

Касьянов В.Н., Касьянова Е.В.
Новосибирский государственный университет (НГУ)
Институт систем информатики СО РАН (ИСИ)

kvn@iis.nsk.su

Курс по теории вычислений

Kasyanov V.N., Kasyanova E.V.
Novosibirsk State University (NSU)
Institute of Informatics Systems (IIS)

Course on theory of computing

Аннотация

Курс, представленный в данном докладе, содержит изложение основных вопросов теории вычислений, лежащих на стыке математики и компьютерной науки (информатики) и широко используемых во многих областях информатики и дискретной математики. В нем рассматриваются основы теории автоматов, формальных языков, сложности вычислений и сетей Петри. Курс рассчитан на студентов вузов, обучающихся по специальностям «Прикладная математика и информатика» и «Математика и компьютерные науки».

Abstract

The course presented in this paper contains a summary of the main issues of the theory of computation that lie at the junction of mathematics and computer science and are widely used in many fields of computer science and discrete mathematics. It covers the basics of automata theory, formal languages, computational complexity, and Petri nets. The course is designed for university students enrolled in the specialties of «Applied Mathematics and Computer Science» and «Mathematics and Computer Science».

Ключевые слова: теория автоматов, сети Петри, сложность вычислений, формальные языки.

Keywords: automata theory, computational complexity, formal languages, Petri nets.

Вопросы в области теории вычислений лежат на стыке математики и компьютерных наук и играют фундаментальную роль для обширных и разнообразных сфер приложения, таких как технологии обработки, хранения, передачи и защиты информации, технологии распределённых и высокопроизводительных вычислений и систем, биоинформатика, моделирование и анализ результатов фундаментальных физических экспериментов и многие др.

Учебный курс, представленный в данном докладе, рассчитан на студентов вузов, обучающихся по специальностям «Прикладная математика и информатика» и «Математика и компьютерные науки», содержит две зачетные единицы и состоит из следующих пяти разделов [1]:

- цепочки, языки и грамматики;
- регулярные множества и конечные автоматы;
- контекстно-свободные языки и автоматы с магазинной памятью;
- сложность алгоритмов и языков;

- сети Петри.

В первом разделе вводятся основные термины, связанные с формальными языками как множествами цепочек, а также обсуждается один из самых распространенных способов задания языков — с помощью грамматик Хомского.

Во втором разделе описывается ряд методов задания языков, каждый из которых в точности определяет регулярные множества — класс языков, занимающих центральное положение по отношению к значительной части теории формальных языков. Среди них — регулярные выражения, праволинейные грамматики, детерминированные и недетерминированные конечные автоматы.

В третьем разделе рассматривается класс контекстно-свободных языков, который наиболее важен с точки зрения приложений к языкам программирования и трансляции, и связанный с ним класс магазинных автоматов, а также обсуждаются преобразования, которым можно подвергнуть контекстно-свободные грамматики, чтобы привести их к более удобному виду.

В четвертом разделе формализуется и исследуется ряд интуитивных понятий, возникающих при решении задач дискретной математики, таких как, например, «задача», «алгоритм», «сложность», «разрешимость», «частичная разрешимость». Изучаются неразрешимые проблемы для КС-грамматик. Вводятся недетерминированные и детерминированные машины Тьюринга и исследуются вопросы моделирования одних машин другими. Излагаются основы теории *NP*-полных задач и доказывается фундаментальная теорема Кука — Левина. Рассматриваются вопросы существования среди алгоритмически разрешимых проблем сколь угодно сложных задач и иерархии задач по сложности их решения, а также поиска наилучших алгоритмов решения задач.

Пятый раздел посвящен сетям Петри — одной из наиболее популярных моделей параллельных систем, используемых как для теоретических исследований, так и для их практических применений в различных областях. Они используются для моделирования распределенных баз данных и операционных систем, архитектур вычислительных машин, систем и сетей, систем программного обеспечения, протоколов коммуникаций, семантики параллельных языков, систем с элементами искусственного интеллекта и т. д. Модели сетей Петри играют такую же важную роль в изучении параллельных систем, как и конечные автоматы для последовательных систем. К достоинствам сетей Петри относятся их наглядное графическое представление и возможность автоматического анализа их свойств. В данном курсе мы рассматриваем лишь базовые понятия сетей Петри, оставляя за скобками различные приложения сетей к конкретным задачам анализа и синтеза дискретных систем.

Учебное пособие по курсу [1] подготовлено при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ № 18-07-00024).

Литература

1. Касьянов, В. Н. Теория вычислений / В. Н. Касьянов, Е. В. Касьянова. — Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2018. — 198 с.