Ταξινόμηση (Sort) και Αναζήτηση (Search)

Εισαγωγή στον Προγραμματισμό (CEID_NY131)

A Step-By-Step Approach
με τη χρήση παραδειγμάτων

Kleanthis Thramboulidis
Prof. of Software and System Engineering
University of Patras
https://sites.google.com/site/thramboulidiskleanthis/

Οργάνωση Διάλεξης

- **Ταξινόμηση με χρήση της i2p βιβλιοθήκης**
  - Πίνακα ακεραίων
  - Πίνακα αλφαριθμητικών
- **Ταξινόμηση - Bubble Sort**
  - A step-by-step Approach για πίνακα ακεραίων
  - Ενναλακτικές Υλοποιήσεις (+Αναδρομικότητα)
  - Ταξινόμηση πίνακα Δεικτών σε ακεραίους
  - Ταξινόμηση Λέξεων
    - Ταξινόμηση πίνακα αλφαριθμητικών
    - Ταξινόμηση πίνακα Δεικτών σε αλφαριθμητικά
- **Αναζήτηση**
  - Linear
  - Binary
  - Σε πίνακα ακεραίων
  - Σε πίνακα αλφαριθμητικών

Ταξινόμηση με χρήση της i2p βιβλιοθήκης

1. Ταξινόμηση (αύξουσα και φθίνουσα) **Πίνακα ακεραίων**

```
void sortInc4Int(int *base,int numOfElements, int width);
void sortDec4Int(int *base,int numOfElements, int width);
```

2. Ταξινόμηση (αύξουσα και φθίνουσα) **Πίνακα αλφαριθμητικών**

```
void sortInc4String(char *base,int numOfElements, int strWidth);
void sortDec4String(char *base,int numOfElements, int strWidth);
```

Οδηγίες αξιοποίησης της βιβλιοθήκης i2p και παραδείγματα κλήσης των συναρτήσεων ταξινόμησης θα βρείτε στο αρχείο i2pLibrary.pdf

Ταξινόμηση Πίνακα ακεραίων

```
void sortInc4Int(int *base,int numOfElements, int width);
void sortDec4Int(int *base,int numOfElements, int width);
```

```
C:\Code\courses\I2P2023-24_
Array before sorting
9       4       12      2       17      21      8       10      3
Array status: Not sorted

Press any key to continue . . .

Array after incremental sort
2       3       4       8       9       10      12      17      21
Array status: Incrementaly sorted

Press any key to continue . . .

Array after decremental sort
21      17      12      10      9       8       4       3       2
Array status: Decrementaly sorted


--------------------------------
Process exited after 4.325 seconds with return
Press any key to continue . . .
```

Αναπτύξτε ένα πρόγραμμα που να έχει την παραπλεύρως έξοδο κάνοντας χρήση των δύο παραπάνω συναρτήσεων ταξινόμησης.

Η διαπίστωση του αν είναι ταξινομημένος ο πίνακας και πως, να γίνεται από την μηχανή με την εκτέλεση κατάλληλης συνάρτησης

Ταξινόμηση Πίνακα αλφαριθμητικών

```
void sortInc4String(char *base,int numOfElements, int strWidth);
void sortDec4String(char *base,int numOfElements, int strWidth);

char ar[][10]={"paris","nikos","alekos","kostas",
               "basos","andreas","petros"};
```

Χρησιμοποιήστε τις δύο παραπάνω συναρτήσεις για να αναπτύξτε ένα πρόγραμμα που να έχει έξοδο ανάλογη με αυτή του προγράμματος που αναπτύξατε για ταξινόμηση ακεραίων.

Η διαπίστωση του αν είναι ταξινομημένος ο πίνακας και πως, να γίνεται από την μηχανή με την εκτέλεση κατάλληλης συνάρτησης

Οργάνωση Διάλεξης

- Ταξινόμηση με χρήση της i2p βιβλιοθήκης
- **Ταξινόμηση - Bubble Sort**
  - A step-by-step Approach για πίνακα ακεραίων
  - Ενναλακτικές Υλοποιήσεις (+Αναδρομικότητα)
  - Ταξινόμηση πίνακα Δεικτών σε ακεραίους
  - Ταξινόμηση Λέξεων
    - Ταξινόμηση πίνακα αλφαριθμητικών
    - Ταξινόμηση πίνακα Δεικτών σε αλφαριθμητικά
- **Αναζήτηση** (Search)
  - Linear Search
  - Binary Search
  - Σε πίνακα ακεραίων
  - Σε πίνακα αλφαριθμητικών

Bubble Sort - Ορισμός

```
int ar[] = {3,5,4,7,2,8,1,0,9,6};
```

"Bubble sort (…) **is** a simple sorting algorithm that repeatedly steps through the input list element by element, comparing the current element with the one after it, swapping their values if needed. These passes through the list are repeated until no swaps had to be performed during a pass, meaning that the list has become fully sorted. The algorithm, which is a comparison sort, is named for the way the larger elements "bubble" up to the top of the list." *Wikipedia*

bubbleSort(int ar[], int numOfElements)

```
16  int ar[] = {3,5,4,7,2,8,1,0,9,6};
17  int main(int argc, char *argv[]) {
18
19      int numOfElements =sizeof(ar)/sizeof(int);
20      displayArray(ar,numOfElements);
21      arrayStatus(ar,numOfElements);
22      system("pause");
23      bubbleSort(ar, numOfElements);
24      displayArray(ar,numOfElements);
25      arrayStatus(ar,numOfElements);
26      return 0;
27  }
```

Η bubbleSort() ταξινομεί ένα πίνακα ακεραίων ar με αριθμό στοιχείων numOfElements.

```
C:\Code\courses\I2P2023-24_
3       5       4       7       2       8       1       0       9       6
Array status: not sorted
Press any key to continue . . .
0       1       2       3       4       5       6       7       8       9
Array status: sorted

--------------------------------
Process exited after 2.028 seconds with return value 0
Press any key to continue . . .
```

Screenshot εκτέλεσης του παραπάνω προγράμματος.

Bubble Sort – Βασικές διεργασίες

```
int ar[] = {3,5,4,7,2,8,1,0,9,6};
```

"Bubble sort (…) **is** a simple sorting algorithm that repeatedly steps through the input list element by element, comparing the current element with the one after it, swapping their values if needed. These passes through the list are repeated until no swaps had to be performed during a pass, meaning that the list has become fully sorted. The algorithm, which is a comparison sort, is named for the way the larger elements "bubble" up to the top of the list." *Wikipedia*

- **Δύο είναι οι βασικές διεργασίες που εκτελεί**
  - Σύγκριση δύο στοιχείων (**comparing** the current element with the one after it)
  - Εναλλαγή θέσης αν η σύγκριση το απαιτεί (**swapping** their values if needed)
- Με την **επαναλαμβανόμενη εκτέλεση** των δύο αυτών διεργασιών επιτυγχάνει την ταξινόμηση των στοιχείων του πίνακα
  - **repeatedly steps** through the input list element by element
  - These **passes through the list** are repeated

Bubble Sort – A step-by-step Approach

"Bubble sort (…) **is** a simple sorting algorithm that repeatedly steps through the input list element by element, comparing the current element with the one after it, swapping their values if needed. These passes through the list are repeated until no swaps had to be performed during a pass, meaning that the list has become fully sorted. The algorithm, which is a comparison sort, is named for the way the larger elements "bubble" up to the top of the list." *Wikipedia*

```
int ar[] = {3,5,4,7,2,8,1,0,9,6};
```

- Στόχος μας να αναπτύξουμε την bubbleSort βήμα-προς-βήμα.
  - **Step 1** – **Υλοποιεί το κίτρινο μέρος της περιγραφής**

    Κάνει moveBubbleUp για τον πίνακα ar με στοιχεία numOfElements
  - **Step 2** – Υλοποιεί την επανάληψη του Step 1 για όλους τους υπο-πίνακες του ar μέχρι τον υπο-πίνακα με 2 στοιχεία (πράσινο μέρος περιγραφής).

    Στην ουσία επαναλαμβάνει την δουλειά του βήματος 1, δηλαδή το moveBubbleUp, για κάθε υπο-πίνακα του ar μέχρι αυτόν με 2 στοιχεία.
  - **Step 3** – Βελτίωση του βήματος 2 για να αποφύγουμε τις άσκοπες επαναλήψεις

1st Step – moveBubbleUp for ar 1/2

"Bubble sort (…) **is** a simple sorting algorithm that repeatedly steps through the input list element by element, comparing the current element with the one after it, swapping their values if needed. (…)" *Wikipedia*

- Ονομάζουμε **moveBubbleUp** τη διεργασία που περιγράφεται μπαραπάνω με κίτρινο
- Αυτή είναι η πρώτη δουλειά που πρέπει να κάνει η bubbleSort
- Με βάση αυτό η bubbleSort διαμορφώνεται όπως παρακάτω

```
28  void bubbleSort(int ar[], int numOfElements){
29      moveBubbleUp(ar,numOfElements);
30      }
31
32  void moveBubbleUp(int ar[], int numOfElements){
```

Δώστε το σώμα της moveBubbleUp

1st Step – moveBubbleUp for ar 2/2

Ο πίνακας

```
int ar[] = {3,5,4,7,2,8,1,0,9,6};
```

Screenshot εκτέλεσης 1ης έκδοσης

```
C:\Code\courses\I2P2023-24_
3       5       4       7       2       8       1       0       9       6
Array status: not sorted
Press any key to continue . . .
Iteration No2->3        4       5       7       2       8       1       0       9       6
Iteration No4->3        4       5       2       7       8       1       0       9       6
Iteration No6->3        4       5       2       7       1       8       0       9       6
Iteration No7->3        4       5       2       7       1       0       8       9       6
Iteration No9->3        4       5       2       7       1       0       8       6       9

End of array pass

Press any key to continue . . .
3       4       5       2       7       1       0       8       6       9
Array status: not sorted

--------------------------------
Process exited after 15.26 seconds with return value 0
Press any key to continue . . .
```

Το iteration είναι η επανάληψη μιας εκτέλεσης της σύγκρισης δυο στοιχείων και εναλλαγής θέσης τους αν απαιτείται.

Δώστε τον πηγαίο κώδικα για το βήμα αυτό (V1)

Next Step for bubbleSort ?

Ο πίνακας **πριν την εκτέλεση του Step 1**

```
C:\Code\courses\I2P2023-24_
3       5       4       7       2       8       1       0       9       6
Array status: not sorted
```

Ο πίνακας **μετά την εκτέλεση του Step 1** (moveBubbleUp)

```
3       4       5       2       7       1       0       8       6       9
Array status: not sorted
```

Next step

```
3       4       2       5       1       0       7       6       8
```

Next step

Πόσα steps;

```
3       2       4       1       0       5       6       7
```


2nd Step – MoveBubbleUp for all sub-arrays

Screenshot εκτέλεσης 2ης έκδοσης (1st part)

```
C:\Code\courses\I2P2023-24_
3       5       4       7       2       8       1       0       9       6
Array status: not sorted
Press any key to continue . . .
Iteration No2->3        4       5       7       2       8       1       0       9       6
Iteration No4->3        4       5       2       7       8       1       0       9       6
Iteration No6->3        4       5       2       7       1       8       0       9       6
Iteration No7->3        4       5       2       7       1       0       8       9       6
Iteration No9->3        4       5       2       7       1       0       8       6       9

End of array pass for 10 elements

Press any key to continue . . .
Iteration No3->3        4       2       5       7       1       0       8       6
Iteration No5->3        4       2       5       1       7       0       8       6
Iteration No6->3        4       2       5       1       0       7       8       6
Iteration No8->3        4       2       5       1       0       7       6       8

End of array pass for 9 elements

Press any key to continue . . .
Iteration No2->3        2       4       5       1       0       7       6
Iteration No4->3        2       4       1       5       0       7       6
Iteration No5->3        2       4       1       0       5       7       6
Iteration No7->3        2       4       1       0       5       6       7

End of array pass for 8 elements
```

2nd Step – MoveBubbleUp for all sub-arrays

Screenshot εκτέλεσης 2ης έκδοσης (last part)

```
Iteration No1->1        2       0       3       4
Iteration No2->1        0       2       3       4

End of array pass for 5 elements

Press any key to continue . . .
Iteration No1->0        1       2       3

End of array pass for 4 elements

Press any key to continue . . .

End of array pass for 3 elements

Press any key to continue . . .

End of array pass for 2 elements

Press any key to continue . . .
0       1       2       3       4       5       6       7       8       9
Array status: sorted

--------------------------------
Process exited after 17.62 seconds with return value
Press any key to continue . . .
```

Αναβαθμίστε τον πηγαίο κώδικα του βήματος 1 (V1) για να υλοποιήσει την εκτέλεση της λειτουργικότητας moveBubbleUp για όλους τους υπο-πίνακες του ar (V2).

Παρατηρήστε τις άσκοπες επαναλήψεις για 3 και 2 στοιχεία

3rd Step – Avoid meaningless iterations

Screenshot εκτέλεσης 3ης έκδοσης (last part)

```
Press any key to continue . . .
Iteration No2->2        1       3       0       4       5
Iteration No3->2        1       0       3       4       5

End of array pass for 6 elements

Press any key to continue . . .
Iteration No1->1        2       0       3       4
Iteration No2->1        0       2       3       4

End of array pass for 5 elements

Press any key to continue . . .
Iteration No1->0        1       2       3

End of array pass for 4 elements

Press any key to continue . . .

End of array pass for 3 elements

Press any key to continue . . .
0       1       2       3       4       5       6       7       8       9
Array status: sorted

--------------------------------
Process exited after 12.04 seconds with return value 0
Press any key to continue . . .
```

Αναβαθμίστε τον πηγαίο κώδικα του βήματος 2 (V2) για να αποφύγετε την εκτέλεση της λειτουργικότητας moveBubbleUp για τους ταξινομημένους υπο-πίνακες του ar (V3).

Εναλλακτικές Υλοποιήσεις

1. Ένας βρόχος και συνάρτηση moveBubbleUp
2. Δύο βρόχοι (χωρίς τη συνάρτηση moveBubbleUp)
3. Αναδρομικότητα (recursion)
   Η bubbleSort καλεί τον εαυτό της.
4. Ταξινόμηση πίνακα δεικτών σε ακεραίους **?**

```
int *ar[100];
```

5. Ταξινόμηση Αλφαριθμητικών **?**

```
14  char ar[][10] = {"cde","abc","cef","abb","aab",
15                   "klm","kab","gbc","gab","aaa"};

    char *ar[] = {"cde","abc","cef","abb","aab",
                  "klm","kab","gbc","gab","aaa"};
```


Ταξινόμηση Πίνακα Δεικτών σε int

```
11  int arr[] = {3,5,4,7,2,8,1,0,9,6};      //
12  //int arr[] = {1,0,4,7,2,8,5,3,9,6};   //4
13
14  int main(int argc, char *argv[]) {
15      int numOfElements;
16
17      numOfElements=sizeof(arr)/sizeof(int);
18
19      int *ar[numOfElements];
20      for(int i;i<numOfElements;i++)
21          ar[i]=&arr[i];
```

Δώστε τον πηγαίο κώδικα τροποποιώντας τον κώδικα της bubbleSort για πίνακα ακεραίων

Ταξινόμηση Πίνακα Αλφαριθμητικών

```
char ar[][10] = {"cde","abc","cef","abb","aab",
                 "klm","kab","gbc","gab","aaa"};
```

```
C:\Code\courses\I2P2023-24_
cde     abc     cef     abb     aab     klm     kab     gbc     gab     aaa
Array status: not sorted
Press any key to continue . . .
Iteration No1->abc      cde     cef     abb     aab     klm     kab     gbc     gab     aaa
Iteration No3->abc      cde     abb     cef     aab     klm     kab     gbc     gab     aaa
Iteration No4->abc      cde     abb     aab     cef     klm     kab     gbc     gab     aaa
Iteration No6->abc      cde     abb     aab     cef     kab     klm     gbc     gab     aaa
Iteration No7->abc      cde     abb     aab     cef     kab     gbc     klm     gab     aaa
Iteration No8->abc      cde     abb     aab     cef     kab     gbc     gab     klm     aaa
Iteration No9->abc      cde     abb     aab     cef     kab     gbc     gab     aaa     klm
End of array pass for 10 Elements. Array is not sorted

Press any key to continue . . .
Iteration No2->abc      abb     cde     aab     cef     kab     gbc     gab     aaa
Iteration No3->abc      abb     aab     cde     cef     kab     gbc     gab     aaa
Iteration No6->abc      abb     aab     cde     cef     gbc     kab     gab     aaa
Iteration No7->abc      abb     aab     cde     cef     gbc     gab     kab     aaa
Iteration No8->abc      abb     aab     cde     cef     gbc     gab     aaa     kab
End of array pass for 9 Elements. Array is not sorted

Press any key to continue . . .
```

Δώστε τον πηγαίο κώδικα

Ταξινόμηση Πίνακα * σε Αλφαριθμητικά

```
char *ar[] = {"cde","abc","cef","abb","aab",
              "klm","kab","gbc","gab","aaa"};
```

```
Array status: not sorted
Press any key to continue . . .
Iteration No1->abc      cde     cef     abb     aab     klm     kab     gbc     gab     aaa
Iteration No3->abc      cde     abb     cef     aab     klm     kab     gbc     gab     aaa
Iteration No4->abc      cde     abb     aab     cef     klm     kab     gbc     gab     aaa
Iteration No6->abc      cde     abb     aab     cef     kab     klm     gbc     gab     aaa
Iteration No7->abc      cde     abb     aab     cef     kab     gbc     klm     gab     aaa
Iteration No8->abc      cde     abb     aab     cef     kab     gbc     gab     klm     aaa
Iteration No9->abc      cde     abb     aab     cef     kab     gbc     gab     aaa     klm
End of array pass for 10 Elements. Array is not sorted

Press any key to continue . . .
Iteration No2->abc      abb     cde     aab     cef     kab     gbc     gab     aaa
Iteration No3->abc      abb     aab     cde     cef     kab     gbc     gab     aaa
Iteration No6->abc      abb     aab     cde     cef     gbc     kab     gab     aaa
Iteration No7->abc      abb     aab     cde     cef     gbc     gab     kab     aaa
Iteration No8->abc      abb     aab     cde     cef     gbc     gab     aaa     kab
End of array pass for 9 Elements. Array is not sorted

Press any key to continue . . .
Iteration No1->abb      abc     aab     cde     cef     gbc     gab     aaa
Iteration No2->abb      aab     abc     cde     cef     gbc     gab     aaa
Iteration No6->abb      aab     abc     cde     cef     gab     gbc     aaa
Iteration No7->abb      aab     abc     cde     cef     gab     aaa     gbc
End of array pass for 8 Elements. Array is not sorted
```

Δώστε τον πηγαίο κώδικα

Οργάνωση Διάλεξης

- Ταξινόμηση με χρήση της i2p βιβλιοθήκης
- Ταξινόμηση - Bubble Sort
  - A step-by-step Approach για πίνακα ακεραίων
  - Ενναλακτικές Υλοποιήσεις (+Αναδρομικότητα)
  - Ταξινόμηση πίνακα Δεικτών σε ακεραίους
  - Ταξινόμηση Λέξεων
    - Ταξινόμηση πίνακα αλφαριθμητικών
    - Ταξινόμηση πίνακα Δεικτών σε αλφαριθμητικά
- **Αναζήτηση (Search)**
  - Linear Search
  - Binary Search
  - Σε πίνακα ακεραίων
  - Σε πίνακα αλφαριθμητικών

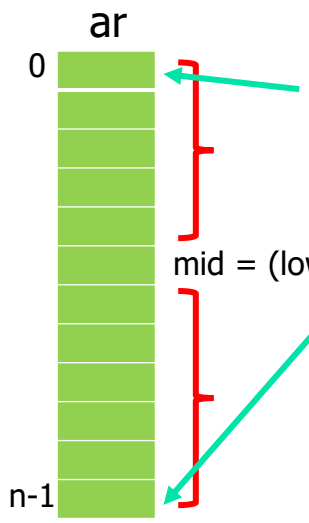
Αναζήτηση (Linear-Binary) **4Int**

```
5   int linearSearch(int ar[],int numOfElements, int key);
6   int binarySearch(int arr[], int low, int high, int num);
7
8   int ar[] = {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9};
9
10  int main(int argc, char *argv[]) {
11      int index=0;
12      int numOfElements =sizeof(ar)/sizeof(int);
```

- **Linear Search**
  - Δώστε τον ορισμό της linearSearch()
  - Δώστε παράδειγμα χρήσης της
- **Binary Search**
  - Δώστε τον ορισμό της linearSearch()
  - Δώστε παράδειγμα χρήσης της

Δώστε τον πηγαίο κώδικα

Binary Search




```
int binarySearch(int ar[], int
low, int high, int key);
```

```
mid=(low+high)/2;
if(ar[mid]==key)
        return mid;
if(ar[mid]>key)
        ....
if(ar[mid]<key)
        .....
```

Δώστε τον πηγαίο κώδικα της binarySearch() με και χωρίς αναδρομικότητά

Αναζήτηση (Linear-Binary) **4String**

```
6   int linearSearch(char *ar[],int numOfElements, char *key);
7   int binarySearch(char *ar[], int low, int high, char *key);
8
9   char *ar[] = {"cde","abc","cef","abb","aab",
10                "klm","kab","gbc","gab","aaa"};
11
12  int main(int argc, char *argv[]) {
13      int index=0;
14      int numOfElements =sizeof(ar)/sizeof(char *);
15      char key[] = "gbc";
```

- **Linear Search**
  - Δώστε τον ορισμό της linearSearch()
  - Δώστε παράδειγμα χρήσης της
- **Binary Search**
  - Δώστε τον ορισμό της linearSearch()
  - Δώστε παράδειγμα χρήσης της

Δώστε τον πηγαίο κώδικα