

Оценка параметров нечеткой когнитивной модели профессиональных компетенций специалиста

И. В. Герасимов

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)
IVGerasimov-45@yandex.ru

И. Г. Анкудинов

Санкт-Петербургский горный университет
ivgank@rambler.ru

Аннотация. Задача оптимизации уровня подготовки специалиста сформулирована как многокритериальная нелинейная задача дискретного программирования, в которой целевая функция в форме взвешенного степенного среднего обеспечивает требуемую степень пропорциональности оценок отдельных компетенций, заданную их эталонными (целевыми) значениями.

Ключевые слова: когнитивные технологии; ИТ-специалисты; иерархическая система; взвешенное степенное среднее; декомпозиция; агрегирование; схема компромисса

Пространство задач современного ИТ специалиста требует опережающей разработки компетентностных моделей, основой которых могут являться разработанные Ассоциацией предприятий в области компьютерных информационных технологий (АПКИТ) профессиональные стандарты в области ИТ [1].

Балльно-рейтинговые системы оценок современных систем тестирования в сфере ИТ, в частности система сертификации сетевой академии CISCO, допускают отклонение по оценкам отдельных компетенций в широких пределах. Сетевая академия CISCO определяет общий уровень подготовки как сумму оценок по отдельным главам и лабораторным работам курса. При этом инструктор курса вправе менять пороговые уровни освоения отдельных глав. Однако общий уровень комплексной оценки и сертификации специалиста при сдаче финального экзамена не может меняться инструктором, и ежегодно обновляется. Таким образом, инструктор курса вправе определять на этапе подготовки уровень освоения отдельных компетенций сохраняя неизменным общий уровень качества подготовки.

Точность оценки отдельных компетенций во многом определяется совершенством систем тестирования, а именно, количеством вопросов и степенью сложности теста. Большинство методов, используемых для генерации и оценки многовариантных тестовых заданий, могут быть рассмотрены в терминах морфологического анализа и синтеза. Сложное задание в многовариантной ситуации тестирования можно рассматривать как объект, состоящий из нескольких частей (функций), образующих множество $T = \{T_1, \dots, T_N\}$, каждая часть T_i которого имеет несколько вариантов практической реализации [5].

Поэтому морфологический набор вариантов тестирования можно рассматривать как декартово произведение:

$$M = S_1 \times S_2 \times \dots \times S_N$$

где – S_i множество альтернативных вариантов части теста. Будем считать, что $S_i \cap S_j = \emptyset$ для любого i не равного j . Это свойство облегчает генерацию вариантов тестовых заданий одинаковой (требуемой) сложности.

Для моделирования и анализа взаимодействия профессиональных компетенций специалиста в данной работе предлагается использовать методику нечетких когнитивных карт (Fuzzy Cognitive Maps) Коско [2]. Данная методика позволяет конструктивно, наглядно и относительно легко интерпретировать причинно-следственные связи между концептами, а именно, компетенциями.

Формирование когнитивной карты компетенций можно представить в виде следующей последовательности:

- определение списка компетенций специалиста;
- определение взаимовлияния компетенций;
- построение когнитивной карты компетенций;
- анализ системных характеристик карты.

Способы и средства описания компетенций специалиста в настоящее время непрерывно совершенствуются, что находит отражение в стандартах профессионального образования, способах тестирования и сертификации. Основным элементом когнитивной карты компетенций является направленная связь, описывающая влияние одного концепта на другой концепт. Изменение значений концепта-источника приводит к изменению значений концепта-приемника. Термин «нечеткие» в нечетких когнитивных картах Коско определяет диапазон взаимовлияния концептов как диапазон действительных чисел, отражающих «силу» влияния одного концепта на другой.

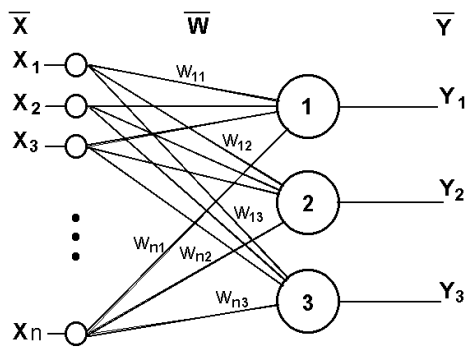


Рис. 1. Структура влияния Fuzzy Cognitive Maps Коско

Структура влияния нескольких входных концептов на выходной в картах Коско соответствует структуре однослойного персептрона (рис. 1). В работе [2] предложен способ объединения отдельных влияний, аналогичный взвешенному суммированию компонентов входного вектора, а для предотвращения выхода за пределы выходного концепта используется специальная нелинейная сигмоидальная функция.

Для упрощения процедуры взвешенного суммирования влияний концептов в настоящей работе предлагается использовать методику экспертного определения показателей взвешенного степенного среднего (ВСС) изложенную в работе [3].

Преимуществом предлагаемой методики является возможность использовать многоуровневый подход, декомпозицию и агрегирование отдельных влияний концептов.

Агрегирование взаимовлияния концептов на основе ВСС основано на определении аргументов функции

$$M_r(w, y) = \left(\sum_{i=1}^{i=n} w_i y_i^r \right)^{1/r},$$

где $y = (y_1, \dots, y_n)$, $y_i \geq 0$ – нормированное значение i показателя, $w_i \geq 0$ – вес i показателя, $\sum_{i=1}^{i=n} w_i = 1$, где r – показатель степени ВСС, $r \in (-\infty, +\infty)$.

Веса w_i ($i \in 1:n$) имеют нормированное значение, и позволяют рассматривать «степень влияния концепта» для каждого узла иерархии [4].

Степень ВСС определяет среднее значение предельного (максимального) компенсируемого (ПК) проигрыша относительно целевого значения по каждому показателю, а весовые коэффициенты – перераспределение проигрыша между отдельными показателями.

Для определения r необходимо решить относительно этого параметра уравнение

$$\sum_{i=1}^{i=n} 1/\tilde{y}_i^r = 1,$$

где \tilde{y}_i – нормированное ПК-значение i -го показателя.

Многокритериальная нелинейная задача дискретного программирования, в которой целевая функция задана в форме взвешенного степенного среднего, обеспечивает требуемую степень пропорциональности оценок отдельных компетенций заданную их эталонными (целевыми) значениями [4]. Начальное приближение для

степени r среднего $M_r(w, y) = \left(\sum_{i=1}^{i=n} w_i y_i^r \right)^{1/r}$ по известному среднему значению ПК-значений $\bar{y} = \sum_{i=1}^{i=n} \tilde{y}_i / n$ дает формула

$$r \approx \ln n / \ln \bar{y}.$$

Расчет весов для $r < 0$ или для $r > 1$ выполняется по формуле:

$$w_i = 1/\tilde{y}_i^r.$$

Методика экспертного определения аргументов ВСС в случае определения взаимовлияния концептов модели как показано в работе [3] заключается в последовательном оценивании предельно компенсируемого отклонения оценки одного концепта при фиксированном на эталонном (целевом) уровне значений оценок остальных концептов. При оценке профессиональных компетенций предельным отклонением оценки является предельно допустимое снижение балльной оценки по отдельной компетенции при эталонном (целевом) уровне балльных оценок остальных компетенций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Пространство задач профессиональной деятельности ИТ-специалиста в условиях когнитивной экономики / И.В. Герасимов, С.А. Кузьмин // Тез. докл. 26 Международной конф. Современное образование: Содержание, технологии, качество, СПб, 29 сентября 2020 / СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб, 2020. С. 26-27.
- [2] Kosko B. Fuzzy cognitive maps // Int. Journal of Man-Machine Studies. 1986. V. 24. P. 65–75.
- [3] Оценка параметров модели предпочтения нечеткий максимин / И.Г. Анкудинов, И.В. Герасимов // Тез. докл. Международной конф. по мягким вычислениям и измерениям SCM-2016, Т.2. СПб, 25-27 мая 2016 / СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб, 2016. С. 43-46.
- [4] Ankoudinov G.I., Ankoudinov I.G., Strizhachenko A.I. Goal functions from minimax to maximin in multicriteria choice and optimization // Innovations and Advanced Techniques in Systems, Computing Sciences and Software Engineering. ed. Kh. Elleithy. Springer, 2008, pp. 192-197.
- [5] Ankoudinov G.I., Ankoudinov I.G., Strizhachenko A.I. Multi-variant assignment generation and assessment techniques // Innovative Techniques in Instruction Technology, E-learning, E-assessment, and Education, ed. Iskander. Springer, 2008, pp. 166-170.