Naslov seminarskog rada

Seminarski rad u okviru kursa
Metodologija stručnog i naučnog rada
Matematički fakultet

Aleksandra Bošković, Stefan Jaćović, treći autor, četvrti autor
kontakt email aleksandra94@hotmail.rs, stefanjacovic25@gmail.com, trećeg, četvrtog autora

29. mart 2020.

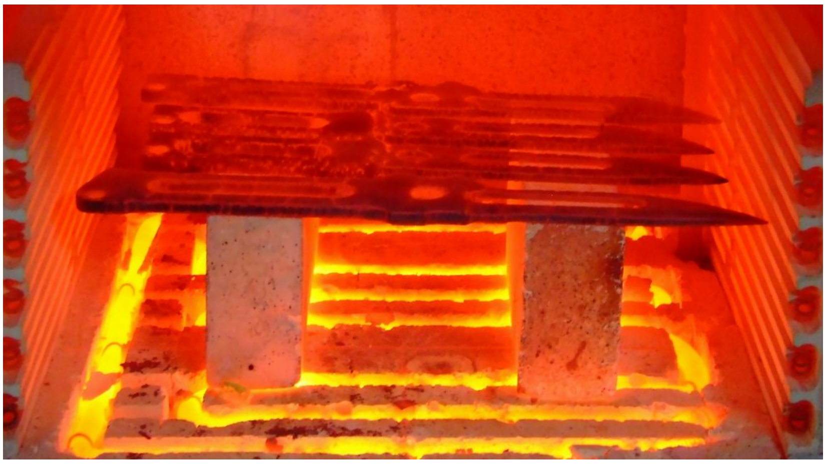
Sažetak

U ovom tekstu je ukratko prikazana osnovna forma seminarskog rada. Obratite pažnju da je pored ove .pdf datoteke, u prilogu i odgovarajuća .tex datoteka, kao i .bib datoteka korišćena za generisanje literature. Na prvoj strani seminarskog rada su naslov, apstrakt i sadržaj, i to sve mora da stane na prvu stranu! Kako bi Vaš seminarski zadovoljio standarde i očekivanja, koristite uputstva i materijale sa predavanja na temu pisanja seminarskih radova. Ovo je samo šablon koji se odnosi na fizički izgled seminarskog rada (šablon koji *morate* da koristite!) kao i par tehničkih pomoćnih uputstava. Pročitajte tekst pažljivo jer on sadrži i važne informacije vezane za zahteve obima i karakteristika seminarskog rada.

Sadržaj

1 Uvod

Simulirano kaljenje (Simulated Annealing, SA) je metoda zasnovana na lokalnom pretraživanju, uz mehanizam inspirisan procesom kaljenja čelika koji omogućava izlazak iz lokalnog optimuma. Algoritam je predložen 1983. godine od strane Kirkpatrika i drugih. Pri procesu metalurškog kaljenja čelika cilj je oplemenjivanje metala tako da on postane čvršći. Da bi se postigla čvrstoća metala potrebno je njegovu kristalnu rešetku pomeriti tako da ima minimalnu potencijalnu energiju. Prvi korak u kaljenju čelika je zagrevanje do određene visoke temperature, a zatim nakon kratkog zadržavanja na toj temperaturu počinje postepeno hlađenje. Pri postepenom hlađenju atomi metala nakon procesa kaljenja formiraju pravilnu kristalnu rešetku i time se postiže energetski minimum kristalne rešetke. Važno je napomenuti da brzo hlađenje može da uzrokuje pucanje metala.



Slika 1: Kaljenje čelika

Funkcija cilja za koju se traži globalni optimum se može posmatrati kao energija kristalne rešetke ako je potrebno minimizovati funkciju cilja ili negativna energija kristalne rešetke ako je potrebno maksimizovati funkciju cilja. Metoda počinje izborom početnog rešenja i postavljanjem početne temperature na relativno visoku vrednost. Zatim se na slučajan način bira jedno rešenje iz okoline tekućeg rešenja. Ako je to rešenje bolje, onda ono postaje novo tekuće rešenje. Ako je novo rešenje lošije od tekućeg, ono ipak može da postane tekuće rešenje, ali sa određenom verovatnoćom. Verovatnoća prihvatanja lošijeg rešenja obično zavisi od parametra koji predstavlja temperaturu i vremenom opada kako se algoritam izvršava. Ovakav pristup obezbeđuje izlazak iz lokalnog optimuma. U početku je ta verovatnoća velika, pa će u cilju prevažilaženja lokalnog optimuma lošije rešenje biti prihvaćeno. Pred kraj izvršavanja algoritma verovatnoća prihvatanja lošijeg rešenja je jako mala i to se verovatno neće ni desiti, jer se smatra da je optimum dostignut ili se nalazi blizu najboljeg posećenog rešenja, pa se izbegava pogoršanje tekućeg rešenja.

2 Algoritam

Ideja implementacije algoritma simuliranog kaljenja je sledeca.U svakoj iteraciji algotitma primenjenog na diskretan problem poredimo dve vrednosti resenja, trenutno najbolje i novo generisano resenje. Zavisno od uslova odabira izmedju ova dva resenja za narednu iteraciju dobijeno resenje prelazi u sledecu iteraciju. Proces ponavljamo dok god se ne zadovolji uslov zaustavljanja. Uslov zaustavljanja moze biti zadat konacnim brojem iteracija ili dok se ne dostigne trazeni minimum(maximum).

2.1 Definisanje termina

Da bismo opisali specifičnosti algoritma simuliranog kaljenja uvedimo nekoliko pojmova koji ce nam biti potrebni za razumevanje samog algoritma.Neka je Ω prostor mogucih resenja,$f : \Omega \rightarrow \Re$ funkcija definisana nad prostorom Ω. Cilj je pronaci $w \in \Omega$ za koje funkcija f doseze minimum(maksimum) problema na koji primenjujemo algoritam simuliranog kaljenja.Ukoliko postoji $w* \in \Omega$ za koje vazi:

$$f(w*) \geq f(w), \forall w \in \Omega$$

tada je $w*$ trazeni maximum.Da bi ovakvo w postojalo neophodan uslov je da funkcija f bude ogranicena na prostoru Ω.Definisimo i funkciju $N(w)$ pomocu koje cemo odredjivati susedna resenja resenju $w \in \Omega$ u svakoj iteraciji algoritma pretrage novog resenja.

2.2 Odabir resenja

Neka je $w \in \Omega$ inicijalno resenje problema koje proizvoljno biramo iz skupa Ω i $w' \in N(w)$ proizvoljno odabrano susedno resenje nekim predefinisanim prailom ili slucajnim izborom. Ukoliko pogledamo uslov da resenje bude maximum zakljucujemo da nam je bolje ono resenje koje ima vecu vrednost funkcije f.Ukoliko bismo u svakoj iteraciji birali resenje koje ima vecu vrednost funkcije f algoritam bi se sveo na algoritam penjanja uzbrdo.Problem algoritma penjanja uzbrdo se javlja kada se naidje na lokalni maximum i tu se dalja pretraga zaglavljuje jer svako susedno resenje nije bolje od njega.Jos jedna situacija u kojoj algoritam penjanja uzbrdo pokazuje slabosti je pojava platoa gde iz istog razloga pretraga ostane zaglavljena.Da bismo resili ovakve probleme algoritam simuliranog kaljenja za odluku koje od dva resenja ce uzeti za sledecu iteraciju bazira na verovatnoci p prihvatljivosti da novo resenje bude uzeto za trenutno u narednoj iteraciji.

$$p = \{ \exp\left(f(w') - f(w)/t_k\right) \quad f(w) > f(w'), 1 \quad f(w) \leq f(w')$$

gde je t_k temperaturni parametar iteracije k i n maximali broj iteracija za koji vazi:

$$\forall k \leq n, \quad t_k > 0 \quad \lim_{k \to \infty} t_k = 0$$

2.3 Imlementacija algoritma

Ulaz: Inicijalno resenje w,pocetna vrednost t_k kao i vrednost M_k koja predstavlja koliko puta ponavljati iteraciju sa datom vrednoscu t_k

Izlaz: w najbolje resenje datog problema koje je algoritam uspeo da pronadje

Ponavljaj:

$m = 0$

Ponavljaj:

generisi novo resenje $w' \in N(w)$

izracunaj vrednost $\Delta = f(w') - f(w)$

ako je $\Delta \geq 0$

$w = w'$

inace

sa verovatnocom $p = \exp(-\Delta/t_k)$ vazi $w = w'$

$m = m + 1$

dok ne bude $m = M_k$

$k = k + 1$

Dok god nije zadovoljen uslov zaustavljanja

3 Genetsko kaljenje

Dve osnovne metaheuristike koje pripadaju siroj grupi algoritama pretage su simulirano kaljenje i genetski algoritom.Sa idejom da se iskoriste prednosti obe metoda nastaje genetsko kaljenje.Tvorac koncepta je Kenneth Price koji je 1994 u svo clanku u casopisu Đr.Bobbs Journal"prvi put izneo ideju o spajanju simuliranog kaljenja i genetskog algoritma.

Simulirano kaljenje je algoritam koji se uglavnom primenjuje kada postoji jedno optimalno resenje, dok se genetski primenjuje u slucaju postojanja vise optimalnih resenja.Ovu ideju koristimo u algoritmu genetskog kaljenja.

Genetski algoritam kroz iteracije evoluira ka boljim resenjima od pocetno zadatih resenja.U svakoj iteraciji neophodn je odabrati jedinke za ukrstanje i mutaciju.Algoritam genetskog kaljenja ideju simuliranog kaljenja koristi u procesu odabira jedinki.

Primer 3.1 *Problem zaustavljanja (eng.* halting problem*) je neodlučiv [3].*

Primer 3.2 *Za prevođenje programa napisanih u programskom jeziku C može se koristiti GCC kompajler [1].*

Primer 3.3 *Da bi se ispitivala ispravost softvera, najpre je potrebno precizno definisati njegovo ponašanje [2].*

4 Zaključak

Pojava metode simuliranog kaljenja (1983) prouzrokovala je novi pristup pri rešavanju problema kombinatorne optimizacije i podstakla razvoj metaheurističkih algoritama. U kasnijim godinama predstavljeno je mnogo novih algoritama, najviše baziranih na prirodnim fenomenima, kao što su metoda zasnovana na ponašanju mrava (Ant Colony Optimization –ACO), metoda zasnvana na ponašanju roja čestica (Particle Swarm Optimization – PSO) , metoda veštačkog imuniteta (Artificial Immune System – AIS).

Literatura

[1] Free Software Foundation. GNU gcc, 2013. on-line at: http://gcc.gnu.org/.

[2] J. Laski and W. Stanley. *Software Verification and Analysis*. Springer-Verlag, London, 2009.

[3] A. M. Turing. On Computable Numbers, with an application to the Entscheidungsproblem. *Proceedings of the London Mathematical Society*, 2(42):230–265, 1936.