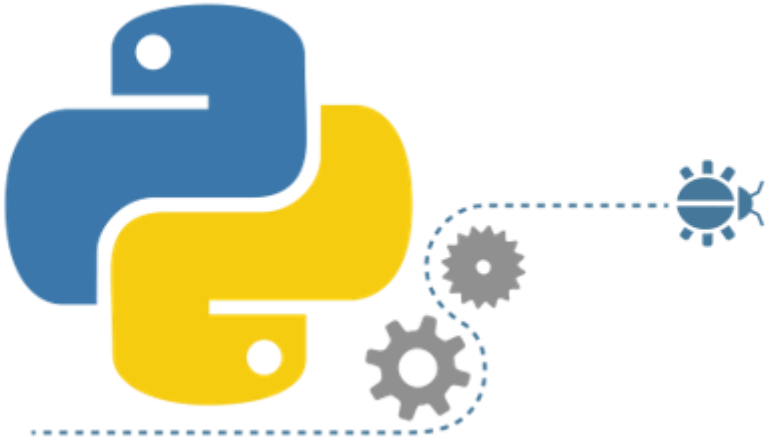
LẬP TRÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO

THS. VƯƠNG XUÂN CHÍ

VXCHI@NTT.EDU.VN

0903 270 567

CHƯƠNG 7



NUMBY

Nội dung

1. *Một số gói python cho KHDL*
2. *Giới thiệu về NumPy*
3. *Khởi tạo mảng và chỉ số*
4. *Các phép toán trên mảng*
5. *Một số thao tác thông dụng*

Một số thư viện Python

Một số gói python

- Ngôn ngữ python có hệ thống các gói rất phong phú, hỗ trợ nhiều lĩnh vực khác nhau, từ xây dựng ứng dụng, xử lý web, xử lý text, xử lý ảnh,...
  - ✓ Sử dụng pip để tải các gói mới về từ internet
- Một số gói dành cho lập trình thông thường:
  - ✓ **os:** xử lý file và tương tác với hệ điều hành
  - ✓ **networkx** và **igraph**: làm việc với dữ liệu đồ thị, có thể
  - ✓ làm việc với dữ liệu rất lớn (đồ thị hàng triệu đỉnh)
  - ✓ **regular expressions**: tìm kiếm mẫu trong dữ liệu text
  - ✓ **BeautifulSoup**: trích xuất dữ liệu từ file HTML hoặc từ website

Một số gói python

- **NumPy (Numerical Python):** là gói chuyên về xử lý dữ liệu số (nhiều chiều); gói cũng chứa các hàm đại số tuyến tính cơ bản, biến đổi fourier, sinh số ngẫu nhiên nâng cao,...
- **SciPy (Scientific Python):** dựa trên Numpy, cung cấp các công cụ mạnh cho khoa học và kỹ nghệ, chẳng hạn như biến đổi fourier rời rạc, đại số tuyến tính, tối ưu hóa và ma trận thưa.
- **Matplotlib:** chuyên sử dụng để vẽ biểu đồ, hỗ trợ rất nhiều loại biểu đồ khác nhau

Một số gói python

- **Pandas**: chuyên sử dụng cho quản lý và tương tác với dữ liệu có cấu trúc, được sử dụng rộng rãi trong việc thu thập và tiền xử lý dữ liệu.
- **Scikit Learn**: chuyên về học máy, dựa trên NumPy, SciPy và matplotlib; thư viện này có sẵn nhiều công cụ hiệu quả cho học máy và thiết lập mô hình thống kê chẳng hạn như các thuật toán phân lớp, hồi quy, phân cụm và giảm chiều dữ liệu
- **Statsmodels**: cho phép người sử dụng khám phá dữ liệu, ước lượng mô hình thống kê và kiểm định

Một số gói python

- **Seaborn**: dựa trên matplotlib, cung cấp các công cụ diễn thị (visualization) dữ liệu thống kê đẹp và hiệu quả, mục tiêu của gói là sử dụng việc diễn thị như là trọng tâm của khám phá và hiểu dữ liệu.
- **Bokeh**: để tạo các ô tương tác, biểu đồ tổng quan trên nền web, rất hiệu quả khi tương tác với dữ liệu lớn và trực tuyến.
- **Blaze**: gói dựa trên Numpy và Pandas hướng đến dữ liệu phân tán hoặc truyền phát, là công cụ mạnh mẽ tạo diễn thị về dữ liệu cực lớn

Một số gói python

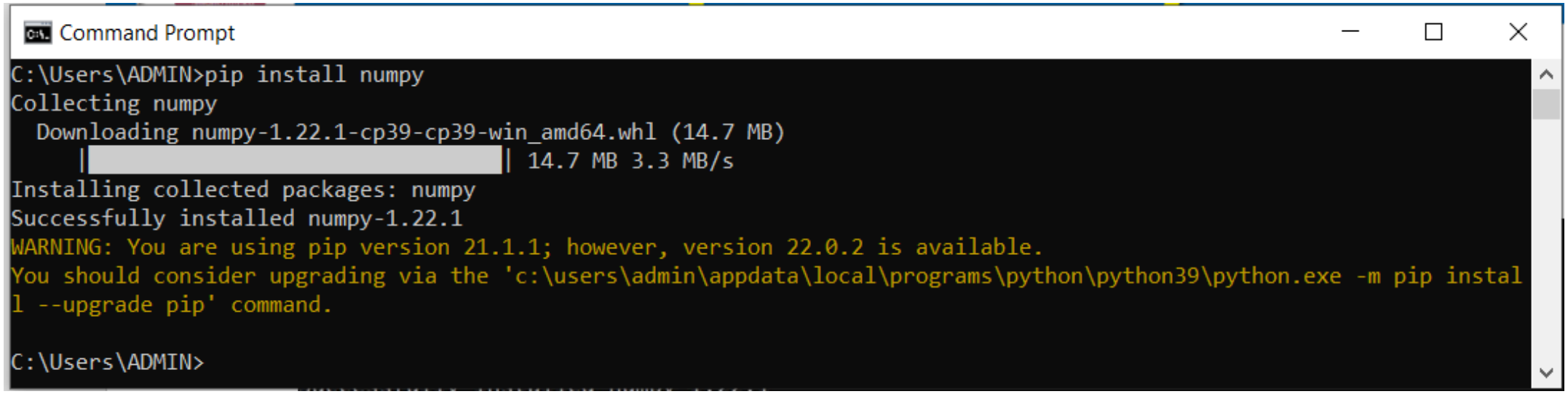
- **Scrapy**: chuyên về thu thập thông tin trên web, rất phù hợp với việc lấy các dữ liệu theo mẫu
- **SymPy**: tính toán chuyên ngành dùng cho số học, đại số, toán rời rạc và vật lý lượng tử
- **Theano**: gói chuyên dùng tính toán hiệu quả các mảng nhiều chiều, sử dụng rộng rãi trong học máy
- **TensorFlow**: gói chuyên dùng cho học máy của Google, đặc biệt là các mạng thần kinh nhân tạo
- **Keras**: thư viện cấp cao chuyên về học máy, sử dụng Theano, TensorFlow hoặc CNTK làm phụ trợ

Giới thiệu NumPy

Giới thiệu về NumPy

- NumPy là thư viện bổ sung của python, do không có sẵn, ta phải cài đặt:

```
pip install numpy
```

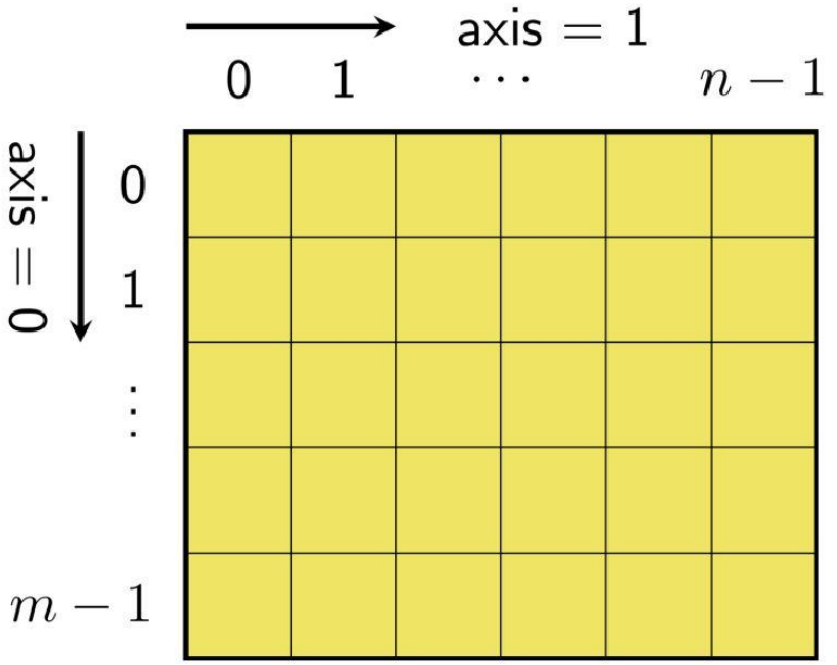


- Một số hệ thống python đã có sẵn numpy thì có thể bỏ qua bước này
- Cách đơn giản nhất để kiểm tra xem hệ thống đã cài numpy hay không là thử import gói xem có bị báo lỗi hay không: `import numpy as np`

Đặc điểm của NumPy

- Đối tượng chính của NumPy là các mảng đa chiều đồng nhất (*homogeneous multidimention array*)

✓ Kiểu dữ liệu phần tử con trong mảng phải giống nhau
✓ Mảng có thể một chiều hoặc nhiều chiều
✓ Các chiều (axis) được đánh thứ tự từ 0 trở đi
✓ Số chiều gọi là hạng (rank)
✓ Có đến 24 kiểu số khác nhau
✓ Kiểu ndarray là lớp chính xử lý dữ liệu mảng nhiều chiều
✓ Rất nhiều hàm và phương thức xử lý ma trận



Khởi tạo Array và Index

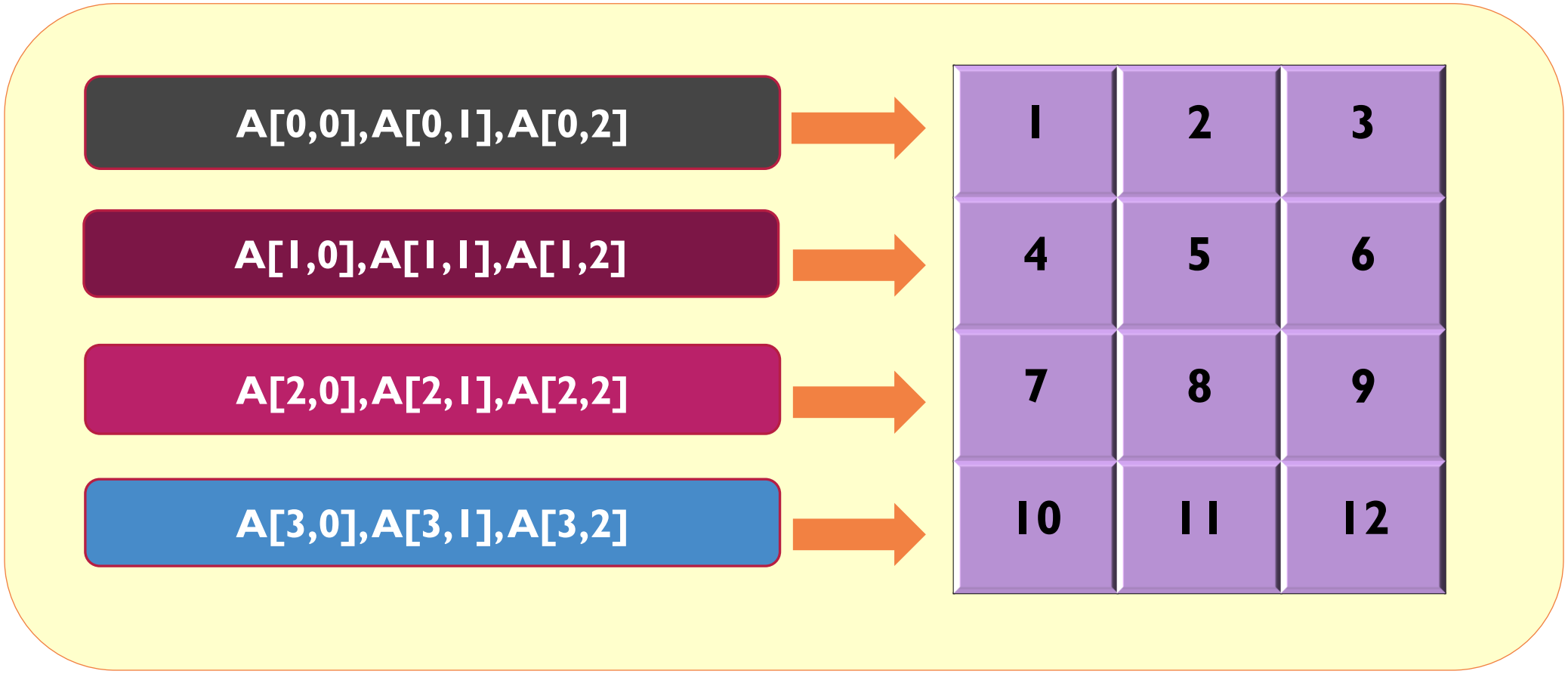
Tạo Array và truy cập

- Một mảng numpy là một lưới các giá trị, và tất cả các giá trị có dùng kiểu giá trị, và được lập chỉ mục bởi một số nguyên không âm.
- **số chiều** được gọi là **rank** của mảng numpy
- **shape** là một **tuple** các số nguyên đưa ra kích thước của mảng theo mỗi chiều.

- Có thể khởi tạo *numpy arrays* từ nested *(lồng ghép)* Python lists, và dùng dấu ngoặc vuông để truy cập từng phần tử

Numpy Array

Numpy array là một đối tượng mảng N chiều mạnh mẽ ở dạng hàng và cột



Tạo Array và truy cập

```
import numpy as np

a = np.array([1,2,4]) # tạo mảng 1 chiều
print(type(a)) # in "<class 'numpy.ndarray'>"
print(a.shape) # in "(3,)"
print(a[0], a[1], a[2]) # in "1 2 4"
a[0] = 7 #Thay đổi giá trị của 1 phần tử trong mảng
print(a) #in "[7, 2, 4]"

b = np.array([[1,2,3],[4,5,6]]) # tạo mảng 2 chiều
print(b.shape) # in "(2, 3)"
print(b[0,0], b[0,1], b[1,0]) # in "1 2 4"
print(np.diag([1,3,4])) # in ra mảng 2 chiều
```

```
[[1 0 0]
 [0 3 0]
 [0 0 4]]
```

Nhiều cách khởi tạo Array

```
import numpy as np

x = np.range(3.0) # mảng [0. 1. 2.]
a = np.zeros((2, 2)) # mảng 2x2 toàn số 0
b = np.ones((1, 2)) # mảng 1x2 toàn số 1
c = np.full((3, 2, 2), 9) # mảng 3x2x2 toàn số 9
d = np.eye(2) # ma trận đơn vị 2x2
e = np.random.randn(3, 2) # mảng 3x2 ngẫu nhiên [0,1)

# mảng 2x3 điền các số từ 1 đến 6, kiểu số nguyên 32 bit
x = np.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6]], np.int32)
print(x.ndim, x.size)# in ra hàng và số phần tử
print(x.shape) # in "(2, 3)"
print(x.dtype) # in "dtype('int32')"
```

Truy cập theo chỉ số (slicing)

- Numpy cung cấp một số cách để truy xuất phần tử trong mảng
- Slicing: Tương tự như list trong python, numpy arrays cũng có thể được cắt.

```
import numpy as np

# mảng 3x4
a = np.array([[1, 2, 3, 4], [5, 6, 7, 8], [9, 10, 11, 12]])
# mảng 2x2 trích xuất từ a, dòng 0+1, cột 1+2
b = a[:2, 1:3]
# chú ý: mảng của numpy tham chiếu chứ không copy dữ liệu
print(a[0, 1]) # in "2"
b[0, 0] = 77 # b[0, 0] cũng là a[0, 1]
print(a[0, 1]) # in "77"
```

Ví dụ slicing

```
row_r1 = a[1,:]    # mảng 1 chiều độ dài 4
row_r2 = a[1:2,:] # mảng 2 chiều 1x4
print(row_r1,row_r1.shape) # in ra "[5 6 7 8] (4,)"
print(row_r2,row_r2.shape) # in ra "[[5 6 7 8]] (1, 4)"
col_r1 = a[:,1]    # mảng 1 chiều độ dài 3
col_r2 = a[:,1:2] # mảng 2 chiều 3x1
print(col_r1,col_r1.shape) # in ra "[ 2 6 10] (3,)"
print(col_r2,col_r2.shape) # in ra "[[ 2]
                                 # [ 6]
                                 # [10]] (3, 1)"
```

Các phép toán trên Array

Toán tử	func tương ứng	Chú thích
+	np.add	Phép cộng
-	np.subtract	Phép trừ
*	np.multiply	Phép nhân
/	np.divide	Phép chia

NumPy có nhiều phép toán Array

Các mảng đầu vào để thực hiện các phép toán số học như cộng(), trừ(), nhân() và chia() phải có cùng hình dạng hoặc phải tuân theo quy tắc phát mảng.

```
import numpy as np
x = np.array([[1,2], [3,4]], dtype=np.float64)
y = np.array([[5,6], [7,8]], dtype=np.float64)
print(x + y) # print(np.add(x, y)), xử lý khác list
print(x - y) # print(np.subtract(x, y))
print(x * y) # print(np.multiply(x, y))
print(x / y) # print(np.divide(x, y))
print(np.sqrt(x)) # khai căn tất cả các phần tử
print(2**x) # tính 2 mũ các phần tử trong x
# chú ý: phép nhân/chia thực hiện theo cặp phần tử của
x và y
```

NumPy có nhiều phép toán Array

```
import numpy as np
print ("First array:")
a = np.arange(9,dtype = np.float_).reshape(3,3)
print (a,"\n")
print ("Second array:" )
b = np.array([10,10,10])
print (b,"\n")

print ("Add the two arrays:" )
print (np.add(a,b), "\n")

print ("Subtract the two arrays:")
print (np.subtract(a,b), "\n" )

print ("Multiply the two arrays:")
print (np.multiply(a,b), "\n")

print (" Divide the two arrays:")
print (np.divide(a,b))
```

```
First array:
[[0. 1. 2.]
 [3. 4. 5.]
 [6. 7. 8.]]

Second array:
[10 10 10]

Add the two arrays:
[[10. 11. 12.]
 [13. 14. 15.]
 [16. 17. 18.]]

Subtract the two
arrays:
[[-10.  -9.  -8.]
 [ -7.  -6.  -5.]
 [ -4.  -3.  -2.]]

Multiply the two
arrays:
[[ 0. 10. 20.]
 [30. 40. 50.]
 [60. 70. 80.]]

Divide the two arrays:
[[0.  0.1 0.2]
 [0.3 0.4 0.5]
 [0.6 0.7 0.8]]
```

Nhân ma trận (dot) và nghịch đảo

Dot() thực hiện tích vô hướng của hai mảng.

```
import numpy as np
x = np.array([[1, 2],[3, 4]])
y = np.array([[5, 6],[7, 8]])
v = np.array([9, 10])
w = np.array([11, 12])
print(v.dot(w)) #tương tự print(np.dot(v, w))
```

→ 219

```
print(x.dot(v)) #tương tự print(np.dot(x, v))
```

→ [29 67]

```
print(x.dot(y)) #tương tự print(np.dot(x, y))
```

→ [[19 22]
 [43 50]]

```
print(np.linalg.inv(x)) #tính và in nghịch đảo của x
```

→ [[-2. 1.]
 [1.5 -0.5]]

Ma trận chuyển vị

Ma trận **chuyển vị** là một ma trận mà ở đó các **hàng** được thay thế bằng các **cột**, và ngược lại.

```
import numpy as np
x = np.array([[1,2], [3,4]])
print(x) # in ra
```

```
[[1 2]
 [3 4]]
```

```
print(x.T) # in ra
```

```
[[1 3]
 [2 4]]
```

```
# chú ý: mảng 1 chiều không có chuyển vị
y = np.array([1, 2, 3])
print(y) # in ra "[1 2 3]"
print(y.T) # in ra "[1 2 3]"

z = np.array([[1,2,3]])
print(z.T) # in ra
```

```
[[1]
 [2]
 3]]
```

Một số thao tác thông dụng

Đọc dữ liệu từ file (StringIO)

Việc đọc và ghi dữ liệu không nhất thiết phải nằm trong tệp, nhưng nó cần được đọc và ghi trong bộ nhớ. Python có một mô-đun tích hợp có tên **StringIO**.

❖ Ghi vào tệp bộ nhớ

```
from io import StringIO
f = StringIO()
f.write("Khoa hoc du lieu,
K.CNTT-DH NTT")
print(f.getvalue())
# Khoa hoc du lieu, CNTT-DH NTT
```

❖ Đọc vào tập bộ nhớ

```
from io import StringIO
f = StringIO()
f = StringIO("Xin chao !\nKhoa CNTT\n ĐH NTT")
while True:
      line = f.readline()
      if (not line):
        break
      else:
        print(line)

      #    Xin chao!
           Khoa CNTT
           ĐH NTT
```

Đọc dữ liệu từ file (StringIO)

Hàm **numpy.loadtxt()**: đọc nhanh cho các tệp văn bản đơn giản

Các tham số:

- **fname: file, str hoặc pathlib.Path.**
- **dtype: kiểu dữ liệu**
- **comments: str hoặc chuỗi**
- **delimiter: str**
- **converters: dict**
- **skiprows: int**
- **usecols: int hoặc chuỗi**
- **unpack: bool**
- **ndim: int**

Đọc dữ liệu từ file (StringIO)

Đọc dữ liệu từ tập văn bản dưới dạng một ndarray

```
from io import StringIO
import numpy as np

c = StringIO(n"0 1\n2 3")
x =np.loadtxt(c)
Print(x)

      # [[0. 1.]
         [2. 3.]]
```

```
from io import StringIO
import numpy as np
d = StringIO("M 21 72\nF 35 58")
y =
np.loadtxt(d,dtype={'names':('gender','age',
'weight'),'formats':('S1','i4','f4')})
print(y)

# [('M', 21, 72.0), ('F', 35, 58.0)]
```

Cơ chế broadcasting

- Broadcasting là một cơ chế mạnh mẽ cho phép thực thi các phép toán số học trên các numpy array có kích thước khác nhau.
- Chúng ta thường có một mảng nhỏ hơn và một mảng lớn hơn và muốn sử dụng mảng nhỏ hơn nhiều lần để thực hiện một số thao tác trên mảng lớn hơn.

```
import numpy as np

x = np.array([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9],[10,11,12]])
v = np.array([1,0,1])
y = x + v
print(y)   # [[ 2  2  4]
           #  [ 5  5  7]
           #  [ 8  8 10]
           #  [11 11 13]]
```

Tính tổng theo các trục

```
import numpy as np

x = np.array([[1,2], [3,4]])

print(np.sum(x))
# tính tổng toàn bộ x, in "10"
print(np.sum(x, axis=0))
# tính tổng mỗi cột, in "[4 6]"
print(np.sum(x, axis=1))
# tính tổng mỗi hàng, in "[3 7]"
```

```
# 10
  [4 6]
  [3 7]
```

Trích xuất dữ liệu theo dãy np

```
import numpy as np
a = np.array([[1,2], [3, 4], [5, 6]])
print(a[[0, 1, 2], [0, 1, 0]])
# "[1 4 5]”

print(np.array([a[0, 0], a[1, 1], a[2, 0]]))
# "[1 4 5]"

print(a[[0, 0], [1, 1]])
# "[2 2]"

print(np.array([a[0, 1], a[0, 1]]))
# "[2 2]"
```

Lọc phần tử theo chỉ số

```
import numpy as np

a = np.array([[1,2,3], [4,5,6], [7,8,9],[10,11,12]])
b = np.array([0,2,0,1]) # b là mảng các chỉ số
print(a[np.arange(4),b])  # in ra "[1 6 7 11]"

# cộng tất cả các phần tử được lọc thêm 10
a[np.arange(4),b] += 10
print(a)          # in ra "array([[11, 2, 3]
                      [ 4, 5, 16]
                      [17, 8, 9]
                      [10, 21, 12]])
```

Lọc dữ liệu theo điều kiện

```
import numpy as np

a = np.array([[1,2], [3,4], [5,6]])
bool_x = (a > 2)
print(bool_x) # in ra
```

```
[[False False]
 [ True  True]
 [ True  True]]
```

```
# lọc dữ liệu trong a, trả về một dãy
print(a[bool_x]) # "[3 4 5 6]"
# có thể viết trực tiếp điều kiện (ngắn gọn hơn)
print(a[a > 2]) # "[3 4 5 6]"
```

Điều chỉnh cỡ ma trận

```
import numpy as np
x= np.array([[1,3],[3,5],[4,6]])
print(x.shape) #shape (3,2)
# Điều chỉnh thành shape(2,3)
print(x.reshape(2,3))

x = np.array([[1,3], [4,4], [4,2], [5,6])
print(x)          # [[1 3]
                  #  [4 4]
                  #  [4 2]
                  #  [5 6]]

print(x.reshape(2, -1)) # tự tính chiều còn lại
                        # [[1 3 4 4]
                        #  [4 2 5 6]]
```

Element-wise operation

- Element-wise là các phép toán cực kỳ phổ biến với **tensor** trong lập trình mạng neural

- Hiểu đơn giản thì Element-wise là phép toán trên các phần tử tương ứng giữa các tensor. Hai phần tử được cho là tương ứng nếu hai phần tử chiếm cùng một vị trí trong tensor.
- Vị trí được xác định bởi các index được sử dụng để định vị từng phần tử.

Element-wise operation

```
x = np.array([1, 2, 3])
# lấy log cơ số e từng phần tử
np.log(x) #([ 0, 0.69314718, 1.09861229])

# lấy trị tuyệt đối từng phần tử
np.abs(x)       #([1, 2, 3])

#so sánh từng phần tử với 2 và lấy max
np.maximum(x, 2) #([2, 2, 3])

# so sánh từng phần tử với 2 và lấy min
np.minimum(x, 2) #([1, 2, 2])

# lũy thừa 2 từng phần tử
x**2 #([1, 4, 9])
```

Tính norm cấp 2 của vector

- Độ lớn của một vector (**norm**), là khoảng cách quy ước giữa điểm cuối của vector và điểm gốc.
- Norm được tính dựa vào một công thức mà ta tự quy định.
- Mỗi vector đều có thể được đưa vào công thức ấy để tìm ra độ lớn tương ứng.

```
# norm cấp 2 của vector là chiều dài của vector đó
# |x|_2 = |x| = sqrt(x_1^2 + x_2^2 + ... x_n^2)
x = np.array([[0,3], [4,3], [6,8]])
# tính norm mỗi dòng, kết quả: array([[3], [5], [10]])
np.linalg.norm(x, axis = 1, keepdims = True)

x = np.array([[0, 6], [4, 0], [3, 8]])
# tính norm mỗi cột, kết quả: array([[5, 10]])
np.linalg.norm(x, axis = 0, keepdims = True)
```

Sinh mảng ngẫu nhiên

```
np.random.random(3, 2) # mảng 3x2 ngẫu nhiên trong [0,1)
np.random.randn() # một số sinh theo phân phối chuẩn
np.random.randn(3) # mảng 3 số theo phân phối chuẩn
np.random.randn(3,4) # mảng 3x4 theo phân phối chuẩn

# mảng 2x4 gồm các số nguyên trong [3,15)
np.random.randint(3, 15, (2, 4))

# sinh một dãy là hoán vị ngẫu nhiên của dãy (0, 1, 2, ..., 19)
np.random.permutation(20)
```

Các hàm thống kê

```
import numpy as np
a = np.random.randn(3, 4)
# tính trung bình của cả ma trận a
print(np.mean(a))
# tính trung vị của cột đầu tiên
print(np.median(a[:,0]))
# tính độ lệch chuẩn của từng dòng
print(a.std(axis=0))
# tính phương sai của từng cột
print(a.var(axis=1))
```

THANK YOU

THS. VƯƠNG XUÂN CHÍ
VXCHI@NTT.EDU.VN
0903 270 567