

Osnove formalne semantike programskih jezika

Seminarski rad u okviru kursa
Metodologija stručnog i naučnog rada

Isidora Đurđević, Ana Stanković, Milica Đurić

isidoradjurdjevic.100@gmail.com,
anastankovic167@gmail.com,
mdjuric55@gmail.com

Matematički fakultet, Beograd

4. maj 2017.



Pregled

Semantika programskih jezika

Odnos sintakse i semantike

Formalna semantika

Motivacija

Operaciona semantika

Denotaciona semantika

Aksiomska semantika

Dalje istraživanje

Literatura



Odnos sintakse i semantike

- Kao i prirodni jezici, programski jezici se bave izučavanjem sintakse i semantike.
- Sintaksa se bavi strukturom programskog jezika.
- Semantika se bavi značenjem programskog jezika.
- Dve vrste semantike:
 - neformalna
 - formalna

Formalna semantika programskih jezika

- Motivacija:
 - **umanjuje nepreciznosti** koje se javljaju u neformalnom definisanju semantike
 - daje neki vid **opisa logike programskog jezika** za koji je definisana
 - čini osnovu formalne verifikacije programa (**deo je kompilatora**)
- pristupi definisanja:
 - **operaciona semantika**
 - **denotaciona semantika**
 - **aksiomska semantika**

Operaciona semantika

- način davanja značenja programskim jezicima kroz matematičku reprezentaciju
- opisuje kako se stanje programa menja tokom izvršavanja programa
- niz računarskih koraka predstavlja značenje programa
- klasifikovana je u dve kategorije:
 - prirodna semantika
 - strukturna operaciona semantika
- ponašanje programa se definiše tranzicionim sistemom

Prirodna operaciona semantika

- „veliki koraci”
- opisuje krajnje rezultate izvršavanja
- predstavlja apstrakciju
- opisuje vezu između početnog i završnog stanja izvršavanja programa
- često jednostavnija za upotrebu

Strukturna operaciona semantika

- „mali koraci”
- opisuje kako se svaki korak programa izvršava
- koristi se za obimne analize i složene slučajeve
- semantika pokazivača, višenitne obrade, goto naredbe...
- veća kontrola nad detaljima

Denotaciona semantika

- nastala 1960. godina
- drugi naziv je matematička semantika
- predstavlja pristup formalizaciji semantike konstruisanjem matematičkih objekata
- bitan samo odnos između početnog i završnog stanja, a ne koraci izvršavanja programa
- bitna osobina -kompozitivnost
 - semantika jedne programske celine definisana je preko semantike njenih poddelova
 - izraz $15 + 3$ ima isto značenje kao $16 + 2$
- najbolja za definisanje semantike funkcionalnih jezika

Semantika aritmetičkih izraza

Sintaksni domen i pravila:

- $B : \text{Broj}$, $C : \text{Cifra}$, $I : \text{Izraz}$
- $\text{Broj} ::= \text{Cifra} | \text{BrojCifra}$,
 $\text{Cifra} ::= 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9$,
 $\text{Izraz} ::= \text{Broj} | \text{Izraz} + \text{Izraz}$

Semantički domen

- $N = 0, 1, 2, 3, \dots$

Funkcije značenja

- $povbn : B \rightarrow N$, $povcn : C \rightarrow N$, $sem : I \rightarrow N$
- $plus : N \times N \rightarrow N$, $pom : N \times N \rightarrow N$
- $povcn[[0]] = 0, \dots, povcn[[9]] = 9$
- $povbn[[C]] = povcn[[C]]$
 $povbn[[BC]] = plus(pom(10, povezb[[B]]), povbn[[C]])$
- $sem[[B]] = povbn[[B]]$,
 $sem[[I1 + I2]] = plus(sem[[I1]], sem[[I2]])$

- Koja je semantička vrednost izraza $2 + 11$?

Aksiomska semantika

- za njen nastanak i razvoj zaslužni Floyd, Hor i Dijkstra
- **zasniva se na matematičkoj logici**
- razvija metode za proveru korektnosti programa
- tvrđenja su data u obliku Horovih trojki $\{P\}C\{Q\}$
- **preduslov** je logički izraz u kome se definišu ograničenja promenljivih pre izvršavanja komande
- **postuslov** je logički izraz u kome se definišu ograničenja promenljivih posle izvršavanja komande

Aksiomska semantika

- postoji parcijalna ispravnost specifikacije i potpuna ispravnost naredbe
- uloga aksiomske semantike
 - dokazivanje korektnosti programa i algoritama
 - proširena statička provera (npr. provera granice niza)
 - dokumentacija programa i interfejsa
- primer sa faktorijalom

$$\begin{array}{c} \{ x = n \} \\ y:=1; \text{ while } \neg(x = 1) \text{ do } (y:=x*y; x:=x-1) \\ \{ y=n! \quad \text{and } n>0 \} \end{array}$$

Dalje istraživanje

- obuhvaćene su samo osnove formalne semantike
- dalje istraživanje bi obuhvatalo:
 - semantičko definisanje kompleksnih programskih fragmenata koji uključuju rekurziju ili goto naredbu, i slično
 - ulogu formalne semantike pri konstruisanju kompilatora
 - pregled formalne semantike nekog programskog jezika, npr. Haskell



Literatura

- Flemming Nielson, [Hanne Riis Nielson, Semantics with applications](#), John Willey and Sons, 1999.
- K. Slonneger and B. Kurtz, [Formal Syntax and Semantics of Programming Languages](#), Addison-Wesley Publishing Company, United States of America, 1995.
- M. Vujošević Janičić, [Dizajn programskih jezika, Osnovna svojstva programskih jezika](#), Beograd, 2016.
- B. Evan Chang, [Introduction to Axiomatic Semantics](#), United States of America, 2009.