Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Облачные и туманные вычисления

Лабораторная работа №2

Автоматизированное создание индексов БД на основе существующих запросов

Преподаватель: Перл Ольга Вячеславовна

Выполнил: Кульбако Артемий Юрьевич P34112

Санкт-Петербург
2021

Оглавление

Концепт

Приложение, которое автоматически создать наилучшие индексы в базе данных на основе используемых запросов к существующей БД.

Идея подобного приложения выросла из настоящей задачи с работы, когда появилась необходимость ускорить очень сложный (более 50 строк кода) и очень долгий (более минуты выполнения) запрос к `MongoDB`. Надёжнейшим и быстрейшим вариантом оказалось создание `Python`-скрипта, который сам переберёт все возможные комбинации индексов для полей и таблиц, фигурируемых в запросе, и выберет наиболее оптимальный по скорости работы и/или памяти.

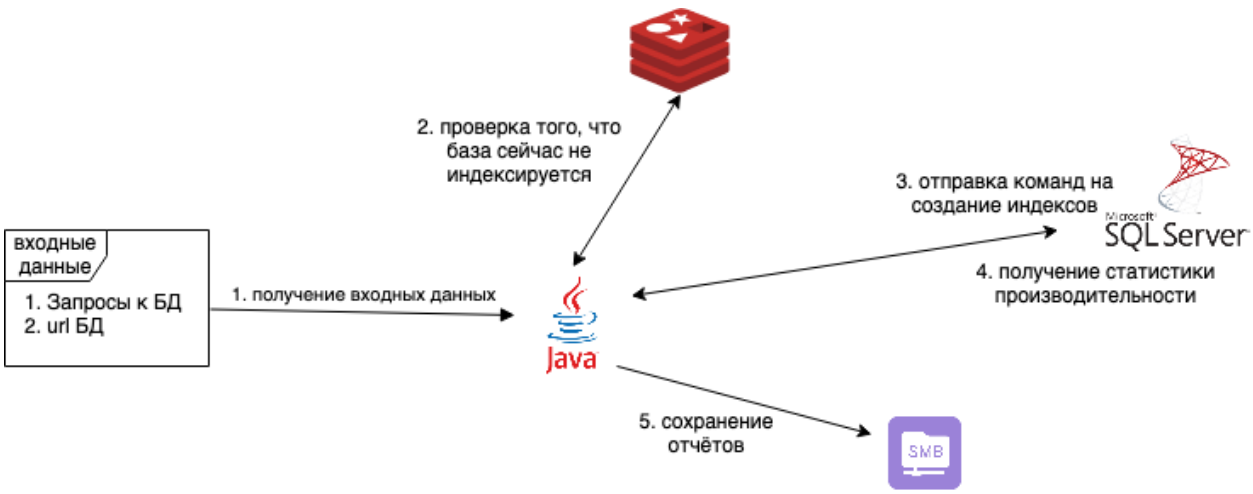
Стоит учитывать, что сам сервис ничего не хранит - он получает на вход данные от клиента, модифицирует предоставленную БД и отдаёт отчёт о проделанной работе. Т.е. БД и файловое хранилище здесь используются для симуляции работы с сервисом, а не являются его частями.

Поставщик облачных услуг

В качестве провайдера "as service" было решено выбрать `Microsoft Azure` по ряду причин:

1. Подробная документация на `Microsoft Docs`.
2. Студенческий аккаунт не имеет ограничений: вам представляется 15000руб на любые существующие в `Azure` услуги и сервисы.
3. Есть консольный клиент, позволяющий быстро и удобно управлять сервисами, автоматизировать их.
4. Интерфейс на русском языке (так намного приятнее работать).

Компонентная схема



`API` и бизнес-логика будут написаны на `Kotlin`, соответственно, работать в `JVM`. Для этого использует `Azure`-ресурс Веб-приложение.

Веб-приложение
Создать | Документы | MS Learn

Базу данных можно получить двумя способами - создать "Сервер базы данных" - т.е. приложение базы данных, где можно будет вручную создать логическую БД, либо совсем абстрактно - сразу получить логическую БД для хранения. Этим мы и воспользуемся (опытным путём можно узнать, что сервером БД является `Microsoft SQL Server`.

SQL Database
Создать | Документы | MS Learn

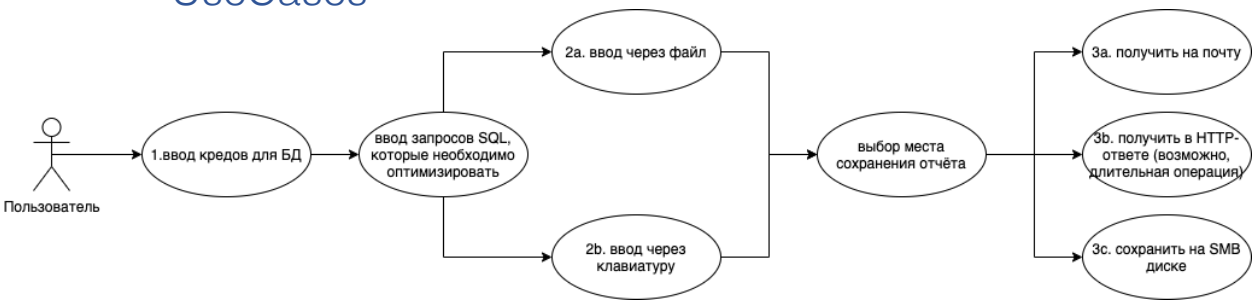
Для хранения сгенерированных отчётов (т.е. для файлового хранилища) воспользуюсь "Файлами Azure" - по сути, виртуальным жёстким диском с доступом по протоколу SMB.

Учетная запись хранения
Создать | Документы | MS Learn

Для избежания ситуаций, когда несколько запросов захотят индексировать одну и ту же БД нам надо хранить информацию о происходящих в данный момент операциях, в идеале, это делать надо где-то во вне, чтобы при разворачивании нескольких инстансов сервиса шарить это информацию. Для этого нам подойдёт ресурс "Кэш Redis".

Кэш Redis
Создать | Документы | MS Learn

UseCases



Имя прецедента:	Ввод кредов БД
ID:	1
Описание:	Ввод данных (url, username, password) для подключения к удалённой БД
Акторы:	Пользователь
Основной поток:	- (Пользователь запустил приложение)
Альтернативный поток:	Вывести сообщение о ошибке подключения

Имя прецедента:	Ввод через файл
ID:	2a

Описание:	Передача программе текстового файла с SQL-запросами, которые необходимо оптимизировать
Акторы:	Пользователь
Основной поток:	из 1
Альтернативный поток:	Вывести сообщение о ошибке (несуществующий путь или структура файла не соответствует требуемой)

Имя прецедента:	Ввод с клавиатуры
ID:	2b
Описание:	Ввод серии SQL-запросов, которые необходимо оптимизировать с клавиатуры
Акторы:	Пользователь
Основной поток:	из 1
Альтернативный поток:	Вывод ошибки о неверном запросе

Имя прецедента:	Получить результаты на почту
ID:	3a
Описание:	Получить результаты на введённую пользователем почту
Акторы:	Пользователь
Основной поток:	из 2a или 2b
Альтернативный поток:	Указать на некорректный почтовый адрес

Имя прецедента:	Получить результаты HTTP-ответом
ID:	3b
Описание:	Ожидать выполнения операции и получить результат по HTTP
Акторы:	Пользователь
Основной поток:	из 2a или 2b
Альтернативный поток:	Ошибка интернет-соединения

Имя прецедента:	Сохранить на SMB-диск
ID:	3c
Описание:	Сохранить отчёт на SMB-диск пользователя
Акторы:	Пользователь
Основной поток:	из 2a или 2b

Альтернативный поток:	Выдать ошибку

API

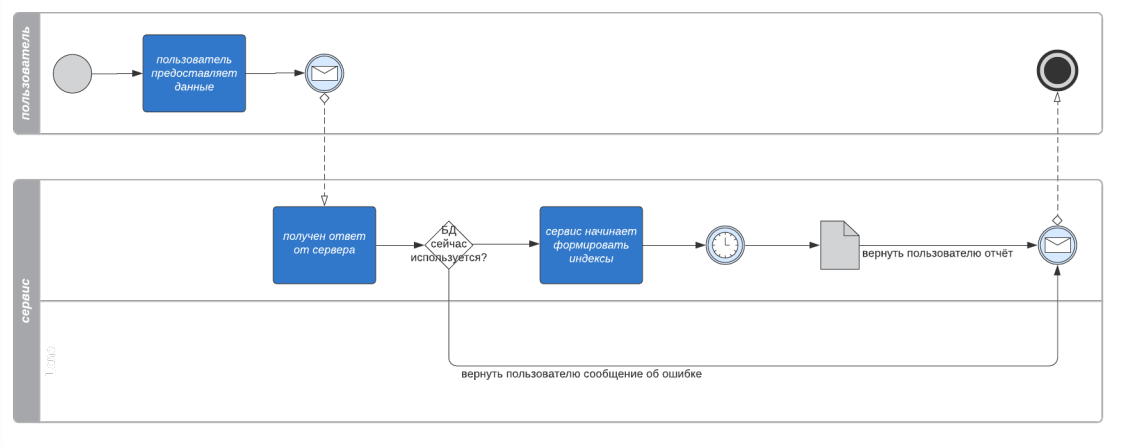
Описание API сервиса согласно стандарту OpenAPI 3.0:

```yaml
openapi: 3.0.3
info:
  title: SQL-OPTIMIZER
  version: 1.0.0
servers:
  - url: https://sql-optimizer.azurewebsites.net/
components:
  schemas:
    TestParams:
      type: object
      properties:
        dbUrl:
          type: string
          required: true
        saveBetter:
          type: boolean
          required: false
        queries:
          type: array
          required: true
          items:
            type: string
        outputMode:
          type: string
          nullable: true
          enum:
            - EMAIL
            - HTTP
            - SMB
    TestResult:
      type: object
      properties:
        bestIndexes:
```

```yaml
          type: string
          required: true
        timeBefore:
          type: integer
          required: true
        timeAfter:
          type: integer
          required: true
        diff:
          type: number
          format: double
          required: true
paths:
  /actions/:
    post:
      summary: Tests SQL-queries for speed with all possible indexes and returns a report.
      requestBody:
        required: true
        content:
          application/json:
            schema:
              $ref: '#/components/schemas/TestParams'
      responses:
        200:
          description: Returns result of autoindexing.
          content:
            application/json:
              schema:
                $ref: '#/components/schemas/TestResult'
            text/csv:
              schema:
                $ref: '#/components/schemas/TestResult'
        400:
          description: Bad request.
          content:
            text/plain:
```

```
        schema:
          type: string
      409:
        description: Database is busy.
        content:
          text/plain:
            schema:
              type: string
      5XX:
        description: Unexpected error.
```

BPMN



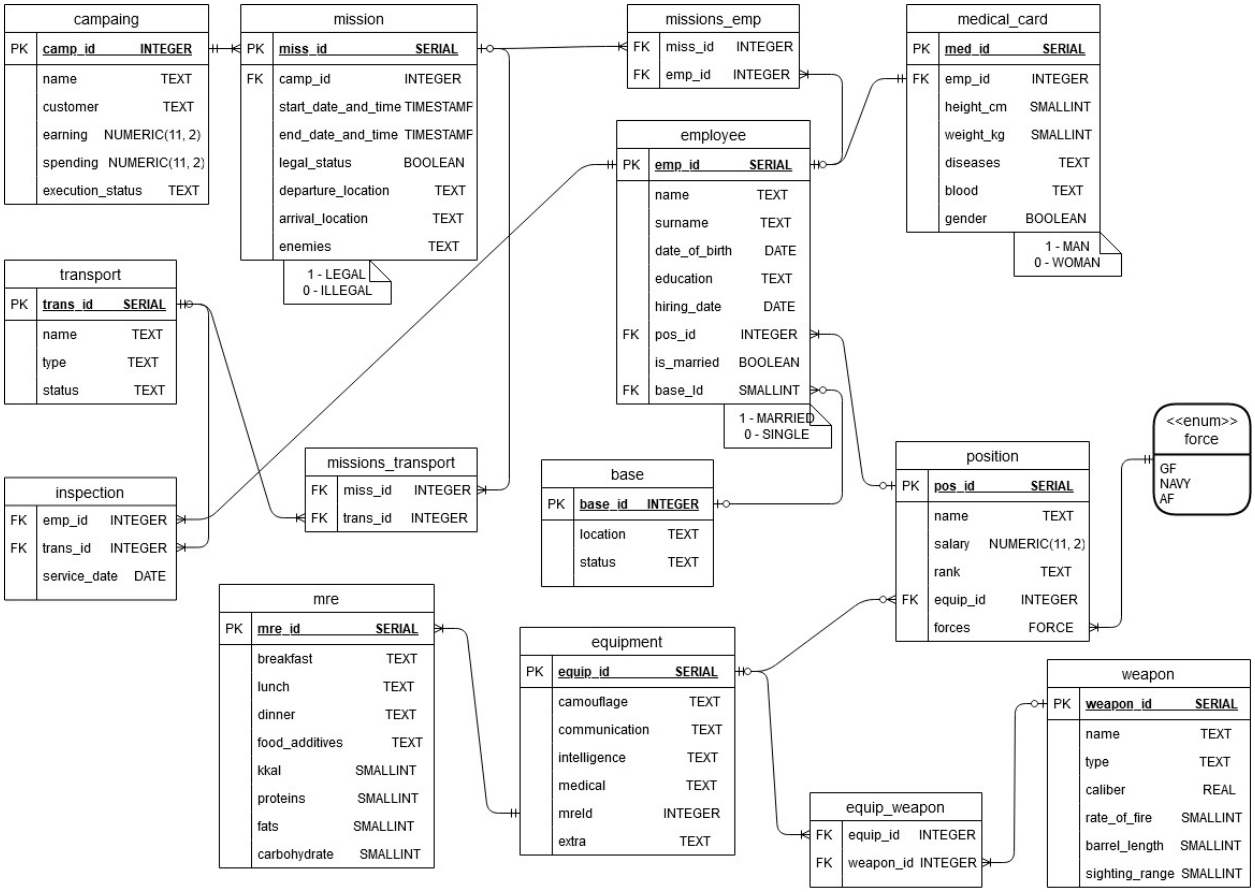
Тестовая база данных

Для тестирования функциональности сервиса воспользуемся моделью БД, которая была создана мною в рамках курсовой работе по "Информационным системам и базам данных" на 3-ем курсе - модель менеджмента частной военной компании. Эта БД содержит немало таблиц, а также уже готов генератор случайных записей для неё.

Помимо самих таблиц, будет существовать ряд функций и триггеров, основанных на бизнес-процессах информационной системы.

```
--1: Тех, кто не имеет воинских званий, нельзя отправлять на боевые миссии.

CREATE FUNCTION check_is_military_on_mission() RETURNS trigger AS $$
    DECLARE enemy TEXT;
    DECLARE emp_rank TEXT;
    BEGIN
        enemy = (SELECT enemies FROM mission WHERE miss_id = new.miss_id);
        emp_rank = (SELECT rank FROM position JOIN employee USING (pos_id) WHERE emp_id =
new.emp_id);
        IF enemy IS NOT NULL AND emp_rank IS NULL THEN
```




```
            RAISE EXCEPTION 'Cannot set not military employee to a combat mission';
        ELSE RETURN new;
        END IF;
    END;
$$ LANGUAGE plpgsql;


CREATE TRIGGER check_is_military_on_mission BEFORE INSERT ON missions_emp
    FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE check_is_military_on_mission();


/*
2: Информационная система должна учитывая какие сотрудники отправились на миссии (один и тот же сотрудник не
    может находиться на двух миссиях одновременно).
*/
CREATE FUNCTION check_periods_of_emp_missions() RETURNS trigger AS $$
    DECLARE start_time TIMESTAMP;
    DECLARE end_time TIMESTAMP;
    BEGIN
        SELECT start_time, end_time INTO start_time, end_time FROM mission WHERE miss_id =
new.miss_id;
        IF (TRUE) IN (
```

```
            SELECT (start_time, end_time) OVERLAPS

                   (start_date_and_time, end_date_and_time) FROM mission

                WHERE miss_id IN (SELECT miss_id FROM missions_emp WHERE emp_id = new.emp_id))
THEN

            RAISE EXCEPTION 'This worker cannot be assigned to a mission as he was on another
mission at the time';

        ELSE RETURN new;

        END IF;

    END;

$$ LANGUAGE plpgsql;


CREATE TRIGGER check_emp_mission_period BEFORE INSERT ON missions_emp

    FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE check_periods_of_emp_missions();


CREATE INDEX mission_period ON mission USING btree(start_date_and_time, end_date_and_time);


--3: Работников неподходящих по физическим данным запрещено устраивать как военных сотрудников
(рост < 150 см или вес < 45 кг).

CREATE FUNCTION check_physical_condition() RETURNS trigger AS $$

    DECLARE h SMALLINT;

    DECLARE w SMALLINT;

    BEGIN

        SELECT height_cm, weight_kg INTO h, w FROM medical_card JOIN employee USING (emp_id)
WHERE emp_id = new.emp_id;

        IF h < 150 OR w < 45 THEN

            RAISE EXCEPTION 'Cannot hire this employee to military position because his physical
data does not require the minimum';

        ELSE RETURN new;

        END IF;

    END;

$$ LANGUAGE plpgsql;


CREATE TRIGGER check_physical_condition BEFORE INSERT ON employee

    FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE check_physical_condition();


/*

 4: Необходимо хранить историю инспекций транспорта (реализована отдельной таблицей),

    а транспорт со статусами «сломан» или «в ремонте» нельзя использовать в операциях.

 */

CREATE FUNCTION check_transport_condition() RETURNS trigger AS $$

    BEGIN
```

```
        IF (SELECT status FROM transport WHERE trans_id = new.trans_id AND status = 'available')
IS NULL THEN
            RAISE EXCEPTION 'Cannot set not available transport to mission';
        ELSE RETURN new;
        END IF;
    END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

CREATE TRIGGER check_transport_condition BEFORE INSERT ON missions_transport
    FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE check_transport_condition();

-- 5: Если за базой не закреплён ни один сотрудник, стоит закрыть её.
CREATE FUNCTION close_empty_bases() RETURNS SETOF void AS $$
    BEGIN
        DELETE FROM base WHERE base_id IN (SELECT * FROM base_count_emp);
    END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

CREATE MATERIALIZED VIEW base_count_emp AS
    (SELECT base_id FROM base JOIN employee USING (base_id) GROUP BY base_id HAVING COUNT(emp_id)
= 0);

CREATE FUNCTION update_base_count_emp() RETURNS trigger AS $$
    BEGIN
        REFRESH MATERIALIZED VIEW base_count_emp;
        RETURN new;
    END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

CREATE TRIGGER update_base_count_emp AFTER INSERT OR UPDATE OR DELETE ON employee
    FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE update_base_count_emp();

/*
6: Стараться отправлять на боевые операции при прочих равных в первую очередь неженатых военных,
давно не
    участвовавших в миссиях, имеющих большой опыт работы.
 */
CREATE FUNCTION get_combat_candidates(n int DEFAULT 1) RETURNS employee AS $$
    BEGIN
        SELECT emp_id FROM employee
```

```
            JOIN position USING (pos_id)
            JOIN missions_emp USING (emp_id)
            JOIN mission USING (miss_id)
        WHERE rank IS NOT NULL OR !~~ ''
        ORDER BY is_married DESC, end_date_and_time DESC, hiring_date DESC
        LIMIT n;
    END;
$$ LANGUAGE plpgsql;
```