



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»
КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

ОТЧЁТ
по лабораторной работе № 2
по курсу «Конструирование компиляторов»
на тему: «Преобразование грамматик»
Вариант № 3

Студент ИУ7-23М
 (Группа)

(Подпись, дата)

Волкова А. А.
(Фамилия И. О.)

Преподаватель

(Подпись, дата)

Ступников А. А.
(Фамилия И. О.)

2022 г.

Описание задания

Цель работы: приобретение практических навыков реализации наиболее важных (но не всех) видов преобразования грамматик, чтобы удовлетворить требованиям алгоритмов синтаксического разбора.

Задачи работы:

1. Принять к сведению соглашения об обозначениях, принятые в литературе по теории формальных языков и грамматик и кратко описанные в приложении.
2. Познакомиться с основными понятиями и определениями теории формальных языков и грамматик.
3. Детально разобраться в алгоритме устранения левой рекурсии.
4. Разработать, протестировать и отладить программу устранения левой рекурсии.
5. Разработать, протестировать и отладить программу преобразования грамматики в соответствии с предложенным вариантом.

Общий вариант для всех. Устранение левой рекурсии

Определение. Нетерминал A КС-грамматики $G = (N, \Sigma, P, S)$ называется рекурсивным, если $A \Rightarrow^+ \alpha A \beta$ для некоторых α и β . Если $\alpha = \varepsilon$, то A называется леворекурсивным. Аналогично, если $\beta = \varepsilon$, то A называется праворекурсивным. Грамматика, имеющая хотя бы один леворекурсивный нетерминал, называется леворекурсивной. Аналогично определяется праворекурсивная грамматика. Грамматика, в которой все нетерминалы, кроме, быть может, начального символа, рекурсивные, называется рекурсивной.

Некоторые из алгоритмов разбора не могут работать с леворекурсивными грамматиками. Можно показать, что каждый КС-язык определяется хотя бы одной не леворекурсивной грамматикой.

Постройте программу, которая в качестве входа принимает приведённую КС-грамматику $G = (N, \Sigma, P, S)$ и преобразует её в эквивалентную КС-грамматику G' без левой рекурсии.

Указания.

1. Проработать самостоятельно п. 4.3.3. и п. 4.3.4. [2].
2. Воспользоваться алгоритмом 2.13. При тестировании воспользоваться примером 2.27. [1].
3. Воспользоваться алгоритмами 4.8 и 4.10. При тестировании воспользоваться примерами 4.7., 4.9. и 4.11. [2].
4. Устранять надо не только непосредственную (immediate), но и косвенную (indirect) рекурсию. Этот вопрос подробно затронут в [4].
5. После устранения левой рекурсии можно применить левую факторизацию.

Вариант 3. Преобразование в грамматику без ε -правил

Определение. Назовем КС-грамматику $G = (N, \Sigma, P, S)$ грамматикой без ε -правил (или неукорачивающей), если либо

1. P не содержит ε -правил, либо
2. есть точно одно ε -правило $S \rightarrow \varepsilon$ и S не встречается в правых частях остальных правил из P .

Постройте программу, которая в качестве входа принимает произвольную КС-грамматику $G = (N, \Sigma, P, S)$ и преобразует её в эквивалентную КС-грамматику $G' = (N', \Sigma', P', S')$ без ε -правил.

Указания. Воспользоваться алгоритмом 2.10. [1]. При тестировании воспользоваться примером 2.23. и упражнением 2.4.11. [1].

Текст программы

С полным текстом программы можно ознакомиться по адресу: <https://github.com/Volkovaan/CD/tree/lab02/lab02/src>.

Тестирование и результаты

Для тестирования использовались грамматики из примеров 4.7 и 4.9 [2], 2.23 [1], упражнений 2.29 [2], 2.4.11[1], а также несколько грамматик, найденных в примерах из сети интернет.

G_1 — исходная грамматика с правилами вывода P_1 :

$$\begin{aligned} S &\rightarrow Aa|b \\ A &\rightarrow Ac|Aad|bd|\varepsilon \end{aligned} \tag{1}$$

G'_1 — грамматика G_1 с устранённой левой рекурсией, P'_1 :

$$\begin{aligned} S &\rightarrow Aa|b \\ A &\rightarrow bdA'|A' \\ A' &\rightarrow cA'|adA'|\varepsilon \end{aligned} \tag{2}$$

G_2 — исходная грамматика с правилами вывода P_2 :

$$\begin{aligned} E &\rightarrow E + T|T \\ T &\rightarrow T * F|F \\ F &\rightarrow (E)|a \end{aligned} \tag{3}$$

G'_2 — грамматика G_2 с устранённой левой рекурсией, P'_2 :

$$\begin{aligned}
E &\rightarrow TE' \\
E' &\rightarrow +TE'|\varepsilon \\
T &\rightarrow FT' \\
T' &\rightarrow *FT'|\varepsilon \\
F &\rightarrow (E)|a
\end{aligned} \tag{4}$$

G_3 — исходная грамматика с правилами вывода P_3 :

$$\begin{aligned}
S &\rightarrow ABCd \\
A &\rightarrow a|\varepsilon \\
B &\rightarrow AC \\
C &\rightarrow c|\varepsilon
\end{aligned} \tag{5}$$

G'_3 — грамматика G_3 без ε -правил, P'_3 :

$$\begin{aligned}
S &\rightarrow Ad|ABd|ACd|ABCd|Bd|BCd|Cd|d \\
A &\rightarrow a \\
B &\rightarrow A|AC|C \\
C &\rightarrow c
\end{aligned} \tag{6}$$

G_4 — исходная грамматика с правилами вывода P_4 :

$$S \rightarrow aSbS|bSaS|\varepsilon \tag{7}$$

G'_4 — грамматика G_4 без ε -правил, P'_4 :

$$\begin{aligned}
S' &\rightarrow S|\varepsilon \\
S &\rightarrow aSbS|bSaS|aSb|abS|ab|bSa|baS|ba
\end{aligned} \tag{8}$$

G_5 — исходная грамматика с правилами вывода P_5 :

$$\begin{aligned} S &\rightarrow ABC \\ A &\rightarrow BB|\varepsilon \\ B &\rightarrow CC|a \\ C &\rightarrow AA|b \end{aligned} \tag{9}$$

G'_5 — грамматика G_5 без ε -правил, P'_5 :

$$\begin{aligned} S' &\rightarrow S|\varepsilon \\ S &\rightarrow A|AB|ABC|B|BC|C \\ A &\rightarrow B|BB \\ B &\rightarrow C|CC \\ C &\rightarrow A|AA \end{aligned} \tag{10}$$

Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы были выполнены следующие задачи:

1. Преисполнился:

- (а) соглашениями об обозначениях, принятые в литературе по теории формальных языков и грамматик и кратко описанные в приложении;
- (b) основными понятиями и определениями теории формальных языков и грамматик;
- (с) алгоритмом устранения левой рекурсии.

2. Разработана, протестирована и отлажена программа устранения левой рекурсии.

3. Разработана, протестировать и отлажена программа преобразования грамматики в соответствии с предложенным вариантом.

Список использованной литературы

1. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции: В 2-х томах. Т. 1.: Синтаксический анализ. - М.: Мир, 1978.
2. Ахо А. В, Лам М. С., Сети Р., Ульман Дж. Д. Компиляторы: принципы, технологии и инструменты. – М.: Вильямс, 2008.
3. Бунина Е. И., Голубков А. Ю. Формальные языки и грамматики. Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э.Баумана, Москва, 2006.