



**SOLICITUD DE ANTEPROYECTO FIN DE CARRERA
INGENIERO TÉCNICO DE TELECOMUNICACIÓN.
TELEMÁTICA**

Don/Doña:N.I.F.....
Domicilio enDirección
..... Código PostalTelf.

EXPONE:

Que reuniendo las condiciones requeridas para comenzar la elaboración del Proyecto
Fin de Carrera, desea realizar el mismo con el Título:

.....
.....
.....
.....

Proponiendo como Tutor a Don/Doña:.....

Para lo cual cuenta con el visto bueno del mismo reflejado al dorso.

SOLICITA:

Que, a la vista del anteproyecto que se acompaña, le sean autorizados el Título y el
Tutor propuestos.

Valladolid, dede 200...

Fdo.:

ILMO SR. DIRECTOR DE LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE TELECOMUNICACIÓN. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

CONFORME DEL TUTOR

Don/Doña:
Profesor/a del Área del
Departamento de

acepta actuar como Tutor de Proyecto Fin de Carrera propuesto por Don/Doña
..... cuyo título figura en el anverso de este documento,
e informa favorablemente el anteproyecto adjunto.

Para la composición del Tribunal, se propone a los siguientes profesores:

PRESIDENTE VºBº
SECRETARIO VºBº
VOCAL VºBº
SUPLENTE VºBº

Valladolid, de de 200...

Fdo.:

Firma del Ponente
(si procede)

Firma del Tutor

OBSERVACIONES:

- 1.- La autorización de este Anteproyecto no implica la disponibilidad de los medios propuestos.
- 2.- El Presidente del Tribunal ha de ser Doctor. El Secretario del Tribunal será el de menor grado académico o, en caso del mismo grado, el de menor antigüedad.
- 3.- La solicitud de este Anteproyecto implica que los autores del mismo dan su aprobación para que el proyecto que se depositará en la Biblioteca pueda ser consultado y prestado

ANTEPROYECTO

Desarrollo de Interfaces de Visualización de Campos Tensoriales en Imagen Médica

Pablo Varas Abril

1. Introducción

En los últimos años, en el campo de la imagen médica, han proliferado las técnicas de adquisición de imágenes tensoriales como método para acceder a información que no podría obtenerse con otras técnicas. Esta información puede ser de vital importancia para la elaboración de parámetros diagnósticos. Cabe destacar el caso de la modalidad de imagen de resonancia magnética por tensor de difusión (DT-MRI) [1]. Esta modalidad permite aprovechar de forma no invasiva la difusividad de las moléculas de agua presentes en la estructura interna de los tejidos. DT-MRI es especialmente relevante en neurología y neurocirugía pues, a diferencia de otras modalidades, permite estudiar con detalle la estructura de la sustancia blanca, y los haces de fibras que la componen. La estimación tensorial con DT-MRI es utilizada para el estudio de enfermedades como esclerosis múltiple [2][3], leucoaraiosis, isquemia cerebral y epilepsia. También ha sido de utilidad en neurooncología, neurocirugía guiada por imagen [4], y en el estudio de anomalías de la sustancia blanca en la esquizofrenia [5].

En otras disciplinas médicas, como la cardiología, las modalidades de adquisición de imágenes tensoriales tienen también una creciente importancia. Ello se debe a que una descripción de las propiedades mecánicas del corazón, a través del tensor de esfuerzo, proporciona un importante parámetro para el diagnóstico y seguimiento de pacientes [6]. En concreto, la adquisición de secuencias temporales del corazón a lo largo del ciclo cardiaco permite realizar un seguimiento de la contracción de las paredes del endocardio a través de técnicas de procesamiento de imagen [7]. Recientemente, el empleo de diversas modalidades de adquisición de imagen como MRI, MRI-etiquetada o MRI por contraste de fase; y su posterior procesamiento tienen una creciente importancia dado su poder diagnóstico a través de medidas derivadas del tensor de esfuerzo [6][8][9]. Además, la posibilidad de representar el campo tensorial sobre la imagen cardíaca capacita al profesional para realizar un mejor diagnóstico y seguimiento de los pacientes. No obstante, la información tensorial a representar es compleja y no hay acuerdo sobre la mejor forma de representación de campos tensoriales, por lo que supone un campo de investigación activo en estos momentos [6][10]. Otra interesante aplicación del tensor de esfuerzo aparece en aplicaciones de elastografía. La elastografía consiste en la medición de las propiedades mecánicas de un tejido. En el caso del cáncer de próstata y de mama se ha demostrado que los tejidos cambian sus propiedades elásticas. Estos cambios pueden ser medidos por medio de señales de ultrasonido. La forma estándar de visualizar las propiedades elásticas es a través del esfuerzo axial [11][12]. No obstante la visualización del campo tensorial puede facilitar enormemente el análisis visual del profesional en análisis elastográficos.

La complejidad de las imágenes tensoriales hace que sean necesarias aplicaciones informáticas para su procesamiento y visualización. Algunas de ellas, actualmente en desarrollo y disponibles de forma gratuita, son 3D Slicer [13] y

MedINRIA [14]. 3D Slicer es un entorno software muy extenso orientado al procesamiento y visualización de imagen médica, e incluye un módulo dedicado a DT-MRI. MedINRIA es una aplicación más reciente, dentro de la cual los módulos DTITrack y TensorViewer permiten trabajar con DT-MRI. Por su parte, el Laboratorio de Procesado de Imagen (LPI) de la Universidad de Valladolid está desarrollando la herramienta Saturn (antiguo UsimagTool) para el tratamiento avanzado de imágenes tensoriales con fines médicos [15].

2. Objetivos

Se establecen para este proyecto los siguientes objetivos:

- Estudio de la estimación de campos tensoriales en diversas técnicas de imagen médica. Resulta de especial interés conocer los procesos de adquisición y estimación tensorial en DT-MRI.
- Familiarización con las librerías de procesamiento y visualización de campos tensoriales. Conocer las librerías ITK, para registrado y segmentación; VTK para visualización, y FLTK para la creación de interfaces gráficas de usuario. Su conocimiento es fundamental tanto a nivel de usuario como de desarrollador.
- Conocimiento de la aplicación Saturn, tanto a nivel de usuario como de código fuente.
- Estudio de visualización de campos tensoriales existentes.
- Implementación de módulos integrados en Saturn para la visualización de campos tensoriales.

3. Fases y métodos

Para la comprensión del problema y el correcto desarrollo del proyecto, el trabajo se ha dividido en varias fases:

- Estudio y comprensión de las distintas modalidades médicas de estimación tensorial, especialmente DT-MRI y otras modalidades, como la imagen por tensor de esfuerzo.
- Familiarización con las librerías VTK, ITK y FLTK, en las que se basa Saturn. Inicialmente a un nivel general y posteriormente orientado a la visualización de campos tensoriales.
- Estudio de la aplicación Saturn y su código fuente, principalmente aquellos ficheros relacionados con las imágenes tensoriales.
- Desarrollo de métodos de visualización para campos tensoriales, especialmente el desarrollo de métodos clásicos.
- Implementación en Saturn de los métodos desarrollados.
- Pruebas de funcionamiento de los módulos desarrollados, y de cada una de las funcionalidades.

4. Medios

Para la consecución de los objetivos mencionados, el Laboratorio de Procesado de Imagen (LPI) dispone de los siguientes recursos:

- Ordenadores personales y estaciones de trabajo.
- Varios servidores con alta capacidad de carga.
- Banco de imágenes MRI cardiaca.
- Banco de imágenes de elastografía.

Referencias

- [1] Basser PJ, Jones DK. Diffusion-tensor MRI: theory, experimental design and data analysis - a technical review. *NMR Biomed.*, vol. 15, no 7-8, pp. 456-467, 2002.
- [2] Goldberg-Zimring D, Mewes AUJ, Maddah M, Warfield SK. Diffusion Tensor Magnetic Resonance Imaging in Multiple Sclerosis. *J Neuroimaging*, col. 15, no. s4, pp. 68S-81S, 2005.
- [3] Sundgren PC, Dong Q, Gómez Hassan D, Mukherji SK, Maly P, Welsh R. Diffusion tensor imaging of the brain: review of clinical applications. *Neuroradiology*, vol.46, pp. 339-350, 2004.
- [4] Talos IF, O'Donnell L, Westin CF, Warfield SK, Wells III W, Yoo SS et al. Diffusion Tensor and Functional MRI Fusion with Anatomical MRI for Image Guided Neurosurgery. *Med. Image Comput. Comput.-Assisted Interv.* (MICCAI 2003), pp. 407-415, Montréal, Canada, 2003.
- [5] Kubicki M, Westin CF, McCarley RW, Shenton ME. The application of DTI to Investigate White Matter Abnormalities in Schizophrenia. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, vol. 1064, pp. 134-148, 2005.
- [6] Vegas-Sánchez-Ferrero G, Tristán-Vega A, Cordero-Grande L, Casaseca-de-la-Higuera P, Aja-Fernández S, Martín-Fernández M, Alberola-López C. Strain Rate Tensor Estimation in Cine Cardiac MRI based on Elastic Image Registration. *Tensor in Image Processing and Computer Vision Workshop*, CVPR 2008.
- [7] Ozturk C, Derbyshire J, McVeigh E. Estimating motion from MRI data. *Proc. IEEE*, vol.91, no. 10, pp. 1627-1648, 2003.
- [8] Bajo A, Ledesma MJ, Santa Marta C, Pérez E, García MA, Desco M, Santos A. Cardiac Motion Analysis From Magnetic Resonance Imaging: Cine Magnetic Resonance vs. Tagged Magnetic Resonance. *Comput. Cardiol.*, vol.34, pp. 81-84, 2007.
- [9] Ledesma MJ, Bajo A, Santa Marta C, Pérez E, Caso I, García MA, Santos A, Desco M. Cardiac Motion Analysis From Cine MR Sequences using Non-Rigid Registration Techniques. *Comput. Cardiol.*, vol.33, pp. 65-68, 2006.
- [10] Wuensche B, Lobb R. A toolkit for the visualization of stress and strain tensor fields in biological tissue. *In Proc. VIP*, pp. 6-15, Sydney, Australia, 1999.
- [11] Maurice R, Daronat M, Ohayon J, Stoyanova E, Foster F, Cloutier G. Non-invasive high frequency vascular ultrasound elastography. *Phys. Med. Biol.*, vol. 50, pp. 1611-1628, 2005.

- [12] Krouskop T, Wheeler T, Kallel F, Garra B, Hall T. Elastic moduli of breast and prostate tissue under compression. *Ultrason. imaging*, vol. 20, pp. 260-274, 1998.
- [13] 3D Slicer. Medical Visualization and Processing Environment for Research. www.slicer.org. Online: Julio 2010.
- [14] MedINRIA. Asclepios Research Project - INRIA Sophia Antipolis. <http://www-sop.inria.fr/asclepios/software/MedINRIA/>. Online: Julio 2010.
- [15] Cárdenas R, Muñoz E, Tristán A, Martín Fernández M. Una herramienta para el Procesado y Visualización de Imágenes de Resonancia Magnética de Tensor de Difusión. *CASEIB 2008*, pp. 9-12, Valladolid, España, 2008.