

## 1 Oznaczenia

- produkcje:  $A \rightarrow \alpha$
- terminale:  $a, b, c, \dots$
- nieterminale:  $A, B, C, \dots$
- ciągi terminali lub nieterminali:  $\alpha, \beta, \gamma, \dots$
- symbol startowy:  $S$
- znak końca wejścia:  $\#$
- słowo puste:  $\epsilon$
- wyprowadzenie w jednym kroku:  $\alpha \rightarrow \beta$
- wyprowadzenie:  $\alpha \rightarrow^* \beta$

Gramatyka używana w przykładach

$$\begin{array}{l} S \rightarrow ES' \\ S' \rightarrow :S \quad | \quad \epsilon \\ E \rightarrow (S) \quad | \quad \epsilon \end{array}$$

## 2 Zbiór $FIRST$

$FIRST(\alpha)$  to terminale od których zaczynają się słowa wyprowadzalne z  $\alpha$ . Dodatkowo, jeśli  $\alpha \rightarrow^* \epsilon$ , to dodajemy  $\epsilon$  do  $FIRST(\alpha)$  (Uwaga! inaczej niż na wykładzie; tam był  $\#$ ).

$$FIRST(\alpha) = \{c : \alpha \rightarrow^* c\beta\} \cup \{\epsilon : \alpha \rightarrow^* \epsilon\}$$

Przykłady:

- $FIRST(E) = \{( \quad \epsilon\}$
- $FIRST(alamakota) = \{a\}$
- $FIRST(:S) = \{:\}$
- $FIRST(ES') = \{( \quad : \quad \epsilon\}$

Reguły obliczania:

- $FIRST(a) = \{a\}$

- $X \rightarrow b\alpha$  jest produkcją  $\Rightarrow FIRST(X) \cup = \{b\}$
- $X \rightarrow \epsilon$  jest produkcją  $\Rightarrow FIRST(X) \cup = \{\epsilon\}$
- $X \rightarrow X_1X_2 \dots X_n$  jest produkcją  $\Rightarrow$ 
  - $X_1 \dots X_{k-1} \rightarrow^* \epsilon \Rightarrow FIRST(X) \cup = FIRST(X_k) \setminus \{\epsilon\}$
  - $X_1 \dots X_n \rightarrow^* \epsilon \Rightarrow FIRST(X) \cup = \{\epsilon\}$

Uwaga!  $A \rightarrow^* \epsilon$  sprawdzamy w zbiorach  $FIRST$

## 3 Zbiór $FOLLOW$

$FOLLOW(A)$  to terminale, które mogą być w słowie z języka tuż za podstwem wyprowadzalnym z  $A$ . Dodatkowo przyjmujemy, że tuż za podstwem wyprowadzalnym z symbolu startowego jest  $\#$  (znak końca wejścia).

$$FOLLOW(A) = \{a : S\# \rightarrow^* \alpha A a \beta\}$$

Przykłady:

- $FOLLOW(S) = \{ \quad \#\}$
- $FOLLOW(E) = \{ : \quad \# \quad )\}$

Reguły obliczania:

- $FOLLOW(S) \cup = \{\#\}$
- $A \rightarrow \alpha B \beta$  jest produkcją  $\Rightarrow FOLLOW(B) \cup = FIRST(\beta) \setminus \{\epsilon\}$
- $A \rightarrow \alpha B$  jest produkcją, lub  $X \rightarrow \alpha B \beta$  jest produkcją, oraz  $\epsilon \in FIRST(\beta) \Rightarrow FOLLOW(B) \cup = FOLLOW(A)$

## 4 Funkcja $SELECT$

$SELECT(A, c) = [A \rightarrow \alpha]$ , jeśli parser, widząc na stosie nieterminal  $A$  (lub inaczej mówiąc, będąc w funkcji parsowania symbolu  $A$ ) i widząc terminal  $c$  na wejściu, ma użyć produkcji  $A \rightarrow \alpha$ .

Reguły obliczania (dla każdej produkcji  $A \rightarrow \alpha$ ):

- $c \in FIRST(\alpha) \Rightarrow SELECT(A, c) \cup = [A \rightarrow \alpha]$
- $\epsilon \in FIRST(\alpha)$  oraz  $b \in FOLLOW(A) \Rightarrow SELECT(A, b) \cup = [A \rightarrow \alpha]$

Gramatyka jest gramatyką LL(1) jeśli  $SELECT$  jest jednoznaczna (tzn., jest funkcją częściową).