Algoritmul Cocke-Younger-Kasami (1965)

Acest algoritm abreviat ***CYK*** este utilizat pentru a stabili dacă un cuvânt aparține sau nu limbajului generat de o gramatică independentă de context în forma normală Chomsky.

Algoritmul, folosind metoda programării dinamice, descompune cuvântul supus analizei în subșiruri din ce în ce mai lungi și determină simbolurile neterminale din care pot fi obținute, complexitatea algoritmului fiind de tipul $O(n^3)$.

Fie o gramatică independentă de context $\boldsymbol{G} = (\boldsymbol{N}, \boldsymbol{T}, \boldsymbol{S}, \boldsymbol{P})$ în forma normală Chomsky și fie un cuvânt $\boldsymbol{w} = a_1 a_2 \dots a_n \in \boldsymbol{T}^*$.

Subșirul din cuvântul ***w*** care începe din poziția $i \in \mathbb{N}^*$, $i \leq n$ și are lungimea $j \in \mathbb{N}^*$, $j \leq n+1-i$, se notează prin $w_{i,j} = a_i a_{i+1} \cdots a_{i+j-1}$ şi este numit **subcuvânt** al lui ***w***. Se observă că nu au sens subcuvintele a căror lungime depășesc valoarea $n + 1 - i$.

Pentru fiecare pereche *i* și *j* pentru care există subcuvântul $w_{i,j}$ se defineşte mulţimea $\boldsymbol{A_{i,j}}$ formată din neterminalele gramaticii din care poate fi derivat $w_{i,j}$, adică

$$\boldsymbol{A_{i,j}} = \left\{ X \in \boldsymbol{N} \middle| \, X \overset{*}{\Rightarrow} w_{i,j} \right\}.$$

În funcție de producțiile gramaticii unele dintre aceste mulțimi pot fi vide.

Aplicația 1. Pentru *n* = 5 să se indice mulțimile $\boldsymbol{A_{i,j}}$ care au sens.

Răspuns.

Pentru *j* = 1 au sens mulțimile:

$$\boldsymbol{A_{1,1}}, \boldsymbol{A_{2,1}}, \boldsymbol{A_{3,1}}, \boldsymbol{A_{4,1}}, \boldsymbol{A_{5,1}};$$

Pentru *j* = 2 au sens mulțimile:

$$\boldsymbol{A_{1,2}}, \boldsymbol{A_{2,2}}, \boldsymbol{A_{3,2}}, \boldsymbol{A_{4,2}};$$

Pentru *j* = 3 au sens mulțimile:

$$\boldsymbol{A_{1,3}}, \boldsymbol{A_{2,3}}, \boldsymbol{A_{3,3}};$$

Pentru *j* = 4 au sens mulțimile:

$$\boldsymbol{A_{1,4}}, \boldsymbol{A_{2,4}};$$

Pentru *j* = 5 are sens mulțimea:

$$\boldsymbol{A_{1,5}};$$

Unele dintre mulțimile care au sens pot fi vide.

Algoritmul ***CYK*** are următorii pași:

Pasul 1. Se determină pentru fiecare $i = \overline{1, n}$:

$$\boldsymbol{A_{i,1}} = \{X \in \boldsymbol{N} |\, X \to a_i \text{ este din } \boldsymbol{P}\};$$

Pasul 2. Pentru fiecare pereche *i* și *j*, *j* ≥ 2, pentru care există subcuvântul $w_{i,j}$ se calculează:

$$\boldsymbol{A_{i,j}} = \bigcup_{\substack{1 \leq \boldsymbol{i} \leq n+1-j \\ 1 \leq \boldsymbol{k} \leq j-1}} \left\{ X \in \boldsymbol{N} \middle| \, \exists Y \in \boldsymbol{A_{i,k}}, \exists Z \in \boldsymbol{A_{i+k,j-k}} \ a.\hat{\imath}.\, X \to YZ \text{ este din } \boldsymbol{P} \right\};$$

Pasul 3. Dacă $S \in \boldsymbol{A_{1,n}}$, atunci $w \in \boldsymbol{L(G)}$ şi STOP.

Dacă $S \notin \boldsymbol{A_{1,n}}$, atunci $w \notin \boldsymbol{L(G)}$ şi STOP.

Observația 1. Calculul mulțimilor $\boldsymbol{A_{i,j}}$ foloseşte metoda programării dinamice, cu scopul de a simplifica acest calcul. Totuşi, aceste mulţimi se pot calcula şi direct, identificând toate derivările posibile de forma $X \overset{*}{\Rightarrow} w_{i,j}$.

Observația 2. Au loc implicațiile:

$$S \overset{*}{\Rightarrow} w \Leftrightarrow S \in \boldsymbol{A_{1,n}}.$$

Exemplul 1. Se consideră gramatica independentă de context $\boldsymbol{G} = (\boldsymbol{N}, \boldsymbol{T}, \boldsymbol{S}, \boldsymbol{P})$, unde $\boldsymbol{N} = \{S, D\}$, $\boldsymbol{T} = \{a, b\}$ şi mulţimea ***P*** formată din următoarele producții:

$S \rightarrow aSb \mid aDb$ (1)
$D \rightarrow aD \mid a$ (2)

Pentru a aplica algoritmul ***CYK*** se determină, mai întâi, gramatica independentă de context $\boldsymbol{G^{(n)}} = \left(\boldsymbol{N^{(n)}}, \boldsymbol{T}, \boldsymbol{S}, \boldsymbol{P^{(n)}}\right)$ în forma normală Chomsky, echivalentă cu gramatica ***G***, unde $\boldsymbol{N^{(n)}} = \{S, A, B, C, D\}$, $\boldsymbol{T} = \{a, b\}$ și următoarea mulțime a producțiilor ***P***:

$S \rightarrow AB \mid AC$ (1)
$A \rightarrow a$ (2)
$B \rightarrow SB \mid b$ (3)
$C \rightarrow DB$ (4)
$D \rightarrow AD \mid a$ (5)

Fie cuvântul $\boldsymbol{w_1} = \boldsymbol{aaaabb}$, folosind algoritmul ***CYK*** să se stabilească dacă $w_1 \in \boldsymbol{L}(\boldsymbol{G})$.

Răspunsul se află aplicând algoritmul gramaticii $\boldsymbol{G^{(n)}}$ echivalentă cu gramatica ***G***.

Pasul 1.

Deoarece $n = |w_1| = 6$, se determină mulțimile care au sens

$$\boldsymbol{A_{i,1}} = \{X \in \boldsymbol{N} \mid X \rightarrow a_i \text{ este din } \boldsymbol{P}\}, \text{ pentru } i = \overline{1,6}:$$

- cum $\boldsymbol{A_{1,1}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{1,1}} = \boldsymbol{a}$ se obţine
  $\boldsymbol{A_{1,1}} = \{A, D\}$, deoarece ***P*** conține producțiile $A \rightarrow a$ și $D \rightarrow a$;
- cum $\boldsymbol{A_{2,1}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{2,1}} = \boldsymbol{a}$ se obţine
  $\boldsymbol{A_{2,1}} = \{A, D\}$, deoarece ***P*** conține producțiile $A \rightarrow a$ și $D \rightarrow a$;
- cum $\boldsymbol{A_{3,1}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{3,1}} = \boldsymbol{a}$ se obţine
  $\boldsymbol{A_{3,1}} = \{A, D\}$, deoarece ***P*** conține producțiile $A \rightarrow a$ și $D \rightarrow a$;
- cum $\boldsymbol{A_{4,1}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{4,1}} = \boldsymbol{a}$ se obţine
  $\boldsymbol{A_{4,1}} = \{A, D\}$, deoarece ***P*** conține producțiile $A \rightarrow a$ și $D \rightarrow a$;
- cum $\boldsymbol{A_{5,1}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{5,1}} = \boldsymbol{b}$ se obţine
  $\boldsymbol{A_{5,1}} = \{B\}$, deoarece ***P*** conține producția $B \rightarrow b$;
- cum $\boldsymbol{A_{6,1}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{6,1}} = \boldsymbol{b}$ se obţine
  $\boldsymbol{A_{6,1}} = \{B\}$, deoarece ***P*** conține producția $B \rightarrow b$.

Pasul 2.

Conform algoritmului pasul 2 se obține astfel:

- **pentru *j* = 2** se determină mulțimile $\boldsymbol{A_{i,2}}$, $i = \overline{1,5}$, folosind mulţimile determinate la pasul 1 sau de mai sus, $\boldsymbol{A_{i,1}}$ şi $\boldsymbol{A_{i+1,1}}$:
    - cum $\boldsymbol{A_{1,2}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{1,2} = aa}$, se obține $\boldsymbol{A_{1,2}} = \{D\}$, deoarece $\boldsymbol{A_{1,1}} = \{A, D\}$ = $\boldsymbol{A_{2,2-1}}$ și se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *AD* din ***P***, acesta fiind *X* = *D*. Celelalte variante *X* → *AA*, *X* → *DD* și *X* → *DA* nu există în ***P***.
    - cum $\boldsymbol{A_{2,2}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{2,2} = aa}$, se obține $\boldsymbol{A_{2,2}} = \{D\}$, deoarece $\boldsymbol{A_{2,1}} = \{A, D\}$ = $\boldsymbol{A_{3,2-1}}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *AD* din ***P***, acesta fiind *X* = *D*. Celelalte variante *X* → *AA*, *X* → *DD* și *X* → *DA* nu există în ***P***.
    - cum $\boldsymbol{A_{3,2}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{3,2} = aa}$, se obține $\boldsymbol{A_{3,2}} = \{D\}$, deoarece $\boldsymbol{A_{3,1}} = \{A, D\}$ = $\boldsymbol{A_{4,2-1}}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *AD* din ***P***, acesta fiind *X* = *D*. Celelalte variante *X* → *AA*, *X* → *DD* și *X* → *DA* nu există în ***P***.
    - cum $\boldsymbol{A_{4,2}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{4,2} = ab}$, se obține $\boldsymbol{A_{4,2}} = \{S, C\}$, deoarece $\boldsymbol{A_{4,1}} = \{A, D\}, \boldsymbol{A_{5,2-1}} = \{B\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *AB* sau producția *X* → *DB* din ***P***, acesta fiind *X* = *S*, respectiv *X* = C.
    - cum $\boldsymbol{A_{5,2}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{5,2} = bb}$, se obține $\boldsymbol{A_{5,2}} = \emptyset$, deoarece $\boldsymbol{A_{5,1}} = \{B\}$ *și* $\boldsymbol{A_{6,2-1}} = \{B\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *BB,* care nu există în ***P***.

- **pentru *j* = 3** se determină mulțimile $\boldsymbol{A_{i,3}}$, $i = \overline{1,4}$, folosind mulţimile determinate la pasul 1 sau de mai sus, $\boldsymbol{A_{i,1}}$ şi $\boldsymbol{A_{i+1,2}}$ sau $\boldsymbol{A_{i,2}}$ şi $\boldsymbol{A_{i+2,1}}$:
    - cum $\boldsymbol{A_{1,3}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{1,3} = aaa}$, se obține

$\boldsymbol{A_{1,3}} = \{D\} \cup \emptyset = \{D\}$, deoarece:

- *cazul 1*: $\boldsymbol{A_{1,1}} = \{A, D\}$ şi $\boldsymbol{A_{2,3-1}} = \{D\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *AD* din ***P***, acesta fiind *X* = *D*. Cealaltă variantă *X* → *DD* nu există în ***P***;

- *cazul 2*: $\boldsymbol{A_{1,2}} = \{D\}, \boldsymbol{A_{3,3-2}} = \{A, D\}$ nu există neterminalul *X* care să satisfacă vreo producție *X* → *DA* sau *X* → *DD* în ***P***.

- cum $\boldsymbol{A_{2,3}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{2,3} = aaa}$, se obține

$\boldsymbol{A_{2,3}} = \{D\} \cup \emptyset = \{D\}$, deoarece:

- *cazul 1*: $\boldsymbol{A_{2,1}} = \{A, D\}$ şi $\boldsymbol{A_{3,3-1}} = \{D\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *AD* din ***P***, acesta fiind *X* = *D*. Cealaltă variantă *X* → *DD* nu există în ***P***;

-*cazul 2*: $\boldsymbol{A_{2,2}} = \{D\}$ şi $\boldsymbol{A_{4,3-2}} = \{A, D\}$ nu există neterminalul *X* care să satisfacă vreo producție *X* → *DA* sau *X* → *DD* în ***P***.

- cum $\boldsymbol{A_{3,3}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{3,3} = aab}$, se obține

$$A_{3,3} = \{S\} \cup \{C\} = \{S, C\}$$, deoarece:

- *cazul 1*: $\boldsymbol{A_{3,1}} = \{A, D\}$ şi $\boldsymbol{A_{4,3-1}} = \{S, C\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *AC* din ***P***, acesta fiind *X* = *S*. Celelalte variante *X* → *AS*| DS| DC nu există în ***P***;
- *cazul 2*: $\boldsymbol{A_{3,2}} = \{D\}$ şi $\boldsymbol{A_{5,3-2}} = \{B\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *DB* din ***P***, acesta fiind *X* = *C*.

- cum $\boldsymbol{A_{4,3}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{4,3}} = \boldsymbol{abb}$, se obține

$$A_{4,3} = \emptyset \cup \{B\} = \{B\}$$, deoarece:

- *cazul 1*: $\boldsymbol{A_{4,1}} = \{A, D\}$ şi $\boldsymbol{A_{5,3-1}} = \emptyset$, nu există neterminalul *X* care să satisfacă vreo producție din ***P***;
- *cazul 2*: $\boldsymbol{A_{4,2}} = \{S, C\}$ şi $\boldsymbol{A_{5,3-2}} = \{B\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *SB* din ***P***, acesta fiind *X* = *B*. Cealaltă variantă *X* → *CB* nu există în ***P.***

- **pentru *j* = 4** se determină mulțimile $\boldsymbol{A_{i,4}}$, $i = \overline{1,3}$, folosind mulţimile determinate la pasul 1 sau de mai sus, respectiv $\boldsymbol{A_{i,1}}$ şi $\boldsymbol{A_{i+1,3}}$ sau $\boldsymbol{A_{i,2}}$ şi $\boldsymbol{A_{i+2,2}}$ sau $\boldsymbol{A_{i,3}}$ şi $\boldsymbol{A_{i+3,1}}$:

- cum $\boldsymbol{A_{1,4}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{1,4}} = \boldsymbol{aaaa}$, se obține

$$A_{1,4} = \{D\} \cup \emptyset \cup \emptyset = \{D\}$$, deoarece:

- *cazul 1*: $\boldsymbol{A_{1,1}} = \{A, D\}$ şi $\boldsymbol{A_{2,4-1}} = \{D\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *AD* din ***P***, acesta fiind *X* = *D*. Cealaltă variantă *X* → *DD* nu există în ***P***;
- *cazul 2*: $\boldsymbol{A_{1,2}} = \{D\}$ şi $\boldsymbol{A_{3,4-2}} = \{D\}$, nu există neterminalul *X* care să satisfacă vreo producție *X* → *DD* în ***P***.
- *cazul 3*: $\boldsymbol{A_{1,3}} = \{D\}$ şi $\boldsymbol{A_{4,4-3}} = \{A, D\}$ nu există neterminalul *X* care să satisfacă vreo producție *X* → *DA* sau *X* → *DD* în ***P***.

- cum $\boldsymbol{A_{2,4}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{2,4}} = \boldsymbol{aaab}$, se obține

$$A_{2,4} = \{S\} \cup \emptyset \cup \{C\} = \{C, S\}$$, deoarece:

- *cazul 1*: $\boldsymbol{A_{2,1}} = \{A, D\}$ şi $\boldsymbol{A_{3,4-1}} = \{S, C\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *AC* din ***P***, acesta fiind *X* = *S*. Celelalte variante *X* → *AS*| DS| DC nu pot exista în ***P***.
- *cazul 2*: $\boldsymbol{A_{2,2}} = \{D\}$ şi $\boldsymbol{A_{4,4-2}} = \{S, C\}$, nu există neterminalul *X* care să satisfacă vreo producție *X* → *DS* sau *X* → *DC* din ***P***;
- *cazul 3*: $\boldsymbol{A_{2,3}} = \{D\}$ şi $\boldsymbol{A_{5,4-3}} = \{B\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *DB* din ***P***, acesta fiind *X* = *C*.

- cum $\boldsymbol{A_{3,4}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{3,4}} = \boldsymbol{aabb}$, se obține

$$A_{3,4} = \{C, S\} \cup \emptyset \cup \{B\} = \{B, C, S\}$$, deoarece:

- *cazul 1*: $\boldsymbol{A_{3,1}} = \{A, D\}$ şi $\boldsymbol{A_{4,4-1}} = \{B\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *AB* sau producția *X* → *DB* din ***P***, acesta fiind *X* ∈ $\{S, C\}$.
- *cazul 2*: $\boldsymbol{A_{3,2}} = \{D\}$ şi $\boldsymbol{A_{5,4-2}} = \emptyset$, nu există neterminalul *X* care să satisfacă vreo producție din ***P***;
- *cazul 3*: $\boldsymbol{A_{3,3}} = \{S, C\}$ şi $\boldsymbol{A_{6,4-3}} = \{B\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *SB* din ***P***, acesta fiind *X* = *B*. Cealaltă variantă *X* → *CB* nu există în ***P***.

- **pentru *j* = 5** se determină mulțimile $\boldsymbol{A_{i,5}}$, $i = \overline{1,2}$, folosind mulţimile determinate la pasul 1 sau de mai sus, respectiv $\boldsymbol{A_{i,1}}$ şi $\boldsymbol{A_{i+1,4}}$ sau $\boldsymbol{A_{i,2}}$ şi $\boldsymbol{A_{i+2,3}}$ sau $\boldsymbol{A_{i,3}}$ şi $\boldsymbol{A_{i+3,2}}$ sau $\boldsymbol{A_{i,4}}$ şi $\boldsymbol{A_{i+4,1}}$:

- cum $\boldsymbol{A_{1,5}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{1,5}} = \boldsymbol{aaaab}$, se obține

$\boldsymbol{A_{1,5}} = \{S\} \cup \emptyset \cup \emptyset \cup \{C\} = \{C,S\}$, deoarece:

- *cazul 1*: $\boldsymbol{A_{1,1}} = \{A,D\}$ şi $\boldsymbol{A_{2,5-1}} = \{C,S\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *AC* din ***P***, acesta fiind $X \in \{S\}$. Celelalte variante *X* → *AS*| DC| DS nu pot exista în ***P***.
- *cazul 2*: $\boldsymbol{A_{1,2}} = \{D\}$ şi $\boldsymbol{A_{3,5-2}} = \{C,S\}$, nu există neterminalul *X* care să satisfacă vreo producție *X* → *DS* sau *X* → *DC* din ***P***;
- *cazul 3*: $\boldsymbol{A_{1,3}} = \{D\}$ şi $\boldsymbol{A_{4,5-3}} = \{S,C\}$, nu există neterminalul *X* care să satisfacă vreo producție *X* → *DS* sau *X* → *DC* din ***P***;
- *cazul 4*: $\boldsymbol{A_{1,4}} = \{D\}$ şi $\boldsymbol{A_{5,5-4}} = \{B\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *DB* din ***P***, acesta fiind *X* = *C*.

- cum $\boldsymbol{A_{2,5}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{2,5}} = \boldsymbol{aaabb}$, se obține

$\boldsymbol{A_{2,5}} = \{S,C\} \cup \{C\} \cup \emptyset \cup \{B\} = \{B,C,S\}$, deoarece:

- *cazul 1*: $\boldsymbol{A_{2,1}} = \{A,D\}$ şi $\boldsymbol{A_{3,5-1}} = \{B,C,S\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *AC* sau producția *X* → *AB* sau producția *X* → *DB* din ***P***, acesta fiind $X \in \{S,C\}$. Celelalte variante *X* → *AS*| *DC*| *DS* nu pot exista în ***P***.
- *cazul 2*: $\boldsymbol{A_{2,2}} = \{D\}$ şi $\boldsymbol{A_{4,5-2}} = \{B\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *DB* din ***P***, acesta fiind *X* = *C*.
- *cazul 3*: $\boldsymbol{A_{2,3}} = \{D\}$ şi $\boldsymbol{A_{5,5-3}} = \emptyset$, nu există neterminalul *X* care să satisfacă vreo producție din ***P***;
- *cazul 4*: $\boldsymbol{A_{2,4}} = \{C,S\}$ şi $\boldsymbol{A_{6,5-4}} = \{B\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *SB* din ***P***, acesta fiind *X* = *B*. Cealaltă variantă *X* → *CB* nu există în ***P***.

- **pentru *j* = 6** se determină mulțimea $\boldsymbol{A_{1,6}}$, folosind mulţimile determinate la pasul 1 sau de mai sus, respectiv $\boldsymbol{A_{1,1}}$ şi $\boldsymbol{A_{2,5}}$ sau $\boldsymbol{A_{1,2}}$ şi $\boldsymbol{A_{3,4}}$ sau $\boldsymbol{A_{1,3}}$ şi $\boldsymbol{A_{4,3}}$ sau $\boldsymbol{A_{1,4}}$ şi $\boldsymbol{A_{5,2}}$ sau $\boldsymbol{A_{1,5}}$ şi $\boldsymbol{A_{6,1}}$:

- cum $\boldsymbol{A_{1,6}}$ se referă la subcuvântul $\boldsymbol{w_{1,6}} = \boldsymbol{aaaabb}$, se obține

$\boldsymbol{A_{1,6}} = \{S,C\} \cup \{C\} \cup \{C\} \cup \emptyset \cup \{B\} = \{B,C,S\}$, deoarece:

- *cazul 1*: $\boldsymbol{A_{1,1}} = \{A,D\}$ şi $\boldsymbol{A_{2,6-1}} = \{B,C,S\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *AC* sau producția *X* → *AB* sau producția *X* → *DB* din ***P***, acesta fiind $X \in \{S,C\}$. Celelalte variante *X* → *AS*| *DC*| *DS* nu există în ***P***.
- *cazul 2*: $\boldsymbol{A_{1,2}} = \{D\}$ şi $\boldsymbol{A_{3,6-2}} = \{B,C,S\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *DB* din ***P***, acesta fiind *X* = *C*. Celelalte variante *X* → *DC*| *DS* nu există în ***P***;
- *cazul 3*: $\boldsymbol{A_{1,3}} = \{D\}$ şi $\boldsymbol{A_{4,6-3}} = \{B\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *DB* din ***P***, acesta fiind *X* = *C*.
- *cazul 4*: $\boldsymbol{A_{1,4}} = \{D\}$ şi $\boldsymbol{A_{5,6-4}} = \emptyset$, nu există neterminalul *X* care să satisfacă vreo producție din ***P***;
- *cazul 5*: $\boldsymbol{A_{1,5}} = \{C,S\}$ şi $\boldsymbol{A_{6,6-5}} = \{B\}$ se caută neterminalul *X* care satisface producția *X* → *SB* din ***P***, acesta fiind *X* = *B*. Cealaltă variantă *X* → *CB* nu există în ***P***.

Rezultatele obținute se pot sistematiza sub forma următorului tabel cu 6 linii și 6 coloane:

$j \backslash i$	1	2	3	4	5	6
1	$\{D,A\}$	$\{D,A\}$	$\{D,A\}$	$\{D,A\}$	$\{B\}$	$\{B\}$
2	$\{D\}$	$\{D\}$	$\{D\}$	$\{S,C\}$	$\emptyset$	
3	$\{D\}$	$\{D\}$	$\{S,C\}$	$\{B\}$		
4	$\{D\}$	$\{S,C\}$	$\{S,B,C\}$			
5	$\{S,C\}$	$\{S,B,C\}$				
6	$\{S,B,C\}$					

Pasul 3. Deoarece $S \in \boldsymbol{A_{1,6}}$, rezultă $w_1 \in \boldsymbol{L(G)}$.

Fie cuvântul $\boldsymbol{w_2 = aabaabbba}$, folosind algoritmul ***CYK*** să se stabilească dacă $w_2 \in \boldsymbol{L(G)}$. Răspunsul se află aplicând algoritmul gramaticii $G^{(n)}$ echivalentă cu gramatica ***G***. Deoarece $n = |w_2| = 9$, în urma aplicării algoritmului ***CYK*** s-au obținut rezultatele din următorul tabel cu 9 linii și 9 coloane:

$j \backslash i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	$\{D,A\}$	$\{D,A\}$	$\{B\}$	$\{D,A\}$	$\{D,A\}$	$\{B\}$	$\{B\}$	$\{B\}$	$\{D,A\}$
2	$\{D\}$	$\{S,C\}$	$\emptyset$	$\{D\}$	$\{S,C\}$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	
3	$\{S,C\}$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\{S,C\}$	$\{B\}$	$\emptyset$	$\emptyset$		
4	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\{S,B,C\}$	$\emptyset$	$\emptyset$			
5	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\{B\}$	$\emptyset$				
6	$\emptyset$	$\{B\}$	$\emptyset$	$\emptyset$					
7	$\{S,B,C\}$	$\{B\}$	$\emptyset$						
8	$\{S,B,C\}$	$\emptyset$							
9	$\emptyset$								

Deoarece $S \notin \boldsymbol{A_{1,9}} = \emptyset$ cuvântul $w_2 \notin \boldsymbol{L(G)}$.