

FAKULTA INFORMATIKY A INFORMAČNÝCH TECHNOLOGIÍ
SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA
Ilkovičova 2, 842 16 Bratislava 4

2021/2022

Umelá inteligencia

Zadanie č.3 – Zenova záhrada

Cvičiaci: Ing. Ivan Kapustík
Čas cvičení: Štvrtok 12:00 – 13:50

Vypracovala: Monika Zjavková
AIS ID: 105345

Obsah

1. Zadanie – 3a	3
2. Opis riešenia	3
3. Zhodnotenie riešenia a testovanie.....	4

1. Zadanie – 3a

Zenová záhradka je plocha vysypaná hrubším pieskom (drobnými kamienkami). Obsahuje však aj nepohyblivé väčšie objekty, ako napríklad kamene, sochy, konštrukcie, samorasty. Mních má upraviť piesok v záhradke pomocou hrablí tak, že vzniknú pásy ako na nasledujúcom obrázku.

Pásy môžu ísť len vodorovne alebo zvislo, nikdy nie šikmo. Začína vždy na okraji záhradky a ťahá rovný pás až po druhý okraj alebo po prekážku. Na okraji – mimo záhradky môže chodiť ako chce. Ak však príde k prekážke – kameňu alebo už pohrabanému piesku – musí sa otočiť, ak má kam. Ak má voľné smery vľavo aj vpravo, je jeho vec, kam sa otočí. Ak má voľný len jeden smer, otočí sa tam. Ak sa nemá kam otočiť, je koniec hry. Úspešná hra je taká, v ktorej mních dokáže za daných pravidiel pohrabať celú záhradu, prípadne maximálny možný počet políčok. Výstupom je pokrytie danej záhrady prechodmi mnícha.

Uvedenú úlohu riešte pomocou evolučného algoritmu. (Je možné použiť aj ďalšie algoritmy, ako sú uvedené v probléme obchodného cestujúceho.) Maximálny počet génov nesmie presiahnuť polovicu obvodu záhrady plus počet kameňov, v našom prípade podľa prvého obrázku $12+10+6=28$. Fitnes je určená počtom pohrabaných políčok. Výstupom je matica, znázorňujúca cesty mnícha. Je potrebné, aby program zvládol aspoň záhradku podľa prvého obrázku, ale vstupom môže byť v princípe ľubovoľná mapa.

2. Opis riešenia

Zadanie je riešené pomocou genetického programovania. Pracuje s mapu zadanou na vstupe, ktorá je reprezentovaná ako dvojrozmerné pole. Prekážky – kamene sú označované ako K. Ostatné políčka obsahujú 0, ak boli ešte nepohrabané alebo poradové číslo ťahu.

Program začína vytvorením začiatkovej populácie, ktorá má sto jedincov. Pre každého sa následne náhodne vygenerujú gény. Počet je určený polovicou obvodu a pripočítaním počtom kameňov.

Gén je v kóde použitý ako dvojzložkový zoznam, kde prvá sú súradnice, kde sa vstupuje do záhrady a druhá smer, ktorým sa následne bude hrabať. Pri zisťovaní úspešnosti záhrady sa tento zoznam prechádza a zapisujú sa podľa neho poradia ťahu hrablami do poľa záhrady.

V prípade prekážky sa vždy zmení smer v rovnakom poradí, preto nie je nutné si o tom držať informáciu. Ak hrabe záhradník zhora alebo zdola, vždy najskôr skontroluje, či sa dá posunúť doprava a až potom sa skúsi pohnúť doľava. Podobne pre zľava a sprava, vždy skúsi najskôr dole a potom hore.

Ak je územie pohrabané podľa všetkých podmienok – nikde nenarazí, začína vonka zo záhrady a aj tam skončí, pokračuje sa ďalším génom. Skončí vtedy, keď sú prejdené všetky gény, hrabanie bolo neúspešné, keď skončí uprostred záhrady. Program bude úspešný, aj keď gény nepokryjú každé políčko na okraji, keďže nie je nutné, aby sa našlo riešenie v prvej generácii a pri krížení sa gény dokážu skrížiť tak, aby pokryli celú záhradu.

Každý jedinec je ohodnotený podľa toho, aký bol úspešný pri riešení problému. Fitness sa určí podľa počtu pohrabaných políčok z celkového obsahu záhrady bez kameňov. Fitness slúži na vybratie vhodných rodičov, podľa ktorých bude vytvorená, ďalšia generácia.

Prvý použitý spôsob v programe je elitárstvo, kde je do ďalšej generácie skopírovaný najúspešnejší jedinec. Zaisťuje sa tak rýchlejšie riešenie, aby sa zabránilo strateniu dobrých génov. Ďalším spôsobom výberu je turnaj, kde náhodne vyberie program dvoch jedincov z populácie a zvolí toho s najvyššou hodnotou fitness ako rodiča, z ktorého sú potom pomocou kríženia zvolení potomkovia. Tento proces prebehne dvakrát, aby boli zvolení obaja rodičia. Náhodným výberom sa zabezpečí, že aj potomkovia s menšou hodnotou fitness sa môžu dostať do výberu.

Po zvolení rodičov nasleduje kríženie, ktorým sa vytvárajú jedinci do ďalšej generácie. Náhodne vyberie sa vyberie spôsob, akým sa gény dvoch rodičov skrížia. Nový jedinec môže vzniknúť spojením prvej polovičky génov z prvého rodiča a druhej polovičky z druhého rodiča alebo nový jedinec vznikne náhodnou kombináciou génov z oboch rodičov.

Na zabránenie uviaznutia v lokálnom maxime sú použité mutácie. Ak je pravdepodobnosť mutácie potomka pod päť percent, vytvorí sa na mieste génu nový, čím sa zabezpečí rôznorodosť.

Po vzniknutí novej generácie sa ňou nahradí populácia. Vytváranie novej populácie prebieha dovtedy, kým nie je pohrabaná celá záhrada. To je vtedy, ak sa fitness rovná obsahu záhrady bez kameňov, hrabanie bolo úspešné a všetky pozície v zozname sú zaplnené alebo riešenie sa nepodarilo nájsť v limitovanom počte generácií.

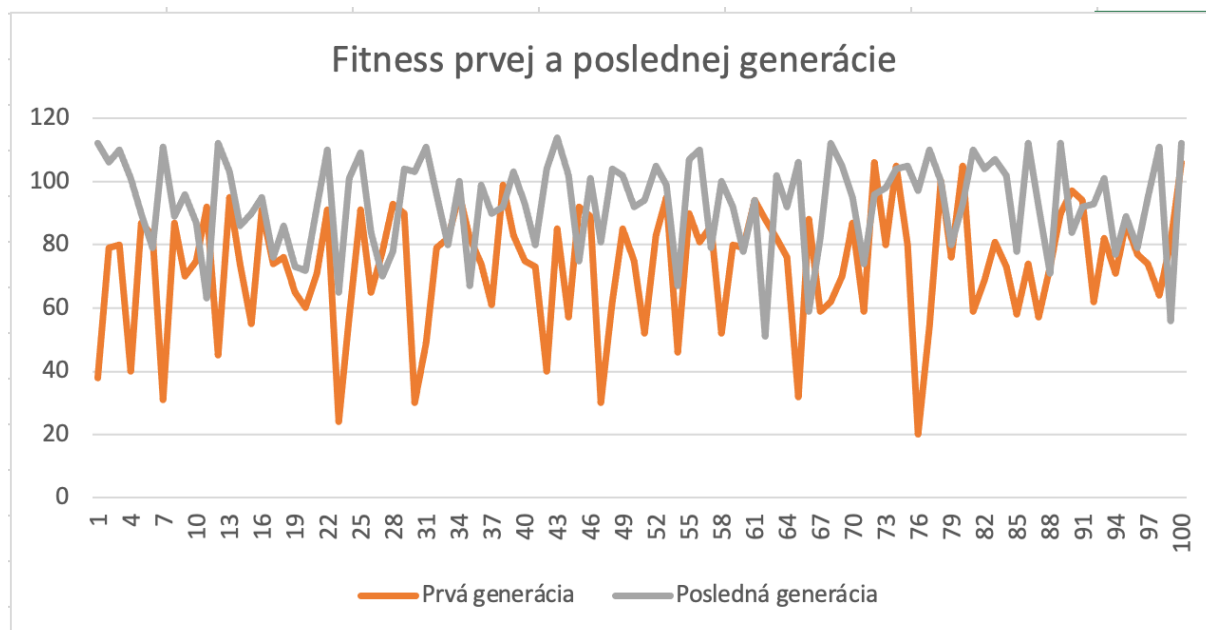
3. Zhodnotenie riešenia a testovanie

Evolučným algoritmom je možné nájsť riešenie pre problém zo zadania takmer vo všetkých prípadoch v stanovenom limite 500 generácií. Rýchlosť riešenia závisí od zvolených náhodných ciest v prvej vytvorenej populácii. Ak je vygenerovaný dobrý začiatok, nájde riešenie do 5. generácie. Priemerný prípad je približne 50 generácií.

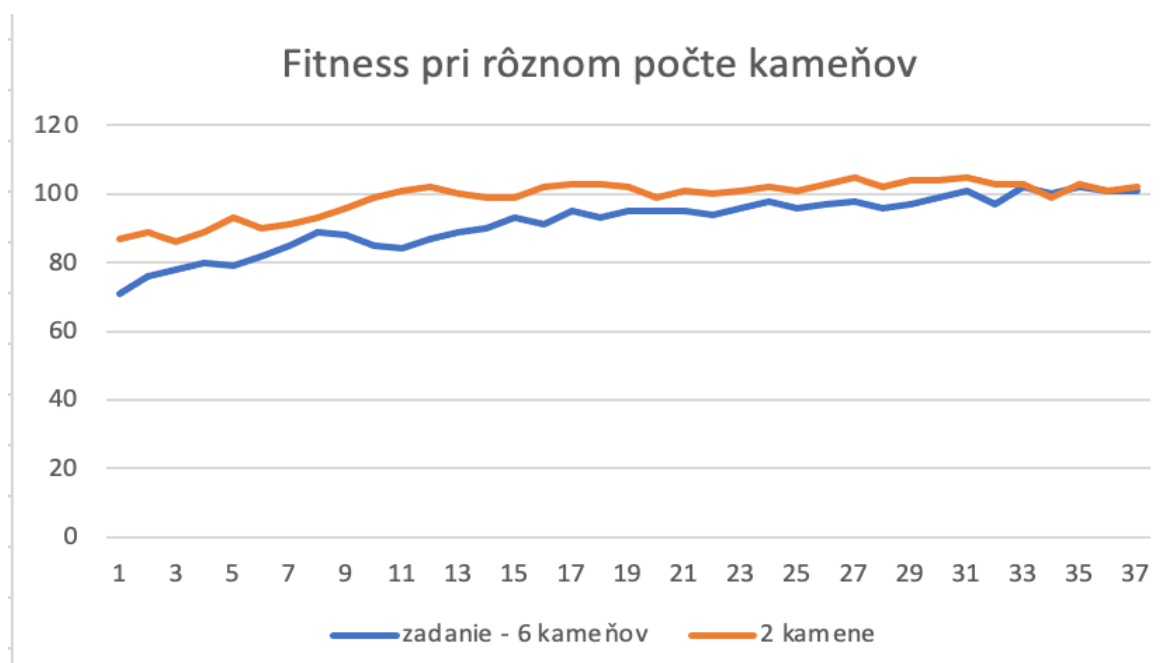
```
Číslo generácie: 48 , Priemerná fitness: 110.17 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 49 , Priemerná fitness: 110.06 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 50 , Priemerná fitness: 108.72 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 51 , Priemerná fitness: 108.75 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 52 , Priemerná fitness: 109.11 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 53 , Priemerná fitness: 109.5 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 54 , Priemerná fitness: 109.73 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 55 , Priemerná fitness: 108.56 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 56 , Priemerná fitness: 109.41 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 57 , Priemerná fitness: 110.28 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 58 , Priemerná fitness: 109.43 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 59 , Priemerná fitness: 109.41 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 60 , Priemerná fitness: 108.52 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 61 , Priemerná fitness: 109.38 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 62 , Priemerná fitness: 109.87 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 63 , Priemerná fitness: 108.33 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 64 , Priemerná fitness: 109.77 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 65 , Priemerná fitness: 110.01 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 66 , Priemerná fitness: 108.69 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 67 , Priemerná fitness: 108.7 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 68 , Priemerná fitness: 109.89 , Maximálna fitness: 113
Číslo generácie: 69 , Priemerná fitness: 107.98 , Maximálna fitness: 114
```

V závere sa priemerná fitness pohybuje okolo hodnôt 108-110 a maximálna hodnota je zvyčajne 113, kým sa nájde riešenie.

Program umožňuje zvoliť veľkosť mapy a počet parametrov ako veľkosť záhrady a počet kameňov. S vyšším obsahom záhrady a predovšetkým počtom kameňov sa schopnosť programu nájsť riešenie zvyšuje. Napríklad v menších záhradách dokáže nájsť bežne riešenie do 100 generácií bez ohľadu na počet kameňov, ak riešenie existuje. V záhradách, kde výška a šírka prekračuje osem, to závisí od rozmiestnenia a počtu kameňov.



Graf slúži na porovnanie fitness prvej generácie a poslednej, kde sa našlo riešenie problému. V poslednej generácii je fitness jedincov priemerne vyššia predovšetkým vďaka kríženiu, naopak mutácie spôsobujú, že sa tam stále nachádzajú aj niektoré s nízkou hodnotou.



Na tomto grafe je možné vidieť rozdielny vývoj priemernej fitness pri rôznom počte kameňov v záhrade zo zadanie, čiže o veľkosti 10x12 s pevne zadanými kameňmi a s 2, kde bola ich pozícia náhodne vygenerovaná. Hoci v mape zo zadanie, fitness bola na začiatku nižšia, pomocou kríženia a mutácii sa ich hodnoty postupne vyrovnali, kým sa nepodarilo nájsť riešenie v oboch prípadoch.

Jedným zo spôsobov, ktorými by bolo možné optimalizovať beh programu a rýchlosť hľadania riešenia je prispôbiť mutáciu a kríženie hodnote úspešnosti hľadania riešenia.

Program by mohol čiastočne vyhodnocovať fitness génov a určiť, ktoré gény z rodičov sú najúspešnejšie a z nich vytvoriť nového potomka.