

Segmentación de heridas crónicas en imágenes RGB a través de técnicas de adaptación de dominio y aprendizaje profundo

Fabian Perez Cristian Rey Daniel Ballesteros

Escuela de ingeniería de sistemas, Análisis Numérico,
Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

2022



High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP

Universidad
Industrial de
Santander



Tabla de contenido

1. Contextualización

- Heridas Crónicas
- Problematica
- Impacto
- Inteligencia Artificial

2. Método

- Redes Neuronales
- Redes Neuronales Convolucionales
- Aumento de Datos
- Adaptacion de dominio
- Propuesta

3. Resultados

- Resultados visuales
- Resultados cuantitativos

4. Conclusiones

Heridas Crónicas



High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP

Actualmente, se presenta gran número de casos en extremidades inferiores debido a estas dos condiciones. El manejo de estas úlceras presenta un gran desafío clínico, ya que la respuesta a los tratamientos en la mayoría de los casos es deficiente y los gastos elevados,



Figure: Herida crónica

Problematica

Algunas de las problemáticas frecuentes:

- Seguimiento personalizado a cada paciente.
- Saber el progreso de cada herida.
- Conocer el estado de evolución de cada paciente.



Figure: imagen de muestra

Impacto



- No existe especializacion definida.
- Falta de priorizacion de recursos.
- 5,7 millones de personas.
- 20.000 millones de dolares al año.

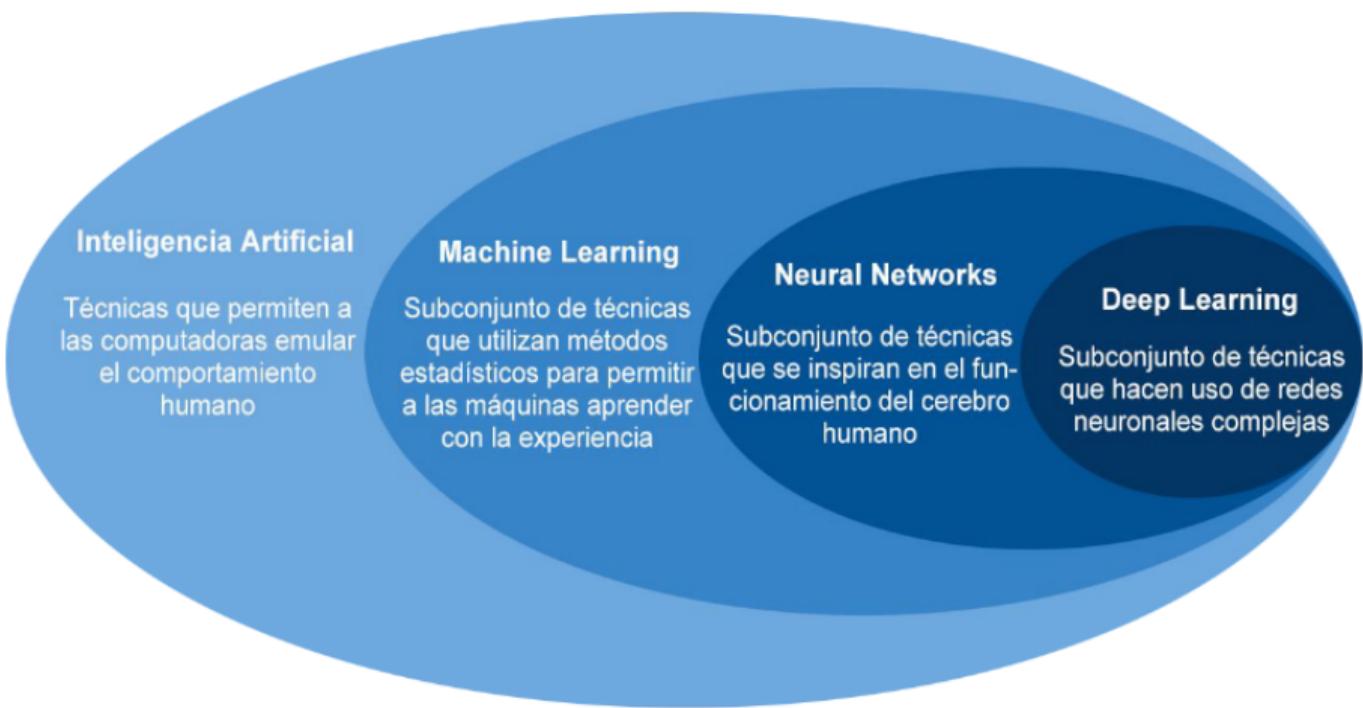


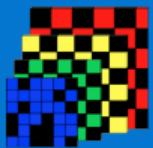
Inteligencia Artificial - Aprendizaje Profundo

Inteligencia artifical



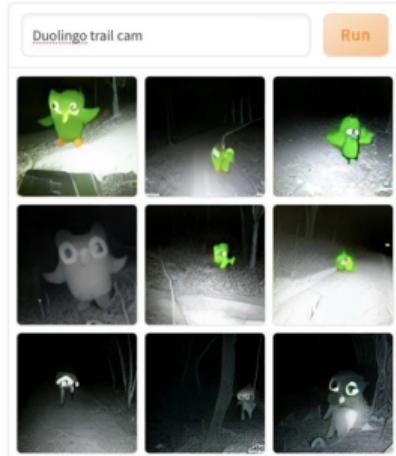
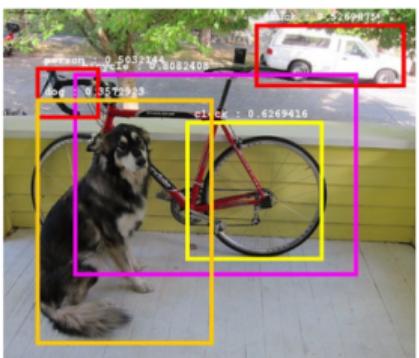
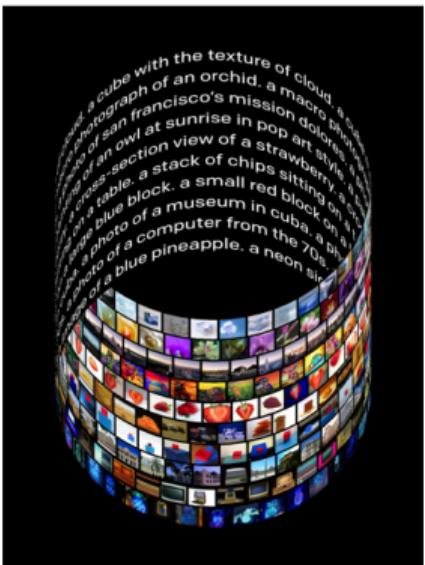
High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP

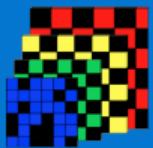




High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP

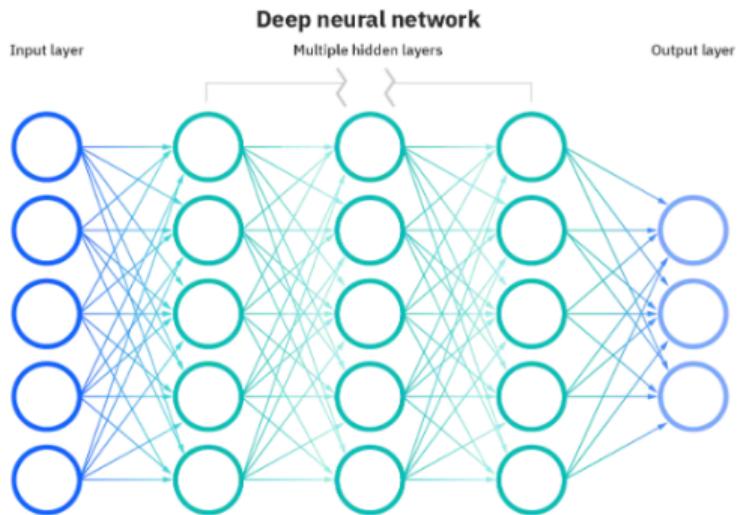
Inteligencia artifical





High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP

Redes Neuronales



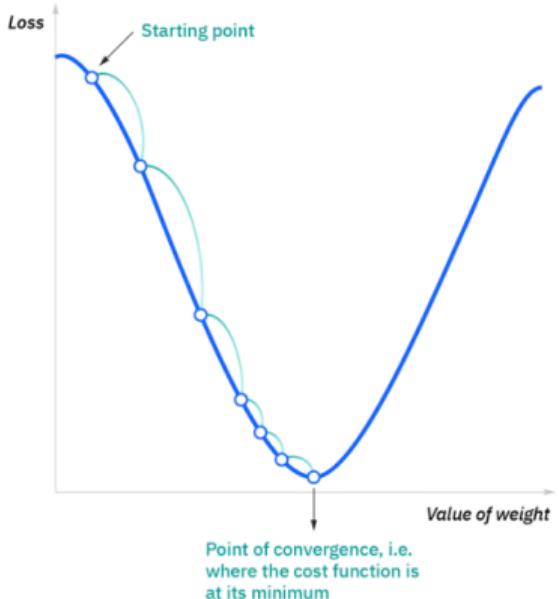
$$\sum_{i=1}^m w_i x_i + \text{bias} = w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + \text{bias}$$

$$\text{output} = f(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } \sum w_i x_i + b \geq 0 \\ 0 & \text{if } \sum w_i x_i + b < 0 \end{cases}$$



High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP

Redes Neuronales



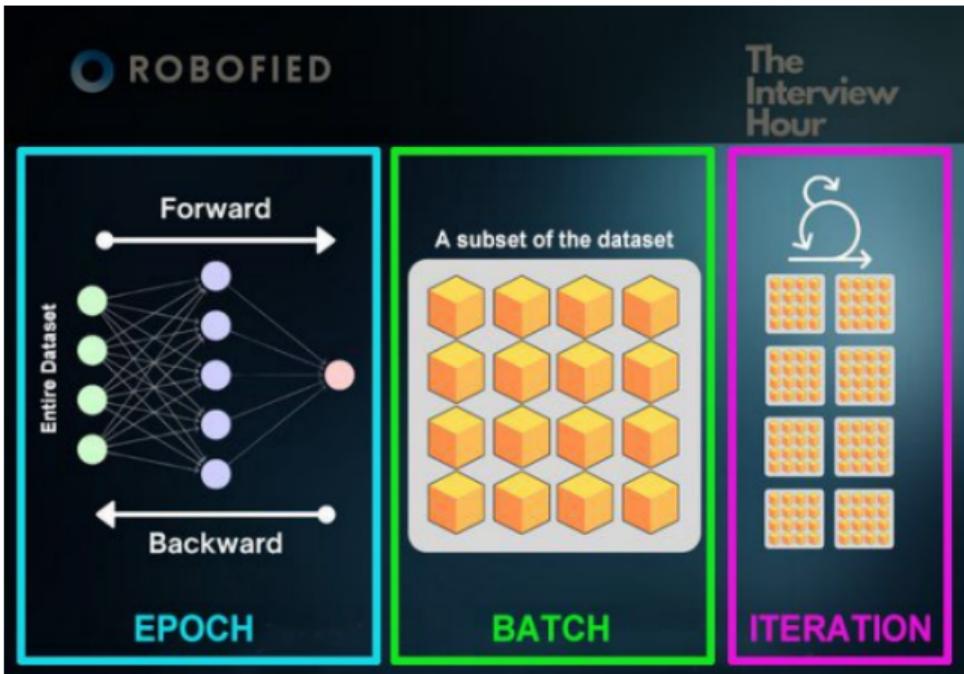
$$\text{Cost Function} = \text{MSE} = \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^m (\hat{y} - y)^2$$

Figure: Grafica de
gradiente descendiente



High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP

Redes Neuronales



Redes Neuronales Convolucionales

Problemas de las redes neuronales totalmente conectadas

- La cantidad de pesos rápidamente se vuelve inmanejable para imágenes grandes
- reaccionan de manera diferente a una entrada y su versión modificada
- Se pierde la información espacial de la imagen

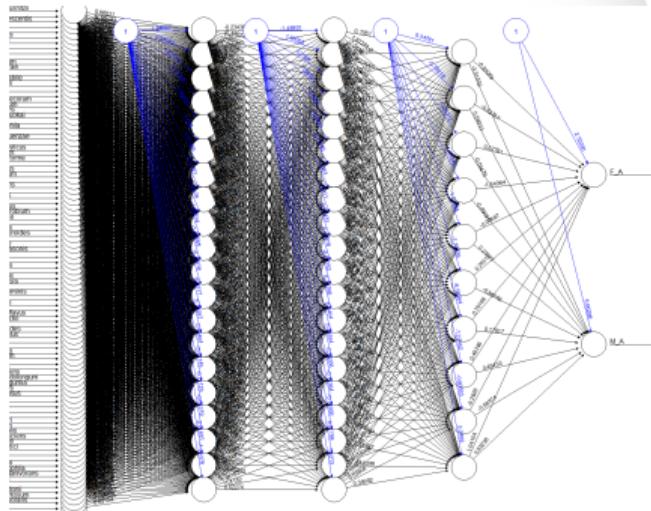


Figure: Ejemplo de una red neuronal aplicada

Redes Neuronales Convolucionales

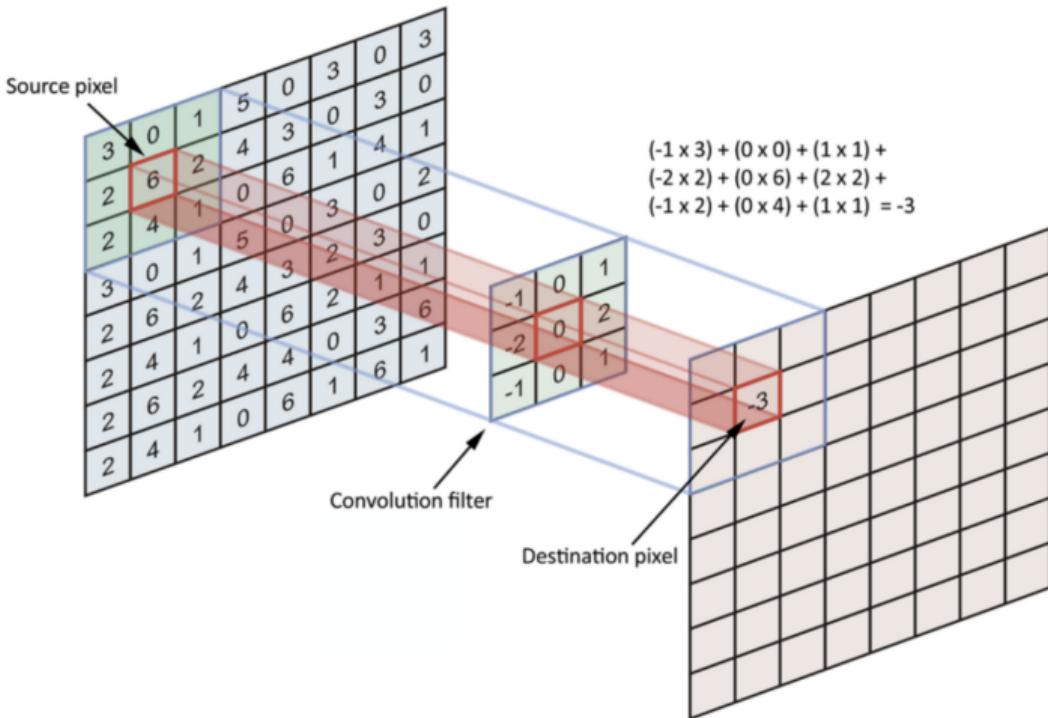


Figure: Resultado de una convolucion en una imagen 8x8

Redes Neuronales Convolucionales

Detección de bordes

$$\text{Image} * \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} = \text{Kernel}$$

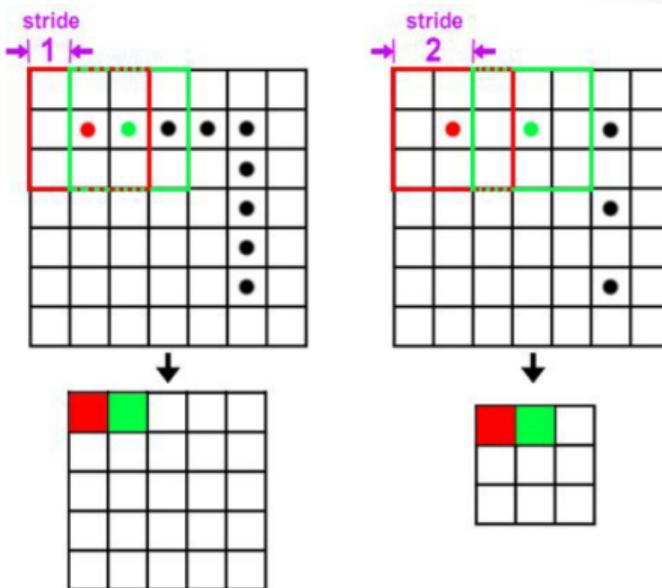
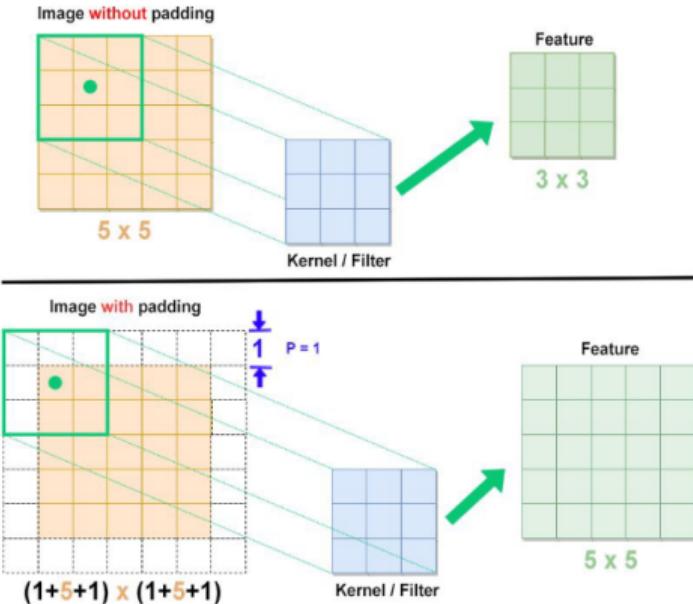
Nitidez

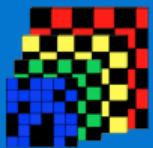
$$\text{Image} * \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} = \text{Image}$$



High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP

Redes Neuronales Convolucionales





High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP

Redes Neuronales Convolucionales

Max Pooling

| | | | |
|----|-----|----|-----|
| 29 | 15 | 28 | 184 |
| 0 | 100 | 70 | 38 |
| 12 | 12 | 7 | 2 |
| 12 | 12 | 45 | 6 |

Average Pooling

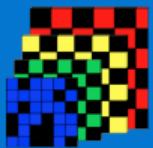
| | | | |
|----|-----|----|-----|
| 31 | 15 | 28 | 184 |
| 0 | 100 | 70 | 38 |
| 12 | 12 | 7 | 2 |
| 12 | 12 | 45 | 6 |

2x2
Pool size

| | |
|-----|-----|
| 100 | 184 |
| 12 | 45 |

2x2
Pool size

| | |
|----|----|
| 36 | 80 |
| 12 | 15 |



High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP

Redes Neuronales Convolucionales

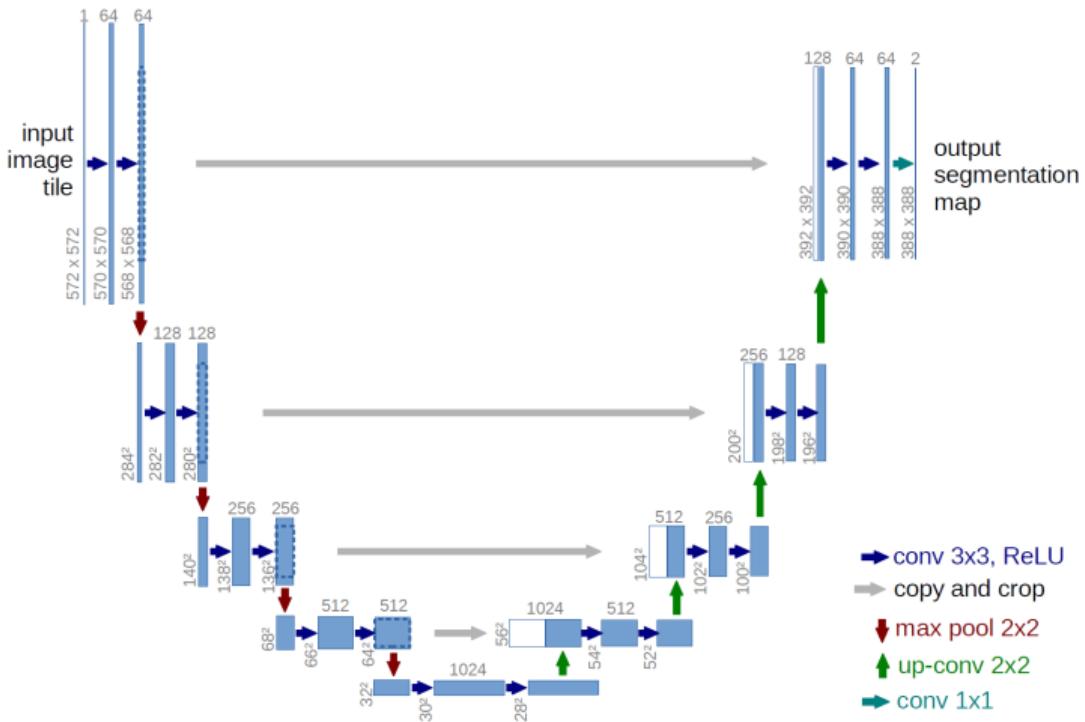


Figure: Arquitectura U-net desarrollada en 2015

Aumento de Datos

A continuación se dará una explicación del metodo utilizado para el entrenamiento usando los dataset.

Imagen real



aumento de
datos
→

Imagen con distintas transformaciones



Adaptacion de dominio

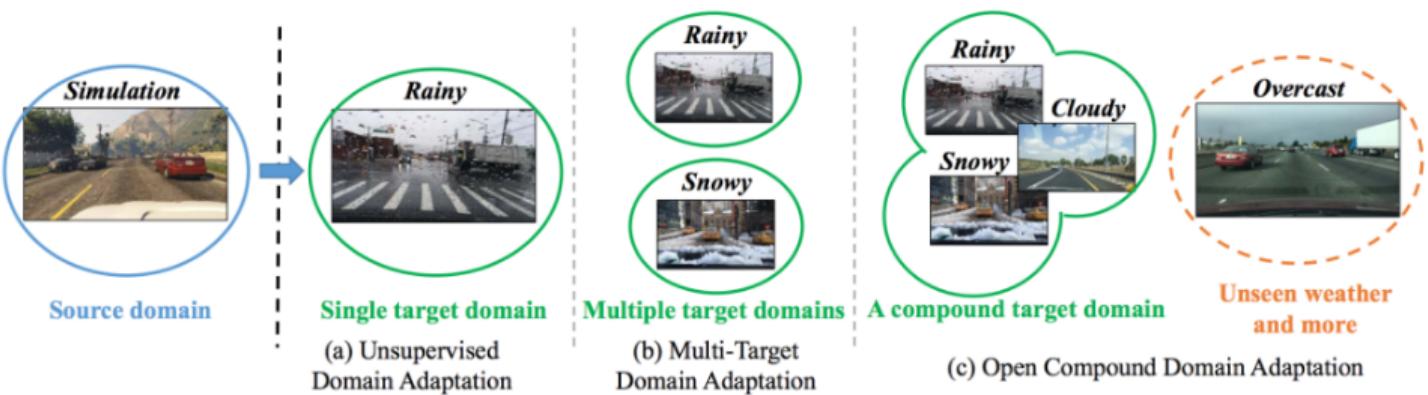
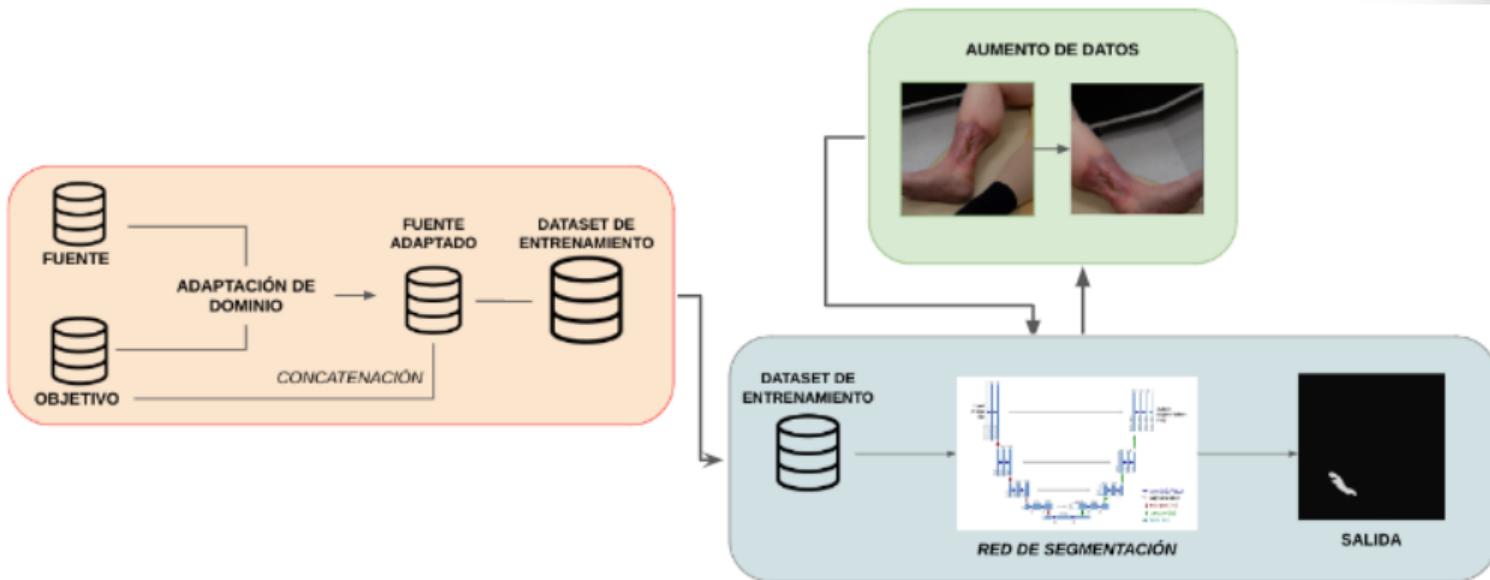
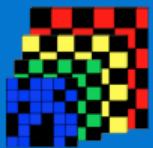


Figure: Ejemplo de adaptacion de dominio

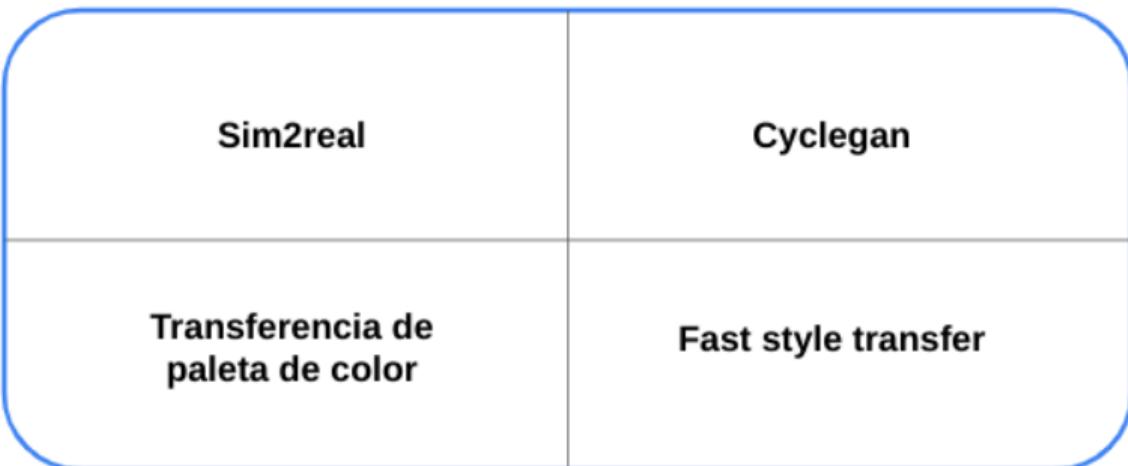
Propuesta

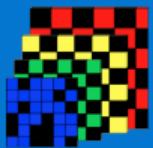




High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP

Técnicas de adaptación de dominio usadas

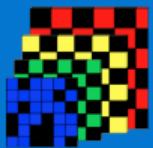




High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP

Fast Style Transfer





High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP

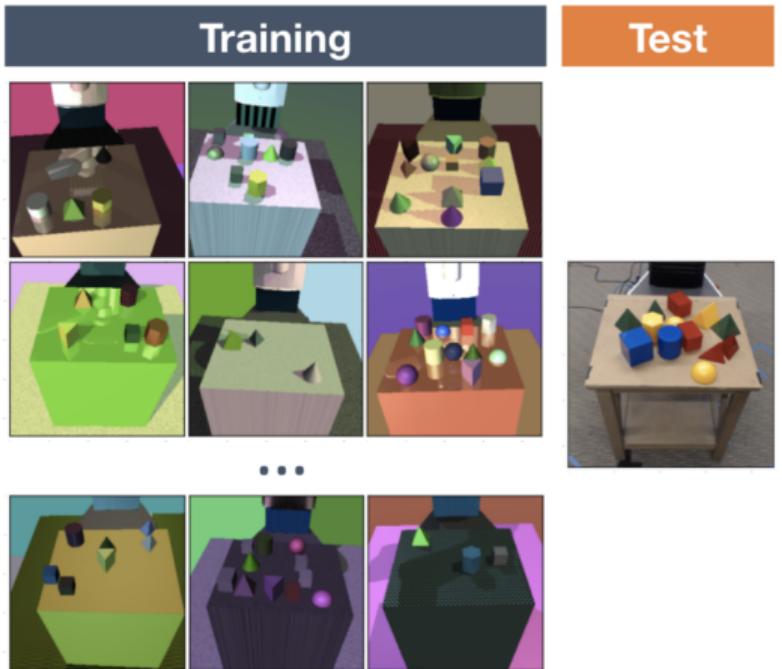
Transferencia de paleta de color

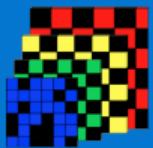


Sim2real



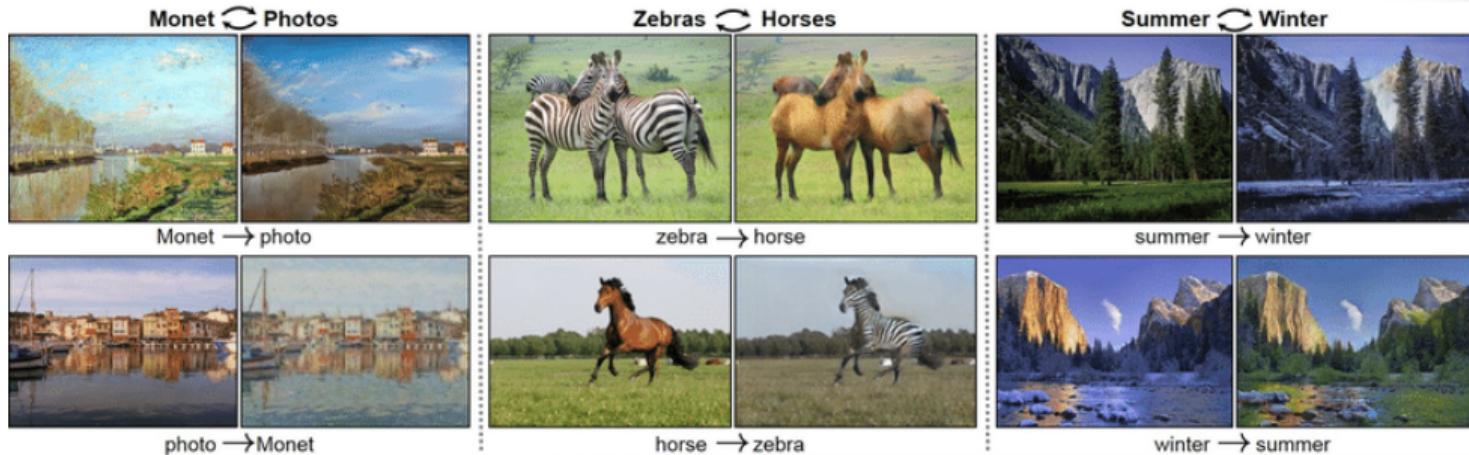
High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP





High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP

Cyclegan



Propuesta

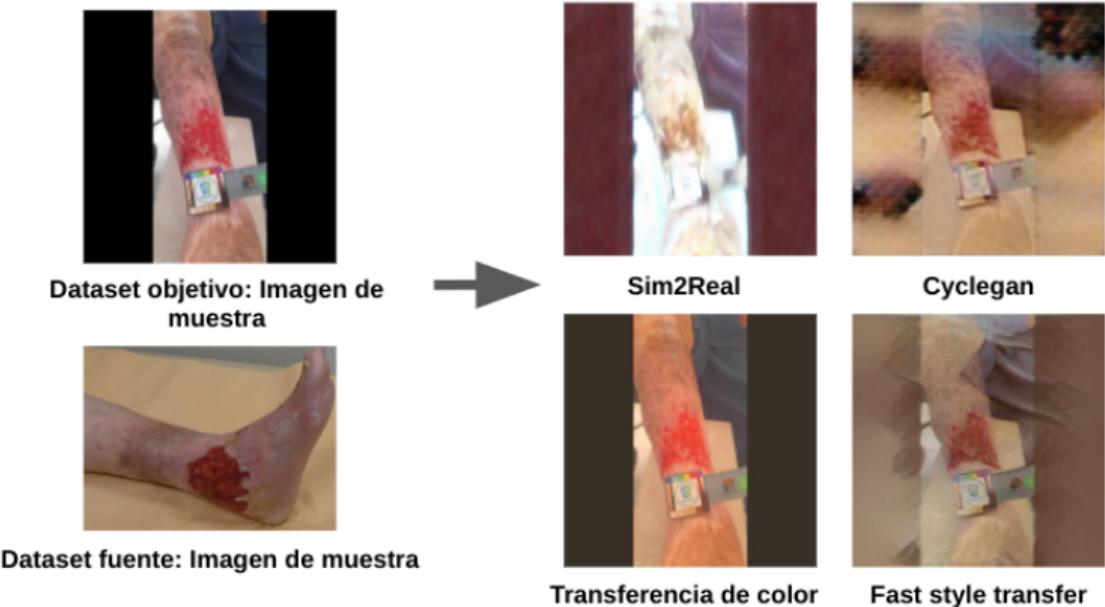


Figure: Muestra de resultados obtenidos para una imagen en específico al pasar por cada tipo de adaptación de dominio

Propuesta

- Unet con hiperparametros optimizados
- learning rate = 0.0003
- batch size = 5
- epochas = 100
- loss = binary cross entropy
- optimizador = adam
- imagen de entrada = 256 x 256 x 3 canales
- imagen de salida = 256 x 256 x 1 canal
- 188 imágenes de Polonia + 182 imágenes de contratacion para entrenar
- **38 imágenes de Polonia para test**

Resultados visuales

| Imagen real | Ground truth | Predicción |
|---|---|--|
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Resultados cuantitativos

TABLE 1: Resultados obtenidos

| | método | métricas | |
|--------------------------------------|---|--------------|---------------|
| | | loss | dice |
| 1 dataset | U-net base | 0.047 | 0.5006 |
| | U-net + hiperparametros ajustados | 0.027 | 0.5689 |
| | U-net + hiperparámetros + aumento de datos | 0.018 | 0.7784 |
| 2 datasets con adaptación de dominio | fast style transfer | 0.020 | 0.6548 |
| | sim2real | 0.025 | 0.6797 |
| | cyclegan | 0.026 | 0.3838 |
| | transferencia paleta de color | 0.019 | 0.7036 |

Resultados cuantitativos

| método | métricas | |
|---|--------------|--------------|
| | loss | dice |
| Unet + hiperparametros + aumento de datos | 0.014 | 0.855 |

TABLE 2: resultado obtenidos para red entrenada con 200 épocas

Conclusiones



High Dimensional Signal
Processing Group - HDSP

- Mejora de las métricas evaluativas tras aplicar el método de aumento de datos.
- Los métodos de adaptación de dominio no presentaron mejorías en el modelo implementado.
- Al ajustar los hiperparámetros, se ajustan los pesos de la red de manera que el proceso de entrenamiento también presenta una mejoría.

Trabajo futuro: Realizar una correcta implementacion de los metodos de adaptacion de dominio y profundizar mas en mejorar el entrenamiento de la red.