

Resumen del Artículo:  
**Non-rigid medical image registration using image field in Demons algorithm**

Alumno: Henry Ccoarite Dueñas

Sheng Lan, Zhenhua Guo, Jane You Pattern Recognition Letters 125 (2019)

## 1. Introducción y Problema del Gradiente

El artículo se centra en el **registro no rígido** de imágenes médicas, un proceso vital que requiere alta precisión para alinear estructuras deformadas. El algoritmo **Demons** es la base de partida por su eficiencia.

La principal limitación de Demons radica en su modelo: utiliza exclusivamente la información del **Campo de Gradiente** ( $\vec{\nabla}I$ ). El gradiente es un vector que apunta en dirección **PERPENDICULAR** al borde de la estructura. Al depender solo de esta dirección, el algoritmo ignora la información direccional *tangencial* (a lo largo del borde), lo que compromete la precisión en el ajuste fino de los contornos.

## 2. Solución Propuesta: Field-Demons (FD)

Los autores proponen el método **Field-Demons (FD)**, que introduce el concepto de "campo de imagen" al algoritmo Demons para aprovechar la información direccional completa de la imagen.

### Concepto Clave

La innovación central es el uso del \*\*Campo de Orientación\*\* ( $O_t$ ), un vector que apunta en la dirección **TANGENCIAL** (paralela) al borde. Este campo ofrece una mejor guía para el movimiento de los píxeles.

### Mecanismo Híbrido

El modelo FD es un mecanismo híbrido que combina lo mejor de ambos campos:

- **Magnitud:** Utiliza la **MAGNITUD** del gradiente ( $||\vec{\nabla}R||$ ) para medir la "fuerza" del borde.
- **Dirección:** Reemplaza la dirección del gradiente por la **DIRECCIÓN** del Campo de Orientación ( $e_O$ ) para guiar la deformación espacial.

Este enfoque permite que el algoritmo considere la forma intrínseca de la estructura, resultando en un registro más exacto.

## 3. Metodología y Resultados Esenciales

El método FD fue validado comparándolo con cuatro algoritmos de referencia (incluido Demons original y B-spline) utilizando dos conjuntos de datos: **Imágenes de RM Cerebrales** y **Imágenes de Fondo de Ojo**.

### Precisión Superior

En ambos conjuntos de datos, el método **FD superó consistentemente a todos los demás** en las métricas de precisión (MSE y Correlación). Por ejemplo, en las imágenes cerebrales, FD obtuvo el **Error Cuadrático Medio (MSE) más bajo** (133.51) y la **Correlación más alta** (0.990).

