



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Estudio de viabilidad sobre el uso de ondas de superficie para imagen médica elastográfica.

Descripción general (resumen y metodología):

La elastografía es una categoría de imagen médica que busca obtener imágenes de la elasticidad de los tejidos. Su utilidad radica en el hecho de que varias patologías se manifiestan como alteraciones de las propiedades elásticas del tejido, por ejemplo, muchos tumores sólidos son más rígidos que el tejido sano adyacente. Este hecho, lejos de ser novedoso, ha sido la base de técnicas que datan de tiempos antiguos donde se empleaba la palpación en búsqueda de lesiones rígidas en tejidos blandos.

Como propuesta novedosa dentro de la matriz del Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada, se está explorando el uso de ondas de superficie tipo Lamb, Rayleigh y Love con fines de imagen elastográfica. Este concepto, podría ser de utilidad dentro de las unidades de Anatomía Patológica de los hospitales, proveyendo de una fuente de información adicional para la realización del diagnóstico. Es común en el análisis patológico de tumores en órganos sólidos no vitales, el procesar las muestras de tejido como rebanadas, lo que facilita la identificación de zonas sospechosas de contener alguna patología.

Un Trabajo Fin de Grado (TFG) del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial, con finalización en el curso actual 2023/2024, ha consistido en el diseño y validación de un sistema experimental para la generación de ondas de superficie y la reconstrucción del campo de desplazamientos de las partículas debido al paso de la onda de superficie. El sistema usa un vibrador de alta frecuencia para la generación de ondas de superficie en fantasmas tipo rebanada, y una sonda de ultrasonidos para detectar el campo de desplazamientos generado por paso de la onda. Como continuación de este trabajo, se plantea un estudio de viabilidad para investigar la posibilidad de construir un mapa de propiedades viscoelásticas de tejidos blandos en formato rebanada. Para ello, inicialmente se cuestionará el diseño actual para propuesta de mejoras. Tras ello, se trabajará en la adaptación de algoritmos ya existentes para elastografía volumétrica para el caso de ondas de superficie en medios con formato rebanada, usando como datos el campo de desplazamientos medido por la sonda ultrasónica. En una primera fase, se realizarán modelos computacionales basado en el Método de los Elementos Finitos (MEF). En una segunda fase, se realizarán experimentos en fantasmas que imitarán las propiedades de tejidos blandos con regiones de elasticidad alterada. En una tercera fase, se realizarán ensayos experimentales en tejidos ex vivo animal.

Tipología: Resolución de problemas en el ámbito de la ingeniería y la arquitectura.

Objetivos planteados:

Analizar la viabilidad del uso de ondas de superficie para su uso en imagen médica elastográfica.

Bibliografía básica:

- J. Torres; A. Callejas; A. Gomez; G. Rus. 2023. Optical micro-elastography with magnetic excitation for high frequency rheological characterization of soft media. *Ultrasonics*, 132:107021.
- A. Gomez; G. Rus; N. Saffari. 2021. Wave Propagation in a Fractional Viscoelastic Tissue Model: Application to Transluminal Procedures. *Sensors*, 21:2778.

- A. Callejas; A. Gomez; J. Melchor; M. Riveiro; P. Masso; J. Torres; M. López; G. Rus. 2017. Performance Study of a Torsional Wave Sensor and Cervical Tissue Characterization Sensors, 17:2078.
- I. Nenadic; M. Urban; S. Mitchell; J. Greenleaf. 2011. Lamb wave dispersion ultrasound Vibrometry method for quantifying mechanical properties of viscoelastic solids. Physics in Medicine and Biology. 56:2245-2264.
- I. Nenadice; M. Bernal; J. Brum; J-L. Gennisson; M. Pernot; J. Greenleaf; M. Tanter; M. Urban. 2014. Recovering shear wave velocity in boundary sensitive media with two-dimensional motion tracking. IEEE International Ultrasonic Symposium. 10.1109/ULTSYM.2014.0268

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Animamos a los estudiantes de último año del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial a embarcarse en este excitante proyecto. Puede ser particularmente atractivo a aquellos estudiantes con interés en tecnología médica. Son ya 6 los estudiantes del Grado de Ingeniería Electrónica que han realizado de forma muy satisfactoria su TFG con el Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada.

Se recomienda contactar con el profesor responsable de la propuesta antes de solicitarla (ajgomez@ugr.es). Sería relevante tener nociones en física de ondas, mecánica básica y MEF, así como destreza en programación en lenguaje Matlab y/o Python.

La presente propuesta es transversal a diversas líneas de investigación ya existentes en el Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada, por lo que, si los resultados de investigación del proyecto son positivos, surgirán sinergias para dar continuidad al proyecto, así como posibilidades de buscar financiación en planes de investigación nacionales, regionales y propios de la universidad.

Para aquellos estudiantes con interés en una carrera académica y de investigación: las ayudas para la Formación del Profesorado Universitario (FPU) son las ayudas por excelencia para realizar estudios de doctorado en España. Contribuyen con el salario y coste laboral del investigador predoctoral durante 4 años, así como con financiación para realizar estancias de investigación en otros centros. Entre los requisitos para solicitarlas se encuentra el tener una nota alta en el expediente académico del Grado, en Ingeniería >7.5. Una vez superado este requisito, la nota del expediente académico pesará un 70% en la calificación, mientras que el restante 30% se obtendrá de evaluar la trayectoria científica del candidato. Es en este apartado, donde reside la importancia de involucrarse en investigación desde una etapa temprana, apoyándose en grupos de investigación sólidos y punteros para desarrollar el TFG y el TFM, de forma que el esfuerzo puesto en estos proyectos se materialice en publicaciones científicas y actividades de divulgación que servirán para completar ese 30% de la calificación de la ayuda FPU. El Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada tiene, en este aspecto, amplia experiencia, habiendo formado y contribuido a la carrera académica e investigadora de más de 12 doctores y candidatos a doctor hasta la fecha, uno de ellos proveniente del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial de la Universidad de Granada.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: Antonio Gomez

Ámbito de conocimiento/Departamento: MECÁNICA DE LOS MEDIOS CONTINUOS Y TEORÍA DE ESTRUCTURAS

Correo electrónico: ajgomez@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: INAS H FARIS AL AZZAWI

Ámbito de conocimiento/Departamento: MECÁNICA DE LOS MEDIOS CONTINUOS Y TEORÍA DE ESTRUCTURAS

Correo electrónico: inas@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

PROPUESTA B para TFG Ingeniería Electrónica Industrial

Título: Estudio de viabilidad sobre el uso de ondas de superficie para imagen médica elastográfica.

Plazas: 1

Grado: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial

Departamento: Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica

Tipología: Resolución de problemas en el ámbito de la ingeniería y la arquitectura.

Curso: curso 2024/2025

Profesor proponente tutor: Antonio Jesús Gómez Fernández (ajgomez@ugr.es)

Cotutor de la UGR: Inas H Faris (inas@ugr.es)

Descripción general (resumen y metodología):

La elastografía es una categoría de imagen médica que busca obtener imágenes de la elasticidad de los tejidos. Su utilidad radica en el hecho de que varias patologías se manifiestan como alteraciones de las propiedades elásticas del tejido, por ejemplo, muchos tumores sólidos son más rígidos que el tejido sano adyacente. Este hecho, lejos de ser novedoso, ha sido la base de técnicas que datan de tiempos antiguos donde se empleaba la palpación en búsqueda de lesiones rígidas en tejidos blandos.

Como propuesta novedosa dentro de la matriz del Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada, se está explorando el uso de ondas de superficie tipo Lamb, Rayleigh y Love con fines de imagen elastográfica. Este concepto, podría ser de utilidad dentro de las unidades de Anatomía Patológica de los hospitales, proveyendo de una fuente de información adicional para la realización del diagnóstico. Es común en el análisis patológico de tumores en órganos sólidos no vitales, el procesar las muestras de tejido como rebanadas, lo que facilita la identificación de zonas sospechosas de contener alguna patología.

Un Trabajo Fin de Grado (TFG) del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial, con finalización en el curso actual 2023/2024, ha consistido en el diseño y validación de un sistema experimental para la generación de ondas de superficie y la reconstrucción del campo de desplazamientos de las partículas debido al paso de la onda de superficie. El sistema usa un vibrador de alta frecuencia para la generación de ondas de superficie en fantomas tipo rebanada, y una sonda de ultrasonidos para detectar el campo de desplazamientos generado por paso de la onda. Como continuación de este trabajo, se plantea un estudio de viabilidad para investigar la posibilidad de construir un mapa de propiedades viscoelásticas de tejidos blandos en formato rebanada. Para ello, inicialmente se cuestionará el diseño actual para propuesta de mejoras. Tras ello, se trabajará en la adaptación de algoritmos ya existentes para elastografía volumétrica para el caso de ondas de superficie en medios con formato rebanada, usando como datos el campo de desplazamientos medido por la sonda ultrasónica. En una primera fase, se realizarán modelos computacionales basado en el Método de los Elementos Finitos (MEF). En una segunda fase, se realizarán experimentos en fantomas que imitarán las propiedades de tejidos blandos con regiones de elasticidad alterada. En una tercera fase, se realizarán ensayos experimentales en tejidos ex vivo animal.

Objetivos planteados:

Analizar la viabilidad del uso de ondas de superficie para su uso en imagen médica elastográfica.

Bibliografía básica:

- J. Torres; A. Callejas; A. Gomez; G. Rus. 2023. Optical micro-elastography with magnetic excitation for high frequency rheological characterization of soft media. *Ultrasonics*, 132:107021.
- A. Gomez; G. Rus; N. Saffari. 2021. Wave Propagation in a Fractional Viscoelastic Tissue Model: Application to Transluminal Procedures. *Sensors*, 21:2778.
- A. Callejas; A. Gomez; J. Melchor; M. Riveiro; P. Masso; J. Torres; M. López; G. Rus. 2017. Performance Study of a Torsional Wave Sensor and Cervical Tissue Characterization Sensors, 17:2078.
- I. Nenadic; M. Urban; S. Mitchell; J. Greenleaf. 2011. Lamb wave dispersion ultrasound Vibrometry method for quantifying mechanical properties of viscoelastic solids. *Physics in Medicine and Biology*. 56:2245-2264.
- I. Nenadice; M. Bernal; J. Brum; J-L. Gennisson; M. Pernot; J. Greenleaf; M. Tanter; M. Urban. 2014. Recovering shear wave velocity in boundary sensitive media with two-dimensional motion tracking. *IEEE International Ultrasonic Symposium*. 10.1109/ULTSYM.2014.0268

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Animamos a los estudiantes de último año del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial a embarcarse en este excitante proyecto. Puede ser particularmente atractivo a aquellos estudiantes con interés en tecnología médica. Son ya 6 los estudiantes del Grado de Ingeniería Electrónica que han realizado de forma muy satisfactoria su TFG con el Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada.

Se recomienda contactar con el profesor responsable de la propuesta antes de solicitarla (ajgomez@ugr.es). Sería relevante tener nociones en física de ondas, mecánica básica y MEF, así como destreza en programación en lenguaje Matlab y/o Python.

La presente propuesta es transversal a diversas líneas de investigación ya existentes en el Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada, por lo que, si los resultados de investigación del proyecto son positivos, surgirán sinergias para dar continuidad al proyecto, así como posibilidades de buscar financiación en planes de investigación nacionales, regionales y propios de la universidad.

Para aquellos estudiantes con interés en una carrera académica y de investigación: las ayudas para la Formación del Profesorado Universitario (FPU) son las ayudas por excelencia para realizar estudios de doctorado en España. Contribuyen con el salario y coste laboral del investigador predoctoral durante 4 años, así como con financiación para realizar estancias de investigación en otros centros. Entre los requisitos para solicitarlas se encuentra el tener una nota alta en el expediente académico del Grado, en Ingeniería >7.5. Una vez superado este requisito, la nota del expediente académico pesará un 70% en la calificación, mientras que el restante 30% se obtendrá de evaluar la trayectoria científica del candidato. Es en este apartado, donde reside la importancia de involucrarse en investigación desde una etapa temprana, apoyándose en grupos de investigación sólidos y punteros para desarrollar el TFG y el TFM, de forma que el esfuerzo puesto en estos proyectos se materialice en publicaciones científicas y actividades de divulgación que servirán para completar ese 30% de la calificación de la ayuda FPU. El Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada tiene, en este aspecto, amplia experiencia, habiendo formado y contribuido a la carrera académica e investigadora de más de 12 doctores y candidatos a doctor hasta la fecha, uno de ellos proveniente del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial de la Universidad de Granada.