

# Klasyczne modele automatów komórkowych

# Reprezentacja przestrzeni w modelach

- Sposób ciągły
- Grafy
- Automaty komórkowe

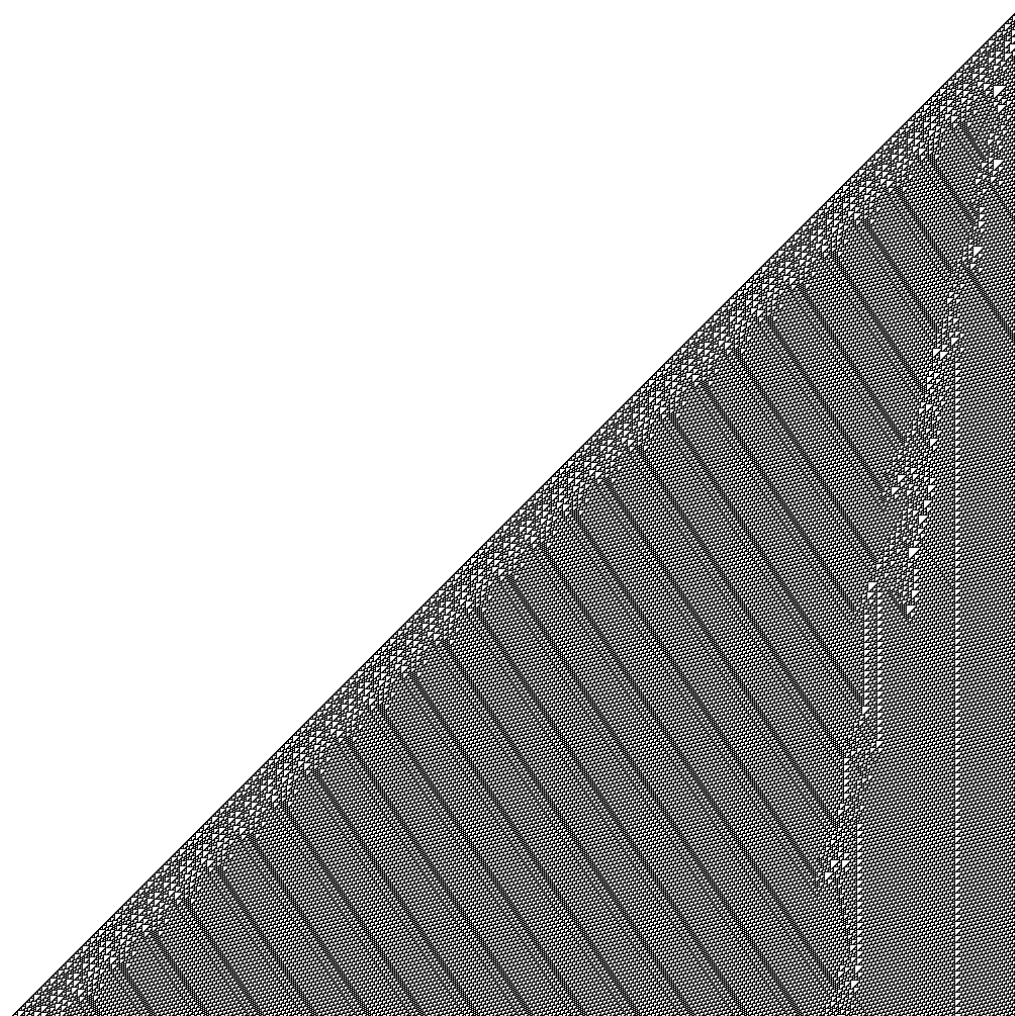
# Automaty komórkowe

- Zaproponowane w latach czterdziestych przez Ulama i von Neumanna podczas pracy w laboratorium Los Alamos



# Automaty komórkowe

- W latach 80 Stephen Wolfram zaproponował prostą, czterostopniową klasyfikację automatów komórkowych.
- W późniejszych latach udowodniono, że niektóre proste automaty komórkowe są kompletne w sensie Turinga (np. [zasada 110](#)).

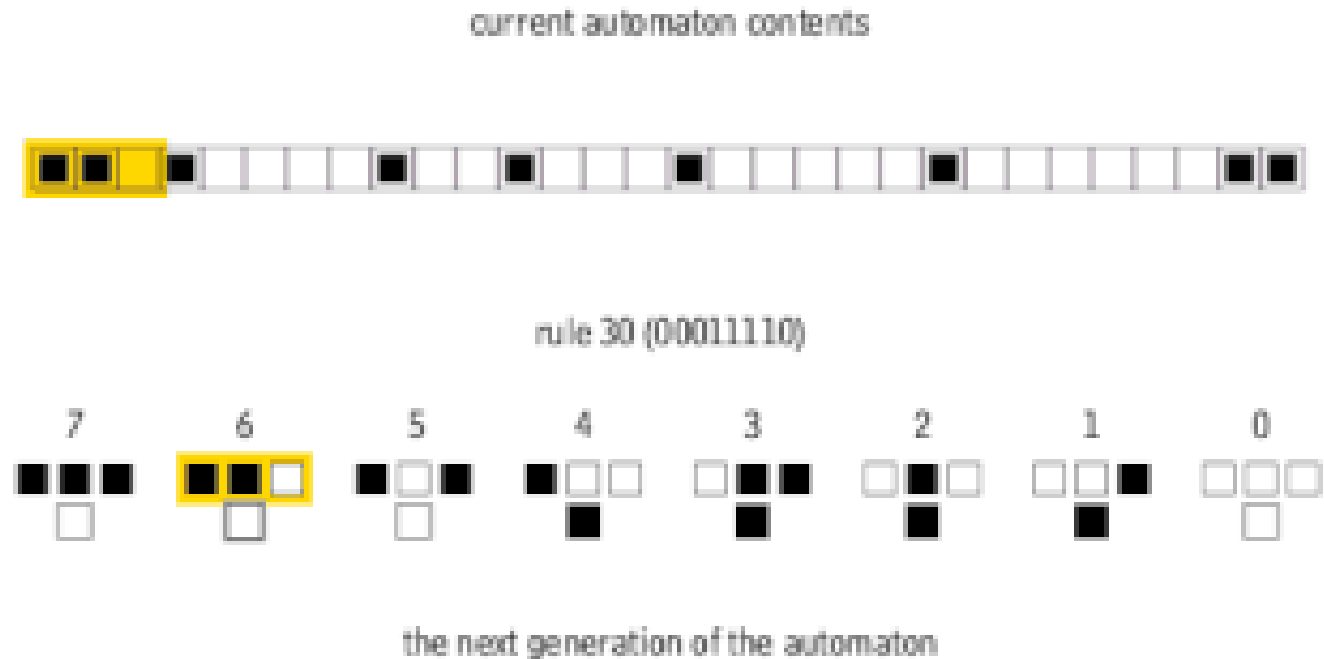


# Automaty komórkowe

- $m$ -wymiarowa krata równomierna opisująca świat modelu
- Skończony zbiór  $n$  stanów opisujących komórkę (agenta)
- Zbiór prostych reguł determinujących przejście ze stanu  $s_t$  do stanu  $s_{t+1}$
- W rezultacie możemy otrzymać złożone i nietrywialne struktury.

# Automaty komórkowe

- Prosty przykład 1-wymiarowego automatu:



- Trochę bardziej złożony przykład:



# Gra w życie Conwaya

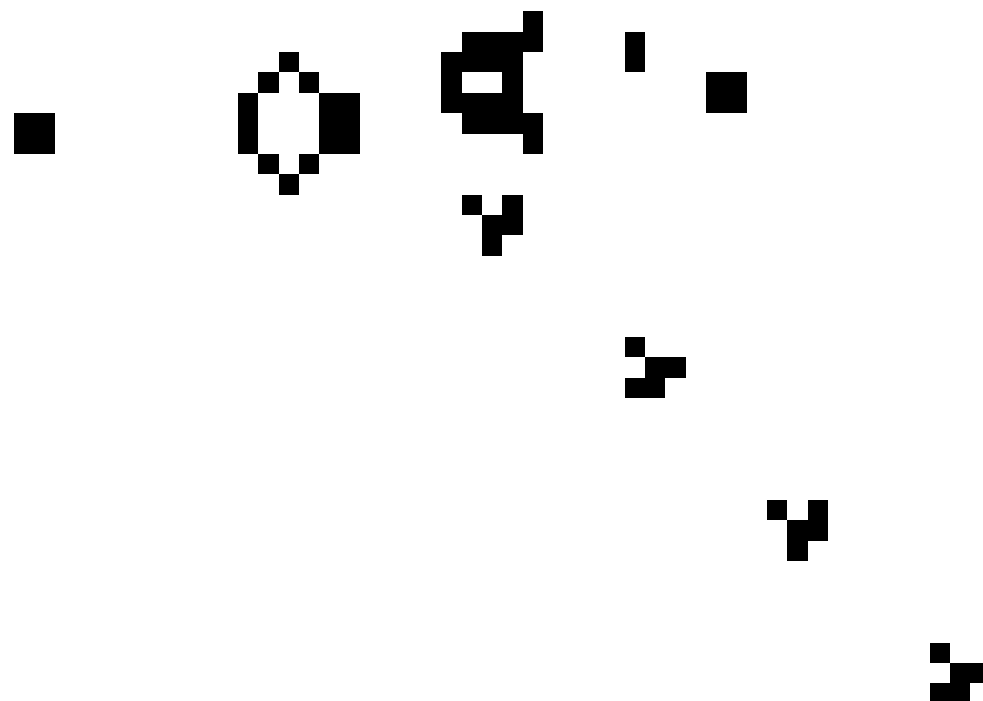
- <https://www.conwaylife.com/>
- Jeden z najbardziej klasycznych przykładów automatu komórkowe.
- Zaproponowany przez Johna Hortona Conwaya w 1970 roku.
- Proste reguły zachowania komórki w długim okresie prowadzą do powstawania złożonych i nietrywialnych systemów.
- Nawet niewielka zmiana reguł lokalnych całkowicie zmienia działanie systemu.

# Gra w życie Conwaya

- Zasady
  - Każda żywa komórka z mniej niż dwoma sąsiadami ginie z samotności
  - Każda żywa komórka, która ma 2 lub 3 sąsiadów przeżywa do następnej iteracji
  - Każda żywa komórka, która ma więcej niż 3 sąsiadów ginie z przeludnienia
  - Ze względu na reprodukcję, każda martwa komórka z 3 sąsiadami ożywa



# Gra w życie Conwaya



# Model dryfu genetycznego

- **Dryf genetyczny, zjawisko Wrighta** – zjawisko fluktuacji częstości występowania danego allelu w populacji niespowodowane presją selekcyjną lub mutacjami.
- Przykład neutralnej ewolucji.
- Tłumaczy np. występowanie **endemitów**.

# Model dryfu genetycznego

- **Dryf genetyczny, zjawisko Wrighta** – zjawisko fluktuacji częstości występowania danego allelu w populacji niespowodowane presją selekcyjną lub mutacjami.
- Przykład neutralnej ewolucji.
- Tłumaczy np. występowanie **endemitów**.



# Dodatkowe zadanie domowe

- Przeprowadź symulację w pliku **gendrift.jl** zakładając różne rozmiary kwadratu opisującego populację oraz początkowy odestek genu typu 1.
- Zbadaj dwa parametry
  - Czas do osiągnięcia stanu ustalonego
  - Prawdopodobieństwo dominacji genu typu 1

# Model segregacji Schellinga

- Thomas C. Schelling (1969) "Models of segregation," American Economic Review, 1969, 59(2), 488–493.
- Przykład wykorzystania automatów komórkowych w naukach społecznych.
- Próba znalezienia mechanizmu tłumaczącego zjawisko segregacji.
- Alternatywnie
  - [https://julia.quantecon.org/multi\\_agent\\_models/schelling.html](https://julia.quantecon.org/multi_agent_models/schelling.html)

# Dodatkowe zadanie domowe

- Przeprowadź symulację w pliku **schelling.jl** zakładając implementację w taki sposób , że trzymany jest wektor pustych pól na planszy.
- Jak taka zmiana wpływa na wydajność symulacji?

# Przykładowe pytania zaliczeniowe

1. Omów klasyfikację automatów komórkowych.
2. Co zwraca wywołanie funkcji  $\text{mod}(n,m)$ ? Wyjaśnij czemu ta funkcja jest wykorzystywana w automatach komórkowych.
3. Jaka jest różnica pomiędzy sąsiedztwem von Neumanna i Moore'a?
4. Opisz podstawowe założenia modelu Schellinga.