

# Resumen del Artículo: Non-rigid Medical Image Registration Using Image Field in Demons Algorithm

## Resumen:

Este trabajo representa un esfuerzo significativo por mejorar uno de los algoritmos más utilizados en el registro de imágenes médicas: el algoritmo Demons. Los autores Sheng Lan, Zhenhua Guo y Jane You nos presentan una propuesta innovadora que busca superar las limitaciones de los métodos tradicionales.

El problema central que abordan es la alineación de imágenes médicas deformadas, una tarea crucial en el diagnóstico y tratamiento médico. Tradicionalmente, el algoritmo Demons se basaba únicamente en información del gradiente de las imágenes, dejando sin aprovechar completamente la información direccional tan valiosa para el registro espacial.

La innovación principal consiste en introducir el concepto de "campo de imagen" al algoritmo Demons. Este campo de imagen incluye cuatro componentes fundamentales: el campo de intensidad, el campo de gradiente, el campo de orientación y el campo de frecuencia. Los autores decidieron enfocarse especialmente en el campo de orientación, que refleja la información direccional de la imagen, combinándolo con el campo de gradiente tradicional.

La metodología propuesta sigue cinco pasos iterativos: calcular los campos de gradiente y orientación tanto de la imagen de referencia como de la imagen a registrar, crear un mapa de diferencias, obtener el campo de deformación usando las nuevas ecuaciones propuestas, y finalmente rectificar la imagen deformada aplicando este campo.

Los resultados experimentales son alentadores. Se probó el método en dos tipos de imágenes médicas: 181 pares de imágenes cerebrales de resonancia magnética (comparando cerebros normales con cerebros con lesiones de esclerosis múltiple) y 134 pares de imágenes de fondo de ojo. En ambos casos, el método propuesto superó a los algoritmos existentes como el Demons original, el método de Wang, el método de Tang y el método B-spline.

Las métricas de evaluación (error cuadrático medio, información mutua normalizada, coeficiente de correlación y entropía conjunta máxima) mostraron consistentemente que el nuevo método Field-Demons (FD) logra mejores resultados. Por ejemplo, en las imágenes cerebrales, el MSE se redujo a 133.51 comparado con 138.11 del método de Tang y 161.71 del B-spline. En imágenes de fondo de ojo, el MSE bajó a 19.33, significativamente mejor que los 22.11 de Tang y 25.67 de B-spline.

Un aspecto interesante es que el método mantiene la eficiencia computacional del Demons original, con tiempos de ejecución similares (alrededor de 2 segundos para imágenes cerebrales y 7 segundos para imágenes de fondo de ojo), pero mucho más rápido que el método B-spline que requiere más de 11 segundos.

Los autores también analizan honestamente las limitaciones de su propuesta. El método no es libre de parámetros y requiere ajustar dos valores:  $\alpha$  y  $k$ . Aunque reconocen que ajustar dos parámetros es más sencillo que seleccionar puntos característicos manualmente (como en B-spline), expresan su intención de explorar esquemas sin parámetros en trabajos futuros.

Como trabajo futuro, los investigadores proponen aplicar el método a otros tipos de imágenes médicas, explorar su comportamiento con imágenes ruidosas, y desarrollar mecanismos para ajustar los parámetros automáticamente.

Este trabajo nos recuerda que, incluso en algoritmos ya establecidos y ampliamente utilizados, siempre hay espacio para la innovación cuando se observa el problema desde una nueva perspectiva. La incorporación de información direccional a través de los campos de orientación demuestra que aprovechar mejor las características inherentes de las imágenes puede conducir a mejoras significativas sin sacrificar la eficiencia computacional.

*Palabras clave: Registro de imágenes médicas, Algoritmo Demons, Campo de imagen, Registro no rígido, Imágenes cerebrales MRI, Imágenes de fondo de ojo*