

# Tabu search

Nikola Bačanin

# Tabu search

- ▶ Lokalna pretraga
- ▶ Iterativno izvršavanje
- ▶ Rešenje  $x$
- ▶  $N(x) \subset X$  - susedstvo  $x$
- ▶ Minimizacija funkcije  $f(x)$
- ▶ Lokalni optimum
- ▶  $N^*(x)$  - podskup suseda koji ne mogu biti posećeni

# Tabu search

- ▶ Tabu pretraga zasniva se na uvođenju fleksibilnih memorijskih struktura u sprezi sa strateškim ograničenjima i nivoima težnje kao sredstvima za iskorišćavanje prostora za pretragu
- ▶ Ova pretraga predstavlja metaheuristiku koja vodi lokalnu pretragu ka traženju rešenja van prostora lokalnog optimuma korišćenjem Tabu liste
- ▶ Koristi se za rešavanje kombinatornih optimizacionih problema, sa konačnim skupom rešenja
- ▶ Pretraga predstavlja dinamičku metodu pretraživanja susedstva, odnosno susedi nisu statični, već se menjaju
- ▶ Koristi fleksibilnu memoriju da ograniči izbor narednog rešenja na podskup suseda trenutnog rešenja

# Tabu search

- ▶ 3 glavne strategije:
- ▶ Zabranjujuća strategija: kontroliše šta može ući na Tabu listu
- ▶ Oslobađajuća strategija: kontroliše šta se izbacuje sa Tabu liste
- ▶ Kratkotrajna strategija: upravlja interakcijom između zabranjujuće i oslobađajuće strategije, kako bi bila izabrana probna rešenja

# Osnovna svojstva Tabu pretrage

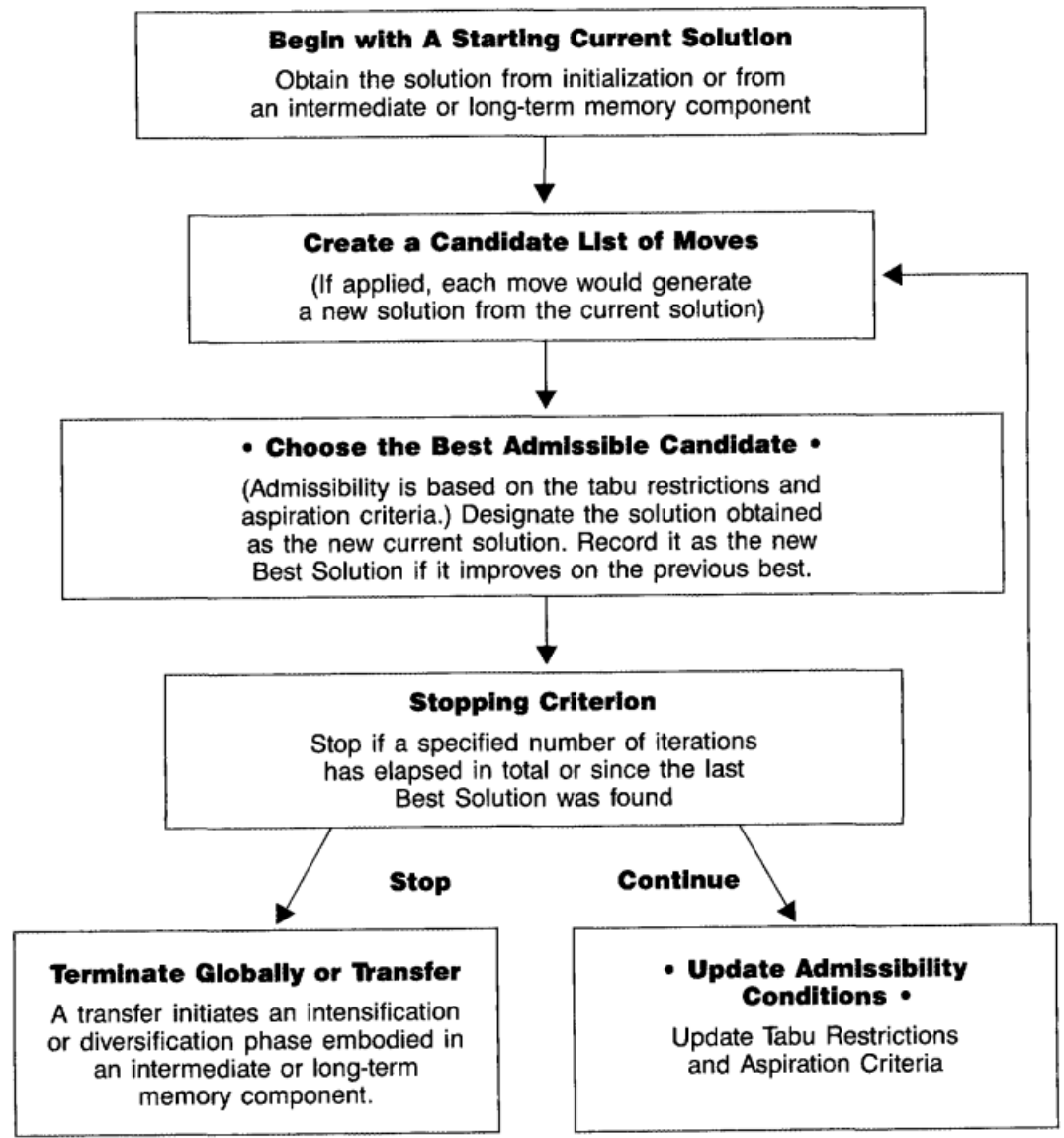
- ▶ Primarni način korišćenja memorije u tabu pretrazi je definicija podskupa poteza iz susedstva, kao zabranjenih
- ▶ Susedstvo predstavlja skup rešenja do kojih se može stići iz trenutnog rešenja
- ▶ Klasifikacija zavisi od istorije pretrage i od frekvencije određenog poteza ili atributa rešenja, koji su učestvovali u generisanju prethodnih rešenja
- ▶ Tabu lista čuva zabranjene poteze, odnosno tabu poteze
- ▶ Kriterijum težnje predstavlja izuzetak iz Tabu ograničenja. Kada potez ima bolju procenu rešenja, od svih dozvoljenih poteza, može se izbaciti iz tabu liste

# Pristupi Tabu pretrazi

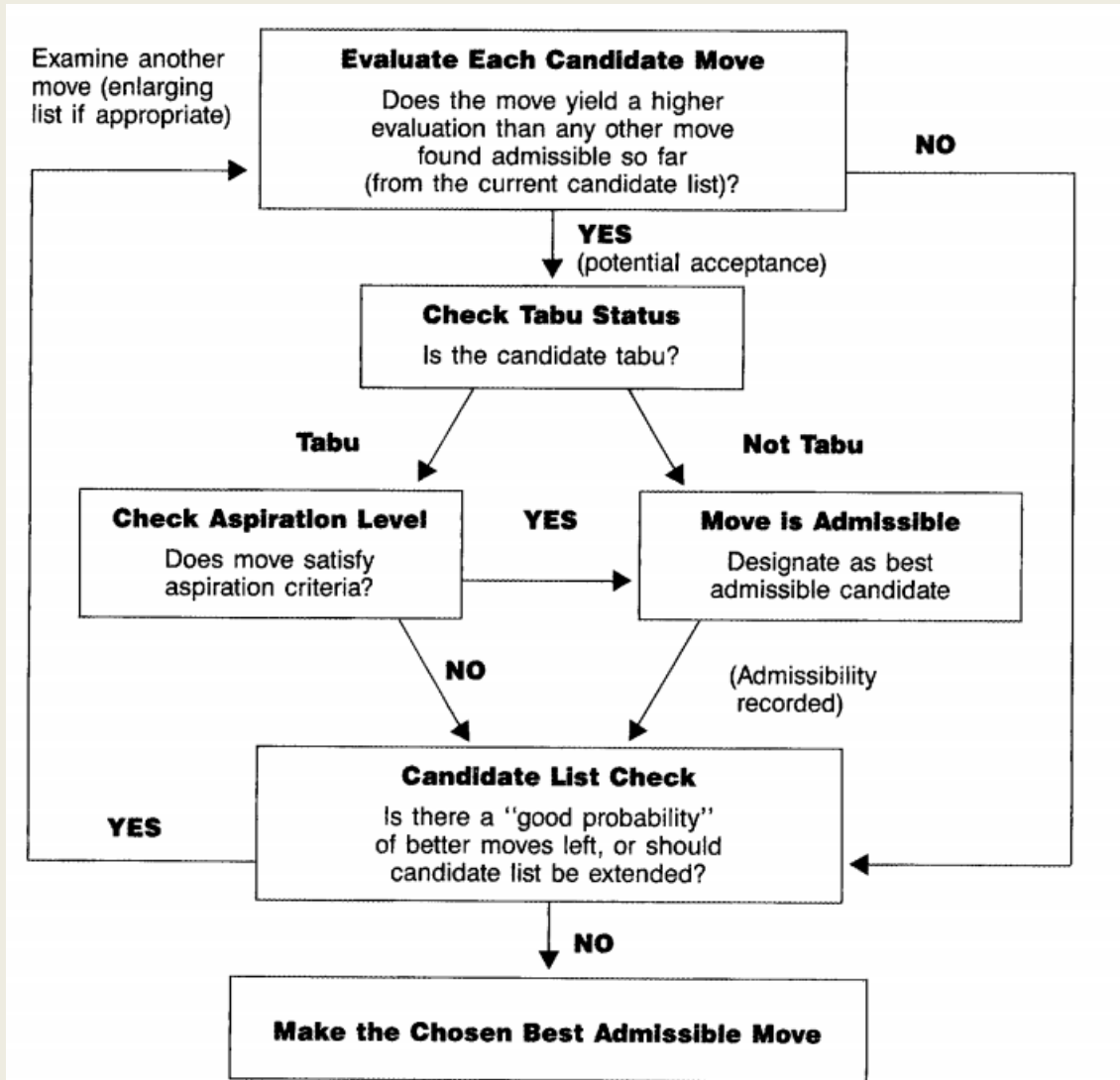
- ▶ Kratkotrajna memorija zasnovana na frekvenciji
- ▶ Kratkotrajna memorija zasnovana na nedavnom korišćenju
- ▶ Ključni element:
- ▶ Ravnoteža između intenziviranja pretrage i diverzifikacije
- ▶ Intenziviranje pretrage - detaljnije istraživanje regiona sa dobrim rešenjem
- ▶ Diverzifikacija - uključivanje novih kandidata iz drugih oblasti

# Primer Traveling salesman

- ▶ 5 gradova koje posećuje trgovački putnik
- ▶ Trenutno rešenje:
- ▶ Redosled: 2, 1, 5, 4, 3
- ▶ Distanca: 50
- ▶ Zamena 1 i 4
- ▶ Redosled: 2, 4, 5, 1, 3
- ▶ Distanca: 55
- ▶ Tabu lista: 1->4, za 4 iteracije





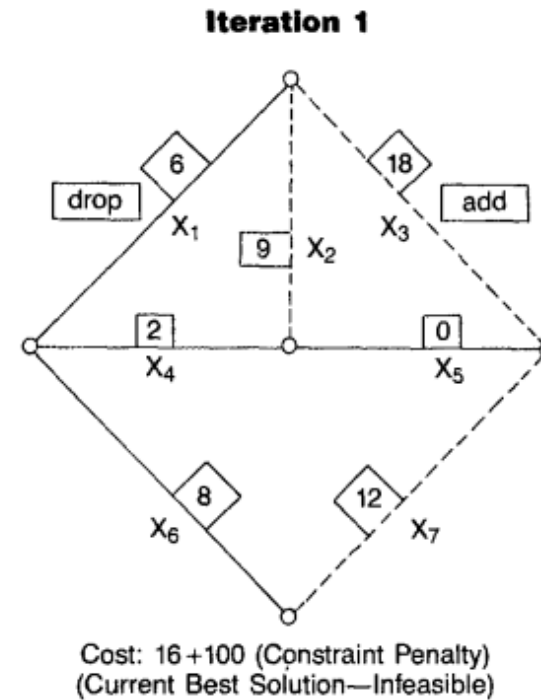


# Pseudo kod Tabu search

```
sBest ← s0
bestCandidate ← s0
tabuList ← []
tabuList.push(s0)
while (not stoppingCondition())
  sNeighborhood ← getNeighbors(bestCandidate)
  bestCandidate ← sNeighborhood[0]
  for (sCandidate in sNeighborhood)
    if ( (not tabuList.contains(sCandidate)) and (fitness(sCandidate) > fitness(bestCandidate)) )
      bestCandidate ← sCandidate
    end
  end
  if (fitness(bestCandidate) > fitness(sBest))
    sBest ← bestCandidate
  end
  tabuList.push(bestCandidate)
  if (tabuList.size > maxTabuSize)
    tabuList.removeFirst()
  end
end
return sBest
```

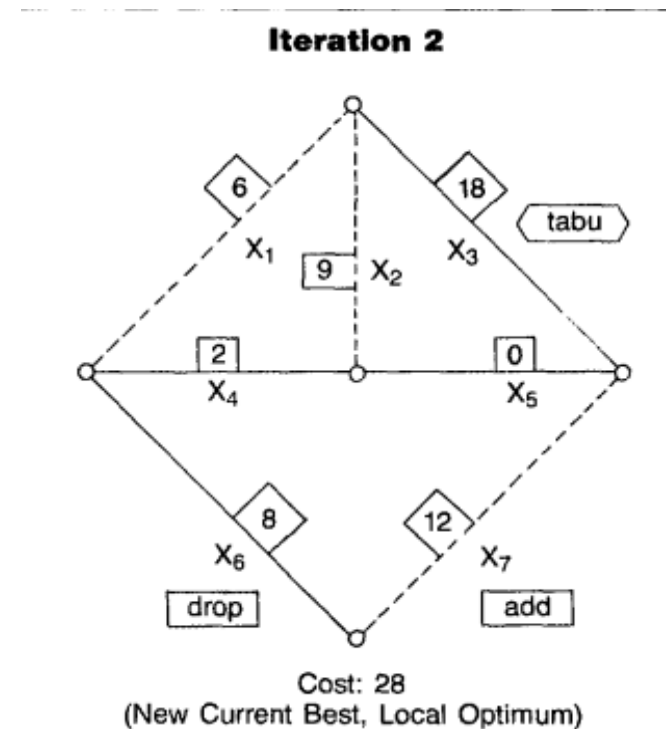
# Primer razapinjućeg stabla minimalnog troška

- ▶ Graf sa 5 čvorova
- ▶ Stablo minimalnog troška
- ▶ Ograničenje - samo jedna ivica sme da se nalazi u stablu
- ▶  $x_1 + x_2 + x_6 \leq 1$
- ▶  $x_1 \leq x_3$
- ▶ Kazna 50 za prekrašaj ograničenja



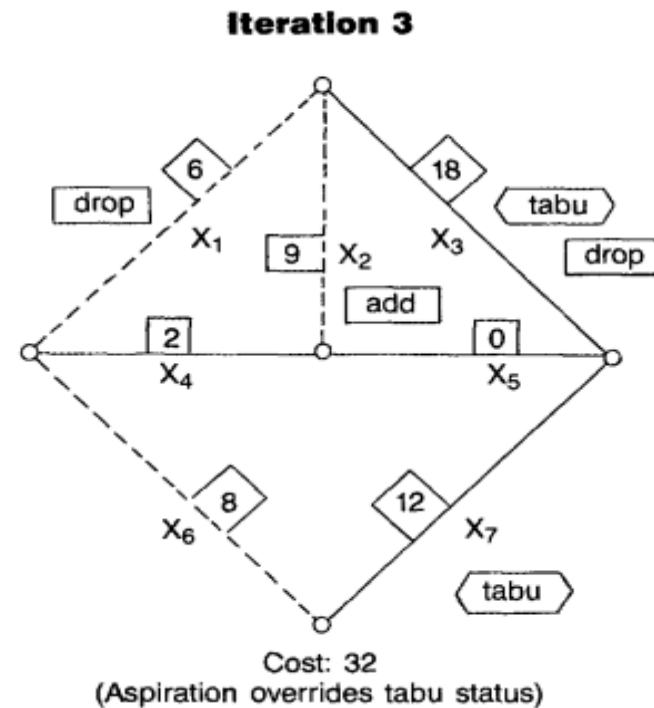
# Primer razapinjućeg stabla minimalnog troška

- ▶ Graf sa 5 čvorova
- ▶ Stablo minimalnog troška
- ▶ Ograničenje - samo jedna ivica sme da se nalazi u stablu
- ▶  $x_1 + x_2 + x_6 \leq 1$
- ▶  $x_1 \leq x_3$
- ▶ Kazna 50 za prekrašaj ograničenja



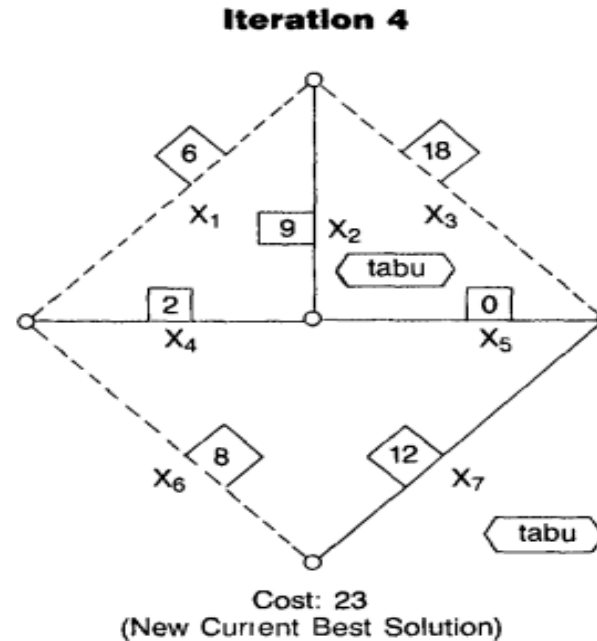
# Primer razapinjućeg stabla minimalnog troška

- ▶ Graf sa 5 čvorova
- ▶ Stablo minimalnog troška
- ▶ Ograničenje - samo jedna ivica sme da se nalazi u stablu
- ▶  $x_1 + x_2 + x_6 \leq 1$
- ▶  $x_1 \leq x_3$
- ▶ Kazna 50 za prekrašaj ograničenja



# Primer razapinjućeg stabla minimalnog troška

- ▶ Graf sa 5 čvorova
- ▶ Stablo minimalnog troška
- ▶ Ograničenje - samo jedna ivica sme da se nalazi u stablu
- ▶  $x_1 + x_2 + x_6 \leq 1$
- ▶  $x_1 \leq x_3$
- ▶ Kazna 50 za prekrašaj ograničenja

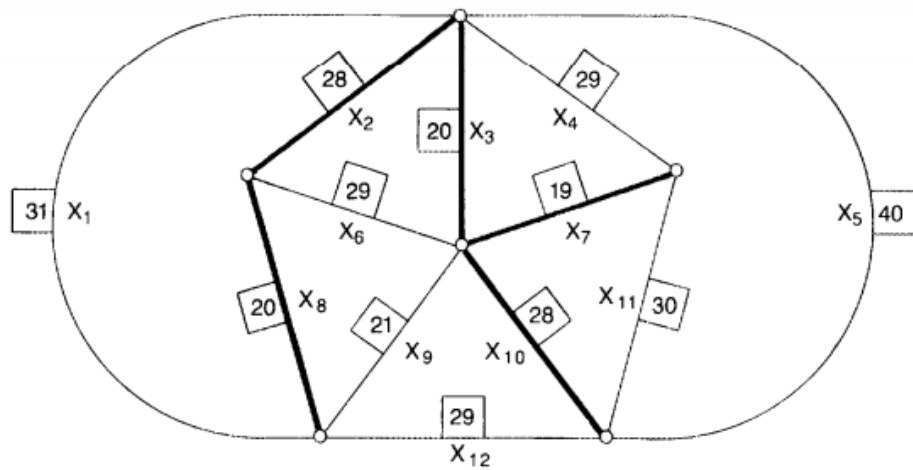


# Kratkotrajna i dugotrajna memorija

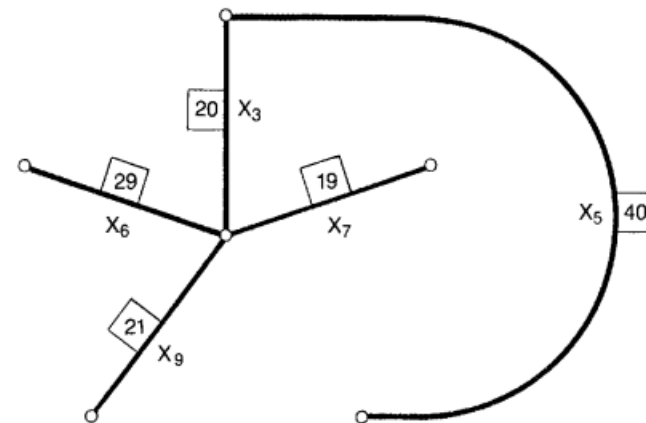
- ▶  $N^*(x)$
- ▶ short-term
- ▶ Long-term
- ▶ 2 varijante izbora rešenja:
- ▶ Diverzifikacija do određenog stepena
- ▶ Ograničena dužina liste

# Primer stabla minimalnog troška

- ▶  $x_9 \leq x_7$
- ▶  $x_3 + x_7 \leq 2x_5$



**Initial Solution:** Cost = 115 + 100 (Penalty)



**Optimal Solution:** Cost = 129



# Strategije diverzifikacije

- ▶ Diverzifikacija zasnovana na rastojanju poteza
- ▶ Udaljenost poteza
- ▶ Diverzifikacija i ponovni start
- ▶ Ponovno pokretanje
- ▶ Nasumično generisana rešenja