

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

III Международная конференция
«Когнитивная Робототехника»
в рамках Международного форума
**«Интеллектуальные системы
4-й промышленной революции»**



КОГНИТИВНАЯ
РОБОТОТЕХНИКА

СБОРНИК ТЕЗИСОВ КОНФЕРЕНЦИИ

Спонсор



Организаторы



21-23 ноября 2018 года

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2018

- [2] Бондарчук А.С., Боровик В.С., Гуцул В.И., Евтушенко В.Г., Клестов С.А., Кузнецов Д.Н., Марченко В.В., Марченко М.В., Пешкичев Р.Ю., Попков А.И., Пыхтырев В.С., Сахапов Д.А., Судакова Е.С., Сырямкин В.И., Сырямкин М.В., Шатравин В.В., Шумилов В.Н. Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы. Томск : STT, 2017. 256 с.
- [3] Syryamkin V.I., Suntsov S.B., Klestov S.A., Echina E.S. Design of smart 3D-digital X-ray microtomographic scanners for non-destructive testing of materials and components of electronic devices with a multilayered structure // AIP Conference Proceedings. 2015. Vol. 1683. 020227. DOI: 10.1063/1.4932917.
- [4] Пат. RU 2505800. Способ рентгеновской томографии и устройство для его осуществления / Сырямкин В.И. и др. 27.01.2014. Бюл. № 3.
- [5] Горбачев С.В., Сырямкин В.И. Нейро-нечеткие методы в интеллектуальных системах обработки и анализа многомерной информации. Томск : Изд-во Том. ун-та, 2014. 510 с.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО МИКРОТОМОГРАФА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

С.А. Клестов, В.И. Сырямкин

*Национальный исследовательский Томский государственный университет
Klestov_simon@mail.ru*

В докладе представлен анализ методов построения функций принадлежности нечетких множеств при фаззификации разнородных слабо формализуемых экспертных данных, характеризующих инновационные технологии (проекты), который может быть использован для построения адаптивных систем нечеткого вывода ANFIS. Кроме численных данных, рассмотрен случай представления экспертных оценок в ранговой (порядковой) шкале, в виде последовательности упорядоченных лингвистических переменных, где каждому из наблюдений может быть приписан один из рангов $j, j=1, \dots, m$ (например, низкий, ниже среднего, средний, выше среднего, высокий).

Методы, базирующиеся на теории нечетких множеств, относятся к методам оценки и принятия решений в условиях неопределенности. Построение классических адаптивных систем нечеткого вывода ANFIS предполагает формализацию исходных параметров и целевых показателей эффективности инновационных технологий (проектов) в виде вектора интервальных значений (нечеткого интервала), попадание в каждый интервал которого характеризуется некоторой степенью неопределенности [1]. Эта процедура получила название "фаззификации". На основе исходной информации, опыта и интуиции эксперты часто могут достаточно уверенно количественно охарактеризовать границы (интер-

валы) возможных (допустимых) значений параметров и области их наиболее возможных (предпочтительных) значений. Например, в качестве исходных данных могут использовать так называемые треугольные нечеткие числа с функцией принадлежности $\mu_A(x)$ нечеткого множества A следующего вида (рис. 1):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq a_{\min} \\ \frac{x - a_{\min}}{\alpha - a_{\min}}, & \text{если } a_{\min} < x < \alpha \\ \frac{a_{\max} - x}{a_{\max} - \alpha}, & \text{если } \alpha \leq x < a_{\max} \\ 0, & \text{если } x \geq a_{\max} \end{cases} \quad (1)$$

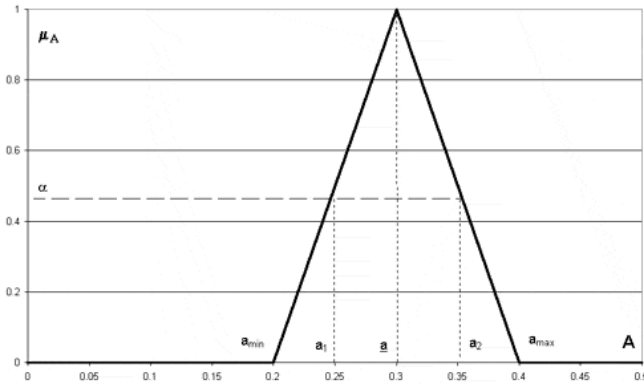


Рис. 1. Функция принадлежности треугольного нечеткого числа A

Эти числа моделируют высказывание следующего вида: “параметр A приблизительно равен α и однозначно находится в диапазоне $[a_{\min}, a_{\max}]$ ”.

Вместе с тем, эксперты в некоторых случаях затрудняются правильно определить множество функций принадлежности. В этом случае на практике часто используется аналитическое представление функции принадлежности [1]. На рис. 2 показана аппроксимация дискретного ряда непрерывной гауссовой функцией принадлежности:

$$\mu(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}}, \quad (2)$$

где c и σ – центр и стандартное отклонение (ширина).

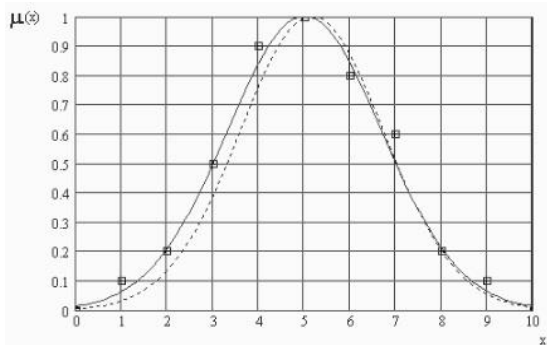


Рис. 2. Гауссова (непрерывная) функция принадлежности, аппроксимирующая дискретный ряд

Отметим, что определение нечеткого множества не накладывает ограничений на выбор функции принадлежности, и на практике используют множество других функций принадлежности, заданных как композиции базовых функций (двойная гауссова, двойная сигмоидальная и т.п.), либо как комбинации по участкам возрастания и убывания (сигмоидально-гауссова, сплайн-треугольная и т.п.).

В общем случае методы построения функции принадлежности можно разделить на прямые и косвенные [2]. В докладе приведена классификация методов построения функции принадлежности. Рассмотрен нетривиальный случай представления экспертных данных, заданных не в числовой, а в ранговой шкале. Для задания функций принадлежности в этом случае наиболее простым представляется подход, основанный на замене лингвистических переменных их рангами, однако в большинстве случаев этот прием оказывается некорректным, поскольку предполагает равенство расстояний между соседними числовыми рангами. В литературе описан также подход на основе анализа распределения частот появления конкретных значений лингвистических переменных [3] – метод работает только с гауссовым распределением входных переменных. В докладе предложен алгоритм, заключающийся в аппроксимации функций принадлежности для каждой переменной до определенного порога ошибки в процессе обучения системы, при этом исходный набор лингвистических переменных $x_1, x_2, \dots, x_N$ заменяется множеством функций принадлежности, заданных на интервале $[0,1]$ и дальнейший анализ (классификация многомерных объектов) проводится не исходных данных, а параметров, описывающих соответствующие им функции принадлежности. Один из методов решения данной задачи – это использо-

вание нечеткого дерева решений, построенного на основе обучающей выборки данных.

Исследования выполнены по программе повышения конкурентоспособности Национального исследовательского Томского государственного университета, при финансовой поддержке РФФИ, грант № 16-29-12858.

Литература

- [1] Горбачев С.В., Сырямкин В.И. Нейро-нечеткие методы в интеллектуальных системах обработки и анализа многомерной информации. Томск : Изд-во Том. ун-та, 2014. 510 с.
- [2] Матвеев В.И. // ЖЭТФ. 2003. Т. 124, № 5 (11). С. 1023.
- [3] Каид В.А. Методы построения функций принадлежности нечетких множеств // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2013. № 2 (139). С. 144–152.
- [4] Brouwer R.K. Fuzzy set covering of a set of ordinal attributes without parameter sharing // Fuzzy Sets and Systems. 2006. Vol. 157, № 13. P. 1775–1786.
- [5] Панин С.В., Сырямкин В.И., Глухих А.И. Применение спектрального анализа изображений поверхности для изучения процессов усталостного разрушения на мезомасштабном уровне // Автометрия. 2003. Т. 39, № 4. С. 79–92.

ПРОЕКТ РОБОТА-ПЕРЕВОЗЧИКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

Е.А. Колотвин, О.Ю. Фролов

*Национальный исследовательский Томский государственный университет
egorwinegorwin@hotmail.com*

В условиях быстро развивающейся автоматизации рабочих процессов, перед производством все чаще встает вопрос об оснащении предприятий мобильными роботами для выполнения складских работ, обслуживания гибких производственных линий и создания высокоэффективного производства в целом. В связи с этим разработка алгоритмов локализации и навигации [1], позволяющих мобильному роботу совершать перемещения в рабочем пространстве, является на сегодняшний день актуальной задачей.

Целью работы является создание алгоритма перемещения мобильного робота по заданным координатам и его реализация в среде моделирования мобильных роботов MRDS (Microsoft Robotics Developer Studio) [2].

Среда разработки MRDS позволяет создавать управляющие программы как на языке C#, так и на собственном визуальном языке программирования VPL (Visual Programming Language). Программирование