

Resumen

Una órtesis es un dispositivo diseñado para proporcionar inmovilización o apoyo a la zona lesionada del paciente durante el proceso de rehabilitación. Por su fabricación manual, las órtesis tradicionales generan problemas como desperdicio de material, poca ventilación, peso excesivo entre otras. Estos problemas se pueden solucionar parcialmente mediante la implementación de técnicas de manufactura aditiva. En el presente trabajo, se construyeron órtesis metacarpianas (MCB) aplicando modelado por deposición fundida. Para asegurar la funcionalidad de las MCB, se estudiaron sus propiedades mecánicas aplicando un enfoque basado en datos. Para la digitalización del miembro superior y la obtención del CAD se implementó el paquete Apple ARKit y técnicas de optimización topológica. Dado que la impresión de las MCB de tamaño completo requiere mucho tiempo se construyeron dos tipos de muestras, MCB de tamaño reducido y MCB de tamaño completo. En particular, se estudiaron tres parámetros de proceso (ancho de extrusión, altura de capa y temperatura de extrusión). Adicionalmente, se recopilaron varias mediciones in-situ a través de un sistema de adquisición de datos personalizado. Una vez construidas las MCB, se utilizó una máquina de ensayos universales para realizar pruebas de compresión y determinar la deformación total (δ) y la carga máxima resistida (CS) por las MCB. En la primera parte del estudio, se aplicaron tres técnicas de machine learning: Lasso, Random Forest y Support Vector Machine para modelar el CS de las MCB de tamaño reducido. Luego, se utilizaron técnicas de Transfer Learning para utilizar la información obtenida de las MCB de tamaño reducido en el modelamiento de δ del MCB de tamaño completo. A partir del caso de estudio, se puede afirmar que el enfoque basado en datos es apto para el modelamiento el CS y el δ de un MCB construido por FDM.

-Palabras Clave

- **ÓRTESIS**
- **MODELADO POR DEPOSICIÓN FUNDIDA**
- **MACHINE LEARNING**

Abstract

A cast/brace is a tight garment that restricts movement and provides support to an injured zone. Traditional casts/braces suffer from material wastage, discomfort, patient dissatisfaction, odor, unnecessary weight, and dangerous extraction procedures. These issues can be solved partially by constructing the casts/braces via 3D printing. Toward this end, a personalized metacarpal casts/brace (MCB) was constructed via fused deposition modeling (FDM). Then, the part's mechanical properties were studied to ensure the desired functionality. To obtain the MCB CAD model Apple ARkit and topology optimization were implemented. However, printing the full-size MCB is time-consuming (it takes more than 11 hours for the proposed design), making it hard to collect a sufficient data set for the mechanical properties' investigation. Hence, reduced-size MCBs were used to facilitate the analysis. In particular, three scalar process parameters (i.e., extrusion width, layer height, and extrusion temperature), were studied and several in-situ measurements were collected via a customized sensing system. Later, a universal testing machine was used to measure the total deformation δ and resisted compressive load (CS) of the MCB. In the first part of the study, three machine learning methods, Lasso, random forest (RF), and support vector machine (SVM), were applied to the collected data to model the CS of the reduced-size MCB. Then, transfer learning techniques were used to leverage the information from the reduced-size MCB to model δ of the full-size MCB. From the case study, the proposed data-driven approach can be used to successfully model the CS and the δ of the MCB.

-Keywords:

- **CAST/BRACE**
- **FUSED DEPOSITION MODELING**
- **MACHINE LEARNING**