

**WEARABLES GESTUALES APLICADOS AL CONTROL DE SISTEMAS
ROBÓTICOS**
(Gestural wearables applied to the control of robotic systems)

Jesús Nayib Peralta Mateos

Universidad Autónoma de Guerrero, Lázaro Cárdenas S/N, CU Sur, C.P. 39070, Chilpancingo de los Bravo, Gro, México, (+52) (222) 9999954, 20252435@uagro.mx

Dr. Gustavo Adolfo Alonso Silverio

Universidad Autónoma de Guerrero, Lázaro Cárdenas S/N, CU Sur, C.P. 39070, Chilpancingo de los Bravo, Gro, México, (+52) (747) 112 2838, gsilverio@uagro.mx

Dr. Esteban Rogelio Guinto Herrera

Universidad Autónoma de Guerrero, Lázaro Cárdenas S/N, CU Sur, C.P. 39070, Chilpancingo de los Bravo, Gro, México, (+52) (747) 1150645, 01911@uagro.mx

RESUMEN

En respuesta a la necesidad de evitar contagios durante la pandemia de SARS-CoV-2, se llevó a cabo una investigación sobre la aplicación de wearables gestuales para el control de sistemas robóticos. El estudio se centró en validar el potencial de la tecnología gestual, utilizando sensores avanzados como Leap Motion y MYO Armband para controlar un prototipo de mano robótica de forma remota. La investigación destaca la versatilidad y aplicaciones prácticas de la tecnología gestual en entornos donde el control remoto de sistemas robóticos es crucial. Este proyecto representa una respuesta directa a la transformación tecnológica inducida por la crisis sanitaria, abriendo nuevas posibilidades para la interacción humano-máquina mediante la implementación de un brazo robótico controlado por tecnología gestual.

PALABRAS CLAVE

Tecnología gestual

Sistema robótico

Comunicación bidireccional

Arduino UNO

Python

ABSTRACT

In response to the need for innovative technological solutions during the SARS-CoV-2 pandemic, research was conducted on the application of gestural wearables for the control of robotic systems. The study focused on validating the potential of gestural technology, using advanced sensors such as Leap Motion and MYO Armband to control a prototype robotic hand remotely. The research highlights the versatility and practical applications of gestural technology in environments where remote control of robotic systems is crucial. This project represents a direct response to the

technological transformation induced by the healthcare crisis, opening new possibilities for human-machine interaction in a context of constant technological innovation.

KEYWORDS

Gestural technology

Robotic system

Bidirectional communication

Arduino UNO

Python

INTRODUCCIÓN

Con base en la creciente necesidad de soluciones tecnológicas innovadoras que mitiguen riesgos sanitarios, como el contacto directo con superficies, emerge el proyecto de investigación titulado "Aplicación de wearables gestuales para el control de sistemas robóticos ". Este estudio inició con el propósito central de validar la hipótesis de que la tecnología gestual posee un inmenso potencial, motivado por la necesidad imperante de evitar o mitigar contagios, como una respuesta directa a la transformación que la crisis sanitaria del virus Sars Cov-2 impuso en el campo de la tecnología.

Debido a la crisis sanitaria provocada por pandemia SARS-CoV-2, se exploró específicamente la viabilidad de desarrollar dispositivos que pudieran interactuar con objetos con una alta probabilidad de contagio:, como máquinas de boletos en transporte público, pantallas táctiles en puntos de venta y cajeros automáticos, etc, con el fin de generar alternativas para controlar este tipo de objetos.

Al explorar estas soluciones tecnológicas, se promovió la idea de manipular dispositivos complejos de manera remota, optimizando la eficiencia y la seguridad en diversas operaciones. Esta estrategia no solo se limita a la esfera de los cajeros automáticos, sino que también su aplicación se expande

con un enfoque general ante cualquier entorno en el cual sea viable optar por el control remoto, como laboratorios de investigación química, operaciones de rescate, exploración espacial o como el ámbito médico, como es el caso del robot Da Vinci, el cual es un sistema quirúrgico avanzado que permite a los cirujanos realizar operaciones de forma precisa y con un grado de invasión mínimo de forma remota, mejorando el acceso a atención quirúrgica avanzada y especializada. En este sentido, se fomenta la adaptabilidad tecnológica como respuesta a los desafíos actuales, al tiempo que se garantiza la protección de la salud pública. (Korayem et al., 2021)

La capacidad de los sensores Leap Motion y MYO destacan por su capacidad de capturar gestos en tiempo real de manera precisa, además por su accesibilidad, un criterio crucial para su aplicabilidad en diversos entornos. Estos sensores en conjunto con una interfaz robótica ofrecen una alternativa segura y sin contacto físico directo con elementos con gran índice de aglomeración. La posibilidad de trabajar de manera remota se integra de forma eficaz con la adopción de la tecnología gestual, permitiendo el control y la interacción con dispositivos desde ubicaciones distantes. (López, J., 2016)

Este artículo detalla el diseño, desarrollo y resultados obtenidos durante la implementación de wearables gestuales en un sistema robótico, ofreciendo una perspectiva integral sobre la contribución de la tecnología gestual en la creación de entornos más seguros y eficientes en el contexto de la nueva realidad impuesta por la pandemia.

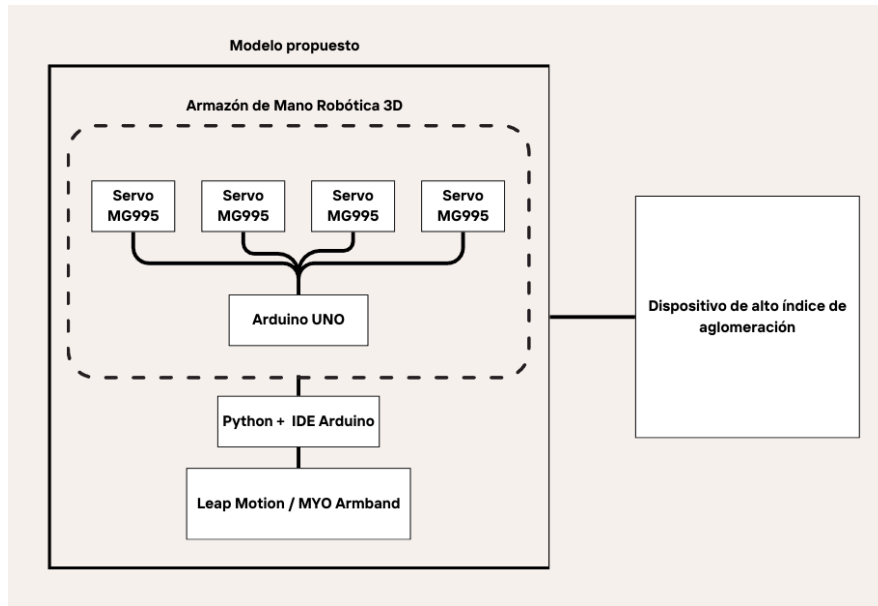
La investigación se enfoca en el desarrollo de un prototipo de mano robótica cuyo control se realiza mediante sensores avanzados, como Leap Motion y MYO Armband. El proyecto busca validar no solo la efectividad de la tecnología gestual, sino también resaltar su versatilidad y aplicaciones prácticas en situaciones en donde sea una prioridad controlar un sistema robótico de forma remota.

METODOLOGÍA

En esta investigación, se emplearon los sensores gestuales Leap Motion v1.0 (ultraleap, 2014) y MYO Armband v1.0 (garnica et al., 2018; Arteaga, S, 2015, 16 octubre), junto con un modelo de mano robótica, fabricada mediante impresión 3D y equipado con servomotores MG995, los cuales

fueron controlados por una tarjeta de desarrollo Arduino UNO. El esquema de la propuesta se puede observar en la figura 1. (Korayem et al., 2021; López, J., 2016)

Fig.1 Esquema general del Sistema Robótico propuesto.



El modelo propuesto en el artículo de investigación muestra una dualidad de control, ya que permite que la mano robótica responda tanto a los movimientos gestuales de las manos captados por el sensor Leap Motion como a la detección de señales musculares mediante el sensor Myo Armband. Esta configuración proporciona flexibilidad en su operación sin afectar la estructura del sistema robótico y demuestra el potencial de la tecnología gestual.

Los sensores Leap Motion y MYO Armband tienen una forma específica de enviar los datos generados por los gestos en el sistema robótico, en el caso del brazalete MYO, éste debe ir acoplado al brazo del usuario para reconocer las señales musculares y el sensor Leap Motion se encarga de reconocer gestos (movimientos dinámicos de los dedos mano) y posturas (posiciones estáticas de la mano), dentro de una zona interactiva 3D que se extiende hasta 60 cm (24 pulgadas), desde el dispositivo en un campo de visión típico de 140x120°, hasta 150°.(ultraleap, 2014)

Para generar una interacción, el usuario debe hacer un gesto con la mano, el sistema adquiere datos del Leap Motion y/o el brazalete MYO, se reconoce el gesto o postura e inicia el movimiento de la mano robótica. Ejecutando una postura específica, la mano robótica se detiene. Si el usuario nunca detiene la mano robótica, ésta continúa el movimiento detectado hasta el límite de su campo de operación.

El control de la mano robótica 3D con el sensor Leap Motion se centra en la capacidad de detectar gestos de las manos en tiempo real, sin requerir una cantidad precisa de gestos predefinidos. En este sentido, la programación en Python permite un proceso de mapeo dinámico en la mano robótica que se adapta a la configuración y los movimientos específicos de la mano del usuario en tiempo real, permitiendo una interacción intuitiva y precisa entre el usuario y el sistema robótico (ultraleap, 2014). En el caso del sensor MYO Armband la capacidad de detectar gestos se limita a cinco gestos predefinidos mediante la detección de la actividad eléctrica en los músculos del brazo (Arteaga, S, 2015, 16 octubre). Estos gestos, una vez identificados por el MYO Armband, son interpretados y transmitidos al sistema de control de la mano robótica, permitiendo que ésta reproduzca fielmente los movimientos correspondientes (en tiempo real). Este enfoque asegura una interacción amigable con el usuario y el sistema robótico, facilitando así su operación y control. (Garnica et al., 2018; Morais, G. D., 2016)

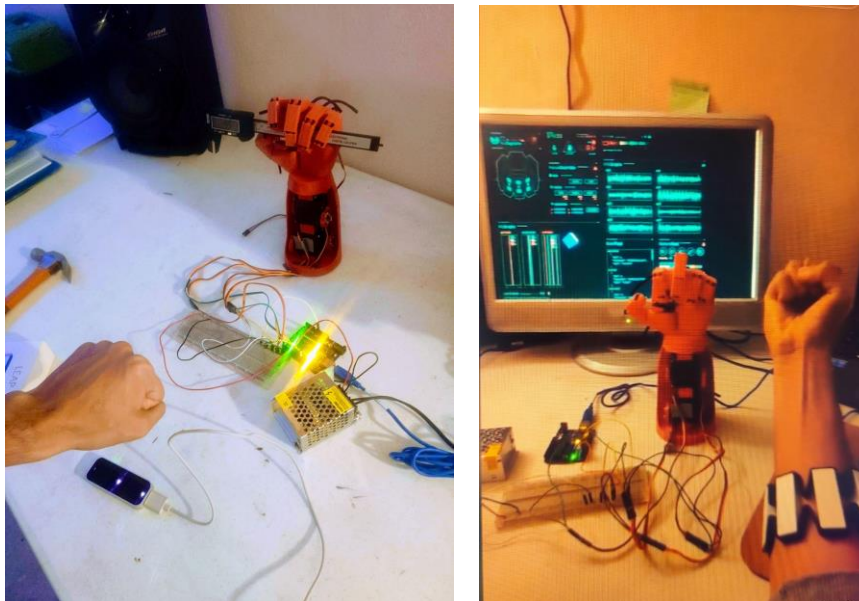
El prototipo de la mano robótica se fabricó con impresión 3D, éste mismo se acopló con los servomotores MG995. Tanto la programación del sensor Leap Motion y el sensor MYO Armband en la mano robótica se programó usando el lenguaje Python junto al IDE Arduino (lenguaje basado en C) para establecer una comunicación bidireccional y visualizar los datos en tiempo real.

La aplicación recibe los datos de los sensores, los interpreta y envía los comandos para que la mano robótica los ejecute.

RESULTADOS

Prueba

La implementación de sensores gestuales Leap Motion y Myo Armband en un prototipo de mano robótica logró validar la hipótesis inicial, confirmando el potencial de la tecnología gestual para el control de sistemas robóticos. Estos sensores permiten la detección y traducción precisa de gestos de las manos o movimientos musculares del brazo del usuario en tiempo real, lo que facilita una interacción intuitiva y fluida con el sistema robótico (Ver fotografías 1 y 2).



(a)

(b)

Fotografía 1. Inicios de pruebas con ambos sensores en el sistema robótico: (a) Probando el sistema con el sensor Leap Motion, (b) Probando el sistema con el sensor MYO armband.

Eficacia:

El prototipo desarrollado demostró ser una alternativa eficaz para la interacción con dispositivos en entornos con alto índice de aglomeración, como cajeros automáticos, pantallas táctiles o máquinas expendedoras, reduciendo el riesgo de contagio por contacto físico.

Aplicaciones prácticas:

En cuanto a la aplicación práctica, al inicio de la investigación se consideró la posibilidad de utilizar la tecnología gestual para interactuar con dispositivos de uso común en espacios públicos, como máquinas de boletos en transporte público y cajeros automáticos. Los resultados indican que la tecnología gestual ofrece una solución efectiva para controlar estos dispositivos de forma

remota, reduciendo así el riesgo de propagación de enfermedades infecciosas. Sin embargo, el estudio evidenció la versatilidad de la tecnología gestual, con aplicaciones en otros campos diversos, tales como:

- Laboratorios de investigación química: Manipulación de sustancias peligrosas a distancia.
- Operaciones de rescate: Control de robots en zonas de difícil acceso o riesgo.
- Exploración espacial: Teleoperación de robots en misiones espaciales.
- Ámbito médico: Control de robots quirúrgicos como el sistema Da Vinci.

Accesibilidad y adaptabilidad:

Los sensores Leap Motion y MYO Armband, por su accesibilidad y facilidad de uso, se perfilan como herramientas ideales para la implementación de interfaces gestuales en diversos entornos. La capacidad de controlar dispositivos de manera remota mediante gestos de las manos presenta un gran potencial para mejorar la eficiencia y la seguridad en una variedad de aplicaciones, contribuyendo así a la creación de entornos más seguros y eficientes.

Interacción intuitiva:

La capacidad de detectar gestos en tiempo real y la adaptabilidad del sistema a los movimientos del usuario permiten una interacción intuitiva y precisa, facilitando el control de la mano robótica.

Limitaciones y desafíos:

El estudio también identificó algunos desafíos a superar, como la precisión en la detección de gestos complejos, la latencia en la respuesta del sistema al usar comunicaciones inalámbricas y la necesidad de mayor entrenamiento para los usuarios.

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación confirman el potencial de la tecnología gestual para el control de sistemas robóticos, abriendo nuevas posibilidades para la interacción humano-máquina en un contexto de constante innovación tecnológica.

En este proyecto se alcanzaron resultados prometedores en la validación de la tecnología gestual como una herramienta eficaz para la interacción remota entre humanos y máquinas. Los hallazgos obtenidos destacan la versatilidad y el potencial de esta tecnología, especialmente en el contexto con el cual se inició esta investigación, la pandemia del SARS-CoV-2 y las necesidades emergentes de soluciones tecnológicas innovadoras para abordar los desafíos de salud pública.

Los hallazgos no solo respaldan la utilidad de la tecnología gestual, sino que también proyectan su potencial para transformar la interacción humano-máquina en escenarios en donde las operaciones de forma remota sean la mejor alternativa.

Esta investigación permitió explorar de manera integral el potencial de la tecnología gestual, ofreciendo contribuciones significativas, tanto a la investigación en el ámbito tecnológico, como a la aplicación práctica de soluciones innovadoras en el contexto de la pandemia antes mencionada.

La capacidad de reconocimiento de gestos y posturas, combinada con la accesibilidad de los sensores, ha proporcionado una alternativa segura y sin contacto físico directo para controlar dispositivos en entornos con alto índice de aglomeración.

Además, se destaca la adaptabilidad de la tecnología gestual en diversos contextos, desde operaciones de rescate hasta entornos médicos, como el sistema robótico quirúrgico Da Vinci.

Perspectivas

Los resultados del estudio proyectan un futuro prometedor para la tecnología gestual en la interacción humano-máquina. Se espera que esta tecnología tenga un impacto significativo en la forma en que interactuamos con robots y otros dispositivos en diversos campos, transformando la dinámica de trabajo y mejorando la seguridad y eficiencia en diferentes áreas (Ver fotografía 2).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arteaga, S (2015, 16 octubre). Myo, un brazalete para controlar los dispositivos con gestos. Computer hoy. Recuperado 23 de mayo de 2024, de <https://computerhoy.com/noticias/hardware/myo-brazalete-controlar-dispositivos-gestos-35559>

Garnica Bonome, Y., González Mondéjar, A., Cherullo de Oliveira, R., de Albuquerque, E., & Raposo, A. (2018). Design and assessment of two handling interaction techniques for 3D virtual objects using the Myo armband. In *Virtual, Augmented and Mixed Reality: Interaction, Navigation, Visualization, Embodiment, and Simulation: 10th International Conference, VAMR 2018, Held as Part of HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15-20, 2018, Proceedings, Part I 10* (pp. 30-42). Springer International Publishing.

Korayem, M. H., Madihi, M. A., & Vahidifar, V. (2021). Controlling surgical robot arm using leap motion controller with Kalman filter. *Measurement*, 178, 109372. doi:10.1016/j.measurement.2021.109372

Lopez, J.E., (2016). Control por gestos usando Leap Motion.(Tesina para obtener el grado de especialidad). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, San Pedro Tlaquepaque, Jalisco, México.

Morais, G. D., Neves, L. C., Masiero, A. A., & Castro, M. C. F. (2016). Application of Myo Armband System to Control a Robot Interface. En *Proceedings of the 9th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies (BIOSTEC 2016) - Volume 4: BIOSIGNALS* (pp. 227-231). SCITEPRESS – Science and Technology Publications, Lda. DOI: 10.5220/0005706302270231

ultraleap, 2014, Leap Motion Controller Datasheet.

https://www.ultraleap.com/datasheets/Leap_Motion_Controller_Datasheet.pdf

ultraleap, 2014, Leap-motion-controller-overview

<https://www.ultraleap.com/leap-motion-controller-overview/>