

# Optimalizácia farbenia grafu genetickým algoritmom

Bc. Jakub Kočalka

Vedoucí: doc. Ing. Jméno Příjmení, Ph.D.



17. května 2022

Problémem barvení grafu (Graph Coloring Problem) je problém jak obarvit množinu vrcholů spojených hranami co nejmenším počtem barev tak, aby žádné dva sousední vrcholy neměly stejnou barvu. Tento problém je NP-úplný (neexistuje způsob jak efektivně najít jeho optimální řešení) a je proto úlohou vhodnou pro optimalizaci pomocí evolučních algoritmů.

- 1 Genetický algoritmus bol implementovaný pomocou knižnice [PyGad](#).
- 2 Graf bol implementovaný v jazyku Python, s využitím matice susednosti
- 3

- Dve fitness funkcie

1  $Fit = 1 - |\{v | v \in V, v \text{ is in conflict}\}| / |V|$

- Použitá s obmedzeným počtom farieb (napríklad ak poznáme chromatické číslo grafu)

2

$$Fit = \begin{cases} 1 - |\{v | v \in V, v \text{ is in conflict}\}| / |V| & numConflicts = 0 \\ 1 + numVertices - numColors & otherwise \end{cases}$$

- Použitá v optimalizačnom móde, s počtom farieb obmedzeným počtom vrcholov
- Po nájdení riešenia

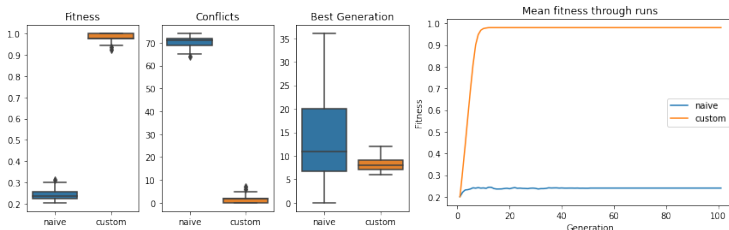
- Mutovať môžeme priamo genotyp.
- Farby nemá zmysel meniť inkrementálne; nie je na nich definované žiadne zoradenie
- Nemá zmysel meniť vrcholy/hrany ktoré nie sú v konflikte (mutácia pomocou fenotypu).

- Gény nemajú žiadnu lokálnu závislosť: nemôžeme krížiť iba genotyp (napr. Single-Point)
- Musíme využiť vzťahy vo fenotype:
  - Všetky vrcholy/hrany z jedného rodiča vymeníme za príslušné vrcholy/hrany z druhého rodiča

- Obmedzený počet farieb (5)
- Žiadna optimalizácia počtu farieb

	Mean Fitness	Mean Conflict Ratio (%)	Solutions Found (%)	Mean Best Generation
Naive	0.24	70.62	0%	12.99
Custom	0.98	1.84	34%	8.17

Tabulka: Agregované výsledky 100 behov na grafe 1-FullIns4<sup>1</sup>

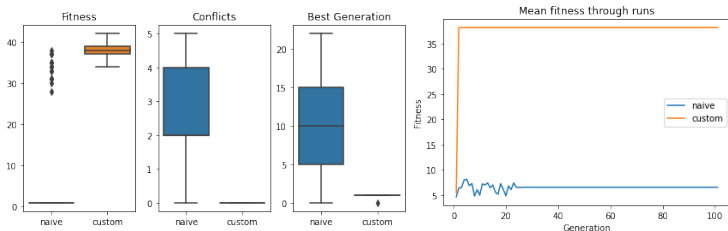


<sup>1</sup>Link to Graph

- Počet farieb obmedzený počtom vrcholov
- Fitness funkcia optimalizuje počet farieb po nájdení riešenia

	Mean Fitness	Mean Conflict Ratio	Solutions Found (%)	Mean Best Generation
Naive	6.54	2.23	0.17	10.52
Custom	38.15	0.00	1.00	0.99

Tabulka: Agregované výsledky 100 behov na grafe 1-FullIns<sup>2</sup>



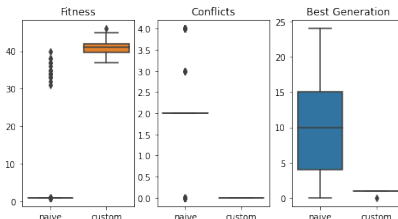
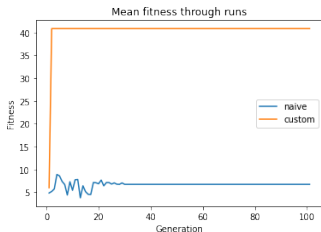
<sup>2</sup>Link to Graph



- Počet farieb obmedzený počtom vrcholov
- Fitness funkcia optimalizuje počet farieb po nájdení riešenia

	Mean Fitness	Mean Conflict Ratio	Solutions Found (%)	Mean Best Generation
Naive	6.75	1.95	0.0	10.13
Custom	40.15	0.00	1	0.99

Tabulka: Agregované výsledky 100 behov na grafe 1-FullIns3<sup>3</sup>



<sup>3</sup>Link to Graph

- Výsledky dokazujú že genetický algoritmus je schopný ofarbovať grafy. Evolučné riešenie nachádza riešenia v rádovo nižšom čase ako tradičné metódy, ale riešenia nie sú optimálne.
- Algoritmus rýchlo saturuje, nevykazuje schopnosť prekročiť lokálne minimum.
- Čo nebolo skúmané:
  - Vplyv výberu rodičov