Kauno technologijos universitetas

Informatikos fakultetas

Laboratorinis darbas Nr. 2

Ataskaita

Aistis Jakutonis

Studentas

Doc. Butkevičiūtė Eglė

Dėstytoja

Kaunas, 2024

Turinys

Greitaveika

Tiriamieji metodai:

4	Class BstSet: addAll()	Class AvlSet: addAll()

Aprašytas addAll metodas BstSet klasėje:

```
/**
     * Abės set elementai pridedami į esamą aibę, jeigu abi aibės turi tą patį
elementą, jis nėra dedamas.
     *
     * @param set pridedamoji aibė
     */
    @Override
    public void addAll(Set<E> set) {
        for (E element : set) {
            add(element);
        }
    }
```

Šio metodo nereikėjo aprašinėti AvlSet klasėje, nes ji paveldi BstSet klasę.

Metodo sudėtingumas naudojant BstSet klasę:

Tarkime, kad m yra elementų skaičius abėje Set. Tai šio metodo sudėtingumas bus: m * n. Taip yra todėl, nes mūsų addAll metodas pirmiausia eina per kiekvieną m elementą atskirai ir taip pat kiekvienam m elementui jis atlieka add metodą, kuris naudoja rekursinį naujo elemento pridėjimą į medį, todėl add metodo sudėtingumas yra log(n). Šių metodų sudėtingumus sudaugine gauname rezultatą.

Metodo sudėtingumas naudojant AvlSet klasę:

Šio metodo sudėtingumas bus m * log(n), nes jis yra subalancuotas. Tačiau kartais atrodytų, kad balansavimo dalis addRecursive metode turėtų padidinti sudėtingumą. Vis dėlto taip nėra, nes balansavimo operacija neužtrunka taip ilgai, nes ji vyksta tik tarp kelių susijusių mazgų.

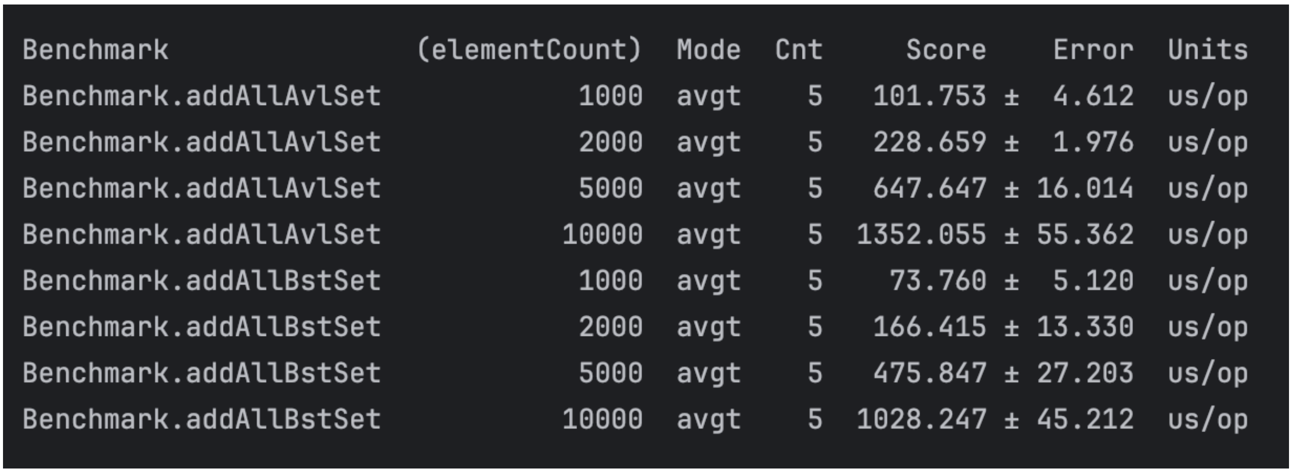
Greitaveikos testavimo kodas:

```
package edu.ktu.ds.lab2.demo;

import edu.ktu.ds.lab2.utils.AvlSet;
import edu.ktu.ds.lab2.utils.BstSet;
import edu.ktu.ds.lab2.utils.BstSetIterative;
import edu.ktu.ds.lab2.utils.SortedSet;
import org.openjdk.jmh.annotations.*;
import org.openjdk.jmh.infra.BenchmarkParams;
```

```
import org.openjdk.jmh.runner.Runner;
import org.openjdk.jmh.runner.RunnerException;
import org.openjdk.jmh.runner.options.Options;
import org.openjdk.jmh.runner.options.OptionsBuilder;

import java.util.HashSet;
import java.util.Set;
import java.util.concurrent.TimeUnit;

@BenchmarkMode(Mode.AverageTime)
@State(Scope.Benchmark)
@OutputTimeUnit(TimeUnit.MICROSECONDS)
@Warmup(time = 1, timeUnit = TimeUnit.SECONDS, iterations = 2)
@Measurement(time = 1, timeUnit = TimeUnit.SECONDS)
public class Benchmark {

    @State(Scope.Benchmark)
    public static class FullSet {

        Car[] cars;
        BstSet<Car> carSet;
        AvlSet<Car> avlSet;

        @Setup(Level.Iteration)
        public void generateElements(BenchmarkParams params) {
            cars =
Benchmark.generateElements(Integer.parseInt(params.getParam("elementCount")));
        }

        @Setup(Level.Invocation)
        public void fillCarSet(BenchmarkParams params) {
            carSet = new BstSet<>(Car.byPrice);
            avlSet = new AvlSet<>(Car.byPrice);
            addElements(cars, carSet);
            addElements(cars, avlSet);
        }
    }

    @Param({"1000", "2000", "5000", "10000"})
    public int elementCount;

    Car[] cars;
    BstSet<Car> carSet2;

    @Setup(Level.Iteration)
    public void generateElements() {
        cars = generateElements(elementCount);
        carSet2 = new BstSet<>(Car.byPrice);
        addElements(cars, carSet2);
    }

    static Car[] generateElements(int count) {
        return new CarsGenerator().generateShuffle(count, 1.0);
    }

    @org.openjdk.jmh.annotations.Benchmark
    public void addAllBstSet(FullSet fullSet) {
        fullSet.carSet.addAll(carSet2);
    }
```

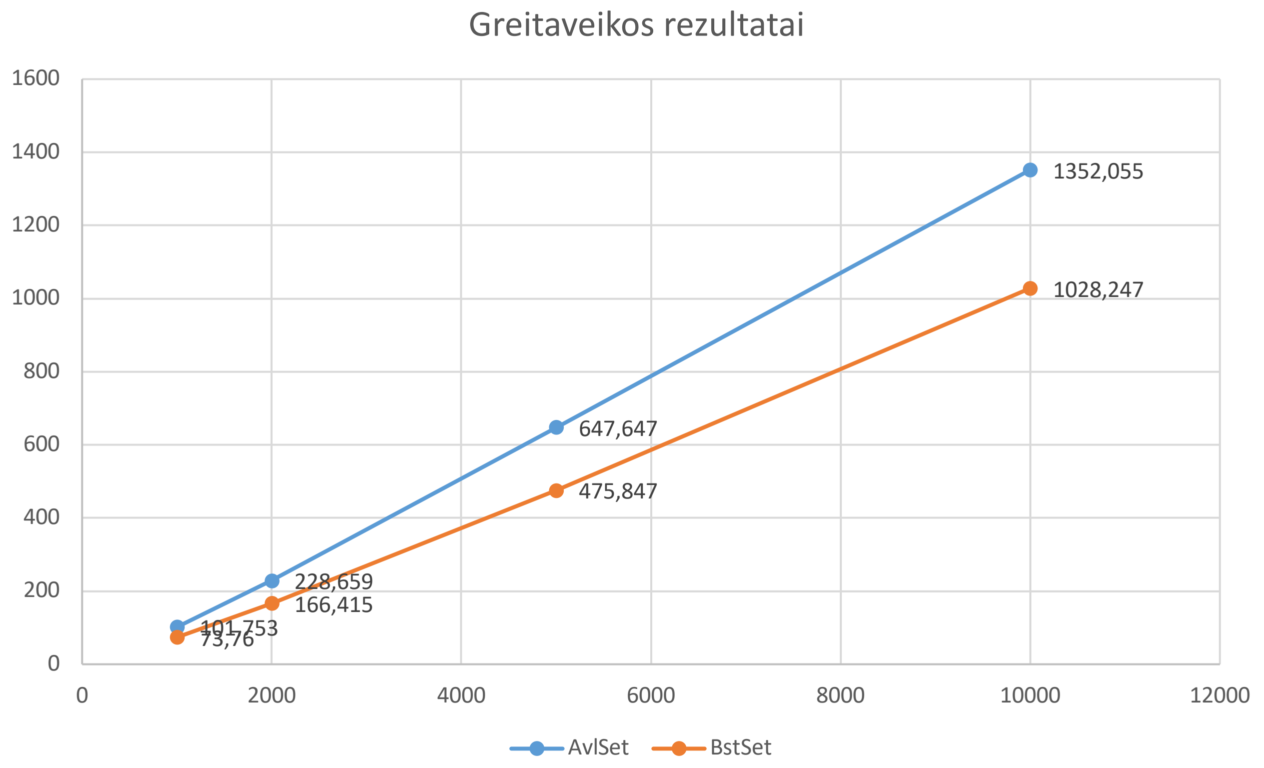
```
    @org.openjdk.jmh.annotations.Benchmark
    public void addAllAvlSet(FullSet fullSet) {
        fullSet.avlSet.addAll(carSet2);
    }

    public static void addElements(Car[] carArray, SortedSet<Car> carSet) {
        for (Car car : carArray) {
            carSet.add(car);
        }
    }

    public static void main(String[] args) throws RunnerException {
        Options opt = new OptionsBuilder()
                .include(Benchmark.class.getSimpleName())
                .forks(1)
                .build();
        new Runner(opt).run();
    }
}
```

Šis greitaveikos kodas yra gana nesudėtingas. Mašinų dvejetainiai medžiai yra atskirai sugeneruojami naudojami tam sukurtą generavimo klasę. Taip pat atskirai yra sukuriamas addAll metodo parametro medis. Yra įvykdomi aprašyti metodai ir galiausiai atspausdinami gauti greitaveikos rezultatai:



```
Benchmark                 (elementCount)  Mode  Cnt     Score    Error  Units
Benchmark.addAllAvlSet              1000  avgt    5   101.753 ±  4.612  us/op
Benchmark.addAllAvlSet              2000  avgt    5   228.659 ±  1.976  us/op
Benchmark.addAllAvlSet              5000  avgt    5   647.647 ± 16.014  us/op
Benchmark.addAllAvlSet             10000  avgt    5  1352.055 ± 55.362  us/op
Benchmark.addAllBstSet              1000  avgt    5    73.760 ±  5.120  us/op
Benchmark.addAllBstSet              2000  avgt    5   166.415 ± 13.330  us/op
Benchmark.addAllBstSet              5000  avgt    5   475.847 ± 27.203  us/op
Benchmark.addAllBstSet             10000  avgt    5  1028.247 ± 45.212  us/op
```

Grafikas:



Kompiuterio parametrai, kuriame buvo atlikti greitaveikos testavimai:

Procesoriaus charakteristikos – Apple M1 Max
Atminties kiekis (RAM) – 32GB
OS – macOS Sonoma 14.4.1

Rezultatuose svarbu atsižvelgti į elementų kiekio stulpelį bei į „score“ stulpelį, kuriame surašyti greičiai mikrosekundėmis. Kaip matome, kad metodų įvykdymo greičiai didėja ne logoritmiškai. Taip yra todėl, kad pasirinktas elementų kiekis buvo kiek per mažas. Tačiau norint įrodyti logoritmišką sudėtingumą reikėtų turėti itin daug elementų. Tačiau iš šių rezultatų akivaizdžiai matosi, kad naudojant bst medį addAll metodas yra įvykdomas greičiau nei naudojant avl medį. Taip yra todėl, nes įdedant kiekvieną elementą į avl medį, jį reikia dar ir balansuoti, tikrinti ar jis neišsibalansavo. Šis veiksmas prailgina šio metodo darbą ir tai atsiliepia jo atlikimo greityje.