М. Тим Джонс

Программирование искусственного интеллекта в приложениях

Второе издание



AI Application Programming

M. Tim Jones

CHARLES RIVER MEDIA, INC.
Hingham, Massachusetts



Программирование искусственного интеллекта в приложениях

М. Тим Джонс

Второе издание

ДМК Пресс
издательство

Москва, 2011

УДК 004.8
ББК 32.813
Д42

Джонс М. Т.
Д42 Программирование искусственного интеллекта в приложениях / М. Тим Джонс ; Пер. с англ. Осипов А. И. – М. : ДМК Пресс, 2011. – 312 с.: ил.

ISBN 978-5-94074-746-8

Данная книга посвящена вопросам искусственного интеллекта (ИИ), то есть методам и технологиям, призванным сделать ПО более умным и полезным. Рассмотренные алгоритмы в основном предназначены для встраивания в другое программное обеспечение, что позволяет создавать программы, гибко подстраивающиеся под требования и привычки пользователя.

Здесь описан ряд алгоритмов ИИ – нейронные сети, генетические алгоритмы, системы, основанные на правилах, нечеткая логика, алгоритмы муравья и умные агенты. Для каждого алгоритма приведены примеры реализации. Некоторые из этих приложений применяются на практике, другие относятся скорее к теоретическим изысканиям. Так или иначе, автор раскрывает секреты наиболее интересных алгоритмов ИИ, что делает их доступными для более широкой аудитории. Предполагается, что благодаря подробному описанию алгоритмов методики и технологии ИИ займут свое место в списке традиционных программ.

Книга призвана помочь разработчикам использовать технологии ИИ при создании более умного программного обеспечения.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 1-58450-278-9 (англ.)
ISBN 978-5-94074-746-8 (рус.)

Copyright © by CHARLIES RIVER MEDIA
© Издание на русском языке, перевод на русский язык, оформление. ДМК Пресс

Содержание

Глава 1. История искусственного интеллекта 15

Что такое искусственный интеллект 15
Сильный и слабый ИИ 16
Результат внедрения ИИ 16
История развития ИИ 16
Рождение компьютера, 1940-е 16
Рождение ИИ, 1950-е 17
Подъем ИИ, 1960-е 18
Спад исследований ИИ, 1970-е 19
Подъем и спад ИИ, 1980-е 19
Постепенный прогресс ИИ, 1990-е и настоящее время 20
Направления ИИ 21
Основоположники 21
Алан Тьюринг 21
Джон МакКарти 21
Марвин Мински 22
Артур Самуэль 22
Философские, моральные и социальные аспекты 22
Структура данной книги 23
Литература и ресурсы 24

Глава 2. Алгоритм отжига 25

Естественная мотивация 25
Алгоритм отжига 25
Начальное решение 26
Оценка решения 26
Случайный поиск решения 26
Критерий допуска 27
Снижение температуры 28
Повтор 28

Пример итерации ... 28
Пример задачи ... 29
Представление решения ... 30
Энергия ... 30
Температура ... 30
Исходный код ... 32
Пример выполнения ... 38
Оптимизация алгоритма ... 40
Начальная температура ... 40
Конечная температура ... 40
Функция изменения температуры ... 40
Количество итераций при одном значении температуры ... 40
Другие области применения ... 41
Итоги ... 41
Литература и ресурсы ... 41

Глава 3. Введение в теорию адаптивного резонанса ... 43

Алгоритмы кластеризации ... 43
Биологическая мотивация ... 43
Алгоритм ART1 ... 44
ART1 в деталях ... 44
Разбор выполнения алгоритма ... 47
Обучение в ART1 ... 48
Преимущества ART1 по сравнению с другими алгоритмами кластеризации ... 48
Семейство алгоритмов ART ... 48
Использование ART1 для персонализации ... 48
Определение персонализации ... 49
Применение персонализации ... 49
Персонализация с использованием ART1 ... 49
Исходный код ... 50
Оптимизация алгоритма ... 59
Пример запуска ... 59
Аспекты соблюдения конфиденциальности ... 60
Другие области применения ... 61
Итоги ... 61
Литература и ресурсы ... 62

Глава 4. Алгоритмы муравья ... 63
Естественная мотивация ... 63
Алгоритм муравья ... 65
Граф ... 65
Муравей ... 67
Начальная популяция ... 67
Движение муравья ... 67
Путешествие муравья ... 67
Испарение фермента ... 68
Повторный запуск ... 68
Пример итерации ... 68
Пример задачи ... 71
Исходный код ... 71
Примеры запуска ... 80
Изменение параметров алгоритма ... 82
Alpha (α) / Beta (β) ... 82
Rho (ρ) ... 82
Количество муравьев ... 82
Другие области применения ... 83
Итоги ... 83
Литература и ресурсы ... 83

Глава 5. Введение в архитектуру нейронных сетей и алгоритм обратного распространения ... 85
Нейронные сети в биологической перспективе ... 85
Однослойные перцептроны ... 86
Моделирование булевых выражений с помощью SLP ... 87
Многослойные сети ... 88
Обучение с помощью алгоритма обратного распространения ... 90
Алгоритм обратного распространения ... 90
Пример алгоритма обратного распространения ... 91
Расчет поведения ИИ для компьютерных игр ... 94
Архитектура нейроконтроллера ... 96
Обучение нейроконтроллера ... 98
Данные для тестирования ... 98
Обсуждение исходного кода ... 100

Обучение нейроконтроллера ... 109
Память нейроконтроллера ... 110
Другие области применения ... 110
Итоги ... 110
Литература и ресурсы ... 111

Глава 6. Введение в генетические алгоритмы ... 112

Биологическое побуждение ... 112
Генетический алгоритм ... 112
Инициализация ... 113
Оценка ... 114
Отбор ... 114
Рекомбинирование ... 115
Генетические операторы ... 116
Перекрестное скрещивание ... 116
Мутация ... 117
Пример выполнения генетического алгоритма ... 118
Пример задачи ... 120
Обзор ... 120
Кодировка решения ... 120
Оценка здоровья ... 120
Рекомбинирование ... 121
Обсуждение кода ... 121
Реализация виртуальной машины ... 121
Применение генетического алгоритма ... 124
Примеры запуска ... 134
Настройка параметров и процессов ... 136
Метод отбора ... 136
Размер популяции ... 136
Генетические операторы ... 136
Другие механизмы ... 137
Вероятности ... 137
Недостатки генетического алгоритма ... 138
Преждевременное схождение ... 138
Эпистазис ... 138
Теорема «не бывает бесплатных обедов» ... 139
Другие области применения ... 139
Итоги ... 139
Литература и ресурсы ... 140

Глава 7. Искусственная жизнь 141
Введение 141
Моделирование пищевых цепочек 141
Модель пищевой цепочки 142
Обзор 142
Окружающая среда 142
Анатомия агента 143
Энергия и метаболизм 145
Воспроизведение 147
Смерть 147
Соревновательность 147
Пример итерации 147
Исходный код 151
Примеры функционирования модели 171
Интересные стратегии 173
Изменение параметров 173
Итоги 174
Литература и ресурсы 174

Глава 8. Введение в системы, основанные на правилах 175
Введение 175
Архитектура системы, основанной на правилах 175
Рабочая память 176
База знаний 176
Система логического вывода 177
Типы систем, основанных на правилах 177
Система обратного вывода 177
Система прямого вывода 177
Фазы работы системы, основанной на правилах 178
Фаза соответствия 178
Фаза разрешения конфликтов 178
Фаза действия 179
Простой пример 179
Пример использования 181
Устойчивость к ошибкам 181
Определение правил 182
Обсуждение исходного кода 185

Построение базы правил ... 207
Область применения ... 207
Недостатки систем, основанных на правилах ... 208
Итоги ... 208
Литература и ресурсы ... 209

Глава 9. Введение в нечеткую логику ... 210

Введение ... 210
Пример нечеткой логики ... 210
Функции принадлежности ... 211
Нечеткое управление ... 212
Визуальный пример нечеткой логики ... 213
Аксиомы нечеткой логики ... 215
Функции ограничения ... 216
Зачем использовать нечеткую логику ... 216
Пример использования ... 216
Управление зарядкой батареи с помощью нечеткой логики ... 217
Функции принадлежности при зарядке батареи с помощью нечеткой логики ... 217
Обсуждение исходного кода ... 219
Механизм нечеткой логики ... 219
Функции принадлежности для модели зарядного устройства ... 221
Функция управления в модели зарядного устройства для батарей ... 223
Главный цикл модели ... 224
Преимущества использования нечеткой логики ... 225
Другие области применения ... 226
Итоги ... 226
Литература и ресурсы ... 226

Глава 10. Модель состояний ... 227

Введение ... 227
Скрытые модели Маркова ... 228
Интересные области применения ... 229
Распознавание речи ... 229
Моделирование текста ... 230
Моделирование музыки ... 231
Пример применения ... 231
Обсуждение исходного кода ... 231