

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE EVALUACIÓN DE PROVEEDORES DIFUSO PARA UNA PYME EN EL SUR DE GUANAJUATO

Álvarez Niño, Elizabeth (1), Baeza Serrato, Roberto (2)

¹ [Lic. Gestión Empresarial, Universidad de Guanajuato] | [e.alvareznino@ugto.mx]

² [Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [r.baeza@ugto.mx]

Resumen

Las Pequeñas Empresas carecen de desarrollos tecnológicos y de sistemas de evaluación de proveedores. Esta Investigación propone el desarrollo de un sistema de evaluación de Proveedores Difuso tipo MAMDANI para una PyME, integrando condiciones de incertidumbre. Se utilizan dos variables lingüísticas de entrada con tres etiquetas lingüísticas cada una de ellas. Se utiliza una variable lingüística de Salida y tres etiquetas lingüísticas. Se utilizan funciones de membresía del tipo Sigmoidal. Las etapas de implicación y agregación, están basadas en reglas de conocimiento obtenidas por los expertos de la empresa en estudio. Se realiza la validación del sistema con datos reales en un casi de estudio para una PyME en el sur de Guanajuato

Abstract

Small businesses lack technological developments and supplier evaluation systems. This research proposes the development of a MAMDANI diffuse supplier's evaluation system for a SME, integrating conditions of uncertainty two linguistic input variables are used with three language labels each. Membership functions of the sigmoidal type are used. The stages of implication and aggregation are based on knowledge rules obtained by the experts of the company under study. The system is validated with real data in an almost study for a SME in the south of Guanajuato.

Palabras clave

Sistema Difuso; Proveedores; Función de Membresía; Implicación; Agregación

INTRODUCCIÓN

Las pequeñas y medianas empresas dominan la etapa empresarial mundial debido a su número absoluto. Más del 95% de las empresas de todo el mundo son PyMES [1]. Las PyMES son fundamentales para el desarrollo económico de México, pues contribuyen con el 52% del PIB, y generan 78,5% de empleos formales. En el Estado de Guanajuato, el 99% de las unidades de producción son PYMES, y estas coadyuvan con el 67% del empleo [2]. Valorando la importancia de este sector a nivel global, el caso de estudio se centra en una PyME, utilizando para este caso la teoría de lógica difusa en el desarrollo de un sistema de evaluación de proveedores difuso tipo 1 Mamdani. Un sistema difuso, es un sistema no lineal con una base de conocimiento que consiste en reglas difusas SI-ENTONCES. El valor de entrada al sistema difuso se transforma en un valor de salida utilizando la lógica difusa [3]. En estos sistemas, las variables, de tipo lingüístico, permiten procesar información tanto cualitativa como cuantitativa dado que toman como valores etiquetas asociables a conceptos del lenguaje común [4]. El presente estudio se desarrolló en un Restaurante de Pescados y Mariscos conocido en la región como los “Pinitos”, se recolectaron tiempos de entrega y número de defectos por cada pedido de seis de los proveedores principales, para el desarrollo del sistema difuso proporcionando de esta manera una herramienta matemática útil para la evaluación de proveedores permitiendo así manejar la vaguedad e imprecisión de los datos y soportando la toma de decisiones con un método formal.

Marco Teórico

En la Figura 1 se muestra la configuración básica de un sistema tipo Mamdani.

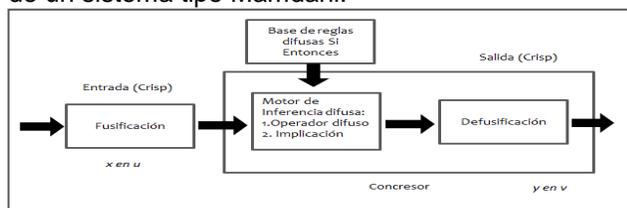


Imagen 1 Configuración básica de un sistema Mamdani

Revisión de la Literatura

En el presente apartado se muestra el resultado de una significativa búsqueda de aplicaciones en torno a la evaluación de proveedores y lógica difusa. Para [5] uno de los pasos fundamentales para tomar las decisiones correctas en las compras es la evaluación de los proveedores. Según [6] cualquier actividad involucra, la evaluación de un conjunto de alternativas en términos de un conjunto de criterios. Por tanto, es necesario contar con herramientas que permitan discernir sobre las alternativas. De acuerdo a esto se concluyó que para la toma de decisiones es necesario realizar una evaluación de proveedores y además contar con una herramienta que permita evaluar entre ciertas alternativas para tomar una decisión acertada. En [7] se hace uso de la lógica difusa permitiendo manejar información imprecisa e incompleta para la evaluación del Programa Hábitat. En [8] se construyó un sistema experto de control borroso que permita decidir sobre la concesión o no de ayudas públicas a personas para la creación de empresas. Estos artículos soportaron la importancia que tiene el uso de la lógica difusa para la creación de un sistema difuso para la toma de decisiones en la PyME. En [9] se utilizó como variable lingüística de entrada (tiempo) en minutos correspondiente al surtido de agua, hacia el tanque de dosificación y la correspondiente a la etapa de maceración. En [10] se hace uso de la lógica difusa, donde para las variables de entrada AIL y AIE se definieron tres etiquetas lingüísticas. En [11] se presenta el desarrollo de un sistema inteligente difuso tipo Mamdani, para la generación de un índice genérico de calidad del agua, el método de Defuzificación utilizado fue el método del centroide. En base a esto en el caso de estudio se desarrolló un sistema difuso tipo Mamdani donde se utilizó como variable lingüística de entrada el tiempo de entrega de los proveedores, y para cada variable lingüística de entrada se utilizaron tres etiquetas lingüísticas, utilizando para la defuzificación el método del centroide. En [12] se valida el uso de la LD como herramienta para la evaluación de actitudes en estudiantes universitarios, y posibilita la generación de un Sistema Difuso que pueda ser aplicado de forma

general; por lo que para la PyME al crear un sistema difuso para la evaluación de proveedores se le posibilita una herramienta útil para cualquier tipo de evaluación. Mediante este apartado se pudo indagar los diferentes aportes relacionados con la lógica difusa, explorando la información actualizada, a través de la revisión de literatura, generando nuevos conocimientos y sirviendo de soporte para el estudio de caso.

MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se muestra la metodología empleada para el caso de estudio; como primera parte se identifica el caso de estudio, se hace una revisión de la literatura y marco teórico, se recolectan los tiempos de entrega y número de defectos en cada pedido de 6 de los proveedores principales de la PyME, se procede al desarrollo del sistema difuso comenzando por la fuzzificación de las variables lingüísticas de entrada y salida, se hace la evaluación a través de reglas se procede a la etapa de agregación e implicación y se obtiene la defuzzificación, obteniendo de esta manera los resultados y conclusiones véase Imagen. 2.

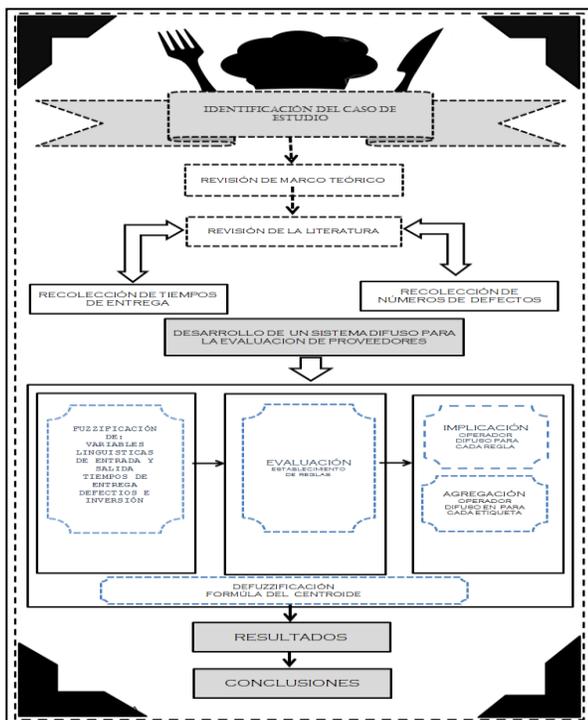


Imagen 2 Metodología

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo de un Sistema difuso

Para el desarrollo del Sistema Difuso se utilizó una hoja de cálculo Excel; lo principal fue la recolección de tiempos de entrega y número de defectos por pedido de seis de los proveedores principales de la PyME; y después como se muestra a continuación se procede a realizar cada una de las fases que componen el sistema difuso tipo 1 Mamdani.

Fase 1. Fuzzificación: se lleva a cabo la fuzzificación de las variables lingüísticas de entrada y Salida por medio de la transformación de datos reales a difusos en función de la membresía Sigmoidal y a través de las etiquetas lingüísticas: malo, regular y excelente para las variables de entrada y baja, mediana y alta para la variable lingüística de salida. En la Imagen 3 y 4 se muestran los valores (a, m, b) para la función Sigmoidal en el caso de las Variable lingüísticas de entrada: Tiempo de Entrega y Defectos

FUZZIFICACIÓN									
Proveedor: Agencia Corona									
Variable Lingüística	Etiquetas Lingüísticas								
TIEMPO DE ENTREGA	MALO			REGULAR			EXCELENTE		
	a	m	b	a	m	b	a	m	b
	60	58	56	56	54	52	52	50	48

Imagen 3 Valores (a, m, b) para la Variable Lingüística de entrada: Tiempo de Entrega

FUZZIFICACIÓN									
Proveedor: Agencia Corona									
Variable Lingüísticas	Etiquetas Lingüísticas								
Defectos	EXCELENTE			REGULAR			MALO		
	a	m	b	a	m	b	a	m	b
	0	1	2	3	4	5	5	6	7

Imagen 4 Valores (a, m, b) para la Variable Lingüística de entrada: Defectos

En seguida se puede apreciar la fuzzificación de las variables lingüísticas de entrada: Tiempo de entrega y defectos a través de la función de membresía Sigmoidal representadas mediante las tres etiquetas lingüísticas: malo regular y excelente; véase imagen 5 y 6.

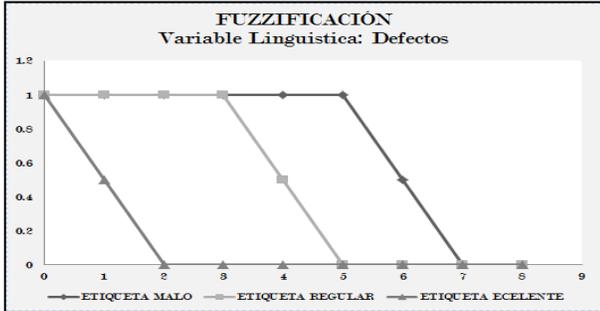


Imagen 5 Fuzzificación de la variable lingüística defectos a través de la función de membresía Sigmoidal

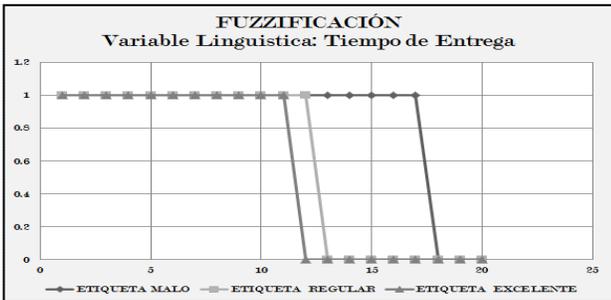


Imagen 6 Fuzzificación de la variable lingüística Tiempo de entrega a través de la función de membresía Sigmoidal

Para la variable de salida se hizo el mismo procedimiento para la fuzzificación primero se establecieron los valores de a, m y b para cada etiqueta lingüística; véase imagen 7, y en seguida se aprecia la fuzzificación de la variable lingüística de salida a través de la función de membresía Sigmoidal con las etiquetas lingüísticas: baja, mediana y alta, ver imagen 8.

FUZZIFICACIÓN									
Proveedor: Agencia Corona									
Variable Lingüística	Etiquetas Lingüísticas								
	BAJA			MEDIANA			ALTA		
INVERSIÓN	a	m	b	a	m	b	a	m	b
	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500

Imagen 7 Valores (a, m, b) para la variable lingüística de salida: Inversión



Imagen 8 Fuzzificación de la Variable Lingüística de Salida Inversión en a través de la función de membresía Sigmoidal

Fase 2. Evaluación: Para la evaluación se definieron nueve reglas difusas mediante la combinación de las etiquetas de cada variable lingüística; que sirvieron como base para la toma de decisiones a través de las cuales el sistema funciona

Fase 3 y 4: Implicación y Agregación

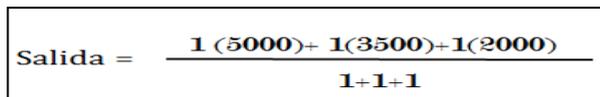
Después de la evaluación se procede a la etapa de implicación en la cual se agregó el operador difuso "or" el cual toma el valor máximo para cada una de las reglas y la agregación consiste en determinar de igual forma con el operador "or" el valor máximo para cada etiqueta lingüística de la variable de salida. Véase Imagen 9

EVALUACIÓN								
Proveedor: Agencia Corona								
TIEMPO DE ENTREGA	ETIQUETAS LINGÜÍSTICAS	FUZZIFICACIÓN	DEFECTOS	ETIQUETAS LINGÜÍSTICAS	FUZZIFICACIÓN	INVERSIÓN	IMPLICACIÓN	AGREGACIÓN
48.08	MALO	1	4	EXCELENTE	0	MEDIANA	1	
48.08	MALO	0	4	REGULAR	0.5	BAJA	0.5	
48.08	MALO	0	4	MALO	1	BAJA	1	1 ALTA
48.08	REGULAR	1	4	EXCELENTE	0	ALTA	1	1 MEDIANA
48.08	REGULAR	0	4	REGULAR	0.5	MEDIANA	0.5	1 BAJA
48.08	REGULAR	0	4	MALO	1	BAJA	1	
48.08	EXCELENTE	1	4	EXCELENTE	0	ALTA	1	
48.08	EXCELENTE	0	4	REGULAR	0.5	ALTA	0.5	
48.08	EXCELENTE	0	4	MALO	1	MEDIANA	1	
TIEMPO DE ENTREGA	48.08							
DEFECTOS	4							

Imagen 9 Evaluación, Implicación y Agregación

Fase 5. Defuzzificación: La Etapa Final es la defuzzificación donde se conoce el resultado esperado, en este caso se obtuvo a través de las variables lingüísticas de entrada: tiempo de entrega y número de defectos por pedido arrojando así la inversión adecuada para cada proveedor de acuerdo a estos criterios; utilizando el cálculo de centro de área bajo la curva o fórmula del centroide se puede obtener la defuzzificación para este proveedor se aprecia que el sistema arroja una inversión de 3500 con un tiempo de 48.08 hr/min y 4 defectos, obteniendo una inversión mediana para este proveedor ya que si bien el tiempo de entrega es corto hay una cantidad de defectos considerable. Véase Imagen 11

$$salida = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \mu_C(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_C(x_i)} \quad (2)$$



$$Salida = \frac{1(5000) + 1(3500) + 1(2000)}{1 + 1 + 1}$$

Imagen 10 Aplicación de la Fórmula del Centroide



DEFUZZIFICACIÓN
3500

Imagen 11 Defuzzificación

CONCLUSIONES

El presente estudio se realizó en un Restaurante de Pescados y Mariscos ubicado en el sur de Guanajuato, en el cual se detectó una oportunidad de mejora; la administración del lugar es empírica y carece de herramientas útiles para su desarrollo competitivo; se desarrolló un sistema de evaluación de proveedores difuso, el cual proporciona una herramienta útil y formal para el tratamiento de la incertidumbre y vaguedad de la información disponible; permitiendo acceder a un sistema matemático para la toma de decisiones en la PyME. Como trabajos futuros se llevará a cabo la implementación del sistema de evaluación de proveedores difuso en la PyME.

REFERENCIAS

- [1] Pérez, L., Cambra Fierro, J. (2015) "Generación de Valor en Contextos B2B: La Perspectiva de las Pymes", *European Business Review*, 27, 297-317 DOI: 10.1108/EBR-05-2014-0045.
- [2] Espinoza Mosqueda, R., Aguilar Camacho, M.J. & Luna Correa, J.E. (2014) Toma de Decisiones en las PYMEs Mexicanas: el valor estratégico de un simulador presupuestario de tipo Industrial. *Tec Empresarial*, 7-18.
- [3] Tremante, P. & Brea, E. (2014). Una visión de la Teoría y los sistemas difusos enfocados al control difuso. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 4(12), 121-136.
- [4] Puente, J., García N., Fernández, I. & Parreño J. (2008). Modelo borroso para la evaluación y selección de proveedores. *International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*. 1523-1531

[5] Espitia Cuchango, H.E. & Soriano Méndez, J.J. (2010) Sistema de Inferencia Difusa basado en relaciones Booleanas. *Ingeniería*, 15(2), 52-66.

[6] Gil Guzmán, K.M., Chao Bataller, A., Muñoz Gutiérrez, S. & Espín Andrade, R. (2010). Aplicación de la Lógica Difusa compensatoria en la selección de oferta de Armaduras Ópticas. *Dirección*, 31(2), 1-9

[7] Flores Payán, L. & Vallejo J.R. (2015). Evaluación de políticas y programas sociales mediante lógica difusa. *nóesis Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 24(47), 84-113.

[8] Cearra Mendiáldua, J., Orizaola Iniesta, P, M. & Jiménez López, M. (2014). Utilización de la Lógica borrosa en la selección de personas e ideas para la participación de programas públicos en ayuda a la creación de empresas. *Cuadernos de Gestión*, 14(2),73-98.

[9] Lujan Corro, M. & Vásquez Villalobos, V. (2010). Control Automático con lógica difusa de la producción de cerveza artesanal en las etapas de maceración y cocción. *Scientia Agropecuaria* 1,125-137

[10] Soria Barreda, L., Almaguer Ochoa, M.R., Díaz Vera, J.C. & Arza Pérez. L. (2016). Generalización del método de puntos de función utilizando lógica difusa. *Revistas Cubanas de Ciencias Informáticas*, 10(1), 110-123.

[11] Fernández Nelson, C., Carvajal, L. & Colina, E. (2010). Sistema Difuso Tipo Mamdani para la determinación genérica de la Calidad del Agua. *Revistas de la Facultad de Ciencias Básicas*. 8(1),1-17.

[12] Asdrúbal Arroyo, B. & Antolínez N. T. (2015). La Lógica Difusa como herramienta de evaluación en el sector universitario. *Revista de Educación*.