

Nombre de la asignatura: **SISTEMAS DIFUSOS**

Línea de Trabajo: **Inteligencia artificial**

Tiempo de dedicación del estudiante a las actividades de:

DOC	TIS	TPS	Horas Totales	Créditos
48	20	32	100	6

DOC: Docencia; **TIS:** Trabajo independiente significativo; **TPS:** Trabajo profesional supervisado

1. Historial de la Asignatura.

Lugar y Fecha de Elaboración o Revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificaciones)
15 de febrero de 2024	Dr. Pascual Noradino Montes Dorantes	Versión inicial del programa
30 de julio de 2024	Dr. Pascual Noradino Montes Dorantes Dr. Jesús Carlos Carmona Frausto	Actualización incluyendo el uso de la IA

2. Pre-requisitos

Tener conocimientos básicos de estadística, álgebra, álgebra lineal, optimización y programación.

3. Objetivo de la Asignatura

Dar al Alumno un panorama básico de los sistemas difusos y los diversos modelos existentes en cuestión de diseño de estos, tipos y modelado, el material propuesto permitirá al alumno plantear y dar soluciones a problemas prácticos en la materia, así mismo para continuar estudios de posgrado en especialidades relacionadas.

4. Aportación del Perfil del Graduado

Esta materia contribuirá a la formación de una capacidad analítica y responsable con respecto al conocer los antecedentes y el desarrollo de la materia, así como los principios y técnicas mediante las cuales se diseñarán y modelarán sistemas difusos del tipo 1 en su versión singleton e implementan en problemas reales mediante simulación así como, también los diferentes enfoques en el estado del arte para su aplicación sin ahondar en el tema ya que se requiere de un enfoque diferente y conocimiento avanzado para la implementación de sistemas superiores del tipo-2, tipo-3, general y sus versiones non-singleton.

5. Contenido Temático

Unidad	Temas	Subtemas
1	Introducción a la lógica difusa	1. Definiciones 2. Origen. 3. Topología. 4. Taxonomía.
2	Módulos del sistema difuso	1. Funciones de pertenencia. 2. Reglas. 3. Inferencia. 4. Defuzzificación. 5. Módulos adicionales para tipos superiores (tipo-2 y tipo-3). "Generalidades"

3	Clasificación difusa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción. 2. Determinación del espacio de acción. "universo difuso o universo del discurso" 3. Técnicas de modelado del sistema difuso. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inferencia individual. ▪ Inferencia compuesta.
4	Aplicaciones de los sistemas difusos, estado del arte actual.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio de las tendencias de implementación de sistemas difusos (tipo y modelado) actual. 2. Investigación documental sobre el proyecto integrador de finalización de la asignatura.
5	Implementación de módulos del sistema difuso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reglas 2. Funciones de pertenencia 3. Inferencia 4. Defuzzificación
6	Implementación de un sistema difuso.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño. 2. Modelado. 3. Puesta en marcha del sistema difuso. 4. Pruebas experimentales <ul style="list-style-type: none"> • Entregable documento de discusión y resultados y programa en Matlab.

6. Metodología de Desarrollo del Curso

- La unidad 3 presenta las generalidades y solución para cada módulo del sistema difuso por medio de prácticas implementando diversas formas para cada módulo. E.g. funciones de pertenencia, inferencia y defuzzificación.
- La unidad 4 creara la investigación documental del estado del arte o trabajo relacionado con el proyecto integrador final.
- La unidad 5 desarrollará y probará los módulos del sistema difuso para solucionar el problema seleccionado como base de su proyecto integrador.
- La unidad 6 diseñara, desarrollara y modelara el sistema difuso de su proyecto integrador.

7. Sugerencias de Evaluación

- Las unidades 1 y 2 se evaluarán por medio de un examen general de conocimiento.
- Las unidades 3 y 4 por medio de prácticas de programación, modificación del módulo y replica de artículos de la literatura.
- La unidad 5 probara los diferentes módulos del sistema difuso.
- La unidad 6 será evaluada por medio del proyecto integrador con su documentación tipo articulo científico en borrador listo para enviarse a revisión a una revista científica y su respectivo programa implementado en algún lenguaje de programación avanzado e.g. C++, python, Matlab, entre otros sujetos a aprobación del catedrático.
- Exposiciones del alumno del proceso de diseño, desarrollo, programación y ensamble del sistema.

8. Bibliografía

- Mendel, J. "Uncertain rule-based fuzzy systems. In Introduction and New Directions," 2nd ed.; Springer: Cham, Switzerland, 2017.
- Montes Dorantes P. N., Praga-Alejo R., Nieto González J.P., Méndez G.M. (2013). Modelado de Sistemas Adaptativos de Inferencia Neuro-Difusa Usando Diseño Central Compuesto.

- Research In Computing Science (RCS) 62, pp. 259-269, ISSN 1870-4069
- Montes Dorantes P. N., Nieto González J.P., Praga-Alejo R., Guajardo Cosio K.L., Méndez G.M. (2014). Sistema inteligente para procesamiento de imágenes en control de calidad basado en el modelo difuso singleton tipo 1. *Research in Computing Science* 74, pp. 117-130.
 - PNM Dorantes, BAG Ruiz, GM Méndez, (2020), *Cómputo con palabras para evaluar la eficiencia organizacional con ANFIS*, EDUCIENCIA 5 (1), pp. 54-67.
 - Montes Dorantes P.N., Méndez G.M. Ireta Sánchez PH. (2023). Complexity reduction of the vehicle routing problem using evolutionary strategies and fuzzy logic. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica (RIIIT)*. 1(61), 20-46.
 - P.N.M. Dorantes, J. P. N. González and G. M. Méndez. (2014). Fault Detection Systems via a Novel Hybrid Methodology for Fuzzy Logic Systems Based on Individual Base Inference and Statistical Process Control. *IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS*, 12(4), pp. 706-712. DOI: 10.1109/TLA.2014.6868873. ISSN15480992
 - Montes Dorantes P.N., Ireta Sánchez P.H., Velarde Cantú J.M., Liñán García E., Méndez G.M. (2018). Design and optimization of Distribution Routes Using Evolutionary strategy and Type-1 Singleton Neuro-fuzzy systems. *IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS*, 16(5), pp. 1499-1507. DOI: 10.1109/TLA.2018.8408447. ISSN 15480992.
 - GM Méndez, I. Lopez-Juarez, PNM Dorantes, M. A. Alcorta (2023). A New Method for the Design of Interval Type-3 Fuzzy Logic Systems with Uncertain Type-2 Non-Singleton Inputs (IT3 NSFLS-2): A case study in a Hot Strip Mill. *IEEE Access*, vol . 11, pp. 44065-44081, DOI. 10.1109/ACCESS.2023.3272531.
 - Méndez, G. M., López-Juárez, I., Alcorta García, M. A., Martínez-Peon, D. C., & Montes-Dorantes, P. N. (2023). The Enhanced Wagner–Hagras OLS–BP Hybrid Algorithm for Training IT3 NSFLS-1 for Temperature Prediction in HSM Processes. *Mathematics*, 11(24), 4933.
 - Reyes D., Álvarez A., Rincón E.J., Valderrama J., Noradino P., Méndez G.M. (2018). A PID Using a Non-singleton Fuzzy Logic System Type 1 to Control a Second-Order System. In: Melin P., Castillo O., Kacprzyk J., Reformat M., Melek W. (eds) *Fuzzy Logic in Intelligent System Design: theory and Applications. NAFIPS 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 648. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-67137-6_29. ISBN 978-3-319-67136-9, 978-3-319-67137-6, ISSN 2194-5357, 2194-5365.
 - Álvarez A., Reyes D., Rincón E.J., Valderrama J., Noradino P., Méndez G.M. (2018). PID Implemented by a Type-1 Fuzzy Logic System with Back-Propagation Algorithm for Online Tuning of Its Gains. In: Melin P., Castillo O., Kacprzyk J., Reformat M., Melek W. (eds) *Fuzzy Logic in Intelligent System Design: theory and Applications. NAFIPS 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 648. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-67137-6_28. ISBN 978-3-319-67136-9, 978-3-319-67137-6, ISSN 2194-5357, 2194-5365
 - Montes Dorantes P.N., Méndez G.M. (2023). Non-Iterative Wagner-Hagras General type-2 Mamdani Singleton Fuzzy logic System Optimized by Central Composite Design in Quality Assurance by Image Processing. In: Castillo O., Kumar A. (eds) *Recent trends on Type-2 Fuzzy Logic Systems: Theory, Methodology and Applications, Studies in Fuzziness and Soft Computing* 425. DOI 10.1007/978-3-031-26332-3_13.
 - Montes Dorantes P.N., Méndez G.M. & Cavazos González A. Open Vehicle Routing Problem solved by Type-1 Singleton Fuzzy Logic System and Evolutionary Computing. (2023). En: Acosta Quintana M.G., Cedillo Campos M. G., Lagarda Leyva E.A. "ALLY-SHORING: Negocios Internacionales 4.0". Pp.131-152. ISBN para ebook: 978-607-609-235-4.
 - Dorantes, P.N.M., Mexicano, S.A., Méndez, G.M.: Modeling Type-1 singleton fuzzy logic systems using statistical parameters in foundry temperature control application. *Smart Sustain. Manuf. Syst.* 2(1), 180–203 (2018).
 - Castorena, G. A. H., Méndez, G. M., López-Juárez, I., García, M. A. A., Martínez-Peon, D. C., & Montes-Dorantes, P. N. (2024). Parameter Prediction with Novel Enhanced Wagner Hagras Interval Type-3 Takagi–Sugeno–Kang Fuzzy System with Type-1 Non-Singleton Inputs. *Mathematics*, 12(13), 1976.
 - Jang, J. S. R., Sun, C. T., & Mizutani, E. (1997). *Neuro-fuzzy and soft computing, a computational approach to learning and machine intelligence*. Prentice Hall, Inc., Simon & Schuster/A Viacom Company, Upper Saddle River, NJ.
 - Wang LX (1996) *A course in fuzzy systems and control*, Prentice Hall. 1st. Edition.

- Zadeh, LA 1965, 'Fuzzy Sets', *Information and control*. vol. 8, no. 3, pp.338-353.
- Zadeh, LA 1975, The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning I', *Information Sciences*, vol. 8, pp. 199-249.

9. Prácticas Propuestas

Se proponen las siguientes prácticas por unidad:

Unidad	Práctica
1	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la Historia de los sistemas difusos. • Realización de un mapa de taxonomía con los datos encontrados. • Realizar un diagrama con la topología básica de un sistema difuso.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de una base de datos de dos o tres variables (ejemplo académico). • Creación de reglas difusas. • Creación y evaluación de la base de datos con diferentes funciones de pertenencia. • Implementación de funciones de inferencia tipo S y tipo T. • Implementación de defuzzificadores. <p>*Todas las practicas técnicas deben ser desarrolladas en scripts de MATLAB</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación del espacio de acción de las variables de entrada y salida del sistema. • Pruebas en Matlab de los diferentes tipos de modelado inferencial.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación y exposición del estudio de la literatura para su proyecto integrador.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación en Matlab de los diferentes módulos para el proyecto integrador.
6	<ul style="list-style-type: none"> • Conjunción de los módulos del sistema difuso, puesta en marcha y prueba de este en Matlab.

10. Catedrático (s) responsable (s)



Dr. Pascual Noradino Montes Dorantes



Dr. Jesús Carlos Carmona Frausto