

La lógica difusa en la selección de talento humano

The logic fuzzy in the human resources selection

Henry Hurtado Bolaños¹

Ricardo Gómez Narváez²

1 Licenciado en Matemáticas, Magíster en Ciencias de la Organización, grupo de investigación llama, director Semillero de investigación Navegantes, Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

2 Matemático, Magíster en Enseñanza de las Ciencias Naturales y Exactas, Semillero de Investigación Navegantes, Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Resumen

Objetivo: Se estudió la lógica difusa como una alternativa para la toma de decisiones en diferentes tópicos de la actividad humana. **Método:** Se realizó una revisión bibliográfica en las principales bases de datos sobre aplicaciones de la lógica difusa y cómo ha sido útil para mejores decisiones. Se desarrolló un ejercicio de lógica difusa para la selección de tutores en la UNAD usando álgebra matricial. **Resultados:** Se mostró el número de publicaciones sobre lógica difusa en las bases de datos consultadas, se realizó una aplicación de lógica difusa en la selección de tutores de tiempo completo, medio tiempo y hora cátedra en la UNAD donde se observa la aplicación del álgebra matricial. **Discusión y conclusiones:** La lógica difusa resuelve el problema de las interpretaciones semánticas como alto o bajo, costoso o económico, conveniente o inconveniente.

Palabras clave

Mejoramiento, bienestar, desarrollo, lógica

Abstract

Objective, fuzzy logic was studied as an alternative for decision-making in different topics of human activity. **Method**, a bibliographic review was carried out in the main databases on applications of fuzzy logic and how it has been useful for better decisions. A fuzzy logic exercise was developed for the selection of tutors at the UNAD. **Results**, the number of publications on fuzzy logic in the databases consulted was shown, an application of fuzzy logic was made in the selection of full-time, part-time and hourly tutors at the UNAD where the application of matrix algebra is observed. **Discussion and conclusions**, fuzzy logic solves the problem of semantic interpretations such as high or low, costly or economical, convenient or inconvenient.

Keywords

Improvement, well-being, development, logic

Introducción

El objeto de la ciencia es la producción de leyes, y una ley es una proposición de orden general: Por ejemplo: Todos los cuerpos caen, todo cuerpo en movimiento tiende a seguir en movimiento, todo cuerpo en reposo tiende a seguir en reposo; estas leyes Newtonianas son leyes o proposiciones, es decir, son enunciados que se consideran ciertos o falsos. La lógica proposicional ofrece solo dos alternativas al decisor, o verdadero o falso, o encendido o apagado, o arriba o abajo, o derecha o izquierda. Y generalmente la matemática se basa en la lógica proposicional como la inferencia bayesiana, o el álgebra booleano. La lógica difusa es una disciplina matemática que usa expresiones que no son ni completamente ciertas ni totalmente falsas, por lo que se entiende por lógica difusa a un conjunto de posibles alternativas comprendidas entre 0 y 1; y además es útil para un desarrollo más avanzado en la toma de decisiones. Son ejemplos de lógica difusa, la noción de probabilidad, una probabilidad que tiende a cero significa mayor incertidumbre, una probabilidad que se acerque a uno significa mayor certeza. El coeficiente de variación de una distribución de probabilidad de datos, si se aproxima a cero se trata de una distribución homogénea de datos, si se aproxima a uno, se dice de una distribución heterogénea de datos, el coeficiente de variación es la relación entre la desviación típica y la media, es un valor comprendido entre 0 y 1. El coeficiente de correlación indica la clase de asociación que se presenta entre dos variables cuantitativas, una asociación negativa es un valor comprendido entre 0 y -1, una asociación positiva es un valor comprendido entre 0 y 1, un valor de cero en la asociación entre las variables indica que no hay correlación entre las variables. La lógica difusa ofrece un amplio espectro de posibilidades de decisión mucho más allá del modelo binario de la lógica proposicional,

Marco teórico

La lógica difusa es un modelo de decisiones para situaciones de incertidumbre, información parcial, dudosa, incompleta, con sesgos, como plantea Lobo (2017), referenciando a Aristóteles: "Hay afirmaciones que no son completamente ciertas, ni completamente falsas". La incertidumbre se manifiesta en

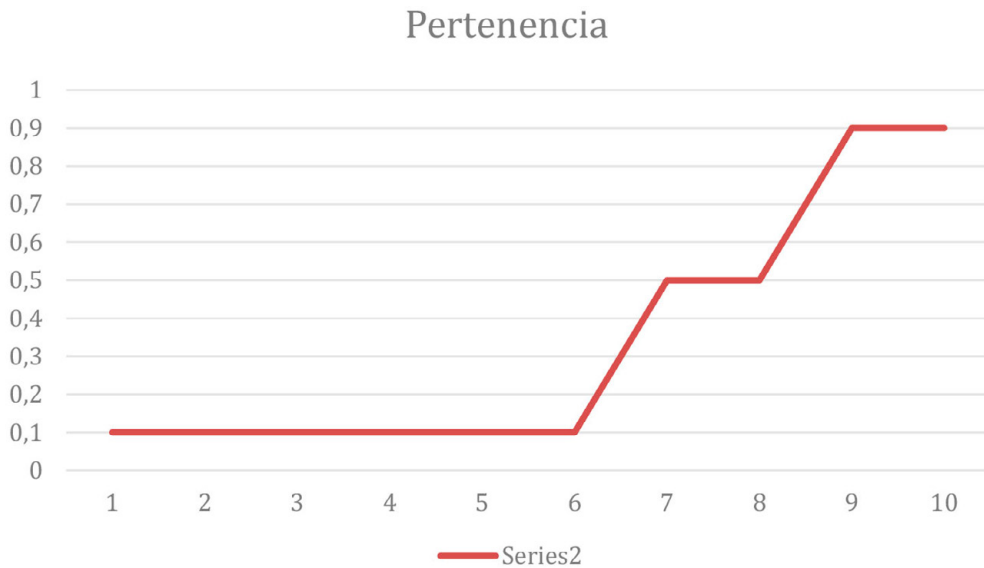
la subjetividad de las proposiciones, los Hispanoamericanos son audaces, los germanos son metódicos, los católicos se centran en el pobre y el necesitado, son proposiciones que pueden ser verdaderas o falsas, o medianamente verdaderas o falsas, o más verdaderas que falsas o más falsas que verdaderas dependiendo de determinado punto de contrastación.

Los orígenes de la lógica difusa se extienden a los conjuntos sin límites definido por Lofti Zadeh natural de la antigua República Soviética de Azerbaiyán que permitían diversas formas de pertenencia entre los elementos y los conjuntos. La lógica clásica diría que $R = \{x \text{ tal que } x \in R, -\infty < x < \infty\}$, no obstante, en este conjunto R también se encuentran contenidos los números naturales, $N = \{x \text{ tal que } x \in N, x > 0\}$ o los racionales $Q = \{x \text{ tal que } x \in Q, -\infty < x < \infty \text{ de la forma } p/q, q \neq 0\}$

La lógica clásica determinaría que una persona pertenece al conjunto de las personas altas en el contexto hispanoamericano, si y solo si, su altura está por encima de 1,80 m. La lógica difusa plantearía el grado de pertenencia de un elemento al conjunto de personas altas con base en una escala que relacione la altura en centímetros en el eje de las abscisas y el grado de pertenencia, un valor entre 0 y 1 en el eje de las Ordenadas, así:

Altura	Pertenencia
1	0.1
1.1	0.1
1.2	0.1
1.3	0.1
1.4	0.1
1.5	0.1
1.6	0.5
1.7	0.5
1.8	0.9
1.9	0.9

Y gráficamente es una función de la forma:



En los instrumentos de recolección de datos, encuestas, que utilizan como opción de respuesta la dicotomía (Si / No) corresponde a la lógica proposicional o clásica, las escalas de la clase Lyker se relacionan con la lógica difusa.

La lógica difusa no es una negación de la lógica clásica, es un desarrollo más amplio que incluye más elementos de incertidumbre que la lógica proposicional pasa por alto y mayores criterios de pertenencia.

En la lógica clásica, el criterio de pertenencia de un elemento a un conjunto, se define como:

Si U es un conjunto finito, $\forall x \in U$, $f(x) = 1$ de lo contrario $f(x) = 0$

En la lógica difusa se define como:

Si U es un conjunto finito, $\forall x \in U$, $f(x) = [0 - 1]$

En la primera definición, el elemento x pertenece, 1, o no pertenece, 0, al conjunto. Hay dos y solo dos posibilidades de pertenencia de un elemento

al conjunto U . En la segunda definición, la pertenencia es un grado entre 0 y 1, si tiende a 1, la pertenencia es mayor, si tiende a 0, la pertenencia es menor. Si el grado es 1 significa que el elemento pertenece absolutamente al conjunto U . Si el grado es 0, el elemento no pertenece al conjunto U .

En el artículo de Alfaro (2022), se deduce que la lógica clásica se relaciona con el análisis bivariado de la estadística inferencial mientras que la lógica difusa contempla el análisis multivariado de los datos, incluye interacciones, interdependencias de causalidad, relaciones de causas y efectos, correlaciones multivariadas, minimizando los errores en la modelación de los datos y permitiendo mejores incidencias. El álgebra matricial permite el análisis de la lógica difusa, puesto que permite diversas operaciones con los datos organizados en formas de matrices con n dimensiones y n combinatorias posibles.

Según Rodríguez (2014), la lógica difusa imita el funcionamiento de las redes neuronales, que realizan múltiples interconexiones entre las neuronas, y tiene una importante aplicación en el control por lógica difusa. Para este autor trabaja en procesos no lineales, supera al control digital con valores 0 o 1, la lógica difusa trabaja con reglas que se han desarrollado en las algoritmas como los bucles que se repiten hasta que se cumpla determinada condición.

La lógica difusa es una alternativa a las soluciones convencionales (Zhang, 2023) y el término difuso se extiende a números difusos, matemática difusa o álgebra lineal difusa como lo plantea Osorio (2011).

Resultados

Se realizaron búsquedas sobre lógica difusa en la red, en idioma español y en cualquier año encontrándose:

Motor de búsqueda	Publicaciones
Google Académico	15700
Dialnet	1336
Redalyc	259591
Scielo	275
Science direct	452
Scopus	425
Springer	99
Springer Deutsch	5281
Springer English	114040

En la base de datos Springer se realizó la búsqueda en alemán (Fuzzy Logik), se encontraron 5281 publicaciones y en inglés 114040 publicaciones.

Las principales aplicaciones de la lógica difusa se están centrando en automatización, computación, robótica, control y navegación, análisis estadístico multivariado, toma de decisiones multivariado, electrónica, mecatrónica, comunicaciones, medicina, e inteligencia artificial principalmente.

En la parte gerencial, la lógica difusa se está aplicando principalmente en la selección de personal, evaluación del riesgo financiero, portafolio de inversiones, predicción de mercados de valores, planeación bajo incertidumbre, prospectiva, valoración de empresas, satisfacción de servicios, selección de personal, tecnología e innovación principalmente.

La metodología QFD trabajada por Osorio (2011) es útil para desarrollar procesos de toma de decisiones con criterios múltiples. Los pasos son:

Definir las variables internas, tipo que, determinar la relevancia o valor de los que, definir las variables externas o variables cómo, construir la matriz de relaciones, construir la matriz de correlación de los cómo y fijar el peso de los cómo.

Se toma como ejemplo el nombrado algoritmo que dicese usarse para la selección de tutores en cada período de contratación, el cual puede ser una aplicación de la lógica difusa. Obsérvese:

Matriz criterios de evaluación:

Criterios de evaluación	Valor difu- so triangu- lar
Muy alto	8, 9, 10
Alto	6, 7, 8
Medio	5,6,7
Bajo	3,4,5
Muy bajo	1,2,3

Determinación del peso de los qué es:

Se denomina q al número de Qué es, y n el número de evaluadores para cada candidato a tutor ya sea tiempo completo, medio tiempo y hora cátedra. P es el peso de cada elemento. Los evaluadores, n, son tres: decano, director de centro y talento humano.

$p = \{p_i \text{ para } i = 1..q\}$

$$p_i = \frac{1}{n} * (p_{i1} + p_{i2} + \dots + p_{in})$$

Supóngase que de la evaluación de los tres evaluadores se obtuvo la siguiente matriz qué es:

Qué es	Decano	Director centro	Talento humano
Evaluación de los estudiantes	MA	MA	A
Coevaluación	MA	A	A
Autoevaluación	A	A	A
Certificaciones o diplomados	MA	MA	MA
Lengua extranjera	MA	A	A
Conocimiento del sistema MOOC	A	A	A
Documentos completos	A	A	A

Working Papers ECACEN / UNAD / 2023-1

Q es el número de que ´s, 7, y n el número de evaluadores, 3.

Peso del criterio Evaluación de los estudiantes:

$$1/3 * ((8910)+(8910)+(678))=1/3*(222528)=(7,38,339,33)$$

Peso del criterio Coevaluación:

$$1/3 * ((8910)+(678)+(678))=1/3*(202326)=(6,667,668,66)$$

Peso del criterio Autoevaluación:

$$1/3 * ((678)+(678)+(678))=1/3*(182124)=(678)$$

Peso del criterio Certificaciones:

$$1/3 * ((8910)+(8910)+(8910))=1/3*(242730)=(8910)$$

Peso del criterio lengua extranjera:

$$1/3 * ((8910)+(678)+(678))=1/3*(202326)=(6,667,668,66)$$

Peso del criterio conocimiento del sistema MOOC:

$$1/3 * ((678)+(678)+(678))=1/3*(182124)=(678)$$

Peso del criterio documentos completos:

$$1/3 * ((678)+(678)+(678))=1/3*(182124)=(678)$$

Peso de los Qué es:

Qué es	Peso	Peso	Peso
Evaluación de los estudiantes	7,3	8,3	9,3
Coevaluación	6,6	7,6	8,6
Autoevaluación	6	7	8
Certificaciones	8	9	10
Lengua extranjera	6,6	7,6	8,6
Conocimiento del sistema MOOC	6	7	8
Documentos completos	6	7	8

Matriz de relación entre los Qué es y Cómo es:

Qué es	COMO								
	TC			MT			HC		
	D	DC	TH	D	DC	TH	D	DC	TH
Evaluación de los estudiantes	MA	MA	A	A	MA	A	A	MA	A
Coevaluación	MA	A	A	A	A	A	A	M	M
Autoevaluación	MA	M	M	MA	M	B	A	M	M
Certificaciones	MA	M	A	A	MA	A	A	B	B
Lengua extranjera	A	B	A	A	M	M	A	B	B
Conocimiento del sistema MOOC	MA	M	A	A	M	A	A	MB	M
Documentos completos	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA

Para tiempo completo:

Evaluación de los estudiantes:

$$(8 \ 9 \ 10) + (8 \ 9 \ 10) + (6 \ 7 \ 8) = (22 \ 25 \ 28) * 1/3 = (7,3 \ 8,3 \ 9,3)$$

Coevaluación:

$$(8 \ 9 \ 10) + (6 \ 7 \ 8) + (6 \ 7 \ 8) = (20 \ 23 \ 26) * 1/3 = (6,7 \ 7,7 \ 8,7)$$

Autoevaluación:

$$(8\ 9\ 10)+(5\ 6\ 7)+(5\ 6\ 7)=(18\ 21\ 24)^{*1/3}=(6\ 7\ 8)$$

Certificaciones:

$$(8\ 9\ 10)+(5\ 6\ 7)+(6\ 7\ 8)=(19\ 24\ 25)^{*1/3}=(6,3\ 8\ 8,3)$$

Lengua extranjera:

$$(6\ 7\ 8)+(3\ 4\ 5)+(6\ 7\ 8)=(15\ 18\ 21)^{*1/3}=(5\ 6\ 7)$$

Conocimiento del sistema MOOC:

$$(8\ 9\ 10)+(5\ 6\ 7)+(6\ 7\ 8)=(19\ 24\ 25)^{*1/3}=(6,3\ 8\ 8,3)$$

Documentos completos:

$$(8\ 9\ 10)+(8\ 9\ 10)+(8\ 9\ 10)=(24\ 27\ 30)^{*1/3}=(8\ 9\ 10)$$

Ahora, se sumaron los vectores de cada qué, y se multiplicó por el escalar $1/q$ que corresponde a $1/7$, dando el vector final de evaluación para un tutor de tiempo completo.

$$(7,3\ 8,3\ 9,3)+(6,7\ 7,7\ 8,7)+(6\ 7\ 8)+(6,3\ 8\ 8,3)+(5\ 6\ 7)+(6,3\ 8\ 8,3)+(8\ 9\ 10)=(45,7\ 54,6\ 59,6)^{*1/7}=(6,5\ 7,8\ 8,5)$$

Es decir, un candidato que obtenga un resultado entre 6,5 y 8,5 (escala difusa) puede ser elegido como tutor de tiempo completo.

Así sucesivamente para los tutores de medio tiempo y hora cátedra.

Discusión y conclusiones

La lógica difusa se caracteriza porque expresa proposiciones de orden cualitativo en escalas cuantitativas, tratados como objetos matemáticos expresados como conjuntos y operados con el álgebra matricial, de tal manera que la falta de precisión del léxico como grande o pequeño, amplio o angosto, costoso o económico, beneficioso o desventajoso pueden ser tratado como variabilidades que permiten tomar decisiones basado en la teoría de la probabilidad.

En la lógica formal las categorías de pertenencia son mutuamente excluyentes, el elemento x pertenece a una y solo una categoría, en la lógica difusa un elemento puede pertenecer a más de una categoría, obsérvese como la categoría Muy Alto incluye los valores 8 a 10 y la categoría Alto incluye los valores 6 a 8, la calificación 8 está tanto en la categoría Muy Alto como en la categoría Alto, he ahí la característica difusa del análisis, esta cualidad de la lógica difusa es un atributo de la inteligencia artificial y sus desarrollos.

La aplicación de la lógica difusa requiere un conocimiento del álgebra matricial, y dado que tiene variaciones no se muestra una linealidad, hay sesgos, el objetivo en nuestro caso fue buscar el perfil adecuado que permite un margen de elección, se observa que las categorías se entrelazan y muestran un funcionamiento similar a la toma de decisiones humanas, aunque se desea mostrar a la lógica difusa como un asunto absolutamente racional, no lo es, puesto que tiene en cuenta incertidumbres que surgen de las calificaciones subjetivas de los evaluadores como se nota en el ejercicio de selección de tutores mostrado en este documento.

Referencias

Alfaro-Calderón, G. G. (2022). Los efectos de la segunda generación en la gestión empresarial. *Inquietud Empresarial*, 22(1), I-IV. <https://doi.org/10.19053/01211048.14359>

Working Papers ECACEN / UNAD / 2023-1

Lobo Palacios, D. (2017). Introducción a la lógica difusa y sus aplicaciones. *TEMat*, 1, pp. 53-67. <https://temat.es/articulo/2017-p53>.

Osorio, J. C. (2011). *QFD difuso para la toma de decisiones multicriterio – ejemplo de aplicación*. <http://www.redalyc.org/pdf/4962/496250980004.pdf>

Rodriguez, A. A. (2017). *OVI Unidad 1 - Sistemas Avanzados de Control*. [Objeto_virtual_de_Informacion_OVI]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/12337>

Zhang, Q. (2023). *Fuzzy-Logik als Alternative zu konventionellen Lösungsansätzen*. GRIN Verlag.