

Ф. Соуса; А. Алвес к. т. н., доц.

ПОВНІСТЮ ЕВРИСТИЧНИЙ РОЗКЛАД ЗАНЯТЬ, КЕРОВАНИЙ ПОБАЖАННЯМИ СТУДЕНТІВ

Розглянуто задачу автоматизації створення розкладу занять, що враховує побажання студентів. Запропоновано повністю евристичний підхід до створення розкладу, у розробці якого беруть участь усі бажуючі студенти. Розроблено платформу, що генерує остаточний варіант розкладу у середовищі НРС.

Ключові слова: евристичний розклад, оптимальний розклад лекцій та іспитів, програмні обмеження, середовище НРС

Вступ

Складання оптимального розкладу лекцій та іспитів є дуже важливою задачею для вищих навчальних закладів. Але висока трудомісткість вказаної задачі викликає необхідність її автоматизації.

Оскільки в кожному вищому навчальному закладі існують свої особливі вимоги до розкладу, зазвичай, кожен з них розробляє свою власну платформу. Здійснене у політехнічному інституті Браганчі оцінювання відомих існуючих рішень показало, що жодне з них не задовольняє всі вимоги. Це привело до висновку про необхідність розробки нової платформи для можливості урахування всіх сформульованих обмежень і всіх знань, накопичених протягом багатьох років при складанні розкладу вручну.

Зокрема, було поставлено задачу планування лекцій, оптимального з погляду студентів. Проблема полягає у тому, що студентів паралельно з навчанням працюють, і багато хто живе за межами нашого регіону. До того ж, навчальні плани містять в основному обов'язкові дисципліни. Це значно ускладнює таке планування лекцій, при якому більшість студентів зможуть відвідувати всі лекції, які вони хочуть або зобов'язані відвідувати. Тому зручність розкладу для студентів було визначено як одне з головних програмних обмежень.

Проблема складання розкладу полягає у встановленні послідовності зустрічей викладачів і студентів у заздалегідь заданий проміжок часу (як правило, протягом тижня), з урахуванням задоволення низки обмежень різного характеру.

Складання розкладу вручну, зазвичай, вимагає декількох днів. При цьому, в зв'язку з надзвичайною складністю урахування всіх обмежень, остаточне рішення може виявитися незадовільним. Тому, велику увагу приділяють автоматизації складання розкладу. В літературі пропонується значна кількість різних варіантів вирішення проблеми, що відрізняються один від одного типами навчальних закладів і видами обмежень. У [1] виділено три основні типи проблем, що мають місце під час складання розкладу:

- загальноінститутський розклад – щотижневий розклад для всіх аудиторій, що виключає одночасну присутність викладача у двох аудиторіях, і навпаки;
- розклад дисциплін – щотижневий розклад усіх лекцій з множини університетських дисциплін, що мінімізує накладання лекцій, які мають відвідувати одні й ті ж самі студенти;
- розклад сесії – розклад екзаменів з множини університетських дисциплін, що виключає накладання екзаменів з дисциплін, які вивчаються одними й тими ж самими студентами, і що максимально продовжує термін складання іспитів студентами.

У політехнічному інституті Браганчі (ПІБ) розробляється платформа, що інтегрує розклад сесій, загальноінститутський розклад та розклад дисциплін. Інтеграція загальноінститутського розкладу з розкладом дисциплін обумовлена тим, що ми вважаємо більш педагогічно ефективними заняття в аудиторіях постійних груп студентів, що створює у студентів

відчуття групи. Групування студентів легко реалізується, оскільки навчальні плани містять у більшості обов'язкові дисципліни. Але необхідно враховувати й наявність дисциплін індивідуального вибору студентів, головним чином тому, що студенти, які не складають підсумковий іспит, мають повторно вивчати відповідні курси роком пізніше.

У ПІБ розроблено повністю нове програмне забезпечення для складання розкладу – платформа GAL, – яка дозволяє: 1) описувати всі типи обмежень з використанням простих GUI-інтерфейсів; 2) вручну планувати лекції; 3) перевіряти задоволеність кожного обмеження. Крім того, ця платформа підтримує визначення нової функціональності через плагіни. З 2004 року ми розробляємо нові плагіни для розширення властивостей автоматизації платформи, щоб досягти повної автоматизації розв'язку задачі складання розкладу занять. Ми сконцентрувалися на використанні евристичних методів планування, заснованих на знаннях, які накопичувалися багато років під час складання розкладу вручну.

У цей час ми намагаємося розширювати повну функціональність платформи GAL шляхом надання студентам можливості описувати їхні особисті побажання, через те, що багато студентів ПІБ працюють, і багато студентів живуть за межами нашого регіону. Щоб гарантувати врахування побажань студентів, складання розкладу починається з введення кожним студентом через Web-інтерфейс своїх побажань. Після цього система намагається спланувати розклад і виявляє непереборні конфлікти, викликані обмеженнями, які утворюються побажаннями студентів. Платформа намагається знайти компромісне рішення, генеруючи альтернативні варіанти розкладу, які електронною поштою розсилаються студентам з проханням про перегляд та повторне введення до системи своїх побажань. Процес повторюється до отримання прийняттого рішення, що має певну схожість з пропозиціями [2].

Обмеження розкладу

Важливою фазою в процесі планування лекцій або іспитів є правильне визначення завдання.

Платформа GAL надає можливість вводити через GUI-інтерфейси такі дані:

- пропозиції щодо часу занять для викладачів, студентів і аудиторій;
- опис усіх ресурсів, доступних у кожній аудиторії і необхідних для кожної дисципліни;
- реєстрації студентів на дисципліни (вкрай важлива для виявлення перекриття лекцій і для вибору аудиторії відповідної місткості);
- визначення курсу лекцій (включаючи кількість і тривалість блоків часу і відповідального викладача);
- мінімальний і максимальний інтервал між двома послідовними лекціями дисципліни.

Для введення побажань студентів, платформа пропонує Web-інтерфейс (рис. 1), де кожен студент може вказати, в які періоди протягом тижня він не зможе відвідувати лекції.

Початковий розв'язок

Платформа GAL використовує для призначення лекцій простий евристичний алгоритм. Алгоритм, який використовує деякі стратегії представлені в [3], імітує ручний процес, що використовувався до створення автоматизованої платформи GAL і може бути описаний таким чином:

- лекції сортуються відповідно до передбачуваних у процесі планування труднощів;
- як і в ручному розв'язку, система намагається спочатку розмістити лекції, що характеризуються найбільшою кількістю обмежень і конфліктних ситуацій;
- для кожного слота часу, для кожної конкретної лекції визначаються всі доступні й адекватні аудиторії. У разі доступності кількох аудиторій, вибирається та з них, яка забезпечує мінімізацію витрат ресурсів.

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
08:30-09:00						
09:00-09:30						
09:30-10:00						
10:00-10:30						
10:30-11:00						
11:00-11:30						
11:30-12:00						
12:00-12:30						
12:30-13:00						
13:00-14:00						
14:00-14:30						
14:30-15:00						
15:00-15:30						
15:30-16:00						
16:00-16:30						
16:30-17:00						
17:00-17:30						
17:30-18:00						
18:00-18:30						
18:30-19:00						
19:00-19:30						
19:30-20:00						

Рис. 1. Web-інтерфейс для введення студентами обмежень

Алгоритм також використовує багато "хитрощів", яким ми навчилися під час складання розкладів вручну, наприклад, вибір слотів часу близьких до обіднього часу для отримання компактніших розкладів і збільшення доступності класів. Проте, повний розклад отримати практично неможливо навіть якщо ігнорувати вибір студентів.

Для знаходження придатного розв'язку система повинна кілька разів повторювати виконання базового алгоритму. На кожній ітерації система намагається замінити деякі лекції з розкладу іншими лекціями, які не вдалося розмістити згідно вимог у попередніх спробах.

Для забезпечення оптимальних характеристик ми розпаралелюємо алгоритм із використанням розподілених структур даних, упроваджених безпосередньо до МХ-бібліотек [4], низькорівневої системи передачі повідомлень для мереж Muginet, які дозволяють ефективно використовувати 10-гігабітні інтерфейсні карти мережі.

Поліпшення розв'язку

Спочатку вказані студентами обмеження є строгим обмеженням процесу складання розкладу. Насправді, студенти прагнуть вказати велику кількість недоступних слотів часу без будь-якого обґрунтування. Отже, урахування усіх недоступних слотів часу, вказаних студентами класу, може зробити неможливим планування будь-якої лекції.

Для знаходження початкового допустимого розв'язку платформа GAL нехтує тими обмеженнями студентів, які не поділяються більшістю студентів класу. Тому лекції призначаються без урахування вибору студентів, що викликає необхідність запуску етапу перемовин.

На етапі переговорів усім студентам, чиї побажання не були враховані, система відправляє електронні листи. Таким чином, ці студенти можуть конкретизувати свої нові обмеження, враховуючи надіслані системою зауваження. Платформа GAL "заохочує" студентів до послаблення їхніх обмежень.

По закінченні етапу переговорів система запускає етап поліпшення, що містить такі етапи:

- вивчення нових обмежень для з'ясування того, чи може бути існуючий розв'язок

задовільним;

– якщо розв'язок не є задовільним, всі конфліктуючі лекції видаляються, після чого повторно виконується головний алгоритм планування.

Якщо система визначає обмеження побажань викладачів і аудиторій як істотні, вона надсилає повідомлення групі складання розкладів. За наявності такої необхідності, обмеження побажань викладачів і аудиторій можуть бути пом'якшені адміністратором, щоб бути зручнішими для студентів.

Увесь цей процес повторюється, поки не буде отримано задовільний розв'язок.

Обговорення

Багато авторів вважають, що проблема складання розкладу не може бути повністю автоматизована. На те є дві причини: з одного боку, є чинники, що роблять один розклад кращим від іншого і не можуть бути просто виражені в алгоритмі. З іншого боку, оскільки область пошуку, зазвичай, величезна, втручання людини може спрямувати пошук у потрібному напрямку, який система не здатна виявити самостійно.

Допуск студентів до нашої платформи та інтерактивна конкретизація обмежень їхніх побажань, забезпечує дві головні переваги:

– студенти стикаються з реальною проблемою складання розкладу і намагаються більш адекватно підійти до своїх побажань, щоб допомогти системі знайти глобальний розв'язок;

– підтверджуючи деякий час як недоступний, клас примушує систему виконати новий пошук і згенерувати кращий розклад.

Самоочевидне розширення платформи має використати додаткові методи складання розкладів на додаток до повністю евристичної стратегії, яку було реалізовано. Наприклад, цікавим підходом до вирішення суперечливих обмежень, обумовлених побажаннями студентів, могли б стати генетичні алгоритми.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Andrea Schaerf. A survey of automated timetabling, *Artificial Intelligence Review*, 13(2):87- 127, Kluwer Academic Publishers, 1999.
2. Tomás Müller, Roman Barták. Interactive Timetabling: Concepts, Techniques and Practical Results, *PATAT 2002 - 4th international conference on the Practice And Theory of Automated Timetabling*, 58-72, 2002.
3. P. A. Kostuch. Timetabling Competition - SA-based Heuristic. 2003.
4. Myricom. Myrinet Express (MX): A High-Performance, Low-Level, Message-Passing Interface for Myrinet. Myricom, Inc., 2006.

Пилип Соуса – старший програміст-аналітик Центру розробки програмного забезпечення.

Албано Алвес – декан факультету технологій і менеджменту.

Політехнічний інститут Браганчі.