

Jornadas de investigación CES 2007

Entre el 8 y el 10 de octubre de 2007, la Universidad CES realizó sus VI Jornadas de Investigación. Este evento, que se viene desarrollando desde 2001, tiene como objetivo presentar los resultados y avances de los proyectos de investigación que se llevan a cabo dentro de la Universidad, en los diferentes programas que ofrece. Por consiguiente, el programa de Ingeniería Biomédica del convenio EIA-CES estuvo presente con la exposición de varios trabajos ante la comunidad académica.

En el evento, había dos modalidades de presentación de los proyectos: póster y ponencia. En la primera de ellas, se destacaron trabajos como “*Diseño y construcción de un pedal de bicicleta basado en sensores piezorresistivos para determinar la fuerza resultante*”, “*Desarrollo de modelos tridimensionales de silicona a partir de una imagen diagnóstica de un aneurisma*” y “*ACMEyes: prototipo de mouse controlado mediante potenciales eléctricos oculares*”. Cabe resaltar que todos estos proyectos fueron desarrollados por estudiantes.

Como ponencias, se presentaron cinco proyectos terminados y uno en etapa de avance, entre los que se encuentran una tesis de grado y trabajos desarrollados por docentes, investigadores, estudiantes, egresados del programa, y hasta investigadores de otras instituciones educativas.

En esta edición, la Revista Ingeniería Biomédica quiere resaltar los cinco proyectos terminados que se presentaron en la modalidad *ponencia* durante las jornadas. A sus autores, felicitaciones y gracias por su contribución al desarrollo de la investigación científica en el país.

ENSEÑANZA REMOTA DE CONCEPTOS ANATÓMICOS Y FUNCIONALES DEL SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO

Christian Andrés Díaz León¹, Helmut Trefftz Gómez², Fabio León Pineda Cardona¹

¹Programa de Ingeniería Biomédica EIA-CES

²Laboratorio de Realidad Virtual Universidad EAFIT

Resumen:

Una de las tareas más difíciles en el aprendizaje de la anatomía de estructuras óseas y su funcionalidad en conjunto con las estructuras musculares es comprender las relaciones visuales y espaciales tridimensionales de dichas estructuras, así como el rol que cumple cada uno de los músculos en la generación del movimiento.

Tradicionalmente, se han usado cadáveres e ilustraciones 2D con etiquetas para identificar estructuras, con el fin de integrar cognitivamente información anatómica. Sin embargo, estas herramientas limitan la perspectiva de las estructuras anatómicas al plano bidimensional, y complican su explicación funcional. A diferencia de estos métodos tradicionales, las simulaciones de realidad virtual permiten a los usuarios observar la anatomía desde un amplio rango de puntos de vista y asignar un determinado comportamiento a cada una de las estructuras.

Con el fin de dar solución a estos problemas, se desarrolló un contenido en Java 3D cargado, visualizado y distribuido con la ayuda de la herramienta *Telepresencia*. La herramienta *Telepresencia* es una aplicación desarrollada en Java, que hace uso de ambientes virtuales colaborativos como herramienta de apoyo para procesos de enseñanza y aprendizaje de nivel universitario. Básicamente, la aplicación está compuesta por estos tres ambientes: diapositivas, teleconferencia y realidad virtual.

El contenido desarrollado consiste en un modelo 3D de estructuras óseas y musculares que interactúan entre sí. Los conceptos que se desean enseñar por medio de este contenido son los tipos de contracción (isométrica, excéntrica y concéntrica), coordinación muscular (motores primarios, motores secundarios, neutralizadores y fijadores) y, finalmente, el significado funcional de antagonismo y agonismo. Dichos conceptos se tratan a partir del movimiento de flexión y extensión de la articulación del codo.

Con el fin de comprobar el potencial educativo de la herramienta *Telepresencia* y el contenido desarrollado, se formaron dos grupos de estudiantes de Ingeniería Biomédica: un grupo de control de quince estudiantes, con el profesor presente y las ayudas didácticas tradicionales; y un grupo experimental de diez estudiantes, con la nueva herramienta y el profesor ubicado remotamente. La sesión educativa y la evaluación fueron realizadas por el mismo profesor y tuvieron una duración total de dos horas.

El promedio de calificación del grupo de control y del experimental, después de realizar el pre-examen (evaluación previa a la sesión), fue de 2,0 y 1,8 respectivamente, lo que mostró que ambos grupos estaban en un nivel de conocimiento similar con respecto al tema. El promedio de calificación del grupo de control y del experimental, después de realizar el postexamen (posterior a la sesión), fue de 3,2 y 3,8 respectivamente.

El grupo experimental obtuvo mejores resultados en el postexamen que el grupo de control, lo que podría indicar algún potencial educativo de la *Telepresencia* en el contenido desarrollado. Sin embargo, con el fin de comparar el nivel de aprendizaje logrado por los dos métodos de enseñanza, es necesario plantear una metodología de seguimiento más robusta y aplicarla sobre un número mayor de grupos.

Palabras clave: Enseñanza remota, Realidad virtual, Telepresencia.

SISTEMA DE PLANTILLAS INSTRUMENTADAS “PIEZOMED” DESTINADAS A LA VALORACIÓN DEL CALZADO

Luisa Fernanda García Muriel¹, Christian Andrés Díaz León¹, Andrés Torres Velásquez¹,
Róbinson Alberto Torres Villa¹

¹*Programa de Ingeniería Biomédica EIA-CES*

Resumen

Las medidas de las fuerzas de contacto con el suelo pueden ser útiles para valorar cargas externas que el cuerpo humano está asignando en situaciones normales como caminar, o extremas como hacer deporte. Es importante que en el proceso de diseño se produzca un calzado confortable, eficiente, fácil de usar, duradero, de precio asequible y de apariencia agradable, de acuerdo con las tendencias estéticas del momento; todas estas cualidades involucran factores biomecánicos y ergonómicos.

El sistema “PIEZOMED” consta de un par de plantillas número 41, que fueron instrumentadas con 8 sensores piezorresistivos ubicados en puntos críticos de la planta del pie. El sistema se evaluó en un modelo de calzado informal masculino de la compañía VÉLEZ®.

Los puntos de registro se denotaron así: H (hállux), CM1 (cabeza del primer metatarsal), CM2-3 (centros cabezas metatarsales 2 y 3), CM4 (cabeza metatarsal 4), CM5 (cabeza metatarsal 5), MI (mediopié interior), ME (mediopié exterior) y T (talón). Se escogieron sensores piezorresistivos con capacidad de registrar hasta 1,5 MPa, de 0,1 mm de espesor, con alta respuesta lineal y buen comportamiento dinámico, así como un material lo suficientemente flexible y resistente para el ambiente donde debían estar. La captura de los datos se hizo de forma alámbrica, mediante la tarjeta de adquisición de *LabVIEW 6024E*, a una frecuencia por canal de 180 Hz. Tanto para el módulo de procesamiento como para la visualización de los datos, se trabajó en la plataforma *Visual Studio NET 2003*.

Como resultados, el sistema entrega un mapa numérico con los promedios de presión obtenidos durante la prueba. Además, presenta gráficas 2D y 3D animadas y en seudocolor de estos mapas, con el fin de facilitar su evaluación.

Frente a los resultados obtenidos, se puede concluir que el sistema desarrollado es funcional y reproducible; además, es confiable, porque los resultados que entrega concuerdan con los de las pruebas de *calzabilidad* (cualitativas) que realiza la empresa del calzado.

En una etapa futura, se busca implementar el módulo de software en la plataforma C#.net, llevar a cabo la transmisión de manera inalámbrica y aumentar la resolución de los sensores en el área de la plantilla.

Palabras clave: Biomecánica, Biomecánica del calzado, Plantillas instrumentadas, Presiones plantares.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA ANALIZAR PRESIONES EN LA HORMA DEL CALZADO

Rafael Esteban Amaya Arbeláez¹, Natalia Arcila Agudelo¹

¹*Programa de Ingeniería Biomédica EIA-CES*

Resumen

Las técnicas actuales para la evaluación del efecto del calzado en la biomecánica del pie, sólo permiten determinar las presiones en la región plantar, principalmente mediante el uso de plantillas bioinstrumentadas. Por tanto, no es posible cuantificar aquellas que se ejercen dentro del calzado en las zonas lateral y dorsal, durante el desarrollo de la marcha. Sin embargo, la cuantificación del efecto de un diseño de calzado deportivo particular exigiría un estudio biomecánico de la interacción pie-calzado más allá de las presiones plantares.

Por este motivo, se desarrolló una herramienta para medir presiones en la horma del calzado. El dispositivo cuenta con una media delgada, resistente, elástica y cómoda, que se ajusta fácilmente al pie del usuario, y reduce al mínimo el potencial efecto de la disipación de la presión que se puede aplicar sobre los sensores. El prototipo cuenta con siete sensores Flexiforce® localizados en puntos estratégicos alrededor del pie. Además, se diseñó un software en LabVIEW 7.0™ que muestra tres tipos de visualización de las gráficas de los datos de presión, presenta en tiempo real los máximos de presión registrados por cada sensor, al igual que el máximo total, permite seleccionar el modo de adquisición y hace posible guardar los datos en formatos como texto plano y hoja de cálculo, para su posterior manipulación.

Palabras clave: Baropodometría, Biomecánica del pie, Presiones en la horma del calzado, Presiones plantares.

MODELO MATEMÁTICO Y POR ELEMENTOS FINITOS DE LOS ESFUERZOS EN LA PARED ARTERIAL EN CONDICIONES DE FLUJO TURBULENTO

Yesid Montoya Góez

Programa de Ingeniería Biomédica EIA-CES

Resumen

Para representar las líneas de corriente y las presiones en conductos arteriales, incluso en condiciones de relativa turbulencia, se han construido diversos modelos. Sin embargo, estos modelos se basan en la suposición de que el fluido tiene un comportamiento reológico de tipo newtoniano. Normalmente, este problema se resuelve corrigiendo la viscosidad del fluido, de modo que los esfuerzos cortantes en su equivalente newtoniano sean los mismos que se presentan en un fluido corporal real. Este trabajo presenta un modelo analítico por el método de elementos finitos (FEA), que representa las trayectorias y las presiones en un medio fluido con la suposición de un comportamiento reológico de tipo *Casson*, que se acomoda mejor al comportamiento de la sangre arterial. Los resultados muestran que las presiones en la pared arterial, al

hacer esta modificación, se reducen entre un 5% y 8% con respecto a los obtenidos a partir de los modelos convencionales. Estos tipos de modelos permiten mejorar la eficiencia en el diseño de dispositivos de contención de presiones como válvulas cardíacas, *stents* o filtros para trombos en el flujo sanguíneo.

Palabras clave: Compresión, Esfuerzos cortantes, Fluido Casson, Fluido newtoniano.

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS E HINCHAMIENTO DE HIDROGELES DE ALCOHOL POLIVINÍLICO PARA APLICACIONES MÉDICAS

Martha Elena Londoño¹, Claudia Elena Echeverri Cuartas¹, Catalina Vallejo Giraldo¹,
Natalia Godoy Montoya¹, Tatiana Restrepo Montoya¹

¹*Programa de Ingeniería Biomédica EIA-CES*

Resumen

Los hidrogeles son redes poliméricas tridimensionales entrecruzadas, capaces de absorber grandes cantidades de agua o fluidos biológicos sin perder su forma. Tienen la propiedad de responder ante diferentes estímulos, tales como cambios de pH, radiación, temperatura, campos eléctricos, cambios en la concentración, entre otros. Estos materiales han sido de gran interés por su biocompatibilidad y versatilidad, haciéndolos muy atractivos para aplicaciones en ingeniería de tejidos como matrices para cultivo celular, regeneración de órganos y tejidos, sistemas de liberación de droga, reemplazo de discos intervertebrales, lentes de contacto, apósitos húmedos para el manejo de heridas y regeneración de tejidos, entre otros.

En este trabajo se sintetizaron hidrogeles de alcohol polivinílico (PVA) de 12% w y 7,5% w, mediante la técnica de congelamiento-descongelamiento. De cada concentración se fabricaron tres y cinco probetas para las pruebas de hinchamiento y ensayos de tracción, respectivamente. Se encontraron porcentajes de hinchamiento entre el 188% y el 238% y una resistencia máxima a la tracción entre 36 MPa y 207 MPa. Los resultados de hinchamiento obtenidos están dentro de los rangos reportados en la literatura, lo cual abre la posibilidad de continuar con los desarrollos y futura producción de nuevos materiales que impacten a la sociedad colombiana en diferentes áreas, especialmente el área médica.

Palabras clave: Alcohol polivinílico, Hidrogeles, Propiedades mecánicas, Pruebas de hinchamiento.