
ON AN APPROACH OF MODELING OF CONTEXT-FREE GRAMMARS BY NONDETERMINISTIC FINITE AUTOMATA

© 2012

M.A. Zubova, postgraduate student
Togliatti State University, Togliatti (Russia)

Keywords: nondeterministic finite automata; context-free languages; algorithms of equivalent transformation.

Annotation: This article provides examples of the transformation of context-free grammars in the objects of a new formalism, which is a special extension of the class of nondeterministic finite automata. The objects of this formalism can define all the possible context-free languages.

УДК 51-77

МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНОГО КАПИТАЛА ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ РЕГИОНА

© 2012

Е.С. Каган, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры
«Автоматизация исследований и техническая кибернетика»
Кемеровский государственный университет, Кемерово (Россия)

Ключевые слова: комплексная оценка; метод анализа иерархий; нечеткие множества; функция Харрингтона.

Аннотация: В статье изложен подход к комплексной оценке сложных социально-экономических явлений. Строится многоуровневая иерархическая модель, для оценки важности компонент которой, используется метод анализа иерархий. Компоненты модели представляются в виде лингвистических переменных. В качестве функции принадлежности термов используется функция Харрингтона. Данный подход применен для построения модели комплексной оценки социального капитала предпринимателей региона.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных задач при управлении сложными социально-экономическими процессами является задача получения достоверной информации об интересующем нас объекте управления. Однако нередко исследователь сталкивается с ситуацией, когда изучаемое явление является латентным и не поддается непосредственному измерению. Информация о проявлении тех или иных его сторон может носить качественный характер (вербальные оценки экспертов, анкетный опрос респондентов и т. п.). Комплексная оценка таких явлений не может представлять собой простую сумму баллов, так как при обработке данных, измеренных в неметрических шкалах, не допустимо использование алгебраических операций и, соответственно, их включение в большинство методов многомерного статистического анализа. В настоящее время для решения этих проблем широко применяется теория нечетких множеств [4,6], позволяющая переводить значения показателей, измеренных в различных шкалах,

в безразмерные величины (значения функции принадлежности) и оперировать с нечеткими числами.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ

При построении моделей сложных явлений предполагается, что рассматриваемое явление может быть представлено в виде иерархической модели, каждая компонента которой характеризуется двумя величинами: важностью и степенью выраженности. Для построения иерархической модели и оценки важности ее компонент применяется метод анализа иерархий (МАИ) [3]. Для оценки степени выраженности компонент используется теория нечетких множеств.

На первом этапе исследования изучаемое явление представляется в виде многоуровневой иерархической модели. Для определения важности составляющих модели на каждом уровне иерархии формируются матрицы парных сравнений, обработка которых позволяет определить приоритеты соответствующих компонент.

Далее, для определения степени выраженности

составляющих нижнего уровня иерархии, каждую из компонент представляют в виде лингвистической переменной с соответствующим терм-множеством, задавая, таким образом, соответствующее семантическое пространство. Переход от четкого значения переменной к нечеткому осуществляется с помощью процедуры фазификации. В качестве функций принадлежности термов наиболее часто используются треугольные, трапециевидные функции [4]. Такой выбор обоснован простотой расчета их значений. Однако в случае когда эмпирические данные представляют собой оценки экспертов, наиболее корректным, на наш взгляд, было бы использование в качестве функций принадлежности термов психологическую функцию желательности Харрингтона [5].

В соответствии с законом Вебера-Фехнера психологическая оценка какого-либо раздражителя нелинейно связана с величиной этого раздражителя. Этот принцип легко реализуется в функции Харрингтона: в областях желательностей близких к 0 и 1 ее «чувствительность» меньше, чем в средней зоне. Функция Харрингтона задается формулой: $y(z) = \exp(-\exp(-z))$. В качестве аргумента z используются кодированные значения, представляющие собой положительные или отрицательные целые числа.

При фазификации используется алгоритм, описанный в [6]. Отличие данного алгоритма от известных алгоритмов, используемых в теории нечеткого вывода [2, с. 201-205], заключается в том, что четкое значение переводится не в одно нечеткое число, а в группу нечетких чисел, соответствующих значениям функции принадлежности различных термов лингвистической переменной.

Пусть построена l -уровневая иерархическая модель, семантическое пространство переменных которой состоит из k -термов: $T = \{T_1, T_2, \dots, T_k\}$. Тогда значения составляющих нижнего уровня иерархической модели X_{lij} представляются в виде объединения функций принадлежности соответствующих термов:

$$X_{lij} = \frac{\mu_{lij}^1}{T_1} \oplus \frac{\mu_{lij}^2}{T_2} \oplus \dots \oplus \frac{\mu_{lij}^k}{T_k}$$

где μ_{lij}^k - значение функции принадлежности k -ого терма j -ой составляющей i -ой компоненты l -ого уровня иерархии.

Пусть XL -вектор значений составляющих l -ого уровня иерархии. Используя нечеткое отношение $XL \times T$, строится нечеткая составная матрица $M(XL)$, строки которой представляют собой значение функций принадлежности соответствующих термов для компонент нижнего (l -ого) уровня иерархии.

Обозначим через WLI , $M(XLI)$ соответственно, вектор приоритетов компонент i -ой составляющей $(l-1)$ -ого уровня иерархии и соответствующую значениям компонент матрицу функций принадлежности термов. Тогда нечеткая оценка i -ой компоненты $(l-1)$ -ого уровня иерархии вычисляется по формуле: $X_{(l-1)ij} = WLI \cdot M(XLI)$.

После того, как получена нечеткая оценка составляющих первого уровня иерархии с помощью процедуры дефазификации, осуществляемой методом центра тяжести [2], находится четкая оценка изучаемого явления.

Таблица 1. Матрица парных сравнений и вектор приоритетов составляющих компоненты «барьеры входа в сеть».

Составляющие барьеров входа в сеть (2.3)	Административные	Персонифицированные	Клубные	Вектор приоритетов
(2.3.1) Административные	1	1/5	1/4	0,10
(2.3.2) Персонифицированные	5	1	2	0,57
(2.3.3) Клубные	4	1/2	1	0,33
	$\lambda_{\max} = 3,025$	ИС=0,012	СИ=0,58	ОС=0,02

РЕЗУЛЬТАТЫ

Данная методика была применена для комплексной оценки социального капитала (СК) предпринимателей региона второго типа. СК выступает важнейшим фактором, задающим направленность институционального развития региона [1]. СК был представлен в виде двухуровневой иерархической модели (рис.1).

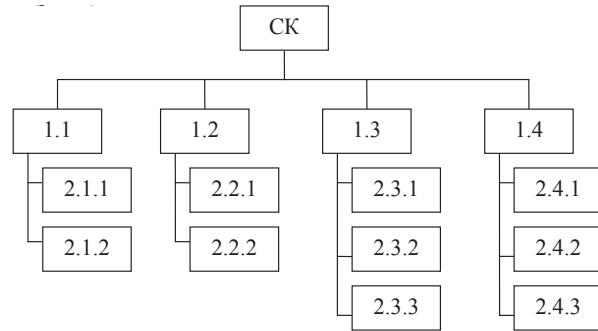


Рис. 1. Двухуровневая модель социального капитала второго типа.

Первый уровень иерархии состоит из четырех компонент: горизонтальность (1.1), однородность сетей (1.2), барьеры входа в сеть (1.3), цена выхода (1.4). Второй уровень иерархии представляет собой структурные составляющие компонент первого уровня. Так составляющая первого уровня иерархии (1.1) разбивается на 2 компоненты: возможность блокировки решения нижестоящих акторов (2.1.1), контроль одних акторов над другими (2.1.2). Составляющая (1.2) включает в себя: участие представителей власти в принятии и реализации бизнес решений (2.2.1), участие представителей власти в присвоении результатов принятых решений (2.2.2). Компонента (1.3) делится на: административные (2.3.1), персонифицированные (2.3.2) и клубные (2.3.3) барьеры входа в сеть. Составляющая (1.4), характеризующая цену выхода из сети, состоит из имущественных (2.4.1), статусных (2.4.2) и личностных (2.4.3) потерь.

На каждом уровне иерархии были построены матрицы парных сравнений и рассчитаны векторы приоритетов составляющих по следующему алгоритму.

1. Находят главный собственный вектор, соответствующий наибольшему собственному значению матрицы парных сравнений, каждый элемент которого есть среднее геометрическое компонент ее i -ой строки

$$a_i = \sqrt[n]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot \dots \cdot a_{in}}$$

2. Определяют сумму элементов собственного вектора $a = \sum_{i=1}^n a_i$.

3. Тогда компоненты вектора приоритетов $\bar{w} = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ определялись по формуле $w_i = \frac{a_i}{a}$.

Для оценки согласованности мнений эксперта используется показатель ОС, называемый отношением согласованности. Оценки, считаются согласованными, если ОС меньше 0,1

В таблице 1 представлена матрица парных сравнений и вектор приоритетов составляющей (2.3)

Для оценки степени выраженности компонент нижнего уровня иерархии была разработана анкета. Ответы респондентов являются индикаторами степени выраженности данных компонент. Фрагмент анкеты, оценивающий выраженность компоненты (2.2.2) – «участие представителей власти в присвоении результатов принятых решений» представлен в табл. 2.

Таблица 2. Фрагмент анкеты опроса предпринимателей.

Оцените степень притязаний представителей власти в привлечении дополнительных (неналоговых) платежей для решения проблем территории: (по шкале от 0 до 10, где 0 - абсолютно незначимые; 10- наиболее значимые):	
1) участие в благоустройстве территории вашего муниципального образования (ремонт, фасады, вывески, тротуары)	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2) благотворительность	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
3) участие в финансировании социально-культурных мероприятий (города, области)	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

В таблице 3 представлены результаты опроса конкретного предпринимателя, а также этапы оценки его СК. Используя ответы респондента, по соответствующим алгоритмам были рассчитаны четкие оценки компонент второго уровня иерархической модели (табл. 3, столбец «четкая оценка»). Каждая компонента была представлена

в виде лингвистической переменной с соответствующим терм-множеством: Т1-низкий, Т2- средний, Т3-высокий.

При выборе вида функции принадлежности предполагалось, что вид функции должен соответствовать реальным решениям респондентов по оценке состояния признаков. Поэтому в качестве функции принадлежности была выбрана функция Харрингтона, чувствительность которой в областях 0 и 1 существенно ниже, чем в средней зоне. Четкое значение каждой компоненты x_i может принимать значение от 0 до 10. Значение аргумента функции Харрингтона z_i должно изменяться в пределах от -5 до 5. Для определения терма «высокий» выбираем интервал [5;10], для получения 11 отсчетов, делим первоначальный шаг дискретизации пополам. Тогда аргумент функции Харрингтона для терма «высокий» связан с четкой оценкой соотношением: $z_i = 2 \cdot (x_i - 7,5)$. Для нахождения функции принадлежности терма «низкий», определенного на интервале [0,5], переход от четкого значения x_i к значению аргумента функции Харрингтона осуществляется по формуле: $z_i = -2 \cdot (x_i - 7,5) - 10$. Значение функции принадлежности для терма «средний» определяется по формуле (1)

$$\mu_m(x_i) = \begin{cases} 1 - \mu_n(x_i), & x_i \leq 5 \\ 1 - \mu_v(x_i), & x_i > 5 \end{cases} \quad (1)$$

где $\mu_m(x_i)$, $\mu_n(x_i)$, $\mu_v(x_i)$ соответственно функции принадлежности термов «средний», «низкий», «высокий».

На этапе фазификации четкие значения компонент нижнего уровня иерархии были переведены в функции принадлежности соответствующих термов (см. табл. 3, столбцы Т1, Т2, Т3).

Таблица 3. Расчет СК предпринимателя.

Компонента II уровня	Четкая оценка	Приоритет компоненты	Значение функции принадлежности терма		
			T1	T2	T3
(2.1.1)	6,6	0,33	0	0,9976	0,0024
(2.1.2)	2	0,67	0,6969	0,3031	0
(2.2.1)	10	0,17	0	0	1
(2.2.2)	8,4	0,83	0	0,1466	0,8534
(2.3.1)	9,4	0,10	0	0,0155	0,9845
(2.3.2)	7,2	0,57	0	0,8372	0,1628
(2.3.3)	8,1	0,33	0	0,2550	0,7450
(2.4.1)	3,9	0,19	0	1	0
(2.4.2)	6,2	0,73	0	0,999999	0,000001
(2.4.3)	7,4	0,08	0,2968	0,7032	0
Компонента I уровня		Приоритет компоненты			
(1.1)		0,05	0,4669	0,5323	0,0008
(1.2)		0,51	0	0,125	0,875
(1.3)		0,11	0	0,5629	0,4371
(1.4)		0,33	0,0237	0,976	0,0003
Нечеткая оценка СК			0,031166	0,474368	0,495226
Центроиды			0,937	5	9,063
Четкая оценка СК			0,689		

Так, например, для компоненты первого уровня модели (1.1)- «иерархичность сети» вектор значений функции принадлежности соответствующих термов будет иметь вид: $(0,33; 0,67) \cdot \begin{pmatrix} 0 & 0,9976 & 0,0024 \\ 0,6969 & 0,3031 & 0 \end{pmatrix} = (0,4669; 0,5323; 0,0008)$

Используя информацию, представленную в таблице 2 нечеткая оценка СК предпринимателя будет равна: $\begin{pmatrix} 0,05; \\ 0,51; \\ 0,11; \\ 0,33 \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} 0,4669 & 0,5223 & 0,0008 \\ 0 & 0,125 & 0,875 \\ 0 & 0,5629 & 0,4381 \\ 0,0237 & 0,976 & 0,0003 \end{pmatrix} = (0,031; 0,474; 0,495)$.

Данная оценка представляет собой значения функций принадлежности термов: низкий, средний,

высокий лингвистической переменной «социальный капитал предпринимателя». Для получения четкой оценки применяется процедура дефазификации, центроидный метод. Четкая

оценка вычисляется по формуле: $CK = \frac{\sum_{i=1}^3 C(i) \cdot M(i)}{\sum_{i=1}^k M(i)}$, где

$C(i)$ - значение центроида i -ого терма, значение функции принадлежности i -ого терма. Тогда значение четкой оценки СК для нашего предпринимателя будет равно:

$$CK = \frac{0,937 \cdot 0,031 + 5 \cdot 0,474 + 9,063 \cdot 0,495}{0,031 + 0,474 + 0,495} = 0,689$$

Используя качественную шкалу желательности Харрингтона, полученный результат можно характеризовать следующим образом: «предприниматель имеет высокий уровень СК, соответствующий высокому уровню вхождения в сеть».

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

При решении вопроса о выборе функции принадлежности термов на первоначальном этапе исследования применялись функции треугольного вида. Однако распределение полученного показателя существенно отличалось от нормального. Проверка распределения показателя, полученного с использованием функции Харрингтона, подтвердила наличия нормального закона распределения. Данный показатель в дальнейшем был использован в многомерном статистическом анализе с целью выявления дифференциации в уровне СК предпринимателей в зависимости от их принадлежности кластерам: «степень автономии бизнеса - интенсивность взаимодействия с властью».

ВЫВОДЫ

Представление сложного явления в виде многоуровневой иерархической модели, позволяет получать его комплексную оценку через взвешенную оценку ее компонент, которые могут быть непосредственно измерены. Использование при оценке степени выраженности компонент лингвистического подхода позволяет оперировать не со значениями признаков измеренных в разных шкалах, а с

безразмерными величинами – нечеткими числами. Использование в качестве функции принадлежности термов функции Харрингтона, позволяет более точно учитывать степень интенсивности проявления признака, соответствующего субъективной оценке респондента.

Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ «Экономическая оценка социального капитала, сложившегося во взаимоотношениях власти и бизнеса (на примере Кемеровской области)», № 11-12-42002а/Т.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курбатова М. В., Левин С. Н., Каган Е.С. Структура социального капитала как фактор институционального развития региона. Журнал «Общественные науки и современность», № 6, 2010, с.37–52
2. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 736 с.
3. Саати Т. Принятие решений. Метода анализа иерархий: Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1993. 320 с.
4. Chiu-Keung Law. Using fuzzy numbers in educational grading system//Fuzzy Sets and Systems – 1996, V. 83, pp. 311–323.
5. Harrington E.C. The desirable function // Industrial Quality Control. - 1965. V.21. № 10.
6. Lee H.M. Applying fuzzy set theory to evaluate the rate of aggregative risk in software development // Fuzzy Sets and Systems. - 1996. - V. 79. - P. 323–336.

MODEL OF COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF ENTREPRENEURS SOCIAL CAPITAL IN REGION

© 2012

E.S. Kagan, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the chair «Automation of researches and technical cybernetics»

Kemerovo State University, Kemerovo (Russia)

Keyword: comprehensive assessment; Analytic Hierarchy Process; fuzzy sets; Harrington's function

Annotation: An approach to complex assessment of complicated social and economic events is highlighted in the paper. Multilevel hierarchic model is constructed and analytic hierarchy process is used to estimate the importance of its components. The Harrington is function is used as function of term belonging. This approach is used to build a model of complex assessment of entrepreneurs' social capital in region.