



Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales
Frameworks
MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo
Resultados
Conclusiones

Aplicación de técnicas de *Deep Learning* usando el framework MXNet en un caso médico real

Eduardo José Gómez Hernández
Bajo la dirección de:
José Manuel García Carrasco

2 Junio 2018



Índice

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

- 1 Introducción**
- 2 Redes Neuronales**
- 3 Frameworks**
- 4 MNist y Cifar**
- 5 Deep Learning en Medicina**
- 6 Desarrollo**
- 7 Resultados**
- 8 Conclusiones**



Introducción

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales
Frameworks
MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo
Resultados
Conclusiones

El concepto *Deep Learning* está cogiendo gran interés ultimamente, levantando interés en múltiples entornos.

La mayoría de estas técnicas de Inteligencia Artificial fueron desarrolladas durante los años 50-60.

Últimamente se está aplicando en varios campos desde la economía, los videojuegos, hasta la medicina, siendo este último campo muy interesante socialmente.



Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Parte 1

MXNET y Deep Learning

Neurona

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

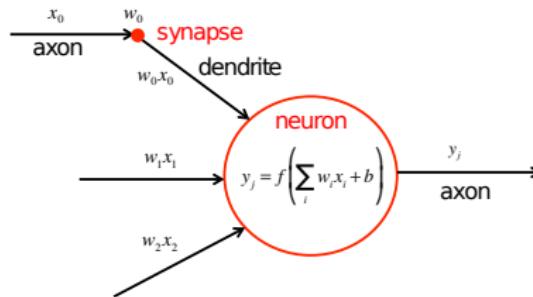
Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Las neuronas son el elemento base de las redes neuronales. Estas neuronales simulan el funcionamiento de una neurona biológica.



Este tipo de neuronas se denominan perceptrones.

Redes Neuronales

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

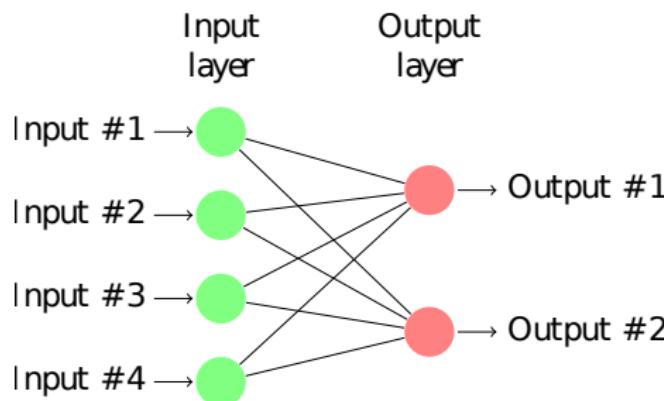
Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Una neurona, por si misma, no es capaz de resolver problemas complejos, por lo que estas se agrupan en conjuntos llamados capas. Al unirse estas capas obtenemos lo que se denomina como red neuronal.



Redes Neuronales Profundas

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

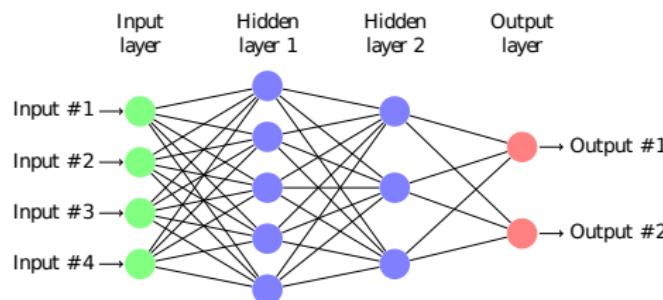
Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Al usar 3 o más capas, la red neuronal pasa a ser una red neuronal profunda, que en el caso de estar formada únicamente de perceptrones se denominan Redes MLP (Multi-Layer Perceptron).



Estas redes MLP son capaces de representar cualquier función matemática.

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

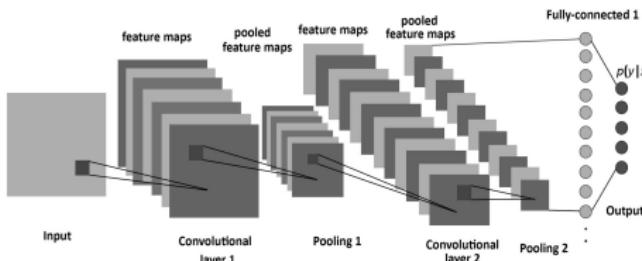
Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Se diseñaron un conjunto de redes llamadas redes neuronales convolucionales. Estas redes, tradicionalmente, disponen de un conjunto de capas especiales que preceden a una MLP: **convolución, y pooling**.





Entrenamiento

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Existen multiples maneras de realizar el entrenamiento de las redes neuronales, siendo las más conocidas: el aprendizaje supervisado, y el aprendizaje no supervisado.

En el aprendizaje supervisado, el algoritmo más conocido es el SDG (*Stochastic Gradient Descendent*).

El aprendizaje no supervisado solo puede aprender de las entradas, ya que no se le indica el resultado que se quiere obtener.



Frameworks

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo
Resultados

Conclusiones

Para facilitar la creación y entrenamiento de las redes neuronales, se desarrollaron conjuntos de herramientas denominadas *frameworks*.





MXNet

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

El framework usado ha sido MXNet, el cual es de reciente creación, y pasó desapercibido hasta que fue acogido por la Apache Foundation, en su programa Apache Incubator.



El objetivo principal es de maximizar la eficiencia y la productividad. Además incluye una API de tres niveles de abstracción para usar según preferencias o necesidades.

MNist y Cifar

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

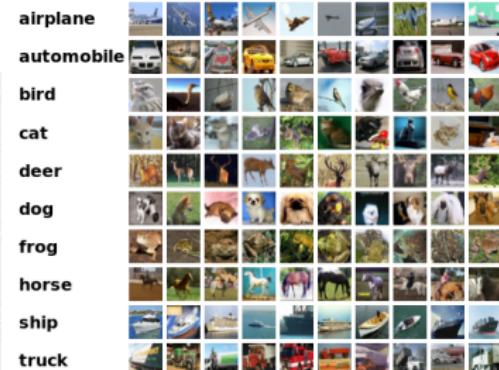
Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Para validar el funcionamiento del *framework*, hemos usado dos bases de datos conocidas con las configuraciones recomendadas por el *framework*: MNist y Cifar-10.



Obteniendo un 98.1 % de *accuracy* en MNist y un 93.1 % de *accuracy* en Cifar-10.



Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Parte 2

Aplicación en un caso médico real



Deep Learning en Medicina

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks
MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo
Resultados

Conclusiones

Hasta hace muy poco, las técnicas de *Deep Learning* en medicina se limitaba a imágenes radiológicas.

Sin embargo con el caso más conocido “Detección de cancer de mama” ha revolucionado este campo de estudio, provocando que incluso varios hospitales empiezen a escanear y etiquetar todo tipo de muestras.



Caso Elegido

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

En colaboración con el Dr Enrique Poblet Martínez y con el Hospital Reina Sofía, hemos elegido la “Detección de cáncer de próstata mediante biopsias”.

Nuestro objetivo es obtener un modelo capaz de funcionar como discriminador, tratando de priorizar aquellos casos que lo requieran.

Las imágenes de biopsias son sustancialmente distintas a las radiológicas, siendo un campo en investigación, y en el que se está empezando a obtener un buen resultado.

Biopsias

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

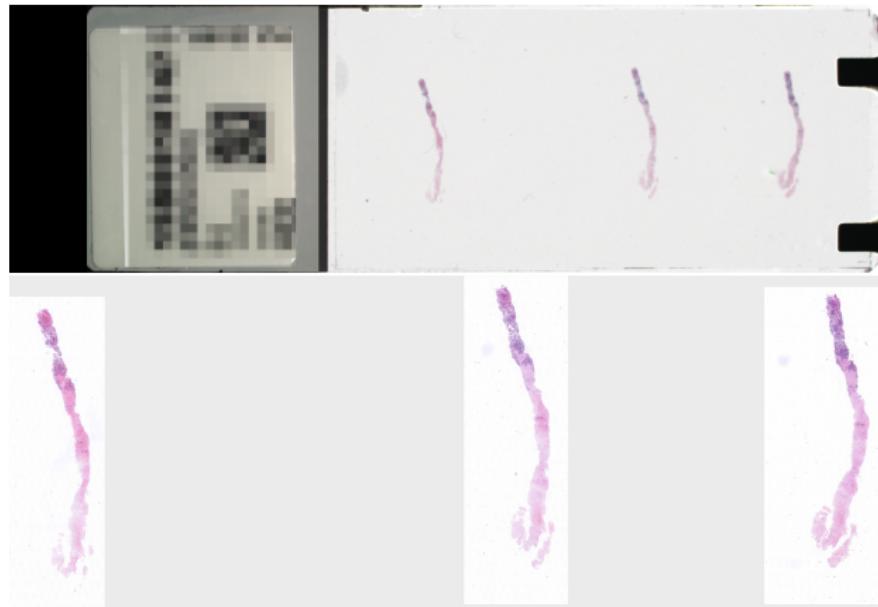
Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones



Tratamiento de las Imágenes

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

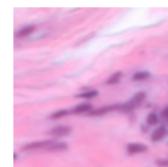
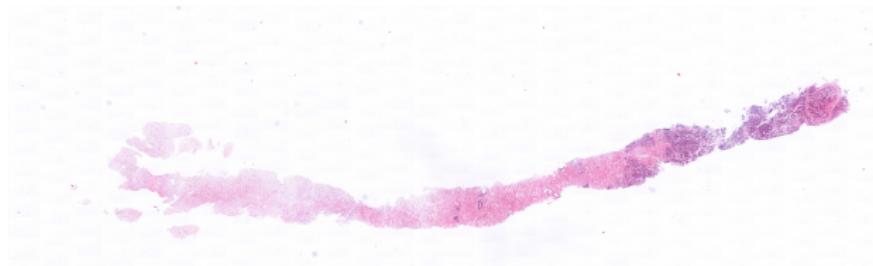
Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

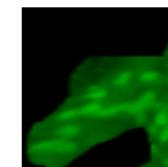
Conclusiones



Original



Marcada



Diferencia



Filtrado

Red Neuronal

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

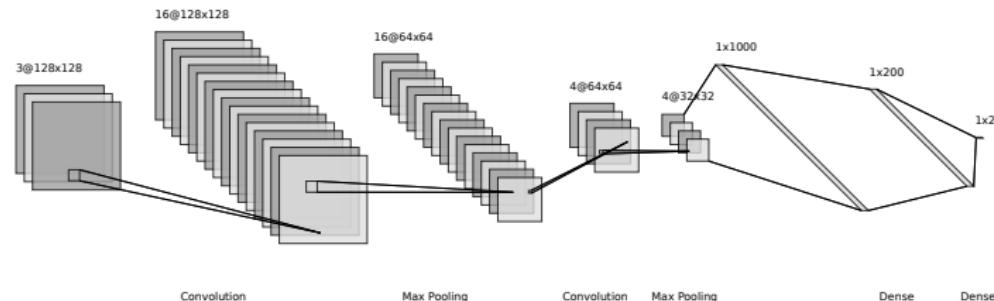
Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones



Set de Training y Test

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks
MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Comparativa del reparto de las imágenes de entrenamiento y test a 100 épocas.

Reparto	30-70	50-50	70-30	All
Con Blancos	46.9 %	57.5 %	49.1 %	32.7 %
Casi sin Blancos	59.2 %	78.2 %	57.7 %	49.0 %

Postprocesado

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

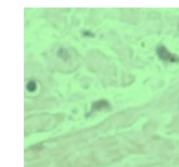
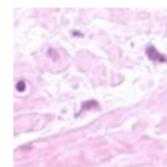
Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

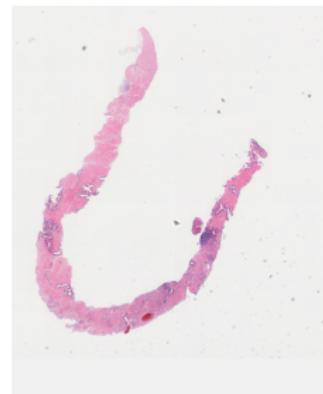
Resultados

Conclusiones

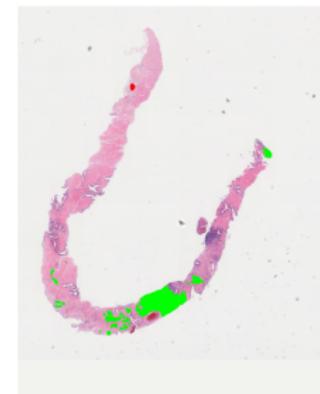


Antes del Blending

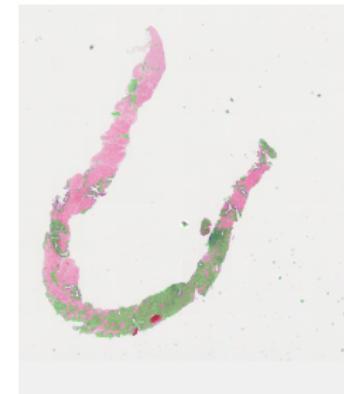
Después del Blending



Original



Marcada (Médicos)



Marcada (Red)

Tiempos de Ejecución

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Tarea	Tiempo
Preprocesamiento	
Tiff → Jpeg	45s
Extraer Biopsia	12s
Etiquetado	12m
Generación de listas	37s
Limpieza de Blancos	3h 45m
Entrenamiento de la Red	
Training 50 épocas	47m
Training 100 épocas	1h 16m

Predicción	
Tiff → Jpeg	47s
Extraer Biopsia	13s
Cortado	1m
Predicción	2m
Alpha-Blend	17m
Reconstrucción	27s

La máquina usada está equipada con una CPU Intel Xeon E5-2603 V3 a 1.6GHz, 64GB de Memoria DDR4 a 2133MHz, una Nvidia GTX 1080 Pascal, y un SSD Samsung Evo 500 GB.

Resultados

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

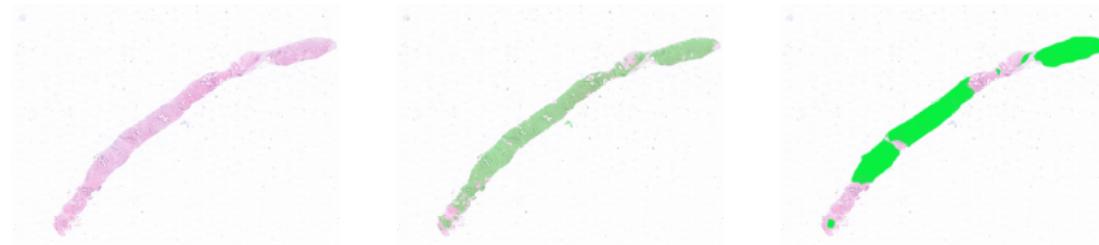
Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Caso 322450 (29104 trozos de 128x128)

Screening test	True diagnosis		Total
	Negative	Positive	
Negative	27343	198	27541
Positive	299	1264	1563
Total	27642	1462	29104



Original

Predicción de la Red

Predicción Médica

Resultados

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Caso 322454 (16638 trozos de 128x128)

		True diagnosis		Total
		Negative	Positive	
Screening test	Negative	13405	229	13634
	Positive	949	2055	3004
	Total	14354	2284	16638



Resultados

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Caso 322444 (7426 trozos de 128x128)

Screening test	True diagnosis		Total
	Negative	Positive	
Negative	6804	7	6811
Positive	604	11	615
Total	7408	18	7426



Original

Predicción de la Red

Predicción Médica

Resultados

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

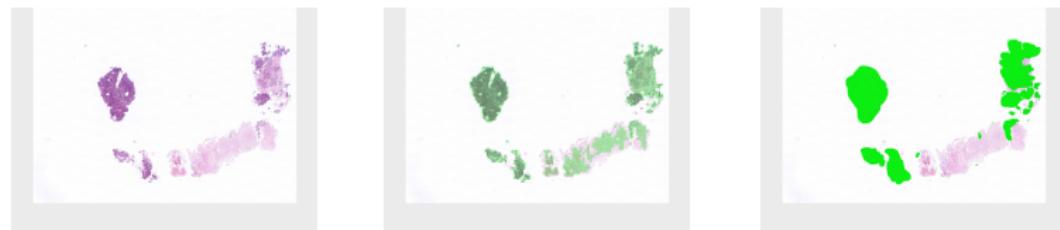
Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Caso 315965 (11750 trozos de 128x128)

Screening test	True diagnosis		Total
	Negative	Positive	
Negative	10768	138	10904
Positive	244	602	846
Total	11012	738	11750



Original

Predicción de la Red

Predicción Médica



Conclusiones

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

- Hemos aprendido el funcionamiento de las redes neuronales, y utilizado el framework como MXNet para realizar varias pruebas de redes neuronales.
- Hemos conseguido entrenar y probar correctamente los modelos MNIST y CIFAR con la configuración recomendada por este.
- Nos hemos enfrentado a un caso real y generado una metodología a seguir para conseguir un modelo capaz de funcionar en dicho caso. Esta metodología puede ser usada para conseguir otros modelos en otros tipos de imágenes con características similares.



Trabajos Futuros

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

- Conseguir un *accuracy* superior al 95 % para que puedan ser usados en situaciones reales, intentando llevar los falsos negativos a 0.
- Reducir el tiempo de inferencia, preprocesado, y postprocesado para poder ser aplicado en situaciones reales.



Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales
Frameworks
MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Aplicación de técnicas de *Deep Learning* usando el framework MXNet en un caso médico real

Eduardo José Gómez Hernández
Bajo la dirección de:
José Manuel García Carrasco

2 Junio 2018