

Diseño preliminar de prótesis de mano controlada por señales mioeléctricas

ORTIZ-SIMÓN, José*†, AGUILERA-HERNANDEZ, Martha, CRUZ-HERNANDEZ, Nicolás y ORTIZ-VASQUEZ, Jonathan

Recibido Abril 5, 2016; Aceptado Junio 8, 2016

Resumen

Objetivos, metodología. En este artículo se presenta el diseño y construcción de una prótesis de mano controlada por señales mioeléctricas. Mediante el software Solid Works se realizaron los esquemáticos de las piezas que forman la mano y se manda a imprimir en una impresora 3D. El material utilizado es polímero de ácido láctico (PLA) lo que hace una mano relativamente fuerte y ligera. Mediante una tarjeta de adquisición de datos y un algoritmo en Labview, se procesan las señales que permiten el cierre y apertura de la mano con simples movimientos del musculo del antebrazo. **Contribución.** El diseño y construcción con esta tecnología de impresión 3D permiten que los cambios, ajustes y adaptación sean casi inmediatos. Lo que agiliza el tiempo de espera para el diseño de prótesis y reduce los costos de fabricación considerablemente.

Prótesis de mano, señales mioeléctricas, diseño en impresora 3D

Abstract

Objectives, methodology. In this article we describe the design and construction of a prosthetic hand, controlled by myoelectric signals. With a Solid Works software, we designed the schematic drawings of the components to form the hand. We sent this data to a 3D printer in order to build each component. The material used is polymer PLA which makes a relatively light and strong hand. Through a data acquisition card and a Labview algorithm, we process the signals that allow opening and closing of the hand with simple forearm muscle movements. **Contribution.** The design and construction with this 3D printing technology allow that changes, adjustments and adaptation are almost immediate. Which reduces the waiting time for prosthetic design and reduces manufacturing costs considerably.

Prosthetic hand, myoelectric signals, 3D printer design

Citación: ORTIZ-SIMÓN, José, AGUILERA-HERNANDEZ, Martha, CRUZ-HERNANDEZ, Nicolás y ORTIZ-VASQUEZ, Jonathan. Diseño preliminar de prótesis de mano controlada por señales mioeléctricas. Revista de Investigación y Desarrollo 2016, 2-4: 11-15

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jlortiz@cinvestav.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Las personas que han perdido una articulación de mano intentan recuperar su capacidad motriz lo cual les lleva a usar prótesis como una solución a su problema. La INEGI reportó en el 2010 que un 5% de la población sufre de un cierto tipo de incapacidad lo que hace una necesidad urgente de buscar la forma en que se puede ayudar a esta parte de la población. La humanidad cuenta con mucha literatura donde se mencionan los diversos tipos de prótesis que se han utilizado para solventar este tipo de problemas y ayudar así a recuperar la capacidad de movimiento corporal. Se conocen desde tiempos muy antiguos prótesis tradicionales de gancho que eran accionadas con movimientos del hombro. Han evolucionado de manera muy significativa desde manos estéticas para reemplazar miembros amputados, pero sin ningún movimiento hasta las actuales prótesis robóticas retroalimentadas por fuerza que proveen al miembro reemplazado la capacidad de resolución y potencia de una máquina con la sensación y sensibilidad del ser humano. Sin embargo, estas prótesis no están al alcance de cualquier persona debido principalmente al costo. El sistema de acción de este tipo de mecanismos se basa en el procesamiento de señales mioeléctricas y en muchos de los casos resulta que el usuario no es capaz de controlarla. En el CRI de Nuevo Laredo Tam, se tiene la necesidad de desarrollar prótesis para niños con una extremidad amputada. Ya que crecen, se les diseña una nueva prótesis únicamente para cubrir el miembro y dar una apariencia normal de su extremidad. Debido a este problema tuvimos la iniciativa de diseñar una prótesis controlada mediante señales mioeléctricas que creemos que puede ayudar no solo a cambiar la apariencia física de una persona, sino que ayudará a darle actividad manual a su extremidad.

Gracias a la tecnología de impresión 3D, se puede modificar rápidamente el tamaño y la forma, reduciendo los tiempos de espera en la fabricación de la prótesis y además que se reduce el costo de fabricación considerablemente.

Materiales y métodos

Este proyecto inicio con la intención de apoyar a los pacientes del CRI de Nuevo Laredo. Niños con problemas de malformaciones o amputaciones de manos y que necesitan prótesis, pero debido a que crecen muy rápido se les dificulta obtener una prótesis a su medida además de que solo es para dar una mejor apariencia estética. En el Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo se tuvo la iniciativa por parte de alumnos el de poder apoyar a esta institución y específicamente a pacientes de bajos recursos, por lo que se desarrolló el prototipo de una prótesis con control mioeléctrico. Esta prótesis diseñada en Solidworks 2015 (Solidworks Corp, Waltham, Massachussets, USA) y fabricada en una impresora 3D con el software CURA 2.1.3 (Ultimaker B.V. Watermolenweg 2, 4191 PN Geldermalsen.The Netherlands). consta de una mano articulada de apariencia similar a la del ser humano (Fig. 1).

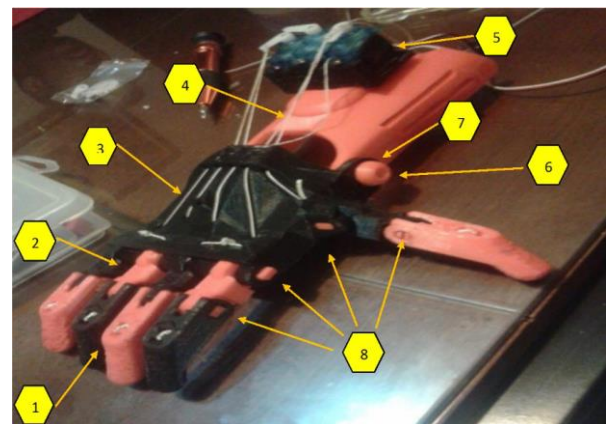


Figura 1 Prótesis ensamblada con actuadores

La parte mecánica está compuesta por 25 partes:

- 5 dedos. (1)
- 5 articulaciones de los dedos. (2)
- La palma de la mano. (3)
- Antebrazo de la mano. (4)
- Base de los servomotores (5)
- 2 pernos para unión de antebrazo con la palma. (6)
- 2 Bases para los pernos de unión del antebrazo con la palma. (7)
- 8 pernos para la unión de los dedos con las articulaciones. (8)

Tres servomotores modelo SG90 Tower Pro que mediante tensores de cáñamo proporcionan suficiente torque para cerrar la mano. La señal de control de los motores se obtiene a partir de la colocación de electrodos en la parte del antebrazo para adquirir las señales mioeléctricas al momento de intentar cerrar y abrir la mano. Tres electrodos de cobre fijados con una banda de velcro ayudan a colocarlos en puntos del antebrazo.

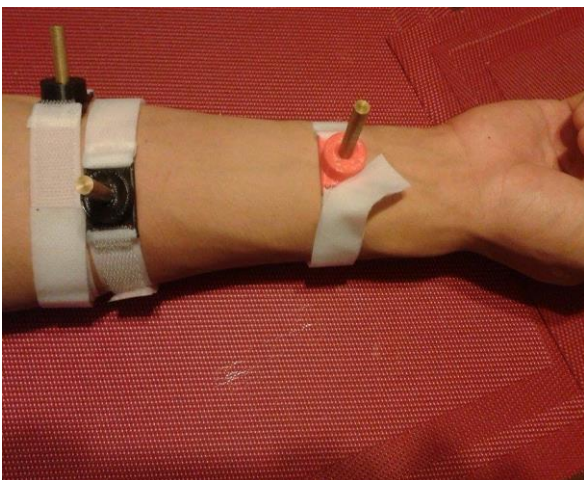


Figura 2 Electrodo colocados en antebrazo

Mediante un amplificador de instrumentación se incrementa la impedancia de entrada a una tarjeta de adquisición de datos de Labview NI USB 6008 de National Instruments que adquiere y procesa las señales eléctricas generadas al realizar un movimiento muscular. Un algoritmo permite amplificar y filtrar (Fig. 3) las señales mioeléctricas.

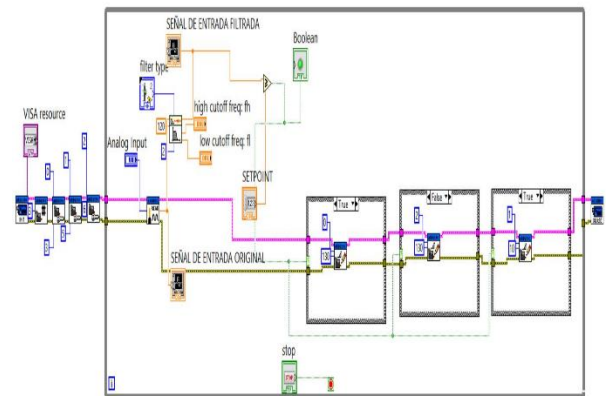


Figura 3 Algoritmo en Labview

Resultados

La tarjeta de adquisición de datos NI-6008 tiene una resolución de mili-volts lo que permite por si misma adquirir señales de amplitud tan pequeña como lo es la señal mioeléctrica y los ruidos generados por la alimentación eléctrica de 60Hz. El algoritmo de adquisición mediante un filtro pasa-bajos atenúa las señales de frecuencia de 50Hz y mayores. El algoritmo amplifica la señal filtrada en 500 veces. Mediante una comparación con un umbral, definido por experimentación, se activan los motores para cerrar o abrir la prótesis. En pruebas realizadas colocando los electrodos en personas sin problemas de movilidad, se logró determinar ciertos umbrales para accionar los motores (Fig. 4). El control de apertura y cierre se logró mediante la detección de la torsión del antebrazo y mediante las señales al cerrar el puño de la mano del estudiante. Se realizaron pruebas para lograr levantar algún objeto con la mano, pero el cierre no fue suficiente para sostener un objeto.

La figura 5 muestra las pruebas realizadas y se notan las señales filtradas que permiten el control de cierre y apertura.



Figura 4 Experimentación en alumnos del Instituto

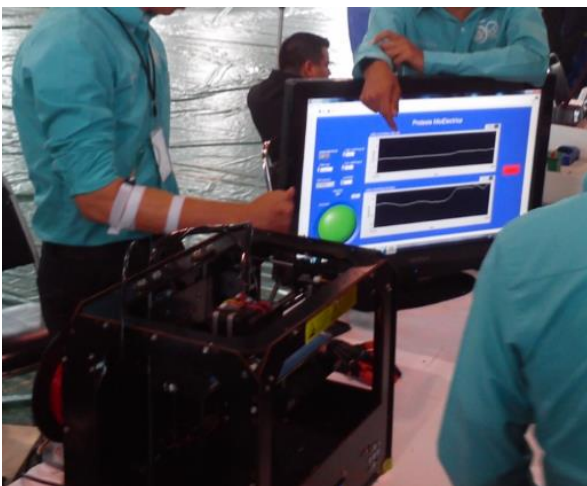


Figura 5 Señales mioeléctricas que activan la prótesis

Esta prueba preliminar nos permite idear mejoras al sistema para prepararlo y probarlo en personas del CRI de Nuevo Laredo. El costo de fabricación debido a los componentes principales no llegó a los \$2000,00 pesos lo que nos anima a continuar experimentando y realizando mejoras para probarlo en personas con discapacidad. El costo de prótesis en el mercado, llega hasta los \$50 000,00 pesos (de las más económicas) lo que nos estimula a creer que podemos desarrollar un sistema accesible a personas de escasos recursos.

Agradecimiento

Agradecemos al Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo, así como al Centro de Rehabilitación Integral de Nuevo Laredo por las facilidades brindadas para la realización y continuidad de este proyecto.

Conclusiones

Durante las pruebas realizadas nos percatamos que la posición de los electrodos no es exactamente la misma en que se colocó a diferentes personas. Lo que nos lleva a pensar que el sistema de detección debe ser muy específico para la persona a la que se le diseñe la prótesis. El entrenamiento será parte del proceso de diseño puesto que hemos notado que el simple hecho de mover la mano ya sea en cierre o apertura de dedos, no necesariamente se logra el resultado esperado. Es por ello que se condicionó a el cierre y a un movimiento de giro del antebrazo para controlar el cierre y apertura. La inversión económica hasta esta etapa es menor de 2000,00 pesos. Comparado con los 50 000,00 de la prótesis de mano que provee la compañía mexicana Probionics, creemos que se puede lograr un gran beneficio dándole continuidad a este proyecto utilizando la tecnología de fabricación con material PLA en una impresora 3D.

Referencias

Flores, J (2004). Actualidad y tendencias en el diseño de prótesis de miembro superior. Memorias del X Congreso Anual de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Mecánica, Querétaro, México.

Harris, M. and Kyberd, P. (2003). Design and development of a dextrous manipulator” International Conference on Mechatronics. Professional Engineering Publishing, London, UK.

Trebes, W. Röttege, Groth. (1973). Prótesis del Miembro Superior. Entrenamiento fisioterápico del amputado. Barcelona. pp. 1-40. Ediciones Toray, S.A.