

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА КОМПЕТЕНТНОСТИ НА ОСНОВЕ ГРАФОВОЙ МОДЕЛИ ЗНАНИЙ

Гиря Иван Александрович,
аспирант НИЯУ МИФИ
ivan.giry@gmail.com

Аннотация. *Описан метод определения компетентности сотрудника организации, использующий данные из модели знаний. Модель знаний строится в виде графа, где узлы соответствуют ключевым понятиям, инструментам, методам, используемым в деятельности организации. Наличие у сотрудника некоторой компетентности определяется как сочетание требуемого уровня знаний по группе узлов графа, соответствующей заданной компетенции (определяется на основе интегрального тестирования) и необходимого уровня навыков по применению этих знаний в работе.*

Ключевые слова: оценка компетентности, модель компетенций, модель знаний.

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF COMPETENCY LEVEL USING GRAPH-BASED KNOWLEDGE MODEL

Ivan Giry,
postgraduate student.
National research nuclear university "MEPhI"

Abstract. *The paper is devoted to the description of one method of competence assessment based on knowledge model. This model is graph-based where each node presents a concept, tool or process used in company's everyday work. Employee's competence is described as a combination of two components: 1) knowledge expressed via knowledge of concepts on the graph and 2) skills of using these concepts in real-life tasks.*

Keywords: competence assessment, competence model, knowledge model.

Согласно Федеральному стандарту высшего профессионального образования, «Компетенция есть способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области» [1]. Если не затрагивать формализацию личностных качеств специалиста, то задачу оценки компетентности сотрудника организации можно рассматривать, в первую очередь, как задачу совместной оценки его знаний и умений. Для решения этой задачи необходима разработка внутрифирменной модели компетенций, которая сочетала бы в себе модель знаний и модель умений.

В работе [2] описан метод организации модели знаний на основе понятийного графа и переход к описанию профессиональной компетенции на основе созданной модели.

Узлы понятийного графа («понятия») соответствуют объектам предметной области, к которой относится сфера деятельности организации, составляя, таким образом «знаниевую» часть модели компетенций. Различные варианты совместного

применения этих объектов (сценарии), в свою очередь, соответствуют типовым профессиональным навыкам и умениям, формируя «деятельностную» часть модели компетенций.

Задача количественной оценки компетентности состоит в разработке метода оценки знаний по узлам понятийного графа, оценки навыков их применения и совмещении этих двух оценок в итоговую оценку компетентности.

Организация модели знаний в виде понятийного графа позволяет получить интегральную оценку уровня владения ключевыми объектами модели компетенций, которые представлены узлами графа. Интегральная оценка складывается из базовой оценки и дополнительной, учитывающей оценки понятий связанных с рассматриваемым [3].

Опишем процедуру вычисления интегральной оценки.

Составим базу тестовых вопросов, относящихся к объекту знаний X_i . На понятийном графе при этом имеется узел, соответствующий этому объекту знаний. Совокупность узлов, непосредственно связан-

ных с X_i , включая и сам этот узел, обозначим как $\{X_i\}$. Положим, что количество узлов в $\{X_i\}$ равно n_i .

Базовая оценка уровня знаний понятия X_i определяется по формуле:

$$E_i = \frac{r_i}{q_i}. \quad (1)$$

Здесь q_i — число вопросов в тесте, которые связаны с понятием X_i , r_i — число правильных ответов на вопросы q_i .

Выведем формулу оценки знаний по понятию X_i , которая учитывала бы значения связанных понятий, т.е. формулу интегральной оценки. Для этого используем базовую оценку знаний по понятию X_i и оценку знаний по связанным понятиям с учетом их ранга, то есть значимости в определении понятия X_i (ранг «1» соответствует наименьшему значению).

Развивая идею работы [3], опишем метод интегральной оценки уровня знаний понятия X_i . Предлагаемая формула интегральной оценки E' знаний по понятию X_i имеет следующий вид:

$$E'(x_i) = \frac{E(x_i) \cdot R_{x_i} + \sum_{j=1}^h E(p_j) \cdot R(p_j)}{\sum_{j=1}^k R(p_j) + R_{x_i}}, \quad (1)$$

где $E(x_i)$ — базовая оценка; h — количество связанных понятий для X_i ; $E(p_j)$ — базовая оценка знаний связанного понятия p_j с рангом $R(p_j)$; R_{x_i} — собственный ранг понятия X_i , определяющийся как $R_{max} + 1$ (R_{max} — максимальное из значений рангов связанных понятий).

Выбор метода оценки навыков сотрудника является темой для отдельного обсуждения. Отметим, что для оценки навыков могут использоваться различные методы: экспертное оценивание, имитационные тесты, системы отслеживания ошибок и проч. Предположим, что таковой метод был выбран и нам доступна выраженная количественно оценка навыков сотрудников по оценкам модели компетенций.

Далее рассмотрим в качестве примера два возможных варианта совмещения интегральных оценок уровня знания с оценками навыков для получения количественной оценки владения компетенцией.

Метод средневзвешенной оценки

В случае, если известны весовые коэффициенты различных объектов модели компетенций, средне-

взвешенная оценка является самым простым и достаточно эффективным способом получения оценки компетентности и представляется выражением:

$$u^k = \frac{\sum_{j=1}^N w_j^k x_j}{\sum_{j=1}^N w_j^k},$$

где w_j^k — вес объекта x_j в компетенции k .

Метод нечеткой классификации

Рассматривая компетенции из области деятельности организации как классы, задачу оценки компетентности можно рассматривать как задачу нечеткой классификации. Нечеткая классификация позволяет говорить о степени принадлежности к какому-либо классу, рассматривая ее в интервале от 0 до 1 (или от 0% до 100%). При этом уровень владения компетенцией совпадает со степенью принадлежности к соответствующему классу.

В зависимости от особенностей организации и набора ее компетенций, можно применить различные методы классификации (такие, как метод FCM-кластеризации Бездека). В работе [4] предложен метод определения функций нечеткой принадлежности, эффективный для задач классификации при перекрывающихся классах. Данный метод хорошо подходит для решения рассматриваемой задачи, т.к. в используемой модели компетенции могут пересекаться (например, один узел понятийного графа относится сразу к нескольким компетенциям). Метод предполагает нахождение степени принадлежности $u(k)$ к классу k через решение системы рекуррентных уравнений:

$$\begin{cases} u_j(k+1) = \frac{\mu_j(k)(1+\alpha) - (1-\alpha) \|x(k+1) - c_j\|^2}{2\alpha (\|x(k+1) - c_j\|^2 + \mu_j(k))}, \\ \mu_j(k+1) = \frac{\sum_{p=1}^{k+1} (\alpha u_j^2(p) + (1-\alpha) u_j(p)) \|x(p) - c_j\|^2}{\sum_{p=1}^{k+1} (\alpha u_j^2(p) + (1-\alpha) u_j(p))}. \end{cases}$$

Здесь $\|x(k+1) - c_j\|^2$ — расстояние компетентности сотрудника $k+1$ до центроида c_j , соответствующего степени владения компетенцией j , равной единице. Принадлежность к каждому из классов является функцией от:

1. расстояния до центра соответствующего класса $\|x(k+1) - c_j\|^2$,

2. параметра размытости границ классов $\mu_j(k)$,
3. настроенного параметра α .

При этом $\|x(k+1) - c_j\|^2$ и $\mu_j(k)$ выступают в противовесе, а α определяет их баланс.

Сравнивая два рассмотренных математических метода количественной оценки компетентности, отметим следующие рекомендации по их применению:

Усредненная оценка. Ввиду простоты реализации и поддержки, подходит небольшим и средним организациям, не готовым выделять значитель-

ные ресурсы на сопровождение системы оценки компетентности.

Нечеткая классификация. За счет адаптивности алгоритма, а также его итерационного характера, достигается повышение точности в оценке компетентности сотрудника с учетом оценок для других сотрудников. Однако ввиду того, что реализация и сопровождение системы, построенной на данном алгоритме, является трудоемкой, отметим, что подобный метод подходит для крупных компаний, для которых внедрение системы оценки компетентности является приоритетной задачей и сопровождается выделением значительных человеческих, временных и финансовых ресурсов.

Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования для подготовки магистров по направлению 220700 — «Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 27 декабря 2009 года №763.
2. Гиря, И.А. Понятийный граф как основа ведения модели знаний. — Наука и образование: электронное научно-техническое издание МГТУ им. Баумана. — 2011, №5.
3. Сидоркина, И. Г. Моделирование подсистемы навигации в системах обучения стандарта Scorm / И. Г. Сидоркина, А. Е. Рыбаков // Программные продукты и системы. — 2009. — №1. — С.11—15.
4. Bodyanskiy Ye., Kolchygin B., Pliss I. Adaptive neuro-fuzzy Kohonen network with variable fuzzifier // Information Theories and Applications. Vol. 18, Number 3, 2011.