
ソート HOW TO

リリース 3.10.15

Guido van Rossum
and the Python development team

9月 09, 2024

目次

1	ソートの基本	2
2	Key 関数	2
3	operator モジュール関数	3
4	昇順と降順	4
5	ソートの安定性と複合的なソート	4
6	デコレータ-ソート-アンデコレータを利用した古いやり方	5
7	cmp パラメータを利用した古い方法	5
8	残りいくつかとまとめ	7

著者 Andrew Dalke and Raymond Hettinger

リリース 0.1

Python のリストにはリストをインプレースに変更する、組み込みメソッド `list.sort()` があります。他にもイテラブルからソートしたリストを作成する組み込み関数 `sorted()` があります。

このドキュメントでは Python を使った様々なソートのテクニックを探索します。

1 ソートの基本

単純な昇順のソートはとても簡単です: `sorted()` 関数を呼ぶだけです。そうすれば、新たにソートされたリストが返されます:

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

`list.sort()` メソッドを呼びだしても同じことができます。この方法はリストをインプレースに変更します (そして `sorted` との混乱を避けるため `None` を返します)。多くの場合、こちらの方法は `sorted()` と比べると不便です - ただし、元々のリストが不要な場合には、わずかですがより効率的です。

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

違いは他にもあります、`list.sort()` メソッドはリストにのみ定義されています。一方 `sorted()` 関数は任意のイテラブルを受け付けます。

```
>>> sorted({1: 'D', 2: 'B', 3: 'B', 4: 'E', 5: 'A'})
[1, 2, 3, 4, 5]
```

2 Key 関数

`list.sort()` と `sorted()` には `key` パラメータがあります。これは比較を行う前にリストの各要素に対して呼び出される関数 (または呼び出し可能オブジェクト) を指定するパラメータです。

例えば、大文字小文字を区別しない文字列比較の例:

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

`key` パラメータの値は関数または呼び出し可能オブジェクトであって、単一の引数を取り、ソートに利用されるキー値を返すものでなければいけません。この制約によりソートを高速に行えます、キー関数は各入力レコードに対してきっちり一回だけ呼び出されるからです。

よくある利用パターンはいくつかの要素から成る対象をインデックスのどれかをキーとしてソートすることです。例えば:

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

同じテクニックは名前づけされた属性 (named attributes) を使うことでオブジェクトに対しても動作します。例えば:

```
>>> class Student:
...     def __init__(self, name, grade, age):
...         self.name = name
...         self.grade = grade
...         self.age = age
...     def __repr__(self):
...         return repr((self.name, self.grade, self.age))

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

3 operator モジュール関数

上述した key 関数のパターンはとても一般的です、そのため、Python は高速で扱いやすいアクセサ関数を提供しています。operator モジュールには itemgetter(), attrgetter() そして methodcaller() 関数があります。

これらの関数を利用すると、上の例はもっと簡単で高速になります:

```
>>> from operator import itemgetter, attrgetter

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

>>> sorted(student_objects, key=attrgetter('age'))
[('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12), ('john', 'A', 15)]
```

operator モジュールの関数は複数の段階でのソートを可能にします。例えば、*grade* でソートしてさらに *age* でソートする場合:

```
>>> sorted(student_tuples, key=itemgetter(1,2))
[('john', 'A', 15), ('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12)]

>>> sorted(student_objects, key=attrgetter('grade', 'age'))
[('john', 'A', 15), ('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12)]
```

4 昇順と降順

`list.sort()` と `sorted()` の両方とも `reverse` パラメータを 真偽値として受け付けます。このパラメータは降順ソートを行うかどうかのフラグとして利用されます。例えば、学生のデータを `age` の逆順で得たい場合:

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

>>> sorted(student_objects, key=attrgetter('age'), reverse=True)
[('john', 'A', 15), ('jane', 'B', 12), ('dave', 'B', 10)]
```

5 ソートの安定性と複合的なソート

ソートは、**安定 (stable)** であることが保証されています。これはレコードの中に同じキーがある場合、元々の順序が維持されるということを意味します。

```
>>> data = [('red', 1), ('blue', 1), ('red', 2), ('blue', 2)]
>>> sorted(data, key=itemgetter(0))
[('blue', 1), ('blue', 2), ('red', 1), ('red', 2)]
```

二つの `blue` のレコードが元々の順序を維持して、`('blue', 1)` が `('blue', 2)` の前にあることに注意してください。

この素晴らしい性質によって複数のソートを段階的に組み合わせることができます。例えば、学生データを `grade` の降順にソートし、さらに `age` の昇順にソートしたい場合には、まず `age` でソートし、次に `grade` でもう一度ソートします:

```
>>> s = sorted(student_objects, key=attrgetter('age'))      # sort on secondary key
>>> sorted(s, key=attrgetter('grade'), reverse=True)       # now sort on primary key, ↵
↪ descending
[('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12), ('john', 'A', 15)]
```

この処理は、リストおよびフィールド名とソート順序のタプルを複数受け取れるラッパー関数へ抽象化できます。

```
>>> def multisort(xs, specs):
...     for key, reverse in reversed(specs):
...         xs.sort(key=attrgetter(key), reverse=reverse)
...     return xs

>>> multisort(list(student_objects), (('grade', True), ('age', False)))
[('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12), ('john', 'A', 15)]
```

Python では `Timsort` アルゴリズムが利用されていて、効率良く複数のソートを行うことができます、これは現在のデータセット中のあらゆる順序をそのまま利用できるからです。

6 デコレート-ソート-アンデコレートを利用した古いやり方

このイディオムは以下の 3 つのステップにちなんでデコレート-ソート-アンデコレート (Decorate-Sort-Undecorate) と呼ばれています:

- まず、元となるリストをソートしたい順序を制御する新しい値でデコレートします。
- 次に、デコレートしたリストをソートします。
- 最後に、デコレートを取り除き、新しい順序で元々の値のみを持つリストを作ります。

例えば、DSU アプローチを利用して学生データを *grade* でソートする場合:

```
>>> decorated = [(student.grade, i, student) for i, student in enumerate(student_objects)]
>>> decorated.sort()
>>> [student for grade, i, student in decorated]           # undecorate
[('john', 'A', 15), ('jane', 'B', 12), ('dave', 'B', 10)]
```

このイディオムはタプルが辞書編集的に比較されるため正しく動作します; 最初の要素が比較され、同じ場合には第二の要素が比較され、以下も同様に動きます。

デコレートしたリストのインデクス *i* は全ての場合で含まれる必要はありませんが、そうすることで二つの利点があります:

- ソートが安定になります -- もし二つの要素が同じキーを持つ場合、それらの順序がソートされたリストでも維持されます。
- 元々の要素が比較可能な要素を持つとは限りません、なぜならデコレートされたタプルの順序は多くの場合、最初の二つの要素で決定されるからです。例として元のリストは直接比較できない複素数を含むことができます。

このイディオムの別名に *Schwartzian transform* があります。これは Perl プログラマの間で有名な Randal L. Schwartz にちなんでいます。

いまや Python のソートは *key* 関数による方法を提供しているので、このテクニックは不要でしょう。

7 *cmp* パラメータを利用した古い方法

この HOWTO の内容の多くは Python 2.4 以降を仮定しています。それ以前では組み込み関数 *sorted()* と *list.sort()* はキーワード引数を取りませんでした。その代わりに Py2.x バージョンの全ては、ユーザが比較関数を指定するための *cmp* パラメータをサポートしました。

Py3.0 では *cmp* パラメータは完全に削除されました (ぜいたくな比較と *__cmp__()* マジックメソッドの衝突を除き、言語を単純化しまとめるための多大な労力の一環として)。

Py2.x ではソートにオプションとして比較に利用できる関数を与えることができます。関数は比較される二つの引数を取り、小さい場合には負の値を、等しい場合には 0 を、大きい場合には正の値を返さなければいけません。例えば、以下のようにできます:

```
>>> def numeric_compare(x, y):
...     return x - y
>>> sorted([5, 2, 4, 1, 3], cmp=numeric_compare)
[1, 2, 3, 4, 5]
```

また、比較順を逆にすることもできます:

```
>>> def reverse_numeric(x, y):
...     return y - x
>>> sorted([5, 2, 4, 1, 3], cmp=reverse_numeric)
[5, 4, 3, 2, 1]
```

When porting code from Python 2.x to 3.x, the situation can arise when you have the user supplying a comparison function and you need to convert that to a key function. The following wrapper makes that easy to do:

```
def cmp_to_key(mycmp):
    'Convert a cmp= function into a key= function'
    class K:
        def __init__(self, obj, *args):
            self.obj = obj
        def __lt__(self, other):
            return mycmp(self.obj, other.obj) < 0
        def __gt__(self, other):
            return mycmp(self.obj, other.obj) > 0
        def __eq__(self, other):
            return mycmp(self.obj, other.obj) == 0
        def __le__(self, other):
            return mycmp(self.obj, other.obj) <= 0
        def __ge__(self, other):
            return mycmp(self.obj, other.obj) >= 0
        def __ne__(self, other):
            return mycmp(self.obj, other.obj) != 0
    return K
```

key 関数を変換するには、古い比較関数をラップするだけです:

```
>>> sorted([5, 2, 4, 1, 3], key=cmp_to_key(reverse_numeric))
[5, 4, 3, 2, 1]
```

Python 3.2 には、標準ライブラリの `functools` モジュールに `functools.cmp_to_key()` 関数が追加されました。

8 残りいくつかとまとめ

- ロケールに配慮したソートをするには、キー関数 `locale.strxfrm()` を利用するか、比較関数に `locale.strcoll()` を利用します。
- `reverse` パラメータはソートの安定性を保ちます (ですから、レコードのキーが等しい場合元々の順序が維持されます)。面白いことにこの影響はパラメータ無しで `reversed()` 関数を二回使うことで模倣することができます:

```
>>> data = [('red', 1), ('blue', 1), ('red', 2), ('blue', 2)]
>>> standard_way = sorted(data, key=itemgetter(0), reverse=True)
>>> double_reversed = list(reversed(sorted(reversed(data), key=itemgetter(0))))
>>> assert standard_way == double_reversed
>>> standard_way
[('red', 1), ('red', 2), ('blue', 1), ('blue', 2)]
```

- ソートルーチンは二つのオブジェクトを比較するのに `<` を利用することを保証しています。そのため `__lt__()` メソッドを定義することで、標準のソート順序を追加できます:

```
>>> Student.__lt__ = lambda self, other: self.age < other.age
>>> sorted(student_objects)
[('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12), ('john', 'A', 15)]
```

However, note that `<` can fall back to using `__gt__()` if `__lt__()` is not implemented (see `object.__lt__()`).

- `key` 関数はソートするオブジェクトに依存する必要はありません。`key` 関数は外部リソースにアクセスすることもできます。例えば学生の成績が辞書に保存されている場合、それを利用して別の学生の名前のリストをソートすることができます:

```
>>> students = ['dave', 'john', 'jane']
>>> newgrades = {'john': 'F', 'jane': 'A', 'dave': 'C'}
>>> sorted(students, key=newgrades.__getitem__)
['jane', 'dave', 'john']
```