

RESUMEN Y RESUMEN GRÁFICO

Basado en el artículo:

“Non-rigid medical image registration using image field in Demons algorithm”
(Lan, Guo & You, 2019)

Estudiante: Wily Calib Caira Huancollo

Universidad Nacional del Altiplano – Puno

Escuela Profesional: Ingeniería Estadística e Informática

Curso: Programación Numérica

Docente: Fred Torres Cruz

Resumen

El registro de imágenes médicas no rígidas constituye una etapa esencial en el análisis y diagnóstico por imágenes, ya que permite alinear correctamente estructuras anatómicas que han sufrido deformaciones naturales o patológicas. Entre los algoritmos más reconocidos para esta tarea se encuentra el **Demons** (Thirion, 1998), el cual basa su funcionamiento en la estimación de un campo de deformación a partir del gradiente de intensidad entre una imagen de referencia y otra de consulta. Sin embargo, este método presenta una limitación importante: solo utiliza información direccional normal a los bordes, desaprovechando la orientación tangencial y la geometría estructural de la imagen.

El artículo revisado propone una mejora denominada **Field-Demons (FD)**, que introduce el **campo de imagen**, en particular el **campo de orientación**, al modelo Demons tradicional. Este nuevo enfoque permite integrar la dirección de las estructuras anatómicas, aprovechando de forma más completa la información espacial y reduciendo errores en regiones deformadas.

Metodología:

- Se calculan, para la imagen de referencia R y la imagen de consulta F , los campos de **gradiente** (∇I) y **orientación** (O_I).
- Se construye un mapa de diferencias $\alpha(R - F)$ que representa la discrepancia entre ambas imágenes.
- En lugar de usar únicamente la dirección del gradiente, se incorpora el campo de orientación dentro del cálculo de la *fuerza Demons*, conservando la magnitud del gradiente.
- El proceso iterativo actualiza el campo de deformación \vec{u} , hasta obtener la imagen registrada $F' = F(\vec{u})$.

Evaluación experimental: Se realizaron pruebas con 181 pares de imágenes de resonancia magnética cerebral (MRI) y 134 pares de imágenes de fondo de ojo (fundus). Los resultados mostraron que el método FD obtiene un menor **error cuadrático medio (MSE)** y mayores valores de **información mutua normalizada (NMI)** y **correlación (Corre)** en comparación con las versiones de Wang, Tang y el método B-spline. En particular, se observaron mejoras notables en zonas de lesión y estructuras curvas, manteniendo tiempos de cómputo similares a los métodos tradicionales.

Conclusiones:

- Incorporar el campo de orientación mejora la precisión y estabilidad del registro sin aumentar la complejidad computacional.
- La propuesta elimina la necesidad de extraer puntos de control manuales, simplificando el proceso de alineación.
- Los autores sugieren como trabajo futuro la automatización de los parámetros α y k , y la validación en imágenes ruidosas o multimodales.

Palabras clave: registro no rígido, Demons, campo de imagen, orientación, imagen médica.

Resumen gráfico del algoritmo propuesto (Field-Demons)

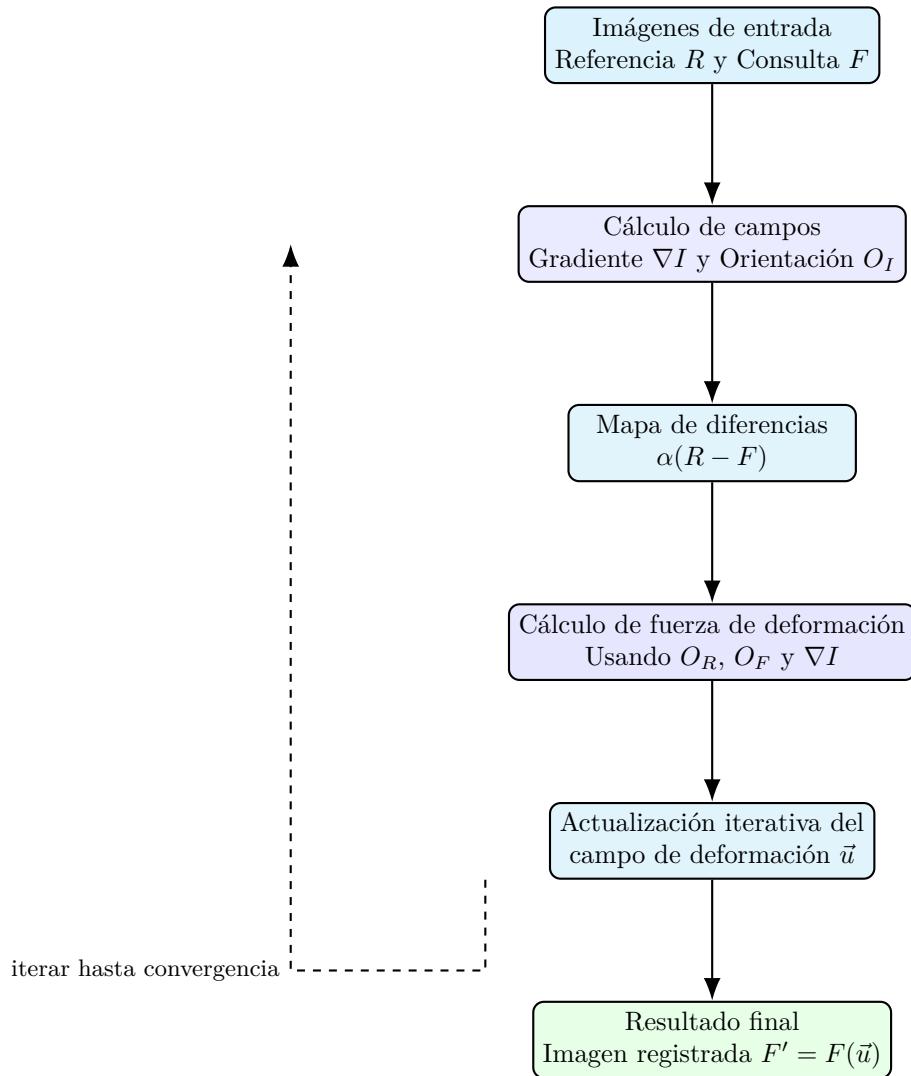


Diagrama de flujo del algoritmo Field-Demons. El proceso integra el campo de orientación dentro de la fuerza de deformación, permitiendo aprovechar la dirección estructural de la imagen y mejorar la precisión del registro.

Resumen numérico de resultados experimentales

Métrica	No-Reg	Demons	Wang	Tang	B-spline	FD (Propuesto)
MSE (cerebro)	199.0	145.7	138.8	138.1	161.7	133.5
NMI (cerebro)	0.509	0.605	0.606	0.606	0.599	0.620
Corre (cerebro)	0.985	0.987	0.987	0.987	0.986	0.990
MSE (fundus)	27.0	27.4	22.8	22.1	25.7	19.3
Corre (fundus)	0.902	0.905	0.906	0.906	0.902	0.922

Valores promedio reportados en el artículo (Lan et al., 2019).

Referencia: Lan, S., Guo, Z., & You, J. (2019). *Non-rigid medical image registration using image field in Demons algorithm*. Pattern Recognition Letters, 125, 98–104.