

“Convolutional Neural Networks (CNN)”

APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

PROGRAMA DE CIENCIA DE DATOS

Profesor: MSc. Felipe Meza



August 19, 2019

Convolutional Neural Networks (CNN)

- CNN/ConvNets
- Arquitectura
- Convolución
- Convolución + no-linealidad
- Stride / Padding
- Pooling
- Capas
- Tipos de CNN
- Caso práctico
- Recomendaciones generales

CNN/ConvNets

- Propuesta por Yann LeCun en 1989.
- Inspirada en la corteza visual.
- ConvNets son redes neuronales que toman como punto de entrada una imagen (2D) o una serie de datos (1D) y le asignan niveles de importancia a detalles, que la misma es capaz de diferenciar.
- Mejora del modelo neuronal artificial para imágenes más complejas.
- Hace uso de varias operaciones, siendo la convolución una de las más importantes.

CNN/ConvNets

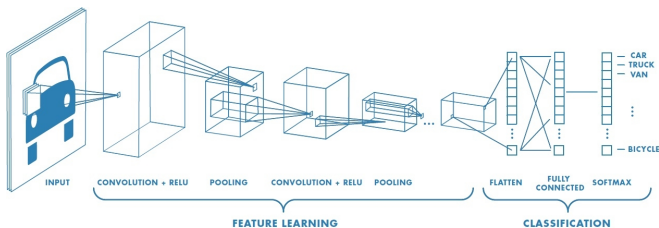


```
08 02 22 97 38 15 00 40 00 75 04 05 07 78 52 12 50 77 91 08
49 49 99 40 17 81 18 57 60 87 17 40 98 43 69 48 04 56 62 00
81 49 31 73 55 79 14 29 93 71 40 67 53 88 30 03 49 13 36 65
52 70 95 23 04 60 11 42 69 24 68 56 01 32 56 71 37 02 36 91
22 31 16 71 51 67 63 89 41 92 36 54 22 40 40 28 66 33 13 80
24 47 32 60 99 03 45 02 44 75 33 53 78 36 84 20 35 17 12 50
32 98 81 28 64 23 67 10 26 38 40 47 59 54 70 66 18 38 44 70
47 26 20 68 02 62 12 20 95 63 94 39 43 08 40 91 66 49 94 21
24 55 58 05 66 73 99 26 97 17 78 78 96 83 14 88 34 89 43 72
21 36 23 09 75 00 76 44 20 45 35 14 00 41 33 97 34 31 33 95
78 17 53 28 22 75 31 67 15 94 03 80 04 62 16 14 09 53 56 92
16 39 05 42 96 35 31 47 55 58 88 24 00 17 54 24 36 29 85 57
86 56 00 48 35 71 89 07 05 44 44 37 44 60 21 58 51 54 17 58
19 80 81 68 05 94 47 69 28 73 92 13 86 52 17 77 04 89 55 40
04 52 08 83 97 35 99 16 07 97 57 32 16 26 26 79 33 27 98 66
88 36 68 87 57 62 20 72 03 46 33 67 46 55 12 32 63 93 53 69
04 42 16 73 38 25 39 11 24 94 72 18 08 46 29 32 40 62 76 36
20 69 36 41 72 30 23 88 34 62 99 69 82 67 59 85 74 04 36 16
20 73 35 29 78 31 90 01 74 31 49 71 48 86 81 16 23 57 05 54
01 70 54 71 83 51 54 69 16 92 33 48 61 43 52 01 89 19 67 48
```

Lo que vemos los humanos vrs lo que ven las máquinas

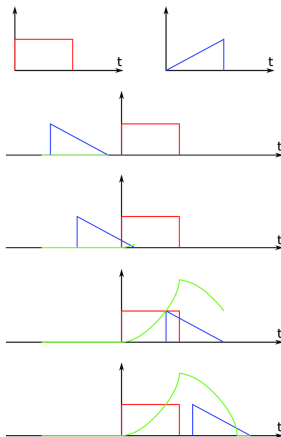
CNN - Arquitectura

- Propuesta por 3 capas elementales:
 - Convolución.
 - Pooling.
 - Capa de conexión (FCL).

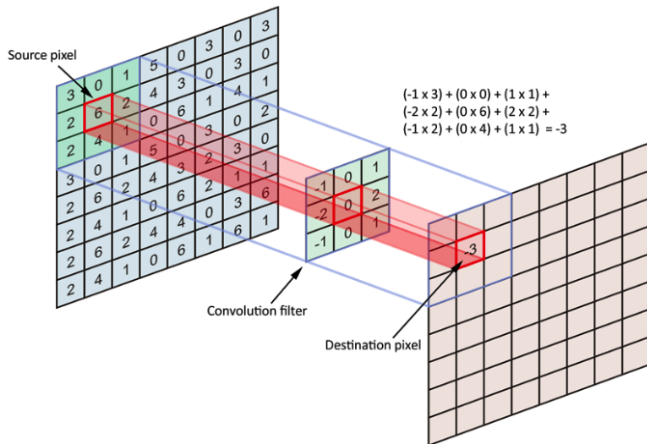


CNN - Convolución

$$(f * g)(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)g(t - \tau) d\tau$$

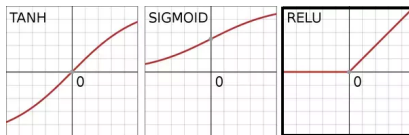


CNN - Convolución

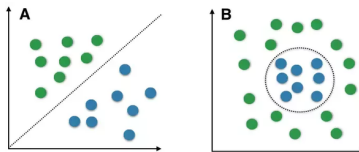


CNN - Convolución + no-linealidad

- Incluye la ecuación para no-linealidad, típicamente RELU (menor costo computacional):



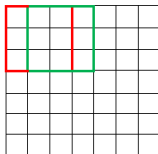
- Recordar que la convolución es una operación lineal, de no usarse la función de activación, la red neuronal fallarían a la hora de trabajar con datos no-lineales.



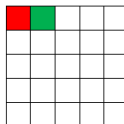
CNN - Stride & Padding

- El stride se define como la cantidad de pixeles en los que se mueve el filtro convolutivo.

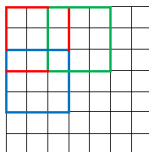
7 x 7 Input Volume



5 x 5 Output Volume



7 x 7 Input Volume

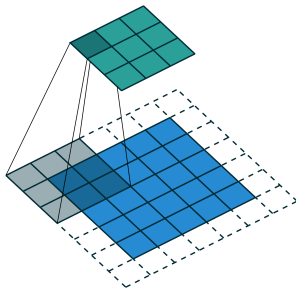
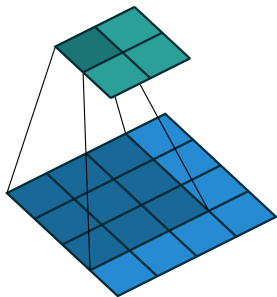


3 x 3 Output Volume

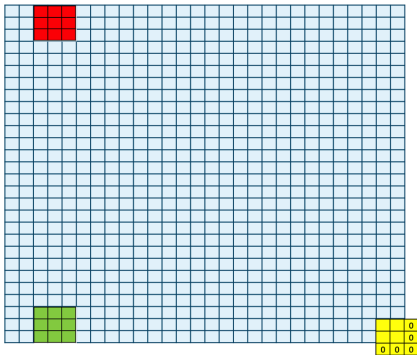


CNN - Stride & Padding

- El padding consiste en colocar ceros en los bordes de la imagen con el fin de que encaje adecuadamente el filtro.



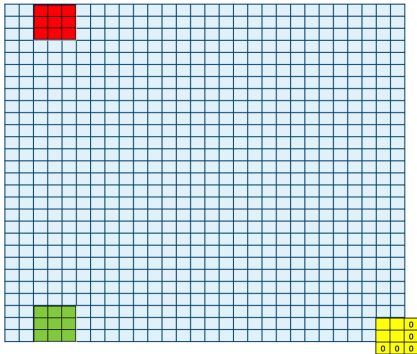
CNN - Stride & Padding



Padding	Stride	Width	Height	Depth
same	1			
valid	1			
valid	2			

Image = 28x28
Filter = 3x3
Input Depth = 3
Output Depth = 8

CNN - Stride & Padding

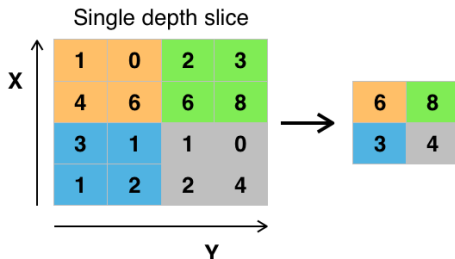


Padding	Stride	Width	Height	Depth
same	1	28	28	8
valid	1	26	26	8
valid	2	13	13	8

Image = 28x28
Filter = 3x3
Input Depth = 3
Output Depth = 8

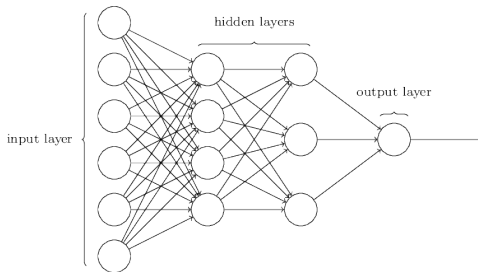
CNN - Pooling

- Uno de los objetivos de las CNN es la reducción de dimensiones de una imagen de manera tal que no se pierdan detalles importantes y que haga mas fácil su procesamiento.
- Consiste en una reducción de dimensiones, después de la convolución.

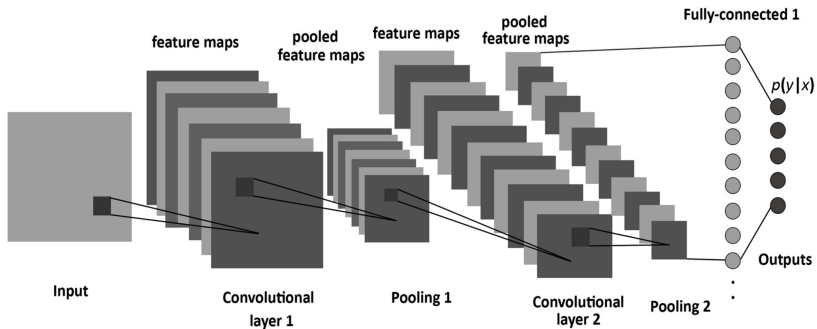


CNN - FCL

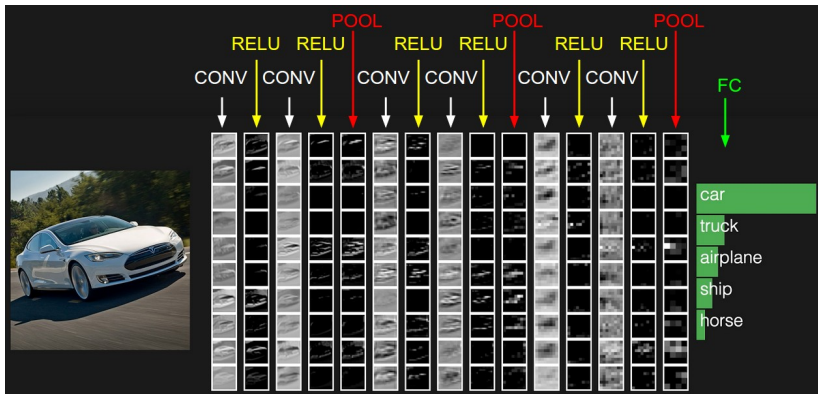
- Capa neuronal convencional para las tareas de clasificación.



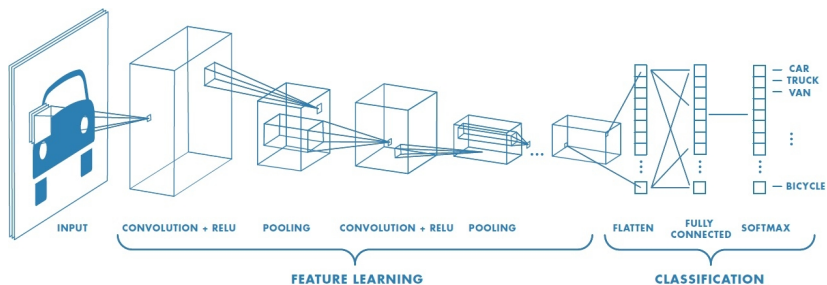
CNN - Capas



CNN - Capas

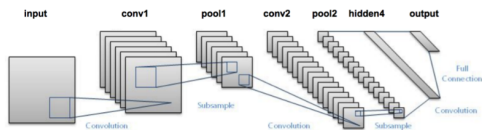


CNN - Arquitectura



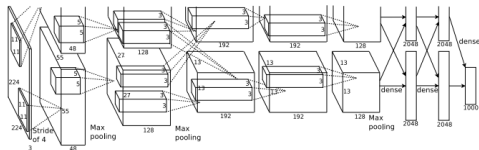
Tipos de CNN

- LeNet-5 (1998)



7 niveles, uso en cheques

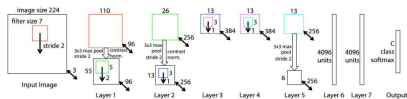
- AlexNet (2012)



Mejora profundidad, optimización. Krizhevsky

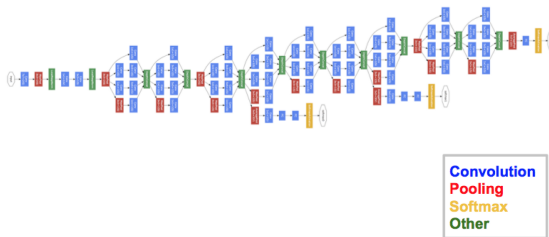
Tipos de CNN

- ZFNet(2013)



Mejora hiperparámetros

- GoogleNet/Inception(2014)

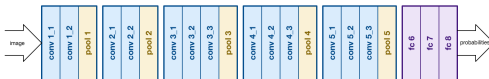


Más capas, menos parámetros (60M vs 4M)



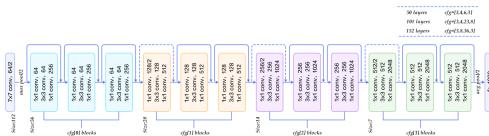
Tipos de CNN

- VGGNet (2014)



Mejora uniformidad, pero con muchos parámetros

- ResNet(2015)



Introduce unidades recurrentes, muchas capas

Recomendaciones Generales

- Validar que los datos tengan sentido, hay datos invertidos?, ceros por error?
- En caso de un error, intentar el uso de datos aleatorios, identificar si el error se repite.
- Eliminar ruido en el conjunto de datos (NaNs).
- Intentar re-ordenar los datos (shuffle).
- Reducir el des-balance de datos.
- Contar con una cantidad de datos considerable.
- No usar batches muy grandes.
- Considerar la normalización en caso de ser necesario.

Recomendaciones

- Intentar con una version “simple” del problema.
- No depender de una sola métrica.
- Problemas de generalización? Intentar con más capas.
- Revisar los pesos de inicialización.
- Comprender el efecto de variación en los hiper-parámetros.
- Probar con varios optimizadores.
- Comprender el efecto de variación del learning rate.
- Validar el efecto de la regularización.

Questions?



Felipe Meza - fmeza@itcr.ac.cr