

# Rješavanje problema raspoređivanja u okruženju nesrodnih strojeva korištenjem evolucijskih algoritama

Ivan Vlašić

mentor: prof. dr. sc. Domagoj Jakobović

voditelj: dr. sc. Marko Đurasević

Fakultet elektrotehnike i računarstva  
Sveučilište u Zagrebu

12.7.2018.

# Sadržaj

- 1 Okruženje nesrodnih strojeva
- 2 Usporedba prikaza
- 3 Inicijalizacija početne populacije
- 4 Dodatna ograničenja
- 5 Zaključak

# Raspoređivanje u okruženju nesrodnih strojeva

- $N$  poslova od kojih se svaki izvodi na samo jednom od  $M$  strojeva
- Nesrodni: vrijeme obavljanja posla ovisi o stroju
- Cilj: pronaći raspored koji minimizira korisnički definirane kriterije
- Kako: upotrebom genetskog algoritma

# Svojstva poslova

- vrijeme obrade  $p_{ij}$
- vrijeme objavljivanja  $r_j$
- vrijeme do kojeg posao treba završiti  $d_j$
- važnost posla  $w_j$

## Kriteriji optimizacije

- $Twt = \sum_j w_j T_j$
- $Nwt = \sum_j w_j U_j$
- $Fwt = \sum_j F_j$
- $Cmax = \max_j \{C_j\}$

gdje su:

- $C_j$  - vrijeme u kojem je posao  $j$  završio
- $T_j = \max(C_j - d_j, 0)$
- $F_j = C_j - r_j$
- $U_j = \left\{ \begin{array}{l} 1: T_j > 0 \\ 0: T_j = 0 \end{array} \right\}$

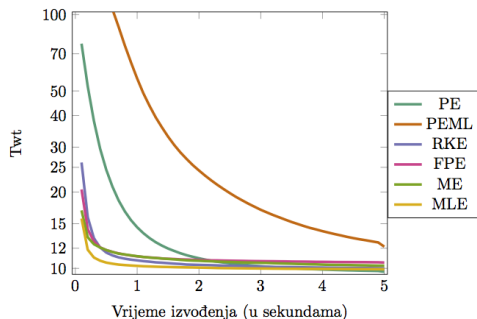
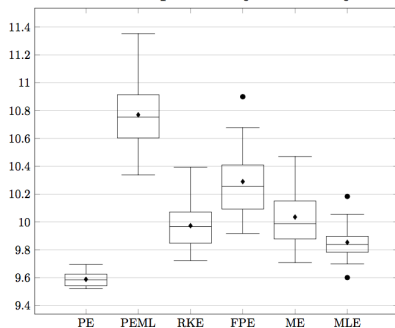
# Korišteni prikazi

- 6 različitih prikaza:
  - kodiranje permutacijskim nizom (PE)
  - kodiranje permutacijskim nizom s listom strojeva (PEML)
  - kodiranje listom realnih brojeva (FPE)
  - kodiranje slučajnim nizom (RKE)
  - kodiranje matricom (ME)
  - kodiranje grupama poslova (MLE)
- Cilj: usprediti prikaze i pronaći prikaz za daljnja računanja
- Kriteriji: kvaliteta rješenja i vrijeme izvođenja

# Postavke eksperimenta

- 60 problema - 30 pokretanja
- Veličina populacije 30
- 1000000 evaluacija
- Vjerojatnost mutacije ovisi o prikazu

# Dobiveni rezultati za $T_{wt}$ kriterij





# Odabrani prikaz - MLE

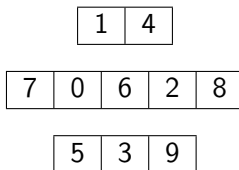


Figure: Prikaz grupama poslova - MLE

- Vektor za svaki od strojeva
- Svaki vektor sadrži poslove koji se obavljaju na tom stroju
- Križanje bira točku prekida te uzima dijelove poslova iz oba roditelja
- Mutacija prebacuje nasumično odabrani posao u drugi stroj

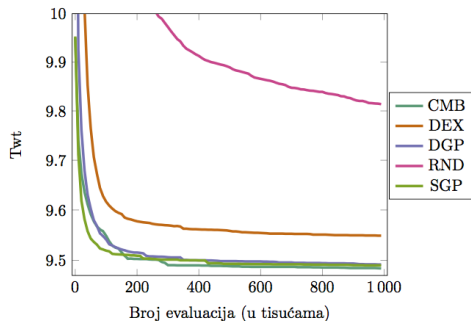
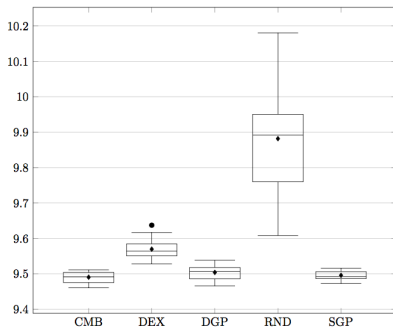
# Inicijalizacija početne populacije

- kriterij optimizacije:  $Twt$
- početna populacija može u velikoj mjeri utjecati na rezultate
- pravila raspoređivanja - jednostavne heuristike koje inkrementalno grade raspored

# Korištena pravila

- potpuno nasumična inicijalizacija (RND)
- 26 pravila raspoređivanja prikladnih za raspoređivanje u dinamičkim okruženjima izrađena od strane raznih stručnjaka (DEX)
- 50 pravila raspoređivanja prikladnih za raspoređivanje u dinamičkim okruženjima izrađena automatski korištenjem genetskog programiranja (DGP)
- 30 pravila raspoređivanja prikladnih za raspoređivanje u statičkim okruženjima izrađena automatski korištenjem genetskog programiranja (SGP)
- kombinacija svih pravila (CMB)

# Dobiveni rezultati za $T_{wt}$ kriterij

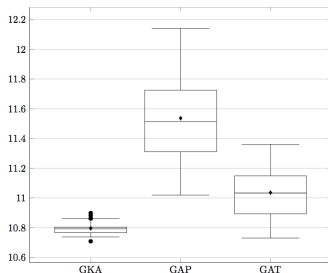


# Dodatna ograničenja

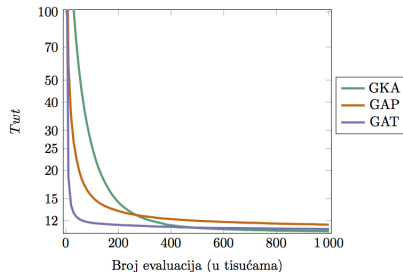
- kriterij optimizacije:  $Twt$
- korištena ograničenja:
  - vrijeme postavljanja
  - kvarovi strojeva
  - izvođenje poslova
  - redoslijed izvođenja
- korišteni algoritmi:
  - genetski algoritam s turnirskom selekcijom (GAT)
  - genetski algoritam s proporcionalnom selekcijom (GAP)
  - genetsko kaljenje (GKA)

# Vrijeme postavljanja - OVP

- vrijeme utrošeno za prilagodbu stroja na izvođenje idućeg posla
- generirano za svaki par poslova uniformnom razdiobom u intervalu  $[0,5]$



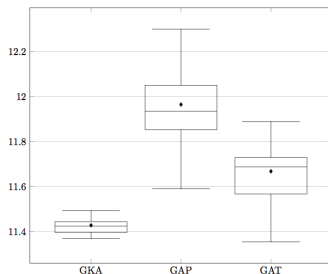
(a) Rezultati optimiziranja  $Twt$  kriterija



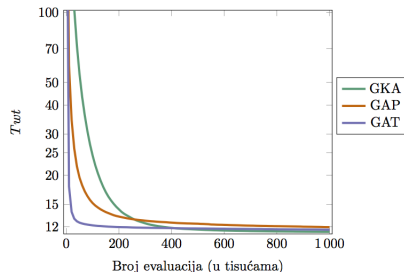
(b) Kretanje minimalne dobrote za  $Twt$  kriterij

# Kvarovi strojeva - OKS

- razdoblja u kojima strojevi nisu dostupni i tijekom kojih ne dolazi do izvršavanja poslova
- definiran broj prekida i interval mogućeg trajanja
- atomična operacija



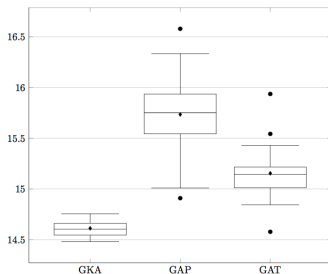
(a) Rezultati optimiziranja  $Twt$  kriterija



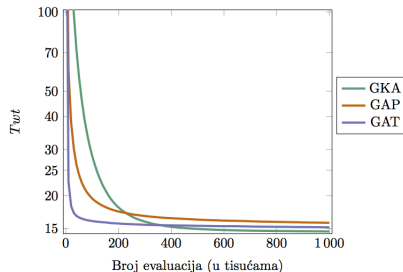
(b) Kretanje minimalne dobrote za  $Twt$  kriterij

# Izvođenje poslova - OIP

- za svaki stroj definira poslove koji se na njemu mogu izvoditi
- broj poslova ovisi o postotku zadanom za svaki stroj



(a) Rezultati optimiziranja  $Twt$  kriterija

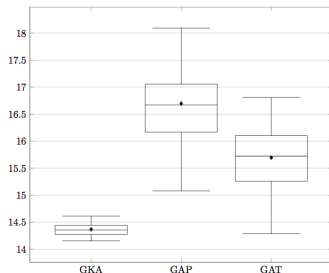


(b) Kretanje minimalne dobrote za  $Twt$  kriterij

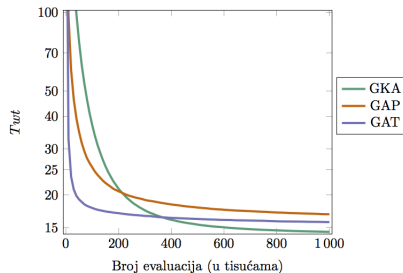


# Redosljed izvođenja - ORI

- definira prethodnike za svaki posao
- broj poslova s prethodnicima ovisi o zadanom postotku
- definiran maksimalni broj prethodnika i sljedbenika



(a) Rezultati optimiziranja  $Twt$  kriterija



(b) Kretanje minimalne dobrote za  $Twt$  kriterij

# Zaključak

- prikazi temeljeni na permutacijama su se pokazali najboljim
- pametna inicijalizacija populacije dovodi do puno boljih rezultata
- odabrani prikaz može se relativno lako prilagoditi za rješavanje problema s dodatnim ograničenjima
- pomnim odabirom različitih elemenata GA (prikaz, inicijalizacija) mogu se postići značajno bolji rezultati nego s osnovnom inačicom algoritma

# Pitanja?