Sprawozdanie SDiZO

## Michał Malewicz 259509

Zadane zostało stworzenie czterech struktur danych – listy dwukierunkowej, tablicy dynamicznej, kopca binarnego oraz drzewa czerwono-czarnego a następnie przetestowanie złożoności czasowej poszczególnych metod tych kontenerów. Drzewo czerwono-czarne nie zostało zawarte w badaniu.

# Badane metody oraz ich kontenery wraz z opisami złożoności czasowej:

Lista dwukierunkowa

1. Dodawanie elementu na początek listy (add front)
2. Dodawanie elementu na koniec listy (add rear)
3. Dodawanie elementu w dowolnym miejscy listy (add on position)
4. Usuwanie elementu z początku listy (delete front)
5. Usuwanie elementu z końca listy (delete rear)
6. Usuwanie elementu z dowolnego miejsca listy (delete on position)
7. Znajdywanie pierwszego elementu równemu podanemu (find first)

Wszelkie operacje wymagające dostępu do zarówno pierwszego jak i ostatniego elementu listy dwukierunkowej będą miały złożoność O(1), ze względu na stały dostęp listy do jej początka jak i końca. Pozostałe operacje takie jak dodawanie i usuwanie elementów ze środka listy, lub wysukiwanie elemetu, będą miały złożoność pesymistyczną O(n) wynikającą z braku uporządkowania listy.

Tablica dynamiczna

1. Dodawanie elementu na początek listy (add front)
2. Dodawanie elementu na koniec listy (add rear)
3. Dodawanie elementu w dowolnym miejscy listy (add pos)
4. Usuwanie elementu z początku listy (delete front)
5. Usuwanie elementu z końca listy (delete rear)
6. Usuwanie elementu z dowolnego miejsca listy (delete on position)
7. Znajdywanie pierwszego elementu równemu podanemu (find first)

Każda operacja dodawania oraz odejmowania na tablicy dynamicznej będzie miała pesymistyczną złożoność wynoszącą O(n) spowodowaną potrzebą kopiowania każdego elementu tablicy. Operacja wyszukiwania elementu także będzie miała złożoność O(n) ze względu na brak uporządkowania tablicy.

Kopiec Binarny

1. Dodawanie elementu (add)
2. Usuwanie elementu (delete)
3. Znajdywanie pierwszego elementu równemu podanemu (find first)

Operacja dodawania oraz odejmowania powinna mieć złożoność O(lg(n)) a wyszukiwania O(n), ale ze względu na oparcie struktury na tablicy dynamicznej średnia złożoność obu operacji wynosić będzie O(n).

# Przebieg badania:

Analiza złożoności czasowej poszczególnych struktur polegać będzie na zestawieniu ze sobą średnich czasów wykonywania metod dla tysiąca powtórzeń dla różnych rozmiarów tablic – od 1000 do 10000 ze skokiem rozmiaru co 1000.

Do kontenerów danych losowane będą liczby z przedziału <-100, 100>, a pozycja na której dodawane bądź usuwane będą dane, losowana będzie przy każdym powtórzeniu operacji dodawania lub usuwania. Czas wszystkich operacji będzie sumowany a następnie uśredniany dla danej funkcji dla danej wielkości struktury. Będzie on następnie porównany z analogicznymi metodami dla pozostałych kontenerów danych.

# Uzyskane dane wraz z wykresami reprezentującymi zmiany czasu względem wielkości tablic (czas podawany w nanosekundach):

Tablica dynamiczna

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Liczba obiektów** | **add front** | **add rear** | **add on position** | **delete front** | **delete rear** | **delete pos** | **find first** |
| 1000 | 2558 | 3095,8 | 3065,7 | 2682,1 | 2781 | 3121,4 | 146,3 |
| 2000 | 5399,3 | 5732,2 | 7017 | 5161,1 | 5307,2 | 5947,8 | 129,6 |
| 3000 | 14038,5 | 8003,7 | 8777,1 | 7680,7 | 7660,7 | 8888 | 879,2 |
| 4000 | 9820,5 | 11862,8 | 12180,5 | 10200,8 | 10205,8 | 11822,8 | 853,2 |
| 5000 | 12136,7 | 12160,5 | 15010,8 | 12839,3 | 12677,6 | 14798,6 | 948,2 |
| 6000 | 14279,9 | 14208,8 | 17671,9 | 15110,7 | 15227,1 | 17822 | 931,2 |
| 7000 | 16846,1 | 17501,7 | 21005,6 | 17738,5 | 17405,7 | 20174,6 | 1005,3 |
| 8000 | 18818,3 | 18650,1 | 23591,7 | 19898,6 | 19809,6 | 23396,3 | 1061,8 |
| 9000 | 21066,7 | 20981,6 | 25664,5 | 22268,5 | 22334,3 | 25773,4 | 1092,1 |
| 10000 | 23465,7 | 23291,3 | 29021,6 | 24672,1 | 24751,2 | 29688,1 | 1098,2 |

Przewidywana złożoność czasowa: O(n)

Przewidywana złożoność czasowa: O(n)

Przewidywana złożoność czasowa: O(n)

Przewidywana złożoność czasowa: O(n)

Przewidywana złożoność czasowa: O(n)

Przewidywana złożoność czasowa: O(n)

Przewidywana złożoność czasowa: O(n)

Lista dwukierunkowa

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Liczba obiektów** | **add front** | **add rear** | **add on position** | **delete front** | **delete rear** | **delete pos** | **find first** |
| 1000 | 80,5 | 82,1 | 1115,3 | 70,8 | 65,7 | 1143 | 368,4 |
| 2000 | 74,9 | 76,3 | 2227,1 | 73,9 | 61,4 | 2095,2 | 257,1 |
| 3000 | 77,3 | 71,4 | 3218,3 | 75,1 | 69,9 | 3266,7 | 2934,5 |
| 4000 | 81,2 | 83,5 | 4186,1 | 69,6 | 60,7 | 4033,1 | 3004,3 |
| 5000 | 82,3 | 80,5 | 5254,5 | 70,1 | 62,2 | 5050,1 | 2934,9 |
| 6000 | 81,2 | 82,3 | 5933,6 | 70,7 | 61 | 5716 | 2929,2 |
| 7000 | 81,1 | 82,4 | 6844,9 | 79,3 | 63,8 | 7116,7 | 2970 |
| 8000 | 83,5 | 79 | 8123 | 68,9 | 62,5 | 7702 | 2959,4 |
| 9000 | 80,2 | 78,4 | 8870,8 | 73,1 | 62,5 | 8609,2 | 2956,1 |
| 10000 | 79,4 | 78,8 | 9524,3 | 73,7 | 64,8 | 10190,7 | 2944,8 |

Przewidywana złożoność czasowa: O(1)

Przewidywana złożoność czasowa: O(1)

Przewidywana złożoność czasowa: O(n)

Przewidywana złożoność czasowa: O(1)

Przewidywana złożoność czasowa: O(1)

Przewidywana złożoność czasowa: O(n)

Przewidywana złożoność czasowa: O(n)

Kopiec binarny

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Liczba obiektów** | **add** | **remove** | **find** |
| 1000 | 2630,9 | 2692,8 | 130,2 |
| 2000 | 5141,6 | 5287,9 | 194,3 |
| 3000 | 7556 | 7660,3 | 780,2 |
| 4000 | 9617,2 | 9987,3 | 786,4 |
| 5000 | 12003 | 12976,3 | 1105 |
| 6000 | 14319,3 | 15416,7 | 1073,3 |
| 7000 | 16552,5 | 17663,8 | 1122,5 |
| 8000 | 18824,2 | 20015,1 | 1125,7 |
| 9000 | 21111,7 | 22549,4 | 2022,8 |
| 10000 | 24001,8 | 25092,8 | 1934,5 |

Przewidywana złożoność czasowa: O(n)

Przewidywana złożoność czasowa: O(n)

Przewidywana złożoność czasowa: O(n)

# Wnioski:

Wyniki banań zmiany złożoności czasowej w większości pokrywają się z zakładanymi dla danych struktur. Wszelkie różnice wynikać mogą w szczególności z ograniczeń sprzętowych (zakłóceń pracy komputera).

Najwydajniejszą strukturą do przechowywania oraz wydobywania w szczególności dużych danych okazuje się lista dwukierunkowa. Silną alternatywą mógłby okazać się kopiec binarny, gdyby nie oparcie tego kontenera na konstrukcie tablicy dynamicznej. W tym zestawieniu dużym pozytywem tablicy, mimo jej stosunkowo wolnego czasu pracy okazuje się swoboda pracy na tej strukturze.