



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МИНОБРНАУКИ РФ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Московский физико-технический институт
(государственный университет)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Ю.А.Самарский

«__» _____ 200_ г.

ПРОГРАММА

по курсу: ТЕОРИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ ЯЗЫКОВ
ПРОГРАММИРОВАНИЯ

по направлению 511600



Факультет ФУПМ
Кафедра Математических основ управления

Курс II

Семестр 3

Лекции – 34 час.

Семинары – 34 час.

Лабораторные занятия – нет

Самостоятельная работа – 2 часа в неделю

Экзамен с оценкой – III семестр

ВСЕГО ЧАСОВ – 68

Программу и задание составили: *проф. В.А.Серебряков,*
доц. С.П.Тарасов, доц. М.Г.Фуругян,
ст. преп. Д.Р.Гончар, асс. К.Б.Теймуразов

Программа обсуждена на заседании кафедры математических
основ управления 24 июня 2005 г.

1. Алфавиты, цепочки, языки и их представление. Формальное определение грамматики. Типы грамматик по Хомскому и их свойства. Связь машин Тьюринга и грамматик типа 0. Линейно-ограниченные автоматы и их связь с КЗ-грамматиками.

2. Лексический анализ. Регулярные множества (РМ) и выражения (РВ). Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы (ДКА и НДКА). Эквивалентность классов языков, определяемых КА, РВ и грамматики типа 2. Необходимое условие регулярности языка. Алгоритмы построения КА. Построение НДКА по РВ и ДКА по НДКА. Построение ДКА по РВ.

3. Синтаксический анализ. КС-грамматики и автоматы с магазинной памятью (МПА). Детерминированные и недетерминированные МПА. Эквивалентность МПА, распознающих по конечному состоянию и по опустошению магазина. Необходимое условие контекстной свободности языка. Преобразования КС-грамматик, приведённые грамматики. Универсальный алгоритм синтаксического анализа Кока-Янгера-Касами. Предсказывающий разбор сверху-вниз. Алгоритм разбора сверху-вниз. Функции *FIRST* и *FOLLOW*. Конструирование таблицы предсказывающего анализатора. LL(1)-грамматики. Удаление левой рекурсии. Левая факторизация. Рекурсивный спуск. LL(k) грамматики. Разбор снизу-вверх типа сдвиг-свёртка. Основа. LR(1)-анализаторы. Конструирование LR(1)-таблицы. LR(1)-грамматики. Восстановление анализа после синтаксических ошибок. LR(0) грамматики, LR(0) анализ. LR(k) грамматики. Атрибутные грамматики. Унаследованные и синтезированные атрибуты.

СПИСОК ОСНОВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Т. 1 – М.: Мир, 1978 (681.3 / А 955 - в чтл. зале).
2. Ахо А, Сети Р., Ульман Дж. Компиляторы. Принципы, технологии, инструменты. М. – СПб. – Киев: Вильямс, 2001. – 767 с. (681.3 / А 95).
3. Мартыненко Б.К. Языки и трансляции. СПб.: СПбГУ, 2004. Эльверсия книги в Сети: <http://www.math.spbu.ru/user/mbk/TUTORY/LT.html>
4. Серебряков В.А. и др. Теория и реализация языков программирования. М.: МЗ-Пресс, 2003. – 294 с. (681.3/ Т-338).
5. Хопкрофт Дж, Мотвани Р., Ульман Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. М: Вильямс, 2002. – 527 с.(681.3 / X 781).

19. В грамматике $[целое] \rightarrow aC, C \rightarrow aC \mid \varepsilon$ терминал a имеет атрибут 0 или 1. Определить атрибуты так, чтобы нетерминал $[целое]$ имел атрибут, равный восьмеричному значению выводимого числа.

20. Построить атрибутные грамматики для следующих переводов:

- $\{(x, x) \mid x \in \{a, b\}^*\}$;
- $\{(x, x^R) \mid x \in \{a, b\}^*\}$;
- $\{(x, xx) \mid x \in \{a, b\}^*\}$;
- $\{(a^n b^n, c^n b^n a^n) \mid n \geq 1\}$.

21. Дополнить грамматику $S \rightarrow 1S00, S \rightarrow 1S01, S \rightarrow \varepsilon$ до атрибутной так, чтобы вычислялась максимальная длина непрерывной последовательности нулей в порождённом слове.

22. Дополнить грамматику $S \rightarrow AA, A \rightarrow A0, A \rightarrow A1, A \rightarrow \varepsilon$ до атрибутной так, чтобы вычислялось число сочетаний «01» в порождённом слове.

С электронным вариантом данного задания

и иными методическими материалами по курсам кафедры МОУ

вы можете познакомиться на страницах:

www.mou.mipt.ru и <http://trpl.narod.ru>

Задание, часть II
LL-грамматики

15. Определить, являются ли следующие грамматики $LL(k)$ -грамматиками. Если да, указать точное значение k .

- а) $S \rightarrow Aa \quad A \rightarrow cA | c$
 б) $S \rightarrow ba | baA \quad A \rightarrow Abc | bS$
 в) $S \rightarrow aAb, \quad A \rightarrow CC \quad C \rightarrow ab | A | \varepsilon$
 г) $S \rightarrow aAb, \quad A \rightarrow AaAb | \varepsilon$
 д) $S \rightarrow Sab | A, \quad A \rightarrow ba | bS$

16. Построить $LL(1)$ -грамматику, эквивалентную грамматике из задачи (15б), и управляющую таблицу для неё.

17. Для грамматики из задачи (15д) построить управляющую таблицу. Одинаковые ли языки порождают грамматики из (15в), (15г), (15д)?

LR-грамматики

18. Являются ли следующие грамматики $LR(k)$ -грамматиками (указать точное значение k и построить соответствующий детерминированный правый анализатор):

а) грамматики, порождающие языки из задач (5а, 7д), построенные вами ранее (подсказка: посмотрите, нельзя ли упростить вашу грамматику);

- б) $S \rightarrow 01A | 00A \quad A \rightarrow A0 | AI | e$
 в) $S \rightarrow aSa | a$
 г) $S \rightarrow aS | Bb \quad B \rightarrow Bc | c$
 д) $S \rightarrow A | bB \quad A \rightarrow Aa | b \quad B \rightarrow aB | e$
 е) $S \rightarrow ASB | e \quad A \rightarrow a \quad B \rightarrow ab$

Список дополнительной литературы

6. Гинзбург С. Математическая теория КС- языков. М.: Мир, 1970.
7. Грис. Д. Построение компиляторов для цифровых вычислительных машин. М.: Мир, 1975.
8. Курочкин В.М., Столяров Л.Н., Сушков Б.Г., Флёров Ю.А. Теория и реализация языков программирования: Курс лекций. М.: МФТИ, 1973, 1978.
9. Семантика языков программирования: Сб. статей /Пер. с англ.; под ред. В.М. Курочкина. М.: Мир, 1980.
10. Льюс Ф., Розенкранц Д., Стирка Р. Теоретические основы проектирования компиляторов. М.: Мир, 1979.
11. Оллонгрен А. Определение языков программирования интерпретирующими автоматами. М.: Мир, 1977.
12. Рейуоролд-Смит В.Дж. Теория формальных языков. Вводный курс. М.: Радио и связь, 1988.
13. Фридл Дж. Регулярные выражения. Решения и примеры для программистов. 2-е изд. М. – СПб. – Киев – Минск и др.: 2003, 464 с.

ЗАДАНИЕ

Метасимволы * и ? обозначают соответственно любое слово и любой символ в данном алфавите.

Обращение слова (или языка) y обозначается через y^R .

Длина слова x обозначается через $|x|$.

Число букв a в слове x обозначается через $|x|_a$.

Конечные автоматы и регулярные языки

1. Определить язык, состоящий из всех идентификаторов, с помощью:
 - регулярного выражения;
 - левосторонней грамматики;
 - конечного автомата;
 - правосторонней грамматики.
2. Будут ли регулярными следующие языки в алфавите $\{a\}$:
 - (а) $L_1 = \{a^{3n+5}\} \cup \{a^{5n+4}\}, \quad n = 0, 1, \dots;$
 - (б) $L_2 = \{a^{3n+5}\} \cap \{a^{5n+4}\}, \quad n = 0, 1, \dots;$
 - (в) $L_3 = \{a^{3n+5}\}, \quad n = 0, 1, \dots, \quad n \neq 5 \pmod{11};$
 - (д) $L_4 = \{a^n b^m b^n c^{2m+1} a^m, \quad m, n = 0, 1, \dots\}.$

3. Регулярны ли следующие языки в алфавите $\Sigma = \{a,b\}$:

- а) язык L_1 из всех слов Σ^* , содержащих подслово $a^?b$;
- б) язык L_2 из всех слов Σ^* , не содержащих двух a подряд;
- в) язык L_3 из всех слов Σ^* , не принадлежащих ни L_1 ни L_2 ;
- г) $L_4 = \{a^{2n+5} b^{7n+4}, n=0,1,\dots\}$?

4. Для регулярных языков из (2) и (3) построить соответствующие ДКА, их принимающие.

5. а) Построить ДКА, допускающий язык $\{x \in \{0,1\}^* \mid |x|_1, |x|_0 \text{ - нечёт}\}$

б) Построить для задачи из п. 5 (а) эквивалентную левостороннюю грамматику. Будет ли она однозначной?

в) Построить регулярное выражение для языка L^R .

6.1. Решить уравнения с регулярными коэффициентами (найти частное решение; найти все решения; найти минимальное по включению решение):

а) $X = (10(101)^* + 110(010)^*)X$;

$$\text{б) } \begin{cases} X_1 = (1 + (01)^*)X_1 + (0 + 11)^*X_2 + X_3 \\ X_2 = 0X_1 + X_2 + (101)^*X_3 \\ X_3 = 0X_1 + 11X_2. \end{cases}$$

6.2. Построить ДКА по РВ: а) $(b^*a)^*ab^*$; б) $a(ab|a)^*|b$.

7. Построить КС-грамматики, порождающие языки:

- а) $\{a^{m+n} b^{n+p} c^{p+m} \mid m+n, n+p, p+m \geq 0\}$
- б) $\{a^p b^q z^r \mid p > q+r; p, q, r > 0\}$;
- в) $\{x \mid x \in \{c, b\}^*, |x|_c = 2|x|_b\}$;
- г) $\{x \mid x \in \{c, d\}^*, |x|_c \geq |x|_d\}$;

д) постройте однозначную КС-грамматику (однозначность нужно доказать) для языка $\{x \mid x \in \{c, b\}^*, |x|_c = |x|_b\}$, и для

$$\forall u, v: x = uv, |u| \neq 0, |v| \neq 0, |u|_c > |u|_b\}.$$

8. КС-грамматика называется левооднозначной, если каждое слово порождаемого ею языка имеет единственный левый вывод. Аналогично определяется правооднозначная грамматика. Можно ли построить пример левооднозначной, но не правооднозначной КС-грамматики?

9. Построить КС-грамматики, порождающие языки

- а) $\{x c y \mid x \neq y; x, y \in \{a, b\}^*\}$;
- б) $\{a^i b^j c^k \mid i, j, k \geq 1\} \setminus \{a^{2n} b^{4n} c^n \mid n \geq 1\}$;
- в) $\{b, c, d\}^* \setminus \{b^n c^n d^n \mid n \geq 0\}$.

10. Замкнуто ли множество КС-языков относительно дополнения? Являются ли следующие языки КС-языками:

- а) $\{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$?
- б) $\{a^{n^3} \mid n > 0\}$

11. Замкнуто ли множество КС-языков относительно обращения? (Иначе - если L -КС-язык, то L^R - тоже КС-язык.)

12. Построить магазинные автоматы, допускающие языки из задачи 7 (пп. а, в, д).

13. Пусть A - магазинный автомат. Построить магазинный автомат B , допускающий все префиксы языка $L(A)$, т.е. язык $L(B) = \{x \mid xy \in L(A)\}$.

14. Построить НС-грамматику, порождающую язык $\{a^{5^{2n-1}} \mid n > 0\}$. Привести обобщённый пример вывода в ней.