

Основне академске студије  
Информациони инжењеринг

Методе и технике науке о подацима

# Генетски алгоритми

(материјали за вежбе)

## Генетски алгоритми

алгоритми из класе еволуционих алгоритама

инспирација потиче из биологије и теорије еволуције

класа метода заснованих на популацији

тражење решења се изводи испитивањем већег броја решења заједно

решења пролазе кроз разне облике трансформација

# Задачи

## Задатак 1.

Имплементирати генетски алгоритам намењен налажењу најкраћег пута између два места уз ограничење да пут мора проћи кроз свако од преосталих места тачно једном.

Дати су називи свих места и за сваки пар места дата је у километрима приближна дужина пута који их повезује.

1. Зрењанин (ЗР)
2. Кикинда (КИ)
3. Кањижа (КА)
4. Нови Сад (НС)
5. Суботица (СУ)
6. Сомбор (СО)

Наћи решење за пут СУ–СО преко преосталих места.

...

	ЗР	КИ	КА	НС	СУ	СО
ЗР	0	55	100	45	130	115
КИ	55	0	55	90	85	115
КА	100	55	0	105	40	95
НС	45	90	105	0	100	95
СУ	130	85	40	100	0	60
СО	115	115	95	95	60	0

## Задатак 1.

...

## Написати класу **Jedinka**.

Класа описује јединку у популацији током извршења генетског алгоритма.

Јединка има свој генетски материјал (садржај).

Јединка са својим садржајем треба да представља пут између два места.

Пут обухвата четири преостала места: НС, КИ, КА, ЗР

Пут представља секвенцу у којој се свако од четири преостала места помиње тачном једном.

Секвенца пута може бити представљена као секвенца целобројних индекса који одговарају местима кроз која пут пролази.

Путу НС–КИ–КА–ЗР одговара секвенца индекса 4–2–3–1.

Иницијализатор **\_\_init\_\_** () треба да прихвати секвенцу индекса.

...

Задатак 1.

...

Написати класу **Population**.

Класа описује популацију која бива формирана током извршења генетског алгоритма.

Популација представља скуп јединки.

У популацији може постојати више јединки које описују исти пут.

У контексту класе, популација може бити имплементирана као листа јединки.

...

## Задатак 1.

...

### Написати класу **Prilagodenost**.

Класа описује функцију прилагођености која се током извршења генетског алгоритма користи за оцењивање прилагођености јединке, односно квалитета решења представљеног јединком.

На основу матрице раздаљина, ознака почетног и крајњег места на путу за који се тражи решење, потребно је за дату јединку израчунати прилагођеност.

Потребно је израчунати дужину пута који креће од почетног места, затим иде редом кроз места која одговарају путу описаном преко јединке и завршава се у крајњем месту.

Ако јединка одговара путу НС–КИ–КА–ЗР, који је дужине 245 км, дужина целокупног пута од почетног до крајњег места СУ–НС–КИ–КА–ЗР–СО је 460 км.

Може бити искоришћена дужина целокупног пута као мера прилагођености јединке, при чему мање дужине одговарају већим прилагођеностима.

...

Задатак 1.

...

Написати класу **Prilagodenost**.

Иницијализатор **\_\_init\_\_()** треба да прихвати матрицу раздаљина, индекс почетног места и индекс крајњег места.

Класа треба да садржи методу **evaluiranje()** која ће за прослеђену јединку вратити као резултат њену прилагођеност.

...

## Задатак 1.

...

## Написати класу **GenetskiAlgoritam**.

Класа треба да подржи извршавање генетског алгорита.

Формирати почетну популацију од  $n$  јединки.

Индексе у оквиру јединке поставити на (псеудо)случајне вредности тако да јединка описује исправан пут између почетног и крајњег места.

Могу се користити само индекси који не одговарају почетном или крајњем месту и сваки од тих индекса се појављује тачно једном.

Спровести еволуцију крећући од почетне популације као текуће популације.

У сваком кораку еволуције настаје нова популација јединки као нова генерација.

Нова генерација настаје на основу јединки из текуће популације.

Поступак настанка нове генерације је увек исто структуриран.

селекција јединки > укрштање јединки > мутација јединки

Нова генерација представља текућу популацију у наредном кораку.

Еволуција се спроводи кроз укупно  $g$  корака.

Формирати решење од најприлагођеније јединке из најмлађе генерације.

...

Задатак 1.

...

Написати класу **GenetskiAlgoritam**.

Поступак селекције јединки

Формирати укупно  $n / 2$  парова јединки.

За сваки пар изабрати две јединке из текуће популације.

Избор имплементирати тако да што је јединка прилагођенија то има веће шансе да буду изабрана у неки пар.

Јединке текуће популације могу бити сортиране по својој прилагођености и на основу њиховог ранга може бити вршен избор јединке с одређеном вероватноћом.

Иста јединка може бити изабрана у више парова.

Не дозволити формирање пара који би исту јединку обухватио два пута.

Могуће је у једном пару имати две различите јединке које имају исти садржај (исте секвенце индекса).

...

## Задатак 1.

...

## Написати класу **GenetskiAlgoritam**.

### Поступак укрштања јединки

За сваки од  $n / 2$  парова јединки извести укрштање.

Од једног пара јединки настају две нове јединке.

Нове јединке постају део нове генерације.

Нове јединке настају кроз размену садржаја између јединки из пара.

Како свака јединка обухвата секвенцу индекса, која је дужине четири, при укрштању могу бити размењена два индекса.

Нове јединке треба да одговарају исправним секвенцама индекса.

Пример укрштања преко позиција 3 и 4 за јединке 4–2–3–1 (прва јединка из пара) и 2–1–3–4 (друга јединка из пара)

прва нова јединка: 4–2–1–3

индекси на позицијама 3 и 4 код прве нове јединке су добијени тако што су индекси на позицијама 3 и 4 из прве јединке из пара (3 и 1) преузети из друге јединке из пара у редоследу у којем се тамо јављају (1 па 3)

друга нова јединка: 2–1–4–3

...

Задатак 1.

...

Написати класу **GenetskiAlgoritam**.

Поступак мутације јединки

За сваку од нових јединки примењује се мутација с вероватноћом  $m$ .

Нове јединке треба да одговарају исправним секвенцама индекса.

Пример мутације (кружно померање индекса у секвенци према лево)

јединка пре мутације: 4–2–1–3

јединка након мутације: 2–1–3–4

...

Задатак 1.

...

Написати класу **GenetskiAlgoritam**.

Иницијализатор `__init__()` треба да прихвати следеће аргументе

- листу ознака места

- матрицу раздаљина између места

- ознаку почетног места

- ознаку крајњег места

- број јединки у популацији ( $n$ )

  - очекује се паран број

- број нових генерација које ће настати кроз еволуцију почетне популације ( $g$ )

- вероватноћу спровођења мутације ( $m$ )

...

Задатак 1.

...

Написати класу **GenetskiAlgoritam**.

Класа треба да садржи методу **izvršavanje()** у оквиру које ће бити спроведено формирање почетне популације и спроведена еволуција кроз  $g$  корака.

Класа треба да садржи методу **preuzimanje\_rešenja()** која ће као резултат вратити јединку што одговара решењу.

Користити објекте класа **Jedinka**, **Populacija** и **Prilagođenost**.

У класе укључити додатне методе према потреби.

...

## Задатак 1.

...

### Употребити генетски алгоритам.

Поставити вредности параметара и испитати добијено решење.

Поставити број јединки на 10.

Поставити број нових генерација на 15.

Поставити вероватноћу спровођења мутације на 5%.

Експериментисати с другачијим вредностима параметара и анализирати како се промене у њиховим вредностима могу одразити на поступак тражења решења.

Задатак 2.

Имплементирати генетски алгоритам за тражење решења система од две линеарне једначине с две непознате.

Као могућа решења испитивати само целобројне вредности.

Систем једначина задати преко одговарајућих коефицијената.

Осмислити начин представе могућег решења кроз одговарајуће структурирани садржај јединке.

Осмислити прикладну функцију прилагођености.

Осмислити прикладне поступке селекције, укрштања и мутације.

## Основна литература

Poole DL, Mackworth AK. Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents. 3rd edition. Cambridge University Press (Cambridge, UK); 2023. Internet: <https://www.artint.info/index.html>

Shiffman D. The Nature of Code. Internet: <https://natureofcode.com/>