Neki elementi kompiliranja funkcionalnih programskih jezika

Ajzenhamer Nikola
Bukurov Anja
Stanković Vojislav
Stanković Una

25. maj 2017

Uvod

Funkcionalna paradigma, Džon Bakus, 1977.

Osnovni pojmovi

- Lambda račun
  - svojstva: jednostavnost i izražajnost
  - primena: `(f a_1 a_2 ... a_n)`
  - redukcija: `(+ 1 2)` $\rightarrow$ `3`
  - apstrakcija: `(`λ`x.E)`
- Polimorfizam
  - Polimorfni programski jezici, polimorfne funkcije, polimorfni tipovi
  - Parametarski polimorfizam

Transformacije lambda računa

- Efikasnost izvršavanja je jedan od najvažnijih problema
- Lambda račun se koristi zbog jednostavnosti i izražajnosti
- 2 grupe transformacija:
  - jednostavnije (lokalne): umetanje, simplifikacija
  - složenije (globalne): analiza strogosti

Umetanje

- Dobar metod za unapređivanje performansi programa
- Osnovni princip: funkcijski poziv zameniti telom funkcije
- Tri transformacije
  1. samo umetanje (engl. inlining itself)
  2. eliminacija mrtvog koda (engl. dead code elimination)
  3. β-odsecanje (engl. β-reduction)

Primer

$$\texttt{let } \{\texttt{f = } \lambda \texttt{ x.x*4}\} \texttt{ in (f (a*b - c)) + a*d} \xrightarrow{\texttt{inline f}}$$
$$\texttt{let } \{\texttt{f = } \lambda \texttt{ x.x*4}\} \texttt{ in ((}\lambda \texttt{ x.x*4) (a*b - c)) + a*d}$$
$$\xrightarrow{\texttt{dead f}} \texttt{((}\lambda\texttt{x.x*4) (a*b - c)) + a*d}$$
$$\xrightarrow{\beta} \texttt{(let x = a*b - c in x*4) + a*d}$$

Uparivanje šablona

- Funkcije nad običnim tipovima mogu se definisati preko različitih slučajeva
- Slučajevi su dati šablonima
- Promenljive šablona vezuju se za odgovarajuće promenljive komponente vrednosti kojoj šablon odgovara

Primer

```
fibonaci n
| n==0 = 1
| n==1 = 1
| otherwise = (fibonaci (n-1))+(fibonaci (n-2))
```

Zaključivač tipova

- Moderni jezici imaju svojstvo koje omogućava programeru da ne navodi tipove objekata
- Od velike koristi programeru jer mu ukazuje na greške
- Pri izvršavanju se neće javiti greške poput upotrebe promenljive tipa `bool` kao da je tipa `int`
- Proces zaključivanja tipova
  - uparivanje tipova operatora
  - instanciranje tipova promenljivih

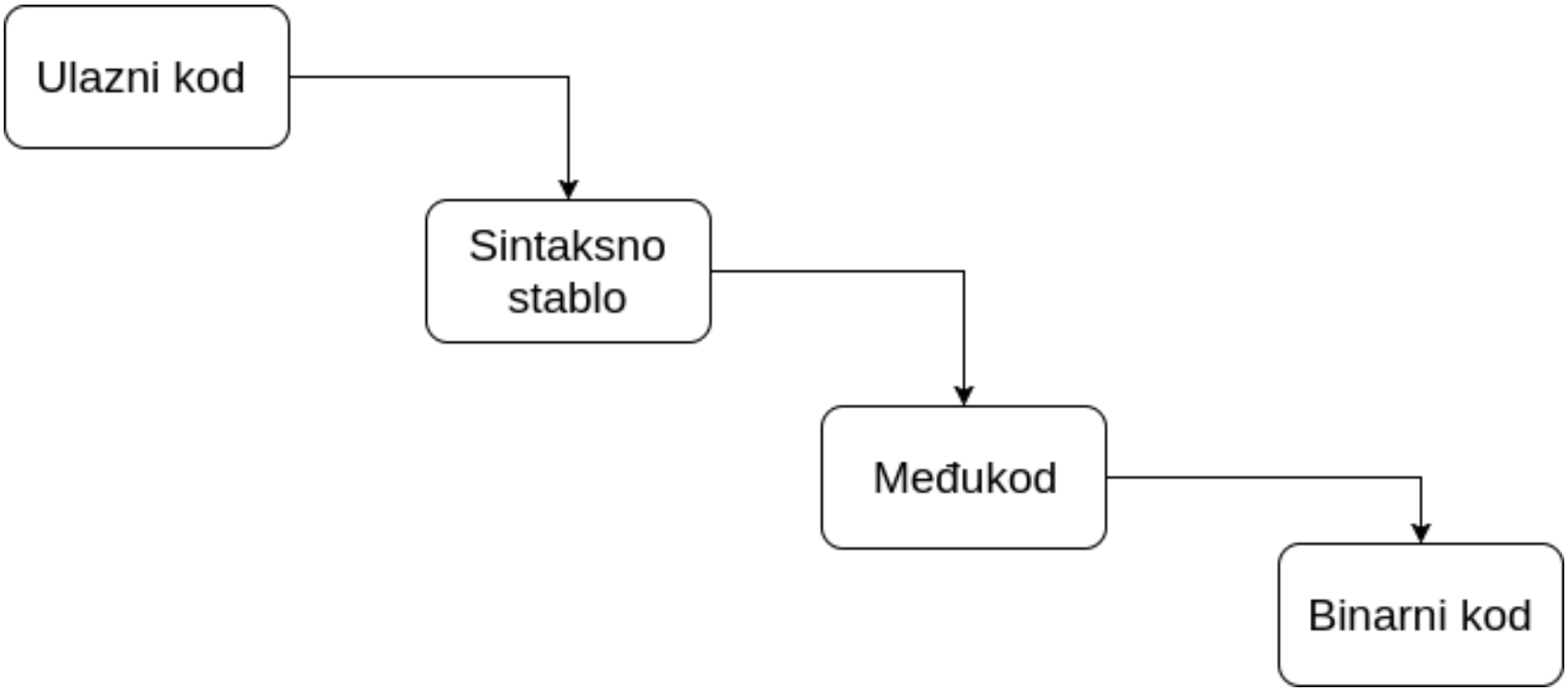
Motivacija

- Otpaci su delovi memorije koji nisu dostupni za alociranje
- Ukoliko se otpatci ne eliminišu dolazi do curenja memorije
- Sakupljač otpadaka eliminiše otpatke
- Sakupljač otpadaka je potreban funkcionalnim programskim jezicima

Tipovi sakupljača otpadaka

- Markirajući sakupljač otpadaka
- Sakupljač otpadaka sa brojanjem referenci
- Prepisujući sakupljač otpadaka
- Generacijski sakupljač otpadaka

Motivacija



Slika 1: Vizuelni prikaz prevođenja kôda.

Vrste apstraktnih mašina

- SECD mašina
- STG mašina
- G mašina

SECD mašina

- Jedna od prvih mašina za izvršavanje funkcionalnih programskih jezika
- Osnovna uloga je izvršavanje kompiliranog koda
- Formalno, SECD mašina je torka četiri liste sa precizno definisanim skupom operacija nad njima
- Komponente torke su četiri steka:
  - S (engl. stack)
  - E (engl. environment)
  - C (engl. control)
  - D (engl. dump)

G mašina

- Osnovna uloga G mašine je redukovanje grafa izračunavanja
- Osnovna ideja je da:
  - program predstavimo grafom
  - evaluacijom deljenog podgrafa automatski razrešimo sve izraze koji pokazuju na njega
  - graf "prepišemo" evaluacijom
- Važni koncepti:
  - ne postoje promenljive, već imenovani izrazi
  - vrednosti funkcije ne zavise ni od čega, osim od argumenata funkcije

Zaključak

- Fokusirali smo se na određeni podskup tehnika i procesa koji omogućavaju efikasno kompiliranje koda
- Lambda račun kao međujezik za kompiliranje funkcionalnih programskih jezika
- Efikasan izvršni kôd je veoma važan za sve programske jezike
- Polimorfna provera tipova je korisno svojstvo programskih jezika koje veoma olakšava posao programerima
- Programiranje u funkcionalnim programskim jezicima se ne može zamisliti bez podrške koju pružaju sakupljači otpadaka
- Apstraktne mašine predstavljaju prelaz između jezika visokog nivoa i arhitekture niskog nivoa

Literatura


Simon L. Peyton Jones
The Implementation of Functional Programming Languages
Prentice Hall 1987.


R. Wilhelm and H. Seidl
Compiler Design
Springer 2010.


Robert W. Sebesta
Concepts of programming languages, 10th ed.
Pearson 2009.

Hvala na pažnji!