

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

**ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:
ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ИННОВАЦИИ
(ИКТ-2018)**

Электронный сборник статей

I Международной научно-практической конференции,
посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета

(Новополоцк, 14–15 июня 2018 г.)

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2018

Информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (ИКТ-2018) [Электронный ресурс] : электронный сборник статей I международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 14–15 июня 2018 г. / Полоцкий государственный университет. – Новополоцк, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Представлены результаты новейших научных исследований, в области информационно-коммуникационных и интернет-технологий, а именно: методы и технологии математического и имитационного моделирования систем; автоматизация и управление производственными процессами; программная инженерия; тестирование и верификация программ; обработка сигналов, изображений и видео; защита информации и технологии информационной безопасности; электронный маркетинг; проблемы и инновационные технологии подготовки специалистов в данной области.

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3201815009 от 28.03.2018.

Компьютерный дизайн М. Э. Дистанова.

Технические редакторы: Т. А. Дарьянова, О. П. Михайлова.

Компьютерная верстка Д. М. Севастьяновой.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53-21-23, e-mail: irina.psu@gmail.com

СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

С.В. ХРОЛЕНОК

(Полоцкий государственный университет, Беларусь)

Нечеткие системы успешно применялись как парадигма, демонстрирующая использование лингвистической информации при проектировании систем. Промышленное и производственное проектирование вовлечено в процесс мониторинга и улучшения продукции, для этих целей используется прогнозирование и анализ временных рядов. В производственном контроле и планировании нечеткие системы являются темой научных исследований и внедрений. Например, приложения нечеткого снятия ограничений при планировании [1], нечеткий подход к правилам диспетчеризации в расписаниях [2].

Процесс проектирования нечеткой системы – это процесс формулирования набора исходной информации, используя термины, создавая для них нечеткие правила и числовые функции принадлежности, и применяя метод нечеткого вывода. Понятие нечеткого множества было введено сначала Лотфи Заде в 1965 году, который позже разработал многие методы нечеткой логики, основанные на этом простом понятии. Потребовалось несколько десятилетий, чтобы обоснование нечетких множеств было применено другими учеными [3].

Традиционный способ представления элементов и множества A осуществляется через характеристическую функцию: $\mu_A(u) = 1$, если u - элемент множества A , а $\mu_A(u) = 0$, если u не является элементом из $\text{set } A$, то есть объект либо принадлежит, либо не принадлежит данному набору. В нечетких множествах объект может частично принадлежать множеству. Степень принадлежности определяется через обобщенную характеристическую функцию, называемую функцией принадлежности.

Значения функции принадлежности являются действительными числами в интервале $[0, 1]$, где 0 означает, что объект не является членом множества, а 1 означает, что он принадлежит целиком. Каждое значение функции называется степенью принадлежности. Один из способов определения функции принадлежности - через аналоговую функцию.

Обычные множества являются особым случаем нечетких множеств, когда используются только две степени принадлежности, 0 и 1, и определены четкие границы между наборами. Все определения, доказательства и теоремы, применимые к нечетким множествам, также должны быть справедливыми в случае, когда размытость становится равной нулю, когда нечеткое множество превращается в обычное.

Аналого-функциональное представление функций принадлежности используется для представления некоторых операций с нечеткими множествами. Следующие операции над двумя нечеткими множествами A и B , определенными над одним и тем же универсумом U , являются наиболее распространенными в нечеткой теории: Объединение, $A \cup B$, Пересечение, $A \cap B$, Равенство, $A = B$.

Одним из наиболее важных шагов по использованию нечеткой логики и нечетких систем для решения проблем является проблема в нечетких терминах. Этот процесс называется концептуализацией в нечетких терминах. Мы часто используем лингвистические термины в процессе идентификации и спецификации проблемы или в процессе формулирования эвристических правил [4].

Термин лингвистическая переменная используется для обозначения переменной, которая принимает нечеткие значения и имеет лингвистический смысл. Процесс представления лингвистической переменной в набор лингвистических значений называется нечетким квантованием. Выбор числа и формы всех нечетких меток, представляющих нечеткую переменную, является решающим моментом для нечеткой системы. Если мы определили метки с нечетким квантованием, например, «маленький», «средний» или «большой», мы можем представить любой конкретный элемент данных в виде набора степеней принадлежности к нечетким меткам. Нечеткая дискретизация не приводит к потере информации, если нечеткие метки выбраны правильно.

Нечеткие значения, определенные стандартными функциями принадлежности, имеют некоторые полезные свойства при использовании в нечетких правилах. Выбор стандартного типа функции принадлежности, когда он не задан или известен, напоминает выбор гауссовского распределения вероятностей для условной вероятности в теореме Байеса.

Нечеткое квантование возможно не только по числовым переменным, но и по качественным переменным типа «правдивость событий». Нечеткие классификаторы дают нечеткую оценку правдивости события. Типичные нечеткие классификаторы «очень верно», «более или менее истинно» и «не соответствуют действительности».

Самым большим ограничением в классической булевой логике является тот факт, что предложения могут иметь свои значения истинности как True или False. Это ограничение имеет свои преимущества, а также его недостатки. Основным преимуществом является то, что полученное решение является точным. Главный недостаток, однако, заключается в том, что он не может отражать огромное разнообразие реального мира, которое является аналоговым, а не цифровым. Значение истинности предложения в классической логике не может быть, например, «неизвестно».

Чтобы преодолеть это ограничение классической логики, была разработана многозначная логика. Истина предложения представляется множеством T возможных значений истинности, когда рассматривается n -значная логика. Для трехзначной логики $T = \{0, 0.5, 1\}$. Существует огромное количество теорий, сформулированных на основе многозначной природы истины. Нечеткую логику, можно рассматривать, как расширение многозначной логики.

Фуззификация – это процесс нахождения степеней принадлежности $\mu_{A1}(x'1)$ и $\mu_{A2}(x'2)$, к которым входные данные $x'1$ и $x'2$ принадлежат нечетким множествам $A1$ и $A2$ в antecedентной части нечеткого правила. Через фуззификацию рассчитываются степени, до которых входные данные соответствуют элементам условия в правиле. Когда используются нечеткие входные данные, такая степень может быть представлена сходством между входной функцией принадлежности и элементом условия.

Дефуззификация – процесс преобразования информации из пространства универсальных нечетких данных в пространство выходных операционных значений. В 1996 году в рамках Intelligent Control Term Project Papers было опубликовано исследование характеристик различных методов дефуззификации, проведенное Won-Kyung Song и Jong-Pil Lee [4]. Преобразование нечетких множеств в численные значения невозможно без потери части содержащейся в ней информации. Разработано множество методов дефуззификации, но большинство из них имеет сходные проблемы. И не существует единого правила, помогающего выбрать метод для решения той или иной проблемы. Авторы рассмотрели 14 методов дефуззификации:

Таблица 1. – Сравнение методов дефазификации для стандартных функций принадлежности

	Непрерывность	Правдоподобие	Подсчет весов	Потеря уровня	Уровень дискретности
Center of Gravity	+	-	-	+	+
Center of Sums	+	-	+	+	+
Mean of Maxima	-	-	-	-	+
Center of Maxima	-	-	-	-	+
First of Maxima	-	-	-	-	+
Last of Maxima	-	-	-	-	+
Center of Area	+	-	-	+	+
Center of Largest Area	-	+	-	+	+
Height	+	-	+	+	+
Maximal Height	-	+	-	-	+
BADD	+	-	-	+	+
SLIDE	+	-	+	+	+
M-SLIDE	+	-	+	+	+
Saade's Method	+	+	+	+	-

Вывод. В данном докладе были рассмотрены основные принципы нечеткой логики, основные способы построения нечетких систем. Дана краткая характеристика основным понятиям и терминам – нечёткое множество, функции принадлежности, классификаторы, квантование. Были изучены этапы фазификации и дефазификации, а также проведено сравнение методов дефазификации и их характеристики.

Литература

1. Сланы, В. Методы релаксации нечетких ограничений для планирования на основе знаний / Вольфганг Сланы // Материалы Первого Европейского конгресса по нечетким и интеллектуальным технологиям ; ред.: Ханс-Жорген Циммерман, Аахен (Германия), сент., 1993. – С. 1124–1127.
2. Гработ, Б. Правила диспетчеризации в планировании: нечеткий подход / Б. Гработ, Л. Генесте // Междунар. журнал исследований производства. – 1994. – Т. 32. – № 4. – С. 903–915.
3. Бакли, Д. Введение в нечеткую логику и нечеткие множества / Джеймс Дж. Бакли, Эсфанфир Эслами. – 2002.
4. Сангалли, А. Нечеткая логика выходит на рынок / А. Сангалли и Г.Р. Клир. – New Scientist, 8 февр. 1992 г.
5. Сонг Вон-Кюн. Методы дезактивации при нечетком контроле [Электронный ресурс] / Сонг Вон-Кюн, Ионг-Пил Ли. – Отдел электротехники, KAIST. – 1996. – Режим доступа: <http://ctrgate.kaist.ac.kr>. – Дата доступа: 13.01.2018.