УДК 62-50

В.В. Никитин

Классификационный метод формирования содержания обучения при проектировании образовательных стандартов

Рассматривается применение методов классификационного анализа на одном из этапов разработки государственных образовательных стандартов.
Ключевые слова: образовательные стандарты, модель специалиста, модели содержания подготовки специалиста, методы классификации.

Введение

Одной из центральных задач подготовки профессиональных кадров является разработка государственных профессиональных и образовательных стандартов. В последние годы в России активизируется работа по созданию профессиональных стандартов [1], в частности осуществляется и разработка образовательных стандартов третьего поколения для высшего профессионального образования.

В существующих процессах разработки профессиональных и образовательных стандартов до сих пор превалирует субъективизм, приводящий к тому, что стандарты разных профессий или направлений/специальностей, с одной стороны, сильно пересекаются между собой и, с другой стороны, в них отсутствуют актуальные содержательные моменты, что объективно требует решения задачи формализации и последующей автоматизации процессов разработки стандартов. Формализованное решение этой задачи представляет собой многоэтапный процесс формирования, анализа, оценивания и обработки больших массивов информации [2].

В разработке профессиональных и образовательных стандартов можно выделить две основные задачи [2]:

1) построение модели предметной области деятельности специалиста и модели специалиста[1];

2) построение модели содержания подготовки специалиста.

При решении первой задачи выделяются следующие этапы:

– построение классов объектов профессиональной деятельности (ОПД) специалиста, относительно которых «выстраиваются» его профессиональная деятельность и профессиональные компетенции. Исходной информацией здесь является множество ОПД и связей между ними. Сложность задачи связана, прежде всего, с объемом исходной информации. Количество ОПД исчисляется сотнями, а число классов, в которые их нужно объединить, порядка десяти. При решении задачи вручную эксперт вынужден резко ограничивать число рассматриваемых вариантов классификации, основываясь на своих чисто субъективных оценках. Для повышения объективности и обоснованности классификации желательно использовать формализованные критерии и многовариантные процедуры [3];

– оценка актуальности обучения по тематике, определяемой определенным этапом жизненного цикла (ЖЦ) для конкретного класса ОПД [4];

– проектирование варианта перечня направлений профессиональной подготовки для области профессиональной деятельности. Этот вариант объединяет (в рамках заданного объема часов на подготовку специалиста и требуемых квалификационных уровней) один или несколько классов ОПД по одному или нескольким этапам жизненного цикла. При этом возможные варианты объединения пар «этап ЖЦ» – «класс ОПД» должны учитывать: 1) близость или идентичность классов ОПД; 2) сходство по этапам ЖЦ; 3) сходство набора видов профессиональной деятельности; 4) сходство функций профессиональной деятельности; 5) общность квалификационных уровней; 6) возможность объединения в рамках нормативного объема часов на программу подготовки [4].

Фактически речь идет о классификации многомерных объектов в пространстве признаков, имеющем сложную структуру (признаки разной природы, с разными весами). По-

[1] Термин «специалист» здесь используется как обобщающий для обозначения квалификации (степени) выпускников высшего профессионального образования – бакалавра, специалиста и магистра.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

скольку человек-эксперт не в состоянии проводить анализ непосредственно в многомерном пространстве, на этом этапе необходимо использовать методы многомерной автоматической классификации.

При решении второй задачи происходит формирование множества дисциплин как групп дидактических единиц (ДЕ). Для каждой образовательной программы существует свое множество ДЕ, причем для каждой пары ДЕ можно указать число, характеризующее силу связи между этими единицами. Группировку (агрегирование) ДЕ в дисциплины необходимо проводить таким образом, чтобы сильно связанные между собой ДЕ попали в одну группу, слабо связанные – в разные группы, и сумма учебного времени ДЕ каждой группы не превышала бы заданной величины.

В статье рассматривается решение именно этой задачи.

Постановка задачи

Пусть заданы:

$D_k^t = \left\{ d_{kx}^t \middle| x^{kt} = 1, \ldots, L_{kt} \right\}$ – множество кодов (имен) ДЕ по k-й области профессиональной деятельности для t-й образовательной программы;

$A_{kx}^t = \left\{ \alpha_{kx}^t \right\}, x^{kt} = 1, \ldots, L_{tk}$ – вектор содержания ДЕ по k-й области профессиональной деятельности для t-й образовательной программы, где α_{kx}^t – компонента вектора (текст, описывающий содержание ДЕ с кодом d_{kx} по k-й области профессиональной деятельности для t-й образовательной программы);

$B_{kx}^t = \left\{ \beta_{kx}^t \right\}, x^{kt} = 1, \ldots, L_{tk}$ – вектор объема учебного времени ДЕ по k-й области профессиональной деятельности для t-й образовательной программы, где β_{kx}^t – компонента вектора (время на изучение ДЕ с кодом d_{kx}, ч);

$R_k^t = \left\{ r_{kn}^t \middle| n^t = 1, \ldots, N_k^t \right\}$ – множество связей между ДЕ для k-й области профессиональной деятельности для t-й образовательной программы;

$\left| c_{kxm}^t \right| x^{kt} = 1, \ldots, L_{tk}, m^{kt} = 1, \ldots, L_{tk}$ – матрица связей между ДЕ для k-й области профессиональной деятельности и t-й образовательной программы. Элемент матрицы c_{kxm} принимает значение в интервале (0, 1], равное силе связи между x^k-й и m^k-й ДЕ, если между ними существует связь, и равен 0, если связь между ними отсутствует.

Требуется определить:

$A_k^t = \left\{ a_n^{tk} \middle| n^{tk} = 1, \ldots, N_k^t \right\}$ – множество дисциплин t-й образовательной программы k-й области профессиональной деятельности;

$T_k^t = \left\{ \tau_n^{tk} \right\}, n^{tk} = 1, \ldots, N_k^t$ – вектор объемов дисциплин t-й образовательной программы k-й области профессиональной деятельности; компонента вектора τ_n^{tk} представляет собой объем в часах на изучение дисциплины;

$B^{n(tk)} = \left\{ b_{j(n(tk))}^{n(tk)} \middle| j^{n(tk)} = 1, \ldots, L^{n(tk)} \right\}$ – множество кодов ДЕ для n^{tk}-й дисциплины по k-й области профессиональной деятельности для t-й образовательной программы, $B^{n(tk)} \in D_{kx}^t$.

$\left| c_{i(n(tk))\, j(n(tk))}^{n(tk)} \right|, i^{n(tk)} = 1, \ldots, L^{n(tk)}$ – матрица связей между ДЕ n^{tk}-й дисциплины для k-й области профессиональной деятельности и t-й образовательной программы. Элемент матрицы $c_{i(n(tk))\, j(n(tk))}^{n(tk)}$ принимает значение в интервале (0,1], равное силе связи между $i^{n(tk)}$-й и $j^{n(tk)}$-й ДЕ, если между ними существует связь, и равен 0, если связь между ними отсутствует.

Описание алгоритма

Поскольку в этой задаче матрица связей между ДЕ каждой образовательной программы по каждой области профессиональной деятельности задана, для группирования ДЕ в

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

дисциплины можно непосредственно использовать алгоритмы агрегирования [3, 5]. При построении классов ОПД специалиста [5] и в задаче формирования актуальных пар <ОПД специалиста> – <этап жизненного цикла> [6] правило остановки алгоритма было задано. Так, в задаче агрегирования ОПД алгоритм останавливался после формирования заданного числа классов, а в задаче агрегирования пар «класс ОПД – элемент ЖЦ» – после достижения граничного значения объема профессионального обучения, т.е. объема часов на подготовку специалиста данного квалификационного уровня. Специфика агрегирования ДЕ состоит в том, что на вопрос, может ли некоторый агрегат ДЕ рассматриваться как самостоятельная дисциплина, способен ответить только специалист-эксперт. Здесь невозможно указать какой-либо формальный критерий, основанный только на численной оценке связей, входящих в агрегат ДЕ.

В основу предлагаемого алгоритма положен алгоритм «Объединение», итерационная процедура которого описана в [7].

Алгоритм «Объединение»

Пусть каждый из анализируемых объектов (в данном случае каждый объект – это некоторая ДЕ из имеющегося множества ДЕ) описывается набором параметров $\left\{x^{(1)},\ldots,x^{(k)}\right\}$. Вводится в рассмотрение пространство параметров X, в котором каждому конкретному объекту $x_j=\left\{x_j^{(1)},\ldots,x_j^{(k)}\right\}$ отвечает точка $x_j\in X$. Для работы алгоритма необходимо ввести меру близости двух точек (объектов) x и y. В работе для этой цели используется значение потенциальной функции $K(x,y)$ [5], которая задаётся в виде следующей функции от евклидова расстояния $R(x,y)$ между точками x и y:

$$K(x,y)=\frac{1}{1-\alpha R^2(x,y)}, \tag{1}$$

где α – настраиваемая константа алгоритма.

Введём также меру близости двух конечных множеств точек C и D:

$$K(C,D)=\frac{1}{N_C N_D}\sum_{x_i\in C}\sum_{x_j\in D}K(x_i,x_j), \tag{2}$$

где N_C и N_D – число точек во множествах C и D соответственно. Из выражения (2) непосредственно следует, что $K(C,D)$ – величина средней (по всем парам точек) близости пары точек x_i и x_j, когда одна точка этой пары принадлежит одному множеству точек (классу), а другая точка этой пары – другому множеству (классу).

Алгоритм «Объединение» – иерархический, т.е. на каждом его шаге происходит объединение двух наиболее близких классов (агрегатов) среди всех классов, рассматриваемых на этом шаге. В качестве начального в работе берётся разбиение, для которого $r_{\text{нач}}=N$, т.е. каждая точка является единственным представителем в соответствующем классе (агрегате).

Тогда на первом шаге находятся ближайшие, согласно выражению (1), точки (объекты) x_i и x_j, для которых справедливо выражение

$$K(x_i,y_j)=\max_{l,p\ l\neq p}K(x_l,y_p),\ \ l,p=1\div N. \tag{3}$$

Эти точки объединяются в один класс (агрегат), который обозначается через A_i. Точки x_i и x_j исключаются из дальнейшего рассмотрения.

Пусть к l-му шагу исходное множество точек за счёт последовательного объединения на предыдущих шагах разбиты на r_l непересекающихся классов (агрегатов) $A_1,\ldots,A_{rl}$. Заметим, что некоторые классы могут состоять из одной точки.

На l-м шаге получают разбиение исходного множества точек на r_l-1 классов, для которых справедливо выражение

$$K(A_i,A_j)=\max_{p,q\ \ p\neq q}K(A_p,A_q), \tag{4}$$

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

т.е. производится объединение в один из двух классов ближайших согласно выражению (2) множества точек A_i и A_j. Новый, объединённый, класс обозначается через A_i, а классы A_i (старый) и A_j исключаются из дальнейшего рассмотрения.

На каждом шаге (итерации) алгоритма эксперт оценивает не столько объём учебного материала, сколько логическую завершённость класса ДЕ A_i, полученного в результате объединения на этом шаге. Если эксперт считает, что этот класс ещё не составляет законченной дисциплины, то алгоритм переходит на следующий шаг (итерацию).

Если же эксперт считает, что сформированный на этом шаге класс A_i составляет законченную дисциплину, то эта дисциплина пополняет список уже сформированных дисциплин, класс A_i удаляется из текущего множества классов (агрегатов) и начинается следующая итерация алгоритма.

Данные классификационные алгоритмы легли в основу разрабатываемой под руководством автора автоматизированной системы проектирования государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования.

Литература

1. Профессиональные стандарты в области информационных технологий. – М.: АПКИТ, 2008. – 616 с.

2. Никитин В.В. Информационно-методические обеспечение формирования перечня на-правлений и специальностей в области информационно-коммуникационных технологий. – М.: МАКС Пресс, 2006. – 272 с.

3. Singh B. Statistical expert systems for information management / B. Singh, P. Dhanavanthan, N. Mani // IETE Technical review. – 2004. – V. 21, Issue 2. – P. 123–132.

4. Классификация объектов профессиональной деятельности специалиста при проектировании профессиональных и образовательных стандартов / В.В. Никитин, С.В. Мальцева, А.А. Дорофеюк, А.С. Мандель // Проблемы управления. – 2007. – № 4. – С. 51–55.

5. Айзерман М.А. Метод потенциальных функций в теории обучения машин / М.А. Айзерман, Э.М. Браверман, Л.И. Розоноэр. – М.: Наука, 1970. – 189 с.

6. Формирование номенклатуры направлений подготовки специалистов на основе многопараметрической модели профессиональной деятельности / В.В. Никитин, С.В. Мальцева, А.А. Дорофеюк, А.С. Мандель // Автоматизация и современные технологии. – 2008. – № 5. – С. 38–44.

7. Дорофеюк А.А. Алгоритмы обучения машины распознаванию образов без учителя, основанные на методе потенциальных функций // Автоматика и телемеханика. – 1966. – № 10. – С. 37–49.

Никитин Виктор Васильевич
Канд. техн. наук, доцент,
проректор Государственного университета – Высшей школы экономики (ГУ – ВШЭ), г. Москва
Тел.: (+7-495) 771-32-38
Эл. почта: vnikitin@hse.ru

V.V. Nikitin

Classification algorithm for study content design in developing educational standards

The application of classification analysis techniques is considered for one of the stages of developing educational standards.

Key words: educational standards, model of specialist, model of study content, classification methods.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)