
Guide pour l'utilisation des descripteurs

Version 3.8.20

Guido van Rossum
and the Python development team

septembre 08, 2024

Python Software Foundation
Email : docs@python.org

Table des matières

1	Résumé	2
2	Définition et introduction	2
3	Protocole descripteur	2
4	Invocation des descripteurs	3
5	Exemple de descripteur	3
6	Propriétés	4
7	Fonctions et méthodes	6
8	Méthodes statiques et méthodes de classe	7

Auteur Raymond Hettinger

Contact <python at rcn dot com>

Sommaire

- *Guide pour l'utilisation des descripteurs*
 - *Résumé*
 - *Définition et introduction*
 - *Protocole descripteur*
 - *Invocation des descripteurs*
 - *Exemple de descripteur*
 - *Propriétés*
 - *Fonctions et méthodes*

1 Résumé

Définit les descripteurs, résume le protocole et montre comment les descripteurs sont appelés. Examine un descripteur personnalisé et plusieurs descripteurs Python intégrés, y compris les fonctions, les propriétés, les méthodes statiques et les méthodes de classe. Montre comment chacun fonctionne en donnant un équivalent Python pur et un exemple d'application.

L'apprentissage des descripteurs permet non seulement d'accéder à un ensemble d'outils plus vaste, mais aussi de mieux comprendre le fonctionnement de Python et d'apprécier l'élégance de sa conception.

2 Définition et introduction

En général, un descripteur est un attribut objet avec un "comportement contraignant", dont l'accès à l'attribut a été remplacé par des méthodes dans le protocole du descripteur. Ces méthodes sont : `__get__()`, `__set__()`, et `__delete__()`. Si l'une de ces méthodes est définie pour un objet, il s'agit d'un descripteur.

Le comportement par défaut pour l'accès aux attributs consiste à obtenir, définir ou supprimer l'attribut du dictionnaire d'un objet. Par exemple, `a.x` a une chaîne de recherche commençant par `a`. `__dict__['x']`, puis `type(a).__dict__['x']`, et continuant à travers les classes de base de `type(a)` à l'exclusion des sous-classes. Si la valeur recherchée est un objet définissant l'une des méthodes de descripteur, Python peut substituer le comportement par défaut et appeler à la place la méthode `Descriptor`. Lorsque cela se produit dans la chaîne de précedence dépend de quelles méthodes descripteur ont été définies.

Les descripteurs sont un protocole puissant et à usage général. Ils sont le mécanisme derrière les propriétés, les méthodes, les méthodes statiques, les méthodes de classes et `super()`. Ils sont utilisés dans tout Python lui-même pour implémenter les nouvelles classes de style introduites dans la version 2.2. Les descripteurs simplifient le code C sous-jacent et offrent un ensemble flexible de nouveaux outils pour les programmes Python quotidiens.

3 Protocole descripteur

```
descr.__get__(self, obj, type=None) -> value
descr.__set__(self, obj, value) -> None
descr.__delete__(self, obj) -> None
```

C'est tout ce qu'il y a à faire. Définissez n'importe laquelle de ces méthodes et un objet est considéré comme un descripteur et peut remplacer le comportement par défaut lorsqu'il est recherché comme un attribut.

Si un objet définit `__set__()` ou `__delete__()`, il est considéré comme un descripteur de données. Les descripteurs qui ne définissent que `__get__()` sont appelés descripteurs *non-data* (ils sont généralement utilisés pour des méthodes mais d'autres utilisations sont possibles).

Les descripteurs de données et les descripteurs *non-data* diffèrent dans la façon dont les dérogations sont calculées en ce qui concerne les entrées du dictionnaire d'une instance. Si le dictionnaire d'une instance comporte une entrée portant le même nom qu'un descripteur de données, le descripteur de données est prioritaire. Si le dictionnaire d'une instance comporte une entrée portant le même nom qu'un descripteur *non-data*, l'entrée du dictionnaire a la priorité.

Pour faire un descripteur de données en lecture seule, définissez à la fois `__get__()` et `__set__()` avec `__set__()` levant une erreur `AttributeError` quand il est appelé. Définir la méthode `__set__()` avec une exception élevant le caractère générique est suffisant pour en faire un descripteur de données.

4 Invocation des descripteurs

Un descripteur peut être appelé directement par son nom de méthode. Par exemple, `d.__get__(obj)`.

Alternativement, il est plus courant qu'un descripteur soit invoqué automatiquement lors de l'accès aux attributs. Par exemple, `obj.d` recherche `d` dans le dictionnaire de `obj`. Si `d` définit la méthode `__get__()`, alors `d.__get__(obj)` est invoqué selon les règles de priorité énumérées ci-dessous.

Les détails de l'invocation dépendent du fait que `obj` est un objet ou une classe.

Pour les objets, la machinerie est dans `object.__getattribute__()` qui transforme `b.x` en `type(b).__dict__['x'].__get__(b, type(b))`. L'implémentation fonctionne à travers une chaîne de priorité qui donne la priorité aux descripteurs de données sur les variables d'instance, la priorité aux variables d'instance sur les descripteurs *non-data*, et attribue la priorité la plus faible à `__getattr__()` si fourni. L'implémentation complète en C peut être trouvée dans `PyObject_GenericGetAttr()` dans `Objects/object.c`.

Pour les classes, la machinerie est dans `type.__getattribute__()` qui transforme `B.x` en `B.__dict__['x'].__get__(None, B)`. En Python pur, cela ressemble à :

```
def __getattribute__(self, key):
    "Emulate type_getattro() in Objects/typeobject.c"
    v = object.__getattribute__(self, key)
    if hasattr(v, '__get__'):
        return v.__get__(None, self)
    return v
```

Les points importants à retenir sont :

- les descripteurs sont appelés par la méthode `__getattribute__()`
- redéfinir `__getattribute__()` empêche les appels automatiques de descripteurs
- `objet.__getattribute__()` et `type.__getattribute__()` font différents appels à `__get__()`.
- les descripteurs de données remplacent toujours les dictionnaires d'instances.
- les descripteurs *non-data* peuvent être remplacés par des dictionnaires d'instance.

L'objet renvoyé par `super()` a également une méthode personnalisée `__getattribute__()` pour invoquer des descripteurs. La recherche d'attribut `super(B, obj).m` recherche dans `obj.__class__.__mro__` la classe qui suit immédiatement B, appelons la A, et renvoie `A.__dict__['m'].__get__(obj, B)`. Si ce n'est pas un descripteur, `m` est renvoyé inchangé. S'il n'est pas dans le dictionnaire, la recherche de `m` revient à une recherche utilisant `object.__getattribute__()`.

Les détails d'implémentation sont dans `super_getattro()` dans `Objects/typeobject.c` et un équivalent Python pur peut être trouvé dans [Guido's Tutorial](#).

Les détails ci-dessus montrent que le mécanisme des descripteurs est intégré dans les méthodes `__getattribute__()` pour `object`, `type` et `super()`. Les classes héritent de cette machinerie lorsqu'elles dérivent de `object` ou si elles ont une méta-classe fournissant des fonctionnalités similaires. De même, les classes peuvent désactiver l'appel de descripteurs en remplaçant `__getattribute__()`.

5 Exemple de descripteur

Le code suivant crée une classe dont les objets sont des descripteurs de données qui affichent un message pour chaque lecture ou écriture. Redéfinir `__getattribute__()` est une approche alternative qui pourrait le faire pour chaque attribut. Cependant, ce descripteur n'est utile que pour le suivi de quelques attributs choisis :

```
class RevealAccess(object):
    """A data descriptor that sets and returns values
    normally and prints a message logging their access.
```

(suite sur la page suivante)

```

"""

def __init__(self, initval=None, name='var'):
    self.val = initval
    self.name = name

def __get__(self, obj, objtype):
    print('Retrieving', self.name)
    return self.val

def __set__(self, obj, val):
    print('Updating', self.name)
    self.val = val

>>> class MyClass(object):
...     x = RevealAccess(10, 'var "x"')
...     y = 5
...
>>> m = MyClass()
>>> m.x
Retrieving var "x"
10
>>> m.x = 20
Updating var "x"
>>> m.x
Retrieving var "x"
20
>>> m.y
5

```

Le protocole est simple et offre des possibilités passionnantes. Plusieurs cas d'utilisation sont si courants qu'ils ont été regroupés en appels de fonction individuels. Les propriétés, les méthodes liées, les méthodes statiques et les méthodes de classe sont toutes basées sur le protocole du descripteur.

6 Propriétés

Appeler `property()` est une façon succincte de construire un descripteur de données qui déclenche des appels de fonction lors de l'accès à un attribut. Sa signature est :

```
property(fget=None, fset=None, fdel=None, doc=None) -> property attribute
```

La documentation montre une utilisation typique pour définir un attribut géré `x` :

```

class C(object):
    def getx(self): return self.__x
    def setx(self, value): self.__x = value
    def delx(self): del self.__x
    x = property(getx, setx, delx, "I'm the 'x' property.")

```

Pour voir comment `property()` est implémenté dans le protocole du descripteur, voici un équivalent Python pur :

```

class Property(object):
    "Emulate PyProperty_Type() in Objects/descrobject.c"

```

```

def __init__(self, fget=None, fset=None, fdel=None, doc=None):
    self.fget = fget
    self.fset = fset
    self.fdel = fdel
    if doc is None and fget is not None:
        doc = fget.__doc__
    self.__doc__ = doc

def __get__(self, obj, objtype=None):
    if obj is None:
        return self
    if self.fget is None:
        raise AttributeError("unreadable attribute")
    return self.fget(obj)

def __set__(self, obj, value):
    if self.fset is None:
        raise AttributeError("can't set attribute")
    self.fset(obj, value)

def __delete__(self, obj):
    if self.fdel is None:
        raise AttributeError("can't delete attribute")
    self.fdel(obj)

def getter(self, fget):
    return type(self)(fget, self.fset, self.fdel, self.__doc__)

def setter(self, fset):
    return type(self)(self.fget, fset, self.fdel, self.__doc__)

def deleter(self, fdel):
    return type(self)(self.fget, self.fset, fdel, self.__doc__)

```

La fonction native `property()` aide chaque fois qu'une interface utilisateur a accordé l'accès à un attribut et que des modifications ultérieures nécessitent l'intervention d'une méthode.

Par exemple, une classe de tableur peut donner accès à une valeur de cellule via `Cell('b10').value`. Les améliorations ultérieures du programme exigent que la cellule soit recalculée à chaque accès ; cependant, le programmeur ne veut pas affecter le code client existant accédant directement à l'attribut. La solution consiste à envelopper l'accès à l'attribut de valeur dans un descripteur de données de propriété :

```

class Cell(object):
    ...
    def getvalue(self):
        "Recalculate the cell before returning value"
        self.recalc()
        return self._value
    value = property(getvalue)

```

7 Fonctions et méthodes

Les fonctionnalités orientées objet de Python sont construites sur un environnement basé sur des fonctions. À l'aide de descripteurs *non-data*, les deux sont fusionnés de façon transparente.

Les dictionnaires de classes stockent les méthodes sous forme de fonctions. Dans une définition de classe, les méthodes sont écrites en utilisant `def` ou `lambda`, les outils habituels pour créer des fonctions. Les méthodes ne diffèrent des fonctions régulières que par le fait que le premier argument est réservé à l'instance de l'objet. Par convention Python, la référence de l'instance est appelée *self* mais peut être appelée *this* ou tout autre nom de variable.

Pour prendre en charge les appels de méthodes, les fonctions incluent la méthode `__get__()` pour lier les méthodes pendant l'accès aux attributs. Cela signifie que toutes les fonctions sont des descripteurs *non-data* qui renvoient des méthodes liées lorsqu'elles sont appelées depuis un objet. En Python pur, il fonctionne comme ceci :

```
class Function(object):
    . . .
    def __get__(self, obj, objtype=None):
        "Simulate func_descr_get() in Objects/funcobject.c"
        if obj is None:
            return self
        return types.MethodType(self, obj)
```

L'exécution de l'interpréteur montre comment le descripteur de fonction se comporte dans la pratique :

```
>>> class D(object):
...     def f(self, x):
...         return x
...
>>> d = D()

# Access through the class dictionary does not invoke __get__.
# It just returns the underlying function object.
>>> D.__dict__['f']
<function D.f at 0x00C45070>

# Dotted access from a class calls __get__() which just returns
# the underlying function unchanged.
>>> D.f
<function D.f at 0x00C45070>

# The function has a __qualname__ attribute to support introspection
>>> D.f.__qualname__
'D.f'

# Dotted access from an instance calls __get__() which returns the
# function wrapped in a bound method object
>>> d.f
<bound method D.f of <__main__.D object at 0x00B18C90>>

# Internally, the bound method stores the underlying function and
# the bound instance.
>>> d.f.__func__
<function D.f at 0x1012e5ae8>
>>> d.f.__self__
<__main__.D object at 0x1012e1f98>
```

8 Méthodes statiques et méthodes de classe

Les descripteurs *non-data* fournissent un mécanisme simple pour les variations des patrons habituels des fonctions de liaison dans les méthodes.

Pour résumer, les fonctions ont une méthode `__get__()` pour qu'elles puissent être converties en méthode lorsqu'on y accède comme attributs. Le descripteur *non-data* transforme un appel `obj.f(*args)` en `f(obj, *args)`. Appeler `klass.f(*args)` devient `f(*args)`.

Ce tableau résume le lien (*binding*) et ses deux variantes les plus utiles :

Transformation	Appelé depuis un Objet	Appelé depuis un Classe
fonction	<code>f(obj, *args)</code>	<code>f(*args)</code>
méthode statique	<code>f(*args)</code>	<code>f(*args)</code>
méthode de classe	<code>f(type(obj), *args)</code>	<code>f(klass, *args)</code>

Les méthodes statiques renvoient la fonction sous-jacente sans modifications. Appeler `c.f` ou `C.f` est l'équivalent d'une recherche directe dans `objet.__getattr__(c, "f")` ou `objet.__getattr__(C, "f")`. Par conséquent, la fonction devient accessible de manière identique à partir d'un objet ou d'une classe.

Les bonnes candidates pour être méthode statique sont des méthodes qui ne font pas référence à la variable `self`.

Par exemple, un paquet traitant de statistiques peut inclure une classe qui est un conteneur pour des données expérimentales. La classe fournit les méthodes normales pour calculer la moyenne, la médiane et d'autres statistiques descriptives qui dépendent des données. Cependant, il peut y avoir des fonctions utiles qui sont conceptuellement liées mais qui ne dépendent pas des données. Par exemple, `erf(x)` est une routine de conversion pratique qui apparaît dans le travail statistique mais qui ne dépend pas directement d'un ensemble de données particulier. Elle peut être appelée à partir d'un objet ou de la classe : `s.erf(1.5) --> .9332` ou `Sample.erf(1.5) --> .9332`.

Depuis que les méthodes statiques renvoient la fonction sous-jacente sans changement, les exemples d'appels ne sont pas excitants :

```
>>> class E(object):
...     def f(x):
...         print(x)
...     f = staticmethod(f)
...
>>> E.f(3)
3
>>> E().f(3)
3
```

En utilisant le protocole de descripteur *non-data*, une version Python pure de `staticmethod()` ressemblerait à ceci :

```
class StaticMethod(object):
    "Emulate PyStaticMethod_Type() in Objects/funcobject.c"

    def __init__(self, f):
        self.f = f

    def __get__(self, obj, objtype=None):
        return self.f
```

Contrairement aux méthodes statiques, les méthodes de classe préchargent la référence de classe dans la liste d'arguments avant d'appeler la fonction. Ce format est le même que l'appelant soit un objet ou une classe :

```

>>> class E(object):
...     def f(klass, x):
...         return klass.__name__, x
...     f = classmethod(f)
...
>>> print(E.f(3))
('E', 3)
>>> print(E().f(3))
('E', 3)

```

Ce comportement est utile lorsque la fonction n'a besoin que d'une référence de classe et ne se soucie pas des données sous-jacentes. Une des utilisations des méthodes de classe est de créer d'autres constructeurs de classe. En Python 2.3, la méthode de classe `dict.fromkeys()` crée un nouveau dictionnaire à partir d'une liste de clés. L'équivalent Python pur est :

```

class Dict(object):
    . . .
    def fromkeys(klass, iterable, value=None):
        "Emulate dict_fromkeys() in Objects/dictobject.c"
        d = klass()
        for key in iterable:
            d[key] = value
        return d
    fromkeys = classmethod(fromkeys)

```

Maintenant un nouveau dictionnaire de clés uniques peut être construit comme ceci :

```

>>> Dict.fromkeys('abracadabra')
{'a': None, 'r': None, 'b': None, 'c': None, 'd': None}

```

En utilisant le protocole de descripteur *non-data*, une version Python pure de `classmethod()` ressemblerait à ceci :

```

class ClassMethod(object):
    "Emulate PyClassMethod_Type() in Objects/funcobject.c"

    def __init__(self, f):
        self.f = f

    def __get__(self, obj, klass=None):
        if klass is None:
            klass = type(obj)
        def newfunc(*args):
            return self.f(klass, *args)
        return newfunc

```