

# Non-dominated Sorting Genetic Algorithm (NSGA-II)

Seminarski rad u okviru kursa

Računarska inteligencija

Matematički fakultet

Staša Dorđević

4. januar 2025.

## Sažetak

Sažetak ako treba?

## 1 Uvod u genetske algoritme

Genetski algoritmi predstavljaju grupu optimizacionih metoda koje se zasnivaju na principima prirodne selekcije i evolucije. Inspirisani su biološkim procesima kao što su selekcija, ukrštanje (kroz reprodukciju), mutacija i nasleđivanje, koji omogućavaju preživljavanje i adaptaciju organizama u prirodi. Slično tome, osnovni koraci u implementaciji genetskih algoritama uključuju selekciju, ukrštanje i mutaciju. Ovi koraci se ponavljaju kroz više generacija kako bi se iz populacije rešenja razvila najbolja moguća rešenja za dati problem.

- **Selekcija** je proces odabira jedinki za ukrštanje na osnovu njihove prilagođenosti. Postoje dve osnovne varijante selekcije:
  1. **Turnirska selekcija** - Odabir k slučajnih jedinki iz populacija i "turnirsko takmičenje" gde pobeđuje najprilagođenija od izabranih jedinki
  2. **Ruletska selekcija** - U ovoj metodi, verovatnoća selekcije jedinke zavisi od njene uspešnosti u odnosu na ostale jedinke u populaciji. Prilagođenije jedinke imaju veću verovatnoću da budu izabrane, slično kao u ruletu.
- **Ukrštenje** omogućava kombinovanje gena odabranih jedinki, stvarajući nove potomke koji mogu naslediti najbolje karakteristike svojih "roditelja". Postoji nekoliko osnovnih varijanti ukrštanja:
  1. **Jednopoloziciono ukrštanje** - Genetski materijal od roditelja se deli na osnovu jedne slučajno odabrane tačke preseka, a potomci nasleđuju deo od oba roditelja prema toj tački.
  2. **Višepoloziciono ukrštanje** - Ova metoda koristi više tačaka preseka na genomima roditelja, što omogućava veću raznovrsnost u potomcima.
  3. **Uniformno ukrštanje** - U ovoj varijanti, gene sa oba roditelja se nasumično kombinuju kako bi se stvorio potomak, bez fiksnih tačaka preseka.

- **Mutacija** se koristi da bi se unela nasumična promena u genetski kod jedinke, što omogućava istraživanje novih mogućnosti i sprečava algoritam da se žaglavi” u lokalnim ekstremumima.

**Elitizam** je metoda koja garantuje da će najbolje jedinke iz trenutne generacije biti prenete u sledeću generaciju bez promena. Elitizam se koristi kako bi se sprečilo da se najbolja rešenja izgube tokom evolucije.

Kroz ove procese, genetski algoritmi omogućavaju efikasno istraživanje prostora rešenja i postepeno poboljšanje kvaliteta rešenja tokom vremena.

## 2 Opis algoritma NSGA-II

NSGA je popularan genetski algoritam zasnovan na nedominaciji za višeciljnu optimizaciju. Njegova modifikovana verzija, NSGA-II, koja rešava neke probleme zbog kojih je kritikovana osnovna verzija algoritma, postala je zastupljenija u rešavanju ovakvih problema. Višeciljna optimizacija podrazumeva istovremenu optimizaciju dva ili više međusobno suprotstavljenih ciljeva. Cilj je naći skup rešenja koji je najbolji kompromis između ciljeva. Ta rešenja formiraju tzv. **Pareto front**, u kojem nijedno rešenje nije bolje od drugog, osim ako se jedan cilj ne poboljša na račun pogoršanja drugog.

U NSGA-II algoritmu, termini *non-dominated* i *dominated* se koriste da opišu odnos između rešenja na osnovu njihovih performansi u odnosu na više ciljeva optimizacije.

Rešenje se smatra **nedominiranim** (engl. *non-dominated*) u odnosu na drugo rešenje ako nijedno od njih nije bolje u svim ciljevima. Drugim rečima, rešenje  $A$  je *nedominirano* u odnosu na rešenje  $B$  ako:

- $A$  nije lošije u svim ciljevima od  $B$ ,
- i  $B$  nije lošije u svim ciljevima od  $A$ .

Rešenje se smatra **dominiranim** (engl. *dominated*) u odnosu na drugo rešenje ako postoji rešenje koje je bolje u svim ciljevima. Drugim rečima, rešenje  $A$  je *dominirano* u odnosu na rešenje  $B$  ako:

- $B$  je bolje ili jednako u svim ciljevima od  $A$ ,
- i u barem jednom cilju  $B$  je bolje od  $A$ .

Kratak opis algoritma: Prvo se populacija inicijalizuje na standardan način, u skladu sa problemom koji rešavamo. Nakon toga, jedinke u njoj se sortiraju prema principu nedominacije u svakom frontu. Prvi front je potpuno nedominirani skup u trenutnoj populaciji, tj. skup svih rešenja od kojih ne postoji bolje rešenje u svim ciljevima. Drugi front sadrži jedinke koje su dominirane samo od strane jedinki iz prvog fronta, i tako dalje. Svakoј jedinkise dodeljuje rang (fitness) na osnovu fronta kojem pripadaju - one iz prvog fronta dobijaju rang 1, iz drugog 2, i tako dalje. Pored fitness vrednosti, svaka jedinka ima i novi parametar - *distanca gužve* (engl. *crowding distance*). To je mera koja se koristi za održavanje raznolikosti između rešenja unutar jednog pareto fronta. Predstavlja meru bliskosti jedinke njenim susedima. Veća prosečna distanca gužve rezultira boljom raznovrsnošću u populaciji. Favorizuje manje naseljene regione.

### **3 Opis mog rešenja**

Moje rešenje - implementacija

### **4 Eksperimentalni rezultati**

Moji rezultati - grafici

### **5 Poređenje mojih rezultata i onih iz literature**

Poređenje rezultata - vizuelno i tekstualno

### **6 Zaključak**

Kritički osvrt na sve što je urađeno i eventualni pravci daljeg unapređivanja

## **Literatura**

- [1] A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: NSGA-II at:  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/996017>
- [2] A fast elitist multiobjective genetic algorithm at:  
[https://www.academia.edu/download/53297141/NSGA\\_II.pdf](https://www.academia.edu/download/53297141/NSGA_II.pdf)