

Algoritmo de aprendizaje contrastivo basado en lógica difusa: un enfoque eficiente para la extracción y análisis de características

A fuzzy logic-based contrastive learning algorithm: an efficient approach for feature extraction and analysis

MARTÍN URIEL MALDONADO ROBLES^a , NELLY GORDILLO CASTILLO^{a*} , ALBERTO DAVIS ORTIZ^a 

^aDepartamento de Ingeniería Eléctrica y Computación, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: nelly.gordillo@uacj.mx

N.º de resumen	Formato
9CP25-10	Ponencia
Tema	Presentador
Procesamiento de señales digitales	Martín Uriel Maldonado Robles
Fecha de la presentación	Estatus
Mayo 20, 2025	Estudio en curso

Resumen

El aprendizaje contrastivo ha ganado protagonismo como un paradigma poderoso para el aprendizaje de representaciones, especialmente en visión por computadora y procesamiento de lenguaje natural. Sin embargo, sus exigencias computacionales y su sensibilidad a los datos ruidosos dificultan su adopción generalizada. Esta investigación propone un novedoso algoritmo de aprendizaje contrastivo que integra lógica difusa para mejorar la eficiencia computacional sin sacrificar la robustez en la extracción de características. Al sustituir las asignaciones binarias y multiclase por grados de pertenencia difusos, el modelo permite representaciones más flexibles y tolerantes, reduciendo la dependencia de conjuntos de datos grandes y limpios y de estructuras de clasificación rígidas. La metodología consiste en construir una arquitectura encoder-decoder e implementar una función de pérdida contrastiva difusa, diseñada para evaluar la similitud de manera continua. Experimentos comparativos con pérdidas contrastivas tradicionales, como InfoNCE y NT-Xent, demuestran mejoras en la tolerancia al ruido y el uso de memoria, sin comprometer la precisión. Además, el componente de lógica difusa mitiga el impacto de muestras ambiguas, mejorando la capacidad de generalización entre distintos conjuntos de datos.

Palabras clave: aprendizaje contrastivo; lógica difusa; tolerancia al ruido; costo computacional; extracción de características.

Abstract

The objective of this research is to develop and apply a multicriteria model, specifically the TODIM Contrastive learning has gained prominence as a powerful paradigm for representation learning, especially in computer vision and natural language processing. However, its computational demands and sensitivity to noisy data hinder broader adoption. This research proposes a novel contrastive learning algorithm that integrates fuzzy logic to improve computational efficiency while maintaining robust feature extraction. By replacing binary and multiple class assignments with fuzzy membership degrees, the model allows for more flexible and tolerant representations, reducing reliance on large, clean datasets and rigid classification structures. The methodology involves constructing an encoder-decoder architecture and implementing a fuzzy contrastive loss function, designed to evaluate similarity in a continuous manner. Comparative experiments with traditional contrastive losses, such as InfoNCE and NT-Xent, demonstrate improvements in noise tolerance and memory usage, without compromising



accuracy. Additionally, the fuzzy logic component mitigates the impact of ambiguous samples, enhancing generalization across datasets.

Keywords: contrastive learning; fuzzy logic; noise tolerance; computational efficiency; feature extraction.

Entidad legal responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Financiamiento

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), Beca Nacional para Estudios de Posgrado 2025-1.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.