



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



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

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
Neurales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Parte 1

MXNET y Deep Learning

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

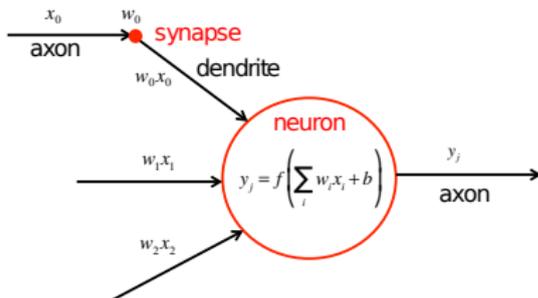
Deep
Learning en
Medicina

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.



Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

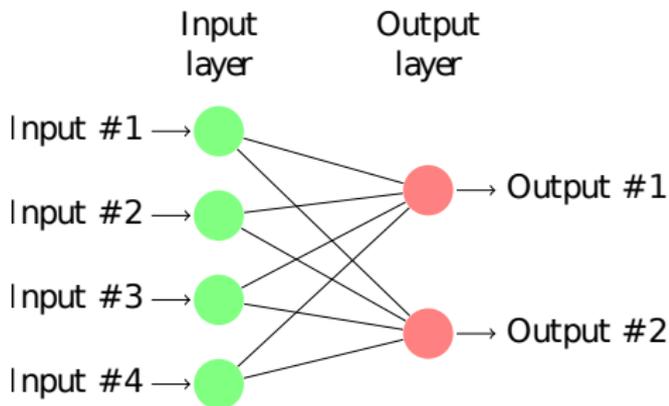
Deep
Learning en
Medicina

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.





Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

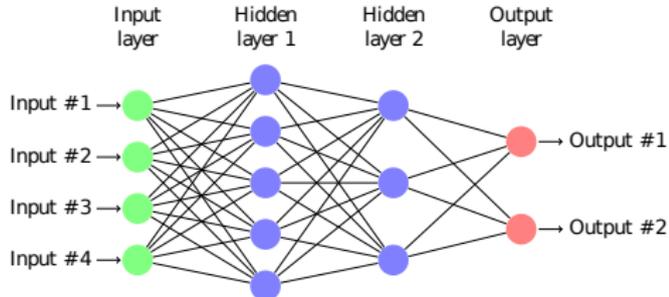
Deep
Learning en
Medicina

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

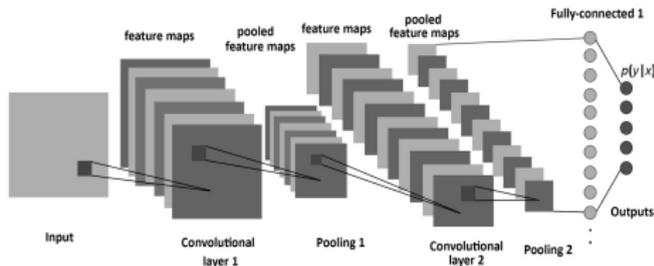
Deep
Learning en
Medicina

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*.





Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neuronales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Existen múltiples 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 Descent*).

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



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*.





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.

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



Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neurales

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.



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 prostata 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.

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neurales

Frameworks

MNist y Cifar

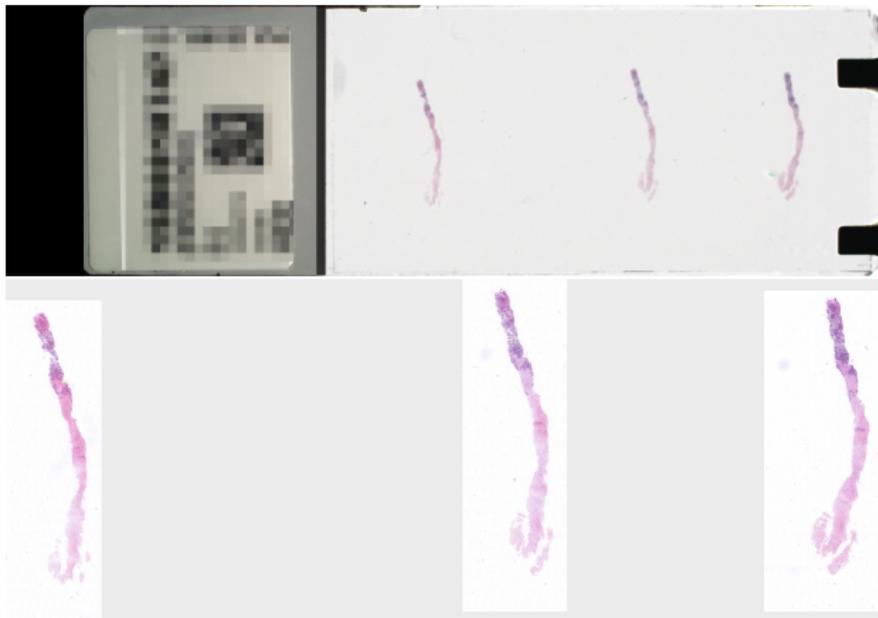
Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones



Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neurales

Frameworks

MNist y Cifar

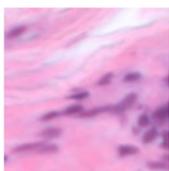
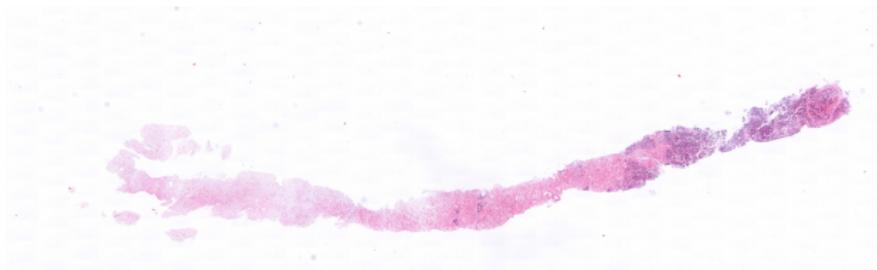
Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

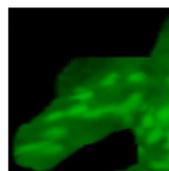
Conclusiones



Original



Marcada



Diferencia



Filtrado



Red Neuronal

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neurales

Frameworks

MNist y Cifar

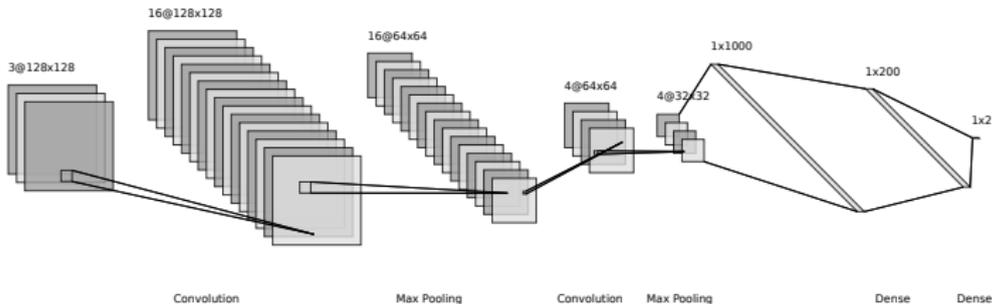
Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones





Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neurales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Comparativa del reparto de las imágenes de entramiento 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 % |

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neurales

Frameworks

MNist y Cifar

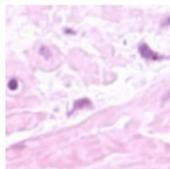
Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

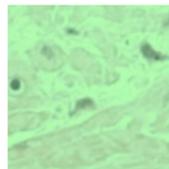
Desarrollo

Resultados

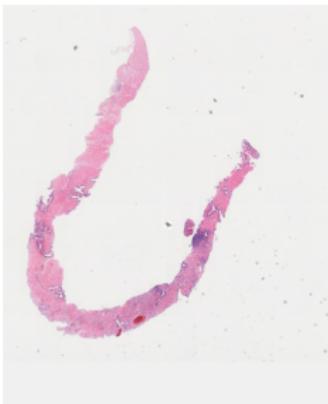
Conclusiones



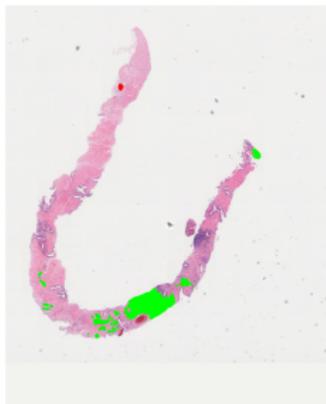
Antes del Blending



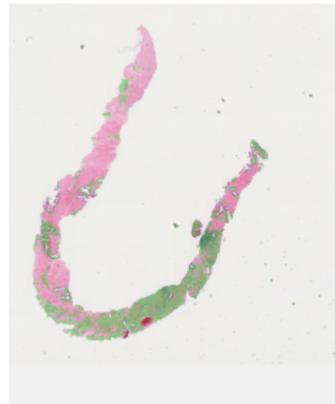
Después del Blending



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.

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neurales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

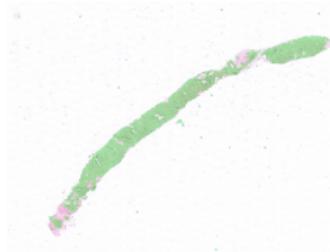
Conclusiones

Caso 322450 (29104 trozos de 128x128)

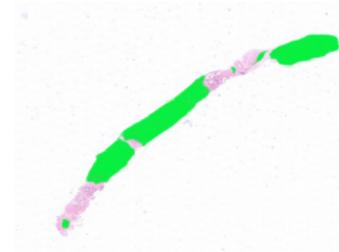
| | | True diagnosis | | Total |
|----------------|----------|----------------|----------|-------|
| | | Negative | Positive | |
| Screening test | Negative | 27343 | 198 | 27541 |
| | Positive | 299 | 1264 | 1563 |
| Total | | 27642 | 1462 | 29104 |



Original



Predicción de la Red



Predicción Médica

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neurales

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 |



Original



Predicción de la Red



Predicción Médica



Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neurales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Caso 322444 (7426 trozos de 128x128)

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



Original



Predicción de la Red



Predicción Médica

Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neurales

Frameworks

MNist y Cifar

Parte 2:
Caso Real

Deep
Learning en
Medicina

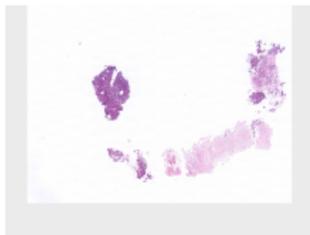
Desarrollo

Resultados

Conclusiones

Caso 315965 (11750 trozos de 128x128)

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



Original



Predicción de la Red



Predicción Médica



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 la 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.



Introducción

Parte 1:
MXNet

Redes
Neurales

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