

Механізми запитів у системах на основі подій: огляд та аналіз методів

Юрій Гунченко^{1,†} and Ігор Янкін^{1,*,†}

¹ Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Всеволода Змієнка 2, 65082 Одеса, Україна

Анотація

У роботі проведено огляд існуючих підходів до обробки запитів у системах на основі подій, зокрема застосування зворотного індексу та проекцій. Висвітлено їхні переваги, обмеження та можливості комбінування методів для підвищення ефективності. Особлива увага приділена важливості інструментів оцінки продуктивності впроваджених рішень та розробки нових методів, які виходять за рамки класичних підходів. Результати дослідження підкреслюють потребу в інноваційних підходах, що забезпечать гнучкість, масштабованість та продуктивність систем у динамічних середовищах.

Ключові слова

системи на основі подій, оцінка ефективності, механізми запитів

1. Вступ

Зростання популярності систем на основі подій та розвиток сучасних технологій обробки даних сприяє формуванню нових підходів до збереження та аналізу інформації. Ефективна робота з механізмами запитів у таких системах є викликом для розробників. Існуючі рішення, такі як патерни «Event Sourcing» і «CQRS», пропонують основи для реалізації подібних механізмів, однак значна частина поточних підходів стикається з обмеженнями, що пов'язані з продуктивністю та складністю отримання актуального стану об'єкта.

Водночас важливим аспектом є необхідність виконання запитів до агрегатів, а не до окремих подій. Як показано в дослідженнях, робота лише з окремими подіями часто є недостатньою для виконання аудиту або отримання повного контексту стану системи [1]. Сучасні системи мають справу з кореляційними зв'язками між подіями, які формують загальний стан агрегатів. Без урахування цих зв'язків відтворення повного стану системи стає складним завданням, що впливає на її ефективність та можливість відновлення після збоїв. Таким чином, необхідно вдосконалювати підходи до обробки даних у таких системах, щоб забезпечити ефективну роботу з агрегатами та їх станами.

Дана робота присвячена аналізу існуючих методів і огляду матеріалів, що стосуються механізмів запитів в системах на основі подій, з метою визначення можливостей для підвищення ефективності запитів у межах обраного напрямку дослідження.

Information Systems and Technologies (IST-2024), November 26-28, 2024, Kharkiv, Ukraine

* Corresponding author.

† These authors contributed equally.

✉ gunchenko@onu.edu.ua (Y. Gunchenko); yankiniigor@gmail.com (I. Yankin)

ORCID [0000-0003-4423-8267](https://orcid.org/0000-0003-4423-8267) (Y. Gunchenko); [0009-0007-8262-5504](https://orcid.org/0009-0007-8262-5504) (I. Yankin)



© 2024 Copyright for this paper by its authors. Use permitted under Creative Commons License Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

2. Постановка задачі

Основна мета дослідження полягає в аналізі існуючих підходів до механізмів запитів у системах на основі подій. У межах цього аналізу розглядаються обмеження існуючих рішень, а також можливості їх подолання. Особлива увага приділяється забезпеченню швидкого доступу до актуального стану об'єктів, оптимізації продуктивності запитів і зменшенню затримок у виконанні операцій.

3. Аналіз існуючих рішень

Аналіз існуючих рішень демонструє, що проблема ефективного виконання запитів у системах на основі подій є широко відомою, і для її вирішення запропоновано низку підходів. Кожен із розглянутих підходів має свої переваги та обмеження, які впливають на їх ефективність у різних умовах.

Одним з існуючих рішень є створення зворотного індексу подій [2]. Основна ідея полягає в тому, що події групуються в документи залежно від їх кореляційних зав'язків, що дозволяє виконувати пошук за безпосередньо або опосередковано пов'язаними подіями.

Імплементація зворотних індексів включає інтеграцію подій у реальному часі, що часто створює виклики через потребу постійного оновлення документів у міру додавання нових подій. Так, у деяких з систем, кожна подія додається до відповідного документа, який потребує повної переіндексації, що може стати вузьким місцем у продуктивності всієї системи.

Через це, багато досліджень зосереджені саме на покращенні індексації для конкретних сценаріїв, таких як високопродуктивні бази даних для систем на основі подій, наприклад, «ATLAS» [3]. У цьому випадку використовується реляційна модель з оптимізованим зберіганням та компресією даних для мінімізації обсягів і покращення продуктивності запитів, забезпечуючи швидке додавання подій.

Однак, такі методи мають суттєві обмеження, серед яких високі витрати на підтримку актуальності індексу, труднощі з обробкою великих обсягів даних у реальному часі, що є зазвичай однією з ключових вимог до систем на основі подій, та необхідність вирішення питань узгодженості даних при оновленні. Це вимагає подальших досліджень для розробки більш ефективних і гнучких рішень.

Ще один підхід передбачає використання проекцій для створення окремих представлень даних для обробки специфічних запитів [4]. Проекції дозволяють зберігати дані у формі, яка оптимізована для певних типів запитів, забезпечуючи швидкий і ефективний доступ до них. Підхід базується на асинхронній обробці подій, де дані з основного сховища відтворюються у вигляді окремих представлень, що можуть бути збережені в базах даних залежно від потреб системи.

Хоча цей спосіб і дозволяє ефективно і швидко доступитись до даних, необхідність підтримки актуальності проекцій потребує значних обчислювальних ресурсів. Проекції повинні бути заздалегідь визначені, що обмежує їх гнучкість, особливо у випадках, коли структура або типи запитів змінюються, що є розповсюдженим явищем для систем на основі подій у зв'язку з тим, що під час довготривалого користування такою системою можуть змінюватись бізнес процеси, які ця система відображає, що призводить до необхідності відповідних змін у системі [5]. Крім того, проекції залежать від консистентності подій і можуть втратити актуальність у разі затримок в обробці або помилок у потоці подій. Це створює додаткові виклики для розробників, які повинні забезпечити автоматичне оновлення і відновлення проекцій для збереження точності даних.

Проекції є ефективним рішенням для систем, де структура запитів і обробка даних можуть бути передбачені наперед, однак їх застосування у динамічних середовищах може бути ускладнене через необхідність адаптації до змінних вимог та високі витрати на підтримку.

Ці підходи є класичними рішеннями для вирішення проблеми ефективного виконання запитів у системах на основі подій. Вони широко застосовуються в різних сценаріях завдяки своїй зрозумілості та перевірності часом. Зворотній індекс дозволяє забезпечити універсальний підхід до пошуку подій, що робить його використання виправданим для систем з високим ступенем невизначеності, де неможливо заздалегідь передбачити набір запитів, що буде виконуватись. Однак, через його високі вимоги до ресурсів, для систем з заздалегідь визначеним набором запитів частіше використовують створення проекцій.

Комбінування зворотного індексу подій та проекцій є перспективним підходом для підвищення ефективності запитів у системах на основі подій. Ця стратегія дозволяє об'єднати переваги обох методів, мінімізуючи їх обмеження. Зворотний індекс забезпечує універсальність і потужні можливості пошуку за кореляційними зв'язками подій, тоді як проекції пропонують швидкий доступ до попередньо визначених представлень даних, оптимізованих для специфічних запитів.

У цій комбінації зворотний індекс використовується для ідентифікації подій, які відповідають складним критеріям пошуку, а проекції – для швидкого отримання результатів, попередньо підготовлених на основі цих подій. Такий підхід дозволяє значно зменшити навантаження на систему, оскільки основний обсяг обчислень виконується під час підготовки проекцій, а не під час виконання запиту.

Одним із викликів у комбінуванні цих методів є забезпечення узгодженості між даними в зворотному індексі та проекціях, особливо у системах із високою частотою оновлень. Затримки в оновленні проекцій або неузгодженість між подіями та їхнім представленням у проекціях можуть призвести до некоректних результатів запитів. Щоб подолати ці проблеми, можна застосовувати асинхронні механізми оновлення або оптимізувати процеси індексації та побудови проекцій, що забезпечить мінімальні затримки і високу актуальність даних.

Комбінування індексації та проекцій доцільно використовувати в системах, де є широкий спектр типів запитів: від складних пошуків за подіями до швидкого доступу до агрегованих даних. Такий підхід дозволяє збалансувати продуктивність системи, гнучкість у запитах і ефективність обробки великих обсягів даних.

Незважаючи на те, що зворотний індекс та проекції є перевіреними та робочими підходами, їхні обмеження стимулюють пошук інноваційних підходів, які могли б забезпечити швидкий доступ до даних, зменшити накладні витрати та підвищити ефективність роботи з запитами в системах на основі подій.

Крім підвищення ефективності запитів, деякі дослідження орієнтуються на створення зрозумілого способу оцінити ефективність впроваджених рішень. Така оцінка є критично важливою, оскільки дозволяє не лише визначити переваги та недоліки певних підходів, але й обґрунтувати вибір технологій та оптимізувати архітектуру систем. Так, у роботі «Developing a performance evaluation benchmark for event sourcing databases» [6] було запропоновано інструменти, що дозволяють оцінити ефективність певних баз даних під час роботи з подіями. А у дослідженні «On the impact of event-driven architecture on performance: An exploratory study» [7] проведено комплексне порівняння систем на основі подій з монолітними системами. Такі дослідження підкреслюють важливість оцінки не лише з точки зору продуктивності, а й з урахуванням специфічних характеристик систем на основі подій, таких як їх масштабованість, адаптивність та здатність обробляти великі обсяги даних у реальному часі. Наявність чітких методів оцінки дозволяє ефективно

інтегрувати нові рішення, мінімізувати ризики і забезпечити високий рівень продуктивності та надійності систем.

4. Висновки

Під час дослідження було проведено аналіз існуючих підходів до обробки запитів у системах на основі подій, зокрема зворотного індексу та проекцій. Було з'ясовано, що ці методи, хоча й широко використовуються, мають суттєві обмеження, пов'язані з продуктивністю, гнучкістю та витратами на підтримку актуальності даних. Виявлено, що навіть перевірені підходи потребують вдосконалення або комбінування для досягнення оптимальних результатів.

Зазначено брак альтернативних методів, які могли б доповнити або замінити класичні підходи, що вказує на необхідність подальших досліджень, спрямованих на пошук нових стратегій, здатних підвищити гнучкість і масштабованість систем на основі подій. Особливо актуальним є врахування специфіки динамічних середовищ і змінних бізнес-процесів, які вимагають адаптивних рішень.

Підкреслено важливість використання інструментів для оцінки продуктивності впроваджених рішень. Такі інструменти надають можливість об'єктивного порівняння підходів, визначення їх переваг і недоліків, а також адаптації рішень до специфічних умов використання, сприяючи створенню стабільних і ефективних систем.

В результаті проведеного аналізу, виявлено значний потенціал для вдосконалення існуючих рішень та розробки нових підходів, які відповідають вимогам сучасних систем на основі подій.

Література

- [1] S. Lima, J. Correia, F. Araujo, and J. Cardoso, "Improving observability in Event Sourcing systems," *Journal of Systems and Software*, vol. 181, pp. 111015, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.jss.2021.111015.
- [2] R. Vecera, S. Rozsnyai, and H. Roth, "Indexing and search of correlated business events," in *Proc. Second Int. Conf. Availability, Reliability and Security (ARES)*, 2007, pp. 1124-1134, doi: 10.1109/ARES.2007.100.
- [3] E. J. Gallas, G. Dimitrov, P. Vasileva, Z. Baranowski, L. Canali, A. Dumitru, A. Formica, and the ATLAS Collaboration, "An Oracle-based event index for ATLAS," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 898, Track 2: Offline Computing, 2017, doi: 10.1088/1742-6596/898/4/042033.
- [4] M. Overeem, M. Spoor, and S. Jansen, "The dark side of event sourcing: Managing data conversion," in *Proc. 2017 IEEE 24th Int. Conf. Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER)*, 2017, pp. 193-204, doi: 10.1109/SANER.2017.7884621.
- [5] M. Overeem, M. Spoor, S. Jansen, and S. Brinkkemper, "An empirical characterization of event sourced systems and their schema evolution—Lessons from industry," *Journal of Systems and Software*, vol. 178, pp. 110970, 2021, doi: 10.1016/j.jss.2021.110970.
- [6] R. Malyi and P. Serdyuk, "Developing a performance evaluation benchmark for event sourcing databases," *Journal of Lviv Polytechnic National University "Information Systems and Networks*, vol. 15, pp. 159-168, Jul. 2024, doi: 10.23939/sisn2024.15.159.
- [7] H. Cabane and K. Farias, "On the impact of event-driven architecture on performance: An exploratory study," *Future Gener. Comput. Syst.*, vol. 153, pp. 52-69, 2024, doi: 10.1016/j.future.2023.10.021.