

# 1 Tema Nr. 3: Analiza și compararea metodelor avansate de sortare – HeapSort și QuickSort / QuickSelect

Timp alocat: 2 ore

## 1.1 Implementare

Se cere implementarea **corectă** și **eficientă** a Sortării Rapide (*Quicksort*), Sortării Rapide Hibridizate (*Hybrid Quicksort*) și *Quick-Select* (*Randomized-Select*). Se cere și analizarea comparativă a complexității Sortării folosind Heap-uri (*Heapsort*, implementat în Tema Nr. 2) și Sortarea Rapidă (*Quicksort*).

Informații utile și pseudo-cod găsiți în notițele de curs sau în carte[1]:

- *Heapsort*: capitolul 6 (Heapsort)
- *Quicksort*: capitolul 7 (Quicksort)
- *Hibridizare quicksort utilizând insertion sort iterativ* - în quicksort, pentru dimensiuni de șir  $<$  prag, se utilizează insertion sort (folosiți implementarea insertion sort din Tema Nr. 1).
- *QuickSelect/Randomized Select*: capitolul 9

## 1.2 Cerințe minimale pentru notare

Lipsa oricărei cerințe minimale (chiar și parțială) poate rezulta într-o notă mai mică prin penalizări sau refuzul de a prelua tema, rezultând în nota 0.

- *Demo*: Pregătiți un exemplu pentru exemplificarea corectitudinii fiecărui algoritm implementat. Corectitudinea fiecărui algoritm se demonstrează printr-un exemplu simplu (maxim 10 valori).
- Graficele create trebuie să fie ușor de evaluat, adică grupate și adunate prin funcțiile Profiler după cerințele temei. Tema nu va fi evaluată dacă conține o multitudine de grafice negrupate. De exemplu, analiza comparativă implică gruparea într-un singur grafic a algoritmilor comparați.
- Interpretați graficul/graficele și notați observațiile personale în antetul fișierului *main.cpp*, într-un comentariu bloc informativ.
- Nu preluăm teme care nu sunt indentate și care nu sunt organizate în funcții (de exemplu, nu preluăm teme unde tot codul este pus în main).
- *Punctajele din barem sunt corespunzătoare unei rezolvări corecte și complete a cerinței, calitatea interpretărilor din comentariul bloc și răspunsul corect dat de dumeavostă la întrebările puse de către profesor.*

## 1.3 Cerințe

### 1.3.1 QuickSort: implementare (2p)

*Demo:* Corectitudinea algoritmului va trebui exemplificată pe date de intrare de dimensiuni mici.

### 1.3.2 QuickSort: evaluare în caz mediu statistic, favorabil și defavorabil (3p)

Pașii de analiză:

- variați dimensiunea șirului de intrare ( $n$ ) între  $[100 \dots 10000]$ , cu un increment de maxim 500 (sugerăm 100).
- pentru fiecare dimensiune ( $n$ ), generați date de intrare adecvate metodei de construcție; rulați metoda numărând operațiile elementare (atribuirile și comparațiile pot fi numărate împreună pentru această temă).

### 1.3.3 QuickSort și HeapSort: analiză comparativă a cazului mediu statistic (2p)

Se cere compararea celor două metode de sortare în cazul **mediu statistic**. Pentru cazul **mediu statistic** va trebui să repetați măsurătorile de  $m$  ori ( $m=5$ ) și să raportați valoarea lor medie; de asemenea, pentru cazul **mediu statistic**, asigurați-vă că folosiți **aceleași** date de intrare pentru cele două metode.

Generați un grafic ce compară cele două metode de construcție în cazul **mediu statistic** pe baza numărului de operații obținut la pasul anterior.

Dacă o curbă nu poate fi vizualizată corect din cauza că celelalte curbe au o rată mai mare de creștere, atunci plasați noua curbă pe un alt grafic. Denumiți adecvat graficele și curbele.

### 1.3.4 Implementarea hibridizării quicksort-ului (1p)

*Demo:* Corectitudinea algoritmilor va trebui exemplificată pe date de intrare de dimensiuni mici.

### 1.3.5 Determinare a unui prag optim în hibridizare din punct de vedere a numărului de operații și a timpului efectiv de execuție + motivație (1p)

Determinarea optimului din perspectiva pragului utilizat se realizează prin varierea valorii de prag pentru care se aplică insertion sort.

Comparați rezultatele obținute din perspectiva performanței (timpului de execuție și a numărului de operații) pentru a determina o valoare optimă a pragului. Puteți folosi 10,000 ca dimensiune fixă a vectorului ce urmează să fie sortat și variați pragul între  $[5,50]$  cu un increment de 1 până la 5.

Numărul de teste care trebuie să fie repetate (nr\_tests din exemplul de mai sus) trebuie ales în funcție de procesor și modul de compilare. Sugerăm valori mai mari, precum 100 sau 1000.

### 1.3.6 Analiză comparativă (între *quicksort* și *quicksort hibridizat*) din punct de vedere a numărului de operații și a timpului efectiv de execuție (1p)

Pentru hibridizare quicksort, trebuie să utilizați versiunea iterativă de insertion sort din prima temă în cazul în care dimensiunea vectorului este mică (sugerăm utilizarea insertion sort dacă vectorul are sub 30 de elemente - dar este obligatoriu de găsit valoarea potrivită prin analiză). Comparați *timpul de rulare și numărul de operații* (asignări + comparații) pentru quicksort implementat în tema 3 cu cel hibridizat.

### 1.3.7 Bonus: QuickSelect - Randomized-Select (0.5p)

*Demo:* Corectitudinea algoritmului va trebui exemplificată pe date de intrare de dimensiuni mici.

Pentru QuickSelect (Randomized-Select) nu trebuie făcută analiza complexității, doar corectitudinea trebuie exemplificată.

## 1.4 Informații adiționale

! Doar atribuirile (=) și comparațiile (<, ==, >, !=) care se fac pe datele de intrare și pe datele auxiliare corespunzătoare se iau în considerare.

Pentru a măsura timpul de execuție puteți folosi Profiler similar cu exemplul de mai jos.

```
profiler.startTimer("your_function", current_size);
for(int test=0; test<nr_tests; ++test) {
    your_function(array, current_size);
}
profiler.stopTimer("your_function", current_size);
```

Numărul de teste (*nr\_tests* din exemplul de mai sus) trebuie ales în funcție de procesor și modul de compilare. Sugerăm valori mai mari, precum 100 sau 1000.

În momentul în care măsurați timpul de execuție, asigurați-vă că opriți orice alte procese care nu sunt necesare.

! *Observație.* Pentru a evalua cât mai corect timpul, Profiler nu va face numărătoarea operațiilor. Astfel, evaluarea de timp și de operații trebuie făcute separat.

## References

- [1] Thomas H. Cormen et al. *Introduction to Algorithms*. 2nd. The MIT Press, 2001. ISBN: 0262032937.