

PRAKTYCZNE ASPEKTY MODELOWANIA RZECZYWISTOŚCI

Daniel Wójcik

Instytut Biologii Doświadczalnej PAN

d.wojcik@nencki.gov.pl

tel. 022 5892 424

<http://www.neuroinf.pl/Members/danek/swps/>

Automaty komórkowe

Druga symulacja:

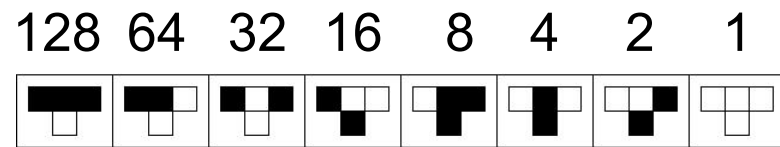
Ewolucja identycznych elementów:
jak proste reguły prowadzą
do złożonych zachowań

Rozważmy 1D automat komórkowy:

- Mamy “świat” składający się z L kolejnych “komórek”.
- Każda komórka (o numerze n) przyjmuje jeden z dwóch stanów, 0 lub 1 .
- Wszystkie komórki zmieniają stan jednocześnie.
- Stan przyszły (w chwili $t+1$) komórki n zależy od stanu obecnego (w chwili t) tej komórki oraz jej dwóch sąsiadów: $n-1$ oraz $n+1$.
- Przyjmujemy okresowe warunki brzegowe, czyli komórka o numerze L jest lewym sąsiadem komórki o numerze 0 .

Przykład

reguła 30



Kodowanie reguły

Każdemu układowi stanów komórki n i jej sąsiadów $n+1$ i $n-1$ w chwili t przypisujemy liczbę jak na rysunku obok

Kodem reguły jest suma liczb kodujących te trójki stanów, po których w chwili $t+1$ stan komórki n ma być 1

reguła 30

128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	1	1	1	1	0

$$\text{kod reguły} = 16+8+4+2 = 30$$

Przygotowanie

Zacznijmy od stworzenia nowego skryptu:

```
edit automaty_dw
```

Skasujmy całą zawartość zaproponowaną przez Octave.

Tworzymy świat

Nasz “świat” ma długość L , możemy więc myśleć o nim jako o wektorze. Ewolucja dodaje wymiar czasowy: w każdej chwili t mamy nowy stan układu. Możemy myśleć o tym jako o wielu wektorach, albo jako o 2D macierzy, w której jest jeden wymiar przestrzenny i jeden czasowy:

```
universe = zeros(nr_of_cells+2,max_time);
```

Dlaczego $+2$? Komórki o numerach 1 i $L+2$ pomogą nam poradzić sobie z warunkami brzegowymi.

Stan początkowy

Wybierzmy losowy stan początkowy.

```
universe(2:nr_of_cells+1,1) = ...  
    floor(2*rand(nr_of_cells,1));
```

Co robi ta komenda?

A ten trick?

```
universe(1+find(rand(nr_of_cells,1)<0.3), ...  
        1) = 1;
```


Program testowy

```
nr_of_cells = 50;
max_time = 100;
prob = 0.9;

universe = zeros(nr_of_cells+2,max_time);

universe(2:nr_of_cells+1,1) = ...
    floor(2*rand(nr_of_cells,1));

for time=2:max_time
    universe(1+find(rand(nr_of_cells,1)<prob),...
        time) = 1;
endfor

imagesc(universe)
```

Jeżeli wiemy już jak działa ten program testowy, wróćmy do wersji nam potrzebnej:

```
nr_of_cells = 50;
max_time = 100;

universe = zeros(nr_of_cells+2,max_time);

universe(2:nr_of_cells+1,1) = ...
    floor(2*rand(nr_of_cells,1));

for time=2:max_time
    % tu musimy wstawić reguły ewolucji
endfor

imagesc(universe)
```

Musimy teraz zaprogramować ewolucję. Jest wiele sposobów. Oto jeden z prostszych:

```
for n=2:nr_of_cells+1
    if (universe(n-1,time-1) == 0 & ...
        universe(n ,time-1) == 0 & ...
        universe(n+1,time-1) == 0 )
        universe(n,time) = 0;
    endif
    if (universe(n-1,time-1) == 0 & ...
        universe(n ,time-1) == 0 & ...
        universe(n+1,time-1) == 1 )
        universe(n,time) = 1;
    endif
    % ...
    % w sumie osiem, prawda?
endfor
```

O mało co nie zapomnieliśmy o warunkach brzegowych!

```
for time=2:max_time
    % warunki brzegowe
    universe(1,time-1) = ...
                    universe(nr_of_cells+1,time-1);
    universe(nr_of_cells+2,time-1) = ...
                    universe(2,time-1);

    for n=2:nr_of_cells+1
        %...

    endfor
endfor
```

Mamy teraz uniwersalny symulator 1D automatów komórkowych. Możemy zmieniać:

- Rozmiar układu,
- Regułę ewolucji (jest ich 256)
- Stan początkowy, itd.

Państwa zadaniem będzie teraz:

- Poeksperymentować z programem tak, żeby wszystkie jego elementy były dla Państwa zrozumiałe
- Napisać sprawozdanie z eksperymentów. Sprawozdanie powinno zawierać:
 - Przedstawienie problemu
 - Kod programu z opisem, co on robi
 - Opis przeprowadzonych eksperymentów z rysunkami przedstawiającymi wyniki
 - Podsumowanie zawierające wnioski z przeprowadzonych symulacji

Przykładowe pomysły na eksperymenty

Czy każda reguła zachowuje się tak samo?

Opisz jakościowo zachowanie się różnych reguł, na przykład porównaj reguły 36, 38, 40 i 52.

Czy wyniki są jakościowo podobne?

Ile jest różnych stanów końcowych (cykli)?

Jak długie są cykle?

Jak zmieniają się te parametry, kiedy rośnie długość sieci?

Automaty wielostanowe:

- Modele ośrodków aktywnych (excitable media?) – spirale
- Modele dyfuzji