

31. 클래스

2018.12

일병 김재형

객체지향 프로그래밍

객체지향 프로그래밍의 시작

- ALGOL 60의 설계자인 Hoare가 1996년에 강연
 - 우리가 세계를 '사물'이라는 개념으로 이해한다.
 - '사물'은 테이블, 수식, 사람과 같은 것이다.
 - 우리의 사고, 언어, 행동은 사물을 설명하거나 조작하기 위해 만들어졌다.
 - 따라서 현실 세계의 '사물' 모형을 컴퓨터내에 만들어야 한다.
- 사물: object(객체)
- 모형: model(모델)



변수-객체-review

객체(Object)

- 실생활에서 파악할 수 있는 것으로, 소프트웨어 세계에 구현할 대상
- 실행되는 프로그램에 존재하는 구조화된 데이터 덩어리
- 상태(state)와 행위(behavior)
 - 댐을 제어하는 시스템
 - 수문이 닫히고 열린 상태: 객체의 상태
 - 수문을 여는 행위(수문이 닫힌 상태에서 열린 상태로 변화): 행위

객체지향 프로그래밍

언어 설계자마다 다른 의미로 사용

- C++ 설계자: Bjarne Stroustrup
 - Class는 사용자 정의형을 만들기 위한 구조
 - 객체지향 프로그래밍이란 사용자 정의형과 상속을 사용한 프로그래밍
- Smalltalk 설계자: Alan Kay
 - 형에 대해서 반대하지는 않지만, 형과 상속은 좋지 않다.
 - 객체 지향이란 상태를 가진 객체가 메시지를 주고 받아서 커뮤니케이션하는 프로그램이다.

객체지향 프로그래밍



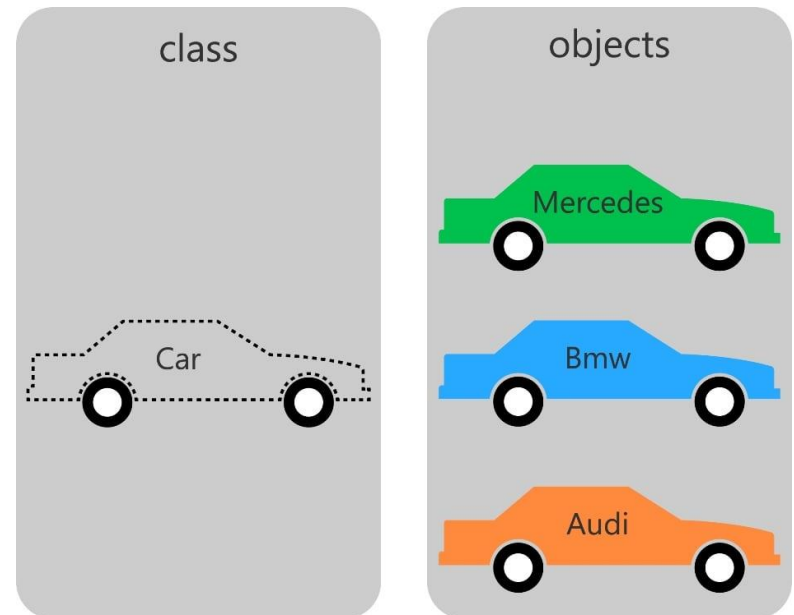
객체지향?

- 계수기(카운터): 물건의 개수를 셀 때 쓰는 물건
- 계수기의 상태
 - 지금까지 센 개수
 - 세는 물건의 이름
- 계수기의 행위
 - 개수를 증가
 - 개수를 초기화

객체지향 프로그래밍

객체지향?

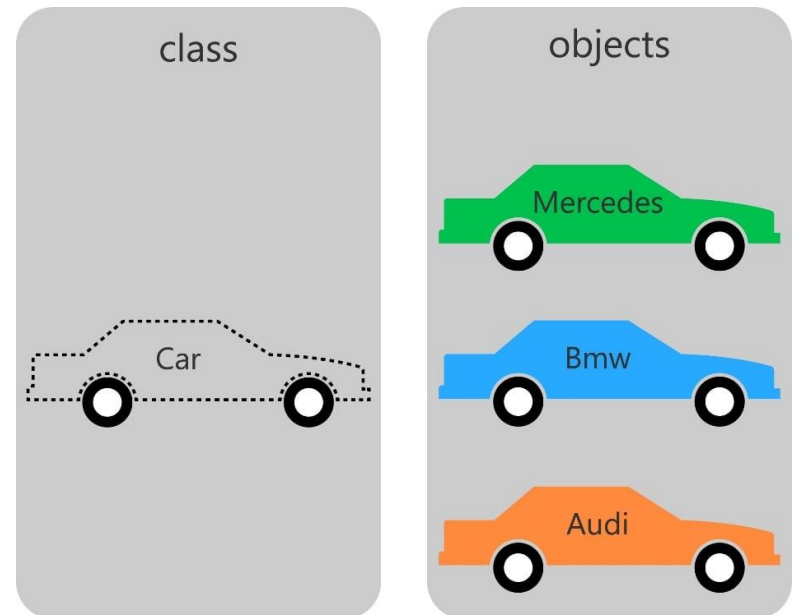
- 함수와 변수: 하나의 정의에 하나의 컴퓨터 실체가 대응
- 현실: 비슷한 사물이 여러 개
- 같은 코드를 복사해서 사용하지 않는 방법이 필요



객체지향 프로그래밍

객체지향?

- 새로운 객체를 만들 때,
값을 까먹지 않고 초기화
하고 싶다.



객체지향 프로그래밍

변수와 함수를 모아 모형을 만들자

- 모형을 만드는 여러가지 방법
 - 모듈(Module)
 - 함수와 변수를 동일하게 해쉬에 넣기
 - 클로저(Closure)
 - 클래스(Class)

변수-클래스-review

클래스(Class)

- 데이터를 추상화하는 단위
- 실생활의 사물을 소프트웨어로 구현하기 위해서는 추상화(Abstraction, 단순화하는 과정)가 필요.
- 같은 상태와 행위를 가진 객체는 같은 클래스이다.
- 속성(attribute)와 메서드(method)를 가진다.
 - 속성: 객체에 저장된 자료의 특성과 이름을 정의한 코드
 - 메서드: 객체의 행위를 구현한 함수(프로시저)

클래스(class)

초기(Hoare)의 클래스

- '현실 세계의 사물(object)은 편의상 상호 배타적 종류(classes)로 분류될 수 있다.'
- 처음 시작은 '분류'였다.

클래스(class)

C++의 클래스

- 클래스는 타입(type)이다.
- int나 float같은 기본형처럼 다룰 수 있는 새로운 형을 사용자가 정의할 수 있게 하자.
- 사양으로서의 역할이 추가되었다.
 - 객체가 어떤 메소드를 가지고 있고 어떤 메소드를 가지고 있는가
 - 존재하지 않는 메소드를 호출하면 오류가 발생

클래스(class)

3가지의 역할

- 결합체를 만드는 생성기
 - 함수와 변수를 모아 하나의 객체를 생성
 - 클래스는 붕어빵을 만들기 위한 붕어빵 틀
- 어떤 조작이 가능한지 알려주는 사양
 - 기본형처럼 다루는 사용자 정의형
 - 메소드가 없으면 오류를 냄
 - 동적 형 결정 언어에서는 그다지 중요하게 여기지 않는다.
- 코드를 재사용하는 단위
 - 상속

클래스(class)

3가지의 역할

- C++이라고 해서 코드 재사용 단위의 역할이 없지는 않다.
- 언어마다 역할의 강약이 있다.

클래스(class)

항상 만들어야 하는가?

- 작은 규모일 경우에는 굳이 만들지 않아도 된다.
- 대규모일 경우에는 클래스를 사용해서 책임 범위를 나누는 것이 좋다.

클래스(class)

전체적인 그림

- 클래스

 - 클래스 변수(속성)

 - 클래스 메서드

- 인스턴스

 - 인스턴스 변수(속성)

 - 인스턴스 메서드

※ 클래스 안에 정의된 메소드는 클래스의 '멤버 (Member)'라고 하기도 한다.

변수-인스턴스-review

인스턴스(Instance)

- 인스턴스와 객체는 같은 의미이다.
- 하지만, 인스턴스는 '어떤 클래스에 속하는 특정 사례'라는 뜻으로 관계를 나타낸다.
- ex) '딸'=관계를 나타내는 단어
'여자아이'=독립된 개념

클래스(class)

클래스

- 클래스 속성과 메서드
 - 클래스 전체에 영향을 미치는 속성과 메서드
 - 클래스 및 인스턴스를 통해 호출

인스턴스

- 인스턴스 속성과 메서드
 - 클래스에서 만들어진 각 인스턴스가 가진 속성과 그 인스턴스에만 영향을 미치는 메서드
 - 인스턴스를 통해 호출

클래스(class)-인스턴스

인스턴스 속성과 메서드 정의

- 계수기의 상태
 - 지금까지 센 개수
 - 세는 물건의 이름
- 계수기의 행위
 - 개수를 증가
 - 개수를 초기화

클래스(class)-인스턴스

인스턴스 속성과 메서드 정의

class 클래스명:

def 인스턴스 메서드명(self, 매개변수):

self.인스턴스 속성명 = 값
수행문

인스턴스명 = 클래스명()

인스턴스명.속성 or 메서드()

클래스(class)-인스턴스

self?

- 관습적으로 사용되는 메서드의 첫 번째 매개변수 이름
- 메서드의 첫 번째 매개변수에 객체 자신을 넘긴다.
- 여러 인스턴스에서 인스턴스변수에 접근하기 위해서는 어떤 인스턴스인지 알아야 함

클래스(class)-인스턴스

인스턴스명 = 클래스명()

- 클래스명()을 호출하면 인스턴스가 생성되어 인스턴스명에 할당

인스턴스명.속성 or 메서드()

- 인스턴스에 있는 속성(클래스, 인스턴스), 메서드에 접근하거나 호출한다

클래스(class)-인스턴스

isinstance(인스턴스, 클래스)

—객체의 자료형을 판단시 사용

```
1  class Value:
2      pass
3
4
5  test = Value()
6  print(isinstance(test, Value))
7  num = 23
8  print(isinstance(num, int))
```

True
True

클래스(class)-인스턴스

계수기 만들기

```
1 class Counter:
2     def set_count(self, count=0):
3         self.count = count
4
5     def set_name(self, name):
6         self.name = name
7
8     def add(self, number=1):
9         self.counter += number
10
11    def reset(self):
12        self.counter = 0
13
14    def print_name(self):
15        print(self.name)
16
17    def print_count(self):
18        print(self.count)
```

```
21 sparrow_counter = Counter()
22 sparrow_counter.set_count()
23 sparrow_counter.set_name("참새")
24 sparrow_counter.add(4)
25 sparrow_counter.print_name()
26 sparrow_counter.print_count()
27
```



```
참새
4
```

클래스(class)-인스턴스

오류

—프로그래머가 깜빡함

```
21 sparrow_counter = Counter()  
22 # sparrow_counter.set_count()  
23 # sparrow_counter.set_name("참새")  
24 sparrow_counter.add(4)  
25 sparrow_counter.print_name()  
26 sparrow_counter.print_count()
```

```
Traceback (most recent call last):  
  File "Counter_Early.py", line 24, in <module>  
    sparrow_counter.add(4)  
  File "Counter_Early.py", line 9, in add  
    self.count += number  
AttributeError: 'Counter' object has no attribute 'count'
```


함수-특별한 이름-review

-와 __사용

- 두 언더스코어(__)로 시작하고 끝나는 함수
- 마술 메서드(maginc method), 특별 메서드라고 한다.
- 스티브홀던
 - 던더(double under->dunder) 메서드
- 파이썬에서 미리 정의된 함수로 이를 통해 사용자 객체를 만들 때, 기본적인 객체연산이 가능하도록 한다.
- ex) `__getitem__()`

클래스(class)-초기화

`__init__`

- initialize(초기화하다)를 줄여서 붙여짐
- 생성자(클래스를 인스턴스화 할 때, 호출되는 메서드, `__new__`)에 의해 인스턴스가 만들어진 후 호출된다.
- 이를 통해 인스턴스의 변수를 인스턴스화 할 때 명시적으로 초기화하게 할 수 있다.

클래스(class)-초기화

`__init__`

```
1  class Counter:
2      def __init__(self, name, count=0):
3          self.name = name
4          self.count = count
5
6      def add(self, number=1):
7          self.count += number
8
9      def reset(self):
10         self.count = 0
11
12     def print_name(self):
13         print(self.name)
14
15     def print_count(self):
16         print(self.count)
```

```
19  sparrow_counter = Counter("참새")
20  sparrow_counter.print_name()
21  sparrow_counter.print_count()
22  sparrow_counter.add()
23  sparrow_counter.print_count()
```

참새
0
1

클래스(class)-초기화

`__init__`

—변수 할당을 잊어버리는 것 방지

```
20 sparrow_counter = Counter()
21 sparrow_counter.print_name()
22 sparrow_counter.print_count()
23 sparrow_counter.add()
24 sparrow_counter.print_count()
```

```
Traceback (most recent call last):
  File "Counter_init.py", line 20, in <module>
    sparrow_counter = Counter()
TypeError: __init__() missing 1 required positional argument: 'name'
```

클래스(class)-클래스

클래스속성과 메서드

—클래스속성

- 클래스라는 자료형의 정보가 정의되는 시점에 같은 메모리에 할당되는 속성
- 클래스의 모든 인스턴스가 공유하는 속성

—클래스 메서드

- 클래스를 매개변수로 받는 메서드
- 클래스와 인스턴스 양쪽에서 사용할 수 있다.

클래스(class)-클래스

클래스속성과 메서드 정의

class 클래스명:

클래스 속성명 = 값

@classmethod

def 클래스 메서드(cls, 매개변수):

수행문

※ cls는 class를 받는 변수로, 관례적으로 사용한다.

데코레이터

데코레이터(@)

- 사용자가 작성한 함수에, 미리 정의된 함수의 사용법을 추가하는 것
- @classmethod는 그 아래에 있는 메서드의 첫번째 매개변수에 인스턴스 대신 클래스를 받도록 만든다
- 더 자세한 내용은 (심화)제너레이터, 이터레이터, 데코레이터에서 다룬다

클래스(class)-클래스

클래스속성과 메서드 정의

```
1  class Counter:
2      count_num = 0
3
4      def __init__(self, name, count=0):
5          self.name = name
6          self.count = count
7
8      @classmethod
9      def print_class_num(cls):
10         print(cls.count_num)
11
12     def print_instance_num(self):
13         print(self.count_num)
14
15
17  print("계수기 클래스 속성 값: %d" % Counter.count_num)
18  sparrow_counter = Counter("참새")
19  # 클래스 메서드는 인스턴스에서 사용가능
20  sparrow_counter.print_class_num()
21  sparrow_counter.print_instance_num()
22  print("계수기 클래스 속성 값: %d" % Counter.count_num)
23  print("참새 계수기 인스턴스 값: %d" % sparrow_counter.count_num)
24  sparrow_counter.print_instance_num()
25  print("참새 계수기 인스턴스 값: %d" % sparrow_counter.count_num)
```

```
계수기 클래스 속성 값: 0
0
0
계수기 클래스 속성 값: 0
참새 계수기 인스턴스 값: 1
1
참새 계수기 인스턴스 값: 2
```


함수-네임스페이스와 스코프 -review

네임스페이스와 스코프

- 네임스페이스(Name space, 이름공간)
파이썬내의 대응표를 이렇게 부른다.
- 변수의 스코프(scope, 범위)
변수의 이름으로 그 변수가 가리키는 값을 찾을 수 있는 영역의 범위

클래스(class)-클래스

클래스/인스턴스 속성

- 스코프
 - 클래스가 인스턴스보다 상위에 있어 인스턴스에 없을 경우 클래스 속성을 사용
 - 인스턴스로 접근해 속성 할당시 인스턴스 속성이 된다.

클래스/인스턴스 메서드 사용

- 클래스
 - 클래스 메서드는 사용 가능하나, 인스턴스 메서드는 인스턴스를 받는 self에 넘겨줄 값이 없어 사용이 불가능하다.
- 인스턴스
 - 클래스 메서드나 인스턴스 메서드 둘 다 사용가능

클래스(class)-클래스

클래스/인스턴스 속성과 메서드

```
class Counter:
    count_num = 0

    def __init__(self, name, count=0):
        self.name = name
        self.count = count

    @classmethod
    def print_class_num(cls):
        print(cls.count_num)

    def print_instance_num(self):
        print(self.count_num)
```

0

2

인스턴스 값: 5

클래스 값: 2

5

Traceback (most recent call last):

File "Counter_class_instance.py", line 26, in <module>

Counter.print_instance_num()

TypeError: print_instance_num() missing 1 required positional argument: 'self'

16 Counter.print_class_num()

17 Counter.count_num = 2

18 Counter.print_class_num()

19

20 sparrow_counter = Counter("참새")

21 sparrow_counter.count_num = 5

22 print("인스턴스 값: %d" % sparrow_counter.count_num)

23 print("클래스 값: %d" % Counter.count_num)

24 sparrow_counter.print_instance_num()

25

26 Counter.print_instance_num()

클래스(class)-클래스

클래스 변수와 메서드

—계수기가 몇 개 만들어졌는지 기억한다.

```
1 class Counter:
2     counter_count = 0
3
4     def __init__(self, name, count=0):
5         self.name = name
6         self.count = count
7         self.add_counter()
8
9     @classmethod
10    def add_counter(cls):
11        cls.counter_count += 1
12
13    @classmethod
14    def print_counter_count(cls):
15        print("현재 계수기 개수: %d" % cls.counter_count)
16
17    def add(self, number=1):
18        self.count += number
19
20    def reset(self):
21        self.count = 0
22
23    def print_name(self):
24        print(self.name)
25
26    def print_count(self):
27        print(self.count)
```

```
30    sparrow_counter = Counter("참새")
31    sparrow_counter.print_counter_count()
32    pigeon_counter = Counter("비둘기")
33    pigeon_counter.print_counter_count()
```

```
현재 계수기 개수: 1
현재 계수기 개수: 2
```

클래스(class)-클래스

클래스 변수와 메서드

- 인스턴스가 삭제될 때, 필요한 작업을 하고 싶다.

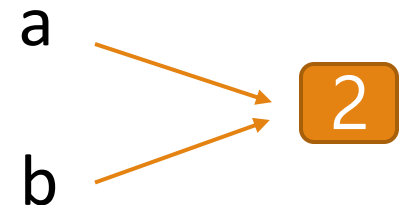
변수의 소멸-review

변수의 소멸

- del(변수)
- 변수를 제거하는 것

Garbage Collection(GC)

- 사용되지 않는 메모리 영역을 해제
- CPython에서는 레퍼런스 카운트(reference count)를 사용.
- 레퍼런스 카운트(참조 수)가 0이 되면 메모리 영역을 해제



클래스(class)-finalizer

`__del__`

- 인스턴스가 파괴(메모리에서 해제)되기 직전에 호출
- 즉, 레퍼런스 카운트가 0이 될 때 호출
- Finalizer라 불리나 적당한 번역이 없다.

클래스(class)-finalizer

`__del__`

```
9     def __del__(self):
10         self.del_counter()
11
12     @classmethod
13     def add_counter(cls):
14         cls.counter_count += 1
15
16     @classmethod
17     def del_counter(cls):
18         cls.counter_count -= 1
```

```
37     sparrow_counter = Counter("참새")
38     sparrow_counter.print_counter_count()
39     pigeon_counter = Counter("비둘기")
40     pigeon_counter.print_counter_count()
41     del(pigeon_counter)
42     Counter.print_counter_count()
```

```
현재 계수기 개수: 1
현재 계수기 개수: 2
현재 계수기 개수: 1
```


클래스(class)-상속



상속?

- Inheritance(상속)은 물려준다는 뜻이다.
- 클래스에서 상속은 속성과 메서드를 물려주는 것
- 부모클래스(기반 클래스(Base Class), 슈퍼 클래스)
 - 속성과 메서드를 주는 클래스
- 자식클래스(파생 클래스(Derived Class), 서브 클래스)
 - 부모클래스에서 속성과 메서드를 받는 클래스
- 동등한 관계일 때 사용(is-a 관계)
 - ex) 오리는 조류(오리 is a 조류)

클래스(class)-상속

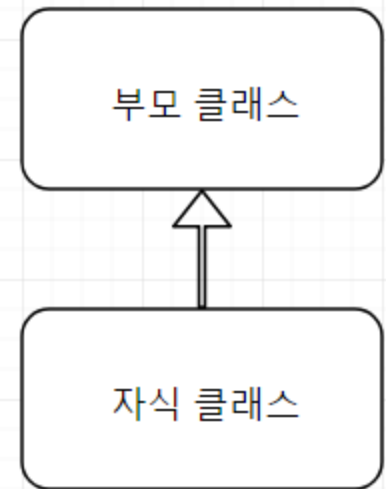
상속 클래스 정의

class 부모클래스명:

#내부 구현

class 자식클래스명(부모클래스명):

#내부 구현



클래스(class)-상속

상속 클래스 정의

```
1  class Parent:
2      def parent_method(self):
3          print("부모 클래스 메서드")
4
5
6  class Child(Parent):
7      pass
8
9
10 parent = Parent()
11 parent.parent_method()
12
13 child = Child()
14 child.parent_method()
```

부모 클래스 메서드
부모 클래스 메서드

클래스(class)-상속

속성도 같이 물려받기

```
1 class Parent:
2     def __init__(self):
3         print("Parent 초기화")
4         self.attribute = "test"
5
6     def parent_method(self):
7         print("속성값: %s" % self.attribute)
8
9
10 class Child(Parent):
11     def __init__(self):
12         print("Child 초기화")
13
14
15 child = Child()
16 child.parent_method()
```

```
Child 초기화
Traceback (most recent call last):
  File "inheritance.py", line 16, in <module>
    child.parent_method()
  File "inheritance.py", line 7, in parent_method
    print("속성값: %s" % self.attribute)
AttributeError: 'Child' object has no attribute 'attribute'
```

클래스(class)-상속

속성도 같이 물려받기

—파이썬 철학:

"암묵적인 것보다는 명시적인 것이 좋다."

—명시적으로 부모클래스의 `__init__()`를 호출해야한다.

```
1  class Parent:
2      def __init__(self):
3          print("Parent 초기화")
4          self.attribute = "test"
5
6      def parent_method(self):
7          print("속성값: %s" % self.attribute)
8
9
10 class Child(Parent):
11     def __init__(self):
12         Parent.__init__(self)
13         print("Child 초기화")
14
15
16 child = Child()
17 child.parent_method()
```

```
Parent 초기화
Child 초기화
속성값: test
```

클래스(class)-상속

super()

- 부모 클래스의 이름을 변경하거나, 부모클래스를 변경할 때, 자식 클래스 내부를 전부 변경해야 한다.
- 이를 해결하기 위해 super()를 사용한다.
- 어떤 메소드여도 가능하다.

```
1 class Parent:
2     def __init__(self):
3         print("Parent 초기화")
4         self.attribute = "test"
5
6     def parent_method(self):
7         print("속성값: %s" % self.attribute)
8
9
10 class Child(Parent):
11     def __init__(self):
12         super().__init__()
13         print("Child 초기화")
14
15
16 child = Child()
17 child.parent_method()
```

```
Parent 초기화
Child 초기화
속성값: test
```

클래스(class) -메서드 오버라이딩

Method overriding

- Override: 무효로 하다. 우선하다.
- 객체지향 프로그래밍
부모 클래스에서 받은 메서드를 재정의한다.

```
1  class Character:
2      def __init__(self):
3          self.intelligence = 10
4          self.strength = 10
5
6      def attack(self):
7          print("공격력: %f" % (self.strength*0.5))
8
9
10 class Warrior(Character):
11     def __init__(self):
12         super().__init__()
13         self.additional_strength = 20
14
15     def attack(self):
16         print("추가 공격력: %f" % (self.additional_strength*0.5))
17
18
19 normal = Character()
20 normal.attack()
21 warrior = Warrior()
22 warrior.attack()
```

```
공격력 : 5.000000
추가 공격력 : 10.000000
```

클래스(class)

-메서드 오버라이딩

Method overriding

- super()를 통해 부모의 메서드를 가져올 수 있다.

```
1 class Character:
2     def __init__(self):
3         self.intelligence = 10
4         self.strength = 10
5
6     def attack(self):
7         print("공격력: %f" % (self.strength*0.5))
8
9
10 class Warrior(Character):
11     def __init__(self):
12         super().__init__()
13         self.additional_strength = 20
14
15     def attack(self):
16         super().attack()
17         print("추가 공격력: %f" % (self.additional_strength*0.5))
18
19
20 warrior = Warrior()
21 warrior.attack()
```

```
공격력: 5.000000
추가 공격력: 10.000000
```


클래스(class) -연산자 정의

사칙연산이나 비교연산을 정의

- 특별메서드를 사용한다
- 일부만 서술하였다.

특별메서드 명	사용 방식
<code>__add__(self, other)</code>	<code>self + other</code>
<code>__sub__(self, other)</code>	<code>self - other</code>
<code>__mul__(self, other)</code>	<code>self * other</code>
<code>__truediv__(self, other)</code>	<code>self / other</code>
<code>__eq__(self, other)</code>	<code>self == other</code>
<code>__ne__(self, other)</code>	<code>self != other</code>

클래스(class) -연산자 정의

사칙연산이나 비교연산을 정의

- 사용자 정의형에서도 사칙연산이나 비교가 가능

클래스(class)-포함

has-a 관계

- 포함을 컴포지션(composition), 어그리게이션(aggregation)이라고도 한다.
- 클래스끼리 비교할 때 속하지는 않지만, 가지는 경우
- 속성에 다른 클래스의 인스턴스를 넣어 관리
- ex) 오리-부리와 꼬리

클래스(class)-포함

has-a 관계 예시

—ex) 오리-부리와 꼬리

클래스(class)

-비공개 속성과 보호 속성

객체지향 프로그래밍

- 프로그램을 짤 때, 객체가 직접 다른 객체에 접근해서 속성을 변경하는 것은 좋지 않다.
- 메서드를 통해 속성이 변경되는 것이 좋다.
- Ex)npc에게서 물건을 살 때
- Alan Kay
 - 객체 지향이란 상태를 가진 객체가 메시지를 주고 받아서 커뮤니케이션하는 프로그램
 - 자세한 내용은 (심화)객체지향 프로그래밍에서 한다.

클래스(class)

-비공개 속성과 보호 속성

Privated(비공개)

Protected(보호)

클래스(class)

-비공개 속성과 보호 속성

name mangling(이름 장식)

클래스(class)

-비공개 속성과 보호 속성

Python에서 비공개 속성과 보호된 속성

- 안전장치일 뿐이다.
- 바꾸려면 다 바꿀 수 있다.
- 파이썬:
"우리 모두는 성인이라는 사실에 동의한다"
- 실수로 바꾸는 것을 막아줄 뿐,
의도적으로 수정하는 것은 막을 수 없다.

클래스(class)

-비공개 속성과 보호 속성

객체지향 프로그래밍

—하지만 python에서

Exception class의 이해

예외 클래스 만들기

상속시 반드시 함수 구현하기

점프투파이썬 232

기본과제-자판기6

○

- 물품 추가와 삭제
- 에러 처리
- 파일 오류시 에러 발생하기
 - 여러 오류 가능=입력이 잘못되었거나, 누군가 수정해서 지워졌거나 어떤 오류가 가능할지 고민
 - "1. 종료" "뽕을 물품을 골라주세요:"를 출력한다.

심화과제-자판기

물품을 클래스로 작성

심화과제-LCD display

문제

- 한 친구가 방금 새 컴퓨터를 샀다.
- 그 친구가 지금까지 샀던 가장 강력한 컴퓨터는 공학용 전자 계산기였다.
- 그런데 그 친구는 새 컴퓨터의 모니터보다 공학용 계산기에 있는 LCD 디스플레이가 더 좋다며 크게 실망하고 말았다.
- 그 친구를 만족시킬 수 있도록 숫자를 LCD 디스플레이 방식으로 출력하는 프로그램을 만들어보자.

심화과제-LCD display

입력

- 입력 파일은 여러 줄로 구성되며 표시될 각각의 숫자마다 한 줄씩 입력된다.
- 각 줄에는 s와 n이라는 두 개의 정수가 들어 있다.
- s는 숫자를 표시하는 크기($1 \leq s < 10$), n은 출력될 숫자($0 \leq n \leq 99,999,999$)를 의미한다.
- 0 이 두 개 입력되면 입력이 종료되고 프로그램을 끝낸다.

심화과제-LCD display

출력

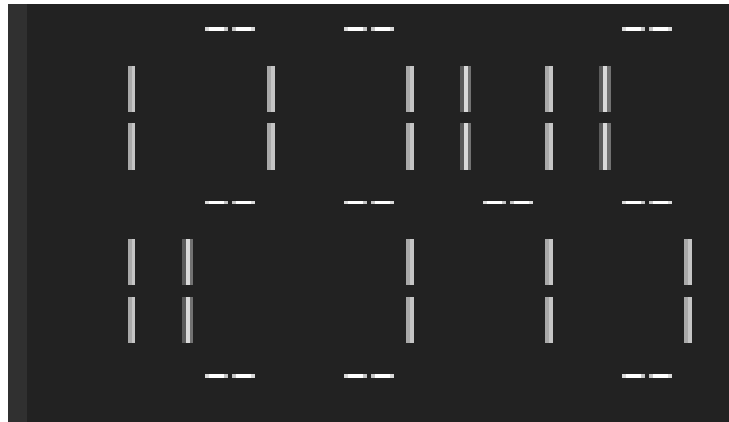
- 입력 파일에서 지정한 숫자를 수평 방향은 '-' 기호를, 수직 방향은 '|'를 이용해서 LCD 디스플레이 형태로 출력한다.
- 각 숫자는 정확하게 $s+2$ 개의 열, $2s+3$ 개의 행으로 구성된다.
- 마지막 숫자를 포함한 모든 숫자를 이루는 공백을 스페이스로 채워야 한다.
- 두 개의 숫자 사이에는 정확하게 한 열의 공백이 있어야 한다.

심화과제-LCD display

예시

—입력

2 12345

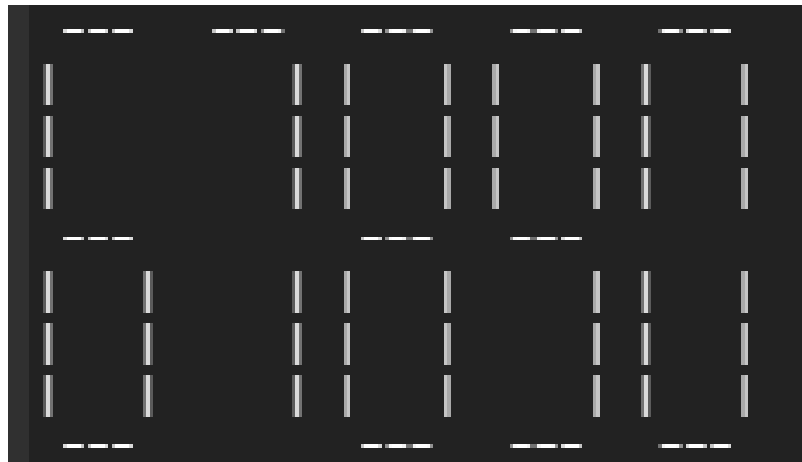


심화과제-LCD display

예시

—입력

3 67890



심화과제-LCD display

예시

—입력

0 0

출력 종료