

Genetski algoritam za rešavanje Sudoku-a

Seminarski rad u okviru kursa
Računarska inteligencija
Matematički fakultet

Ana Miloradović, Stefan Jaćović

`ana.miloradovic7@gmail.com, stefanjacovic25@gmail.com`

8. april 2020.

Sažetak

U okviru ovog rada predstavljen je primer implementacije genetskog algoritma za rešavanje popularne logičke igre Sudoku. Takođe, dat je i primer implementacije rešenja tehnikom backtracking i napravljena je analiza učinka obe tehnike. Obe tehnike implementirane su korišćenjem Python3.

Sadržaj

1	Uvod	2
1.1	Nastanak i poreklo igre Sudoku	2
1.2	Pravila igre	2
1.3	Sudoku i algoritmi	3
	Literatura	3

1 Uvod

Sudoku je popularna logička slagalica čija je pojava prvi put zabeležena 1892. godine i njen izgled je bio dosta drugačiji nego danas. Naime, današnji izgled sudokua je zasluga mnogobrojnih modifikacija iz prošlosti, pa je tako ova igra ranije podrazumevala polje koje je imalo samo četiri kvadrata, a ne devet kao što je slučaj danas.

Činjenica da igru mogu igrati ljudi širom sveta- bez obzira na jezik, jer su brojevi, slova i pravila svuda ista, donela je ovoj igri svetsku popularnost. Danas, gotovo da ne postoji osoba na svetu koja nije čula za ovu igru.

1.1 Nastanak i poreklo igre Sudoku

Čuveni švajcarski matematičar **Leonhard Euler** sačionio je tzv. Latinski kvadrat, koji se sastojao od $N \times N$ polja obeleženih sa N različitih simbola tako da se svaki simbol u svakom redu i svakoj koloni samo jedanput ponavlja. Koristeći ovaj koncept, 1979. godine na Manhattan-u (New York), američki časopis "**Dell Math Puzzles & Logic Problems**", koji je inače objavljivao razne ukrštenice i zagonetke, je po prvi put objavio kvadratnu slagalicu dimenzija 9×9 , koja se sastoji od 9 manjih kvadrata dimenzija 3×3 , tj. upravo ono što danas nazivamo Sudoku.

Popularno ime koje ova slagalica nosi, osmislili su Japanci kao skraćenicu fraze "Suuji wa dokushin ni kagiru", što grubo prevedeno znači "brojevi moraju ostati jedinstveni". Iako ime potiče iz Japana, ova logička igra ima potiče iz **Evrope i Amerike**.

Sredinom osamdesetih godina prošlog veka Sudoku doživljava pravi prozor u **Japanu**, kada je prvi put objavljena u njihovom poznatom časopisu "Nikoli". Novozelandski Wayne Gould je na svom putovanju po Japanu naučio da igra Sudoku, oduševio se njom, i narednih nekoliko godina razvijao kompjuterski program za generisanje ovih slagalica. Krajem 2004. godine uspeo je da ubedi londonske novine "The Times" da koristeći njegov program štampa dnevne Sudoku slagalice. Ubrzo su i druge britanske novine počele da štampaju svoje Sudoku slagalice. Igra je postala jako popularna, ne samo u Engleskoj, već i u drugim zemljama: Nemačkoj, Austriji, SAD-u,...

1.2 Pravila igre

Pravila igre su vrlo jednostavna, iako rešenje često nije. Slagalicu čini kvadrat. Broj polja je najčešće $81 (9 \times 9)$, koji je podeljen na manje kvadrate (podkvadrate) dimenzija 3×3 polja. Kao početni „tragovi“, u nekoliko polja su unešene cifre, a cilj igre je da se ostala prazna polja popune tako da na kraju svaki red, kolona i podkvadrat sadrže cifre od 1 do 9 samo jedanput.

Sudoku slagalice su u zavisnosti od težine uglavnom podeljene na „lake“, „srednje“ i „teške“. Treba naglasiti da težinu slagalice ne određuje samo broj unapred datih cifara, već i njihov razmeštaj u kvadratu.

Sudoku slagalica po pravilu ima samo **jedno moguće rešenje** (može ih imati više u slučaju da je na početku otkriven mali broj polja). U međuvremenu su se pojavile i slagalice sa 16×16 polja kao i druge još komplikovanije varijante, na primer kombinacija igara Sudoku i Kakuro nazvana "Killer Sudoku". Postoji i Sudoku za decu, koji se sastoji od malog broja polja.

		4	6			1		
3	6			9	2	4		7
7					4		3	6
	8		9	2		5		3
6		3				7		8
4		2		3	8		9	
8	3		2					4
9		6	3	4			1	2
		1			9	3		

(a) Početna Sudoku postavka

5	2	4	6	7	3	1	8	9
3	6	8	1	9	2	4	5	7
7	1	9	5	8	4	2	3	6
1	8	7	9	2	6	5	4	3
6	9	3	4	5	1	7	2	8
4	5	2	7	3	8	6	9	1
8	3	5	2	1	7	9	6	4
9	7	6	3	4	5	8	1	2
2	4	1	8	6	9	3	7	5

(b) Rešena Sudoku slagalica

Slika 1: Primer slagalice Sudoku

1.3 Sudoku i algoritmi

Činjenica da niko ne zna algoritam kojim se uvek dolazi do rešenja bez prethodnog isprobavanja ogromnog broja kombinacija stavlja Sudoku u klasu tzv. NP-potpunih problema. Za rešavanje ove igre mogu se koristiti razni algoritmi, među kojima prednjači **backtracking** posebno za rešavanje “težih” slagalica kao i onih dimenzija 9×9 . Takođe, koriste se i prirodom inspirisani optimizacijski algoritmi- genetski algoritam, simulirano kaljenje, optimizacija rojem čestica itd. **Genetski algoritmi** su se pokazali kao vrlo efikasni u rešavanju NP problema, međutim za rešavanje Sudoku i nisu baš efikasni (spora konvergencija, nemogućnost izlaska iz lokalnih minimuma ...)