

Общие направленные нисходящие методы анализа BFS, DFS

В. С. Полозов

Кафедра системного программирования СПбГУ



Теория автоматов и формальных языков

Нисходящий анализ

Рассмотрим следующую схему:

Непросмотренная часть входной цепочки

Предсказание

Пример 1:

$S \rightarrow aB \mid bA$

$A \rightarrow a \mid aS \mid bAA$

$B \rightarrow b \mid bS \mid aBB$

и вход: *aabb*

Нисходящий анализ

Рассмотрим следующую схему:

Непросмотренная часть входной цепочки

Предсказание

Пример 1:

$$S \rightarrow aB \mid bA$$
$$A \rightarrow a \mid aS \mid bAA$$
$$B \rightarrow b \mid bS \mid aBB$$

и вход: *aabb*

Нисходящий анализ

В этой схеме:

- Смотрим на левый символ в предсказании
- Если это терминальный символ: сопоставляем со входом или отказ
- Нетерминальный символ: делаем предсказание. Т.е. заменяем его на правую часть какого-либо правила.

Т.о. получаем левый вывод.

Pushdown automaton

Рассмотрим автомат с магазинной памятью

$$M = (Q, \Sigma, \pi, s, S_m, m)$$

- $|Q| = 1$ – множество состояний автомата
- $\Sigma = V_T$ – входной алфавит
- $S_m = V_N$ – алфавит магазина – стека предсказаний
- $m \in S, m = S$ – начальный символ памяти.
- Завершение по пустому стеку

управляемый грамматикой $G = (V_N, V_T, P, S)$ в Нормальной
Форме Грейбах (НФГ): все правила вида $A \rightarrow a$ or
 $A \rightarrow aB_1B_2\dots B_n$.

Pushdown automaton

Для нашего примера:

$(a, S) \rightarrow B$
 $(b, S) \rightarrow A$
 $(a, A) \rightarrow$
 $(a, A) \rightarrow S$
 $(b, A) \rightarrow AA$
 $(b, B) \rightarrow$
 $(b, B) \rightarrow S$
 $(a, B) \rightarrow BB$

Pushdown automaton

Можно ослабить требование НФГ: все правила вида $A \rightarrow a\alpha$,
 $a \in V_T, \alpha \in (V_N \cup V_T)^*$

$(, S) \rightarrow B$

$(, S) \rightarrow A$

$(, A) \rightarrow$

$(, A) \rightarrow S$

$(, A) \rightarrow AA$

$(, B) \rightarrow$

$(, B) \rightarrow S$

$(, B) \rightarrow BB$

$(a, a) \rightarrow$

$(b, b) \rightarrow$

Автомат: сопоставление и предсказание

Pushdown automaton

Заметим

- Автомат корректно работает с ε -правилами
- Для записи введем стек анализа: $(N \times i)$, где $N \in V_N$, i – номер правила с правой частью из предсказания, или $a \in V_T$

Просмотренная часть	Непросмотренная часть
Анализ	Предсказание

- Детерминизм?
Или точное предсказание, но не любой язык, или поиск правильного.

Pushdown automaton

Заметим

- Автомат корректно работает с ε -правилами
- Для записи введем стек анализа: $(N \times i)$, где $N \in V_N$, i – номер правила с правой частью из предсказания, или $a \in V_T$

Просмотренная часть	Непросмотренная часть
Анализ	Предсказание

- Детерминизм?
Или точное предсказание, но не любой язык, или поиск правильного.

Pushdown automaton

Заметим

- Автомат корректно работает с ε -правилами
- Для записи введем стек анализа: $(N \times i)$, где $N \in V_N$, i – номер правила с правой частью из предсказания, или $a \in V_T$

Просмотренная часть	Непросмотренная часть
Анализ	Предсказание

- Детерминизм?

Или точное предсказание, но не любой язык, или поиск правильного.

Pushdown automaton

Заметим

- Автомат корректно работает с ε -правилами
- Для записи введем стек анализа: $(N \times i)$, где $N \in V_N$, i – номер правила с правой частью из предсказания, или $a \in V_T$

Просмотренная часть	Непросмотренная часть
Анализ	Предсказание

- Детерминизм?
Или точное предсказание, но не любой язык, или поиск правильного.

BFS

Поиск в ширину: смотрим все возможные предсказания.

Просмотренная часть	Непросмотренная часть
Анализ 1	Предсказание 1
Анализ 2	Предсказание 2
...	...

- 1 Метод применим для on-line разбора
- 2 LL-разбор
- 3 Завершаемость?

Для удобства пополним грамматику маркером конца # и правилом $S' \rightarrow S\#$

BFS

Поиск в ширину: смотрим все возможные предсказания.

Просмотренная часть	Непросмотренная часть
Анализ 1	Предсказание 1
Анализ 2	Предсказание 2
...	...

- 1 Метод применим для on-line разбора
- 2 LL-разбор
- 3 Завершаемость?

Для удобства пополним грамматику маркером конца # и правилом $S' \rightarrow S\#$

BFS

Пример:

$S \rightarrow AB \mid DC$

$A \rightarrow a \mid aA$

$B \rightarrow bc \mid bBc$

$C \rightarrow c \mid cC$

$D \rightarrow ab \mid aDb$

И вход: aabc

Левая рекурсия

Контр-пример:

$$S \rightarrow Sb \mid a$$

Левая рекурсия!

Левая рекурсия

Контр-пример:

$$S \rightarrow Sb \mid a$$

Левая рекурсия!

Устранение левой рекурсии

- 1 Устраним непосредственную левую рекурсию.

Пусть правило имеет вид $A \rightarrow A\alpha_1 \mid \dots \mid A\alpha_n \mid \beta_1 \mid \dots \mid \beta_m$

Заменим его на

$$\begin{aligned}A' &\rightarrow \beta_1 \mid \dots \mid \beta_m \\A'' &\rightarrow \alpha_1 \mid \dots \mid \alpha_n \\A &\rightarrow AA'' \mid A'\end{aligned}$$

- 2 Устраним косвенную левую рекурсию.

Перенумеруем все нетерминалы: $A_1 \dots A_k$, и добьемся $\forall i$
если $A_i \rightarrow A_j \alpha \in P$, то $j > i$

DFS (backtracking)

Вариант поиска – поиск в глубину (с откатами).

Есть преимущества (память) и недостатки.

Откат терминала:

$$\frac{\frac{a_1 a_2 \dots a_i \mid a_{i+1} \dots a_n \#}{\alpha a_i \mid \beta}}{\Rightarrow} \frac{a_1 a_2 \dots a_{i-1} \mid a_i \dots a_n \#}{\alpha \mid a_i \beta}$$

Откат правила $A \rightarrow \gamma$:

$$\frac{\frac{a_1 a_2 \dots a_i \mid a_{i+1} \dots a_n \#}{\alpha A \mid \gamma \beta}}{\Rightarrow} \frac{a_1 a_2 \dots a_i \mid a_{i+1} \dots a_n \#}{\alpha \mid A \beta}$$

Вопросы