

Э.И. Ватутин, В.И. Ватутин, А.С. Романченко
Юго-Западный государственный университет
evatutin@rambler.ru

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАСПИСАНИЯ ВУЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕСОВОЙ ФУНКЦИИ

Составление расписания занятий студентов современного вуза является нетривиальной задачей [1] ввиду необходимости нахождения (суб)оптимального соответствия между четырьмя множествами: преподавателями (более 800 в нашем вузе), группами студентов (более 300), аудиториями (более 150) в географически удаленных корпусах (4 в нашем вузе) и временем (8 пар \times 7 дней в неделю \times 2-х недельный цикл = 112 позиций) с учетом ряда ограничений и пожеланий. Составление расписания и последующих отчетов вручную без использования средств автоматизации является достаточно сложным, зачастую составленное расписание не оптимально и содержит ряд ошибок. Существующие программные продукты для автоматизированного составления расписаний обладают рядом недостатков, что делает актуальной разработку оригинального программного комплекса [2, 3].

Одним из подходов, используемых для решения задач дискретной оптимизации, к которым относится и задача составления расписания, является итерационный. Он подразумевает, что каким-либо образом производится синтез множества различных решений (расписаний в данном случае) с последующей оценкой их качества и выбором наилучшего. Для автоматической оценки качества расписания Θ был предложен перечень частных критериев, допускающий объединение в интегральный критерий путем нормирования и взвешивания:

$$\begin{aligned}
 f(\Theta) = & \frac{K_w^{(t)} t_w(\Theta)}{2Dw_{\max}^{(t)} T} + \frac{K_w^{(s)} s_w(\Theta)}{2Dw_{\max}^{(s)} S} + \frac{K_{wt}^{(t)} t_{wt}(\Theta)}{2Dp_{\max}^{(t)} T} + \frac{K_{wt}^{(s)} s_{wt}(\Theta)}{2Dp_{\max}^{(s)} S} + \\
 & + \frac{K_{wt}^{(a)} a_{wt}(\Theta)}{2DPA} + \frac{K_a^{(w)} w_a(\Theta)}{|\Theta|} + \frac{K_g^{(t)} t_g(\Theta)}{2DT} + \\
 & + \frac{K_{p_{\min}}^{(t)} t_{p_{\min}}(\Theta)}{2DT} + \frac{K_{p_{\max}}^{(t)} t_{p_{\max}}(\Theta)}{2DT} + \frac{K_{l_{\max}}^{(t)} t_{l_{\max}}(\Theta)}{2DT} + \\
 & + \frac{K_{p_{\min}}^{(s)} s_{p_{\min}}(\Theta)}{2DS} + \frac{K_{p_{\max}}^{(s)} s_{p_{\max}}(\Theta)}{2DS} + \frac{K_{l_{\max}}^{(s)} s_{l_{\max}}(\Theta)}{2DS} + \\
 & + \frac{K_{ed}^{(s)} s_{ed}}{2DS} + \frac{K_m^{(t)} t_m}{2DT(\max m_{ij} + 1)} + \frac{K_m^{(s)} s_m}{2DS(\max m_{ij} + 1)},
 \end{aligned}$$

где $K_i^{(j)}$ – соответствующий весовой коэффициент (индекс t – обозначение преподавателя, s – студента, a – аудитории, w – элемента учебной нагрузки, wt – таблицы рабочего времени, g – пожелания по группировке учебной нагрузки, ed – числа свободных дней, m – числа перемещений между корпусами, l_{\max} – максимального числа лекций в день); t_i, s_i, a_i, w_i – выбранный частный показатель качества для преподавателя, группы, аудитории или элемента нагрузки соответственно; $p_{\min}^{(j)}$ и $p_{\max}^{(j)}$ – соответственно минимальное и максимальное число пар в день; D, P, T, S, A – константные значения числа рабочих дней, максимального числа пар в день, числа преподавателей, подгрупп и аудиторий соответственно; m_{ij} – элемент матрицы удаленности корпусов.

С целью проверки правильности определения значений частных показателей качества был реализован жадный алгоритм построения расписания, заключающийся в поочередном выборе пар $p_i, i = \overline{1, |\Theta|}$ с последующей установкой каждой из них в позицию, для которой не наблюдается нарушения ограничений и $f(\Theta) \rightarrow \min$. Построение расписания из 5032 пар жадным алгоритмом потребовало 110 часов машинного времени на компьютере с процессором Intel Core 2 Duo E6300 1,86 ГГц (задействовано 1 ядро). Анализ длительности выполнения отдельных подпрограмм, выполненный в ходе профилирования разрабатываемого программного продукта, показал, что 99,4% машинного времени расходуется на оценку частных показателей качества, в том числе 36,0% на определение частного расписания преподавателей и 63,2% – частного расписания подгрупп. С целью снижения временных затрат был реализован механизм кэширования указанных частных расписаний и рассчитываемых по ним числовых оценок (число «окон», число перемещений между корпусами, число нарушений пожеланий и др.), в результате чего время оценки показателей качества расписания сократилось с 1,315 мин до 1,262 с, а время жадного составления расписания – до 13 мин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ватутин В.И., Ватутин Э.И., Романченко А.С. Автоматизация составления расписаний в КурскГТУ // Современные проблемы высшего профессионального образования. Курск: изд-во КурскГТУ, 2010. Ч. 1. С. 28–30.
2. Ватутин Э.И., Ватутин В.И., Ширабакина Т.А. Сетевая модель данных в задаче автоматизации составления расписаний в КурскГТУ // Распознавание – 2010. Курск: изд-во КурскГТУ, 2010. С. 218–220.
3. Ватутин В.И., Ватутин Э.И. Программный комплекс для автоматизации деятельности учебного отдела вуза // Интеллектуальные и информационные системы. Тула: изд-во ТулГУ, 2011. С. 20–21.