

# Sprawozdanie - Laboratorium 07 PAMSI

Artur Gasiński — 218685

18.04.2016

## 1 Zadanie

1. Implementacja drzewa binarnego czerwono-czarnego.
2. Pomiar czasów odczytu pojedynczego elementu z drzewa w zależności od liczby elementów  $n$  w tablicy:  $n = 10, 10^2, 10^3, 10^6, 10^7$ ;

## 2 Wykonanie

1. Struktura programu:
  - interfejs `IRunnable`,
  - interfejs `IBinaryTree` (zawiera podstawowe metody ADT drzewa binarnego),
  - klasa `RBTree`, implementująca interfejs `IBinaryTree` w postaci dynamicznie tworzonych węzłów `TreeNode` i powiązań między nimi:
    - pojedynczy węzeł przechowuje pole danych, wskaźniki do lewego i prawego syna oraz do ojca oraz pole koloru (zaznaczane znakiem 'B' lub 'R'),
    - kolejne elementy dodawane są zgodnie z metodologią drzewa binarnego, tzn. elementy mniejsze od korzenia znajdują się w lewym podrzewie, a większe w prawym,
    - aby drzewo było zrównoważone (tzn. żeby nie dochodziło do degeneracji drzewa do postaci listy), stosowane są algorytmy balansowania drzewa czerwono-czarnego (zarówno przy dodawaniu, jak i usuwaniu elementów z drzewa),
  - klasa `RBTree-Test`, implementująca interfejs `IRunnable` dla klasy `RBTree`,
  - klasy `Stopwatch` i `AdvancedStopwatch`, wykonujące pomiar czasów korzystając z funkcji `gettimeofday()`.
  - funkcja główna, zarządzająca kolejnością wykonywania zadań.
2. Pomiary wykonywano w następujący sposób: najpierw przygotowywano drzewo, czyli dodawano odpowiednią liczbę elementów  $n$ . Jeśli w drzewie znajdowały się już jakieś elementy, usuwano wszystkie węzły, aby drzewo było puste. Liczby dodawane do drzewa były generowane losowo w zakresie od 1 do  $10 * n$ . Następnie wywoływano w pętli metodę szukającą elementu w drzewie. Element szukany również generowano losowo w zakresie od 1 do

$10 * n$ . Pomiary wykonano w seriach po 30 razy dla każdego  $n$ . Zmodyfikowano nieco rozmiary problemów:  $n = 10, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5, 10^6$ .

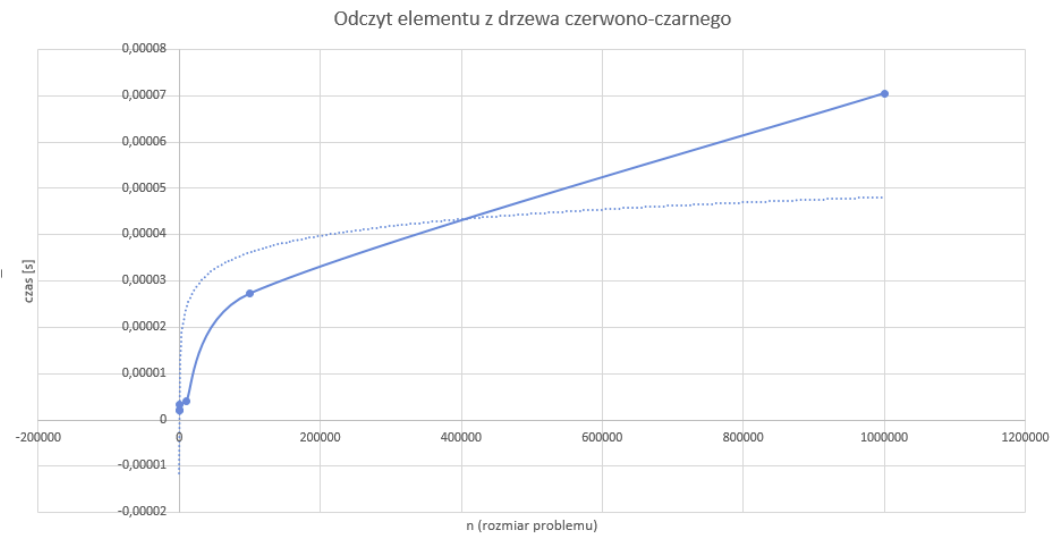
### 3 Pomiary średnich czasów

Odczyt elementu z drzewa czerwono-czarnego:

n	10	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>
czas [s]	0,00000218	0,00000214	0,00000328	0,00000409	0,00002726	0,00007054

### 4 Wykres

Linia przerywaną zaznaczona jest logarytmiczna aproksymacja zmierzonych punktów.



### 5 Wnioski

Teoretycznie odczyt z drzewa czerwono-czarnego ma złożoność czasową  $O(\log n)$ . Rzeczywiste pomiary odbiegają nieco od krzywej teoretycznej. Zwłaszcza po przekroczeniu  $n = 10^5$  elementów, czas odczytu znacznie wydłużył się. Może to wynikać z losowego wyboru elementu, który ma zostać znaleziony w drzewie. Zakres losowania jest na tyle duży, że z dużym prawdopodobieństwem mogły zostać wybrane elementy, których nie ma w drzewie. To powoduje konieczność przejścia całego drzewa (pesymistyczny przypadek) za każdym razem w serii 30 pomiarów. Odczyt dla poprzednich wartości  $n$  mógł być bardziej równomierny (tzn. element szukany znajdował się w drzewie i nie trzeba było przechodzić całego drzewa).