

УДК 621.3 : 371.3

А.В. Любченко

Национальный технический университет «ХПИ», Харьков

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ ДЛЯ КАФЕДРЫ ВУЗА

Рассматриваются вопросы автоматического составления и оперативного изменения расписания занятий на кафедре ВУЗа с использованием генетического алгоритма, включающего процедуры скрещивания и мутации.

автоматическое составление и оперативное изменение расписания занятий

Постановка проблемы

Современные высшие учебные заведения остро нуждаются в создании интеллектуальной системы, позволяющей планировать и составлять расписания занятий студентов и преподавателей, вести учет нагрузки преподавателей в реальном времени, оперативно предоставлять информацию, необходимую для принятия решений по оплате преподавателям отработанных часов, анализировать данные расписаний и загрузки преподавателей.

Для реализации такой интеллектуальной системы могут использоваться следующие методы [1 – 4]: метод линейного булева программирования (решение задач этого метода может быть найдено, например, методом ветвей и границ); метод имитации отжига (идея метода заимствована из исследований поведения атомов металла в процессе его отжига); метод раскраски графа; имитационное моделирование (метод отображает имитацию действий диспетчера при составлении расписания); логическое программирование в ограничениях (составление расписания можно представить как задачу удовлетворения ограничений); генетические алгоритмы.

Каждый из методов имеет как сильные, так и слабые стороны, поэтому выбор подхода для решения каждой конкретной задачи определяется её спецификой. Так, например, применение относительно медленных алгоритмов линейного целочисленного программирования для решения небольших задач может оказаться приемлемой ценой за обеспечиваемый максимально точный учёт ограничений. Для объёмных задач более предпочтительными могут оказаться алгоритмы, основанные на имитации отжига, идеях логического программирования, или генетические алгоритмы.

Основная часть

При составлении расписания для кафедры ВУЗа необходимо учитывать то, что на 1-3 курсах общие занятия могут проводиться для групп разных кафедр. Данные по таким занятиям получают из диспетчерской. Эти данные являются одним из входных потоков данных. Расписания на 4-6 курсах составляется непосредственно кафедрой. Так же необходимо учитывать имеющийся аудиторный фонд кафедры: какие есть в наличии аудитории, какой они вместимости, в какое время свободны. Обучение в ВУЗе

разделяется на две недели, т.е. расписание будет повторяться каждые две недели.

Исходная информация может описываться в виде следующих множеств: множество аудиторий A , множество временных интервалов T возможного проведения занятий и множество блоков занятий Z (блок занятий представляет собой взаимосвязь между объектами "группы", "дисциплины", "преподаватели" и имеющимися между ними связями).

Описание множеств A, T, Z :

$$A = \{a_j\}, \{a_j\} = (a_j^s, a_{ij}^{type}), \quad j = \overline{1, N_{\text{ауд}}}, \quad (1)$$

где s – номер аудитории; $type$ – тип аудитории (может принимать значения "большая", "средняя", "малая", "лабораторная");

$$T = \{t_k\}, \{t_k\} = (t_k^w, t_k^d, t_k^p), \quad (2)$$

где t_k^w – номер недели; $t_k^w = \overline{1, N_{\text{ав}}}$; t_k^d – номер дня недели, $t_k^d = \overline{1, N_{\text{ад}}}$; t_k^p – номер учебной пары в течение дня, $t_k^p = \overline{1, N_{\text{адд}}}$.

Здесь $1, N_{\text{ав}}$ – число учебных недель в семестре, $1, N_{\text{ад}}$ – число учебных дней в неделе, $1, N_{\text{адд}}$ – число учебных пар в течение одного учебного дня.

$$Z = \{z_i\},$$

$$\{z_i\} = (z_i^p, z_i^d, z_i^g, z_i^s, z_i^e, z_i^h, z_i^w, z_i^c, z_i^1, z_i^a), \quad (3)$$

где i – некоторый элемент множества блоков занятий Z ($i = \overline{1, N_{\text{циклов}}}$); $N_{\text{циклов}}$ – количество блоков занятий;

z_i^p – преподаватель, ведущий данный блок занятий; z_i^d – дисциплина, преподаваемая в данном блоке занятий; z_i^g – учебная группа или поток из нескольких учебных групп (из множества групп G или множества потоков S), для которой проводятся занятия данного блока, $z_i^g \in G \vee z_i^g \in S$; $z_i^s \in \{0, 1\}$ – признак поточного занятия: если $z_i^s = 1$, то данный блок содержит поточные занятия и в таком случае компонента $z_i^g \in S$; если же $z_i^s = 0$, то данный блок не является поточным занятием и в таком случае компонента $z_i^g \in G$; $z_i^e \in \left\{\frac{1}{2}, 1\right\}$ – признак полу-

группы: если $z_i^e = \frac{1}{2}$, то данный блок содержит занятия, в которых участвует только половина группы; если же $z_i^e = 1$, то данный блок не является поточным занятием, и в таком случае компонента $z_i^g \in G$; z_i^h – длительность блока (число занятий в данном блоке занятий); $z_i^w \in \{1, 2\}$ – интенсивность занятий в блоке: если $z_i^w = 1$, то занятия в данном

блоке проводятся 1 раз в неделю; если же $z_i^w = 2$, то занятия в данном блоке проводятся 1 раз в 2 недели; z_i^c – длина одного занятия (число учебных пар в одном занятии данного блока); z_i^1 – параметр, определяющий вид занятия; z_i^a – код допустимого подмножества аудиторий.

Тогда расписание учебных занятий можно полностью определить двумя векторами α и τ :

$$\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{N_{\text{блоков}}}); \quad (4)$$

$$\tau = (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_{N_{\text{блоков}}}), \quad (5)$$

где $\alpha_i \in A$ – код аудитории, назначенный циклу занятий $z_i \in Z$; $\tau_i \in T$ – код пары, назначенной первому занятию из цикла занятий $z_i \in Z$.

Программу, реализующую составление расписания кафедры ВУЗа (рис. 1), можно разбить на три основных блока: подготовка данных, составление расписания, утверждение расписания.

На вход первого блока "подготовка данных" подаются исходные потоки данных: дисциплины по учебному плану, группы по курсам, аудиторный фонд, информация по преподавателям, дисциплинам и видам занятий. Эти данные могут быть представлены как данные диспетчерской (для 1 – 3 курсов) и как данные кафедры (для 4 – 6 курсов). Так же на этом шаге учитываются пожелания преподавателей. Блок "подготовка данных" обеспечивает обработку и структуризацию введенных пользователем программы данных. После чего эти данные передаются на исполнение блока "составление расписания".

Второй блок, используя генетический алгоритм [2] и учитывая критерии оптимальности, составляет "черновые" варианты расписания.

Для решения поставленной задачи можно использовать генетический алгоритм [2], особенностью которого является использование двух взаимосвязанных хромосом, а также операторов скрещивания и мутации. Каждая хромосома особи состоит из числа генов, равных числу блоков занятий. Информационным наполнением первой хромосомы являются аудитории для проведения данных блоков занятий, второй хромосомы – номера учебных пар.

Для предложенной структуры особей генетического алгоритма необходимо использовать процедуры скрещивания и мутации. Процедура скрещивания в генетическом алгоритме происходит следующим образом: для двух выбранных особей производится обмен участками генетического кода между соответствующими хромосомами.

Оператор мутации с некоторой вероятностью изменяет значение нескольких генов в хромосомах некоторой "новой" особи на другие значения, входящие в число допустимых значений данного гена.

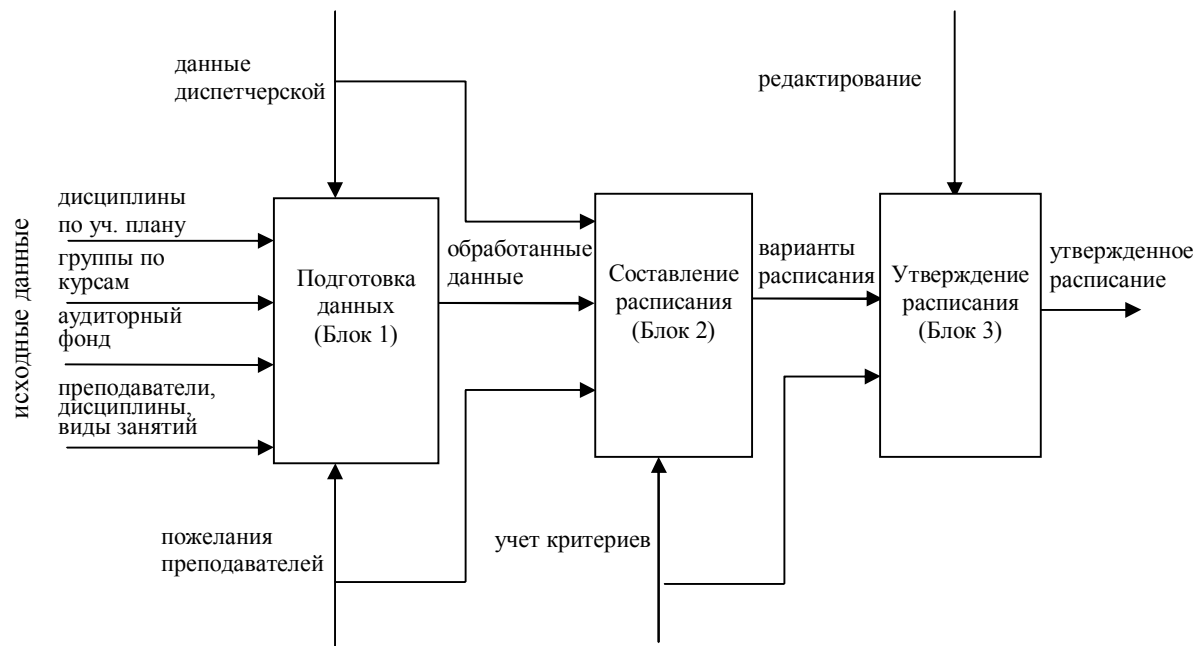


Рис. 1. Схема составления расписания кафедры ВУЗа

Например, в результате мутации i -го гена первой хромосомы, где i – определяет некоторое лекционное занятие, а значением этого гена (его информационным наполнением) является номер аудитории, предназначенной для проведения лекционных занятий, i -му гену будет присвоен номер аудитории, случайно выбранный из подмножества лекционных аудиторий.

Аналогично для второй хромосомы в результате выполнения оператора мутации i -му гену будет присвоен номер учебной пары из допустимого подмножества учебных пар, предназначенных для проведения именно данного вида занятия.

Для работы генетического алгоритма также необходимым является использование эффективного метода отбора особей в следующую популяцию (популяцию потомков).

Третий блок "Утверждение расписания" рассматривает предложенные на предыдущем шаге варианты расписания, проверяет на соответствие критериям оптимальности, а также допускает некоторое редактирование и уточнение.

На выход этого блока поступает готовое утвержденное расписание для кафедры ВУЗа, учитывающее пожелания преподавателей, данные с диспетчерской и соответствующее критериям оптимальности.

Выводы

Использование программы автоматического составления расписания позволит исключить трудоемкие рутинные операции, требовавшие ручной обработки данных, и тем самым на порядок снизить трудозатраты по составлению и оперативному изменению расписания занятий слушателей, а также сократить время на составление и отслеживание плановой и фактической загрузки преподавателей кафедры ВУЗа.

Список литературы

1. Коффман Э.Г. Теория расписаний и вычислительные машины. – М.: Наука, 1984. – 456 с.
2. Низамова Г.Ф. Агрегативные генетические алгоритмы составления расписания учебных занятий // Системы управления и информационные технологии. – 2006. – № 2. – С. 170-173.
3. Танаев В.С., Шкурба В.В. Введение в теорию расписаний. – М.: Наука, 1975. – 234 с.
4. Зак Ю.А. Некоторые свойства задач теории расписаний // Автоматика и телемеханика. – М.: Наука. – 1978. – № 1. – С. 124-131.

Поступила в редколлегию 2.03.2007

Рецензент: канд. техн. наук, проф. С.А. Соколов, Национальный технический университет «ХПИ», Харьков.