

## 〈알고리즘 실습〉 - 합병 정렬과 퀵 정렬

### ※ 입출력에 대한 안내

- 특별한 언급이 없으면 문제의 조건에 맞지 않는 입력은 입력되지 않는다고 가정하라.
- 특별한 언급이 없으면, 각 줄의 맨 앞과 맨 뒤에는 공백을 출력하지 않는다.
- 출력 예시에서 □는 각 줄의 맨 앞과 맨 뒤에 출력되는 공백을 의미한다.
- 입출력 예시에서  $\mapsto$  이 후는 각 입력과 출력에 대한 설명이다.

[ 문제 1 ] (**합병 정렬**)  $n$ 개의 양의 정수(중복 가능)를 입력받아 정렬하는 프로그램을 작성하시오.  
정렬은 단일연결리스트를 이용하여 합병 정렬을 구현하여 사용한다.

○ 구현해야 할 합병 정렬 알고리즘:

- 크기가  $n$ 인 단일연결리스트를 동적 할당하여, 입력된 양의 정수 저장(입력 정수는 중복 가능)
- **mergeSort(L)** 함수: 단일연결리스트  $L$ 의 원소들을 합병 정렬하여 정렬된 결과를 오름차순으로 정렬
- **merge(L1, L2)** 함수: **mergeSort**에 호출되어 두 개의 정렬된 단일연결리스트  $L1$ 과  $L2$ 를 합병한 하나의 단일연결리스트를 반환.  $L1$ 과  $L2$  합병을 위해  $O(1)$  공간만 추가 사용 가능.
- **partition(L, k)** 함수: 단일연결리스트  $L$ 과 양의 정수  $k$ 를 전달받아  $L$ 을 크기가  $k$ 이고  $|L| - k$ 인 두 개의 부리스트  $L1$ 과  $L2$ 로 분할하여 ( $L1, L2$ )를 반환. 여기서  $|L|$ 은  $L$ 의 크기. 분할 시에도 주어진  $L$  공간 외에  $O(1)$  공간만 추가 사용 가능.

입력 예시 1

3	$\mapsto n$
4 9 1	

출력 예시 1

□ 1 4 9	$\mapsto$ 정렬 결과
---------	-----------------

입력 예시 2

8	$\mapsto n$
73 65 48 31 29 20 8 3	

출력 예시 2

□ 3 8 20 29 31 48 65 73	$\mapsto$ 정렬 결과
-------------------------	-----------------

**힌트:** 다음은 합병 정렬의 배열 구현 알고리즘이다. 곧바로 연결리스트로 합병 정렬을 구현하기 어려운 경우에는 아래의 배열 구현을 먼저 하고, 연결리스트 구현을 해볼 것을 권장. 아래 배열 구현에서는 **merge**에서 배열  $B$ 를 위해  $O(n)$  공간을 추가 사용하지만, 문제 1의 리스트 구현에서는  $O(1)$  공간만 추가 사용 가능하다.

<p><b>Alg</b> <b>mergeSort</b>(A)  input array A of n keys  output sorted array A</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>rMergeSort</b>(A, 0, n - 1)</li> <li>2. return</li> </ol> <p><b>Alg</b> <b>rMergeSort</b>(A, l, r)  input array A[l..r]  output sorted array A[l..r]</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. if (1 &lt; r)  m ← (1 + r)/2  <b>rMergeSort</b>(A, l, m)  <b>rMergeSort</b>(A, m + 1, r)  <b>merge</b>(A, l, m, r)</li> <li>2. return</li> </ol>	<p><b>Alg</b> <b>merge</b>(A, l, m, r)  input sorted array A[l..m], A[m + 1..r]  output sorted array A[l..r] merged from  A[l..m] and A[m + 1..r]</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. i, k ← l</li> <li>2. j ← m + 1</li> <li>3. while (i ≤ m &amp; j ≤ r)  if (A[i] ≤ A[j])  B[k++] ← A[i++]  else  B[k++] ← A[j++]</li> <li>4. while (i ≤ m)  B[k++] ← A[i++]</li> <li>5. while (j ≤ r)  B[k++] ← A[j++]</li> <li>6. for k ← l to r  A[k] ← B[k]</li> <li>7. return</li> </ol>
--	--

[문제 2] (퀴 정렬) n개의 양의 정수(중복 가능)를 입력받아 정렬하는 프로그램을 작성하시오.

정렬은 아래에 명시된 쿼리 정렬을 구현하여 사용한다.

- 구현해야 할 퀵 정렬 알고리즘:
  - 크기가 **n**인 배열을 **동적 할당**하여, 입력된 양의 정수 저장(입력 정수는 중복 가능).
  - 기준값(pivot)을 정할 때, 다음 방법을 이용한다:
    - (1) 부리스트의 수들 중 **1**개의 위치를 무작위로 선택(즉, 입력배열의 **l**과 **r** 사이의 **1**개 위치를 랜덤하게 선택)하여 pivot의 위치로 정한다.
    - (2) 아래 힌트처럼 pivot의 위치를 정하는 **findPivot** 함수를 별도 작성해서 이 함수의 반환값을 **inPlacePartition** 함수가 사용하는 방식을 추천한다.
  - **inPlacePartition**의 반환값은 두 인덱스 (**a**, **b**)로, 그 의미는 분할 결과, 배열의 **l**번째 수부터 **a - 1**번째 수는 pivot보다 작은 값을, 배열의 **a**번째부터 **b**번째 수는 pivot과 같은 값을, **b + 1**번째부터 **r**번째 수는 pivot보다 큰 값을 가진다는 것이다(즉, 이후 호출되는 재귀함수는 **l**부터 **a - 1**까지 부배열에 대해서와 **b + 1**부터 **r**까지의 부배열에 대해서 다루고, pivot과 같은 값들인 **a**부터 **b**번째 값들은 재귀에서 제외된다).

입력 예시 1

출력 예시 1

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> 3 4 9 1 </div> <div> <math>\mapsto n</math> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">1</div> 4 9 </div> <div> <math>\mapsto</math> 정렬 결과 </div> </div>
---	---

입력 예시 2

8  $\mapsto n$   
73 65 48 31 29 20 8 3

출력 예시 2

□ 3 8 20 29 31 48 65 73  $\mapsto$  정렬 결과

**힌트:** 다음은 제자리 퀵 정렬 알고리즘이다. 아래 내용을 참고하여 구현하되 위의 명시된 조건에 따라 pivot을 정한다.

```
Alg inPlaceQuickSort(L, l, r)
  input list L, rank l, r
  output list L with elements of rank from l to r rearranged in increasing order

1. if (l ≥ r)
   return
2. k ← findPivot(L, l, r)
3. (a, b) ← inPlacePartition(L, l, r, k) {elements from a to b are same to pivot}
4. inPlaceQuickSort(L, l, a - 1) {elements from l to a - 1 are smaller than pivot}
5. inPlaceQuickSort(L, b + 1, r) {elements from b + 1 to r are bigger than pivot}
```