

El artículo "Non rigid medical image registration using image field in Demons algorithm" propone una mejora del algoritmo Demons, un método popular para el registro no rígido de imágenes médicas, que busca alinear una imagen deformada con una imagen de referencia.

Tradicionalmente el algoritmo Demons usa solo información del gradiente de la imagen lo que limita su precisión en deformaciones complejas, este trabajo incorpora campos de imagen image fields que incluye tanto la magnitud del gradiente como la orientación dirección logrando un modelo más preciso y eficiente.

### Aplicación

Los gradientes se usan para medir los cambios de intensidad entre píxeles, en este artículo:

1- Se calculan los gradientes de las imágenes de referencia y consulta usando diferencias finitas

$$\Delta I = (dI_x, dI_y)$$

2- Los gradientes definen la magnitud de deformación mientras que la orientación proporciona la dirección del desplazamiento

3- Se combinan ambos en una nueva ecuación de campo de deformación que mejora el cálculo del desplazamiento de cada píxel

Los gradientes se usan para

- Calcular la fuerza del registro Demons force
- Determinar la magnitud del cambio que se aplicará en cada iteración
- Servir como base para calcular el campo de orientación que reemplaza la dirección del gradiente en la versión original del algoritmo

Algunos experimentos se realizaron sobre

181 pares de imágenes cerebrales MRI

134 pares de imágenes de fondo de ojo (fundus)



El método demuestra:

- Menor error cuadrático medio MSE
- Mayor correlación Corre y mayor información mutua normalizada
- Mejor precisión y velocidad que métodos previos como Wang's Demons, Tang's Demons y B-spline,

Resumen gráfico

- 1: se tiene una imagen de referencia (R) y una imagen deformada (F)
- 2: para cada imagen se tienen 4 campos: campo de intensidad, campo de gradiente, campo de orientación, campo de frecuencia
- 3: cálculo de diferencias de píxeles vecinos  $\nabla I = (dI_x, dI_y)$
- 4: calculados, con la función tangente inversa de las derivadas del gradiente que representan la dirección de los bordes y estructuras.
- 5: se calcula el mapa de diferencia  $d(R-F)$  que indica que tan distintas son R y F punto a punto.
- 6: calculamos el campo de deformación  $U$  con:  
$$U = \frac{\sin(2\theta_F) \odot F + \sin(2\theta_R) \odot R}{2K_d}$$
- 7: aplicamos el campo de deformación a F para obtener una imagen corregida  $R$  se repite el proceso varias veces hasta que el cambio promedio entre iteraciones sea mínimo.
- 8: los gradientes se aplican como base cuantitativa miden cuanto movien  
las orientaciones, guían la dirección correcta hacia donde mover  
juntos permiten un registro más realista y suave aprovechando mejor la geometría de la imagen.