

БАКАЛАВР • МАГИСТР



Э. Э. Гасанов, В. Б. Кудрявцев

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

ТЕОРИЯ ХРАНЕНИЯ И ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ

УЧЕБНИК

2-е издание



СООТВЕТСТВУЕТ
ПРОГРАММАМ
ВЕДУЩИХ НАУЧНО-
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ШКОЛ

УМО ВО рекомендует

 **Юрайт**
Издательство

biblio-online.ru

Э. Э. Гасанов, В. Б. Кудрявцев

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ТЕОРИЯ ХРАНЕНИЯ И ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ

УЧЕБНИК ДЛЯ БАКАЛАВРИАТА И МАГИСТРАТУРЫ

2–е издание, исправленное и дополненное

Рекомендовано Учебно–методическим отделом высшего образования в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно–техническим, естественнонаучным направлениям

Книга доступна в электронной библиотечной системе
biblio-online.ru

Москва • Юрайт • 2016

Авторы:

Гасанов Эльяр Эльдарович — доктор физико-математических наук, профессор кафедры математической теории интеллектуальных систем отделения математики механико-математического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;

Кудрявцев Валерий Борисович — доктор физико-математических наук, академик РАЕН, профессор кафедры математической теории интеллектуальных систем отделения математики механико-математического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

Рецензенты:

Фролов А. Б. — доктор технических наук, профессор кафедры математического моделирования Института автоматизации и вычислительной техники Национального исследовательского университета «Московский энергетический институт»;

Подколзин А. С. — доктор физико-математических наук, профессор Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

Гасанов, Э. Э.

Г22 Интеллектуальные системы. Теория хранения и поиска информации : учебник для бакалавриата и магистратуры / Э. Э. Гасанов, В. Б. Кудрявцев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 289 с. — Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс.

ISBN 978-5-9916-9155-0

Содержание книги представляет собой материал, который использовался при чтении курсов в Московском государственном университете имени М. В. Ломоносова на механико-математическом факультете и факультете вычислительной техники и кибернетики. В учебнике вводится новый вид представления баз данных, называемый информационно-графовой моделью данных, обобщающей известные ранее модели. Рассматриваются основные типы задач поиска информации в базах данных, исследуются проблемы сложности решения этих задач применительно к информационно-графовой модели. Разработан математический аппарат решения этих задач, основанный на методах теории сложности управляющих систем, теории вероятностей, а также на оригинальных методах характеристических носителей графа, оптимальной декомпозиции и снижения размерности.

Соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по естественнонаучным направлениям, а также математиков, специалистов в области кибернетики и инженеров.

УДК 004.89(075.8)
ББК 32.813я73



Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».

- © Гасанов Э. Э., Кудрявцев В. Б., 2002
- © Гасанов Э. Э., Кудрявцев В. Б., 2016,
с изменениями
- © ООО «Издательство Юрайт», 2016

ISBN 978-5-9916-9155-0

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	4
Глава 1. Информационно-графовая модель данных	13
1.1. Понятие информационного графа (ИГ).....	13
1.2. Критерий допустимости ИГ	33
1.3. Полнота для информационных графов	36
1.4. Сложность информационных графов	39
1.5. Мощностная нижняя оценка.....	46
1.6. Случай оптимальности перебора.....	49
1.7. Основные задачи	50
Глава 2. Задачи поиска с коротким ответом	52
2.1. Некоторые свойства задач поиска с коротким ответом.....	52
2.1.1. Существование древовидного оптимального ИГ для задач поиска с коротким ответом.....	53
2.1.2. Нижняя оценка сложности ИГ для задач поиска с коротким ответом и равномошными тенями записей	58
2.1.3. Нижняя оценка В-сложности ИГ для задач поиска с коротким ответом	64
2.1.4. Леммы о сведении.....	68
2.2. Поиск идентичных объектов	70
2.2.1. Бинарный поиск.....	71
2.2.2. Константный в среднем алгоритм поиска.....	74
2.2.3. Константный в худшем случае алгоритм поиска	80
2.2.4. Оценки памяти константного в худшем случае алгоритма поиска.....	80
2.3. Задачи о близости	85
2.3.1. Бинарный поиск.....	86
2.3.2. Константный в среднем алгоритм поиска.....	87
2.3.3. Константный в худшем случае алгоритм поиска	90
Глава 3. Задачи поиска на частично-упорядоченных множествах данных	92
3.1. Задачи поиска на конечных частично-упорядоченных множествах данных	92
3.2. Задачи поиска на декартовых произведениях бинарных частично-упорядоченных множеств данных.....	95

3.2.1. Включающий поиск	96
3.2.2. О недревовидности оптимальных ИГ включающего поиска.....	97
3.2.3. О древовидности оптимальных ИГ включающего поиска в классе бесповторных сетей.....	108
3.2.4. Нижняя оценка сложности включающего поиска	109
3.2.5. Нижняя оценка сложности включающего поиска для базового множества переменных в классе бесповторных или древовидных ИГ	117
3.2.6. Оценки сложности одного метода решения задачи включающего поиска	122
3.2.7. Оценки В-сложности включающего поиска	142
3.3. Задачи поиска на линейно-упорядоченных множествах данных.....	143
3.3.1. Последовательные алгоритмы решения задачи поиска с отношением поиска вида линейного предпорядка	143
3.3.2. Моделирование поиска в системах с несколькими вычислителями.....	149
3.3.3. Параллельное решение задачи поиска с отношением поиска вида линейного предпорядка	158
3.4. Задачи поиска на декартовых произведениях линейно-упорядоченных множеств данных (задача о доминировании) ...	174
3.4.1. Последовательные алгоритмы решения задачи о доминировании	174
3.4.2. Оценки В-сложности задачи о доминировании	183
3.4.3. Математическая модель фоновых алгоритмов поиска.....	184
3.4.4. Фоновый алгоритм решения двумерной задачи о доминировании	189
Глава 4. Задачи интервального поиска	200
4.1. Одномерная задача интервального поиска	201
4.1.1. Случай базового множества характеристических функций	202
4.1.2. Случай простого базового множества	202
4.1.3. Базовое множество логарифмического поиска.....	209
4.1.4. Базовое множество сверхлогарифмического поиска	212
4.1.5. Мгновенное решение	216
4.2. Многомерная задача интервального поиска.....	221
4.2.1. Мгновенное решение многомерной задачи интервального поиска	222
4.2.2. Пример оценки константы специальной ограниченности	233
4.2.3. Оценки В-сложности задачи интервального поиска	235
4.3. Оценки сложности двумерной задачи интервального поиска ...	236
4.3.1. Формулировка результата.....	236
4.3.2. Неформальное описание алгоритма	239

4.3.3. Построение информационного графа.....	241
4.3.4. Допустимость информационного графа.....	249
4.3.5. Объем информационного графа.....	251
4.3.6. Сложность информационного графа.....	256
Глава 5. Свойство канонического эффекта	261
5.1. Понятие канонического эффекта	261
5.2. Неустойчивость канонического эффекта по отношению к базовому множеству.....	263
5.3. Неустойчивость канонического эффекта по отношению к объему памяти.....	264
5.4. Устойчивость канонического эффекта по отношению к ϵ -расширению запроса	264
5.4.1. ϵ -расширение задачи поиска идентичных объектов.....	264
5.4.2. ϵ -расширение задач о доминировании и интервального поиска.....	267
Литература	269
Предметный указатель.....	285