w13-Lec

Two-Dimensional Lists

Assembled for 204111

by Kittipitch Kuptavanich

Sorting Basics (Recap)

- แบบ nondestructive

```
>>> sorted([5, 2, 3, 1, 4])
[1, 2, 3, 4, 5]
```

- แบบ destructive

```
>>> a = [5, 2, 3, 1, 4]
>>> a.sort()
>>> a
[1, 2, 3, 4, 5]
```

- method `list.sort()` ใช้ได้เฉพาะกับ List เท่านั้น แต่ฟังก์ชัน `sorted()` ใช้ได้กับ Iterable ชนิดใดก็ได้

Key Functions

- เราสามารถระบุวิธีในการเรียงลำดับผ่านฟังก์ชัน ในรูปของพารามิเตอร์ *key* ได้
- พิจารณาการ Sort

```
>>> nums = [-16, -50, 47, -2, 33, -5, -12]
>>> sorted(nums)
[-50, -16, -12, -5, -2, 33, 47]
```

- Sort ด้วยค่า Absolute

```
>>> sorted(nums, key=abs)
[-2, -5, -12, -16, 33, 47, -50]
```


Key Functions [2]

- Sort ตามตัวอักษร

```
>>> sorted("This is a test string from Andrew".split())
['Andrew', 'This', 'a', 'from', 'is', 'string', 'test']
```

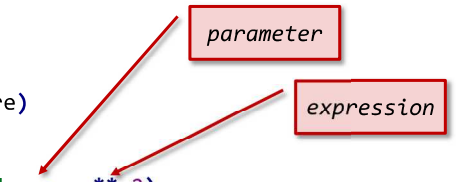
- Case-insensitive sort

```
>>> sorted("This is a test string from Andrew".split(),
key=str.lower)
['a', 'Andrew', 'from', 'is', 'string', 'test', 'This']
```

- การเรียงลำดับที่เกิดขึ้นจะเป็นเรียงตามค่าที่ได้จากฟังก์ชันที่ระบุชื่อผ่านพารามิเตอร์ **key** เช่นฟังก์ชัน `abs()` หรือ Method `str.lower()` (ไม่ต้องใส่วงเล็บ)

Key Functions [3]

```
>>> a = [3, -5, -2, 1, 45, -23]

>>> def square(x):
        return x ** 2


>>> sorted(a, key=square)
[1, -2, 3, -5, -23, 45]

>>> sorted(a, key=lambda x: x ** 2)
[1, -2, 3, -5, -23, 45]
```



- `lambda` statement ใน Python มีหน้าที่เปลี่ยน Parameter และ Expression ให้เป็นฟังก์ชันไม่มีชื่อและจะมีหน้าที่คืนค่าที่ evaluate ได้ตาม Expression ที่ระบุ

Key Functions [4]

- พิจารณา List ของ Tuple ที่เก็บข้อมูล ชื่อ เกรด และอายุของนักเรียน

```
>>> student_tuples = [
    ('john', 'A', 15),
    ('jane', 'B', 12),
    ('dave', 'B', 10),
]
```

- หากต้องต้องการ เรียงลำดับโดยตามอายุ (index ที่ 2) ในแต่ละ Tuple โดยใช้ `key` และ `lambda` จะต้องทำอย่างไร

```
sorted(student_tuples, key=_____)
```


Key Functions [5]

```
>>> student_tuples = [
    ('john', 'A', 15),
    ('jane', 'B', 12),
    ('dave', 'B', 10),
]

# sort by age
>>> sorted(student_tuples, key=lambda student: student[2])
[('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12), ('john', 'A', 15)]
```

- เนื่องจากมีความจำเป็นต้องใช้ฟังก์ชัน key ในลักษณะนี้บ่อยครั้ง Python มีฟังก์ชันใน Operator Module เพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ

```
>>> from operator import itemgetter
>>> sorted(student_tuples, key=itemgetter(2))
[('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12), ('john', 'A', 15)]
```


Ascending and Descending

- เราสามารถระบุวิธีในการเรียงลำดับผ่านฟังก์ชัน จากน้อยไปมาก (Ascending) หรือมากไปน้อย (Descending) ได้ทั้งใน `list.sort()` และ ฟังก์ชัน `sorted()` ในรูปของพารามิเตอร์ `reverse`

```
>>> sorted([3, -5, -2, 1, 45, -23])
[-23, -5, -2, 1, 3, 45]

>>> sorted([3, -5, -2, 1, 45, -23], reverse=True)
[45, 3, 1, -2, -5, -23]
```

zip and unzip

```
>>> s_id = ['701', '702', '703']
>>> score = [4.3, 5.2, 3.6]
>>> zipped = zip(s_id, score)
>>> type(zipped)
<class 'zip' >

>>> id_score = list(zipped)
>>> id_score
[('701', 4.3), ('702', 5.2), ('703', 3.6)]

>>> id = ['701', '702', '703']
>>> score1 = [4.3, 5.2, 3.6]
>>> score2 = [4.6, 5.7, 4.1]
>>> id_score = list(zip(id, score1, score2))
>>> id_score
[('701', 4.3, 4.6), ('702', 5.2, 5.7), ('703', 3.6, 4.1)]
```


zip and unzip [2]

```
>>> # unzipping
>>> a, b, c = zip(*id_score)
>>> a
('701', '702', '703')
>>> b
(4.3, 5.2, 3.6)
>>> c
(4.6, 5.7, 4.1)
>>> id_score
[('701', 4.3, 4.6), ('702', 5.2, 5.7), ('703', 3.6, 4.1)]

>>> x = [['a', 1], ['b', 2]]          # with lists
>>> x1, x2 = zip(*x)
>>> x1
('a', 'b')
>>> x2
(1, 2)
```

ใช้เครื่องหมาย * เพื่อระบุการ unzip

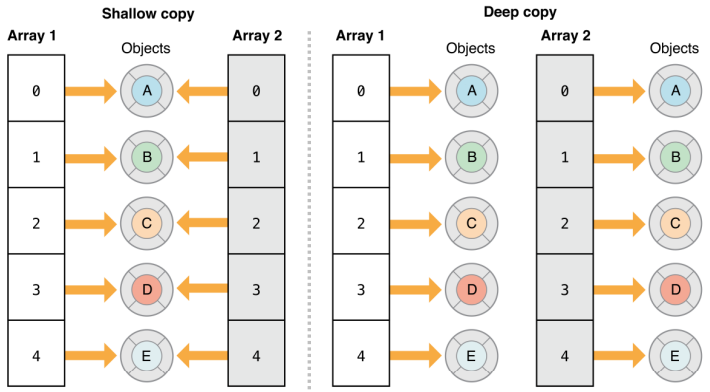
https://docs.python.org/3/library/copy.html

List Copying (Recap)

```
>>> list1 = [77, 36, 42, 23]

>>> list2 = list1[:]
>>> list2 = list1.copy()
>>> list2 = list1 + []
>>> list2 = list(list1)          # shallow copy
                                 # (default mode)

>>> list2 = sorted(list1)        # sequence change

>>> import copy
>>> list2 = copy.copy(list1)     # shallow copy
>>> list2 = copy.deepcopy(list1) # deep copy
```

- **Deep Copy และ Shallow Copy แตกต่างกันเฉพาะในกรณีที่ Element ของ List เป็น Compound Object เช่น List (หรือ Class)**
  - **Deep Copy จะสร้าง Element ใหม่แล้วสร้าง Reference ชี้ไป**
  - **Shallow Copy แค่สร้าง Reference ใหม่แล้วชี้ไปที่ Element เดิม**

Shallow Copy vs Deep Copy

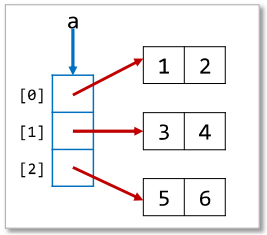



```
>>> a = [1, [2, 3]]
>>> b = copy.copy(a)
>>> b[0] is a[0]      #atomic
True
>>> b[1] is a[1]
True
```

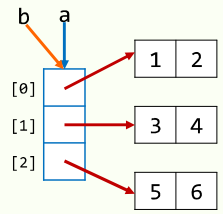
```
>>> a = [1, [2, 3]]
>>> b = copy.deepcopy(a)
>>> b[0] is a[0]      #atomic
True
>>> b[1] is a[1]
False
```

https://developer.apple.com/library/mac/documentation/Cocoa/Conceptual/Collections/Articles/Copying.html

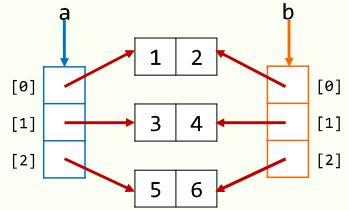
```
>>> a =  [[1, 2],
          [3, 4],
          [5, 6]]
```



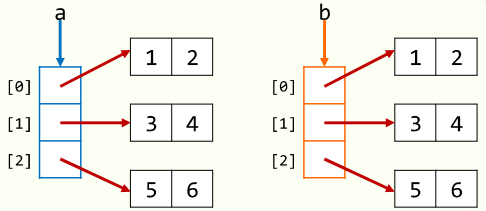

```
>>> b = a
```




```
>>> b = copy.copy(a)
```




```
>>> b = copy.deepcopy(a)
```

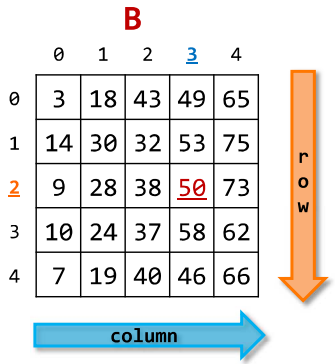


TWO-DIMENSIONAL LISTS

Two-Dimensional Lists

- ในบางกรณี การแทนข้อมูลที่ใช้ในรูปแบบตาราง (Matrix, 2-dimensional Array หรือ 2-dimensional List) ทำให้ทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
- เราสามารถเข้าถึงข้อมูลในแต่ละช่อง (Cell) ได้ด้วยการใช้เครื่องหมาย Subscript ระบุ Row และ Column ในรูป

[row][column]




```
>>> B[2][3]
50
```


Creating 2D Lists

Static Allocation

- คือการสร้าง List แบบกำหนดค่า

```
02 a = [[2, 3, 4],
03      [5, 6, 7]]
04
05 b = [[7, 2, 9], [6, 1, 8]]
```

```
>>> print(a)
[[2, 3, 4], [5, 6, 7]]

>>> print(b)
[[7, 2, 9], [6, 1, 8]]
```

a

	0	1	2
0	2	3	4
1	5	6	7

b

	0	1	2
0	7	2	9
1	6	1	8

Creating 2D Lists [2]

Dynamic Allocation

ต้องการสร้าง **Zero Matrix** ขนาด 3 × 2

	2	
3	0	0
	0	0
	0	0

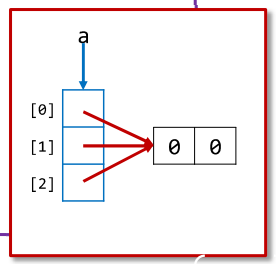
- **Wrong:** การใช้ * เป็นการสร้าง **Shallow Copy**

```
>>> rows = 3
>>> cols = 2

>>> a = [[0] * cols] * rows
>>> a
[[0, 0], [0, 0], [0, 0]]

>>> a[0][0] = 42
>>> a
[[42, 0], [42, 0], [42, 0]]
```

Atomic ดังนั้นสามารถทำ **Shallow Copy**

= [0, 0]

Shallow copying 1D List: WRONG



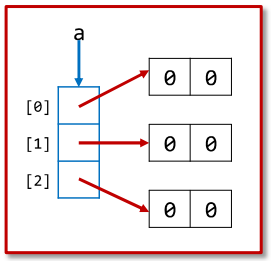
Creating 2D Lists [3]

Dynamic Allocation

- **Right:** ใช้ **Loop** เพื่อเพิ่มทีละแถว

```
>>> rows = 3
>>> cols = 2

>>> a=[]
>>> for row in range(rows):
...     a += [[0] * cols]
>>> a
[[0, 0], [0, 0], [0, 0]]

>>> a[0][0] = 42
>>> a
[[42, 0], [0, 0], [0, 0]]
```

```
01 def make_2d_list(rows, cols):
02     a = []
03     for row in range(rows):
04         a += [[0] * cols]
05     return a
```



- สร้างเป็นฟังก์ชัน `make_2d_list()`

Looping over 2D Lists

```
01 # Create an "arbitrary" 2d List
02 a = [[2, 3, 5], [1, 4, 7]]
03 print("Before: a =\n", a)
04
05 # Now find its dimensions
06 rows = len(a)
07 cols = len(a[0])
08
09 # And now loop over every element
10 # and add one to each
11 for row in range(rows):
12     for col in range(cols):
13         a[row][col] += 1
14
15 # Finally, print the results
16 print("\nAfter:  a =\n", a)
```

```
>>>
Before: a =
[[2, 3, 5], [1, 4, 7]]

After:  a =
[[3, 4, 6], [2, 5, 8]]
```


Copying 2D List

list_copy.py

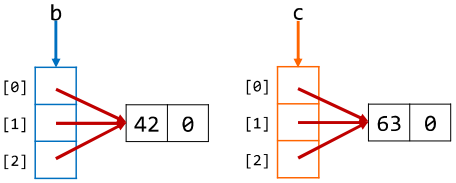
```
01 import copy
02
03 # Create a 2d list
04 a = [[1, 2, 3], [4, 5, 6]]
05
06 # Try to copy it
07 b = copy.copy(a)
08 c = copy.deepcopy(a)
09
10 print("Before")
11 print("   a =", a)
12 print("   b =", b)
13 print("   c =", c)
14
15 a[0][0] = 9
16 print("\nAfter a[0][0] = 9")
17 print("   a =", a)
18 print("   b =", b)
19 print("   c =", c)
```

```
$ python list_copy.py
Before
   a = [[1, 2, 3], [4, 5, 6]]
   b = [[1, 2, 3], [4, 5, 6]]
   c = [[1, 2, 3], [4, 5, 6]]

After a[0][0] = 9
   a = [[9, 2, 3], [4, 5, 6]]
   b = [[9, 2, 3], [4, 5, 6]]
   c = [[1, 2, 3], [4, 5, 6]]
```

Copying 2D List [2]

```
01 import copy
02
03 a = [[0] * 2] * 3
04 a[0][0] = 42
05 print("a = \n", a)
06
07 b = [[0] * 2] * 3
08 c = copy.deepcopy(b)
09 b[0][0] = 42
10 c[0][0] = 63
11 print("\nb = \n", b)
12 print("\nb = \n", c)
```

```
a =
 [[42, 0], [42, 0], [42, 0]]

b =
 [[42, 0], [42, 0], [42, 0]]

c =
 [[63, 0], [63, 0], [63, 0]]
```



- ในกรณีที่ใช้ Deep Copy ถ้า Original เป็น Shallow Copy ก็จะได้ผลลัพธ์เหมือน Original

Accessing Rows and Columns

- ต้องการเข้าถึงข้อมูลทั้ง Row ในคราวเดียว

```
01 # Accessing a whole row
02 # alias (not a copy!); cheap (no new list created)
03 a = [[1, 2, 3], [4, 5, 6]]
04 row = 1
05 rowList = a[row]
06 print(rowList)                # [4, 5, 6]
```

- ต้องการเข้าถึงข้อมูลทั้ง Column ในคราวเดียว

```
09 # Accessing a whole column
10 # copy (not an alias!); expensive (new list created)
11 a = [[1, 2, 3], [4, 5, 6]]
12 col = 1
13 colList = []
14 for i in range(len(a)):
15     colList += [a[i][col]]
16 print(colList)                # [2, 5]
```


Non-Rectangular 2D Lists

- List 2 มิติไม่จำเป็นต้องมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า
  - แต่ละแถวไม่จำเป็นต้องมีจำนวน Element เท่ากัน

```
01 # 2d lists do not have to be rectangular
02 a = [[1, 2, 3],
03      [4, 5],
04      [6],
05      [7, 8, 9, 10]]
06
07 rows = len(a)
08 for row in range(rows):
09     cols = len(a[row])
10     print("Row", row, "has", cols, "columns: ", end="")
11     for col in range(cols):
12         print(a[row][col], end=" ")
13     print()
```

```
>>>
Row 0 has 3 columns: 1 2 3
Row 1 has 2 columns: 4 5
Row 2 has 1 columns: 6
Row 3 has 4 columns: 7 8 9 10
```

เช็คจำนวน Column ทุกครั้งเมื่อขึ้น Row ใหม่

3D Lists

- โดยแท้ที่จริงแล้ว List 2 มิติ ใน Python คือ Nested List (List ซ้อน List) ดังนั้น เราสามารถสร้าง List 3 มิติ หรือ 4 มิติ และ อื่น ๆ ได้อย่างไม่จำกัดรูปร่างและขนาด

```
02 a = [[[1, 2],
03       [3, 4]],
04      [[5, 6, 7],
05       [8, 9]],
06      [[10]]]
07
08 for i in range(len(a)):
09     for j in range(len(a[i])):
10         for k in range(len(a[i][j])):
11             print("a[%d][%d][%d] = %d" % (i, j, k, a[i][j][k]))
```

```
>>>
a[0][0][0] = 1
a[0][0][1] = 2
a[0][1][0] = 3
a[0][1][1] = 4
a[1][0][0] = 5
a[1][0][1] = 6
a[1][0][2] = 7
a[1][1][0] = 8
a[1][1][1] = 9
a[2][0][0] = 10
```

Appendix (Optional)

LIST COMPREHENSION

List Comprehensions

- List Comprehensions เป็น Concept หนึ่งใน Python ในการสร้าง List ซึ่งโดยมากมักเป็นการสร้าง List จาก Element ของ List อื่น ๆ (หรือ Iterable Data Type ชนิดอื่น ๆ)
- พิจารณา การสร้าง List

```
>>> squares = []
>>> for x in range(10):
...     squares.append(x**2)
...

>>> squares
[0, 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81]
```

- เราสามารถสร้าง List ที่เหมือนกันโดยใช้

```
>>> squares = [x ** 2 for x in range(10)]
```


List Comprehensions [2]

- List Comprehension ประกอบด้วย Square Brackets [ ] ที่มี Expression for ข้างใน โดยสามารถมีมากกว่า 1 for Expression หรือมี if Expression ได้
- ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็น List ที่เกิดจากการ evaluate ตัว Expression ภายใน Brackets [ ]

```
>>> [(x, y) for x in [1, 2, 3] for y in [3, 1, 4] if x != y]
[(1, 3), (1, 4), (2, 3), (2, 1), (2, 4), (3, 1), (3, 4)]
```

- Expression ด้านบนสร้าง List ของ Tuple ที่ประกอบด้วย Element จาก 2 List จับคู่กัน
  - เว้นกรณีที่ Element จาก 2 List เท่ากัน

List Comprehensions [3]

```
[(x, y) for x in [1, 2, 3] for y in [3, 1, 4] if x != y]


# Expression นี้มีการทำงานเหมือน:

>>> combs = []
>>> for x in [1, 2, 3]:
... for y in [3, 1, 4]:
... if x != y:
...     combs.append((x, y))
...
>>> combs
[(1, 3), (1, 4), (2, 3), (2, 1), (2, 4), (3, 1), (3, 4)]
```

List Comprehensions [4]

```
>>> vec = [-4, -2, 0, 2, 4]

>>> # create a new list with the values doubled
>>> [x*2 for x in vec]
[-8, -4, 0, 4, 8]

>>> # filter the list to exclude negative numbers
>>> [x for x in vec if x >= 0]
[0, 2, 4]

>>> # apply a function to all the elements
>>> [abs(x) for x in vec]
[4, 2, 0, 2, 4]

>>> # call a method on each element
>>> freshfruit = ['  banana', '  loganberry ', 'passion fruit  ']
>>> [weapon.strip() for weapon in freshfruit]
['banana', 'loganberry', 'passion fruit']
```


List Comprehensions [5]

```
>>> # create a list of 2-tuples like (number, square)
>>> [(x, x**2) for x in range(6)]
[(0, 0), (1, 1), (2, 4), (3, 9), (4, 16), (5, 25)]

>>> # the tuple must be parenthesized
>>> [x, x**2 for x in range(6)]
  File "<stdin>", line 1, in ?
    [x, x**2 for x in range(6)]
               ^
SyntaxError: invalid syntax

>>> # flatten a list using a listcomp with two 'for'
>>> vec = [[1, 2, 3], [4, 5, 6], [7, 8, 9]]
>>> [num for row in vec for num in row]
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
```


References

- https://wiki.python.org/moin/HowTo/Sorting
- https://docs.python.org/3/howto/sorting.html
- https://docs.python.org/3/howto/functional.html?highlight=lambda
- http://www.cs.cmu.edu/~./15110/lectures/lec15-Arrays.pdf
- https://docs.python.org/3/library/copy.html
- http://www.kosbie.net/cmu/spring-13/15-112/handouts/notes-2d-lists.html
- https://docs.python.org/3/tutorial/datastructures.html#list-comprehensions