

М.Г.Матвеев, А.С.Свиридов, Н.А.Алейникова

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА. ПРИМЕНЕНИЕ В ЭКОНОМИКЕ

Допущено
Учебно-методическим объединением
по образованию в области прикладной информатики
в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности
"Прикладная информатика (по областям)"
и другим специальностям



МОСКВА
"ФИНАНСЫ И СТАТИСТИКА"



ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
"ИНФРА-М"

2008

УДК 004.8 : 33 (075.8)
ББК 32.813я73 + 65с51я73
М33

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра «Интеллектуальные технологии и системы»
Московского государственного института радиотехники,
электроники и автоматики (технического университета)
(заведующий кафедрой — академик РАЕН, профессор В.В. Нечаев);
С.Л. Блюмин,
доктор физико-математических наук, профессор
(Липецкий государственный технический университет)

Матвеев М.Г.

М33 Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике: учеб. пособие / М.Г. Матвеев, А.С. Свиридов, Н.А. Алейникова. — М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2008. — 448 с.: ил.

ISBN 978-5-279-03279-2 (Финансы и статистика)
ISBN 978-5-16-003412-6 (ИНФРА-М)

Представлены теоретические основы искусственного интеллекта: информационные аспекты, сведения о бинарной и нечеткой логике, а также методы и модели актуальных направлений искусственного интеллекта, экспертных систем, инженерии знаний, нейронных сетей и генетических алгоритмов. Подробно рассмотрены вопросы практической реализации интеллектуальных систем. Приведено множество примеров, иллюстрирующих разработку и применение рассматриваемых методов и моделей. Особое внимание уделено экономическим задачам.

Для студентов, аспирантов, научных работников и специалистов, изучающих и разрабатывающих интеллектуальные информационные системы в экономической и других областях применения.

М 1402070000 — 074
010(01) — 2008 180 — 2008

УДК 004.8 : 33 (075.8)
ББК 32.813я73 + 65с51я73

© Матвеев М.Г., Свиридов А.С.,
Алейникова Н.А., 2008
© Издательство «Финансы
и статистика», 2008

ISBN 978-5-279-03279-2
ISBN 978-5-16-003412-6

Оглавление

Предисловие	5
Глава 1. Системы искусственного интеллекта в экономике	7
1.1. Искусственный интеллект в проблеме принятия решений	7
1.2. Подходы к созданию систем искусственного интеллекта	9
Глава 2. Теоретические основы создания систем искусственного интеллекта	21
2.1. Информация и ее виды, измерение информации	21
2.2. Основы теории неопределенности, нечеткие множества	35
2.3. Основы математической (бинарной) логики	59
2.4. Логический вывод на основе алгебры логики	69
2.5. Логический вывод на основе исчисления высказываний и предикатов	89
2.6. Нечеткая логика и нечеткий вывод	106
Контрольные вопросы и практические задания	115
Глава 3. Экспертные системы	121
3.1. Понятие, назначение, структура	121
3.2. Базы знаний и модели представления знаний	127
3.3. Механизм работы со знаниями	145
Контрольные вопросы и практические задания	165
Глава 4. Инженерия знаний	166
4.1. Классификация методов инженерии знаний	166
4.2. Извлечение знаний (непосредственное взаимодействие эксперта и инженера знаний)	168
4.3. Приобретение знаний (автоматизированное взаимодействие эксперта и инженера знаний)	170
4.4. Автоматическое формирование знаний	178
Контрольные вопросы и практические задания	187
Глава 5. Искусственные нейронные сети	188
5.1. Биологические нейронные сети	188
5.2. Искусственные нейронные сети	191
5.3. Возможности искусственных нейронных сетей по обработке информации	199

Эти интервалы располагаются на промежутке $[0, 100]$ в соответствии с рис. 6.2.

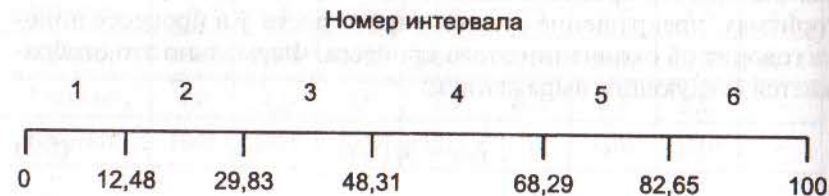


Рис. 6.2. Интервалы для рассматриваемого примера

Каждому номеру интервала соответствует номер хромосомы из начальной выборки. Методом рулетки осуществляется такой выбор хромосом, который учитывает их приспособленность. Это обеспечивается зависимостью вероятности попадания в интервал от его длины.

Случайный выбор хромосом можно реализовать, например, с помощью метода Монте-Карло, суть которого заключается в генерировании значений равномерно распределенной случайной величины на отрезке $[0; 1]$ заданное число раз (в нашем случае шесть раз). Это можно реализовать, например, с помощью генератора псевдослучайных чисел, имеющегося в программном обеспечении ЭВМ. Получаемое каждый раз число E ($0 \leq E \leq 1$) преобразуется к требуемому интервалу $[a, b]$ при помощи формулы $E' = a + E \cdot (b - a)$. В рассматриваемом примере $a = 0$, $b = 100$.

Выбирая теперь шесть раз случайным образом число из промежутка $[0, 100]$ по методу Монте-Карло и фиксируя попадание этого числа в один из промежутков, выберем хромосомы из начальной популяции соответствующие номеру промежутка. Таким образом будет образован так называемый *родительский пул* — набор хромосом, на основе которых формируются родительские пары хромосом. Пусть метод Монте-Карло сформировал следующий родительский пул:

$$\begin{aligned} ch_1 &= (1101); ch_2 = (1101); ch_3 = (1101); ch_4 = (0001); \\ ch_5 &= (0100); ch_6 = (1010). \end{aligned}$$

Множество всех возможных родительских пар определяется прямым произведением:

$$\begin{aligned} \{ch_1, ch_2, ch_3, ch_4, ch_5, ch_6\} \times \{ch_1, ch_2, ch_3, ch_4, ch_5, ch_6\} = \\ = \{(ch_1, ch_1); (ch_1, ch_2); (ch_1, ch_3); (ch_1, ch_4); (ch_1, ch_5); (ch_1, ch_6); \\ (ch_2, ch_1); (ch_2, ch_2); (ch_2, ch_3); (ch_2, ch_4); (ch_2, ch_5); (ch_2, ch_6); \\ (ch_3, ch_1); (ch_3, ch_2); (ch_3, ch_3); (ch_3, ch_4); (ch_3, ch_5); (ch_3, ch_6); \\ (ch_4, ch_1); (ch_4, ch_2); (ch_4, ch_3); (ch_4, ch_4); (ch_4, ch_5); (ch_4, ch_6); \\ (ch_5, ch_1); (ch_5, ch_2); (ch_5, ch_3); (ch_5, ch_4); (ch_5, ch_5); (ch_5, ch_6); \\ (ch_6, ch_1); (ch_6, ch_2); (ch_6, ch_3); (ch_6, ch_4); (ch_6, ch_5); (ch_6, ch_6)\}. \end{aligned}$$

Из полученных 36 возможных пар хромосом выбирается случайным образом шесть пар, например:

$$\begin{pmatrix} 0001 \\ 0001 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0001 \\ 1101 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1010 \\ 1101 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0100 \\ 1101 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1101 \\ 1101 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0100 \\ 1101 \end{pmatrix} \quad (6.3)$$

Метод рулетки, использованный в примере для выполнения этапа селекции хромосом, не единственный. Другие методы будут рассмотрены в разд. 6.5.

Теперь по ходу алгоритма можно переходить к следующему этапу — репродукции или применению генетических операторов (см. рис. 6.1).

Рассмотрим в примере только один, обязательный оператор — кроссовер и только одну его модификацию. Применение рассматриваемого оператора кроссовера к каждой паре хромосом из родительского пула порождает новую хромосому, у которой первая половина аллелей заимствуется у первого родителя, а вторая — у второго. Применение такого кроссовера к родительскому пулу (6.3) порождает новую (текущую) популяцию:

$$\begin{aligned} ch_1 &= (0001); ch_2 = (0001); ch_3 = (1001); ch_4 = (0101); \\ ch_5 &= (1101); ch_6 = (0101). \end{aligned}$$

Соответствующие значения функции приспособленности хромосом полученной текущей популяции равны:

$$y_1 = 57,5; y_2 = 57,5; y_3 = 81,5; y_4 = 77,5; y_5 = 69,5; y_6 = 77,5.$$

Средняя приспособленность или приспособленность текущей популяции составляет $\bar{y} = 70,17$. Как видно, уже после первой итерации работы генетического алгоритма средняя приспособленность выросла, что свидетельствует о правильном направлении поиска. С текущей популяцией продолжается работа алгоритма, так как условие его завершения, например, по критерию (6.2) прироста средней приспособленности при $\epsilon = 0,5$ не выполнены.