CHAPTER 11

정렬 기본

학습목표

- 정렬의 개념을 파악한다.
- 정렬을 위한 코드의 형식을 이해한다.
- 기본적인 정렬 방식을 학습한다.
- 정렬을 활용한 응용 프로그래밍을 작성한다.

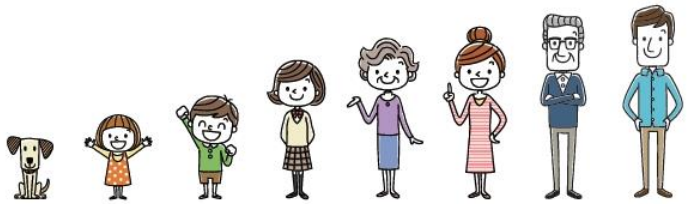
Section 00 생활 속 자료구조와 알고리즘

- **정렬이란?**
  - 학교 출석부 또는 종류에 따라 가지런히 놓여 있는 칼들처럼 순서대로 데이터가 나열되어 있는 것

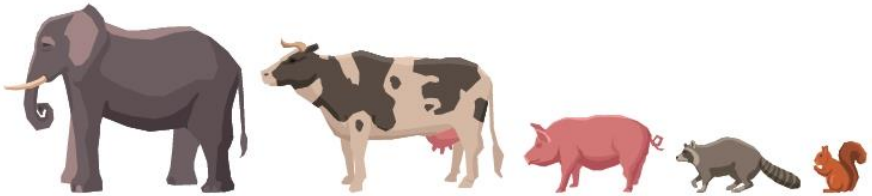
↑ 원하는 자리에 자유롭게 앉을 수 있는 대학교도
출석부에는 학생의 학번 순서 또는 이름 순서로
학생 명단이 작성되어 있음

↑ 가지런히 놓고 사용하면 더 편리한 칼

- **정렬의 개념**
  - 중요 알고리즘 중 하나인 정렬(Soft)은 자료들을 일정한 순서대로 나열한 것



(a) 작은 키에서 큰 키 순으로 오름차순 정렬



(b) 무거운 순에서 가벼운 순으로 내림차순 정렬

그림 11-1 오름차순 정렬과 내림차순 정렬 예

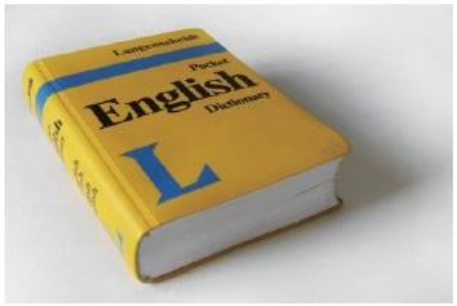


그림 11-2 실생활 정렬 예

- **정렬 알고리즘의 종류**
  - 오름차순 정렬이든 내림차순 정렬이든 결과의 형태만 다를 뿐이지 같은 방식으로 처리됨
  - 정렬하는 방법에 대한 정렬 알고리즘은 수십 가지
    - 선택 정렬(Selection Sort)
    - 삽입 정렬(Insertion Sort)
    - 버블 정렬(Bubble Sort)
    - 퀵 정렬(Quick Sort)

- **선택 정렬**
  - 선택 정렬의 개념 : 여러 데이터 중에서 가장 작은 값을 뽑는 작동을 반복하여 값을 정렬
    - 가족을 선택 정렬 방법으로 키 순으로 세우는 과정 예

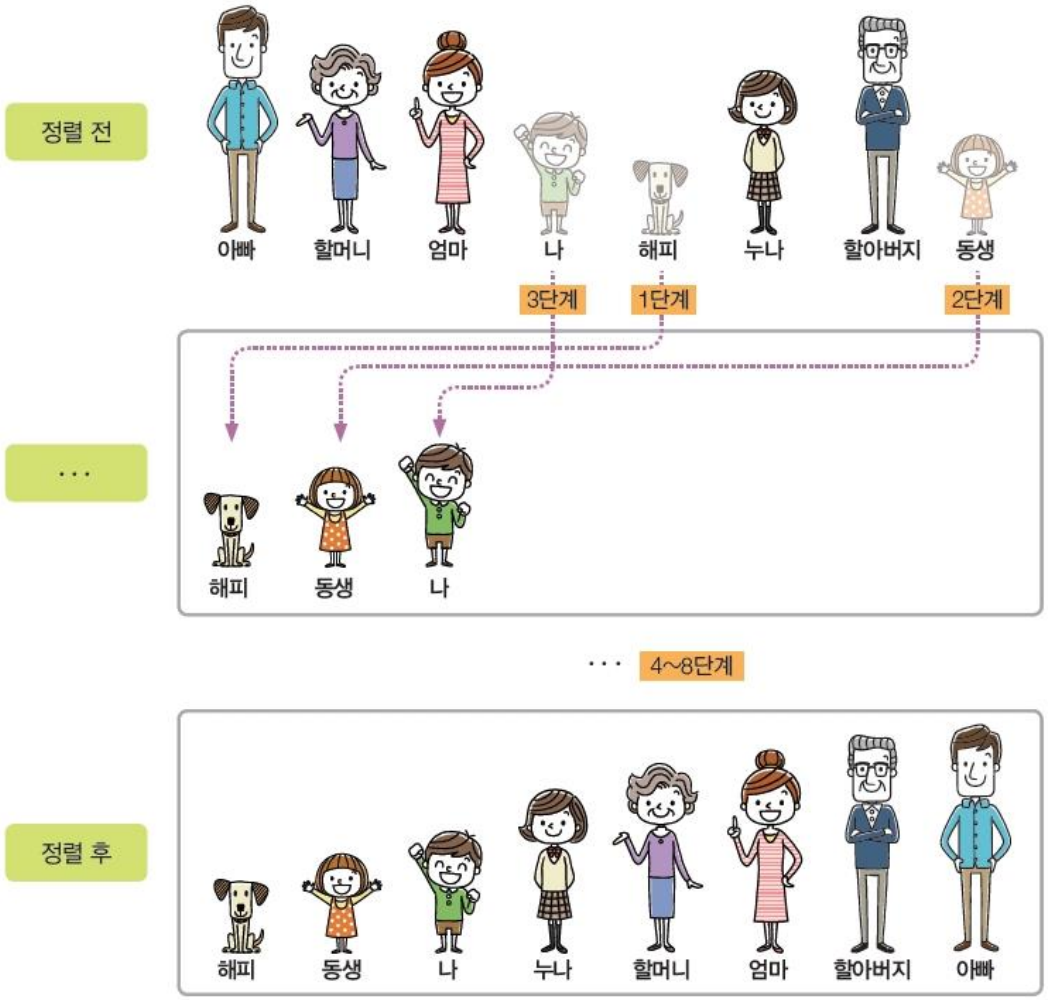


그림 11-3 선택 정렬 예 : 오름차순 정렬

- 최솟값을 찾는 방법

❶ 배열의 첫 번째 값을 가장 작은 값으로 지정한다.

❷ 가장 작은 값으로 지정한 값을 다음 차례의 값과 비교하여 가장 작은 값을 변경하거나 그대로 두는 방법으로

❸ 마지막 값까지 비교를 마친 후 현재 가장 작은 값으로 지정된 값을 가장 작은 값으로 결정한다.

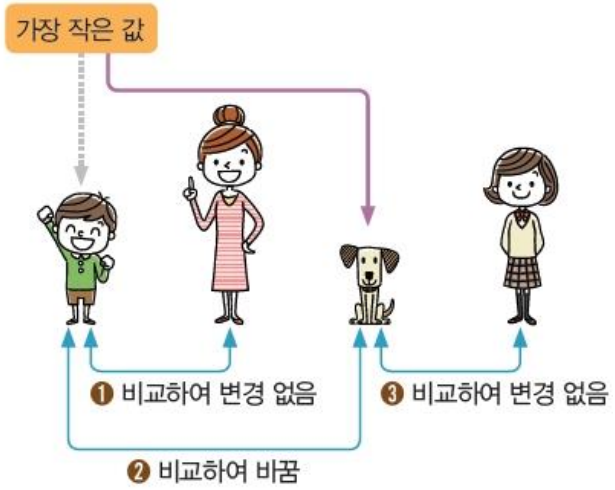


그림 11-4 최솟값을 찾는 단계 예

Code11-01.py 배열에서 최솟값 위치를 찾는 함수

```
1  def findMinIdx(ary) :
2      minIdx = 0 ❶
3      for i in range(1, len(ary)) :
4          if (ary[minIdx] > ary[i]) : ❷
5              minIdx = i
6      return minIdx
7
8  testAry = [55, 88, 33, 77]
9  minPos = findMinIdx(testAry)
10 print('최솟값 -->', testAry[minPos])
```

실행 결과

```
최솟값 --> 33
```

SELF STUDY 11-1

Code11-01.py를 수정해서 최댓값 위치를 찾도록 코드를 작성하자.

실행 결과

```
최댓값 --> 88
```

- 선택 정렬 구현
  - 크기가 3인 배열을 준비하고 값을 입력하는 방법을 사용했음

```
ary = [None for _ in range(3)]
ary[0] = 100
ary[1] = 200
ary[2] = 300
```

  - 배열 크기를 미리 지정하지 않고 파이썬에서 제공하는 가변 크기의 배열을 사용

```
ary = []
ary.append(100)
ary.append(200)
ary.append(300)
```

Code11-02.py 선택 정렬의 구현

```
1  ## 클래스와 함수 선언 부분 ##
2  def findMinIdx(ary) :
3      minIdx = 0
4      for i in range(1, len(ary)) :
5          if (ary[minIdx] > ary[i]) :
6              minIdx = i
7      return minIdx
8
```

```
9  ## 전역 변수 선언 부분 ##
10 before = [188, 162, 168, 120, 50, 150, 177, 105]
11 after = []
12
13 ## 메인 코드 부분 ##
14 print('정렬 전 -->', before)
15 for _ in range(len(before)) :
16     minPos = findMinIdx(before)
17     after.append(before[minPos])
18     del(before[minPos])
19 print('정렬 후 -->', after)
```

실행 결과

```
정렬 전 --> [188, 162, 168, 120, 50, 150, 177, 105]
정렬 후 --> [50, 105, 120, 150, 162, 168, 177, 188]
```

- 두 변수 값 교환
  - 알고리즘을 구현할 때는 두 변수 값을 교환해야 하는 경우가 종종 생기는데, 원칙적으로 한 번에 두 변수의 값을 교환할 수 없으므로, 임시 공간을 사용해야 함

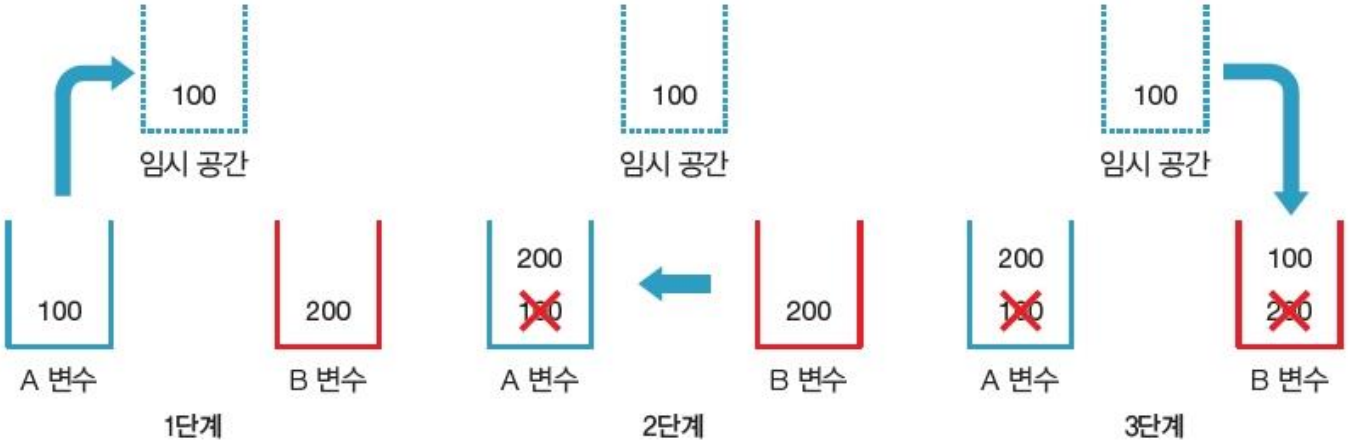


그림 11-5 두 변수 값의 교환

```
temp = A
A = B
B = temp
```

또는

```
A, B = B, A
```

- 개선된 선택 정렬 구현(데이터 4개를 정렬하는 예)
  - 데이터가 4개이므로 (b)와 같이 총 3회의 사이클이 필요함

(a) 선택 정렬할 데이터

(b) 3회 사이클

그림 11-6 선택 정렬 전 초기 상태

- 먼저 사이클1 중 맨 앞의 값을 가장 작은 값으로 지정한 후 나머지 값과 비교해서 제일 작은 값을 찾음

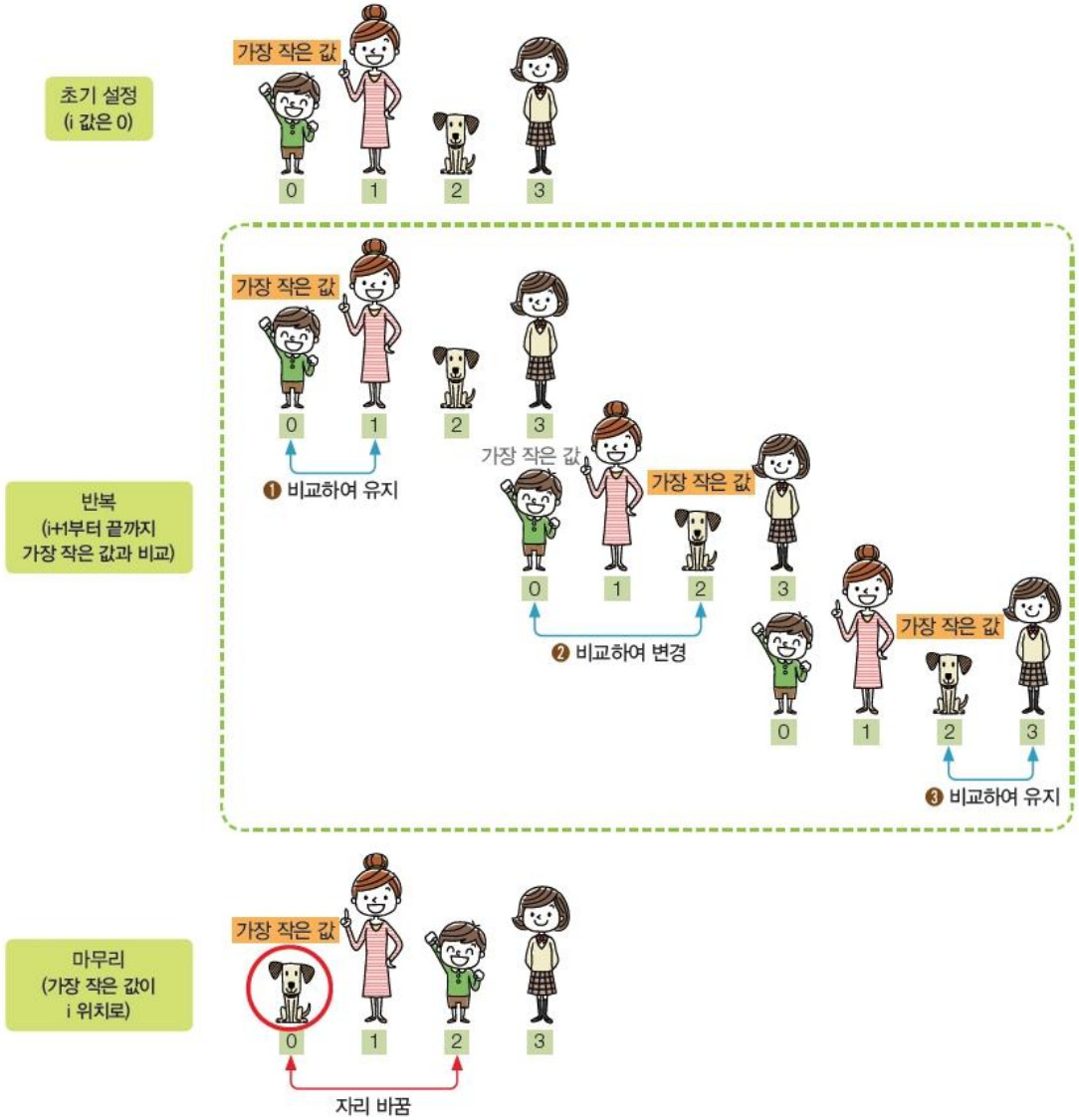


그림 11-7 선택 정렬 예 : 사이클1

Section 02 기본 정렬 알고리즘의 원리와 구현

- 사이클1에서 찾은 가장 작은 값을 제외한 사이클2 중 맨 앞의 값을 가장 작은 값으로 우선 지정하고, 나머지 값들과 비교하여 제일 작은 값을 찾음

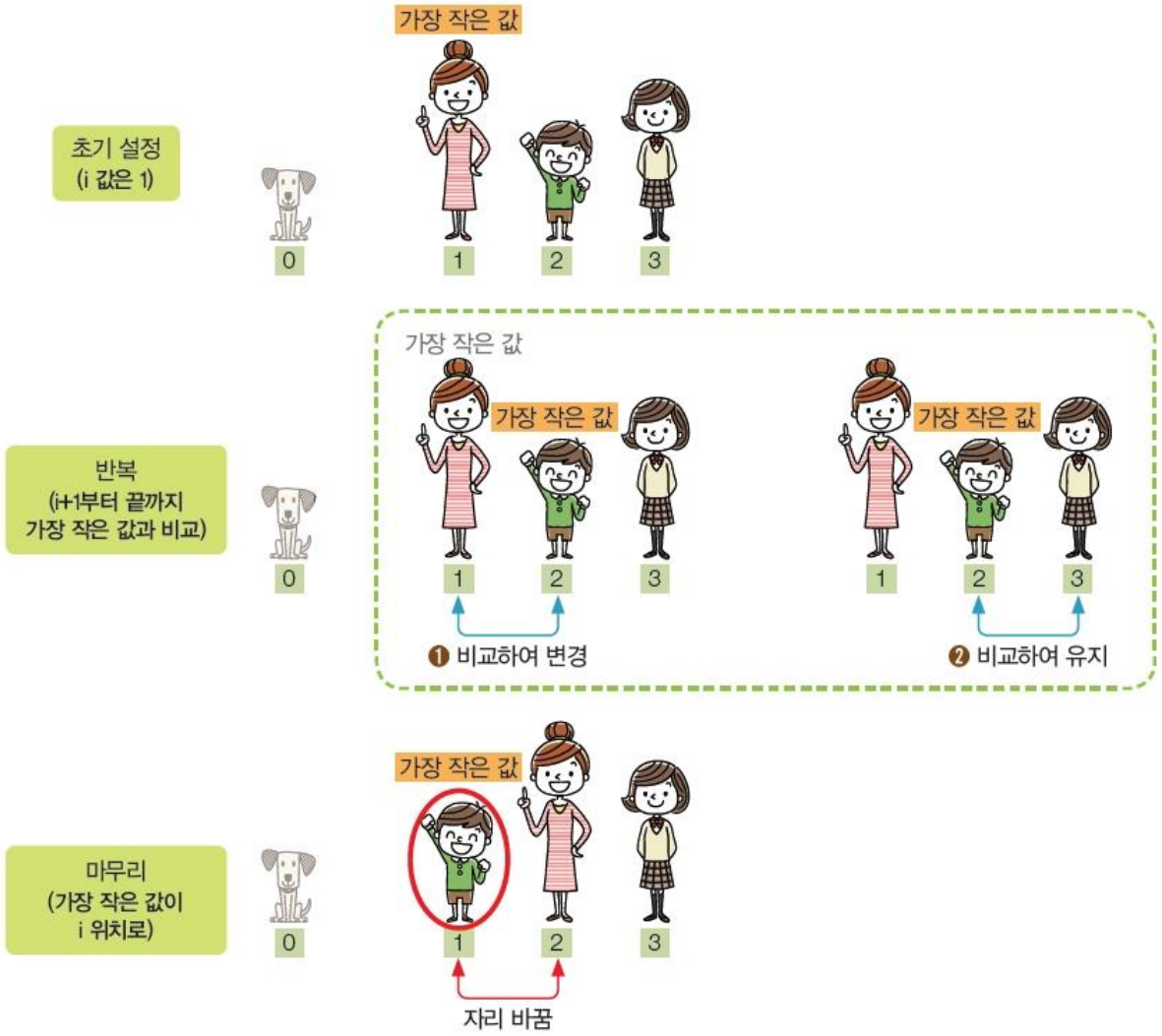


그림 11-8 선택 정렬 예 : 사이클2

Section 02 기본 정렬 알고리즘의 원리와 구현

- 사이클2에서 찾은 가장 작은 값을 제외한 사이클3 중 맨 앞의 값을 가장 작은 값으로 우선 지정하고, 나머지 값들과 비교해서 제일 작은 값을 찾음

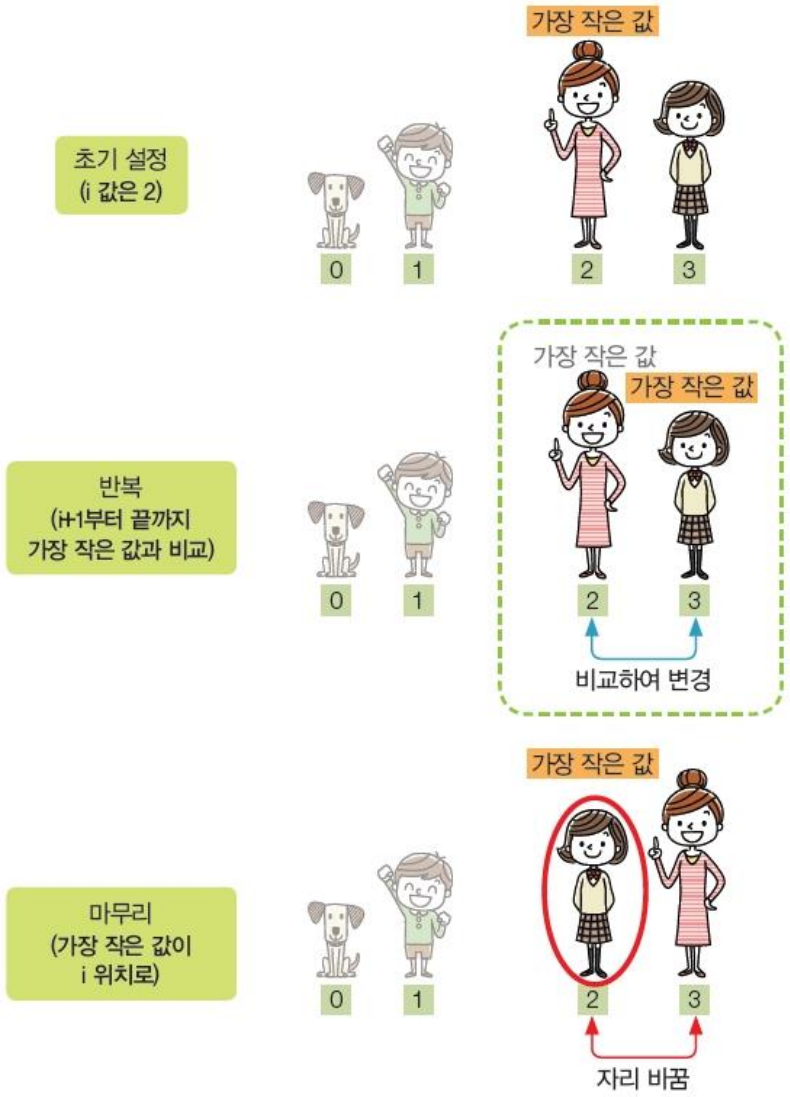


그림 11-9 선택 정렬 예 : 사이클3

- 모든 사이클 완료 후 정렬된 결과 →

그림 11-10 선택 정렬 후 데이터

Code11-03.py 개선된 선택 정렬

```
## 클래스와 함수 선언 부분 ##
def selectionSort(ary) :
    n = len(ary)
    for i in range(0, n-1) :
        minIdx = i
        for k in range(i+1, n) :
            if (ary[minIdx] > ary[k]) :
                minIdx = k
        tmp = ary[i]
        ary[i] = ary[minIdx]
        ary[minIdx] = tmp

    return ary

## 전역 변수 선언 부분 ##
dataAry = [188, 162, 168, 120, 50, 150, 177, 105]

## 메인 코드 부분 ##
print('정렬 전 -->', dataAry)
dataAry = selectionSort(dataAry)
print('정렬 후 -->', dataAry)
```

실행 결과

```
정렬 전 --> [188, 162, 168, 120, 50, 150, 177, 105]
정렬 후 --> [50, 105, 120, 150, 162, 168, 177, 188]
```

- 선택 정렬 성능
  - 정렬에서 중요한 사항 중 하나는 정렬을 완료하는 비교 횟수임
  - Code11-03.py의 7행이 몇 번 수행되었는지 확인하는 예

i 값	k 값	비교 횟수
0	1, 2, 3	3회
1	2, 3	2회
2	3	1회

```
i가 0일 때 → 3(=4-1)번 수행
i가 1일 때 → 2(=4-2)번 수행
i가 2일 때 → 1(=4-3)번 수행
```

데이터 개수가 4일 때 7행은 이와 같이 반복

```
i가 0일 때 → n-1번 수행
i가 1일 때 → n-2번 수행
i가 2일 때 → n-3번 수행
i가 3일 때 → n-4번 수행
...(중략)...
i가 n-3일 때 → 2번 수행
i가 n-2일 때 → 1번 수행
```

데이터 개수가 n개라면 이와 같이 계산됨

- 비교 횟수는 거꾸로 하면 1+2+3+...+(n-1)번이 되는데 이를 수식으로 유도하기 전에 1부터 10까지 합계를 구하는 방법

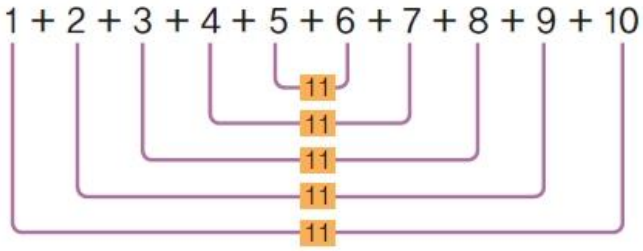


그림 11-11 1부터 10까지 합계

11 * 5회 = 55	11이 5회 반복되므로 이와 같이 계산됨
(10 + 1) × (10 / 2) = 55	숫자 10을 중심으로 표현

- 결국 1부터 n까지 합계는 다음 수식과 같음(10 대신에 n을 대입)

$$(n+1) \times \frac{n}{2} = \frac{(n+1) \times n}{2}$$

- 비교 횟수의 합계인 1+2+3+...+(n-1)은 1부터 n-1까지 합계이므로 위 수식에서 n 대신에 n-1을 대입

$$\frac{(n-1+1) \times (n-1)}{2} = \frac{n \times (n-1)}{2} = \frac{1}{2}n^2 - \frac{1}{2}n$$

삽입 정렬

- 삽입 정렬의 개념 : 기존 데이터 중에서 자신의 위치를 찾아 데이터를 삽입하는 정렬
  - 가족을 키 순으로 세우는 예에 삽입 정렬 적용

그림 11-12 삽입 정렬 전 초기 상태

  - 가장 앞에 있는 아빠를 일단 줄에 세움

그림 11-13 삽입 정렬 1단계 : 아빠 정렬

- 할머니는 아빠보다 작으므로 아빠 앞에 세움

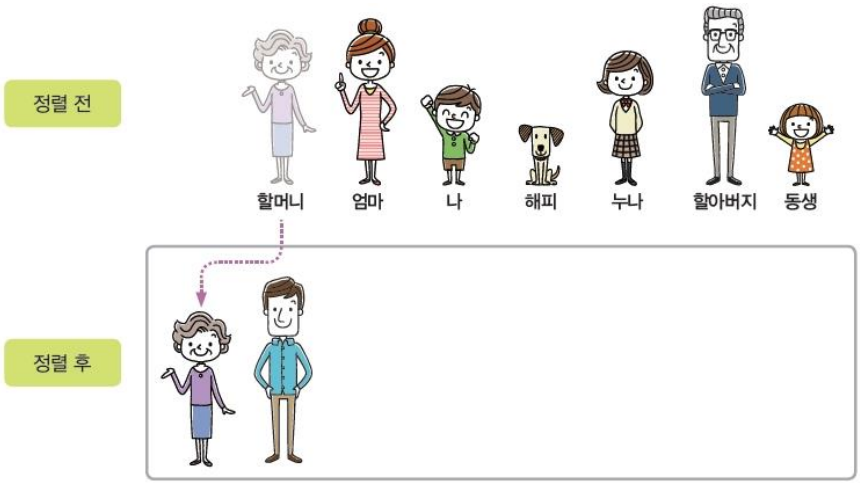


그림 11-14 삽입 정렬 2단계 : 할머니 정렬

- 다음으로 엄마를 줄에 세움. 엄마는 할머니보다 크고, 아빠보다 작으므로 그 사이에 세움

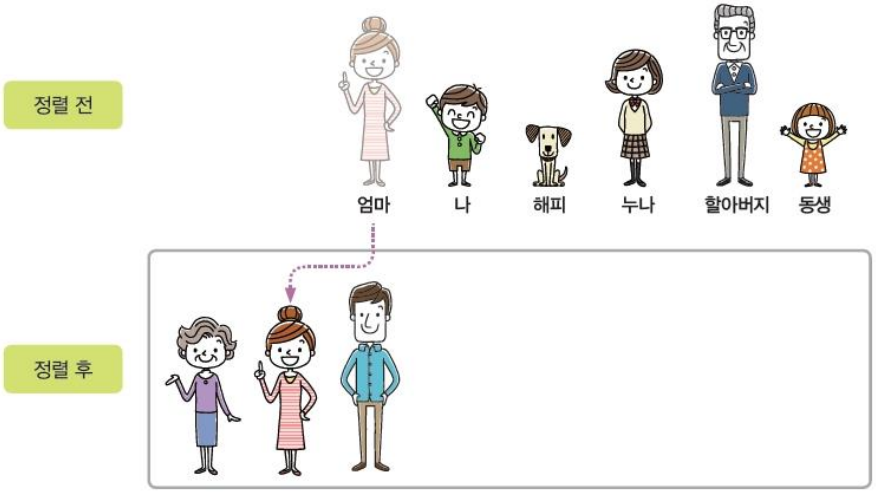


그림 11-15 삽입 정렬 3단계 : 엄마 정렬

- 같은 방식으로 각 가족을 자신보다 작은 사람과 큰 사람 사이에 세우면 됨 → 가족을 키 순서대로 오름차순 정렬

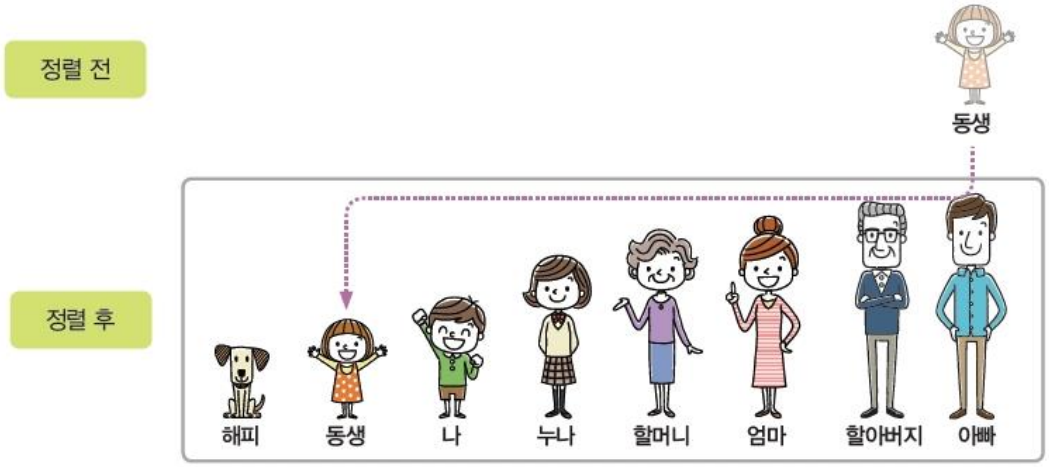


그림 11-16 삽입 정렬 4~8단계 : 마지막 동생 정렬

- 삽입 위치를 찾는 방법
  - 빈 배열일 때는 첫 번째 자리에 삽입함

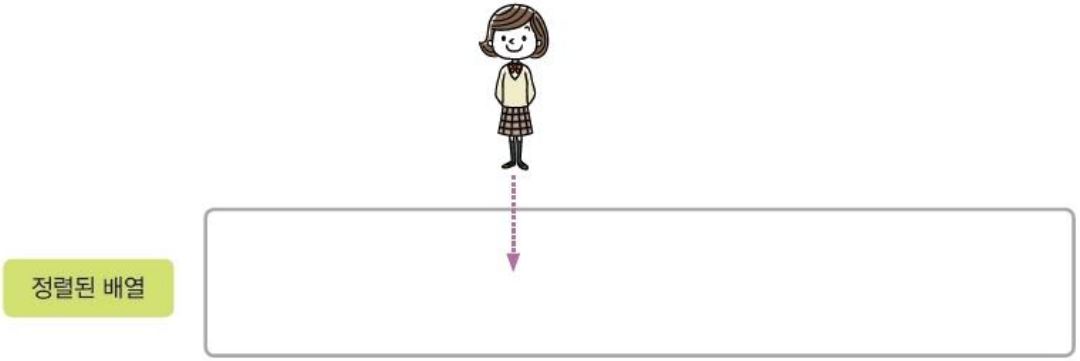


그림 11-17 빈 배열일 때

  - 배열에 삽입할 값보다 큰 값이 있을 때는 처음부터 비교해 가면서 자신보다 큰 값을 만나면 그 값 바로 앞에 삽입

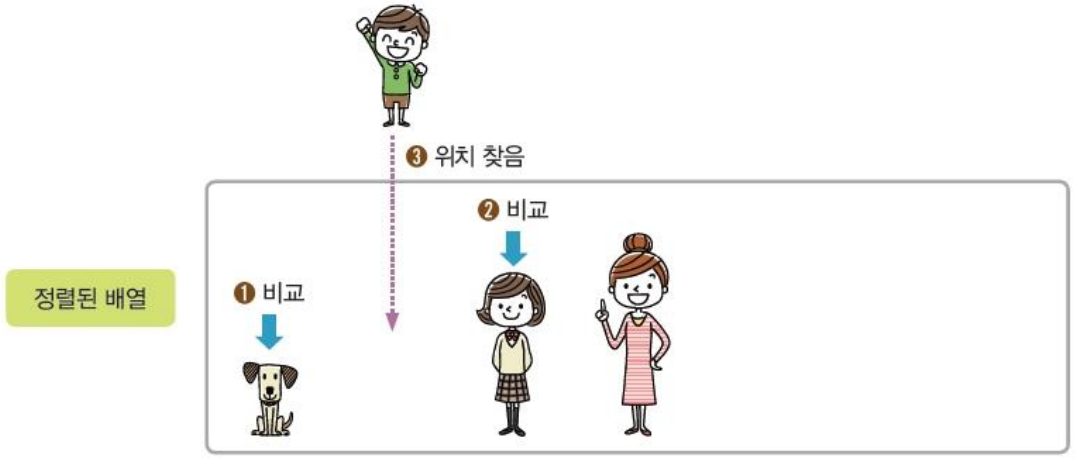


그림 11-18 배열에 삽입할 값보다 큰 값이 있을 때

- 배열에 삽입할 값보다 큰 값이 없을 때는 맨 뒤에 삽입

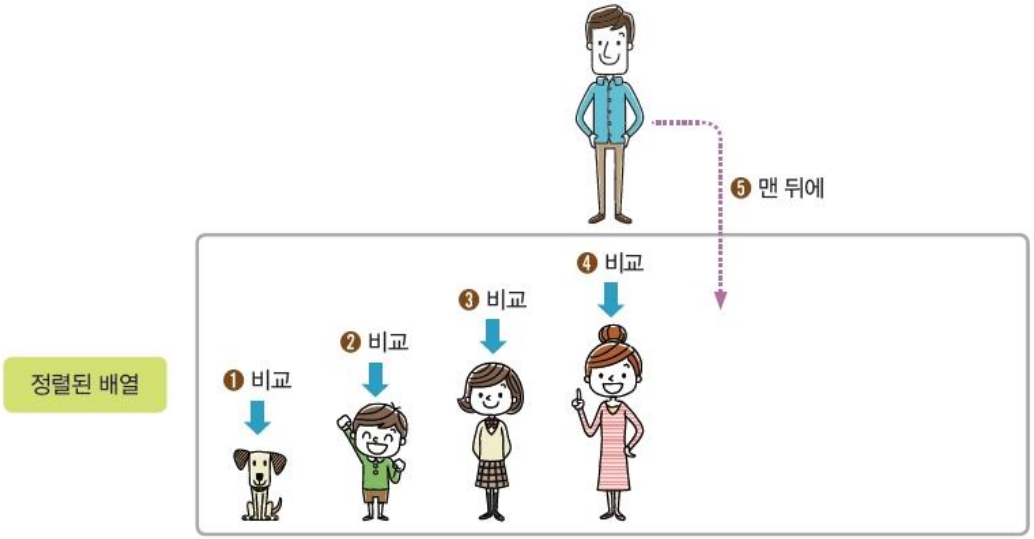


그림 11-19 배열에 삽입할 값보다 큰 값이 없을 때

Code11-04.py 배열에서 자신이 삽입될 위치를 찾는 함수

```
1  def findInsertIdx(ary, data) :
2      findIdx = -1                # 초깃값은 없는 위치로
3      for i in range(0, len(ary)) :
4          if (ary[i] > data ) :
5              findIdx = i
6              break
7      if findIdx == -1 :          # 큰 값을 못 찾음 == 제일 마지막 위치
8          return len(ary)
9      else :
10         return findIdx
11
12 testAry = []
13 insPos = findInsertIdx(testAry, 55)
14 print('삽입할 위치 -->', insPos)
15
16 testAry = [33, 77, 88]
17 insPos = findInsertIdx(testAry, 55)
18 print('삽입할 위치 -->', insPos)
19
20 testAry = [33, 55, 77, 88]
21 insPos = findInsertIdx(testAry, 100)
22 print('삽입할 위치 -->', insPos)
```

실행 결과

```
삽입할 위치 --> 0
삽입할 위치 --> 1
삽입할 위치 --> 4
```

Section 02 기본 정렬 알고리즘의 원리와 구현

- 삽입 정렬 구현
  - 파이썬에서 제공하는 insert(삽입할 위치, 값) 함수를 사용하면 간단

```
testAry = []
testAry.insert(0, 55)
testAry
```

빈 배열에는 X번째 위치에 값을 삽입

실행 결과

```
[55]
```

```
testAry = [33, 77, 88]
testAry.insert(1, 55)
testAry
```

1번째 위치에 55를 삽입

실행 결과

```
[33, 55, 77, 88]
```

```
testAry = [33, 55, 77, 88]
testAry.insert(4, 100)
testAry
```

배열의 맨 뒤에 값을 삽입
4번째 위치에 100을 삽입

실행 결과

```
[33, 55, 77, 88, 100]
```

Code11-05.py 삽입 정렬의 구현

```
## 클래스와 함수 선언 부분 ##
def findInsertIdx(ary, data) :
    findIdx = -1                # 초깃값은 없는 위치로
    for i in range(0, len(ary)) :
        if (ary[i] > data) :
            findIdx = i
            break
    if findIdx == -1 :          # 큰 값을 못 찾음 == 제일 마지막 위치
        return len(ary)
    else :
        return findIdx

## 전역 변수 선언 부분 ##
before = [188, 162, 168, 120, 50, 150, 177, 105]
after = []

## 메인 코드 부분 ##
print('정렬 전 -->', before)
for i in range(len(before)) :
    data = before[i]
    insPos = findInsertIdx(after, data)
    after.insert(insPos, data)
print('정렬 후 -->', after)
```

실행 결과

```
정렬 전 --> [188, 162, 168, 120, 50, 150, 177, 105]
정렬 후 --> [50, 105, 120, 150, 162, 168, 177, 188]
```

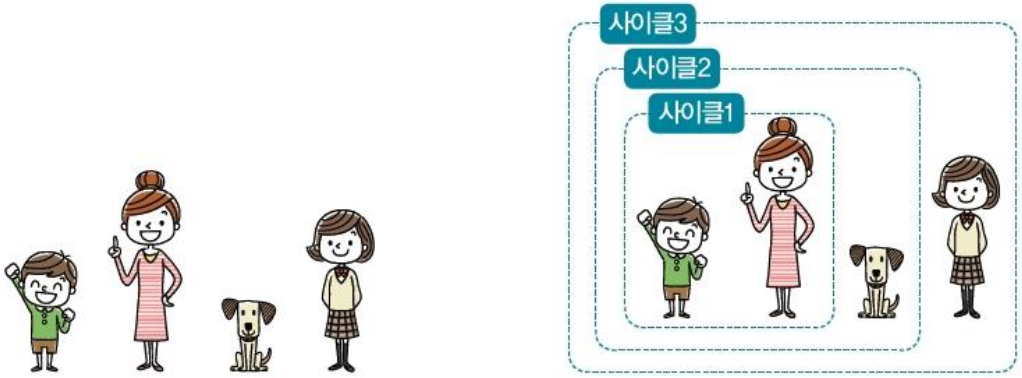
SELF STUDY 11-2

Code11-05.py를 수정해서 랜덤하게 0~200 사이의 숫자 10개를 생성한 후, 내림차순으로 정렬하도록 코드를 작성하자(실행 결과는 실행할 때마다 다름).

실행 결과

```
정렬 전 --> [107, 152, 136, 128, 176, 24, 97, 13, 102, 137]
정렬 후 --> [176, 152, 137, 136, 128, 107, 102, 97, 24, 13]
```

- 삽입 정렬의 효율적인 구현
  - 배열을 2개 사용하는 것보다 배열 하나에서 데이터를 정렬하는 방식이 더 효율적임
  - 간단히 데이터 4개를 정렬한 예(총 3회의 사이클이 필요)



(a) 삽입 정렬할 데이터 (b) 3회 사이클

그림 11-20 삽입 정렬 전 초기 상태

  - 먼저 사이클1의 마지막을 현재로 두고 두 데이터를 비교해서 작은 것을 앞으로 가져옴

그림 11-21 삽입 정렬 예 : 사이클1

- 사이클 중 마지막 2개부터 각 쌍을 비교해서 작은 것을 앞으로 가져옴

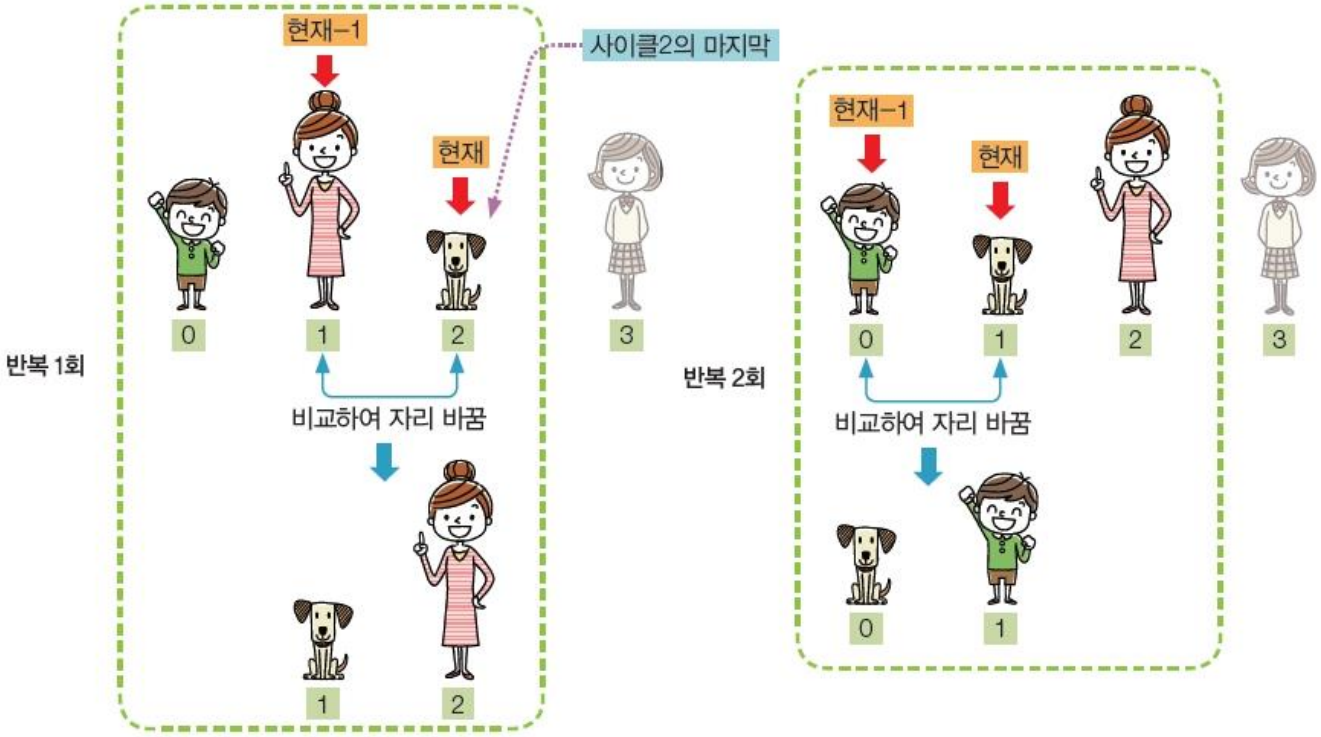


그림 11-22 삽입 정렬 예 : 사이클2

- 사이클3 중 마지막 2개부터 각 쌍을 비교해서 작은 것을 앞으로 가져옴

그림 11-23 삽입 정렬 예 : 사이클3

- 모든 사이클이 완료된 후 정렬 결과

그림 11-24 정렬 후 데이터

Code11-06.py 삽입 정렬의 효율적인 구현

```
1  ## 클래스와 함수 선언 부분 ##
2  def insertionSort(ary) :
3      n = len(ary)
4      for end in range(1, n) :
5          for cur in range(end, 0, -1) :
6              if( ary[cur-1] > ary[cur]) :
7                  ary[cur-1], ary[cur] = ary[cur], ary[cur-1]
8      return ary
9
10 ## 전역 변수 선언 부분 ##
11 dataAry = [188, 162, 168, 120, 50, 150, 177, 105]
12
13 ## 메인 코드 부분 ##
14 print('정렬 전 -->', dataAry)
15 dataAry = insertionSort(dataAry)
16 print('정렬 후 -->', dataAry)
```

실행 결과

```
정렬 전 --> [188, 162, 168, 120, 50, 150, 177, 105]
정렬 후 --> [50, 105, 120, 150, 162, 168, 177, 188]
```

- 삽입 정렬 성능
  - 삽입 정렬도 선택 정렬과 마찬가지로 연산 수는 $O(n^2)$
  - 입력 개수가 커질수록 기하급수적으로 비교 횟수(또는 연산 횟수)가 늘어나기에 성능이 좋지 않은 알고리즘

- **1차원 배열의 중앙값 계산**
  - 평균값과 중앙값
    - 평균값은 전체 데이터 값을 합친 후 개수로 나누는 것

      데이터 값 중에서 비정상적인 수치가 섞여 있는 예(한 학생만 1원 단위로 적고 나머지는 1만 원 단위로 적은 경우)

7	5	11	6	9	80000	10	6	15	12

  - 중앙값 계산
    - 중앙값은 데이터를 일렬로 정렬해서 나열한 후 나열된 숫자의 가운데에 위치하는 값을 대푯값으로 하는 방법

      용돈의 중앙값을 처리하기 위해 정렬한 경우

5	6	6	7	9	10	11	12	15	80000

Code11-07.py 중앙값 계산

```
## 클래스와 함수 선언 부분 ##
def selectionSort(ary) :
    n = len(ary)
    for i in range(0, n-1) :
        minIdx = i
        for k in range(i+1, n) :
            if (ary[minIdx] > ary[k]) :
                minIdx = k
        tmp = ary[i]
        ary[i] = ary[minIdx]
        ary[minIdx] = tmp

    return ary

## 전역 변수 선언 부분 ##
moneyAry = [7, 5, 11, 6, 9, 80000, 10, 6, 15, 12]

## 메인 코드 부분 ##
print('용돈 정렬 전 -->', moneyAry)
moneyAry = selectionSort(moneyAry)
print('용돈 정렬 후 -->', moneyAry)
print('용돈 중앙값 --> ', moneyAry[len(moneyAry)//2])
```

실행 결과

```
용돈 정렬 전 --> [7, 5, 11, 6, 9, 80000, 10, 6, 15, 12]
용돈 정렬 후 --> [5, 6, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 80000]
용돈 중앙값 -->  10
```

▪ 파일 이름의 정렬 출력

▪ 지정된 폴더에서 하위 폴더를 포함한 파일 목록 추출

- C: \ Windows \ System32 폴더의 파일을 배열에 저장하는 기능을 하는 코드

```
import os

fnameAry = []
folderName = 'C:/Windows/System32'
for dirName, subDirList, fnames in os.walk(folderName) :
    for fname in fnames :
        fnameAry.append(fname)

print(len(fnameAry))
```

실행 결과

```
9593
```

- 파일 목록

```
['accessibilitycpl.dll', '12520437.cpx', '12520850.cpx', 'aadtb.dll', 'BitLockerCsp.
dll', 'AarSvc.dll', 'AboveLockAppHost.dll', ···
```

- 파일 목록 정렬
  - 파일은 '파일명.확장명'으로 구분

    파일명 및 확장명으로 분리해서 정렬하는 경우

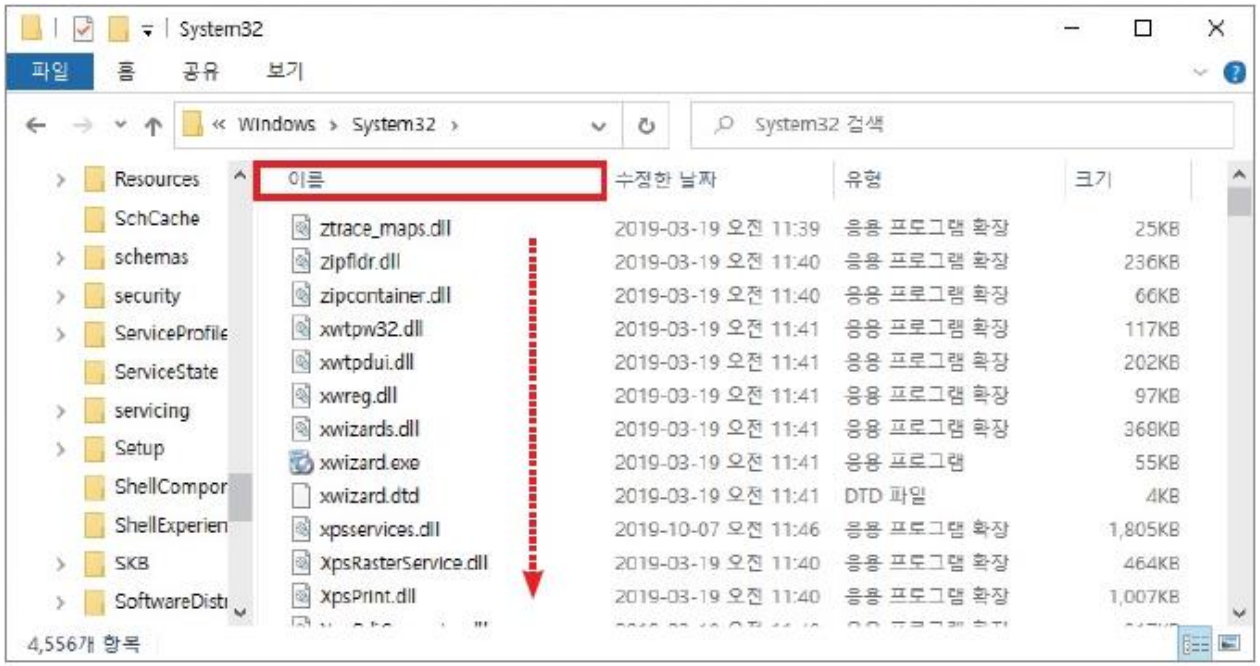


그림 11-25 파일 탐색기에서 파일명을 내림차순으로 정렬한 상태

Section 03 기본 정렬 알고리즘의 응용

Code11-08.py 파일명으로 내림차순 정렬

```
1  import os
2
3  ## 클래스와 함수 선언 부분 ##
4  def makeFileList(folderName) :
5      fnameAry = []
6      for dirName, subDirList, fnames in os.walk(folderName) :
7          for fname in fnames :
8              fnameAry.append(fname)
9      return fnameAry
10
11 def insertionSort(ary) :
12     n = len(ary)
13     for end in range(1, n) :
14         for cur in range(end, 0, -1) :
15             if (ary[cur-1] < ary[cur]) :
16                 ary[cur-1], ary[cur] = ary[cur], ary[cur-1]
17     return ary
18
19 ## 전역 변수 선언 부분 ##
20 fileAry = []
21
22 ## 메인 코드 부분 ##
23 fileAry = makeFileList('C:/Program Files/Common Files')
24 fileAry = insertionSort(fileAry)
25 print('파일명 역순 정렬 -->', fileAry)
```

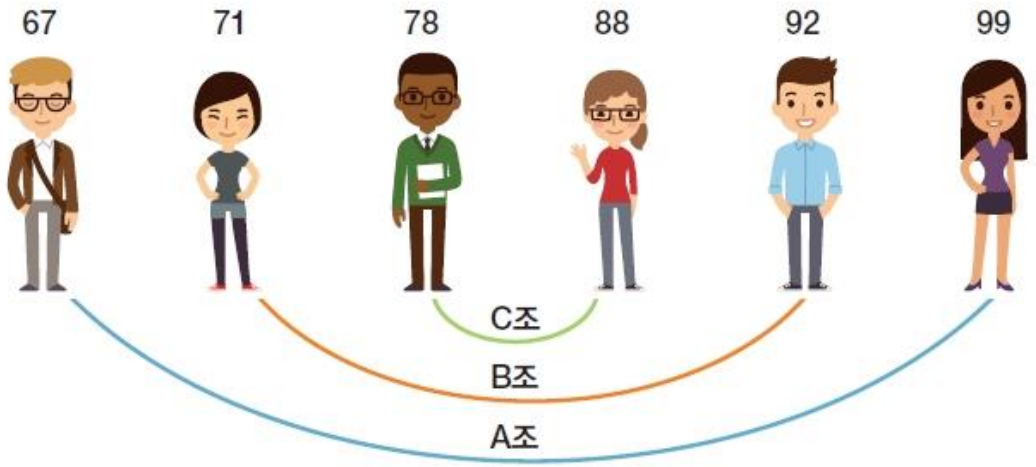
실행 결과

```
파일명 역순 정렬 --> ['zh-phonetic.xml', 'zh-dayi.xml', 'zh-changjei.xml', 'wab32res.dll.
mui', 'wab32res.dll', 'wab32.dll', 'vstoee90.tlb', 'vstoee100.tlb', 'vstoee.dll',
'vsockver.dll', 'vsocklib_x86.dll', 'vsocklib_x64.dll', 'vsock.sys', 'vsock.inf', 'vsock.
cat', 'vsjitdebuggerps.dll', 'vmx86ver.dll', 'vmx86.sys', 'vmx86.inf', 'vmx86.cat',
'vmusbver.dll', 'vmusb.sys', (생략)
```

응용예제 01 성적별로 조 편성하기

난이도★☆☆☆☆

예제 설명 학생의 성적별로 정렬한 후 가장 성적이 높은 학생과 가장 성적이 낮은 학생을 짝으로 조를 만들어 주자. 전체 학생 수는 짝수라고 가정한다.



실행 결과

```
Python
File  Edit  Shell  Debug  Options  Window  Help
========== RESTART: C:₩CookData₩Ex11-01.py ==========
정렬 전 --> [['선미', 88], ['초아', 99], ['화사', 71], ['영탁', 78], ['영웅', 67], ['민호', 92]]
정렬 후 --> [['영웅', 67], ['화사', 71], ['영탁', 78], ['선미', 88], ['민호', 92], ['초아', 99]]
## 성적별 조 편성표 ##
영웅 : 초아
화사 : 민호
영탁 : 선미
>>>
                                                    Ln: 30  Col: 4
```

응용예제 02 2차원 배열의 중앙값 찾기

난이도★★☆☆☆

예제 설명 2차원 배열 값에서 중앙값을 찾는다. 2차원 배열을 1차원 배열로 만든 후 정렬하는 방법을 사용한다.

55	33	250	44
88	1	76	23
199	222	38	47
155	145	20	99

55	33	250	44	88	1	76	23	199	222	38	47	155	145	20	99

1	20	23	33	38	44	47	55	67	88	99	145	155	199	222	250

실행 결과