



**Instituto de
Computação**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



MC102 – Aula 16

NumPy

Algoritmos e Programação de Computadores

Zanoni Dias

2023

Instituto de Computação

NumPy

Array

Acessando o Array

Operadores para Arrays

Operações de Comparação

Operações Algébricas

Métodos Matemáticos

Métodos para Conjuntos

Métodos Probabilísticos

Métodos Estatísticos

Concatenação

Documentação

NumPy

- NumPy é uma biblioteca Python que contém tipos para representar vetores e matrizes, juntamente com suporte para diversas operações matemáticas.
- NumPy foi desenvolvida para ser eficiente em aplicações científicas.

- Para instalar a biblioteca NumPy, baixe o pacote do seu site oficial:
`http://www.numpy.org`
- Para usar esta biblioteca, deve-se importá-la com o comando:
`import numpy`

Array

Array

- O tipo básico da biblioteca NumPy é o array, que é usado para armazenar objetos homogêneos multidimensionais.
- Um array pode ser criado a partir de uma lista.

```
1 import numpy
2 obj = numpy.array([1, 2, 3])
3 print(type(obj))
4 # <class 'numpy.ndarray'>
5 print(obj)
6 # [1 2 3]
7 print(obj.ndim)
8 # 1
9 print(obj.size)
10 # 3
```

- Neste exemplo, usamos a biblioteca NumPy para criar um array unidimensional, com 3 elementos.

- Um array pode ser criado a partir de uma lista multidimensional:

```
1 import numpy
2 obj = numpy.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6]])
3 print(obj)
4 # [[1 2 3]
5 #   [4 5 6]]
6 print(obj.ndim)
7 # 2
8 print(obj.size)
9 # 6
10 print(obj.shape)
11 # (2, 3)
```

- Neste exemplo, usamos a biblioteca NumPy para criar um array bidimensional, com 6 elementos.

Método arange

- Um array também pode ser criado utilizando o método arange.
- O método arange cria um array com apenas uma dimensão, similar a função range.
- Exemplo:

```
1 import numpy
2 obj = numpy.arange(6)
3 print(obj)
4 # [0 1 2 3 4 5]
5 obj = numpy.arange(1, 6)
6 print(obj)
7 # [1 2 3 4 5]
8 obj = numpy.arange(1, 6, 2)
9 print(obj)
10 # [1 3 5]
```

Método reshape

- Objetos do tipo array podem ter suas dimensões modificadas utilizando o método reshape.
- Esse método recebe como parâmetros os tamanhos das dimensões desejadas.
- Exemplo:

```
1 import numpy
2 obj = numpy.arange(6)
3 print(obj)
4 # [0 1 2 3 4 5]
5 print(obj.reshape(2, 3))
6 # [[0 1 2]
7 #   [3 4 5]]
8 print(obj.reshape(3, 2))
9 # [[0 1]
10 #   [2 3]
11 #   [4 5]]
```

Método zeros

- NumPy possui o método zeros que cria um array contendo apenas zeros. O parâmetro desse método é uma tupla com os tamanhos de cada dimensão.

```
1 import numpy
2 print(numpy.zeros((3)))
3 # [0. 0. 0.]
4 print(numpy.zeros((3, 4)))
5 # [[0. 0. 0. 0.]
6 #   [0. 0. 0. 0.]
7 #   [0. 0. 0. 0.]
```

- NumPy possui o método `ones` que cria um array contendo apenas uns. O parâmetro desse método é uma tupla com os tamanhos de cada dimensão.

```
1 import numpy
2 print(numpy.ones((3)))
3 # [1.  1.  1.]
4 print(numpy.ones((3, 4)))
5 # [[1.  1.  1.  1.]
6 #   [1.  1.  1.  1.]
7 #   [1.  1.  1.  1.]
```

Método full

- Além dos métodos zeros e ones, o NumPy possui o método full, que cria um array contendo apenas o valor indicado.
- Neste método, o primeiro parâmetro é uma tupla com os tamanhos de cada dimensão e o segundo parâmetro é o valor usado para preencher o array.

```
1 import numpy
2 print(numpy.full((3, 2), 20.0))
3 # [[20. 20.]
4 #  [20. 20.]
5 #  [20. 20.]]
6 print(numpy.full((2, 3), 1/3))
7 # [[0.33333333 0.33333333 0.33333333]
8 #  [0.33333333 0.33333333 0.33333333]]
```

Acessando o Array

Acessando os Elementos do Array

- Para acessarmos os elementos de um array, podemos indicar tanto a posição específica quanto uma fatia (chamada de `slice`).
- Os `slices` podem ser acessados com a mesma sintaxe utilizada em listas em Python (usando o caractere `:`).

Acessando um Elemento do Array

- Exemplo:

```
1 import numpy
2 A = numpy.array([[10, 9, 8], [1, 2, 3]])
3 print(A[0, 0])
4 # 10
5 print(A[0, 2])
6 # 8
7 print(A[1, 2])
8 # 3
```


Acessando as Linhas do Array

- Exemplo:

```
1 import numpy
2 A = numpy.array([[10, 9, 8], [1, 2, 3]])
3 print(A[0, :])
4 # [10  9  8]
5 print(A[1, :])
6 # [1 2 3]
```

Acessando as Colunas do Array

- Exemplo:

```
1 import numpy
2 A = numpy.array([[10, 9, 8], [1, 2, 3]])
3 print(A[:, 1:3])
4 # [[9 8]
5 #   [2 3]]
6 print(A[:, 0:2])
7 # [[10 9]
8 #   [1 2]]
```

Alterando Elementos do Array

- Exemplo:

```
1 import numpy
2 A = numpy.array([[10, 9, 8], [1, 2, 3]])
3 A[1, 1] = 1000
4 print(A)
5 # [[ 10    9    8]
6 #   [   1 1000    3]]
7 A[0, :] = [-1, -2, -3]
8 # [[ -1   -2   -3]
9 #   [   1 1000    3]]
```

Operadores para Arrays

Operadores para Arrays

- Os operadores +, -, *, /, **, // e %, quando utilizados sobre arrays, são aplicados em cada posição dos mesmos.

```
1 import numpy
2 M1 = numpy.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6]])
3 M2 = numpy.array([[6, 5, 4], [3, 2, 1]])
4 print(M1 + 2)
5 # [[3 4 5]
6 #  [6 7 8]]
7 print(M2 % 2)
8 # [[0 1 0]
9 #  [1 0 1]]
10 print(M2 * 2)
11 # [[12 10 8]
12 #  [ 6  4  2]]
```

Operadores para Arrays

- Os operadores +, -, *, /, **, // e %, quando utilizados sobre arrays, são aplicados em cada posição dos mesmos.

```
1 import numpy
2 M1 = numpy.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6]])
3 M2 = numpy.array([[6, 5, 4], [3, 2, 1]])
4 print(M1 + M2)
5 # [[7 7 7]
6 #  [7 7 7]]
7 print(M1 // M2)
8 # [[0 0 0]
9 #  [1 2 6]]
10 print(M1 * M2)
11 # [[ 6 10 12]
12 #  [12 10  6]]
```

Operações de Comparação

Operadores de Comparação

- Os operadores de comparação `==`, `!=`, `>`, `>=`, `<` e `<=`, quando utilizados sobre arrays, são aplicados em cada posição dos mesmos. Podemos aplicar as operações tanto entre um array e um número, quanto entre dois arrays.

```
1 import numpy
2 M1 = numpy.array([[1, 5, 7], [1, 2, 6]])
3 M2 = numpy.array([[6, 5, 4], [3, 2, 1]])
4 print(M1 == 1)
5 # [[True False False]
6 #   [True False False]]
7 print(M1[M1 == 1])
8 # [1 1]
9 print(M2 > 5)
10 # [[True False False]
11 #   [False False False]]
12 print(M2[M2 > 5])
13 # [6]
```


Operadores de Comparação

- Os operadores de comparação `==`, `!=`, `>`, `>=`, `<` e `<=`, quando utilizados sobre arrays, são aplicados em cada posição dos mesmos. Podemos aplicar as operações tanto entre um array e um número, quanto entre dois arrays.

```
1 import numpy
2 M1 = numpy.array([[1, 5, 7], [1, 2, 6]])
3 M2 = numpy.array([[6, 5, 4], [3, 2, 1]])
4 print(M1 != M2)
5 # [[True False True]
6 #   [True False True]]
7 print(M1[M1 != M2])
8 # [1 7 1 6]
9 print(M1 <= M2)
10 # [[True True False]
11 #   [True True False]]
12 print(M2[M1 <= M2])
13 # [6 5 3 2]
```

Operações Algébricas

Método transpose

- Arrays possuem o método `transpose`, que retorna a matriz transposta.
- Exemplo:

```
1 import numpy
2 v = numpy.arange(1, 7)
3 m = v.reshape(2, 3)
4 print(m)
5 # [[1 2 3]
6 #   [4 5 6]]
7 t = m.transpose()
8 print(t)
9 # [[1 4]
10 #   [2 5]
11 #   [3 6]]
```

Método dot

- Arrays possuem o método dot, que calcula a multiplicação de matrizes.
- Como parâmetro, o método recebe outra matriz.
- Exemplo:

```
1 import numpy
2 A = numpy.arange(2, 6).reshape(2, 2)
3 B = numpy.arange(1, 5).reshape(2, 2)
4 print(A)
5 # [[2 3]
6 #  [4 5]]
7 print(B)
8 # [[1 2]
9 #  [3 4]]
10 print(A.dot(B))
11 # [[11 16]
12 #  [19 28]]
```

- A biblioteca NumPy possui o método `linalg.det`, que calcula o determinante de uma matriz.
- Como parâmetro, o método recebe um array.
- Exemplo:

```
1 import numpy
2 A = numpy.array([[1, 9, 5], [3, 7, 8], [10, 4, 2]])
3 B = numpy.array([[4, 2], [10, 4]])
4 print(numpy.linalg.det(A))
5 # 358.0
6 print(numpy.linalg.det(B))
7 # -4.0
```

Métodos Matemáticos

Método sqrt

- A biblioteca NumPy possui o método sqrt, que calcula a raiz quadrada.
- Como parâmetro, o método recebe um array.
- Exemplo:

```
1 import numpy
2 print(numpy.sqrt([25, 16, 9, 4, 3]))
3 # [5.  4.  3.  2.  1.73205081]
4 print(numpy.sqrt([[1, 2, 3], [4, 5, 6]]))
5 # [[1.  1.41421356  1.73205081]
6 #   [2.  2.23606798  2.44948974]]
```

- A biblioteca NumPy possui o método `exp`, que calcula e (o número de Euler) elevado aos elementos de um array.
- Como parâmetro, o método recebe um array.
- Exemplo:

```
1 import numpy
2 print(numpy.exp([1, 2, 3, 4]))
3 # [2.718281 7.389056 20.085536 54.598150]
```


Cálculo de Logaritmos

- Na biblioteca NumPy, existem diversos métodos para calcular logaritmo.
- Os métodos mais utilizadas são `log`, `log10` e `log2`, que calculam o logaritmo na base e , 10 e 2, respectivamente.
- Como parâmetro, todas eles recebem um array.
- Exemplo:

```
1 import numpy
2 print(numpy.log([1, 10, 100]))
3 # [0. 2.30258509 4.60517019]
4 print(numpy.log10([1, 10, 100]))
5 # [0. 1. 2.]
6 print(numpy.log2([1, 10, 100]))
7 # [0. 3.32192809 6.64385619]
```

Métodos para Conjuntos

- Alguns métodos para conjuntos (representados por arrays):
 - `union1d`: união entre dois conjuntos.
 - `intersect1d`: intersecção entre dois conjuntos.
 - `setdiff1d`: diferença entre dois conjuntos.

Operações para Conjuntos

- Exemplo:

```
1 import numpy
2 A = numpy.array([1, 2, 3, 4])
3 B = numpy.array([3, 4, 5, 6])
4 print(numpy.union1d(A, B))
5 # [1 2 3 4 5 6]
6 print(numpy.intersect1d(A, B))
7 # [3 4]
8 print(numpy.setdiff1d(A, B))
9 # [1 2]
10 print(numpy.setdiff1d(B, A))
11 # [5 6]
```

Métodos Probabilísticos

- Podemos sortear um número inteiro usando o método `random.randint`.
- O método recebe dois parâmetros, um valor para `low` (indicando o início do intervalo) e um valor para `high` (indicando o final do intervalo).
- O valor em `low` é incluído no intervalo, enquanto o valor de `high` é excluído do intervalo.
- O método pode também receber apenas um valor. Neste caso, o sorteio será feito de 0 (incluído) até o valor passado como parâmetro (excluído).

Método `random.randint`

- Exemplo:

```
1 import numpy
2 # sorteando um número entre 0 e 9
3 print(numpy.random.randint(10))
4 # sorteando um número entre 5 e 9
5 print(numpy.random.randint(low=5, high=10))
6 # sorteando três números entre 0 e 9
7 print(numpy.random.randint(10, size=3))
8 # criando um array bidimensional com 6 números entre 0 e 9
9 print(numpy.random.randint(10, size=(2, 3)))
```

Método `random.choice`

- Podemos sortear números de um array usando o método `random.choice`.
- Para selecionarmos se existirá ou não reposição, utilizamos o parâmetro `replace` (valor padrão igual a `True`).
- Exemplo:

```
1 import numpy
2 # sorteando um número do array
3 print(numpy.random.choice([1, -2, 3, 10, 5]))
4 # sorteando três números do array
5 print(numpy.random.choice([1, -2, 3, 10, 5], size=3))
6 # criando um array bidimensional, com reposição
7 print(numpy.random.choice([1, -2, 3, 10, 5], size=(2, 2)))
8 # criando um array bidimensional, sem reposição
9 print(numpy.random.choice([1, -2, 3, 10, 5], size=(2, 2),
10                           replace=False))
```


Método `random.uniform`

- Podemos sortear números reais seguindo uma distribuição uniforme.
- Para isto, podemos utilizar o método `random.uniform`.
- O valor mínimo e máximo do intervalo são definidos pelos parâmetros `low` e `high`, respectivamente.
- Exemplo:

```
1 import numpy
2 # sorteando um número seguindo uma distribuição uniforme
3 print(numpy.random.uniform(low=0, high=10))
4 # sorteando três números seguindo uma distribuição uniforme
5 print(numpy.random.uniform(low=0, high=10, size=3))
6 # sorteando seis números seguindo uma distribuição uniforme
7 print(numpy.random.uniform(low=0, high=10, size=(2, 3)))
```

Método `random.normal`

- Podemos sortear números reais seguindo uma distribuição normal.
- Para isto, podemos utilizar o método `random.normal`.
- O valor da média e do desvio padrão são definidos pelos parâmetros `loc` e `scale`, respectivamente.
- Exemplo:

```
1 import numpy
2 # sorteando um número seguindo uma distribuição normal
3 print(numpy.random.normal(loc=0, scale=10))
4 # sorteando três números seguindo uma distribuição normal
5 print(numpy.random.normal(loc=0, scale=10, size=3))
6 # sorteando seis números seguindo uma distribuição normal
7 print(numpy.random.normal(loc=0, scale=10, size=(2, 3)))
```

Métodos Estadísticos

- A partir de um array, podemos calcular diversas medidas estatísticas:
 - `mean`: média.
 - `min`: mínimo.
 - `max`: máximo.
 - `median`: mediana.
 - `std`: desvio padrão.
 - `var`: variância.

- Exemplo:

```
1 import numpy
2 A = numpy.array([3, 2, 5, 7, 9, 1])
3 print(numpy.mean(A))
4 # 4.5
5 print(numpy.min(A))
6 # 1
7 print(numpy.max(A))
8 # 9
9 print(numpy.median(A))
10 # 4.0
11 print(numpy.std(A))
12 # 2.8136571693556887
13 print(numpy.var(A))
14 # 7.916666666666667
```

Concatenação

- Podemos concatenar dois ou mais arrays a partir do método `concatenate`.
- Para isto, indicamos os arrays que serão concatenados em um formato de lista.
- Além disto, devemos indicar em qual dimensão queremos concatenar os arrays, utilizando o parâmetro `axis`.
- Para a primeira dimensão, usamos o valor 0, para a segunda dimensão, usamos o valor 1.

- Exemplo:

```
1 import numpy
2 A = numpy.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6]])
3 B = numpy.zeros((2, 3))
4 print(numpy.concatenate([A, B], axis=0))
5 # [[1. 2. 3.]
6 #   [4. 5. 6.]
7 #   [0. 0. 0.]
8 #   [0. 0. 0.]]
9 print(numpy.concatenate([A, B], axis=1))
10 # [[1. 2. 3. 0. 0. 0.]
11 #   [4. 5. 6. 0. 0. 0.]
```


Documentação

- Na biblioteca NumPy existe uma variedade de outras funções e métodos, por exemplo, para calcular autovalores e autovetores, para resolução de sistemas de equações lineares, etc.
- A biblioteca fornece uma documentação completa:
<https://numpy.org/devdocs/reference>