

использования действительности отдельных элементов, являющихся элементами действительности.

Список литературы

- [1] Анохин П.К. Биология и физиология высшей нервной деятельности. М.: Мир, 1980.
- [2] Анохин П.К. Инстинкты. М.: Мир, 1980.
- [3] Суданов С.И. Семантика и синтаксис. М.: Мир, 1981.
- [4] Суданов С.И. Семантика и синтаксис. М.: Мир, 1981.
- [5] Суданов С.И. Семантика и синтаксис. М.: Мир, 1981.
- [6] Суданов С.И. Семантика и синтаксис. М.: Мир, 1981.
- [7] Суданов С.И. Семантика и синтаксис. М.: Мир, 1981.
- [8] Харитон С.А. Семантика и синтаксис. М.: Мир, 1981.
- [9] Харитон С.А. Семантика и синтаксис. М.: Мир, 1981.
- [10] Харитон С.А. Семантика и синтаксис. М.: Мир, 1981.

Прагматические шкалы в семиотических интеллектуальных системах

А.Г. Беленький, И.Н. Федосеева

Работа посвящена описанию одного из способов представления информации – прагматической переменной. Прагматическая переменная определяется на основе базовой переменной, отражающей количественные характеристики объекта или явления. Целью статьи является определение математического аппарата для информативной формализации качественных характеристик элемента предметной области с учетом цели интеллектуальной системы.

Понятие прагматической переменной

В окружающем мире имеются различные сущности: объекты, процессы, явления. Человеческое сознание выделяет вышеупомянутые сущности в окружающей среде, которые каким-то образом в нем отражаются. Эти сущности принято называть денотатами. Как известно из психологии, собственно денотаты человеком не воспринимаются. Воспринимается только интегрированный образ денотата. В дальнейшем, при распознавании аналогичных образов у человека возникает понятие о таких сущностях. Основной семиотической конструкцией считается треугольник Фреге, который на концептуальном уровне описывает процесс формирования понятия о сущности. На идее, заложенной в данном треугольнике, строится треугольник, определяющий семиотический метазнак [1] (рис. 1).



Рис. 1.

Синтаксис определяет способ кодирования знака, семантика – его значение для субъекта, а прагматика – те процедуры, которые так или иначе связаны с этим знаком, предписываются им [1]. В данной работе для нас представляет интерес вершина треугольника, символизирующая прагматику.

Введем определение нечеткой семиотической прагматической системы моделирования управления (μSPS), на основе определения, предложенного А.Н. Аверкиным в [2].

Определение 1.

$$\mu SPS = \{T, P, A, R, Q, \Omega, \alpha(T), \beta(P), \gamma(A), \sigma(R), \psi(Q), \varphi(\Omega)\}, \quad (1)$$

где $\mu FS = \{T, P, A, R, \Omega\}$ – нечеткая формальная система,

здесь T – множество термов;

P – множество правил построения правильно построенных формул;

A – множество аксиом;

R – множество формальных правил вывода;

Q – множество правил изменения прагматики;

Ω – алгебра (теоретико-множественные операции, основанные на T -нормах);

$\alpha, \beta, \gamma, \sigma, \psi, \varphi$ – правила изменения элементов μFS .

Основой прагматики в системе μSPS является прагматическая переменная и определяемая на ее основе прагматическая шкала.

Определение 2. Прагматической называется переменная, характеризующая состояние элемента модели с точки зрения соответствия целям системы.

Псевдо-физические шкалы представляют собой класс шкал, которые учитывают свойства человеческого восприятия мира. К категории таких шкал можно отнести временные, пространственные, причинно-следственные (каузальные) и другие. Такое их свойство позволяет строить интеллектуальные системы, вывод которых основан на оценках окружающего мира данных человеком [3]. Так как псевдофизические логики являются логиками на шкалах, в данной работе предлагается два новых типа шкал – прагматическая шкала и визуальная шкала. Прагматическая шкала задается на некоторой базовой шкале с учетом определенного прагматического среза проблемы. Другими словами прагматическая шкала отражает прагматический срез проблемы важный с точки зрения целей семиотической интеллектуальной системы. В зависимости от способа ее определения прагматическая шкала может быть метрической, топологической, абсолютной или относительной.

Определение 3. Контекстно-различимой ситуацией называется два соседних состояния элемента предметной области, которые прагматически различны для эксперта.

Пусть существует множество S , элементами которого являются контекстно-различимые ситуации s_j . На множестве S существует полный строгий порядок (отношение предпочтения)

$$s_1 \prec s_2 \prec \dots \prec s_k, \quad \text{где } k \in \mathbb{N}. \quad (2)$$

Определение 4. Прагматической шкалой называется шкала, задаваемая множеством прагматических переменных S .

Функция θ ставит в соответствие интервалу базовой шкалы U элемент множества S

$$s_j = \theta(i_{ju}), \quad \text{для любого } j \in \{1, \dots, n\}, \quad \text{где } n = |S|$$

$$\text{или } S = \theta(U). \quad (3)$$

В общем случае функция θ задает гомоморфное (на операциях сложения и вычитания) отображение интервалов i_j , заданных на множестве U , на множество S по аналогии с нечеткими отношениями моделирования [4]. То есть функция θ каждому интервалу, заданному на U ставит в соответствие его прагматику s_i с учетом цели системы. Здесь под смыслом мы понимаем отображение базовой переменной на интервал $[0, 1]$. Так значение 0 может означать «совсем не важно» и 1 – «очень важно».

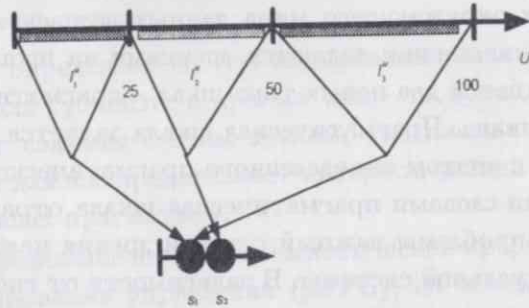


Рис. 2. Первичная прагматическая шкала.

Пусть задана базовая метрическая шкала, на которой откладываются значения возраста человека от 0 до 100 лет. Выделим на данной шкале интервал, соответствующий общепринятому понятию среднего возраста для человека. Осуществим преобразование данной базовой шкалы в первичную прагматическую шкалу. Полученная первичная прагматическая шкала (см. рис. 2) является шкалой, отражающей отношение строгого порядка для двух элементов.

Первый элемент прагматической шкалы, представленной на рис. 2, является отображением элементов базовой шкалы интервала $[0, 25]$. Прагматически эта ситуация имеет следующий смысл: человек возраста до 25 лет не имеет отношения к понятию «средний» возраст. Второй элемент прагматической шкалы s_2 является отражени-

ем элементов интервала $[25, 50]$ и, соответственно, понятия «средний возраст». Учитывая прагматику третьего интервала базовой шкалы, принадлежащие ему элементы также отображаются на первый элемент прагматической шкалы s_1 .

Свойства прагматической переменной

Первичная прагматическая шкала позволяет только выделить контекстно-различные интервалы на базовой шкале. Однако она груба и неэффективна для представления различимости потенциально возможных ситуаций, когда описываются элементы специфической предметной области. Для этого используют полную прагматическую шкалу.

Определение 5. Полной прагматической шкалой называется шкала, на которой представлены все возможные контекстно-различные состояния элементов предметной области.

Полная прагматическая шкала получается путем дискретизации элементов первичной прагматической шкалы.

Определение 6. Операцией дискретизации на прагматической шкале S называется специальная операция $Q(x, s^j)$, представляющая собой монотонную функцию, при применении которой к заданному элементу прагматической шкалы s^j данный элемент замещается x новыми элементами $s_1^j \dots s_x^j$.

Операция дискретизации позволяет сглаживать переход между контекстно-различимыми интервалами. Применим операцию дискретизации к первичной прагматической шкале, изображенной на рис. 2, используя следующие функции

$$Q(5, s_1) = \sum_{i=1}^5 s_i^1, \quad (4)$$

$$Q(5, s_2) = \sum_{j=1}^5 s_j^2. \quad (5)$$

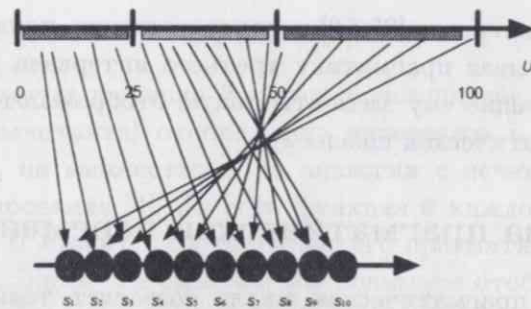


Рис. 3. Полная прагматическая шкала.

Результаты применения операции дискретизации к первичной прагматической шкале S графически представлены на рис. 3.

Определение 7. Операцией обобщения на прагматической шкале S называется специальная операция $G(x, s_j)$, представляющая собой монотонную функцию, при применении которой x соседних элементов прагматической шкалы s_j, \dots, s_{j+x} замещаются одним новым элементом $s_l^{j,j+x}$.

Пусть множество S^P описывает множество состояний некоторого явления P от его зарождения до пика развития. Множество S^P задает абсолютную метрическую шкалу с $|S^P|$ делениями, причем каждому делению соответствует один элемент множества S^P . Определим функцию расстояния между элементами множества S^P $d(m_{s_i}, m_{s_j})$.

Определение 8. Функцией расстояния на прагматической шкале (для краткости d -функцией) называется функция d такая, что для любых $i, j, k \in \mathbb{N}$ выполняются шесть аксиом:

- (A1) Симметричность $d(s_i, s_j) = d(s_j, s_i)$,
- (A2) Неотрицательность $d(s_i, s_j) > 0$ для любых $i \neq j$,
- (A3) Монотонность $d(s_i, s_j) < d(s_i, s_k)$ для любых $i < j < k$,
- (A4) Транзитивность $d(s_i, s_k) \leq d(s_i, s_j) + d(s_j, s_k)$, $i < j < k$,
- (A5) $d(s_j, s_j) = 0$,
- (A6) Расстояние между первым и последним делениями шкалы

$d(m_{s_1}, m_{s_n}) = 1$, где $n = |S|$.

Отсюда следует, что

$$\sum_{i=1}^{n-1} m_{i,i+1} = 1. \quad (6)$$

Таким образом, расстояние между двумя соседними элементами равно

$$d(m_{s_i}, m_{s_{i+1}}) = \frac{1}{|S^P|}. \quad (7)$$

Началом отсчета шкалы является элемент s_1^P . Прагматически данный элемент может соответствовать ситуации, когда явление P не существует. Тогда последним делением шкалы будет элемент s_n^P , который отражает ситуацию, когда явление P достигло пика или конца своего развития.

Таким образом, прагматическая шкала позволяет описывать и оценивать состояния отдельных элементов и проблемы в целом в соответствии с целью интеллектуальной информационной управляющей системы.

Представление информации с помощью прагматической переменной

Определим множество T , элементами которого являются моменты времени. На множестве T задан строгий порядок:

$$t_1 < t_2 < \dots < t_k.$$

Множество T задает порядковую шкалу для моментов времени t_j . Поставим в соответствие каждому элементу множества T элемент из множества S^P . Таким образом возникает возможность фиксировать состояния явления P в различные моменты времени. Это позволяет определять скорость развития явления P в течение заданного интервала времени v_{ij}^P .

$$v_{t_{ij}}^P = \frac{d(s_{t_i}^P, s_{t_j}^P)}{t_j - t_i}. \quad (8)$$

Данное свойство используется при создании динамических интеллектуальных систем для управления сложными организационными структурами, описываемыми качественными характеристиками.

Визуальная переменная как основа подсистемы ввода информации

Лингвистическая переменная Заде [5] используется при построении нечетких систем для различных предметных областей. В данной работе предлагается определять лингвистическую переменную на основе прагматической и использовать ее для построения визуального интерфейса с пользователем. Как известно, мощность термножества T лингвистической переменной L должна удовлетворять следующему неравенству $|T| \leq 7 \pm 2$. Это неравенство было получено в соответствии с известной гипотезой о емкости памяти эксперта. Иногда оно называется правилом Миллера.

Интеллектуальная информационно-управляющая система является человеко-машинной системой. На ее входе и выходе используются лингвистические описания. Учитывая правило Мюллера, мощность термножества обладает естественными ограничениями. Поэтому во многих случаях эксперту трудно вербально выразить точную оценку состояния элемента. При классическом подходе к определению лингвистической переменной [5], если нечеткое множество, соответствующее новому терму лингвистической переменной, не совпадает с уже существующим термом, то проводится процедура лингвистической аппроксимации. Процедура лингвистической аппроксимации является достаточно сложной для реализации в интеллектуальных системах. Если вид функции принадлежности сложный, то сложность программы выполнения этой процедуры значительно

возрастает.

Одним из решений этой проблемы является задание лингвистической переменной на множестве визуальных переменных.

Определение 9. Контекстно-выразимой ситуацией называются два соседних состояния элемента предметной области, различные оценки которых могут быть однозначно выражены экспертом.

Пусть $36,6^\circ C$ и $36,7^\circ C$ – два значения температуры тела пациента. С точки зрения здоровья пациента эти два значения неразличимы и при отсутствии симптомов болезни врач сделает вывод, что пациент здоров. Пусть $36,6^\circ C$ и $37,0^\circ C$ – другие два значения температуры тела пациента. Вторую ситуацию можно классифицировать как негативную тенденцию. Эту ситуацию трудно описать однозначно лингвистически. Описание таких ситуаций упрощается, если использовать метод визуальной переменной.

Множество визуальных переменных V является гомоморфным отображением множества прагматических переменных. Это множество получается в результате применения операции обобщения к множеству прагматических переменных. Другими словами множество контекстно-различимых ситуаций обобщается до множества контекстно-выразимых ситуаций.

Согласно определению Заде [5], лингвистическая переменная определяется следующим образом:

$$(L, T(L), U, G, M), \quad (9)$$

где,

L – название переменной;

$T(L)$ – термножество переменной L ;

G – синтаксическое правило (имеющее обычно форму грамматики), порождающее названия L значений переменной;

M – семантическое правило, которое ставит в соответствие каждой нечеткой переменной ее смысл $M(L)$.

Учитывая свойства прагматической шкалы, переменная L зада-

ется на множестве визуальных переменных V следующим образом

$$\langle L, T(L), V \rangle, \quad (10)$$

здесь

$$V = \Psi(S), \quad (11)$$

где, Ψ – множество операций обобщения, применимых к множеству прагматических переменных S при его преобразовании в множество визуальных переменных V .

Пусть $|T(L)|$ – фиксированная величина. Тогда можно записать

$$\langle L, T(L), \Psi(\theta(U)) \rangle. \quad (12)$$

В (12) нет синтаксического правила G и семантического правила M , так как терм-множество лингвистической переменной, определенной на множестве прагматических переменных, имеет фиксированное число элементов. Значения лингвистической переменной являются лишь «опорными» точками при выборе экспертом соответствующего значения визуальной переменной, на основе которой производятся вычисления в системе.

Изменение параметров операции обобщения, введенной на прагматической шкале, позволяет настроить интерфейс системы под конкретного пользователя. Визуальная переменная, заданная на прагматической шкале позволяет эффективно решать задачи ввода экспертных оценок в систему и интерпретации ее выходных результатов. Кроме того, снижается сложность алгоритмов используемых в системе.

Из рис. 4 можно увидеть, что $|T| < |V| < |S|$, где T – терм-множество лингвистической переменной, используемой для описания характеристик явления P : $T = \{\text{«мало»}, \text{«немного»}, \text{«значительно»}, \text{«много»}\}$; $V = \{1, \dots, k\}$ – мощность множества визуальных переменных равна числу возможных средств ввода оценок (в простейшем случае им может быть «ползунок», $k \in \mathbb{N}$ (\mathbb{N} – множество натуральных чисел); S – множество прагматических переменных.

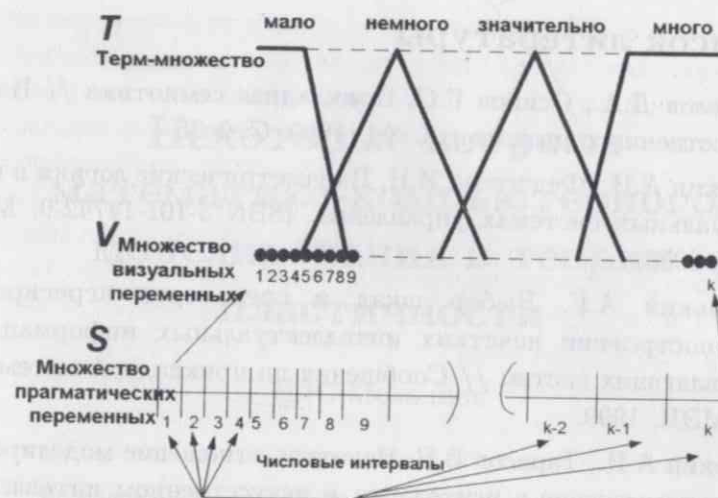


Рис. 4. Взаимосвязь между прагматической, лингвистической и визуальной переменными.

На практике число элементов терм-мноества лингвистической переменной L определяется в соответствии с мнением эксперта на основе упомянутого выше правила Миллера.

Заключение

В данной статье определена прагматическая шкала и описаны некоторые области ее использования при создании семиотических нечетких интеллектуальных систем.

Авторы выражают признательность Аверкину Алексею Николаевичу за ценные замечания и идеи, позволившие улучшить содержание данной работы.

Список литературы

- [1] Поспелов Д.А., Осипов Г.С. Прикладная семиотика // Новости искусственного интеллекта. №1. 1999. С. 9–35.
- [2] Аверкин А.Н., Федосеева И.Н. Параметрические логики в интеллектуальных системах управления. ISBN 5-101-14742-9. М.: ВЦ РАН, 2000.
- [3] Беленький А.Г. Выбор шкал и операторов агрегирования при построении нечетких интеллектуальных информационно-управляющих систем // Сообщения по прикладной математике. М.: МЭИ, 1999.
- [4] Аверкин А.Н., Тарасов В.Б. Нечеткое отношение моделирования и его применение в психологии и искусственном интеллекте // Сообщения по прикладной математике. М.: ВЦ РАН, 1986.
- [5] Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976.

Некоторые вопросы математико-компьютерного моделирования в теории пластичности

И.Н. Молодцов

Исследована возможность разрешения векторно линейных четырехчленных функциональных уравнений связи $\bar{\sigma} \sim \bar{\epsilon}$.

1. Введение

Вопросы введения в теорию механики деформируемого твердого тела определяющих соотношений являются самыми сложными – здесь всегда естественно было бы иметь в виду вопрос об адекватном отражении в модели физической сущности моделируемых процессов. Среди множества известных соотношений лишь немногие имеют происхождением конкретные физические источники, а основная часть является продуктом чистой математики и введена в теорию с целью обеспечения возможности тем или иным способом решить поставленную математическую задачу. При этом вопрос о физической достоверности полученного решения как правило не обсуждается – достаточно того, что предлагаемый новый класс определяющих соотношений содержит известные. Реализацией другого пути является идея А.А. Ильюшина о построении уравнений состояния как решений функциональных уравнений термодинамики.

В настоящей работе взят за основу именно этот путь. Хорошо изученными со всех сторон в теории пластичности являются процес-