

Оптимизация на учебно разписание с помощта на изкуствен интелект

Фатме Рашидова

Optimization of Class Scheduling Using Artificial Intelligence

Fatme Rashidova

Abstract:

Scheduling is a complex organizational process that requires consideration of multiple constraints related to the availability of teachers, classrooms, subjects, and time slots. Traditional planning methods are often based on manual data processing or the use of automated tools, which may lead to scheduling conflicts, uneven distribution of the teaching workload, and inefficient use of resources. This report examines the possibilities for optimizing class scheduling using artificial intelligence. An approach is proposed to support the scheduling process by using intelligent algorithms that analyze multiple constraints and criteria when generating a schedule. The use of artificial intelligence methods allows for automated processing of large volumes of data, detection of potential conflict situations, and generation of more effective solutions for the distribution of classes. A conceptual model for integrating intelligent methods into a scheduling system is presented, which supports the decision-making process and increases the efficiency of planning.

Keywords: academic scheduling, artificial intelligence, optimization, digital transformation, educational systems.

For contacts: Chief Assist. Prof. Fatme Rashidova PhD, Technical University of Gabrovo, fatme@tugab.bg

ВЪВЕДЕНИЕ

Дигитализацията постепенно променя много от дейностите в образователните институции. Това се отнася не само до самото обучение, но и до неговата организация. Все по-често информационните технологии и интелигентните системи се използват при административни и организационни задачи [1]. Един такъв пример е изготвянето на учебно разписание. Макар да изглежда предимно техническа задача, то изисква съобразяване с много условия и ограничения.

При изготвяне на учебно разписание трябва да се съобразят много условия. Те са свързани със заетостта на преподавателите, учебните дисциплини, залите, студентските групи и времето за провеждане на занятията [2]. Важно е учебната натовареност да бъде разпределена равномерно. Същевременно не трябва да се допускат застъпвания между занятията. Затова задачата не е само организационна. Тя се разглежда и като сложен комбинаторен оптимизационен проблем [3].

В много случаи учебните разписания все още се изготвят ръчно или чрез частично автоматизирани средства. Това отнема време и затруднява намирането на добър вариант. Проблемът се усложнява, когато трябва да се съобразят повече преподаватели, групи, зали и ограничения. Затова използването на методи на изкуствения интелект (ИИ) е подходяща възможност за подпомагане на този процес. Те позволяват по-бърза обработка на данните, проверка на условията и създаване на по-добри варианти на разписания.

В този доклад се разглежда приложението на изкуствен интелект (ИИ) при съставяне на учебно разписание. Основната идея е да се покаже как интелигентни

алгоритми и модели могат да подпомогнат този процес [4]. При такава задача често няма идеален вариант. Има по-скоро различни възможни решения, между които трябва да се избере най-подходящото. В този смисъл ИИ може да помогне при обработването на ограниченията, разпределението на ресурсите и намаляването на конфликтите между занятията [5, 6].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Оптимизацията на учебното разписание е многокритериална задача. Тя не се свежда само до намиране на свободни часове и зали. Необходимо е да се спазят редица ограничения и същевременно да се отчетат различни приоритети в учебния процес. Ограниченията обикновено се разглеждат като твърди и меки. Твърдите трябва задължително да бъдат изпълнени. Такива са наличността на преподавателите, разпределението на дисциплините по семестри, капацитетът и заетостта на залите. Меките ограничения са свързани с качеството на разписанието. Към тях се отнасят равномерното разпределение на занятията и намаляването на свободните интервали между тях [7].

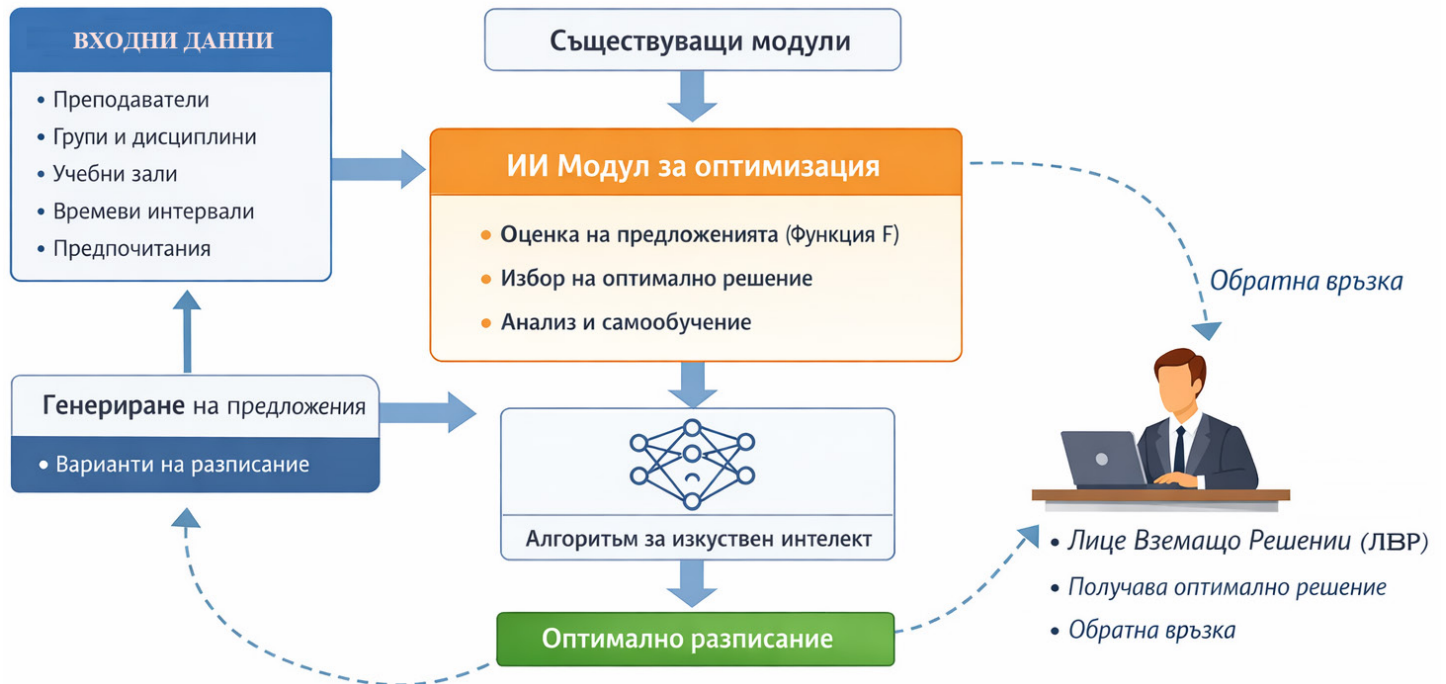
ИИ може да се използва при решаване на комбинаторни оптимизационни задачи, каквато е и съставянето на учебно разписание [6]. Чрез подходящи алгоритми се обработват входните данни и се създават различни варианти на разписанието. След това те могат да се оценят по предварително зададени критерии. Така се търси вариант с по-малко конфликти и с по-добро използване на наличните ресурси.

В изследването се разглежда концептуален подход за оптимизация на учебно разписание чрез интелигентен модул. Неговата задача е да проверява зададените ограничения и да предлага възможни варианти на разписанието. Модулът използва предварително зададени правила. Взема се предвид и информация от вече изготвени разписания. По този начин решенията могат да бъдат по-близки до реалната организация на учебния процес [8].

Подобен подход може да улесни управлението на учебния процес. Чрез него ресурсите се разпределят по-ефективно, а промените в разписанието се отчитат по-бързо. Включването на ИИ в системите за управление подпомага проверката на възможните варианти. Така се намалява времето за съставяне и актуализиране на учебните разписания [9].

I. Интегриране на ИИ в съществуващата система за учебно разписание в ТУ - Габрово

Съществуващата система за съставяне на учебни разписания в ТУ - Габрово включва няколко специализирани модула. Един от тях генерира предложения за разписание чрез многокритериален метод с приоритети. Друг модул предлага решения според степента на удовлетвореност, която се оценява в интервала от 0 до 100. За прагова стойност е приета удовлетвореност 50. Модулите използват данни за наличните ресурси. Това включва преподаватели, дисциплини, студентски групи и учебни зали. На тази основа те предоставят на лицето, вземащо решения (ЛВР), възможни варианти на учебно разписание (фиг. 1). Крайният избор обаче остава за ЛВР. Той преценява предложените варианти и избира най-подходящото разписание.



Фиг. 1. Блок-схема на потока от данни между съществуващите модули, ИИ модула и ЛВР

Интегрирането на ИИ в системата има за цел да усъвършенства съществуващия процес при избора на учебно разписание. След генериране на възможните варианти те се оценяват спрямо зададените ограничения и приоритетите на целевите групи. Така се търси оптимално решение, което в най-голяма степен удовлетворява интересите на студентите и преподавателите. Това се осигурява чрез следните функционалности:

- ✓ *Автоматична оценка на предложенията* - ИИ модулът анализира генерираните варианти спрямо целевата функция, която отчита както твърдите, така и меките ограничения [10].
- ✓ *Избор на оптимално решение* - ИИ сравнява генерираните варианти и предлага на ЛВР този с най-висока оценка. При това се вземат предвид както ограниченията в учебния процес, така и интересите на студентите и преподавателите.
- ✓ *Адаптивност и самообучение* - системата може да отчита предходни разписания и обратна връзка от потребителите. По този начин при следващи цикли на планиране се използва натрупан опит и се подобрява качеството на генерираните решения.
- ✓ *Прозрачност и аргументираност* - ИИ дава обратна връзка за причините за избора на дадено разписание. Това позволява на администратора да разбере как са отчетени различните критерии.

II. Алгоритъм за оптимално генериране на учебно разписание с ИИ

При оптимизацията на учебното разписание най-напред се събират необходимите входни данни. На тяхна основа се генерират възможни варианти на разписание. Следва оценяване чрез целева функция, а като краен резултат се избира вариантът с най-висока оценка (оптимално решение).

1. Въвеждане на входни данни. Учебен план на специалност:

- преподаватели;
- студентски групи;
- дисциплини;
- капацитет и оборудване на учебни зали;
- времеви интервали за провеждане на занятията;
- предпочитания на преподаватели и студенти.

2. Генериране на предложения

Съществуващият модул на системата (базиран на метод с приоритети, степен на удовлетвореност или генетичен алгоритъм) генерира множество възможни варианти на учебно разписание.

3. Оценка на предложенията с целева функция

За всеки генериран вариант се изчислява стойност на целевата функция $F(r)$. Тя отчита претеглено удовлетвореността на студентите и преподавателите от предложеното разписание.

Оценката на всяко предложение се определя по формулата:

$$F(r) = \sum_{j=1}^l y_s \cdot PS_j + \sum_{j=1}^k y_p \cdot PP_j \rightarrow \max, \quad (1)$$

където:

- y_s - тегловни коефициенти, указващи приоритетите на студентите;
- PS_j - j -то приоритетно изискване на студентите;
- l - брой изисквания на студентите;
- k - брой изисквания на преподавателите;
- PP_j - j -то приоритетно изискване на преподавателите;
- y_p - тегловни коефициенти, указващи приоритетите на преподавателите.

Целта е да се избере такъв вариант на учебно разписание, при който стойността на функцията $F(r)$ е максимална. Това означава, че избраното разписание в най-голяма степен съчетава зададените приоритети на студентите и преподавателите.

4. Оптимизация с помощта на ИИ

След генерирането на няколко варианта остава тяхното сравнение. За тази цел може да се използва интелигентен алгоритъм. В зависимост от реализацията това може да бъде генетичен алгоритъм, обучение чрез подсилване, езиков модел или друг оптимизационен метод.

При оценката се проверява дали има застъпвания между занятията. Отчитат се и връзките между преподаватели, дисциплини и студентски групи. Важно е също как е разпределена учебната натовареност. Така се избира вариант, който е по-близък до реалната организация на учебния процес.

5. Генериране на оптималното решение

ИИ модулът предлага оптимално учебно разписание, като предоставя и обяснение на резултата, включително:

- кои критерии са спазени;
- как са балансирани интересите на студентите и преподавателите.

6. Обратна връзка и самообучение

След използване на разписанието се събират мнения от ЛВР и от потребителите. Така могат да се открият удобните решения, както и местата, които са създали проблеми. При следващо планиране тази информация се взема предвид.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В изследването учебното разписание се разглежда като сложна многокритериална задача. При неговото съставяне трябва да се отчетат много ограничения и взаимозависимости. Предложена е структура за управление на качеството на учебния процес. В нея ИИ се използва при оценяването на вариантите и при избора на по-подходящо разписание.

В разработения модел ИИ подпомага съставянето на учебни разписания. Той се използва при генериране на варианти и при тяхното оценяване. За оценката се прилага целева функция с тегловни коефициенти. В нея се включват изискванията на студентите и преподавателите. По този начин всеки вариант получава оценка според предварително зададените условия. Това улеснява планирането, съкращава част от времето за ръчни проверки и подпомага по-доброто използване на ресурсите.

Моделът се отличава с гъвкавост и възможност за адаптиране към специфичните изисквания на различни висши училища, но след съобразяване с техните условия. На практика всяко училище има различна организация, различни ресурси и различни ограничения. Това налага предварителна настройка на параметрите. Същият принцип може да се използва и при други графици. Все пак при учебното разписание има и човешки фактор. Един вариант може да е добър като числова оценка, но да не е достатъчно удобен за студентите или преподавателите. Поради това удовлетвореността на участниците остава важна част от оценката.

ЛИТЕРАТУРА

1. O. Zawacki-Richter et al., “New advances in artificial intelligence applications in higher education,” *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2024.
2. Gu, X.; Krish, M.; Sohail, S.; Thakur, S.; Sabrina, F.; Fan, Z. From Integer Programming to Machine Learning: A Technical Review on Solving University Timetabling Problems. *Computation* 2025, 13, 10.
3. Ghaffar et al., “Hybridization and artificial intelligence in optimizing university examination timetabling problem: A systematic review,” *Review of Education*, 2025.
4. O. Çaylı and A. Yılmaz, “Smart Classroom Scheduling and Resource Optimization for Educational Institutions: Integrating AI and Multi-Objective Decision Support,” *European Journal of Research and Development*, 2025.
5. Rashidov A, Algorithm for generating an abstract of a scientific publication with the assistance of ChatGPT, 24-28 June 2024, 15th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT), Kamand, India, Electronic ISBN:979-8-3503-7024-9.

6. Рашидов А., Изкуственият интелект в научните изследвания. Стратегии на образователната и научната политика, Аз-буки, том 32, кн. 5с., 2024, стр. 35-45.

7. M. Hafsa, P. Wattebled, J. Jacques and L. Jourdan, "A Multi-Objective Evolutionary Approach to Professional Course Timetabling: A Real-World Case Study," 2021 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), Kraków, Poland, 2021, pp. 997-1004, doi: 10.1109/CEC45853.2021.9504797.

8. B. Nuralamsyah et al., "AI-Based Application for Task Management and Scheduling Student Activity," 2025 15th International Conference on Information & Communication Technology and System (ICTS), Denpasar, Indonesia, 2025, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICTS67612.2025.11369721.

9. M. K. Rongala, "AI Based Workflow Optimization in Hospitals Using Constraint Satisfaction and Machine Learning Algorithms," 2025 International Conference on Computing Technologies (ICOCT), Bengaluru, India, 2025, pp. 1-7, doi: 10.1109/ICOCT64433.2025.11118423.

10. J. Criollo, D. Riofrío, F. Grijalva, J. Vega-Sánchez, R. Flores-Moyano and M. Baldeon-Calisto, "School Timetable Optimization Model Using Genetic Algorithms Considering Hard and Soft Constraints," 2025 IEEE Ninth Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM), Quito, Ecuador, 2025, pp. 1-6, doi: 10.1109/ETCM67548.2025.11304269.