

УДК 519.47.07(075)

ББК 72; 32; 81я73

И24

Серия основана в 2009 г.

Рецензенты:

Доктор физ.-мат. наук, профессор,
зав. кафедрой «Интеллектуальные технологии и системы»
Московского государственного технического
университета МИРЭА В. В. Нечаев

Доктор техн. наук, профессор,
зав. лабораторией «Интеллектуальные системы»
Института проблем управления РАН Ф. Ф. Пащенко

Ивашкин Ю. А.

И24 Мультиагентное моделирование в имитационной системе Simplex3 : учебное пособие / Ю. А. Ивашкин. — 2-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2020. — 361 с. — (Учебник для высшей школы). — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-00101-905-3

В учебном пособии рассматриваются теоретические и практические основы мультиагентного имитационного моделирования динамических систем различной физической и социальной природы. Излагается концепция интеллектуального агента как имитационной модели поведения активного элемента в сложных ситуациях и стратегиях взаимодействия с другими активными элементами и средой для достижения цели. Описываются алгоритмы поведения агентов в различных условиях, агентные технологии идентификации и прогнозирования состояния мультиагентных систем, а также программная реализация моделей в универсальной имитационной системе *Simplex3*.

Пособие предназначено для подготовки бакалавров и магистров по направлению 230100 «Информатика и вычислительная техника» по профилю «Автоматизированные системы обработки информации и управления», а также может быть рекомендовано для системных аналитиков и разработчиков компьютерных систем поддержки принятия решения.

УДК 519.47.07(075)

ББК 72; 32; 81я73

Деривативное издание на основе печатного аналога: Мультиагентное моделирование в имитационной системе Simplex3 : учебное пособие / Ю. А. Ивашкин. — М. : Лаборатория знаний, 2016. — 350 с. : ил., [8] с. цв. вкл. — (Учебник для высшей школы). — ISBN 978-5-906828-72-9.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации

ISBN 978-5-00101-905-3

© Лаборатория знаний, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. Общая концепция интеллектуального агента и мультиагентной системы.....	9
1.1. Понятие и виды интеллектуальных агентов.....	9
1.2. Функциональная структура интеллектуального агента.....	11
1.3. Эмоционально-мотивированный интеллектуальный агент.....	15
1.4. Параметрическое описание и ситуационная модель состояния агента	22
1.5. Структурно-параметрическая модель мультиагентной системы	33
Глава 2. Стратегии поведения и взаимодействия интеллектуальных агентов	39
2.1. Переговорные процессы взаимодействия агентов.....	39
2.2. Ситуационная стратегия поведения агентов.....	48
2.3. Интеллектуальные стратегии принятия решения и поведения агентов	56
2.3.1. Градиентные стратегии	56
2.3.2. Стратегии с факторным экспериментом	60
2.3.3. Симплексные стратегии	63
2.4. Индивидуальные и кооперативные ситуационные стратегии агентов	67
Глава 3. Программные средства имитационного моделирования агентов и мультиагентных систем	82
3.1. Функциональная структура универсальной имитационной системы Simplex3	85
3.2. Объектно-ориентированное описание агентов в Simplex3	88
3.3. Имитационное моделирование в системе Simplex3	90
3.3.1. Библиотеки моделей и диалоговый интерфейс	92
3.3.2. Организация эксперимента	95

3.3.3. Общий порядок подготовки моделей и проведения эксперимента	97
3.4. Объектно-ориентированное моделирование агентов с непрерывной динамикой поведения в Simplex3-MDL	100
3.5. Дискретно-событийные имитационные модели в программной среде Simplex3-MDL	107
3.5.1. Средства и структура описания событий.....	107
3.5.2. Условные переходы в событиях.....	111
Глава 4. Моделирование очередей и активных систем массового обслуживания в Simplex3.....	114
4.1. Мобильные компоненты и накопительные массивы	115
4.2. Система операций с мобильными компонентами	121
4.3. Модель СМО с неоднородными заявками	124
4.4. Агентно-ориентированная дискретно-событийная модель пассажирской железнодорожной станции	129
Глава 5. Мультиагентное моделирование в Simplex3	138
5.1. Декомпозиция модели и соединение агентов.....	140
5.2. Иерархические модели	147
Глава 6. Процедурные элементы Simplex-MDL	152
6.1. Собственные MDL-функции.....	152
6.2. Внешние C-функции Simplex-MDL	159
6.3. Внешние C-процедуры	165
Глава 7. Агентные технологии моделирования и имитации в Simplex3	170
7.1. Мультиагентная модель с переговорными стратегиями	170
7.2. Мультиагентная модель с рефлексивным поведением агентов	187
7.3. Мультиагентная модель с интеллектуальными ситуационными стратегиями поведения агентов	195
7.3.1. Средства и структура языка описания имитационного эксперимента Simplex-EDL	196
7.3.2. Конкурирующие агенты с симплексной стратегией ценообразования в маркетинговой ситуации	212

Глава 8. Мультиагентное моделирование систем в Simplex3	223
8.1. Мультиагентная имитационная модель производственной системы перерабатывающего предприятия агропромышленного комплекса	223
8.1.1. Агентная структура, модели и алгоритмы поведения агентов в логистической системе мясоперерабатывающего предприятия АПК	225
8.1.2. Мультиагентная модель логистической системы мясоперерабатывающего предприятия АПК.....	235
8.1.3. Организация и результаты имитационного эксперимента	253
8.1.4. Организация эксперимента с оптимальными стратегиями в условиях неопределенности	256
8.2. Мультиагентное моделирование образовательной системы накопления знаний	259
8.2.1. Параметрическое описание и динамика поведения обучаемого агента	261
8.2.2. Параметрическое описание и динамика поведения агента «преподаватель»	266
8.2.3. Мультиагентная модель образовательной системы.....	269
8.3. Мультиагентное моделирование живых систем	291
8.3.1. Транспортная мультиагентная модель клетки...	293
8.3.2. Мультиагентная иерархическая модель биологической клетки	305
Заключение.....	320
Литература	322
Приложения	327
Приложение 1. Установка программного обеспечения универсальной имитационной системы Simplex3	327
Приложение 2. MDL-описание дискретно-событийной модели пассажирской железнодорожной станции	331
Приложение 3. MDL-программы мультиагентного моделирования с ситуационной стратегией разрешения рыночного конфликта.....	337