

Лабораторная работа №7

РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ СИНТАКСИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Цель работы: изучить особенности синтаксических методов распознавания объектов, методы распознавания объектов на основе деревьев и графов, а также типы грамматических разборов сверху вниз и снизу вверх.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомление с теоретической частью лабораторной работы.
2. Реализация распознавания объектов синтаксическими методами.
3. Оформление отчета по выполненному заданию.

Исходные данные: грамматика, задающая описание терминальных и нетерминальных объектов, а также правила построения и распознавания образов.

Выходные данные: изображения, построенные и классифицированные с помощью заданной грамматики.

Примечание: Результат работы представляется графически.

После того как грамматика задана, она применяется для автоматического синтеза и распознавания требуемых образов. В качестве примеров рекомендуется использовать произвольное изображение, состоящее из 10 – 15 элементов, т. е. терминальных объектов.

Синтаксический метод распознавания основан на восприятии и обработке различных конструкций языка. Они могут делиться на более мелкие элементы, наименьшими из которых являются символы языка. Множество используемых символов называется алфавитом или словарем. Язык создается с помощью грамматики, которая определяется на основе правил построения, преобразования и взаимодействия слов. Следовательно, грамматика представляет собой множество правил, по которым строятся фразы, а значит, и сам язык.

Формально грамматика может быть задана следующей записью:

$$G = \langle V_n, V_t, P, S \rangle,$$

где V_n – нетерминальный словарь; V_t – терминальный словарь; P – множество правил подстановки; S – начальная аксиома ($S \in V_n$).

Для грамматики характерны следующие соотношения:

$V = V_n \cup V_t$ – словарь, $V_n \cap V_t = \emptyset$, $P = \{\alpha_1 \rightarrow \beta_1, \alpha_2 \rightarrow \beta_2, \dots, \alpha_m \rightarrow \beta_m\}$,

где $\alpha_i \in V^* - \{\lambda\}$, $\beta_i \in V^*$. Здесь $\{\lambda\}$ – пустая строка, V^* – множество всех возможных последовательностей, которые удастся построить с помощью итерационных процедур на основе данного словаря.

Рассмотрим решение задач анализа и синтеза образов путем выполнения грамматических разборов. Пусть задана грамматика, порождающая геометрические фигуры типа квадратов.

$$G = \langle V_n, V_t, P, S \rangle$$

$$V_t = \{a_1, a_2\}, V_n = \{S, O_1, O_2\},$$

$$P: S \rightarrow A(a_1, O_2), O_2 \rightarrow A(O_1, a_1), O_1 \rightarrow L(a_2, a_2),$$

где терминальными элементами служат горизонтальный и вертикальный отрезки определенной длины, обозначенные a_1 и a_2 , а высказывания $A(x, y)$ и $L(x, y)$ читаются соответственно « x расположен над y » и « x расположен слева от y ». Заданные структуры порождаются следующим набором грамматических правил:

1. $S \rightarrow A(a_1, O_2)$. Это правило заменяет начальный символ терминальным элементом a_1 , расположенным над некоторым пока еще не определенным объектом a_2 .

2. Правило $O_2 \rightarrow A(O_1, a_1)$ заменяет нетерминальный объект O_2 другим неопределенным объектом O_1 , расположенным над горизонтальным отрезком a_1 .

3. $O_1 \rightarrow L(a_2, a_2)$, где O_1 заменяется на два вертикальных терминальных элемента.

Приведенный пример поясняет рис. 1.

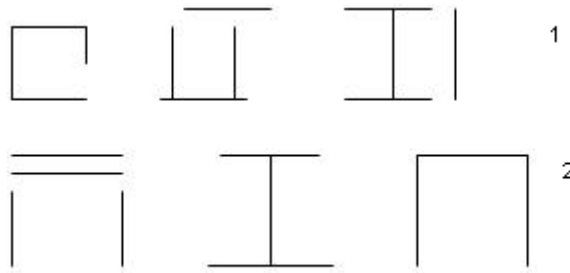


Рис. 1. 1) образы, поддающиеся разбору с помощью данной грамматики,
2) образы, не поддающиеся разбору

Изложенный грамматический разбор представляет собой тривиальную процедуру, так как в ней используется только одна последовательность правил подстановки. Данный недостаток алгоритмов, реализованных на основе деревьев, исправляется с помощью объектов, сводимых к структурам типа графов.

Интересным приложением лингвистических понятий в распознавании образов является язык PDL (Picture Description Language) – язык описания изображений. Терминальным элементом PDL служит любая n -мерная структура с двумя выделенными точками: хвостовой и головной.

По правилам языка PDL практически любая структура может обобщенно рассматриваться как ориентированный отрезок прямой, так как определение вводит для нее только две точки. Терминальные элементы связываются между собой только в хвостовых и (или) головных точках. Следовательно, структуры языка PDL представляют собой ориентированные графы и для их обработки можно использовать грамматики. На рис. 2. показаны типичные правила соединения терминалов языка PDL.

Кроме использования языка PDL грамматику можно расширить путем введения в ее правила подстановки рекурсивности, когда переменная способна замещаться этой же переменной. Однако увеличение порождающей способности грамматики не всегда желательно. Особенно это касается тех исследований, где используется более одной грамматики. В этом случае чрезмерное их многообразие приводит к уменьшению различающей мощности каждой из грамматик.

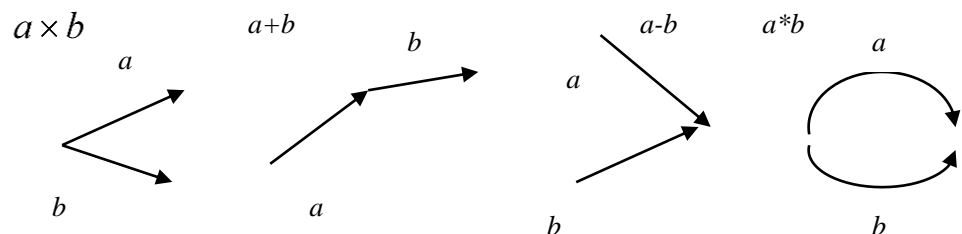


Рис. 2. Правила соединения терминалов

Рассмотрим практический пример синтаксического распознавания образов, в котором выполняется автоматическая классификация телоцентрических и V-образных хромосом. Классифицирующая грамматика имеет следующий вид:

$$V_t = \{a, b, c, d, e\};$$

$V_n = \{S, T, \text{Основание}, \text{Сторона}, \text{Пара плеч}, \text{Правая часть}, \text{Левая часть}, \text{Плечо}\}.$

На рис. 3 изображены терминальные элементы хромосом $\{a, b, c, d, e\}$, на рис. 4. – типичный вид телоцентрической и V-образной хромосом.

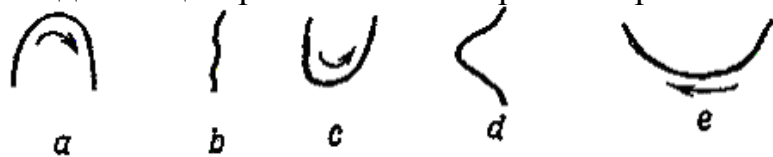


Рис. 3. Терминальные элементы хромосом

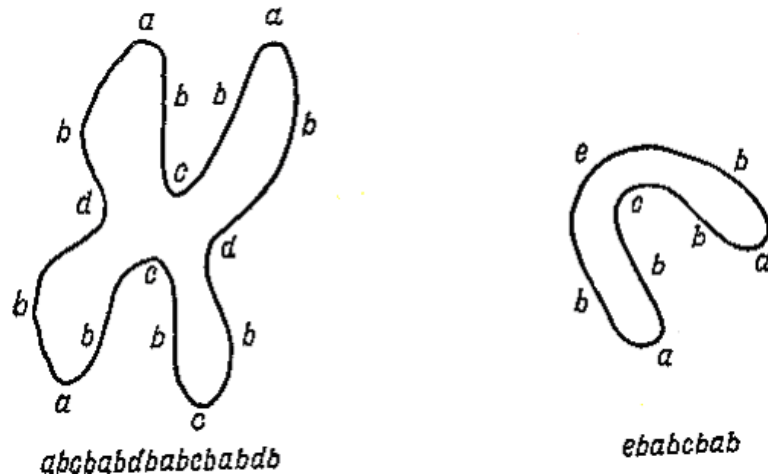


Рис. 4. Телоцентрическая и V-образная хромосомы

Оператор «•», используемый при построении правил грамматики, означает связность отдельных частей хромосомы, фиксируемую при продвижении вдоль ее границы по направлению часовой стрелки.

$P: S \rightarrow \text{Пара плеч} \bullet \text{Пара плеч},$
 $T \rightarrow \text{Основание} \bullet \text{Пара плеч},$
 $\text{Пара плеч} \rightarrow \text{Сторона} \bullet \text{Пара плеч},$
 $\text{Пара плеч} \rightarrow \text{Пара плеч} \bullet \text{Сторона},$
 $\text{Пара плеч} \rightarrow \text{Плечо} \bullet \text{Правая часть},$
 $\text{Пара плеч} \rightarrow \text{Левая часть} \bullet \text{Плечо},$
 $\text{Левая часть} \rightarrow \text{Плечо} \bullet c,$
 $\text{Правая часть} \rightarrow c \bullet \text{Плечо},$
 $\text{Основание} \rightarrow b \bullet \text{Основание},$
 $\text{Основание} \rightarrow \text{Основание} \bullet b,$
 $\text{Основание} \rightarrow e,$
 $\text{Сторона} \rightarrow b \bullet \text{Сторона},$
 $\text{Сторона} \rightarrow \text{Сторона} \bullet b,$
 $\text{Сторона} \rightarrow b,$
 $\text{Сторона} \rightarrow d,$
 $\text{Плечо} \rightarrow b \bullet \text{Плечо},$
 $\text{Плечо} \rightarrow \text{Плечо} \bullet b,$
 $\text{Плечо} \rightarrow a.$

Начальные символы S и T представляют телоцентрические и V-образные хромосомы. Для разделения на два класса используется одна грамматика с двумя начальными символами. Если грамматический разбор снизу приводит к начальному символу T , хромосому относят в класс V-образных. Если же разбор приводит к S , хромосома классифицируется как телоцентрическая. В силу схожести поставленных задач целесообразно их решать в рамках одной грамматики. На рис. 5 приведено дерево, отражающее порядок разбора предложения.

В качестве первого шага на пути распознавания заданного цифрового изображения хромосомы необходимо найти точку на границе хромосомы и

затем осуществлять продвижение вдоль границы по направлению часовой стрелки. По мере продвижения система процедур распознавания обеспечит обнаружение терминальных элементов $\{ a, b, c, d, e \}$. В результате такого отслеживания границы хромосома оказывается эффективно сведенной к цепочке терминальных элементов и образует терминальное предложение, как показано на рис. 5 После сведения хромосомы к терминальному предложению начинается его синтаксическое распознавание.

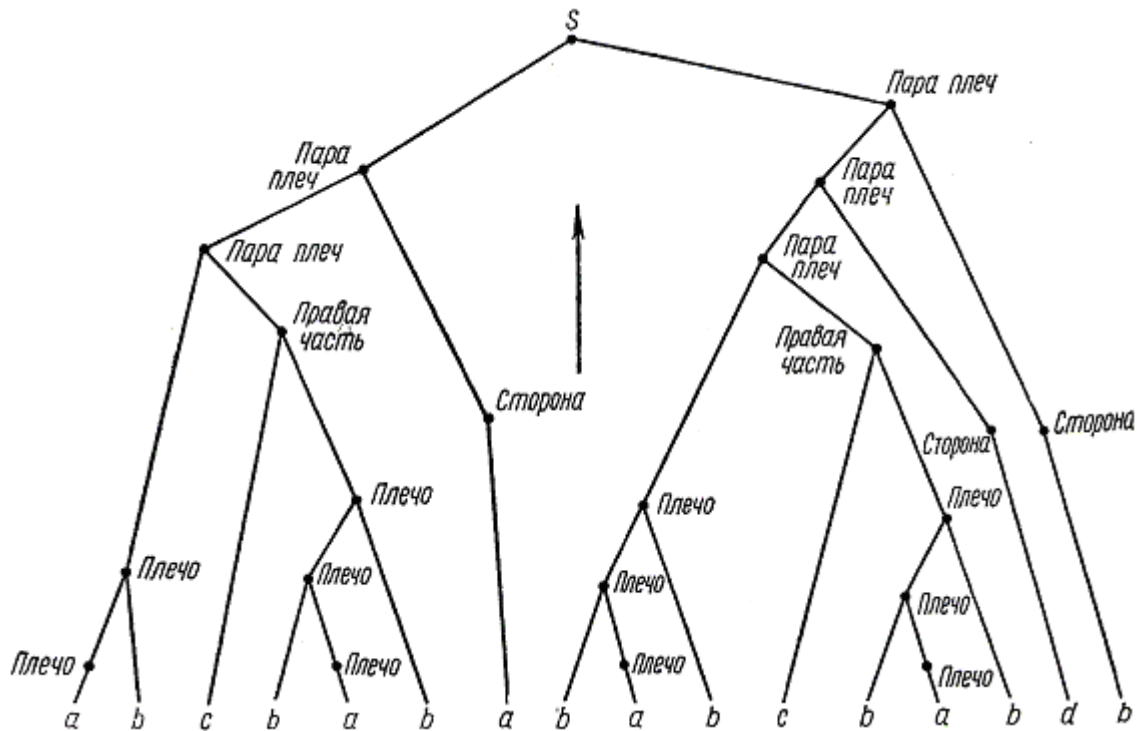


Рис. 5. Восходящий грамматический разбор хромосомы

Рассмотрим предложение для телоцентрической хромосомы и применим к нему разбор снизу вверх. Будет происходить обратный порядок применения правил подстановки, начиная с правила *Плечо* $\rightarrow a$.

Рассмотрим алгоритм проверки классификации хромосомы.

1. Анализатор находит a и выдает нетерминал *Плечо*. Символ a находится 4 раза, что приводит к появлению четырех нетерминалов *Плечо* на первом уровне поиска, считая снизу.

2. Сочетание *Плеча* с терминалом b .

3. Порождение *Плеч*.

4. Порождение нетерминала *Сторона* при помощи символов d и b .

5. Комбинация *Плеча* и c порождает *Правую часть*.

6. *Правая часть* и *Плечо* порождают *Пару плеч*.

7. *Пара Плеч* и *Сторона* порождают два символа *Пара Плеч*.

8. Объединение двух *Пар Плеч* в S .

Поскольку за конечное число шагов алгоритм закончился на символе S , хромосома была правильно классифицирована как телоцентрическая.

Предложенный грамматический разбор привел к искомому результату при первой реализации. Так получается далеко не всегда, поскольку обычно приходится выполнять частые возвраты. Однако их число можно минимизировать введением в процесс поиска эвристических правил, указывающих грамматическому анализатору способ действия в ситуациях, когда возможны несколько вариантов продолжения.