

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

ZAVRŠNI RAD BR. 4329

RASPOREĐIVANJE S
OGRANIČENJIMA U OKOLINI
NESRODNIH STROJEVA

Ivan Ćorić

Mentor: prof. Domagoj Jakobović

6. srpnja 2016.

MOTIVACIJA

- raspoređivanje u proizvodnim procesima
- raspoređivanje procesa na računale u *cluster* okruženjima
- cilj: raspored koji optimira određeni kriterij
- NP-težak problem

RASPOREĐIVANJE

- n poslova i m nesrodnih strojeva
- za svaki posao i stroj je definirano:
 - trajanje izvođenja posla j na stroju i - p_{ij}
 - vrijeme pripravnosti posla j - r_j
 - vrijeme željenog završetka - d_j
 - težina posla - w_j

KRITERIJI RASPOREĐIVANJA

- težinsko zaostajanje

$$T_j = \max\{C_j - d_j, 0\}$$

$$T = \sum_j w_j T_j$$

- težinsko protjecanje

$$F_j = C_j - r_j$$

$$F = \sum_j w_j F_j$$

- težinski broj zaostalih poslova

$$U_j = \begin{cases} 1, & T_j > 0 \\ 0, & \text{inače} \end{cases}$$

$$U = \sum_j w_j U_j$$

- ukupna duljina rasporeda

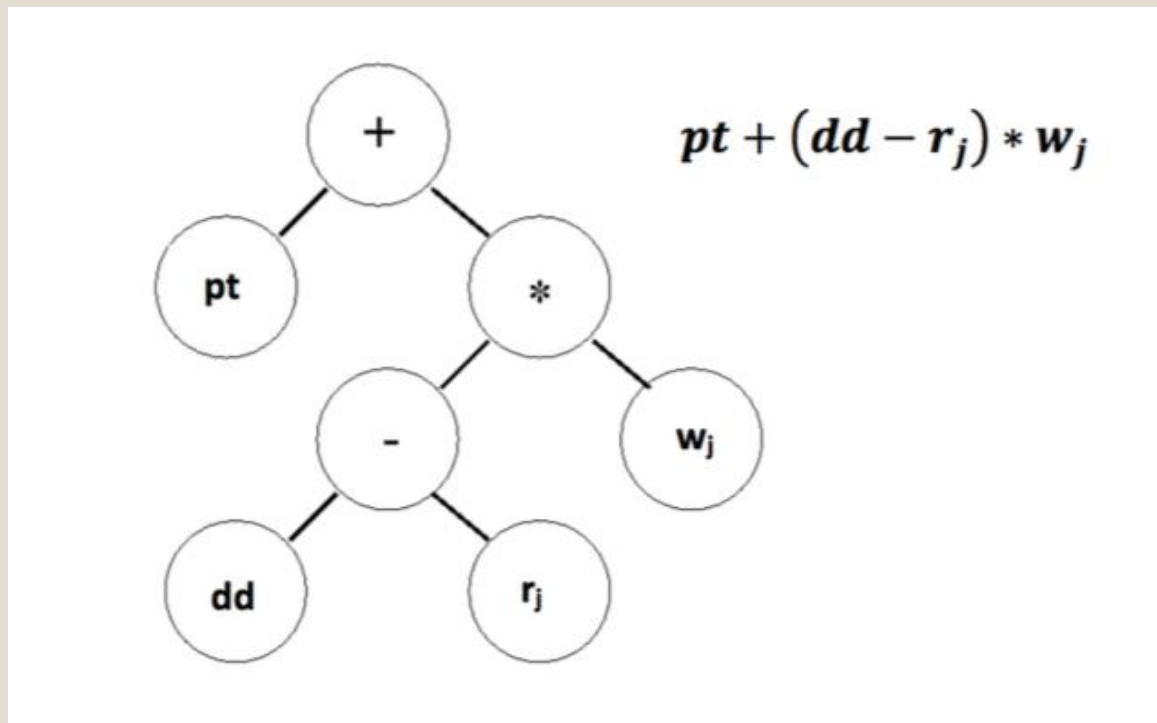
$$C = \max_j(C_j)$$

GENETSKO PROGRAMIRANJE

- računalni programi predstavljeni kao geni
- nakon evolucije uspješno rješavaju dani problem
- genetski algoritam
- nasumična populacija → nova populacija
- kriterij zaustavljanja

RAZVOJ FUNKCIJE PRIORITETA

- oblik stabla
- funkcijski i terminalni čvorovi



KORIŠTENI FUNKCIJSKI ČVOROVI

Funkcijski čvorovi	Objašnjenje
+	binarni operator zbrajanja
-	binarni operator oduzimanja
*	binarni operator množenja
/	binarni operator sigurnog dijeljenja : $\frac{a}{b} = \begin{cases} 1 & \text{ako } b < 0.000001 \\ \frac{a}{b} & \text{inače} \end{cases}$
POS	unarni operator, $\text{POS}(x) = \max(x, 0)$

KORIŠTENI TERMINALNI ČVOROVI

Terminalni čvorovi	Objašnjenje
pt	vrijeme izvođenja
pmin	minimalno (po svim strojevima) vrijeme izvođenja
pavg	prosječno (po svim strojevima) vrijeme izvođenja
age	vrijeme provedeno u sustavu
w	težina određenog posla
dd	trenutak do kojeg je poželjno da posao završi
Terminalni čvorovi korišteni kod ograničenja vremena postavljanja	
savg	prosječno (po svim strojevima) vrijeme postavljanja određenog posla
Terminalni čvorovi korišteni kod ograničenja u redoslijedu izvođenja	
nblk	broj svih poslova koji moraju čekati na završetak posla <i>j</i>
nwait	broj svih poslova na čiji završetak izvođenja posao <i>j</i> mora čekati

META-ALGORITAM

```
dok postoje neraspoređeni poslovi:  
    čekaj dok posao ne postane spreman ili završi;  
    za sve spremne poslove i sve strojeve:  
        izračunaj  $\pi_{ij}$ ;  
    za sve spremne poslove:  
        odredi najbolji stroj;  
    dok postoji posao čiji je najbolji stroj slobodan:  
        rasporedi posao najvećeg prioriteta na njegov  
        najbolji stroj;
```

OGRANIČENJA

- ograničenje u redoslijedu izvođenja
- ograničenje vremena postavljanja

OGRANIČENJE U REDOSLIJEDU IZVOĐENJA

- poslovi mogu ovisiti o drugim poslovima
- terminali *nwait* i *nblk*

```
dok postoje neraspoređeni poslovi:  
    čekaj dok posao ne postane pripravan ili završi;  
    ako je posao postao pripravan:  
        ako posao ne čeka nikoga:  
            stavi posao u spremne poslove;  
        inače:  
            posao ostaje pripravan;  
    ako je posao završio:  
        oslobodi sve poslove koje blokira;  
    za sve spremne poslove i sve strojeve:  
        izračunaj  $\pi_{ij}$ ;  
    za sve spremne poslove:  
        odredi najbolji stroj;  
    dok postoji posao čiji je najbolji stroj slobodan:  
        rasporedi posao najvećeg prioriteta na njegov  
        najbolji stroj;
```

VRIJEME POSTAVLJANJA

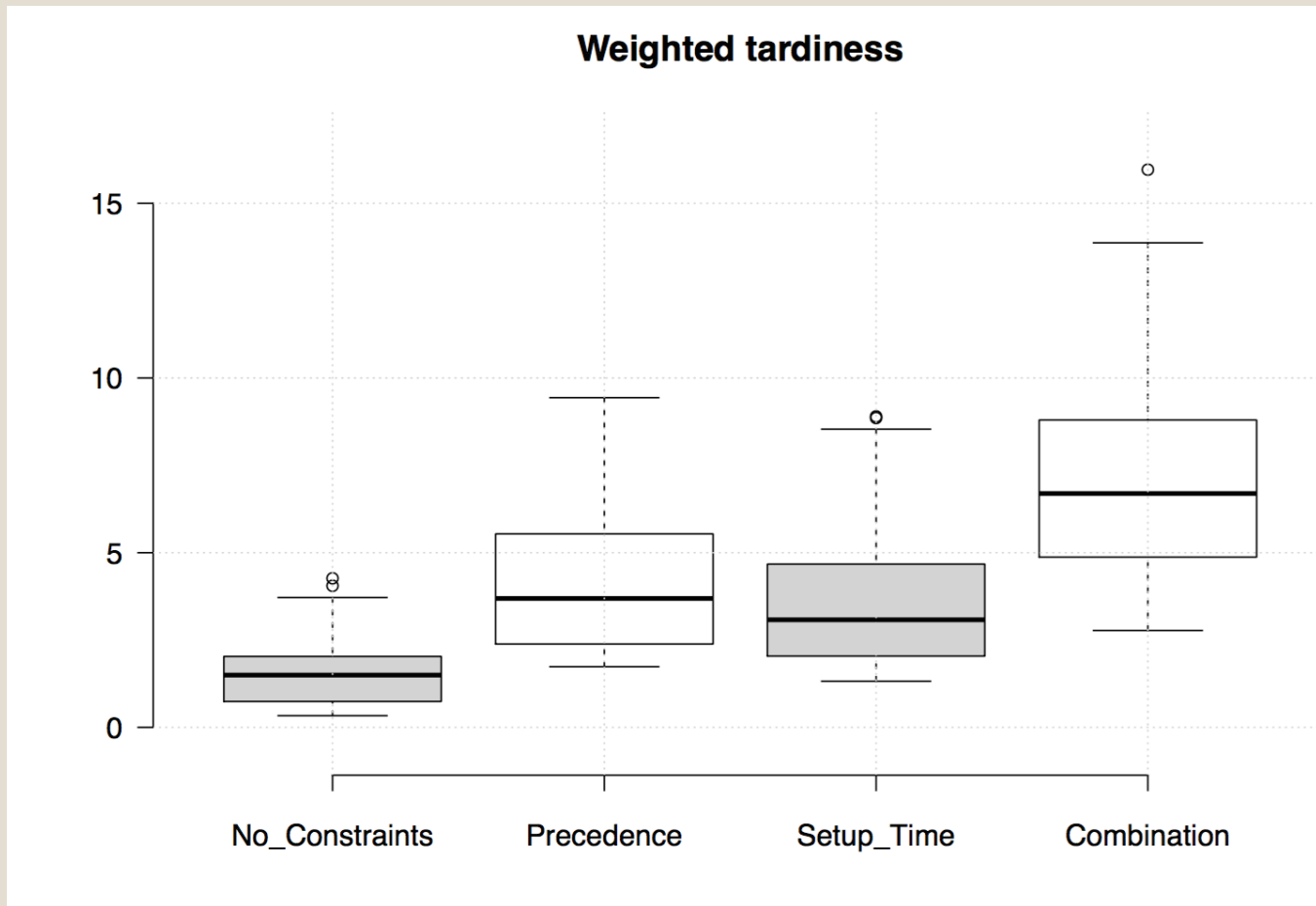
- s_{ijk} je vrijeme potrebno da se posao j postavi na stroj i neposredno nakon izvođenja posla k
- terminali `saveg`

```
dok postoje neraspoređeni poslovi:  
    čekaj dok posao ne postane spreman ili završi;  
    za sve spremne poslove i sve strojeve:  
        izračunaj  $\pi_{ij}$ ;  
    za sve spremne poslove:  
        odredi najbolji stroj;  
    dok postoji posao čiji je najbolji stroj slobodan:  
        rasporedi posao najvećeg prioriteta na njegov  
        najbolji stroj, nakon  $s_{ijk}$ ;
```

ISPITIVANJE

- generiranje test primjera
- učenje
- testiranje

REZULTATI



ZAKLJUČAK

- ograničenja
- nastavak: dodatna ograničenja
- „Na koji način mijenjati male dijelove velikog baznog koda tako da su zadovoljena oblikovna načela?”

PRIMJER DOBIVENIH FUNKCIJA PRIORITETA

- * pt / w pmin
- + * + * dd - nblk pt pt pmin pt
- * + pos / / pavg pavg + w nwait - - * savg pmin pos age + *
age w / nwait w - pos / pos nblk - savg pt * pos * w pavg - pos
nwait pos pt

PARAMETRI KORIŠTENI ZA OPTIMIZACIJU

Parametar	Vrijednost
Veličina turnira	3
Najmanja dubina stabla funkcije prioriteta	1
Najveća dubina stabla funkcije prioriteta	5
Najveći broj uzastopnih iteracija bez promjene	10

GENERIRANJE ISPITNIH PRIMJERA

- Ograničenje u redoslijedu – podjela po razinama
- Vrijeme postavljanja:

$$\eta = \frac{s}{\bar{p}}$$