컴퓨팅사고와 파이썬 프로그래밍

Ch 6. 파이썬 모듈/패키지, 사용자 정의 모듈/패키지

교수 김 영 탁

영남대학교 정보통신공학과

(Tel : +82-53-810-2497; E-mail : ytkim@yu.ac.kr)

Outline

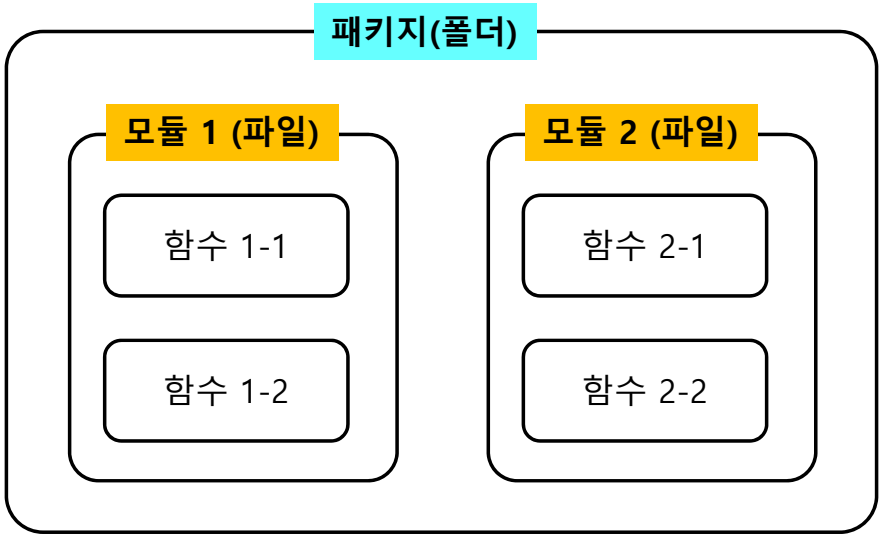
- 파이썬 모듈과 패키지 개요
- sys, os, os.path, shutil, array모듈
- time, calendar, bisect, copy 모듈
- math, random 모듈
- regular expression (re) 모듈
- 사용자 정의 모듈/패키지 (user-defined module/ package)
- 사용자 정의 패키지/모듈과 __name__ 변수

파이썬 모듈과 패키지

파이썬 모듈과 패키지

◆ 패키지 (package), 모듈 (module)

- 패키지와 서브 패키지는 디렉토리 (폴더) 단위로 관리
- 패키지는 모듈과 서브 패키지들을 계층적으로 구성
- 모듈은 파일 단위로 관리되며, 내부에 클래스와 함수(메소드)를 포함



모듈과 패키지의 설치 (1)

◆ import

- import 명령어는 모듈과 패키지를 메모리에 설치
- 이미 설치되었던 모듈을 (수정한 후) 다시 설치하기 위해서는 imp.reload() 함수를 사용

◆ import 명령어 사용 양식

- import <module_name_list>
- import <module_name> as <new_name>
- from <module_name> import <name_list>
- from <module_name> import *

◆ del

- 설치된 모듈을 삭제하기 위해서는 del 명령어를 사용

파이썬 표준 모듈 (1)

기능 분류	파이썬 표준 모듈
Data Types	array, types, copy, enum, datetime, calendar, collections, heapq, bisect, weakref
Numeric and mathematical	numbers, math, cmath, decimal, fractions, random, statistics
Binary data service	struct, codecs
Text processing	re (regular expression), readline, string
File and directory access	pathlib, os.path, fileinput, stat, filecmp, tempfile
Data persistence	pickle, copyreg, shelve, marshal, dbm, sqlite3
Data compression and archiving	zlib, gzip, bz2, lzma, zipfile, tarfile
Generic operating system services	os, io, time, argparse, getopt, logging, getpass, curses, platform, erroctypes
Concurrent execution	threading, multiprocessing, concurrent, subprocess, sched, queue, _thread, _dummy_thread, dummy_threading
Networking and inter-process communication	asyncio, socket, ssl, select, selector, asyncore, asynchat, signal, mmap
Internet data handling	email, json, mailcap, mailbox, mimetypes, base64, binhex, binascii, quopri, uu
Internet protocols and support	webbrowser, cgi, http, bottle

파이썬 표준 모듈 (2)

기능 분류	파이썬 표준 모듈
Multimedia services	audioop, aifc, sunau, wave, chunk, colorsys, imghdr, sndhdr, ossaudiodev, pyaudio
Internationalization	gettext, locale
Program framework	turtle, cmd, shlex
Graphical User Interface (GUI)	tkinter, tkinter.ttk, tkinter.tix, tkinter.scrolledtext
Python runtime services	sys, sysconfig, builtins, __main__, warnings, dataclasses, abc, atexit, traceback, __future__, gc (garbage collector), inspect, site
Python language services	parser, token, keyword, tokenize
MS windows specific services	Msilib (Microsoft installer library), Msvcrt (MS VC++ runtime), winreg (Windows registry access), winsound
Linux specific services	posix, pwd (print working directory), grp, tty, pty, fcntl, pipes, resource, syslog

파이선 표준 모듈
- sys, os, os.path, shutil, array 모듈

sys 모듈의 사용 예 – builtin_module_names, platform, version, prefix, exec_prefix, executable

```
Python 3.8.0 (tags/v3.8.0:fa919fd, Oct 14 2019, 19:21:23) [MSC v.1916 32 bit (Intel)]
on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> import sys
>>> sys.builtin_module_names
('_abc', '_ast', '_bisect', '_blake2', '_codecs', '_codecs_cn', '_codecs_hk', '_codec
s_iso2022', '_codecs_jp', '_codecs_kr', '_codecs_tw', '_collections', '_contextvars',
'_csv', '_datetime', '_functools', '_heapq', '_imp', '_io', '_json', '_locale', '_lsp
rof', '_md5', '_multibytecodec', '_opcode', '_operator', '_pickle', '_random', '_sha1
', '_sha256', '_sha3', '_sha512', '_signal', '_sre', '_stat', '_statistics', '_string
', '_struct', '_symtable', '_thread', '_tracemalloc', '_warnings', '_weakref', '_wina
pi', '_xxsubinterpreters', 'array', 'atexit', 'audioop', 'binascii', 'builtins', 'cma
th', 'errno', 'faulthandler', 'gc', 'itertools', 'marshal', 'math', 'mmap', 'msvcrt',
'nt', 'parser', 'sys', 'time', 'winreg', 'xxsubtype', 'zlib')
>>> sys.platform
'win32'
>>> sys.version
'3.8.0 (tags/v3.8.0:fa919fd, Oct 14 2019, 19:21:23) [MSC v.1916 32 bit (Intel)]'
>>> sys.prefix
'C:\\Users\\Administrator\\AppData\\Local\\Programs\\Python\\Python38-32'
>>> sys.exec_prefix
'C:\\Users\\Administrator\\AppData\\Local\\Programs\\Python\\Python38-32'
>>> sys.executable
'C:\\Users\\Administrator\\AppData\\Local\\Programs\\Python\\Python38-32\\pythonw.exe
'
>>>
```

os 모듈 - 메소드

◆ os 모듈 메소드

os module method	설명
os.access(path, mode)	지정된 경로 (path)를 지정된 모드로 접근할 수 있는지 확인 mode = os.F_OK, os.R_OK, os.W_OK, os.X_OK
os.chdir(path)	지정된 경로의 디렉토리로 이동
os.getcwd()	현재 방문중인 current working directory의 경로를 반환
os.listdir(path='.')	지정된 경로의 디렉토리에 있는 폴더와 파일들의 이름들을 반환
os.mkdir(path)	지정된 경로에 디렉토리를 생성
os.remove(path)	지정된 경로의 파일을 삭제
os.rename(src, dst)	src 이름의 파일 또는 폴더를 dst 이름으로 변경
os.rmdir(path)	지정된 경로의 디렉토리를 삭제
os.walk(top, topdown=True)	top으로 지정된 디렉토리에 포함된 파일과 디렉토리를 탐색
os.startfile(path[, operation])	지정된 경로의 파일에 대하여 지정된 조작 (operation: open, print, edit)을 수행 만약 operation이 지정되어 있지 않으면 'open' 실행
os.system(command)	지정된 명령어 (e.g., calc, mspaint)를 수행

os 모듈 – getcwd(), chdir(), walk()

```
# os module - getcwd(), chdir(), walk()

import os
cwd_str = os.getcwd()
print("os.getcwd() = ", cwd_str)
os.chdir("C:/MyPyPackage")
cwd_str = os.getcwd()
print("after os.chdir('C:/MyPyPackage'), os.getcwd() = ", cwd_str)
print("os.listdir() : \n", os.listdir())
os.chdir("./mySorting")
print("os.chdir('./mySorting')")
cwd_str = os.getcwd()
print("after os.chdir('./mySorting'), os.getcwd() = ", cwd_str)

print("os.walk() : ")
for t in os.walk('.'):
    print(t)
```

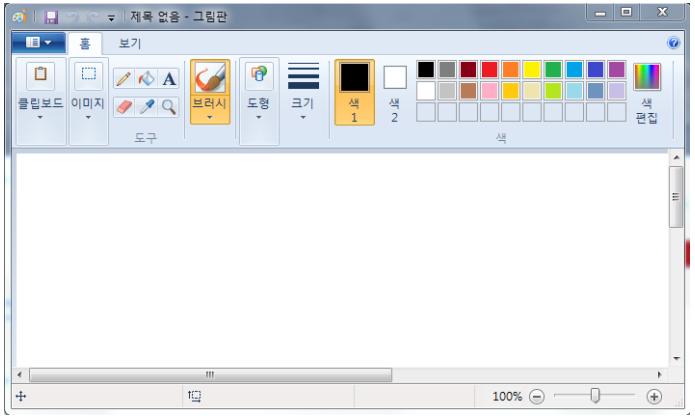
```
os.getcwd() =  C:\MyPyPackage\TextBook - 2019\ch 7 Python Module, Package\7.2.2 os, os.path
after os.chdir('C:/MyPyPackage'), os.getcwd() =  C:\MyPyPackage
os.listdir() :
 ['desktop.ini', 'myAlgorithms', 'myArray', 'myFibonacci', 'myGraph', 'mySorting', 'myTree'
, 'Spyder', 'Test_myPyPackage', 'TextBook - 2019', '__init__.py', '__pycache__']
os.chdir('./mySorting')
after os.chdir('./mySorting'), os.getcwd() =  C:\MyPyPackage\mySorting
os.walk() :
('.', ['__pycache__'], ['mergeSort.py', 'quickSort.py', 'selectionSort.py', '__init__.py'])
('.\\__pycache__', [], ['mergeSort.cpython-37.pyc', 'quickSort.cpython-37.pyc', 'selectionS
ort.cpython-37.pyc', '__init__.cpython-37.pyc'])
```

os 모듈 – system()

```
# os module - getcwd(), chdir(), walk()

import os
commands = ['calc', 'mspaint']

for i in range(len(commands)):
    print("performing os.system({})".format(commands[i]))
    os.system(commands[i])
    input("hit any key to continue")
```



os.path 모듈

◆ os.path 모듈

os.path module method	설 명
os.path.exists()	파일이 존재하는지 확인
os.path.isfile()	파일인지 확인
os.path.isdir()	디렉토리인지 확인
os.path.getsize()	파일 또는 디렉토리의 크기를 확인
os.path.join()	운영체제 (OS)의 지정 형식에 따라 경로를 결합

File and Directory Handling with functions of os.path (1)

```
import os
import os.path
import shutil # shell utility for file copy

test_dir = "C:/tmp/pyTest"
file_1 = "C:/tmp/pyTest/test_file_1.txt"
file_2 = "C:/tmp/pyTest/test_file_2.txt"
if os.path.exists(test_dir) == False:
    os.mkdir(test_dir)

if os.path.exists(file_1) == True:
    print("File already exists, so delete it now.")
    os.remove(file_1)
else:
    print("{} is not existing.".format(file_1))
print("Creating {}".format(file_1))
with open(file_1, 'w') as f1:
    f1.write("Test file 1.")
file_size = os.path.getsize(file_1)
print("File size of {} = {}".format(file_1, file_size))
f1.close()
print("Contents in File {}".format(file_1))
with open(file_1, 'r') as f1:
    for line in f1:
        print(line)
f1.close
```

```
C:/tmp/pyTest/test_file_1.txt is not existing.
Creating C:/tmp/pyTest/test_file_1.txt
File size of C:/tmp/pyTest/test_file_1.txt = 12
Contents in File C:/tmp/pyTest/test_file_1.txt
Test file 1.

Copy from C:/tmp/pyTest/test_file_1.txt to C:/tmp/pyTest/test_file_2.txt
File size of C:/tmp/pyTest/test_file_2.txt = 43
Contents in File C:/tmp/pyTest/test_file_2.txt
Test file 1..... Appended lines in file 2.

Files in C:/tmp/pyTest :
C:/tmp/pyTest\myFact.py
C:/tmp/pyTest\test_file_1.txt
C:/tmp/pyTest\test_file_2.txt

Delete both test files and directory
```

```
# File and Directory Handling with functions of os.path (2)

print("\nCopy from {} to {}".format(file_1, file_2))
shutil.copy(file_1, file_2)
with open(file_2, 'a') as f2:
    f2.write("..... Appended lines in file 2.")
file_size = os.path.getsize(file_2)
print("File size of {} = {}".format(file_2, file_size))
print("Contents in File {}".format(file_2))
with open(file_2, 'r') as f2:
    for line in f2:
        print(line)
f2.close

print("\nFiles in {} :".format(test_dir))
for dirName, subDirList, fnames in os.walk(test_dir):
    for fname in fnames:
        print(os.path.join(dirName, fname))

print("\nDelete both test files and directory")
os.remove(file_1)
os.remove(file_2)
```

```
C:/tmp/pyTest/test_file_1.txt is not existing.
Creating C:/tmp/pyTest/test_file_1.txt
File size of C:/tmp/pyTest/test_file_1.txt = 12
Contents in File C:/tmp/pyTest/test_file_1.txt
Test file 1.

Copy from C:/tmp/pyTest/test_file_1.txt to C:/tmp/pyTest/test_file_2.txt
File size of C:/tmp/pyTest/test_file_2.txt = 43
Contents in File C:/tmp/pyTest/test_file_2.txt
Test file 1..... Appended lines in file 2.

Files in C:/tmp/pyTest :
C:/tmp/pyTest\myFact.py
C:/tmp/pyTest\test_file_1.txt
C:/tmp/pyTest\test_file_2.txt

Delete both test files and directory
```

shutil 모듈

◆ shutil 모듈

shutil 함수	설 명
shutil.copyfile(src, dst)	파일 src의 내용을 파일 dst로 복사. dst는 파일 이름으로 한정됨
shutil.copy(src, dst)	파일 src를 dst 파일 또는 디렉토리에 복사
shutil.copytree(src, dst)	src 디렉토리 산하에 있는 모든 파일들과 디렉토리들을 dst로 복사

array 모듈 (1)

◆ array type code

배열 자료형코드	C 프로그램 자료형	파이썬 자료형	원소 크기 (바이트)
'b'	signed cha	int	1
'B'	unsigned char	int	1
'u'	wchar_t	unicode character	2
'h'	signed short	int	2
'H'	unsigned short	int	2
'i'	signed int	int	4
'I'	unsigned int	int	4
'l'	signed long	int	4
'L'	unsigned long	int	4
'q'	signed double long	int	8
'Q'	unsigned double long	int	8
'f'	float	float	4
'd'	double	double	8

array 모듈 (2)

◆ array 클래스 메소드

배열 클래스 메소드	설 명
array.append(x)	x를 배열에 첨가
array.byteswap()	배열의 바이트들의 위치를 교환 (swap)
array.count(x)	배열에서 x의 발생 빈도를 파악
array.extend(iterable)	iterable에 있는 각 항목을 배열에 삽입
array.frombytes(s)	바이츠 (s)에 있는 바이트들을 배열에 삽입
array.fromfile(f, n)	파일 f에 있는 항목 n개를 배열에 삽입
array.fromlist(list)	리스트 list에 있는 항목을 배열에 삽입
array.fromstring(s)	문자열 s에 있는 바이트들을 배열에 삽입
array.fromunicode(s)	유니코드 s에 있는 바이트들을 배열에 삽입
array.index(x)	x가 위치한 곳의 인덱스를 반환
array.insert(i, x)	x를 인덱스 i의 위치에 삽입
array.pop([i])	array.pop() : 배열의 마지막 원소를 반환하며, 그 원소를 삭제 array.pop(i) : i-번째 원소를 반환하며, 그 원소를 삭제
array.remove(x)	배열의 첫 부분에서 x 개의 원소를 삭제
array.reverse()	배열의 원소들의 순서를 거꾸로 변경
array.tobytes()	배열의 원소들을 바이츠로 반환
array.tofile(f)	배열의 원소들을 파일 f에 바이츠로 저장
array.tolist()	배열 원소들을 리스트로 반환
array.tounicode()	배열 원소들을 유니코드 문자열로 반환 (array.typecode = 'u')

array 모듈 (3)

```
# Python standard module - array

from array import *
A = array('i')
print("type(A) = ", type(A))
print("A.typecode = ", A.typecode)
print("A.itemsize = ", A.itemsize)
A.append(1)
print("After A.append(1),")
print(" A = ", A)
A.extend([2, 3, 4, 5])
print("After A.extend([2, 3, 4, 5]),")
print(" A = ", A)

for i in range(len(A)):
    print("A[{:2d}] = {:2d}".format(i, A[i]))
```

```
type(A) =  <class 'array.array'>
A.typecode =  i
A.itemsize =  4
After A.append(1),
 A =  array('i', [1])
After A.extend([2, 3, 4, 5]),
 A =  array('i', [1, 2, 3, 4, 5])
A[ 0] =  1
A[ 1] =  2
A[ 2] =  3
A[ 3] =  4
A[ 4] =  5
```

array 모듈 (4)

```
# Python standard module - array

from array import *
A = array('i', range(5))
print("A = ", A)
print("A+A = ", A+A)
print("A*3 = ", A*3)
print("A.pop() = ", A.pop())
print("After A.pop(), A = ", A)

B = array('d', [1.0, 2.0, 3.14])
print("B = ", B)

C = array('b', [49, 50, 51, 52])
print("C = ", C)
C_B = C.tobytes()
print("C_B = ", C_B)

D = array('i', b'1234')
print("D = ", D)
D_B = D.tobytes()
print("D_B = ", D_B)
D_L = D.tolist()
print("D_L = ", D_L)
```

```
A =  array('i', [0, 1, 2, 3, 4])
A+A =  array('i', [0, 1, 2, 3, 4, 0, 1, 2, 3, 4])
A*3 =  array('i', [0, 1, 2, 3, 4, 0, 1, 2, 3, 4, 0, 1, 2, 3, 4])
A.pop() =  4
After A.pop(), A =  array('i', [0, 1, 2, 3])
B =  array('d', [1.0, 2.0, 3.14])
C =  array('b', [49, 50, 51, 52])
C_B =  b'1234'
D =  array('i', [875770417])
D_B =  b'1234'
D_L =  [875770417]
```

파이선 표준 모듈
- time, calendar, bisect, copy 모듈

time 모듈 (1)

◆ time 모듈의 메소드

메소드	설 명
time.time()	기준시점인 (Jan. 1, 1970, 00:00:00 sec)으로부터 경과된 초단위 시간을 float형 실수로 반환
time.asctime([t])	gmtime() 또는 localtime()에 의해 생성된 시간을 나타내는 구조체정보를 문자열로 변환
time.ctime([secs])	초단위의 경과 시간을 문자열로 변환 time.ctime()과 time.asctime(time.localtime())는 현재 시간을 문자열로 변환
time.gtime([secs])	UTC의 기준시점으로 부터의 경과시간을 반환
time.localtime([secs])	UTC의 기준시점으로 부터의 현지 경과시간을 반환
time.mktime(t)	localtime()의 반대 기능을 수행
time.sleep(secs)	secs로 설정된 초단위 시간 동안 실행을 중지
time.time_ns()	time() 함수와 동일하나 나노 초 (nano-second) 단위의 시간을 반환
time.process_time()	현재 프로세스의 시스템 및 사용자 CPU 시간을 반환 sleep()에 의하여 중단되었던 시간은 포함하지 않음
time.process_time_ns()	process_time()과 동일하나 나노 초 (nano-second) 단위의 경과 시간을 반환
time.perf_counter()	performance counter의 값을 반환하며, 짧은 경과시간을 매우 정밀하게 측정할 수 있게 함
time.perf_counter_ns()	perf_counter()와 동일하나 나노 초 (nano-second) 단위로 측정할 수 있도록 함

time 모듈 (2)

◆ time.struct_time 속성

index	attributes	description
0	tm_year	year
1	tm_mon	month, [1, 12]
2	tm_mday	day, [1, 31]
3	tm_hour	hour, [0, 23]
4	tm_min	minute, [0, 59]
5	tm_sec	second, [0, 59]
6	tm_wday	week day, 0: Monday, 1: Tuesday,
7	tm_yday	year day, [1, 366]
8	tm_isdst	0, 1, -1, daylight saving

time 모듈 (3)

```
# using time module (1)

import time

t1 = time.time()
pc_ns_1 = time.perf_counter_ns()
print("time.time() : {} [sec]".format(t1))
print("time.perf_counter_ns() : {} [nsec]".format(pc_ns_1))
print("time.gmtime() :\n ", time.gmtime())

print("sleeping 10 secs .....")
time.sleep(10)

t2 = time.time()
pc_ns_2 = time.perf_counter_ns()
print("time.time() : {} [sec]".format(t2))
print("elapsed time = {} [sec]".format(t2 - t1))
print("time.perf_counter_ns() : {} [nsec]".format(pc_ns_2))
print("elapsed perf_counter_ns : {} [nsec]".format(pc_ns_2 - pc_ns_1))
print("time.process_time() : {} [sec]".format(time.process_time()))
print("time.process_time_ns(): {} [ns]".format(time.process_time_ns()))
```

```
# using time module (2)

ascii_t = time.asctime()
print("time.asctime() : ", ascii_t)
t = time.localtime()
print("t = time.localtime() :\n ", t)
print("t.tm_year : ", t.tm_year)
print("t.tm_mon : ", t.tm_mon)
print("t.tm_mday : ", t.tm_mday)
```

```
time.time() : 1610069653.9439895 [sec]
time.perf_counter_ns() : 371197900 [nsec]
time.gmtime() :
  time.struct_time(tm_year=2021, tm_mon=1, tm_mday=8, tm_hour=1, tm_min=34,
tm_sec=13, tm_wday=4, tm_yday=8, tm_isdst=0)
sleeping 10 secs .....
time.time() : 1610069663.9701953 [sec]
elapsed time = 10.026205778121948 [sec]
time.perf_counter_ns() : 10396829100 [nsec]
elapsed perf_counter_ns : 10025631200 [nsec]
time.process_time() : 0.109375 [sec]
time.process_time_ns(): 109375000 [ns]
time.asctime() :  Fri Jan  8 10:34:23 2021
t = time.localtime() :
  time.struct_time(tm_year=2021, tm_mon=1, tm_mday=8, tm_hour=10, tm_min=34,
tm_sec=23, tm_wday=4, tm_yday=8, tm_isdst=0)
t.tm_year :  2021
t.tm_mon :  1
t.tm_mday :  8
```

calendar 모듈

```
# using calendar module

import calendar
weekday_names = ["Monday", "Tuesday", "Wednesday", "Thursday", "Friday", "Saturday", "Sunday"]
print("calendar : ", calendar)
for yr in range(2010, 2031):
    isLY = calendar.isleap(yr)
    print("calendar.isleap({0}) : {1}".format(yr, isLY ))
for dy in range(1, 20):
    wkD =calendar.weekday(2021, 1, dy)
    print("(2021, 1, {:2d}) : {}".format(dy, weekday_names[wkD]))

calendar.prcal(2022)
```

```
calendar.isleap(2010) : False    (2021, 1,  1) : Friday
calendar.isleap(2011) : False    (2021, 1,  2) : Saturday
calendar.isleap(2012) : True     (2021, 1,  3) : Sunday
calendar.isleap(2013) : False    (2021, 1,  4) : Monday
calendar.isleap(2014) : False    (2021, 1,  5) : Tuesday
calendar.isleap(2015) : False    (2021, 1,  6) : Wednesday
calendar.isleap(2016) : True     (2021, 1,  7) : Thursday
calendar.isleap(2017) : False    (2021, 1,  8) : Friday
calendar.isleap(2018) : False    (2021, 1,  9) : Saturday
calendar.isleap(2019) : False    (2021, 1, 10) : Sunday
calendar.isleap(2020) : True     (2021, 1, 11) : Monday
calendar.isleap(2021) : False    (2021, 1, 12) : Tuesday
calendar.isleap(2022) : False    (2021, 1, 13) : Wednesday
calendar.isleap(2023) : False    (2021, 1, 14) : Thursday
calendar.isleap(2024) : True     (2021, 1, 15) : Friday
calendar.isleap(2025) : False    (2021, 1, 16) : Saturday
calendar.isleap(2026) : False    (2021, 1, 17) : Sunday
calendar.isleap(2027) : False    (2021, 1, 18) : Monday
calendar.isleap(2028) : True     (2021, 1, 19) : Tuesday
calendar.isleap(2029) : False
calendar.isleap(2030) : False
```

```
                                  2022

      January                   February                  March
Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su
                1  2                  1  2  3  4  5  6            1  2  3  4  5  6
 3  4  5  6  7  8  9       7  8  9 10 11 12 13       7  8  9 10 11 12 13
10 11 12 13 14 15 16      14 15 16 17 18 19 20      14 15 16 17 18 19 20
17 18 19 20 21 22 23      21 22 23 24 25 26 27      21 22 23 24 25 26 27
24 25 26 27 28 29 30      28                        28 29 30 31
31

      April                     May                       June
Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su
             1  2  3                        1                 1  2  3  4  5
 4  5  6  7  8  9 10       2  3  4  5  6  7  8       6  7  8  9 10 11 12
11 12 13 14 15 16 17       9 10 11 12 13 14 15      13 14 15 16 17 18 19
18 19 20 21 22 23 24      16 17 18 19 20 21 22      20 21 22 23 24 25 26
25 26 27 28 29 30         23 24 25 26 27 28 29      27 28 29 30
                          30 31

      July                      August                    September
Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su
             1  2  3       1  2  3  4  5  6  7                  1  2  3  4
 4  5  6  7  8  9 10       8  9 10 11 12 13 14       5  6  7  8  9 10 11
11 12 13 14 15 16 17      15 16 17 18 19 20 21      12 13 14 15 16 17 18
18 19 20 21 22 23 24      22 23 24 25 26 27 28      19 20 21 22 23 24 25
25 26 27 28 29 30 31      29 30 31                  26 27 28 29 30

      October                   November                  December
Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su
                1  2       1  2  3  4  5  6                  1  2  3  4
 3  4  5  6  7  8  9       7  8  9 10 11 12 13       5  6  7  8  9 10 11
10 11 12 13 14 15 16      14 15 16 17 18 19 20      12 13 14 15 16 17 18
17 18 19 20 21 22 23      21 22 23 24 25 26 27      19 20 21 22 23 24 25
24 25 26 27 28 29 30      28 29 30                  26 27 28 29 30 31
31
```

bisect 모듈

◆ bisect 모듈의 함수

bisect 모듈 함수	설 명
bisect.bisect_left(L, x)	정렬된 순서를 유지하도록 리스트 L에 x를 삽입할 위치를 찾아 반환. 만약 리스트에 x가 이미 있으면, x의 앞쪽 (왼쪽)을 반환
bisect.bisect_right(L, x)	정렬된 순서를 유지하도록 리스트 L에 x를 삽입할 위치를 찾아 반환. 만약 리스트에 x가 이미 있으면, x의 뒤쪽 (오른쪽)을 반환
bisect.bisect(L, x)	리스트 L로부터 x의 위치를 찾아 반환
bisect.insort_left(L, x)	리스트 L에 x를 정렬된 순서로 삽입
bisect.insort_right(L, x)	리스트 L에 x를 순서에 맞추어 삽입. x의 기존 항목 다음에 삽입
bisect.insort(L, x)	리스트 L에 x를 순서에 맞추어 삽입. 만약 리스트 L에 이미 x가 포함되어 있으면 기존 항목 다음에 x를 삽입. 삽입 후에도 정렬 상태 유지

bisect 모듈 (1)

```
# using bisect module

import bisect
A = []
B = [5,3,1,9,0,8,2,7,4,6]
print("B = ", B)
for x in B:
    pos = bisect.bisect(A, x)
    bisect.insort(A, x)
    print("bisect.insort(A, {})",\
          " at position {}".format(x, pos))
    print("A : ", A)

def binsearch(L, value):
    pos = bisect.bisect_left(L, value)
    if (pos == len(L)) or (L[pos] != value):
        return False
    else:
        return pos
for x in B:
    p = binsearch(A, x)
    print("{} is at {} in A".format(x, p))
```

```
B =  [5, 3, 1, 9, 0, 8, 2, 7, 4, 6]
bisect.insort(A, 5) at position 0
A =  [5]
bisect.insort(A, 3) at position 0
A =  [3, 5]
bisect.insort(A, 1) at position 0
A =  [1, 3, 5]
bisect.insort(A, 9) at position 3
A =  [1, 3, 5, 9]
bisect.insort(A, 0) at position 0
A =  [0, 1, 3, 5, 9]
bisect.insort(A, 8) at position 4
A =  [0, 1, 3, 5, 8, 9]
bisect.insort(A, 2) at position 2
A =  [0, 1, 2, 3, 5, 8, 9]
bisect.insort(A, 7) at position 5
A =  [0, 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9]
bisect.insort(A, 4) at position 4
A =  [0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9]
bisect.insort(A, 6) at position 6
A =  [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
5 is at 5 in A
3 is at 3 in A
1 is at 1 in A
9 is at 9 in A
0 is at 0 in A
8 is at 8 in A
2 is at 2 in A
7 is at 7 in A
4 is at 4 in A
6 is at 6 in A
```

bisect 모듈 (2)

```
# bisect with breakpoints
import bisect

def grade(score, breakpoints, grades):
    i = bisect.bisect(breakpoints, score)
    return grades[i]

Breakpoints = [59.5, 69.5, 79.5, 89.5]
Scores = [55, 80, 75, 88, 90, 100]
Grades = 'FDCBA'

grades = [grade(score, Breakpoints, Grades) for score in Scores]
print("Breakpoints : ", Breakpoints)
print("Scores : ", Scores)
print("grade of each score : ", grades)
score_grade = list(zip(Scores, grades))
print("score_grade : ", score_grade)
```

```
Breakpoints :  [59.5, 69.5, 79.5, 89.5]
Scores :  [55, 80, 75, 88, 90, 100]
grade of each score :  ['F', 'B', 'C', 'B', 'A', 'A']
score_grade :  [(55, 'F'), (80, 'B'), (75, 'C'), (88, 'B'), (90, 'A'), (100, 'A')]
```

파이선 표준 모듈 - math, random모듈

math 모듈

분류	math 모듈 함수	설 명
상수	math.pi	원주율
	math.e	자연상수
통계	math.max()	시퀀스 자료형의 최댓값
	math.min()	시퀀스 자료형의 최솟값
절대값 근사값	math.abs(x)	절대값 (정수형, integer)
	math.fabs()	절대값 (실수형, float)
	math.round()	근사값 (approximation)
	math.round(x, n)	근사값 (소숫점 n자리에서 반올림)
	math.ceil(x)	x보다 큰 정수 중에서 가장 작은 정수
	math.floor(x)	x보다 작은 정수 중에서 가장 큰 정수
지수, 로그	math.pow(a, b)	지수 (a^b)
	math.exp(x)	지수 e^x
	math.log(x, base)	밑수 base의 로그
	math.log10(x)	밑수 10의 로그
팩토리얼	math.factorial(x)	팩토리얼 (factorial)
제곱근	math.sqrt(x)	제곱근 (square root)
삼각함수	math.sin(x)	sin(x), x는 라디안 (radian) 단위
	math.cos(x)	cos(x), x는 라디안 (radian) 단위
	math.tan(x)	tan(x), x는 라디안 (radian) 단위
	math.asin(x)	arc sine, x는 라디안 (radian) 단위
	math.acos(x)	arc cosine, x는 라디안 (radian) 단위
각도	math.degrees(x)	라디안 단위의 x를 도 (degree) 단위로 변환
	math.radians(x)	도 (degree) 단위의 x를 라디안 단위로 변환

math 모듈 – math.pi, math.e, max(), min()

◆ math 모듈의 기본 상수 및 숫자 데이터 통계

```
# math module - constants, min(), max()

from math import *

print("pi = ", pi) # math.pi
print("e = ", e) # math.e

L = [-0.1, 85.7, 75, -5.5, 8.7]
print("L = ", L)
print("min(L) = ", min(L))
print("max(L) = ", max(L))
```

```
pi =  3.141592653589793
e =  2.718281828459045
L =  [-0.1, 85.7, 75, -5.5, 8.7]
min(L) =  -5.5
max(L) =  85.7
```

math 모듈 – abs(), fabs(), round(), ceil(), floor()

```
# math module - abs(), fabs(), round(), round(x, n), ceil(), floor()

from math import *

for n in range(-10, 11):
    x = n / 10
    print("x ({:5.2f}) : abs(x) ({:5.2f}), fabs({:5.2f}),\
        round(x)({:3}), ceil(x)({:3}), floor(x)({:3})"\
        .format(x, abs(x), fabs(x), round(x), ceil(x), floor(x)))
```

```
x (-1.00) : abs(x) ( 1.00), fabs( 1.00), round(x)( -1), ceil(x)( -1), floor(x)( -1)
x (-0.90) : abs(x) ( 0.90), fabs( 0.90), round(x)( -1), ceil(x)(  0), floor(x)( -1)
x (-0.80) : abs(x) ( 0.80), fabs( 0.80), round(x)( -1), ceil(x)(  0), floor(x)( -1)
x (-0.70) : abs(x) ( 0.70), fabs( 0.70), round(x)( -1), ceil(x)(  0), floor(x)( -1)
x (-0.60) : abs(x) ( 0.60), fabs( 0.60), round(x)( -1), ceil(x)(  0), floor(x)( -1)
x (-0.50) : abs(x) ( 0.50), fabs( 0.50), round(x)(  0), ceil(x)(  0), floor(x)( -1)
x (-0.40) : abs(x) ( 0.40), fabs( 0.40), round(x)(  0), ceil(x)(  0), floor(x)( -1)
x (-0.30) : abs(x) ( 0.30), fabs( 0.30), round(x)(  0), ceil(x)(  0), floor(x)( -1)
x (-0.20) : abs(x) ( 0.20), fabs( 0.20), round(x)(  0), ceil(x)(  0), floor(x)( -1)
x (-0.10) : abs(x) ( 0.10), fabs( 0.10), round(x)(  0), ceil(x)(  0), floor(x)( -1)
x ( 0.00) : abs(x) ( 0.00), fabs( 0.00), round(x)(  0), ceil(x)(  0), floor(x)(  0)
x ( 0.10) : abs(x) ( 0.10), fabs( 0.10), round(x)(  0), ceil(x)(  1), floor(x)(  0)
x ( 0.20) : abs(x) ( 0.20), fabs( 0.20), round(x)(  0), ceil(x)(  1), floor(x)(  0)
x ( 0.30) : abs(x) ( 0.30), fabs( 0.30), round(x)(  0), ceil(x)(  1), floor(x)(  0)
x ( 0.40) : abs(x) ( 0.40), fabs( 0.40), round(x)(  0), ceil(x)(  1), floor(x)(  0)
x ( 0.50) : abs(x) ( 0.50), fabs( 0.50), round(x)(  0), ceil(x)(  1), floor(x)(  0)
x ( 0.60) : abs(x) ( 0.60), fabs( 0.60), round(x)(  1), ceil(x)(  1), floor(x)(  0)
x ( 0.70) : abs(x) ( 0.70), fabs( 0.70), round(x)(  1), ceil(x)(  1), floor(x)(  0)
x ( 0.80) : abs(x) ( 0.80), fabs( 0.80), round(x)(  1), ceil(x)(  1), floor(x)(  0)
x ( 0.90) : abs(x) ( 0.90), fabs( 0.90), round(x)(  1), ceil(x)(  1), floor(x)(  0)
x ( 1.00) : abs(x) ( 1.00), fabs( 1.00), round(x)(  1), ceil(x)(  1), floor(x)(  1)
```

math 모듈 – pow, exp, log, log10

```
# math module - pow(), exp(), log(), log10()

from math import *

for n in range(10):
    print("n={0:2} : pow (10,{0:2}) = ({1:5.0}), exp({0:2}) = ({2:8.2f}),\
        log(exp({0:2}) = ({3:4}), log10(pow(10,{0:2})) = ({4:4})"\
        .format(n, pow(10, n), exp(n), log(exp(n)), log10(pow(10, n))))
```

```
n= 0 : pow (10, 0) = (1e+00), exp( 0) = (    1.00), log(exp( 0) = ( 0.0), log10(pow(10, 0)) = ( 0.0)
n= 1 : pow (10, 1) = (1e+01), exp( 1) = (    2.72), log(exp( 1) = ( 1.0), log10(pow(10, 1)) = ( 1.0)
n= 2 : pow (10, 2) = (1e+02), exp( 2) = (    7.39), log(exp( 2) = ( 2.0), log10(pow(10, 2)) = ( 2.0)
n= 3 : pow (10, 3) = (1e+03), exp( 3) = (   20.09), log(exp( 3) = ( 3.0), log10(pow(10, 3)) = ( 3.0)
n= 4 : pow (10, 4) = (1e+04), exp( 4) = (   54.60), log(exp( 4) = ( 4.0), log10(pow(10, 4)) = ( 4.0)
n= 5 : pow (10, 5) = (1e+05), exp( 5) = (  148.41), log(exp( 5) = ( 5.0), log10(pow(10, 5)) = ( 5.0)
n= 6 : pow (10, 6) = (1e+06), exp( 6) = (  403.43), log(exp( 6) = ( 6.0), log10(pow(10, 6)) = ( 6.0)
n= 7 : pow (10, 7) = (1e+07), exp( 7) = ( 1096.63), log(exp( 7) = ( 7.0), log10(pow(10, 7)) = ( 7.0)
n= 8 : pow (10, 8) = (1e+08), exp( 8) = ( 2980.96), log(exp( 8) = ( 8.0), log10(pow(10, 8)) = ( 8.0)
n= 9 : pow (10, 9) = (1e+09), exp( 9) = ( 8103.08), log(exp( 9) = ( 9.0), log10(pow(10, 9)) = ( 9.0)
```

math 모듈 – sqrt(), pow()

```
# math module - sqrt(), pow()

from math import *

for n in range(10):
    pow_n_2 = pow(n, 2)
    sqrt_pow_n_2 = sqrt(pow_n_2)
    print("n={0:2} : pow ({0:2}, 2) = {1:5}, sqrt(pow({0:2}, 2)) = {2:6.2f}"\
          .format(n, pow(n, 2), sqrt(pow(n, 2))))
```

```
n= 0 : pow ( 0, 2) =   0.0, sqrt(pow( 0, 2)) =   0.00
n= 1 : pow ( 1, 2) =   1.0, sqrt(pow( 1, 2)) =   1.00
n= 2 : pow ( 2, 2) =   4.0, sqrt(pow( 2, 2)) =   2.00
n= 3 : pow ( 3, 2) =   9.0, sqrt(pow( 3, 2)) =   3.00
n= 4 : pow ( 4, 2) =  16.0, sqrt(pow( 4, 2)) =   4.00
n= 5 : pow ( 5, 2) =  25.0, sqrt(pow( 5, 2)) =   5.00
n= 6 : pow ( 6, 2) =  36.0, sqrt(pow( 6, 2)) =   6.00
n= 7 : pow ( 7, 2) =  49.0, sqrt(pow( 7, 2)) =   7.00
n= 8 : pow ( 8, 2) =  64.0, sqrt(pow( 8, 2)) =   8.00
n= 9 : pow ( 9, 2) =  81.0, sqrt(pow( 9, 2)) =   9.00
```

math 모듈 – radians(), sin(), cos()

```
# Example usages of Python math module

import math
PI = math.pi
print("{:>10s} {:>10s} {:>10s} {:>10s}".\
      format("d(degree)", "x(radian)", "sin(x)", "cos(x)"))
for d in range(0, 361, 30):
    x = math.radians(d) # convert degree into radian; x = d * PI / 180
    sin_x = math.sin(x)
    cos_x = math.cos(x)
    print("{:10.2f} {:10.2f} {:10.2f} {:10.2f}".\
          format(d, x, sin_x, cos_x))
```

```
d(degree)  x(radian)      sin(x)      cos(x)
      0.00       0.00        0.00        1.00
     30.00       0.52        0.50        0.87
     60.00       1.05        0.87        0.50
     90.00       1.57        1.00        0.00
    120.00       2.09        0.87       -0.50
    150.00       2.62        0.50       -0.87
    180.00       3.14        0.00       -1.00
    210.00       3.67       -0.50       -0.87
    240.00       4.19       -0.87       -0.50
    270.00       4.71       -1.00       -0.00
    300.00       5.24       -0.87        0.50
    330.00       5.76       -0.50        0.87
    360.00       6.28       -0.00        1.00
```

random 모듈

◆ random 모듈 method

분류	난수 모듈의 메소드	설 명
seed 설정	random.seed(a=None, version=2)	난수 발생기를 초기화시킴. 만약 a=None으로 설정되어 있으면 현재 시스템 시간을 seed로 사용함
range 구간내의 난수 생성	random.randrange(stop) random.randrange(start, stop[, step])	(start, stop, step) 범위의 난수를 생성 start가 설정되어 있지 않으면 0의 기본값 사용 step이 설정되어 있지 않으면 1의 기본값 사용
	random.randint(a, b)	(a, b+1) 범위의 정수형 난수 생성
	random.random()	[0.0, 1.0) 범위에서 균일 확률 분포의 난수를 생성
	random.uniform(a, b)	[a, b] or [b, a] 범위에서 균일 확률 분포의 난수를 생성
	random.gauss(mu, sigma) random.normalvariate(mu, sigma)	평균이 mu이며 표준편차가 sigma인 정규분포 (Gaussian, Normal distribution) 난수를 생성
	random.lognormvariate(mu, sigma)	평균이 mu이며 표준편차가 sigma인Log-Gaussian 분포의 난수를 생성
샘플 선정	random.choice(seq)	주어진 시퀀스 seq에서 임의로 선정하여 반환
	random.sample(population, k)	주어진 시퀀스 population으로부터 k 개를 임의로 선정하여 반환
뒤섞기	random.shuffle(x[, random])	주어진 시퀀스 x를 뒤섞어 줌 random은 [0.0, 1.0] 구간의 난수를 사용하여, 기본값으로 random()을 사용

random 모듈 – random(), randrange(), uniform(), gauss()

```
# random module - random(), randrange(), uniform(), gauss()

import random
print("random.random() : ", random.random())
  #uniform distribution random value in [0.0, 1.0)
print("random.random() : ", random.random())
  #uniform distribution random value in [0.0, 1.0)
print("random.randrange(10) : ", random.randrange(10))
  # integer random value in range(start, stop, step)

print("random.uniform(1, 10) : ", random.uniform(1, 10))
  # uniform distribution random value in [1, 10]
print("random.uniform(10, 1) : ", random.uniform(10, 1))
  # uniform distribution random value in [10, 1]
print("random.gauss(0, 1) : ", random.gauss(0, 1))
  # gauss distribution random value with avg 0, sigma 1
print("random.gauss(0, 1) : ", random.gauss(0, 1))
  # gauss distribution random value with avg 0, sigma 1
```

```
random.random() :  0.03195189052355407
random.random() :  0.9110925583896621
random.randrange(10) :  0
random.uniform(1, 10) :  7.635759899909132
random.uniform(10, 1) :  1.380212916650418
random.gauss(0, 1) :  1.2026981623460038
random.gauss(0, 1) :  1.1423929815462734
```

random 모듈 – choice(), shuffle(), sample()

```
# random module - choice, shuffle, sample

import random
print("random.choice('abcdefg')) : ", random.choice('abcdefg'))
print("random.choice('abcdefg')) : ", random.choice('abcdefg'))
items = [1, 2, 3, 4, 5]
random.shuffle(items)
print("items : ", items)

print("random.sample('abcdefg', 3) : ", random.sample('abcdefg', 3))
print("random.sample('abcdefg', 3) : ", random.sample('abcdefg', 3))
print("random.sample([1, 2, 3, 4, 5], 3) : ", random.sample([1, 2, 3, 4, 5], 3))
print("random.sample([1, 2, 3, 4, 5], 3) : ", random.sample([1, 2, 3, 4, 5], 3))
```

```
random.choice('abcdefg')) :  c
random.choice('abcdefg')) :  a
items :  [1, 4, 2, 5, 3]
random.sample('abcdefg', 3) :  ['f', 'b', 'd']
random.sample('abcdefg', 3) :  ['d', 'f', 'c']
random.sample([1, 2, 3, 4, 5], 3) :  [5, 4, 1]
random.sample([1, 2, 3, 4, 5], 3) :  [3, 2, 1]
```

정규 표현식 (regular expression, re) 모듈

정규 표현식 (regular expression) re 모듈

◆ 정규 표현식

- 복잡한 문자열을 처리하여 일정한 양식 (정규 표현식)에 따라 구성되어 있는 핵심 정보 (예 : 전화번호, E-mail 주소, 주민등록번호, 주소)를 추출할 수 있게 함
- 메타 문자 (meta character) 를 사용하여 문자열/문자 집합의 매칭, 숫자/숫자 집합의 매칭, 특수 기호/문자가 포함된 문자열의 매칭 등을 간결하게 표현
- 정규식을 사용한 문자열 검색(match, search, findall, finditer)을 쉽게 정의할 수 있음
- 예)
  - 주민등록번호(6자리의 숫자 – 7자리의 숫자) : “(\d{6})[-](\d{7})”
  - E-mail 주소 (user@host.com): “([\w.-]+)@([\w.-]+)”
  - 휴대전화번호 (3자리 숫자 - 4자리 숫자 - 4자리 숫자): “(\d{3})[-](\d{4})[-](\d{4})”

- 참고자료
  - https://wikidocs.net/1669

정규식 (Regular Expression) 모듈

◆ Regular Expression에서 사용되는 메타 문자 (1)

메타 문자	의 미
. (dot)	줄 바꿈 (new line)을 제외한 모든 문자와 매칭 re.DOTALL과 함께 사용되면 줄 바꿈 포함
^ (caret)	문자열의 시작과 매칭. re.MULTILINE에서는 줄 바꿈 바로 뒤와 매칭
$	문자열의 끝 또는 문자열의 끝에 있는 줄 바꿈 바로 앞과 매칭 re.MULTILINE에서는 줄 바꿈 바로 앞과 매칭
*	0번 이상 반복
+	1번 이상 반복
?	0 또는 1 반복. *?, +?, ??, {m, n}?는 최소 길이 문자열 매칭
{m}	m 길이 문자열 매칭
{m, n}	m부터 n회까지 최대 길이 매칭, {m, n}?는 최소 길이 문자열 매칭
[ ]	문자 집합 매칭, 예를 들어 [abc]는 'a', 'b', 'c'와 매칭 '-'는 범위 지정: [a-z], [0-9] 집합 내에서 특수 문자는 의미 없음: [(+*)]는 '(', '+', '*', ')'와 매칭 '^'는 그 다음의 문자를 제외한 문자, [^5]는 '5'이외의 문자, [^^]는'^'이외의 문자 [()[\]{}] 또는 [](){}]는 모두 괄호와 매칭
|	A|B는 'A', 'B'와 매칭
\	escape sequence 표시

정규식 (Regular Expression) 모듈

◆ Regular Expression에서 사용되는 메타 문자 (2)

메타 문자	의 미
(...)	괄호안의 정규식과 매칭하고, 그룹을 생성하며, \number로 그룹을 불러와 매칭 (?...)의 확장 표현은 자신의 그룹을 생성하지 않음 (?P<name>re)은 그룹 생성
(?aiLmsux)	각 문자는 정규식에서 re.A, re.I, re.L, re.M, re.S, re.U, re.X 등의 flag의 의미로 사용 (?i): 대소문자 구분하지 않음
(?:...)	괄호안의 정규식과 매칭하지만 자신의 그룹을 만들지 않음
(?P<name>...)	그룹에 의해 매칭되는 부분 문자열을 name 그룹 이름으로 정의
(?#...)	주석 (comment)으로 괄호의 내용을 무시
(?=...)	abc(?def)는 현재 위치에서 'def'가 앞에 있을 때에만 'abc'에 매칭
(?!...)	abc(?!def)는 현재 위치에서 'def'가 앞에 없을 때에만 'abc'와 매칭
(?<=...)	(?<=abc)def는 현재 위치에서 뒤에 'abc'가 있을 때 'def'와 매칭 괄호안의 정규식(abc)의 길이는 abc와 같이 고정길이
(?<!...)	(?<!abc)def는 현재 위치에서 뒤에 'abc'가 없을 때 'def'와 매칭
(?(id/name) yes|no)	id 혹은 name 그룹이 있으면 yes로 매칭, 없으면 no로 매칭; no는 생략 가능, (<)?(\w+@\w+(?:\.\w+)+)(?(1)>|$)는 '<user@host.com>', 'user@host.com'와 매칭

정규식 (Regular Expression) 모듈

◆ Regular Expression에서의 제어문자

제어 문자	의 미
\number	number는 매칭된 그룹 번호
\A	전체 문자열의 처음과 매칭
\b	단어의 시작 또는 끝에서 공백 문자열(empty string)에 매칭
\B	\b와 반대로 단어의 시작과 끝이 아닌 곳에서 공백 문자열에 매칭
\d	유니코드인 str은 유니코드 10진수 문자에 매칭. [0-9]를 포함한 모든 숫자. ASCII와 8비트 문자열 (bytes)에서 [0-9]와 동일
\D	\d의 반대, 즉 유니코드에서는 숫자 이외의 문자. ASCII에서 [^0-9]와 동일
\s	유니코드에서는 [\t\n\r\f\v]를 포함한 모든 공백 문자 ASCII에서는 [\t\n\r\f\v]와 동일
\S	\s의 반대로 유니코드에서는 모든 공백 문자이외의 문자
\w	유니코드에서 숫자, 밑줄 문자(_) 등의 모든 단어 문자 ASCII와 bytes에서 [a-zA-Z0-9]와 동일
\W	\w의 반대. 유니코드에서는 모든 단어 문자 이외의 문자 ASCII에서 [^a-zA-Z0-9]와 동일
\Z	전체 문자열의 끝에 매칭

정규식 (Regular Expression) 모듈

◆ 정규식 모듈의 기본 함수 (1)

regular expression 기본 함수	설 명
re.compile(pattern, flags=0)	정규식 표현인 pattern을 컴파일하여 정규식 객체 (regex)를 반환하며 match(), search() 등에 사용될 수 있게 함 rgex = re.compile(pattern); result = rgex.match(string)은 result = re.match(pattern, string)과 동일함 flag의 예 : re.A, re.I, re.L, re.M, re.S, re.X, re.U
re.search(pattern, string, flags=0)	주어진 문자열 (string)에서 정규식 'pattern'이 매칭되는 곳을 탐색하고, 매칭된 객체 (match object)를 반환; 만약 매칭되는 곳을 찾지 못하면 None을 반환
re.match(pattern, string, flags=0)	주어진 문자열 (string)에서 정규식 'pattern'이 한번 이상 발견되면 매칭된 객체 (match object)를 반환; 만약 매칭되는 곳을 찾지 못하면 None을 반환
re.fullmatch(pattern, string, flags=0)	주어진 문자열 (string) 전체가 정규식 'pattern'과 정확하게 매칭되면 그 매칭 객체를 반환
re.split(pattern, string, maxsplit=0, flags=0)	주어진 문자열 (string)을 정규식 'pattern'에 따라 문자열로 분할하고 리스트에 담아 반환

정규식 (Regular Expression) 모듈

◆ 정규식 모듈의 기본 함수 (2)

regular expression 기본 함수	설 명
re.findall(pattern, string, flags=0)	주어진 문자열에서 정규식 'pattern'과 매치되는 모든 문자열을 리스트에 담아 반환
re.finditer(pattern, string, flags=0)	주어진 문자열에서 정규식 'pattern'과 매치되는 모든 문자열의 반복자 (iterator)를 반환
re.sub(pattern, repl, string, count=0, flags=0)	주어진 문자열의 정규실 'pattern'에 매칭되는 문자열을 'repl'로 치환한 후 반환
re.subn(pattern, repl, string, count=0, flags=0)	sub() 메소드와 같이 동작하며, 치환된 결과와 함께 치환된 횟수를 함께 반환; (new string, number of substitutions) 튜플을 반환
re.escape(string)	ASCII 문자, 숫자, 밑줄 문자를 제외한 문자에 대한 이스케이프 시퀀스 처리

정규식 (Regular Expression) 모듈

◆ match(), search()

```
# re (Regular Expression)

import re

# a decimal digit
m1 = re.match('[0-9]', "5678abcd")
print("m1 : ", m1)
print("m1.group() : ", m1.group())

# a string that starts with two decimal digits
m2 = re.match('\d\d', "56781234") # '[0-9][0-9]'
print("m2 : ", m2)
print("m2.group() : ", m2.group())

# search a string that starts with two decimal digits
m3 = re.search('\d\d', "abcd 1234")
print("m3 : ", m3)
if m3 != None:
    print("m3.group() : ", m3.group())
```

```
m1 :  <re.Match object; span=(0, 1), match='5'>
m1.group() :  5
m2 :  <re.Match object; span=(0, 2), match='56'>
m2.group() :  56
m3 :  <re.Match object; span=(5, 7), match='12'>
m3.group() :  12
```

정규식 (Regular Expression) 모듈

◆ fullmatch(), findall(), finditer()

```
# regular expression - compile, fullmatch, findall, finditer

import re
p = re.compile(r'\d+') # one or more digit(s)
m1 = p.fullmatch("1234")
print("m1.group() : ", m1.group())

data_str = "123 abc 456 def 123 678"
m2 = p.findall(data_str)
print("m2 : ", m2)

it = p.finditer(data_str)
for m in it:
    print(m.span(), ":", m.group())
```

```
m1.group() :  1234
m2 :  ['123', '456', '123', '678']
(0, 3) : 123
(8, 11) : 456
(16, 19) : 123
(20, 23) : 678
```

정규식 (Regular Expression) 모듈

◆ split(), sub(), subn()

```
# regular expression - split, sub, subn

import re
sample_str1 = "This is an example of Python usage."
p1 = re.compile(r'\W+') # 단어 문자 이외의 문자가 1개 이상
m1 = p1.split(sample_str1)
print("m1 : ", m1)

p2 = re.compile(r' (\W+)')
m2 = p2.split(sample_str1)
print("m2 : ", m2)

sample_str2 = "aaa 123 bbb 4567"
p3 = re.compile('\d+') # 1 or more digits
m3 = p3.sub('x', sample_str2)
print("m3 : ", m3)

m4 = p3.sub('x'*3, sample_str2) # substitute by “***”
print("m4 : ", m4)

m5 = p3.subn('x', sample_str2) # provide number of substitutions
print("m5 : ", m5)
```

```
m1 :  ['This', 'is', 'an', 'example', 'of', 'Python', 'usage', '']
m2 :  ['This is an example of Python usage.']
m3 :  aaa x bbb x
m4 :  aaa xxx bbb xxx
m5 :  ('aaa x bbb x', 2)
```

정규식 (Regular Expression) 모듈

```
# re (Regular Expression) - searching E-mail address
import re
email_addr = "<user@host.com>"
m1 = re.search('([\w.-]+)', email_addr)

print("m1 : ", m1)
if m1 != None:
    print("m1.group() : ", m1.group())

m2 = re.search('([\w.-]+)@([\w.-]+)', email_addr)
print("m2.group() : ", m2.group())
print("m2.group(1) : ", m2.group(1)) # before '@'
print("m2.group(2) : ", m2.group(2)) # after '@'

m3 = re.search('(<)?([\w.-]+)(>)?', email_addr)
print("m3.group() : ", m3.group())

m4 = re.search('(<)?([\w.-]+)@([\w.-]+)(>)?', email_addr)
print("m4.group() : ", m4.group())
print("m4.groups() : ", m4.groups())
```

```
m1 :  <re.Match object; span=(1, 5), match='user'>
m1.group() :  user
m2.group() :  user@host.com
m2.group(1) :  user
m2.group(2) :  host.com
m3.group() :  <user
m4.group() :  <user@host.com>
m4.groups() :  ('<', 'user', 'host.com', '>')
```

정규식 (Regular Expression) 모듈

◆ compile(), search()

```
# re (Regular Expression) – compile(), search()
import re

address_book =\
   ["HS_Park 010-1234-4567 <hs.park@yu.ac.kr>",
    "SK_Kim  010-9800-2345 <sk.kim@google.com>",
    "HD_Yoon 010-2312-9876 <hd.yoon@samsung.co.kr>"
   ]

p_NameTelNo = re.compile(r"(?P<name>\w+)\s+(?P<tel_no>(\d+)[-]\d+[-]\d+)")
for addr in address_book:
    m1 = p_NameTelNo.search(addr)
    print("name = ", m1.group("name"))
    print("tel_no = ", m1.group("tel_no"))

    p_EmailAddr = re.compile(r"(?P<user_name>[\w.-]+)@(?P<host_addr>[\w.-]+)")
    m2 = p_EmailAddr.search(addr)
    print("user_name = ", m2.group("user_name"))
    print("host_addr = ", m2.group("host_addr"))
    print()
```

```
name =  HS_Park
tel_no =  010-1234-4567
user_name =  hs.park
host_addr =  yu.ac.kr

name =  SK_Kim
tel_no =  010-9800-2345
user_name =  sk.kim
host_addr =  google.com

name =  HD_Yoon
tel_no =  010-2312-9876
user_name =  hd.yoon
host_addr =  samsung.co.kr
```

사용자 정의 모듈 (User Defined Module)
사용자 정의 패키지 (User Defined Package)

사용자 정의 모듈 예 (1) - myFact

◆ 사용자 정의 모듈 (myFact)

- 구현 위치: C:/MyPyPackage/myModules/MyFact.py

```
# User-defined Python Module
# C:/MyPyPackage/myModules/MyFact.py
def fact_r(n):
    if n == 0:
        return 1
    return n * fact_r(n-1)

def fact_i(n):
    nFact = 1
    for i in range(n, 0, -1):
        nFact *= i
    return nFact
```

사용자 정의 모듈 예 (1) - myFact

◆ 사용자 정의 모듈 (myFact)의 사용

```
# MyFact.py at C:/MyPyPackage/myModules/MyFact.py

import sys
sys.path.append("C:/MyPyPackage/myModules")
print("sys.path : ", sys.path)
from MyFact import *

while True:
    n = int(input('n for factorial(n) (-1 to quit) : '))
    if n == -1:
        break
    print("fact_r({}) = {}".format(n, fact_r(n)))
    print("fact_i({}) = {}".format(n, fact_i(n)))
```

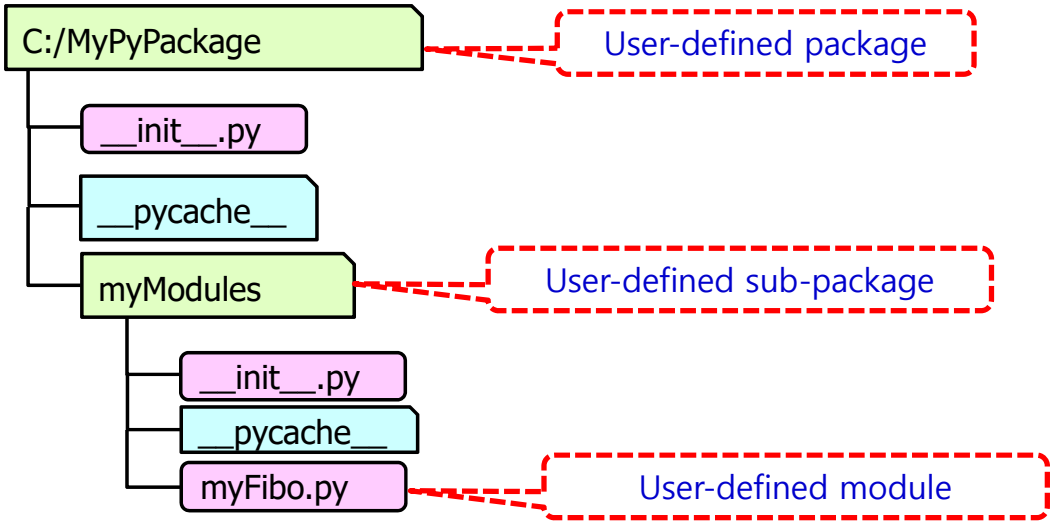
```
sys.path :  ['C:\\MyPyPrograms\\TextBook - 2020\\ch 7 Python Module,
Package\\7.7 user-defined module, package', 'C:\\Users\\Owner\\AppDa
ta\\Local\\Programs\\Python\\Python38-32\\python38.zip', 'C:\\Users\
\Owner\\AppData\\Local\\Programs\\Python\\Python38-32\\DLLs', 'C:\\U
sers\\Owner\\AppData\\Local\\Programs\\Python\\Python38-32\\lib', 'C
:\\Users\\Owner\\AppData\\Local\\Programs\\Python\\Python38-32', 'C:
\\Users\\Owner\\AppData\\Roaming\\Python\\Python38\\site-packages',
'C:\\Users\\Owner\\AppData\\Local\\Programs\\Python\\Python38-32\\li
b\\site-packages', 'C:/MyPyPackage/myModules/']
n for factorial(n)(-1 to quit) : 5
fact_r(5) = 120
fact_i(5) = 120
n for factorial(n)(-1 to quit) : 10
fact_r(10) = 3628800
fact_i(10) = 3628800
n for factorial(n)(-1 to quit) : -1
```

사용자 정의 패키지 (User Defined Package)

◆ 사용자 정의 패키지

- 파이썬 프로그래밍 환경이 제공하는 패키지 및 모듈 이외에 사용자가 직접 구현하고 준비한 파이썬 프로그램 모듈들을 패키지로 통합하여 사용할 수 있게 함
- 사용자 정의 패키지를 배포하여 다른 사람이 사용할 수 있게 준비

◆ 사용자 정의 패키지 구현을 위한 폴더 준비



사용자 정의 모듈과 초기화 프로그램 준비

◆ 사용자 정의 모듈 – MyFibo.py

```
# Python C:/MyPyPackage/myModules/MyFibo.py

memo = dict()
def dynFibo(n):
    if n in memo:
        return memo[n]
    elif n <= 1:
        memo[n] = n
        return n
    else:
        fibo_n = dynFibo(n-1) + dynFibo(n-2)
        memo[n] = fibo_n
        return fibo_n
```

사용자 정의 모듈 및 패키지 초기화 프로그램 준비

◆ 사용자 정의 패키지 (MyPyPackage) 초기화 프로그램: __init__.py

```
#C:/MyPyPackage/__init__.py
__all__ = ['myModules']
print("C:/MyPyPackage/__init__.py -> importing myModules")
from . import myModules
```

◆ 사용자 정의 서브 패키지 (myModules) 초기화 프로그램 - __init__.py

```
# C:/MyPyPackage/myModules/__init__.py
__all__ = [‘MyFibo']
print(" C:/MyPyPackage/myModules/__init__.py --> importing MyFibo")
from . import MyFibo
```

사용자 정의 모듈과 패키지의 사용

◆ MyPyPackage 패키지, myModules 서브 패키지와 dynFibo 모듈의 사용

```
# Usage of user-defined package and module
#    C:/MyPyPackage/myModules/MyFibo.py

import os, sys
sys.path.append("C:/MyPyPackage")

from myModules.MyFibo import *

while True:
    n = int(input('n for dynFibo(n) (-1 to quit) : '))
    if n == -1:
        break
    f_n = dynFibo(n)
    print("dynFibo({}) : {}".format(n, f_n))
```

```
C:/MyPyPackage/myModules/__init__.py()
n for dynFibo(n) (-1 to quit) : 100
dynFibo(100) : 354224848179261915075
n for dynFibo(n) (-1 to quit) : 150
dynFibo(150) : 996921667718930338621440576020 0
n for dynFibo(n) (-1 to quit) : 200
dynFibo(200) : 280571172992510140037611932413038677189525
n for dynFibo(n) (-1 to quit) : 1
dynFibo(1) : 1
n for dynFibo(n) (-1 to quit) : -1
```

사용자 정의 모듈/패키지와 응용 프로그램의 __name__ 변수와 __main__

파이썬 프로그램의 __name__ 변수

◆ 라이브러리 함수의 준비 : add.py

```
# add.py

def add(a, b):
    return a + b

print("add.py :: __name__ : ", __name__)
x, y = map(int, input("input x and y : ").split(' '))
sum = add(x, y)

print("{} + {} -> {}".format(x, y, sum))
```

◆ 이 파일을 F5를 사용하여 직접 실행시킬 경우

```
add.py :: __name__ :  __main__
input x and y : 5 7
5 + 7 -> 12
```

파이썬 프로그램의 __name__ 변수

◆ 앞에서 구현된 add.py 파일의 add() 함수를 다른 파이썬 프로그램에서 import 시켜 사용하고자 하는 경우

```
# test_add.py

import add

print("test_add::__name__ : ", __name__)

if __name__ == "__main__":
    x, y = map(int, input("input x and y : ").split(' '))
    sum = add.add(x, y)

    print("{} + {} -> {}".format(x, y, sum))
```

```
add.py :: __name__ :  add
input x and y : 5 7
5 + 7 -> 12
test_add::__name__ :  __main__
input x and y : 10 20
10 + 20 -> 30
```

파이썬 프로그램의 __name__ 변수

◆ 라이브러리 함수의 준비 (2) - add.py의 수정

```
# add.py

def add(a, b):
    return a + b

if __name__ == "__main__": #이 파일이 import되지 않고, main으로써 동작할 때에만 실행
    print("add.py :: __name__ : ", __name__)
    x, y = map(int, input("input x and y : ").split(' '))
    sum = add(x, y)

    print("{} + {} -> {}".format(x, y, sum))
```

◆ 이 수정된 add.py파일을 test_add.py에서 import시켜 실행시킬 경우

```
test_add:: __name__ :  __main__
input x and y : 5 7
5 + 7 -> 12
```

파이썬 프로그램의 __name__ 변수

◆ __name__ 변수는 파이썬 소스코드 파일이 어떤 기능으로 포함되어 있는지 구분

- import 되어 있는 경우, 그 모듈의 이름으로 설정
- 다른 파일에 import 되어 있지 않고, 직접 실행되고 있는 경우, __main__으로 설정

◆ main() 함수의 구현

- if __name__ == "__main__": 으로 조건을 시험하여, __name__이 __main__ 인 경우에 main() 함수가 실행되도록 구성

Homework 6

Homework 6.1

6.1 사용자 정의 패키지/서브패키지 - genRandList(), printListSample()

- 사용자 정의 패키지/서브패키지 "C:/MyPyPackage/myModules/"를 생성하고, 중복되지 않는 정수형 난수의 리스트 생성, 샘플 출력 및 뒤섞기 기능을 제공하는 genRandList(L, size), printListSample(L, size, per_line, sample_lines) 및 shuffleList(L, size)를 포함하는 사용자 정의 모듈 "MyList.py"을 준비하라. 다음 응용 프로그램을 사용하여 정확한 동작을 확인할 것.
- (응용 프로그램 및 실행 예제)

```
# User-defined package/module

import sys
myPyPackage_dir = "C:/"
sys.path.append(myPyPackage_dir)

from MyPyPackage.myModules import MyList

L = []
n = 100

MyList.genRandList(L, n)
MyList.printListSample(L, n, 10, 5)
```

```
C:/MyPyPackage/__init__.py -> importing myModules
C:/MyPyPackage/myModules/__init__.py() --> importing MyList module(s)
    72    46    66    18    26    83    25    19    68    54
    30    78    50    60     6    92    99    48    29    75
    65    82    61    95    93    96    74    42    12    41
    10    34    91    64    11    58    52    49    57    32
    36    97    39    21    81    86    89     2    28    16
. . . . . .
    33    70    67    35    63    79    31     8    88    98
     3    85    13    55    47     7    15    69    84    80
    37     4    38    23    27    73    62    59    24    17
    94    76    53    71    14     5    56    45    77    20
    22    51    90    43    87     0     9     1    44    40
```

Homework 6.2

6.2 사용자 정의 패키지/서브패키지 - selectionSort()

- 사용자 정의 패키지/서브패키지 "C:/MyPyPackage/myModules/" 에 선택 정렬 알고리즘을 구현한 selectionSort(L)을 포함하는 사용자 정의 "MySortings.py"을 구현하라. 앞에서 구현한 사용자 정의 모듈 "MyList.py"을 함께 사용하는 다음 응용 프로그램을 사용하여 정확한 동작을 확인하라.

```
# User-defined package/module

import sys
myPyPackage_dir = "C:/"
sys.path.append(myPyPackage_dir)

from MyPyPackage.myModules\
   import MyList, MySortings

L = []
n = 100

MyList.genRandList(L, n)
print("Before Sorting :")
MyList.printListSample(L, n, 10, 3)

MySortings.selectionSort(L)

print("\nAfter Sorting :")
MyList.printListSample(L, n, 10, 3)
```

```
C:/MyPyPackage/__init__.py -> importing myModules
C:/MyPyPackage/myModules/__init__.py() --> importing MyList module(s)
Before Sorting :
     43      11      48      14      34      38      97      66      86      85
     93      70      75      51      37      20      95      28      41       1
     62      36      15      18      92       5      46      27      44      12
. . . . . .
     35      16      13      88      10      60      54      90      77      22
     80       3       8      96      30      19      94      42       9      58
      7      64      40      33      79      52      55       4      99       0

After Sorting :
      0       1       2       3       4       5       6       7       8       9
     10      11      12      13      14      15      16      17      18      19
     20      21      22      23      24      25      26      27      28      29
. . . . . .
     70      71      72      73      74      75      76      77      78      79
     80      81      82      83      84      85      86      87      88      89
     90      91      92      93      94      95      96      97      98      99
```

Homework 6.3

6.3 사용자 정의 패키지/서브패키지 - MyList, MySortings

- 앞의 Homework 6.1과 6.2에서 준비한 사용자 정의 모듈 MyList와 MySortings을 사용하여 중복되지 않는 50000개의 정수형 난수를 포함하는 리스트를 생성하라. 아울러, 파이썬 기본 제공 모듈인 array를 사용하여 정수형 난수 리스트에 포함된 원소들을 배열에 포함시켜라. 다음 응용 프로그램을 사용하여 리스트와 배열에 포함된 난수들을 선택정렬시키고, 실행시간을 측정하여 비교하라.
- (응용 프로그램 및 실행 예제)

```
# Comparison of List and Array with user-defined modules (part 1)

import random, time, sys
from array import *
sys.path.append("C:/")
from MyPyPackage.myModules import MyList, MySortings

AR = array('i')
L = []
size = 50000
MyList.genRandList(L, size)

for x in L:
    AR.append(x)
```

```
# Comparison of List and Array with user-defined modules (part 2)
print("Array (size : {}) before sorting : ".format(size))
MyList.printListSample(AR, size, 10, 2)
t1 = time.time()
MySortings.selectionSort(AR)
t2 = time.time()
print("Array (size : {}) after sorting : ".format(size))
MyList.printListSample(AR, size, 10, 2)
print("Selection sorting for array of {} integers took {} sec"\
   .format(size, t2-t1))

print("\nList (size : {}) before sorting : ".format(size))
MyList.printListSample(L, size, 10, 2)
t1 = time.time()
MySortings.selectionSort(L)
t2 = time.time()
print("\nList (size : {}) after sorting : ".format(size))
MyList.printListSample(L, size, 10, 2)
print("Selection sorting for list  of {} integers took {} sec"\
   .format(size, t2-t1))
```

```
C:/MyPyPackage/__init__.py -> importing myModules
C:/MyPyPackage/myModules/__init__.py() --> importing MyList module(s)
Array (size : 50000) before sorting :
  33634    4577   46380   35909   32284   12199   46026     428   25747   17179
  46288   20734   31512   42442   48634    1336    4881   12108   40029    2742
     . . . . . .
   9713   25318   44017   12183    1106   13920   30248   20588   43720   22362
  34567   42345   42759   21282   29313   15243   32137   18054   14156   28176
Array (size : 50000) after sorting :
      0       1       2       3       4       5       6       7       8       9
     10      11      12      13      14      15      16      17      18      19
     . . . . . .
  49980   49981   49982   49983   49984   49985   49986   49987   49988   49989
  49990   49991   49992   49993   49994   49995   49996   49997   49998   49999
Selection sorting for array of 50000 integers took 129.56686067581177 sec

List (size : 50000) before sorting :
  33634    4577   46380   35909   32284   12199   46026     428   25747   17179
  46288   20734   31512   42442   48634    1336    4881   12108   40029    2742
     . . . . . .
   9713   25318   44017   12183    1106   13920   30248   20588   43720   22362
  34567   42345   42759   21282   29313   15243   32137   18054   14156   28176

List (size : 50000) after sorting :
      0       1       2       3       4       5       6       7       8       9
     10      11      12      13      14      15      16      17      18      19
     . . . . . .
  49980   49981   49982   49983   49984   49985   49986   49987   49988   49989
  49990   49991   49992   49993   49994   49995   49996   49997   49998   49999
Selection sorting for list  of 50000 integers took 121.51226377487183 sec
```

Homework 6.4

6.4 사용자 정의 패키지/서브패키지 - MySortings, mergeSort()

- 앞에서 준비하였던 사용자 정의 모듈 "MySortings.py"에 병합정렬 (mergeSort) 기능을 수행하는 함수/메소드 mergeSort(L)를 추가하라. 다음 응용 프로그램을 사용하여 50000개의 중복되지 않는 정수형 난수에 대한 선택정렬과 병합정렬을 각각 실행시키고, 실행에 걸린 경과시간을 측정하여 비교하라.
- (응용 프로그램 및 실행 결과)

```
size of list (0 to terminate) = 50000
List (size : 50000) before merge sorting :
  13012   25280   26021    9248    8402   26196   18900   17540   35911   31416
  44426    3574   45109   32931   45258   15130    1246   15186   32564   24982
     . . . . . .
  27340   33352    4503   44986    2042   44998   10587   17581    6394   19839
  48053   20712   31274   16639   44966   13868   29870   23036    4130    7911

List (size : 50000) after merge sorting :
      0       1       2       3       4       5       6       7       8       9
     10      11      12      13      14      15      16      17      18      19
     . . . . . .
  49980   49981   49982   49983   49984   49985   49986   49987   49988   49989
  49990   49991   49992   49993   49994   49995   49996   49997   49998   49999
Merge sorting for list  of 50000 integers took 0.2752869129180908 sec

List (size : 50000) before selection sorting :
  42750    7691   40848   17361   23137    5854   20566   14039    4639   10681
  45559    7123   28547   28677    5582   46822   43618     385   25119   49327
     . . . . . .
  41996   27465   11965   14180   30710   12877   16230    3216   40579   40645
   8690   16289   23829   28497   17398    3666   41150    9545    9824    9328

List (size : 50000) after selection sorting :
      0       1       2       3       4       5       6       7       8       9
     10      11      12      13      14      15      16      17      18      19
     . . . . . .
  49980   49981   49982   49983   49984   49985   49986   49987   49988   49989
  49990   49991   49992   49993   49994   49995   49996   49997   49998   49999
Selection sorting for list  of 50000 integers took 120.65009355545044 sec
```

```
# Comparison of mergeSort and selectionSort with user-defined modules

import random, time, sys
sys.path.append("C:/")
from MyPyPackage.myModules import MyList, MySortings

while True:
    size = int(input("\nsize of list (0 to terminate) = "))
    L = []
    MyList.genRandList(L, size)
    print("List (size : {}) before merge sorting : ".format(size))
    MyList.printListSample(L, size, 10, 2)
    t1 = time.time()
    MySortings.mergeSort(L)
    t2 = time.time()
    print("\nList (size : {}) after merge sorting : ".format(size))
    MyList.printListSample(L, size, 10, 2)
    print("Merge sorting for list  of {} integers took {} sec".format(size, t2-t1))

    MyList.shuffleList(L)
    print("\nList (size : {}) before selection sorting : ".format(size))
    MyList.printListSample(L, size, 10, 2)
    t1 = time.time()
    MySortings.selectionSort(L)
    t2 = time.time()
    print("\nList (size : {}) after selection sorting : ".format(size))
    MyList.printListSample(L, size, 10, 2)
    print("Selection sorting for list  of {} integers took {} sec".format(size, t2-t1))
```

Homework 6.5

6.5 사용자 정의 패키지/서브패키지 - MyMatrix

- 사용자 정의 모듈 "MyMatrix.py" 을 준비하고, 행렬의 덧셈, 뺄셈, 곱셈 연산을 수행하는 함수/메소드 mtrxAdd(A, B), mtrxSub(A, B), mtrxMul(A, B)를 포함시켜라. 이 사용자 정의 모듈을 사용자 정의 패키지 "MyPyPackage.myModules "에 포함시킬 것. 다음 응용 프로그램을 사용하여 정확한 동작을 확인할 것.
- (응용 프로그램 및 실행결과)

```
# Homework 6.5 Testing user-defined module MyMatrix

import random, time, sys
myPyPackage_dir = "C:/MyPyPackage"
sys.path.append(myPyPackage_dir)
from myModules import MyMatrix

A = [[1,2,3,4], [5,6,7,8], [9,10,0,1]]
B = [[1,0,0,0], [0,1,0,0], [0,0,1,1]]
C = [[1,0,0], [0,1,0], [0,0,1], [0,0,0]]

print("A = "); MyMatrix.printMtrx(A)
print("B = "); MyMatrix.printMtrx(B)
print("C = "); MyMatrix.printMtrx(C)

D = MyMatrix.mtrxAdd(A, B)
print("A + B = "); MyMatrix.printMtrx(D)

E = MyMatrix.mtrxSub(A, B)
print("A - B = "); MyMatrix.printMtrx(E)

F = MyMatrix.mtrxMul(A, C)
print("A * C = "); MyMatrix.printMtrx(F)
```

```
C:/MyPyPackage/myModules/__init__.py()
A =
  1  2  3  4
  5  6  7  8
  9 10  0  1
B =
  1  0  0  0
  0  1  0  0
  0  0  1  1
C =
  1  0  0
  0  1  0
  0  0  1
  0  0  0
A + B =
  2  2  3  4
  5  7  7  8
  9 10  1  2
A - B =
  0  2  3  4
  5  5  7  8
  9 10 -1  0
A * C =
  1  2  3
  5  6  7
  9 10  0
```