

Optimizacije kroz GCC, LLVM i Native Image

Tamara Stojković, Emilija Stošić, Teodora Isailović

Metodologija stručnog i naučnog rada
Matematički fakultet
Univerzitet u Beogradu

Beograd, decembar 2022.



Sadržaj

1 Uvod

2 Osnovna podela optimizacija

- Optimizacije međukoda
- Optimizacije koda

Uvod

- Optimizacija - tehnika transformacije dela programa, sa ciljem poboljšanja performansi koda

Uvod

- Optimizacija - tehnika transformacije dela programa, sa ciljem poboljšanja performansi koda
- Oblast u kojoj se danas vrši većina istraživanja kompajlera

Uvod

- Optimizacija - tehnika transformacije dela programa, sa ciljem poboljšanja performansi koda
- Oblast u kojoj se danas vrši većina istraživanja kompajlera
- Kompajleri - različiti nivoi optimizacije

Uvod

- Optimizacija - tehnika transformacije dela programa, sa ciljem poboljšanja performansi koda
- Oblast u kojoj se danas vrši većina istraživanja kompajlera
- Kompajleri - različiti nivoi optimizacije
- Na nivoima kompromisi između mera - kvalitet koda, veličina koda, vreme kompilacije

Uvod

- Optimizacija - tehnika transformacije dela programa, sa ciljem poboljšanja performansi koda
- Oblast u kojoj se danas vrši većina istraživanja kompajlera
- Kompajleri - različiti nivoi optimizacije
- Na nivoima kompromisi između mera - kvalitet koda, veličina koda, vreme kompilacije
- Izbor kompajlera i nivoa optimizacije zavise od konkretnog programa

Lokalne optimizacije

- Razlikujemo: lokalne, globalne i međuproceduralne

Lokalne optimizacije

- Razlikujemo: lokalne, globalne i međuproceduralne
- **Lokalne optimizacije** služe za ubrzavanje malih delova neke funkcije, najlakše za izvođenje

Lokalne optimizacije

- Razlikujemo: lokalne, globalne i međuproceduralne
- **Lokalne optimizacije** služe za ubrzavanje malih delova neke funkcije, najlakše za izvođenje
- Tehnike lokalne optimizacije koje razlikujemo:

Lokalne optimizacije

- Razlikujemo: lokalne, globalne i međuproceduralne
- **Lokalne optimizacije** služe za ubrzavanje malih delova neke funkcije, najlakše za izvođenje
- Tehnike lokalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Eliminacija čestih podizraza

Lokalne optimizacije

- Razlikujemo: lokalne, globalne i međuproceduralne
- **Lokalne optimizacije** služe za ubrzavanje malih delova neke funkcije, najlakše za izvođenje
- Tehnike lokalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Eliminacija čestih podizraza
 - Slaganje konstanti

Lokalne optimizacije

- Razlikujemo: lokalne, globalne i međuproceduralne
- **Lokalne optimizacije** služe za ubrzavanje malih delova neke funkcije, najlakše za izvođenje
- Tehnike lokalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Eliminacija čestih podizraza
 - Slaganje konstanti
 - Propagacija kopija

Lokalne optimizacije

- Razlikujemo: lokalne, globalne i međuproceduralne
- **Lokalne optimizacije** služe za ubrzavanje malih delova neke funkcije, najlakše za izvođenje
- Tehnike lokalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Eliminacija čestih podizraza
 - Slaganje konstanti
 - Propagacija kopija
 - Smanjenje snage operatora

Lokalne optimizacije

- Razlikujemo: lokalne, globalne i međuproceduralne
- **Lokalne optimizacije** služe za ubrzavanje malih delova neke funkcije, najlakše za izvođenje
- Tehnike lokalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Eliminacija čestih podizraza
 - Slaganje konstanti
 - Propagacija kopija
 - Smanjenje snage operatora
 - Eliminacija mrtvog koda

Lokalne optimizacije

- Razlikujemo: lokalne, globalne i međuproceduralne
- **Lokalne optimizacije** služe za ubrzavanje malih delova neke funkcije, najlakše za izvođenje
- Tehnike lokalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Eliminacija čestih podizraza
 - Slaganje konstanti
 - Propagacija kopija
 - Smanjenje snage operatora
 - Eliminacija mrtvog koda
 - Algebarsko pojednostavljenje i reasocijacija

Lokalne optimizacije

- Razlikujemo: lokalne, globalne i međuproceduralne
- **Lokalne optimizacije** služe za ubrzavanje malih delova neke funkcije, najlakše za izvođenje
- Tehnike lokalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Eliminacija čestih podizraza
 - Slaganje konstanti
 - Propagacija kopija
 - Smanjenje snage operatora
 - Eliminacija mrtvog koda
 - Algebarsko pojednostavljenje i reasocijacija
 - Kompozicija lokalnih transformacija

Globalne i međuproceduralne optimizacije

- **Globalne optimizacije** primenjuju se na jednu po jednu funkciju, slične lokalnim

Globalne i međuproceduralne optimizacije

- **Globalne optimizacije** primenjuju se na jednu po jednu funkciju, slične lokalnim
- Globalne optimizacije koje razlikujemo:

Globalne i međuproceduralne optimizacije

- **Globalne optimizacije** primenjuju se na jednu po jednu funkciju, slične lokalnim
- Globalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Globalna eliminacija mrtvog koda

Globalne i međuproceduralne optimizacije

- **Globalne optimizacije** primenjuju se na jednu po jednu funkciju, slične lokalnim
- Globalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Globalna eliminacija mrtvog koda
 - Globalno propagiranje konstanti

Globalne i međuproceduralne optimizacije

- **Globalne optimizacije** primenjuju se na jednu po jednu funkciju, slične lokalnim
- Globalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Globalna eliminacija mrtvog koda
 - Globalno propagiranje konstanti
 - Globalna eliminacija čestih podizraza

Globalne i međuproceduralne optimizacije

- **Globalne optimizacije** primenjuju se na jednu po jednu funkciju, slične lokalnim
- Globalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Globalna eliminacija mrtvog koda
 - Globalno propagiranje konstanti
 - Globalna eliminacija čestih podizraza
 - Optimizacija kretanje koda

Globalne i međuproceduralne optimizacije

- **Globalne optimizacije** primenjuju se na jednu po jednu funkciju, slične lokalnim
- Globalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Globalna eliminacija mrtvog koda
 - Globalno propagiranje konstanti
 - Globalna eliminacija čestih podizraza
 - Optimizacija kretanje koda
 - Pomeranje invarijantnog koda

Globalne i međuproceduralne optimizacije

- **Globalne optimizacije** primenjuju se na jednu po jednu funkciju, slične lokalnim
- Globalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Globalna eliminacija mrtvog koda
 - Globalno propagiranje konstanti
 - Globalna eliminacija čestih podizraza
 - Optimizacija kretanje koda
 - Pomeranje invarijantnog koda
 - Parcijalna eliminacija suvišnosti

Globalne i međuproceduralne optimizacije

- **Globalne optimizacije** primenjuju se na jednu po jednu funkciju, slične lokalnim
- Globalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Globalna eliminacija mrtvog koda
 - Globalno propagiranje konstanti
 - Globalna eliminacija čestih podizraza
 - Optimizacija kretanje koda
 - Pomeranje invarijantnog koda
 - Parcijalna eliminacija suvišnosti
- **Međuproceduralna optimizacija** - radi na celokupnom grafu kontrole toka

Globalne i međuproceduralne optimizacije

- **Globalne optimizacije** primenjuju se na jednu po jednu funkciju, slične lokalnim
- Globalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Globalna eliminacija mrtvog koda
 - Globalno propagiranje konstanti
 - Globalna eliminacija čestih podizraza
 - Optimizacija kretanje koda
 - Pomeranje invarijantnog koda
 - Parcijalna eliminacija suvišnosti
- **Međuproceduralna optimizacija** - radi na celokupnom grafu kontrole toka
- Vrší se na nivou celog programa tj. više funkcija

Globalne i međuproceduralne optimizacije

- **Globalne optimizacije** primenjuju se na jednu po jednu funkciju, slične lokalnim
- Globalne optimizacije koje razlikujemo:
 - Globalna eliminacija mrtvog koda
 - Globalno propagiranje konstanti
 - Globalna eliminacija čestih podizraza
 - Optimizacija kretanje koda
 - Pomeranje invarijantnog koda
 - Parcijalna eliminacija suvišnosti
- **Međuproceduralna optimizacija** - radi na celokupnom grafu kontrole toka
- Vrší se na nivou celog programa tj. više funkcija
- Najpoznatija tehnika je uvlačenje definicija funkcija

Optimizacije koda

- Optimizovani međukod se prevodi u asemblerski tj. mašinski kod - faza generisanja

Optimizacije koda

- Optimizovani međukod se prevodi u asemblerski tj. mašinski kod - faza generisanja
- Bitne su specifične karakteristike mašine

Optimizacije koda

- Optimizovani međukod se prevodi u asemblerski tj. mašinski kod - faza generisanja
- Bitne su specifične karakteristike mašine
- Razlikujemo sledeće tehnike:

Optimizacije koda

- Optimizovani međukod se prevodi u asemblerski tj. mašinski kod - faza generisanja
- Bitne su specifične karakteristike mašine
- Razlikujemo sledeće tehnike:
 - Optimizacija redosleda instrukcija - obuhvata fazu odabira instrukcija, alokacije registara i raspoređivanja instrukcija

Optimizacije koda

- Optimizovani međukod se prevodi u asemblerski tj. mašinski kod - faza generisanja
- Bitne su specifične karakteristike mašine
- Razlikujemo sledeće tehnike:
 - Optimizacija redosleda instrukcija - obuhvata fazu odabira instrukcija, alokacije registara i raspoređivanja instrukcija
 - Optimizacija upotrebom keša - zasniva se na prostornoj i vremenskoj lokalnosti, cilj da bude što bolja

GCC optimizacija

```
uml@jas50NV:~/Desktop$ gcc -Wall -O0 prmer.c -ln
uml@jas50NV:~/Desktop$ time ./a.out
sun = 4e+38

real    0m1.707s
user    0m1.701s
sys     0m0.000s
uml@jas50NV:~/Desktop$ gcc -Wall -O1 prmer.c -ln
uml@jas50NV:~/Desktop$ time ./a.out
sun = 4e+38

real    0m0.419s
user    0m0.412s
sys     0m0.000s
uml@jas50NV:~/Desktop$ gcc -Wall -O2 prmer.c -ln
uml@jas50NV:~/Desktop$ time ./a.out
sun = 4e+38

real    0m0.381s
user    0m0.360s
sys     0m0.005s
uml@jas50NV:~/Desktop$ gcc -Wall -O3 prmer.c -ln
uml@jas50NV:~/Desktop$ time ./a.out
sun = 4e+38

real    0m0.357s
user    0m0.347s
sys     0m0.001s
```

Slika: Rezultati optimizacije kod GCC kompajlera