



Automaty komórkowe Conwaya

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Automaty komórkowe Conwaya

Źródło: Michael Schiffer, domena publiczna.

Inspiracją do stworzenia algorytmów genetycznych był biologiczny proces ewolucji organizmów oraz funkcjonowanie populacji. Jednak nie są to jedyne algorytmy, które powstały z inspiracji otaczającym nas światem.

Automat komórkowy jest matematycznym modelem, który powstał podczas badań na temat rozrostu i powstawania kryształów. Dziś są one wykorzystywane w wielu różnych dziedzinach, takich jak kryptografia, przemysł muzyczny czy chociażby szeroko pojęta sztuka nowoczesna.

Twoje cele

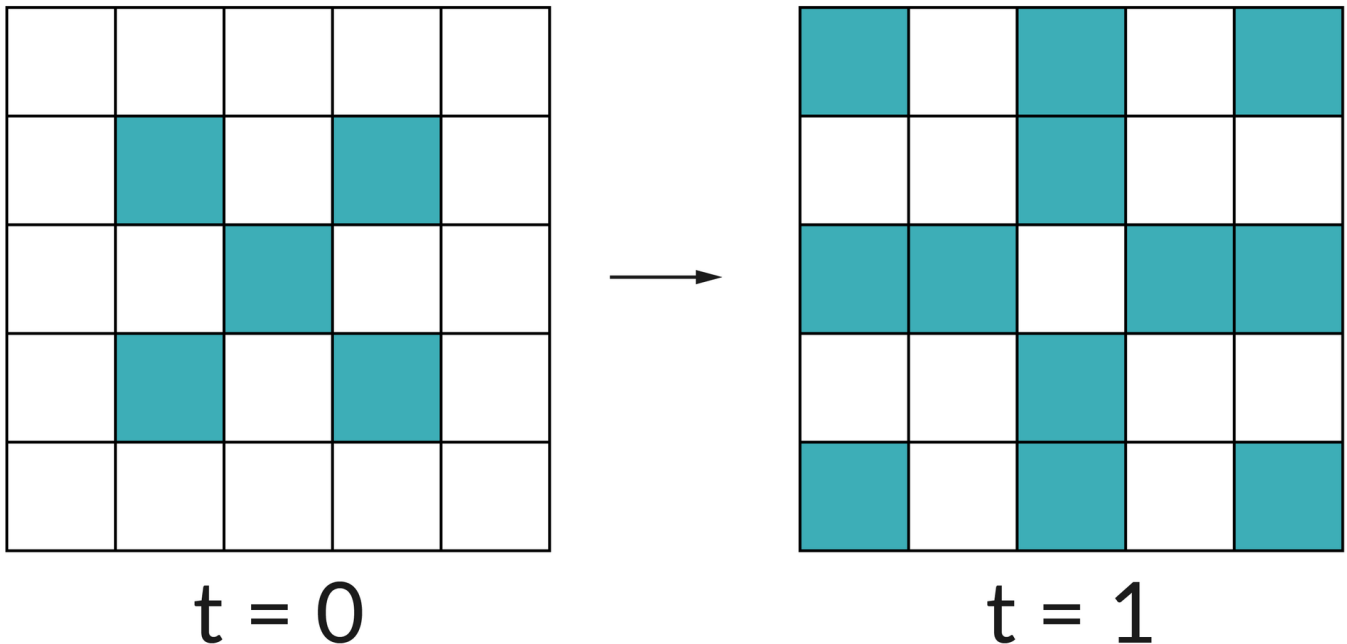
- Prześledzisz koncepcję automatu komórkowego.
- Przeanalizujesz historię rozwoju automatów komórkowych.
- Wymienisz przykładowe rodzaje i zastosowania automatów komórkowych.

Przeczytaj

Koncepcja automatu komórkowego

Automatem komórkowym nazywamy siatkę sąsiadujących ze sobą identycznych komórek. Jest to [model matematyczny](#), w którym każda w danej chwili posiada jeden ze skończonej liczby swoich stanów. Może być włączona albo wyłączona. Dodatkowo siatka może być n -wymiarowa.

Na samym początku działania automatu komórkowego w chwili $t = 0$, każda z komórek przyjmuje stan wylosowany z puli lub określony przez użytkownika. Potem następuje proces ewolucji każdej komórki. Na podstawie stanu swojego i swoich sąsiadów w chwili $t = 0$ przyjmuje stan zgodny z pewnymi przyjętymi przez nas zasadami. Stan ten będzie miał w chwili $t = 1$.



Źródło: Contentplus.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Zazwyczaj zasady ewolucji są identyczne dla każdej komórki w siatce i nie zmieniają się w czasie. Jednak nie zawsze jest to przestrzegane. Przykładem są **stochastyczne automaty komórkowe** oraz **asynchroniczne automaty komórkowe**.

Dodatkowo automaty komórkowe są zazwyczaj symulowane w skończonej przestrzeni. W nieskończonych przestrzeniach pojawia się problem związany z komórkami skrajnymi. Ciężko jest określić, w jaki sposób się z nimi obchodzić oraz jak wpływają na pozostałe komórki.

Historia rozwoju automatów komórkowych

Historia automatów komórkowych sięga lat 40. XX wieku. Wtedy [Stanisław Ulam](#), przeprowadzając badania nad rozrostem kryształów w narodowym laboratorium Los Alamos, poznał [Johna von Neumanna](#). Neumann w tamtym czasie pracował nad budową robota, który byłby w stanie wyprodukować własną kopię z powszechnie dostępnych materiałów. Ulam zaproponował, żeby koncepcję replikujących się obiektów przenieść do matematycznego modelu.

Był to początek znanych nam dziś automatów komórkowych. Następnie pracami Neumanna zainteresował się brytyjski informatyk [Edgar Frank Codd](#). Zaproponował automat komórkowy, który był w stanie obliczyć wszystkie możliwe funkcje i który mógł się rozmnażać. Projekt ten ze względu na swoje skomplikowanie nigdy nie został zrealizowany. Prace Codd'a posłużyły jednak do stworzenia w 1970 roku najbardziej znanego automatu komórkowego, czyli **Gry w życie**, o której więcej przeczytasz w e-materiale [Gra w życie](#).

Badania nad automatami komórkowymi i ich zastosowaniem w różnych dziedzinach są prowadzone również obecnie. Przykładem jest praca Gerarda Hooft'a opublikowana w 2016 roku, która przedstawia pomysł przebudowania mechaniki kwantowej, wykorzystując automaty komórkowe.

Słownik

Edgar Frank Codd

brytyjski informatyk, twórca relacyjnych baz danych

John Conway

brytyjski matematyk, prowadził liczne badania w tematyce teorii grup, teorii węzłów oraz teorii liczb

John von Neumann

węgierski matematyk, chemik, fizyk i informatyk; jest uznawany za głównego twórcę teorii gier i formalizmu matematycznego mechaniki kwantowej

model matematyczny

układ, który może być opisany przy użyciu języka matematyki

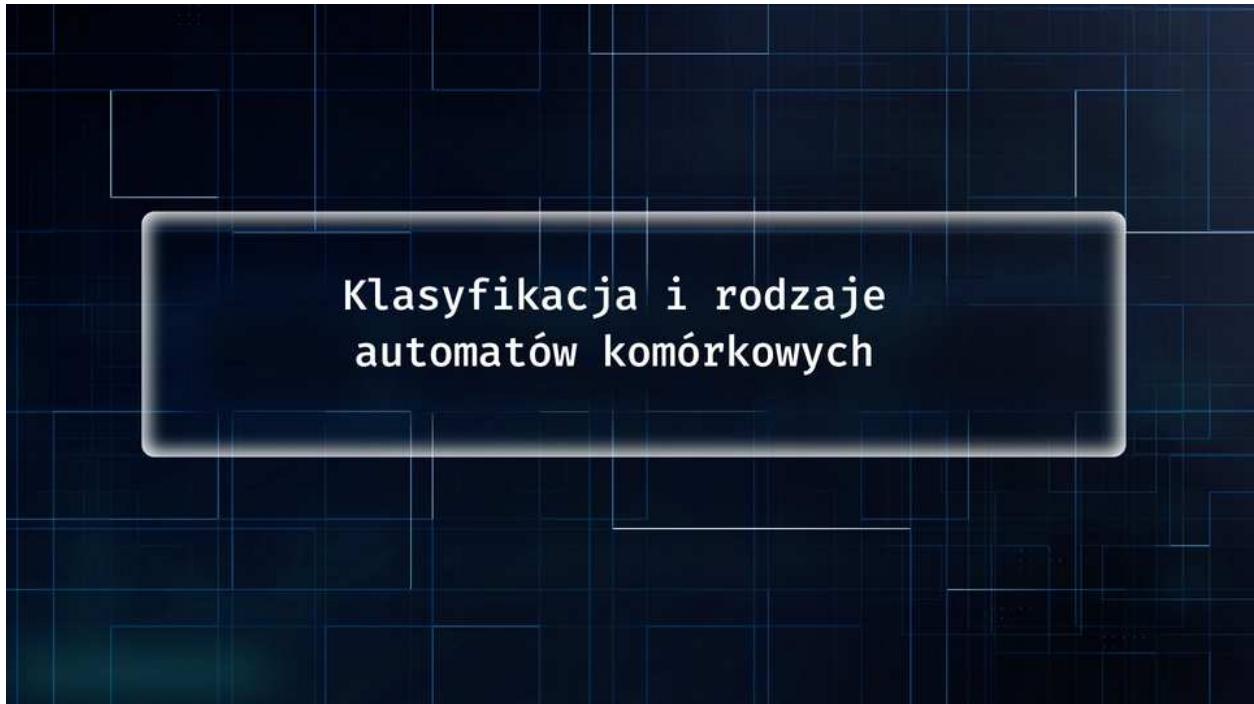
Stanisław Ulam

polski i amerykański matematyk, przedstawiciel lwowskiej szkoły matematycznej

Animacja

Polecenie 1

Zapoznaj się z animacją. Poszukaj informacji na temat wykorzystania automatów komórkowych.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RGTSdchiQMlNw>

Źródło: Contentplus.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Film nawiązujący do treści materiału: Klasyfikacja i rodzaje automatów komórkowych.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Oceń prawdziwość stwierdzenia „komórka w automacie komórkowym może mieć nieskończoną liczbę stanów”.

☐ fałsz

☐ prawda

Ćwiczenie 2



Wskaż, jak nazywa się automat komórkowy, który może być stosowany jako szyfr blokowy w kryptografii.

☐ Reguła 105

☐ automat Moore'a

☐ Reguła 30

☐ Gra w życie

Ćwiczenie 3



Dokończ zdanie.

Sąsiedztwo von Neumanna to rodzaj sąsiedztwa komórek...

- ☐ w dwuwymiarowej siatce, który uznaje za sąsiadów komórki mające wspólny bok lub wierzchołek.
- ☐ w trójwymiarowej siatce, który uznaje za sąsiadów komórki mające wspólny bok lub wierzchołek.
- ☐ w trójwymiarowej siatce, który uznaje za sąsiadów komórki mające wspólny bok.
- ☐ w dwuwymiarowej siatce, który uznaje za sąsiadów komórki mające wspólny bok.

Ćwiczenie 4



Wskaż, w którym roku John Conway wymyślił Grę w życie.

- ☐ w 1980 roku
- ☐ w 1970 roku
- ☐ w 1960 roku
- ☐ w 1940 roku

Ćwiczenie 5



Wskaż poprawną definicję modelu matematycznego.

- ☐ Układ, który może być opisany przy użyciu języka fizyki.
- ☐ Układ, który może być opisany przy użyciu języka matematyki.
- ☐ Układ, który może być opisany przy użyciu podstawowych działań matematycznych.
- ☐ Układ, który może być opisany przy użyciu języka lingwistyki matematycznej.

Ćwiczenie 6



Wstaw brakujące wyrażenia tak, aby treść poniższego tekstu była prawdziwa.

Oto trzy główne reguły ewolucji obiektów w Grze w życie:

1. Martwa komórka, która ma dokładnie żywych sąsiadów, staje się żywa w następnej jednostce czasu.

2. Żywa komórka, która ma albo trzech żywych sąsiadów pozostaje nadal żywa.

3. Żywa komórka, która ma mniej niż dwóch albo więcej niż trzech żywych sąsiadów .

pięciu

jednego

czterech

dwóch

pozostaje żywa

trzech

umiera

Ćwiczenie 7



Uporządkuj w odpowiedniej kolejności kolejne etapy rozwoju automatów komórkowych.

Powstanie Gry w życie.



Zaproponowanie przez Edgara Franka Codd'a automatu komórkowego, który był w stanie obliczyć wszystkie możliwe funkcje i który mógł się rozmnażać.



Praca Johna von Neumann'a nad budową robota zdolnego do replikacji.



Pomysł Stanisława Ulama na przeniesienie koncepcji replikujących się obiektów do matematycznego modelu.



Zaproponowanie przebudowy mechaniki kwantowej wykorzystując automaty komórkowe.



Ćwiczenie 8



Połącz w pary klasy automatów komórkowych z ich odpowiednimi opisami.

klasa I

automaty komórkowe, których wszystkie początkowe wzory ewoluują w sposób chaotyczny i nieuporządkowany

klasa III

automaty komórkowe, których wszystkie początkowe wzory szybko ewoluują do stabilnego stanu

klasa IV

automaty komórkowe, których większość początkowych wzorów szybko ewoluuje do stabilnego stanu

klasa II

automaty komórkowe, których wszystkie początkowe wzory ewoluują w skomplikowane struktury, które wzajemnie ze sobą oddziałują

Dla nauczyciela

Autor: Bartosz Zadrozny

Przedmiot: Informatyka

Temat: Automaty komórkowe Conwaya

Grupa docelowa:

Szkoła ponadpodstawowa, liceum ogólnokształcące, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

Podstawa programowa:

Cele kształcenia – wymagania ogólne

I. Rozumienie, analizowanie i rozwiązywanie problemów na bazie logicznego i abstrakcyjnego myślenia, myślenia algorytmicznego i sposobów reprezentowania informacji.

III. Posługiwanie się komputerem, urządzeniami cyfrowymi i sieciami komputerowymi, w tym: znajomość zasad działania urządzeń cyfrowych i sieci komputerowych oraz wykonywania obliczeń i programów.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

IV. Rozwijanie kompetencji społecznych.

Zakres podstawowy. Uczeń:

- 2) podaje przykłady wpływu informatyki i technologii komputerowej na najważniejsze sfery życia osobistego i zawodowego; korzysta z wybranych e-usług; przedstawia wpływ technologii na dobrobyt społeczeństw i komunikację społeczną;
- 5) przedstawia trendy w historycznym rozwoju informatyki i technologii oraz ich wpływ na rozwój społeczeństw;

Zakres rozszerzony. Uczeń spełnia wymagania określone dla zakresu podstawowego, a ponadto:

- 2) analizuje i charakteryzuje wpływ trendów w historycznym rozwoju pojęć, metod informatyki oraz technologii na możliwości rozwiązywania problemów teoretycznych i praktycznych;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Prześledzisz koncepcję automatu komórkowego.
- Przeanalizujesz historię rozwoju automatów komórkowych.
- Wymienisz przykładowe rodzaje i zastosowania automatów komórkowych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja;
- rozmowa nauczająca z wykorzystaniem multimediu i ćwiczeń interaktywnych.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przebieg lekcji

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia e-materiał: „Automaty komórkowe Conwaya”. Nauczyciel prosi uczniów o zapoznanie się z treściami w sekcji „Przeczytaj”.

Faza wstępna:

1. Przedstawienie tematu zajęć oraz wspólne z uczniami ustalenie kryteriów sukcesu.
2. **Rozpoznanie wiedzy uczniów.** Nauczyciel zadaje uczniom pytania dotyczące ich aktualnego stanu wiedzy w obszarze poruszanego tematu, np.

- jak nazywamy siatkę sąsiadujących ze sobą identycznych komórek?
 - ile wyróżniamy klas automatów komórkowych?
 - na czym polega sąsiedztwo von Neumanna?
 - na czym polega sąsiedztwo Moore'a?
 - wymień kilka dziedzin, w których mają zastosowania automaty komórkowe?
- Chętni lub wybrani uczniowie udzielają na nie odpowiedzi.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimediami.** Nauczyciel wyświetla zawartość sekcji „Animacja”. Uczniowie wspólnie zapoznają się z przedstawionymi w niej treściami.
2. **Ćwiczenie umiejętności.** Uczniowie wykonują ćwiczenia nr 1–5 z sekcji „Sprawdź się”. Nauczyciel sprawdza poprawność wykonanych zadań, omawiając je wraz z uczniami.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel ponownie wyświetla na tablicy temat lekcji zawarty w sekcji „Wprowadzenie” i inicjuje krótką rozmowę na temat zrealizowanych celów (czego uczniowie się nauczyli).
2. Wybrany uczeń podsumowuje zajęcia, zwracając uwagę na nabyte umiejętności.

Praca domowa:

1. Uczniowie wykonują ćwiczenia 6–8 z sekcji „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne:

- Uczniowie mogą wykorzystać treści w sekcjach: „Przeczytaj”, „Animacja”, „Sprawdź się” jako materiał do lekcji powtórkowej.