

Mano Robótica Multiarticulada

Carlos Benavides Cuadros - carlos.benavides.cuadros@gmail.com,
Enrique Custodio Flores - ecustodioflores@gmail.com,
André Muriano Astuvilca - xan.296@gmail.com,
Juan Carlos Sánchez Gonzáles – nano ing 10@hotmail.com

I. Resumen

Este trabajo de investigación describe la metodología utilizada para obtener el prototipo funcional de una mano robótica considerando sus características antropométricas, a partir de piezas de un maniquí modificadas para calzar a las necesidades del proyecto. Por medio de los motores adecuados, será capaz de realizar un único movimiento: abrir y cerrar la mano siendo cada dedo independiente del otro.

Palabras clave: mano, robótica, antropomorfismo.

II. Abstract

This work describes the methodology used to obtain the functional prototype of a robotic hand considering its anthropometric characteristics, from modified mannequin parts to fit the needs of the project. By of suitable motors, will be able to realize a single movement: to open and to close the hand being each finger independent of the other.

Key words: robotic, hand, anthropomorphism

III. Introducción

Por décadas, el hombre ha tratado de sustituir alguna extremidad faltante de su cuerpo por otra que otorgue una funcionalidad semejante. En este sentido, el desarrollo de dispositivos artificiales es un proceso profundo y complejo, donde los resultados obtenidos no son totalmente satisfactorios en comparación con el comportamiento natural del cuerpo. La mano posee funciones indispensables para el desarrollo de innumerables actividades consolidándose

como un instrumento especializado en características versátiles y alta precisión al ejecutar movimientos.

Es por eso que la ciencia encargada de tomar todo este asunto es la robótica, ya que es la que más se acerca a recrear el comportamiento de una extremidad humana, en este caso, una mano.

Se diseñará e implementará un mecanismo lo más parecido a una mano humana, totalmente articulada que será controlada por medio de servomotores y galgas extensiométricas.

IV. Marco teórico

Mano Humana

La mano humana está unida al antebrazo por una unión llamada muñeca (cuyos huesos forman el carpo) y consiste en una palma central (cuyos huesos forman el metacarpo) de la que surgen cinco dedos (también denominados falanges). Además, la mano está compuesta de varios, músculos y ligamentos diferentes que permiten una gran cantidad de movimientos y destreza [1].

Los nombres de los cinco dedos de fuera hacia adentro, con la palma hacia arriba son:

- Pulgar, también conocido como «dedo gordo de la mano» o «primer dedo de la mano».
- Índice, también conocido como «segundo dedo de la mano».
- Corazón, también conocido como «tercer dedo de la mano», «dedo medio», «mayor», «cordial» o «grosero».

- Anular, también conocido como «cuarto dedo de la mano»; se le llama anular por ser el que porta el anillo de matrimonio en la cultura occidental.
- Meñique, también conocido como «quinto dedo de la mano» o «dedo pequeño de la mano».

Huesos de la mano

La mano humana tiene al menos 27 huesos: el carpo o muñeca tiene 8; el metacarpo o palma tiene 5 y los 14 huesos restantes son digitales [1].

- Huesos de la muñeca

La muñeca tiene ocho huesos (los huesos carpianos), dispuestos en dos grupos de cuatro. Estos huesos encajan en una pequeña cavidad formada por los huesos del antebrazo el radio y el cúbito, si bien es de resaltar que el cúbito no se articula verdaderamente con ninguno de los huesos de la muñeca. Bajo la cara inferior del cúbito se encuentra el ligamento triangular de la muñeca, que sí se articula con los huesos [1].

Los huesos de la fila proximal son, de fuera hacia adentro: el escafoides, el semilunar, el piramidal y el pisiforme

Los huesos de la fila distal son, de fuera hacia adentro: el trapecio, el trapezoide, el grande y el ganchoso.

- Huesos de la palma

La palma de la mano tiene cinco huesos (los huesos metacarpos), uno por cada dedo.

Huesos digitales

Las manos humanas contienen catorce huesos digitales, también llamados falanges: dos en el pulgar, y tres en cada uno de los otros cuatro

dedos; cabe mencionar que el pulgar no tiene falange media [1]. Estos son:

- Falange distal.
- Falange media.
- Falange proximal.

Un resumen de los huesos de mano humana se muestra en la Figura 1:

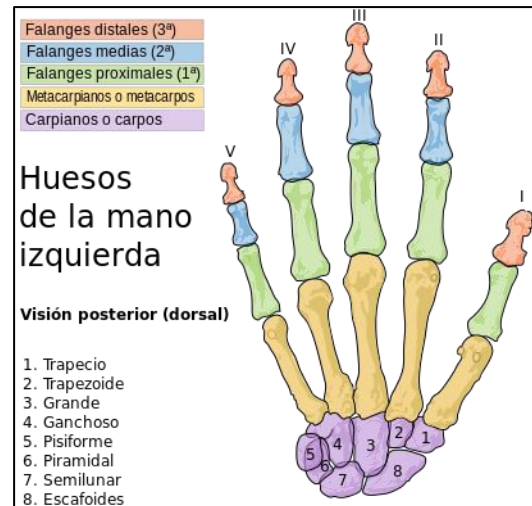


Figura 1: Huesos de la mano

V. Desarrollo aplicativo

Para el desarrollo de esta investigación, se estudió la evolución y estado actual de sustitutos robóticos de mano, realizándose una recopilación de los trabajos más destacados encontrados en internet, además de la descripción anatómica, biomecánica

y patológica; elementos relevantes para la construcción más simple y menos costosa [2]. Posterior, se utilizó un árbol de objetivos para clarificar los lineamientos a cumplir, el cual ofrece una estructura clara, útil y confiable al desarrollar el planteamiento del problema, además de ayudar a mejorar la percepción del mismo. En la Figura 2 se muestra los objetivos principales y secundarios agrupados en niveles jerárquicos, trazando un diagrama que se muestra [3]:

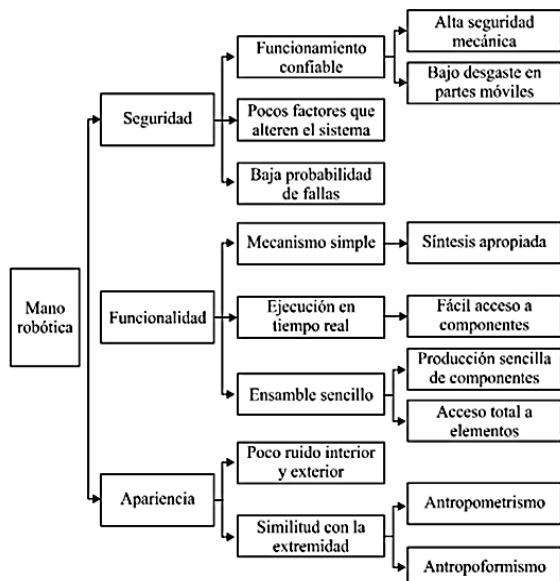


Figura 2: Esquema de los objetivos de la Mano Robótica

De igual forma, se utilizó el acoplamiento de diversas herramientas para especificar los requisitos, alternativas y seleccionar un esquema general donde la función principal del sistema es la sujeción de objetos [5]. Esta función se ejecutará con ayuda de los servomotores e hilo de pescar que cumplirán las funciones de los tendones de una mano. La transmisión será inalámbrica y el movimiento se dará gracias a galgas extensiométricas acopladas a un guante. Lo anterior se representa como un diagrama de bloques de la figura 3 [4]:

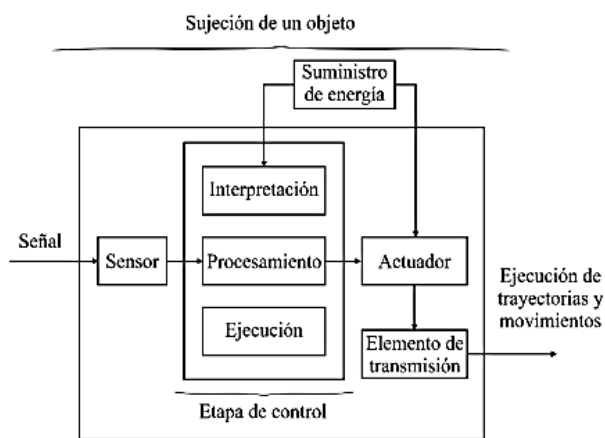


Figura 3: Esquema de las etapas del control de la Mano Robótica

VI. Construcción de la mano robótica

El material que se eligió fue la madera. Se adquirió el modelo desarmado del brazo de un maniquí totalmente articulado. Se tuvo que modificar significativamente el tamaño de las articulaciones para que estas sean capaces de articular con suavidad. A lo largo del interior de la mano, desde la punta de los dedos hasta la parte inferior de la palma, se incluyeron pequeños ganchos que sirvieron de guía para los hilos que jugaban el rol de tendones. Mientras que en la parte posterior de la mano (esta vez solo a lo largo de los dedos), se adhirieron elásticos que provocaban el regreso de los dedos a una posición inicial, es decir, la mano totalmente abierta. El resultado de la implementación se muestra en la Figura 4:



Figura 4: Mano de madera articulada y acondicionada

Para el movimiento de los dedos (abrir y cerrar la mano) se usaron servomotores cuyas hélices fueron atadas a los hilos de cada dedo, es decir, fueron usados cinco servomotores.

Se simuló una estructura con espacio suficiente donde se puedan colocar estos

servomotores (como un antebrazo), tal y como se muestra en la Figura 5.

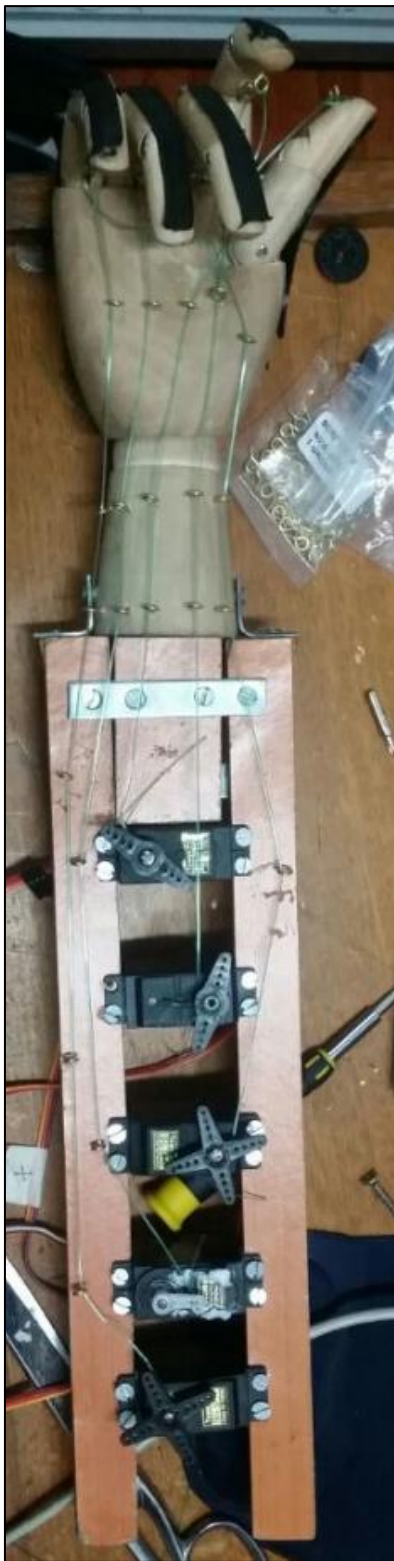


Figura 5: Mano de madera articulada y acoplada a servomotores

Para el control de la mano robótica se usó un Arduino Nano con el debido acondicionamiento para suministrar suficiente corriente a todos los servomotores. Para esto se usó una fuente adicional. Además, para recibir las señales que activarán a los motores a través del Arduino Nano, se usó un módulo Bluetooth HC-05. La figura 6 muestra una foto del circuito implementado.

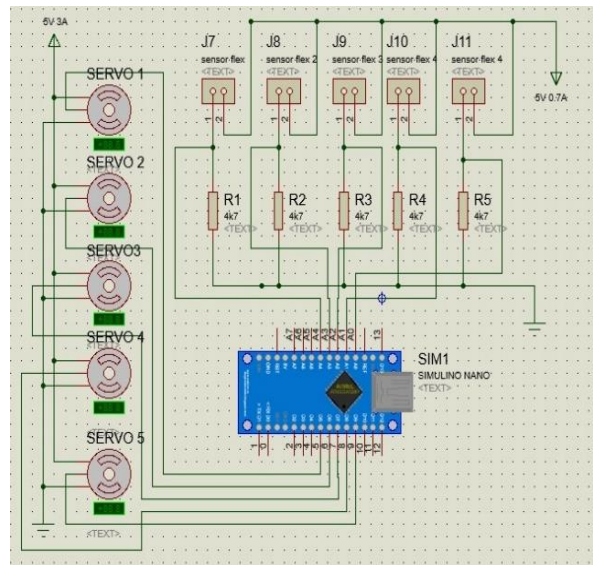


Figura 6: Circuito electrónico para la mano robótica

Las órdenes de movimientos son dadas gracias a los sensores. Se eligieron galgas extensiométricas para enviar las señales con ayuda del módulo Bluetooth HC-05 o con transmisión cableada directa. Estas galgas fueron acopladas a un guante, para que el usuario pueda plasmar los movimientos de su propia mano en la mano robótica.

Para la transmisión cableada directa se usó una galleta y jumpers señalizados para cada servomotor (Figura 7).

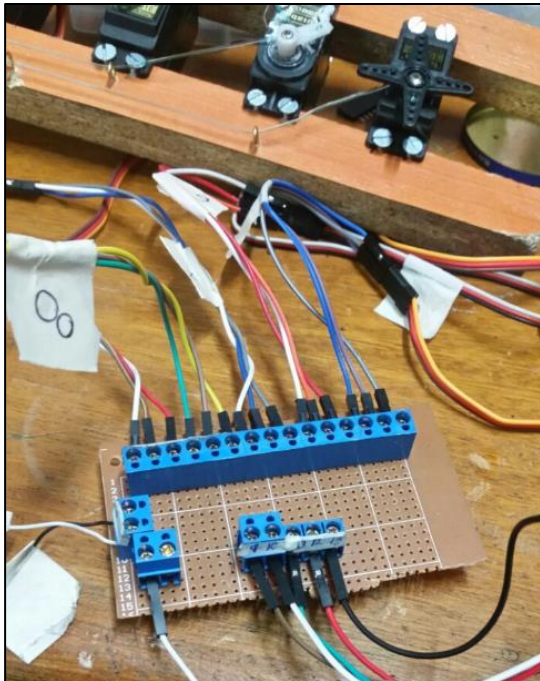


Figura 7: placa necesaria para transmisión directa

Finalmente, se implementó un guante anexo a las galgas extensiométricas, donde, según la programación, doblar por completo una galga significa dedo cerrado y no doblarla es dedo abierto, tal como se muestra en la Figura 8.



Figura 8: galgas extensiométricas acopladas a un guante

VII. Programación

El lenguaje de programación utilizado fue Processing para Arduino.

Librerías

Las librerías necesarias para la implementación del proyecto fueron dos:

- SoftwareSerial.h
- Servo.h

SoftwareSerial.h para el control del módulo Bluetooth HC-05 y Servo.h para el control del ángulo de los servomotores.

Lógica

Las galgas extensiométricas son sensores resistivos cuya resistencia cambia de acuerdo a cómo se vienen doblando. Por lo tanto, produce una variación de voltaje por cada intento de deformarlo. Con el acondicionamiento adecuado, este voltaje variante se ingresa a las entradas analógicas del Arduino y se procede a calibrar según el requerimiento, en este caso:

- Galga doblada = Dedo contraído
- Galga estirada = Dedo estirado

Las contracciones de los dedos son realizadas por los servomotores con ayuda de hilos amarrados a sus hélices.

Eliminación de ruido y errores aleatorios

Para llegar a un valor más exacto para el movimiento de los motores y, en consecuencia, de los dedos, se tomaban cinco muestras de cada señal de entrada por cada cinco milisegundos y luego se promediaban. El resultado se enviaba como señal de salida hacia el servomotor correspondiente. Este procedimiento sirve para evitar que la mano se contraiga o tiemble por la cantidad de picos

altos y bajos que recibe de manera aleatoria de los sensores.

VIII. Conclusiones

Fue posible obtener formas dimensionales similares al sistema natural, sin embargo todavía es notable la diferencia en la forma del conjunto. Se requiere desarrollar más trabajo con objeto de refinar la forma de los distintos elementos para replicar la apariencia del sistema sin pérdida de capacidad funcional, ya que, a pesar de que tenía una fuente de poder extra, a veces se perdía la señal en los motores.

El tiempo de respuesta fue el adecuado, aunque diferían dependiendo del medio de transmisión. Entre señal y movimiento usando como transmisor el módulo Bluetooth, el tiempo de respuesta era, aproximadamente, de 0.7 segundos. Mientras que usando como transmisor el cableado directo, la espera era de 0.4 segundos, es decir, casi un 40% más rápido, tal y como se esperaba.

El presente proyecto será utilizado como base para la tesis para obtener el Título de Ingeniero Mecatrónico.

IX. Referencias

[1] Usuarios de wikipedia. (2016, Noviembre 30). *Mano*. [En línea]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Mano>

[2] M. Pérez, A. Velázquez, G. Urriolagoitia, H. Hernández, G. Urriolagoitia, O. Juárez. *Antecedentes históricos de las prótesis de extremidad superior*. XV Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. CUJAE. Cuba. 2010

[3] A. Velázquez. *Caracterización cinemática e implementación de una mano robótica multiarticulada*. Tesis de Doctorado. SEPI ESIME IPN. México. 2008.

[4] M. Pérez. *Análisis cinemático e implementación de una mano robótica servo-articulada aplicable como prótesis*. Tesis de Maestría. SEPI ESIME IPN. México. 2011.

[5] J. Dorador, P. Murillo, I. Luna, A. Juárez. "Robótica y prótesis inteligentes". *Revista Digital Universitaria*. Vol. 6. 2005.

X. Integrantes



Carlos Eduardo Benavides Cuadros.

Estudiante de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Ricardo Palma.



André Steven Muriano Astuvilca.

Estudiante de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Ricardo Palma.



Juan Carlos Sánchez Gonzáles.

Estudiante de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Ricardo Palma.



Enrique Miguel Custodio Flores.

Estudiante de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Ricardo Palma.

