



Prírodovedecká fakulta UPJŠ

# Fuzzy Life

Fuzzifikácia Conwayovej hry Life

**Vedúci:**

prof. RNDr. Stanislav Krajčí, PhD.

**Autor:**

Vasyl Khorev

**21. november 2024**

- **Prežitie:** Živá bunka prežije, ak má 2 alebo 3 živých susedov.
- **Smrť (izolácia):** Živá bunka zomrie, ak má menej ako 2 živých susedov (nepodmienené prežitie).
- **Smrť (preľudnenie):** Živá bunka zomrie, ak má viac ako 3 živých susedov (preľudnenie).
- **Reprodukcia:** Mŕtva bunka ožije, ak má presne 3 živých susedov.

**Oscilátor** je vzorec, ktorý sa opakuje s určitou periódou.

- **Rotor**: bunky, ktoré menia svoj stav aspoň raz.
- **Stator**: bunky, ktoré zostávajú žive počas celej doby.

Ak sa vzorec nepresúva, je to oscilátor. Ak sa však pohybuje, nazýva sa **spaceship**.

**Najznámejšie oscilátory:**

- **Blinker** (perioda 2)
- **Pulsar** (perioda 3)
- **Toad** (perioda 2)
- **Beacon** (perioda 2)

**Blinker** je oscilátor s periódou 2.

**Pulsar** je oscilátor s periódou 3 v mriežke  $15 \times 15$ .



# Hodinky v Game of Life

## Tematika:

- Rozšírenie klasickej hry Game of Life na fuzzy logiku.
- Skúmanie dynamiky fuzzy konfigurácií.

## Formulácia problému:

- Ako zaviesť fuzzy pravidlá pre hru Life?
- Aké parametre sú najvhodnejšie na modelovanie dynamických systémov?
- Možno nájsť konfigurácie s predpísaným správaním (napr. oscilácie)?



## Teoretické ciele:

- Navrhnuť fuzzifikáciu Conwayovej hry Life.
- Identifikovať dynamické správanie na základe fuzzy parametrov.

## Implementačné ciele:

- Vytvoriť softvérové prostredie na modelovanie fuzzy hry.
- Nájsť konfigurácie s predpísanými vlastnosťami (napr. oscilátory).

- 1 **Fuzzifikácia hry:** Definovanie fuzzy pravidiel pre prechodové stavy.
- 2 **Softvérové prostredie:** Implementácia editoru na tvorbu a pozorovanie konfigurácií.
- 3 **Návrh parametrov:** Hľadanie vhodných fuzzy parametrov cez experimenty.
- 4 **Analýza konfigurácií:** Identifikácia a klasifikácia dynamických konfigurácií.

# Ako môže vyzerat' fuzzifikácia?

## Cieľ fuzzifikácie:

- Zaviesť fuzzy logiku do pravidiel hry Conwayovej hry Life, ktorá je pôvodne založená na ostrých pravidlách (bunka je živá alebo mŕtva).
- 1 Každá bunka môže mať stav reprezentovaný hodnotou  $[0, 1]$ , kde:
    - 0: úplne mŕtva bunka.
    - 1: úplne živá bunka.
    - Hodnoty medzi 0 a 1: čiastočne živá bunka.
  - 2 **Fuzzy pravidlá:**
    - Pravidlá závisia na (možno váženej) sume susedných buniek:

$$S = \sum_{i=1}^8 s_i, \quad s_i \in [0, 1]$$

kde  $s_i$  sú fuzzy stavy susedov bunky.

# Ako môže vyzerat' fuzzifikácia? (pokračovanie)

- 3 Nový stav bunky je určený fuzzy funkciou (napr. sigmoid, lineárna funkcia):

$$s_{\text{nový}} = f(S)$$

- 4 **Lineárna funkcia:**

$$f(S) = \begin{cases} 0, & \text{ak } S < T_1 \\ \frac{S-T_1}{T_2-T_1}, & \text{ak } T_1 \leq S \leq T_2 \\ 1, & \text{ak } S > T_2 \end{cases}$$

## Očakávané správanie:

- Jemné prechody medzi živými a mŕtvymi bunkami.
- Možnosť pozorovania kontinuálnych dynamických vzorov.

- [1] L. Atanassova and K. Atanassov. “Intuitionistic Fuzzy Interpretations of Conway’s Game of Life”. In: *Numerical Methods and Applications*. Ed. by I. Dimov, S. Dimova, and N. Kolkovska. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 232–239. ISBN: 978-3-642-18466-6.
- [2] E. M. Izhikevich, J. H. Conway, and A. Seth. “Game of Life”. In: *Scholarpedia* 10.6 (2015). revision #150735, p. 1816. DOI: 10.4249/scholarpedia.1816.