МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Сараєв Д.О.

УДК 004.89

Оптимізація запитів до баз даних з використанням генетичних алгоритмів

122 – Комп’ютерні науки

Автореферат
магістерської наукової роботи на здобуття освітньої кваліфікації
«Магістр комп’ютерних наук»

Миколаїв – 2020

Магістерська наукова робота є рукопис.

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі інтелектуальних інформаційних систем

Науковий керівник: к. фіз.-мат. наук, доцент кафедри інтелектуальних інформаційних систем Кулаковська Інесса Василіївна

Рецензент: к.т.н., професор, доцент, зав. каф. комп'ютерної інженерії Крайник Ярослав Михайлович

Захист відбудеться «25» лютого 2020 р. о 9^{00} год. на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-403) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З магістерською науковою роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат представлений «24» лютого 2020 р.

Секретар
екзаменаційної комісії,

к.пед.н., доцент Н. М. Болюбаш

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність дослідження визначається складністю оптимізації запитів до баз даних жадібними алгоритмами, через комбінаторну складність задачі

Метою магістерської наукової роботи є дослідження еволюційних методів оптимізації запитів до баз даних за допомогою генетичних алгоритмів

Об'єктом дослідження є еволюційні методи в задачах роботи з базами даних.

Предметом дослідження є генетичні алгоритми для оптимізації запитів до баз даних..

Практичне значення даної магістерської наукової роботи полягає у можливості застосування оптимізації запитів до баз даних генетичними алгоритмами.

Результати даної магістерської наукової роботи було надруковано у тезах XXII Всеукраїнської науково-методичної конференції «Могилянські читання – 2019» у секції Комп'ютерні науки.

Магістерська наукова робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, додатків. Загальний обсяг роботи складає 95 сторінок, 25 рисунків, 6 таблиць та 44 посилань на літературні джерела.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі магістерської наукової роботи обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено предмет та об’єкт дослідження.

У першому розділі наведено огляд предметної області та теоретичних засад оптимызації запитів до баз даних. Проводиться загальний опис генетичного алгоритму, аналіз існуючих оптимізаторів запитів до баз даних.

У другому розділі проведено моделювання та технічне проектування інформаційної системи, що надає засоби оптимізації бази даних на основі генетичних алгоритмів. Проведено аналіз технологій, методів та підходів щодо створення користувацьких додатків. Визначено їх основні переваги та недоліки.

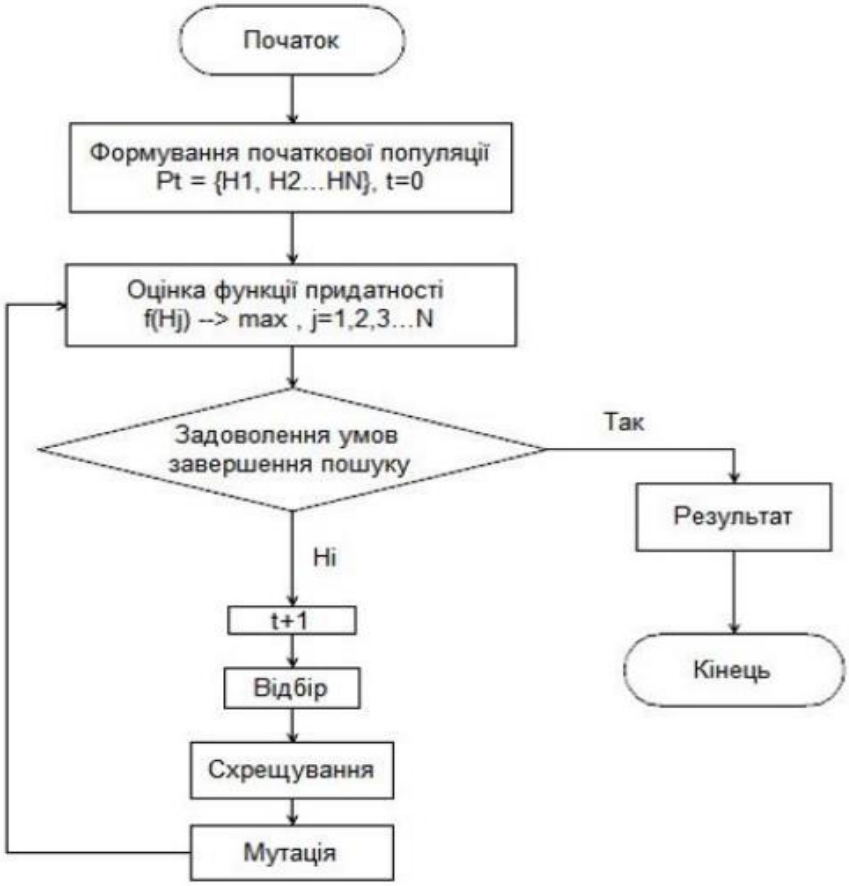
З широким розповсюдженням СКБД, у користувачів з’явилася можливість оперувати величезними масивами даних. Відповідно, з’явилася необхідність у такому способі зберігання цієї інформації, який дозволяє отримати необхідну вибірку інформації з бази даних у найшвидший можливий час для забезпечення користувача надійною, своєчасною та точною інформацією. Бази даних служать для зберігання і представлення даних в організованому вигляді. Таким чином, значимість СКБД постійно зростає. У той же час, все більш і більш складними стають запити до баз даних. Як результат, оптимізація запитів до баз даних стала одним з найефективніших напрямків зменшення цієї складності.

Останнім часом все частіше для вирішення складних задач оптимізації, в тому числі оптимізації запитів до баз даних, використовують різні евристичні методи. До таких методів відносяться також і генетичні алгоритми, які є широко використовуваними і ефективними методами вирішення складних задач оптимізації. У цій роботі описується реалізація генетичного алгоритму (ГА) для вирішення проблеми оптимізації запитів до баз даних.

Генетичний алгоритм (англ. genetic algorithm) — це еволюційний алгоритм пошуку, що використовується для вирішення задач оптимізації і моделювання, шляхом послідовного підбору, комбінування і варіації шуканих параметрів з використанням механізмів, що нагадують біологічну еволюцію.

Особливістю генетичного алгоритму є акцент на використання оператора “схрещування”, який виконує операцію рекомбінацію рішень-кандидатів, роль якої аналогічна ролі схрещування в живій природі.

Стандартне представлення кожного рішення-кандидата - це масив бітів. Масиви інших типів та структур можна використовувати по суті таким же чином. Основна властивість, яка робить ці генетичні представлення зручними полягає в тому, що їх частини легко вирівнюються завдяки фіксованому розміру, що полегшує прості операції кросовера. Також можуть бути використані представлення змінної довжини, але в цьому випадку виконання кросовера є складнішим. Деревоподібні уявлення досліджуються в генетичному програмуванні, а графічні подання досліджуються в еволюційному програмуванні.



Далі описується реалізація генетичного алгоритму для вирішення проблеми оптимізації запитів до бази даних. Наш ГА працює з популяцією хромосом, кожна з яких може розшифруватися як окреме вирішення задачі. Для кожної хромосоми *i* в популяції обчислюється міра її пристосовуваності *F(i)*,

або фітнес-функція. Хромосоми відбираються з популяції в залежності від фітнес-функції, щоб стати батьками наступного покоління. Потім відбувається розмноження між парами хромосом для отримання нащадків. Новостворений набір хромосом стає наступним поколінням і процес повторюється. Модель, яку ми використовуємо, має фіксовану чисельність населення N.

1. Кодування хромосоми

Таблиці, які беруть участь в запиті, кодуються в хромосоми. Засіб кодування залежить від виду представлення запиту у вигляді дерева. Для кодування візьмемо вираз операторів з'єднання (2.1).

$((((R_1 \bowtie R_5) \bowtie R_3) \bowtie R_4) \bowtie R_2)$, де (2.1)

R_n — відповідне відношення у запиті.

Кодування відбувається у числовому вигляді. Кількість генів у хромосомі відповідає кількості відношень у запиті.

Лівоглибоке дерево.

Кожне лівоглибоке дерево може бути представлено унікальним чином як впорядкована послідовність його листів. Такий тип кодування хромосоми являється найпопулярнішим.

При кодуванні лівоглибоким деревом вираз (2.1) кодується у хромосому *15342*.

Кодування комівояжера.

Створюється впорядкований список відношень, що приймають участь у виразі. Рішення зчитується зліва-направо, кожне відношення замінюється на його номер у впорядкованому списку, після чого цей номер прибирається зі списку. Такий метод успішно застосовується при вирішенні задачі комівояжера за допомогою генетичних алгоритмів.

Таким чином, для виразу формується впорядкований список відношень L :

$$L = [1,2,3,4,5]$$

Далі, вираз кодується в хромосому *14221*.

Бінарне дерево.

Кодування хромосом у вигляді бінарних дерев менш очевидне. Воно має бути спроектоване таким чином, щоб не занадто ускладнювати застосування операторів кросоверу і мутації. Непоганий спосіб кодування запропоновано в , де символи в коді хромосоми представляють ребра графа запиту. Корисною властивістю такого методу кодування є те, що його результатом не може бути декартовий добуток, що означає, що будь-яке застосування операторів кросоверу і мутації також не може призвести до декартового добутку.

2. Фітнес-функція

Фітнес-функція показує степінь переваги конкретного індивідуума. Для нашої задачі, очевидно, кращими являються ті індивідууми (плани виконання запитів), що показують менший час виконання. Таким чином, фітнес-функцію представлено у ф. (2.3).

$$F = \frac{1}{\sum_{j=1}^{n} w_j}, \text{ де}$$

W — час виконання плану виконання запиту, закодованого у хромосому.

3. Відбір батьків

Панміксія. Обидва батьки обираються випадковим чином.

Інбридинг. Перший батько обирається випадковим чином, другий — найбільш схожий на першого

Аутбридинг. Перший батько обирається випадковим чином, другий — найменш схожий на першого

4. Селекція

Метод рулетки.

Кожен індивід в популяції відповідає сектору диска, площа якого пропорційна фітнес-функції особини. Цей диск умовно можна уявити як рулетку. N обертів рулетки визначають N особин у новому поколінні. Цей алгоритм бере до уваги відносну пристосованість особини в межах популяції, що означає те, що наявність «зверхособини» може призвести до швидкого виродження інших особин. Таким чином, класична селекція методом рулетки характеризується швидкою збіжністю.

Метод пропорційної рулетки (Magnitude roulette).

Цей метод є різновидом класичної селекції рулеткою, в якому площі сегментів диску (рулетки) визначаються не фітнес-функціями особин, а величинами їх фітнес-функцій. Цей метод характеризується повільнішою еволюцією, але ризик передчасної збіжності значно нижчий.

Рангова селекція.

В задачі оптимізації запитів, фітнес-функції можуть відрізнятися у $\mathbf{10^{100}}$ разів. В селекційних алгоритмах, основаних на відносній фітнес-функції особин, деякі з них майже не матимуть шансів на виживання, в той час як інші швидко захоплять домінуюче положення в популяції, що призведе до швидкої збіжності алгоритму. Алгоритми рангової селекції призначають з N для особини з найкращою фітнес-функцією до 1 для особини з найгіршою в популяції з розміром N. Після цього кожна особина виживає з вірогідністю

$$\frac{R}{((N+1)*\frac{N}{2})}, \text{ де}$$

R — ранг особини.

Елітизм.

Особини в популяції сортуються в порядку зменшення їх фітнес-функції, після чого N особин зберігається для наступного покоління. Це найпопулярніший оператор селекції і він характеризується відносно швидкою збіжністю.

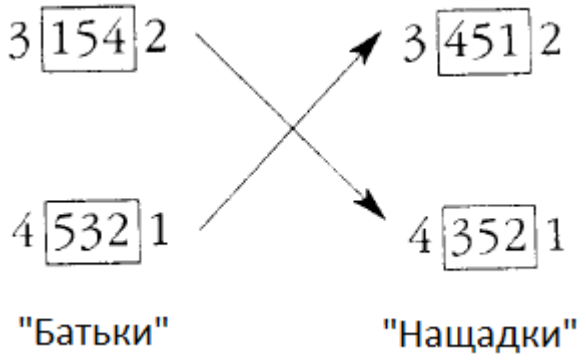
Адаптивна селекція.

Тема самоадаптації в генетичних алгоритмах (а саме адаптація розміру популяції) набуває значної уваги останнім часом. Класичні селекційні алгоритми притримуються фіксованого розміру популяції. Це спрощує алгоритм, але виступає штучним обмеженням, що не має вираження в біологічній еволюції, де кількість особин в популяції постійно коливається в часі, збільшуючись при наявності високопристосованих особин і надмірних ресурсах і зменшуючись в іншому випадку. Для популяції здається інтуїтивно вигідним розширюватися у ранніх поколіннях, і зменшуватись із збіжністю індивідуумів, так як структура і фітнес-функції більше не виправдовують використання великих популяцій і пов’язаних з цим розрахункових витрат.

5. Кросовер

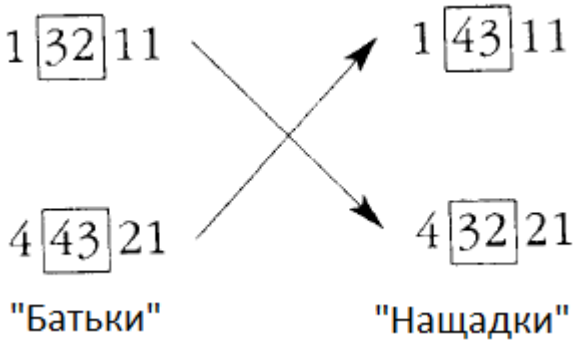
Кросовер послідовного обміну 1.

Цей оператор кросоверу підходить для хромосом, закодованих лівоглибоким та бінарним деревом. Обирається дві випадкові послідовність генів однакової довжини в обох батьків. Потім ці послідовності замінюються на такі, які містять ті ж самі гени, але в послідовності їх індексів в іншому батьку.



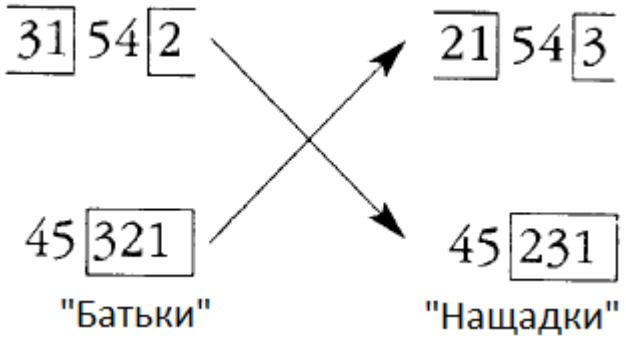
Кросовер послідовного обміну 2.

Цей оператор кросоверу підходить для хромосом, закодованих методом комівояжера. Обирається дві випадкові послідовність генів однакової довжини в обох батьків. Потім ці послідовності обмінюються між батьками для формування нащадків. Цей оператор кросоверу підходить для кодування хромосом методом комівояжера через те, що він дозволяє дублювання символів у хромосомі.



Кросовер обміну підмножин.

Цей оператор кросоверу підходить для хромосом, закодованих лівоглибоким та бінарним деревом. Обираються дві випадкові підмножини генів з однаковою кардинальністю що містять одинаковий набір елементів. Після цього батьки обмінюються цими підмножинами для формування нащадків.



Порядковий кросовер.

У батьківських хромосомах випадково обирається дві точки поділу. Нащадки формуються наступним чином: наслідується частина хромосоми, що відділена точками поділу у першого батька. Всі інші гени заповнюються відсутніми елементами у порядку їх зустрічі у другому батьку, починаючи справа від зони поділу.

(1 3 | 5 7 9 10 | 2 8 6 4)→(7 10 | 2 1 6 9 | 8 4 3 5)
(3 8 | 2 1 6 9 | 4 10 7 5)→(1 6|5 7 9 10 | 4 3 8 2)

Модифікований кросовер подвійного обміну (M2S).

Два випадково обраних гени обираються у першого батька і замінюються на відповідні гени другого батька, зберігаючи їх порядок у другого батька.

(**1** 3 2 **4** 6 5) → (**4** 3 2 **1** 6 5)
(2 **3** 4 6 5 **1**) → (2 **1** 4 6 5 **3**)

CHUNK кросовер.

Цей оператор кросоверу підходить для хромосом, закодованих бінарним деревом. Випадкова секція генів першого батька копіюється на ту ж позицію у нащадка, решта генів заповнюється відповідно їх порядку у другого батька.

6. Мутація

Мутація взаємного обміну.

Гени на позиції *(i)* і *[(i+1) mod N],* де N — довжина хромосоми, обмінюються позиціями. Застосовуючись для хромосом, закодованих лівоглибоким деревом, цей оператор мутації породжує нову хромосому, що являється дійсним рішенням.

7. Критерії зупинки

Алгоритм припиняє свою роботу у двох випадках:

1) Досягнуто заданий ліміт поколінь.
2) «Плато». Протягом N поколінь генотип популяція не змінюється достатнім чином.

Третій розділ присвячено програмній реалізації програмного забезпечення генетичного оптимізатора запитів до баз даних, запропонована інструкція користувача. Проведено аналіз отриманих результатів, зроблені висновки щодо використання генетичних алгоритмів в задачі оптимізації запитів до баз даних.

В результаті дослідження доцільності застосування генетичних алгоритмів для задачі оптимізації запитів до баз даних були отримані певні результати. В цьому розділі буде проведено їх аналіз.

Ефективність роботи алгоритму з різними параметрами оцінюється за наступними параметрами:

- час виконання;
- результат роботи алгоритму

В результаті досліджень роботи алгоритму не було помічено кореляції між методом кодування хромосоми і ефективністю роботи алгоритму, тому, для простоти викладення матеріалу будемо порівнювати тільки результати, отримані за допомогою метода кодування лівоглибоким деревом.

Для кожної комбінації операторів кросоверу та селекції проводилися тести з різними вірогідностями кросоверу та мутації, у межах від 10 до 100, з кроком 10. Наприклад, для оператору кросоверу послідовного обміну і методу селекції елітизм для кількості відношень були отримані наступні результати :

№	Вірогідність кросоверу	Вірогідність мутації	Фітнес-функція	Час виконання запиту, с
1	70	50	38.461	0.0261
2	100	40	36.231	0.0276
3	50	90	38.101	0.0277
4	20	70	34.965	0.0286

5	70	60	34.6021	0.0289
6	20	40	33.670	0.0297
7	80	20	32.461	0.0312
8	60	10	32.243	0.0322
9	60	30	32.225	0.0325
10	30	50	32.221	0.0326

Як можна бачити, найкращий результат показав алгоритм з достатньо високим показником вірогідності мутації і середнім значенням вірогідності кросоверу.

Порівняння ефективності роботи генетичного алгоритму і вбудованого оптимізатора:

Генетичний алгоритм	Оптимізатор MySQL	Різниця у часі виконання, с	Відсоткова різниця, %
0.0261	0.0234	0,0027	8.6

При кількості відносин в запиті дорівнює 5, генетичний алгоритм програє оптимізатору MySQL на 8.6%.

За тих самих параметрах, але при кількості відносин в запиті дорівнює 12, булі отримані наступні результати:

Генетичний алгоритм	Оптимізатор MySQL	Різниця у часі виконання, с	Відсоткова різниця, %
2.1802	2.2453	-0,0651	-2,98

При кількості відносин в запиті = 12, генетичний алгоритм виграє у оптимізатора MySQL на 2,98%.

Дослідним шляхом було встановлено, що генетичний алгоритм починає вигравати у вбудованого оптимізатора при деяких параметрах при кількості відносин дорівнює 12.

Наступним кроком є дослідження всіх комбінацій операторів кросоверу/селекції, при сталій кількості відношень у запиті дорівнює 12. Результати цього дослідження відображені у таблиці.

Оператор кросоверу	Оператор селекції	Генетичний алгоритм	Оптимізатор MySQL	Різниця у часі виконання, с	Відсоткова різниця, %
Послідовний обмін	Рулетка	2.3838	2.2453	0.1385	+5,81
Послідовний обмін	Рангова	2.1937	2.2453	-0.0516	-2.35
Послідовний обмін	Елітизм	2.1802	2.2453	-0,0651	-2.98
Обмін підмножин	Рулетка	2.3646	2.2453	0.1193	+5.05
Обмін підмножин	Рангова	2.1934	2.2453	-0.0519	-2.37
Обмін підмножин	Елітизм	2.163	2.2453	-0.0823	-3.80
Порядковий	Рулетка	2.1832	2.2453	-0.0621	-2.8444
Порядковий	Рангова	2.3807	2.2453	0.1354	5.6874
Порядковий	Елітизм	2.1935	2.2453	-0.0518	-2.3615
M2S	Рулетка	2.2137	2.2453	-0.0316	-1.4275
M2S	Рангова	2.1589	2.2453	-0.0864	-4.0020
M2S	Елітизм	2.044	2.2453	-0.2013	-9.8483

Проаналізувавши отримані результати, можна зробити висновок, що найкраще показала себе зв’язка M2S кросовера з селекцією методом елітизму. В порівнянні з вбудованим оптимізатором запитів MySQL цей генетичний алгоритм показує приріст швидкості опрацювання запиту на 9,84%. Загалом найгірші результати показують генетичні алгоритми з методом селекції

рулеткою, а найкращі — елітизмом. Генетичні алгоритми з методом кросоверу M2S показують найкращі результати з-проміж усіх кросоверів, забезпечуючи приріст швидкості виконання запиту в порівнянні з вбудованим оптимізатором MySQL в комбінації з усіма операторами селекції.

У методичному розділі запропонована лабораторна робота на основі розробленого програмного додатку для оптимізації запитів до баз даних.

У спеціальному розділі дипломної роботи виконано аналіз умов праці в офісному приміщенні фірми «Світ шарів». Перевірено, чи відповідає приміщення вимогам охорони праці. Був сформований список заходів, пов’язаних з небезпекою загоряння у зв'язку із несправністю електричного обладнання, недотримання, або порушення правил протипожежної безпеки обслуговуючим персоналом, що може призвести до пожежі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Метою дипломної роботи було дослідження еволюційних методів оптимізації запитів до баз даних за допомогою генетичних алгоритмів .

В процесі виконання даної дипломної роботи було досліджено проблему оптимізації запитів з багатьма операторами з'єднання, як проблему комбінаторної складності.

Були досліджені існуючі підходи до оптимізації запитів до баз даних. Були охарактеризовані існуючі оптимізатора запитів. Були досліджені підходи різних СКБД щодо оптимізації запитів.

Був оглянутий генетичний алгоритм в загальному вигляді і було запропоновано пристосування генетичного алгоритму до задачі оптимізації запитів до баз даних. Було спроектовано і розроблено інформаційну систему оптимізації запитів до баз даних з використанням генетичних алгоритмів.

За допомогою розробленої інформаційної системи було проаналізовано можливість оптимізації запитів до баз даних з великою кількістю операторів з'єднання за допомогою генетичних алгоритмів. Аналіз отриманих даних доводить, що оптимізація запитів до баз даних з використанням генетичних алгоритмів — перспективний напрям оптимізації запитів. Були досягнуті результати, за якими оптимізовані генетичним оптимізатором запитом показують більш швидкий час виконання, ніж такі, що оптимізовані вбудованими оптимізаторами СКБД.

Були виявлені наступні недоліки такого підходу до оптимізації запитів з багатьма операторами з'єднання:

- недоцільність використання генетичних алгоритмів при оптимізації запитів з кількістю відношень менше 12, вбудовані оптимізатори СКБД справляються с такими запитами значно швидше і краще;
- дуже високий час роботи генетичного алгоритму при високій кількості відношень через те, що для кожного індивідууму потрібно обрахувати фітнес-функцію, для чого потрібно виконати запит і виміряти час виконання. Для неоптимальних запитів цей час відносно великий, а таких неоптимальних запитів може бути багато.

Для подальших досліджень запропоновано оптимізувати роботу генетичного алгоритму наступним чином:

- розпаралелювання генетичного алгоритму. Виконання запитів до бази даних паралельно, а не послідовно;
- оптимізація обрахування фітнес-функції; не виконувати запит там, де це можливо.

У спеціальному розділі дипломної роботи виконано аналіз умов праці в офісному приміщенні фірми «Світ шарів». Перевірено, чи відповідає приміщення вимогам охорони праці.

Були сформований список заходів, пов’язаних з небезпекою загоряння у зв'язку із несправністю електричного обладнання, недотримання, або порушення правил протипожежної безпеки обслуговуючим персоналом, що може призвести до пожежі. Були описані вимоги протипожежної безпеки. Для персоналу підприємства був розроблений інструктаж щодо протидії подібним небезпечним ситуаціям.

У методичному розділі дипломної роботи була розроблена лабораторна робота для набуття і закріплення знань і навичок з оптимізації запитів до баз даних.

АНОТАЦІЯ

до магістерської наукової роботи
на тему: «Оптимізація запитів до баз даних з використанням генетичних алгоритмів»

Студент: Сараєв Дмитро Олексійович
Керівник: к.ф.-м.н., доцент Кулаковська І. В.

Дана магістерська наукова робота присвячена дослідженню методів та підходів для використанню генетичних алгоритмів в задачах оптимізації запитів до баз даних.

Метою роботи є дослідження методів та підходів оптимізації часу виконання запитів до баз даних за допомогою генетичних алгоритмів.

Об'єктом дослідження є еволюційні методи в задачах роботи з базами даних.

Предмет дослідження: генетичні алгоритми для оптимізації запитів до баз даних.

Основна частина дипломної роботи включає в себе: вступ, три розділи, висновки та додатки до дипломної роботи.

В першому розділі магістерської наукової роботи проводиться загальний опис генетичного алгоритму, аналіз існуючих оптимізаторів запитів до баз даних.

У другому розділі проведено моделювання та технічне проектування інформаційної системи, що надає засоби оптимізації бази даних на основі генетичних алгоритмів. Проведено аналіз технологій, методів та підходів щодо створення користувацьких додатків. Визначено їх основні переваги та недоліки.

Третій розділ присвячено програмній реалізації програмного забезпечення генетичного оптимізатора запитів до баз даних, запропонована інструкція користувача. Проведено аналіз отриманих результатів, зроблені висновки щодо доцільності і перспектив використання генетичних алгоритмів в задачі оптимізації запитів до баз даних.

У спеціальному розділі дипломної роботи виконано аналіз умов праці в офісному приміщенні фірми «Світ шарів». Перевірено, чи відповідає приміщення вимогам охорони праці. Був сформований список заходів, пов'язаних з небезпекою загоряння у зв'язку із несправністю електричного обладнання, недотримання, або порушення правил протипожежної безпеки обслуговуючим персоналом, що може призвести до пожежі.

У методичному розділі запропонована лабораторна робота на тему «Оптимізація запитів до баз даних з використанням генетичних алгоритмів» на основі розробленого програмного додатку для оптимізації запитів до баз даних.

Робота складається з 95 сторінок, на яких розміщені 25 малюнків і 6 таблиць. При написанні роботи використовувалося 44 джерел.

Ключові слова: *запит, база даних, оптимізація, час виконання, план виконання.*

ABSTRACT

to the master's scientific work

on the theme: "Database query optimization with usage of genetic algorithms"

Student: Saraiev Dmytro Olexiyovich

Leader: Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor Kulakovskaya I.V.

This Master's thesis is devoted to the study of methods and approaches for the usage of genetic algorithms in the problems of database query optimization.

The purpose of this work is to study methods and approaches for optimizing execution time of database queries using genetic algorithms.

The object of the study is evolutionary methods in database management tasks.

The subject of the study is the genetic algorithms for optimizing database queries.

The main part of the thesis includes: introduction, three sections, conclusions and supplements to the thesis.

In the first section of the Master's thesis general description of the genetic algorithm, analysis of existing database query optimizers are discribed.

The second section deals with the modeling and technical design of an information system that provides a means of optimizing the database based on genetic algorithms. The analysis of technologies, methods and approaches for creating custom applications is carried out. Their main advantages and disadvantages are identified.

The third section deals with the software implementation of the genetic database query optimizer software, for which a user guide is offered. The results obtained are analyzed, conclusions are drawn about the feasibility and prospects of using genetic algorithms in the task of optimizing database queries.

In the special section of the thesis the analysis of working conditions in the office space of the firm "World of Ballons" is performed. Checked that the premises meet the requirements of labor protection. A list of measures related to the risk of fire due to malfunctioning of electrical equipment, non-compliance, or violation of fire safety rules by maintenance personnel could be formed.

The methodical section offers a laboratory work on "Optimizing database queries using genetic algorithms" on the basis of a developed software application for optimizing database queries.

The work consists of 95 pages, which contain 25 figures and 6 tables. 44 sources were used when writing this work.

Keywords: query, database, optimization, execution time, execution plan.