

## ASIGNATURA: SISTEMAS DIFUSOS (SD).

### 1. DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:      Sistemas Difusos (SD)
Línea de trabajo: Desarrollo y aplicación de tecnologías inteligentes.
Horas teoría-horas prácticas-horas trabajo adicional-horas totales-créditos
32 – 32 – 64 – 128 - 8

### 2. HISTORIAL DE LA ASIGNATURA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
I. T. de Apizaco, Enero 2006.	Dr. José Federico Ramírez Cruz	Primer propuesta de programa de la materia de Sistemas Difusos

### 3. PRE-REQUISITOS Y CORREQUISITOS

Requisito:

Introducción a la Inteligencia Artificial

### 4. OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

Que el graduado aprenda a entender el paradigma de la Computación Inteligente (Soft Computing) basada en la teoría de conjuntos difusos y lógica difusa con aplicabilidad a una amplia gama de problemas complejos tales como: Control Automático, Diseño, Diagnostico, Búsqueda de Soluciones, Optimización, Monitoreo, Recuperación de Información, Toma de Decisiones, Clasificación, Minería de Datos, Minería de Texto, Minería Web, Etc.

Que el graduado aprenda cuando y como aplicar un sistema de inferencia difusa en la solución de un problema real, como evaluar sus resultados obtenidos y como mejorarlos.

Que el graduado aprenda a combinar computación difusa con otros paradigmas de cómputo (Neuronal, Evolutivo, Neuronal Evolutivo, entre otros) para la solución de problemas más complejos, creando nuevos algoritmos inspirados en sistemas naturales.

Que el graduado aprenda aplicar técnicas de identificación automática de modelos difusos.

## 5. APORTACIÓN AL PERFIL DEL GRADUADO

La materia contribuye a la conformación de una actitud científica, crítica, responsable y propositiva en el egresado, ante la necesidad de resolver problemas complejos de: Control Automático, Diagnóstico, Diseño, Recuperación de Información, Toma de Decisiones, Clasificación, Minería de Datos, Minería de Texto, Minería Web, entre otros, teniendo en mente el del generar y aplicar conocimiento científico y de innovación en Inteligencia Computacional, con el que seguramente estará estrechamente relacionado en el desempeño de su vida profesional.

Específicamente el curso coadyuva a:

- Contextualizar el proceso de generación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico en materia de algoritmos de cómputo inspirados en sistemas de razonamiento aproximado.
- Generar una capacidad de análisis sobre el rol social y ético de la ciencia de la computación difusa y su impacto social potencial.
- Asumir una clara responsabilidad respecto a los impactos que los proyectos de innovación tecnológica puedan tener en los aspectos socioeconómicos y ecológicos, a fin de evitar o minimizar los efectos negativos de la computación difusa.
- Conformar una cultura que favorezca la participación y discusión social sobre los enfoques de la investigación científica de los Sistemas Inteligentes Difusos.
- Favorecer el empleo de enfoques multi e interdisciplinarios y holísticos en el proceso de investigación científica y tecnológica, que incorporen las dimensiones sociales y ecológicas en los proyectos de investigación que involucren Sistemas Inteligentes Difusos.

## 6. CONTENIDO TEMÁTICO POR TEMAS Y SUBTEMAS

UNIDAD	TEMAS	SUBTEMAS
1	Introducción a la Computación Inteligente/Inteligencia Computacional (Soft Computing).  5 hrs. Teóricas.	Introducción Componentes de la Inteligencia Artificial (IA) Componentes de la Inteligencia Computacional (IC) Alcances e impedimentos de la IA y de la IC.
2	Teoría de Conjuntos Difusos.  5 hrs.	2.1 Introducción  2.2 Conjuntos Duros y Conjuntos Difusos  2.3 Definiciones básicas y terminología  2.4 Tipos de Conjuntos difusos  2.5 Definición, Formulación y Parametrización de Funciones de Pertenencia (FP)  2.4 Operaciones con Conjuntos Difusos

UNIDAD	TEMAS	SUBTEMAS
		2.5 Aritmética Difusa 2.6 Variable Lingüística y Términos Lingüísticos Difusos 2.7 Predicados Lingüísticos Difusos
3	Relaciones Difusas y Razonamiento Difuso/Aproximado. 6 hrs.	Introducción Principio de Extensión Relaciones Difusas Reglas Difusas Si – Entonces –. Razonamiento Difuso/Aproximado Regla Composicional de Inferencia Razonamiento Difuso/Aproximado
4	Sistemas de Inferencia Difusa. 6 hrs.	4.1 Introducción 4.2 Modelos de Inferencia Difusa Mamdani y Larsen Modelos de Inferencia Difusa TSK Modelo de Inferencia Difusa Tsukamoto Modelo de Inferencia Difusa Simplificado Otros modelos de Inferencia Difusa Computación con Palabras
5	Ingeniería de los Sistemas Difusos. 5 hrs.	Arquitectura de un Sistema Difuso Proceso de Diseño y Construcción Partición del Espacio de Entrada Modelado Difuso Metodologías de Documentación para Estándares de Calidad Identificación Automática de Modelos Difusos mediante Regresión y Optimización Identificación Automática de Modelos Difusos mediante Algoritmos de Aprendizaje de IA Identificación Automática de Modelos Difusos mediante Aprendizaje Genético y Neuronal Áreas abiertas para Investigación
6	Aplicaciones 5 hrs.	6.1 Control Automático 6.2 Diagnostico Medico 6.3 Minería de Datos 6.4 Minería de Texto 6.5 Minería Web 6.6 Lenguajes de Consulta 6.7 Procesamiento del Lenguaje Natural 6.8 Entre otras.

## 7. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL CURSO

**Queda a elección del docente manejar un problema específico para cada una de las unidades 3 a la 6, o bien un solo problema para todas.**

## 8. SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- A través de ensayos versados sobre los problemas sugeridos en las unidades y relacionados con las lecturas de la bibliografía.
- Elaboración de reportes sobre la solución obtenida por cada uno de los modelos de inferencia difusa aplicados al/los problema(s) planteado(s), en las unidades 3, 4, 5, y 6.
- Exámenes parciales escritos al final de cada unidad y un examen general al final del curso

## 9. BIBLIOGRAFÍA Y SOFTWARE DE APOYO

### Unidad 1

#### Lecturas obligatorias:

J.-S. R. Jang, C.-T. Sun, y E. Mizutani; *Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence*; Matlab Curriculum Series, Prentice Hall, 1997. pp. 1 – 10.

Nikola K. Kasabov; *Foundations of Neural Networks, Fuzzy Systems, and Knowledge Engineering*; A Bradford Book The MIT Press, 1996. pp. 1 – 166.

David B. Fogel, Toshio Fukuda, y Ling Guan; *Special Issue on Computational Intelligence*; en *PROCEEDINGS OF THE IEEE*, VOL. 87, NO. 9, SEPTEMBER 1999, pp. 1415 – 1422.

Lotfi A. Ladeh; *Scanning the Technology: Foreword*; en *PROCEEDINGS OF THE IEEE*, VOL. 89, NO. 9, SEPTEMBER 2001, pp. 1242.

Yasuhiko Dote, y Seppo J. Ovaska; *Industrial Applications of Soft Computing: A Review*; en *PROCEEDINGS OF THE IEEE*, VOL. 89, NO. 9, SEPTEMBER 2001, pp. 1243 – 1265.

Piero P. Bonissone, Vivek Badami, Kenneth H. Chiang, Pratap S. Khedkar, Kenneth W. Marcelle, y Michael J. Schutten; *Industrial Applications of Fuzzy Logic at General Electric*; en *PROCEEDINGS OF THE IEEE*, VOL. 83, NO. 3, MARCH 1995, pp. 450 – 465.

#### Bibliografía Complementaria:

Bonifacio Martín del Brío, Alfredo Sanz Molina; *Redes Neuronales y Sistemas Difusos*; 3ª Edición Ampliada y Revisada; Alfaomega Ra-Ma.

Chin-Teng Lin and C. S. George Lee; *Neural Fuzzy Systems*; Prentice Hall.

### Unidad 2

#### Lecturas obligatorias:

J.-S. R. Jang, C.-T. Sun, y E. Mizutani; Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence; Matlab Curriculum Series, Prentice Hall, 1997. pp. 11 – 46.

Nikola K. Kasabov; Foundations of Neural Networks, Fuzzy Systems, and Knowledge Engineering; A Bradford Book The MIT Press, 1996. pp. 167 – 250.

Bonifacio Martín del Brío, Alfredo Sanz Molina; Redes Neuronales y Sistemas Difusos; 3ª Edición Ampliada y Revisada; Alfaomega Ra-Ma. Pp. 243 – 356.

Jerry M. Mendel; Fuzzy Logic Systems for Engineering: A Tutorial; en PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 83, NO. 3, MARCH 1995, pp. 345 – 377.

Timothy J. Ross; Fuzzy Logic With Engineering Applications; McGraw-Hill, Inc. pp. 17 – 182.

Bibliografía Complementaria:

Cox Earl; FUZZY SYSTEMS HANDBOOK: A practitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems; AP Professional, division of AcademicPress, San Diego, 1999.

Chin-Teng Lin and C. S. George Lee; Neural Fuzzy Systems; Prentice Hall.

Unidad 3

Lecturas obligatorias:

J.-S. R. Jang, C.-T. Sun, y E. Mizutani; Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence; Matlab Curriculum Series, Prentice Hall, 1997. pp. 47 - 72.

Nikola K. Kasabov; Foundations of Neural Networks, Fuzzy Systems, and Knowledge Engineering; A Bradford Book The MIT Press, 1996. pp. 167 – 250.

Bonifacio Martín del Brío, Alfredo Sanz Molina; Redes Neuronales y Sistemas Difusos; 3ª Edición Ampliada y Revisada; Alfaomega Ra-Ma. Pp. 243 – 356.

Jerry M. Mendel; Fuzzy Logic Systems for Engineering: A Tutorial; en PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 83, NO. 3, MARCH 1995, pp. 345 – 377.

Timothy J. Ross; Fuzzy Logic With Engineering Applications; McGraw-Hill, Inc. pp. 183 – 265.

J. F. Baldwin, T. P. Martin and B. W. Pilsworth; Fril – Fuzzy and Evidential Reasoning in Artificial Intelligence; RSP Research Studies Press LTD, John Wiley & Sons Inc. pp. 99 – 206.

Bibliografía Complementaria:

Cox Earl; FUZZY SYSTEMS HANDBOOK: A practitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems; AP Professional, division of AcademicPress, San Diego, 1999.

Chin-Teng Lin and C. S. George Lee; Neural Fuzzy Systems; Prentice Hall.

Kosko B.; FUZZY ENGINEERING; Prentice Hall, New Jersey, 1997.

Unidad 4

Lecturas obligatorias:

J.-S. R. Jang, C.-T. Sun, y E. Mizutani; Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence; Matlab Curriculum Series, Prentice Hall, 1997. pp. 73 – 90.

Patyra M. J., FUZZY LOGIC; Implementation and Applications, Wiley and Teubner, 1996.

Nikola K. Kasabov; Foundations of Neural Networks, Fuzzy Systems, and Knowledge Engineering; A Bradford Book The MIT Press, 1996. pp. 167 – 250.

Bonifacio Martín del Brío, Alfredo Sanz Molina; Redes Neuronales y Sistemas Difusos; 3ª Edición Ampliada y Revisada; Alfaomega Ra-Ma. Pp. 243 – 356.

Jerry M. Mendel; Fuzzy Logic Systems for Engineering: A Tutorial; en PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 83, NO. 3, MARCH 1995, pp. 345 – 377.

Timothy J. Ross; Fuzzy Logic: With Engineering Applications; McGraw-Hill, Inc. pp. 183 – 265.

J. F. Baldwin, T. P. Martin and B. W. Pilsworth; Fril – Fuzzy and Evidential Reasoning in Artificial Intelligence; RSP Research Studies Press LTD, John Wiley & Sons Inc. pp. 99 – 206.

Bibliografía Complementaria:

Cox Earl; FUZZY SYSTEMS HANDBOOK: A practitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems; AP Professional, division of AcademicPress, San Diego, 1999.

Chin-Teng Lin and C. S. George Lee; Neural Fuzzy Systems; Prentice Hall.

Kosko B.; FUZZY ENGINEERING; Prentice Hall, New Jersey, 1997.

## Unidad 5

### Lecturas obligatorias:

J.-S. R. Jang, C.-T. Sun, y E. Mizutani; Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence; Matlab Curriculum Series, Prentice Hall, 1997. pp. 84 – 448.

H. Hellendoorn, y D. Driankov; Fuzzy Model Identification: Selected Approaches; Springer, 1997.

Cordón O., Herrera F., Hoffmann F., Comide F., y Magdalena L.; Ten Years of Genetic Fuzzy Systems: Current Framework and New Trends; en IEEE Proceeding of The Joint 9th IFSA World Congress and 20th NAFIPS International Conference, 01/07/2001-05/07/2001, Vancouver, Canada, pp. 1241 – 1246.

Takeshi Furuhashi; Fusion of Fuzzy/Neuro/Evolutionary Computing for Knowledge Acquisition; en PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 89, NO. 9, SEPTEMBER 2001, pp. 1266 – 1274.

Sushmita Mitra, y Yoichi Hayashi; Neuro–Fuzzy Rule Generation: Survey in Soft Computing Framework; en IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL NETWORKS, VOL. 11, NO. 3, MAY 2000; pp. 748 – 778.

Mohammad Fazle Azeem, Madasu Hanmandlu, y Nesar Ahmad; Structure Identification of Generalized Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems; en IEEE TRANSACTIONS ON FUZZY SYSTEMS, VOL. 11, NO. 5, OCTOBER 2003, pp. 666 – 681.

W. L. Tung, y C. Quek; GenSoFNN: A Generic Self-Organizing Fuzzy Neural Network; en IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL NETWORKS, VOL. 13, NO. 5, SEPTEMBER 2002, pp. 1075 – 1086.

Frank Hoffmann; Evolutionary Algorithms for Fuzzy Control System Design; en PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 89, NO. 9, SEPTEMBER 2001; pp. 1318 – 1333.

Andrea Bonarini; Evolutionary Learning, Reinforcement Learning, and Fuzzy Rules for Knowledge Acquisition in Agent-Based Systems; en PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 89, NO. 9, SEPTEMBER 2001; pp. 1334 – 1346.

Marco Russo; Genetic Fuzzy Learning; en IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Volume 4, No. 2, July 2000, pp. 259 – 273.

Celia C. Bojarczuk, Heitor S. Lopes, Alex A. Freitas; Genetic Programming for Knowledge Discovery in Chest-Pain Diagnosis: Exploring a Promising Data Mining Approach; in IEEE Engineering in Medicine and Biology, July/August 2000, pp. 38 – 44.

Witold Pedrycz, y Marek Reformat; Evolutionary Fuzzy Modeling; en IEEE TRANSACTIONS ON FUZZY SYSTEMS, VOL. 11, NO. 5, OCTOBER 2003; pp. 652 – 665.

Lecturas complementarias:

Cox Earl; FUZZY SYSTEMS HANDBOOK: A practitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems; AP Professional, division of AcademicPress, San Diego, 1999.

Chin-Teng Lin and C. S. George Lee; Neural Fuzzy Systems; Prentice Hall.

Kosko B.; FUZZY ENGINEERING; Prentice Hall, New Jersey, 1997.

Unidad 6

Lecturas obligatorias:

Yasuhiko Dote, y Seppo J. Ovaska; Industrial Applications of Soft Computing: A Review; en PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 89, NO. 9, SEPTEMBER 2001, pp. 1243 – 1265.

Yasuhiko Dote, Seppo J. Ovaska, Takeshi Furuhashi, y Yukinori Suzuki; Special Issue on Industrial Innovations Using Soft Computing; en PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 89, NO. 9, SEPTEMBER 2001, pp. 1239 – 1241.

Horia-Nicolai Teodorescu, Kandel A., y Lakhmi C. Jain; Fuzzy and Neuro-Fuzzy Systems in Medicine; CRC Press International Series on Computational Intelligence; 1999.

John B. Bowles y Colón E. Peláez; Application of Fuzzy Logic to Reliability Engineering; en PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 83, NO. 3, MARCH 1995, pp. 435 – 449.

Piero P. Bonissone, Vivek Badami, Kenneth H. Chiang, Pratap S. Khedkar, Kenneth W. Marcelle, y Michael J. Schutten; Industrial Applications of Fuzzy Logic at General Electric; en PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 83, NO. 3, MARCH 1995, pp. 450 – 465.

Piero P. Bonissone, Yu-to Chen, Kai Goebel, y Pratap s. Khedkar; Hybrid Soft Computing Systems: Industrial and Commercial Applications; en PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 87, NO. 9, SEPTEMBER 1999, pp. 1641 – 1667.

Jamshidi Mohammad, Titli Andre, Zadeh Lotfi, y Boverie Serge; (Editors); APPLICATIONS OF FUZZY LOGIC: Towards High Machine Intelligence Quotient Systems; Prentice Hall PTR, Environmental and Intelligence Manufacturing Systems Series., New Jersey, 1997.

Patyra M. J., FUZZY LOGIC; Implementation and Applications, Wiley and Teubner, 1996.

Wlodzislaw Duch, Rudy Setiono, and Jacek M. Zurada; Computational Intelligence Methods for Rule – Based Data Understanding; en Proceedings of the IEEE; May 2004, pp. 771 – 807.

Special Issue on Robotics; IEEE Transactions on FUZZY SYSTEMS A Publication of the IEEE Computational Intelligence Society; August 2004, Volume 12, Number 4.

Special Issue on Fuzzy Systems in Knowledge Discovery and Data Mining; IEEE Transactions on FUZZY SYSTEMS A Publication of the IEEE Computational Intelligence Society; April 2003, Volume 11, Number 2.

## 10. PRÁCTICAS PROPUESTAS

Se sugiere que las prácticas propuestas sean realizadas por equipos para estar en concordancia con la finalidad de fomentar la discusión de ideas que plantea el curso. En este sentido, se proponen las siguientes prácticas por unidad:

Unidad	Práctica
<p>1. Introducción a la Computación Inteligente/Inteligencia Computacional (Soft Computing). <b>4 hrs. Prácticas.</b></p>	<p><u>Discusión grupal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Alcances e Impedimentos de la IA y de la IC</li> <li>● Sinergismos en IC e IA</li> </ul>
<p>2. Teoría de Conjuntos Difusos. <b>6 hrs. Prácticas.</b></p>	<p>Desarrollar ensayos sobre las lecturas relacionadas con teoría de conjuntos duros y conjuntos difusos.</p> <p>Elaboración de un Software que de soporte a la definición de conjuntos difusos, operaciones, aritmética difusa, definición de funciones de pertenencia, variable lingüísticas y términos lingüísticos.</p> <p>Elaboración y revisión del reporte técnico de dicho Software.</p>
<p>3. Relaciones Difusas y Razonamiento Difuso/Aproximado. <b>4 hrs. Prácticas.</b></p>	<p>Elaborar un ensayo sobre los alcances e impedimentos del Razonamiento Aproximado.</p> <p><u>Discusión grupal</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ¿Qué es mejor el Razonamiento Aproximado u otros modelos formales del razonamiento?</li> </ul>

<p>4. Sistemas de Inferencia Difusa.</p> <p><b>8 hrs. Prácticas.</b></p>	<p>Plantear y resolver un problema real de: Control, Diseño, Toma de Decisiones, Minería (Datos, Texto, Web), etc., y resolverlo mediante cada una de los modelos de inferencia difusa y comparar su desempeño de cada una. Elaborar un reporte técnico del proyecto completo.</p> <p><u>Discusión grupal</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué técnica se desempeño mejor?</li> </ul>
<p>5. Aplicaciones.</p> <p><b>5 hrs. Prácticas.</b></p>	<p>Elaborar un ensayo sobre la trascendencia social, Científica y Tecnológica de las aplicaciones de los Sistemas Inteligentes Difusos. Y discutir sobre dicha trascendencia.</p> <p>Elaborar el planteamiento de Posibles Proyectos de Investigación y discutirlos.</p>

**Catedrático Responsable:**

**Dr. José Federico Ramírez Cruz.**