

DESCRIPCIÓN LINGÜÍSTICA SOBRE EVOLUCIÓN DE LA DESFORESTACIÓN

Éldman de Oliveira Nunes¹, Ángel Sánchez², Gracián Triviño³

¹Fundación CAPES, Ministerio de Educación, Brasilia, Brasil, eldman.nunes@gmail.com

²Universidad Rey Juan Carlos, 28933 Móstoles (Madrid), España, angel.sanchez@urjc.es

³European Centre for Soft Computing, 33600 Mieres (Asturias), España, gracian.trivino@softcomputing.es

Resumen

Monitorizar la degradación de la cubierta vegetal es un reto dentro el área de la preservación ambiental. Las imágenes de satélite se utilizan de forma habitual para esta tarea. Sin embargo, el análisis y la interpretación de dichas imágenes lo realizan normalmente expertos humanos. Debido a la gran cantidad de datos para analizar y al número insuficiente de expertos dedicados, dichas tareas pueden resultar lentas y tediosas. En por ello que el desarrollo de nuevas herramientas computacionales para el análisis de las imágenes satelitales y la creación de descripciones lingüísticas sobre las mismas, resulta necesario para la toma de decisiones por parte de expertos humanos. Este trabajo presenta una aplicación novedosa de la Teoría Computacional de Percepciones para producir resúmenes lingüísticos sobre evolución de desforestación en municipios usando imágenes multi-espectrales de satélite.

Palabras Clave: Teoría Computacional de Percepciones; Modelo Granular Lingüístico de un Fenómeno; Lógica Difusa; Análisis de Imágenes Satelitales; Monitoreo de Vegetación.

1 INTRODUCCIÓN

Los bosques son una reserva importante de la biodiversidad, una fuente de recursos naturales y de reservas de carbono. Protegen el suelo de la erosión y regulan el ciclo hídrico, asegurando el equilibrio ecológico y climático. En consecuencia, los bosques también tienen un papel clave en el mantenimiento de la calidad de vida de las poblaciones [4].

Una información precisa y actualizada sobre las condiciones de los bosques y la extensión de su degradación, harán posible la priorización de recursos necesarios para prevenir el incremento de la degradación [3]. Entre las medidas de control para dicha prevención se utilizan comúnmente las imágenes de satélite [1][10].

Dichas imágenes resultan fundamentales en el estudio de la distribución y la evolución de la cobertura vegetal.

Las personas tienen la capacidad para crear descripciones lingüísticas sobre situaciones complejas e imprecisas. La producción automática de descripciones lingüísticas correspondientes a imágenes o secuencias de vídeo es hoy día un problema difícil y con un gran interés científico. [11]. La Teoría Computacional de Percepciones (en inglés, *Computational Theory of Perceptions* o, abreviadamente, CTP) está inspirada en el uso del lenguaje natural por los humanos. Dicha teoría, introducida por Zadeh [14] y desarrollada en otros trabajos [15][16][7][17][5][13], proporciona un marco de trabajo para desarrollar sistemas computacionales capaces de producir descripciones imprecisas de fenómenos en un modo similar a como lo hacen las personas.

Este trabajo describe un prototipo de sistema CTP, basado en imágenes aéreas de bosques, capaz de realizar una descripción lingüística de las mismas sobre el grado de degradación forestal encontrado. Inicialmente, se aplican técnicas de tratamiento de imágenes para extraer ciertos atributos relevantes (y sus valores asociados) de las mismas. A continuación, esos atributos se usan como variables de entrada en el Modelo Granular Lingüístico de un Fenómeno (*Granular Linguistic Model of a Phenomenon*, o abreviadamente GLMP) [12][2]. Finalmente, se van construyendo progresivamente (en los GLMP) las descripciones lingüísticas sobre la degradación de la cubierta vegetal, usando la lógica difusa, para calcular la relevancia de las sentencias producidas. Diferentes ejemplos de aplicación del modelo GLMP para producir descripciones sobre diferentes tipos de fenómenos pueden encontrarse en la literatura [11][12][2].

Este trabajo se ha organizado como sigue. La sección 2 describe el modelo estructural aplicado para crear descripciones lingüísticas de un fenómeno. La sección 3 explica cómo instanciar dicho modelo para producir informes lingüísticos sobre degradación ambiental correspondientes a imágenes satelitales. En la sección 4 se describe la experimentación usando imágenes del satélite Landsat correspondientes a la región de Mato Grosso (Brasil), capturadas en el periodo 2000-2005. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones de este trabajo.

2 COMPONENTES DEL SISTEMA PROPUESTO

En esta sección se describe el Modelo Granular Lingüístico de un Fenómeno (GLMP) y el modelo estructural aplicado al desarrollo de nuestro sistema computacional. La Figura 1 muestra los módulos de proceso en la solución desarrollada: el Módulo de Adquisición de Datos (MAD), el Módulo de Proceso de Datos (MPD), el Módulo de Descripción Lingüística (MDL) y el Módulo de Plantilla de Texto (MPT), respectivamente. Dichos módulos son descritos esquemáticamente en las siguientes subsecciones.

2.1. MODELO GRANULAR LINGÜÍSTICO DE UN FENÓMENO

Un Modelo Granular Lingüístico de un Fenómeno (*Granular Linguistic Model of a Phenomenon*, o abreviadamente GLMP) [2] consiste en un grafo multinivel de nodos con dos tipos de capas: *Perception Mappings* (PM) y *Computational Perceptions* (CPs). Cada nodo PM recibe como entrada un conjunto de CP y produce como salida otro CP de más alto nivel. Cada nodo CP tiene una cierta granularidad y abarca ciertos aspectos del fenómeno. El paradigma GLMP permite modelar percepciones particulares de fenómenos complejos usando diferentes tipos de expresiones lingüísticas y funciones de agregación.

2.1.1. Computational Perception (CP)

Una CP es un modelo computacional de una unidad de significado sobre un fenómeno a ser descrito. Las CPs se corresponden con partes específicas del fenómeno con un cierto nivel de granularidad. Más formalmente, un CP es una colección de 2-tuplas:

$$(A, W) = \{(a_1, w_1), (a_2, w_2), \dots, (a_n, w_n)\},$$

donde:

$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ es un conjunto de expresiones lingüísticas (palabras o frases en lenguaje natural) que representan el significado de una CP. Cada a_i describe un valor posible de una CP con un grado específico de granularidad. Durante el proceso, el diseñador define el dominio lingüístico A .

$W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ es un conjunto de grados de validez $w_i \in [0, 1]$ asociados a cada a_i . Los valores de w_i son instanciados durante un proceso on-line, es decir, éstos cambian de acuerdo con el estado del fenómeno siendo monitorizado. El concepto de validez depende de la verosimilitud y relevancia de cada frase en su contexto de uso.

2.1.2. Perception Mapping (PM)

Cada PM es una 4-tupla (U, y, g, T) usada para crear nuevas CPs mediante la agregación de CPs, donde:

U es un conjunto de CPs de entrada, $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$, donde u_i es una variable definida en el dominio de los datos de entrada;

y es la CP de salida con valores $y = \{(a_1, w_1), (a_2, w_2), \dots, (a_n, w_n)\}$;

g es una operación de agregación difusa: $W_y = g(W_{u1}, W_{u2}, \dots, W_{un})$, donde: W_y es un vector (w_1, w_2, \dots, w_n) de grados de validez asignados a cada elemento de y , y W_{ui} son los grados de validez de las percepciones de entrada. En el caso de 1-PM, g se construye usando un conjunto de funciones de pertenencia; y

T es una plantilla lingüística usada para describir el estado actual del fenómeno (p.ej. “la degradación del área forestal es {alta | media | baja}”).

2.2. SISTEMA COMPUTACIONAL DE PERCEPCIONES

El Sistema Computacional de Percepciones (SCP) viene inspirado en el GLMP. Dicho sistema hace posible la generación automática de descripciones lingüísticas de un fenómeno usando una Base de Conocimiento del Experto. El SCP se puede organizar en tres dominios: aplicación, percepción y lingüístico, respectivamente. En el dominio de aplicación, el SCP incluye los Módulos de Adquisición de Datos (MAD) y de Proceso de Datos (MPD). Estos módulos son responsables de la extracción y manipulación de las características relevantes del fenómeno considerado, que serán usadas por el Módulo de Descripciones Lingüísticas (MDL) para construir el resumen lingüístico asociado al fenómeno.

En el dominio de las percepciones (computacionales), el Modulo de Descripciones Lingüísticas (MDL) es el responsable de crear la percepción de un fenómeno organizado a diferentes niveles de granularidad.

En el dominio lingüístico, el Módulo de Plantillas Lingüísticas (MPL) proporciona las estructuras sintácticas para generar las sentencias usadas en los resúmenes, y dicho módulo es dependiente de la aplicación y del conocimiento del experto.

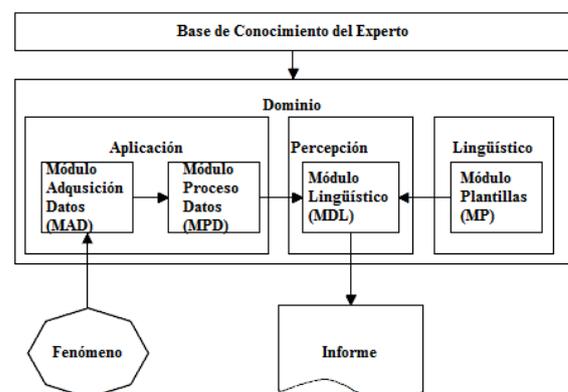


Figura 1: Módulos componentes del SCP propuesto.

3 DESCRIPCIÓN LINGÜÍSTICA DE LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL

Esta sección describe la implementación del Sistema Computacional de Percepciones (SCP) propuesto y su aplicación al análisis y a la descripción lingüística de la deforestación en la región geográfica considerada.

3.1. MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS

En este trabajo se ha usado una colección de imágenes multispectrales proporcionadas por los satélites TM (*Thematic Mapper*) Landsat 5 y Landsat 7. Estas imágenes están disponibles en el sitio web del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) de Brasil.

La resolución espacial de las imágenes es de 2,000x2,000 píxeles y su resolución geométrica en las bandas 1, 2, 3, 4, 5 y 7 es de 30m (es decir, cada píxel de la imagen representa una superficie de 0,09 hectáreas). Para la banda 6, la resolución es de 120m (cada píxel corresponde con 1,4 hectáreas). Cada banda se corresponde con un rango del espectro capturado por el satélite y tiene unas determinadas características y aplicaciones. Para abordar el estudio de la degradación ambiental es necesario realizar en primer lugar una combinación apropiada de bandas espectrales para destacar las propiedades de detección de zonas de agua, vegetación y terreno. Con este fin, el INPE recomienda las siguientes composiciones de bandas RGB: RGB-432 y RGB-543, respectivamente.

El Módulo de Adquisición de Datos (MAD) permite al usuario del sistema seleccionar y combinar las bandas multispectrales en la escena que se usarán por el Módulo de Proceso de Datos (MPD). La Figura 2(a) muestra un ejemplo de imagen compuesta RGB-432.

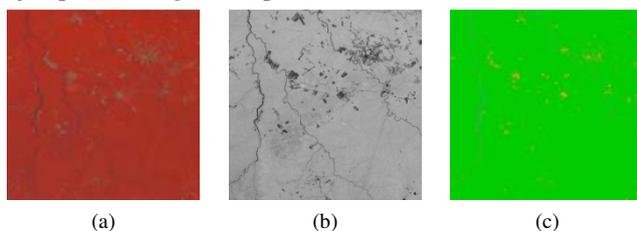


Figura 2: Preproceso propuesto para imágenes multispectrales: (a) imagen inicial compuesta RGB-432; (b) imagen NDVI; y (c) imagen temática resultante.

3.2. MÓDULO DE PROCESO DE DATOS

Este módulo es el responsable de realizar el filtrado, la segmentación, la extracción de características relevantes y la clasificación. El proceso de segmentación consiste en realizar una partición de la imagen en regiones homogéneas, según un conjunto de características específicas.

Para analizar la presencia y la localización de vegetación, se ha usado el Índice de Vegetación de Diferencia

Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index*, NDVI) propuesto en [9]. Este índice permite una mejor visualización de la biomasa forestal (es decir, un mayor valor de NDVI indica que la biomasa verde es más densa). Dicho índice se calcula a partir de los valores de la banda 3 (rojo) y de la banda 4 (infrarrojo cercano) del espectro, según la fórmula (1).

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad (1)$$

donde: NIR = infrarrojo cercano (0,75 – 0,90 μ m); y R = rojo (0,63 – 0,69 μ m).

La Figura 2(b) muestra la imagen NDVI generada a partir de la imagen de la Figura 2(a). Para realizar la clasificación de los píxeles, el dominio de valores en la imagen NDVI se divide en intervalos según la Tabla 1. Dichos intervalos corresponden a las tres clases consideradas en el proyecto PRODES [8]: “Bosque”, “No Bosque” e “Hidrografía”, respectivamente. Estos intervalos de valores pueden variar dependiendo de la imagen considerada. La Figura 2(c) muestra la imagen temática (TI) generada a partir de la imagen NDVI de la Figura 2(b) (según lo explicado en [9]).

Tabla 1: Rangos de valores en la imagen NDVI.

Rango	Clase
0.3 <= NDVI <= 1	Bosque
0 <= NDVI < 0.3	No Bosque
-1 <= NDVI < 0	Hidrografía

El estudio de la evolución de la cubierta vegetal se puede realizar comparando imágenes NDVI de la misma escena y que han sido tomadas en diferentes periodos de tiempo. En consecuencia, el sistema propuesto trabaja con pares de imágenes de fechas consecutivas, que serán representadas respectivamente por los superíndices t y $t+1$. La Figura 3 muestra las imágenes y el resultado de los procesos realizados en los módulos de aplicación incluidos en nuestro sistema (MAD y MPD, respectivamente). La última tarea del módulo MPD consiste en extraer la información relevante para la aplicación. Los valores de parámetros correspondientes se pasan al Módulo de Descripción del Lenguaje (MDL). Para cada una de las tres clases consideradas (“Bosque”, “No Bosque” e “Hidrografía”, respectivamente), se determinan los valores dados por las ecuaciones (2-4).

Porcentaje de área de clase i en la imagen $t+1$ (CAP_i):

$$CAP_i = \frac{100 * CA_i}{AI} \quad (2)$$

donde: CA_i es el área de la clase i en la imagen $t+1$ y AI es el área total de la imagen.

Variación Percentual de la clase i entre las imágenes t y $t+1$ (VP_i):

$$VP_i = \frac{100 * \left(\sum_j^n Count_{j \rightarrow i} - \sum_j^n Count_{i \rightarrow j} \right)}{CAP_i} \quad (3)$$

donde: $Count_{j \rightarrow i}$ representa el número de píxeles de la clase i que se transforman en píxeles de la clase j entre las imágenes t y $t+1$, y CAP_i es el índice calculado en la ecuación (2).

Impacto Interclase para clases i y k ($II_{k \rightarrow i}$):

$$II_{k \rightarrow i} = \frac{100 * (Count_{k \rightarrow i} - Count_{i \rightarrow k})}{CAP_i} \quad (4)$$

donde: k es la clase que ha causado el impacto en la clase i , y la ‘ \rightarrow ’ indica el cambio de los píxeles de clase relativos a la imagen previa y a la siguiente.

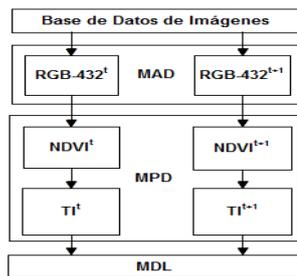


Figura 3: Procesos realizados sobre las imágenes.

3.3. MÓDULO DE DESCRIPCIÓN LINGÜÍSTICA

Este módulo se encarga de producir las descripciones lingüísticas de un fenómeno a diferentes niveles de granularidad. Los parámetros enviados por el MPD, que corresponden a las CPs iniciales, son las entradas de la 1-PM₁ a la 1-PM₄ usadas en el GLMP de esta aplicación, mostrado en la Figura 4. Para simplificar, las CPs involucradas no han sido representadas en esta figura. La figura muestra la estructura del GLMP obtenido para una de las tres clases a diferentes niveles de granularidad. Para la construcción del informe final, el GLMP incluirá las otras clases. Todas las 1-PM_i se estructuran desde la fuzzificación de las variables CAP_i (ver Ecuación (2)) por medio de las funciones de pertenencia mostradas en la Figura 5.

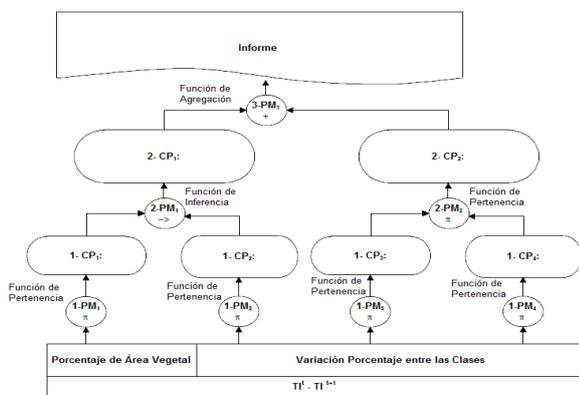


Figura 4: GLMP para una de las clases de la imagen.

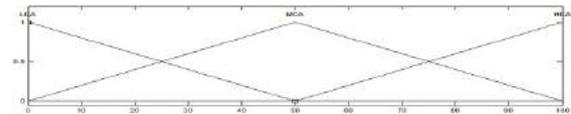


Figura 5: Funciones de pertenencia de CAP_i con etiquetas: LCA para “Low Coverage Area”, MCA para “Moderate Coverage Area”, y HCA para “High Coverage Area”.

Las *Perception Mappings* de 1-PM₂ a 1-PM₄ se estructuran a partir de la fuzzificación de las variables PV_i e $II_{k \rightarrow i}$, que se calculan usando respectivamente las Ecuaciones (3) y (4), representadas por las funciones de pertenencia de las Figuras 6 y 7.

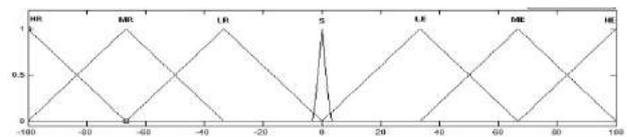


Figura 6: Funciones de pertenencia de las variables PV_i con etiquetas: HR=“High Regression”, MR=“Moderate Regression”, LR=“Low Regression”, S=“Stability”, LE=“Low Expansion”, ME=“Moderate Expansion”, y HE=“High Expansion”.

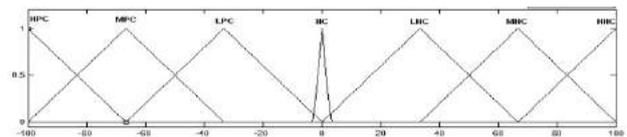


Figura 7: Funciones de pertenencia de variables $II_{k \rightarrow i}$ con etiquetas: HPC=“High Positive Contribution”, MPC=“Moderate Positive Contribution”, LPC=“Low Positive Contribution”, NC=“Non-Contribution”, LNC=“Low Negative Contribution”, MNC=“Moderate Negative Contribution”, y HNC=“High Negative Contribution”.

Las percepciones 2-PM₁ y 2-PM₂ se construyen usando diferentes funciones de agregación. 2-PM₁ usa una función de agregación basada en reglas. Los grados de validez de 1-PM₁ y 1-PM₂ se usan como antecedentes de las reglas. El consecuente se obtiene usando la función de pertenencia mostrada en la Figura 8. Esta función de agregación usa un sistema de inferencia de tipo Mamdani [6]. 2-PM₂ usa una función de agregación basada en el producto cartesiano del grado de validez de los conjuntos difusos involucrados. La etiqueta con mayor grado de cumplimiento es elegida para componer la sentencia.

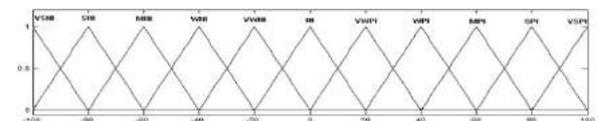


Figura 8: Funciones de pertenencia del consecuente de 2-PM₁ con etiquetas: VSNI=“Very Strong Negative Impact”, SNI=“Strong Negative Impact”, MNI= “Moderate Negative Impact”, WNI=“Weak Negative Impact”, VWNI=“Very Weak Negative Impact”, NI=“ No Impact”, VWPI=“Very Weak Positive Impact”, WPI=“Weak Positive Impact”, MPI=“Moderate Positive Impact”, SPI=“Strong Positive Impact”, y VSPI=“Very Strong Positive Impact”.

4 EXPERIMENTOS

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN ANALIZADA

El Proyecto de Monitorización de la Deforestación Amazónica (PRODES), desarrollado por el Instituto Nacional Brasileño de Investigación Espacial (INPE), analiza las tasas anuales de deforestación de la región amazónica en Brasil desde 1988. En nuestro trabajo se usaron imágenes satelitales del Landsat TM 5 y Landsat TM 7, correspondientes a las bandas RGB-432 y a las siguientes fechas: 01/07/1985, 26/07/2000, 24/07/2005 y 25/07/2011. Se seleccionaron imágenes del municipio de Juará, en Mato Grosso, que presentaba la mayor tasa acumulada de deforestación de dicho estado. La Tabla 2 muestra las tasas observadas durante 5 años. La correspondiente tasa de deforestación acumulada (es decir, área de “Bosque” convertida en “No Bosque”) durante el periodo 2000-2005 fue de un 7,8%.

Tabla 2: Tasas de deforestación en Juará (Brasil).

	Hasta 2000	Hasta 2001	Hasta 2002	Hasta 2003	Hasta 2004	Hasta 2005
Incremento	0,0	1,0	1,9	1,5	1,5	1,9
Bosque	67,1	66,1	64,2	62,7	61,2	59,3
No Bosque	32,2	33,2	35,1	36,6	38,1	40,0
Hidrografía	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Las Figuras 9(a) y 9(b) muestran las imágenes temáticas de Juará (composición de bandas RGB-543, de fechas 24/07/2000 y 24/07/2005). Los píxeles negros en la imagen diferencia de la Figura 9(c) muestran la extensión de la devastación forestal.

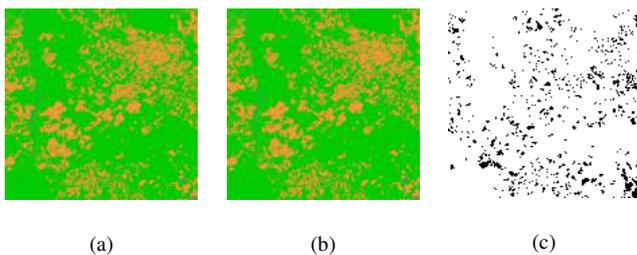


Figura 9: Imágenes de Juará: (a) composición RGB-543 con fecha 24/07/2000; (b) composición RGB-543 del 24/07/2005; y (c) deforestación acumulada.

4.2. DESCRIPCIONES LINGÜÍSTICAS

Basándose en las imágenes descritas, correspondientes al municipio de Juará, nuestro sistema estimó los ratios de variación inter-clases presentados en la Tabla 3.

La Figura 10 muestra el GLMP diseñado para la clase “Bosque”. A partir de los valores de la Tabla 3, que son

las entradas de 1-PM, el sistema produce automáticamente descripciones lingüísticas de diferente granularidad. La descripción producida para cada región aparece a continuación (en inglés y en cursiva):

Tabla 3: Ratios (en %) de Juará entre 2000-2005.

Área Bosque	Variación Bosque	Impacto de No Bosque	Impacto de Hidrografía
73,3	-7,9	7,8	0,1
Área No Bosque	Variación No Bosque	Impacto de Bosque	Impacto de Hidrografía
26,4	31,1	-31,0	-0,1
Área Hidrografía	Variación Hidrografía	Impacto de No Bosque	Impacto de Bosque
0,3	9,1	-18,2	9,1

Region of Forest : Moderate Coverage Area and Low Regression of Forest area, resulting in Weak Negative Impact for this class, due the Low Negative Contribution of the Non-Forest area and Non-Contribution of the Hydrography area.

Region of Non-Forest : Moderate Coverage Area and Low Expansion of Non-Forest area, resulting in Weak Positive Impact for this class, due the Low Positive Contribution of the Forest area and Non-Contribution of the Hydrography area.

Region of Hydrography : Low Coverage Area and Low Expansion of Hydrography area, resulting in Very Weak Positive Impact for this class, due the Low Positive Contribution of the Forest area and Low Negative Contribution of the Non-Forest area.

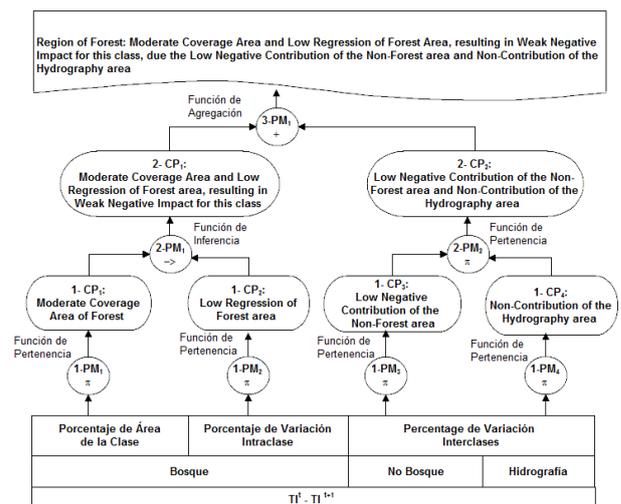


Figura 10: GLMP correspondiente a la clase “Bosque”.

5 CONCLUSIÓN

Este trabajo presenta una aplicación del paradigma CWP al análisis de la deforestación. A partir del análisis de las imágenes multispectrales de un municipio, y tras una etapa de procesamiento de dichas imágenes, nuestro sistema produce automáticamente descripciones lingüísticas sobre el nivel de degradación de los bosques y muestra el impacto inter-clases durante un periodo de tiempo considerado. La parametrización adecuada, por parte de expertos humanos, de las funciones de pertenencia usadas permitirá construir descripciones en lenguaje natural más precisas del fenómeno.

Como trabajo futuro se plantea analizar las tendencias y eventos de deforestación producidos en una secuencia de años. Este análisis podría extenderse a una región geográfica (compuesta de múltiples municipios).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Educación de Brasil (Fundación CAPES), a través de la beca N10066/12-8, y por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España, a través del proyecto TIN2011-29827-C02-01.

Referencias

- [1] K.P. Acharya, R.B. Dangi and M. Acharya, "Understanding forest degradation in Nepal", *Unasylva* 238, vol. 62, pp. 31-38, 2011.
- [2] A. Alvarez-Alvarez, D. Sanchez-Valdes, G.Trivino, "Automatic linguistic description about relevant features of the Mars' surface". *Proceedings of the 11th international conference on intelligent systems design and applications (ISDA '11)*, pp. 154-159, Córdoba, Spain, 2011.
- [3] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Assessing forest degradation: Towards the development of globally applicable guidelines, *Forest Resources Assessment Working Paper* No. 177, 2011.
- [4] International Tropical Timber Organization (ITTO), Guidelines for the restoration, management and rehabilitation of degraded and secondary tropical forests. *ITTO Policy Development Series* No. 13, 2013.
- [5] J. Lawry, "A methodology for computing with words", *International Journal of Approximate Reasoning* 28 (2-3), pp.51-89, 2001.
- [6] E.H. Mamdani, "Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant". *Proceedings IEE (Control and Science)* 121, pp.298-316, 1974.
- [7] J.M. Mendel, "Computing with words and its relationships with fuzzistics", *Information Sciences* 177, pp. 988-1006, 2007.
- [8] *PRODES Project (Brazilian Amazon Deforestation Monitoring Project)*. URL: <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>
- [9] J. W. Rouse; R. H. Haas; J. A. Schell; D. W. Deering, "Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS", En: *Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium 3*, 1973, Washington. Proceedings. Washington, D. C.: NASA, Goddard Space Flight Center, vol. 1, pp. 309-317, 1973.
- [10] C. Souza Jr., L. Firestone, L.M. Silva and D. Roberts, "Mapping forest degradation in the Eastern Amazon from SPOT 4 through spectral mixture models", *Remote Sensing of Environment* 87, pp. 494-506, 2003.
- [11] G.Trivino and M.Sugeno, "Towards linguistic descriptions of phenomena", *International Journal of Approximate Reasoning* 54, pp.22-34, 2013.
- [12] G. Trivino, A. Sanchez, A.S. Montemayor, J.J. Pantrigo, R. Cabido, E.G. Pardo, "Linguistic description of traffic in a roundabout", *Proceedings of the IEEE Fuzzy 2010*, Barcelona, Spain, 2010.
- [13] R.R. Yager, "Reasoning with doubly uncertain soft constraints", *International Journal of Approximate Reasoning* 52 (4), pp.554-561, 2011.
- [14] L.A. Zadeh, "From computing with numbers to computing with words - from manipulation of measurements to manipulation of perceptions", *IEEE Transactions on Circuits and Systems* 45(1), pp.105-119, 1999.
- [15] L.A. Zadeh, "A new direction in AI. Towards a computational theory of perceptions of measurements to manipulation of perceptions", *AI Magazine* 22 (1), pp.73-84, 2001.
- [16] L.A. Zadeh, "Granular computing as a basis for a computational theory of perceptions", *Proceedings of the IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, Honolulu, USA, pp. 564-565, 2002.
- [17] L.A. Zadeh, "Toward human level machine intelligence - is it achievable? The need for a paradigm shift", *IEEE Computational Intelligence Magazine* 3(3), pp.11-22, 2008.

ESTYLF2014

XVII CONGRESO ESPAÑOL SOBRE
TECNOLOGÍAS Y LÓGICA FUZZY

5-7 FEBRERO
ZARAGOZA



LIBRO DE ACTAS

ESTYLF2014

XVII CONGRESO ESPAÑOL SOBRE
TECNOLOGÍAS Y LÓGICA FUZZY



5-7 FEBRERO
ZARAGOZA

LIBRO DE ACTAS

ORGANIZADORES:

Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas, Universidad de Zaragoza

EDITORES:

Fernando Bobillo
Humberto Bustince
Francisco Javier Fernández
Enrique Herrera-Viedma

ENTIDADES PATROCINADORAS:

European Society for Fuzzy Logic and Technology
Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Granada Excellence Network of Innovation Laboratories
Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería de Aragón
Universidad de Zaragoza



Departamento de
Informática e Ingeniería
de Sistemas
Universidad Zaragoza



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Universidad
Zaragoza



Instituto Universitario de Investigación
de Ingeniería de Aragón
Universidad Zaragoza



DEPÓSITO LEGAL: Z-151-2014

ISBN: 978-84-15688-76-1

DISEÑO DE PORTADA
E IMPRESIÓN.-



stylo
DIGITAL [stylo@stylo.digital.com]

IMPRESO EN ESPAÑA / PRINTED IN SPAIN

Presentación

Nos complace presentar este volumen donde se compilan los 109 trabajos aceptados para su presentación en la XVII Edición del Congreso Español sobre Tecnologías y Lógica Fuzzy (ESTYLF 2014), celebrado en Zaragoza entre los días 5 y 7 de Febrero de 2014. Todos los artículos han superado un riguroso proceso de selección y han sido evaluados positivamente por al menos 2 evaluadores expertos.

El número y la calidad de las contribuciones recibidas en estos tiempos de dificultades económicas no hace sino confirmar la vitalidad de la comunidad española dedicada a la investigación y el desarrollo de la lógica difusa y sus aplicaciones.

La organización ha tenido la austeridad como uno de sus principales objetivos, pero estamos convencidos en que se mantendrá el nivel de excelencia de las anteriores ediciones a pesar de la reducción del presupuesto.

Esperamos que durante las sesiones se produzca el habitual y deseable intercambio de ideas, comentarios y sugerencias que den lugar a la mejora y profundización de los trabajos presentados para que permitan continuar desarrollando las líneas de investigación. También esperamos que de la actividad desarrollada se estrechen y renueven los vínculos existentes entre los participantes.

Durante el congreso se concederá el Premio GENIL al mejor trabajo de un joven investigador, cuyo autor principal se encuentre en fase de realización de la tesis o la haya defendido no antes de 2013. También se concederá un reconocimiento a los investigadores que cumplan 25 años de investigación en el campo de la lógica difusa.

Nos gustaría agradecer de corazón a todos los que han hecho posible que este congreso se haya celebrado, incluyendo a autores, miembros de los comités organizador y de programa, organizadores de sesiones especiales, evaluadores, patrocinadores y en general a todas aquellas personas que de alguna u otra manera han contribuido al éxito de este congreso.

Esperamos que todos los participantes aprovechen su estancia en Zaragoza desde un punto de vista profesional pero también desde un punto de vista personal y disfruten de la hospitalidad aragonesa, de su arte y su gastronomía.

Febrero de 2014

Fernando Bobillo
Humberto Bustince
Enrique Herrera-Viedma

Organización

Presidente Honorífico

Enric Trillas (European Centre for Soft Computing)

Presidentes del Comité Organizador

Fernando Bobillo (Universidad de Zaragoza)

Comité Organizador

Carlos Bobed (Universidad de Zaragoza)

Sergio Ilarri (Universidad de Zaragoza)

Eduardo Mena (Universidad de Zaragoza)

Raquel Trillo (Universidad de Zaragoza)

Roberto Yus (Universidad de Zaragoza)

Presidentes del Comité de Programa

Humberto Bustince (Universidad Pública de Navarra)

Enrique Herrera-Viedma (Universidad de Granada)

Comité de Programa

Jesús Alcalá-Fdez (Universidad de Granada)

Rafael Alcalá (Universidad de Granada)

Cristina Alcalde (Universidad del País Vasco)

José María Alonso (European Centre for Soft Computing)

Sergio Alonso (Universidad de Granada)

Edurne Barrenechea (Universidad Pública de Navarra)

Ángel Barriga Barros (Instituto de Microelectrónica de Sevilla, IMSE-CNM)

Senén Barro (Universidade de Santiago de Compostela)

José Manuel Benítez (Universidad de Granada)

Fernando Bobillo (Universidad de Zaragoza)

Alberto Bugarín (Universidade de Santiago de Compostela)

Pedro Burillo (Universidad Pública de Navarra)

Ana Burusco (Universidad Pública de Navarra)

Francisco Javier Cabrerizo (Universidad Nacional de Educación a Distancia)

José Manuel Cadenas (Universidad de Murcia)

Tomasa Calvo (Universidad de Alcalá de Henares)

Pablo Carmona (Universidad de Extremadura)

Jorge Casillas (Universidad de Granada)

Elena Castiñeira (Universidad Politécnica de Madrid)

Juan Luis Castro (Universidad de Granada)

José Jesús Castro-Sánchez (Universidad de Castilla-La Mancha)

Óscar Cordón (Universidad de Granada)

Chris Cornelis (Universidad de Granada)
Ulises Cortés (Universitat Politècnica de Catalunya)
Inés Couso (Universidad de Oviedo)
Susana Cubillo (Universidad Politécnica de Madrid)
María Jesús De la Fuente (Universidad de Valladolid)
María José Del Jesús (Universidad de Jaén)
Miguel Delgado (Universidad de Granada)
Susana Díaz (Universidad de Oviedo)
Jorge Elorza (Universidad de Navarra)
Juan Manuel Escaño (Universidad de Sevilla)
Macarena Espinilla (Universidad de Jaén)
Francesc Esteva (Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial, IIIA-CSIC)
Francisco Javier Fernández (Universidad Pública de Navarra)
Ramón Fuentes-González (Universidad Pública de Navarra)
Mikel Galar (Universidad Pública de Navarra)
Pere García (Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial, IIIA-CSIC)
Itziar García-Honrado (Universidad de Oviedo)
José Luis García-Lapresta (Universidad de Valladolid)
Luis Garmendia (Universidad Complutense de Madrid)
María Angeles Gil (Universidad de Oviedo)
Lluís Godo (Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial, IIIA-CSIC)
Daniel Gómez (Universidad Complutense de Madrid)
Antonio González (Universidad de Granada)
Francisco Herrera (Universidad de Granada)
Óscar Ibáñez (European Centre for Soft Computing)
Joan Jacas (Universitat Politècnica de Catalunya)
Luis Jiménez (Universidad de Castilla-La Mancha)
Aránzazu Jurío (Universidad Pública de Navarra)
María Teresa Lamata (Universidad de Granada)
Vicente Liern (Universidad de València)
Bonifacio Llamazares (Universidad de Valladolid)
Carlos López-Molina (Universidad Pública de Navarra)
Luis Magdalena (European Centre for Soft Computing)
Roque Marín (Universidad de Murcia)
María José Martín-Bautista (Universidad de Granada)
Luis Martínez (Universidad de Jaén)
Sebastià Massanet (Universitat de les Illes Balears)
Francisco Mata (Universidad de Jaén)
Gaspar Mayor (Universitat de les Illes Balears)
José María Merigó (Universitat de Barcelona)
José Manuel Molina-López (Universidad Carlos III de Madrid)
Javier Montero (Universidad Complutense de Madrid)
Susana Montes (Universidad de Oviedo)
Eduard Montseny (Universitat Politècnica de Catalunya)
Claudio Moraga (European Centre for Soft Computing)
Francisco José Moreno-Velo (Universidad de Huelva)
Manuel Mucientes (Universidade de Santiago de Compostela)
Manuel Ojeda-Aciego (Universidad de Málaga)
José Ángel Olivas (Universidad de Castilla-La Mancha)
Miguel Pagola (Universidad Pública de Navarra)
Daniel Paternain (Universidad Pública de Navarra)
José Ignacio Peláez (Universidad de Málaga)
Antonio Peregrín (Universidad de Huelva)
Raúl Pérez (Universidad de Granada)
Hector Pomares (Universidad de Granada)
Carlos Porcel (Universidad de Jaén)
Ana Pradera (Universidad Rey Juan Carlos)
Adolfo R. de Soto (Universidad de León)
Jordi Recasens (Universitat Politècnica de Catalunya)
Ignacio Requena (Universidad de Granada)
Juan Vicente Riera (Universitat de les Illes Balears)

J. Tinguaro Rodríguez (Universidad Complutense de Madrid)
Rosa María Rodríguez (Universidad de Jaén)
Ignacio Rojas (Universidad de Granada)
Francisco Pascual Romero (Universidad de Castilla-La Mancha)
Gregorio Sainz (Universidad de Valladolid)
Daniel Sánchez (Universidad de Granada)
Luciano Sánchez (Universidad de Oviedo)
Santiago Sánchez-Solano (Instituto de Microelectrónica de Sevilla, IMSE-CNM)
José Antonio Sanz (Universidad Pública de Navarra)
Rudolf Seising (European Centre for Soft Computing)
Jesús Serrano-Guerrero (Universidad de Castilla-La Mancha)
Miguel Ángel Sicilia (Universidad de Alcalá de Henares)
Pilar Sobrevilla (Universitat Politècnica de Catalunya)
Alejandro Sobrino (Universidade de Santiago de Compostela)
Vicenç Torra (Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial, IIIA-CSIC)
Joan Torrens (Universitat de les Illes Balears)
Enric Trillas (European Centre for Soft Computing)
Gracián Triviño (European Centre for Soft Computing)
Aida Valls (Universitat Rovira i Virgili)
José Luis Verdegay (Universidad de Granada)
Amparo Vila (Universidad de Granada)
Pedro Villar (Universidad de Granada)

Presidente de Sesiones Especiales

Francisco Javier Fernández (Universidad Pública de Navarra)

Organización de Sesiones Especiales

Extensiones difusas del análisis formal de conceptos y temas afines

Ana Burusco (Universidad Pública de Navarra)
Manuel Ojeda (Universidad de Málaga)

Toma de decisión y computación con palabras

Macarena Espinilla (Universidad de Jaén)
Iván Palomares (Universidad de Jaén)
Rosa María Rodríguez (Universidad de Jaén)

Funciones de implicación borrosas: Teoría y aplicaciones

Sebastià Massanet (Universitat de les Illes Balears)
Juan Vicente Riera (Universitat de les Illes Balears)
Daniel Ruiz-Aguilera (Universitat de les Illes Balears)

Modelos de optimización y Soft Computing

David Pelta (Universidad de Granada)
José Luis Verdegay (Universidad de Granada)

Funciones de agregación

Tomasa Calvo (Universidad de Alcalá de Henares)
Javier Montero (Universidad Complutense de Madrid)
Joan Torrens (Universitat de les Illes Balears)

Soft Computing en visión artificial

Edurne Barrenechea (Universidad Pública de Navarra)
Manuel González (Universitat de les Illes Balears)
Miguel Pagola (Universidad Pública de Navarra)

Aplicaciones industriales y empresariales del Soft Computing

Andrés Bustillo-Iglesias (Universidad de Burgos)
César García-Osorio (Universidad de Burgos)
Juan José Rodríguez-Díez (Universidad de Burgos)

Descripciones lingüísticas de fenómenos complejos: modelos, técnicas y aplicaciones

Senén Barro (Universidade de Santiago de Compostela)
Alberto J. Bugarín (Universidade de Santiago de Compostela)
Gracián Triviño (European Centre for Soft Computing)

Lógicas fuzzy: aspectos formales y temas relacionados

Francesc Esteva (Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial, IIIA-CSIC)
Lluís Godo (Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial, IIIA-CSIC)

III Seminario Alfredo Deaño sobre razonamiento ordinario

María G. Navarro (Instituto de Filosofía IFS-CSIC)
Martín Pereira-Fariña (Universidade de Santiago de Compostela)
Alejandro Sobrino (Universidade de Santiago de Compostela)

Visiones externas del concepto de subconjunto fuzzy

María Jesús Campión (Universidad Pública de Navarra)
Esteban Induráin (Universidad Pública de Navarra)

Soft Computing y recuperación de información en Internet

Enrique Herrera-Viedma (Universidad de Granada)
María José Martín-Bautista (Universidad de Granada)
José Ángel Olivas (Universidad de Castilla-La Mancha)
Alejandro Sobrino (Universidade de Santiago de Compostela)

Fusión de información

Jesús García-Herrero (Universidad Carlos III de Madrid)
Juan Gómez-Romero (Universidad de Granada)
José Manuel Molina-López (Universidad Carlos III de Madrid)

Lógica borrosa y didáctica

Itziar García-Honrado (Universidad de Oviedo)

Soft Computing en aprendizaje

Mikel Galar (Universidad Pública de Navarra)
José Antonio Sanz (Universidad Pública de Navarra)

Minería de datos, texto y web

María José Martín-Bautista (Universidad de Granada)
María Dolores Ruiz (Universidad de Granada)
Daniel Sánchez (Universidad de Granada)

Revisores Externos

José C. R. Alcantud (Universidad de Salamanca)
Ángela Blanco-Fernández (Universidad de Oviedo)
María Jesús Campión (Universidad Pública de Navarra)
Jesús Ariel Carrasco-Ochoa (Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Puebla, México)
Rita Castillo-Ortega (Universidad de Granada)
Jorge Castro (Universidad de Jaén)
Marco Cerami (Univerzita Palackého v Olomouci, República Checa)
Gonzalo Cerruela-García (Universidad de Córdoba)
Ricardo Coelho (Universidade Federal de São Paulo, Brasil)
Patricia Conde-Clemente (European Centre for Soft Computing)
Pablo Cordero (Universidad de Málaga)
Maritza Correa-Valencia (Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia)
Rocío de Andrés (Universidad de Salamanca)
Lynn D'Eer (Universiteit Gent, Bélgica)
Juan Carlos Díaz (Universidad de Cádiz)
Félix Díaz-Hermida (Universidade de Santiago de Compostela)
Irene Díaz-Valenzuela (Universidad de Granada)
Santiago Fernández-Lanza (Universidade de Vigo)
Miquel Ferrer (Universitat Autònoma de Barcelona)
Tommaso Flaminio (Univesità dell'Insubria, Varese, Italia)
Enrique Frías-Martínez (Telefónica I+D)
Colin Fyfe (University of the West of Scotland, Paisley, Reino Unido)
Jesús García (Universidad Carlos III de Madrid)
Socorro García-Cascales (Universidad Politécnica de Cartagena)
Ángel García-Cerdaña (Universitat Pompeu-Fabra)
Nicolás García-Pedrajas (Universidad de Córdoba)
Juan Gómez-Romero (Universidad de Granada)
Manuel González-Hidalgo (Universitat de les Illes Balears)
Sergio Gramajo (Universidad Tecnológica Nacional, Resistencia, Argentina)
Pablo Hernández (Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, Venezuela)
Esteban Induráin (Universidad Pública de Navarra)
Orestes Llanes (Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba)
Julián Luengo (Universidad de Burgos)
Enrico Marchioni (Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, Francia)
Nicolás Marín (Universidad de Granada)
Enrique Martí (Universidad Carlos III de Madrid)
David Martín (Universidad Carlos III de Madrid)
Javier Martín (Universitat de les Illes Balears)
Carlos Menéndez-González (HC Energía)
Arnau Mir (Universitat de les Illes Balears)
Carlos Molina (Universidad de Jaén)
Miguel Molina-Solana (Universidad de Granada)
Ángel Mora (Universidad de Málaga)
Juan Antonio Morente-Molinera (Universidad de Granada)
Rafael Muñoz-Mas (Universitat Politècnica de València)
María G. Navarro (Instituto de Filosofía IFS-CSIC)
Carles Noguera (Ústav teorie informace a automatizace UTIA - AVČR, Praga, República Checa)
Pavel Novoa (Universidad de Holguín, Cuba)
Éldman O. Nunes (Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil)
Iván Palomares (Universidad de Jaén)
David P. Pancho (European Centre for Soft Computing)
David A. Pelta (Universidad de Granada)
Martín Pereira-Fariña (Universidade de Santiago de Compostela)
Ignacio J. Pérez (Universidad de Cádiz)
Cristina Puente (Universidad Pontificia de Comillas)
Arnaud Quirin (Centro Tecnológico de Telecomunicacions de Galicia)
Ana Belén Ramos-Guajardo (Universidad de Oviedo)
Alejandro Ramos-Soto (Universidade de Santiago de Compostela)

Daniel Rodríguez-Aguilera (Universitat de les Illes Balears)
Francisco P. Romero (Universidad de Castilla-La Mancha)
María Ros (Universidad de Granada)
Clemente Rubio-Manzano (Universidad del Bío-Bío, Chile)
María Dolores Ruiz (Universidad de Granada)
José Antonio Sáez (Universidad de Granada)
Rodrigo Salas (Universidad de Valparaíso, Chile)
Ángel Sánchez (Universidad Rey Juan Carlos)
Pedro J. Sánchez (Universidad de Jaén)
Gloria Sánchez-Torrubia (Universidad Politécnica de Madrid)
Andrés Soto (Bityvip)
Jaume Suñer (Universitat de les Illes Balears)
Carmen Torres-Blanc (Universidad Politécnica de Madrid)
Krzysztof Trawinski (European Centre for Soft Computing)
Francisco José Valverde-Albacete (Universidad Española de Educación a Distancia)
Edmundo Vergara Moreno (Universidad Nacional de Trujillo, Perú)
Yeleny Zulueta (Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba)

Tabla de contenidos

Sesión regular

<i>¿Puede la lógica fuzzy ayudar a formalizar las situaciones imponderables? (A través de Smith, Schlaudt y Fraasen)</i> Carlos Ortiz de Landázuri	1-8
<i>Operadores de T-indistinguibilidad respecto a sumas ordinales</i> Dionis Boixader y Jordi Recasens	9-14
<i>Programación lógica lingüística</i> Clemente Rubio-Manzano y Pascual Julián-Iranzo	15-20
<i>Multi-criteria decision making with linguistic labels: a comparison of two methodologies applied to energy planning</i> Arayeh Afsordegan, Mónica Sánchez, Nuria Agell, Lázaro Cremades y Siamak Zahedi	21-26
<i>Modelos de conjuntos difusos rugosos tolerantes al ruido: definiciones y propiedades</i> Lynn D'Eer, Nele Verbiest, Chris Cornelis y Lluís Godo	27-32
<i>Elicitación de probabilidades difusas</i> Eloy Vicente Cestero, Alfonso Mateos Caballero y Antonio Jiménez Martín	33-38
<i>¿Cuántos clústers hay? El algoritmo WAT</i> Gabriel Mattioli	39-44
<i>Some illustrative examples of permutability of fuzzy operators y fuzzy relations</i> Neus Carmona Cervelló, Jorge Elorza, Jordi Recasens y Jean Bragard	45-50
<i>Software para ejecutar diversos tipos de división relacional difusa</i> David E. Casas Del Rosal y José Galindo Gómez	51-56
<i>Contractible and recursively reducible measures of specificity</i> Luis Garmendia, Ramón González y Ronald R. Yager	57-60
<i>Aplicación de la lógica fuzzy a la creación áreas cortafuegos compatibles con la extracción de biomasa con fines energéticos</i> Irma Fernández Migueláñez, Javier Madrigal Olmo, Luis Garmendia, Carmen Hernando Lara y Mercedes Guijarro Guzmán	61-66
<i>Estudio preliminar sobre el uso de operadores de agregación uninorma en el modelado difuso lingüístico</i> Francisco Alfredo Márquez, Sebastià Massanet y Antonio Peregrín	67-72
<i>Modeling y control of medicine production areas</i> Daniel Fernández y Adolfo R. De Soto	73-80
<i>OWA operators in multi-criteria decision analysis</i> José M. Merigó, Jian-Bo Yang y Yu-Wang Chen	81-86
<i>José Carlos R. Alcantud y Rocío De Andrés</i> A fuzzy viewpoint of consensus measures in social choice	87-92

Extensiones difusas del análisis formal de conceptos y temas afines

<i>Towards the algebraization of Formal Concept Analysis over complete dioids</i>	93-98
Francisco J. Valverde-Albacete y Carmen Peláez-Moreno	
<i>On the construction of fuzzy Galois connections</i>	99-102
Francisca García-Pardo, Inma P. Cabrera, Pablo Cordero y Manuel Ojeda-Aciego	
<i>Algunos elementos de morfología matemática en el análisis de conceptos L-difusos</i>	103-108
Cristina Alcalde, Ana Burusco y Ramón Fuentes-González	
<i>Prefiltrado para sistemas de recomendación basado en lógica difusa</i>	109-114
Pablo Cordero, Manuel Enciso, José Luis Leiva, Ángel Mora y Carlos Rossi	
<i>A survey of general operators useful for fuzzy FCA</i>	115-120
María Eugenia Cornejo, Jesús Medina y Eloísa Ramírez-Poussa	
<i>Applying multi-adjoint relation equations to fuzzy logic programming</i>	121-126
Juan Carlos Díaz y Jesús Medina	

Toma de decisión y computación con palabras. Aplicaciones

<i>Una propuesta para medir el consenso entre agentes que valoran las alternativas mediante expresiones lingüísticas imprecisas</i>	127-132
José Luis García Lapresta	
<i>Plataforma Web 2.0 para la gestión de toma de decisiones en centros educativos</i>	133-138
Juan Antonio Morente-Molinera, Raquel Ureña-Pérez, Enrique Herrera-Viedma y Antonio Gabriel López-Herrera	
<i>Gestión de expertos con comportamientos no cooperativos en procesos de consenso en grandes grupos</i>	139-144
Francisco José Quesada, Iván Palomares y Luis Martínez	
<i>Modelo lingüístico de toma de decisiones dinámicas multicriterio con información heterogénea</i>	145- 150
Santiago Zapata, Macarena Espinilla y Luis Martínez	
<i>A new linguistic consensus model based on a fuzzy ontology as weapon of influence</i>	151-156
Ignacio J. Pérez, Juan Antonio Morente-Molinera, Robin Wikström, József Mezei, Christer Carlsson y Enrique Herrera-Viedma	
<i>Dynamic CWW engine to support decisions re-evaluation</i>	157-162
Romina Torres, Rodrigo Salas y Hernán Astudillo	
<i>Algunas interpretaciones del modelo lingüístico computacional basado en números borrosos discretos</i>	163-168
Sebastià Massanet, Juan Vicente Riera y Joan Torrens	
<i>Modelo de consenso basado en estructuras de decisión dinámicas</i>	169-174
Luis Escobar-Ramírez, Pedro J. Sánchez y Luis Martínez	
<i>S-PISNA: una herramienta de análisis para grafos difusos basada en computación con palabras para la mejora de recomendación a grupos</i>	175-180
Jorge Castro, Salud Jiménez, Manuel J. Barranco y Luis Martínez	
<i>Aplicación del uso de valoraciones hesitant lingüísticos para una consultora de inmuebles</i>	181-186
Rosana Montes, Ana María Sanchez, Pedro Villar y Francisco Herrera	
<i>Flintstones: una suite para la toma de decisiones lingüísticas basada en 2-tupla lingüísticas y extensiones</i>	187-192
Francisco Javier Estrella, Macarena Espinilla y Luis Martínez	

Funciones de implicación borrosas: Teoría y aplicaciones

<i>Implicaciones residuadas definidas a partir de uninormas discretas</i> Margarita Mas, Miquel Monserrat y Joan Torrens	193-198
<i>Nuevas contrapositivaciones de implicaciones borrosas respecto de negaciones fuertes</i> Isabel Aguiló, Jaume Suñer y Joan Torrens	199-204
<i>Sobre implicaciones polinómicas</i> Sebastià Massanet, Juan Vicente Riera y Daniel Ruiz-Aguilera	205-210
<i>El problema del orden en las implicaciones intervalo-valoradas</i> María José Asiain, Humberto Bustince, Laura De Miguel, Francisco Javier Fernández y Ana Pradera	211-216

Modelos de optimización y Soft Computing

<i>A note on generalized convexity and fuzzy optimization</i> Antonio Rufián-Lizana, Rafaela Osuna-Gómez y Yurilev Chalco-Cano	217-222
<i>Planificación de rutas orientada a la calidad del servicio con tiempos difusos</i> Julio Brito, Airam Expósito, José Andrés Moreno y José Luis Verdegay	223-228
<i>Modelos fuzzy para la selección de carteras socialmente responsables</i> Clara Calvo, Carlos Ivorra y Vicente Liern	229-234
<i>Bagim-ofp. Particionamiento fuzzy de atributos desde datos imperfectos en datasets con pocos ejemplos</i> José Manuel Cadenas, María del Carmen Garrido, Raquel Martínez y Antonio Muñoz-Ledesma	235-240
<i>Problemas logísticos del lado del mar con datos imprecisos</i> Christopher Expósito, Eduardo Lalla, María Teresa Lamata, Belén Melián y Marcos Moreno	241-246
<i>Programación por metas borrosas: un nuevo enfoque mediante programación por metas estándar</i> Mariano Jiménez, Amelia Bilbao y Mar Arenas	247-252
<i>Fortalezas de los momentos posibilísticos</i> José D. Bermúdez y Enriqueta Vercher	253-258
<i>La ordenación de unidades productivas en análisis de datos envolvente difuso</i> María Teresa León e Inmaculada Sirvent	259-264
<i>Manejo de incertidumbre en el problema de localización de cobertura máxima: una revisión con énfasis en el enfoque difuso</i> Virgilio Cruz, Antonio Masegosa, David Pelta y José Luis Verdegay	265-270
<i>Price analysis for prefabricated houses with imprecise data</i> Ricardo Coelho y Carlos Cruz	271-276

Funciones de agregación

<i>Hacia una caracterización de las uninormas discretas con operadores subyacentes suaves</i> Daniel Ruiz-Aguilera y Joan Torrens	277-282
<i>When is the aggregation of weightable metrics a weightable metric?</i> Sebastià Massanet y Óscar Valero	283-288
<i>Consistencia y estabilidad en operadores de agregación: una aplicación al problema de datos perdidos</i> Daniel Gómez, Karina Rojas, Javier Montero, J. Tinguaro Rodríguez y Gleb Beliakov	289-296
<i>On weak monotonicity of some mixture functions</i> Tomas Calvo, Gleb Beliakov y Tim Wilkin	297-302

<i>Aggregation systems in complex environments with distance measures</i> José M. Merigó	303- 308
<i>Distancias y multidistancias derivadas de operadores de diferencia simétrica</i> Isabel Aguiló, Javier Martín, Gaspar Mayor y Jaume Suñer	309-314

Soft computing en visión artificial

<i>Caracterización difusa del desplazamiento de un vehículo mediante el análisis de la codificación del movimiento en H264/AVC</i> Juan Giralt, Juan Moreno-García, Ester del Castillo, Luis Jiménez y Luis Rodríguez-Benítez	315- 320
<i>Análisis de riesgos en carretera basado en técnicas de visión artificial y lógica difusa</i> Juan Giralt, Juan Moreno-García, Ester del Castillo, Luis Jiménez y Luis Rodríguez-Benítez	321-326
<i>Generalización de los operadores morfológicos en la detección de contornos</i> Manuel González-Hidalgo, Arnau Mir, Sebastià Massanet y Daniel Ruiz-Aguilera	327-332
<i>Fusión de gradientes multiespectral basada en operadores ponderados</i> Carlos López-Molina, Eurne Barrenechea, Humberto Bustince y Bernard De Baets	333-338

Aplicaciones industriales y empresariales del Soft Computing

<i>Modelado de un vehículo aéreo no tripulado mediante combinación de técnicas paramétricas y neurodifusas</i> Jesús Enrique Sierra y Matilde Santos	339-344
<i>Segmentación de defectos en piezas de fundido usando umbrales adaptativos y ensembles</i> José Francisco Díez-Pastor, Álar Arnaz-González, César García-Osorio y Juan José Rodríguez	345-350
<i>Selección de instancias en regresión mediante discretización</i> Álar Arnaz-González, José Francisco Díez-Pastor, Juan José Rodríguez y César García-Osorio	351-356
<i>Mantenimiento predictivo de máquinas de pasteurización hiperbárica con técnicas de minería de datos</i> Pedro Santos González, Jesús Maudes Raedo, Andrés Bustillo Iglesias, Julio Garrido Sánchez y Jaime Martínez García	357-362
<i>Effects of molecular representation in predicting the biological activity using SVM and PLS approachess</i> Gonzalo Cerruela-García, Irene Luque-Ruiz, Nicolás García-Pedrajas y Miguel Ángel Gómez-Nieto	363-368
<i>Equilibrio entre prioridades del cliente y reducción de costes</i> Joaquín Pacheco y Amaya Martínez-Puras	369-374
<i>Inteligencia Artificial para determinar la calidad en láminas metálicas texturizada por EDT</i> Maritza Correa-Valencia y Jorge Pamies-Teixeira	375-380

Descripciones lingüísticas de fenómenos complejos: modelos, técnicas y aplicaciones

<i>Finding suitable time partitions for the linguistic summarization of time series</i> Rita Castillo-Ortega, Nicolás Marín y Daniel Sánchez	381-386
<i>Extensión del concepto de percepción computacional utilizando Z-numbers</i> Patricia Conde-Clemente, José M. Alonso y Gracián Triviño	387-392
<i>Antecedentes, lagunas y nuevos resultados en conjuntos tipo 2</i> Pablo Hernández, Susana Cubillo y Carmen Torres-Blanc	393-398

<i>Descripción lingüística sobre evolución de la deforestación</i> Éldman O. Nunes, Ángel Sánchez y Gracián Triviño	399-404
<i>Generación automática de predicciones meteorológicas a corto plazo: metodología y validación</i> Alejandro Ramos-Soto, Alberto Bugarín y Senén Barro	405-410
<i>Variables lingüísticas y codificación dispersa</i> Adolfo R. de Soto	411-416
<i>Modelo lingüístico del aprendizaje para la evaluación automática basada en criterios</i> Gloria Sánchez-Torrubia, Carmen Torres-Blanc y Gracián Triviño	417-422

Lógicas fuzzy: aspectos formales y temas relacionados

<i>About standard completeness of Product logic</i> Amanda Vidal, Francesc Esteva y Lluís Godó	423-428
<i>Completeness of a PSPACE algorithm for concept satisfiability in finite-valued Fuzzy Description Logics</i> Marco Cerami, Francesc Esteva	429-434
<i>On conjectures in t-norm based fuzzy logics</i> Francesc Esteva, Itziar García-Honrado y Lluís Godó	435-440

III Seminario Alfredo Deaño sobre razonamiento ordinario

<i>Percepción y ¿justificación, legitimación o sustento?</i> José L. Falguera y Santiago Peleteiro	441-446
<i>Razonando con palabras: una primera aproximación</i> Clemente Rubio-Manzano y Pascual Julián-Iranzo	447-452
<i>Bivalent and trivalent logics in the analysis of borderline cases</i> Pablo Cobreros y Laura Bujalance	453-456
<i>Alfredo Deaño y el razonamiento ordinario</i> María G. Navarro	457- 462
<i>Recursos lingüístico-formales para el silogismo aproximado</i> Martín Pereira-Fariña y Alejandro Sobrino	463-468

Visiones externas del concepto de subconjunto fuzzy

<i>Fuzzy sets from the ethics of social preferences</i> José Carlos R. Alcantud	469-474
<i>Fuzzy automata as group representations</i> Inmaculada Lizasoain y Marisol Gómez	475-478
<i>Conjuntos fuzzy desde familias anidadas</i> Edurne Barrenechea, Humberto Bustince, María Jesús Campión, Esteban Induráin y Vicki Knoblauch	479-484
<i>Subconjuntos fuzzy y ecuaciones funcionales</i> María Jesús Campión, Raquel G. Catalán, Esteban Induráin y Gustavo Ochoa	485-488
<i>Subconjuntos fuzzy a través del espectro de Uryshon</i> Francisco Javier Abrísqueta, María Jesús Campión, Asier Estevan y Esteban Induráin	489-492

Soft Computing y recuperación de información en Internet

<i>Aplicación de un sistema de recomendaciones que combina relevancia y calidad en una biblioteca digital universitaria</i>	493-498
Álvaro Tejada-Lorente, Carlos Porcel, Juan Bernabé-Moreno, María Ángeles Martínez y Enrique Herrera-Viedma	
<i>Un modelo para evaluar la calidad de las bibliotecas 2.0 usando computación con palabras</i>	499-504
Francisco Javier Cabrerizo, Rubén Heradio, David Fernández-Amorós, Manuel Herrera, Raquel Ureña y Enrique Herrera-Viedma	
<i>Combinando variables lingüísticas y ontologías para la consulta flexible de base de datos</i>	505-510
Clemente Rubio-Manzano, Pascual Julián-Iranzo y Esteban Salazar-Santis	
<i>Un método de agrupamiento semisupervisado difuso: aplicación en el ámbito de la clasificación de publicaciones científicas</i>	511-516
Irene Díaz-Valenzuela, María José Martín-Bautista y Amparo Vila	
<i>Estudio comparativo sobre el empleo de diccionarios en el análisis de sentimientos en textos cortos</i>	517-522
Andrés Soto, Carlos Cabrero, Antonio Menta, David Corbatón, Pedro Martín y Asier Ruiz de Alegría	
<i>Aplicación de la lógica borrosa para la calificación de información clínica bajo criterios de calidad de datos</i>	523-528
Francisco P. Romero, José Ángel Olivas, Jesús Serrano-Guerrero, Ismael Caballero, Mauro J. Oruezábal, Israel Alonso y David Contreras	
<i>Identifying citation classics in fuzzy set field using the concept of h-classics</i>	529-534
Manuel Jesús Cobo, María Ángeles Martínez, Antonio Gabriel López-Herrera y Enrique Herrera-Viedma	
<i>Búsqueda conceptual en la Web basada en imágenes y su contexto</i>	535-540
Abril Ayala-Sánchez y José Ángel Olivas	

Fusión de información

<i>Modelos de representación de imprecisión e incertidumbre en fusión de alto nivel</i>	541-546
Juan Gómez-Romero, Jesús García y José M. Molina	
<i>In-vehicle sensor fusion methodology for pedestrian detection with danger estimation</i>	547-552
David Martín, Fernando García, Arturo de la Escalera y José María Armingol	
<i>Sistema de localización en interiores basado en la fusión de información</i>	553-558
Gabriel Villarrubia, Juan F. de Paz, Javier Bajo y Juan M. Corchado	
<i>Sentencias cuantificadas difusas: aplicaciones a la fusión de información</i>	559-564
María Dolores Ruiz, Juan Gómez-Romero, Daniel Sánchez y María José Martín-Bautista	

Lógica borrosa y didáctica

<i>Scientific progress and cognitive development and fuzzy concepts - Historical-philosophical remarks</i>	565-572
Rudolf Seising	
<i>Reflexiones sobre el tratamiento de lo incierto en Educación Primaria en España</i>	573-578
Ángela Blanco-Fernández, Itziar García-Honrado, Ana Belén Ramos-Guajardo y Luis J. Rodríguez	
<i>Ejemplificación del uso de conjuntos borrosos en la valoración de la calidad de la enseñanza</i>	579-584
Miquel Ferrer y Itziar García-Honrado	
<i>Una experiencia docente sobre el uso cotidiano de las diferentes lógicas</i>	585-590
J. Tinguaro Rodríguez, Carely Guada y Javier Montero	

Soft Computing en aprendizaje

<i>Diseño de métodos de combinación de clasificadores difusos para problemas de alta dimensionalidad mediante random oracles</i> Krzysztof Trawinski, Arnaud Quirin y Óscar Cordón	591- 596
<i>Analyzing fuzzy rule-based systems with fimgams in Knime</i> David P. Pancho, Jose M. Alonso, Tobias Kötter, Michael R. Berthold, Luis Magdalena	597-602
<i>Mejorando la clasificación multi-clase en FARC-HD mediante el uso de la estrategia uno-contra-uno: adaptando el sistema de inferencia</i> Mikel Elcano, Mikel Galar, José Antonio Sanz, Edurne Barrenechea, Francisco Herrera y Humberto Bustince	603-608
<i>Multilayer perceptron ensembles (MLP ensembles) in modelling microhabitat suitability for freshwater fish</i> Rafael Muñoz-Mas, Juan Diego Alcaraz-Hernández y Francisco Martínez-Capel	609-614
<i>Un estudio preliminar sobre clasificación de huellas dactilares con sistemas de clasificación basados en reglas difusas</i> Mikel Galar, José Antonio Sanz, Miguel Pagola, Humberto Bustince y Francisco Herrera	615-620
<i>Diseño de un sistema de clasificación basado en reglas difusas para one-class mediante el aprendizaje genético de la base de datos</i> Pedro Villar, Ana María Sánchez, Rosana Montes y Francisco Herrera	621-626

Minería de datos, texto y web

<i>Minería de datos y gestión energética: tendencias actuales</i> Miguel Molina-Solana, María Ros, María José Martín-Bautista y Amparo Vila	627-632
<i>Reglas de asociación difusas para la detección de anomalías</i> María Dolores Ruiz, Daniel Sánchez, María José Martín-Bautista, Amparo Vila y Miguel Delgado	633-638
<i>Complexity reduction in classification based on associations over datacubes</i> Carlos Molina, Belén Prados-Suárez, Daniel Sánchez y Amparo Vila	639-644
<i>Clustering with fuzzy coverings</i> Daniel Sánchez y José María Serrano	645-650

ESTYLF2014

XVII CONGRESO ESPAÑOL SOBRE
TECNOLOGÍAS Y LÓGICA FUZZY

SPONSORS



Universidad
Zaragoza



Departamento de
Informática e Ingeniería
de Sistemas
Universidad Zaragoza



Instituto Universitario de Investigación
de **Ingeniería de Aragón**
Universidad Zaragoza



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



EUROPEAN SOCIETY
FOR FUZZY LOGIC
AND TECHNOLOGY



GRANADA EXCELLENCE NETWORK
OF INNOVATION LABORATORIES

estylf2014.unizar.es



9 788415 688761