

Задание 12

LR-анализ

Ключевые слова¹: язык, контекстно-свободный язык, магазинный автомат, грамматика, $LL(k)$ -грамматика, $LL(1)$ -анализатор, функции FIRST, FOLLOW, $LR(k)$ -грамматика, $LR(1)$ -анализатор, $LR(0)$ -анализатор.

Это трёхнедельное задание, которое не требуется сдавать на проверку. На семинаре я расскажу о том как строить LL и LR таблицы в \TeX с помощью специальной программы, поэтому при желании можете отправить это задание в качестве бонусного. Основными для обсуждения в качестве бонусных будут задачи на автомат Кнута.

1 Задачи

Задача 1. Написать для грамматики эквивалентную $LL(1)$ -грамматику, построить $LL(1)$ -анализатор и продемонстрировать его работу на слове $baab$.

$$S \rightarrow baaA|babA \quad A \rightarrow \varepsilon|Aa|Ab$$

Задача 2. Язык L задан неоднозначной КС-грамматикой

$$G = \{\{S\}, \{(\,)\}, \{S \rightarrow (S) \mid SS \mid ()\}, S\}.$$

Написать $LL(1)$ -грамматику для языка L .

Задача 3. Дана грамматика $G = \{\{A, S\}, \{a, b, c\}, \{S \rightarrow Aa \mid b \mid \varepsilon; A \rightarrow Ab \mid c\}, S\}$. Является ли грамматика G $LR(k)$ -грамматикой? При положительном ответе на вопрос найти минимальное k и построить соответствующий анализатор. Построить дерево разбора для цепочки $cbba$.

¹минимальный необходимый объем понятий и навыков по этому разделу)

Задача 4. Дана грамматика $G = \{ \{A, S\}, \{a\}, \{ S \rightarrow A; A \rightarrow aAa \mid a \}, S \}$. Является ли грамматика G LR(k)-грамматикой? При положительном ответе на вопрос найти минимальное k и построить соответствующий анализатор. Построить дерево разбора для цепочки $aaaaa$.

Задача 5. Дана грамматика $G = \{ \{A, S\}, \{a, b, c\}, \{S \rightarrow Aa \mid b; A \rightarrow Ab \mid c \}, S \}$. Является ли грамматика G LR(k)-грамматикой? При положительном ответе на вопрос найти минимальное k и построить соответствующий анализатор. Продемонстрировать работу анализатора на цепочке $cbbab$.

Задача 6. Зафиксируем КС-грамматику G и рассмотрим множество её LR(0)-ситуаций. Будем говорить, что между двумя ситуациями $\alpha.X\beta$ и $\alpha.X.\beta$ определён переход по $X \in N \cup T$. Конечный автомат, в качестве состояний которого выступают LR(0)-ситуации, а переходы определены по правилу, указанному выше, называют LR(0)-автоматом или автоматом Кнута.

1. Выпишите все LR(0)-ситуации для грамматики G , заданной правилами $S \rightarrow aS \mid b$.
2. Постройте автомат Кнута для грамматики G .
3. Постройте LR(0)-анализатор для грамматики G . Сравните автомат Кнута с таблицей переходов LR(0)-анализатора для грамматики G .

Задача 7. Грамматика G задана правилами

$$S \rightarrow Ab, \quad A \rightarrow aAa, \quad A \rightarrow B, \quad B \rightarrow b.$$

1. Построить LR(1) и LR(0)-анализаторы для грамматики G по алгоритму из курса.
2. Постройте LR(0)-анализатор по LR(1)-анализатору из пункта 1 следующим образом. Сотрите все аванцепочки и постройте управляющую таблицу LR(0)-анализатора по получившемуся автомату Кнута. Верно

ли, что полученный LR(0)-анализатор является анализатором для грамматики G ? То есть для любого слова, порождаемого G , анализатор строит корректный правый разбор, а слова не порождаемые G , анализатор отвергает.

3. Покажите, что LR(0)-анализатор для грамматики G из пункта 1 можно построить путём применения следующей процедуры, схожей с процедурой минимизации ДКА, к LR(0)-автомату, полученному из LR(1)-анализатора в пункте 2.

В случае минимизации LR(0)-автомата, все состояния с операциями свёртки оказываются на первом шаге в разных группах (разных ящиках), если свёртки происходят по разным правилам; состояния с операциями сдвига находятся в одном ящике. Далее процедура минимизации LR(0)-автомата не отличается от процедуры минимизации ДКА.

1.1 Контрольные вопросы

Задача 8. При построении LR(1)-анализатора для грамматики G в одном множестве оказались ситуации $[A \rightarrow .aA\alpha, b]$ и $[B \rightarrow \beta.a, a]$, где α, β некоторые цепочки из $(N \cup T)^*$. Может ли грамматика G быть LR(0)-грамматикой?