**Bài 2:** Một danh sách các phần tử được lưu trữ trong một danh sách đặc, có các phần tử sau: 40, 70, 20, 60, 90, 10, 50, 30. Yêu cầu:

2.5 Dùng phương pháp xếp thứ tự QuickSort, mô tả từng bước quá trình xếp thứ tự dãy số trên (không lập trình). Tín độ phức tạp của quá trình xếp thứ tự danh sách trên.

40

70

20

60

90

10

50

30

a[0] a[1] a[2] a[3] a[4] a[5] a[6] a[7]

Left =0, right =7

Chọn x=a[(left+right)/2]=a[(0+7)/2]=a[3]=60

40

70

20

60

90

10

50

30

a[0] a[1] a[2] a[3] a[4] a[5] a[6] a[7]

I=left-> <-j=right

a[i]=a[0]=40<x,i++

a[i]=a[1]=70>x, dừng i

a[j]=a[7]=30<x, dừng j

Left=0 right=7

40

70

20

60

90

10

50

30

A[0] a[1] a[2] a[3] a[4] a[5] a[6] a[7]

Swap(a[1],a[7])

i=1 j=7

Hoán đổi vị trí giữa a[i]=70 và a[j]=30, tăng I lên 1 giá trị, giảm j xuống 1 giá trị

Left=0 right=7

40

30

20

60

90

10

50

70

A[0] a[1] a[2] a[3] a[4] a[5] a[6] a[7]

I=2 j=6

a[i]=a[2]=20<x,i++

a[i]=a[3]=60>x, dừng i

a[j]=a[6]=50<x, dừng j

Left=0 right=7

40

30

20

60

90

10

50

70

A[0] a[1] a[2] a[3] a[4] a[5] a[6] a[7]

Swap(a[3],a[6])

I=3 j=6

Hoán đổi vị trí giữa a[i]=60 và a[j]=50, tăng I lên 1 giá trị, giảm j xuống 1 giá trị

Left=0 right=7

40

30

20

50

90

10

60

70

A[0] a[1] a[2] a[3] a[4] a[5] a[6] a[7]

I=4 j=5

a[i]=a[4]=90>x,dừng i

a[j]=a[5]=10<x,dừng j

Left=0 right=7

40

30

20

60

90

10

50

70

A[0] a[1] a[2] a[3] a[4] a[5] a[6] a[7]

Swap(a[4],a[5])

I=4 j=5

Hoán đổi vị trí giữa a[i]=90 và a[j]=10, tăng I lên 1 giá trị, giảm j xuống 1 giá trị

Left=0 right=7

40

30

20

50

10

90

60

70

A[0] a[1] a[2] a[3] a[4] a[5] a[6] a[7]

J=4 i=5

**i>j dừng**

Dãy ban đầu đã được phân hoạch thành 2 đoạn con. Mỗi đoạn là một dãy con như sau:

30

40

Dãy con 1: gồm các phần tử a[0], a[1], a[2], a[3],a[4]

10

50

20

Dãy con 2: gồm các phần tử a[5],a[6],a[7]

70

60

90

Trên dãy con 1, ta thực hiện lặp lai việc phân hoạch như trên với vi trí đầu dãy là left = 0, vị trí cuối dãy right = 4.

Trên dãy con 2, ta thực hiện lặp lai việc phân hoạch như trên với vi trí đầu dãy là left = 5, vị trí cuối dãy right = 7.

**Dãy con 1:** gồm các phần tử a[0], a[1], a[2], a[3],a[4]

Left=0 right=4

10

50

20

30

40

a[0] a[1] a[2] a[3] a[4]

Chọn x=a[(left+right)/2]=a[(0+4)/2]=a[2]=20

Left=0 right=4

10

50

20

30

40

a[0] a[1] a[2] a[3] a[4]

i=left-> <-j=right

a[i]=a[0]=40>x,dừng i

a[j]=a[4]=10<x,dừng j

Left=0 right=4

10

50

20

30

40

a[0] a[1] a[2] a[3] a[4]

swap(a[0],a[4])

i=0 j=4

Hoán đổi vị trí giữa a[i]=40 và a[j]=10, tăng I lên 1 giá trị, giảm j xuống 1 giá trị

Left=0 right=4

40

50

20

30

10

a[0] a[1] a[2] a[3] a[4]

i=1 j=3

a[i]=a[1]=30>x, dừng i

a[j]=a[3]=50>x, j--

a[j]=a[2]=20<x, dừng j

Left=0 right=4

40

50

20

30

10

a[0] a[1] a[2] a[3] a[4]

swap(a[1],a[2])

i=1 j=2

Hoán đổi vị trí giữa a[i]=30 và a[j]=20, tăng I lên 1 giá trị, giảm j xuống 1 giá trị

Left=0 right=4

10

40

50

30

20

a[0] a[1] a[2] a[3] a[4]

j=1 i=2

**i>=j dừng**

Dãy con 1 đã được phân hoạch thành 2 đoạn con. Mỗi đoạn là một dãy con như sau:

20

10

Dãy con 1.1: gồm các phần tử a[0], a[1]

Dãy con 1.2: gồm các phần tử a[2], a[3],a[4]

40

30

50

Trên dãy con 1.1, ta thực hiện lặp lai việc phân hoạch như trên với vi trí đầu dãy là left = 0, vị trí cuối dãy

right = 1.

Trên dãy con 1.2, ta thực hiện lặp lai việc phân hoạch như trên với vi trí đầu dãy là left = 2, vị trí cuối dãy

right = 4.

**Dãy con 1.1: gồm các phần tử a[0], a[1]**

Left=0 right=1

10

20

a[0] a[1]

Chọn x=a[(left+right)/2]=a[(0+1)/2]=a[0]=10

Left=0 right=1

10

20

a[0] a[1]

left=i-> <-right=j

a[i]=a[0]=10<x, dừng i

a[j]=a[1]=20>x, j— (j giảm xuống 0)

**Vì i>=j dừng**

Left=0 right=1

10

20

a[0] a[1]

i=0,j=0

Dãy con 1.1 đã được phân hoạch thành 2 đoạn con. Mỗi đoạn là một dãy con như sau:

10

Dãy con 1.1.1: gồm các phần tử a[0]

Dãy con 1.1.2: gồm các phần tử a[1]

20

Vì dãy con 1.1.1 và 1.1.2 còn 1 phần tử nên dãy con 1.1 có thứ tự

**Dãy con 1.2: gồm các phần tử a[2], a[3],a[4]**

Left=2 right=4

40

50

30

a[2] a[3] a[4]

Chọn x=a[(left+right)/2]=a[(2+4)/2]=a[3]=50

Left=2 right=4

30

40

50

a[2] a[3] a[4]

left=i-> <-right=j

a[i]=a[2]=30<x, I++

a[i]=a[3]=50>x, I dừng

a[j]=a[4]=40<x, j dừng

Left=2 right=4

30

40

50

a[2] a[3] a[4]

swap(a[3],a[4])

i=3 j=4

Hoán đổi vị trí giữa a[i]=50 và a[j]=40, tăng I lên 1 giá trị, giảm j xuống 1 giá trị

Left=2 right=4

30

50

40

a[2] a[3] a[4]

j=3 i=4

**Vì i>=j dừng**

Dãy con 1.2 đã được phân hoạch thành 2 đoạn con. Mỗi đoạn là một dãy con như sau:

Dãy con 1.2.1: gồm các phần tử a[2],a[3]

40

30

Dãy con 1.2.2: gồm các phần tử a[4]

50

**Dãy con 1.2.1: : gồm các phần tử a[2],a[3]**

Left=2 right=3

30

40

a[2] a[3]

Chọn x=a[(left+right)/2]=a[(2+3)/2]=a[2]=30

Left=2 right=3

30

40

a[2] a[3]

left=i-> <-right=j

a[i]=a[2]=30=x, dừng i

a[j]=a[3]=40>x, j— (j giảm xuống 2)

a[j]=a[2]=30=x, dừng j

Left=2 right=3

30

40

a[2] a[3]

swap(a[2],a[3])

i=2 j=3

Hoán đổi vị trí giữa a[i]=30 và a[j]=40, tăng I lên 1 giá trị, giảm j xuống 1 giá trị

Left=2 right=3

40

30

a[2] a[3]

j=2 i=3

**Vì i>j dừng**

Dãy con 1.2.1 đã được phân hoạch thành 2 đoạn con. Mỗi đoạn là một dãy con như sau:

40

Dãy con 1.2.1.1: gồm các phần tử a[2]

Dãy con 1.2.1.2: gồm các phần tử a[3]

30

Vì các dãy con 1.2.1.1, 1.2.1.2 và 1.2.2 còn 1 phần tử nên dãy con 1.2 có thứ tự.

**Dãy con 2: gồm các phần tử a[5],a[6],a[7]**

Left=5 right=7

70

60

90

a[5] a[6] a[7]

Chọn x=a[(left+right)/2]=a[(5+7)/2]=a[6]=60

Left=5 right=7

90

70

60

a[5] a[6] a[7]

left=i-> <-right=j

a[i]=a[5]=90>x, I dừng

a[j]=a[7]=70>x, j—

a[j]=a[6]=60<x, j dừng

Left=5 right=7

90

70

60

a[5] a[6] a[7]

swap(a[5],a[6])

i=5 j=6

Hoán đổi vị trí giữa a[i]=90 và a[j]=60, tăng I lên 1 giá trị, giảm j xuống 1 giá trị

Left=5 right=7

60

70

90

a[5] a[6] a[7]

j=5 i=6

**Vì i>j dừng**

Dãy con 2 đã được phân hoạch thành 2 đoạn con. Mỗi đoạn là một dãy con như sau:

Dãy con 2.1: gồm các phần tử a[5]

60

Dãy con 2.2: gồm các phần tử a[6],a[7]

70

90

**Dãy con 2.2: gồm các phần tử a[6],a[7]**

Left=6 right=7

90

70

a[6] a[7]

Chọn x=a[(left+right)/2]=a[(6+7)/2]=a[6]=90

Left=6 right=7

90

70

a[6] a[7]

left=i-> <-right=j

a[i]=a[6]=90<x, dừng i

a[j]=a[7]=70>x, j— (j giảm xuống 0)

a[j]=a[6]=90<x, dừng j

Left=6 right=7

90

70

a[6] a[7]

swap(a[6],a[7])

i=6 j=7

Hoán đổi vị trí giữa a[i]=90 và a[j]=70, tăng I lên 1 giá trị, giảm j xuống 1 giá trị

Left=6 right=7

70

90

a[6] a[7]

j=6 i=7

**Vì i>j dừng**

Dãy con 2.2 đã được phân hoạch thành 2 đoạn con. Mỗi đoạn là một dãy con như sau:

70

Dãy con 2.2.1: gồm các phần tử a[6]

Dãy con 2.2.2: gồm các phần tử a[7]

90

Vì các dãy con 2.1,2.2.1 và 2.2.2 còn 1 phần tử nên dãy con 2 có thứ tự.

Vì tất cả các dãy con 1 và 2 đều có thứ tự nên danh sách ban đầu được xếp thứ tự

Độ phức tạp của thuật toán: **O(n log n)**