아래 강의 영상에서 배운 내용을 정리해보려고 한다. 가감된 부분이 있을 수 있다.
https://youtu.be/KGyK-pNvWos?list=PLRx0vPvlEmdAghTr5mXQxGpHjWqSz0dgC

정렬 알고리즘

정렬(Sorting)이란 데이터를 특정한 기준에 따라 순서대로 나열하는 것을 말한다.
일반적으로 문제 상황에 따라서 적절한 정렬 알고리즘이 공식처럼 사용된다.
아래부터는 오름차순 정렬을 기준으로 설명한다.

선택 정렬

처리되지 않은 데이터 중에서 **가장 작은 데이터를 선택해 맨 앞에 있는 데이터와 바꾸는 것을 반복**한다.

```
array = [7, 5, 9, 0, 3, 1, 6, 2, 4, 8]

for i in range(len(array)):
    min_index = i # 가장 작은 원소의 인덱스
    for j in range(i + 1, len(array)):
        if array[min_index] > array[j]:
            min_index = j
    array[i], array[min_index] = array[min_index], array[i] # 스와프

print(array)

''' 출력
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
'''
```

선택 정렬의 시간 복잡도

선택 정렬은 N번 만큼 가장 작은 수를 찾아서 맨 앞으로 보내야 한다.
전체 연산 횟수를 구해 빅오 표기법으로 작성하는 과정은 다음과 같다. 구현 방식에 따라 사소한 오차가 있을 수 있다.

$$N + (N-1) + (N-2) + \cdots + 2 = (N+2)(N-1)/2 = (N^2 + N - 2)/2 \rightarrow O(N^2)$$

삽입 정렬

처리되지 않은 데이터를 하나씩 골라 **적절한 위치에 삽입**한다.
선택 정렬에 비해 구현 난이도가 높은 편이지만, 일반적으로 더 효율적으로 동작한다.
정해진 만큼 끝까지 비교해야 하는 선택 정렬과 달리 삽입 정렬은 끝까지 비교할 필요 없이 중간에 멈출 수도 있기 때문이다.

```python
array = [7, 5, 9, 0, 3, 1, 6, 2, 4, 8]

for i in range(1, len(array)):
    for j in range(i, 0, -1): # 인덱스 i부터 1까지 1씩 감소하며 반복하는 문법
        if array[j] < array[j - 1]: # 한 칸씩 왼쪽으로 이동
            array[j], array[j - 1] = array[j - 1], array[j]
        else: # 자기보다 작은 데이터를 만나면 그 위치에서 멈춤
            break

print(array)

''' 출력
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
'''
```

삽입 정렬의 시간 복잡도

삽입 정렬의 시간 복잡도는 선택 정렬과 동일한 O(N^2)이며, 선택 정렬과 마찬가지로 반복문이 두 번 중첩되어 사용된다.
삽입 정렬은 현재 리스트의 데이터가 거의 정렬되어 있는 상태라면 매우 빠르게 동작한다.
최악의 경우는 내림차순 정렬된 상태(반복문 안에서 자기보다 작은 데이터를 한 번도 만나지 않을 때)일 것이다.
최선의 경우(오름차순 정렬되어 있는 상태에서 삽입 정렬을 수행하는 경우) O(N)의 시간 복잡도를 가진다.

출처: 연애혁명 105화
이건 이경우

퀵 정렬

기준 데이터를 설정하고 그 **기준보다 큰 데이터와 작은 데이터의 위치를 바꾸는 방법**이다.
일반적인 상황에서 가장 많이 사용되는 정렬 알고리즘 중 하나이다.
병합 정렬과 더불어 대부분의 프로그래밍 언어의 정렬 라이브러리의 근간이 되는 알고리즘이다.
가장 기본적인 퀵 정렬은 **첫 번째 데이터를 기준 데이터(Pivot)로 설정**한다.
주석 처리된 print() 부분을 주석 해제해보면 정렬 진행 과정을 확인할 수 있다.

```
array = [7, 5, 9, 0, 3, 1, 6, 2, 4, 8]

def quick_sort(array, start, end):
    if start >= end: # 원소가 1개인 경우 종료
        return
    pivot = start # 피벗은 첫 번째 원소
    left = start + 1
    right = end
    while left <= right:
        # 피벗보다 큰 데이터를 찾을 때까지 반복
        while left <= end and array[left] <= array[pivot]:
            left += 1
        # 피벗보다 작은 데이터를 찾을 때까지 반복
        while right > start and array[right] >= array[pivot]:
            right -= 1
        if (left > right): # 엇갈렸다면 작은 데이터와 피벗을 교체
            array[right], array[pivot] = array[pivot], array[right]
        else: # 엇갈리지 않았다면 작은 데이터와 큰 데이터를 교체
            array[left], array[right] = array[right], array[left]
    # print(array)
    # 분할 이후 왼쪽 부분과 오른쪽 부분에서 각각 정렬 수행
    quick_sort(array, start, right - 1)
    quick_sort(array, right + 1, end)

quick_sort(array, 0, len(array) - 1)
print(array)
```

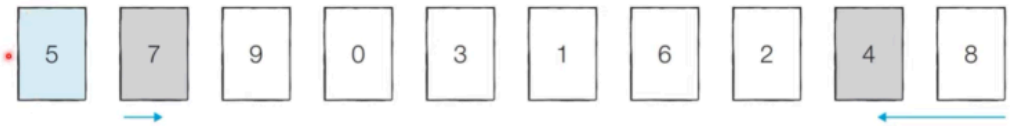
파이썬의 장점을 살린 소스코드는 아래와 같다.
첫 번째 원소인 피벗 기준으로 작은 수는 피벗의 왼쪽, 큰 수는 피벗의 오든쪽에 둔다는 큰 흐름 자체는 바뀌지 않았는데, 어마어마하게 직관적이다.
파이썬은 놀라운 언어다.

```
array = [7, 5, 9, 0, 3, 1, 6, 2, 4, 8]

def quick_sort(array):
    # 리스트가 하나 이하의 원소만을 담고 있다면 종료
    if len(array) <= 1:
        return array
    pivot = array[0] # 피벗은 첫 번째 원소
    tail = array[1:] # 피벗을 제외한 리스트

    left_side = [x for x in tail if x <= pivot] # 분할된 왼쪽 부분
    right_side = [x for x in tail if x > pivot] # 분할된 오른쪽 부분

    # 분할 이후 왼쪽 부분과 오른쪽 부분에서 각각 정렬 수행하고, 전체 리스트 반환
    # print(left_side, [pivot], right_side)
    return quick_sort(left_side) + [pivot] + quick_sort(right_side)

print(quick_sort(array))
```

퀵 정렬 동작 예시

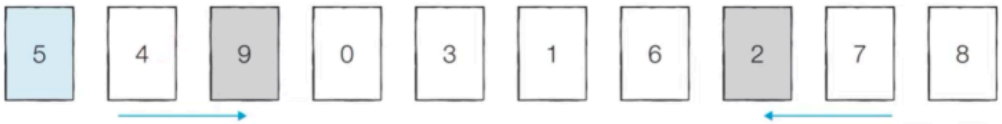
퀵 정렬 동작 예시

- **[Step 0]** 현재 피벗의 값은 '5'입니다. 왼쪽에서부터 '5'보다 큰 데이터를 선택하므로 '7'이 선택되고, 오른쪽에서부터 '5'보다 작은 데이터를 선택하므로 '4'가 선택됩니다. 이제 이 두 데이터의 위치를 서로 변경합니다.



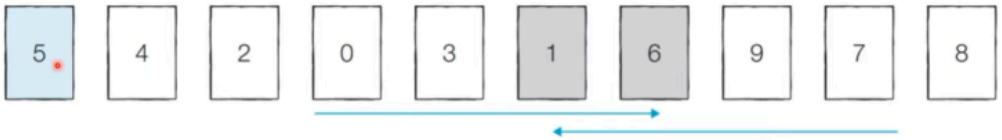
퀵 정렬 동작 예시

- **[Step 1]** 현재 피벗의 값은 '5'입니다. 왼쪽에서부터 '5'보다 큰 데이터를 선택하므로 '9'가 선택되고, 오른쪽에서부터 '5'보다 작은 데이터를 선택하므로 '2'가 선택됩니다. 이제 이 두 데이터의 위치를 서로 변경합니다.



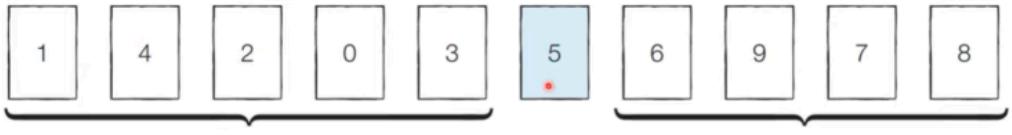
퀵 정렬 동작 예시

- **[Step 2]** 현재 피벗의 값은 '5'입니다. 왼쪽에서부터 '5'보다 큰 데이터를 선택하므로 '6'이 선택되고, 오른쪽에서부터 '5'보다 작은 데이터를 선택하므로 '1'이 선택됩니다. 단, 이처럼 **위치가 엇갈리는 경우 '피벗'과 '작은 데이터'의 위치를 서로 변경**합니다.



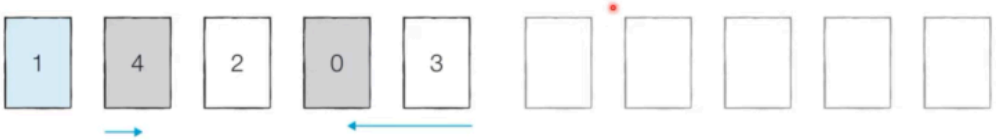
퀵 정렬 동작 예시

- **[분할 완료]** 이제 '5'의 왼쪽에 있는 데이터는 모두 5보다 작고, 오른쪽에 있는 데이터는 모두 '5'보다 크다는 특징이 있습니다. 이렇게 피벗을 기준으로 데이터 묶음을 나누는 작업을 **분할(Divide)**이라고 합니다.



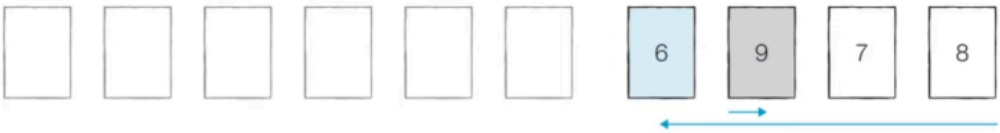
퀵 정렬 동작 예시

- **[왼쪽 데이터 묶음 정렬]** 왼쪽에 있는 데이터에 대해서 마찬가지로 정렬을 수행합니다.



퀵 정렬 동작 예시

- **[오른쪽 데이터 묶음 정렬]** 오른쪽에 있는 데이터에 대해서 마찬가지로 정렬을 수행합니다.
  - 이러한 과정을 반복하면 전체 데이터에 대해서 정렬이 수행됩니다.

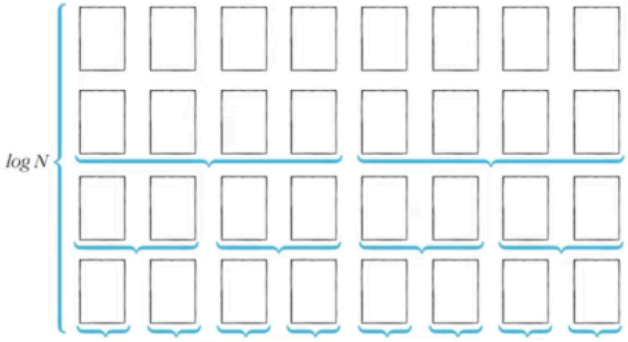


퀵 정렬이 빠른 이유: 직관적인 이해

실제로는 데이터의 너비(데이터의 개수)가 8일 때 피벗이 있어 분할이 나누어떨어지지 않는다.
이상적인 경우 분할이 이루어지게 될 때마다 정렬 수행 범위가 절반씩 줄어들기 때문에 전체 높이를 확인했을 때 밑이 2인 logN이라고 할 수 있다.
따라서 전체 연산 횟수로 너비*높이 = N*logN = NlogN을 기대할 수 있다.

퀵 정렬이 빠른 이유: 직관적인 이해

- 이상적인 경우 분할이 절반씩 일어난다면 전체 연산 횟수로 $O(NlogN)$를 기대할 수 있습니다.
  - **너비 X 높이** = $N \times logN = NlogN$



퀵 정렬의 시간 복잡도

퀵 정렬은 평균의 경우 O(NlogN)의 시간 복잡도를 가진다.
하지막 **최악의 경우 O(N^2)의 시간 복잡도**를 가진다.
첫 번째 원소를 피벗으로 삼을 때, 이미 정렬된 배열에 대해서 퀵 정렬을 수행하는 경우가 최악의 예시이다.
삽입 정렬과 마찬가지로 반복문이 최대로(끝까지) 돌아가는 경우가 최악이라고 생각하면 된다.

계수 정렬

특정한 조건이 부합할 때만 사용할 수 있지만 **매우 빠르게 동작**하는 정렬 알고리즘이다.
단, 계수 정렬은 **데이터의 크기 범위가 제한되어 정수 형태로 표현할 수 있은 때** 사용 가능하다.

데이터의 개수가 N, 데이터(양수) 중 최댓값이 K일 때 최악의 경우에도 수행시간 O(N + K)를 보장한다.

```
# 모든 원소의 값이 0보다 크거나 같다고 가정
array = [7, 5, 9, 0, 3, 1, 6, 2, 9, 1, 4, 8, 0, 5, 2]
# 모든 범위를 포함하는 리스트 선언(모든 값은 0으로 초기화)
count = [0] * (max(array) + 1)

for i in range(len(array)):
    count[array[i]] += 1 # 각 데이터에 해당하는 인덱스의 값 증가

for i in range(len(count)): # 리스트에 기록된 정렬 정보 확인
    for j in range(count[i]):
        print(i, end=' ')# 띄어쓰기를 구분으로 등장한 횟수만큼 인덱스 출력

''' 출력
0 0 1 1 2 2 3 4 5 5 6 7 8 9 9
'''
```

계수 정렬 동작 예시

1. 가장 작은 데이터부터 가장 큰 데이터까지의 범위가 모두 담길 수 있도록 리스트를 생성한다.
2. 데이터를 하나씩 확인하며 데이터의 값과 동일한 인덱스의 데이터를 1씩 증가시킨다.
3. 결과적으로 최종 리스트에는 각 데이터가 몇 번씩 등장했는지 그 횟수가 기록된다.
4. 결과를 확인할 때는 리스트의 첫 번째 데이터부터 하나씩 그 값만큼 반복하여 인덱스를 출력한다.

수행시간을 구해보자.
2번 과정에서 N번, 4번 과정에서 등장 횟수가 담긴 리스트의 모든 인덱스를 확인하는 과정에서 K + 1번, N개 출력하는 과정에서 N번
총 2N + K번 반복문이 돌아가므로 시간복잡도는 계수를 생략하여 O(N + K + 1)이 된다.
모든 데이터가 양수일 때는 O(N + K)이다. 2번 과정에서 동일한 인덱스 대신 데이터의 값보다 1 작은 인덱스의 데이터를 증가시키면 된다.

계수 정렬의 복잡도 분석

계수 정렬의 시간 복잡도와 공간 복잡도는 모두 O(N + K)이다.
계수 정렬은 데이터가 최댓값과 최솟값 각각 하나씩만 존재하는 경우 등 때에 따라서 심각한 비효율성을 초래할 수 있다.
계수 정렬은 **동일한 값은 가지는 데이터가 여러 개 등장할 때** 효과적으로 사용할 수 있다.
성적의 경우 100점을 맞은 학생이 여러 명일 수 있기 때문에 계수 정렬이 효과적이다.

정렬 알고리즘 비교하기

정렬 알고리즘 비교하기

- 앞서 다룬 네 가지 정렬 알고리즘을 비교하면 다음과 같습니다.
- 추가적으로 대부분의 프로그래밍 언어에서 지원하는 표준 정렬 라이브러리는 최악의 경우에도 $O(NlogN)$을 보장하도록 설계되어 있습니다.

정렬 알고리즘	평균 시간 복잡도	공간 복잡도	특징
선택 정렬	$O(N^2)$	$O(N)$	아이디어가 매우 간단합니다.
삽입 정렬	$O(N^2)$	$O(N)$	데이터가 거의 정렬되어 있을 때는 가장 빠릅니다.
퀵 정렬	$O(NlogN)$	$O(N)$	대부분의 경우에 가장 적합하며, 충분히 빠릅니다.
계수 정렬	$O(N+K)$	$O(N+K)$	데이터의 크기가 한정되어 있는 경우에만 사용이 가능하지만 매우 빠르게 동작합니다.

선택 정렬과 기본 정렬 라이브러리 수행 시간 비교

파이썬의 경우 병합 정렬을 기반으로 하는 하이브리드 방식의 정렬 알고리즘을 사용하고 있기 때문에 최악의 경우에도 O(NlogN)의 시간복잡도를 보장한다.

```python
from random import randint
import time

# 배열에 10,000개의 정수를 삽입
array = []
for _ in range(10000):
    # 1부터 100 사이의 랜덤한 정수
    array.append(randint(1, 100))

# 선택 정렬 프로그램 성능 측정
start_time = time.time()

# 선택 정렬 프로그램 소스코드
for i in range(len(array)):
    min_index = i # 가장 작은 원소의 인덱스
    for j in range(i + 1, len(array)):
        if array[min_index] > array[j]:
            min_index = j
    array[i], array[min_index] = array[min_index], array[i]

# 측정 종료
end_time = time.time()
# 수행 시간 출력
print("선택 정렬 성능 측정:", end_time - start_time)
```

```python
# 배열을 다시 무작위 데이터로 초기화
array = []
for _ in range(10000):
    # 1부터 100 사이의 랜덤한 정수
    array.append(randint(1, 100))

# 기본 정렬 라이브러리 성능 측정
start_time = time.time()

# 기본 정렬 라이브러리 사용
array.sort()

# 측정 종료
end_time = time.time()
# 수행 시간 출력
print("기본 정렬 라이브러리 성능 측정:", end_time - start_time)
```

실행 결과

```
선택 정렬 성능 측정: 35.841460943222046
기본 정렬 라이브러리 성능 측정: 0.0013387203216552734
```

정렬 알고리즘 예시: 두 배열의 원소 교체

〈문제〉 두 배열의 원소 교체: 문제 설명

- 동빈이는 두 개의 배열 A와 B를 가지고 있습니다. 두 배열은 N개의 원소로 구성되어 있으며, 배열의 원소는 모두 자연수입니다.
- 동빈이는 **최대 K 번의 바꿔치기** 연산을 수행할 수 있는데, 바꿔치기 연산이란 배열 A에 있는 원소 하나와 배열 B에 있는 원소 하나를 골라서 두 원소를 서로 바꾸는 것을 말합니다.
- 동빈이의 최종 목표는 배열 A의 모든 원소의 합이 최대가 되도록 하는 것이며, 여러분은 동빈이를 도와야 합니다.
- N, K, 그리고 배열 A와 B의 정보가 주어졌을 때, 최대 K 번의 바꿔치기 연산을 수행하여 만들 수 있는 **배열 A의 모든 원소의 합의 최댓값을 출력**하는 프로그램을 작성하세요.

- 예를 들어 N = 5, K = 3이고, 배열 A와 B가 다음과 같다고 해봅시다.
  - 배열 A = [1, 2, 5, 4, 3]
  - 배열 B = [5, 5, 6, 6, 5]
- 이 경우, 다음과 같이 세 번의 연산을 수행할 수 있습니다.
  - 연산 1) 배열 A의 원소 '1'과 배열 B의 원소 '6'을 바꾸기
  - 연산 2) 배열 A의 원소 '2'와 배열 B의 원소 '6'을 바꾸기
  - 연산 3) 배열 A의 원소 '3'과 배열 B의 원소 '5'를 바꾸기
- 세 번의 연산 이후 배열 A와 배열 B의 상태는 다음과 같이 구성될 것입니다.
  - 배열 A = [6, 6, 5, 4, 5]
  - 배열 B = [3, 5, 1, 2, 5]
- 이때 배열 A의 모든 원소의 합은 26이 되며, 이보다 더 합을 크게 만들 수는 없습니다.

난이도 ●○○ | **풀이 시간** 15분 | **시간제한** 2초 | **메모리 제한** 128MB

입력 조건
- 첫 번째 줄에 N, K가 공백을 기준으로 구분되어 입력됩니다. (1 <= N <= 100,000, 0 <= K <= N)
- 두 번째 줄에 배열 A의 원소들이 공백을 기준으로 구분되어 입력됩니다. 모든 원소는 10,000,000보다 작은 자연수입니다.
- 세 번째 줄에 배열 B의 원소들이 공백을 기준으로 구분되어 입력됩니다. 모든 원소는 10,000,000보다 작은 자연수입니다.

출력 조건
- 최대 K번의 바꿔치기 연산을 수행하여 만들 수 있는 배열 A의 모든 원소의 합의 최댓값을 출력합니다.

입력 예시
```
5 3
1 2 5 4 3
5 5 6 6 5
```

출력 예시
```
26
```

핵심 아이디어는 매번 배열 A에서 가장 작은 원소를 골라서, 배열 B에서 가장 큰 원소와 교체하는 것이다.
가장 먼저 배열 A와 B가 주어지면 A에 대해서 오름차순 정렬하고, B에 대해서 내림차순 정렬한다.
이후에 두 배열의 원소를 첫 번째 인덱스부터 차례로 확인하면서 A의 원소가 B의 원소보다 작을 때에만 교체를 수행한다.
이 문제에서는 두 배열의 원소가 최대 100,000개까지 입력될 수 있으므로, 최악의 경우 O(NlogN)을 보장하는 정렬 알고리즘을 이용해야 한다.

```python
n, k = map(int, input().split()) # N과 K를 입력 받기
a = list(map(int, input().split())) # 배열 A의 모든 원소를 입력 받기
b = list(map(int, input().split())) # 배열 B의 모든 원소를 입력 받기

a.sort() # 배열 A는 오름차순 정렬 수행
b.sort(reverse = True) # 배열 B는 내림차순 정렬 진행

# 첫 번째 인덱스부터 확인하며, 두 배열의 원소를 최대 K번 비교
for i in range(k):
    # A의 원소가 B의 원소보다 작은 경우
    if a[i] < b[i]:
        # 두 원소를 교체
        a[i], b[i] = b[i], a[i]
    else: # A의 원소가 B의 원소보다 크거나 같을 때, 반복문을 탈출
        break

print(sum(a)) # 배열 A의 모든 원소의 합을 출력
```