Sejtautomaták

Nagy Péter
m07ilf

2018.05.5.

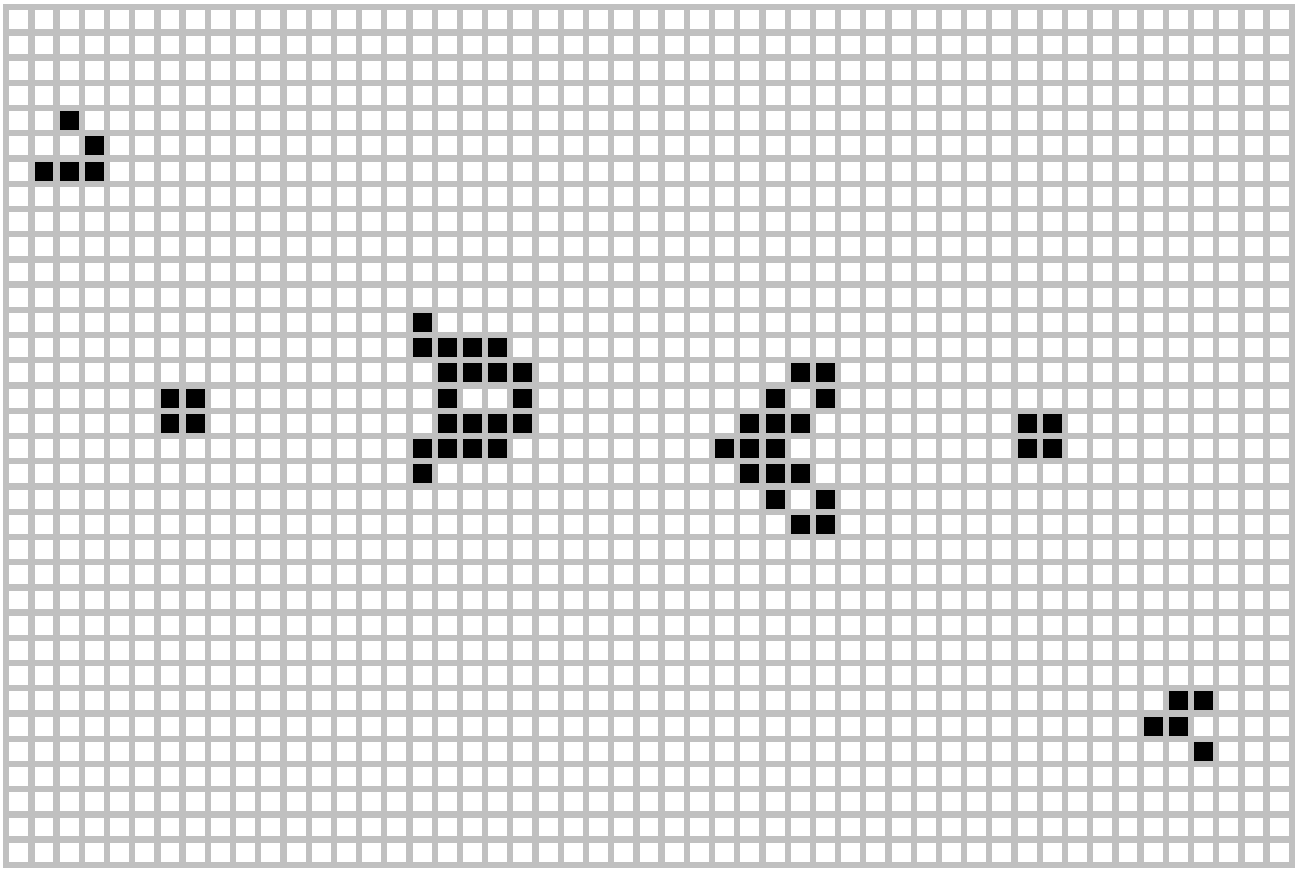
Tartalomjegyzék

1. Conway élet játék

A sejtautomaták egyik legismertebbike a John Conway által kifejlesztett életjáték. Ebben a modellben a sejtjeink egy sakktábla szerű terepen helyezkednek el, ahol minden sejtnek nyolc darab szomszédja van. A sejtek két féle álapotban lehetnek, vagy élő vagy halott állapotban. A rendszer diszkrét lépésekben fejlödik és a sejtek müködése a következő:

- Ha a sejtnek n élő szomszédja van akkor a sejt állapota nem változik
- Ha n+1 szomszédja van akkor a sejt élő lesz, függetlenül a jelenlegi állapotától
- Minden más esetben a sejt elpusztul

Az életjáték sok összetett rendszer növekedését, csökkenését vagy mozgását tudja szimulálni. A szimuláció Turing-teljes vagyis bármit amit kilehet algoritmusokkal számolni azt képes kiszámolni.Conway egyik sejtése az volt, hogy a növekedésnek van egy felső korláta. 1970-ben ötven dolláros jutalmat kínált azért, hogy ezt valakí igazolja vagy cáfolja. A díjat Bill Gosper által vezetett csapata nyerte el a ma már Gosper glider gun nevű mintázattal. Ez egy olyan pisztoly amely tőle elfelé mozgó alakzatokat lő ki.



1. ábra. Gosper glider gun

1.1. Nyílt peremfeltétel

Első esetben nézzük meg milyen lesz a nyílt határokkal a szimulációt.

n=1 eset:

1	1	1	0		1	0	1	1		0	1	1	1		0	0	0	1
0	0	1	0		0	0	0	1		1	1	0	1		1	0	0	1
1	1	0	0		0	0	0	0		0	1	0	0		0	0	0	0
0	0	1	1		1	0	1	1		0	1	1	1		1	1	0	1

n=2 eset:

1	1	1	0		0	1	1	0		0	1	1	0		0	0	1	0
0	0	1	0		0	0	1	0		0	0	0	1		0	1	0	1
1	1	0	0		0	1	0	1		0	1	0	1		0	1	0	1
0	0	1	1		0	1	1	0		0	1	1	0		0	1	1	0

n=3 eset:

1	1	1	0		0	1	0	0		0	0	0	0		0	0	1	0
0	0	1	0		0	0	1	0		0	1	1	0		0	0	0	0
1	1	0	0		0	1	1	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

n=4 eset:

1	1	1	0		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
0	0	1	0		1	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	0	0
0	0	1	1		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0

n=4 eset:

1	1	1	0		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
0	0	1	0		0	1	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
1	1	0	0		0	0	0	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

n=5 eset:

1	1	1	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		0	0	0	0
1	1	0	0		0	0	0	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

1.2. Élő határ

Ebben az esetben vizsgáljuk az életjátékot különböző n értékekre úgy, hogy a határon mindenhol élő sejteket feltételezünk.

n=1 eset:

0	1	0	1		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
0	0	0	0		0	0	0	0		0	1	1	0		0	0	0	0
0	1	1	0		0	1	1	0		0	1	1	0		0	0	0	0
1	0	0	1		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0

n=2 eset:

0	1	0	1		0	1	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
0	0	0	0		0	1	0	0		0	1	0	0		0	0	0	0
0	1	1	0		0	1	1	0		0	1	1	0		0	0	0	0
1	0	0	1		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0

n=3 eset:

0	1	0	1		0	1	0	0		0	1	0	0		0	1	0	0
0	0	0	0		0	0	1	0		0	0	0	1		0	0	0	1
0	1	1	0		1	0	0	0		1	0	0	1		1	0	0	1
1	0	0	1		0	0	0	0		0	1	0	0		0	1	0	0

n=4 eset:

0	1	0	1		0	0	1	1		0	1	1	0		0	1	1	0
0	0	0	0		1	0	0	1		0	0	0	0		1	0	0	1
0	1	1	0		0	0	0	1		1	0	0	1		1	0	0	0
1	0	0	1		0	0	0	0		1	0	0	0		0	1	0	0

n=5 eset:

0	1	0	1		1	0	0	1		1	0	0	1		1	0	0	1
0	0	0	0		0	0	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	0
1	0	0	1		1	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1

n=6 eset:

0	1	0	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	1	1	0		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
1	0	0	1		1	0	0	1		0	0	0	0		0	0	0	0

n=7 eset:

0	1	0	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	1	1	0		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
1	0	0	1		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0

1.3. Periodikus határ

Vizsgáljuk meg a rendszert úgy, hogy a határokon periodikusan váltakoznak az élő és holt sejtek.

n=1 eset:

0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0

n=2 eset:

0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1

n=3 eset:

0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1

n=4 eset:

0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	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

n=5 eset:

0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	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

1.4. Véletlen eloszlású határ

Vizsgáljuk meg a rendszert úgy, hogy a határon véletlen vannak elhelyezve az élő és holt sejtek.

n=1 eset:

0	1	0	1		0	1	0	1		0	1	1	0		0	0	1	0
1	0	0	1		1	0	0	0		0	0	0	0		1	1	1	0
0	1	0	0		0	1	0	0		0	0	0	0		0	0	0	1
1	0	0	1		1	1	0	1		0	0	0	0		0	0	1	0

n=2 eset:

0	1	0	1		0	1	1	0		0	1	0	0		0	1	0	1
1	0	0	1		1	1	0	1		1	0	0	1		0	0	1	1
0	1	0	0		0	1	1	1		0	0	0	1		1	0	0	1
1	0	0	1		1	0	0	0		0	0	0	0		1	0	0	0

n=3 eset:

0	1	0	1		1	0	0	1		1	0	1	0		0	0	0	0
1	0	0	1		1	0	1	1		1	0	0	0		0	1	0	0
0	1	0	0		0	0	0	0		1	0	0	0		0	0	0	0
1	0	0	1		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0

n=4 eset:

0	1	0	1		1	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
1	0	0	1		1	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
0	1	0	0		1	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
1	0	0	1		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0

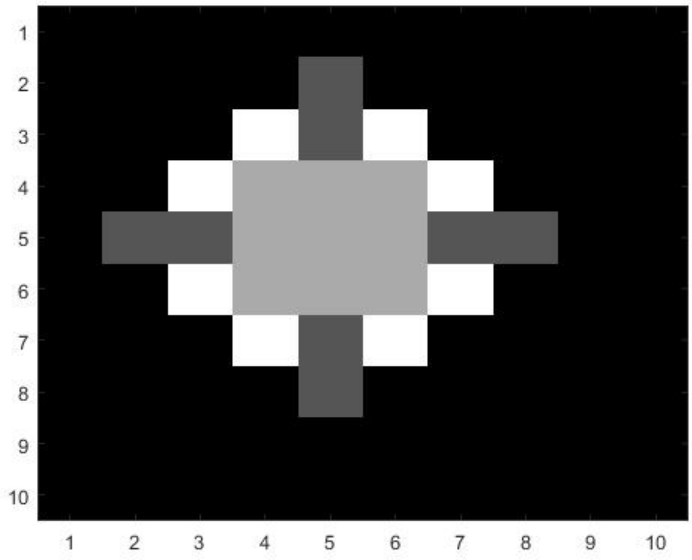
n=5 eset:

0	1	0	1		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
1	0	0	1		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
0	1	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
1	0	0	1		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0

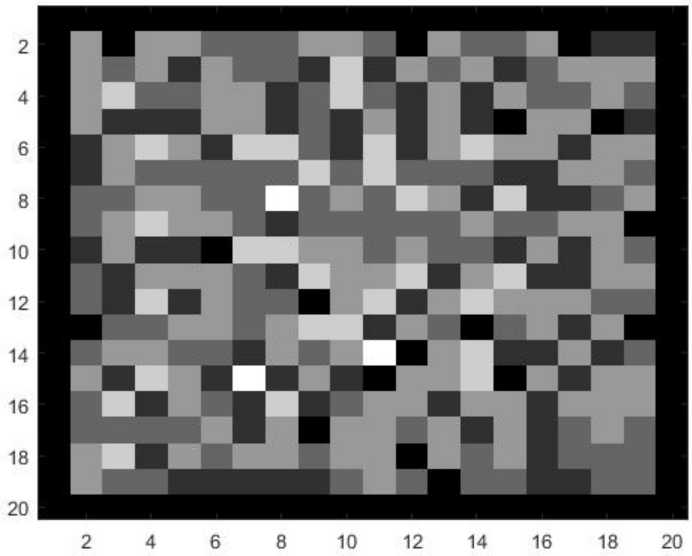
2. Két dimenziós homokdomb modell

A két dimenziós homokdomb modell a P. Bak, C. Tang and K. Wiesenfeld, Phys. Rev. Lett. 59, 381 (1987) cikkben lett bemutatva. Ennek a modellnek különböző csúcsai vannak, amelyeket egy skalár értékkel lehet jelemezni. Ha ez a skalár értéke nagyobb, mint három akkor a csúcs instabil. Egy ciklusban a homokdomb modell a következő képpen frissül:

- ha $s_{ij} > 3$ ekkor eltávolitunk négy egységet a csúcsról és a szomszédos csúcsokra átteszünk egyet egyet.
- ez addig ismétlödik mindenhol amíg el nem érünk egy stabil állapotba



2. ábra. középre ejtett homok szemek



3. ábra. véletlenül elszórt homok szemek

Legyen n_t a felborulások száma a lavinában. Azáltal, hogy nagy számú lavinát generálunk megtudjuk mérni az eloszlását a lavinák számának a borulások számának a függvényében.
Ilyenkor a modellnek hatvány törvényes viselkedése van:

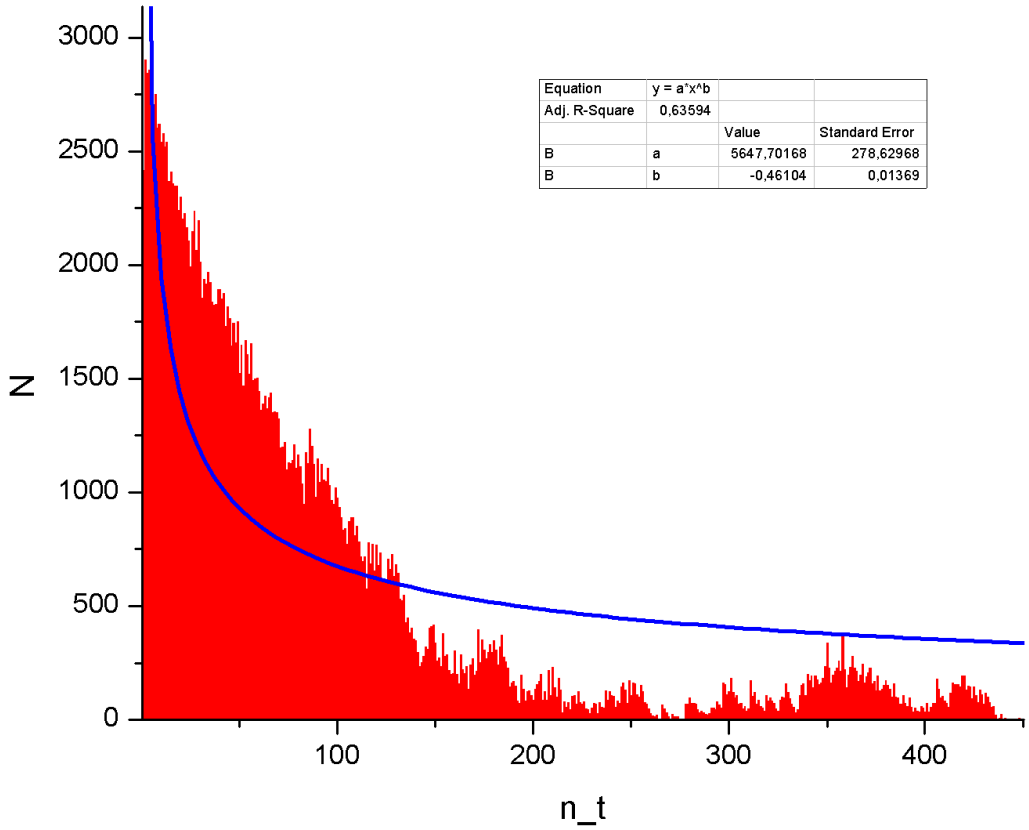
$$N(n_t) \sim \frac{1}{n_t^b} \tag{1}$$

Itt a b a hatvány törvény kitevője.

Ebből az következik, hogy a lavináknak nincsen természetes méretük vagy skálájuk. Ha b értéke nagyon kicsi akkor minden féle folyamat azonos valószinüséggel tud lejátszódni, ha b értéke nagyobb, mint nulla akkor a nagy események inkább törénnek meg mint a kicsik. A különleges tulajdonsága a hatványtörvénynek, hogy a különböző méretű események hányadosa egy rögzitett szorzó érték lesz ami független az esemény méretétől. Ha szorzó 10 akkor például így fog alakulni:

$$\frac{N(10n_t)}{N(n_t)} = \frac{1}{10^b} \tag{2}$$

Ebben az esetben a homokdomb modellre a b értéke körülbelül 1 lesz.



4. ábra. A powe-law függvény

3. Függelék

3.1. Conway élet játék nyílt peremfeltétel

```
#include <fstream>
#include <algorithm>
#include <iostream>
#include <cmath>
#include <string>
#include <sstream>
using namespace std;


int main(int argc, char **argv)
{
string matrix_file;
unsigned int N = atoi(argv[2]);
unsigned int M = atoi(argv[1]);
matrix_file = argv[3];
int n;
cout<< "Add meg n erteket: ";
cin >> n;
ifstream Mat_file(matrix_file.c_str());
int **matrix = new int*[M];
for ( unsigned int i=0; i<M; i++)
{
matrix[i] = new int[N];
}
int **temp_matrix = new int*[M];
for ( unsigned int i=0; i<M; i++)
{
temp_matrix[i] = new int[N];
}
for ( unsigned int m=0; m<M ; m++)
{
for ( unsigned int n=0; n<N ; n++)
{
Mat_file >> matrix[m][n];
temp_matrix[m][n]=matrix[m][n];
}
}
Mat_file.close();
unsigned int suma;
for ( unsigned int i=0; i<10 ; i++)
{
ostringstream file;
file << i << ".dat";
ofstream result(file.str().c_str());
for ( unsigned int k=0; k<M; k++)
{
for ( unsigned int j=0; j<N; j++)
{
//határfeltételek
if (k==0 && j==0)
{
suma=matrix[k+1][j]+matrix[k+1][j+1]+matrix[k][j+1];
```

```
}
else if (k==(M-1) && j==(N-1))
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k-1][j-1]+matrix[k][j-1];
}
else if (k==0 && j==(N-1))
{
suma=matrix[k+1][j]+matrix[k+1][j-1]+matrix[k][j-1];
}
else if (k==(M-1) && j==0)
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k][j+1]+matrix[k-1][j+1];
}
else if (k==0)
{
suma=matrix[k+1][j+1]+matrix[k+1][j-1]+matrix[k+1][j]+matrix[k][j-1]+matrix[k][j+1];
}
else if (k==(M-1))
{
suma=matrix[k-1][j+1]+matrix[k-1][j-1]+matrix[k-1][j]+matrix[k][j-1]+matrix[k][j+1];
}
else if (j==0)
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k+1][j]+matrix[k-1][j+1]+matrix[k+1][j+1]+matrix[k-1][j];
}
else if (j==(N-1))
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k+1][j]+matrix[k+1][j-1]+matrix[k-1][j-1]+matrix[k][j-1];
}
else
{
suma=matrix[k-1][j-1]+matrix[k-1][j]+matrix[k-1][j+1]+matrix[k][j-1]+matrix[k][j+1]+matrix[k+1][j-1]+mat
}
//lépés
if(suma==(n+1))
temp_matrix[k][j]=1;
if(suma==n)
temp_matrix[k][j]=matrix[k][j];
if(suma>(n+1) || suma<n)
temp_matrix[k][j]=0;
}
}
for ( unsigned int m=0; m<M ; m++)
{
for ( unsigned int n=0; n<N ; n++)
{
result << temp_matrix[m][n] << "\t";
matrix[m][n]=temp_matrix[m][n];
}
result << endl;
}
}
for(int i=0; i<N; ++i)
{
delete[] matrix[i];
```

```
}
delete[] matrix;
for(int i=0; i<N; ++i)
{
delete[] temp_matrix[i];
}
delete[] temp_matrix;
return 0;
}
```

3.2. Conway élő határ

```
#include <fstream>
#include <algorithm>
#include <iostream>
#include <cmath>
#include <string>
#include <sstream>
using namespace std;


int main(int argc, char **argv)
{
string matrix_file;
unsigned int N = atoi(argv[2]);
unsigned int M = atoi(argv[1]);
matrix_file = argv[3];
int n;
cout<< "Add meg n erteket: ";
cin >> n;
ifstream Mat_file(matrix_file.c_str());
int **matrix = new int*[M];
for ( unsigned int i=0; i<M; i++)
{
matrix[i] = new int[N];
}
int **temp_matrix = new int*[M];
for ( unsigned int i=0; i<M; i++)
{
temp_matrix[i] = new int[N];
}
for ( unsigned int m=0; m<M ; m++)
{
for ( unsigned int n=0; n<N ; n++)
{
Mat_file >> matrix[m][n];
temp_matrix[m][n]=matrix[m][n];
}
}
Mat_file.close();
unsigned int suma;
for ( unsigned int i=0; i<10 ; i++)
{
ostringstream file;
file << i << ".dat";
```

```
ofstream result(file.str().c_str());
for ( unsigned int k=0; k<M; k++)
{
for ( unsigned int j=0; j<N; j++)
{
//határfeltételek
if (k==0 && j==0)
{
suma=matrix[k+1][j]+matrix[k+1][j+1]+matrix[k][j+1]+5;
}
else if (k==(M-1) && j==(N-1))
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k-1][j-1]+matrix[k][j-1]+5;
}
else if (k==0 && j==(N-1))
{
suma=matrix[k+1][j]+matrix[k+1][j-1]+matrix[k][j-1]+5;
}
else if (k==(M-1) && j==0)
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k][j+1]+matrix[k-1][j+1]+5;
}
else if (k==0)
{
suma=matrix[k+1][j+1]+matrix[k+1][j-1]+matrix[k+1][j]+matrix[k][j-1]+matrix[k][j+1]+3;
}
else if (k==(M-1))
{
suma=matrix[k-1][j+1]+matrix[k-1][j-1]+matrix[k-1][j]+matrix[k][j-1]+matrix[k][j+1]+3;
}
else if (j==0)
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k+1][j]+matrix[k-1][j+1]+matrix[k+1][j+1]+matrix[k-1][j]+3;
}
else if (j==(N-1))
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k+1][j]+matrix[k+1][j-1]+matrix[k-1][j-1]+matrix[k][j-1]+3;
}
else
{
suma=matrix[k-1][j-1]+matrix[k-1][j]+matrix[k-1][j+1]+matrix[k][j-1]+matrix[k][j+1]+matrix[k+1][j-1]+mat
}
//lépés
if(suma==(n+1))
temp_matrix[k][j]=1;
if(suma==n)
temp_matrix[k][j]=matrix[k][j];
if(suma>(n+1) || suma<n)
temp_matrix[k][j]=0;
}
}
for ( unsigned int m=0; m<M ; m++)
{
for ( unsigned int n=0; n<N ; n++)
{
```

```
result << temp_matrix[m][n] << "\t";
matrix[m][n]=temp_matrix[m][n];
}
result << endl;
}
}
for(int i=0; i<N; ++i)
{
delete[] matrix[i];
}
delete[] matrix;
for(int i=0; i<N; ++i)
{
delete[] temp_matrix[i];
}
delete[] temp_matrix;
return 0;
}
```

3.3. Conway véletlen generált határ

```
#include <fstream>
#include <algorithm>
#include <iostream>
#include <cmath>
#include <string>
#include <sstream>
#include <random>
using namespace std;



int veletlen() {
std::random_device rd;
std::mt19937 Generator(rd());
std::uniform_real_distribution<double> Distribution(0, 5);
return Distribution(Generator);
}

int veletlen2() {
std::random_device rd;
std::mt19937 Generator(rd());
std::uniform_real_distribution<double> Distribution(0, 3);
return Distribution(Generator);
}



int main(int argc, char **argv)
{
string matrix_file;
unsigned int N = atoi(argv[2]);
unsigned int M = atoi(argv[1]);
matrix_file = argv[3];
int n;
```

```
cout<< "Add meg n erteket: ";
cin >> n;
ifstream Mat_file(matrix_file.c_str());
int **matrix = new int*[M];
for ( unsigned int i=0; i<M; i++)
{
matrix[i] = new int[N];
}
int **temp_matrix = new int*[M];
for ( unsigned int i=0; i<M; i++)
{
temp_matrix[i] = new int[N];
}
for ( unsigned int m=0; m<M ; m++)
{
for ( unsigned int n=0; n<N ; n++)
{
Mat_file >> matrix[m][n];
temp_matrix[m][n]=matrix[m][n];
}
}
Mat_file.close();
unsigned int suma;
for ( unsigned int i=0; i<10 ; i++)
{
ostringstream file;
file << i << ".dat";
ofstream result(file.str().c_str());
for ( unsigned int k=0; k<M; k++)
{
for ( unsigned int j=0; j<N; j++)
{
//határfeltételek
if (k==0 && j==0)
{
suma=matrix[k+1][j]+matrix[k+1][j+1]+matrix[k][j+1]+veletlen();
}
else if (k==(M-1) && j==(N-1))
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k-1][j-1]+matrix[k][j-1]+veletlen();
}
else if (k==0 && j==(N-1))
{
suma=matrix[k+1][j]+matrix[k+1][j-1]+matrix[k][j-1]+veletlen();
}
else if (k==(M-1) && j==0)
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k][j+1]+matrix[k-1][j+1]+veletlen();
}
else if (k==0)
{
suma=matrix[k+1][j+1]+matrix[k+1][j-1]+matrix[k+1][j]+matrix[k][j-1]+matrix[k][j+1]+veletlen2();
}
else if (k==(M-1))
{
```

```
suma=matrix[k-1][j+1]+matrix[k-1][j-1]+matrix[k-1][j]+matrix[k][j-1]+matrix[k][j+1]+veletlen2();
}
else if (j==0)
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k+1][j]+matrix[k-1][j+1]+matrix[k+1][j+1]+matrix[k-1][j]+veletlen2();
}
else if (j==(N-1))
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k+1][j]+matrix[k+1][j-1]+matrix[k-1][j-1]+matrix[k][j-1]+veletlen2();
}
else
{
suma=matrix[k-1][j-1]+matrix[k-1][j]+matrix[k-1][j+1]+matrix[k][j-1]+matrix[k][j+1]+matrix[k+1][j-1]+mat
}
//lépés
if(suma==(n+1))
temp_matrix[k][j]=1;
if(suma==n)
temp_matrix[k][j]=matrix[k][j];
if(suma>(n+1) || suma<n)
temp_matrix[k][j]=0;
}
}
for ( unsigned int m=0; m<M ; m++)
{
for ( unsigned int n=0; n<N ; n++)
{
result << temp_matrix[m][n] << "\t";
matrix[m][n]=temp_matrix[m][n];
}
result << endl;
}
}
for(int i=0; i<N; ++i)
{
delete[] matrix[i];
}
delete[] matrix;
for(int i=0; i<N; ++i)
{
delete[] temp_matrix[i];
}
delete[] temp_matrix;
return 0;
}
```

3.4. Conway periodikus határ

```
#include <fstream>
#include <algorithm>
#include <iostream>
#include <cmath>
#include <string>
#include <sstream>
using namespace std;
```

```
int main(int argc, char **argv)
{
string matrix_file;
unsigned int N = atoi(argv[2]);
unsigned int M = atoi(argv[1]);
matrix_file = argv[3];
int n;
cout<< "Add meg n erteket: ";
cin >> n;
ifstream Mat_file(matrix_file.c_str());
int **matrix = new int*[M];
for ( unsigned int i=0; i<M; i++)
{
matrix[i] = new int[N];
}
int **temp_matrix = new int*[M];
for ( unsigned int i=0; i<M; i++)
{
temp_matrix[i] = new int[N];
}
for ( unsigned int m=0; m<M ; m++)
{
for ( unsigned int n=0; n<N ; n++)
{
Mat_file >> matrix[m][n];
temp_matrix[m][n]=matrix[m][n];
}
}
Mat_file.close();
unsigned int suma;
for ( unsigned int i=0; i<10 ; i++)
{
ostringstream file;
file << i << ".dat";
ofstream result(file.str().c_str());
for ( unsigned int k=0; k<M; k++)
{
for ( unsigned int j=0; j<N; j++)
{


//határfeltételek a sarkakon
if (k==0 && j==0)
{
suma=matrix[k+1][j]+matrix[k+1][j+1]+matrix[k][j+1]+2;
}
else if (k==(M-1) && j==(N-1))
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k-1][j-1]+matrix[k][j-1]+2;
}
else if (k==0 && j==(N-1))
{
suma=matrix[k+1][j]+matrix[k+1][j-1]+matrix[k][j-1]+3;
```

```
}
else if (k==(M-1) && j==0)
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k][j+1]+matrix[k-1][j+1]+3;
}



//határfeltételek a széleken
else if (k==0 && j%2==!0)
{
suma=matrix[k+1][j+1]+matrix[k+1][j-1]+matrix[k+1][j]+matrix[k][j-1]+matrix[k][j+1]+2;
}
else if (k==0 && j%2==0)
{
suma=matrix[k+1][j+1]+matrix[k+1][j-1]+matrix[k+1][j]+matrix[k][j-1]+matrix[k][j+1]+1;
}
else if (k==(M-1) && j%2==!0)
{
suma=matrix[k-1][j+1]+matrix[k-1][j-1]+matrix[k-1][j]+matrix[k][j-1]+matrix[k][j+1]+2;
}
else if (k==(M-1) && j%2==0)
{
suma=matrix[k-1][j+1]+matrix[k-1][j-1]+matrix[k-1][j]+matrix[k][j-1]+matrix[k][j+1]+1;
}
else if (j==0 && k%2==!0)
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k+1][j]+matrix[k-1][j+1]+matrix[k+1][j+1]+matrix[k-1][j]+2;
}
else if (j==0 && k%2==0)
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k+1][j]+matrix[k-1][j+1]+matrix[k+1][j+1]+matrix[k-1][j]+1;
}
else if (j==(N-1) && k%2==!0)
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k+1][j]+matrix[k+1][j-1]+matrix[k-1][j-1]+matrix[k][j-1]+2;
}
else if (j==(N-1) && k%2==0)
{
suma=matrix[k-1][j]+matrix[k+1][j]+matrix[k+1][j-1]+matrix[k-1][j-1]+matrix[k][j-1]+1;
}

//amugy meg
else
{
suma=matrix[k-1][j-1]+matrix[k-1][j]+matrix[k-1][j+1]+matrix[k][j-1]+matrix[k][j+1]+matrix[k+1][j-1]+mat
}


//lépés
if(suma==(n+1))
temp_matrix[k][j]=1;
if(suma==n)
temp_matrix[k][j]=matrix[k][j];
```

```
if(suma>(n+1) || suma<n)
temp_matrix[k][j]=0;
}
}
for ( unsigned int m=0; m<M ; m++)
{
for ( unsigned int n=0; n<N ; n++)
{
result << temp_matrix[m][n] << "\t";
matrix[m][n]=temp_matrix[m][n];
}
result << endl;
}
}
for(int i=0; i<N; ++i)
{
delete[] matrix[i];
}
delete[] matrix;
for(int i=0; i<N; ++i)
{
delete[] temp_matrix[i];
}
delete[] temp_matrix;
return 0;
}
```

3.5. 2D homokdomb (Matlab)

```
function [n_t]= homokdomb(N,i)
n_t=zeros(i,1);
In=zeros(N);
[m ,n]=size(In);
figure;
colormap(gray);
imagesc(In);
f = getframe;
[im,map] = rgb2ind(f.cdata,256,'nodither');
pause(5)
for kor=1:i
In(m/2,n/2)=In(m/2,n/2)+1;
for k=2:m-1
for j=2:n-1
if In(k,j)>=4
In(k+1,j)=In(k+1,j)+1;
In(k-1,j)=In(k-1,j)+1;
In(k,j+1)=In(k,j+1)+1;
In(k,j-1)=In(k,j-1)+1;
In(k,j)=In(k,j)-4;
n_t(kor)=n_t(kor)+4;
end
end
end
In(1,:)=0;
In(:,1)=0;
```

```
In(n,:)=0;
In(:,n)=0;
imagesc(In)
f = getframe;
im(:,:,1,kor) = rgb2ind(f.cdata,map,'nodither');
pause(0.01)
end
imwrite(im,map,'animation.gif','DelayTime',0.01,'LoopCount',inf)
end
```

3.6. 2D homokdomb véletlen helyre dobott homokszemekkel (Matlab)

```
function [n_t]=veletlenhomokdomb(N,i)
n_t=zeros(i,1);
In=randi(7,N);
[m, n]=size(In);
figure;
colormap(gray);
imagesc(In);
f = getframe;
[im,map] = rgb2ind(f.cdata,256,'nodither');
pause(5)
for kor=1:i
m_rand=randi(n,1);
n_rand=randi(n,1);
In(m_rand,n_rand)=In(m_rand,n_rand)+1;
for k=2:m-1
for j=2:n-1
if In(k,j)>=4
In(k+1,j)=In(k+1,j)+1;
In(k-1,j)=In(k-1,j)+1;
In(k,j+1)=In(k,j+1)+1;
In(k,j-1)=In(k,j-1)+1;
In(k,j)=In(k,j)-4;
n_t(kor)=n_t(kor)+4;
end
end
end
In(1,:)=0;
In(:,1)=0;
In(n,:)=0;
In(:,n)=0;
imagesc(In)
f = getframe;
im(:,:,1,kor) = rgb2ind(f.cdata,map,'nodither');
pause(0.01)
end
imwrite(im,map,'animation.gif','DelayTime',0.01,'LoopCount',inf)
end
```

Hivatkozások

[1] Conway
$https://en.wikipedia.org/wiki/Conway27s_Game_of_Life$

[2] Conway
$http://csabai.web.elte.hu/http/szamszim/lecture7/topic6-lec1.pdf$

[3] Homokdomb
$http://csabai.web.elte.hu/http/szamszim/lecture7/topic6-lec3.pdf$