

ОПИСАНИЕ СИНТАКСИСА ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ L-ГРАФОВ

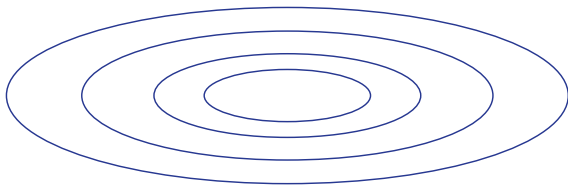
А.А. Вылиток
Т.В. Генералова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
факультет вычислительной математики и кибернетики
кафедра алгоритмических языков

Москва, 2015

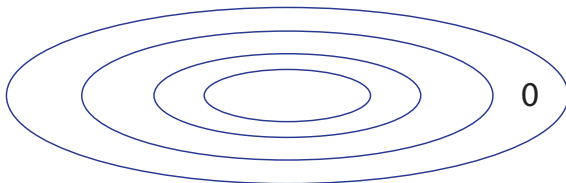
Иерархия Хомского

1



Иерархия Хомского

1

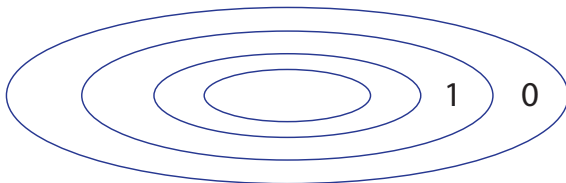


Соответствующий класс порождающих грамматик

0: порождающие грамматики без ограничений

Иерархия Хомского

1



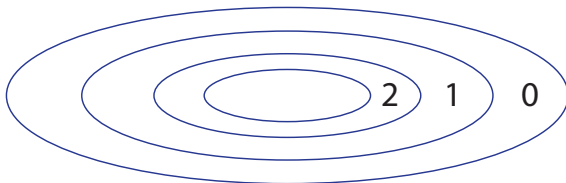
Соответствующий класс порождающих грамматик

0: порождающие грамматики без ограничений

1: контекстно-зависимые грамматики

Иерархия Хомского

1



Соответствующий класс порождающих грамматик

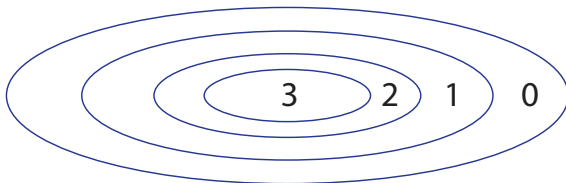
0: порождающие грамматики без ограничений

1: контекстно-зависимые грамматики

2: контекстно-свободные грамматики (бесконтекстные)

Иерархия Хомского

1

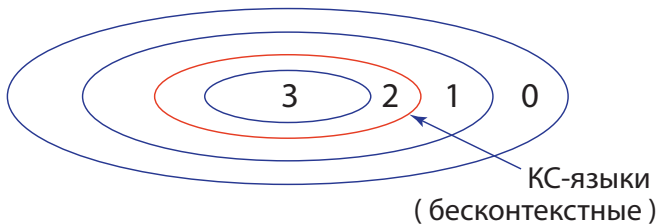


Соответствующий класс порождающих грамматик

- 0: порождающие грамматики без ограничений
- 1: контекстно-зависимые грамматики
- 2: контекстно-свободные грамматики (бесконтекстные)
- 3: регулярные грамматики

Пример бесконтекстного языка

2



$$\{a^n b^n \mid n \geq 1\}$$

Определение L-графа

3

L-графом G назовем шестерку $G = \langle V, \Sigma, P, E, I, F \rangle$, в которой:

Определение L-графа

3

L-графом G назовем шестерку $G = \langle V, \Sigma, P, E, I, F \rangle$, в которой:

- ▶ V — конечное множество *вершин*,

Определение L-графа

3

L-графом G назовем шестерку $G = \langle V, \Sigma, P, E, I, F \rangle$, в которой:

- ▶ V — конечное множество *вершин*,
- ▶ Σ — алфавит *основных* символов,

Определение L-графа

3

L-графом G назовем шестерку $G = \langle V, \Sigma, P, E, I, F \rangle$, в которой:

- ▶ V — конечное множество *вершин*,
- ▶ Σ — алфавит *основных* символов,
- ▶ P — скобочное множество,

Определение L-графа

3

L-графом G назовем шестерку $G = \langle V, \Sigma, P, E, I, F \rangle$, в которой:

- ▶ V — конечное множество *вершин*,
- ▶ Σ — алфавит *основных* символов,
- ▶ P — скобочное множество,
- ▶ $I \subseteq V$ — множество *начальных* вершин,

L-графом G назовем шестерку $G = \langle V, \Sigma, P, E, I, F \rangle$, в которой:

- ▶ V — конечное множество *вершин*,
- ▶ Σ — алфавит *основных* символов,
- ▶ P — скобочное множество,
- ▶ $I \subseteq V$ — множество *начальных* вершин,
- ▶ $F \subseteq V$ — множество *заключительных* вершин,

L-графом G назовем шестерку $G = \langle V, \Sigma, P, E, I, F \rangle$, в которой:

- ▶ V — конечное множество *вершин*,
- ▶ Σ — алфавит *основных* символов,
- ▶ P — скобочное множество,
- ▶ $I \subseteq V$ — множество *начальных* вершин,
- ▶ $F \subseteq V$ — множество *заключительных* вершин,
- ▶ $E \subseteq V \times (\Sigma \cup \{\varepsilon\}) \times (P \cup \{\varepsilon\}) \times (P \cup \{\varepsilon\}) \times V$ — множество *дуг*.

L-графом G назовем шестерку $G = \langle V, \Sigma, P, E, I, F \rangle$, в которой:

- ▶ V — конечное множество *вершин*,
- ▶ Σ — алфавит *основных* символов,
- ▶ P — скобочное множество,
- ▶ $I \subseteq V$ — множество *начальных* вершин,
- ▶ $F \subseteq V$ — множество *заклучительных* вершин,
- ▶ $E \subseteq V \times (\Sigma \cup \{\varepsilon\}) \times (P \cup \{\varepsilon\}) \times (P \cup \{\varepsilon\}) \times V$ — множество *дуг*.

L-граф называется *бесконтекстным*, если

$$E \subseteq V \times (\Sigma \cup \{\varepsilon\}) \times (P \cup \{\varepsilon\}) \times \{\varepsilon\} \times V$$

L-графом G назовем шестерку $G = \langle V, \Sigma, P, E, I, F \rangle$, в которой:

- ▶ V — конечное множество *вершин*,
- ▶ Σ — алфавит *основных* символов,
- ▶ P — скобочное множество,
- ▶ $I \subseteq V$ — множество *начальных* вершин,
- ▶ $F \subseteq V$ — множество *заключительных* вершин,
- ▶ $E \subseteq V \times (\Sigma \cup \{\varepsilon\}) \times (P \cup \{\varepsilon\}) \times (P \cup \{\varepsilon\}) \times V$ — множество *дуг*.

L-граф называется *бесконтекстным*, если

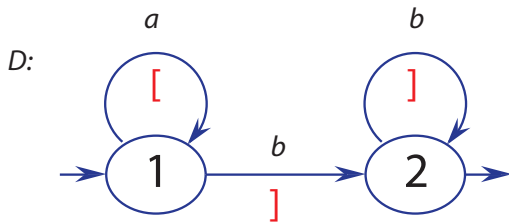
$$E \subseteq V \times (\Sigma \cup \{\varepsilon\}) \times (P \cup \{\varepsilon\}) \times \{\varepsilon\} \times V$$

L-граф называется *регулярным*, если

$$E \subseteq V \times (\Sigma \cup \{\varepsilon\}) \times \{\varepsilon\} \times \{\varepsilon\} \times V$$

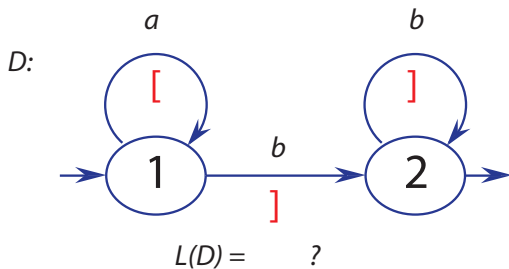
Пример описания бесконтекстного языка

4



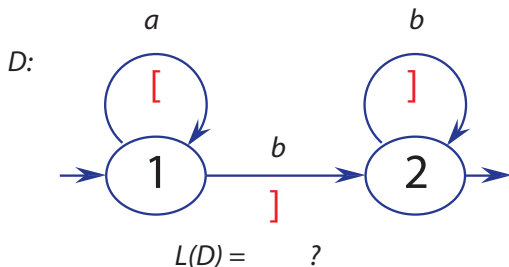
Пример описания бесконтекстного языка

4



Пример описания бесконтекстного языка

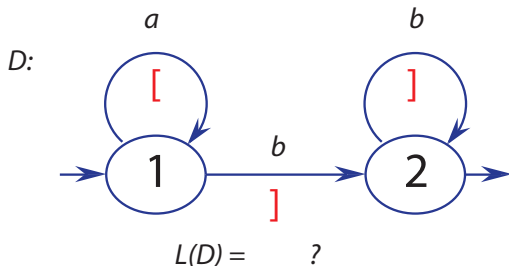
4



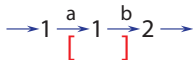
Успешный маршрут — из начальной вершины в заключительную, сбалансированный по скобкам.

Пример описания бесконтекстного языка

4

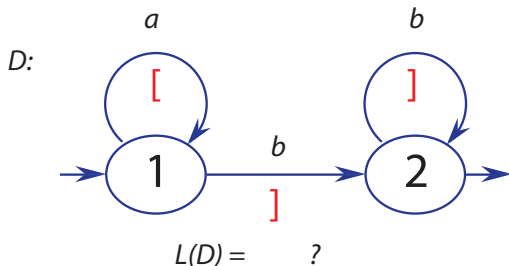


Успешный маршрут — из начальной вершины в заключительную, сбалансированный по скобкам.



Пример описания бесконтекстного языка

4

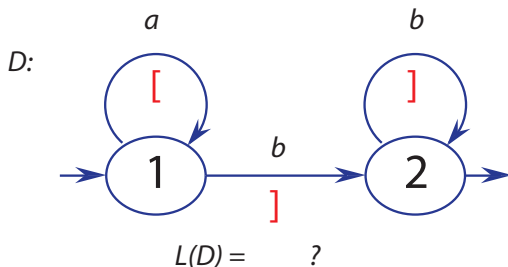


Успешный маршрут — из начальной вершины в заключительную, сбалансированный по скобкам.

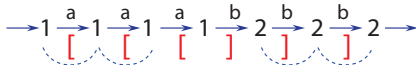


Пример описания бесконтекстного языка

4

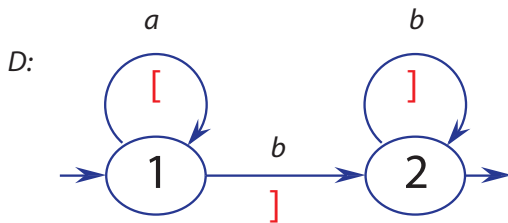


Успешный маршрут — из начальной вершины в заключительную, сбалансированный по скобкам.



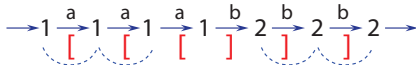
Пример описания бесконтекстного языка

4



$$L(D) = \{a^n b^n \mid n \geq 1\}$$

Успешный маршрут — из начальной вершины в заключительную, сбалансированный по скобкам.



Синтаксис арифметического выражения

БНФ

5

$$\begin{aligned}\langle \text{выражение} \rangle &::= \langle \text{слагаемое} \rangle \quad \{ + \langle \text{слагаемое} \rangle \} \\ \langle \text{слагаемое} \rangle &::= \langle \text{сомножитель} \rangle \quad \{ * \langle \text{сомножитель} \rangle \} \\ \langle \text{сомножитель} \rangle &::= \langle \text{переменная} \rangle \quad | \quad (\langle \text{выражение} \rangle)\end{aligned}$$

Синтаксис арифметического выражения

БНФ

5

$$\begin{aligned}\langle \text{выражение} \rangle &::= \langle \text{слагаемое} \rangle \quad \{ + \langle \text{слагаемое} \rangle \} \\ \langle \text{слагаемое} \rangle &::= \langle \text{сомножитель} \rangle \quad \{ * \langle \text{сомножитель} \rangle \} \\ \langle \text{сомножитель} \rangle &::= \langle \text{переменная} \rangle \quad | \quad (\langle \text{выражение} \rangle)\end{aligned}$$

КС-грамматика с итерациями

$$\begin{aligned}S &\rightarrow A \{ + A \} \\ A &\rightarrow B \{ * B \} \\ B &\rightarrow a \mid (S)\end{aligned}$$

Синтаксис арифметического выражения

СД

6

$$S \rightarrow A \{ + A \}$$

$$A \rightarrow B \{ * B \}$$

$$B \rightarrow a \mid (S)$$

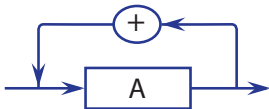
Синтаксис арифметического выражения

СД

6

S:

$$S \rightarrow A \{ + A \}$$



$$A \rightarrow B \{ * B \}$$

$$B \rightarrow a \mid (S)$$

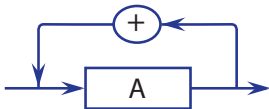
Синтаксис арифметического выражения

СД

6

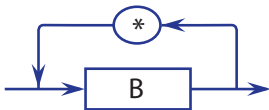
$$S \rightarrow A \{ + A \}$$

S:



$$A \rightarrow B \{ * B \}$$

A:



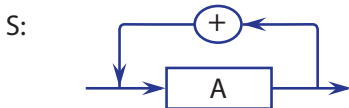
$$B \rightarrow a \mid (S)$$

Синтаксис арифметического выражения

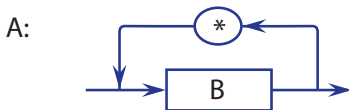
СД

6

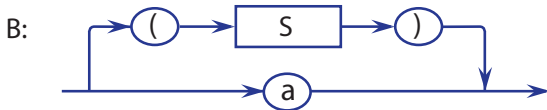
$$S \rightarrow A \{ + A \}$$



$$A \rightarrow B \{ * B \}$$

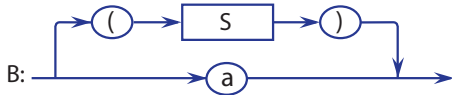
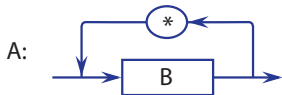
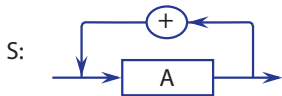


$$B \rightarrow a \mid (S)$$



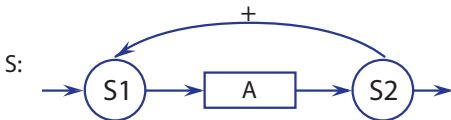
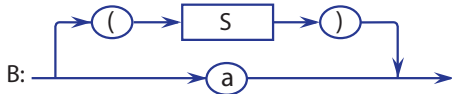
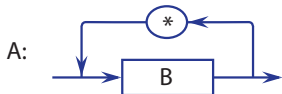
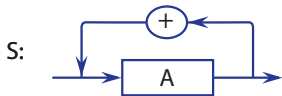
Преобразование СД в L-граф

7



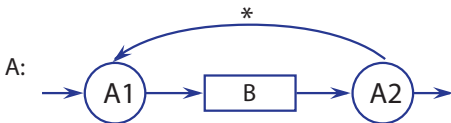
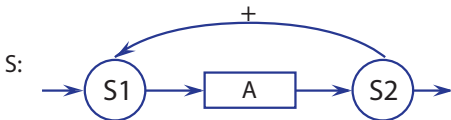
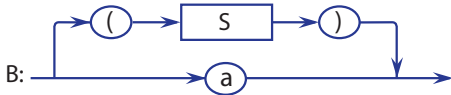
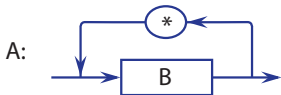
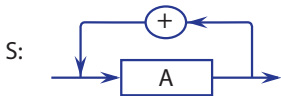
Преобразование СД в L-граф

7



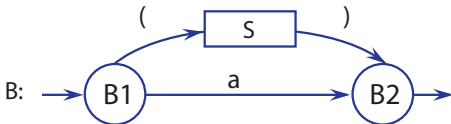
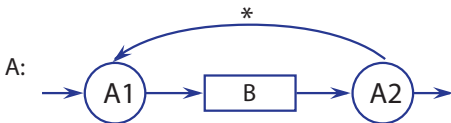
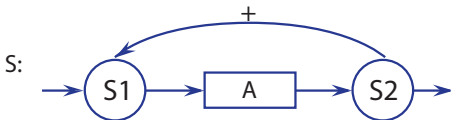
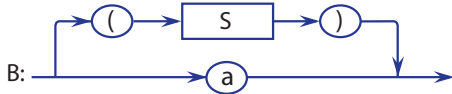
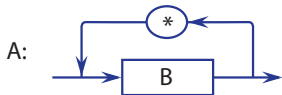
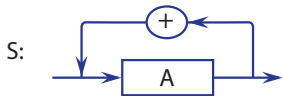
Преобразование СД в L-граф

7



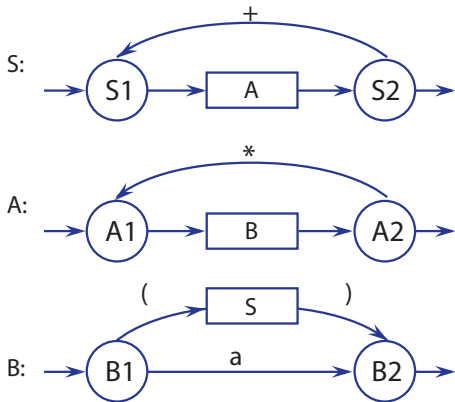
Преобразование СД в L-граф

7



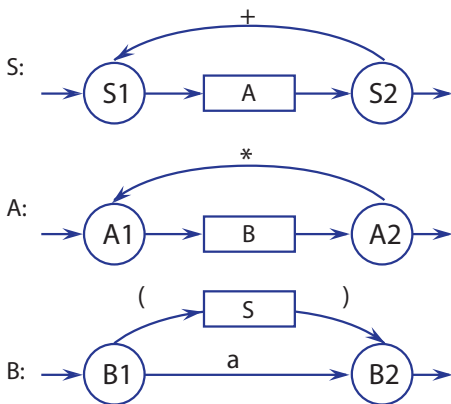
Преобразование СД в L-граф

7



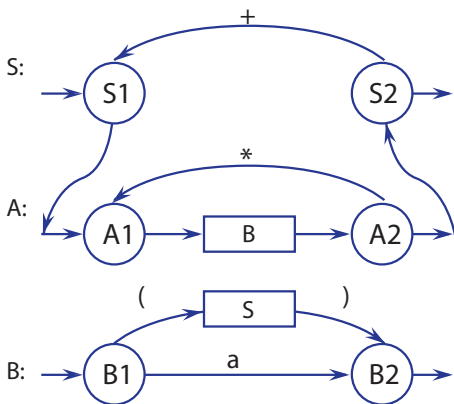
Преобразование СД в L-граф

7



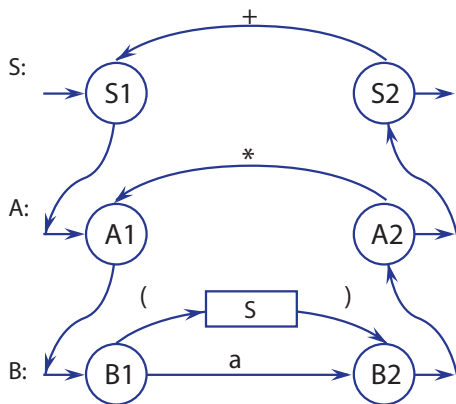
Преобразование СД в L-граф

7



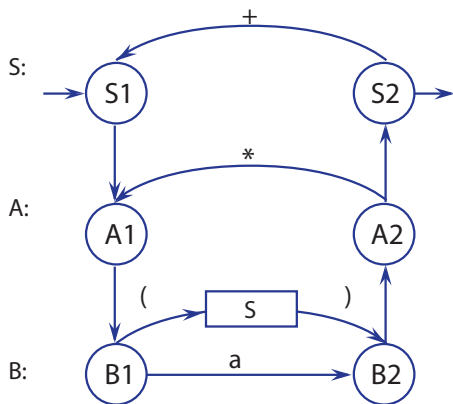
Преобразование СД в L-граф

7



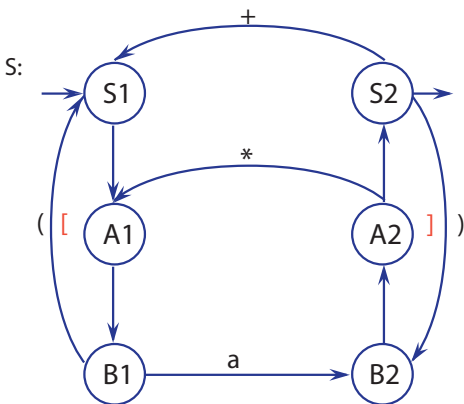
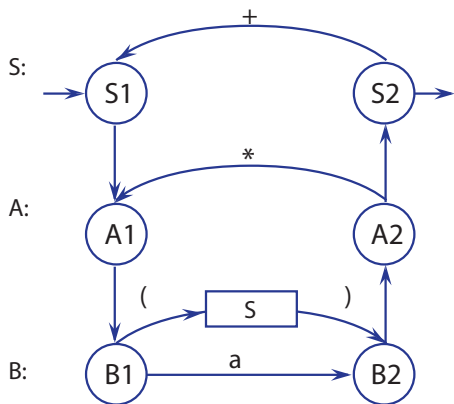
Преобразование СД в L-граф

7



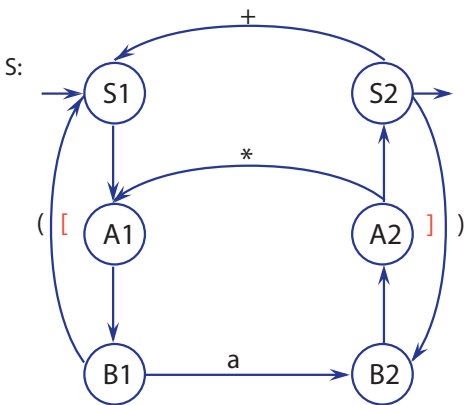
Преобразование СД в L-граф

7



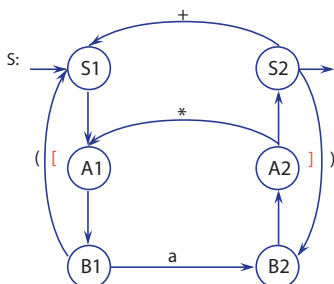
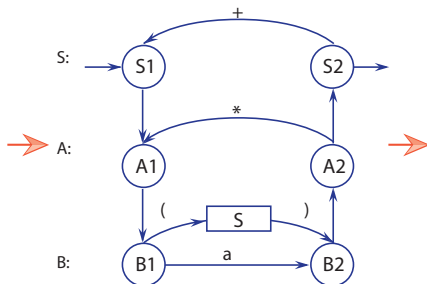
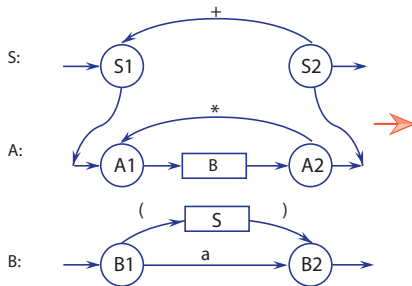
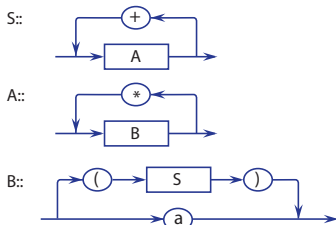
Преобразование СД в L-граф

7



Преобразование СД в L-граф

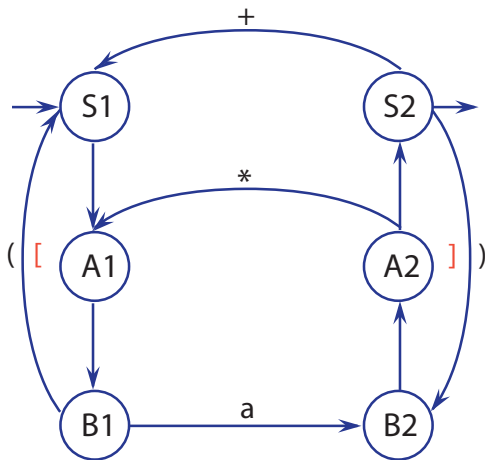
7



Масштабирование

8

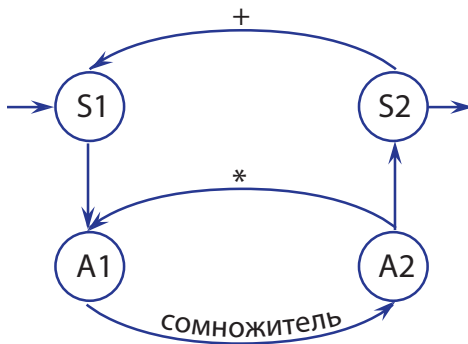
S:



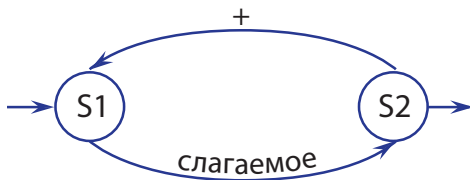
Масштабирование

8

S:



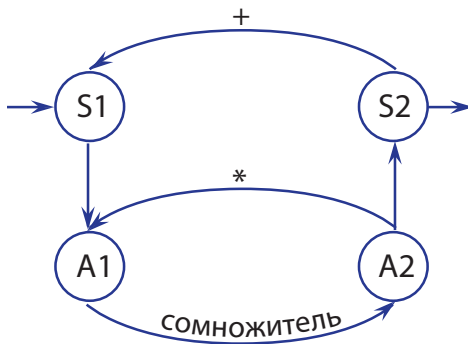
S:



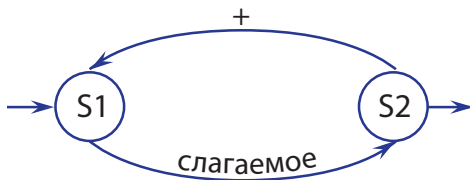
Масштабирование

8

S:



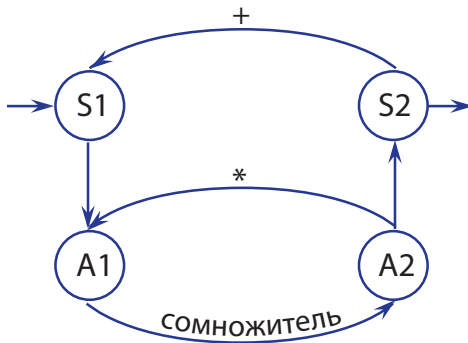
S:



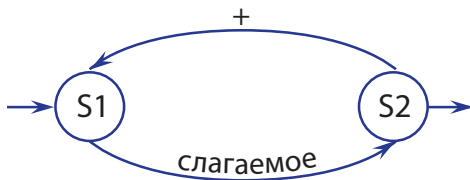
Масштабирование

8

S:



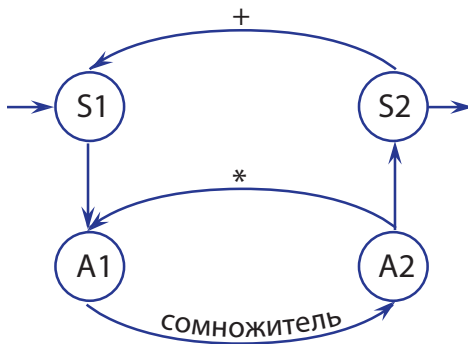
S:



Масштабирование

8

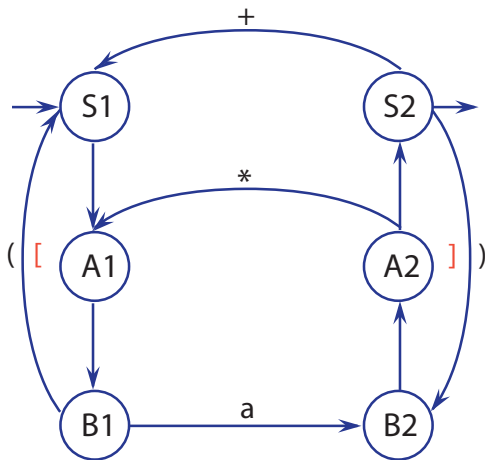
S:



Масштабирование

8

S:

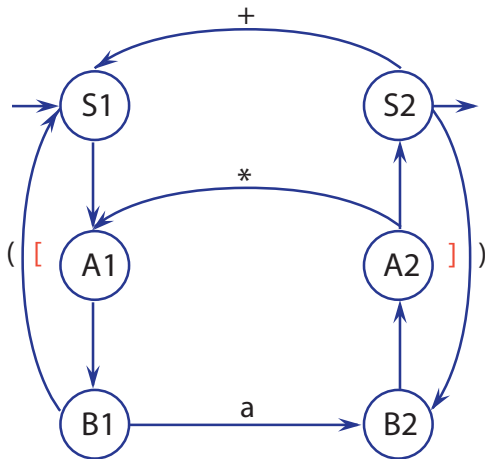


Распознавание выражения

9

Input:

S:



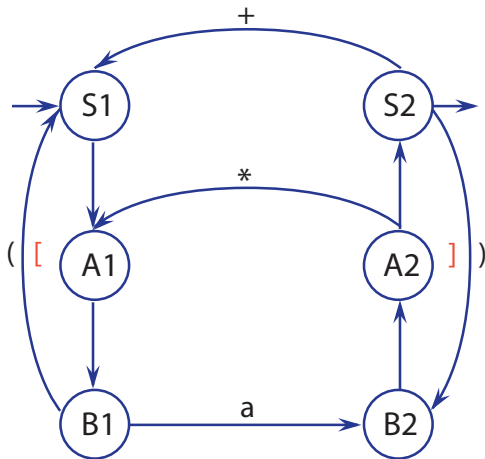
Stack:

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



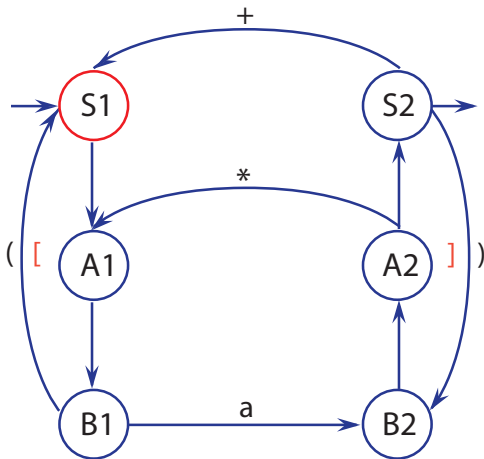
Stack:

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



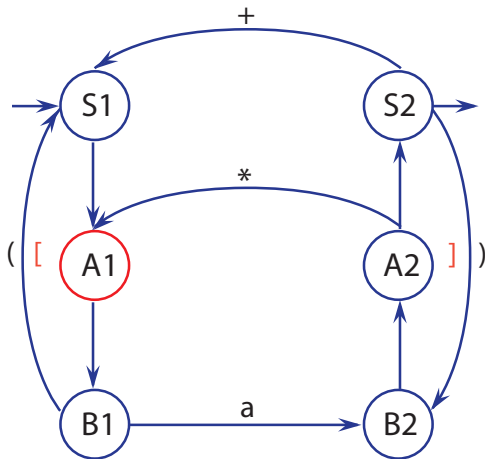
Stack:

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:

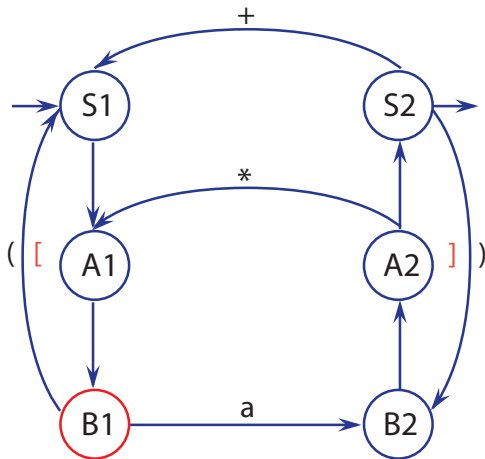


Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



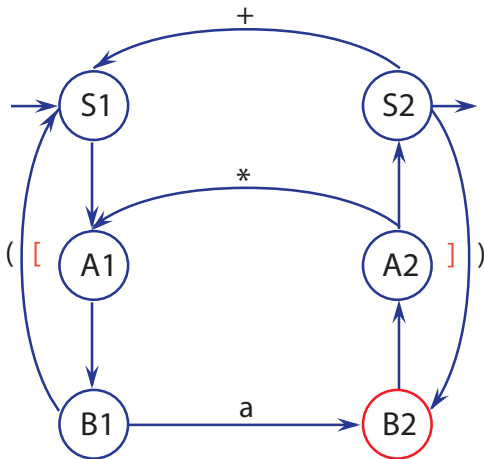
Stack:

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



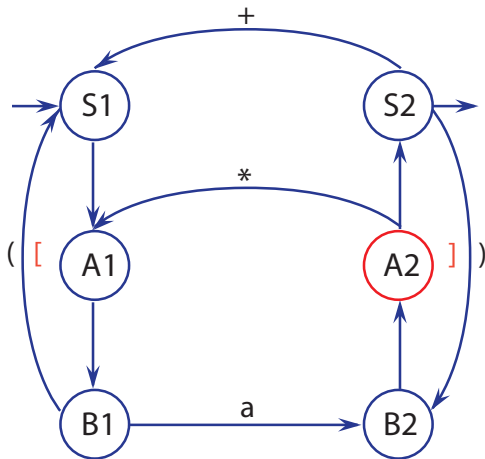
Stack:

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:

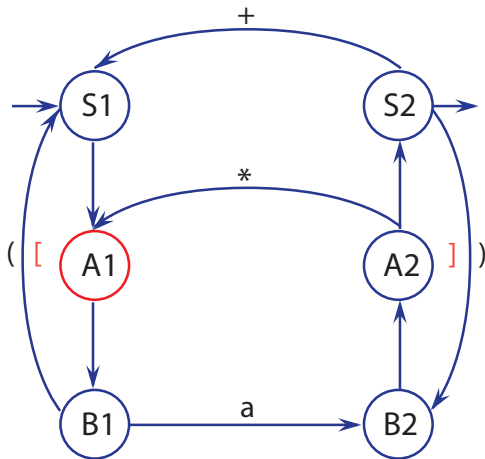


Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



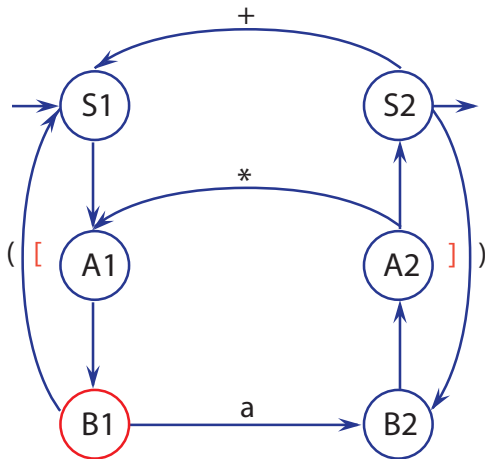
Stack:

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



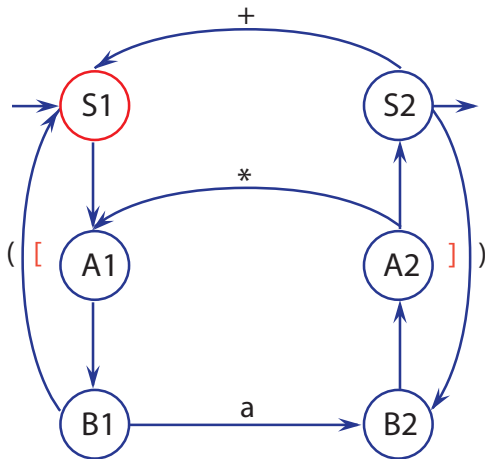
Stack:

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



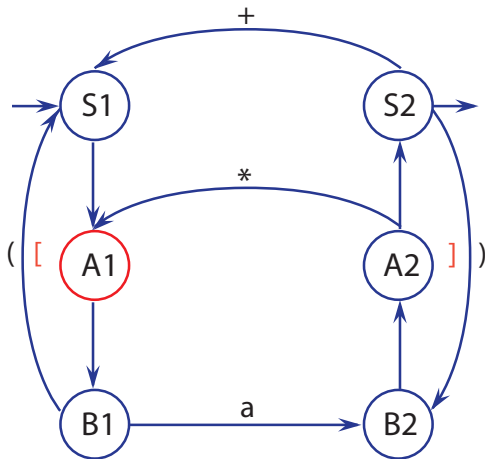
Stack:
[

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



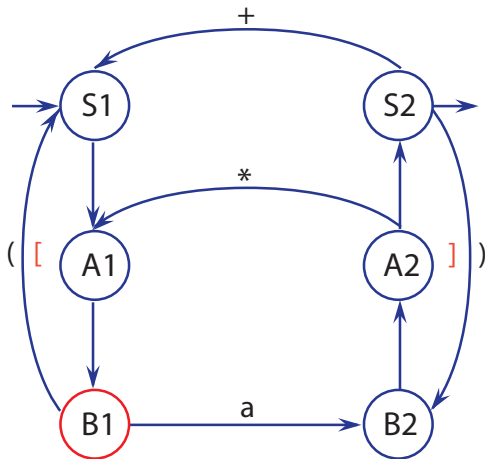
Stack:
[

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



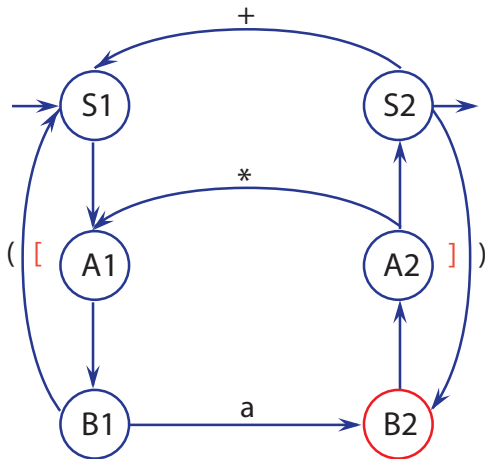
Stack:
[

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



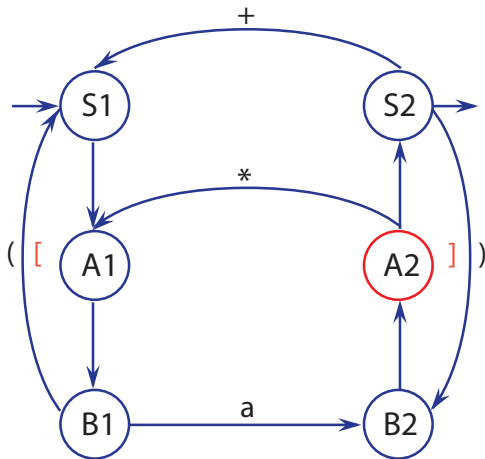
Stack:
[

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



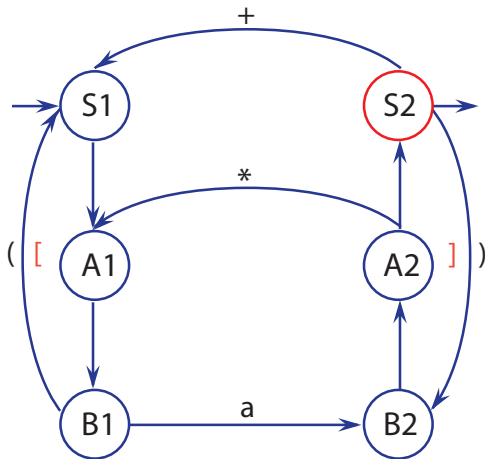
Stack:
[

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



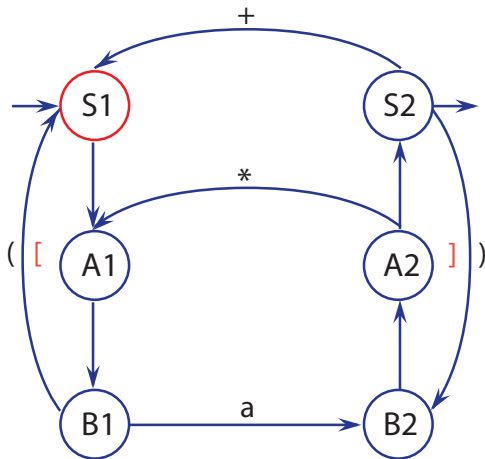
Stack:
[

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



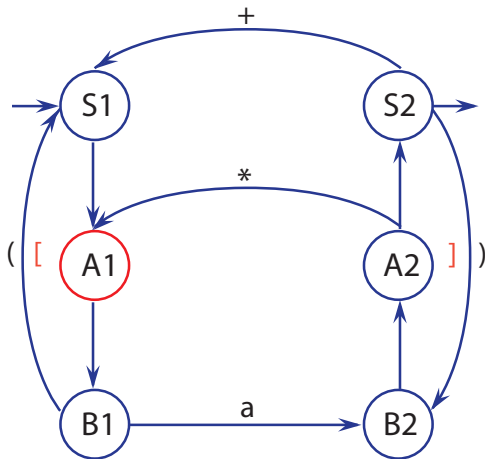
Stack:
[

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



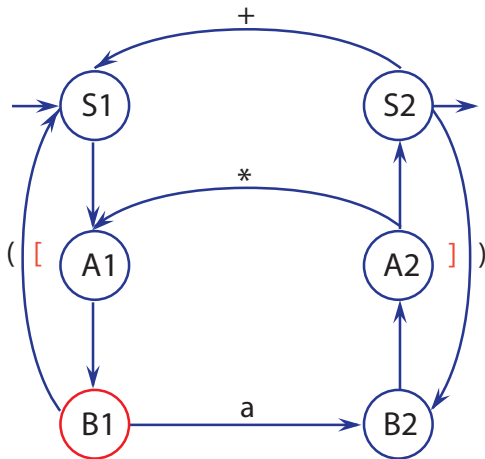
Stack:
[

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



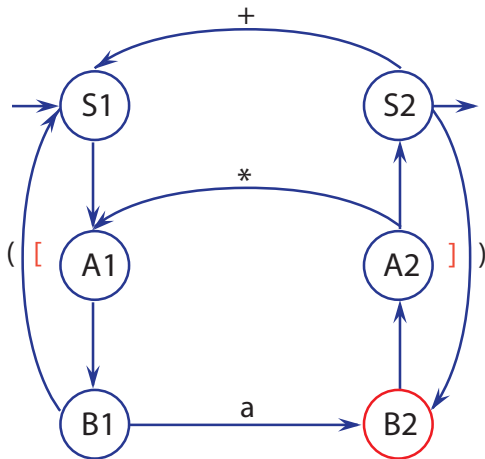
Stack:
[

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



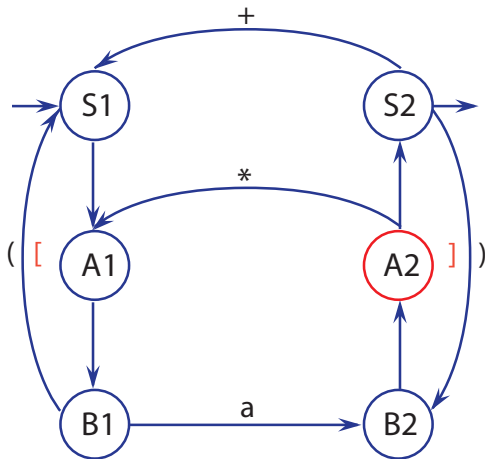
Stack:
[

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



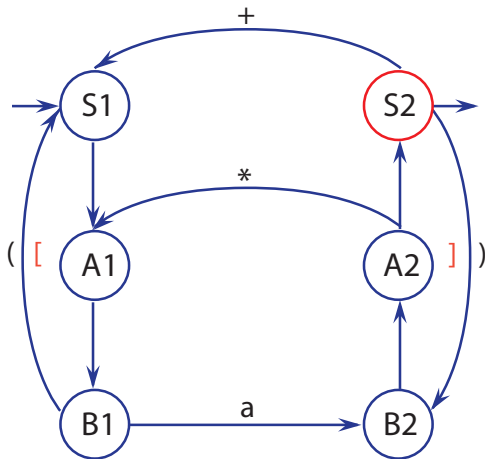
Stack:
[

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



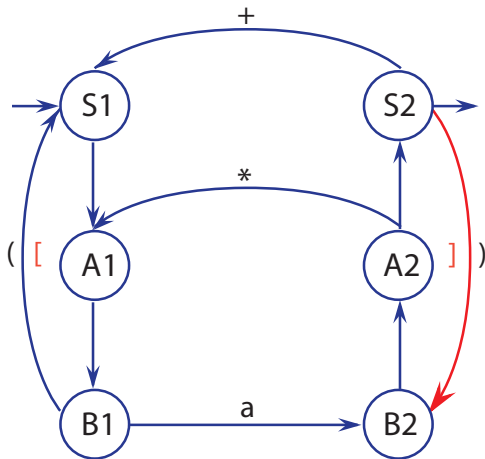
Stack:
[

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



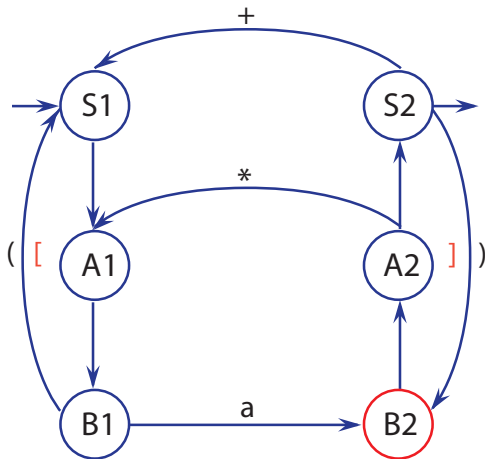
Stack:
[]

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:



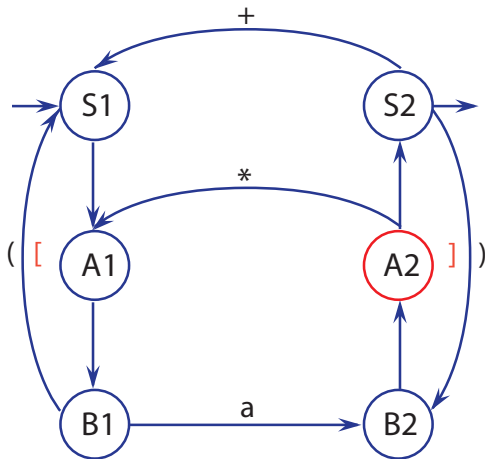
Stack:

Распознавание выражения

9

Input: $a * (a + a)$

S:

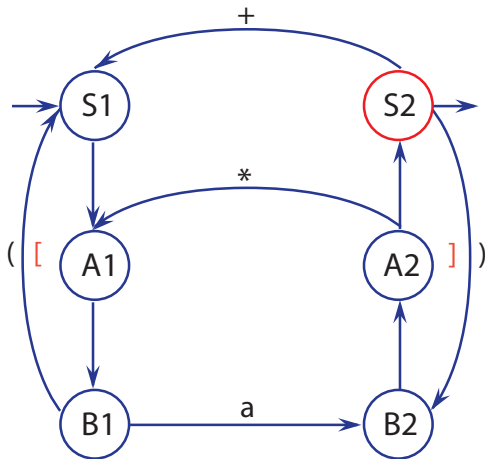


Распознавание выражения

9

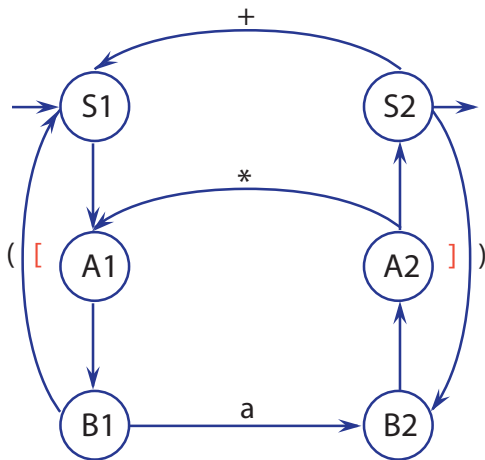
Input: $a * (a + a)$

S:



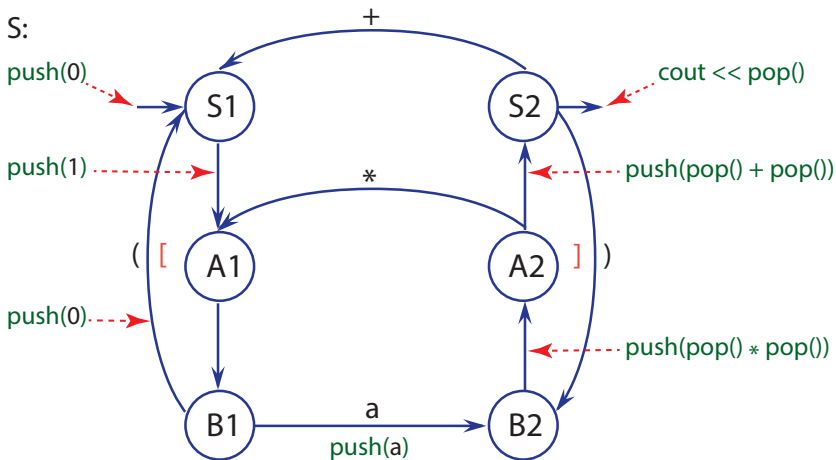
Stack:

S:



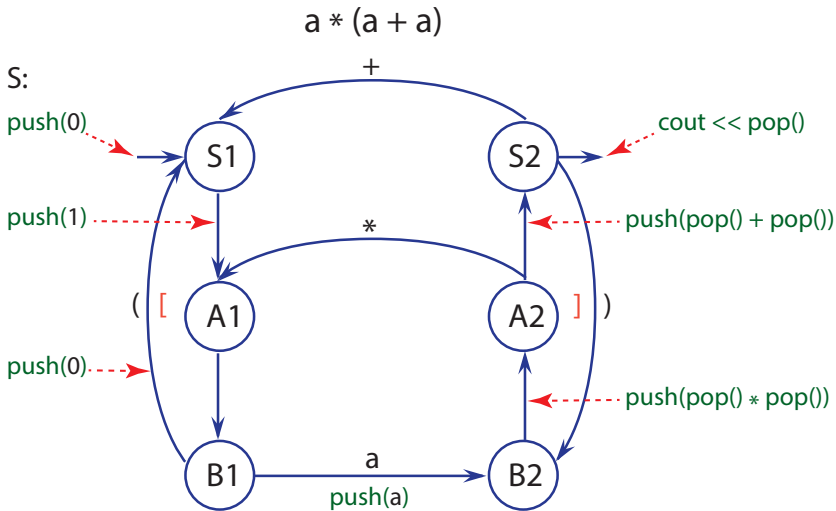
Интерпретация: L-граф с действиями

10



Интерпретация: L-граф с действиями

10



Интерпретация: L-граф с действиями

10

при $a = 5$

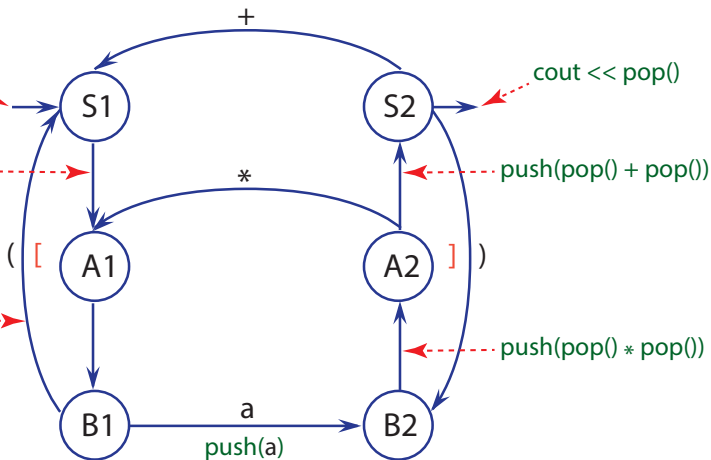
$a * (a + a) \dots \rightarrow 50$

S:

$\text{push}(0)$

$\text{push}(1)$

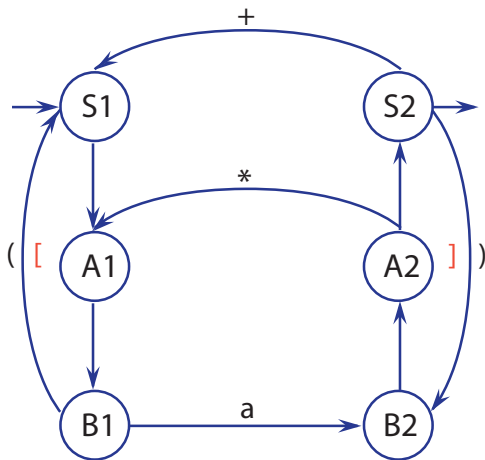
$\text{push}(0)$



Трансляция в постфиксное выражение

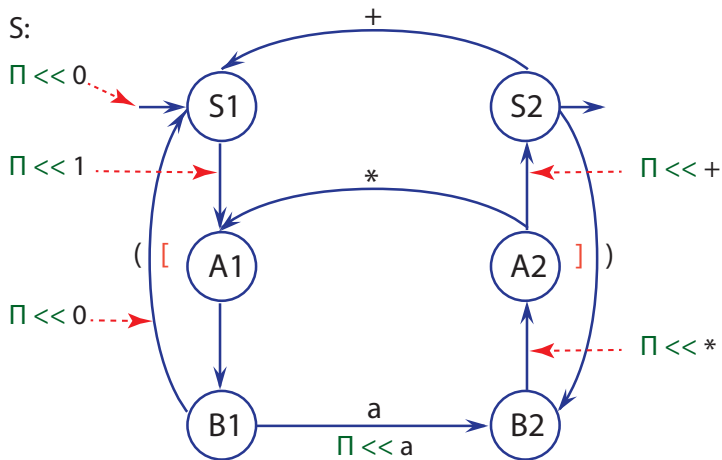
11

S:



Трансляция в постфиксное выражение

11



Итоги

Показан способ описания синтаксиса языков программирования с помощью бесконтекстных L-графов, обладающий свойствами:

- ▶ цельность описания
- ▶ наглядность изображения
- ▶ возможность масштабирования
- ▶ применимость в качестве основы для схем трансляции и интерпретации

Интерпретация на основе L-графа с действиями

