



АДАПТОВАНИЙ АЛГОРИТМ СИНТЕЗУ ЛОКАЛЬНОЇ МОДЕЛІ КЕРОВАНОГО ПРОЦЕСУ

УДК 004.657; 004.043

КОСТЕНКО Павло Павлович

аспірант кафедри комп'ютерних та інформаційних систем Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

Наукові інтереси: оптимізація SQL-запитів, робото-технічні комплекси, алгоритми програмування.

e-mail: ppkostenko@gmail.com

ГУЧЕНКО Микола Іванович

д.т.н., проф. кафедри комп'ютерних та інформаційних систем Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

Наукові інтереси: інформаційні технології.

e-mail: mig@link.poltava.ua

ВСТУП

Інформаційні системи (ІС) активно розвиваються та розповсюджуються в усі галузі життєдіяльності суспільства, зокрема в сфері автоматизації виробничих процесів та сфері обслуговування. Автоматизовані системи управління робочим місцем (АСУ РМ) покликані підвищити швидкість роботи персоналу в установах надання медичних, юридичних та інших послуг. Подібні інформаційні системи використовують бази даних (БД), для збереження обробки та надання інформації користувачам ІС.

В ході активного використання ІС спостерігається суттєве погіршення швидкості отримання інформації в ІС, що обумовлено рядом чинників: програмна реалізація клієнтських частин ІС, апаратні характеристики клієнтських, серверних персональних комп'ютерів ПК та мережі передачі даних, структура БД, SQL-запити до БД тощо. Для оптимізації зазначених чинників використовуються методи: рефакторингу [1,2], систематичної заміни (модернізації) апаратних частин [3,4], реорганізації інформації в базі даних на логічному рівні (нормалізація бази даних)[5], оптимізації SQL-запитів [6-11]. З розглянутих методик однією з

найефективніших вважається оптимізація SQL-запитів. Внутрішньому компоненту, системи керування базами даних (СУБД), що відповідає за оптимізацію SQL-запитів доступна вся інформація для коректної побудови і оптимізації плану виконання запиту (мета дані БД, індекси, статистика тощо.), єдиним слабким місцем даної системи є правила оптимізації. Крім цього стандартний оптимізатор обмежений в своїй роботі одним запитом користувача, що призводить до генерації обмеженої кількості варіантів оптимізації. Вибір не оптимального плану виконання запиту обумовлюється некоректною формою запиту користувача. Модифікація структури запиту, на боці клієнта, реалізується технологією рефакторингу, що описана в роботі [12]. Рефакторинг SQL додатків – запитів кропіткий процес, що потребує періодичного застосування, в наслідок динамічного ускладнення структури та об'єму БД. Тому постає проблема вибору технології, яка б дозволила оптимізувати структуру SQL-запитів, до їх виконання на сервері СКБД, під час роботи ІС.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Оптимізація SQL-запитів до їх виконання засобами СКБД в процесі функціонування ІС зводиться до задачі

керування в умовах інформаційної невизначеності фізичної та логічної структури БД. Це пояснюється необхідністю проведення виділення запиту на етапі його передачі від клієнтського програмного забезпе-

чення до серверу СКБД та реалізацією зовнішньої оптимізації запитів в періоди мінімального завантаження ІС. Структурно-функціональна схема частини ІС з блоком оптимізації представлена на рис. 1.

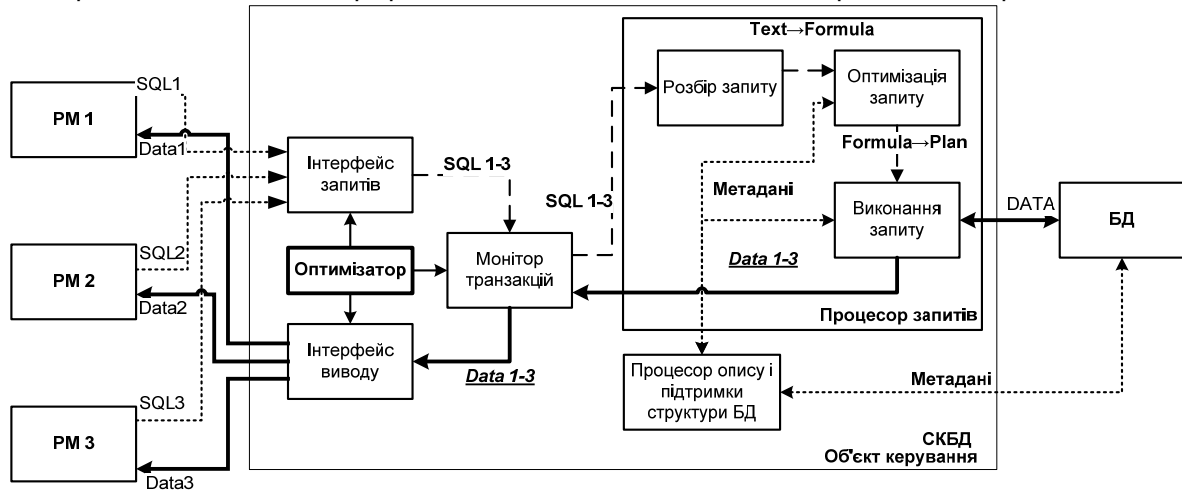


Рисунок 1 – Структурно-функціональна схема частини ІС з блоком оптимізації

Як видно з рис. 1. оптимізатор виступає в якості додаткового зовнішнього модулю ІС і представляє собою надбудову до СКБД, без можливості прямого доступу до БД. Оптимізація в умовах інформаційної невизначеності фізичної та логічної структури БД не дозволяє використовувати класичні системи керування. Статистичні системи керування потребують часу для накопичення статистики поведінки об'єкту та характеристик збурень [13]; еволюційні системи керування використовують алгоритми зворотного поширення похибок з низькою швидкістю збіжності, потребують тривалого навчання [14-15]; робастні системи керування потребують параметричної робастності об'єкта керування (ОК), точної моделі ОК, великої кількості розрахункових ітерацій [16-17].

В [18] показано, що шляхом проведення експерименту в режимі реального часу можливо отримати модель керованого процесу. Подібна локальна модель відображає в даний момент часу динаміку об'єкта керування та збурень, що діють на нього. Актуальною проблемою є застосування апарату синтезу локальної моделі керованого процесу (ЛМКП) до задачі оптимального вибору в умовах інформаційної невизначеності, якою являється задача зовнішньої оптимізації SQL-запитів.

МЕТА РОБОТИ

Адаптація алгоритму синтезу ЛМКП до задачі оптимального вибору в умовах інформаційної невизначеності для реалізації зовнішньої оптимізації SQL-запитів.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Існує два підходи до вирішення задачі керування: класичний та еволюційний. В першому випадку під моделлю процесу розуміють формальну систему рівнянь та нерівностей, які описують зовнішні збурення та реакцію об'єкта керування на них (явна модель). В другому випадку модель є неявною та «неформальною» і виробляється всередині керовального пристрою незалежно від волі дослідника. В обох випадках модель керованого процесу є «глобальною», тобто претендує на описання керованого процесу на всьому періоді керування. Для створення глобальної моделі потрібні процеси експерименту та ідентифікації. Для уточнення «глобальної» моделі в процесі керування використовується принцип дуального керування при якому паралельно з керовальним впливом вводяться відомі тестові впливи, після чого реакція на керовальні та тестові впливи розділяється і виконується ідентифікація параметрів моделі на основі тестових

впливів. При цьому уточнення моделі в реальному часі наштовхується на обчислювальні труднощі (прокляття розмірності)

Можливий підхід коли «глобальна» модель замінюється на «локальну», тобто придатну «тут і зараз» тобто для даних конкретних збурень в межах циклу керування. «Локальна» модель може бути створена у вигляді сигналу керування, еквівалентного за своєю дією на об'єкт керування дії зовнішніх збурень. Для цього на етапі створення моделі необхідно ввести таке керування, яке подвоює вихід об'єкта (для лінійного об'єкта) порівняно з відсутністю керування. Подібному підходу присвячені роботи Гученко М.І. та Славко О.Г. [18-20], де дослідники вирішують задачу стабілізації параметрів динамічної системи в часі.

Переваги ЛМКП, які варто використати для оптимізації запитів та зберегти при її адаптації до дискретної задачі оптимального вибору:

- модель являє собою сигнал керування,
- будується шляхом активного експерименту,
- модель локальна, можлива для використання за поточних параметрів системи.

Вибір системи керування на основі ЛМКП для ядра методу оптимізації дозволяє використати наступні її переваги: отримання інформації про керований процес в реальному часі шляхом активного експерименту, побудова ЛМКП не потребує повної апріорної інформації про ОК, побудова ЛМКП не потребує тривалого накопичення статистичних даних про ОК, побудова ЛМКП не вимагає тривалого навчання.

Ідея синтезу ЛМКП в задачі оптимального вибору структури SQL-запиту показана на рис. 2. Та полягає в синтезі такої синтаксичної конструкції вхідного керованого впливу (вхідна керуюча величина), яка викликає таку ж реакцію керованої системи, як і вхідний вплив, що відповідає фізичній та логічній структурі даних БД, які приймають участь в виконання запити.

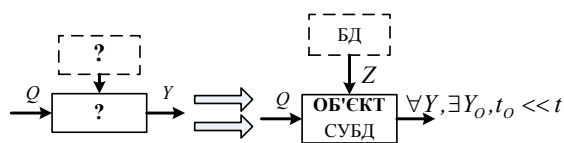


Рисунок 2 – Ідея синтезу ЛМКП в умовах невизначеності структури БД

(Y – вихідна некерована реакція об'єкта, Y_0 – вихідна керована реакція об'єкта, Q – вхідний запит (сигнал керування), Z – невідомий зовнішній вплив, t – час отримання Y , t_0 – час отримання Y_0)

В початковому вигляді структурна схема системи керування має вигляд рис. 3, де $u(t)$ – сигнал керування, $x(t)$ – задавальний вплив, $y(t)$ – керована реакція об'єкта, $z(t)$ – невідомий вхідний сигнал, що підлягає визначенню шляхом побудови його еквіваленту $u(t)$. Відповідно структурна схема дискретної системи керування рис. 4, де Q – вхідний SQL-запит, QU – синтаксично оптимізований SQL-запит, Z – невідомий зовнішній вплив (підлягає визначенню шляхом побудови його еквіваленту QU), Y – вихідні дані (керована реакція об'єкта)

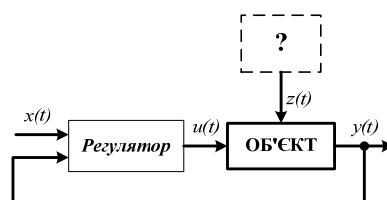


Рисунок 3 – Структурна схема неперервної системи керування

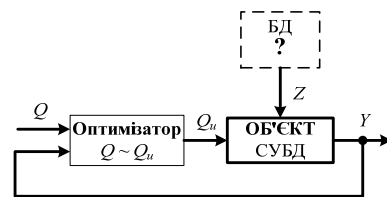


Рисунок 4 – Структурна схема дискретної системи керування



Рисунок 5 – Базовий алгоритм синтезу ЛМКП

Базовий алгоритм синтезу ЛМКП (рис. 5) складається з чотирьох базових етапів:

- отримання реакції системи, під час якого проводиться стеження за поведінкою об'єкта;
- лінійний прогноз – проводиться прогнозування поведінки ОК та генерація сигналу керування;
- пробне керування – проводиться пробне керування на один крок вперед на частоті вищій за частоту роботи ОК;
- визначення помилки керування – визначається похибка керування та підготовлюються дані до прогнозу поведінки системи.

В ході адаптації алгоритму синтезу ЛМКП до задачі вибору в дискретних системах були внесені наступні зміни до базового алгоритму (рис. 6.):

- застосовано до дискретних систем керування (ІС на основі баз даних);
- побудова локальної моделі проводиться не в режимі реального часу, а в моменти мінімального завантаження чи простою системи;
- на етапі побудови локальної моделі не проводиться прогноз вихідних даних (часу виконання запиту);
- алгоритм застосовано до нелінійного об'єкту, який вважаємо лінійним на етапі побудови локальної моделі для даного SQL-запиту в даний момент часу.

Алгоритм зберіг головну ідею, а саме спостереження та активний експеримент для створення ЛМКП.

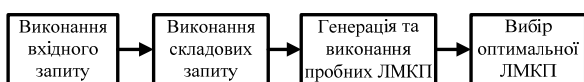


Рисунок 6 – Адаптований алгоритм синтезу ЛМКП

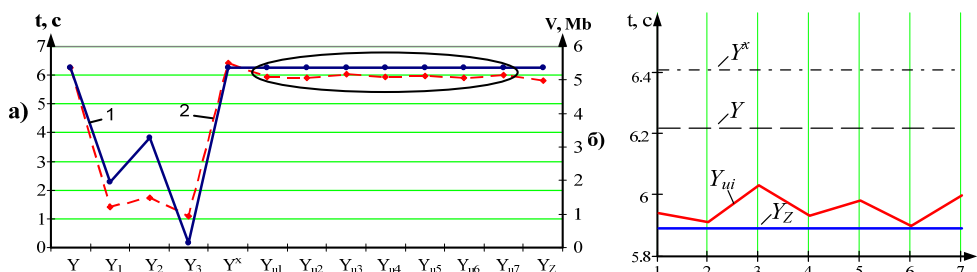


Рисунок 7 – Приклад: а) оптимізації запиту, б) синтез ЛМКП

(1 – час виконання запитів, 2 – об'єм даних отриманих в результаті виконання запитів, Y – некерована реакція об'єкта на виконання Q , Y_1 - Y_7 – реакція об'єкта на виконання складових запитів Q , Y^x – реакція об'єкта на пробне керування Q^x , Y_{u1} - Y_{u7} – керована реакція об'єкта на запити Q_{u1} - Q_{u7} (ділянка синтезу ЛМКП), Y_z – реакція об'єкта на невідомий вхідний сигнал Z)

Керування на основі ЛМКП вбачається в побудові такої послідовності умов наповнення результуючого відношення, яка максимально відповідає логічній і фізичній структурі БД (індексам, статистиці, плану виконання запиту, наповненості БД, тощо.). Отримана синтаксична конструкція запиту є еквівалентом БД, локальною моделлю БД і одночасно може використовуватися в якості керуючого впливу.

На практиці, побудова ЛМКП зводиться до генерації такого еквіваленту вхідного сигналу, який дає мінімальний час виконання. За таких умов вхід є ЛМКП та співпадає з внутрішньою структурою БД, при цьому отриманий еквівалент приймається ідеальний керуючий вплив. Керування зводиться до побудови локальної моделі, як ідеального вхідного сигналу.

Після адаптації алгоритм синтезу ЛМКП (рис. 6) містить 4 ключові етапи, серед яких: виконання вхідного запиту, в результаті чого зберігається час його виконання та об'єм даних, що повертається клієнту; виконання складових запитів – під час даного етапу проводиться розбір запиту на складові та аналіз часу їх виконання; генерація та виконання пробних ЛМКП, в ході даного етапу проводиться перебір синтаксичних варіантів запиту за умов відповідності семантики с генерованих варіантів, семантиці вхідного запиту; вибір оптимального варіанту – проводиться порівняльний аналіз часу виконання за умови сталого об'єму даних необхідних клієнту ІС.

Приклад оптимізації запиту та синтезу ЛМКП подано на рис. 7



ВИСНОВКИ

Отримав подальший розвиток метод створення локальної моделі керованого процесу, який, на відміну від існуючого, дозволяє вирішувати задачу вибору оптимального варіанту керування впливу в дискретних системах керування зі збереженням властивості повноти локальної моделі керованого процесу і дозволяє визначити синтаксичну конструкцію SQL-запиту з мінімальним часом виконання в умовах

невизначеності фізичної та логічної структури бази даних.

Викладено особливості базового та адаптованого алгоритму синтезу ЛМКП. Представлено результати побудови ЛМКП та оптимізації SQL-запиту. Подальший розвиток вбачається у впровадженні адаптованого алгоритму синтезу ЛМКП до методу зовнішньої оптимізації SQL-запитів в умовах інформаційної невизначеності фізичної та логічної структури БД.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Фаулер М. Рефакторинг: улучшение существующего кода = Refactoring: Improving the Design of Existing Code (2000) /Фаулер М. — СПб: Символ-Плюс, 2004. — С.430.
2. Скотт В. Эмблер, Рефакторинг баз данных: эволюционное проектирование = Refactoring Databases: Evolutionary Database Design (Addison-Wesley Signature Series) /Скотт В. Эмблер, Прамодекумар Дж. Садаладж. — М.: «Вильямс», 2007. — С.368.
3. Mueller, Scott: Upgrading and repairing PCs /Scott Mueller. — 19th ed. 2010 p., P.1156.
4. Terry W. Ogletree, Upgrading and Repairing Networks /Terry W. Ogletree, Mark Edward Soper //Fifth Edition, Que, 2006, P.1200.
5. Коломейчук В.В. Розробка та дослідження бази даних для системної обробки статистичної інформації /В.В. Коломейчук //Математичні машини і системи. — 2009. — №4. — С.89-95
6. Pirahesh Hamid. Extensible /Rule Based Query Rewrite Optimization in Starburst / Pirahesh Hamid, Hellerstein Joseph M., Hasan Waqar // — In Proceedings of the 1992 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, San Diego, California. — June. — 1992. — p. 39-48.
7. Chaudhuri S. An Overview of Query Optimization in Relational Systems / Chaudhuri S. — PODS-98. — Seattle WA, USA. — 1998.
8. Graefe Goetz. The Volcano Optimizer Generator: Extensibility and Efficient Search. / Graefe Goetz, McKenna William // In Proceeding of the 12th International Conf. on Data Engineering, — 1993. P. 209-218.
9. Markl V. Robust Query Processing through Progressive Optimization. / V. Markl, V. Raman, D. E. Simmen, G. M. Lohman, H. Pirahesh.// In Proc. ACM SIGMOD. — 2004. — P. 659-670.
10. Babu S. Adaptive Query Processing in the Looking Glass. / S. Babu, P. Bizarro// In Proc. CIDR. — 2005.
11. Deshpande A. Adaptive query processing. / A. Deshpande, Z. Ives, V. Raman // Foundations and Trends in Databases. — 1(1). — 2007. — P. 1-140.
12. Фаро С. Рефакторинг SQL приложений / С. Фаро, Л. Паскаль // Пер. с англ. — СПб: Символ-Плюс, 2009. — 336 с., ил.
13. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределённости / Р.И. Трухаев — М.: Наука. — 1981. — 258 с.
14. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Штовба. — М: Горячая линия—Телеком, 2007. — 288 с
15. О проблеме построения интеллектуального или мыслящего инженерного компьютера / А.Г. Ивахненко // Управляющие системы и машины. — 2003. — N 2. — С. 7-12.
16. Кунцевич В.М. Управление в условиях неопределенности: гарантированные результаты в задачах управления и идентификации / В.М. Кунцевич. — Киев: Наук. думка. — 2006. — 264 с.
17. Цыкунов А.М. Алгоритмы робастного управления с компенсацией ограниченных возмущений / А.М. Цыкунов. — АИТ. — 2007. — № 8. — С. 103-115.
18. Гученко М.І. Активно-резонансний принцип керування / М.І. Гученко // 16-а Міжнародна конференція з автоматичного управління «Автоматика-2009». Тези доповідей. — Чернівці. — 2009. — С. 59-61.
19. Slavko O. Simulation of mechanical system stabilization with active resonance controller / O. Slavko // International Journal of Computing. — 2010. — Vol. 9, issue 2. — P. 131-136.
20. Guchenko M. I. Simulation of a control system based on a local model of a controlled process / M. I. Guchenko, O. G. Slavko, J. O. Olkhova, P. P. Kostenko, M. M. Ivanova // Proceedings of the 1st Slovak-Ukrainian conference of young scientists, April 15, 2010. — Banska Bystrica, Slovakia. — P. 51-56.