

POLITECHNIKA ŁÓDZKA

Wydział Elektrotechniki, Elektroniki,

Informatyki i Automatyki

Instytut Informatyki Stosowanej

Lingwistyka Matematyczna

Laboratorium

Rok akademicki 2020/2021

Zadanie 5

Analizator składniowy LL(1) wykorzystujący
rozbiór generacyjny zstępujący z wyprzedzeniem
o jeden symbol

Mateusz Domalązek

239517

Gramatyka:

$S ::= W ; Z$

$Z ::= W ; Z \mid \varepsilon$

$W ::= P \mid POW$

$P ::= R \mid (W)$

$R ::= L \mid L.L$

$L ::= C \mid CL$

$C ::= 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 6 \mid 7 \mid 8 \mid 9$

$O ::= * \mid : \mid + \mid - \mid ^$

Sprawdzenie gramatyki

Wyznaczenie symboli pierwszych

$\text{First}(S) = \text{First}(W) = \text{First}(P) = \text{First}(R) \cup \{ (\} = \text{First}(L) \cup \{ (\} = \text{First}(C) \cup \{ (\} = \{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, (\}$

$\text{First}(Z) = \text{First}(W) \cup \{ \varepsilon \} = \{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, (\} \cup \{ \varepsilon \} = \{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, (, \varepsilon \}$

$\text{First}(W) = \text{First}(P) \cup \text{First}(POW) = \{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, (\}$

$\text{First}(P) = \text{First}(R) \cup \{ (\} = \{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, (\}$

$\text{First}(R) = \text{First}(L) \cup \text{First}(L.L) = \text{First}(C) \cup \text{First}(C) = \{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \}$

$\text{First}(L) = \text{First}(C) \cup \text{First}(CL) = \{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \}$

$\text{First}(C) = \{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \}$

$\text{First}(O) = \{ *, :, +, -, ^ \}$

Sprawdzenie pierwszej reguły gramatycznej

S: brak alternatywy (reguła spełniona)

Reguła spełniona, ponieważ w produkcji S nie występuje alternatywa, gdyż $S ::= W ; Z$.

Z: $\text{First}(W) \cap \{ \varepsilon \} = \{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, (\} \cap \{ \varepsilon \} = \emptyset$ (reguła spełniona)

Reguła spełniona, ponieważ zbiory symboli pierwszych w zdaniach, które mogą być wyprowadzone są rozłączne.

W: $\text{First}(P) \cap \text{First}(POW) = \{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, (\} \cap \{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, (\} \neq \emptyset$ (**reguła niespełniona**)

Reguła niespełniona, ponieważ zbiory symboli pierwszych w zdaniach, które mogą być wyprowadzone nie są rozłączne tzn. $First(P) \cap First(P) \neq \emptyset$.

P: $First(R) \cap \{(\} = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\} \cap \{(\} = \emptyset$ (reguła spełniona)

Reguła spełniona, ponieważ zbiory symboli pierwszych w zdaniach, które mogą być wyprowadzone są rozłączne.

R: $First(L) \cap First(L) \neq \emptyset$ (**reguła niespełniona**)

Reguła niespełniona, ponieważ zbiory symboli pierwszych w zdaniach, które mogą być wyprowadzone nie są rozłączne tzn. $First(L) \cap First(L) \neq \emptyset$.

L: $First(C) \cap First(C) \neq \emptyset$ (**reguła niespełniona**)

Reguła niespełniona, ponieważ zbiory symboli pierwszych w zdaniach, które mogą być wyprowadzone nie są rozłączne tzn. $First(C) \cap First(C) \neq \emptyset$.

C:

$$\{0\} \cap \{1\} = \emptyset$$

$$\{0\} \cap \{2\} = \emptyset$$

$$\{0\} \cap \{3\} = \emptyset$$

...

$$\{0\} \cap \{9\} = \emptyset$$

Reguła spełniona, ponieważ zbiory symboli pierwszych w zdaniach, które mogą być wyprowadzone są rozłączne.

O:

$$\{*\} \cap \{:\} = \emptyset$$

$$\{*\} \cap \{+\} = \emptyset$$

...

$$\{*\} \cap \{^\wedge\} = \emptyset$$

Reguła spełniona, ponieważ zbiory symboli pierwszych w zdaniach, które mogą być wyprowadzone są rozłączne.

Sprawdzenie drugiej reguły gramatycznej (produkcyjne generujące ϵ)

Z:

$$\text{First}(Z) = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,(\epsilon)\}$$

$$\text{Follow}(Z) = \text{Follow}(S) = \emptyset$$

$$\text{First}(Z) \cap \text{Follow}(Z) = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,(\epsilon)\} \cap \emptyset = \emptyset \quad (\text{reguła spełniona})$$

*Reguła jest spełniona, ponieważ dla każdego symbolu nieterminalnego Z, z którego można wyprowadzić pusty ciąg symboli ($Z \rightarrow *$), zbiór symboli pierwszych jest rozłączny ze zbiorem symboli następnych.*

Poprawiona gramatyka

$$S ::= W ; Z$$

$$Z ::= W ; Z \mid \epsilon$$

$$W ::= PW'$$

$$W' ::= OW \mid \epsilon$$

$$P ::= R \mid (W)$$

$$R ::= LR'$$

$$R' ::= .L \mid \epsilon$$

$$L ::= CL'$$

$$L' ::= L \mid \epsilon$$

$$C ::= 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 6 \mid 7 \mid 8 \mid 9$$

$$O ::= * \mid : \mid + \mid - \mid ^$$

Zastosowano lewostronną faktoryzację dla produkcji W, R, L w celu zastąpienia powtarzającej się reguły oraz dodania nowej. Było to konieczne, ponieważ po obu stronach alternatywy występowały kolejno P, L i C . W produkcji W alternatywa $P \mid POW$ zaczynała się zawsze od P , natomiast w produkcji R alternatywa $L \mid L.L$ rozpoczynała się za każdym razem od L . Ten sam problem występował również w produkcji L , w której alternatywa $C \mid CL$ startowała zawsze od C . Wdrożenie lewostronnej faktoryzacji pozwoliło jednoznacznie określić produkcję do rozwinięcia nieterminala w drzewie składniowym.

Sprawdzenie pierwszej reguły dla zmienionych produkcji

Wyznaczenie zbiorów symboli pierwszych dla poprawionych i nowych produkcji

$$\text{First}(W) = \text{First}(P) = \text{First}(R) \cup \{(\epsilon)\} = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,(\epsilon)\}$$

$$\text{First}(W') = \text{First}(O) \cup \{\epsilon\} = \{*,: ,+,-,\wedge\} \cup \{\epsilon\} = \{*,: ,+,-,\wedge, \epsilon\}$$

$$\text{First}(R) = \text{First}(L) = \text{First}(C) = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$$

$$\text{First}(R') = \{.\} \cup \{\epsilon\} = \{., \epsilon\}$$

$$\text{First}(L) = \text{First}(C) = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$$

$$\text{First}(L') = \text{First}(L) \cup \{\epsilon\} = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\} \cup \{\epsilon\} = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, \epsilon\}$$

W: brak alternatywy (reguła spełniona)

Reguła spełniona, ponieważ w produkcji W nie występuje alternatywa, gdyż $W ::= PW'$.

$$W': \text{First}(O) \cap \{\epsilon\} = \{*,.,+,-,\wedge\} \cap \{\epsilon\} = \emptyset \text{ (reguła spełniona)}$$

Reguła spełniona, ponieważ zbiory symboli pierwszych w zdaniach, które mogą być wyprowadzone są rozłączne.

R: brak alternatywy (reguła spełniona)

Reguła spełniona, ponieważ w produkcji R nie występuje alternatywa, gdyż $R' ::= .L \mid \epsilon$.

$$R': \{.\} \cap \{\epsilon\} = \emptyset \text{ (reguła spełniona)}$$

Reguła spełniona, ponieważ zbiory symboli pierwszych w zdaniach, które mogą być wyprowadzone są rozłączne.

L: brak alternatywy (reguła spełniona)

Reguła spełniona, ponieważ w produkcji L nie występuje alternatywa, gdyż $L ::= CL'$.

$$L': \text{First}(L) \cap \{\epsilon\} = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\} \cap \{\epsilon\} = \emptyset \text{ (reguła spełniona)}$$

Reguła spełniona, ponieważ zbiory symboli pierwszych w zdaniach, które mogą być wyprowadzone są rozłączne.

Sprawdzenie drugiej reguły gramatycznej dla produkcji generujących ϵ

$$\text{First}(Z) = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,(\epsilon)\}$$

$$\text{Follow}(Z) = \text{Follow}(S) = \emptyset$$

$$\text{First}(Z) \cap \text{Follow}(Z) = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,(\epsilon)\} \cap \emptyset = \emptyset \text{ (reguła spełniona)}$$

Reguła jest spełniona, ponieważ dla każdego symbolu nieterminalnego Z, z którego można wyprowadzić pusty ciąg symboli ($Z \rightarrow \epsilon$), zbiór symboli pierwszych jest rozłączny ze zbiorem symboli następnych.

$$\text{First}(W') = \text{First}(O) \cup \{\epsilon\} = \{*,.,+,-,\wedge\} \cup \{\epsilon\} = \{*,.,+,-,\wedge, \epsilon\}$$

$$\text{Follow}(W') = \text{Follow}(W) = \{ ; \} \cup \{ ; \} \cup \{ \} = \{ ;, \}$$

$$\text{First}(W') \cap \text{Follow}(W') = \{ *, ;, +, -, ^, \epsilon \} \cap \{ ;, \} = \emptyset \text{ (reguła spełniona)}$$

Reguła jest spełniona, ponieważ dla każdego symbolu nieterminalnego W' , z którego można wyprowadzić pusty ciąg symboli ($W' \rightarrow *$), zbiór symboli pierwszych jest rozłączny ze zbiorem symboli następnych.

$$\text{First}(R') = \{ . \} \cup \{ \epsilon \} = \{ ., \epsilon \}$$

$$\text{Follow}(R') = \text{Follow}(R) = \text{Follow}(P) = \text{Follow}(W') = \text{Follow}(W) = \{ ; \} \cup \{ ; \} \cup \{ \} = \{ ;, \}$$

$$\text{First}(R') \cap \text{Follow}(R') = \{ ., \epsilon \} \cap \{ ;, \} = \emptyset \text{ (reguła spełniona)}$$

Reguła jest spełniona, ponieważ dla każdego symbolu nieterminalnego R' , z którego można wyprowadzić pusty ciąg symboli ($R' \rightarrow *$), zbiór symboli pierwszych jest rozłączny ze zbiorem symboli następnych.

$$\text{First}(L') = \text{First}(L) \cup \{ \epsilon \} = \{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \} \cup \{ \epsilon \} = \{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \epsilon \}$$

$$\text{Follow}(L') = \text{Follow}(L) = \text{Follow}(R') = \text{Follow}(R) = \text{Follow}(P) = \text{Follow}(W') = \text{Follow}(W) = \{ ; \} \cup \{ ; \} \cup \{ \} = \{ ;, \}$$

$$\text{First}(L') \cap \text{Follow}(L') = \{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \epsilon \} \cap \{ ;, \} = \emptyset \text{ (reguła spełniona)}$$

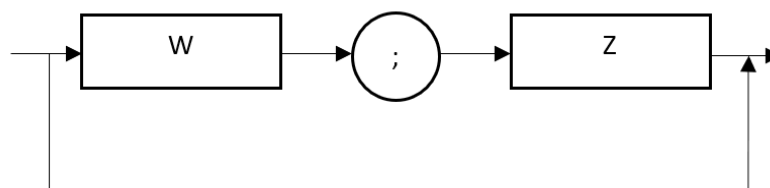
Reguła jest spełniona, ponieważ dla każdego symbolu nieterminalnego L' , z którego można wyprowadzić pusty ciąg symboli ($L' \rightarrow *$), zbiór symboli pierwszych jest rozłączny ze zbiorem symboli następnych.

Diagram składni dla poprawionej gramatyki:

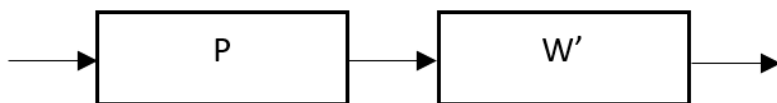
Produkcja S:



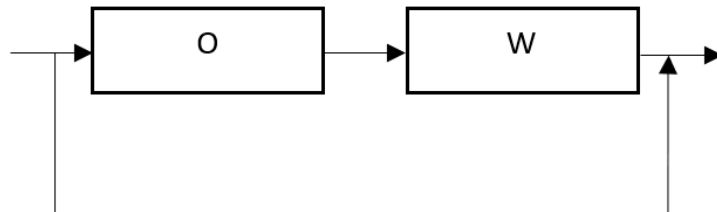
Produkcja Z:



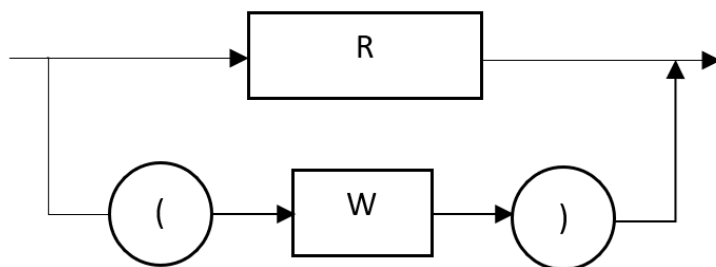
Produkcja W:



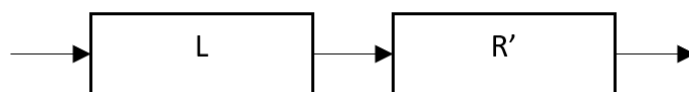
Produkcja W':



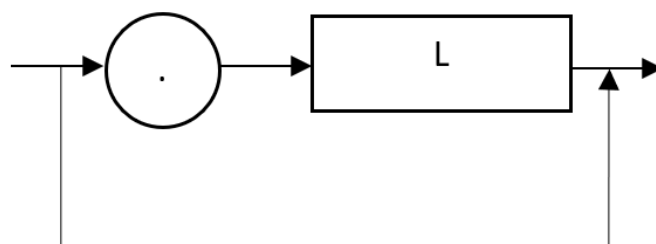
Produkcja P:



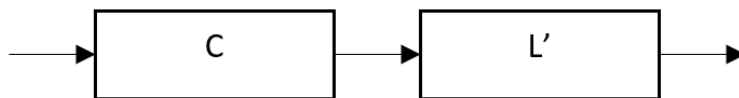
Produkcja R:



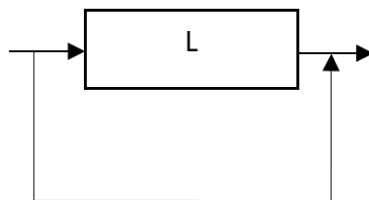
Produkcja R':



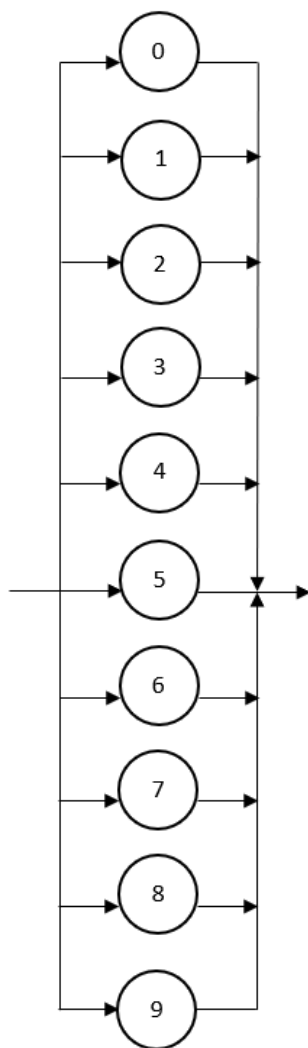
Produkcja L:



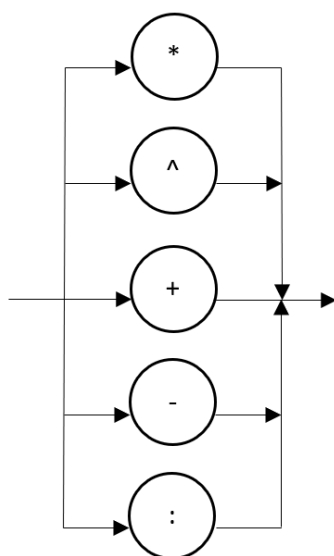
Produkcja L':



Produkcja C:

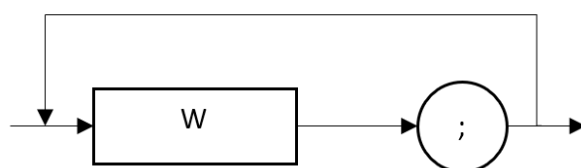


Produkcja O:

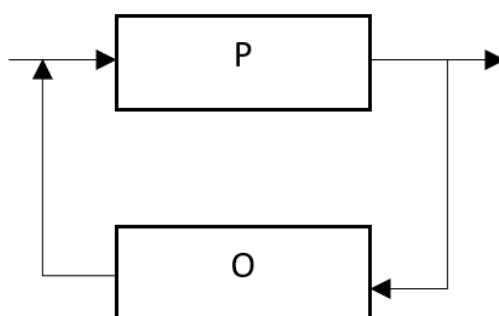


Redukowanie:

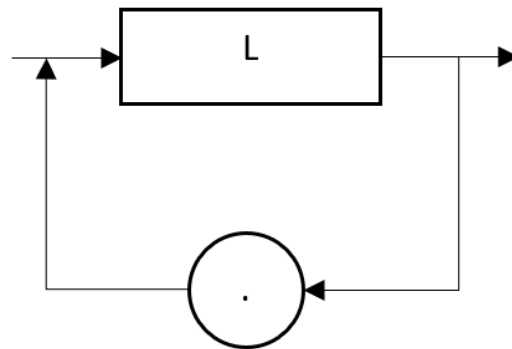
S i Z



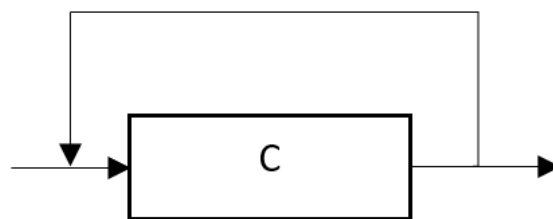
W i W'



$R \dot{\cup} R'$

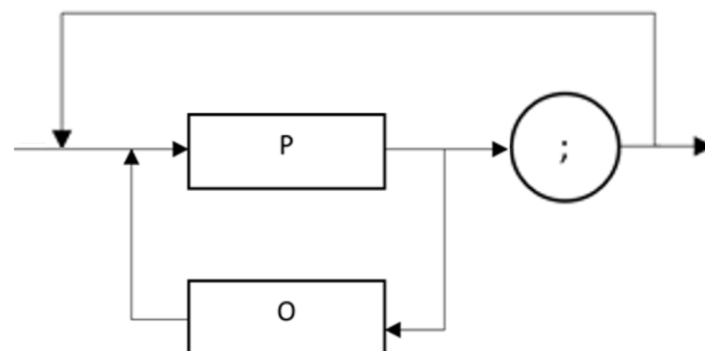


$L \dot{\cup} L'$:

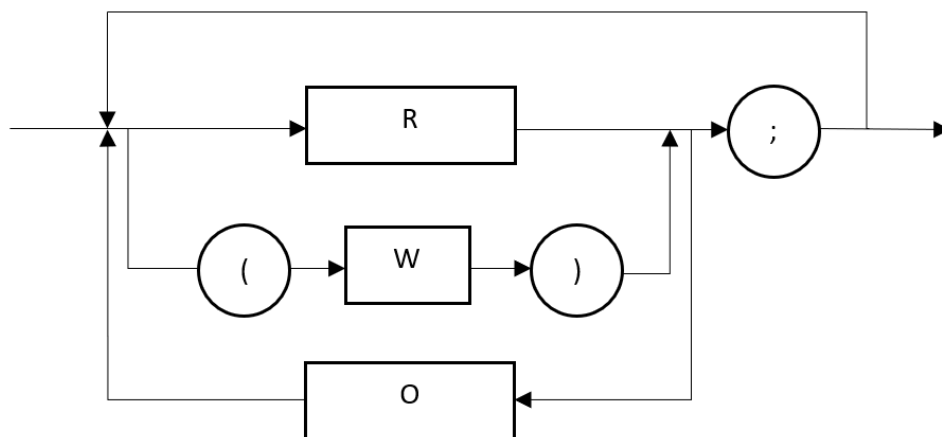


Podstawianie:

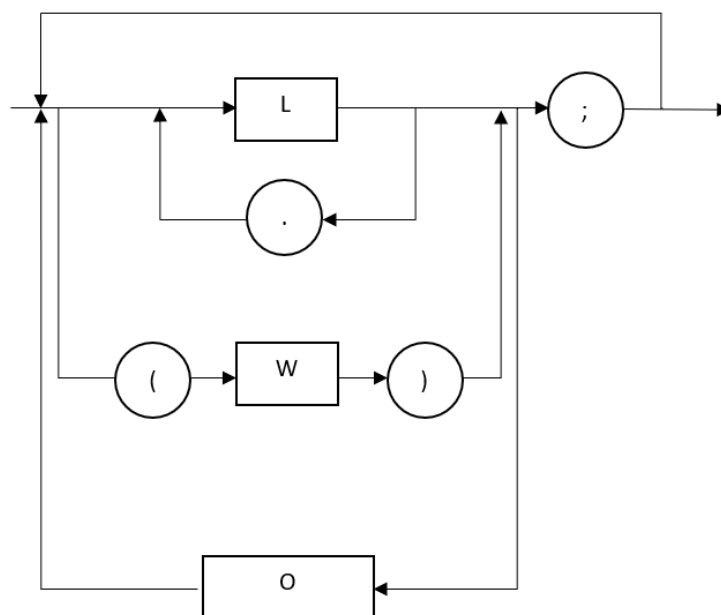
Produkcja W do głowy gramatyki



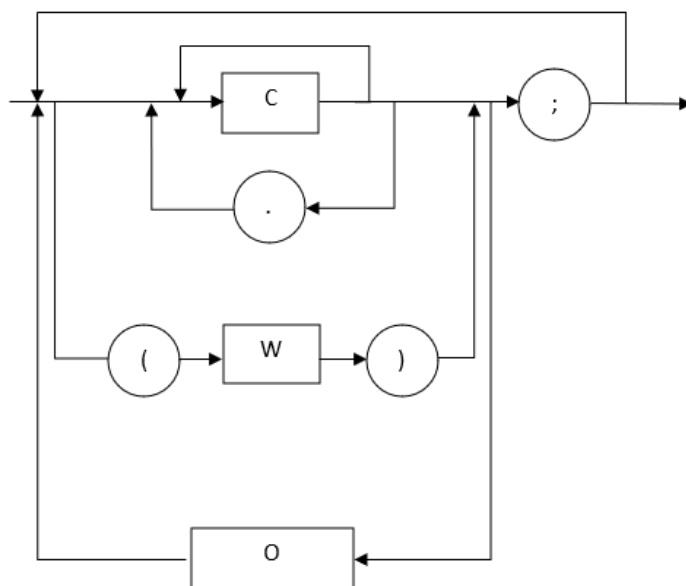
Produkcja P do głowy gramatyki



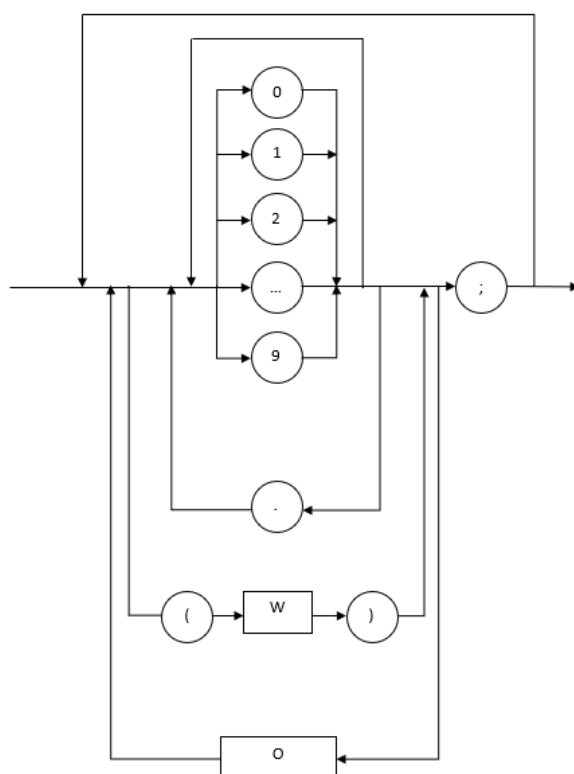
Zredukowana produkcja R do głowy gramatyki



Zredukowana produkcja L do głowy gramatyki



Produkcja C do głowy gramatyki



Do powyższego diagramu wprowadzono uproszczony zapis produkcji C.

Produkcja O do głowy gramatyki

