



Sorting triediace algoritmy

Dátové štruktúry a algoritmy 25/26 LS

Prednášky, garant: prof. Gabriel Juhás

Cvičenia: Milan Mladoniczky - milan.mladoniczky@paneurouni.com



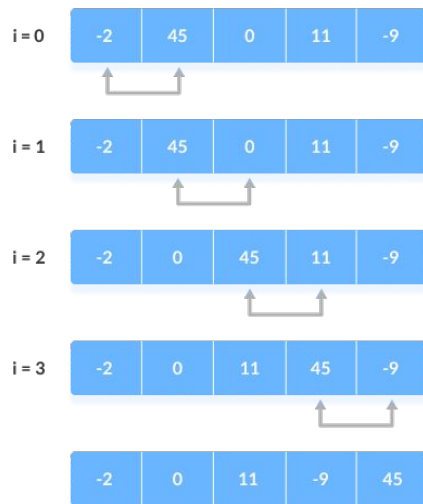
Bubble Sort

- Triediaci algoritmus, ktorý porovnáva dva susediace prvky a prehodí ich kým nesú v želanom poradí.
- Porovnávacia funkcia môže byť ľubovoľná.
- Pre triedenie nie je vytvorená ďalšia štruktúra a prvky sú triedené priamo v kontajnery (tzv. in-place).
- Algoritmus prechádza kontajner niekoľkokrát pokiaľ prvky nie sú zotriedené.
- Nie je vhodné použiť pre väčšie data sety. Časová zložitosť je $O(n^2)$ a priestorová náročnosť $O(1)$.

Bubble Sort

- Počnúc prvým indexom porovnáme prvý a druhý prvok.
- Ak je prvý prvok väčší ako druhý prvok, vymenia sa.
- Teraz porovnáme druhý a tretí prvok. Ak nie sú v rovnakom poradí, prehodíte ich.
- Uvedený postup pokračuje až po posledný prvok.

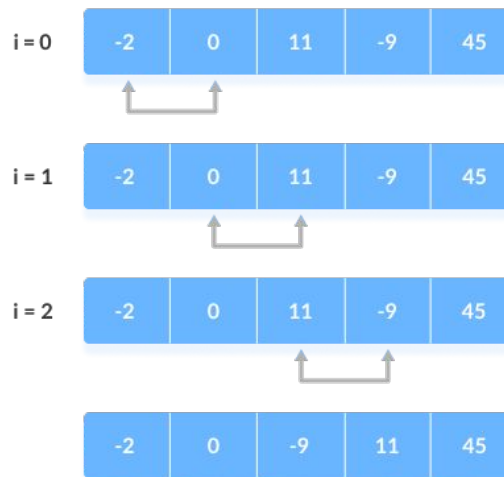
step = 0



Bubble Sort

- Rovnaký postup pokračuje aj pri zvyšných iteráciách.
- Po každej iterácii sa na koniec umiestni najväčší prvok spomedzi netriedených prvkov.

step = 1

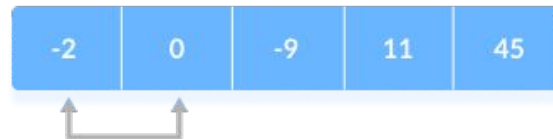


Bubble Sort

V každej iterácii sa porovnanie uskutoční až po posledný nezoradený prvok.

step = 2

i = 0



i = 1

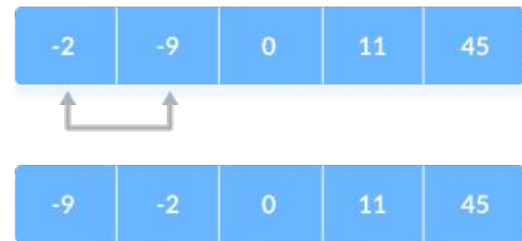


Bubble Sort

Pole je zoradené, keď sú všetky nezoradené prvky umiestnené na správnych pozíciách.

step = 3

i = 0





Bubble Sort

```
bubbleSort(array)
```

```
  for i <- 1 to sizeofArray - 1
```

```
    for j <- 1 to sizeofArray - 1 - i
```

```
      if leftElement > rightElement
```

```
        swap leftElement and rightElement
```

```
  end bubbleSort
```



Merge Sort

- Algoritmus sa riadi princípom rozdel' a panuj.
- Rekurzívne delí kontajner na menšie a menšie podmnožiny kým sa dajú, zotriedi ich a následne ich naspäť spojí do kompletného kontajneru.
- Stabilný a efektívny algoritmus.
- Časová zložitosť $O(n \log n)$, priestorová náročnosť $O(n)$.
- **Rezdel:** Rozdel' kontajner rekurzívne na dve polovice, kým sa už nedá rozdeliť.
- **Panuj:** Každé čiastkové pole sa zoradí samostatne pomocou platného porovnania.
- **Zlúč:** Zoradené čiastkové polia sa opäť spoja do jedného v zoradenom poradí.
- Proces pokračuje, kým sa nezlúčia všetky prvky z oboch čiastkových polí.

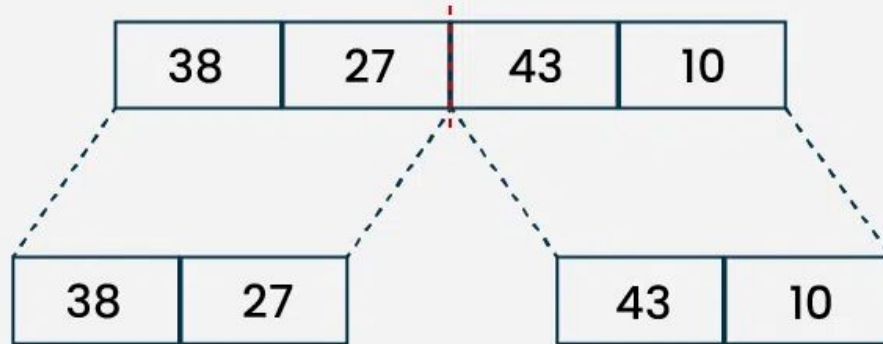
Merge Sort – pole [38, 27, 43, 10]

Step 1

Splitting the Array into two equal halves



Partition



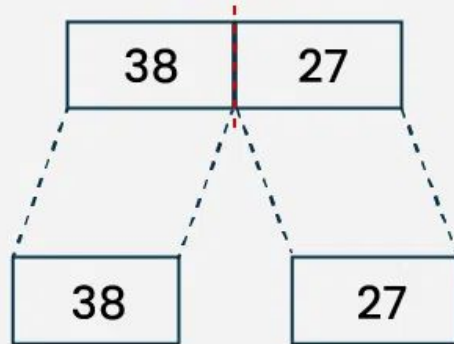
Merge Sort – pole [38, 27, 43, 10]

Step 2

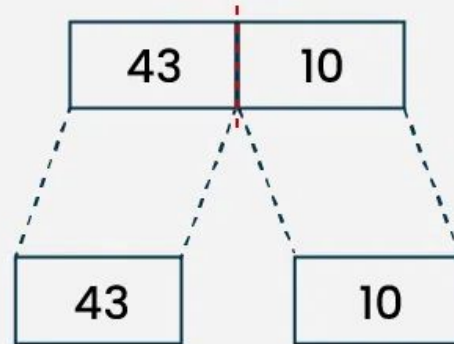
Splitting the subarrays into two halves



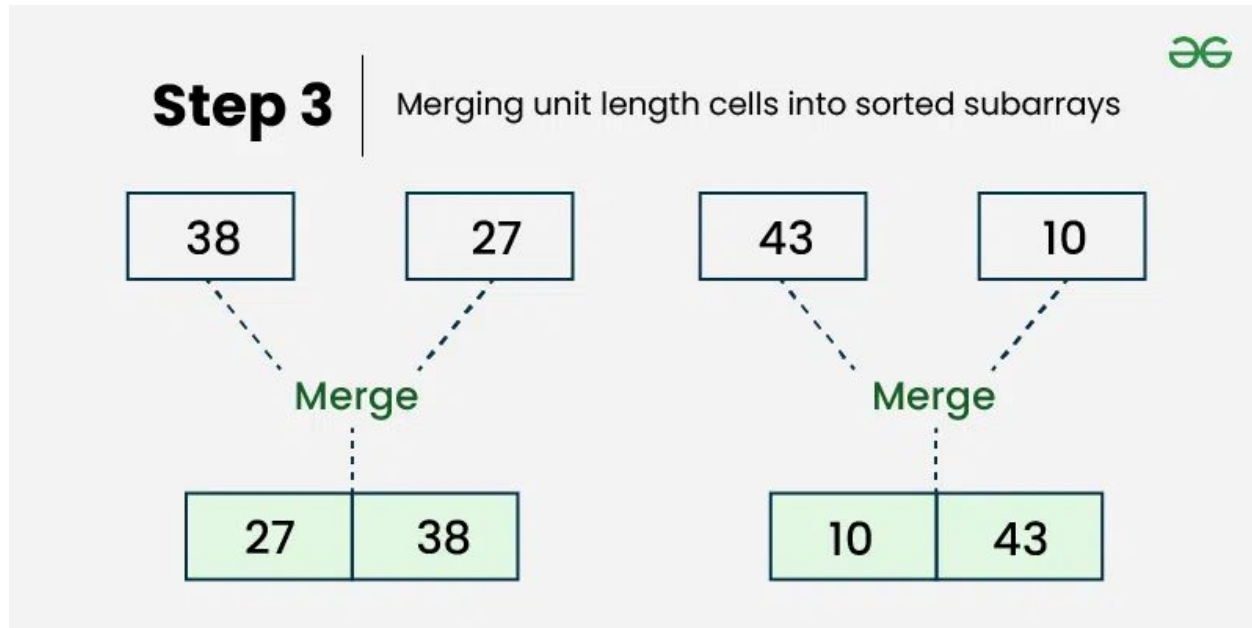
Partition



Partition



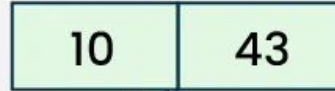
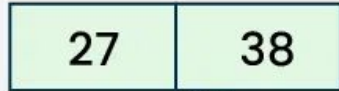
Merge Sort – pole [38, 27, 43, 10]



Merge Sort – pole [38, 27, 43, 10]

Step 4

Merging sorted subarrays into the sorted array



Merge





Merge Sort

- Stabilný - udržiava relatívne poradie rovnakých prvkov.
- Efektívny časovo aj na väčších data setoch avšak väčšia náročnosť na úložisko.
- Možné jednoducho paralelizovať.
- Reálne sa používa v programovacích jazykoch Python, Java, Swift.
- Jednoduché použitie aj pri zložitejších objektoch prvkov.
- Preferovaný pre zretázené zoznamy.



Quick Sort

- Algoritmus založený na metóde Rozdeľuj a Panuj.
- Vyberie prvok ako pivot a rozdelí dané pole okolo vybraného pivotu umiestnením pivotu na správnu pozíciu v zoradenom poli.
- Časová zložitosť je $O(n \log n)$, priestorová náročnosť je $O(\log n)$.
- **Vyber pivot:** Vyberieme prvok z poľa ako pivot. Výber pivotu môže byť rôzny (napr. prvý prvok, posledný prvok, náhodný prvok alebo medián).
- **Rozdeľ:** Zmeníme usporiadanie poľa okolo pivotu. Po rozdelení budú všetky prvky menšie ako pivot na jeho ľavej strane a všetky prvky väčšie ako pivot budú na jeho pravej strane. Pivot je potom na správnej pozícii a získame index pivotu.
- **Rekurzívne volanie:** Rekurzívne aplikujeme rovnaký postup na dve rozdelené čiastkové polia (vľavo a vpravo od pivotu).
- **Základ:** Rekurzia sa zastaví, keď v podmnožine zostane len jeden prvok, pretože jeden prvok je už zoradený.



Quick Sort - Vyber pivot

Existujú rôzne varianty quicksortu, pri ktorých sa pivot vyberá z rôznych pozícií. V tomto prípade budeme ako pivot vyberať najpravejší prvok poľa.





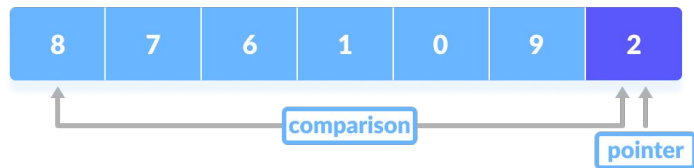
Quick Sort - Zotried' prvky

Teraz sa prvky poľa preskupia tak, že prvky menšie ako pivot sa umiestnia na ľavú stranu a prvky väčšie ako pivot sa umiestnia na pravú stranu.



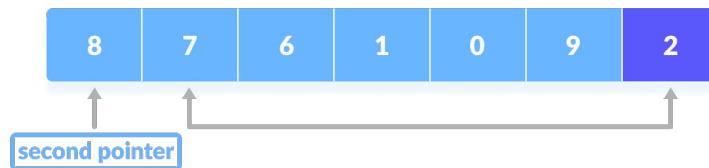
Quick Sort - Zotried' prvky

Na pivot je upevnený ukazovateľ. Pivot sa porovnáva s prvkami začínajúcimi od prvého indexu.



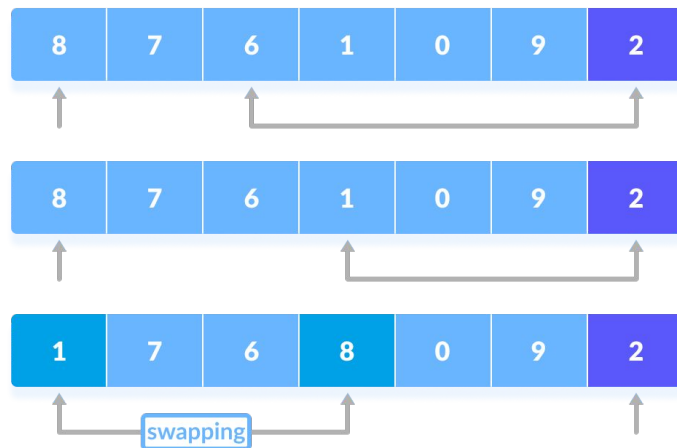
Quick Sort - Zotried' prvky

Ak je prvok väčší ako pivot, druhý ukazovateľ je nastavený na tento prvok.



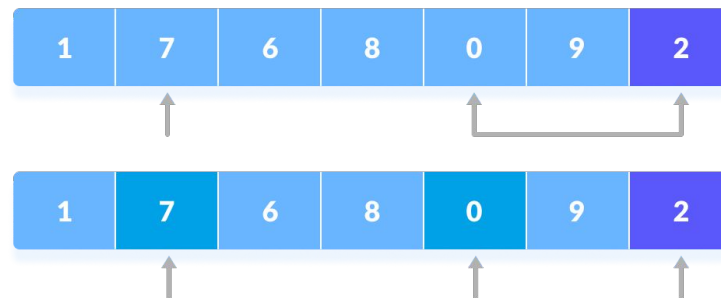
Quick Sort - Zotried' prvky

Teraz sa pivot porovnáva s ostatnými prvkami.
Ak sa dosiahne prvok menší ako pivot, menší prvok sa vymení za väčší prvok nájdený skôr (druhý ukazovateľ).



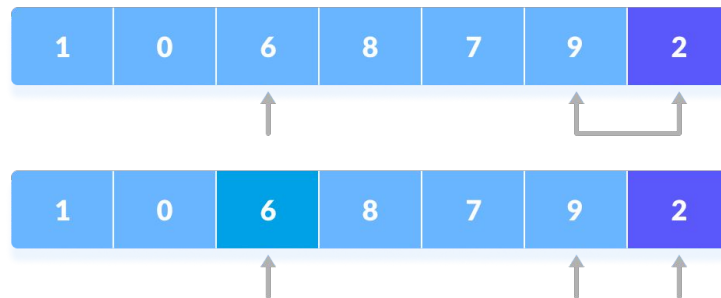
Quick Sort - Zotried' prvky

Znovu sa process opakuje na nastavenie ďalšie väčšieho prvku od pivotu ako druhý ukazovateľ a následne je vymenený s iným menším prvkom.



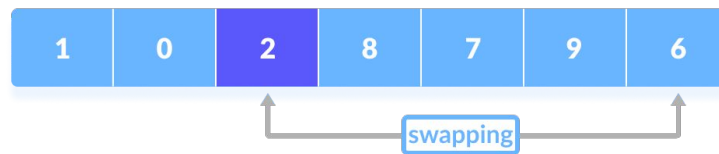
Quick Sort - Zotried' prvky

Proces pokračuje až kým nenarazíme na prvok susediaci s pivotom.



Quick Sort - Zotried' prvky

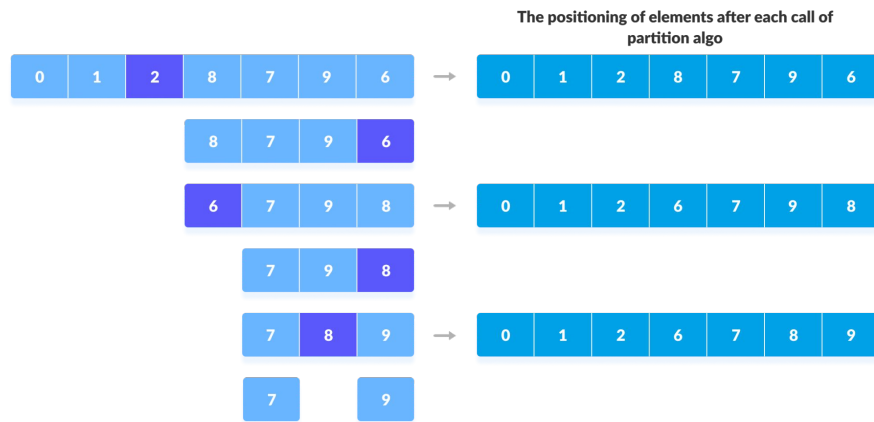
Nakoniec je pivot prehodený s druhým ukazovateľom.



Quick Sort - Rozdeľ podpolia

Pole je rozdelené na dve časti podľa pivota. Nové pivoty sú určené na v ľavom a pravom podpoli a je opäť spustený proces **Zotried' prvky**.

quicksort(arr, pi, high)





Quick Sort

```
quickSort(array, leftmostIndex, rightmostIndex)
  if (leftmostIndex < rightmostIndex)
    pivotIndex <- partition(array, leftmostIndex,
rightmostIndex)
    quickSort(array, leftmostIndex, pivotIndex - 1)
    quickSort(array, pivotIndex, rightmostIndex)
```

```
partition(array, leftmostIndex, rightmostIndex)
  set rightmostIndex as pivotIndex
  storeIndex <- leftmostIndex - 1
  for i <- leftmostIndex + 1 to rightmostIndex
    if element[i] < pivotElement
      swap element[i] and element[storeIndex]
      storeIndex++
  swap pivotElement and element[storeIndex+1]
  return storeIndex + 1
```

Quick Sort

`quicksort(arr, low, pi-1)`



The positioning of elements after each call of partition algo



Quick Sort

`quicksort(arr, pi+1, high)`





<https://dsa.interes.group/exercises/exercise-4>