
Elementarne AK – sprawozdanie

AUTOMATY KOMÓRKOWE

Aleksandra Bielak

5 kwietnia 2018

1 WSTĘP

W ramach ćwiczenia przygotowano aplikację webową umożliwiającą badanie elementarnych automatów komórkowych. Z jej pomocą można zaobserwować dany automat oraz przeprowadzić analizę jego stabilności przy wystąpieniu zaburzenia. W niniejszym sprawozdaniu przedstawiono badania wybranych automatów wykonane przy użyciu opisywanego programu.

2 OPIS APLIKACJI

Stworzony program realizuje następujące funkcjonalności:

- konfiguracja stanu początkowego i reguł automatu
- rysowanie kolejnych stanów automatu
- rysowanie kolejnych stanów po wprowadzeniu minimalnego zaburzenia
- prezentacja zaburzenia poprzez różnicę pomiędzy automatem z i bez zaburzenia
- obliczenie i prezentacja odległości Hamminga wynikającej z różnicy

Aplikacja webowa została napisana w języku JavaScript, z wykorzystaniem frameworka Vue.js. Do budowy szablonu użyto frameworka Twitter Bootstrap, pozwalającego na wykorzystanie gotowych elementów interfejsu graficznego, natomiast wykres odległości Hamminga generowano za pomocą biblioteki chart.js.

2.1 STEROWANIE

Proces rysowania automatu przedstawiono w postaci animacji, którą można zatrzymać, wznowić i zresetować. Służą do tego przyciski nawigacji:



Poniżej przedstawiono poszczególne elementy konfiguracji z opisem ich działania:

Numer startowy automatu

Wprowadz ciąg 0 i 1, pusty generuje losowy

Pole umożliwiające generowanie stanu początkowego automatu. Akceptuje ciągi znaków składające się z 0 i 1. Puste pole generuje losowy stan.

Nazwa automatu

Wprowadz nazwę

Pole służące do wpisania reguły automatu (dziesiętnej wartości liczbowej)

0	0	0	0	0	1
<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
0	1	0	0	1	1
<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
1	0	0	1	0	1
<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
1	1	0	1	1	1
<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		

Zaznacz maske

Miejsce wybierania maski bitowej reguł dla poszczególnych trójek komórek. Zaznaczony checkbox oznacza regułę 1. Aktualna wartość jest na bieżąco wyświetlana w polu Nazwa automatu. Checkboxy automatycznie dostosowują się do ograniczeń automatów legalnych i głosujących.

Nazwa
Maska
Legalny
Głosujący

Wybierz rodzaj konfiguracji automatu

Przełączniki typu automatu. Nazwa pozwala na wpisanie wartości liczbowej, pozostałe na zaznaczanie checkboxów.

3 BADANIE AUTOMATÓW

Podczas wstępnej selekcji automatów do badań zauważono, że można podzielić je na trzy kategorie, zgodnie z tym, jakie wartości przyjmuje odległość Hamminga:

- jest stabilna, dąży do stałej wartości lub powtarzalnego wzoru
- mimo iż wydaje się chaotyczna, można zauważyć powtarzalny wzór w pewnych odstępach czasu
- odległość niestabilna, zmieniająca się chaotycznie

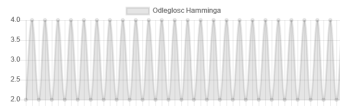
Kolejne analizy przeprowadzano po podziale na powyższe kategorie.

3.1 ELEMENTARNE AK Z ODLEGŁOŚCIĄ HAMMINGA DĄŻĄCĄ DO STABILNYCH WARTOŚCI

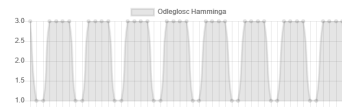
W tej kategorii znalazły się automaty, których zaburzenie w skończonym czasie ustala się (nie zmienia się w kolejnych stanach) bądź propaguje się na inne komórki w sposób, który można łatwo wskazać. Są to automaty II klasy Wolframa (okresowe).

Przykładami takich automatów są:

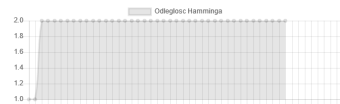
- 1_{dec}



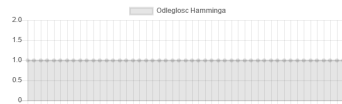
- 94_{dec}



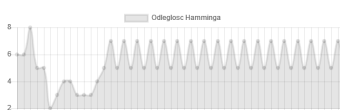
- 72_{dec}



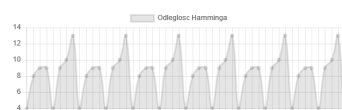
- 112_{dec}



- 91_{dec}



- 181_{dec}



Spośród powyższych automatów 2 (112_{dec} i 181_{dec}) można nazwać automatami przesuwającymi - propagują zaburzenie na sąsiednie komórki w stałym kierunku i z określonym wzorem.

- 112_{dec}



- 181_{dec}



Pozostałe generują zaburzenie, które nie zmienia się w kolejnych stanach (lub zmienia się co kilka kroków). 72_{dec} i 94_{dec} są typu legalnego.

W przypadku powyższych automatów przy niektórych warunkach początkowych zdarzało się, że po kilku krokach odległość Hamminga zerowała się, a zaburzenia zanikało (szczególnie w przypadku 1_{dec} i 72_{dec}). Jest to cecha automatów I klasy Wolframa.

3.2 ELEMENTARNE AK Z ZABURZENIEM ODPOWIADAJĄCYM POWTARZALNEMU WZOROWI

W tej kategorii znalazły się automaty, których wykres odległości Hamminga wykazywał cechy samopodobieństwa. Samo zaburzenie przyjmowało wtedy kształt fraktalu.

Własność tę posiadają automaty:

- 60_{dec}

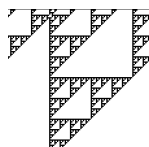


- 90_{dec} (legalny)

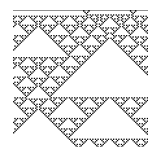


Generowane przez nie zaburzenie (fraktal – trójkąt Sierpińskiego):

- 60_{dec}



- 90_{dec}

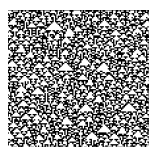
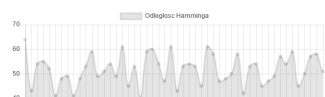


Powyższe automaty trudno zakwalifikować do klasy Wolframa. Należą do klasy III lub IV. Jednoznaczne przydzielenie do klasy nie jest możliwe z powodu braku obserwacji konfiguracji blokujących rozchodzenie się zaburzenia.

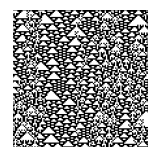
3.3 ELEMENTARNE AK Z CHAOTYCZNYM ZABURZENIEM

W tej kategorii znalazły się automaty klasy III Wolframa - nie wykazujące ani globalnego, ani lokalnego wzorca. Poniżej przedstawiono dwa przykładowe automaty głosujące posiadające tę właściwość:

- 22_{dec}



- 126_{dec}



4 PODSUMOWANIE

W ramach projektu udało się z powodzeniem stworzyć aplikację do analizy automatów elementarnych i przeprowadzić badanie wybranych konfiguracji. Aby dokładnie zbadać właściwości automatów, należałoby przygotować znacznie dłuższą pracę. Mam nadzieję, że powyższe sprawozdanie prezentuje możliwości i zastosowanie przygotowanej implementacji.