

УДК 004.4, 004.6

З.С.Х. Аль-Хіلالі¹, стажистка

Z.S.H. Al-Hilali¹, intern

Складання розкладу як складова системи управління школою

Scheduling as a part of School Management System

Київський національний університет імені
Тараса Шевченка, Україна, 01601, м.Київ,
вул. Володимирська, 64/13
e-mail: sufyanvpsh@gmail.com

Taras Shevchenko National University of Kyiv,
64/13, Volodymyrska Street, Kyiv, Ukraine, 01601
e-mail: sufyanvpsh@gmail.com

Системи управління навчанням сьогодні дуже популярні. Вони мають багато функцій для підтримки навчального процесу, домашніх завдань, спілкування та відстеження прогресу у навчанні. Однак, їм не вистачає функціональних можливостей для управління персоналом, таких як планування (складання розкладу) та звітність. В даній статті ми пропонуємо рішення, яке розв'язує цю проблему та забезпечує планування занять у школі чи університеті, враховуючи вимоги, обмеження та побажання. До проблеми планування було застосовано інноваційний підхід. Запропоноване рішення засноване на відомих раніше техніках управління змінними працівниками. Перші позитивні відгуки з іракських шкіл, де було запроваджено дане рішення, дають підстави для наступного розвитку та вдосконалення системи.

У центрі уваги статті - модуль планування та складання розкладу розробленої системи, контекст задачі (сфера застосування) та аргументація того, чому це важливо.

Learning Management Systems are very popular nowadays. They have many functions to support the learning process, classes home assignments, communications, and progress tracking. However, it lacks the functionality for the management staff like scheduling (planning) and reporting. Here we propose the software solution, which solves this issue and provides the scheduling for the classes in a school or university, considering requirements, limitations, and wishes. An innovative approach was applied to the scheduling problem. This solution is based on the workforce management techniques known previously. The first positive feedbacks from Iraq schools, where we implemented this solution, support us for the next development and improvements of the system.

The focus of the paper is the scheduling module of the system developed, the context of the task (the scope), and arguing why it is important. The method from the area of workforce management systems was taken, adopted, and applied to the new task of school scheduling construction. This is the novelty of the presented work.

Статтю представила к.ф.-м.н., доц. Розора І.В.

Вступ

Планування є важливим і складним завданням у багатьох сферах. Створення графіків роботи для управління робочим часом працівників в організаціях є одним з ключових факторів стабільності для Контактних центрів та інших компаній, що мають організацію роботи на основі змін. [1-5].

Щодо шкіл та університетів, то графік занять є одним із важливих документів, який скеровує навчальний процес. На вході маємо:

- «вимоги»: навантаження кожного викладача (або вчителя) – скільки годин, які заняття він / вона буде проводити на тиждень,
- «побажання»: у які дні та час працівники віддають перевагу для проведення занять (або які дні взагалі неможливі для них через інший вид зайнятості),

• "локації": аудиторії різного типу для кожного виду занять,

• "обмеження": які заняття можуть бути послідовними, які мають іти першими, наступними та останніми, ліміт лекцій на день, тощо.

Також у випадку розкладу школи чи університету слід розглянути додаткову важливу вимогу взаємозамінності (або, свого роду гнучкість у розумінні управління змінами розкладу). Ми маємо на увазі, що зміни (інший викладач або заняття, або для переносу заняття на інший день тижня чи інший час) повинні здійснюватись за запитом без додаткових накладних витрат для менеджера планування.

Отже, завдання полягає в тому, щоб скласти графік, який відповідає всім наведеним вимогам.

У той же час цю функціональність можна зрідка помітити в системах, спрямованих на підтримку процесу навчання / навчання [6-9]. Це завдання не є пріоритетним для LMS, яка є першочергово – Learning – системою управління вмістом – (L)CMS і призначена насамперед для управління змістом та структурою курсів. Ще одна причина такого уникнення – відносна складність завдання. Ця задача є досить складною без очевидних переваг для розробника.

Підходи до планування

Існує ряд підходів для побудови розкладу. Багато чого залежить від специфіки конкретної задачі. Так, планування процесорного часу відрізняється від WorkForce Management (WFM), тобто планування позмінного робочого графіку працівників. Зазвичай Марківські процеси, алгоритми "грубої сили" (повного перебору), оптимізовані алгоритми пошуку, генетичні алгоритми застосовуються для створення графіку [3-5]. Тут також можуть бути застосовані методи машинного навчання [3,4] та методи градієнтного спуску. Ми спробуємо покращити гнучкість графіка, впровадивши інноваційний метод у процес генерації.

Алгоритми повного перебору набули популярності через їх простоту, але вони вимагають багато обчислювального часу. При великих варіаціях вхідних даних (більше 100 співробітників, багато різних видів діяльності – занять у нашому випадку – і т.і.) процес може стати незастосовним в режимі реального часу.

Через цей факт з'являється багато оптимізацій та евристик, які допомагають знизити необхідну обчислювальну потужність та розглядати лише найкращі випадки завдяки набору заданих наперед евристик. Більш цього, було застосовано оптимізацію градієнтного спуску, аби ще більше спростити алгоритм повного перебору.

Мета полягає в тому, щоб скласти графік, який максимально відповідає вимогам та обмеженням, та в той же час буде досить гнучким для наступного управління змінами.

Звичайно, така гнучкість передбачає наявність додаткових ресурсів. Ми маємо на увазі, що ми повинні мати:

- додаткових вчителів, які можуть вести певний урок (скажімо, математика для учнів 5-го класу) для підтримки іншого вчителя, який повинен був провести заняття в цьому класі, але не зміг прийти з якоїсь причини,
- додаткові аудиторії, щоб спростити переміщення класу під час занять,

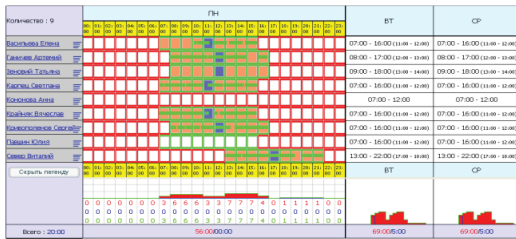
Зручний візуальний інструмент для підтримки такого роду змін та візуалізації наслідків змін також є необхідним.

Розроблене рішення для планування

Ми розпочали свою розробку на фундаменті системи WFM, яка, як виявилось, підходить за ідеями, закладеними у фундамент, хоча це не було очевидно наперед. Планування програми WFM вирішує завдання щодо присвоєння працівників (операторів контактних центрів) до змін, де графік змін формується з попереднього етапу планування ресурсів та прогнозування кількості персоналу на кожний конкретний часовий період тижня [3-5]. (Періоди часу зазвичай – це години, пів-години або чверть години.)

Отже, класичний вигляд складеного розкладу представлено на Рис. 1, де подано детальний ("розгорнутий") вигляд одного дня та огляд тижня в цілому.

Тижневий розклад для школи представлений на Рис. 2. Це подання досить відрізняється від Рис. 1, але якщо подивитись на ці розклади з точки зору викладача (вчителя), ми отримаємо майже таку ж картину. Більше того, як ми зауважували раніше, вимоги та підходи до складання розкладу дуже схожі.

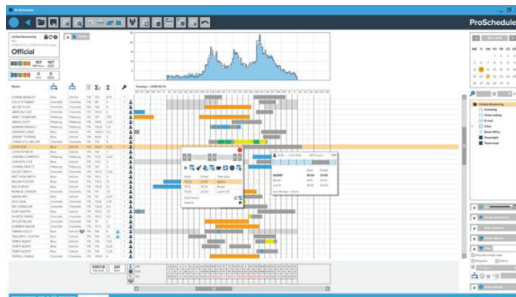


(a)

Grade Six

Lessons	1	2	3	4	5	6	7		
Time	From	9:00	9:00	10:00	11:00	13:00	1:00	2:00	3:00
	To	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	
Sunday	English	Arabic	Sport	History	Art	Math	Science		
Monday	Sport	English	Arabic	Science	Math	History	-----		
Tuesday	English	Sport	Math	Arabic	English	Sport	Art		
Wednesday	English	Science	Math	History	Sport	Art	-----		
Thursday	Art	Sport	English	Math	Science	Arabic	-----		

(a)



(b)

Junior High School of Oichalia
2nd Grade Timetable

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
8:00-8:45	Ancient Greek	Ancient Greek	Mathematics	Physical Education	History
8:50-9:35	Religious Education	Mathematics	Modern Greek	Science	Geography
9:45-10:30	ZET	Physics	Ancient Greek (translated texts)	Modern Greek	Religious Education
10:35-11:20	Physical Education	History	Home Economics	Home Economics	Modern Greek
11:30-12:10	Mathematics	German	Geography	Chemistry	Ancient Greek
12:15-12:55	Modern Greek	Music	German	Art	Technology
13:00-13:55	Ancient Greek (translated texts)	Physical Education	English	English	Mathematics

(b)

Рис. 1. Користувачський інтерфейс рішень для управління робочим часом змін працівників.

Отже, ми розробили нове програмне забезпечення на принципах планування робочої сили. Для розробки MVP (мінімально життєздатного продукту) ми використовували оптимізований алгоритм повного перебору для складання розкладу, залишаючи глибшу оптимізацію пошуку для подальших розробок. Цей планувальник є частиною LMS (Системи управління навчанням), яка зараз розробляється та впроваджується в пробному режимі у двох школах Іраку. Наразі автори збирають відгуки для вдосконалення системи та переходять до розробки нових запланованих функцій.

Основними модулями розробленої системи є:

- планувальник,
- перегляд розкладу для різних ролей: викладач, щотижневий розклад занять, навантаження по аудиторії,
- підсистема управління змінами,
- API для інтеграції із зовнішньою LMS,
- API для обміну даними.

2019-2020 Cycle Schedule
The Knox School

Monday ¹	Tuesday ²	Wednesday ³	Thursday ⁴	Friday ⁵	Friday ¹
8:00-8:30 am A/N/D/C/E	8:00-8:30 am F/A/D/C/E	8:00-8:30 am A/N/D/C/E	8:00-8:30 am F/A/D/C/E	8:00-8:30 am F/A/D/C/E	8:00-8:30 am F/A/D/C/E
8:30-9:00 am M/N/D/C/E	8:30-9:00 am M/N/D/C/E	8:30-9:00 am M/N/D/C/E	8:30-9:00 am M/N/D/C/E	8:30-9:00 am M/N/D/C/E	8:30-9:00 am M/N/D/C/E
9:00-9:30 am M/N/D/C/E	9:00-9:30 am M/N/D/C/E	9:00-9:30 am M/N/D/C/E	9:00-9:30 am M/N/D/C/E	9:00-9:30 am M/N/D/C/E	9:00-9:30 am M/N/D/C/E
9:30-10:00 am M/N/D/C/E	9:30-10:00 am M/N/D/C/E	9:30-10:00 am M/N/D/C/E	9:30-10:00 am M/N/D/C/E	9:30-10:00 am M/N/D/C/E	9:30-10:00 am M/N/D/C/E
10:00-10:30 am M/N/D/C/E	10:00-10:30 am M/N/D/C/E	10:00-10:30 am M/N/D/C/E	10:00-10:30 am M/N/D/C/E	10:00-10:30 am M/N/D/C/E	10:00-10:30 am M/N/D/C/E
10:30-11:00 am M/N/D/C/E	10:30-11:00 am M/N/D/C/E	10:30-11:00 am M/N/D/C/E	10:30-11:00 am M/N/D/C/E	10:30-11:00 am M/N/D/C/E	10:30-11:00 am M/N/D/C/E
11:00-11:30 am M/N/D/C/E	11:00-11:30 am M/N/D/C/E	11:00-11:30 am M/N/D/C/E	11:00-11:30 am M/N/D/C/E	11:00-11:30 am M/N/D/C/E	11:00-11:30 am M/N/D/C/E
11:30-12:00 pm M/N/D/C/E	11:30-12:00 pm M/N/D/C/E	11:30-12:00 pm M/N/D/C/E	11:30-12:00 pm M/N/D/C/E	11:30-12:00 pm M/N/D/C/E	11:30-12:00 pm M/N/D/C/E
12:00-12:30 pm M/N/D/C/E	12:00-12:30 pm M/N/D/C/E	12:00-12:30 pm M/N/D/C/E	12:00-12:30 pm M/N/D/C/E	12:00-12:30 pm M/N/D/C/E	12:00-12:30 pm M/N/D/C/E
12:30-1:00 pm M/N/D/C/E	12:30-1:00 pm M/N/D/C/E	12:30-1:00 pm M/N/D/C/E	12:30-1:00 pm M/N/D/C/E	12:30-1:00 pm M/N/D/C/E	12:30-1:00 pm M/N/D/C/E
1:00-1:30 pm M/N/D/C/E	1:00-1:30 pm M/N/D/C/E	1:00-1:30 pm M/N/D/C/E	1:00-1:30 pm M/N/D/C/E	1:00-1:30 pm M/N/D/C/E	1:00-1:30 pm M/N/D/C/E
1:30-2:00 pm M/N/D/C/E	1:30-2:00 pm M/N/D/C/E	1:30-2:00 pm M/N/D/C/E	1:30-2:00 pm M/N/D/C/E	1:30-2:00 pm M/N/D/C/E	1:30-2:00 pm M/N/D/C/E
2:00-2:30 pm M/N/D/C/E	2:00-2:30 pm M/N/D/C/E	2:00-2:30 pm M/N/D/C/E	2:00-2:30 pm M/N/D/C/E	2:00-2:30 pm M/N/D/C/E	2:00-2:30 pm M/N/D/C/E
2:30-3:00 pm M/N/D/C/E	2:30-3:00 pm M/N/D/C/E	2:30-3:00 pm M/N/D/C/E	2:30-3:00 pm M/N/D/C/E	2:30-3:00 pm M/N/D/C/E	2:30-3:00 pm M/N/D/C/E
3:00-3:30 pm M/N/D/C/E	3:00-3:30 pm M/N/D/C/E	3:00-3:30 pm M/N/D/C/E	3:00-3:30 pm M/N/D/C/E	3:00-3:30 pm M/N/D/C/E	3:00-3:30 pm M/N/D/C/E
3:30-4:00 pm M/N/D/C/E	3:30-4:00 pm M/N/D/C/E	3:30-4:00 pm M/N/D/C/E	3:30-4:00 pm M/N/D/C/E	3:30-4:00 pm M/N/D/C/E	3:30-4:00 pm M/N/D/C/E
4:00-4:30 pm M/N/D/C/E	4:00-4:30 pm M/N/D/C/E	4:00-4:30 pm M/N/D/C/E	4:00-4:30 pm M/N/D/C/E	4:00-4:30 pm M/N/D/C/E	4:00-4:30 pm M/N/D/C/E
4:30-5:00 pm M/N/D/C/E	4:30-5:00 pm M/N/D/C/E	4:30-5:00 pm M/N/D/C/E	4:30-5:00 pm M/N/D/C/E	4:30-5:00 pm M/N/D/C/E	4:30-5:00 pm M/N/D/C/E
5:00-5:30 pm M/N/D/C/E	5:00-5:30 pm M/N/D/C/E	5:00-5:30 pm M/N/D/C/E	5:00-5:30 pm M/N/D/C/E	5:00-5:30 pm M/N/D/C/E	5:00-5:30 pm M/N/D/C/E
5:30-6:00 pm M/N/D/C/E	5:30-6:00 pm M/N/D/C/E	5:30-6:00 pm M/N/D/C/E	5:30-6:00 pm M/N/D/C/E	5:30-6:00 pm M/N/D/C/E	5:30-6:00 pm M/N/D/C/E
6:00-6:30 pm M/N/D/C/E	6:00-6:30 pm M/N/D/C/E	6:00-6:30 pm M/N/D/C/E	6:00-6:30 pm M/N/D/C/E	6:00-6:30 pm M/N/D/C/E	6:00-6:30 pm M/N/D/C/E
6:30-7:00 pm M/N/D/C/E	6:30-7:00 pm M/N/D/C/E	6:30-7:00 pm M/N/D/C/E	6:30-7:00 pm M/N/D/C/E	6:30-7:00 pm M/N/D/C/E	6:30-7:00 pm M/N/D/C/E
7:00-7:30 pm M/N/D/C/E	7:00-7:30 pm M/N/D/C/E	7:00-7:30 pm M/N/D/C/E	7:00-7:30 pm M/N/D/C/E	7:00-7:30 pm M/N/D/C/E	7:00-7:30 pm M/N/D/C/E
7:30-8:00 pm M/N/D/C/E	7:30-8:00 pm M/N/D/C/E	7:30-8:00 pm M/N/D/C/E	7:30-8:00 pm M/N/D/C/E	7:30-8:00 pm M/N/D/C/E	7:30-8:00 pm M/N/D/C/E
8:00-8:30 pm M/N/D/C/E	8:00-8:30 pm M/N/D/C/E	8:00-8:30 pm M/N/D/C/E	8:00-8:30 pm M/N/D/C/E	8:00-8:30 pm M/N/D/C/E	8:00-8:30 pm M/N/D/C/E
8:30-9:00 pm M/N/D/C/E	8:30-9:00 pm M/N/D/C/E	8:30-9:00 pm M/N/D/C/E	8:30-9:00 pm M/N/D/C/E	8:30-9:00 pm M/N/D/C/E	8:30-9:00 pm M/N/D/C/E
9:00-9:30 pm M/N/D/C/E	9:00-9:30 pm M/N/D/C/E	9:00-9:30 pm M/N/D/C/E	9:00-9:30 pm M/N/D/C/E	9:00-9:30 pm M/N/D/C/E	9:00-9:30 pm M/N/D/C/E
9:30-10:00 pm M/N/D/C/E	9:30-10:00 pm M/N/D/C/E	9:30-10:00 pm M/N/D/C/E	9:30-10:00 pm M/N/D/C/E	9:30-10:00 pm M/N/D/C/E	9:30-10:00 pm M/N/D/C/E
10:00-10:30 pm M/N/D/C/E	10:00-10:30 pm M/N/D/C/E	10:00-10:30 pm M/N/D/C/E	10:00-10:30 pm M/N/D/C/E	10:00-10:30 pm M/N/D/C/E	10:00-10:30 pm M/N/D/C/E
10:30-11:00 pm M/N/D/C/E	10:30-11:00 pm M/N/D/C/E	10:30-11:00 pm M/N/D/C/E	10:30-11:00 pm M/N/D/C/E	10:30-11:00 pm M/N/D/C/E	10:30-11:00 pm M/N/D/C/E
11:00-11:30 pm M/N/D/C/E	11:00-11:30 pm M/N/D/C/E	11:00-11:30 pm M/N/D/C/E	11:00-11:30 pm M/N/D/C/E	11:00-11:30 pm M/N/D/C/E	11:00-11:30 pm M/N/D/C/E
11:30-12:00 am M/N/D/C/E	11:30-12:00 am M/N/D/C/E	11:30-12:00 am M/N/D/C/E	11:30-12:00 am M/N/D/C/E	11:30-12:00 am M/N/D/C/E	11:30-12:00 am M/N/D/C/E
12:00-12:30 am M/N/D/C/E	12:00-12:30 am M/N/D/C/E	12:00-12:30 am M/N/D/C/E	12:00-12:30 am M/N/D/C/E	12:00-12:30 am M/N/D/C/E	12:00-12:30 am M/N/D/C/E
12:30-1:00 am M/N/D/C/E	12:30-1:00 am M/N/D/C/E	12:30-1:00 am M/N/D/C/E	12:30-1:00 am M/N/D/C/E	12:30-1:00 am M/N/D/C/E	12:30-1:00 am M/N/D/C/E
1:00-1:30 am M/N/D/C/E	1:00-1:30 am M/N/D/C/E	1:00-1:30 am M/N/D/C/E	1:00-1:30 am M/N/D/C/E	1:00-1:30 am M/N/D/C/E	1:00-1:30 am M/N/D/C/E
1:30-2:00 am M/N/D/C/E	1:30-2:00 am M/N/D/C/E	1:30-2:00 am M/N/D/C/E	1:30-2:00 am M/N/D/C/E	1:30-2:00 am M/N/D/C/E	1:30-2:00 am M/N/D/C/E
2:00-2:30 am M/N/D/C/E	2:00-2:30 am M/N/D/C/E	2:00-2:30 am M/N/D/C/E	2:00-2:30 am M/N/D/C/E	2:00-2:30 am M/N/D/C/E	2:00-2:30 am M/N/D/C/E
2:30-3:00 am M/N/D/C/E	2:30-3:00 am M/N/D/C/E	2:30-3:00 am M/N/D/C/E	2:30-3:00 am M/N/D/C/E	2:30-3:00 am M/N/D/C/E	2:30-3:00 am M/N/D/C/E
3:00-3:30 am M/N/D/C/E	3:00-3:30 am M/N/D/C/E	3:00-3:30 am M/N/D/C/E	3:00-3:30 am M/N/D/C/E	3:00-3:30 am M/N/D/C/E	3:00-3:30 am M/N/D/C/E
3:30-4:00 am M/N/D/C/E	3:30-4:00 am M/N/D/C/E	3:30-4:00 am M/N/D/C/E	3:30-4:00 am M/N/D/C/E	3:30-4:00 am M/N/D/C/E	3:30-4:00 am M/N/D/C/E
4:00-4:30 am M/N/D/C/E	4:00-4:30 am M/N/D/C/E	4:00-4:30 am M/N/D/C/E	4:00-4:30 am M/N/D/C/E	4:00-4:30 am M/N/D/C/E	4:00-4:30 am M/N/D/C/E
4:30-5:00 am M/N/D/C/E	4:30-5:00 am M/N/D/C/E	4:30-5:00 am M/N/D/C/E	4:30-5:00 am M/N/D/C/E	4:30-5:00 am M/N/D/C/E	4:30-5:00 am M/N/D/C/E
5:00-5:30 am M/N/D/C/E	5:00-5:30 am M/N/D/C/E	5:00-5:30 am M/N/D/C/E	5:00-5:30 am M/N/D/C/E	5:00-5:30 am M/N/D/C/E	5:00-5:30 am M/N/D/C/E
5:30-6:00 am M/N/D/C/E	5:30-6:00 am M/N/D/C/E	5:30-6:00 am M/N/D/C/E	5:30-6:00 am M/N/D/C/E	5:30-6:00 am M/N/D/C/E	5:30-6:00 am M/N/D/C/E
6:00-6:30 am M/N/D/C/E	6:00-6:30 am M/N/D/C/E	6:00-6:30 am M/N/D/C/E	6:00-6:30 am M/N/D/C/E	6:00-6:30 am M/N/D/C/E	6:00-6:30 am M/N/D/C/E
6:30-7:00 am M/N/D/C/E	6:30-7:00 am M/N/D/C/E	6:30-7:00 am M/N/D/C/E	6:30-7:00 am M/N/D/C/E	6:30-7:00 am M/N/D/C/E	6:30-7:00 am M/N/D/C/E
7:00-7:30 am M/N/D/C/E	7:00-7:30 am M/N/D/C/E	7:00-7:30 am M/N/D/C/E	7:00-7:30 am M/N/D/C/E	7:00-7:30 am M/N/D/C/E	7:00-7:30 am M/N/D/C/E
7:30-8:00 am M/N/D/C/E	7:30-8:00 am M/N/D/C/E	7:30-8:00 am M/N/D/C/E	7:30-8:00 am M/N/D/C/E	7:30-8:00 am M/N/D/C/E	7:30-8:00 am M/N/D/C/E
8:00-8:30 am M/N/D/C/E	8:00-8:30 am M/N/D/C/E	8:00-8:30 am M/N/D/C/E	8:00-8:30 am M/N/D/C/E	8:00-8:30 am M/N/D/C/E	8:00-8:30 am M/N/D/C/E
8:30-9:00 am M/N/D/C/E	8:30-9:00 am M/N/D/C/E	8:30-9:00 am M/N/D/C/E	8:30-9:00 am M/N/D/C/E	8:30-9:00 am M/N/D/C/E	8:30-9:00 am M/N/D/C/E
9:00-9:30 am M/N/D/C/E	9:00-9:30 am M/N/D/C/E	9:00-9:30 am M/N/D/C/E	9:00-9:30 am M/N/D/C/E	9:00-9:30 am M/N/D/C/E	9:00-9:30 am M/N/D/C/E
9:30-10:00 am M/N/D/C/E	9:30-10:00 am M/N/D/C/E	9:30-10:00 am M/N/D/C/E	9:30-10:00 am M/N/D/C/E	9:30-10:00 am M/N/D/C/E	9:30-10:00 am M/N/D/C/E
10:00-10:30 am M/N/D/C/E	10:00-10:30 am M/N/D/C/E	10:00-10:30 am M/N/D/C/E	10:00-10:30 am M/N/D/C/E	10:00-10:30 am M/N/D/C/E	10:00-10:30 am M/N/D/C/E
10:30-11:00 am M/N/D/C/E	10:30-11:00 am M/N/D/C/E	10:30-11:00 am M/N/D/C/E	10:30-11:00 am M/N/D/C/E	10:30-11:00 am M/N/D/C/E	10:30-11:00 am M/N/D/C/E
11:00-11:30 am M/N/D/C/E	11:00-11:30 am M/N/D/C/E	11:00-11:30 am M/N/D/C/E	11:00-11:30 am M/N/D/C/E	11:00-11:30 am M/N/D/C/E	11:00-11:30 am M/N/D/C/E
11:30-12:00 pm M/N/D/C/E	11:30-12:00 pm M/N/D/C/E	11:30-12:00 pm M/N/D/C/E	11:30-12:00 pm M/N/D/C/E	11:30-12:00 pm M/N/D/C/E	11:30-12:00 pm M/N/D/C/E
12:00-12:30 pm M/N/D/C/E	12:00-12:30 pm M/N/D/C/E	12:00-12:30 pm M/N/D/C/E	12:00-12:30 pm M/N/D/C/E	12:00-12:30 pm M/N/D/C/E	12:00-12:30 pm M/N/D/C/E
12:30-1:00 pm M/N/D/C/E	12:30-1:00 pm M/N/D/C/E	12:30-1:00 pm M/N/D/C/E	12:30-1:00 pm M/N/D/C/E	12:30-1:00 pm M/N/D/C/E	12:30-1:00 pm M/N/D/C/E
1:00-1:30 pm M/N/D/C/E	1:00-1:30 pm M/N/D/C/E	1:00-1:30 pm M/N/D/C/E	1:00-1:30 pm M/N/D/C/E	1:00-1:30 pm M/N/D/C/E	1:00-1:30 pm M/N/D/C/E
1:30-2:00 pm M/N/D/C/E	1:30-2:00 pm M/N/D/C/E	1:30-2:00 pm M/N/D/C/E	1:30-2:00 pm M/N/D/C/E	1:30-2:00 pm M/N/D/C/E	1:30-2:00 pm M/N/D/C/E
2:00-2:30 pm M/N/D/C/E	2:00-2:30 pm M/N/D/C/E	2:00-2:30 pm M/N/D/C/E	2:00-2:30 pm M/N/D/C/E	2:00-2:30 pm M/N/D/C/E	2:00-2:30 pm M/N/D/C/E
2:30-3:00 pm M/N/D/C/E	2:30-3:00 pm M/N/D/C/E	2:30-3:00 pm M/N/D/C/E	2:30-3:00 pm M/N/D/C/E	2:30-3:00 pm M/N/D/C/E	2:30-3:00 pm M/N/D/C/E
3:00-3:30 pm M/N/D/C/E	3:00-3:30 pm M/N/D/C/E	3:00-3:30 pm M/N/D/C/E	3:00-3:30 pm M/N/D/C/E	3:00-3:30 pm M/N/D/C/E	3:00-3:30 pm M/N/D/C/E
3:30-4:00 pm M/N/D/C/E	3:30-4:00 pm M/N/D/C/E	3:30-4:00 pm M/N/D/C/E	3:30-4:00 pm M/N/D/C/E	3:30-4:00 pm M/N/D/C/E	3:30-4:00 pm M/N/D/C/E
4:00-4:30 pm M/N/D/C/E	4:00-4:30 pm M/N/D/C/E	4:00-4:30 pm M/N/D/C/E	4:00-4:30 pm M/N/D/C/E	4:00-4:30 pm M/N/D/C/E	4:00-4:30 pm M/N/D/C/E
4:30-5:00 pm M/N/D/C/E	4:30-5:00 pm M/N/D/C/E	4:30-5:00 pm M/N/D/C/E	4:30-5:00 pm M/N/D/C/E	4:30-5:00 pm M/N/D/C/E	4:30-5:00 pm M/N/D/C/E
5:00-5:30 pm M/N/D/C/E	5:00-5:30 pm M/N/D/C/E	5:00-5:30 pm M/N/D/C/E	5:00-5:30 pm M/N/D/C/E	5:00-5:30 pm M/N/D/C/E	5:00-5:30 pm M/N/D/C/E
5:30-6:00 pm M/N/D/C/E	5:30-6:00 pm M/N/D/C/E				

Перші відгуки від користувачів є позитивними, тому ми продовжуємо надалі розвивати розроблену систему.

Плани включають реалізацію більш складних підходів, аби оптимальніше скласти розклад (стосовно ресурсів, необхідних для виконання цього завдання). Ми хотіли б зробити це програмне забезпечення більш зручним та адаптивним для різних типів обмежень щодо розкладу. Також систему потрібно більше інтегрувати в навчальний процес, що передбачає розробку API для інтеграції з існуючими зовнішніми LMS та відкритий API для зовнішніх розробників, які будуть зацікавлені у розробці додаткових функціональних можливостей – модулів системи.

Висновки

У цій роботі ми описали проблему планування роботи викладачів (складання розкладу) у системі управління навчальним процесом (LMS) та запропонували наше програмне вирішення. Аргументовано також, що управління змінами також є важливою частиною системи.

Так, сьогодні дуже популярні системи управління навчанням (LMS), також відомі як системи електронного навчання (наприклад, Moodle та інші). Вони охоплюють багато функцій, що стосуються організації навчального процесу:

- відстеження успішності учнів протягом усього навчання (по всіх дисциплінах),
- систематизація комунікації з викладачами,
- підтримка наповнення навчальними матеріалами та завданнями,
- домашні завдання для учнів, їх автоматизована перевірка та рейтингові таблиці,
- інші функції.

Список використаних джерел

1. Панченко Т.В. Прогнозування навантаження та планування розкладу роботи операторів Контактного Центру / Т.В. Панченко, К.О. Черніченко, А.М. Капканець // Проблеми програмування. – Київ. – 2016. – №2-3. – С. 227-236.

Тим не менш, функція планування та складання розкладу занять у більшості випадків виходить за рамки цих систем, оскільки вони стосуються більше он-лайн (позакласного) навчання, а не класичного.

Ми розробили рішення планування (на основі алгоритму оптимізованого перебору на даний момент), яке допомагає керівництву створювати розклад відповідно до вхідних вимог, обмежень та побажань. Таким чином, до завдання планування шкільного або університетського розкладу застосовано новий підхід, який раніше застосовувався для планування розкладів роботи контактних центрів у системах WFM.

Зараз ця система використовується у двох іракських школах, і ми збираємо відгуки для наступного розвитку, оптимізації та інших удосконалень. Ця система базується на веб-технологіях і забезпечує авторизований доступ для користувачів лише відповідно до наданої ролі. Систему розроблено з використанням сучасних технологій Microsoft.Net та клієнта – браузера з JavaScript.

Попередні відгуки є досить позитивними і показують нам, що ця додаткова функціональність затребувана користувачами, що є дороговказом розвитку системи та підкреслює, що ми вирішуємо важливу задачу.

Основним академічним внеском цієї роботи є застосування методів планування WFM для вирішення задачі складання шкільного або університетського розкладу. Запропонований підхід є інноваційним для цього завдання, оскільки в літературі немає інших згадок про застосування таких методів.

References

1. CHERNICHENKO, K., KAPKANETS, A., PANCHENKO, T. (2016): *Contact center load forecasting and operator schedule planning*, "Problems of Programming", No. 2-3, pp. 227-236

2. Панченко Т.В. Прогнозування продажів методами інтелектуального аналізу даних / Т.В. Панченко, Т.І. Литвиненко, В.Д. Редько // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія фізико-математичні науки. – Київ. – 2015. – №4. – С. 148-155.
3. Панченко І.В. Альтернатива до формули Erlang C / І.В. Панченко // Корпоративні системи. – Київ: КомІздат. – 2003. – №2. – С. 57-59.
4. Панченко І.В. Комп'ютерне моделювання задачі масового обслуговування / І.В. Панченко // Матеріали Міжнародної конференції: Інформаційні дослідження, додатки та навчання. – Варна: ФОІ-КОМЕРС. – 2003. – С. 55-61.
5. Панченко І.В. Оптимізація роботи Call-центра за допомогою автоматизованої комп'ютерної системи Scheduling ISS v.1 / І.В. Панченко, Т.В. Панченко // Тези міжнар. конференції "Теоретичні та прикладні аспекти розробки програмних систем". – 2004. – С. 272-274.
6. Аль-Хіلالі З.С.Х. Програмоване, дистанційне, мобільне... Яке навчання далі? / З.С.Х. Аль-Хіلالі // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія фізико-математичні науки. – Київ. – 2015. – №4. – С. 75-81.
7. Аль-Хіلالі З.С.Х. Структура електронної навчаючої системи з курсу дискретної математики / З.С.Х. Аль-Хіلالі, В.П. Шевченко // Тези міжнар. конф. "Теоретичні та прикладні аспекти розробки програмних систем (ТААПСД'2016)". – Київ. – 2016. – С. 252-256.
8. Aggrwal A. An Efficient Approach for Resource Allocations using Hybrid Scheduling and Optimization in Distributed System / A. Aggrwal, R. Verma, A. Singh // "International Journal of Education and Management Engineering (IJEME)". – 2018. – Vol.8, No.3. – pp. 33-42
9. Nagar R. Time Effective Workflow Scheduling using Genetic Algorithm in Cloud Computing / R. Nagar, D.K. Gupta, R.M. Singh // "International Journal of Information Technology and Computer Science (IJITCS)". – 2018. – Vol.10, No.1. – pp. 68-75
2. LYTUVYENENKO, T.I., PANCHENKO, T.V., REDKO, V.D. (2015): *Sales Forecasting using Data Mining Methods*, "Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv; Series Physics & Mathematics", No. 4, pp.148-155
3. PANCHENKO, I. (2003): An Alternative to the Erlang C Formula, "Corporate Systems", (Kyiv), No.2, pp. 57-59.
4. PANCHENKO, I. (2003): *Computer Modelling of the Mass Service Task*, In Proc. Int. Conference "Informational research, applications and the study", Varna, FOI-COMERC, pp. 55-61
5. PANCHENKO, I., PANCHENKO, T. (2004) Optimization of Call-Center Using Automated Computer System Scheduling ISS v.1 [in Ukrainian]. In Proceedings of the International Conference "Theoretical and Applied Aspects of Program Systems Development". Kyiv. pp. 272-274
6. AL-HILALI, Z.S.H. (2015): *Programmed, distant, mobile learning... what's next?* "Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv; Series Physics & Mathematics", No. 4, pp. 75-81
7. AL-HILALI, Z.S.H., SHEVCHENKO, V.P. (2016): *The structure of e-Learning system for the discrete mathematics*. In Proc.: "Theoretical and Applied Aspects in Program System Development (TAAPSD'2016)", Kyiv, pp. 252-256
8. AGGRWAL, A., VERMA, R., SINGH, A. (2018): *An Efficient Approach for Resource Allocations using Hybrid Scheduling and Optimization in Distributed System*, "International Journal of Education and Management Engineering (IJEME)", Vol.8, No.3, pp. 33-42
9. NAGAR, R., GUPTA, D.K., SINGH, R.M. (2018): *Time Effective Workflow Scheduling using Genetic Algorithm in Cloud Computing*, "International Journal of Information Technology and Computer Science (IJITCS)", Vol.10, No.1, pp. 68-75

Надійшла до редколегії 30.10.2018