

Arquitectura híbrida bayesiana para el reconocimiento de lengua de señas mexicanas

Luis Ramsés Velázquez Sánchez^{1*}, Luis Carlos Méndez González², Iván Juan Carlos Pérez Olguín³

Resumen

Este proyecto aborda la necesidad de mejorar la accesibilidad comunicacional para personas con discapacidad auditiva mediante el desarrollo de una arquitectura híbrida para la traducción bidireccional del Lenguaje de Señas Mexicano (LSM). La propuesta integra redes neuronales bayesianas (BNN) y el clasificador XGBoost, logrando un equilibrio entre precisión, robustez y eficiencia en tiempo real. El sistema utiliza MediaPipe para la detección de puntos clave y extracción de características de pose, que posteriormente son procesadas por la BNN para cuantificar la incertidumbre inherente a la variabilidad gestual, complementándose con la velocidad de clasificación de XGBoost. Esta solución busca superar las limitaciones de arquitecturas deterministas, ofreciendo un modelo confiable y adaptable para la traducción simultánea. Los resultados esperados incluyen un sistema capaz de operar en vivo, con métricas de rendimiento superiores en precisión y robustez, contribuyendo a la inclusión social y la eliminación de barreras comunicativas. A futuro, se plantea la creación de una librería y la expansión del sistema para soportar variaciones en el lenguaje de señas.

Palabras Clave

Traducción de lenguaje de señas – Aprendizaje híbrido – MediaPipe – Discapacidad auditiva – Accesibilidad

^{1,2,3}Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

***Autor de correspondencia:** al260505@alumnos.uacj.mx

Programa académico

Maestría en Tecnología

Fecha de presentación

20 y 27 de noviembre de 2025

Financiamiento

SECIHTI (CVU 2160012)

Institución responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Eventos académicos

10.º Coloquio de Posgrados del IIT, 1.º Congreso Internacional de las Fronteras de las Ingenierías

Conflicto de interés

Sin conflicto de interés declarado

Referencias

1. Ciresan, D. C., Meier, U., & Schmidhuber, J. (2012). Multi-column Deep Neural Networks for Image Classification. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 3642–3649.
2. Blundell, C., Cornebise, J., Kavukcuoglu, K., & Wierstra, D. (2015). Weight Uncertainty in Neural Networks. *International Conference on Machine Learning (ICML)*, 161–169.
3. Gal, Y., & Ghahramani, Z. (2016). Dropout as a Bayesian Approximation: Representing Model Uncertainty in Deep Learning. *International Conference on Machine Learning (ICML)*, 1050–1059.
4. Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. *International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD)*, 785–794.
5. Al-Saidi, M., Ballagi, Á., Hassen, O. A., & Saad, S. M. (2024). Type-2 Neutrosophic Markov Chain Model for Subject-Independent Sign Language Recognition: A New Uncertainty-Aware Soft Sensor Paradigm. *Sensors*, 24(23), 7828.

CITACIÓN: Velázquez Sánchez, L.R., Méndez González, L.C., & Pérez Olguín, I.J.C. (2026). Arquitectura híbrida bayesiana para el reconocimiento de lengua de señas mexicanas [Fronteras de la Ingeniería y Transformación Tecnológica]. *Memorias Científicas y Tecnológicas*, 5(1), 79-80.



Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura

Maestría en Tecnología.



Arquitectura Híbrida Bayesiana para el Reconocimiento de Lengua de Señas Mexicana

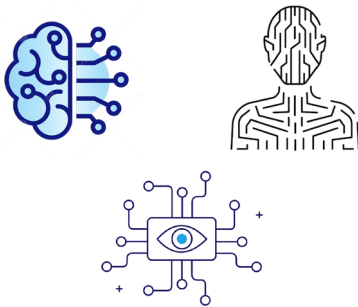
Alumno. Luis Ramsés Velázquez Sánchez

Dr. Luis Carlos Méndez González

Dr. Iván Juan Carlos Pérez Olguín

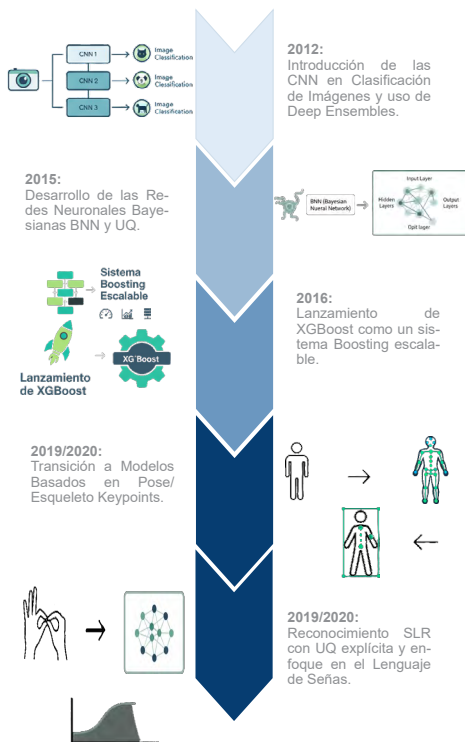
Resumen

La discapacidad auditiva es una condición, la cual, las personas que la padecen a menudo enfrentan barreras de comunicación al interactuar con personas oyentes. Para abordar este problema, el documento actual da como herramienta una arquitectura de traducción Bidireccional de Lenguaje de Señas el cual, busca cerrar la brecha de comunicación. Se propone un modelo de aprendizaje híbrido aplicando redes bayesianas y sistema de clasificación XGBoost para definir un algoritmo preciso para el reconocimiento y la traducción del lenguaje de señas. Se detectan los de puntos clave utilizando MediaPipe para rastrear y comprender los gestos del lenguaje de señas. Desarrollos posteriores podrían centrarse en generar una librería a partir del documento actual, además, expandir el sistema para que admita variaciones dentro de los lenguajes de señas.



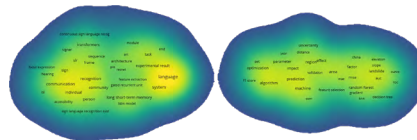
Introducción

La capacidad humana para la comunicación trasciende las barreras de la expresión oral, manifestándose a través de una diversidad de sistemas lingüísticos que se adaptan a las necesidades perceptivas de cada individuo.



Revisión de Literatura

A continuación, se muestra que el mapa tiene una estructura de investigación bien definida, segmentada en dos clústeres principales que representan los enfoques metodológicos y de evaluación en el campo del Reconocimiento de Lenguaje de Señas. La intensidad del color (amarillo) indica la alta densidad y co-ocurrencia de los términos, señalando los conceptos más centrales del corpus.



Problema

Actualmente, se tiene una limitada accesibilidad comunicacional que enfrenta la comunidad con discapacidad auditiva, debido a la falta de herramientas o ayudas de traducción de su método de comunicación al español, que sea simultáneamente confiable, robusto, eficiente e instantánea.



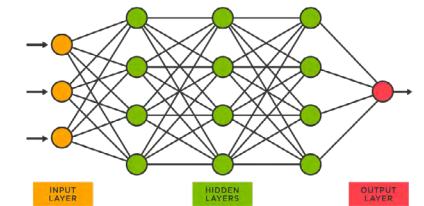
Objetivo

Desarrollar una Arquitectura Híbrida basada en una Red Neuronal Bayesiana y un clasificador XGBoost, con el fin de mejorar la precisión y la robustez en el reconocimiento del Lenguaje de Señas Mexicano.

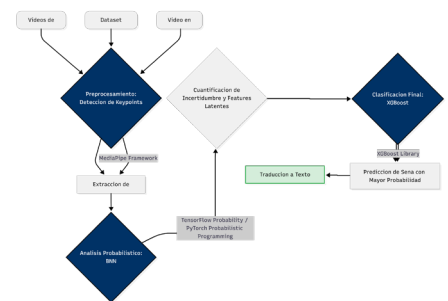


Justificación

El presente proyecto aborda la urgente necesidad de desarrollar un sistema de traducción de Lenguaje de Señas Mexicano que supere los desafíos de las arquitecturas de Deep Learning deterministas, las cuales fallan en la cuantificación de la incertidumbre inherente a la variabilidad de los gestos.



Metodología



Resultados Esperados

Generar una arquitectura para dar una solución híbrida, que utilice sistemas de visión para extraer características de pose de baja dimensión y fusionarlo con la robustez de una red de aprendizaje profundo y a su vez, con la alta velocidad de clasificación de XGBoost, logrando el equilibrio necesario entre la confiabilidad en la predicción y la eficiencia in vivo para la traducción del LSM.



Conclusiones

El sistema híbrido de Reconocimiento de LSM con XGBoost está proyectado para trascender la limitación de la eficiencia y fiabilidad de los sistemas actuales de SLR. Su futuro se centra en establecer un nuevo estándar de confianza al utilizar la Red Neuronal Bayesiana para cuantificar la incertidumbre del gesto en tiempo real.

Referencias

- [1] Cireşan, D. G., Meier, U., & Schmidhuber, J. (2012). Multi-column Deep Neural Networks for Image Classification. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 3642-3649.
- [2] Blundell, C., Cornebise, J., Kavukcuoglu, K., & Wierstra, D. (2015). Weight Uncertainty in Neural Networks. *International Conference on Machine Learning (ICML)*, 161-169.
- [3] Gal, Y., & Ghahramani, Z. (2016). Dropout as a Bayesian Approximation: Representing Model Uncertainty in Deep Learning. *International Conference on Machine Learning (ICML)*, 1050-1059.
- [4] Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. *International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD)*, 785-794.
- [5] Al-Saidi, M., Ballagi, A., Hassen, O. A., & Saad, S. M. (2024). Type-2 Neutrosophic Markov Chain Model for Subject-Independent Sign Language Recognition: A New Uncertainty-Aware Soft Sensor Paradigm. *Sensors*, 24(23), 7828.

