



**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені Ігоря Сікорського»
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ
Кафедра системного програмування та спеціалізованих
комп'ютерних систем**

Лабораторна робота №2

з дисципліни
«Бази даних і засоби управління»

Виконав: студент III курсу
ФПМ групи КВ-13

Ольховський Максим Олександрович

Київ – 2023

Створення додатку бази даних, орієнтованого на взаємодію з СУБД PostgreSQL

Метою роботи є здобуття практичних навичок використання засобів оптимізації СУБД PostgreSQL.

Завдання роботи полягає у наступному:

1. Перетворити модуль “Модель” з шаблону MVC РГР у вигляд об’єктно-реляційної проекції (ORM).
2. Створити та проаналізувати різні типи індексів у PostgreSQL.
3. Розробити тригер бази даних PostgreSQL.
4. Навести приклади та проаналізувати рівні ізоляції транзакцій у PostgreSQL.

Концептуальна модель предметної галузі “Система обліку наявності медичних препаратів у аптеках”

У даній моделі предметної галузі “Система обліку наявності медичних препаратів у аптеках” (Малюнок 1) я виділив наступні сутності та зв’язки між ними:

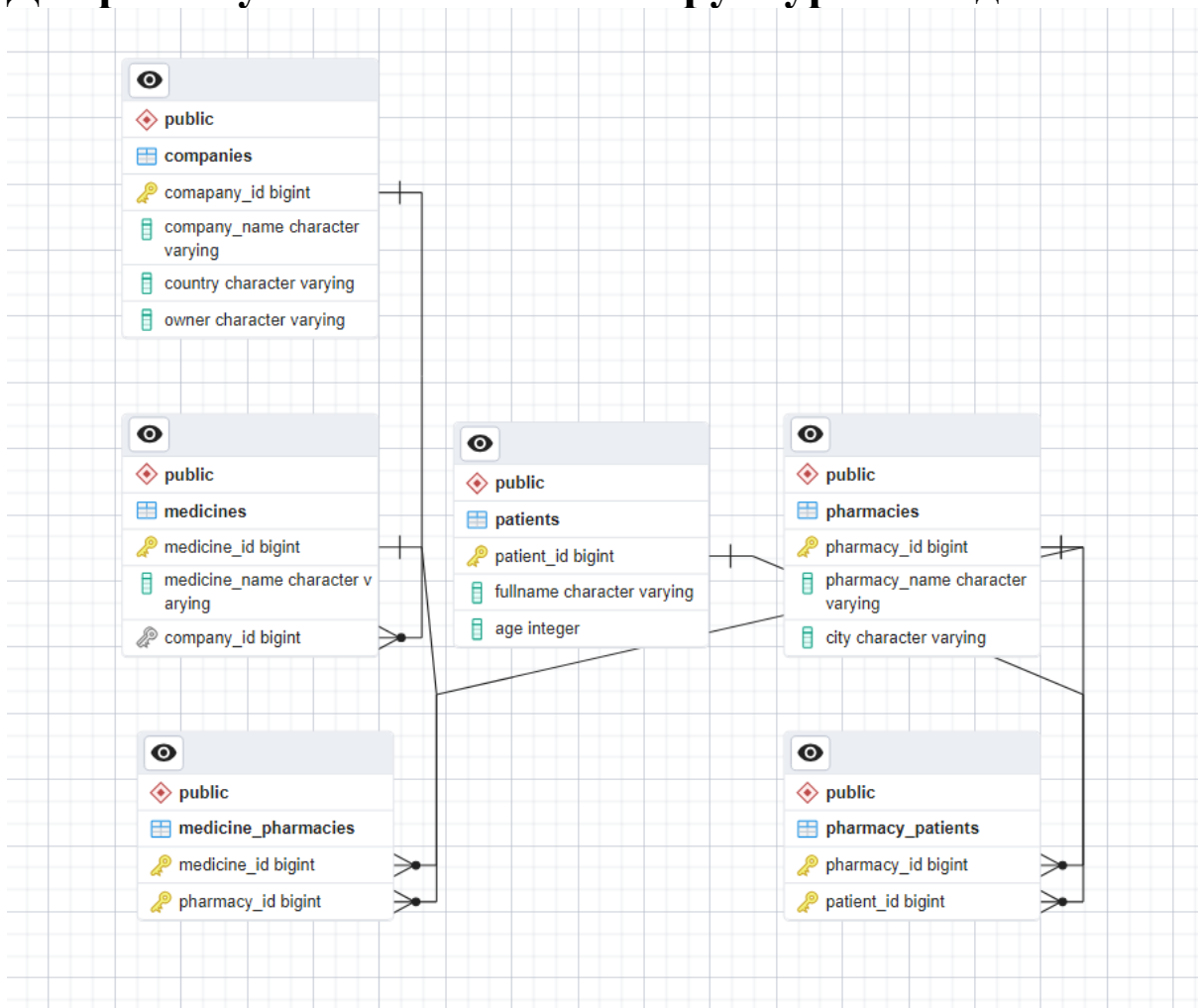
1. Сутність “Компанії” з атрибутами: ID, Назва, Країна, Власник;
2. Сутність “Ліки” з атрибутами: ID, Назва, Виробник;
3. Сутність “Аптеки” з атрибутами: ID, Місто, Назва;
4. Сутність “Пацієнти” з атрибутами: ID, ПІБ, Вік.

Одна компанія може створити декілька варіантів ліків, тому між сутностями “Компанії” та “Ліки” зв’язок R(1:N).

Один вид ліків може направитися в багато аптек і багато видів ліків можуть направитися в одну аптеку, тому зв’язок між сутностями "Ліки" та "Аптеки" R(N:M).

Один пацієнт може відвідати багато аптек і одну аптеку можуть відвідати багато пацієнтів, тому зв’язок між сутностями "Аптеки" та "Пацієнти" R(N:M).

Діаграма сутність-зв'язок та структура бази даних

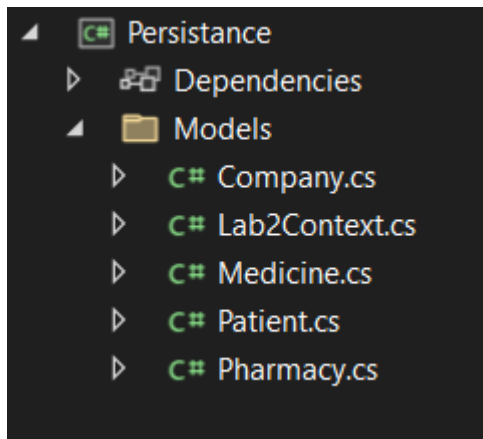


Перетворити модуль “Модель” з шаблону MVC РГР у вигляд об’єктно-реляційної проекції (ORM)

Для перетворення бази даних було використано EntityFrameworkCore. Щоб пов’язати класи сутності з базою даних було вибрано підхід Database First, дже ми вже маємо спроектувану базу даних. Щоб створити класи сутностей бази даних використовують команду scaffold. Приклад команди:

```
dotnet ef dbcontext scaffold "User
ID=postgres;Password=pass12345;Host=localhost;Port=5433;Database=Lab2;"
Npgsql.EntityFrameworkCore.PostgreSQL -o Models
```

Дана команда автоматично генерує класи всіх сутностей і також клас контексту (базовий клас, який працює з базою даних), який відповідає нашій базі даних. Після скафолдингу ми отримали такі файли:



Код контексту, який описує всі зв'язки і деталі кожного поля:

```
using Microsoft.EntityFrameworkCore;

namespace Persistence.Models;

public partial class Lab2Context : DbContext
{
    public Lab2Context()
    {
    }

    public Lab2Context(DbContextOptions<Lab2Context> options)
        : base(options)
    {
    }

    public virtual DbSet<Company> Companies { get; set; }

    public virtual DbSet<Medicine> Medicines { get; set; }

    public virtual DbSet<Patient> Patients { get; set; }

    public virtual DbSet<Pharmacy> Pharmacies { get; set; }

    protected override void OnConfiguring(DbContextOptionsBuilder optionsBuilder)
    {
        #warning To protect potentially sensitive information in your connection string, you should move it out of
        source code. You can avoid scaffolding the connection string by using the Name= syntax to read it from
        configuration - see https://go.microsoft.com/fwlink/?linkid=2131148. For more guidance on storing connection
        strings, see https://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId=723263.
        => optionsBuilder.UseNpgsql("User
        ID=postgres;Password=pass12345;Host=localhost;Port=5433;Database=Lab2;");
    }

    protected override void OnModelCreating(ModelBuilder modelBuilder)
    {
        modelBuilder.Entity<Company>(entity =>
        {
            entity.HasKey(e => e.CompanyId).HasName("companies_pkey");

            entity.ToTable("companies");

            entity.Property(e => e.CompanyId).HasColumnName("company_id");
            entity.Property(e => e.CompanyName)
                .HasColumnType("character varying");
        });
    }
}
```

```

        .HasColumnName("company_name");
entity.Property(e => e.Country)
    .HasColumnType("character varying")
    .HasColumnName("country");
entity.Property(e => e.Owner)
    .HasColumnType("character varying")
    .HasColumnName("owner");
});

modelBuilder.Entity<Medicine>(entity =>
{
    entity.HasKey(e => e.MedicineId).HasName("medicines_pkey");

    entity.ToTable("medicines");

    entity.Property(e => e.MedicineId).HasColumnName("medicine_id");
    entity.Property(e => e.CompanyId).HasColumnName("company_id");
    entity.Property(e => e.MedicineName)
        .HasColumnType("character varying")
        .HasColumnName("medicine_name");

    entity.HasOne(d => d.Company).WithMany(p => p.Medicines)
        .HasForeignKey(d => d.CompanyId)
        .OnDelete(DeleteBehavior.ClientSetNull)
        .HasConstraintName("medicines_company_id_fkey");

    entity.HasMany(d => d.Pharmacies).WithMany(p => p.Medicines)
        .UsingEntity<Dictionary<string, object>>(
            "MedicinePharmacy",
            r => r.HasOne<Pharmacy>().WithMany()
                .HasForeignKey("PharmacyId")
                .OnDelete(DeleteBehavior.ClientSetNull)
                .HasConstraintName("medicine_pharmacies_pharmacy_id_fkey"),
            l => l.HasOne<Medicine>().WithMany()
                .HasForeignKey("MedicineId")
                .OnDelete(DeleteBehavior.ClientSetNull)
                .HasConstraintName("medicine_pharmacies_medicine_id_fkey"),
            j =>
            {
                j.HasKey("MedicineId", "PharmacyId").HasName("medicine_pharmacies_pkey");
                j.ToTable("medicine_pharmacies");
                j.IndexerProperty<long>("MedicineId").HasColumnName("medicine_id");
                j.IndexerProperty<long>("PharmacyId").HasColumnName("pharmacy_id");
            }
        ));

modelBuilder.Entity<Patient>(entity =>
{
    entity.HasKey(e => e.PatientId).HasName("patients_pkey");

    entity.ToTable("patients");

    entity.Property(e => e.PatientId).HasColumnName("patient_id");
    entity.Property(e => e.Age).HasColumnName("age");
    entity.Property(e => e.Fullname)
        .HasColumnType("character varying")
        .HasColumnName("fullname");
});

modelBuilder.Entity<Pharmacy>(entity =>

```

```

{
    entity.HasKey(e => e.PharmacyId).HasName("pharmacies_pkey");

    entity.ToTable("pharmacies");

    entity.Property(e => e.PharmacyId).HasColumnName("pharmacy_id");
    entity.Property(e => e.City)
        .HasColumnType("character varying")
        .HasColumnName("city");
    entity.Property(e => e.PharmacyName)
        .HasColumnType("character varying")
        .HasColumnName("pharmacy_name");

    entity.HasMany(d => d.Patients).WithMany(p => p.Pharmacies)
        .UsingEntity<Dictionary<string, object>>(
            "PharmacyPatient",
            r => r.HasOne<Patient>().WithMany()
                .HasForeignKey("PatientId")
                .OnDelete(DeleteBehavior.ClientSetNull)
                .HasConstraintName("pharmacy_patients_patient_id_fkey"),
            l => l.HasOne<Pharmacy>().WithMany()
                .HasForeignKey("PharmacyId")
                .OnDelete(DeleteBehavior.ClientSetNull)
                .HasConstraintName("pharmacy_patients_pharmacy_id_fkey"),
            j =>
            {
                j.HasKey("PharmacyId", "PatientId").HasName("pharmacy_patients_pkey");
                j.ToTable("pharmacy_patients");
                j.IndexerProperty<long>("PharmacyId").HasColumnName("pharmacy_id");
                j.IndexerProperty<long>("PatientId").HasColumnName("patient_id");
            });
});

OnModelCreatingPartial(modelBuilder);
}

partial void OnModelCreatingPartial(ModelBuilder modelBuilder);
}

```

Більш детально розглянемо сутність, яка реалізує 1-М та М-Н зв'язки, а саме Medicine.

```

namespace Persistence.Models;

public partial class Medicine
{
    public long MedicineId { get; set; }

    public string MedicineName { get; set; } = null!;

    public long CompanyId { get; set; }

    public virtual Company Company { get; set; } = null!;

    public virtual ICollection<Pharmacy> Pharmacies { get; set; } = new List<Pharmacy>();
}

```

Як можемо побачити з класу, ми маємо доступ до сутності Company напрямую через сутність класу. Також через колекцію Pharmacies ми маємо доступ до всіх сутностей Pharmacy через таблицю medicine_pharmacies.

Створити та проаналізувати різні типи індексів у PostgreSQL

13	<i>BTree, BRIN</i>	<i>before insert, delete</i>
----	--------------------	------------------------------

Індекс BTree

Індекс BTree є найбільш поширеним типом індексу для ефективного зберігання та отримання даних у PostgreSQL. Це типовий тип індексу. Кожного разу, коли ми використовуємо команду CREATE INDEX без вказівки типу індексу, PostgreSQL створить індекс BTree для таблиці або стовпця.

Індекс BTree організований у вигляді структури подібної до дерева. Індекс починається з кореневого вузла, з вказівниками на дочірні вузли. Кожен вузол в дереві, як правило, містить кілька пар ключ-значення, де ключі використовуються для індексації, а значення вказують на відповідні дані в таблиці.

Індекс BRIN

BRIN, або Block Range Index, - це тип індексу в PostgreSQL, призначений для забезпечення ефективного індексування великих таблиць з відсортованими даними. BRIN-індекс містить мінімум і максимум у групі сторінок бази даних.

Індекс BRIN - це найпростіший спосіб оптимізації швидкості. Він особливо корисний для даних, які мають послідовні або відсортовані характеристики, наприклад, дані часових рядів або дані з природним впорядкуванням.

Ось огляд індексу BRIN:

1. Індеси BRIN розбивають таблицю на логічні блоки і зберігають підсумкову інформацію про кожен блок.
2. Кожен блок містить діапазон значень, а індекс зберігає мінімальні та максимальні значення в межах кожного блоку.
3. Замість того, щоб зберігати окремі індексні записи для кожного рядка, індекси BRIN зберігають підсумки на рівні блоків, що робить їх меншими за розміром порівняно з іншими типами індексів.
4. Індеси BRIN добре працюють, коли дані відсортовані або коли послідовне сканування є більш ефективним, ніж індексне.

Тестування

```
Enter count to generate 100000
Generated 100000 records in table medicines
Press to continue... |
```

Виконаємо такі команди для тестування індексів і відразу подивимось на їх швидкодію:

Query		Query History
1	<code>explain analyze select count(*) from medicines where medicine_id % 10 = 0</code>	
Data Output		
Messages		
Notifications		
<div><div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div><</div></div>		

Query Query History

```
1 explain analyze select max(medicine_id) from medicines where medicine_id in (0, 87345)
```

Data Output Messages Notifications



QUERY PLAN

text

1	Result (cost=4.46..4.47 rows=1 width=8) (actual time=0.022..0.022 rows=1 loops=1)
2	InitPlan 1 (returns \$0)
3	-> Limit (cost=0.29..4.46 rows=1 width=8) (actual time=0.019..0.020 rows=1 loops=1)
4	-> Index Only Scan Backward using medicines_pkey on medicines (cost=0.29..8.62 rows=2 width=8) (actual time=0.018..0.018 rows=1 loops=1)
5	Index Cond: ((medicine_id IS NOT NULL) AND (medicine_id = ANY ('{0,87345}'::bigint[])))
6	Heap Fetches: 0
7	Planning Time: 0.130 ms
8	Execution Time: 0.057 ms

Query Query History

```
1 explain analyze select avg(medicine_id) from medicines where medicine_id between 1001 and 90123;
```

Data Output Messages Notifications



QUERY PLAN

text

1	Aggregate (cost=2458.74..2458.75 rows=1 width=32) (actual time=16.413..16.414 rows=1 loops=1)
2	-> Seq Scan on medicines (cost=0.00..2236.00 rows=89096 width=8) (actual time=0.087..8.425 rows=89123 loops=1)
3	Filter: ((medicine_id >= 1001) AND (medicine_id <= 90123))
4	Rows Removed by Filter: 10877
5	Planning Time: 0.144 ms
6	Execution Time: 16.439 ms

B-Tree

Створимо індекс:

Query Query History

```
1 create index idx on medicines (medicine_id);
```

Data Output Messages Notifications

CREATE INDEX

Query returned successfully in 97 msec.

Проведемо тестування кожного запиту ще раз:

Query	Query History
1	<code>explain analyze select count(*) from medicines where medicine_id % 10 = 0</code>
Data Output	Messages
<div> <div>+</div> <div>📄</div> <div>▼</div> <div>📋</div> <div>▼</div> <div>🗑️</div> <div>📦</div> <div>⬇️</div> <div>📈</div> </div>	
	QUERY PLAN text <div>🔒</div>
1	Aggregate (cost=2237.25..2237.26 rows=1 width=8) (actual time=6.360..6.360 rows=1 loops=1)
2	-> Seq Scan on medicines (cost=0.00..2236.00 rows=500 width=0) (actual time=0.013..6.030 rows=10000 loops=1)
3	Filter: ((medicine_id % '10'::bigint) = 0)
4	Rows Removed by Filter: 90000
5	Planning Time: 0.085 ms
6	Execution Time: 6.378 ms

Query	Query History
1	<code>explain analyze select max(medicine_id) from medicines where medicine_id in (0, 87345)</code>
Data Output	Messages
<div> <div>+</div> <div>📄</div> <div>▼</div> <div>📋</div> <div>▼</div> <div>🗑️</div> <div>📦</div> <div>⬇️</div> <div>📈</div> </div>	
	QUERY PLAN text <div>🔒</div>
1	Result (cost=4.46..4.47 rows=1 width=8) (actual time=0.015..0.016 rows=1 loops=1)
2	InitPlan 1 (returns \$0)
3	-> Limit (cost=0.29..4.46 rows=1 width=8) (actual time=0.014..0.014 rows=1 loops=1)
4	-> Index Only Scan Backward using idx on medicines (cost=0.29..8.62 rows=2 width=8) (actual time=0.013..0.013 rows=1 loops=1)
5	Index Cond: ((medicine_id IS NOT NULL) AND (medicine_id = ANY ('{0,87345}'::bigint[])))
6	Heap Fetches: 0
7	Planning Time: 0.116 ms
8	Execution Time: 0.027 ms

Query	Query History
1	<code>explain analyze select avg(medicine_id) from medicines where medicine_id between 1001 and 90123;</code>
Data Output	Messages
<div> <div>+</div> <div>📄</div> <div>▼</div> <div>📋</div> <div>▼</div> <div>🗑️</div> <div>📦</div> <div>⬇️</div> <div>📈</div> </div>	
	QUERY PLAN text <div>🔒</div>
1	Aggregate (cost=2458.74..2458.75 rows=1 width=32) (actual time=15.597..15.598 rows=1 loops=1)
2	-> Seq Scan on medicines (cost=0.00..2236.00 rows=89096 width=8) (actual time=0.092..8.379 rows=89123 loops=1)
3	Filter: ((medicine_id >= 1001) AND (medicine_id <= 90123))
4	Rows Removed by Filter: 10877
5	Planning Time: 0.112 ms
6	Execution Time: 15.625 ms

Спочатку розглянемо другий випадок. Як можемо побачити приріст швидкодії запиту є і доволі значний і відсотках, але не значний у реальному часі. Це і пояснює нам, чому обидва інші запити не мають

значного приросту або взагалі не мають приросту по швидкодії, адже індекс свою роботу і швидкодії порівняння виконав, але основну частину часу займає агрегатна функція.

BRIN

Створюємо індекс

Query

Query History

1

CREATE INDEX idx ON medicines USING BRIN (medicine_id);

Data Output

Messages

Notifications

CREATE INDEX

Query returned successfully in 64 msec.

Query

Query History

1

explain analyze select count(*) from medicines where medicine_id % 10 = 0

Data Output

Messages

Notifications

≡

📄

▼

📋

▼

🗑️

🗄️

⬇️

📈

QUERY PLAN

text

🔒

1

Aggregate (cost=2237.25..2237.26 rows=1 width=8) (actual time=7.404..7.405 rows=1 loops=1)

2

-> Seq Scan on medicines (cost=0.00..2236.00 rows=500 width=0) (actual time=0.012..7.017 rows=10000 loops=1)

3

Filter: ((medicine_id % '10'::bigint) = 0)

4

Rows Removed by Filter: 90000

5

Planning Time: 0.084 ms

6

Execution Time: 7.432 ms

Query

Query History

1

explain analyze select max(medicine_id) from medicines where medicine_id in (0, 87345)

Data Output

Messages

Notifications

≡

📄

▼

📋

▼

🗑️

🗄️

⬇️

📈

QUERY PLAN

text

🔒

1

Result (cost=6.46..6.47 rows=1 width=8) (actual time=0.013..0.014 rows=1 loops=1)

2

InitPlan 1 (returns \$0)

3

-> Limit (cost=0.29..6.46 rows=1 width=8) (actual time=0.012..0.012 rows=1 loops=1)

4

-> Index Only Scan Backward using medicines_pkey on medicines (cost=0.29..12.62 rows=2 width=8) (actual time=0.011..0.011 rows=1 loops=1)

5

Index Cond: ((medicine_id IS NOT NULL) AND (medicine_id = ANY ('{0,87345}'::bigint[])))

6

Heap Fetches: 0

7

Planning Time: 0.116 ms

8

Execution Time: 0.025 ms

Query Query History	
1	<code>explain analyze select avg(medicine_id) from medicines where medicine_id between 1001 and 90123;</code>
Data Output Messages Notifications	
<div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> </div>	
	QUERY PLAN text <div></div>
1	Aggregate (cost=2462.73..2462.74 rows=1 width=32) (actual time=16.753..16.753 rows=1 loops=1)
2	-> Seq Scan on medicines (cost=0.00..2236.00 rows=90690 width=8) (actual time=0.055..9.074 rows=89123 loops=1)
3	Filter: ((medicine_id >= 1001) AND (medicine_id <= 90123))
4	Rows Removed by Filter: 10877
5	Planning Time: 0.103 ms
6	Execution Time: 16.785 ms

Схожа ситуація як і з індексом В-Tree. Обидва індекси прискорюють операції порівняння, тому доводи схожі як і результати.

Мій телеграм: https://t.me/Maks_01111

Мій GitHub: https://github.com/fantomas00/Laba2_DB