|  |  |
| --- | --- |
| **Univerzita Hradec Králové**  **Fakulta informatiky a managementu**  **Katedra informačních technologií** | |
| **Aplikovaná teorie her**  **Párovací problém přijímání studentů do školy**  **Gale-Shapley algoritmus** | |
| Autor: Martin Malíř | |
|  | |
| Hradec Králové | 04. 2025 |

Obsah

[1. Úvod 3](#_Toc192699371)

[2. Teorie vězňova dilematu 4](#_Toc192699372)

[3. Popis globálních proměnných 5](#_Toc192699373)

[4. Vlastnosti agentů 6](#_Toc192699374)

[5. Inicializace modelu 6](#_Toc192699375)

[5.1. setup 6](#_Toc192699376)

[5.2. setup-nodes 6](#_Toc192699377)

[5.3. setup-network 7](#_Toc192699378)

[5.4. setup-strategies 7](#_Toc192699379)

[6. Dynamika modelu 8](#_Toc192699380)

[6.1. go 8](#_Toc192699381)

[6.2. interact 8](#_Toc192699382)

[6.3. update-strategies 9](#_Toc192699383)

[6.4. update-histogram 9](#_Toc192699384)

[7. Experimenty 11](#_Toc192699385)

[7.1. Experiment 01 – Malá hustá síť 11](#_Toc192699386)

[7.2. Experiment 02 – Velká řídká síť 11](#_Toc192699387)

[7.3. Experiment 03 – Většina kooperátorů 12](#_Toc192699388)

[7.4. Experiment 04 – Většina defektorů 13](#_Toc192699389)

[8. Zdroje 15](#_Toc192699390)

# Úvod

Tento simulační model vytvořený v prostředí NetLogo simuluje proces přidělování studentů do škol na základě jejich preferencí, dosažených bodů a kapacit jednotlivých škol. Model umožňuje sledovat spokojenost studentů i škol, vizualizovat výsledky výběrového řízení a analyzovat distribuci skóre studentů.

# Teoretický popis použitého algoritmu

Model přidělování studentů do škol je inspirován principy Gale-Shapley algoritmu, známého také jako algoritmus stabilního párování. Tento algoritmus byl představen v roce 1962 matematiky Davidem Galeem a Lloydem Shapleym a jeho cílem je nalezení stabilního přiřazení mezi dvěma skupinami, například studenty a školami.

## Princip algoritmu

Každý účastník jedné skupiny (např. student) má seřazený seznam preferencí druhé skupiny (např. škol). Párování probíhá iterativně tak, že:

* Studenti (žadatelé) si vybírají školy podle svých preferencí.
* Školy (příjemci) přijímají žadatele, kteří splňují jejich kritéria (např. bodový limit), dokud nenaplní kapacitu.
* Pokud škola již má plno a přijde lepší uchazeč, může „odmítnout“ méně vhodného kandidáta.
* Tento proces pokračuje, dokud nedojde ke stabilnímu párování, kde žádný student ani škola nemají motivaci změnit rozhodnutí.

## Využití v modelu

V našem modelu není Gale-Shapley algoritmus implementován doslova, ale jeho základní principy jsou použity:

* Studenti mají seřazený seznam preferovaných škol (preferences).
* Při přiřazení student prochází své volby v pořadí a pokouší se o přijetí.
* Škola přijme studenta, pokud má volnou kapacitu a pokud student splňuje minimální požadované skóre.
* Jakmile student najde školu, která jej přijme, přestává hledat – což napodobuje stabilní stav.

Rozdíl oproti klasickému Gale-Shapley algoritmu je v tom, že školy v našem modelu neodmítají méně vhodné studenty ve prospěch lepších, jakmile už mají plno. Přijetí je pouze „první kdo přijde a splní podmínky“. Tím pádem model nevede vždy k optimálnímu stabilnímu párování, ale spíše k realistickému, jednosměrnému výběrovému řízení.

## Výhoda tohoto přístupu

Tato forma přidělování je výpočetně jednodušší a vhodná pro simulace. Umožňuje pozorovat, jak změny v parametrech (např. skóre, kapacitách, preferencích) ovlivňují výsledky, aniž by bylo nutné implementovat plnou rekurzivní logiku klasického algoritmu.

# Přehled proměnných

## Globální proměnné

|  |  |
| --- | --- |
| students | Seznam všech studentů (turtles) |
| schools | Seznam všech škol (patches) |
| students-with-school | Počet studentů, kteří byli přiřazeni do školy |
| students-without-school | Počet studentů bez přiřazené školy |
| first-choice-count | Počet studentů, kteří byli přiřazeni na 1. volbu |
| second-choice-count | Počet studentů, kteří byli přiřazeni na 2. volbu |
| third-choice-count | Počet studentů, kteří byli přiřazeni na 3. volbu |

## Vlastnosti studentů – turtles

|  |  |
| --- | --- |
| preferences | Seznam preferovaných škol |
| score | Bodové ohodnocení studenta |
| assigned-school | Škola, do které byl student přiřazen |
| satisfaction | Spokojenost studenta podle přiřazené volby |

## Vlastnosti škol – patches

|  |  |
| --- | --- |
| capacity | Maximální kapacita školy |
| requirements | Minimální bodová hranice pro přijetí |
| assigned-students | Seznam přiřazených studentů |
| school-satisfaction | Hodnocení školy na základě naplnění a spokojenosti studentů |

# Popis procedur

## setup

Inicializuje celý model: vyčistí plátno, nastaví školy a studenty a resetuje čas (tick).

## setup-schools

Náhodně vybere určitý počet patchů, které budou představovat školy. Každé škole nastaví kapacitu, minimální požadované body a barvu (černou).

## setup-students

Vytvoří požadovaný počet studentů, náhodně jim nastaví skóre, umístění na plátně a seznam tří preferovaných škol.

## go

Hlavní simulační cyklus. Postupně provádí přiřazení studentů, výpočet spokojenosti, pohyb studentů, aktualizace barev škol, aktualizace statistik a vykreslení grafů.

## assign-students

Pro každý nepřiřazený student kontroluje, zda má preferovaná škola volnou kapacitu a jestli student splňuje požadavky. Pokud ano, student je do školy přiřazen.

## calculate-satisfaction

Určuje spokojenost studenta podle toho, na kolikátou preferenci byl přijat (1. – 100 %, 2. – 70 %, 3. – 40 %, žádná – 0 %). Také počítá průměrné skóre a spokojenost škol.

## move-students

Studenti, kteří byli přiřazeni do školy, se k ní začnou přibližovat na plátně.

## color-schools

Vizuálně označí školy změnou barvy.

## current-matches

Funkce, která vrací seznam škol, do kterých byli studenti přiřazeni. Slouží pro export nebo sledování přiřazení.

## calculate-preference-satisfaction

Počítá, kolik studentů se dostalo na svou 1., 2., 3. volbu nebo vůbec žádnou, a vykreslí tyto hodnoty do grafu „Preference Satisfaction“.

## update-monitors

Aktualizuje počítadla a monitory v uživatelském rozhraní (počet studentů se školou, bez školy, rozdělení dle preferencí).

## update-score-histogram

Vykreslí histogram bodového hodnocení studentů podle intervalů po 10 bodech.

# Vizualizace a sledování výsledků

Model využívá dvě základní vizualizace:

* Pozice studentů a škol na plátně
  + Studenti (modré postavičky) se pohybují směrem ke školám (černé čtverce).
* Grafy
  + Preference Satisfaction: rozdělení podle toho, jakou volbu studenti získali.
  + Student Scores: histogram bodového ohodnocení studentů.

# Experimenty