**Data:** 03.2022

**Justyna Krzemień, 259226**

|  |  |
| --- | --- |
| **Kurs:** | Projektowanie algorytmów i metody sztucznej inteligencji |
| **Dane prowadzącego:** | Mgr inż. Marta Emirsajłow |
| **Termin zajęć:** | poniedziałek 17:05 |

Projekt 1: Algorytmy Sortowania

Wprowadzenie

W ramach projektu należało wykonać testy efektywności czasowej trzech algorytmów sortowania: quicksort, sortowania przez scalenie oraz introspektywnego. Eksperymenty przeprowadzone zostały na 100 tablicach o zadanych rozmiarach: 10 000, 50 000, 100 000, 500 000, 1 000 000 o różnych stopniach posortowania początkowych elementów.

* 0% (wszystkie elementy tablicy losowe),
* 25%, 50%, 75%, 95%, 99%, 99,7%
* wszystkie elementy tablicy już posortowane ale w odwrotnej kolejności.

Opisy badanych algorytmów

Quicksort, sortowanie szybkie – niestabilny algorytm rekurencyjny stosujący metodę divide-and-conquer. Jego działanie opiera się na wyborze tzw. osi rozdzielającej tablicę. Następnie porównując elementy po obu stronach osi z nią powstają dwa podzbiory (partycje), ten po lewej od osi zawiera elementy mniejsze od niej, a po prawej większe (w przypadku sortowania malejąco na odwrót). Te dwa kroki są powtarzane rekurencyjnie w otrzymanych podtablicach aż do momentu całkowitego posortowania tablicy. Średnia złożoność obliczeniowa quicksorta to O(n log n), zaś w przypadku najgorszym O(n2).

Mergesort, sortowanie przez scalenie – podobnie jak quicksort stosuje metodę divide-and-conquer, w przeciwieństwie do niego jednak jest algorytmem stabilnym. Działanie tego algorytmu można opisać za pomocą kilku kroków. Wpierw tablica rekurencyjnie zostaje dzielona na pół aż do powstania tablic jednoelementowych. Osobno zostaje posortowana prawa i lewa część tych elementów. Wreszcie elementy podtablic są scalane w porządku rosnącym, a na końcu wykonujemy operację scalenia i posortowania na dwóch połówkach i otrzymujemy posortowaną tablicę wyjściową. Złożoność obliczeniowa mergesort to O(n log n) w każdym przypadku. W założeniu wolniejszy od quicksorta.

Introsort, sortowanie introspektywne – niestabilny algorytm hybrydowy, łączący cechy sortowania szybkiego i przez kopcowanie. Powstał by wyeliminować najgorszy przypadek quicksorta, zachowując jego szybkość działania. Tablica jest rekurencyjnie partycjonowana podobnie jak w quicksort, ale tylko gdy głębokość rekurencji nie przekracza 2 logn. We wspomnianym przypadku przełączamy się na heapsort. Dodatkowo zamiast standardowego wyznaczania osi jak w quicksort używamy funkcji mediany z trzech. Dla małych partycji (mniejszych od 16) wydajniejszy jest insertionsort, więc algorytm stosuje go w takich przypadkach. Złożoność obliczeniowa introsort to O(n log n) w każdym przypadku.

Uzyskane wyniki

Wnioski

Najwolniejszym z badanych algorytmów okazał się mergesort, co jest zgodne z założeniami. Wyjątek zachodzi jedynie w sytuacji, gdzie wcześniej posortowane zostało 50% elementów tablicy, wtedy quicksort sortuje najwolniej. Przyczyną może być ustawienie elementu osiowego dla tego rodzaju sortowania właśnie w połowie tablicy. W pozostałych przypadkach quicksort jest ponad 2 razy szybszy, przy posortowaniu wstępnym powyżej 90% nawet 3 razy szybszy (warto wspomnieć, że w wariancie posortowania wszystkich elementów malejąco procent sortowania wynosi 100).

Introsort jest przeważnie nieco szybszy od quicksorta, gdy procent posortowania sięga 99 i więcej jego tempo sortowania staje się niemal takie samo jak dla sortowania szybkiego. Nie występuje wydłużenie czasu sortowania w przypadku 50%. Takie zachowanie algorytmu wynika z jego hybrydowości.

Dla każdego z badanych algorytmów zauważalny jest spadek czasu sortowania wraz ze wzrostem procenta posortowanych wstępnie elementów.

Literatura

* Quicksort – Wikipedia:

https://en.wikipedia.org/wiki/Quicksort

* 14. Sortowanie. Złożoność algorytmów | Programowanie w C++ (miroslawzelent.pl):

https://miroslawzelent.pl/kurs-c++/sortowanie-zlozonosc-algorytmow/

* Sortowanie przez scalanie – algorytm i implementacje - Binarnie.pl:

https://binarnie.pl/sortowanie-przez-scalanie/

* Sortowanie introspektywne – Wikipedia, wolna encyklopedia:

https://pl.wikipedia.org/wiki/Sortowanie\_introspektywne

* IntroSort or Introspective sort – GeeksforGeeks:

https://www.geeksforgeeks.org/introsort-or-introspective-sort/

* Know Your Sorting Algorithm | Set 2 (Introsort- C++’s Sorting Weapon) – GeeksforGeeks:

https://www.geeksforgeeks.org/know-your-sorting-algorithm-set-2-introsort-cs-sorting-weapon/