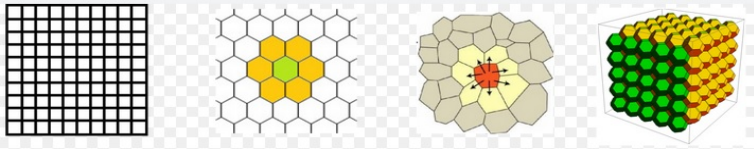


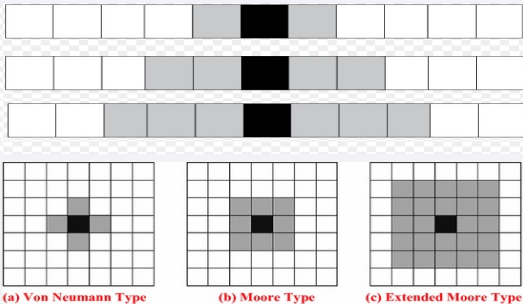
# OMM - Čelijski automati

May 8, 2023

- **Ćelija** - element koji može biti u jednom od više unapred definisanih stanja.
- **Stanje ćelije** - u svakom trenutku svaka ćelija se nalazi u jednom od konačno mnogo stanja (min dva stanja: 0 ("mrtva") i 1 ("živa")) .
- **Prostor diskretnih ćelija** - geometrijski organizovan skup ćelija



- **Okolina ćelije** - one ćelije koje MI proglašavamo njenim susedima



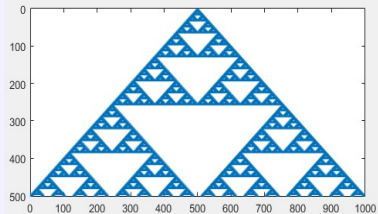
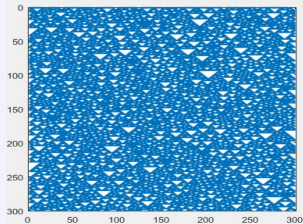
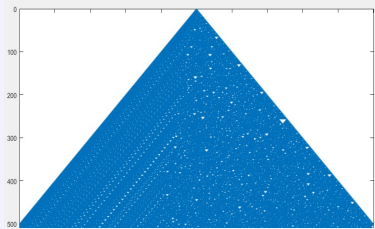
- **Skup pravila** - za svaki raspored stanja u tekućoj ćeliji i njenoj okolini definisano je stanje te ćelije u sledećem vremenskom trenutku

# Jednodimenzioni (linijski) automati

- Linijska struktura ćelija
  - 2 stanja: 0 i 1
  - Okolina: 2 susedne ćelije (levo i desno)
  - Pravila:
    - sve moguće kombinacije za 3 ćelije i 2 stanja, ukupno  $2^3 = 8$  slučajeva
    - za svaku kombinaciju definisano novo stanje tekuće (srednje) ćelije
- |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 111 | 110 | 101 | 100 | 011 | 010 | 001 | 000 |
| 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   |
- dodatno za granične ćelije (sve 0 ili sve 1 ili ciklično,...)
  - Broj različitih automata: 8 kombinacija okolina, 2 stanja, ukupno  $2^8 = 256$  automata
  - Stephen Wolfram numeracija 0-255

# Grafički prikaz

- 2 boje (0 belo, 1 plavo)
- Početni raspored stanja u ćelijama
- Svaka naredna iteracija (vreme) je novi red piksela



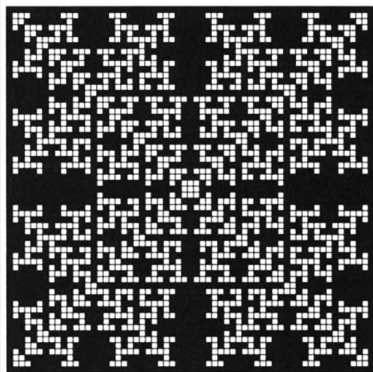
Automati: 30, 18, 90

# Dvodimenzioni automati

- Ravanska struktura ćelija
- 2 stanja: 0 i 1
- Okolina: 8 susednih ćelija koje imaju dodirnih taćaka sa datom ćelijom
- Pravila:
  - sve moguće kombinacije za 9 ćelija i 2 stanja, ukupno  $2^9 = 512$  slućaja
  - za svaku kombinaciju definisano novo stanje tekuće (srednje) ćelije
- Broj razlićitih automata: 512 kombinacija okolina, 2 stanja, ukupno  $2^{512}$  automata
- Grafićki prikaz: vreme kao dimenzija se ne moće prikazati na dijagramu. Posmatramo jednu po jednu generaciju kako se dinamićki menjaju na nekoj matrici ćelija.

## Pravilo "1 od 8"

- Početno stanje je jedna živa ćelija u sredini.
- Pravilo: ukoliko u okolnih 8 ćelija ima tačno jedna živa ćelija, posmatrana ćelija će u sledećoj generaciji biti živa, inače ostaje u stanju u kojem je bila.



- Kada jednom oživi, ćelija ostaje živa (ne može da umre)
- Kada neka oživi, imamo 2 žive ćelije jedna blizu druge, pa u njihovoj okolini neće oživeti neka treća ćelija (neće sve ćelije oživeti)
- Fraktalna struktura

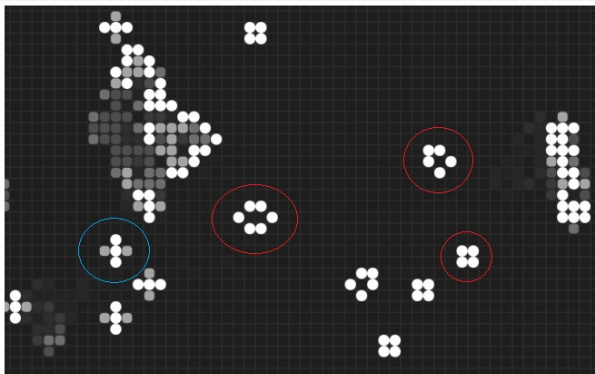
# Igra života (Game of Life) - John Conway 1970.

- Ravanska struktura ćelija
- 2 stanja: 0 i 1
- Okolina: 8 susednih ćelija koje imaju dodirnih tačaka sa datom ćelijom
- Pravila:
  - Živa ćelija okružena sa manje od 2 žive ćelije umire (posledica prevelike izloženosti okolnoj sredini)
  - Živa ćelija okružena sa 2 ili 3 žive ćelije nastavlja da živi
  - Živa ćelija okružena sa više od 3 žive ćelije umire (prenaseljenost)
  - Mrtva ćelija okružena sa tačno 3 žive ćelije postaje živa (reprodukcije), inače ostaje mrtva.



## Grafički prikaz

- Za razliku od pravila "1 od 8", sada žive ćelije mogu da umru.
- Žive ćelije bele boje, mrtve ćelije crne boje, nijanse sive označavaju koliko dugo je mrtva
- Početno stanje: slučajan raspored živih i mrtvih.



- [https://en.wikipedia.org/wiki/Conway's\\_Game\\_of\\_Life](https://en.wikipedia.org/wiki/Conway's_Game_of_Life)
  - Invarinajtne figure
  - periodične strukture (oscilatori)
  - periodične strukture koje se transliraju (space ships)
- <https://playgameoflife.com/>
- RIP John Conway  
[https://www.explainxkcd.com/wiki/index.php/2293:\\_RIP\\_John\\_Conway](https://www.explainxkcd.com/wiki/index.php/2293:_RIP_John_Conway)

## Grabljivci i plen - ćelijski automat

- Lotka-Voltera model (lisice, zečevi i trava)
- **Stohastički** ćelijski automat.
- 3 stanja: tri stanja: slobodno (trava), zec ili lisica

Pravila:

- Izaberemo slučajno 1 ćeliju, a zatim opet na slučajan način jednu ćeliju iz njene okoline.
- Ukoliko je u ćeliji lisica, a u susednoj zec, lisica pojede zeca. Susedno polje postaje lisica sa verovatnoćom  $p_1$  (prirodni priraštaj lisica).
- Ukoliko je u ćeliji lisica, a u susednoj trava ili lisica, lisica umire sa verovatnoćom  $p_2$  (mortalitet lisica).
- Ukoliko je u ćeliji zec, a u susednoj trava, zec se razmnožava sa verovatnoćom  $p_3$  (priraštaj zečeva).
- Ukoliko je u ćeliji trava, sadržaj susedne se premešta u tu ćeliju bez obzira šta je (mešanje i kretanje).