

Inteligentni sistemi
Domaći zadatak 1.

Biološki inspirisani algoritmi

Genetski algoritam za pakovanje
dvodimenzionalnih neorijentisanih kvadrata

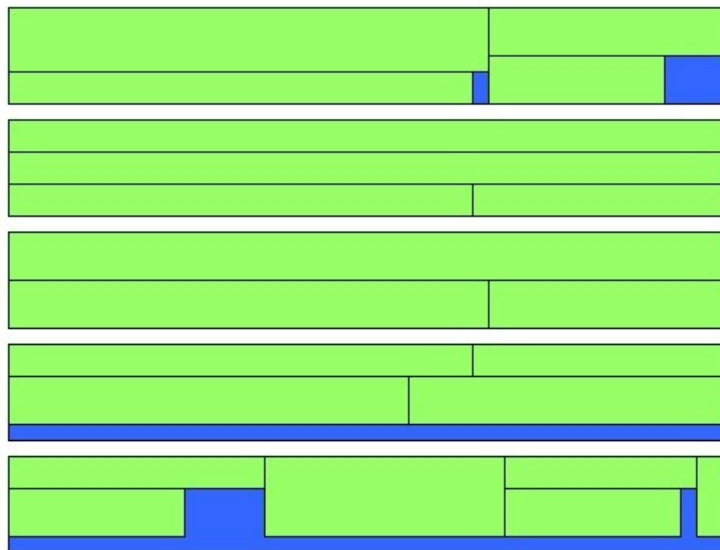
Student:
Darko Sarajkić-Markelić 1142

Sadržaj

1. Problem obrađen u zadatku.....	3
2. Genetski algoritam i implementacija.....	4

1. Problem obrađen u zadatku

U ovom domaćem zadatku je obrađen problem pakovanja dvodimenzionalnih neorijentisanih kvadrata u što manji mogući broj paketa koja su predstavljena takođe kvadratima. Ovo je jedan od problema sa kojim se susreću firme koje se bave sečenjem materijala. Prilikom sečenja većih ploča od kamena, stakla, metala na manje delove potrebno je minimizovati površinu koja ostaje neiskorišćena na svakoj ploči. Uпотреba genetskog algoritma u ovom slučaju omogućava da se relativno brzo dođe do rešenja koja zadovoljava postavljene kriterijume.



Na slici su zelenom bojom predstavljeni kvadrati koje je potrebno smestiti u što manji broj paketa čiji su neiskorišćeni delovi označeni plavom bojom. U ovom zadatku obrađen je problem kod koga prilikom smeštanja kvadrata omogućena njihova rotacija za 90° . Prilikom rešavanja problema podrazumevano je:

- da su dimenzije svakog kvadrata manje ili jednake od dimenzija paketa
- da su ivice kvadrata paralelne ili normalne u odnosu na ivice paketa
- svi paketi su istih dimenzija
- širina paketa je veća od njegove visine
- kvadrati u paketima se ne preklapaju

2. Genetski algoritam i implementacija

Genetski algoritam je prilikom rešavanja ovog problema primenjem tako da se on koristi za raspodelu kvadrata po paketima. Pre pokretanja algoritma potrebno je pripremiti kvadrate. Prvo se vrši rotacija svih kvadrata kod kojih je visina veća od širine, nakon toga potrebno je urediti kvadrate u opadajući redosled gde se sortiranje vrši prema širini kvadrata a u slučaju da su jednake upoređuju se visine. Genetski algoritam koji je primenjen u ovom zadatku primenjuje elitizam, jednostruko ukrštanje prilikom rekombinacije, rulet selekciju roditelja, permutaciono kodiranje.

Prilikom kodiranja gena u hromozomu primenjeno je permutaciono kodiranje. Vrednosti gena se nalaze u opsegu $[0, broj_paketa)$. Svaki gen predstavlja index paketa u koji je predviđeno smeštanje kvadrata koji se u sortiranom nizu kvadrata nalazi na istoj poziciji kao i gen u hromozomu.

Prilikom kreiranja nove generacije primenjuje se elitizam. Tako da se određeni broj hromozoma čija je dobrota najveća prenosi u narednu generaciju. Na ovaj način se postiže da svaka sledeća generacija može da ima isključivo jednu ili veću dobrotu.

Selekcija roditelja koji će se koristiti za generisanje novih hromozoma se vrši rulet selekcijom kod koje hromozomi koji imaju veću dobrotu imaju više šansi da budu selektovani za roditelje.

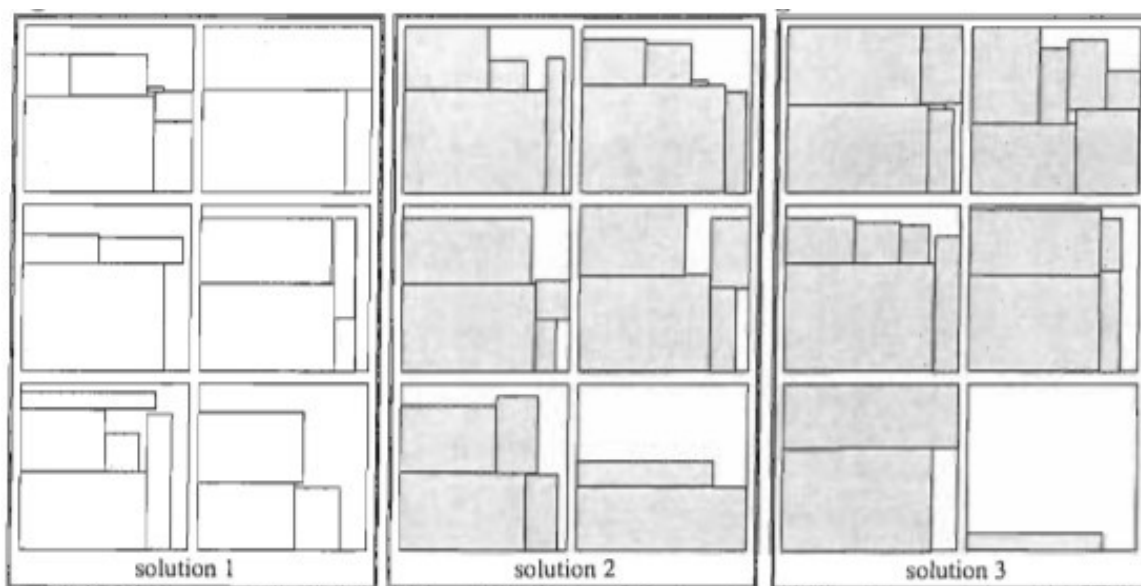
Prilikom kreiranja nove generacije hromozoma primenjuje se i rekombinacija sa jednostrukim ukrštanjem. Prilikom rekombinacije bira se slučajnim izborom pozicija u nizu gena, svi geni na pozicijama manjim od izabrane dolazi iz jednog roditelja dok ostali dolazi iz drugog i obratno.

Mutacija se primenjuje na određeni deo hromozoma u novoj generaciji. Kod jednog dela hromozoma mutacija se izvršava tako što se proizvoljnom genu iz hromozoma zameni vrednost sa nekom drugom dozvoljenom vrednošću, na taj način dolazi do pomeranja jednog kvadrata u drugi paket. Drugi vid mutacije koji se odvija je smanjenje dimezije. Prilikom ove mutacije selektuje se jedna vrednost gena i kod svih gena u hromozomu koji imaju tu vrednost ona se menja nekom drugom validnom vrednošću. Ovom mutacijom se pokušava da se svi kvadrati koji se nalaze u jednom paketu premeste u drugi i na taj način se smanji ukupan broj potrebnih paketa.

Dobrota se računa na osnovu iskorišćenosti svakog paketa. Ako sa P_i označimo sumu površina svih kvadrata koji su smešteni u paketu a sa P njegovu površinu i ukupan broj paketa je M formula kojom se računa dobrota je:

$$Dobrota = \frac{\sum_{i=1}^{M-1} \left(\frac{P_i}{P}\right)^2}{M-1}$$

Prilikom računanja dobrote popunjenost svakog paketa koja se nalazi na intervalu $[0,1]$ se kvadrira da bi se favorizovala rešenja kod kojih se pojedini paketi više popunjeni. Takođe sumiranje se vrši do člana $M-1$ čime se favorizuju rešenja kod kojih je su svi paketi sem jednog maksimalno moguće popunjeni. Svrha izbacivanja najlošijeg paketa iz izračunavanja se može videti na sledećoj slici .



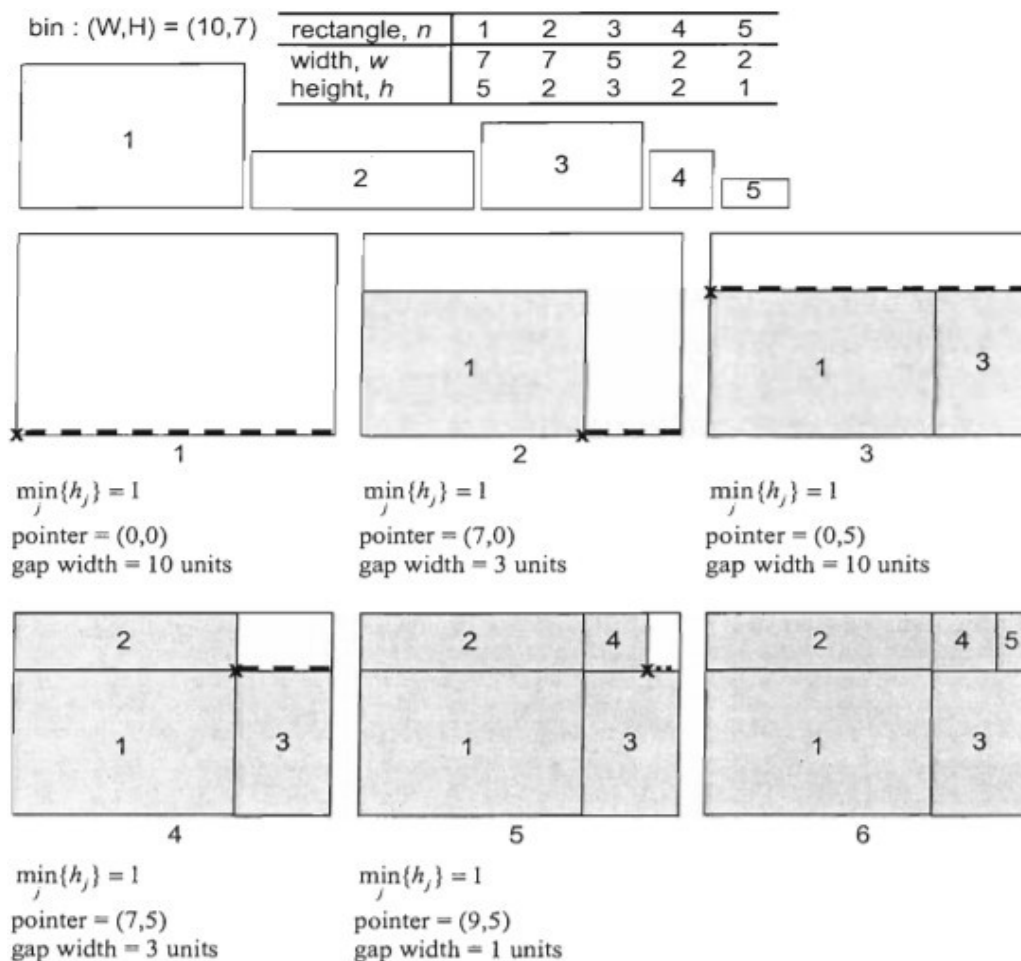
Sva rešenja sa slike imaju isti broj paketa, međutim kod rešenja 3. je očigledno da je jedan paket veoma neiskorišćen dok su ostali maksimalno iskorišćeni. Kod ostala dva paketa iskorišćenost je izjednačenija. U slučaju da se dobrota računa na osnovu svih paketa verovatno bi se došlo u situaciju da su rešenja 1. i 2.

Za implementaciju genetskog algoritma i rešavanje ovog problema korišćen je programski jezik Python. Prilikom implementacije genetski algoritam je definisan sa parametrima:

- skup kvadrata koji se smeštaju

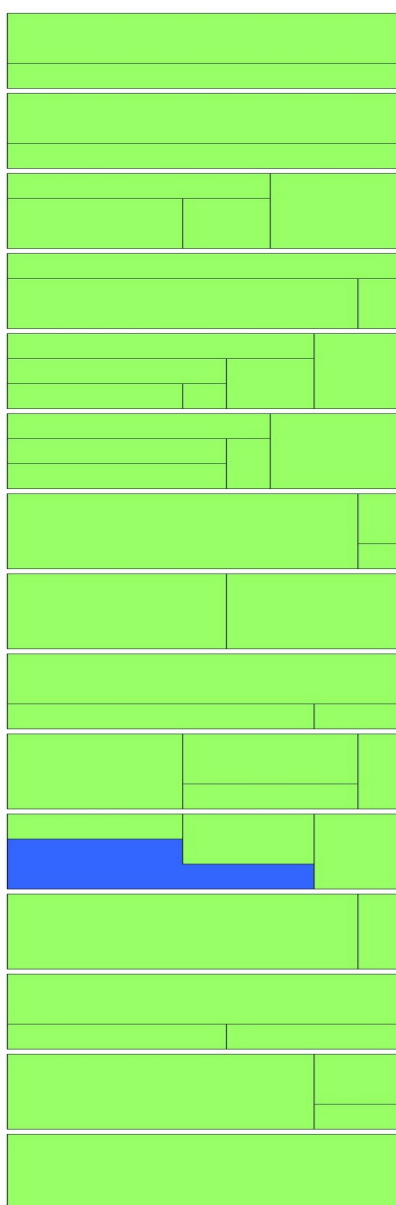
- početni broj paketa
- broj hromozoma u generaciji
- procenat rekombinacije
- procenat mutacije
- procenat smanjivanja
- maksimalni broj generacija
- kriterijum popunjenosti za zaustavljanje algoritma
- dimenzije paketa

Prilikom procene dobrote hromozoma potrebno je pokušati da se kvadrati rasporede na osnovu index iz hromozoma. Prilikom smeštanja kvadrata u pakete koristi se taktika popune najveće horizontalne rupe(eng. Lowest Gap Fil).



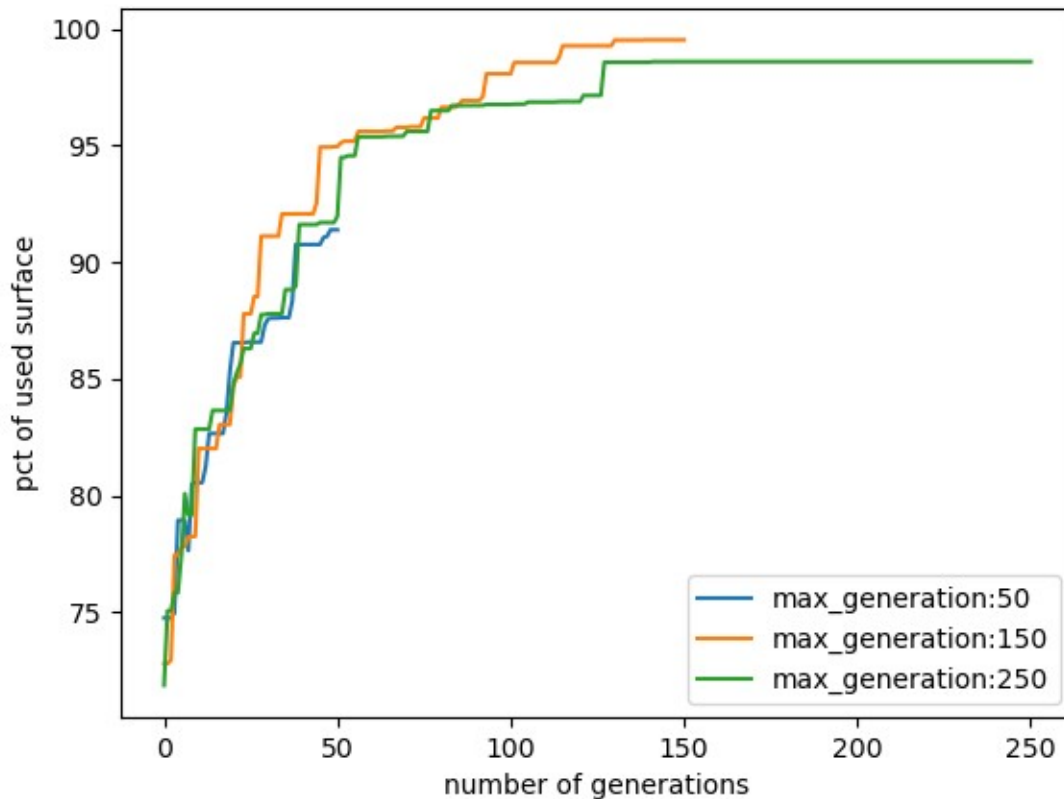
Prilikom ove taktike popunjavanja, traži se najveća horizontalna praznina na najnižem slobodnom nivou i pokušava se da se pronađe kvadrat koji će zauzeti najveći deo praznine. U slučaju da ne mogu svi kvadrati koji su predviđeni za smeštanje u paket da se smeste, oni se grupišu zajedno i formira se novi paket u koji se pokušava smeštanje.

Na osnovu najboljeg rešenja koje se dobije nakon primene genetskog algoritma, moguće je crtanje svih paketa sa optimalnim rasporedom. Na sledećoj slici je prikazan jedan raspored kod koga je pronađen optimialan raspored kvadrata. Može se uočiti da su svi sem jednog paketa do kraja popunjeni.

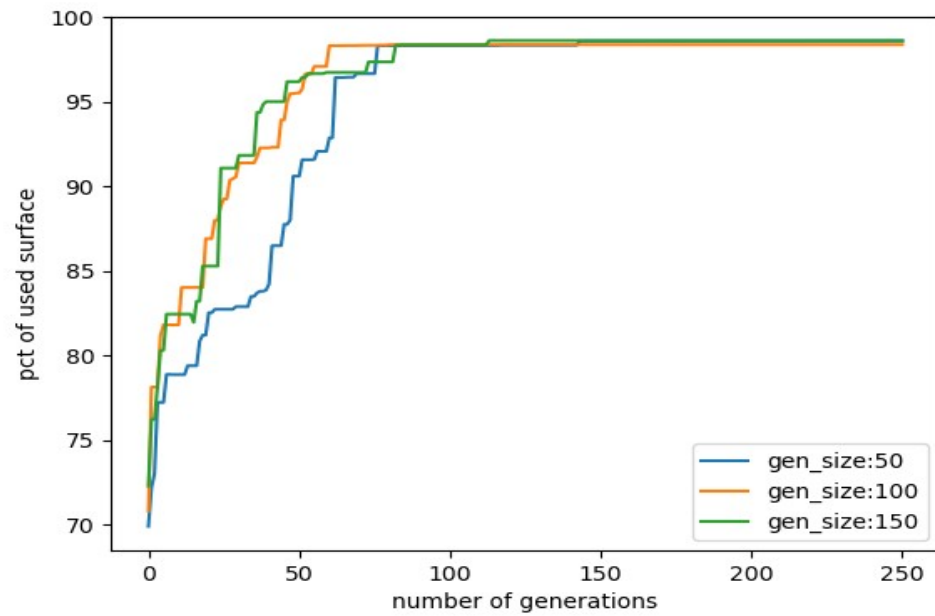


U aplikaciji je moguće i pronalaženje optimalnih vrednosti parametra algoritma. Prilikom pretrage za određeni parametar X ostali parametri se postavljaju na fiksnu vrednost dok se parametar X menja u određenom opsegu i na osnovu toga se crta grafik na kome je predstavljena vrednost dobrote u svakoj generaciji.

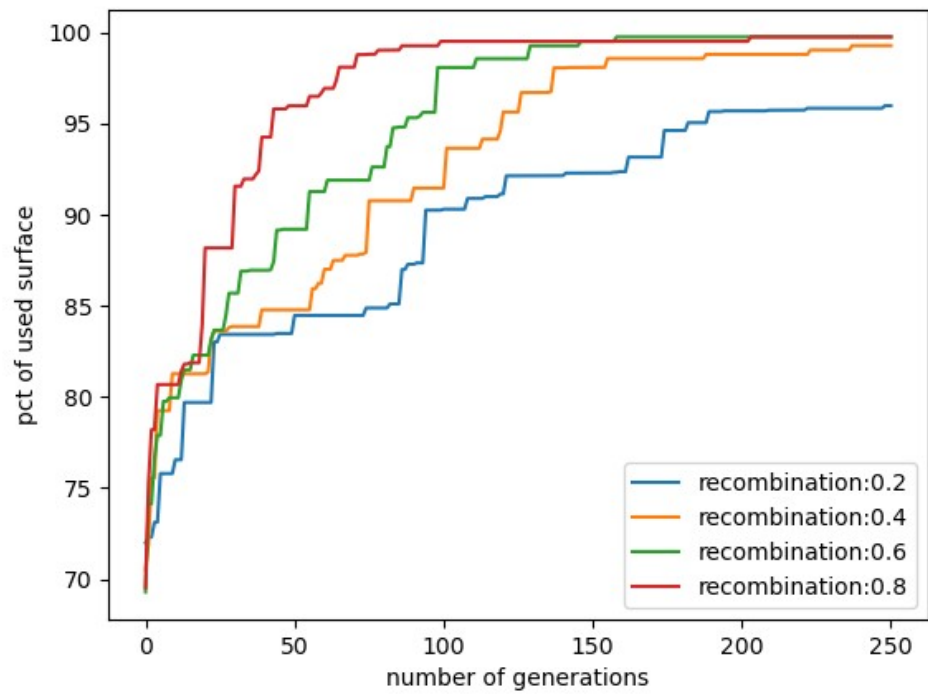
- maksimalni broj generacija



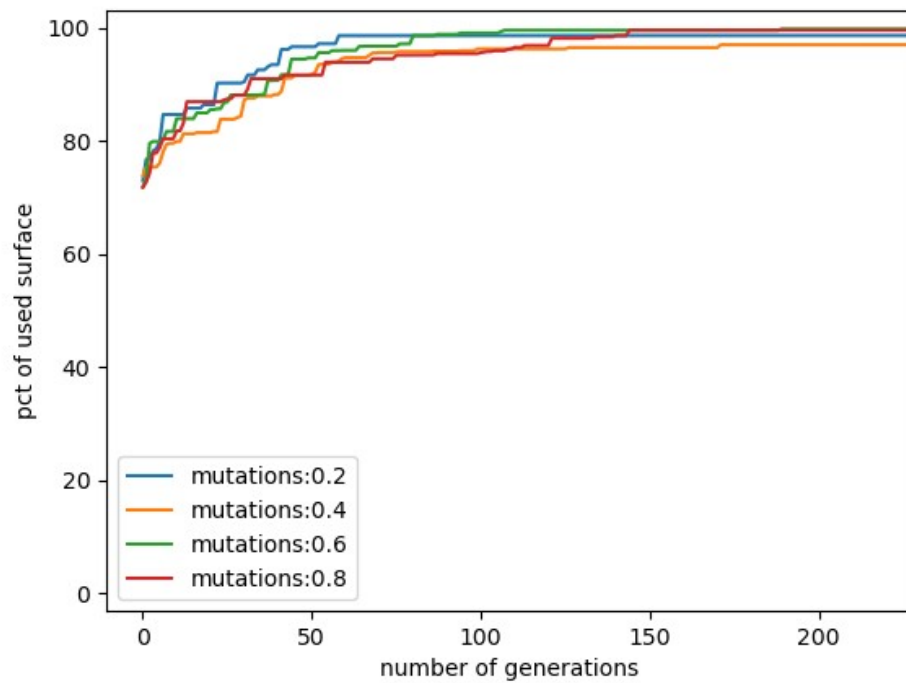
- broj hromozoma u jednoj generaciji



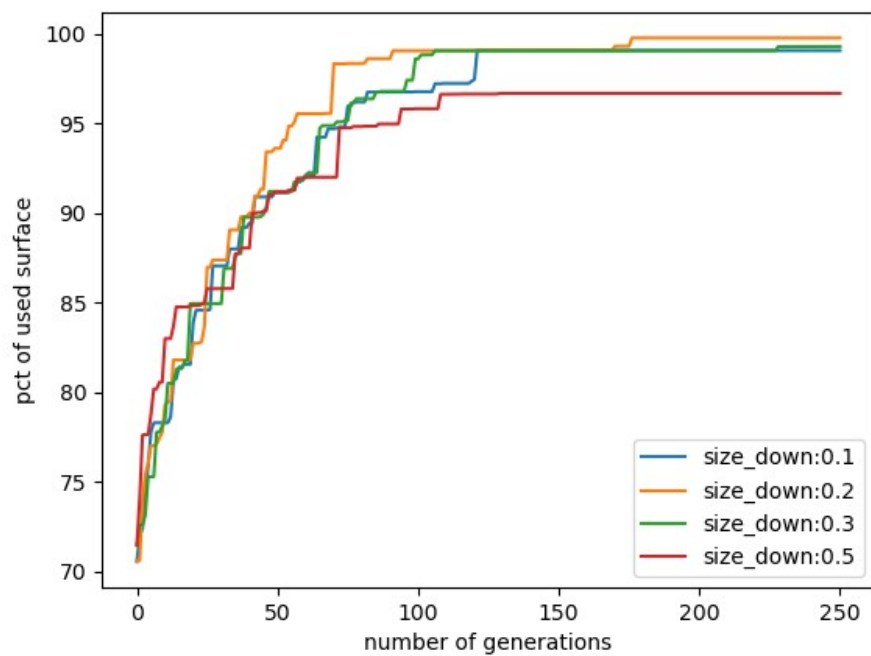
- procenat gena koji su nastali rekombinovanjem



- procenat hromozoma u novoj generaciji koji mutira



- procenat hromozoma u novij generaciji koji pokušava da smanji dimenziju



- procenat popune paketa dovoljan za prestanak traženja

