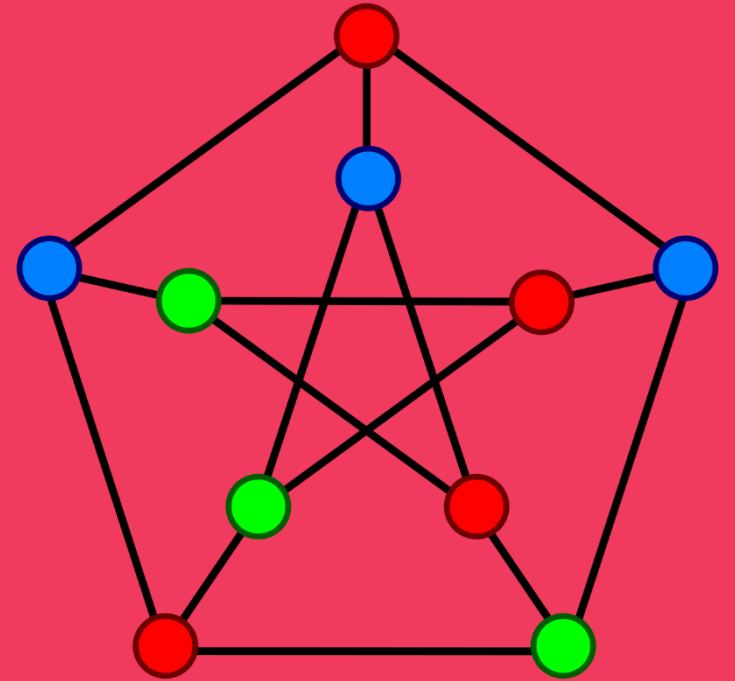


Graph Coloring Problem

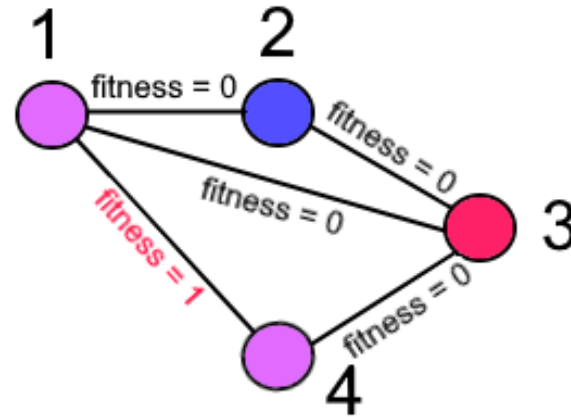
EVO – Aplikované Evoluční Algoritmy

Tadeáš Kachyňa



Stručný úvod do problematiky

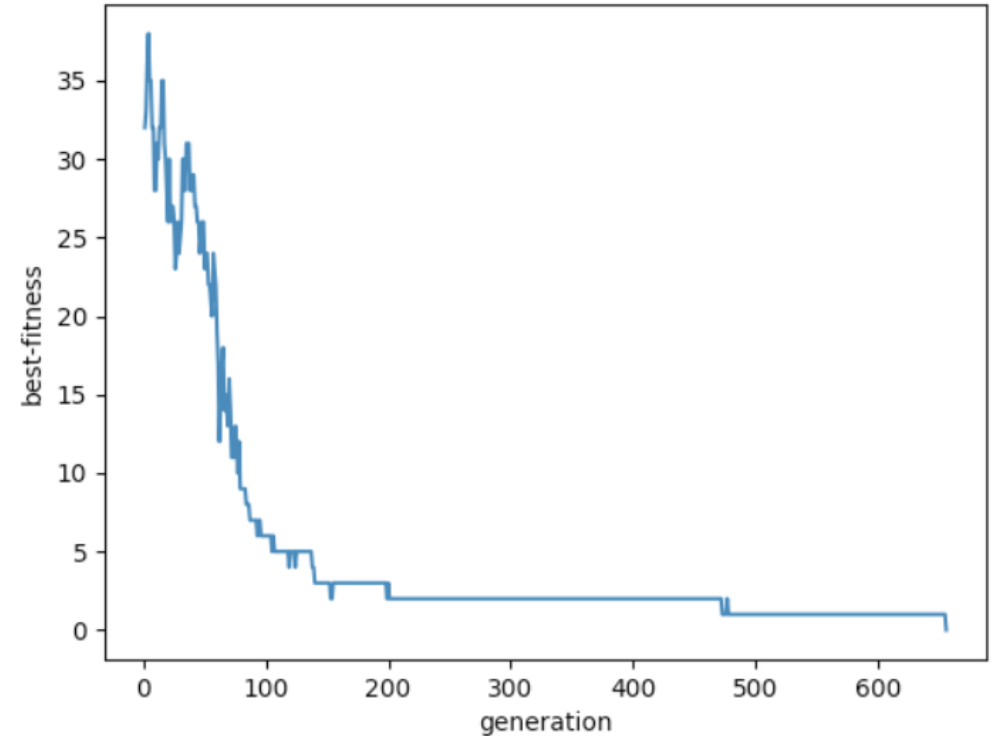
	1	2	3	4
1	0	1	1	1
2	1	0	1	0
3	1	1	0	1
4	1	0	1	0



vrcholy → 1 2 3 4
barvy → [1 2 3 1]

Řešení problému

- Python3
- Numpy
- Matplotlib



```
Generation: 750 | Best Fitness: 1 | Individual: [5, 8, 1, 2, 5, 8, 3, 7, 10, 4, 6, 3, 4, 10, 9, 6, 6, 7, 4, 4, 9, 5, 9, 7, 2, 8, 10, 9, 9, 7, 9, 10, 1, 1, 4, 5, 1, 10, 2,
Using 10 colors :
Generation: 758 | Best Fitness: 0 | Individual: [5, 8, 1, 2, 5, 8, 3, 7, 10, 4, 6, 3, 6, 3, 9, 3, 6, 7, 4, 4, 9, 5, 9, 7, 2, 8, 10, 9, 9, 7, 9, 10, 1, 1, 4, 5, 1, 10, 2,

Generation: 10 | Best Fitness: 28 | Individual: [9, 6, 8, 4, 9, 3, 7, 5, 6, 2, 2, 3, 4, 5, 9, 4, 4, 5, 6, 4, 2, 8, 7, 8, 5, 7, 7, 1, 4, 6, 1, 7, 1, 8, 2, 3, 7, 3, 2, 2]
Generation: 20 | Best Fitness: 26 | Individual: [5, 7, 5, 6, 6, 8, 1, 4, 9, 2, 9, 1, 4, 7, 2, 3, 9, 4, 9, 9, 2, 2, 2, 8, 5, 7, 2, 7, 8, 6, 8, 1, 8, 8, 3, 2, 3, 3, 2, 1]
Generation: 30 | Best Fitness: 25 | Individual: [3, 1, 5, 6, 8, 8, 7, 4, 9, 2, 9, 1, 4, 1, 2, 3, 9, 4, 9, 9, 6, 2, 6, 8, 5, 7, 2, 9, 8, 7, 8, 1, 1, 8, 3, 2, 3, 3, 5, 1]
Generation: 40 | Best Fitness: 29 | Individual: [1, 7, 5, 6, 6, 9, 3, 2, 9, 4, 5, 5, 6, 7, 6, 5, 4, 4, 2, 5, 7, 2, 3, 1, 5, 7, 9, 7, 4, 8, 1, 4, 1, 1, 3, 2, 3, 3, 5, 3]
Generation: 50 | Best Fitness: 23 | Individual: [1, 7, 5, 5, 9, 9, 7, 2, 4, 2, 5, 6, 4, 7, 7, 1, 9, 1, 9, 5, 6, 2, 3, 1, 5, 7, 2, 7, 4, 8, 1, 1, 8, 6, 3, 5, 8, 3, 5, 1]
Generation: 60 | Best Fitness: 19 | Individual: [6, 3, 5, 5, 4, 8, 1, 2, 8, 4, 9, 6, 4, 7, 7, 9, 4, 8, 9, 5, 6, 6, 2, 7, 5, 7, 6, 7, 8, 8, 1, 1, 9, 6, 3, 5, 8, 3, 5, 1]
Generation: 70 | Best Fitness: 16 | Individual: [3, 6, 5, 5, 9, 9, 7, 2, 1, 4, 5, 1, 4, 7, 7, 7, 4, 8, 9, 5, 6, 6, 2, 1, 5, 7, 6, 7, 2, 1, 1, 1, 9, 6, 3, 5, 3, 3, 5, 3]
Generation: 80 | Best Fitness: 9 | Individual: [3, 7, 5, 5, 9, 7, 7, 2, 1, 4, 5, 6, 4, 9, 7, 3, 4, 8, 9, 5, 6, 6, 2, 1, 5, 7, 6, 7, 8, 1, 1, 1, 9, 6, 9, 5, 3, 3, 8, 3]
Generation: 90 | Best Fitness: 7 | Individual: [2, 7, 5, 5, 9, 7, 3, 2, 1, 4, 5, 6, 4, 9, 7, 3, 4, 8, 9, 5, 6, 6, 2, 1, 5, 7, 6, 7, 8, 1, 1, 1, 9, 6, 9, 5, 8, 3, 5, 2]
Generation: 100 | Best Fitness: 6 | Individual: [2, 7, 5, 5, 9, 7, 3, 2, 1, 4, 8, 6, 4, 9, 7, 3, 4, 1, 9, 5, 6, 6, 2, 1, 5, 7, 6, 7, 8, 1, 1, 1, 9, 6, 9, 5, 4, 3, 5, 2]
Generation: 110 | Best Fitness: 5 | Individual: [2, 7, 5, 5, 9, 7, 3, 2, 1, 4, 8, 6, 4, 9, 7, 3, 4, 1, 9, 5, 6, 6, 2, 2, 5, 7, 6, 7, 8, 1, 1, 1, 9, 6, 9, 5, 8, 3, 5, 3]
Generation: 120 | Best Fitness: 5 | Individual: [2, 7, 5, 5, 9, 7, 3, 2, 1, 4, 8, 6, 8, 9, 7, 3, 4, 1, 9, 5, 6, 6, 2, 1, 5, 7, 6, 7, 8, 1, 1, 1, 9, 6, 9, 5, 4, 3, 5, 2]
Generation: 130 | Best Fitness: 5 | Individual: [2, 7, 5, 5, 9, 7, 3, 2, 1, 4, 8, 6, 4, 9, 7, 3, 4, 1, 9, 5, 6, 6, 2, 8, 5, 7, 6, 7, 8, 1, 1, 1, 9, 6, 9, 5, 4, 3, 5, 2]
```

Genetické operátory

- dvě křížení

- 1) nejzákladnější křížení založené na náhodně zvoleném bodu, podle kterého se dva jedinci následně překříží
- 2) křížení probíhá pouze tehdy pokud je daný gen / vrchol v konfliktu s vrcholem sousedním

- tři mutace

- 1) náhodný výběr místa a takéž barvy
- 2) barva je vybrána takovým způsobem aby po následné mutaci nedošlo ke konfliktu
- 3) barva je zvolena na základě procentuálního výskytu všech barev v daném jedinci

Experimenty

- matice 60x60
- max. počet generací 3000
- populace 150 jedinců

4 kategorie

exp1 – pokročilé křížení, mutace dbající na sousedící uzly

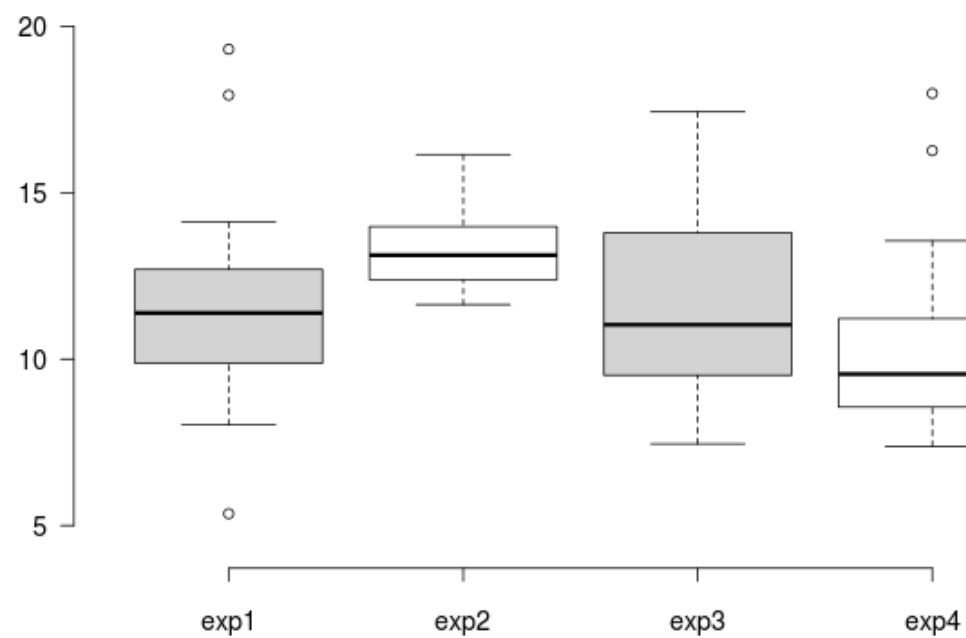
exp2 – základní křížení, mutace dbající na sousedící uzly

exp3 – pokročilé křížení, mutace vybírá barvu na základě procentuálního výskytu všech barev v jedinci

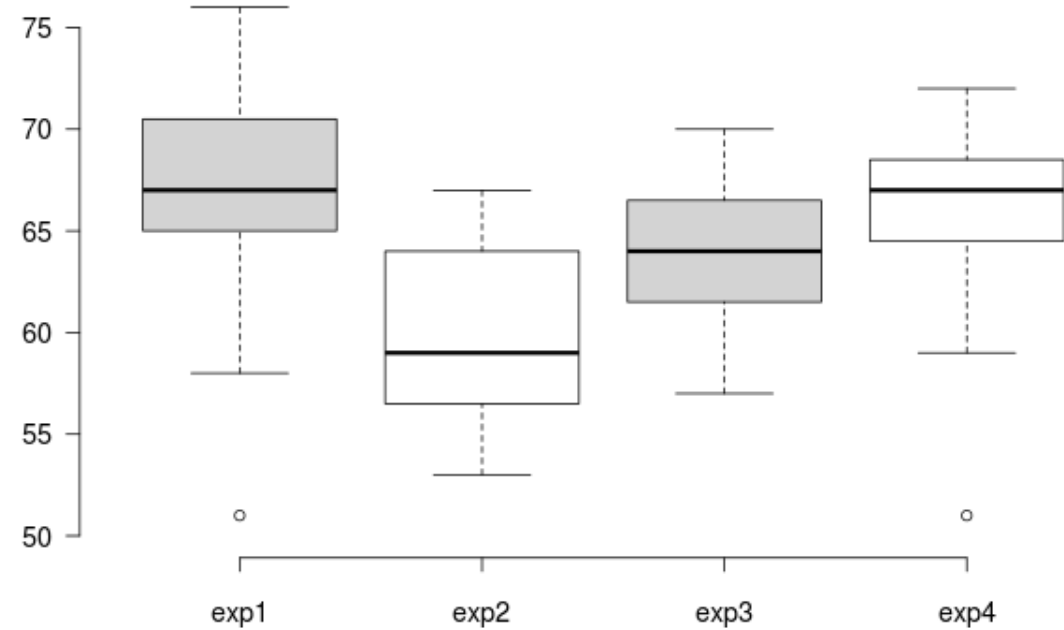
exp4 – pokročilé křížení, základní mutace

Testování EVO projekt - GCP						
Crossover 1				n = 60		
Mutation 1				max gen = 3000		
Index běhu	Průměrná fitness	Medián fitness	Maximum fitness	Suma všech generací	Největší počet generací do nalezení vhodného řešení pro aktuální počet barev	Chromatické číslo
1.	9,4941	2	67	6081	1520	13
2.	14,1189	4	66	5614	903	13
3.	12,8037	5	72	7298	2250	12
4.	11,953	5	63	5743	1304	12
5.	11,2978	3	65	5466	1163	12
6.	9,3228	4	69	7012	2364	12
7.	8,026	2	71	6275	2223	13
8.	17,9302	7	68	6824	1527	12
9.	13,1936	4	76	9100	2291	12
10.	11,4704	7	70	5330	1170	13
11.	10,6518	3	65	4845	842	13
12.	10,041	3	67	6398	1865	13
13.	11,3888	4	65	5308	1164	13
14.	12,1592	4	67	6051	1858	13
15.	11,3817	2	69	5511	1196	13
16.	12,5868	3	71	5501	814	13
17.	11,2596	4	67	6492	2284	13
18.	19,3092	9	71	5390	957	12
19.	9,7107	3	51	4549	645	13
20.	5,358	1	58	4099	351	14
Průměr	11,672865	3,95	66,9	5944,35	1434,55	12,7
Suma	233,4573	79	1338	118887	28691	254
Crossover 2						
Mutation 1				n = 60		
				max gen = 3000		
Index běhu	Průměrná fitness	Medián fitness	Maximum fitness	Suma všech generací	Největší počet generací do nalezení vhodného řešení pro aktuální počet barev	Chromatické číslo
1.	12,2522	8	56	11881	2325	13
2.	13,06468	8	61	14227	2834	13
3.	12,0152	7	57	10526	1733	13
4.	14,525	9	65	11576	1185	12
5.	13,1811	9	59	10152	1266	13
6.	12,3287	9	55	10482	1712	14
7.	14,0486	7	64	12948	2488	12
8.	11,894	8	57	10142	1745	13
9.	16,0546	11	67	11702	2349	12
10.	14,3167	10	64	12905	2545	12
11.	13,852	8	65	15167	2924	12
12.	13,5597	9	59	11235	2138	13
13.	12,46688	8	61	11453	1978	13
14.	13,0078	11	54	9163	943	14
15.	16,1439	11	64	11769	1838	12
16.	13,9126	10	58	10765	1769	13
17.	12,6212	9	56	8674	837	14
18.	11,639	8	53	9281	1500	14
19.	13,2923	9	58	11826	2688	13
20.	12,4451	7	62	11541	2048	13
Průměr	13,34807684	8,8	59,75	11370,75	1942,25	12,9

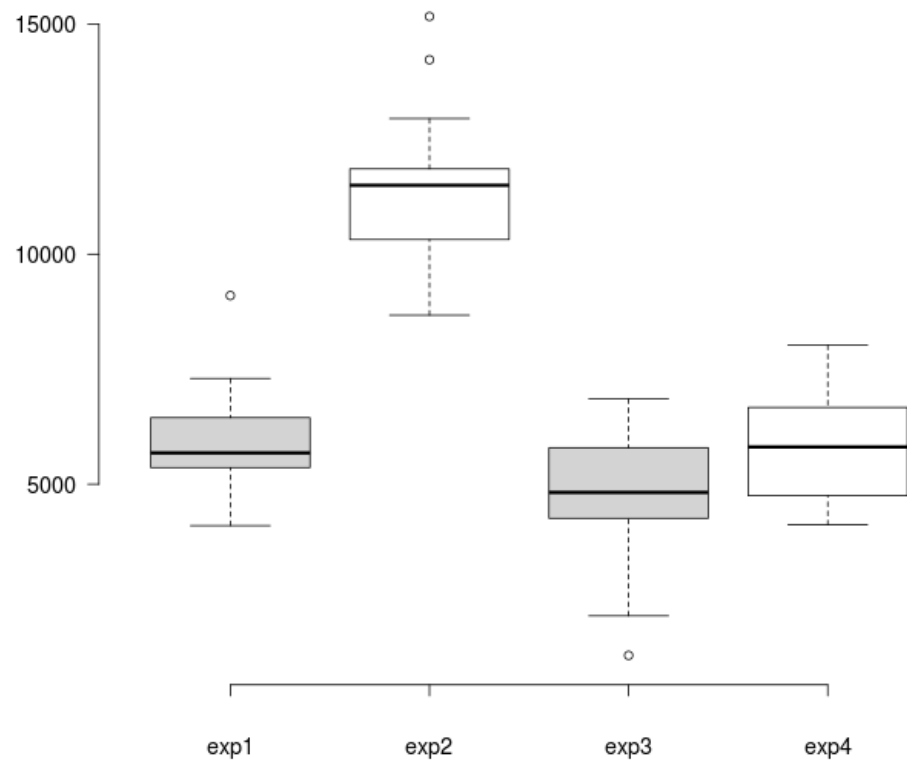
Průměrná fitness



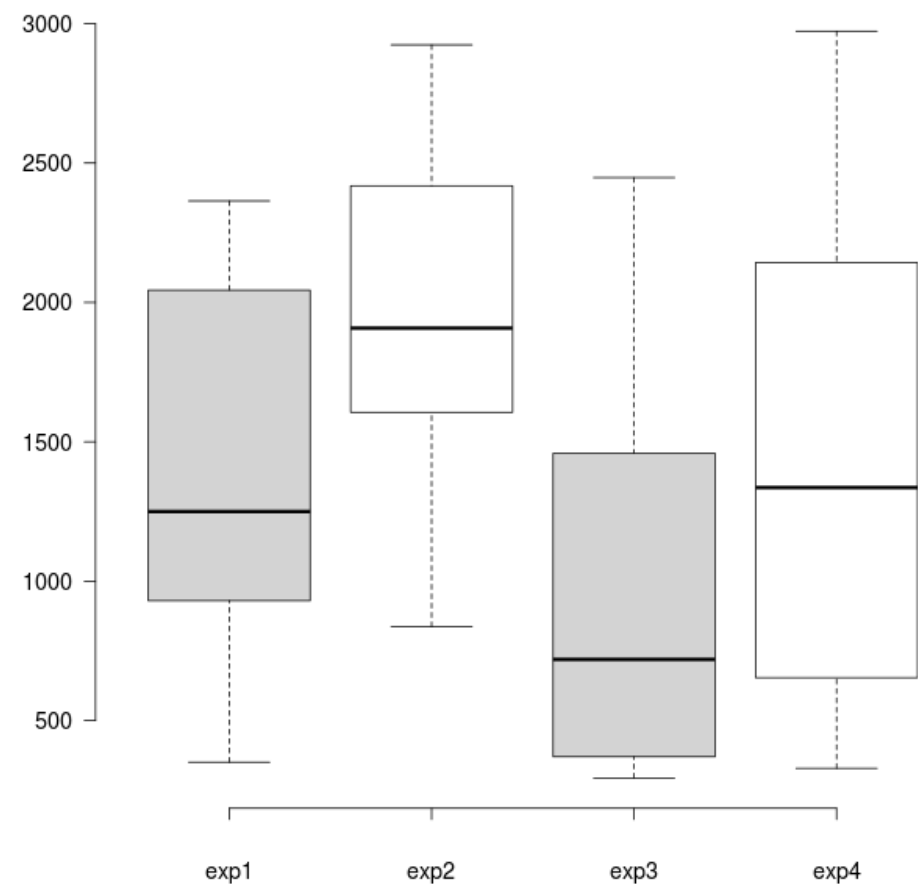
Maximální fitness



Suma generací



Největší počet generací do nalezení vhodného řešení pro aktuální počet barev



Závěr

