

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



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

Application programming interface. From Wikipedia. [HomePage](#) | [Recent changes](#) | [View source](#) | [Discuss this page](#) | [Page history](#) | [Log in](#) | . [Special pages](#) [Broken redirects](#) [Dead-end pages](#) [Double redirects](#) [Long pages](#) [Oldest pages](#) [Orphaned pages](#) [Pages with the fewest revisions](#) [Pages without language links](#) [Protected pages](#) [Protected titles](#) [Short pages](#) [Uncategorized categories](#) [Uncategorized files](#) [Uncategorized pages](#) [Uncategorized templates](#) [Unused categories](#) [Unused files](#) [Unused templates](#) [Wanted categories](#) [The Al Ghurair Young Thinkers Program \(YTP\)](#) is the first technology-based program in the Arab World to support Emirati youth in their preparation for university and the job market. YTP is designed specifically for Emirati youth who are preparing to enter university, or are in the initial foundation year.Â What is the application deadline for the Al Ghurair Open Learning Scholars Program at ASU? Students are invited to apply for the scholarship three times a year for three ASU start dates in Fall, Spring, and Summer. AL is the programming language that is used for manipulating data (such as retrieving, inserting, and modifying records) in a Dynamics 365 Business Central database, and controlling the execution of the various application objects, such as pages, reports, or codeunits. With AL, you can create business rules to ensure that the data which is stored in the database is meaningful and consistent with the way customers do business. Through AL programming, you can