

# Застосування генетичного алгоритму оптимізації для формування розкладу занять

DA-51	8:30-10:05	10:25-12:00	12:20-13:55	14:15-15:50	16:10-17:45
Monday		Comp. arc., lec	ICT, lab	Physical training	
		310	101		
		Artuhov	Sergeev-Gorchynsky	---	
Tuesday	ICT, lec	Com. Circ., lec	Comp. arc., lab	Comp. arc., lab	
	208	307	305	305	
	Kapshuk	Stikanov	Kirusha	Kirusha	
Wednesday	Num. Met., lec	Com. Circ., prac	English, prac		
	301	309	309		
	Petrenko	Giorgizova	Dukhanina		
Thursday		Philosophy, lec	Num. Met., lab	Num. Met., prac	
		310	308	310	
		Zuev	Golubova	Golubova	
Friday	TOP, lec	TOP, prac	Physical training		
	302	203a			
	Stus	Stus	---		

Підготував  
Студент групи ДА-32  
Натальчук Максим

Науковий керівник:  
К.Т.Н., доцент  
Чкалов О.В.

# Задача складання розкладу занять

- NP-складне завдання
- Велика розмірність вихідних даних
- Велика кількість крайових умов (жорстких і м'яких обмежень)

# Недоліки ручного вирішення ЗСР

- Вимагає великих затрат часу
- Потребує кваліфікованих спеціалістів для складання
- Людський фактор

# Алгоритми автоматизованого вирішення ЗСР

- Класичні алгоритми (локальний пошук, простий та розумний перебір, тощо)
- Евристичні алгоритми (генетичний алгоритм, мурашиний метод, імітації підпалу, гілок та меж, тощо)

# Недоліки класичних алгоритмів для ЗСР

- Складність отримання математичної моделі
- Зростання часових затрат зі збільшенням об'єму вихідних даних
- Погано враховані структурові властивості складових розкладу занять

# Переваги евристичних алгоритмів

- Зручність складання математичної моделі задачі
- Враховуються структурові властивості об'єктів розкладу
- Велика розмірність вхідних даних не є ключовим фактором впливу на часові затрати для складання розкладу

# Переваги генетичного алгоритму над іншими евристичними алгоритмами

- Оперує сукупністю рішень, коли інші алгоритми оперують одним рішенням, яке ітеративно покращують (це збільшує імовірність знаходження близького рішення до оптимального)
- Інші методи потребують більшої обчислювальної складності порівняно з генетичним алгоритмом

# Складання розкладу з ДОПОМОГОЮ ГЕНЕТИЧНОГО алгоритму

- Опис об'єкту оптимізації
- Опис обмежень, що накладаються на розклад
- Визначення цільової функції
- Опис задачі оптимізації в термінах генетичного алгоритму



# Опис розкладу занять

$T = \{id, d_i, int_i\}$   
 $G = \{g_1, \dots, g_m\}$   
 $D = \{id, code_i, n_i, p, t\}$   
 $P = \{id, name\}$   
 $a_i = \{id, n, c\}$

Група \ час	1-Понеділок-1	1-Понеділок-2	...	2-П'ятниця-5
Група 1	...	...	...	...
Група 2	...	Предмет	...	...
		Викладач		
		Аудиторія		
		Тип		
...	...	...	...	...
Група n	...	...	...	...

# В термінах генетичного алгоритму

- Гени – це предмет, аудиторія, часовий інтервал, група, викладач, тип предмету, місткість, тощо.
- Хромосома – це одне заняття
- Особина – розклад занять

# Жорсткі обмеження

- Викладач не може бути присутнім на двох заняттях одночасно;
- В одній аудиторії не можуть проводитися різні заняття одночасно;
- Місткість аудиторії не може бути меншою, ніж кількість присутніх у ній студентів;
- Деякі заняття вимагають особливих аудиторій (наприклад, комп'ютерних класів, лабораторій, спортзалів та інше);
- Одна група не може вивчати декілька предметів на одному занятті одночасно;

# М'які обмеження

- У розкладі не має бути вікон;
- Кількість вікон у викладача мінімальна;
- Викладачі можуть віддавати перевагу конкретному часу проведення занять;
- Усі лабораторні заняття мають проводитись в один день;
- Лекції мають проводитись на першій - третій парах;
- Заняття з фізичної підготовки мають проводитись на останніх парах;
- Кількість занять в останній день навчання в тижні має бути меншою ніж у інші дні;

# Цільова функція

$$F(H_j) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^m P_i} \rightarrow \max$$

$$P_i = n_i w_i$$

$n_i$  – це ступінь невиконуваності  $i$ -го обмеження;

$w_i$  – штрафний коефіцієнт для  $i$ -го обмеження;

$P_i$  – штраф за невиконання  $i$ -го обмеження.

# Реалізація

Для описаного об'єкта оптимізації було застосовано генетичний алгоритм з описаною раніше цільовою функцією.

Мова програмування: Java

Програма: консольна, результат зберігається в файлі .xls

# Результати

## Власна реалізація [1]

DA-51	8:30-10:05	10:25-12:00	12:20-13:55	14:15-15:50	16:10-17:45
Monday		Comp. arc., lec	ICT, lab	Physical training	
		310	101		
Tuesday	ICT, lec	Com. Circ., lec	Comp. arc., lab	Comp. arc., lab	
	208	307	305	305	
Wednesday	Num. Met., lec	Com. Circ., prac	English, prac		
	301	309	309		
Thursday		Philosophy, lec	Num. Met., lab	Num. Met., prac	
		310	308	310	
Friday	TOP, lec	TOP, prac	Physical training		
	302	203a			
	Stus	Stus	---		

## Складений вручну розклад [4]

DA-51	8:30-10:05	10:25-12:00	12:20-13:55	14:15-15:50
Monday	Philosophy , lec	Num. methods, prac		Physical training
	105	105		
Tuesday	Zuev	Bulakh		---
		Comp. circ., lec	Num. met., lab	Phys. training
Wednesday		304	206	103
		Stikanov	Golubova	---
Thursday		Comp. arc., lec	ICT, lec	Com. circ., lab
		309	310	303
Friday		Artuhov	Kapshuk	Kirusha
	TOP, lec	Comp. arc., lab	TOP, prac	ICT, lab
Saturday	305	203	304	208
	Stus	Britov	Stus	Kirusha
Sunday	Num. met., lec	Comp.circ. , prac	English, prac	
	301	304	304	
	Petrenko	Giorgizova	Dukhanina	

# Результати

Готове рішення,  
реалізоване на мові  
програмування C++ [2]

DA-51	8:30-10:05	10:25-12:00	12:20-13:55	14:15-15:50	16:10-17:45
Monday	Num. met., prac	Comp. arc., lec	ICT, lab		Physical training
	310	310	101		203
	Golubova	Artuhov	Sergeev- Gorchynsky		----
Tuesday	ICT, lec	Comp. circ., lec			Comp. arc., lab
	105	102			312
	Kapshuk	Stikanov			Kirusha
Wednesday	TOP, lec	Comp. circ., prac		Comp. circ., lab	English, prac
	302	102		102	309
	Stus	Giorgizova		Kirusha	Dukhanina
Thursday	Philosophy, lec		Num. met., lab		
	310		308		
	Zuev		Golubova		
Friday			TOP, prac		Num. met., lec
			203a		301
			Stus		Petrenko

Готове рішення, реалізація  
на мові Python [3]

DA-51	8:30-10:05	10:25-12:00	12:20-13:55	14:15-15:50
Monday	Philosophy , lec	Num. methods, prac		Physical training
	105	105		
	Zuev	Bulakh		----
Tuesday	Comp. circ., lec		Num. met., lab	Phys. training
	304		206	103
	Stikanov		Golubova	----
Wednesday	Comp. arc., lec		ICT, lec	Com. circ., lab
	309		310	303
	Artuhov		Kapshuk	Kirusha
Thursday	TOP, lec	Comp. arc., lab	TOP, prac	ICT, lab
	305	203	304	208
	Stus	Britov	Stus	Kirusha
Friday	Num. met., lec	Comp.circ. , prac		English, prac
	301	304		304
	Petrenko	Giorgizova		Dukhanina



# Результати

## Результат мурашиного алгоритму [5]

DA-51	8:30-10:05	10:25-12:00	12:20-13:55	14:15-15:50	16:10-17:45
Monday	Philosophy, lec				Numerical Methods, prac
	103				304
	Zuev				Bulakh
Tuesday	Information coding theory, lab	Computer circuitry, lec	Computer circuitry, prac		Numerical Methods, lab
	304	307	208		309
	Sergeev-Gorchynsky	Stikanov	Giorgizova		Golubova
Wednesday			Numerical Methods, lec	Theory of probability, prac	
			206	302	
			Petrenko	Stus	
Thursday		Computer architecture, lab	Theory of probability, lec	Computer circuitry, lab	Computer architecture, lec
		DA-52	309	305	310
		Britov	Stus	Kirusha	Artuhov
Friday	Physical training	Information coding theory, lec	English, prac		
	103	208	306		
	---	Kapshuk	Gaidenko		

## Результат алгоритму імітації підпалу [6]

DA-51	8:30-10:05	10:25-12:00	12:20-13:55	14:15-15:50	16:10-17:45
Monday	Philosophy, lec		Computer architecture, lab		
	105		203		
	Zuev		Britov		
Tuesday		Computer circuitry, lec	Information coding theory, lab	Computer circuitry, lab	Physical training
		304	203	201	
		Stikanov	Kirusha	Kirusha	---
Wednesday		Computer architecture, lec	Information coding theory, lec	Physical training	
		309	310		
		Artuhov	Kapshuk	---	
Thursday	Theory of probability, lec	Computer circuitry, prac	English, prac	Theory of probability, prac	
	305	304	205	206	
	Stus	Giorgizova	Dukhanina	Stus	
Friday	Numerical Methods, lec	Numerical Methods, lab	Numerical Methods, prac		
	301	206	105		
	Petrenko	Golubova	Golubova		

# Порівняння генетичних алгоритмів

Критерій	Рішення [1]	Рішення [2]	Рішення [3]
Фітнес-функція	$F(H_j) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^m P_i}$	$F(H_j) = \sum_{i=1}^m n_i$	$F(H_j) = w_p^{td} * Q * v_g / k_t$
Кількість вікон у розкладі студентів	0	15	11
Кількість вікон для викладачів	2	8	7
Кількість днів, у які проводяться заняття	5	5	5
Проведення лабораторних занять в один день	Не виконується	Не виконується	Не виконується
Проведення лекцій на першій-третій парах	+	-	-
Проведення ФП на третій-п'ятій парах	+	-	-
В останній день тижня навчання кількість пар менша ніж у інші дні	Виконується	Не виконується	Виконується
Тривалість складання розкладу	15 секунд	28 секунд	44 секунди

# Порівняння результатів

Критерій	Рішення [4]	Рішення [5]	Рішення [6]
Кількість вікон у розкладі студентів	0	11	11
Кількість вікон для викладачів	3	6	9
Кількість днів, у які проводяться заняття	5	5	5
Проведення лабораторних занять в один день	Не виконується	Не виконується	Не виконується
Проведення лекцій на першій-третій парах	+	-	-
Проведення ФП на третій-п'ятій парах	+	-	-
В останній день тижня навчання кількість пар менша ніж у інші дні	Виконується	Не виконується	Виконується
Тривалість складання розкладу	1 година	3 хвилини	7 хвилин

## Переваги

- враховано всі м'які умови, побажання студентів та викладачів щодо майбутнього розкладу занять;
- висока швидкість роботи алгоритму;
- зручне подання вхідної інформації;
- концептуальна простота та прозорість реалізації;
- оперує багатьма рішеннями, а не покращує якесь одне.

## Недоліки

- є великий шанс на одному з етапів втратити рішення, що може бути близьким до оптимального;
- великий набір даних (розклад), через що сам процес його формування з допомогою генетичного алгоритму займатиме багато оперативної пам'яті;

Дякую за увагу!

