

NAPREDNI KONCEPTI U GENETSKIM ALGORITMIMA

- prijevremena konvergencija
- ponovna inicijalizacija (jednostavna, uvodi raznolikost; gubimo stare podatke i ne garantira uspjeh)
- sprečavanje pojave duplikata
- strategije kod odabira roditelja u križanju:
 - **niching** – rjeđe križanje jako domenski različitih jedinki, ali upada u lokalne optimume; strategije:
 - **dijeljenje dobrote** – podijeliti dobrotu među jedinkama koje su blizu jedna drugoj
 - **čišćenje** – smanjiti dobrotu za neke jedinke iz iste niše
 - **grupiranje** – zamijeniti jedinke iz populacije sličnim jedinkama nastalim križanjem
 - standardno – dijete zamjenjuje najbližnju jedinku
 - determinističko – dijete zamijeni sličnijeg roditelja, ali samo ako je bolje
 - probabilističko – isto ali nekad se prihvati i lošije (kao kod simuliranog kaljenja)
 - ograničena turnirska selekcija – M roditelja, svaki par stvara dvoje djece, random jedinke se zamijene s djetetom kojem su najbližnije, samo ako je dijete bolje
 - **species based** – rjeđe križanje jako domenski sličnih jedinki
- **offspring selection** – dodatna selekcija nakon križanja i mutacije kojom bi se detektiralo koliko je uspješno stvaranje djeteta boljeg od roditelja (**faktor uspješnosti**), određeni postotak populacije se puni tim boljim jedinkama, a ostatak nasumičnim

- **očuvanje relevantnih alela** – minimalna i maksimalna veličina populacije, jedinke se dodaju ako su uspješne i različite, veličina populacije ovisi o uspješnosti genetskih operatora
- **otočni genetski algoritam** – populacija se dijeli na nezavisne potpopulacije. to omogućuje raznolikost i smanjuje preranu konvergenciju, periodično se jedinke migriraju u drugi otok (učestalost migracije, stopa migracije)
 - o prednosti: očuvanje raznolikosti, paralelizacija, robusnost (otporniji na lokalne optimume)
 - o nedostaci: dodatni parametri, trošak komunikacije kod migriranja, sinkronizacija

DIFERENCIJSKA EVOLUCIJA

- svojstvo adaptivnog koraka -> promjene će biti veće ako je populacija raspršena
- **STVARANJE POČETNE POPULACIJE**: jedinke su vektori čiji su elementi nasumično odabrani
- **ciljni vektor** = trenutna jedinka
- **bazni vektor** = neki iz populacije
- **mutant** = mutirani bazni vektor $v = \text{bazni} + F * (r1 - r2)$, F = faktor skaliranja
- **probni vektor** = ciljni vektor x vektor mutant
 - o **eksponencijalno križanje**: jedna se sigurno kopira iz mutanta, idemo dalje i ako je $\text{random}() > C$ kopiramo, kad bude manji prestajemo i punimo s ciljnim ostatak
 - o **uniformno (binomno) križanje**: jedna se sigurno kopira iz mutanta, dalje se za svaku random odluči
- **selekcija**: prolazi umjesto ciljnog ako je bolji ili jednak (za raznolikost i izbjegavanje stagnacije)
- **STRATEGIJE GENERIRANJA**: DE/bazni/broj-linearnih-kombinacija/vrsta-križanja
- bazni: best, rand, target-to-best (ciljni vektor translatiran u smjeru najbolje jedinke iz populacije)

DE/best/1/bin -> $F = F + 0.001 * (\text{random}() - 0.5)$

DE/target-to-best/1/bin -> $v = \text{bazni} + F * (\text{best-bazni}) + F * (r1 - r2)$

Algoritam ovisi najviše o F i C, ali puno više o F. Manji C povećava robusnost, a veći dovodi do brže konvergencije.

OPTIMIZACIJA ROJEM ČESTICA

Svaka jedinka u određenoj mjeri uzima u obzir svoje do tada najbolje rješenje (individualni faktor -> pretraživanje prostora stanja) i najbolje rješenje u svojoj bliskoj okolini (socijalni faktor -> fino podešavanje pronađenog rješenja).

- stvaranje početne populacije: random
- provjera je li to najbolje rješenje čestice (i ažuriranje)
- provjera je li to globalno najbolje rješenje (i ažuriranje)
- ažuriranje brzine i položaja: $\text{trenutno} + c1 * \text{random}() * (\text{individualna komponenta} - x) + c2 * \text{random}() * (\text{socijalna komponenta} - x)$
- $c1$ – kognitivna stopa učenja, $c2$ – socijalna stopa učenja, obično vrijednost 2

UTJECAJ PARAMETARA

- ako ne ograničimo brzinu, divergirat će
- ako previše ograničimo brzinu, lokalni optimum
- **faktor inercije w** – prvo je skoro 1, a onda se smanjuje kroz iteracije, kontrolira utjecaj prethodne brzine

LOKALNO SUSJEDSTVO

- svrha: izbjeći preranu konvergenciju
- kao globalnu komponentu gleda samo svoje susjede, a ne cijelu populaciju, prikladna veličina susjedstva je oko 15% populacije
- topologije: prstena, von neumannova (kao mreža), slučajno, grupirajuće, zvjezdasto

OPTIMIZACIJA KOLONIJOM MRAVA

- primjenjuje se kod problema koji se mogu predstaviti kao težinski grafovi (problem trgovačkog putnika, problem usmjeravanja vozila...)
- tragovi feromona + problemski ovisna heuristička funkcija
- na sve se bridove postavi jednaka količina feromona (prevelika – spora konvergencija, premala – prebrza konvergencija)
- mrav random bira na svakom račvanju i ažurira količinu feromona
- ρ – brzina isparavanja
- sprečavanje ciklusa: mrav pamti kojim je putevima već išao

AŽURIRANJE FEROMONA

- online – u realnom vremenu
- odgođeno – kad mrav prođe cijeli put
- offline – kad svi mravi prođu cijeli put
 - o standardno ažuriranje – svi mravi pridonose
 - o elitističko ažuriranje – uvijek uzima u obzir i trenutno najbolje rješenje
 - o ažuriranje temeljeno na rangu – samo najbolji mravi pridonose

MAX-MIN ANT SYSTEM – samo najbolji mrav ažurira feromone, feromoni se ograničavaju na neki interval, kod stagnacije se reinicijaliziraju, na početku feromoni jako visoki

UMJETNI IMUNOLOŠKI ALGORITMI

- antitijelo – rješenje, afinitet – funkcija dobrote, antigen – optimizacijski problem
- iterativno se provode **kloniranje, hipermutacija i selekcija**
- hipermutacija – nasumična promjena neke varijable u jedinki
- selekcija – bira se N od $2N$ značajki, one koje imaju najveći afinitet (**elitistički pristup**)

CLONALG

- afiniteti imaju proporcionalan utjecaj na broj klonova i vjerojatnost odabira
- ideja: bolja antitijela će imati više klonova
- intenzitet hipermutacije ovisi o afinitetu

- u novu populaciju ulazi N najboljih novih jedinki i briše se d najlošijih starih jedinki -> nije elitistički
- **VARIJANTE OPERATORA KLONIRANJA:** statičko, proporcionalno, vjerojatnosno
- **OPERATORI MUTACIJE:** statička, proporcionalna, inverzno proporcionalna, hipermakromutacija
- **OPERATOR STARENJA** – osigurava da neko antitijelo predugo ne ostane u populaciji
 - o statičko – x iteracija
 - o stohastičko – može i prije

VIŠEKRITERIJSKA OPTIMIZACIJA

- višekriterijski problem
 - o feasible/ unfeasible solution – zadovoljava ili ne sva ograničenja
 - o decision space – prostor rješenja; objective space – prostor kriterija
- **težinska kombinacija kriterija:**
 - o prednost: problem postaje jednokriterijski
 - o nedostaci: pitanje kako odrediti težine, dobijemo samo jedno rješenje
- **dominacija** – svi elementi su manji ili jednaki, bar jedan strogo manji; tranzitivna
- **PARETO OPTIMALNI SKUP** – skup svih nedominiranih rješenja koja zadovoljavaju ograničenja, čini **PARETO FRONTU**
- **NEDOMINIRANO SORTIRANJE** – rješenja dobivaju rang: koliko rješenja dominira nad njima

NSGA

- o podijeli u fronte, korigira dobrote, najmanja dobrota * broj blizu 1 = jedinka za novu frontu
- o proporcionalna selekcija
- o računamo normaliziranu udaljenost (u prostoru rješenja) između rješenja, iz toga distancu za svako rješenje, sumiramo sve vrijednosti
- o nema elitizam, bliska rješenja možda imaju drugačije funkcije cilja, dodatan parametar

NSGA II

- uvodi elitizam, koristi nedominirano sortiranje i crowding distance
- stvorimo nova rješenja selekcijom (turnirskom), križanjem i mutacijom pa ih imamo ukupno $2N$. Uzimamo sva iz fronti dok nam iz jedne fronte ne stanu sva pa tu sortiramo po rangui pa crowding distanceu (za raznolikost)
- **CROWDING DISTANCE** – rubna rješenja na inf, ostala udaljenost od susjeda

NSGA III – prikladniji kada se optimizira više kriterija istodobno, samo malo drugačije računa crowding distance

USPOREDBA EVOLUCIJSKIH ALGORITAMA

- **statistički pokazatelji:** minimum, srednja vrijednost, medijan, maksimum, standardna devijacija
- **grafički prikaz rezultata:** box plot, violin plot (bolji uvid u distribuciju rješenja, ilustrira i gustoću rješenja)
- **statistički testovi:** služe za usporedbu rezultata, nul hipoteza je da su rezultati jednaki, razina značajnosti – vjerojatnost ovog rezultata a da je hipoteza točna
 - parametarski – pretpostavke o podacima (nezavisnost, normalna distribucija)
 - neparametarski - nema pretpostavki o podacima

T-TEST - parametarski test, procjenjuje postoji li značajna razlika između srednjih vrijednosti dviju grupa

Mann-Whitney test – neparametarski test, uspoređuje medijane i određuje postoji li razlika između medijana dvije populacije

- ako želimo vidjeti koliko je naš skup rješenja dobar, možemo mjeriti:
 - kapacitet – količina nedominiranih rješenja
 - konvergenciju – koliko je pareto fronta blizu pravoj pareto fronti
 - diverzifikaciju – koliko su raznolika rješenja
 - hipervolumen, inverted generational distance – konvergencija + diverzifikacija
- podešavanje parametara: sve kombinacije, optimizirati parametar po parametar, automatsko podešavanje parametara