

Uso de la inteligencia artificial como ayuda en la calidad de vida Using artificial intelligence to improve quality of life

Víctor Manuel Zamudio García¹

¹ Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo,
Ex Hacienda San Javier, Tolcayuca 1009, 43860 Tolcayuca, Hgo.
vzamudio@upmh.edu.mx

Fecha de recepción: 20 de septiembre de 2024

Fecha de aceptación: 28 de marzo de 2025

Resumen. La calidad de vida se refiere al bienestar general de las personas y a la satisfacción con diversos aspectos de sus vidas. A través de un pre-test se evaluó la calidad de vida del infante, los resultados obtenidos de un paciente, estuvieron por debajo del 50%, en una escala de 0-100%. Se probaron tres algoritmos de IA, los cuales fueron Máquinas de Vectores de Soporte (SVM), K- Vecinos más cercanos (K-NN) y Bosques Aleatorios (RF), en un conjunto de datos de señales electromiográficas (EMG) obtenidas de los músculos del paciente mediante el sensor MyoWare, el cual consta de 8,000 datos con las variables Time, Class, Channel y Filter. Se obtuvo un performance de los algoritmos para evaluar el rendimiento y desempeño de cada modelo, el cual arrojó un accuracy del 59% para el SVM, 89.9% K-NN y 81% RF, en la clasificación de intención de movimientos. El algoritmo se implementó al dispositivo protésico, para posteriormente realizar un pos-test al paciente, arrojando hasta un 21.95% de aumento en la calidad de vida en comparación con el pre-test.

El trabajo tiene como objetivo determinar el impacto de implementar tres algoritmos supervisados de inteligencia artificial (IA) para predecir la intención de movimiento de un paciente de ocho años con agenesia de mano izquierda, a través del uso de un dispositivo protésico impreso en 3D y un sensor muscular el cual permitirá recopilar señales electromiográficas (EMG) para la generación de un dataset que se cargará a los tres algoritmos propuestos de IA.

Palabras clave: Calidad de vida, Inteligencia Artificial, Prótesis.

Summary. Quality of life refers to a person's general well-being and satisfaction with various aspects of their lives. A pre-test evaluated an infant's quality of life. The results obtained from one patient were below 50% on a 0-100% scale. Three AI algorithms were tested: Support Vector Machines (SVM), K-Nearest Neighbors (K-NN), and Random Forests (RF). Three AI algorithms were tested on a dataset of electromyographic (EMG) signals obtained from the patient's muscles using the MyoWare sensor, consisting of 8,000 data points with the variables Time, Class, Channel, and Filter. The performance of the algorithms was evaluated to evaluate the performance of each model, yielding an accuracy of 59% for the SVM, 89.9% for the K-NN, and 81% for RF in classifying movement intentions. The algorithm was implemented in the prosthetic device, followed by a post-test on the patient, yielding up to a 21.95% increase in quality of life compared to the pre-test.

The work aims to determine the impact of implementing three supervised artificial intelligence (AI) algorithms to predict the movement intention of an eight-year-old patient with left-hand agenesis, through the use of a 3D-printed prosthetic device and a muscle sensor that will allow the collection of electromyographic (EMG) signals for the generation of a dataset that will be loaded into the three proposed AI algorithms.

Key words: Quality of life, Artificial Intelligence, Prosthetics.

1 Introducción

Las manos son una parte fundamental que el ser humano utiliza con mayor frecuencia ya que permiten sostener objetos, crear herramientas o conseguir alimentos, por lo tanto, es de vital importancia, atender aquellas personas que no tienen estas extremidades ya sea por problemas genéticos o accidentes.

En Hidalgo cerca del 33% de la población padece esta discapacidad que les impide usar o mover sus manos según datos del Instituto Nacional de Información y Estadística (INEGI, 2020).

En la actualidad la inteligencia artificial es una disciplina de gran importancia ya que ha permitido generar modelos que atiendan las necesidades en diversas áreas. Desafortunadamente en México el panorama en materia de IA tiene escaso desarrollo, pocas son las instituciones que conocen o dominan temas de IA, lo cual representa un verdadero reto para quienes son pioneros en aplicar este tipo de tecnologías (Mypress, 2021). Por otra parte, la impresión 3D es una tecnología de fabricación por adición que ha ido evolucionado de manera exponencial en los últimos años, gracias al RepRap el cual es un proyecto de código abierto dirigido a crear modelos de impresoras

3D que puedan replicarse a sí mismas, esto ha beneficiado bastante ya que se ha vuelto más accesible para el público que se dedique a utilizar estas impresoras (Jorquera Ortega, 2018).

El proyecto de investigación está centrado poder mejorar la calidad de vida de un infante a través del uso de tres propuestas de algoritmos de Inteligencia Artificial (IA) que estarán evaluando la precisión de la intención de movimiento de un paciente de ocho años con agenesia de miembro superior izquierdo, el dataset que se realizó para este trabajo consta de las variables Time, Class, Channel y Filter, las cuales fueron conseguidas con el sensor muscular MyoWare™ (AT-04-001) el cual permite detectar la actividad eléctrica generada por los músculos del cuerpo humano, estas fueron cargadas al entorno de Python a través del conjunto de datos obtenido y posteriormente al IDE Arduino en conjunto con la tarjeta Arduino Nano 33 Ble Sense, para el control de una prótesis impresa en 3D, lo anterior con la finalidad de evaluar la mejora en la calidad de vida del infante mediante la implementación de estas tecnologías.

2 Estado del arte

En general el desarrollo de prótesis 3D con inteligencia artificial surge de la combinación de los avances en impresión 3D con la capacidad de recopilar, analizar y procesar datos utilizando algoritmos de inteligencia artificial. Esto ha llevado a proponer la construcción y diseño de un prototipo de prótesis inteligente y adaptativa según las necesidades del usuario, misma que coadyuven a la reintegración de su entorno social ya que el no hacer uso de tecnología podría tener un impacto significativo en la calidad de vida de una persona, limitando su capacidad para llevar a cabo sus actividades diarias de manera independiente, así como la forma en la que se integra a la sociedad.

Los algoritmos supervisados no siguen la lógica de programación tradicional (algorítmica) de manera directa. A diferencia de la programación convencional, donde se especifican estructuras y procesos paso a paso, los algoritmos supervisados aprenden patrones y relaciones a partir de datos etiquetados de entrada y salida. (Iglesias, 2022). En lugar de programar explícitamente los procesos, se proporciona al algoritmo un conjunto de datos etiquetados para que pueda aprender automáticamente a realizar la tarea específica.

Por ejemplo, en la clasificación, se le proporciona al algoritmo muestras de datos con etiquetas predefinidas y se espera que el modelo aprenda a clasificar nuevos datos por sí mismo; teniendo en cuenta que la salida puede tener un margen de error a diferencia de la programación algorítmica tradicional donde los resultados tienden a ser exactos dada la formulación del código. Este enfoque es parte del aprendizaje automático y permite abordar problemas complejos y no lineales sin la necesidad de especificar procesos detallados manualmente. Los algoritmos supervisados son efectivos para tareas como clasificación y regresión, donde se busca predecir una etiqueta o un valor numérico a partir de datos de entrada. IBM (2023).

Este enfoque es parte del aprendizaje automático y permite abordar problemas complejos y no lineales sin la necesidad de especificar procesos detallados manualmente. Los algoritmos supervisados son efectivos para tareas como clasificación y regresión, donde se busca predecir una etiqueta o un valor numérico a partir de datos de entrada. IBM (2023). Por lo anterior, se realizó una investigación sobre el uso de métodos de aprendizaje supervisado que han sido aplicados en la clasificación de la intención del movimiento, mediante el uso de electromiografía para el control de prótesis impresas en 3D, de los cuales se rescataron los siguientes estudios.

Wafa Talha, H, et al (2023) desarrollaron un sistema inteligente para clasificar los movimientos de extensión y flexión de la muñeca mediante electromiografía (EMG). El sistema utilizó una señal EMG colocada en la extremidad superior del sujeto para capturar la actividad muscular asociada con los movimientos observados. El proceso de clasificación comprende dos clases básicas: flexión y extensión. Para evaluar el rendimiento del sistema, se entrenó y probó un modelo de clasificación de K vecinos más cercanos (KNN) en el conjunto de datos de Ninapro, que incluye datos de 27 sujetos. Los resultados demostraron que la implementación de este método de clasificación es eficaz, por lo que ofrece un potencial prometedor para aplicaciones en prótesis, rehabilitación e interfaces hombre-máquina.

3 Metodología utilizada

Los métodos aplicados en el desarrollo de la investigación, los cuales están distribuidos en tres fases principales que son el análisis y procesamiento de datos, la clasificación de la intención del movimiento con la implementación de los algoritmos de Inteligencia Artificial aplicados a un prototipo de prótesis y la evaluación de la mejora en la calidad de vida de un infante con agenesia de mano izquierda.

Tipo de investigación según el objetivo es aplicada, ya que se trata de un tipo de investigación centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto. Por consiguiente, el tipo de ámbito al que se aplica es muy específico y bien delimitado, ya que no se trata de explicar una amplia variedad de situaciones, sino que más bien se intenta abordar un problema específico.

La naturaleza del problema es probar tres algoritmos de supervisados de IA a un prototipo de prótesis para definir cuál es el que responde de manera óptima a la identificación de los movimientos de la mano generados a de señales musculares de un solo paciente, para evaluar su nivel de calidad de vida.

Según el nivel de profundización en el objeto de estudio, el diseño es explicativo, ya que es uno de los más frecuentes en los que la ciencia se centra. Se utiliza con el fin de intentar determinar las causas y consecuencias de un fenómeno concreto. Se busca no solo el qué sino el porqué de las cosas, y cómo han llegado al estado en cuestión. Para ello pueden usarse diferentes métodos, como la el método observacional, correlacional o experimental. El objetivo es crear modelos explicativos en el que puedan observarse secuencias de causa-efecto, si bien estas no tienen por qué ser lineales (normalmente, son mecanismos de causalidad muy complejos, con muchas variables en juego).

Se llevará a cabo un estudio para comprender si el uso de una prótesis impresa en 3D para un infante de ocho años mejora su calidad de vida en diversos ámbitos del mismo, como la familia, escuela, sociedad o estado de ánimo. Estos datos se recogerán a través del cuestionario KID SCREEN27 y de información que arroje el performance de los tres algoritmos. Con esto, se busca analizar y explicar la relación entre el uso de la IA y la calidad de vida de un infante de ocho años con agenesia de mano izquierda, proporcionando una comprensión más profunda de este fenómeno.

Es una investigación cuasi-experimental, la cual se asemeja a la experimental en el hecho de que se pretende manipular una o varias variables concretas, con la diferencia de que no se posee un control total sobre todas las variables, como por ejemplo aspectos vinculados al tipo de muestra que se presenta al experimento. Esta investigación es cuasi-experimental debido a que únicamente se tiene control sobre una variable independiente, que es el dispositivo protésico, mediante el cual se realizarán una serie de experimentos con la finalidad de observar el cambio en el grupo de control que es el nivel de CVRS del paciente.

Los datos para el aprendizaje automático se realizarán mediante la obtención de señales EMG, las cuales integrarán en un dataset al cual se le emplearán medidas estadísticas como correlaciones y pruebas fl-score para identificar eficacia entre los algoritmos que se van a emplear, así como patrones de comportamiento en las señales EMG para poder realizar predicciones acertadas sobre la intención de movimiento.

Por la parte de la calidad de vida, esta información será recopilada mediante el cuestionario KIDSCREEN-27 y posteriormente tratados en SPSS, el cual arrojará el porcentaje del nivel de CVRS del paciente

Se utilizó un diseño de línea de base múltiple para evaluar la calidad de vida del infante, a través del uso de la prótesis, para ello se llevó a cabo el siguiente procedimiento.

Contextos: Bienestar Físico, Bienestar Psicológico, Autonomía y Relación Parental, Compañeros, Apoyo Social y Entorno escolar.

Fase A (Línea base): Duración: Al inicio de la investigación Intervención: El infante usa su prótesis habitual. Mediciones: Evaluación de la calidad de vida en cada contexto mediante el KIDSCREEN-27.

Fase B (Intervención con IA): Duración: 7 semanas en las dimensiones del contexto. Intervención: El infante utiliza la prótesis controlada por IA. Mediciones: Evaluación de la calidad de vida en cada contexto mediante el KIDSCREEN-27.

Por lo anterior se propuso la siguiente diagramación experimental, la cual busca evaluar el nivel de calidad de vida de un infante que inicialmente utiliza una prótesis sin inteligencia artificial y comparar los resultados de la CVRS después de hacer uso de un prototipo de prótesis controlada con IA.

G1: Fase A (Línea base)
G2: Fase B (Intervención con IA) X:
Prótesis con IA
O1: Calidad de vida O2:
Calidad de Vida

G1	-	O1
G2	X	O2

Figura 1.

4 Resultados experimentales

Análisis de resultados de los cuestionarios de CVRS. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los diferentes cuestionarios aplicados para la evaluación de la calidad de vida, además también se muestran el análisis del rendimiento de los algoritmos supervisados de IA.

Resultados del Pretest del cuestionario aplicado al paciente al inicio de la investigación se obtuvieron los siguientes resultados en el software de SPSS, los cuales se conjuntaron para una mejor comprensión en la Tabla que se muestra a continuación:

Tabla 1.

Subescala	Puntuación									
	Bienestar Físico.		Bienestar Psicológico.		Autonomía y Relación Parental.		Compañeros y Apoyo Social.		Entorno Escolar	
	Val T	Rash	Val T	Rash	Val T	Rash	Val T	Rash	Val T	Rash
1	30.57	-1.61								
2			29.42	-1.10						
3					34.69	-0.47				
4							29.32	-1.34		
5									32.79	-1.49

Para interpretar los valores T, se consultaron las tablas de datos normativos del Manual para la interpretación de los resultados. Estos datos normativos permiten clasificar la calidad de vida relacionada con la salud del paciente, en general para un niño de 8 años según la normativa se debe tener los siguientes valores para cada dimensión establecida.

Bienestar Físico: La media se fija en 54.47 y la desviación estándar es ± 9.9

Bienestar Psicológico: La media se fija en 53.40 y la desviación estándar es ± 9.79 .

Autonomía y Relación Parental: La media se fija en 51.40 y la desviación estándar es ± 10.16 .

Compañeros y Apoyo Social: La media se fija en 50.78 y la desviación estándar es ± 9.92 .

Entorno Escolar: La media se fija en 52.89 y la desviación estándar es ± 10.42 .

Dado los valores T que son los que sirven de guía para la evaluación, se tiene que para cada dimensión el paciente representa valores bajos respecto a la media que se debe cumplir, específicamente las dimensiones de Bienestar físico (30.57), Compañeros y Apoyo Social (29.32) y Entorno Escolar (32.79) son las que representan los valores más bajos, por lo que se procedió a realizar el diseño del prototipo para comprobar si efectivamente se mejora o no la calidad de vida del paciente con el uso de estas tecnologías.

Resultados del Post-test: Los resultados obtenidos en el segundo cuestionario se muestran en la siguiente Tabla, misma en la que se puede notar que hubo un aumento significativamente mayor al establecido en los indicadores de la investigación principalmente en las dimensiones de Autonomía y Relación Parental (17%), Compañeros y Apoyo Social (43%) y Entorno Escolar (38%). Por otra parte, de manera general se observa un porcentaje de aumento del 21.95% en general de la calidad de vida del paciente después del uso de la prótesis.

Tabla 2.

Subescala	Puntuación									
	Bienestar Físico.		Bienestar Psicológico.		Autonomía y Relación Parental.		Compañeros y Apoyo Social.		Entorno Escolar	
	Val T	Rash	Val T	Rash	Val T	Rash	Val T	Rash	Val T	Rash
1	38.47	-0.46								
2			34.33	-0.43						
3					40.59	0.17				
4							42.09	0.59		
5									45.38	0.54

5 Conclusiones y direcciones para futuras investigaciones

Se aplicó un pretest al paciente, el cual arrojó un porcentaje del 34 % del nivel de la calidad de vida evaluado en los rubros de Bienestar Físico, Bienestar Psicológico, Autonomía y Relación Parental, Compañeros y Apoyo Social, Entorno Escolar.

Dando como resultados más bajos Bienestar físico (30.57), Compañeros y Apoyo Social (29.32) y Entorno Escolar (32.79), lo que dio un primer punto de partida a la factibilidad de la investigación, ver Anexo A y Anexo B.

Se diseñó un dispositivo mecánicamente funcional y ergonómico, logrando obtener un primer prototipo de prótesis para uso de un infante de 8 años de edad.

Se logró implementar tres algoritmos supervisados de IA en Python, los cuales permiten clasificar la intensidad de movimientos de la mano (abrir, cerrar, transición de abierto a cerrado y transición de cerrado a abierto) mediante señales electromiográficas.

Se logró utilizar tecnología TinyML en la unión de algoritmos supervisados de IA aplicados a dispositivos con poder de cómputo limitado, como es el caso de la tarjeta Arduino para el control de un dispositivo protésico.

Con base a las conclusiones anteriores, se dan las siguientes recomendaciones:

1. Evaluar otros test de calidad de vida, e incluso acoplar cuestionarios que no estén relacionados 100% con discapacidad.
2. Realizar diversos diseños de mecanismos para trabajar en la mejora del funcionamiento mecánico del prototipo, incluso es recomendable trabajar con otros materiales y métodos de impresión para mejorar la parte estética e integrar más movimientos de la mano.
3. Probar más algoritmos para evaluar si hay algún otro que responda mejor en relación a los datos que se están tratando.
4. Realizar un diseño modular en la parte electrónica para optimizar tiempo de funcionamiento, reducir espacios de mecanismos y peso del dispositivo.
5. A partir de los estudios realizados, se sugiere obtener un conjunto de datos de diferentes personas, con la finalidad de realizar control más generalizado sobre la prótesis, permitiendo que se pueda adaptar a diversos usuarios.
6. Evaluar otros embebidos que sean compatibles con el entorno de Python y TinyML para la unión de dispositivos con recursos limitados que puedan aprovechar el uso de IA para sistemas en tiempo real ya que es un área con poca información en materia teórico-práctica.

Referencias

- [1] Arduino® (2024). Datasheet del Arduino Nano 33 Ble Sense [Archivo PDF]. Recuperado de <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/ABX00031- datasheet.pdf>
- [2] Arroyave Correa, L. M., & Bedoya Flórez, M. (2019). Estudio de caso del proceso de adaptación psicosocial de personas con amputación de miembro inferior por accidente con mina antipersonal (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).
- [3] Ayola, F. G., Bigio, D., & Valderrama, M. (2021, October). Design and fabrication of a myoelectric prosthesis for trans-radial amputees. In 2021 IEEE 2nd International Congress of Biomedical Engineering and Bioengineering (CI-IB&BI) (pp. 1-4). IEEE.
- [4] Bravo Llor, S. D. (2019). Adolescentes ecuatorianos con discapacidad motriz: adaptación al sistema educativo, factores psicosociales, de personalidad y psicopatológicos
- [5] Cabegin, K. R. L., Lim, M. A. V. M., Fernan, D. T., Santos, R. G., & Magwili, G. V. (2019, November). Electromyography-based Control of Prosthetic Arm for Transradial Amputees using Principal Component Analysis and Support Vector Machine Algorithms. In 2019 IEEE 11th international conference on humanoid, nanotechnology, information technology, communication and control, environment, and management (HNICEM) (pp. 1-6). IEEE.
- [6] Calderón Nilo, J. J., & Pincheira Orellana, G. (2018). Diseño e implementación de sistema para detección de señales electromiográficas (Doctoral dissertation, Universidad de Talca (Chile). Escuela de Ingeniería Civil Mecatrónica).
- [7] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023). Ley general para la inclusión de personas con discapacidad. México Recuperado de: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGIPD.pdf>
- [8] Cedeño, C., Cordova-Garcia, J., Asanza, V., Ponguillo, R., & Muñoz, L. (2019, August). K NN-based emg recognition for gestures communication with limited hardware resources. In 2019 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computing, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCom/IOP/SCI) (pp. 812-817). IEEE.
- [9] Child Public Health. (2011-2023). Impressum | Datenschutz | Sitemap. Kidscreen. <https://www.kidscreen.org>
- [10] Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH). (2022). Informe anual 2022. Recuperado de: <https://informe.cndh.org.mx/menu.aspx?id=40068>