Programación orientada a objetos

Ricardo Pérez López

IES Doñana, curso 2019/2020

Índice general

1. Introducción

1.1. Recapitulación

Recordemos lo que hemos aprendido hasta ahora:

- La **abstracción de datos** nos permite definir tipos de datos complejos llamados **tipos abstractos de datos** (*TAD*), que se representan únicamente mediante las **operaciones** que manipulan esos datos y con **independencia de su implementación**.
- Las funciones pueden tener **estado interno** usando funciones de orden superior y variables no locales.
- Una función puede representar un dato.
- Un dato puede tener estado interno usando el estado interno de la función que lo representa.

Además:

- El **paso de mensajes** agrupa las operaciones que actúan sobre ese dato dentro de una función que responde a diferentes mensajes **despachando** a otras funciones dependiendo del mensaje recibido.
- La función que representa al dato **encapsula su estado interno junto con las operaciones** que lo manipulan en *una sola unidad sintáctica* que oculta sus detalles de implementación.

En conclusión:

> Una función, por tanto, puede implementar un tipo abstracto de datos.

1.2. La metáfora del objeto

Al principio, distinguíamos entre funciones y datos: las funciones realizan operaciones sobre los datos y éstos esperan pasivamente a que se opere con ellos.

Cuando empezamos a representar a los datos con funciones, vimos que los datos también pueden encapsular **comportamiento**.

Esos datos ahora representan información, pero también **se comportan** como las cosas que representan.

Por tanto, los datos ahora saben cómo reaccionar ante los mensajes que reciben cuando las demás partes del programa les envían mensajes.

Esta forma de ver a los datos como objetos activos que se relacionan entre sí y que son capaces de reaccionar y cambiar su estado interno en función de los mensajes que reciben, da lugar a todo un nuevo paradigma de programación llamado **orientación a objetos** o **programación orientada a objetos**.

Definición:

La **programación orientada a objetos** es un paradigma de programación en el que los programas son vistos como formados por entidades llamadas **objetos** que recuerdan su propio **estado interno** y que se comunican entre sí mediante el **paso de mensajes** que se intercambian con la finalidad de:

cambiar sus estados internos,
compartir información y
solicitar a otros objetos el procesamiento de dicha información.

La **programación orientada a objetos** (también llamada **OOP**, del inglés *Object-Oriented Programming*) es un método para organizar programas que reúne muchas de las ideas vistas hasta ahora.

Al igual que las funciones en la abstracción de datos, los objetos imponen barreras de abstracción entre el uso y la implementación de los datos.

Al igual que los diccionarios y funciones de despacho, los objetos responden a peticiones que otros objetos le hacen en forma de mensajes para que se comporte de determinada manera.

Los objetos tienen un estado interno local al que no se puede acceder directamente desde el entorno global, sino que debe hacerse por medio de las operaciones que proporciona el objeto.

A efectos prácticos, por tanto, los objetos son datos abstractos.

El sistema de objetos de Python proporciona una sintaxis cómoda para promover el uso de estas técnicas de organización de programas.

Gran parte de esta sintaxis se comparte entre otros lenguajes de programación orientados a objetos.

Ese sistema de objetos ofrece algo más que simple comodidad:

- Proporciona una nueva metáfora para diseñar programas en los que varios agentes independientes interactúan dentro del ordenador.
- Cada objeto agrupa el estado local y el comportamiento de una manera que abstrae la complejidad de ambos.
- Los objetos se comunican entre sí y se obtienen resultados útiles como consecuencia de su interacción.
- Los objetos no sólo transmiten mensajes, sino que también comparten el comportamiento entre otros objetos del mismo tipo y heredan características de otros tipos relacionados.

El paradigma de la programación orientada a objetos tiene su propio vocabulario que apoya la metáfora del objeto.

1.3. Perspectiva histórica

1.4. Lenguajes orientados a objetos

2. Conceptos básicos

2.1. Clase

Una **clase** es una construcción sintáctica que los lenguajes de programación orientados a objetos proporcionan como *azúcar sintáctico* para **implementar tipos abstractos de datos** de una forma cómoda y directa sin necesidad de usar funciones de orden superior, estado local o diccionarios de despacho.

> En programación orientada a objetos:
>
> Se habla siempre de **clases** y no de *tipos abstractos de datos*.
>
> Una **clase** es la **implementación de un tipo abstracto de datos**.
>
> Las clases definen **tipos de datos** de pleno derecho en el lenguaje de programación.

Recordemos el ejemplo del tema anterior en el que implementamos el tipo abstracto de datos **Depósito** mediante la siguiente **función**:

```
def deposito(fondos):
    def retirar(cantidad):
        nonlocal fondos
        if cantidad > fondos:
            return 'Fondos insuficientes'
        fondos -= cantidad
        return fondos

    def ingresar(cantidad):
        nonlocal fondos
        fondos += cantidad
        return fondos

    def saldo():
        return fondos

    def despacho(mensaje):
        if mensaje == 'retirar':
            return retirar
        elif mensaje == 'ingresar':
            return ingresar
        elif mensaje == 'saldo':
            return saldo
        else:
            raise ValueError('Mensaje incorrecto')
```

```
    return despacho
```

Ese mismo TAD se puede implementar como una **clase** de la siguiente forma:

```
class Deposito:
    def __init__(self, fondos):
        self.fondos = fondos

    def retirar(self, cantidad):
        if cantidad > self.fondos:
            return 'Fondos insuficientes'
        self.fondos -= cantidad
        return self.fondos

    def ingresar(self, cantidad):
        self.fondos += cantidad
        return self.fondos

    def saldo(self):
        return self.fondos
```

Más tarde estudiaremos los detalles técnicos que diferencian ambas implementaciones, pero ya apreciamos que por cada operación sigue habiendo una función (aquí llamada **método**), que desaparece la función `despacho` y que aparece una extraña función `__init__`.

La definición de una clase es una estructura sintáctica que crea su propio ámbito y que está formada por una secuencia de sentencias que se ejecutarán cuando la ejecución del programa alcance dicha definición:

```
class ⟨nombre⟩:
    ⟨sentencia⟩+
```

Todas las definiciones que se hagan dentro de la clase serán **locales** a ella, al encontrarse dentro del ámbito de dicha clase.

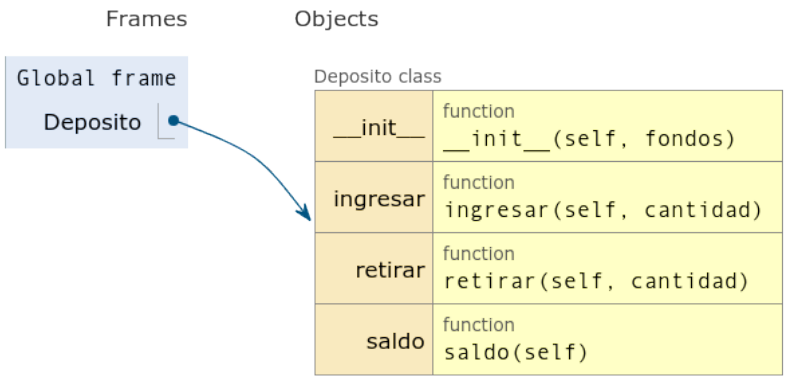
Por ello, las funciones definidas dentro de una clase pertenecen a dicha clase.

Por ejemplo, las funciones `__init__`, `retirar`, `ingresar` y `saldo` son locales a la clase `Deposito` y sólo existen dentro de ella.

Las funciones definidas dentro de una clase se denominan **métodos**.

Si ejecutamos la anterior definición en el Pythontutor, observaremos que se crea en memoria una estructura similar al diccionario de despacho que creábamos antes a mano, y que asocia el nombre de cara operación con la función (el método) correspondiente.

Esa estructura se liga al nombre de la clase en el marco del ámbito donde se haya declarado dicha clase (normalmente será el marco global).



La clase `Deposito` en memoria

2.2. Objeto

Un **objeto** representa un **dato abstracto** de la misma manera que una *clase* representa un *tipo abstracto de datos*.

Es decir: un objeto es un caso particular de una clase, motivo por el que también se le denomina **instancia de una clase**.

Un objeto es **un dato que pertenece al tipo definido por la clase** de la que es instancia.

También se puede decir que «**el objeto *pertenece* a la clase**» aunque sea más correcto decir que «**es *instancia* de la clase**».

El proceso de crear un objeto a partir de una clase se denomina **instanciar la clase** o **instanciación**.

En un lenguaje orientado a objetos *puro*, todos los datos que manipula el programa son objetos y, por tanto, instancias de alguna clase.

Existen lenguajes orientados a objetos *impuros* o *híbridos* en los que coexisten objetos con otros datos que no son instancias de clases.

Python es considerado un lenguaje orientado a objetos **puro**, ya que en Python todos los datos son objetos.

Por ejemplo, en Python:

- El tipo `int` es una clase.
- El entero `5` es un objeto, instancia de la clase `int`.

Java es un lenguaje orientado a objetos **impuro**, ya que un programa Java manipula objetos pero también manipula otros datos llamados *primitivos*, que no son instancias de ninguna clase sino que pertenecen a un *tipo primitivo* del lenguaje.

Por ejemplo, en Java:

- El tipo `String` es una clase, por lo que la cadena `"Hola"` es un objeto, instancia de la clase `String`.
- El tipo `int` es un tipo primitivo del lenguaje, por lo que el número `5` no es ningún objeto, sino un dato primitivo.

Las clases, por tanto, son como *plantillas* para crear objetos con el mismo comportamiento y (posiblemente) la misma estructura interna.

En Python podemos instanciar una clase (creando así un nuevo objeto) llamando a la clase como si fuera una función, del mismo modo que hacíamos con la implementación funcional que hemos estado usando hasta ahora:

```
>>> dep = Deposito(100)
>>> dep
<__main__.Deposito object at 0x7fba5a16d978>
```

Para saber la clase a la que pertenece el objeto, se usa la función `type` (recordemos que en Python todos los tipos son clases):

```
>>> type(dep)
<class '__main__.Deposito'>
```

Se nos muestra que la clase del objeto `dep` es `__main__.Deposito`, que representa la clase `Deposito` definida en el módulo `__main__`.

2.2.1. La antisimetría dato-objeto

Se da una curiosa contra-analogía entre los conceptos de dato y objeto:

- Los objetos ocultan sus datos detrás de abstracciones y exponen las funciones que operan con esos datos.
- Las estructuras de datos exponen sus datos y no contienen funciones significativas.

Son definiciones virtualmente opuestas y complementarias.

2.3. Identidad

2.4. Estado

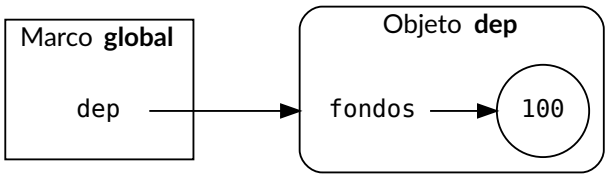
2.5. Atributos

Las variables de estado que almacenan el estado interno del objeto se denominan, en terminología orientada a objetos, **atributos**, **campos** o **propiedades** del objeto.

Los atributos se implementan como *variables locales* al objeto.

Cada vez que se crea un objeto, se le asocia una zona de memoria que almacena los atributos del mismo de forma similar a un *marco*.

Pero es importante entender que **los objetos no son marcos**. Entre otras cosas, los marcos se almacenan en la pila, mientras que los objetos residen en el *montículo*.



Objeto `dep` y su atributo `fondos`

Con Pythontutor podemos observar las estructuras que se forman al declarar la clase y al instanciar dicha clase en un nuevo objeto:

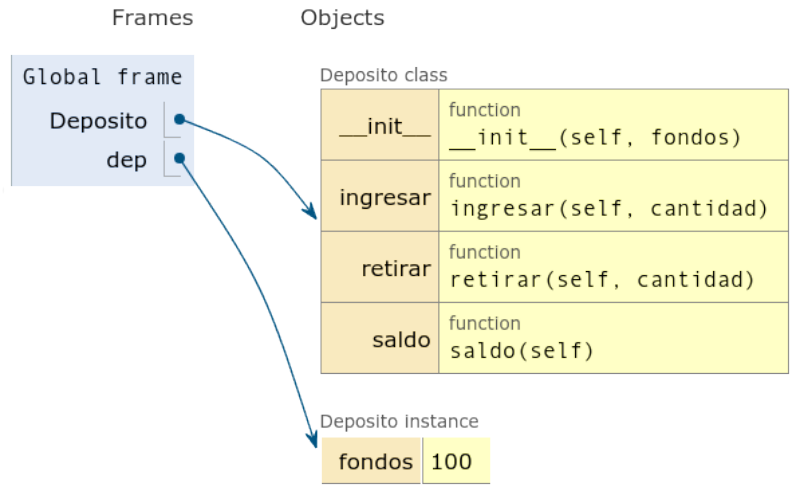
```
class Deposito:
    def __init__(self, fondos):
        self.fondos = fondos

    def retirar(self, cantidad):
        if cantidad > self.fondos:
            return 'Fondos insuficientes'
        self.fondos -= cantidad
        return self.fondos

    def ingresar(self, cantidad):
        self.fondos += cantidad
        return self.fondos

    def saldo(self):
        return self.fondos

dep = Deposito(100)
```



La clase `Deposito` y el objeto `dep` en memoria

En Python es posible acceder directamente al estado interno de un objeto (o, lo que es lo mismo, al valor de sus atributos), cosa que, en principio, podría considerarse una violación del principio de ocultación de información y del concepto mismo de abstracción de datos.

Incluso es posible cambiar directamente el valor de un atributo desde fuera del objeto, o crear atributos nuevos dinámicamente.

Todo esto puede resultar chocante para un programador de otros lenguajes, pero en la práctica resulta útil al programador por la naturaleza dinámica del lenguaje Python y por el estilo de programación que promueve.

En Python, la única forma de acceder a un atributo de un objeto es usando la *notación punto*:

objeto`.`*atributo*

Por ejemplo, para acceder al atributo `fondos` de un objeto `dep` de la clase `Deposito`, se usaría la expresión `dep.fondos`:

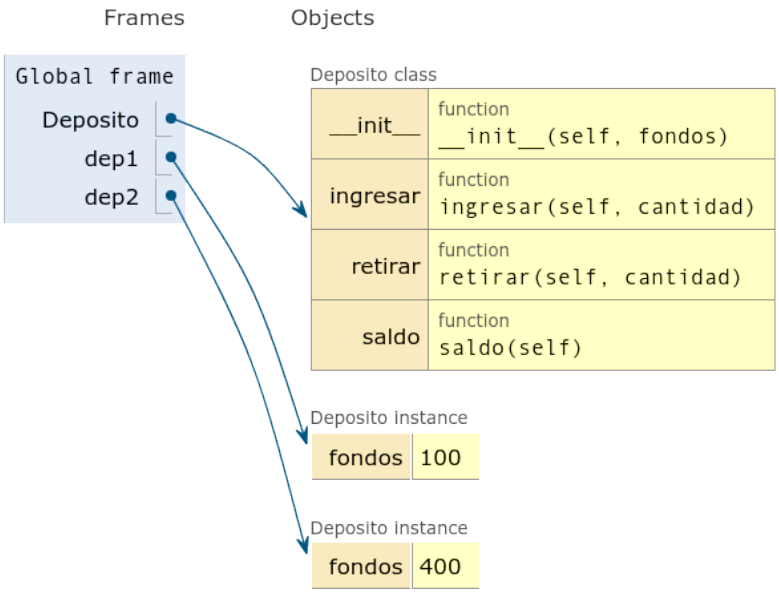
```
>>> dep = Deposito(100)
>>> dep.fondos
100
```

Y podemos cambiar el valor del atributo mediante asignación (cosa que, en general, no resultaría aconsejable):

```
>>> dep.fondos = 400
>>> dep.fondos
400
```

Por supuesto, dos objetos distintos pueden tener valores distintos en sus atributos:

```
>>> dep1 = Deposito(100)
>>> dep2 = Deposito(400)
>>> dep1.fondos          # el atributo fondos del objeto dep1 vale 100
100
>>> dep2.fondos          # el mismo atributo en el objeto dep2 vale 400
400
```



La clase `Deposito` y los objetos `dep1` y `dep2` en memoria

Como cualquier variable en Python, un atributo empieza a existir en el momento en el que se le asigna un valor:

```
>>> dep.otro
Traceback (most recent call last):
File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: 'Deposito' object has no attribute 'otro'
>>> dep.otro = 'hola'
>>> dep.otro
'hola
```

Por tanto, en Python los atributos de un objeto se crean en tiempo de ejecución mediante una simple asignación.

Este comportamiento contrasta con el de otros lenguajes de programación, como por ejemplo en Java, donde los atributos de un objeto vienen determinados de antemano por la clase a la que pertenece y siempre son los mismos.

Es decir: en Java, dos objetos de la misma clase siempre tendrán los mismos atributos (aunque el mismo atributo puede tener valores distintos en ambos objetos, naturalmente).

El comportamiento dinámico de Python a la hora de crear atributos permite resultados interesantes imposibles de conseguir en Java, como que dos objetos distintos de la misma clase puedan poseer distintos atributos:

```
>>> dep1 = Deposito(100)
>>> dep2 = Deposito(400)
>>> dep1.uno = 'hola'       # el atributo uno sólo existe en dep1
>>> dep2.otro = 'adiós'     # el atributo otro sólo existe en dep2
>>> dep1.uno
'hola'
>>> dep2.uno
Traceback (most recent call last):
File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: 'Deposito' object has no attribute 'uno'
>>> dep2.otro
'adiós'
>>> dep1.otro
>>> dep1.otro
Traceback (most recent call last):
File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: 'Deposito' object has no attribute 'otro'
```

Con Pythontutor podemos observar lo que ocurre al instanciar dos objetos y crear atributos distintos en cada objeto:

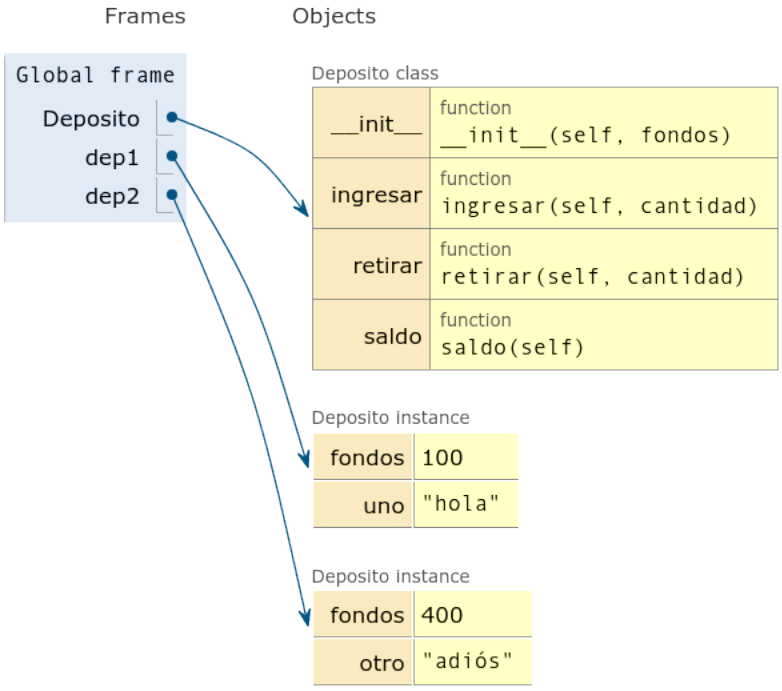
```
class Deposito:
    def __init__(self, fondos):
        self.fondos = fondos

    def retirar(self, cantidad):
        if cantidad > self.fondos:
            return 'Fondos insuficientes'
        self.fondos -= cantidad
        return self.fondos

    def ingresar(self, cantidad):
        self.fondos += cantidad
        return self.fondos

    def saldo(self):
        return self.fondos

dep1 = Deposito(100)
dep2 = Deposito(400)
dep1.uno = 'hola'
dep2.otro = 'adiós'
```



La clase `Deposito` y los objetos `dep1` y `dep2` con distintos atributos

Otro ejemplo: si tenemos el número complejo `4 + 3j`, podemos preguntar cuál es su parte real y su parte imaginaria (que son atributos del objeto):

```
>>> c = 4 + 3j
>>> c
(4+3j)
>>> c.real
4.0
>>> c.imag
3.0
```

Pero esos atributos no se pueden modificar directamente, ya que son de *sólo lectura*:

```
>>> c.real = 9.0
Traceback (most recent call last):
File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: readonly attribute
```

2.6. Paso de mensajes

El paso de mensajes se realiza ahora invocando