

Programování 2: Knihovna NumPy

Martin Mareš

mj@ucw.cz

Katedra Aplikované Matematiky
MFF UK Praha

2021

Jak si pořídit matici

```
>>> import numpy as np
>>> a = np.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6]])
>>> a      (np.array je libovolně-rozměrné homogenní pole)
array([[1, 2, 3],
       [4, 5, 6]])

>>> a.ndim      (kolikarozměrné je naše pole)
2

>>> a.shape      (tvar pole)
(2, 3)

>>> a.size      (celkový počet prvků)
6

>>> a.dtype      (typ dat společný pro všechny prvky)
dtype('int64')   (můžeme zvolit při vytváření pole)

>>> a.itemsize   (velikost jednoho prvku v paměti)
8
```

Nuly a jedničky

```
>>> np.zeros((2, 2))
array([[0., 0.],
       [0., 0.]])

>>> np.zeros((2, 2), dtype=np.int8)
array([[0, 0],
       [0, 0]], dtype=int8)

>>> np.ones((2, 2))
array([[1., 1.],
       [1., 1.]])

>>> a = np.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6]])
>>> np.zeros_like(a)
array([[0, 0, 0],
       [0, 0, 0]])

>>> np.identity(2)      (nebo také np.eye)
array([[1., 0.],
       [0., 1.]])
```

Generátory polí

```
>>> np.arange(10)
array([0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9])

>>> np.arange(1, 2, 0.1)
array([1. , 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8,
       1.9])

>>> np.linspace(1, 2, 10)
array([1. , 1.11111111, 1.22222222, 1.33333333,
       1.44444444, 1.55555556, 1.66666667, 1.77777778,
       1.88888889, 2. ])

>>> np.arange(6).reshape((2, 3))
array([[0, 1, 2],
       [3, 4, 5]])

>>> np.random.random((2, 2))    (mezi 0 a 1)
array([[0.3530976 , 0.32314115],
       [0.04913276, 0.86769289]])
```

Aritmetika s poli

```
>>> a = np.arange(4).reshape((2,2))
```

```
>>> a
```

```
array([[0, 1],  
       [2, 3]])
```

```
>>> a + a    (sčítání po složkách)
```

```
array([[0, 2],  
       [4, 6]])
```

```
>>> a * a    (násobení po složkách)
```

```
array([[0, 1],  
       [4, 9]])
```

```
>>> a @ a    (maticové násobení)
```

```
array([[ 2,  3],  
       [ 6, 11]])
```

Rozšiřování argumentů (broadcasting)

```
>>> a = np.ones((2, 3))
>>> a*3
array([[3., 3., 3.], [3., 3., 3.]])

>>> a * np.array([1, 2, 3])
array([[1., 2., 3.],
       [1., 2., 3.]])

>>> a * np.array([[6], [7]])
array([[6., 6., 6.],
       [7., 7., 7.]])
```

Pravidla rozšiřování – pro každý index **od konce**:

- Pokud jsou rozměry stejné, nedělej nic.
- Pokud je jeden roven 1, rozšiř ho podle druhého.
- Pokud jsou jinak různé, vyhleš chybu.
- Pokud už jednomu poli došly indexy, domysli si rozměr 1.

Další aritmetika

```
>>> a = (2**np.arange(12)%11).reshape((3,4))
```

```
>>> a
```

```
array([[ 1,  2,  4,  8],  
       [ 5, 10,  9,  7],  
       [ 3,  6,  1,  2]])
```

```
>>> a.max()
```

```
10
```

```
>>> a.max(axis=0)    (maximum po řádcích)
```

```
array([ 5, 10,  9,  8])
```

```
>>> a.max(axis=1)    (maximum po sloupcích)
```

```
array([ 8, 10,  6])
```

```
>>> a.sum(axis=0)    (součet po řádcích)
```

```
array([ 9, 18, 14, 17])
```

U vícerozměrných polí může být **axis** i tuple více indexů.

Indexování a řezy

```
>>> a = np.arange(12).reshape((2,2,3))
```

```
array([[[ 0,  1,  2],  
        [ 3,  4,  5]],  
       [[ 6,  7,  8],  
        [ 9, 10, 11]]])
```

```
>>> a[0,1,2]
```

```
5
```

```
>>> a[0,1]
```

```
array([3, 4, 5])
```

```
>>> a[0,1,1:3]
```

```
array([4, 5])
```

```
>>> a[:, :, 0]    (zkratka: a[:, :, 0])
```

```
array([[0, 3],  
       [6, 9]])
```

Pozor, řezy odkazují do původního pole! Kopíruje se pomocí `copy()`.

Transpozice a spol.

```
>>> a = np.arange(6).reshape((2, 3))
```

```
>>> a
```

```
array([[0, 1, 2],  
       [3, 4, 5]])
```

```
>>> a.T    (transpozice, obecněji: a.swapaxes(0, 1))
```

```
array([[0, 3],  
       [1, 4],  
       [2, 5]])
```

```
>>> a[:,np.newaxis,:]
```

```
array([[ [0, 1, 2]],  
       [[3, 4, 5]])])
```

```
>>> np.arange(1,4)[:,np.newaxis] * np.arange(1,5)
```

```
array([[ 1,  2,  3,  4],  
       [ 2,  4,  6,  8],  
       [ 3,  6,  9, 12]])
```

Vybírání prvků

```
>>> b = 2**np.arange(10) % 13
>>> b
array([ 1,  2,  4,  8,  3,  6, 12, 11,  9,  5])
>>> b[np.array([2, 3, 4])] (indexování číselným vektorem)
array([4, 8, 3])
>>> b < 7
array([ True,  True,  True, False,  True,  True,
        False, False, False,  True])
>>> b[b < 7] (indexování booleovským vektorem)
array([1, 2, 4, 3, 6, 5])
>>> b[b < 7] = 0
>>> b
array([ 0,  0,  0,  8,  0,  0, 12, 11,  9,  0])
```

Pozor, `x == y` také vrací booleovský vektor. Pro porovnání celých vektorů se hodí `np.equal()` nebo `np.allclose()`.

Slepování polí

```
>>> a = np.ones((2, 2))
>>> b = np.zeros((2, 2))
>>> np.vstack((a, b))
array([[1., 1.],
       [1., 1.],
       [0., 0.],
       [0., 0.]])

>>> np.hstack((a, b))
array([[1., 1., 0., 0.],
       [1., 1., 0., 0.]])
```

Obecněji: `np.concatenate`, `np.stack`