

# ANÁLISIS DE IMÁGENES DE RESONANCIA MAGNÉTICA DEL TOBILLO MEDIANTE APRENDIZAJE PROFUNDO



PATTY COUPEAU - UO279822@uniovi.es

Tutor: ANTONIO MIGUEL LÓPEZ RODRÍGUEZ - amlopez@uniovi.es

Tutor empresa: FRANÇOIS ROUSSEAU



Laboratoire de Traitement de l'Information Médicale  
Laboratory of Medical Information Processing

## RESUMEN

La parálisis cerebral (PC) es la principal causa de discapacidad motora de los niños en Francia. El 90% de las deformidades por PC aparecen en la región del tobillo [1]. Entender la biomecánica articular es un tema médico para poder implementar terapias adaptadas. Los laboratorios de investigación explotan la IRM dinámica para estudiar la articulación en movimiento [2]. Dentro del contexto anterior, el objetivo principal del presente TFM radica en mejorar el análisis de la IRM del tobillo, desde el procesamiento de imágenes hasta el entrenamiento de redes neuronales para poder segmentar los huesos del tobillo y reconstruir secuencias dinámicas HR.

**Palabras clave:** IRM dinámica, aprendizaje profundo, segmentación, parálisis cerebral, tobillo

## PROCESAMIENTO DE LOS DATOS IRM

Se adquirieron resonancias magnéticas estáticas y dinámicas de los tobillos de 10 niños de control y de 13 niños con equinos. Es necesario procesar las imágenes adquiridas para crear los datos de entrenamiento:

- secuencias dinámicas HR obtenidas mediante registro para automatizar la reconstrucción
- segmentaciones registradas en las IRM dinámicas para aprender a segmentar los volúmenes de baja resolución

**ITKSnap:** Visualización de imágenes, segmentación manual

**Python (Nibabel):** corrección de imágenes, segmentación del pie, dilatación y desenfoque

**FSL:** división de secuencias en volúmenes 3D, registro

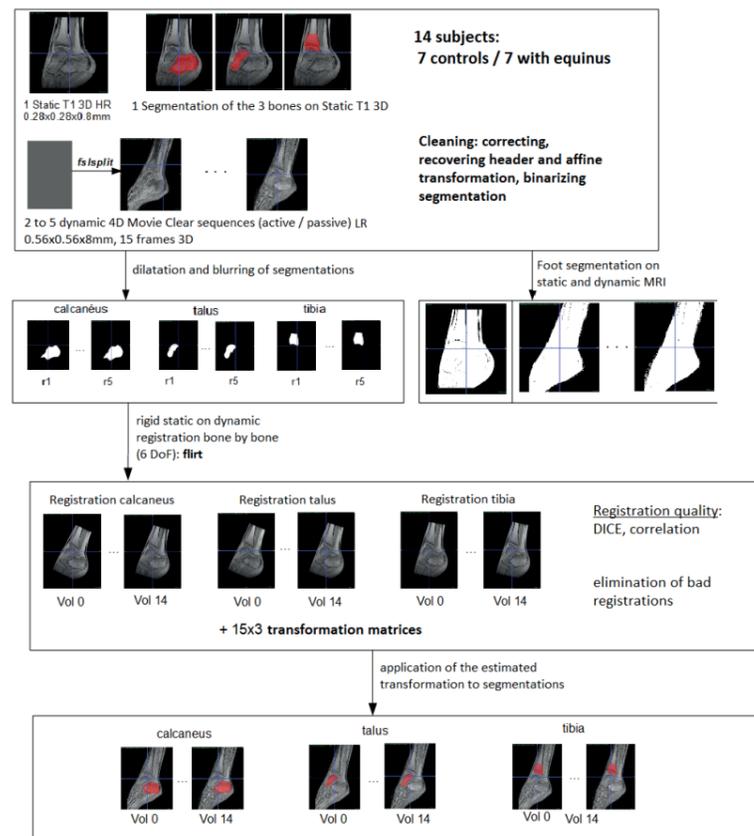


Fig2. Preparación de datos para el aprendizaje profundo

## CONCLUSIÓN

Se implementó una segmentación automática de los huesos del tobillo en parches 2D de IRM estática mediante el aprendizaje profundo. Los datos de IRM fueron corregidos y registrados para alimentar redes neuronales destinadas a mejorar la análisis de las IRM. Sin embargo, dentro del trabajo a futuro podemos mencionar:

1. Generalizar la segmentación de los huesos en las secciones de IRM estática mediante varios enfoques (aumento de datos, parches más grandes).
2. Mejorar los resultados de reconstrucción con nuevas arquitecturas y el uso de medidas de calidad más estandarizadas como el PSNR.
3. Iniciar la implementación de una segmentación automática de los huesos del tobillo en las IRM dinámicas gracias a los parches extraídos.

## CONTEXTO Y OBJETIVOS

El objetivo consiste en mejorar el seguimiento de los 3 huesos (calcáneo, astrágalo y tibia) del tobillo en movimiento. Para ello, es necesario automatizar mediante el aprendizaje profundo el análisis de las imágenes IRM:

- Automatizar la segmentación de las IRM estáticas
- Automatizar la reconstrucción de secuencias dinámicas
- Automatizar la segmentación de las IRM dinámicas

## SEGMENTACIÓN DE LAS IRM ESTÁTICAS

Aumento del número de datos : aprendizaje en 2D (extracción de parches 2D 128x128)

3 arquitecturas de red neuronal comparadas: U-Net, ResNet, FCN

Evaluación calidad de segmentación: DICE - Implementación con PyTorch

Estudio de varios parámetros: profundidad, learning rate, validación cruzada

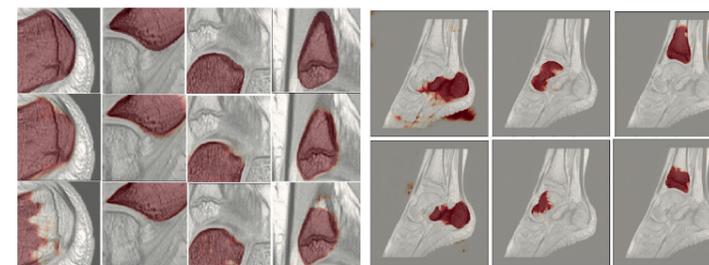


Fig3. Resultados del UNet y del ResNet para la segmentación de las IRM estáticas en parches 128x128 (verdad arriba)

Fig4. Resultados del UNet y del ResNet para la segmentación de secciones de IRM estáticas

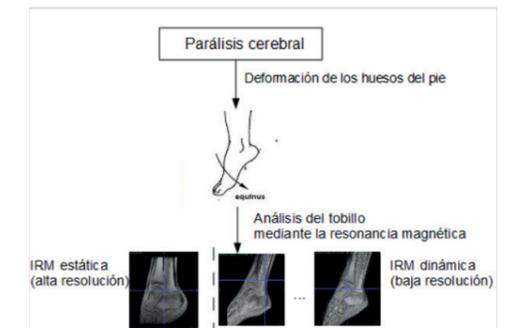


Fig1. La IRM para entender la parálisis cerebral

## RECONSTRUCCIÓN

Aumento del número de datos : aprendizaje en 2D (extracción de parches 2D 32x32)

ResNet implementado con PyTorch  
Evaluación calidad: correlación

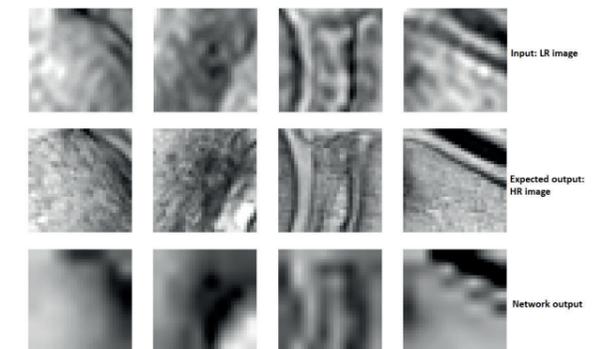


Fig5. Resultados del ResNet (abajo) para la reconstrucción de secuencias dinámicas HR (centro)

Pérdida de textura, de contornos : a mejorar

[1] Anne de Lander. La fondation paralyse cérébrale, seul acteur français de la recherche sur la paralyse cérébrale. Fondation Paralyse Cérébrale, Diciembre 2017.  
[2] Karim Makki. Développement de l'IRM dynamique pour l'étude de l'appareil Musculo-squelettique en mouvement. PhD thesis, IMT Atlantique (Brest), 2019.