

Знаниеориентированный метод автоматизированного синтеза расписаний учебных занятий

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Постановка задачи

Современный этап развития образования в Украине характеризуется высокими темпами компьютеризации и информатизации. Несомненные преимущества использования информационных технологий в образовательной сфере ни у кого не вызывают сомнения. Были созданы необходимые предпосылки для выполнения требований Государственной национальной программы [1] - построение единой информационно - компьютерной системы управления образованием. Однако следует заметить, что проблема создания единой информационно-компьютерной системы управления образованием и её составных элементов еще далека до своего окончательного решения [2].

Спецификой управления учебными процессами является сложность организации целенаправленных взаимосвязанных действий профессорско-преподавательского состава, обучающихся и персонала, обеспечивающего функционирование учебного заведения. Кроме того, субъективность принимаемых решений в ходе учебного процесса приводит к нежелательным последствиям. Следовательно, процесс выработки решений по управлению учебным процессом осуществляется в условиях полной неопределенности, а принятым решениям соответствует некоторая степень риска. Как правило, риск оказывает негативное влияние на процесс выработки решений и принятия той или иной стратегии управления учебным процессом, которое может привести к негативным последствиям, например, к снижению качества преподавания или эффективности функционирования учебного заведения в целом [2].

Одной из основополагающих компонент процесса управления учебным заведением является составление расписания занятий.

Каждый, кто хоть раз сталкивался с задачей составления расписания, прекрасно понимает, насколько трудно её формализовать. Характерно, что каждый новый учебный год появляются новые исходные данные (изменяются контингент студентов, перечень специальностей, по которым ведется обучение в вузе, а зачастую и учебные планы). Понятно, что в таких условиях принятие только экстенсивных мер не может являться эффективным.

Одним из перспективных способов решения этих проблем является создание специализированных компьютерных комплексов.

В настоящее время в большинстве высших учебных заведений используется технология составления расписания вручную, которая предполагает сбор и классификацию исходной информации, составление вспомогательных таблиц, непосредственно составление расписания, его проверку и корректировку [3, 4]. При такой технологии очень трудно получить расписание, которое бы учитывало все особенности учебного заведения и соответствовало санитарно-гигиеническим требованиям.

В последнее время рынок программных продуктов предлагает широкий выбор автоматизированных систем составления расписания. Однако

предлагаемые системы не решают проблемы оптимального планирования и распределения учебных занятий и аудиторного фонда, т.к. в них, как правило, ведется только фактический учет проводимых занятий, использования аудиторного и профессорско-преподавательского фонда. В связи с вышесказанным актуальной проблемой является разработка системы поддержки принятия решения при планировании расписаний учебных занятий, которая, кроме того, давала бы рекомендации по составлению расписания и распределению аудиторного фонда.

Анализ исследований и публикаций

Расписание занятий для учебных заведений относится к классу NP-полных задач целочисленного программирования с булевыми переменными. Французские специалисты по методам исследования операций А. Кофман и А. Анри-Лабордер называют ее задачей *“планирования загрузки преподавательского состава и обеспечения студентов аудиториями”* [5].

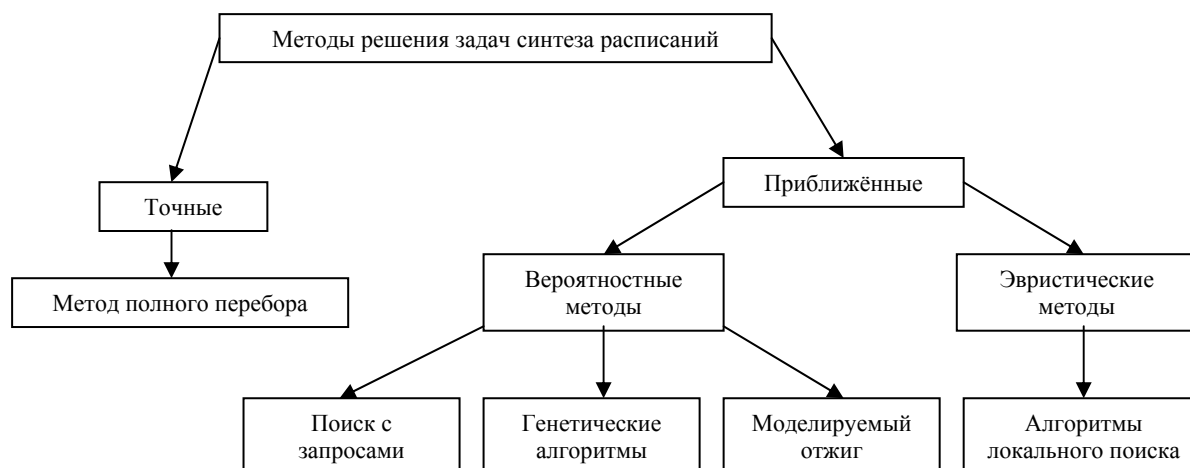
Формально задачу составления учебного расписания можно поставить следующим образом [6]:

Заданы множества рабочих часов H , преподавателей C , учебных дисциплин T , а также для всех $c \in C$ и $t \in T$ подмножества допустимых часов $A(c), A(t) \subseteq H$ и требуемая нагрузка $R(c, t) \in N_0^+$. Установить, существует ли учебное расписание $f: C \times T \times H \rightarrow \{0, 1\}$, удовлетворяющее следующим свойствам:

- 1) $f(c, t, h) = 1$ тогда и только тогда, когда $h \in A(c) \cap A(t)$;
- 2) для каждого $h \in H$ и $t \in T$ существует не более одного $c \in C$ такого, что $f(c, t, h) = 1$;
- 3) для каждой пары $(c, t) \in C \times T$ существует ровно $R(c, t)$ значений h , для которых $f(c, t, h) = 1$.

Для решения задачи построения расписания был предложен ряд процедур и методов выбора оптимального расписания – процедуры Лемке - Шпильберга, Балаша, динамического программирования, последовательного анализа вариантов, ветвей и границ, поисковая процедура и многие другие. При компьютерной реализации указанных процедур непременно возникают две основные проблемы – значительная длительность процесса составления расписания и значительный объем памяти для хранения промежуточных результатов [7]. Так, например, множество всех решений задачи синтеза расписаний содержит $(n!)^m$ элементов, где n - число занятий, которые необходимо распределить, m - число аудиторий [8]. Размерность задачи является главным препятствием для использования точных методов при решении больших практических задач.

Такое положение развития точных методов решения задач синтеза расписаний привело к разработке приближенных методов, позволяющих получать приемлемые решения при сравнительно небольших временных затратах и средствах. Условно приближенные методы можно разделить на эвристические и вероятностные, представлен на рисунке. Эвристические алгоритмы основаны на приеме, который называется приемом снижения требований. Он заключается в отказе от поиска оптимального решения за приемлемое время. Эвристические алгоритмы используют различные разумные соображения без строгих обоснований.



Иерархия методов решения задачи синтеза расписания

Широко применяется так называемый метод локального поиска. При этом заранее выбранное множество перестановок используется для последовательного улучшения начального решения до тех пор, пока такое улучшение принципиально возможно, в противном случае считают, что достигнут локальный оптимум.

Еще одно из направлений эвристических методов решения задач составления расписаний состоит в формировании правил или функций предпочтения (приоритетов).

Суть метода состоит в следующем: для каждого занятия из множества занятий вычисляется значение функции предпочтения и выбирается то занятие, для которого функция достигает максимума или минимума.

Достоинством эвристических методов является удобство реализации их на ЭВМ даже при решении громоздких задач. Кроме того, для каждой функции предпочтения существуют задачи, для которых применение данной функции приводит к плохим результатам. Один из путей совершенствования метода функций предпочтения состоит в их привязке к классам задач.

Недостатки эвристических методов заключаются в сложности оценки близости полученных расписаний к оптимальному.

Вероятностные методы связаны с k - кратным моделированием расписаний. Выбор занятия из множества занятий осуществляется случайным образом. После многократного проигрывания выбирают наилучшее расписание, которое принимают за решение задачи. При этом различают: ненаправленный случайный поиск; направленный случайный поиск без самообучения; направленный случайный поиск с самообучением.

Цель статьи

Разработка и обоснование модели решения задачи синтеза учебных расписаний с использованием искусственного интеллекта.

Изложение основного материала исследований

Необходимость автоматизации процессов управления учебными заведениями и соответственно, планирования и принятия решений при составлении расписаний занятий предопределена возможностью возложить на компьютер роль консультанта по принятию решений и тем самым рационально

распределить функции между пользователем, диспетчером учебного заведения и компьютером [4].

Поэтому модель решения задачи синтеза расписания занятий должна представлять собой синтез методов обработки знаний, принятия решений и традиционных математических методов.

Процесс составления расписания занятий диспетчером Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» состоит из нескольких последовательных этапов. Так, на первом этапе в расписание добавляют занятия, расположение которых в расписании заранее известно; например, к таким занятиям можно отнести уроки физической культуры, занятия военной (альтернативной) подготовки и др. На втором этапе в расписание добавляют занятия, для проведения которых требуются аудитории с большой вместимостью и занятия, требующие специально оборудованных аудиторий. На третьем этапе в расписание добавляют лабораторные занятия. На четвёртом этапе в расписание добавляют оставшиеся лекционные, а затем и практические занятия.

Итак, явно прослеживаются четыре основных этапа составления расписания учебных занятий: инициализация расписания занятий (на данном этапе в расписание вносятся занятия военных подготовок и физкультуры); размещение специальных занятий (на этом этапе составления расписания занятий решается задача размещения занятий требующих больших или специальных аудиторий); размещение лабораторных занятий (на этом этапе в расписание занятий вносятся различные лабораторные занятия); размещение практических занятий (на этом этапе в расписание занятий вносятся практические занятия). Каждый этап составления расписания занятий состоит из более мелких подзадач размещения конкретного занятия в расписание занятий, которые отличаются от подобных подзадач других этапов характером и числом ограничений.

Налицо многостадийность процесса составления расписания. Каждая стадия составления учебного расписания характеризуется своими специфическими для данной стадии ограничениями, алгоритмами и вариантами размещения занятий в расписании. Таким образом, при решении задачи синтеза расписания учебных занятий следует учитывать его многостадийность и специфику составления расписания на каждой стадии.

Необходимость учёта многочисленных качественных и количественных критериев при составлении расписания учебных занятий делает эту задачу ещё и многокритериальной.

Следует заметить, что при составлении расписания занятий практически не возможно оценить влияние выбранного варианта размещения занятия на какой-либо из стадий составления на результирующее расписание ввиду его большой размерности. Это свидетельствует о том, что составление расписаний учебных занятий происходит при наличии условий неопределённости. Эта неопределённость связана с объективной невозможностью точного учёта реакции окружающей среды [10].

Один из способов «снятия» неопределённости заключается в субъективной оценке диспетчера, которая определяет его предпочтения. Оценка диспетчера - это оценка сделанная им на основе собственного опыта, интуиции, предпочтений. Следовательно, комплексы автоматизации составления расписания учебных занятий должны включать в себя подсистему использования и накопления экспертных знаний.

Одним из классических способов решения многостадийных задач, является метод динамического программирования предложенный Р. Беллманом. Суть метода состоит в том, что оптимальное решение строится постепенно, шаг за шагом. На каждом шаге оптимизируется решение только этого шага, но решение выбирается с учетом последствий, так как решение, оптимальное для этого шага, может привести к неоптимальному решению всей задачи, т.е. оптимальное решение задачи содержит оптимальные решения ее подзадач. Р. Беллман сформулировал также принцип оптимальности, который гласит: каково бы ни было начальное состояние на любом шаге и решение, выбранное на этом шаге, последующие решения должны выбираться оптимальными относительно состояния, к которому придет система в конце данного шага. Использование этого принципа гарантирует, что решение, выбранное на любом шаге, является не локально лучшим, а лучшим с точки зрения задачи в целом [11].

Однако существуют и более простые и быстрые алгоритмы решения многостадийных оптимизационных задач, чем динамическое программирование, – это жадные алгоритмы. Такой алгоритм делает на каждом шаге локально оптимальный выбор, – в надежде, что итоговое решение также окажется оптимальным. Необходимо отметить, что это не всегда так, но во многих случаях получаемое решение оказывается достаточно близким к оптимальному решению или оптимальным решением [11].

Следовательно, при автоматизированном составлении расписания можно, использовать синтезированный метод, основанный на жадном алгоритме и знаниеориентированной системе поддержки принятия решений. Синтез состоит в том, чтобы на каждом шаге жадного алгоритма составления расписания, опираясь на базу знаний диспетчера, выбирать оптимальную альтернативу.

Исходя из вышесказанного, для интеллектуальной автоматизированной системы синтеза учебных расписаний характерно наличие следующих подсистем: подсистема ведения справочных данных; подсистема составления расписания занятий; интеллектуальная подсистема; подсистема импорта/экспорта расписания и данных.

Необходимо отметить, что интеллектуальная автоматизированная система синтеза учебных расписаний обладает рядом существенных отличий от традиционных программ: она представляет собой синтез циклических прогонов и процесс логического вывода вместо однообразных циклических прогонов, а также более эффективно обрабатывает большие базы знаний и базы данных.

Во многом качество знаниеориентированных систем зависит от выбранной модели представления знаний. Существует множество моделей представления знаний [12,13,14], однако наиболее адекватной моделью представления знаний являются «кванты знаний» [13]. К достоинствам данной модели относится наличие строгого математического аппарата, относительная простота представления знаний в виде векторно-матричных структур, простые алгоритмы манипулирования знаниями посредством векторно-матричных операций, наличие строго формализованного механизма вывода, возможность представления знаний в виде логической сети вывода решений и др.

В зависимости от условия неопределённости для решения задачи выбирают определённый тип квантов знаний [13]. Из анализа ограничений присущих задаче следует, что неопределённость в задаче синтеза учебного расписания относится к классу β -неопределённости, и следовательно для

решения задачи синтеза учебного расписания целесообразно, согласно [13], использовать π-кванты знаний.

Выводы

Предложен и обоснован метод знаниеориентированного синтеза учебных расписаний на основе жадных алгоритмов, что даёт возможность качественно и в сжатые сроки составлять расписания занятий для высших учебных заведений. Выбрана и аргументирована модель представления знаний диспетчеров.

Список литературы

1. Постанова Кабінету Міністрів України № 896 від 3 листопада 1993 року. Державна національна програма "Освіта" (Україна XXI століття).
2. Метешкин К.А. Кибернетическая педагогика: теоретические основы управления образованием на базе интегрированного интеллекта: Монография. - Х: Международный славянский университет, 2004. - 400 с.
3. Пайкерс В.Г. Методика составления расписания в образовательном учреждении.- Изд. 3-е испр. и доп. – М.: АРКТИ, 2001. – 112 с.
4. Гусаков В.П., Шпак А.В. Автоматизированная система поддержки принятия решений распределения аудиторного фонда вуза //Материалы конф. "Информационные технологии в образовании" ("ИТО-2004").-М.:ИТО, 2004
5. Рубина Т.Б. Применение метода замещений для решения задачи составления расписания учебных занятий. Сборник трудов IX Международной конференции-выставке "Информационные технологии в образовании" ("ИТО-99").-М.:ИТО, 1999.
6. Касьянов В.Н., Евстигнеев В.А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применения. - СПб: БХВ–Петербург, 2003.- 1104 с .
7. Мальцев М.В. Автоматизация управления учебным процессом //Материалы конф. "Новые информационные технологии в университетском образовании".- Н.:НГУ.-1996
8. Основы системного анализа и проектирования АСУ/ Под. ред. А.А. Павлова.- К.:Вища шк., 1991.- 367 с.
9. Костенко В.А. Задача построения расписания при совместном проектировании аппаратных и программных средств// Программирование, 2002.- N 3.- С. 64 - 80.
10. Трахтенгерц Э.А.Компьютерные системы поддержки принятия управленческих решений// Проблемы управления №1, 2003 С.13 - 27
- 11.Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ/ Пер. с англ. под ред. А.Шеня.-М.:МЦНМО, 2002.- 960 с.
- 12.Джонс М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях; - М.: ДМК Пресс, 2004. - 312 с.
- 13.Сироджа И.Б. Квантовые модели и методы искусственного интеллекта для принятия решений и управления. К.: Изд-во Наукова думка, 2002.- 328 с.
- 14.Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. Спб.:Питер, 2001.- 384 с.