

Инструментарий оценки эффективности совместного образовательного проекта на основе правил нечеткого логического вывода

Зайцев Е.А. e-mail: zayzev_e_a@mail.ru

Павлов Е.Н. e-mail: umz@inbox.ru

Шуйкова И.А. e-mail: shujkova_i_a@inbox.ru

ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный педагогический университет»
Департамент образования администрации города Липецка

Единое информационное пространство взаимодействия образовательных учреждений и других организаций в виде совместных различных проектов прочно вошло в стандарт современной жизни, что объясняется и теми преимуществами, которые несут в себе ИТ-технологии и их высоким уровнем развития, и новыми требованиями, предъявляемыми к образовательному процессу Федеральными образовательными государственными стандартами (ФГОС) [2]. Для оценки эффективности распределенных образовательных проектов применяются различные инструментарию их мониторинга и оценки. В рамках исполнения в 2012 году государственного контракта по заказу Управления образования и науки Липецкой области с целью разработки модели заочной школы для старшеклассников в рамках их профориентации, была построена математическая модель оценки эффективности работы заочной школы, которая отражает следующие показатели:

- конечный результат поступления в учреждения начального, среднего, высшего профессионального образования обучающихся общеобразовательных школ – участников заочной школы старшеклассников;
- уровень подготовки поступающих в учреждения начального, среднего, высшего профессионального образования (оценивается по результатам сданных государственных экзаменов и итоговой аттестации);
- количественные характеристики контингента участников очно-заочной школы;
- удовлетворённость потребителей услуги и др.

Один из актуальных подходов к анализу и моделированию прикладных задач заключается в применении методов нечеткой алгебры, которые находят все более широкое применение в различных прикладных областях. В настоящее время к нечеткой логике привлечено внимание широкого круга исследователей, работающих в таких областях прикладной математики как обработка информации, моделирование, исследование операций, управление, прогнозирование, а также в различных социально-экономических науках. Возможность успешного применения подходов, основанных на нечеткости, во многом определяется гибким математическим аппаратом, используемым при анализе и обработке данных, способным адекватно отразить не только не подлежащие строгой формализации зависимости и взаимосвязи, но и учесть неточные, субъективные оценки специалистов, лежащие их основе. [1]

Описание инструментария мониторинга

В качестве инструментария мониторинга эффективности образовательного проекта разрабатывается программный продукт, функциональное наполнение которого основано на изложенной ниже математической модели.

Пусть x и y – наименования входной и выходной лингвистических переменных; A и B – некоторые нечеткие множества (функции принадлежности), взятые из терм-множеств переменных x и y соответственно. *Лингвистическим правилом нечеткого логического вывода* «если...то...» называется конструкция вида

$$R: \text{если } x \text{ есть } A, \text{ то } y \text{ есть } B, \quad (1)$$

где « x есть A » – нечеткое высказывание, называемое *предпосылкой*, а « y есть B » – нечеткое высказывание, называемое *следствием* правила. [1]

Лингвистическое правило R может быть интерпретировано как нечеткое следствие (импликация) $A \rightarrow B$ и, следовательно, выражено в виде нечеткого соответствия предпосылки и следствия $R = A \rightarrow B$, заданного на декартовом произведении областей определения (четких множествах) входной переменной X и выходной переменной Y . *Композиционное правило вывода* выходного значения системы для правила R при входе A' в записи « x есть A' » определяется как нечеткое множество B' , получаемое с помощью композиции входа и нечеткого соответствия импликации $B' = A' \circ (A \rightarrow B)$. Для получения нечеткого соответствия

$$R = A \times B, \quad R(x,y) = A(x) \rightarrow B(y), \quad (2)$$

где $A(x) = \mu_A(x)$ – значение функции принадлежности элемента x нечеткому множеству A , в приложениях наиболее часто используется импликация Мамдани (т.е. $A(x) \rightarrow B(y) = \min\{A(x), B(y)\}$) и max-min композиции. В этом случае значение функции принадлежности выходного нечеткого множества определяется по формуле

$$B' = \max \min(A'(x), \min\{A(x), B(y)\}), \quad y \in Y. \quad (3)$$

Нечеткой системой логического вывода, основанной на лингвистических правилах «если...то...», называется конструкция вида:

$$\begin{aligned} R_1: & \text{ если } x \text{ есть } A_1, \text{ то } y \text{ есть } B_1, \\ R_2: & \text{ если } x \text{ есть } A_2, \text{ то } y \text{ есть } B_2, \\ & \dots \\ R_m: & \text{ если } x \text{ есть } A_m, \text{ то } y \text{ есть } B_m, \end{aligned} \quad (4)$$

где A_i и B_i – нечеткие множества.

Существует два основных способа определения выхода V' . В обоих методах используется понятие агрегации правил, т.е. учёт суммарного эффекта от работы всех правил. В качестве оператора агрегации Agg обычно применяется s -норма, но допускается использование и произвольной t -нормы. Существует два метода определения выхода системы логических правил.

Первый способ определения выхода состоит в предварительной агрегации нечетких соответствий: $R = Agg(R_1, R_2, \dots, R_m)$. В результате V' при заданном входе A' находится при помощи композиционного правила вывода: $V' = A' \circ R$. Если оператор агрегации представляет собой операцию максимума, то механизм логического вывода примет вид

$$V' = A' \circ \cup R_i. \quad (5)$$

Второй способ вывода заключается в первоначальном определении выходов для каждого правила с использованием композиции $V'_i = A' \circ R_i$. Далее осуществляется агрегация полученных ранее выходов правил $V' = Agg(V'_1, V'_2, \dots, V'_m)$, т.е.

$$V' = \cup(A' \circ R_i). \quad (6)$$

Математическая модель инструментария эффективности основывается на первом способе. Система логических выводов основана на трёх лингвистических правилах:

$$\begin{aligned} R_1: & \text{ если } x \text{ есть } A_1, \text{ то } y \text{ есть } B_1, \\ R_2: & \text{ если } x \text{ есть } A_2, \text{ то } y \text{ есть } B_2, \\ R_3: & \text{ если } x \text{ есть } A_3, \text{ то } y \text{ есть } B_3, \end{aligned} \quad (7)$$

где A_i, B_i – векторы, которые формируются экспертами. A_i – параметр оценки эффективности работы системы (количество поступивших в учреждения НПО и СПО, оценки по государственным испытаниям и т.д.); B_i – вектор значений эффективности работы ОЗШ. R_i – правила, определяющие уровень эффективности выполнения проекта (низкий, средний, высокий).

$$A_i = (A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{in}),$$

$$B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im}),$$

$$R_i = \begin{pmatrix} \min(A_{i1}, B_{i1}) & \dots & \min(A_{i1}, B_{in}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \min(A_{in}, B_{i1}) & \dots & \min(A_{in}, B_{in}) \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Дальше делается агрегация $R = Agg(R_1, R_2, R_3)$.

$$R = \begin{pmatrix} \min(R_1[1,1], R_2[1,1], R_3[1,1]) & \dots & \min(R_1[1,n], R_2[1,n], R_3[1,n]) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \min(R_1[n,1], R_2[n,1], R_3[n,1]) & \dots & \min(R_1[n,n], R_2[n,n], R_3[n,n]) \end{pmatrix}. \quad (9)$$

Находим выход системы логических правил $V' = A' \circ R$.

$$A' = (A'_1, A'_2, \dots, A'_n).$$

$$V'_1 = \min \{ \max(A'_1, R_{11}), \dots, \max(A'_1, R_{n1}) \},$$

$$V'_2 = \min \{ \max(A'_2, R_{12}), \dots, \max(A'_2, R_{n2}) \},$$

...

$$V'_n = \min \{ \max(A'_n, R_{1n}), \dots, \max(A'_n, R_{nn}) \},$$

$V' = (V'_1, V'_2, \dots, V'_n)$ – получаемый выходной вектор значений эффективности выполнения проекта.

Оценка проекта указывается на основе значений данного вектора.

Интерпретация выходного вектора оценки эффективности

Если значение функции принадлежности по интервалу оценки ниже принимается максимальное значение, то данная оценка берется за итоговую комплексную оценку эффективности проекта. На конференции будет представлено практическое применение реализации данной модели.

Литература

1. Блюмин С.Л., Шуйкова И.А., Сараев П.В., Черпаков И.В. Нечёткая логика: алгебраические основы и приложения: Монография – Липецк: ЛЭГИ, 2002. – 111 с.
2. Ибрагимов И. М. Информационные технологии и средства дистанционного обучения. – М.: Академия, 2007. – 336 с.