

ANÁLISIS INVERSO DE MATERIALES HIPERELÁSTICOS MEDIANTE MODELOS DE ORDEN REDUCIDO Y ALGORITMOS METAHEURISTICOS

INVERSE ANALYSIS OF HYPERELASTIC MATERIALS APPLYING REDUCED ORDER MODELS AND METAHEURISTIC ALGORITHMS

N. Sánchez-Alfaro^a, C. García-Herrera^a y C. Canales-Donoso^a

^a*Departamento de Ingeniería Mecánica (DIMEC). Universidad de Santiago de Chile, Avda. Libertador Bernardo O'Higgins 3363, Estación Central. Santiago, Chile, nicolas.sanchez.a@usach.cl, claudio.garcia@usach.cl, claudio.canales@usach.cl, <http://www.usach.cl>*

Palabras clave: Biomecánica, Modelos Constitutivos, Metodo Elementos Finitos, Modelos de Orden Reducido

Resumen. El presente trabajo desarrolla modelos de orden reducido (MOR) para la simulación y caracterización de tejidos blandos, modelados como materiales hiperelásticos. La aplicación de MOR disminuye el costo computacional y tiempo de una simulación, facilitando realizar múltiples simulaciones con diferentes parámetros, sin afectar su calidad. El desarrollo de un modelo de orden reducido se basa en la aplicación del método "Proper Orthogonal Decomposition" (POD) para determinar un espacio de baja dimensionalidad el cual explique el comportamiento del ensayo, de esta forma el número de variables asociado a la simulación se reduce a un valor muy pequeño. La aplicación del método POD es complementado con redes neuronales para obtener una generalización de la solución, permitiendo tener resultados para cualquier conjunto de parámetros constitutivos, con el MOR creado se aplican algoritmos de optimización metaheurística para la caracterización. La metodología propuesta es verificada mediante datos sintéticos. Finalmente, la metodología es aplicada a la caracterización inversa de muestras de arteria, para los ensayos uniaxial y biaxial, obteniendo los parámetros constitutivos de estos materiales en un menor tiempo y sin grandes recursos computacionales.

Keywords: Biomechanics, Constitutive Models, Finite Element Method, Reduced Order Model

Abstract. In this work, reduced order models (ROM) are developed to simulate and characterize soft tissues, modeled as hyperelastic materials. The application of ROM reduces the computational cost and time associated to a simulation, making easier carry out multiple simulations with different parameters, without affect the quality. The development of a reduced order model is based on the application of the "Proper Orthogonal Decomposition"(POD), this allow to find low dimensional space which explainthe behavior of the test, thus the number of variables associated to the simulation is reduced to a very small value. The application of the POD method is complemented with neural networks to obtain a generalization of the solution, allowing results for any set of constitutive parameters, with the created ROM metaheuristic optimization algorithms are applied for inverse characterization. The proposed methodology is verified through synthetic data. Finally, the proposed methodology is applied to the inverse characterization of artery samples, for uniaxial and biaxial tests, obtaining the constitutive parameters of these materials in less time and computational resources.

Agradecimientos: Los autores agradecen el soporte brindado por ANID a través de los proyectos FONDECYT 1220956 y la beca magíster nacional 22220901.