

Родзин С.И., Скобцов Ю.А., Эль-Хатиб С.А.

Биоэвристики: теория, алгоритмы и приложения

Монография

Чебоксары 2019

С.И. Родзин, Ю.А. Скобцов, С.А. Эль-Хатиб

**БИОЭВРИСТИКИ: ТЕОРИЯ,
АЛГОРИТМЫ И ПРИЛОЖЕНИЯ**

Монография

Чебоксары 2019

УДК 004.8 + 519.7
ББК 32.813 + 22.18
Р60

*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
в рамках научных проектов № 19-07-00570 и № 18-29-22019*

Рецензенты:

Я.Е. Ромм, доктор технических наук, профессор Таганрогского института им А.П. Чехова (филиала) ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»

Б.В. Соколов, доктор технических наук, профессор ФГБУН Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН)

Родзин, С. И.

Р60 Биоэвристики: теория, алгоритмы и приложения : монография / С. И. Родзин, Ю. А. Скобцов, С. А. Эль-Хатиб. – Чебоксары: ИД «Среда», 2019. – 224 с.

ISBN 978-5-6042304-6-6

В книге рассматривается современное состояние и проблемы развития биоэвристик, биографический и меметический алгоритмы, вопросы поиска оптимальных решений траекторными алгоритмами и биоэвристиками многокритериальной оптимизации. Представлены муравьиные и роевые биоэвристики, их особенности и модификации. В качестве приложений рассматриваются гибридный муравьиный и гиперэвристический роевой алгоритмы сегментации сложно структурированных изображений.

Монография является междисциплинарной, она адресована магистрам и аспирантам, изучающим теорию и практику создания интеллектуальных информационных систем и технологий, а также специалистам по теоретическим основам информатики, программной инженерии, системному анализу, управлению и обработке информации, информационным системам и процессам, биоинформатике.

ISBN 978-5-6042304-6-6
DOI 10.31483/a-54
DOI 10.31483/r-22141

© С.И. Родзин, Ю.А. Скобцов,
С.А. Эль-Хатиб, 2019
© ИД «Среда», 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----------|
| Введение..... | 5 |
| Глава 1. Биологически правдоподобные алгоритмы машинного обучения..... | 8 |
| 1.1. Современное состояние и проблемы развития биоэвристик..... | 8 |
| 1.1.1. Терминология и классификация биоэвристик, научные школы..... | 8 |
| 1.1.2. Основы теории биоэвристик: NFL-теорема, теорема Холланда, теоремы дрейф-анализа..... | 12 |
| 1.1.3. Закономерности, структура и операторные конструкции биоэвристик..... | 19 |
| 1.1.4. Проблемы представления и кодирования решений.. | 27 |
| 1.2. Биогеографический алгоритм..... | 30 |
| 1.2.1. Принципы и закономерности биогеографической модели..... | 30 |
| 1.2.2. Задача коммивояжера и биогеографический алгоритм..... | 36 |
| 1.3. Алгоритмы биомеметики..... | 42 |
| 1.3.1. Метрические свойства мемов..... | 42 |
| 1.3.2. Описание алгоритма биомеметики..... | 45 |
| 1.3.3. Приложения алгоритма биомеметики..... | 48 |
| 1.4. Особенности поиска решений траекторными биоэвристиками..... | 51 |
| 1.5. Биоэвристики многокритериальной оптимизации..... | 61 |
| Глава 2. Муравьиные и роевые биоэвристики..... | 72 |
| 2.1. Коллективное поведение естественных биологических систем... | 72 |
| 2.2. Муравьиные алгоритмы..... | 75 |
| 2.2.1. Биологический прототип..... | 77 |
| 2.2.2. Простой муравьиный алгоритм..... | 79 |
| 2.2.3. Муравьиная система..... | 83 |
| 2.2.4. Модификации муравьиных алгоритмов..... | 88 |
| 2.2.5. Применение муравьиных алгоритмов в задачах численной оптимизации..... | 94 |
| 2.2.6. Параметры муравьиных алгоритмов..... | 96 |
| 2.3. Роевые алгоритмы..... | 97 |
| 2.3.1. Основной роевой алгоритм..... | 98 |
| 2.3.2. Локальный роевой алгоритм..... | 101 |
| 2.3.3. Особенности и параметры роевых алгоритмов..... | 105 |
| 2.3.4. Модификации роевых алгоритмов..... | 110 |

| | |
|--|-----|
| Глава 3. Биоэвристики и сегментация сложно структурированных изображений | 120 |
| 3.1. Задача сегментации изображений и методы ее решения. | 120 |
| 3.2. Гибридный муравьиный алгоритм сегментации изображений..... | 131 |
| 3.2.1. Описание алгоритма..... | 133 |
| 3.2.2. Поиск оптимальных параметров алгоритма | 138 |
| 3.2.3. Вычислительная сложность алгоритма | 152 |
| 3.2.4. Дрейф-анализ времени работы алгоритма | 153 |
| 3.3. Гиперэвристический роевой алгоритм сегментации изображений..... | 154 |
| 3.3.1. Описание алгоритма..... | 155 |
| 3.3.2. Поиск оптимальных параметров настройки алгоритма. | 162 |
| 3.3.3. Вычислительная сложность алгоритма | 177 |
| 3.3.4. Дрейф-анализ времени работы алгоритма | 179 |
| 3.4. Программная реализация, апробация и тестирование алгоритмов сегментации сложно структурированных изображений..... | 180 |
| 3.4.1. Характеристики и функциональные возможности программного приложения для системы сегментации изображений | 180 |
| 3.4.2. Тестирование алгоритмов сегментации и экспериментальные данные | 182 |
| 3.4.3. Сравнительная оценка времени работы алгоритмов сегментации изображений | 197 |
| Заключение..... | 201 |
| Список используемой литературы..... | 204 |
| Список используемых сокращений | 220 |
| Авторы | 221 |

АВТОРЫ

Родзин Сергей Иванович – канд. техн. наук, профессор ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону.

Скобцов Юрий Александрович – д-р техн. наук, профессор ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», г. Санкт-Петербург.

Эль-Хатиб Самер Аднан – канд. техн. наук, ведущий разработчик программного обеспечения ООО «Aspose Pty. Ltd», г. Москва.

Научное издание

Родзин Сергей Иванович
Скобцов Юрий Александрович
Эль-Хатиб Самер Аднан

БИОЭВРИСТИКИ: ТЕОРИЯ, АЛГОРИТМЫ И ПРИЛОЖЕНИЯ

Монография
Чебоксары, 2019 г.

Редакторы *С.И. Родзин, Ю.А. Скобцов, С.А. Эль-Хатиб*
Компьютерная верстка и правка *С.Ю. Семенова*
Дизайн обложки *Н.В. Фирсова*

Подписано в печать 07.02.2019 г.

Дата выхода издания в свет 14.02.2019 г.

Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Гарнитура Times. Усл. печ. л. 13,02. Заказ К-443. Тираж 500 экз.

Издательский дом «Среда»

428005, Чебоксары, Гражданская, 75, офис 12

+7 (8352) 655-731

info@phsreda.com

<https://phsreda.com>

Отпечатано в Студии печати «Максимум»

428005, Чебоксары, Гражданская, 75

+7 (8352) 655-047

info@maksimum21.ru

www.maksimum21.ru