

Романов Вадим Николаевич

НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

В статье рассмотрен предложенный автором подход к принятию решений при неполной, разнородной информации на основе нечеткой арифметики. Показаны преимущества такого подхода, позволяющего проводить обобщенный анализ вариантов решений вне зависимости от числового контекста и конкретной природы систем, значительно уменьшить трудоемкость вычислений за счет сжатия информации, сгладить несогласованность исходных данных, что повышает надежность принятия решений.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2013/5/46.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2013. № 5 (72). С. 144-147. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2013/5/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

2. Пономарева Д. В. Дон Кихот как героический романтик в пьесе М. Булгакова «Дон Кихот» // Филологические науки. Вопросы теории и практики. Тамбов: Грамота, 2013. № 1. С. 146-148.
3. Пушкин А. С. Полное собрание сочинений: в 10-ти т. Л.: Наука, 1977-1979.
4. Сервантес Сааведра М. де. Хитроумный идальго Дон Кихот Ламанчский: в 2-х т. / пер. Н. М. Любимова. М.: АСТ, 2007. Т. 1. 618 с.; Т. 2. 633 с.
5. Цукер А. «Ты, Моцарт, недостойн сам себя...». Маленькая трагедия Пушкина как миф и как художественное исследование // Южно-российский музыкальный альманах. 2006. № 1. С. 14-22.

УДК 519.8

Физико-математические науки

В статье рассмотрен предложенный автором подход к принятию решений при неполной, разнородной информации на основе нечеткой арифметики. Показаны преимущества такого подхода, позволяющего проводить обобщенный анализ вариантов решений вне зависимости от числового контекста и конкретной природы систем, значительно уменьшить трудоемкость вычислений за счет сжатия информации, сгладить несогласованность исходных данных, что повышает надежность принятия решений.

Ключевые слова и фразы: нечеткая арифметика; нечеткое множество; принятие решений по многим критериям.

Романов Вадим Николаевич, д.т.н., профессор

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»
vromanvri@mail.ru

НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ[©]

Во многих задачах принятия решений (например, при проектировании, управлении, оценивании и т.п.) приходится иметь дело с большим объемом разнородной информации, как количественной, так и качественной. При этом возникает необходимость ее эффективного сжатия без потери смыслового содержания. Очевидно, что использование в этом случае точных количественных оценок зачастую невозможно, да и лишено смысла, так как только затрудняет понимание проблемы. Одним из подходов к преодолению отмеченной трудности является представление данных в виде нечетких множеств. В большинстве случаев для агрегирования нечеткой информации используются идемпотентные операции *min* и *max*. Однако во многих прикладных задачах требуется выполнение арифметических операций суммирования и умножения на нечетких множествах. Их выполнение основано на принципе обобщения Заде, предполагающем трудоемкие вычисления, причем результаты получаются мало наглядными и их трудно интерпретировать [1, с. 44]. Автором статьи был предложен подход на основе нечеткой арифметики, позволяющий устранить отмеченные трудности [2, с. 112]. Рассмотрим выполнение арифметических операций (сложение и умножение) на множестве нечетких градаций. Пусть задана предметная область, для описания которой используются нечеткие градации в диапазоне ОН...ОВ, включающие следующие основные градации: очень низкое значение (ОН), низкое (Н), среднее (С), высокое (В), очень высокое значение (ОВ). Считаются известными также вспомогательные градации, промежуточные между основными, а именно: ОН-Н (между очень низким и низким), Н-С (между низким и средним) и т.д. Кроме того, определены две предельные градации, находящиеся за границами основной шкалы: очень-очень высокое значение (ООВ) и очень-очень низкое (ООН). В зависимости от контекста предельная градация ООН может соответствовать нулю, нижнему пределу, точной нижней границе, а градация ООВ соответствует единице, бесконечности, точной верхней границе или верхнему пределу. В Табл. 1 приведены результаты для умножения, а в Табл. 2 – для сложения нечетких градаций, определенных в основном диапазоне. Расчеты базируются на положениях, изложенных автором в предыдущей статье [3, с. 165]. Значение ООН в Табл. 1 означает, что результат меньше ОН и выходит за левую границу диапазона. Значение ООВ в Табл. 2 означает, что результат больше ОВ и выходит за правую границу диапазона. Следует отметить, что при расчетах нет смысла вводить мелкие доли градаций и следует использовать округление в сторону более крупных градаций. При числе сомножителей (слагаемых) больше двух результат также определяется с использованием таблиц. Процесс быстро сходится при увеличении числа компонентов (сомножителей или слагаемых), в том смысле, что уже для трех-четырех компонентов достигаются крайние границы диапазона. Из таблиц можно определить результаты и для обратных операций (вычитание и деление). Разумеется, что при необходимости нечеткие градации можно интерпретировать в виде именованных величин, соответствующих рассматриваемой предметной области.

В определенном смысле можно говорить о нечеткой арифметике, так как все операции выполняются непосредственно на нечетких градациях. В обычной арифметике справедлива аксиома порождения чисел: $n(+)1 = n+1$, где $n = 1, 2, \dots$. В нечеткой арифметике ее следует заменить аксиомой порождения количеств, так как мы имеем дело с множествами: $u(+) \text{ОН} = u + \text{ОН}$, где $u = \text{ОН}, \text{ОН-Н}, \text{Н}, \text{Н-С}, \text{С}$ и т.д. Представляют

интерес групповые свойства множества нечетких градаций. Они образуют абелеву полугруппу с единицей по операции умножения, где за единицу принята градация ООВ. Если ввести градации слева от ООН (в меньшую сторону), то получим абелеву группу по сложению, в которой роль единицы выполняет градация ООН. При этом градации, различающиеся менее чем на половину основной градации, считаются неразличимыми. Ниже используются только градации справа от ООН (в большую сторону). Применим полученные результаты к проблеме принятия решений. Задача формулируется в следующем виде. Имеется множество допустимых решений (альтернатив) $X = \{x_1, \dots, x_m\}$, каждая альтернатива оценивается множеством критериев $K_1, \dots, K_n$. Считаются известными также веса (важность) критериев $a_1, \dots, a_n$. Значения критериев и весов представлены в виде нечетких градаций. Требуется определить пригодность решений по совокупности признаков для достижения цели и выбрать наилучшее решение. Следует иметь в виду, что состав и число критериев зависят от внешних систем, участвующих в решении проблемы. Их определение составляет предмет задачи идентификации, которая выходит за рамки настоящей статьи. Для решения сформулированной задачи целесообразно использовать метод пороговых критериев и метод расстояния. Первый метод позволяет получить оценку снизу, а второй дает оценку сверху и позволяет определить так называемые вмененные издержки. Для применения метода пороговых критериев должны быть известны пороговые значения критериев. Определим их непосредственно из исходных данных. Тогда значение общего критерия для произвольной альтернативы определяется выражением

$$K(x) = \min_j K_j(x) / \min_x K_j(x), \quad (1)$$

а наилучшее решение равно

$$x^* = \arg \max_{x \in X} K(x) \quad (2)$$

Таблица 1. Расчет произведения двух нечетких градаций

Нечеткие градации сомножителей	ОН	Н	С	В	ОВ
ОН	ООН	ООН	ОН	ОН	ОН
Н		ОН	ОН-Н	ОН-Н	Н
С			Н	Н-С	С
В				С	С-В
ОВ					В-ОВ

Таблица 2. Расчет суммы двух нечетких градаций

Нечеткие градации слагаемых	ОН	Н	С	В	ОВ
ОН	ОН-Н	Н-С	С-В	В-ОВ	ООВ
Н		С-В	В-ОВ	ООВ	ООВ
С			ООВ	ООВ	ООВ
В				ООВ	ООВ
ОВ					ООВ

Таблица 3. Исходные данные для примера

Варианты, x_i	Критерии, K_j				
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
x_1	В	С	С	Н	ОВ
x_2	ОВ	В	С	Н	В
x_3	С-В	С	Н	С	С-В
x_4	С	С	С	С	С
x_5	С	Н	ОВ	В	С

Для применения метода расстояния должно быть известно «идеальное» решение. Определим его, как и выше, непосредственно из экспериментальных данных. В качестве меры расстояния используем функции Хемминга и Евклида, соответствующие стратегии среднего и среднего квадратичного соответственно. В случае функции Хемминга имеем для расстояния произвольной альтернативы x до идеального решения

$$d(x) = \sum_j a_j \left| K_j(x) - \max_{x \in X} K_j(x) \right|. \quad (3)$$

В случае функции Евклида аналогичное выражение имеет вид

$$d(x) = \left(\sum_j a_j^2 \left| K_j(x) - \max_{x \in X} K_j(x) \right|^2 \right)^{1/2}. \quad (4)$$

Наилучшее решение в обоих случаях определяется как ближайшее к идеальному:

$$x^* = \arg \min_{x \in X} d(x). \quad (5)$$

Рассмотрим конкретный пример. Пусть X – множество объектов, например, добывающих предприятий или проектов предприятий, состоящее из пяти вариантов решений, каждый из которых оценивается по пяти критериям, где K_1 – функциональный критерий, K_2 – технико-экономический, K_3 – эргономический, K_4 – экологический, K_5 – социальный. Для упрощения расчетов использованы обобщенные критерии. Исходные данные представлены в Табл. 3.

Расчеты по (1) дают $K(x_1) = \min\{B/C, C/H, C/H, H/H, OB/C\} = 1$. Аналогично имеем $K(x_2) = 1$, $K(x_3) = 1$, $K(x_4) = 1$ (две единицы), $K(x_5) = 1$ (три единицы). Из соотношения (2) следует, что все решения равноценны. Если учесть число единиц, т.е. совпадений с пороговыми значениями, то решения можно различить, при этом наиболее предпочтительны варианты x_1, x_2, x_3 , которым соответствует наименьшее число единиц (одна единица). Ранжировка по «степени допустимости» имеет вид $\{x_1, x_2, x_3\}, x_4, x_5$. Определим теперь отклонение вариантов от идеального решения. Применим метод расстояния, используя функции Хемминга и Евклида. Предположим, что важность критериев одинакова $a_1 = \dots = a_5$. Расчеты по (3) дают для варианта x_1 : $d_1(x_1) = C \cdot |B-OB| + C \cdot |C-B| + C \cdot |C-OB| + C \cdot |H-B| + C \cdot |OB-OB| = C \cdot B$. (Здесь и далее короткая черта применяется для обозначения промежуточной градации, а длинная означает операцию вычитания). Аналогично имеем $d_1(x_2) = C$, $d_1(x_3) = B-OB$, $d_1(x_4) = B-OB$, $d_1(x_5) = C-B$. Наилучшим вариантом в соответствии с (5) является x_2 . Ранжировка по степени близости к идеальному решению имеет вид $x_2, \{x_1, x_5\}, \{x_3, x_4\}$. Для функции Евклида результаты получаются практически такими же, но варианты менее различимы. Ранжировка имеет вид $\{x_2, x_1\}, \{x_5, x_3, x_4\}$. Исследуем, как зависит результат от изменения важности критериев. Предположим, что важность критериев возрастает от K_1 к K_5 , причем важность критериев K_1 и K_2 примерно одинакова. Положим $a_1 = a_2 = H$, $a_3 = H-C$, $a_4 = C$, $a_5 = C-B$. Расчеты по функции Хемминга дают для варианта x_1 :

$$d_1(x_1) = H \cdot |B-OB| + H \cdot |C-B| + (H-C) \cdot |C-OB| + C \cdot |H-B| + (C-B) \cdot |OB-OB| = C.$$

Аналогично имеем $d_1(x_2) = C$, $d_1(x_3) = B$, $d_1(x_4) = B$, $d_1(x_5) = C$. Из соотношения (5) следует, что варианты x_1, x_2, x_5 равноценны. С учетом числа нулей и веса критериев предпочтение следует отдать x_5 . Ранжировка по степени близости к идеальному решению имеет вид $x_5, x_1, x_2, \{x_3, x_4\}$. Для функции Евклида результаты получаются сходными, и ранжировка имеет вид $\{x_1, x_2, x_5\}, \{x_3, x_4\}$. Изменим приоритеты, полагая, что важность критериев убывает от K_1 к K_5 , причем важность критериев K_4 и K_5 примерно одинакова. Примем, что $a_4 = a_5 = H$, $a_3 = H-C$, $a_2 = C$, $a_1 = C-B$. Расчеты по (3) дают

$$d_1(x_1) = (C-B) \cdot |B-OB| + C \cdot |C-B| + (H-C) \cdot |C-OB| + H \cdot |H-B| + H \cdot |OB-OB| = C.$$

Аналогично $d_1(x_2) = H$, $d_1(x_3) = B$, $d_1(x_4) = B$, $d_1(x_5) = C-B$. Наилучшим вариантом по (5) является x_2 . Ранжировка имеет вид $x_2, x_1, x_5, \{x_3, x_4\}$. Для функции Евклида ранжировка имеет вид $x_2, x_1, \{x_3, x_4, x_5\}$. Таким образом, расчеты показывают, что наиболее «интенсивным» является вариант x_2 (преобладают экономические составляющие), а наиболее «щадящим» – x_5 (преобладают эргономические и экологические составляющие). До сих пор предполагалось, что значения критериев и весов известны. Если это не так, то для их определения предлагается использовать следующую схему. Сначала определим для каждой пары критериев размер шкалы в виде нечетких градаций с учетом знака, принимая за нуль равную важность. Например, для критериев K_1 и K_2 , если K_1 превосходит по важности K_2 в очень низкой степени, то K_2 отстоит от K_1 по шкале на одну градацию влево (в меньшую сторону), если превосходит в низкой степени, то на две градации влево и т.д. Если, наоборот, K_1 уступает по важности K_2 , то K_2 отстоит от K_1 по шкале на одну градацию вправо (в большую сторону) и т.д. После того, как максимальные размеры шкалы определены, проводится ранжирование критериев по важности. Для этого критерию, имеющему наименьшую оценку, присваивается градация важности ОН, следующему критерию – градация Н и т.д. в зависимости от принятой шкалы. При необходимости можно использовать промежуточные градации. В итоге получаем оценки важности критериев, причем некоторые критерии могут иметь одинаковую важность. Расположим оценки в следующем порядке $a_1(K_1), a_2(K_2)$ и т.д., где $a_1(K_1), a_2(K_2)$ – нечеткие оценки важности соответствующих критериев, и введены обозначения K_1 – самый важный критерий, K_2 – следующий по важности и т.д. Аналогично проводится ранжирование альтернатив по каждому критерию. В итоге получаем оценки пригодности альтернатив для достижения цели по каждому критерию. Расположим их в следующем порядке $K_1(x_1), \dots, K_n(x_1), \dots, K_n(x_2), \dots, K_n(x_m)$. Предположим, что оценки пригодности вариантов получены таким способом и определяются Табл. 3, а веса критериев равны $a_4 = a_5 = H$, $a_3 = H-C$, $a_2 = C$, $a_1 = C-B$. Для определения наилучшей альтернативы используем свертку по наихудшему критерию, при которой риск ошибки выбора, обусловленный моделью, наименьший. Имеем соотношение

$$K(x) = \min_j a_j K_j(x), \quad (6)$$

где a_j, K_j – величины, представленные в виде нечетких градаций. При вычислении произведения $a_j K_j(x)$ используется Табл. 1. Расчеты дают $K(x_1) = K(x_2) = K(x_3) = \text{ОН}$, $K(x_4) = K(x_5) = \text{Н-С}$. Наилучшим решением по (2) являются x_4 и x_5 . Ранжировка имеет вид $\{x_4, x_5\}, \{x_1, x_2, x_3\}$. Рассмотрим теперь аддитивную свертку, соответствующую стратегии усреднения. Имеем соотношение

$$K(x) = \sum_j a_j K_j(x). \quad (7)$$

Отметим, что при использовании представления в виде нечетких градаций не обязательно выполнение условия нормировки для весов критериев, нужно только, чтобы результаты расчетов не выходили за пределы шкалы, что обеспечивается умножением на малую градацию (ниже использовано умножение на градацию Н). Следует иметь в виду, что получаемые оценки являются не абсолютными, а относительными, так как выполняются в шкале порядка и допускают любое монотонное преобразование, не выводящее результат за пределы шкалы. Расчеты дают для варианта x_1 :

$$K(x_1) = (C-B) \cdot B + C \cdot C + (H-C) \cdot C + H \cdot H + H \cdot OB = (H-C).$$

При расчете в качестве нормирующего множителя для каждого слагаемого использовалась градация Н. Аналогично для других вариантов с учетом того же множителя получаем $K(x_2) = H-C$, $K(x_3) = H$, $K(x_4) = H$, $K(x_5) = H-C$ (последний результат получен с округлением в сторону большей градации). Наилучшие варианты $\{x_1, x_2\}$. Ранжировка имеет вид $\{x_1, x_2, x_5\}$, $\{x_3, x_4\}$.

Таким образом, выбор предпочтительного варианта решения существенно зависит от важности критериев (приоритетов), определяемых внешними целями. Представление данных в виде нечетких градаций устраняет проблему нормирования критериев и их важности, возникающую при принятии решений по многим критериям в связи с переходом от физической шкалы в шкалу порядка для каждого критерия. Приближенность вычислений и оценок при использовании нечеткой арифметики позволяет сгладить или устранить несогласованность и ошибки исходных данных, что повышает надежность принятия решений и позволяет уменьшить риск, связанный с неадекватностью модели оптимизации.

Список литературы

1. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. М.: Радио и связь, 1990. 288 с.
2. Романов В. Н. Нечеткие системы. СПб.: ЛЕМА, 2009. 183 с.
3. Романов В. Н. Оценка риска в задачах принятия решений на основе нечетких моделей // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2013. № 4. С. 163-167.

УДК 378.147.88

Педагогические науки

В статье рассмотрены теоретические предпосылки формирования исследовательской активности студентов педагогических вузов, приведён анализ процесса формирования исследовательской активности студентов в ходе профессионально-педагогической подготовки на основе уровневой оценки сформированности у них данного качества и рассмотрения процесса формирования исследовательской активности по этапам, представлены условия формирования исследовательской активности студентов.

Ключевые слова и фразы: исследовательская активность; профессионально-ориентированная исследовательская деятельность; уровни; этапы; условия.

Рындина Юлия Валерьевна, к. пед. н.

Ишимский государственный педагогический институт им. П. П. Ершова
melodica@yandex.ru

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ АКТИВНОСТЬ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗОВ КАК КРИТЕРИЙ КАЧЕСТВА СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ[©]

Принцип «образование через науку» сегодня актуален как никогда. Во-первых, это объясняется тем, что за последние годы существенно возрос объём научно-исследовательских работ, а научное исследование стало одним из важных направлений в различных отраслях знания. Во-вторых, в связи со сменой образовательной парадигмы, фундаментальные академические знания перестают быть единственно необходимым капиталом. «Сегодня важно, чтобы студент не просто владел знаниями по предмету, умениями и навыками его преподавания, а был инициативным, умеющим самостоятельно решать возникающие проблемы человеком, который мог бы работать в команде, принимать самостоятельные решения, был бы способен к инновациям» [1, с. 57]. Поэтому приоритетной сферой профессиональной деятельности человека становится формирование исследовательской активности и творчества в решении жизненно важных проблем.

Исследовательскую активность относят к числу продуктивных видов активности личности (А. М. Матюшкин, А. Н. Поддьяков, А. И. Савенков), сущность которых заключается в выходе за рамки существующего, в стремлении к новым объектам, гипотезам, формам поведения, к порождению нового опыта [4]. Данный вид активности реализуется в состоянии готовности и стремления к самостоятельной исследовательской деятельности, ценностном отношении к процессу познания и экспериментирования, творческом способе решения проблем, проявляется в высокой избирательности и заинтересованности субъекта к исследуемому