УПРАВЛЕНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ОТРАСЛИ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ

УДК 681.518: 339.13

АНАЛИЗ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АБИТУРИЕНТОВ ВУЗОВ ДЛЯ ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ

Диязитдинова А.А.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, РФ

E-mail: a.miftahova@psuti.ru

В статье рассматривается одна из серьезных проблем вузов на сегодняшний день – это проблема выбора направления обучения, которая стоит перед абитуриентами, поступающими в вуз. Неверный выбор направления обучения ведет к низкой успеваемости студентов, возможному отказу от профессии и, следовательно, к понижению эффективности обучения. Для решения этой проблемы в статье предлагается использовать интеллектуальную систему поддержки принятия решений. Она позволяет построить прогностическую модель, которая связывает между собой индивидуальные характеристики абитуриентов и вероятность успешного окончания вуза по выбранному направлению обучения. Полученная информация будет использоваться для помощи абитуриенту в выборе направления обучения. Обладая этой информацией, абитуриент будет осознанно подходить к вопросу выбора своей будущей специализации.

Ключевые слова: деревья решений, интеллектуальная система поддержки принятия решений, интеллектуальный анализ данных, индивидуальные характеристики, эффективность обучения

Введение

Одной из проблем абитуриентов, собирающихся поступать в высшее учебное заведение, является выбор направления обучения. Выбор оптимального направления – задача достаточно сложная, способ ее решения зависит от постановки задачи и критерия принятия решения [1–5]. Ряд исследователей считают, что строгое математическое описание нужно строить на основании характеристик абитуриентов, которым можно поставить в соответствие некоторые объективные числовые величины [4; 5]. Примером могут служить индивидуальные характеристики абитуриента (ИХА): наличие медали (1 – да, 0 – нет), выбранное направление подготовки (1 – 09.03.01, 2 – 09.03.02, 3 – 09.03.03, 4 – 09.04.05) и т. д.

Исследования показывают, что между ИХА абитуриентов и направлением обучения имеется определенная связь. В основании этих исследований лежат два следующих предположения относительно системы образования.

1. Для успешного освоения образовательной программы некоторого направления подготовки студент обязан обладать определенным набором ИХА. Если абитуриент обладает ими, то вероятность успешного освоения образовательной программы будет высокой.

2. Ежегодные изменения образовательных стандартов носят минимальный характер, которые не меняют сути направления подготовки. Следовательно, набор ИХА, подходящий для ос-

воения образовательных программ, также меняется незначительно.

Перечислим следствия этих предположений.

1. Направление подготовки, ИХА и вероятность успешного окончания вуза (успешного освоения образовательной программы) связаны между собой. Высокая вероятность обеспечивается соответствием направления обучения и определенным набором характеристик.

2. Оценку набора ИХА, наиболее подходящих для направления обучения, можно определить по данным прошлых лет обучения.

Решение задачи выбора направления обучения целесообразно оценивать с точки зрения эффективности образовательной работы вуза [6] на основании объективных данных. Эффективность образовательной работы – это мера совпадения реально достигнутых результатов с целями, предусмотренными образовательными программами. Для учебного заведения эффективность образовательной работы можно оценивать как отношение числа студентов, окончивших вуз, к общему числу поступивших

$$\mathcal{E}_{обуч} = \frac{C_{ОВ}}{C_{ПВ}}, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{обуч}$ – эффективность обучения студентов вуза; $C_{ОВ}$ – число студентов, окончивших вуз; $C_{ПВ}$ – число студентов, поступивших в вуз.

Существующие работы

Анализ научно-исследовательских работ в области повышения эффективности образователь-

Рисунок 1. Задача выработки рекомендаций при наличии N направлений подготовки

ной работы вуза показал, что существующие работы можно условно разделить на четыре группы.

1. Повышение эффективности образовательной работы вуза с использованием статистических методов [7–9].

2. Повышение эффективности образовательной работы вуза как оптимизационная задача [10–12].

3. Повышение эффективности образовательной работы с использованием технологий интеллектуального анализа данных (ИАД, Data Mining) [13–15].

4. Гибридные алгоритмы повышения эффективности образовательной работы [16; 17].

Анализ работ показал, что указанные подходы обладают схожими недостатками:

- фактическая индикация уровня успеваемости учащихся;
- отсутствие механизма регулирования параметров, влияющих на успеваемость;
- отсутствие механизма формирования рекомендаций в системе поддержке принятия решений (СППР), направленных на повышение эффективности образовательной работы вуза.

Таким образом, можно утверждать, что существующие работы в сфере определения эффективности образовательной работы вуза решают задачу индикации проблем без формирования конкретных рекомендаций.

Постановка задачи

Задачу выбора направления подготовки в вуз можно рассматривать в рамках вероятностного подхода. Система, решающая поставленную задачу, должна на входе иметь вектор ИХА и список направлений обучения вуза, а на выходе – вероятности окончания вуза для каждого из направлений. Из них выбираются только те направления, для которых вероятность окончания близка к 100 %. Эти направления будут являться рекомендациями для абитуриента.

Ниже представлен механизм формирования рекомендаций.

Реальные вузы имеют несколько направлений подготовки (например, радиотехника, фотоника,

оптика, системы связи и т. д.) с несколькими формами обучения (например, очная или заочная).

Для такого случая введем следующие обозначения:

– H_l – гипотеза, что студент окончит выбранное направление подготовки формы обучения, где $l = 1, 2, \dots, N$, где N – число сочетаний направления подготовки и формы обучения;

– $p(\text{ИХА}|H_l)$ – плотность вероятности для совокупности ИХА ($A_1, A_2, \dots, A_n$) при условии, что справедлива гипотеза H_l .

Физический смысл этого выражения заключается в следующем $p(\text{ИХА}|H_l)$ – это плотность вероятности, что студент с ИХА ($A_1, A_2, \dots, A_n$) окончит вуз по направлению подготовки с формой обучения, соответствующей номеру l . Тогда рассматриваемая задача заключается в выработке рекомендаций для абитуриентов, которая максимизирует вероятность окончания обучения вуза, т. е. в выборе такого направления подготовки, при котором вероятность окончания обучения вуза будет максимальной (см. рисунок 1).

Данное утверждение в математическом виде записывается следующим образом:

$$p\hat{e}k = \arg \max_l (p(\text{ИХА} | H_l)) \quad (2)$$

или, что одно и то же:

$$p\hat{e}k = \arg \max_l (p(A_1, A_2, \dots, A_n | H_l)), \quad (3)$$

где $p\hat{e}k$ – это номер сочетания направления подготовки и формы обучения, которое рекомендует СППР. Каждой гипотезе H_l соответствует сочетание направления подготовки C_{1l} и форма обучения C_{2l} . Итоговая формула записывается как

$$p\hat{e}k = \arg \max_l (p(A_1, A_2, \dots, A_n | C_{1l}, C_{2l})). \quad (4)$$

Методика интеллектуального анализа индивидуальных характеристик абитуриентов

Наиболее эффективным способом автоматизации процесса оказания помощи абитуриенту является использование СППР. СППР использует модель предметной области, которая на основе

Рисунок 2. Сравнение методов ИАД

неких знаний (закономерностей) вырабатывает решения (рекомендации).

В сфере образования широко применяется современная информационная технология DataMining (Интеллектуальный анализ данных, ИАД). ИАД включает много методов, однако в интеллектуальном анализе образовательных данных чаще всего применяют нейронные сети, кластеризацию и деревья решений. После проведения сравнительного анализа вышеуказанных алгоритмов (см. рисунок 2) было установлено, что наиболее эффективными для построения СППР являются алгоритмы деревьев решений.

На основании метода деревьев решений был разработан модифицированный алгоритм, который включает в себя: удаление дубликатов, удаление малозначимых индивидуальных харак-

Рисунок 3. Алгоритм программного обеспечения СППР

теристик на основании корреляционного анализа, автоматический выбор критерия разбиения в узле дерева решений. Обобщенная схема разработанного алгоритма программного обеспечения СППР для прогнозирования результатов окончания вуза абитуриентами на этапе подачи документов в приемную комиссию приведена на рисунке 3.

Расчет поддержки, достоверности и лифта для сформированного прогноза проводится по следующим формулам:

$$PA_{(LX+P)} = \frac{STD_{A(LX+P)}}{STD_{общ}},$$

где $STD_{A(LX+P)}$ – число студентов в обучающем множестве (базе данных), у которых $LXC = LXA$, а $P_C = P_A$;

$$DA_{(LX+P)} = \frac{STD_{A(LX+P)}}{STD_{ALX}},$$

где STD_{ALX} – количество студентов в обучающем множестве, у которых $LXC = LXA$;

$$LA_{(LX+P)} = \frac{STD_{A(LX+P)} \cdot STD_{общ}}{STD_{ALX} \cdot STD_{AP}},$$

где STD_{AP} – количество студентов в обучающем множестве, у которых $P_C = P_A$.

На основании описанного алгоритма была создана интеллектуальная СППР iWizard-E.

Далее было произведено сравнение возможностей разработанной системы с существующими аналогами (прогнозирование для множества абитуриентов). В сравнительном анализе использовалась база данных, содержащая 2600 записей. Результаты приведены на рисунке 4. Разработанный модуль был внедрен в приемную комиссию Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics).

Заключение

Вопрос формализации и решение задач социальной сферы является открытым для дискуссии. Определение правил, зависимостей и прогнозов протекания социальных процессов интересует ученых всего мира. В отличие от физических процессов, имеющих четкие единицы измерения, логические математические модели и четкие цели, социальные системы характеризуются большим числом параметров и условий неопределенности.

В статье рассматривается задача, имеющая практическую направленность, – выбор направления обучения при поступлении в вуз.

Рисунок 4. Вероятность достоверного прогноза (а), скорость формирования рекомендации (б)

Стандартные методы анализа, реализованные в таких известных программах, как Deductor, Orange Canvas, Rapid Mainer, показали достаточно четкую взаимосвязь между индивидуальными характеристиками, выбранным направлением обучения и результатом окончания вуза (достоверность прогноза составляет 70–80 %).

Усовершенствованный алгоритм дерева решений, реализованный в программе iWizard-E, повысил этот показатель до 85 %.

Литература

1. Захаров Ю.А., Москинов В.А. Основные пути повышения качества высшего образования // Университетское управление: практика и анализ. 2005. № 1. С. 100–103.
2. Ильина Т.С., Баранова А.И., Канев В.С. Управление рисками оценивания образовательных компетенций в высших учебных заведениях // Вестник СибГУТИ. 2017. № 1 (37). С. 3–11.
3. Кочетов А.И., Крапухина Н.В., Проничкин С.В. Разработка систем поддержки принятия решений для управления качеством деятельности вуза // Экология человека. 2009. № 9. С. 39–45.
4. Крохалева А.Б., Белов В.М. Технология формирования показателя готовности специалистов в области информационной безопасности // Информационная безопасность в современном обществе (Росинфоком 2016): материалы научно-практической конференции. Новосибирск: СибГУТИ, 2016. С. 71–75.
5. Кузьмина Н.А. Эффективность процесса обучения и учения // Теория и практика общественного развития. 2013. № 12. С. 67.

6. Некрасов М.В. Автоматизация метода «Дерево решений» // Актуальные вопросы экономических наук. 2013. № 32. С. 66–70.
7. Белоусов В.Е. Алгоритмы автоматизированного контроля успеваемости и формирования информационно-образовательной среды в интеллектуальной системе поддержки принятия решений военного вуза: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Воронеж, 2004. 20 с.
8. Зарубина Н.К. Исторические и методологические аспекты планирования контингента студентов при приеме в вуз (научный обзор). URL: <https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=15141> (дата обращения: 15.10.2019).
9. Павлова А.Н. Комплексное моделирование диверсификации образования для взрослых в моногороде: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Иваново, 2012. 20 с.
10. Гольцова Е.В. Поддержка принятия решений для управления подготовкой инженерных кадров: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Новосибирск, 2016. 22 с.
11. Захаров Н.Ю., Полетайкин А.Н., Канев В.С. Разработка целевой функции оптимального планирования повышения квалификации сотрудников вузов // Проблемы оптимизации сложных систем: материалы 12-й Международной Азиатской школы-семинара. Новосибирск: ИВМиМГ, 2016. С. 216–221.
12. Наумова Н.А. Система поддержки принятия решений для оценки и контроля качества профессиональной подготовки специалистов вузов: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Ростов-на-Дону, 2011. 21 с.
13. Сабирьянова Г.Р. Информационная система поддержки принятия решений при управлении процессом обучения с использованием игровых технологий и онтологических моделей: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Уфа, 2009. 18 с.
14. Sylvester A.I., Anamelechi O.N. The need for introducing decision support system (DSS) in Nigerian universities management and administration // Information and Knowledge Management. 2013. Vol. 3. № 10. P. 96–101.
15. Bresfelean V.P., Ghisou N. Higher education decision making and decision support systems // WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education. 2010. Vol. 7. № 2. P. 43–52.
16. Ильина Т.С. Модельно-инструментальный комплекс оценивания качества освоения образовательных программ студентами высшего учебного заведения: дис. ... канд. тех. наук. Новосибирск, 2016. 200 с.
17. Крохалева А.Б., Белов В.М. Концептуальная схема управления с использованием показателя готовности специалистов по информационной безопасности на современном рынке труда // Вестник СибГУТИ. 2016. № 1 (33). С. 38–50.

Получено 18.02.2020

Диязитдинова Альфия Асхатовна, начальник научно-исследовательского отдела Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. 443010, Российская Федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23. Тел. +7 846 339-11-09. E-mail: a.miftahova@psuti.ru

ANALYSIS OF INDIVIDUAL CHARACTERISTICS OF HIGHER EDUCATION ENTRANTS FOR CHOOSING THE TRAINING DIRECTION

Diyazitdinova A.A.

*Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russian Federation
E-mail: a.miftahova@psuti.ru*

The article considers one of the serious problems of universities: the problem of choosing the direction of study. Every applicant who enters the university faces this problem. A wrong choice of direction leads to low student performance, possible abandonment of the profession and, consequently, to a decrease in the learning efficiency. To solve this problem, the article proposes the use of an intelligent decision support system. It allows to build a predictive model that links together the individual characteristics of applicants and the likelihood of a successful graduation in the chosen direction of study. The information received will be used to assist the applicant in choosing the direction of study. Having this information, the applicant will consciously approach the question of choosing their future specialization.

Keywords: *decision trees, intelligent decision support system, data mining, individual characteristics, learning efficiency*

DOI: 10.18469/ikt.2020.18.2.13

Diyazitdinova Alfiya Askhatovna, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstoy Street, Samara, 443010, Russian Federation; Head of the Research Department. Tel. +7 846 339-11-09. E-mail: a.miftahova@psuti.ru

References

1. Zakharov Y.A., Moskinov V.A. The main ways of increasing the quality of higher education. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2005, no. 1, pp. 100–103. (In Russian.)
2. Ilyina T.S., Baranova A.I., Kanev V.S. Risk management at educational competency assessment in higher educational establishments. *Vestnik SibGUTI*, 2017, no. 1 (37), pp. 3–11. (In Russian.)
3. Kochetov A.I., Krapuhina N.V., Pronichkin S.V. The development of the decision making support systems for the quality management of the work of the institutes' high education. *Ekologiya cheloveka*, 2009, no. 9, pp. 39–45. (In Russian.)
4. Krokhaleva A.B., Belov V.M. The technology of formation of the indicator of readiness of specialists in the field of information security. *Trudy nauchno-prakticheskoy konferencii «Informacionnaya bezopasnost' v sovremennom obshchestve (Rosinfokom 2016)»*, Novosibirsk: SibGUTI, 2016, pp. 71–75. (In Russian.)
5. Kuzmina N.A. Efficiency of teaching and learning. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya*, 2013, no. 12, p. 67. (In Russian.)
6. Nekrasov M.V. Automation of the decision tree method. *Aktual'nye voprosy ekonomicheskikh nauk*, 2013, no. 32, pp. 66–70. (In Russian.)
7. Belousov V.E. *Algorithms for the automated control of performance and the formation of the information and educational environment in the intellectual decision support system of a military university*. Abstract PhD. eng. sci. dis. Voronezh, 2004, 20 p. (In Russian.)
8. Zarubina N.K. *Historical and methodological aspects of student contingency planning for admission to a university (scientific review)*. URL: <https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=15141> (accessed: 15.10.2019). (In Russian.)
9. Pavlova A.N. *Comprehensive modeling of diversification of adult education in a single-industry town*. Abstract PhD ek. sci. dis. Ivanovo, 2012, 20 p. (In Russian.)
10. Goltsova E.V. *Decision support for managing engineering training*. Abstract PhD. eng. sci. dis. Novosibirsk, 2016, 22 p. (In Russian.)
11. Zakharov N.Yu., Poletaykin A.N., Kanev V.S. Development of the objective function of the optimal planning of advanced training for university staff. *Trudy 12-j mezhdun. Aziatskoj shkoly-seminara «Problemy optimizatsii slozhnykh sistem»*, Novosibirsk: IVMiMG, 2016. pp. 216–221. (In Russian.)
12. Naumova N.A. *Decision support system for assessing and monitoring the quality of professional training of university specialists*. Abstract PhD. eng. sci. dis. Rostov-on-Don, 2011, 21 p. (In Russian.)
13. Sabiryanova G.R. *Information decision support system for managing the learning process using gaming technologies and ontological models*. Abstract PhD. eng. sci. dis. Ufa, 2009, 18 p. (In Russian.)
14. Sylvester A.I., Anamelechi O.N. The need for introducing decision support system (DSS) in Nigerian universities management and administration. *Information and Knowledge Management*, 2013, vol. 3, no. 10, pp. 96–101.
15. Bresfelean V.P., Ghisou N. Higher education decision making and decision support systems. *WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education*, 2010, vol. 7, no. 2, pp. 43–52.
16. Ilyina T.S. *Model-instrumental complex for assessing the quality of development of educational programs by students of a higher educational institution*. Dis. PhD. eng. sci. dis. Novosibirsk, 2016, 200 p. (In Russian.)
17. Krokhaleva A.B., Belov V.M. Conceptual scheme of management with the use of information security specialist qualification indicator in modern labor market. *Vestnik SibGUTI*, 2016, no. 1 (33), pp. 38–50. (In Russian.)

Received 18.02.2020