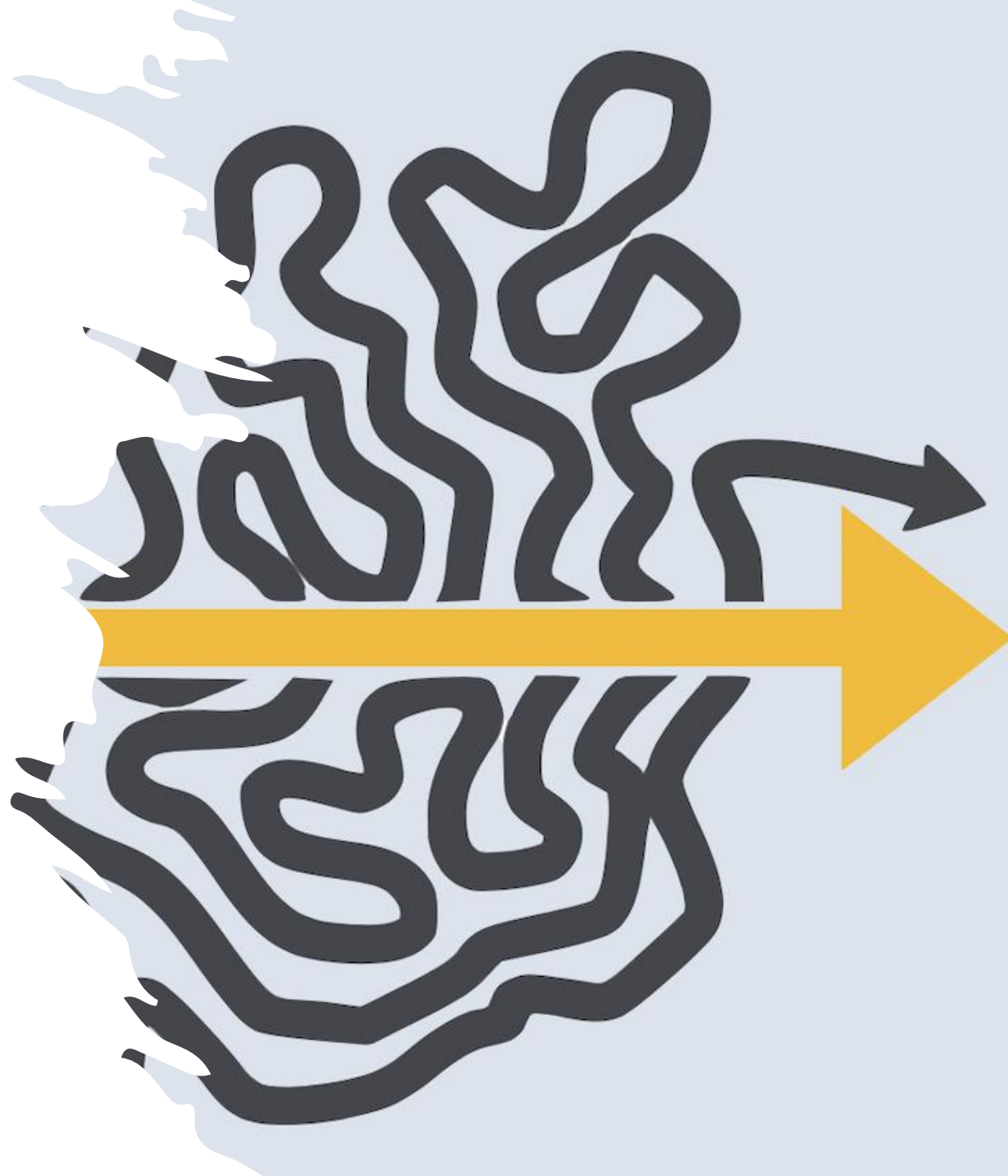


UNIVERZITET U BEOGRADU,
SRBIJA
MATEMATIČKI FAKULTET

Istraživanje i optimizacija minimalnog nezavisnog dominantnog skupa u grafovima

Sara Kalinić 387/2021

Računarska inteligencija



An isometric illustration of a network infrastructure. It features several blue server racks with multiple bays, a laptop with a colorful interface, a desktop monitor, and a megaphone. All these elements are interconnected by a network of thin, glowing blue lines on a light blue background.

Definicija problema i značaj

Minimalni nezavisni dominantni skup u grafu je podskup čvorova takav da:

- Svaki čvor koji nije u tom podskupu je sused barem jednog čvora iz podskupa
- Nema dva čvora unutar podskupa koja su međusobno povezana
- Minimalan

Značaj?

- Dizajn bežičnih mreža
- Upravljanje resursima

Pregled optimizacionih metoda

- NP-težak problem
- vremenska složenost eksponencijalna u najgorem slučaju
 - a. Gruba sila
 - b. Pretraga promenljivih susedstva
 - c. Optimizacija kolonijom mrava
 - d. Genetski algoritam



Rešenje Grubom silom



- Pretražuje sve moguće podskupove čvorova u grafu i proverava da li ispunjavaju uslove za MNDS.
- Prednosti:
 - Tačnost
- Neodtsaci:
 - Vremenska složenost
 - Eksplozija broja kombinacija

Test Name	Broj čvorova	Broj iteracija	Vreme (s)	Rezultat
test_10_0.3.in	2	1023	0.0009999	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_10_0.5.in	3	1023	0.0009994	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_10_0.7.in	2	1023	0.0	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_15_0.3.in	4	32767	0.025	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_15_0.5.in	2	32767	0.025	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_20_0.3.in	5	1048575	1.509	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_20_0.5.in	3	1048575	0.684	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_25_0.3.in	4	33554431	29.311	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_25_0.5.in	3	33554431	22.975	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_25_0.7.in	2	33554431	22.999	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_30_0.3.in	0	0	0.0	Graf prevelik za grubu silu
test_30_0.5.in	0	0	0.0	Graf prevelik za grubu silu
test_35_0.3.in	0	0	0.0	Graf prevelik za grubu silu
test_35_0.5.in	0	0	0.0	Graf prevelik za grubu silu
test_40_0.3.in	0	0	0.0	Graf prevelik za grubu silu
test_40_0.5.in	0	0	0.0	Graf prevelik za grubu silu
test_40_0.7.in	0	0	0.0	Graf prevelik za grubu silu

Table 1: Rezultati testiranja za minimalni nezavisni dominantni skup


Pretraga promenljivih susedstava (VNS)

- metaheuristički algoritam koji koristi pretragu u različitim susedstvima
- Prednosti:
 - izbeći lokalne minimume
 - balans između eksploatacije i eksploracije
- Nedostaci:
 - ne pronade globalno optimalno
 - efikasnost od odabira i strategije



Test Name	Broj čvorova	Broj iteracija	Vreme (s)	Rezultat
test_10_0.3.in	2	10000	2.539	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_10_0.5.in	3	10000	1.745	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_10_0.7.in	2	10000	1.606	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_15_0.3.in	4	10000	2.702	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_15_0.5.in	2	10000	2.445	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_20_0.3.in	9	10000	3.995	Nema validnog rešenja
test_20_0.5.in	3	10000	3.517	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_25_0.3.in	4	10000	5.409	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_25_0.5.in	3	10000	4.212	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_25_0.7.in	2	10000	3.533	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_30_0.3.in	4	10000	4.693	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_30_0.5.in	3	10000	4.725	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_35_0.3.in	6	10000	6.524	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_35_0.5.in	11	10000	6.022	Nema validnog rešenja
test_40_0.3.in	13	10000	8.592	Nema validnog rešenja
test_40_0.5.in	14	10000	7.846	Nema validnog rešenja
test_40_0.7.in	8	10000	6.439	Nema validnog rešenja

Table 2: Rezultati testiranja za minimalni nezavisni dominantni skup koristeći VNS

A colorful illustration showing a cross-section of an ant colony. The top part shows a green grassy surface with a blue sky and white clouds. A large brown mound of soil is on the left, with several ants on it. One ant is carrying a yellow object. To the right, more ants are on the grass. Below the surface, the soil is brown and shows a complex network of tunnels. Ants are seen moving through these tunnels, carrying various items like food (red berries, yellow objects) and laying eggs (small white ovals).

Optimizacija kolonijom mrava (ACO)

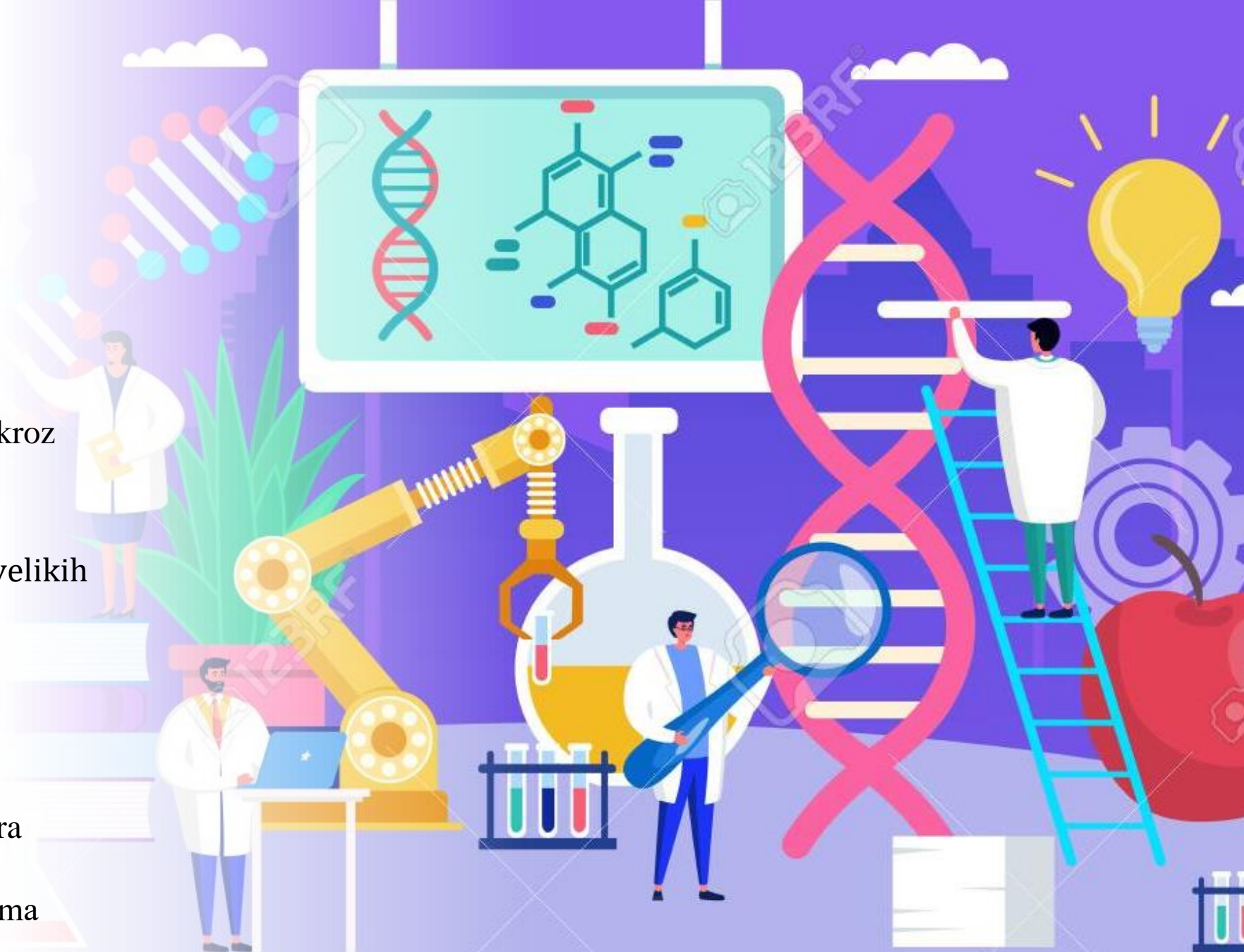
- virtualni mravi istražuju prostor rešenja (graf), ostavljajući tragove feromona
- Prednosti:
 - decentralizovana priroda
 - adaptivnost
- Nedostaci:
 - efikasnost algoritma zavisi od parametara
 - zapadne u lokalne minimume

Test Name	Broj čvorova	Broj iteracija	Vreme (s)	Rezultat
test_10_0.3.in	3	1000	2.013	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_10_0.5.in	3	1000	2.216	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_10_0.7.in	2	1000	1.447	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_15_0.3.in	5	1000	3.121	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_15_0.5.in	3	1000	2.644	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_20_0.3.in	6	1000	4.151	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_20_0.5.in	3	1000	2.240	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_25_0.3.in	5	1000	3.710	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_25_0.5.in	3	1000	3.349	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_25_0.7.in	2	1000	2.802	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_30_0.3.in	5	1000	4.258	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_30_0.5.in	4	1000	3.378	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_35_0.3.in	4	1000	3.874	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_35_0.5.in	3	1000	3.178	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_40_0.3.in	7	1000	5.141	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_40_0.5.in	4	1000	4.388	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_40_0.7.in	3	1000	3.550	Minimalni nezavisni dominantni skup

Table 4: Rezultati testiranja za minimalni nezavisni dominantni skup koristeći Ant Colony Optimization

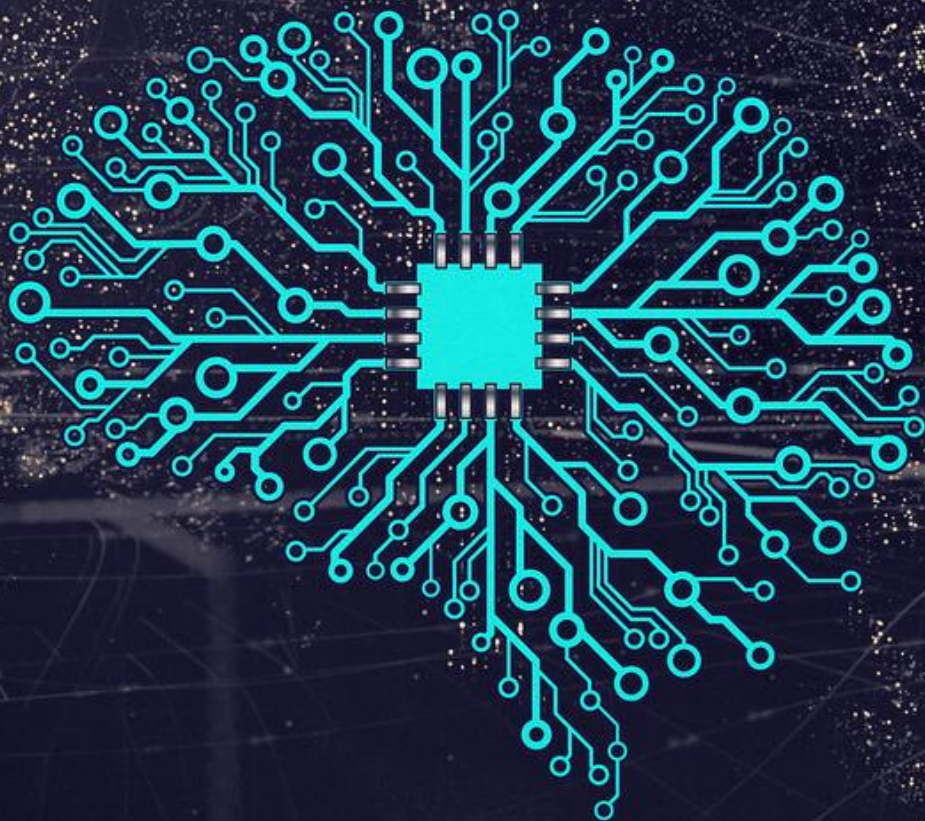
Genetski algoritam

- simulira evolucioni proces kroz generacije rešenja
- Prednosti:
 - efikasni za pretragu velikih prostora rešenja
 - omogućava paralelnu evoluciju više rešenja odjednom
- Nedostaci:
 - podešavanja parametara
 - konvergira prema suboptimalnim rešenjima



Test Name	Broj čvorova	Broj iteracija	Vreme (s)	Rezultat
test_10_0.3.in	2	10000	2.313	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_10_0.5.in	3	10000	2.083	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_10_0.7.in	2	10000	2.198	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_15_0.3.in	4	10000	2.298	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_15_0.5.in	2	10000	2.535	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_20_0.3.in	6	10000	2.346	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_20_0.5.in	3	10000	2.129	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_25_0.3.in	5	10000	2.280	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_25_0.5.in	4	10000	2.236	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_25_0.7.in	2	10000	2.259	Minimalni nezavisni dominantni skup
test_30_0.3.in	8	10000	2.433	Nema validnog rešenja
test_30_0.5.in	18	10000	3.023	Nema validnog rešenja
test_35_0.3.in	16	10000	2.340	Nema validnog rešenja
test_35_0.5.in	11	10000	2.712	Nema validnog rešenja
test_40_0.3.in	14	10000	2.484	Nema validnog rešenja
test_40_0.5.in	17	10000	3.202	Nema validnog rešenja
test_40_0.7.in	15	10000	2.297	Nema validnog rešenja

Table 3: Rezultati testiranja za minimalni nezavisni dominantni skup koristeći genetski algoritam

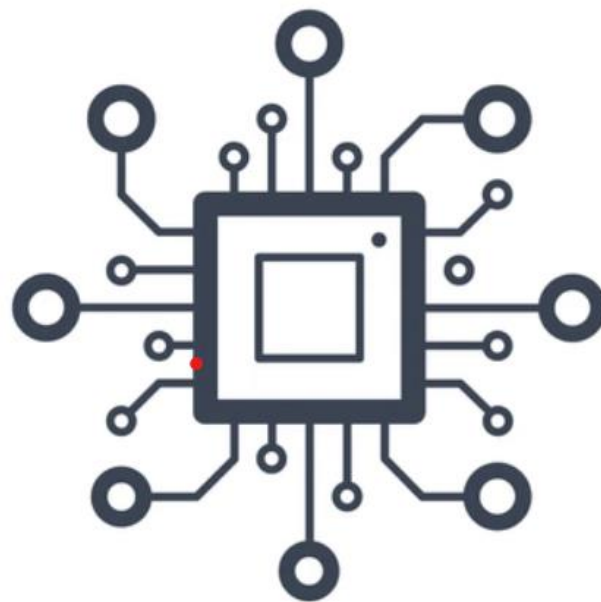


Zaključak

- Učinkovitost:
 - ACO je najučinkovitija metoda s 100% uspešnosti, dok je BRUT nepraktičan za veće grafove zbog dugog vremena izvršavanja.
- Brzina:
 - VNS je brži od GA, uz bolju stopu uspešnosti.
- Fleksibilnost:
 - Heurističke metode (GA i ACO) su prilagodljive različitim grafovima.
- Praktična primena:
 - Heuristički pristupi su efikasni za MNDS probleme kada klasične metode ne uspevaju.

Table 5: Uporedna tabela rezultata algoritama

Algoritam	Prosečno vreme (sekundi)	Stopa uspešnosti (%)
VNS	3.64	70.59
GA	2.27	58.82
BRUT	7.65	55.56
ACO	3.12	100.00



Hvala na pažnji!