

Título: CONTRIBUTIONS ON GROUPWISE REGISTRATION FOR CARDIAC CINE MAGNETIC RESONANCE RECONSTRUCTION

Nombre: Godino Moya, Alejandro

Universidad: Universidad de Valladolid

Departamento: Teoría de la señal y comunicaciones e ingeniería telemática

Fecha de lectura: 17/09/2021

Mención a doctor europeo: concedido

Programa de doctorado: Programa de Doctorado en Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones por la Universidad de Valladolid

Dirección:

> **Director:** CARLOS ALBEROLA LOPEZ

> **Codirector:** MARCOS MARTÍN FERNANDEZ

Tribunal:

> **presidente:** BEGOÑA ACHA PIÑERO

> **secretario:** JUAN PABLO CASASECA DE LA HIGUERA

> **vocal:** Alberto Gómez

Descriptor:

> RESONANCIA MAGNETICA

> TRATAMIENTO DIGITAL DE IMAGENES

> DIAGNOSTICO POR IMAGEN

El fichero de tesis ya ha sido incorporado al sistema

Localización: BIBLIOTECA UNIVERSITARIA REINA SOFIA

Resumen: La imagen por resonancia magnética (MRI) es una técnica que se utiliza para obtener, en forma de imagen, información sobre la estructura y la composición de un objeto, así como datos sobre su funcionalidad. Entre las ventajas de la MRI se encuentran sus altas reproducibilidad, precisión y versatilidad, además de que ofrece alta resolución espacial, amplio campo de visión y un buen contraste entre tejidos blandos. Sin embargo, la MRI también presenta algunas desventajas: es una técnica lenta en comparación con algunos procesos fisiológicos comunes, como el flujo sanguíneo, los latidos del corazón o la apnea, y, en consecuencia, es muy sensible al movimiento.

Una forma de acelerar las adquisiciones de MRI consiste en adquirir solo una porción del espacio k (submuestreo) y aplicar después técnicas avanzadas de procesamiento de imagen para su reconstrucción. Sin embargo, el problema de reconstrucción resultante deriva en un sistema indeterminado y mal condicionado. Por esta razón, se suele incorporar en el modelo de imagen cierta información, restricciones y asunciones conocidas

a priori para definir una función de coste, cuya optimización proporciona una solución regularizada a dicho problema.

Esta Tesis aborda el problema computacionalmente exigente de la reconstrucción dinámica de MRI a partir de datos altamente submuestreados. El movimiento presente en la secuencia dinámica de MRI se utiliza como fuente de información adicional para aprovechar convenientemente la redundancia que existe tanto en las dimensiones espaciales como en la temporal.

Por un lado, en esta Tesis se exploran términos de regularización espacialmente variantes que tienen en cuenta la cantidad de movimiento presente en la imagen para ponderar pixel a pixel la cantidad de regularización que se necesita.

Por otro lado, se propone la técnica denominada como λ elastic alignedSENSE λ (EAS), con la que se obtiene, como resultado del proceso de optimización propuesto, una imagen patrón libre de movimiento, junto con una serie de deformaciones no rígidas. Estas deformaciones se aplican sobre la imagen patrón hasta alcanzar cada uno de los estados del ciclo cardiaco que conforman la secuencia CINE completa. En términos de carga computacional, los resultados obtenidos muestran que este método es menos exigente que otros que utilizan muestreo compresivo (λ compressed sensing λ) y utilizan el movimiento para favorecer la representación de las imágenes con un número reducido de coeficientes (λ sparsity λ). Sin embargo, en ocasiones con EAS se pierde el movimiento en algunas áreas de la imagen. Esto se debe a que este método es altamente dependiente del modelo de imagen empleado y, en este tipo de metodologías, el rendimiento es satisfactorio en tanto en cuanto el modelo de imagen utilizado describe con precisión el movimiento que se está tratando. De hecho, el movimiento fuera del plano de observación de la imagen (λ through-plane λ) hace que el movimiento estimado por EAS no represente de forma precisa las deformaciones reales que sufre el corazón y, por tanto, la calidad de las reconstrucciones se ve afectada. Por esta razón, la extensión al caso 3D, donde el movimiento fuera de plano no existe, parece la línea futura de investigación más natural.

La reducción en el coste computacional de la solución EAS, así como en los tiempos de ejecución hacen que ésta sea especialmente adecuada como etapa inicializadora para otros métodos que utilizan muestreo compresivo y hacen uso del movimiento para obtener una regularización inteligente. En este nuevo escenario, el movimiento no es ya un elemento tan crítico como cuando se utiliza el modelo directo λ como en el caso de EAS λ , sino que EAS proporciona a estos otros métodos una estimación de movimiento inicial más conveniente y con una carga computacional más asequible. De ahí que se mantenga la calidad de las reconstrucciones finales, mientras que el tiempo de ejecución total se reduce considerablemente.

Adicionalmente, se ha propuesto una metodología basada en validación cruzada para establecer el valor de los parámetros de regularización, junto con una generalización de un esquema de muestreo 3D con ordenamiento en espiral según el ángulo áureo. Este esquema de muestreo permite seleccionar, por medio de un determinado parámetro λ , desde un patrón de muestreo uniforme del espacio k hasta un esquema de muestreo más denso en el centro. Los experimentos realizados han demostrado que las configuraciones con $\lambda \lambda 1$ son preferibles, pero en presencia de altos niveles de ruido, las configuraciones intermedias con $\lambda \lambda 0.7$ proporcionan mejores resultados.

