

AZO - zadanie projektowe nr 1

Badanie efektywności wybranych algorytmów sortowania ze względu na złożoność obliczeniową

Należy wybrać i zaimplementować (samodzielnie) określone algorytmy sortowania, a następnie przeprowadzić analizę ich efektywności. Zakładamy, że po sortowaniu elementy powinny być uporządkowane rosnąco. Wskazane jest użycie szablonów (templates), aby łatwo można było wykorzystać zaimplementowane algorytmy do sortowania tablic zawierających elementy różnych typów (int, float).

Należy przyjąć następujące założenia:

- podstawowym elementem sortowanych tablic jest 4 bajtowa liczba całkowita ze znakiem (int), dla porównania należy rozpatrzyć również inne typy danych - float,
- wszystkie sortowane tablice powinny być alokowane dynamicznie (zgodnie z badanym rozmiarem tablicy),
- należy przeprowadzić **wstępną weryfikację poprawności sortowania** zaimplementowanych algorytmów!!! Dla małych tablic weryfikacja może być przeprowadzona wizualnie. Dla większych tablic może być przydatna procedura pomocnicza sprawdzająca poprawność uporządkowania elementów w tablicy,
- należy zmierzyć czasy sortowania tablic w funkcji ich rozmiaru. Ponieważ pojedynczy pomiar może być obciążony znacznym błędem oraz otrzymane wyniki mogą zależeć także od rozkładu danych, to pomiary dla konkretnego rozmiaru tablicy należy wykonać wielokrotnie (np. 100 razy – za każdym razem generując nowy zestaw danych), a wyniki uśrednić. W sprawozdaniu podajemy tylko wartości uśrednione. Badane rozmiary tablic należy dobrać eksperymentalnie w zależności od wydajności sprzętu (badania należy przeprowadzić dla 7 reprezentatywnych rozmiarów tablic np. 10000, 20000, 50000, 100000, ... lub 10000, 20000, 40000, 80000, ...). Wielkość tablic dobrać tak, aby pomiar czasu sortowania był na poziomie ms i więcej a nie ns czy us. Pomiar powinien uwzględniać wyłącznie czas sortowania tablicy (nie powinien uwzględniać np. czasu generacji danych),
- ponieważ czas sortowania tablicy może zależeć od początkowego rozkładu elementów należy rozpatrzyć przypadki szczególne (**i umieścić w sprawozdaniu**): tablica całkowicie losowa, tablica posortowana rosnąco, tablica posortowana malejąco, tablica posortowana częściowo (33% i 66% początkowych elementów już posortowanych),
- dodatkową funkcją programu musi być możliwość sprawdzenia poprawności zaimplementowanych algorytmów sortowania (wczytanie danych z pliku i wyświetlenie tablicy przed i po sortowaniu),

- do dokładnego pomiaru czasu w systemie Windows w C++ można skorzystać z funkcji *QueryPerformanceCounter* lub `std::chrono::high_resolution_clock` (opis na stronie <http://cpp0x.pl/forum/temat/?id=21331>),
- dopuszczalnymi językami programowania są języki kompilowane do kodu natywnego (np. C, C++, Rust), a nie interpretowane lub uruchamiane na maszynach wirtualnych (np. JAVA, .NET, Python) - możliwe jest odstępstwo od tej reguły za zgodą prowadzącego,
- używanie okienek nie jest konieczne i nie wpływa na ocenę (wystarczy wersja konsolowa),
- wszystkie algorytmy i struktury danych muszą być zaimplementowane przez studenta
- realizacja zadania powinna być wykonana w formie jednego programu
- kod źródłowy powinien być komentowany,
- program musi zostać skompilowany do wersji exe (i w takiej wersji zostanie poddany testom).

Sprawdzenie poprawności algorytmów sortowania obejmuje:

- utworzenie dynamicznej tablicy na podstawie danych zapisanych w pliku tekstowym (każda liczba w osobnym wierszu). Pierwsza liczba określa rozmiar tablicy, pozostałe są kolejnymi elementami tablicy.
- wyświetlenie na ekranie tablicy przed sortowaniem,
- wyświetlenie na ekranie tablicy po sortowaniu.

W tym celu należy stworzyć menu programu, które umożliwi następujące operacje:

- wczytanie tablicy z pliku o zadanej nazwie (program ma zapytać o nazwę pliku)
- wygenerowanie tablicy o zadanym rozmiarze zawierające losowe wartości (program ma zapytać o rozmiar tablicy)
- wyświetlenie ostatnio utworzonej tablicy na ekranie (wygenerowanej lub wczytanej)
- uruchomienie wybranego algorytmu na ostatnio utworzonej tablicy (do uruchomienia algorytmu używamy kopii utworzonej tablicy) i od razu wyświetlenie tablicy posortowanej
- wyświetlenie posortowanej tablicy na ekranie

Menu można rozszerzyć o własne opcje. W przypadku badania wpływu typu danych na czas sortowania można stworzyć menu dwupoziomowe, gdzie na pierwszym poziomie wybieramy typ danych (float lub int) a drugi poziom zawiera menu przedstawione powyżej. Powrót z menu niższego poziomu na wyższy nie jest wymagany.

Sprawozdanie (w formie elektronicznej) powinno zawierać:

- wprowadzenie, które powinno zawierać opis badanych algorytmów z omówieniem ich złożoności obliczeniowej (dla przypadku średniego i najgorszego) na podstawie literatury,

- plan eksperymentu, czyli założenia co do rozmiaru tablic, sposobu generowania tablic dla poszczególnych przypadków, sposobu pomiaru czasu, itp.,
- omówienie przebiegu eksperymentów i przedstawienie uzyskanych wyników (w postaci tabel i wykresów), w przypadku wykresów jest to zawsze czas sortowania w funkcji rozmiaru tablicy (inne zmienne mogą być parametrem wykresu)
- podsumowanie i wnioski (w przypadku niezgodności uzyskanych wyników z przewidywanymi należy spróbować wyjaśnić przyczyny),
- literatura (materiały wykorzystane do wykonania projektu, również strony internetowe),
- załączony kod źródłowy w formie elektronicznej (skopiować cały projekt oraz wersję skompilowaną programu na dysk google'a),
- jednostki w sprawozdaniu powinny być mianowane i mieć zachowaną odpowiednią precyzję.

Ocena projektu (we wszystkich wersjach bada się zawsze wpływ rozmiaru tablicy oraz wstępnego ułożenia danych w tablicy na czas wykonania algorytmu):

- 3.0 – sortowanie przez wstawianie (insertion sort), przez scalanie (merge sort) i bąbelkowe (bubble sort) – dodatkowo badamy wpływ typu danych int i float
- 4.0 – sortowanie przez wstawianie zwykłe i binarne, przez kopcowanie (heap sort) i szybkie - program w wersji obiektowej, dodatkowo badamy wpływ typu danych np. int i float
- 5.0 – sortowanie przez wstawianie, przez kopcowanie, Shella i szybkie - program w wersji obiektowej, dodatkowo badamy wpływ typu danych int i float, wpływ wyboru odstępów dla algorytmu Shella (2 różne wzory tworzące algorytmy o różnych złożonościach) oraz sposób wyboru pivotu (skrajny lewy, skrajny prawy, środkowy oraz losowy) dla algorytmu szybkiego.

Uwagi dotyczące sprawozdania

Należy skonstruować jeden wykres dla pojedynczej metody sortowania i typu danych. Na tym wykresie będzie 5 linii odpowiadających za uporządkowanie tablicy (posortowana, posortowana odwrotnie, losowa, wstępnie posortowana (33% i 66%))

Literatura:

- [1] Cormen T., Leiserson C.E., Rivest R.L., Stein C., Wprowadzenie do algorytmów, WNT
- [2] Drozdek A., C++. Algorytmy i struktury danych, Helion