

APRENDIZAXE AUTOMÁTICA SUPERVISADA

3º Grao Intelixencia Artificial

P3. Redes Neuronales Artificiales

Curso 2025-26

José María Alonso Moral

CiTIUS y Departamento de Electrónica e Computación

Universidade de Santiago de Compostela

josemaria.alonso.moral@usc.es

Redes Neuronales Artificiales

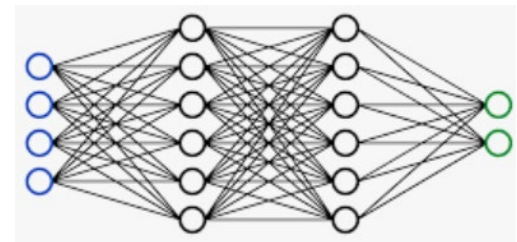
- Multilayer Perceptron (MLP)
- Deep Learning:
 - Computer Vision:
 - Convolutinal Neural Networks (CNN)
 - Fashion-MNIST dataset

- **Dataset: Fashion-MNIST**
 - Training: 60k images
 - Test: 10k images
 - 10 classes



<https://github.com/zalandoresearch/fashion-mnist>

- **ScikitLearn MLP:**
 - Input: all pixels
 - No need to optimize hyperparameters
 - FeatureSelection [+ PCA + OpenCV (manual extraction)]
 - Backpropagation
- **Keras/TensorFlow (Pytorch) – GOOGLE COLAB**



Convolución

- Operación matemática (transformación espacio-temporal)

$$- y = f * g$$

$$(f * g)(t) \doteq \int_{-\infty}^{\infty} f(\eta)g(t - \eta)d\eta$$

$$f[m] * g[m] = \sum_n f[n]g[m - n]$$

- Propiedades:

Conmutatividad

$$f * g = g * f$$

Asociatividad

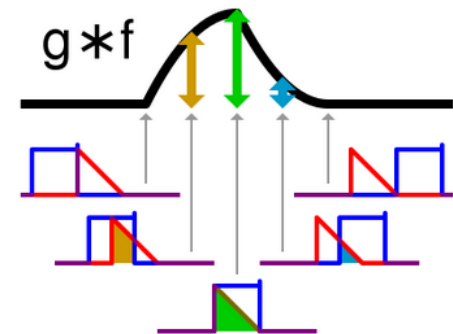
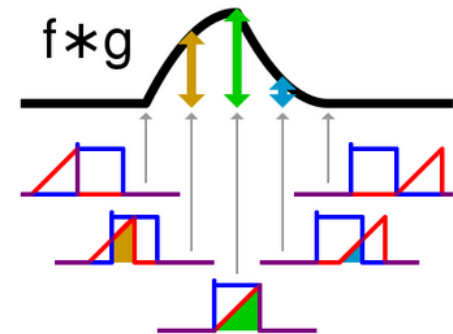
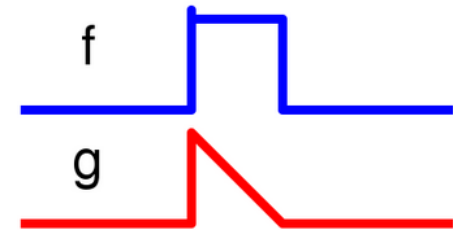
$$f * (g * h) = (f * g) * h$$

Distributividad

$$f * (g + h) = (f * g) + (f * h)$$

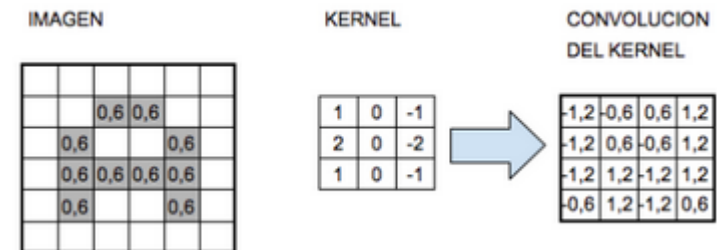
- Teorema de Transformada de Fourier:

$$\mathcal{F}(f * g) = (\mathcal{F}(f)) \cdot (\mathcal{F}(g))$$



CNN

- Múltiples capas de filtros convolucionales de 1 o más dimensiones
- La imagen se interpreta como una matriz de pixeles
 - Cada pixel toma un valor 0..255 normalizado a 0..1
 - Si la imagen tiene 28 x 28 pixeles
 - Blanco y negro: $28 \times 28 = 784$ neuronas
 - Color (RGB): $28 \times 28 \times 3 = 2352$ neuronas
- Las convoluciones se aplican a grupos de pixeles cercanos
 - Ej: kernel 3 x 3
 - Se recorrerá la imagen de izquierda a derecha y de arriba abajo
 - Filtro: conjunto de kernels
 - cada filtro genera una matriz de salida



CNN

$$f(x) = \max(0, x)$$

- **Capa de activación ReLU (Rectifier Linear Unit)**
- **Muestreo - Subsampling (Ej. Max-Pooling 2x2)**
 - para reducir el tamaño de la próxima capa de neuronas
 - preservando las características más importantes que detectó cada filtro

CONVOLUCION
DEL KERNEL

-1,2	-0,6	0,6	1,2
-1,2	0,6	-0,6	1,2
-1,2	1,2	-1,2	1,2
-0,6	1,2	-1,2	0,6

APLICO RELU

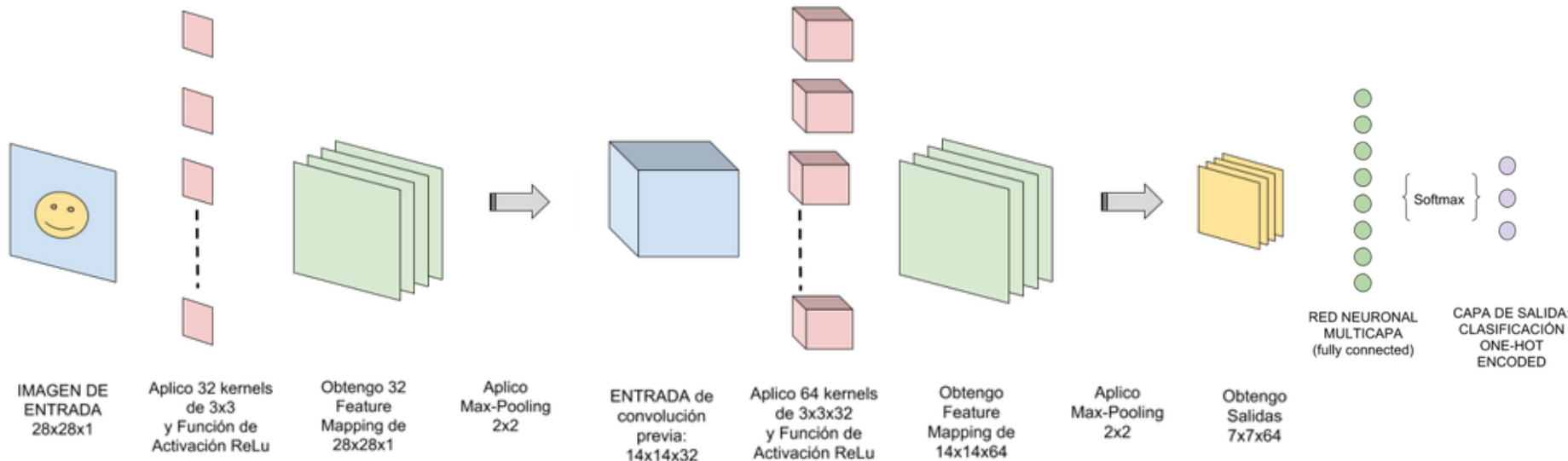
0	0	0,6	1,2
0	0,6	0	1,2
0	1,2	0	1,2
0	1,2	0	0,6

0	0	0,6	1,2
0	0,6	0	1,2
0	1,2	0	1,2
0	1,2	0	0,6

0,6	1,2
1,2	1,2

PRIMERA CONVOLUCIÓN

SEGUNDA CONVOLUCIÓN (y sucesivas)



CNN vs MLP

- **Capa de entrada:**
 - MLP: características de la imagen (no escalable por pixeles)
 - CNN: pixeles
- **Capas ocultas:**
 - MLP: número variable de neuronas por capa
 - CNN: capas jerárquicas de convolución (kernels) + muestreo
- **Capa de salida:**
 - MLP: 1 neurona por cada clase
 - CNN: aplanado en 1 o más capas tradicionales + SoftMax
- **Backpropagation:**
 - MLP: para ajustar los pesos de todas las interconexiones
 - CNN: para ajustar los pesos de los kernels