



МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ



Академия наук Республики Татарстан
Казанский государственный технический университет (КАИ)
Казанский государственный университет
Казанский НИИ авиационных технологий

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ

Под редакцией
В.А. РАЙХЛИНА

Труды Казанского научного семинара
«МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ»

Выпуск 3



Казань 2007

УДК 082:061.3

ББК 32

Э 11

Редакционная коллегия:

Ю.К. Евдокимов, *докт. техн. наук, профессор*;
В.М. Захаров, *докт. техн. наук, профессор*;
В.А. Райхлин, *докт. физ.-мат. наук, профессор*;
В.Д. Соловьев, *докт. физ.-мат. наук, профессор*;
Е.Л. Столов, *докт. техн. наук, профессор*.

Моделирование процессов /Под. ред. В.А. Райхлина. *Труды Казанского научного семинара «Методы моделирования». Вып. 3.* – Казань: Изд-во КГТУ, 2007. – 320 с.

ISBN 978-5-7579-1025-3

Представлены исследования участников семинара из разных городов России (Казань, Москва, Новосибирск, Ижевск) по моделированию параллельных процессов, методам искусственного интеллекта, фрактальным и полиномиальным моделям. Исследованиями охвачены: клеточно-автоматные модели, информационные кластеры, параллельные алгоритмы защиты и обработка изображений; модели адаптивного поведения, нейроинформатика и вопросы онтологии; произвольные случайные последовательности, распределенные электронные цепи и топологически сложные телекоммуникационные сети; марковские процессы, модели конечных автоматов и вычисления в полях Галуа.

Для научных работников и аспирантов.

Илл. 107. Табл. 22. Библиогр. 332 назв.

ISBN 978-5-7579-1025-3

© Издательство КГТУ (КАИ), 2007

© Казанский научный семинар
«МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ»

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА	5
ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ	8
О.Л. Бандман. Клеточно-автоматное моделирование пространственной динамики	8
В.А. Райхлин, Е.В. Абрамов, Д.О. Шагеев. Вопросы самоорганизации информационных кластеров	68
Е.Л. Столов, А.Н. Шляпников. Алгоритм распознавания лиц на фотографии с помощью вейвлет преобразования специального вида	87
И.С. Вершинин, Р.Ф. Гибадуллин, П.Е. Земцов. Параллельные алгоритмы защиты бинарных объектов картографии	96
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ	109
В.Г. Редько. Модели адаптивного поведения –бионический подход к искусственному интеллекту	109
В.Д. Соловьев, В.В. Иванов. Создание и валидация онтологии в области культуры на базе онтологии верхнего уровня и тезауруса	135
В.И. Глова, И.В. Аникин, А.С. Катасев, М.А. Подольская. Нейронечеткая модель формирования баз знаний экспертных систем: эффективность для диагностики заболеваний	153
ФРАКТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ	174
Р.Р. Нигматуллин. Проблемы физики мезоскэйла и новые неинвазивные методы количественного «прочтения» произвольной случайной последовательности	174
Ю.К. Евдокимов, Д.В. Шахтурин. Фрактальное моделирование топологии сложных сетей	218
А.Х. Гильмутдинов, П.А. Ушаков. Неоднородные резистивно-емкостные элементы с распределенными параметрами. Классы и анализ	233

А.Х. Гильмутдинов, П.А. Ушаков. Неоднородные резистивно-емкостные элементы с распределенными параметрами. Генетические алгоритмы синтеза	253
ПОЛИНОМИАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ	270
В.М. Захаров, Б.Ф.Эминов. Представление расширенных цепей Маркова над полем $GF(2^n)$	270
Ш.Р. Нурутдинов, А.Г.Николаев. Модели конечных автоматов на основе избыточного представления в поле $GF(2^p)$	287
С.В. Шалагин. Реализация умножения элементов расширения поля Галуа в базисе ПЛИС/FPGA	297
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	315
MODELLING' 06 – 07	317

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Труды Казанского научного семинара “МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ” издаются с периодичностью 3 года. Они представляют материалы, которые прошли успешную апробацию на семинаре. Первый выпуск состоялся в 2001г., второй – в 2004г. Настоящий третий выпуск посвящен моделированию процессов. «Процесс (в кибернетике) – последовательная смена состояний, стадий изменения (развития) системы или иного объекта» [Л.И. Лопатников. *Экономико-математический словарь*. – М.: Наука, 1987]. Под моделью процесса нами понимается описание динамики достижения некоторой цели (решения некоторой задачи). По возможности это описание связывается с построением подходящего алгоритма. Но рассматриваются и алгоритмически неразрешимые (в смысле Маркова) или трудно формализуемые задачи. Тогда к моделированию процессов привлекаются методы искусственного интеллекта и статистического анализа. Особенность моделирования процессов разработки прикладных систем – конкретность функционального назначения системы и ее морфологической основы.

Сборник включает 4 разноплановых раздела. В одних (разделы: параллельные процессы, искусственный интеллект) акцентируется единство научной области. В других (разделы: фрактальные модели, полиномиальные модели) – используемого математического аппарата. Но для всех разделов характерно многообразие рассматриваемых приложений.

Раздел параллельных процессов открывает обзор профессора Бандман О.Л. (ИВМиМГ СО РАН, Новосибирск), посвященный перспективному направлению работ по клеточно-автоматным моделям. Особое внимание в нем уделено оригинальному методу параллельных подстановок. Материалы по параллельным СУБД и защите данных ГИС отражают исследования, которые ведутся в КГТУ им. А.Н. Туполева (КАИ) под руководством профессора Райхлина В.А. Статья профессора Казанского государственного университета (КГУ) Столова Е.Л. и его аспиранта связана с параллельной обработкой изображений.

Раздел по методам искусственного интеллекта включает обзор по бионическим подходам к искусственному интеллекту, подготовленный профессором Редько В.Г. (НИИ Системных исследований РАН, Москва). В обзоре использованы материалы последней международной конференции по моделированию адаптивного поведения (Рим, сент., 2006). Созданию онтологий посвящена статья профессора КГУ Соловьева В.Д. и его аспиранта. Особенности использования нейросетевых подходов для представления и извлечения знаний обсуждаются в совместной статье профессора КАИ Глова В.И. с сотрудниками и доцента Казанской государственной медицинской академии Подольской М.А.

Раздел фрактальных моделей объединяет работы представителей известной Казанской научной школы физической электрохимии, основанной в середине прошлого века профессором Р.Ш. Нигматуллиным. Аналитический обзор профессора Нигматуллина Р.Р. (КГУ) предлагает оригинальный метод описания произвольных случайных последовательностей по множеству соответствующих им моментов целого и дробного порядков. Статья профессора Ю.К. Евдокимова и его магистранта (КАИ) посвящена вопросам фрактального моделирования топологически сложных телекоммуникационных сетей. В статьях профессоров Гильмутдинова А.Х. (КАИ) и Ушакова А.П. (Иж ГТУ, Ижевск) обсуждаются вопросы теории и практики неоднородных резистивно-емкостных элементов с распределенными параметрами.

Разделом полиномиальных моделей представлены работы еще одной Казанской научной школы – по моделированию в полях Галуа, возглавляемой в настоящее время профессором Захаровым В.М. (КАИ). Статьи этого раздела посвящены задачам построения марковских и автоматных моделей в полях Галуа и оценкам сложности реализации вычислительных операций в расширениях конечного поля. Интерес исследователей к этому направлению обусловлен широкой сферой приложений цепей Маркова, их функций и высокой эффективностью аппарата конечных полей в области цифровой обработки информации применительно к технологии ПЛИС.

Книга составлена по материалам прошедшей годичной сессии MODELLING' 06 – 07 (ее программа приведена в конце книги). Практически все доклады получили одобрение семинара. Но не все они вошли в сборник. Это вызвано разными причинами. По докладам заочных участников из Москвы и Новосибирска на семинаре были сделаны развернутые аналитические сообщения.

Изначально наш семинар был организован в составе 4 секций: модели процессов, случайные процессы (специально), искусственный интеллект, прикладные системы. Затем добавилась еще одна – информационные технологии. Со временем основной формой работы семинара стало проведение совместных заседаний всех секций (при сохранении индивидуальности каждой) под флагом эволюционного моделирования процессов. При таком единении широта тематики семинара не была помехой. Напротив, она способствовала проникновению прогрессивных идей в разные предметные области. Эту нашу позицию отражает настоящая книга. Оргкомитет семинара благодарит руководство Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева за поддержку ее публикации.

В.А. Райхлин

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Абрамов Евгений Викторович – соискатель, ассистент КАИ.

Аникин Игорь Вячеславович – к.т.н., доцент КАИ.

Бандман Ольга Леонидовна – д.т.н., главный научный сотрудник
ИВМ и МГ СО РАН (Новосибирск).

Вершинин Игорь Сергеевич – к.т.н., доцент КАИ.

Глова Виктор Иванович – д.т.н., зав. кафедрой КАИ.

Гибадуллин Руслан Фаршатович – магистрант КАИ.

Гильмутдинов Анис Харисович – д.т.н., профессор КАИ.

Евдокимов Юрий Кириллович – д.т.н., зав. кафедрой КАИ.

Захаров Вячеслав Михайлович – д.т.н., профессор КАИ.

Земцов Павел Евгеньевич – студент КАИ.

Иванов Владимир Васильевич – аспирант КГУ.

Катасев Алексей Сергеевич – к.т.н., доцент КАИ.

Нигматуллин Равиль Рашидович – д.ф.-м.н., профессор КГУ.

Николаев Алексей Григорьевич – аспирант КГУ.

Нурутдинов Шамиль Рамилович – д.ф.-м.н., доцент КГУ.

Подольская Марина Алексеевна – к.м.н., доцент КГМА (ГИДУВ)

Райхлин Вадим Абрамович – д.ф.-м.н., профессор КАИ.

Редько Владимир Георгиевич – д.ф.-м.н., зам. директора Центра оптико-нейронных технологий НИИ СИ РАН (Москва)

Соловьев Валерий Дмитриевич – д.ф.-м.н., профессор КГУ.

Столов Евгений Львович – д.т.н., профессор КГУ.

Ушаков Петр Архипович – к.т.н., профессор ИжГТУ (Ижевск)

Шагеев Денис Олегович – магистрант КАИ.

Шалагин Сергей Викторович – к.т.н., доцент КАИ.

Шахтурин Дмитрий Владимирович – магистрант КАИ.

Шляпников Александр Сергеевич – аспирант КГУ.

Эминов Булат Фаридович – аспирант КАИ.