

УДК 378.14 : 004.896/.023

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ УЧЕБНЫМИ ПЛАНАМИ СТУДЕНТОВ

Чугунов А.П., Столбов В.Ю.

*ГОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: ap.chugunov@gmail.com*

В статье рассматривается пример решения задачи составления индивидуальных учебных планов студентов, обучающихся по сетевой образовательной программе. Условия задачи соответствуют реальным условиям составления индивидуальных учебных планов студентов в международной магистратуре «Обеспечение технологических процессов жизненного цикла изделия», которая реализуется четырьмя российскими и тремя зарубежными вузами. Для решения задачи используется метод, базирующийся на генетических алгоритмах. При его помощи был найден ряд подходящих решений, окончательный выбор из которых осуществляет лицо, принимающее решение. На основании максимального значения целевой функции, полученного методом полного перебора, выполняется оценка точности работы алгоритма в статистическом смысле. По результатам серии запусков точность решения, полученного при помощи алгоритма, в 95 % запусков была не ниже 80%. Такая точность является приемлемой для рассматриваемой задачи, на основании чего делается вывод о применимости использованного алгоритма в реальных условиях реализации сетевых образовательных программ несколькими вузами.

Ключевые слова: генетический алгоритм, индивидуальные учебные планы, сетевая образовательная программа

INTELLIGENT DECISIONS SUPPORT METHOD APPLICATION FOR SOLVING PERSONAL STUDENT ACADEMIC PLANS IN UNIVERSITY COOPERATION CONSTRUCTING PROBLEM

Chugunov A.P., Stolbov V.Yu.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: ap.chugunov@gmail.com

Example of solving problem of personal student academic plans in university cooperation constructing is described in the article. Terms of the problem are equal to the real conditions of personal student academic plans construction in international masters «Technological process ensuring of product life cycle», which is implemented by four Russian and three foreign universities. A method for solving this problem is based on the genetic algorithm. A range of target solutions were found by the algorithm for decision maker selection. With founded by exhaustive search method maximum target function value algorithm accuracy in statistical meaning were valuated. The solution accuracy is over 80% in 95% cases. This accuracy is acceptable for the problem. The conclusion about its applicability under realistic conditions is produced at the end.

Keywords: genetic algorithm, personal student academic plans, university cooperation

Современные мировые и российские условия требуют от выпускников вузов наличия высокой квалификации, готовности к продуктивной творческой профессиональной деятельности, способности комплексно сочетать исследовательскую, проектную и предпринимательскую деятельность для поддержания их конкурентоспособности [1]. Эффективным механизмом формирования данных качеств в системе высшего образования является сетевое взаимодействие [2], позволяющее совместно использовать материальные и педагогические ресурсы нескольких вузов.

Так как в российской высшей школе большой накопленный опыт подобного взаимодействия отсутствует, существует ряд проблем, с которыми сталкиваются вузы при организации сетевой формы взаимодействия и управлении этим взаимодействием. Поэтому в последнее время большое внимание уделяется вопросам проектирования и усло-

виям реализации сетевых программ, анализу роли вуза в академической сети и оценке качества его работы, а также принципам организации сетевого взаимодействия [4].

Вопросы управления индивидуальными учебными планами студентов (ИУП) занимают важное место в организации сетевой формы взаимодействия вузов, однако они до сих пор не решены [7]. Задача нахождения оптимальных ИУП студентов относится к классу *np*-сложных задач дискретной оптимизации, и огромное количество допустимых решений на реальных примерах не позволяет применять метод полного перебора. Для её решения был успешно применен эвристический метод, в основе которого находится генетические алгоритмы и который подробно описан в [6].

В данной статье этот алгоритм будет рассмотрен на примере решения задачи построения ИУП студентов, обучающихся

ся в международной магистратуре «Обеспечение технологических процессов жизненного цикла изделия», в рамках международного проекта «Успех» («Success») (544019-TEMPUS-1-2013-1-ATTEMPUS-JPCR), проектирование согласованного учебного плана которой приведено в [3].

Постановка задачи

Условия данной задачи можно сформулировать следующим образом. Пусть сетевую магистерскую программу реализуют 4 вуза: ВУ31, ВУ32, ВУ33, ВУ34. Сама сетевая программа состоит из 4 модулей, каждый из которых имеет трудоемкость 30 зачетных единиц и реализуется в течение одного семестра. По договоренности между вузами в рамках данной сетевой программы студенты могут пройти только один – третий по счету модуль в любом вузе-партнере, остальные модули должны были быть изучены в базовом вузе.

Считается, что каждый вуз набрал по 10 студентов. Таким образом, общее количество студентов, обучающихся на сетевой программе – 40 человек, каждый из которых должен изучить 1 модуль в другом вузе (третий по счету). Каждый вуз установил ограничения на количество студентов, которые в нем могут изучать согласованный учебный модуль: от 8 до 12. Каждый студент определил свои предпочтения по изучению модуля в каждом из вузов. Данные предпочтения представлены в табл. 1 (где 1 соответствует наибольшему желанию студента изучить модуль в вузе, а 0 – наименьшему).

Так как прохождение одного модуля в другом вузе является обязательным условием рассматриваемой программы, желания изучения модуля в собственном, базовом вузе не собирались и в соответствующих ячейках в табл. 1 проставлены «–».

Требуется найти такое распределение студентов по вузам для изучения третьего модуля, при котором бы медиана их удовлетворенности (соответствующий коэффициент из табл. 1) была максимальна, и ограничения для каждого вуза на количество студентов, изучающих этот модуль в его стенах, были бы удовлетворены. При этом считается, что в индивидуальном учебном плане каждого студента первый, второй и четвертый модули сетевой образовательной программы должны быть изучены в базовом для студента вузе (в который он поступил), а третий должен быть изучен в другом вузе-партнере.

Данная задача является частным случаем общей задачи построения ИУП студентов, обучающихся на сетевой образовательной программе, которая подробно описана в [5].

Таблица 1
Предпочтения студентов

Студент	Базовый вуз	ВУ31	ВУ32	ВУ33	ВУ34
1	ВУ31	–	0,6	0,1	0,1
2	ВУ31	–	0,8	0,6	0,3
3	ВУ31	–	0,5	0,6	0,6
4	ВУ31	–	0,4	0,3	0,5
5	ВУ31	–	0,1	0,2	0,7
6	ВУ31	–	0,3	0,5	0,4
7	ВУ31	–	0,6	0,2	0,3
8	ВУ31	–	0,2	0,4	0,6
9	ВУ31	–	0,6	0,6	0,5
10	ВУ31	–	0,5	0,7	0,4
11	ВУ32	1	–	0,6	0,1
12	ВУ32	1	–	0,8	0,6
13	ВУ32	1	–	0,5	0,6
14	ВУ32	1	–	0,4	0,3
15	ВУ32	1	–	0,1	0,2
16	ВУ32	1	–	0,3	0,5
17	ВУ32	1	–	0,6	0,2
18	ВУ32	1	–	0,2	0,4
19	ВУ32	1	–	0,6	0,6
20	ВУ32	1	–	0,5	0,7
21	ВУ33	1	0,6	–	0,1
22	ВУ33	1	0,8	–	0,6
23	ВУ33	1	0,5	–	0,6
24	ВУ33	1	0,4	–	0,3
25	ВУ33	1	0,1	–	0,2
26	ВУ33	1	0,3	–	0,5
27	ВУ33	1	0,6	–	0,2
28	ВУ33	1	0,2	–	0,4
29	ВУ33	1	0,6	–	0,6
30	ВУ33	1	0,5	–	0,7
31	ВУ34	1	0,6	0,1	–
32	ВУ34	1	0,8	0,6	–
33	ВУ34	1	0,5	0,6	–
34	ВУ34	1	0,4	0,3	–
35	ВУ34	1	0,1	0,2	–
36	ВУ34	1	0,3	0,5	–
37	ВУ34	1	0,6	0,2	–
38	ВУ34	1	0,2	0,4	–
39	ВУ34	1	0,6	0,6	–
40	ВУ34	1	0,5	0,7	–

Решение задачи

Таким образом, целевая функция задачи принимает следующий вид $W = Me(w_1, \dots, w_s)$, где w_i – коэффициент удовлетворенности i -го студента текущим решением.

Под точностью решения будем понимать отношение значения целевой функции найденного решения к максимальному значению целевой функции для данной задачи, умноженное на 100%. Для оценки точности решения, полученного при помощи гене-

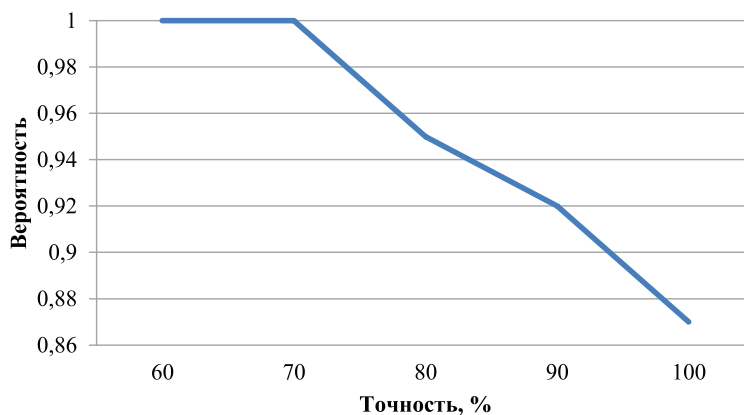
тического алгоритма, было найдено максимальное значение целевой функции описанной задачи методом полного перебора, которое оказалось равно 0,7.

Так как точность генетических алгоритмов имеет вероятностный характер, то будет выполняться ряд запусков алгоритма, на основании которых будут делаться выводы о точности решения в статистическом смысле. Будем считать приемлемой точно-

стью для данной задачи точность не ниже 80% в 80% запусков [6].

Результат, полученный после серии запусков алгоритма, представлен в табл. 2.

В полученном решении значение целевой функции равно 0,7. Точность решения при этом равна 100%. График, отражающий вероятность достижения заданной точности для рассматриваемой задачи, представлен на рисунке.



Вероятность достижения точности

Таблица 2

Распределение студентов на третий модуль

Студент	Базовый вуз	Выбранный вуз, коэффициент удовлетворенности студента и уровень выбранного приоритета	Студент	Базовый вуз	Выбранный вуз, коэффициент удовлетворенности студента и уровень выбранного приоритета
1	ВУ31	ВУ32 (0,6) – 1	21	ВУ33	ВУ32 (0,6) – 2
2	ВУ31	ВУ32 (0,8) – 1	22	ВУ33	ВУ32 (0,8) – 2
3	ВУ31	ВУ34 (0,6) – 1	23	ВУ33	ВУ34 (0,6) – 2
4	ВУ31	ВУ34 (0,5) – 1	24	ВУ33	ВУ31 (1) – 1
5	ВУ31	ВУ34 (0,7) – 1	25	ВУ33	ВУ31 (1) – 1
6	ВУ31	ВУ33 (0,5) – 1	26	ВУ33	ВУ31 (1) – 1
7	ВУ31	ВУ32 (0,6) – 1	27	ВУ33	ВУ32 (0,6) – 2
8	ВУ31	ВУ34 (0,6) – 1	28	ВУ33	ВУ31 (1) – 1
9	ВУ31	ВУ32 (0,6) – 1	29	ВУ33	ВУ34 (0,6) – 2
10	ВУ31	ВУ33 (0,7) – 1	30	ВУ33	ВУ34 (0,7) – 2
11	ВУ32	ВУ33 (0,6) – 2	31	ВУ34	ВУ32 (0,6) – 2
12	ВУ32	ВУ33 (0,8) – 2	32	ВУ34	ВУ32 (0,8) – 2
13	ВУ32	ВУ34 (0,6) – 2	33	ВУ34	ВУ33 (0,6) – 2
14	ВУ32	ВУ31 (1) – 1	34	ВУ34	ВУ31 (1) – 1
15	ВУ32	ВУ31 (1) – 1	35	ВУ34	ВУ31 (1) – 1
16	ВУ32	ВУ31 (1) – 1	36	ВУ34	ВУ31 (1) – 1
17	ВУ32	ВУ33 (0,6) – 2	37	ВУ34	ВУ32 (0,6) – 2
18	ВУ32	ВУ31 (1) – 1	38	ВУ34	ВУ31 (1) – 1
19	ВУ32	ВУ33 (0,6) – 2	39	ВУ34	ВУ33 (0,6) – 2
20	ВУ32	ВУ34 (0,7) – 2	40	ВУ34	ВУ33 (0,7) – 2

В представленном решении распределение студентов по вузам, в которых они изучают третий модуль, выглядит следующим образом:

1. ВУ31 – 12
2. ВУ32 – 10
3. ВУ33 – 9
4. ВУ34 – 9

Данное распределение удовлетворяет обозначенным ограничениям вузов. Из результатов, представленных в табл. 2, видно, что для 22 студентов был выбран наиболее приоритетный, с их точки зрения, вуз, для остальных – второй по приоритетности. То есть нет ни одного студента, для которого бы был выбран наименее приоритетный вуз.

При этом представленное распределение студентов не является единственным возможным с максимальным значением целевой функции в данных условиях. К примеру, может быть изменено распределение студентов под номерами 26 и 39 (альтернативное распределение представлено в табл. 3).

Таблица 3

Альтернативное распределение студентов на третий модуль

Студент	Базовый вуз	Выбранный вуз, предпочтение студента и номер выбранного приоритета
26	ВУ33	ВУ34 (0,5) – 2
39	ВУ34	ВУ31 (1) – 1

На этом примере можно видеть возможность выбора из множества оптимальных решений, полученных с помощью генетического алгоритма, необходимого распределения студентов лицом, принимающим решения (ЛПР). При этом ЛПР при выборе «наилучшего» решения может учитывать дополнительные приоритеты студентов, например их успехи в обучении в базовом вузе, материальные возможности студентов и т.п. Такой подход делает полученное ре-

шение более «справедливым» и максимально учитывает предпочтения студентов.

Заключение

Было рассмотрено применение описанного в [6] метода построения индивидуальных учебных планов студентов в условиях сетевого взаимодействия вузов, в основе которого лежит генетический алгоритм. Результаты его применения являются приемлемыми (точность 100% достигается в 87% случаев, точность 90% достигается в 92% случаев, точность 80% достигается в 95% случаев). Это позволяет сделать вывод о пригодности метода для решения задач составления индивидуальных учебных планов студентов, обучающихся на сетевой образовательной программе, с учетом их предпочтений.

Список литературы

1. Беляков В.С. Методы и средства индивидуализации образования в распределенном университете: дис. ... канд. экон. наук. – М., 2005. – 188 с.
2. Заседатель В.С., Лошилова М.А. Особенности сетевого взаимодействия в образовательном процессе технического вуза // Материалы XIV Международной научно-практической конференции «Развитие единой образовательной информационной среды». – Томск, 2015. – С. 99–103.
3. Лобов Н.В., Столбов В.Ю., Гитман М.Б. Сетевое взаимодействие вузов: методика проектирования совместных образовательных программ // Высшее образование сегодня. – 2014. – № 5. – С. 40–45.
4. Пушкарев Д.Н. Сетевое взаимодействие в сфере образования: модели и опыт применения // Сборник материалов по итогам научно-методической конференции «Сетевое взаимодействие образовательных организаций ФСИН России при организации образовательной и научной деятельности». – Рязань, 2015. – С. 6–14.
5. Чугунов А.П. Математическая постановка задачи оптимального составления индивидуальных учебных планов студентов при сетевом управлении // Прикладная математика и вопросы управления. – 2015. – № 3. – С. 91–97.
6. Чугунов А.П., Столбов В.Ю. Применение генетического алгоритма для решения задачи построения индивидуальных учебных планов студентов в условиях сетевого взаимодействия вузов // Системы управления и информационные технологии. – 2016. – № 4(66). – С. 101–106.
7. Чугунов А.П., Столбов В.Ю. Управление взаимодействием вузов при реализации сетевых образовательных программ // Университетское управление: практика и анализ. – 2014. – № 3(91). – С. 126–132.