

Numpy

Funciones Universales y reglas “Broadcasting”

Francisco José Madrid Cuevas

- Doctor en Informática por la Universidad Politécnica de Madrid en 2003. Desde 1996 he sido profesor a tiempo completo de la Universidad de Córdoba impartiendo docencia en Informática en varias titulaciones de Ingeniería.



Contenidos

- Qué es una función universal.
 - Vectorización del código.
- Reglas de Broadcasting.



¿Qué es una función universal?

- Calcular el coseno de los valores de un arreglo.

$$A = \begin{bmatrix} \pi & 3\pi/2 & 0 \\ \pi/2 & 0 & \pi \\ 2\pi & \pi/2 & 3\pi/2 \end{bmatrix}$$



$$B = \begin{bmatrix} \cos \pi & \cos 3\pi/2 & \cos 0 \\ \cos \pi/2 & \cos 0 & \cos \pi \\ \cos 2\pi & \cos \pi/2 & \cos 3\pi/2 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



“Element wise”




¿Qué es una función universal?

- Uso de funciones universales para vectorizar el código.

$$B = \begin{bmatrix} \cos \pi & \cos 3\pi/2 & \cos 0 \\ \cos \pi/2 & \cos 0 & \cos \pi \\ \cos 2\pi & \cos \pi/2 & \cos 3\pi/2 \end{bmatrix}$$


Código sin vectorizar

```
1 import math as m
2 import numpy as np
3
4 A = np.array([[np.pi, 3*np.pi/2, 0],
5               [np.pi/2, 0, np.pi],
6               [2*np.pi, np.pi/2, 3*np.pi/2]])
7
8 B = np.zeros_like(A)
9
10 for f in range(A.shape[0]):
11     for c in range(A.shape[1]):
12         B[f, c] = m.cos(A[f, c])
```



Código vectorizado

```
1 import math as m
2 import numpy as np
3
4 A = np.array([[np.pi, 3*np.pi/2, 0],
5               [np.pi/2, 0, np.pi],
6               [2*np.pi, np.pi/2, 3*np.pi/2]])
7
8 B = np.cos(A)
```



ufunc

¿Qué es una función universal?

- Funciones universales en Numpy.
 - Funciones universales disponibles:
 - Operaciones aritméticas y funciones matemáticas.
 - Funciones trigonométricas.
 - Funciones de manipulación de bits.
 - Funciones de comparación.
 - Funciones para punto flotante.



Reglas de Broadcasting

- Funciones universales con dos argumentos.

$$C = \text{np.add}(A, B)$$

Forma: (3,3) (3,3) (3,3)

¿Qué ocurre cuando las formas de los argumentos no coinciden?



Reglas de Broadcasting

- Reglas a aplicar antes de realizar una ufunc con X_1 , X_2 , ... argumentos:
 1. Todo argumento X_i con $X_i.\text{ndim} < \text{max_dim} = \max\{X_1.\text{ndim}, X_2.\text{ndim}, \dots\}$ preañaden dimensiones con tamaño 1 hasta alcanzar max_dim dimensiones.
 2. La salida tendrá max_dim dimensiones, cada una con el máximo tamaño encontrado.
 3. Un argumento X_i será válido si el tamaño de cada dimensión es 1 o igual al tamaño máximo de todos los argumentos para esa dimensión.
 4. Si un argumento X_i tiene tamaño 1 para una dimensión, el valor de ese elemento se utiliza para todas las operaciones en esa dimensión.



Reglas de Broadcasting

- Ejemplo 1: $C = \text{np.add}(A, B)$

$$A \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix} + B \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Forma (3,3) Forma (3,)

↓
Propagación

$$C \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 \\ 8 & 9 & 10 \end{bmatrix}$$

Forma (3,3)

1. $\text{max_dim} = \max\{A.\text{ndim}=2, B.\text{ndim}=1\} = 2$
2. La forma de $B.\text{shape}=(3,)$ pasa a $B'.\text{shape} = (1, 3)$
3. La forma de A se mantiene (3, 3).
4. La salida C tendrá forma (3, 3) (máximo tamaño en cada dimensión).
5. A y B' tienen tamaños 1 o 3 en las dos dimensiones.
6. El elemento $B'[1] = [1 \ 1 \ 1]$ se usa para sumar en la primera dimensión



Reglas de Broadcasting

- Ejemplo 2: $C = \text{np.add}(A, B)$

$$A \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix} + B \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ Forma (3,1)}$$

Forma (3,3)

Propagación
→

$$C \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 \\ 8 & 9 & 10 \end{bmatrix}$$

Forma (3,3)

1. $\text{max_dim} = \max\{A.\text{ndim}=2, B.\text{ndim}=2\} = 2$
2. La forma de $B.\text{shape}=(3,1)$ se mantiene.
3. La forma de $A.\text{shape}=(3, 3)$ se mantiene.
4. La salida C tendrá forma (3, 3) (máximo tamaño en cada dimensión).
5. A y B tienen tamaños 1 o 3 en las dos dimensiones.
6. El elemento $B[:,1] = [1]$ se usa para sumar en la segunda dimensión.



Reglas de Broadcasting

- Ejemplo 3: $C = \text{np.add}(A, B)$

$$A \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix} + B \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Forma (3,3) Forma (2,)

1. $\text{max_dim} = \max\{A.\text{ndim}=2, B.\text{ndim}=1\} = 2$
2. La forma de $B.\text{shape}=(1,)$ pasa a $B'.\text{shape} = (1, 2)$
3. La forma de $A.\text{shape}=(3, 3)$ se mantiene.
4. La salida C tendrá forma (3, 3) (máximo tamaño en cada dimensión).
5. B tiene tamaño 2 en la segunda dimensión que no es ni 1 ni 3.
6. Se genera un ERROR y no se calcula C.



A large, stylized sunburst graphic in shades of purple and blue, located on the left side of the slide. It features a semi-circle on the left and several rays extending towards the top right.

¡Gracias!