C Programming Basic – week 11

Sắp xếp (Sorting) II

Lecturer :

Do Quoc Huy

Dept of Computer Science

Hanoi University of Technology

Các chủ đề tuần này

- Giải thuật sắp xếp tiên tiến
  - Sắp xếp nhanh (Quick sort)
  - Sắp xếp gộp (Merge sort)
  - Xử lý đệ quy (Recursive processing)
- Exercises

Thuật toán sắp xếp nhanh

Cho một mảng ***n*** phần tử (ví dụ: các số nguyên):

- Nếu mảng chỉ chứa 1 phần tử, trở về
- Nếu không
  - Chọn một phần tử để sử dụng như là *phần tử chốt (pivot).*
  - Chia các phần tử vào 2 mảng con:
    - Các phần tử nhỏ hơn hoặc bằng phần tử chốt
    - Các phần tử lớn hơn phần tử chốt
  - Sắp xếp nhanh 2 mảng con
  - Trả về các kết quả

Phần tử chốt (pivot)

- Chọn phần tử đứng đầu hoặc đứng cuối làm phần tử chốt.
- Chọn phần tử đứng giữa danh sách làm phần tử chốt.
- Chọn phần tử trung vị trong 3 phần tử đứng đầu, đứng giữa và đứng cuối làm phần tử chốt.
- Chọn phần tử ngẫu nhiên làm phần tử chốt. (Cách này có thể dẫn đến khả năng rơi vào các trường hợp đặc biệt)

Ví dụ

- Cho mảng *n* số nguyên để sắp xếp:

40	20	10	80	60	50	7	30	100

Sắp xếp nhanh(Hoare)

- Cho $(R_0, R_1, \ldots, R_{n-1})$

  K_i: giá trị *khóa (key)* của phần tử chốt

  Nếu K_i được đặt trong S(i),

  thì $K_j \le K_{s(i)}$ với $j < S(i)$,

  $K_j \ge K_{s(i)}$ với $j > S(i)$.

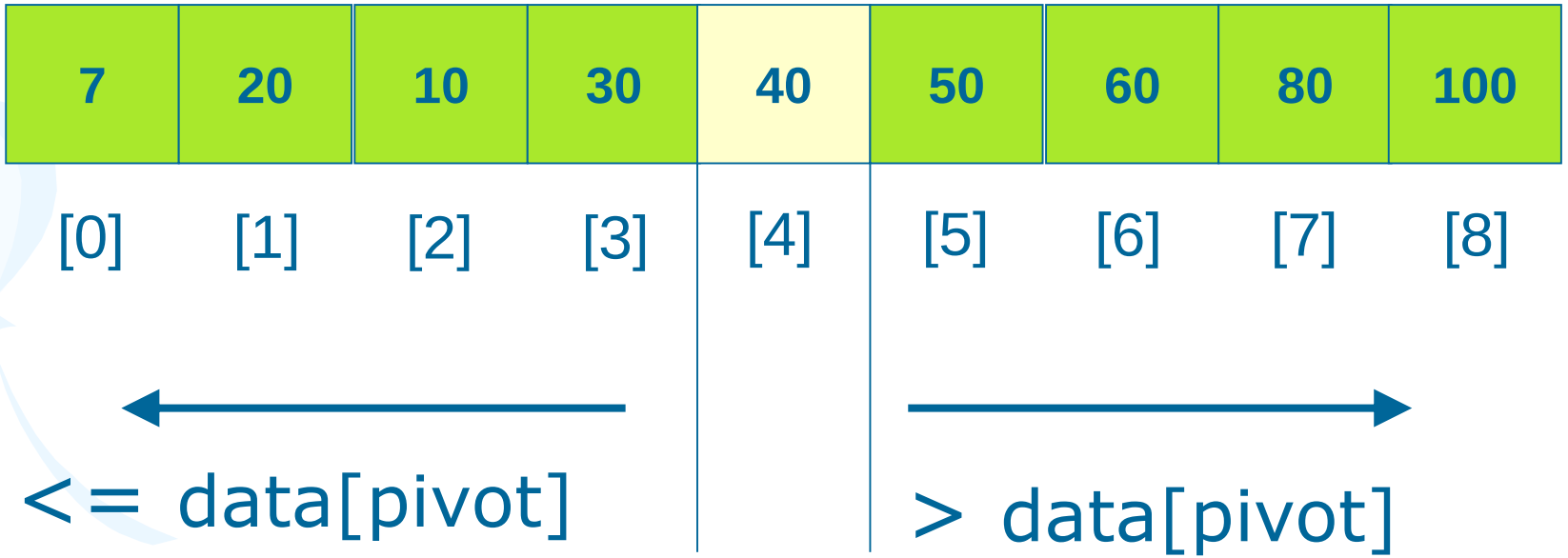
- $R_0, \ldots, R_{S(i)-1}, R_{S(i)}, R_{S(i)+1}, \ldots, R_{S(n-1)}$

2 phần

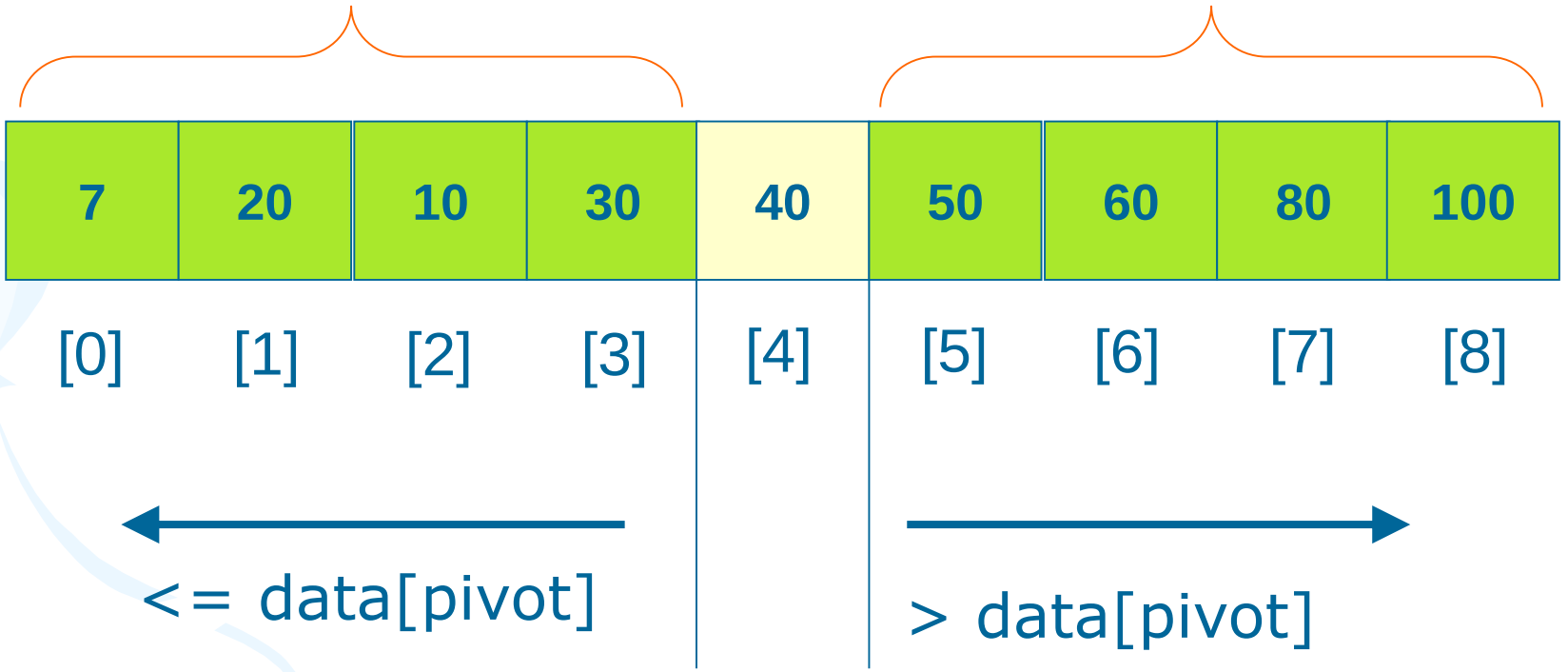
Phân chia mảng

- Cho 1 phần tử chốt, chia các phần tử của mảng để mảng kết quả bao gồm:
- 1. Một mảng con chứa các phần tử >= phần tử chốt
- 2. Các mảng con khác chứa các phần tử < phần tử chốt
- Các mảng con được lưu trong mảng dữ liệu ban đầu.
- Lặp lại việc phân chia các phần tử, hoán đổi các phần tử trên/dưới phần tử chốt.

Kết quả phân chia



Đệ quy: Sắp xếp nhanh các mảng con



Ví dụ áp dụng Quick Sort

R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	left	right
{ 26	5	37	1	61	11	59	15	48	19}	0	9
{ 11	5	19	1	15}	26	{ 59	61	48	37}	0	4
{ 1	5}	11	{19	15}	26	{ 59	61	48	37}	0	1
1	5	11	15	19	26	{ 59	61	48	37}	3	4
1	5	11	15	19	26	{ 48	37}	59	{ 61}	6	9
1	5	11	15	19	26	37	48	59	{ 61}	6	7
1	5	11	15	19	26	37	48	59	61	9	9
1	5	11	15	19	26	37	48	59	61		

Quick Sort

```
void quicksort(element list[], int left,
                                int right)
{
  int pivot, i, j;
  element temp;
  if (left < right) {
    i = left;     j = right+1;
    pivot = list[left].key;
    do {
      do i++; while (list[i].key < pivot);
      do j--; while (list[j].key > pivot);
      if (i < j) SWAP(list[i], list[j], temp);
    } while (i < j);
    SWAP(list[left], list[j], temp);
    quicksort(list, left, j-1);
    quicksort(list, j+1, right);
  }
}
```

Exercise 11-1: Quick sort

- Giả sử, bạn tạo danh bạ điện thoại.
- Tạo mảng chứa 100 phần tử danh bạ.
- Viết chương trình
  - đọc khoảng 10 dữ liệu từ 1 file vào mảng.
  - Ghi dữ liệu vào file đầu ra sau khi sắp xếp theo trật tự tăng dần của tên.
- Sử dụng Quick sort để sắp xếp.

Exercise 11-2

- Khởi tạo một mảng ngẫu nhiên ***n*** số nguyên. *n* được nhập bởi người dùng.
- Sắp xếp mảng bằng sắp xếp chèn
- Và sử dụng quicksort
- So sánh thời gian chạy của 2 giải thuật.
- Chạy chương trình với các dữ liệu khác nhau của n để xem hiệu quả.

Exercise 11-3 Kết hợp quick sort và insertion sort

- Khi 1 chương trình sắp xếp một số lượng nhỏ dữ liệu, sử dụng sắp xếp chèn sẽ nhanh hơn quick sort.
- Do đó để sắp xếp hiệu quả, chương trình có thể thay đổi thuật toán dựa trên lượng dữ liệu.

- Viết 1 hàm lựa chọn thuật toán sắp xếp

– Nếu số lượng dữ liệu > x, hàm sẽ chọn quick sort.

- Nếu không, nó sẽ chọn sắp xếp chèn.

- Chú thích: "x" là tham số nhập vào từ chương trình.
- Đọc file text có nhiều hơn 100 ký tự, sắp xếp 100 ký tự đầu tiên, hiển thị kết quả ra màn hình.

Sắp xếp trộn (Merge Sort)

- Bài toán: Cho *n* phần tử, sắp xếp các phần tử theo trật tự không giảm
- Áp dụng phép *chia để trị* để giải
  - Nếu n=1, kết thúc (mọi danh sách một phần tử đã được sắp xếp)
  - Nếu n>1, chia các phần tử vào 2 mảng con;
    +sắp xếp mỗi mảng;
    +kết hợp thành 1 mảng đã sắp xếp duy nhất

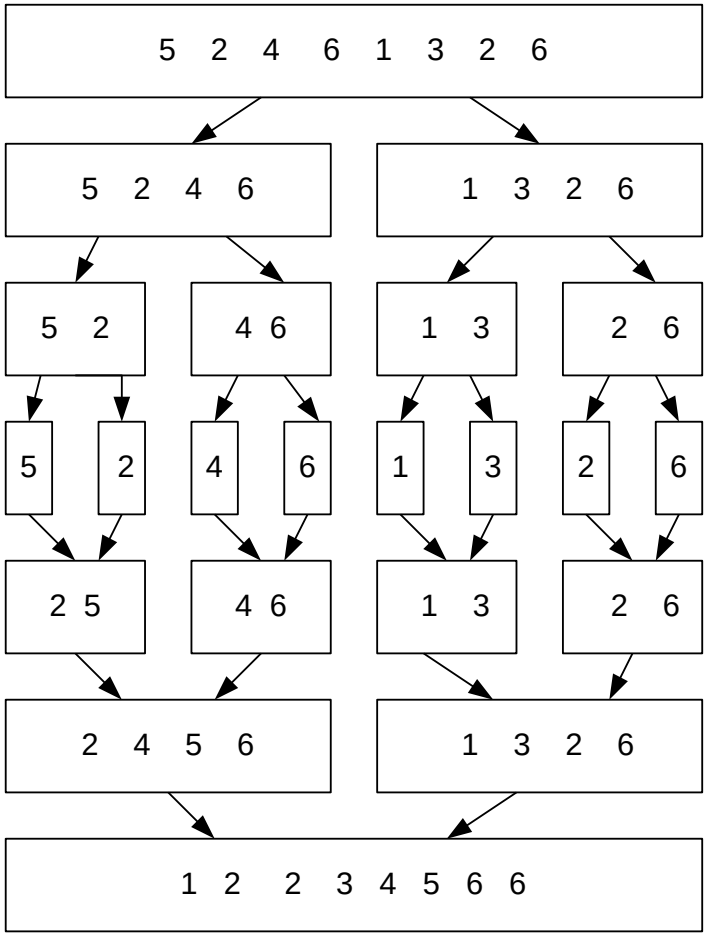
Algorithm

```
MergeSort (E[ 0 .. N])
   if N < threshold
        InsertionSort ( E[0..N] )
   else
        copy E[0.. N/2] to U[0.. N/2]
        copy E[N/2 .. N] to V[0 .. N-N/2]
        MergeSort(U[0 .. N/2])
        MergeSort(V[0 .. N-N/2])
        Merge( U[0 .. N/2], V[0 .. N-N/2}, E[0
   .. N] )
```

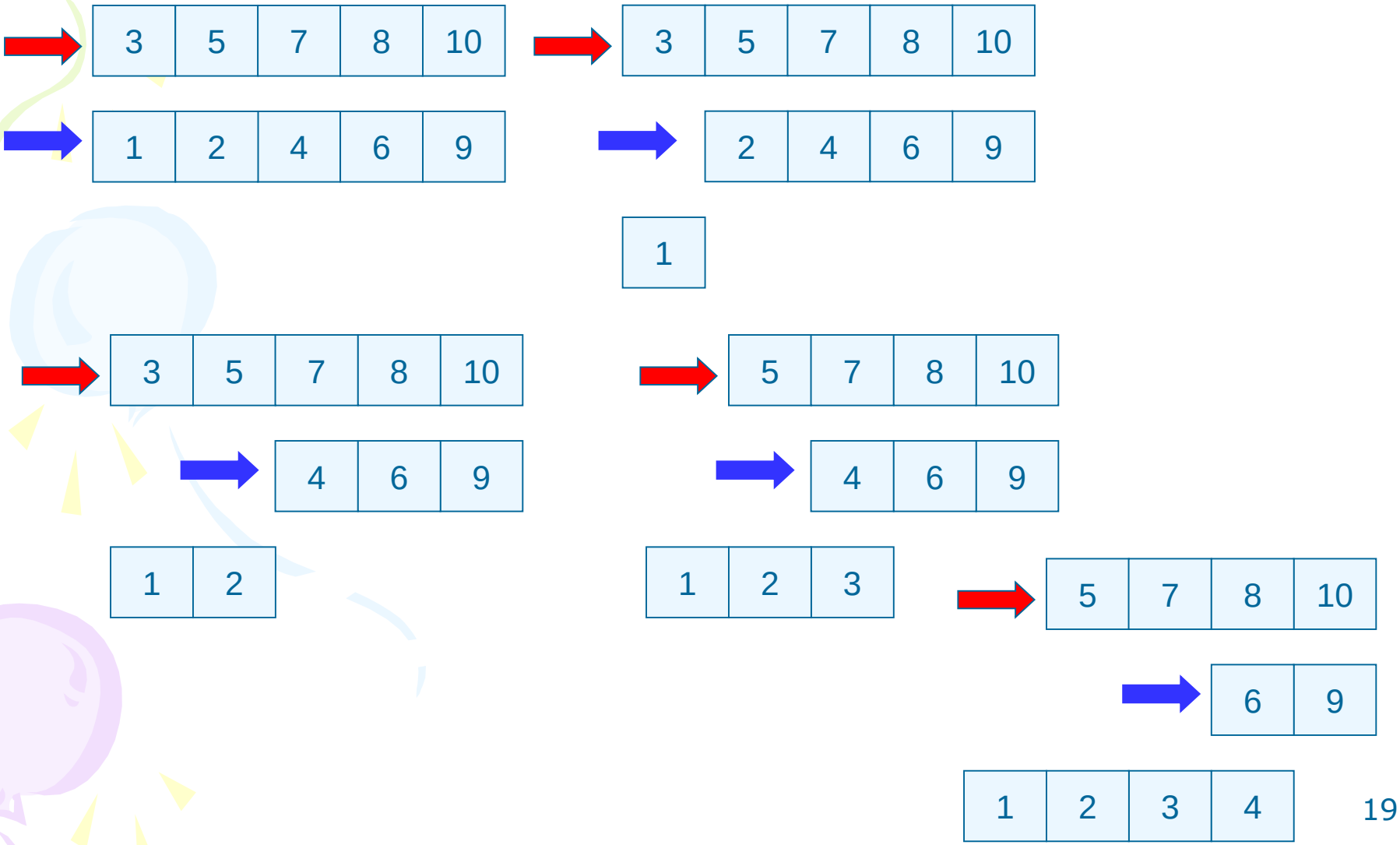
Merge algorithm

```
Merge(U[0..m],V[0..n],E[0..n+m])
  i =  0 ,  j = 0
  k = 0
  while k <  n+m
     if U[i] < V [j]
          E[k] = U[i] , i++
     else
          E[k] = V[j] , j++
     k++
```

Merge Sort: Example



Quá trình trộn



Cài đặt merge sort

```
/* l is for left index and r is right index of the
   sub-array of arr to be sorted */
void mergeSort(int arr[], int l, int r)
{
    if (l < r)
    {
        int m = l+(r-l)/2;
        // Same as (l+r)/2, but avoids overflow for large l and h
        // Sort first and second halves
        mergeSort(arr, l, m);
        mergeSort(arr, m+1, r);
        merge(arr, l, m, r);
    }
}
```

```
// Trộn 2 mảng con vào arr[].
// Mảng con thứ 1 là arr[l..m]
// Mảng con thứ 2 là arr[m+1..r]
void merge(int arr[], int l, int m, int r)
{
    int i, j, k;
    int n1 = m - l + 1;
    int n2 =  r - m;
      /* tạo các mảng tạm thời*/
    int L[n1], R[n2];
      /* Chép dữ liệu vào các mảng tạm thười arrays L[] và R[] */
    for (i = 0; i < n1; i++)
        L[i] = arr[l + i];
    for (j = 0; j < n2; j++)
        R[j] = arr[m + 1+ j];
```

```
/* Trộn các mảng tạm thời trở lại vào arr[l..r]*/
   i = 0; // Khởi tạo chỉ số cho mảng con thứ 1
   j = 0; // Khởi tạo chỉ số cho mảng con thứ 2
   k = l; // Khởi tạo chỉ số cho mảng con được trộn
   while (i < n1 && j < n2)
   {
      if (L[i] <= R[j])
      {
         arr[k] = L[i];
         i++;
      }
      else
      {
         arr[k] = R[j];
         j++;
      }
      k++;
   }
```

```
    /* Chép các phần tử còn lại của L[], nếu còn */
    while (i < n1)
    {
        arr[k] = L[i];
        i++;
        k++;
    }

    /* Chép các phần tử còn lại của R[], nếu còn */
    while (j < n2)
    {
        arr[k] = R[j];
        j++;
        k++;
    }
}
```

Exercise: 11-3 Merge sort

- Tạo danh bạ điện thoại
- Sử dụng merge sort để sắp xếp.

Exercise: Xử lý đệ quy

- Viết thuật toán đệ quy để xử lý một bộ bài. Tham số là:
- (i) các lá bài chưa chia, và
- (ii) người nào sẽ nhận lá bài tiếp theo. Giả định:
- Người chơi ngồi xung quanh một bàn tròn;
- Bắt đầu chia bài cho người bên trái người chia;
- Mỗi lần chia 1 lá bài cho 1 người chơi sau đó chuyển sự chú ý sang người bên trái; và
- Chia cho đến khi hết bài.

Exercise: Xử lý đệ quy

- Viết 1 hàm đệ quy **void recurTriangle (int n, char ch)** in ra 1 tam giác ngược.
- Tham số *ch* là ký tự để in ra tam giác và *n* số ký tự trên hàng đầu.
- Ví dụ, nếu *n* là 7 và *ch* là **'+'**, thì đầu ra của hàm sẽ có dạng sau:

```
+++++++
++++++
+++++
++++
+++
++
+
```

Exercise 11-4: Sắp xếp xâu

- Viết chương trình sắp xếp các xâu bằng sắp xếp quick sort theo trật tự alphabetical dựa theo các chỉ dẫn sau.

I. So sánh các xâu ký tự

- Viết hàm "preceding()" để xem ký tự nào đứng trước trong thứ tự alphabet.

```
int preceding(char *first, char *second)
```

- Giá trị trả về theo thứ tự alphabet
  - Trường hợp xâu ký tự tham số "first" là trước xâu ký tự của tham số "second" : **1**
  - Trường hợp xâu ký tự tham số "first" là bằng với xâu ký tự của tham số "second" : **0**
  - Trường hợp xâu ký tự tham số "first" là trước xâu ký tự của tham số "second" : -1

II. Nhập xâu ký tự vào từ file

- Viết hàm "**setup_nameList()**" để đọc tên của từ 2 đến 25 người từ file và lưu vào mảng "**nameList[]**" của các xâu ký tự (thực tế, đây là một mảng các con trỏ trỏ đến xâu ký tự)

```
int setup_nameList(char *namelist[], char *filename)
```

III. Cài đặt Quicksort

- Viết hàm “qsort_name()” để sắp xếp các xâu ký tự trong mảng “namelist[]” theo thứ tự alphabetical bằng quick sort, sử dụng các hàm bạn đã xây dựng.