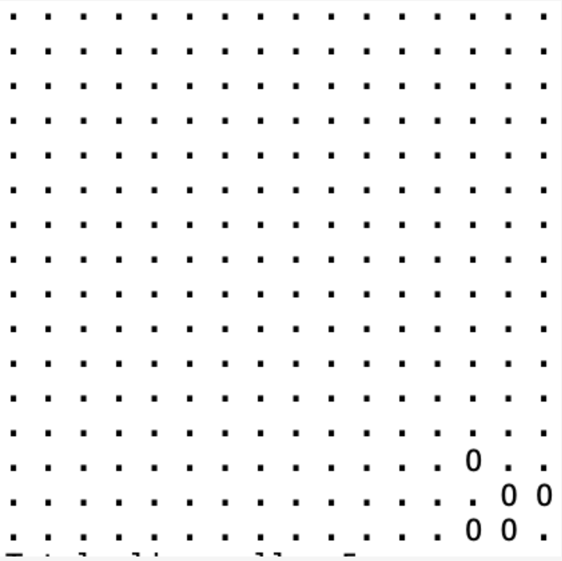
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . 0 . 0 .
. . . . . . . . . . . . . 0 0 .
. . . . . . . . . . . . . 0 . .
```

Grid State at Iteration 18:

Grid State at Iteration 19:



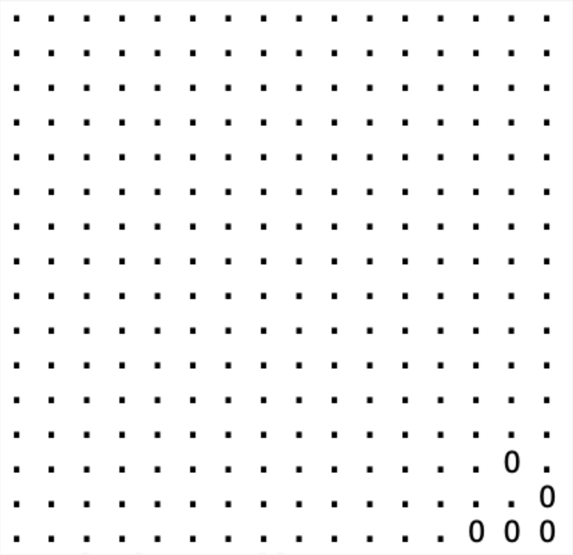
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . 0 .
. . . . . . . . . . . . 0 . 0 .
. . . . . . . . . . . . . 0 0 .
```



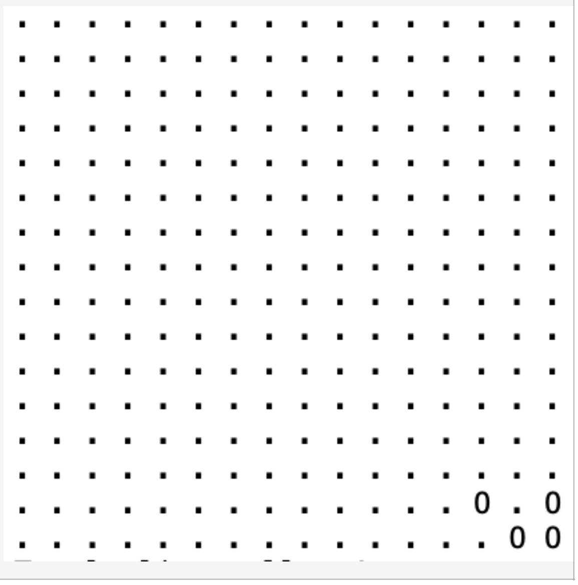
```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 0 . .
. . . . . . . . . . . . . . 0 0
. . . . . . . . . . . . . 0 0 .
```

Grid State at Iteration 20:

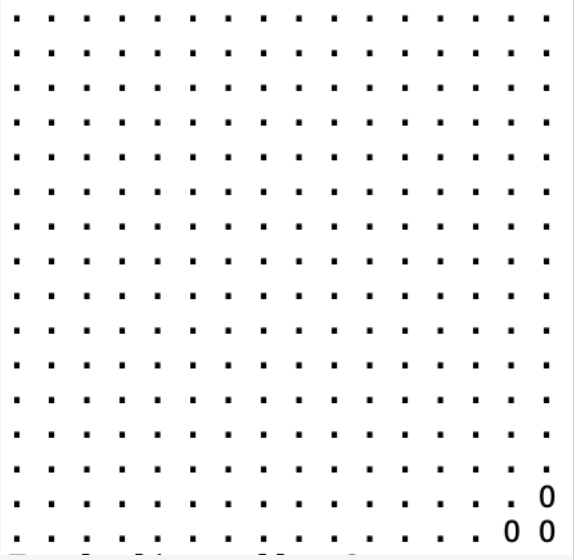
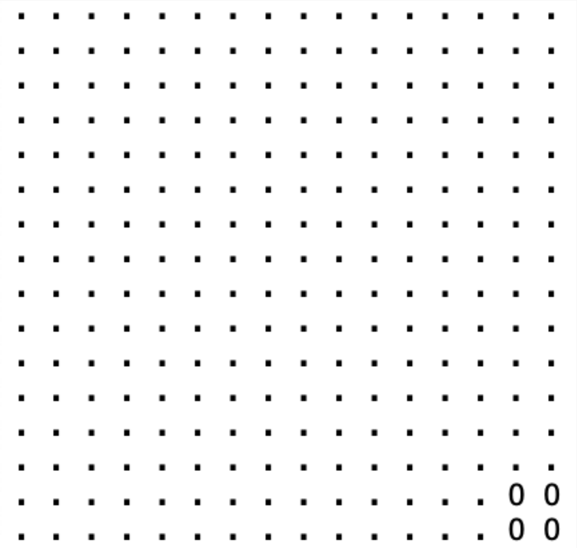
Grid State at Iteration 21:



```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . 0 .
. . . . . . . . . . . . . . . 0
. . . . . . . . . . . . . 0 0 0
```



```
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . . . .
. . . . . . . . . . . . . 0 . 0
. . . . . . . . . . . . . . 0 0
```

Grid State at Iteration 22:	Grid State at Iteration 23:
 . . . . 0 . . . . 0 0	 . . . . 0 0 . . . . 0 0
Total iterations times :24 Total execution time:0.00348576seconds	