

Principi programskih jezikov

Anatomija jezika:

- sintaksa (sintaksna analiza / parsing)
- statična semantika: • preverjanje tipov ("pomen") • ali so vse spremenljivke veljavne
- dinamična semantika: izvajanje programa
- denotacijska semantika: matematični pomen programa

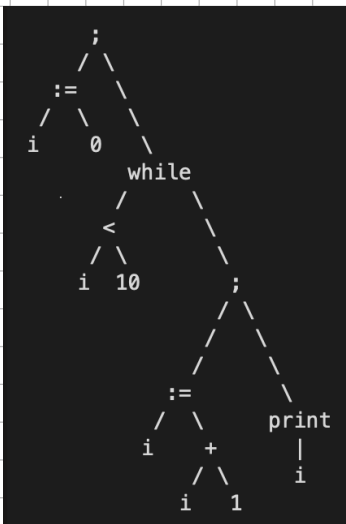
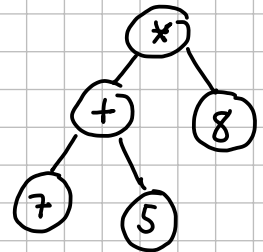
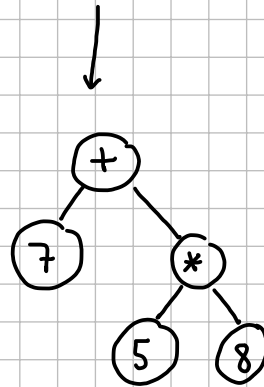
Aritmetični izrazi

- cela števila
- + *

Konkretna sintaksa: "7 + 5 * 8"

"(7 + 5) * 8"

Abstraktna sintaksa:



```
i := 0 ;  
while i < 10 do  
  i := i + 1 ;  
  print i  
done
```

→ terminalni simbol/osnovni

$\langle \text{izraz} \rangle ::= \langle \text{aditivni-izraz} \rangle \text{ EOF}$
 $\langle \text{aditivni-izraz} \rangle ::= \langle \text{multiplikativni-izraz} \rangle \mid \langle \text{aditivni-izraz} \rangle + \langle \text{multiplikativni-izraz} \rangle$
 $\langle \text{multiplikativni-izraz} \rangle ::= \langle \text{osnovni-izraz} \rangle \mid \langle \text{multiplikativni-izraz} \rangle * \langle \text{osnovni-izraz} \rangle$
 $\langle \text{osnovni-izraz} \rangle ::= \langle \text{spremenljivka} \rangle \mid \langle \text{številka} \rangle \mid (\langle \text{aditivni-izraz} \rangle)$
 $\langle \text{spremenljivka} \rangle ::= [a-zA-Z]^+$
 $\langle \text{številka} \rangle ::= -?[0-9]^+$

↑
heterterminalni simboli

↑
regularni izraz

↑
ali

EOF end of file

"3 + 5 ha ha ha"

"foo * (5 + 42)"

↓ leksikalna analiza

(leksikalne enote opisemo z reg. izrazi)

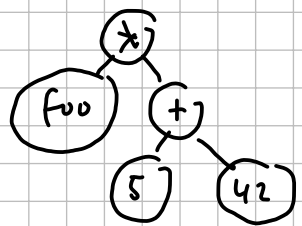
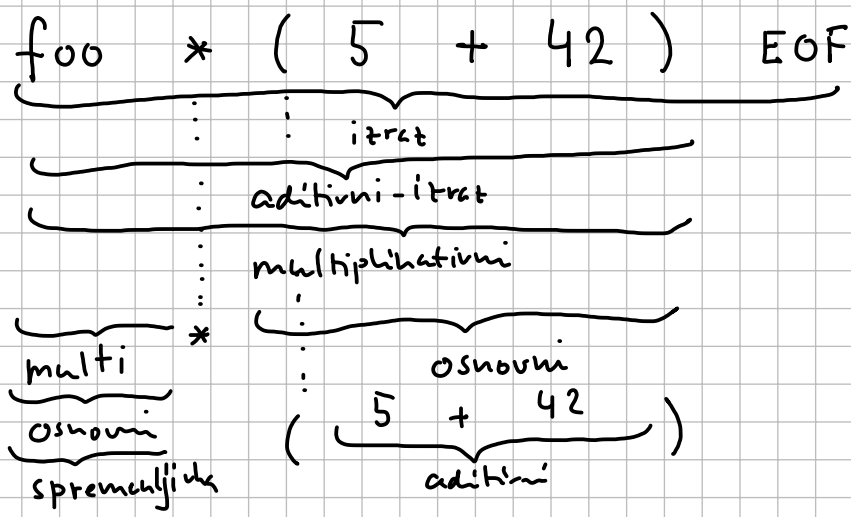
"foo", "*", "(", "5", "+", "42", ")"

SPREMENLJIVKA("foo"), KRAT, OKLEPAJ, STEVILKA(5), PLUS, STEVILKA(42), ZAKLEPAJ, EOF

* }
x } KRAT
.

↓
Sintaksna
analiza
(parsing)

$\langle \text{izraz} \rangle ::= \langle \text{aditivni-izraz} \rangle \text{ EOF}$
 $\langle \text{aditivni-izraz} \rangle ::= \langle \text{multiplikativni-izraz} \rangle \mid \langle \text{aditivni-izraz} \rangle + \langle \text{multiplikativni-izraz} \rangle$
 $\langle \text{multiplikativni-izraz} \rangle ::= \langle \text{osnovni-izraz} \rangle \mid \langle \text{multiplikativni-izraz} \rangle * \langle \text{osnovni-izraz} \rangle$
 $\langle \text{osnovni-izraz} \rangle ::= \langle \text{spremenljivka} \rangle \mid \langle \text{številka} \rangle \mid (\langle \text{aditivni-izraz} \rangle)$
 $\langle \text{spremenljivka} \rangle ::= [a-zA-Z]^+$
 $\langle \text{številka} \rangle ::= -?[0-9]^+$



$\underbrace{\text{aditivni}}_{\text{multi}}_{\text{osnovni}} \text{ številka}$
 $\underbrace{\text{multi}}_{\text{osnovni}} \text{ številka}$

$$5 + 3 * 8$$

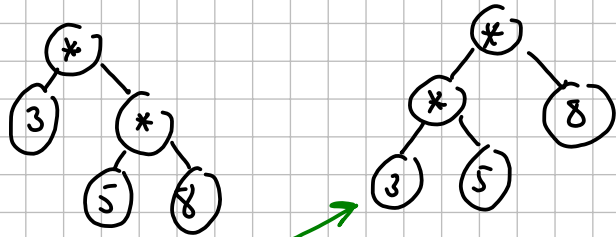
$$(5 + ((3) * 8))$$

$a[i]$
 $f(3, 7)$

$$\underbrace{3 * 5 * 8}_{\text{mut}}$$

$\underbrace{3 * 5}_{\text{multi osnovni številka}} * \underbrace{5 * 8}_{\text{osnovni}}$
 ✓

(izraz) ::= (aditivni-izraz) EOF
 (aditivni-izraz) ::= (multiplikativni-izraz) | (aditivni-izraz) + (multiplikativni-izraz)
 (multiplikativni-izraz) ::= (osnovni-izraz) | (multiplikativni-izraz) * (osnovni-izraz)
 (osnovni-izraz) ::= (spremenljivka) | (številka) | ((aditivni-izraz))
 (spremenljivka) ::= [a-zA-Z]+
 (številka) ::= -?[0-9]+



✓

$$\underbrace{3 * 5}_{\text{multi}} * \underbrace{5 * 8}_{\text{osnovni}}$$

* je levo asociativna operacija

$$a * b * c = (a * b) * c$$

levo : + - / *

desno : $2^{3^5} = 2^{(3^5)}$

Prioriteta: katera operacija ima prednost

Operacijska semantika

$\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \xi$
 $\zeta \xi$
 zeta ksi

Okolje : vrednosti spremenljivk

$$\eta = [x \mapsto 5, y \mapsto 7, z \mapsto 0]$$

"v okolju η se izraz e evalvira/izračuna v število n "

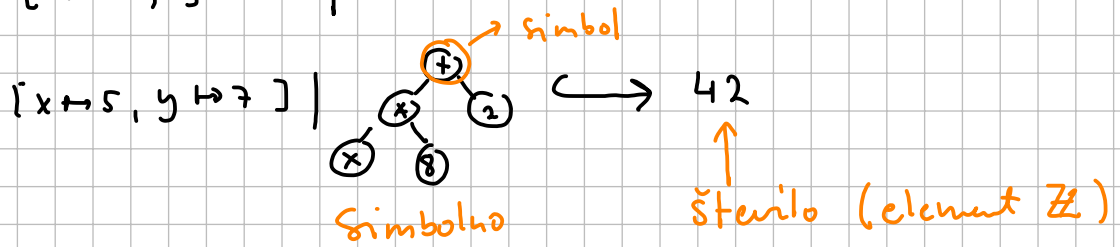
v okolju $[x \mapsto 5, y \mapsto 7]$ se $x * 8 + 2$ evalvira v 42.

$$\eta \mid e \hookrightarrow n$$

$$\eta \vdash e \mapsto n$$

$$e \Downarrow_{\eta} n$$

$$[x \mapsto 5, y \mapsto 7] \mid x * 8 + 2 \hookrightarrow 42$$



$P_1 \quad P_2 \quad \dots \quad P_n$ predpostavke / premise

 S sklep

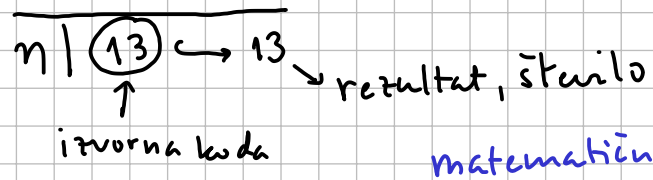
$\frac{A \Rightarrow B \quad A}{B}$
 Aksiom
 $\frac{a = a}{a = a}$

\mapsto vrednost x v okolju η

$\eta(x) = n$

 $\eta \mid x \hookrightarrow n$

 $\eta \mid n \hookrightarrow n$



"13"
 STEVILKA (13)
 (13)

$\eta \mid e_1 \hookrightarrow n_1 \quad \eta \mid e_2 \hookrightarrow n_2 \quad n_1 \cdot n_2 = n$

matematična operacija množenje

$\eta \mid e_1 * e_2 \hookrightarrow n$
 \hookrightarrow simbol

\mapsto seštevanje

$\eta \mid e_1 \hookrightarrow n_1 \quad \eta \mid e_2 \hookrightarrow n_2 \quad n_1 + n_2 = n$

$\eta \mid e_1 + e_2 \hookrightarrow n$
 \hookrightarrow simbol

Drugo izpeljavo
 \swarrow

Uporaba: $\eta = [x \mapsto 7, y \mapsto 10]$

$\eta(x) = 7$

 $\eta \mid x \hookrightarrow 7$

$\eta \mid 3 \hookrightarrow 3 \quad \eta \mid 5 \hookrightarrow 5 \quad 3 \cdot 5 = 15$

 $\eta \mid 3 * 5 \hookrightarrow 15$

$7 + 15 = 22$

$\eta \mid x + (3 * 5) \hookrightarrow 22$

$\eta(z) = ?$

 $\eta \mid z \hookrightarrow ?$

 $\eta \mid z + 3$

Druga izpeljavo ne moremo narediti

$$3 * 5 + (8 + 2) \mapsto$$

$$15 + (8 + 2) \mapsto$$

$$15 + 10 \mapsto$$

$$25$$

Semantika
malik
korakov