



## Modelo de recomendación basado en conocimiento empleando números SVN

### A knowledge-based recommendation framework using SVN numbers

Roddy Cabezas Padilla<sup>1</sup>, José González Ruiz<sup>2</sup>, Milton Villegas Alava<sup>3</sup>, Maikel Leyva Vázquez<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Administrativas, Guayaquil Ecuador. E-mail: roddy.cabezasp@ug.edu.ec

<sup>2</sup>Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. E-mail: jose.gonzalezr@ug.edu.ec

<sup>3</sup>Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Administrativas, Guayaquil Ecuador. E-mail: milton.villegasa@ug.edu.ec

<sup>4</sup>Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. E-mail: mleyvaz@gmail.com

#### Abstract.

Knowledge based recommender systems despite its usefulness and high impact have some shortcomings. Among its limitations are lack of more flexible models, the inclusion of indeterminacy of the factors involved for computing a global similarity. In this paper, a new knowledge based recommendation models based SVN number is presented. It includes data base construction, client profiling, products filtering and generation of recommendation. Its implementation makes possible to improve reliability and including indeterminacy in product and user profile. An illustrative example is shown to demonstrate the model applicability.

**Keywords:** recommendation systems, neutrosophy, SVN numbers

#### 1. Introducción

Los modelos de recomendación basada en conocimiento realizan sugerencias haciendo inferencias sobre las necesidades del usuario y sus preferencias [1-3]. El enfoque basado en conocimiento se distingue en el sentido que usan conocimiento sobre cómo un objeto en particular puede satisfacer las necesidades del usuario, y por lo tanto tiene la capacidad de razonar sobre la relación entre una necesidad y la posible recomendación que se mostrará.

Se basan en la construcción de perfiles de usuario como una estructura de conocimiento que apoye la inferencia la cual se puede ser enriquecida con la utilización de expresiones que emplea lenguaje natural [2, 4]. En [5] se propone un modelo de recomendación que hace uso de las redes sociales y la neutrosofía para en el campo del e-learning pero no puede ser clasificado en el campo de los sistemas de recomendación basados en conocimiento.

En el presente trabajo se propone un modelo de recomendación basado en conocimiento utilizando el de números neutrosófica de valor único (SVN por sus siglas en inglés) permitiendo la utilización de variables lingüísticas [6].

El artículo continúa de la siguiente forma: en la sección 2 se discute la neutrosófica y los números SVN, a continuación, se analizan los modelos de recomendación basados en conocimiento. Se presenta el modelo propuesto y un ejemplo en las secciones 4 y 5 respectivamente. El trabajo termina con las conclusiones y recomendaciones de trabajo futuro.

## 2. Neutrosofía y números SVN

La neutrosofía fue propuesta por y Smarandache [7] para el tratamiento de la neutralidades. Esta ha formado las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica[8, 9].

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado a continuación [10]:

sean  $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}$  una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales a  $N$ , esto es que por cada sentencia  $p$  tenemos:

$$v(p) = (T, I, F) \quad (1)$$

Con el propósito facilitar la aplicación práctica a problema de la toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta los conjuntos neutrosóficos de valor único [11] (SVNS por sus siglas en inglés) los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas [12] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación.

Sea  $X$  un universo de discurso. Un SVNS  $A$  sobre  $X$  es un objeto de la forma.

$$A = \{(x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)) : x \in X\} \quad (2)$$

donde  $u_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$ ,  $r_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$  y  $v_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$  con  $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) \leq 3$  para todo  $x \in X$ . El intervalo  $u_A(x)$ ,  $r_A(x)$  y  $v_A(x)$  denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de  $x$  en  $A$ , respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como  $A = (a, b, c)$ , donde  $a, b, c \in [0, 1]$ , y  $a + b + c \leq 3$ .

Para la obtención del base de datos de los productos el perfil de los usuarios es obtenido mediante números neutrosóficos de valor único (SVN por sus siglas en inglés)[13, 14].

Sea  $A^* = (A_1^*, A_2^*, \dots, A_n^*)$  sea un vector de números SVN tal que  $A_j^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$   $j=(1, 2, \dots, n)$  y  $B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im})$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) sean  $m$  vectores de  $n$  SVN números tal que y  $B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ), ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) entonces la distancia euclidiana es definida como. Las  $B_i$  y  $A^*$  resulta[14]:

$$d_i = \left( \frac{1}{3} \sum_{j=1}^n \left\{ (|a_{ij} - a_j^*|)^2 + (|b_{ij} - b_j^*|)^2 + (|c_{ij} - c_j^*|)^2 \right\} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

( $i = 1, 2, \dots, m$ )

A partir de esta distancia euclidiana se puede definir una medida de similitud [15].

En la medida en que la alternativa se  $A_i$  se encuentra más semejante perfil del usuario ( $s_i$  mayor) mejor será esta, permitiendo establecer un orden entre alternativas [12].

## 3. Modelo propuesto

A continuación, se presenta el flujo de trabajo. Está basado fundamentalmente en la propuesta de Cordón [2, 16, 17] para sistemas de recomendación basados en conocimiento permitiendo representar términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN.

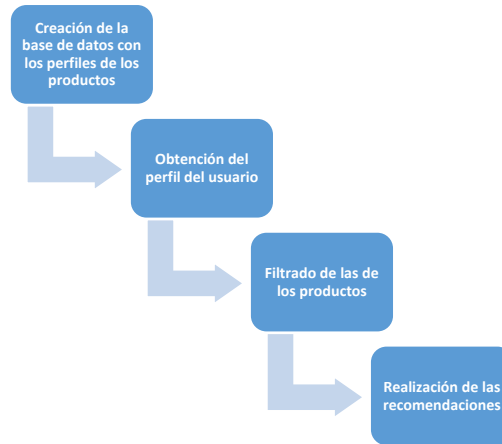


Figura 1. Modelo propuesto

La descripción detallada de cada una de sus actividades y del modelo matemático que soporta la propuesta es presentada a continuación.

### 3.1 Creación de la base de datos con los perfiles de los productos

Cada una de los productos  $a_i$  serán descritas por un conjunto de características que conformarán el perfil de los productos.

$$C = \{c_1, \dots, c_k, \dots, c_l\} \quad (4)$$

Este perfil puede ser obtenido de forma directa a partir de expertos:

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots, v_l^j\}, j = 1, \dots, n \quad (5)$$

Las valoraciones de las características del producto,  $a_j$ , serán expresadas utilizando la escala lingüística  $S$ ,  $v_k^j \in S$  donde  $S = \{s_1, \dots, s_g\}$  es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar la característica  $c_k$  utilizando los números SVN. Para esto los términos lingüísticos a emplear son definidos.

Una vez descritas el conjunto de productos

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \quad (6)$$

Estos se guardan en una base de datos

### 3.2 Obtención del perfil del usuario

En esta actividad se obtiene la información del usuario sobre las preferencias de estos almacenándose en un perfil:

$$P_e = \{p_1^e, \dots, p_k^e, \dots, p_l^e\} \quad (7)$$

Dicho perfil estará integrado por un conjunto de atributos:

$$C^e = \{c_1^e, \dots, c_k^e, \dots, c_l^e\} \quad (8)$$

Donde  $c_k^e \in S$

Este puede ser obtenido mediante ejemplo o mediante el llamado enfoque conversacional y mediante ejemplos los cuales pueden ser adaptados [18].

### 3.3 Filtrado de las de los productos

En esta actividad se filtran los productos de acuerdo al perfil del usuario para encontrar cuáles son las más adecuadas para este.

Con este propósito es calculada la similitud entre perfil de usuario,  $P_e$  y cada producto  $a_j$  registrado en la base de datos. Para el cálculo de la similitud total se emplea la siguiente expresión:

$$S_i = 1 - \left( \left( \frac{1}{3} \sum_{j=1}^n \{ (|a_{ij} - a_j^*|)^2 + (|b_{ij} - b_j^*|)^2 + (|c_{ij} - c_j^*|)^2 \} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \quad (9)$$

La función  $S$  calcula la similitud entre los valores de los atributos del perfil de usuario y la y de los productos,  $a_j$  [19].

### 3.4 Realización de las recomendaciones

Una vez calculada la similitud entre el perfil del usuario en la base de datos y cada uno de los productos se ordenan de acuerdo a la similitud obtenida representado por el siguiente vector de similitud.

$$D = (d_1, \dots, d_n) \quad (10)$$

Los mejores serán aquellos que mejor satisfagan las necesidades del perfil del usuario o sea con mayor similitud.

## 4. Ejemplo

A continuación se presenta un ejemplo demostrativo basado en [20], supongamos una base de datos:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$$

Descrito por el conjunto de atributos

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$$

Los atributos se valorarán en la siguiente escala lingüística (Tablas 1). Estas valoraciones serán almacenadas por el sistema en una base de datos.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena(B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media(M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [14].

La vista de la base de datos utilizado en este ejemplo, la podemos ver en la Tabla 2.

	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$
$a_1$	MDB	M	MMB	B
$a_2$	B	MD	MB	M
$a_3$	MMB	M	M	B
$a_4$	M	B	MMB	B

Tabla 2: Base de datos de productos.

Si un usuario  $u_e$ , desea recibir las recomendaciones del sistema deberá proveer información al mismo expresando sus preferencias. En este caso:

$$P_e = \{MDB, MB, MMB, MB\}$$

El siguiente paso en nuestro ejemplo es el cálculo de la similitud entre el perfil de usuario y los productos almacenada en la base de datos.

$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
0.44	0.76	0.42	0.84

Tabla 3: Similitud entre los productos y el perfil de usuario

En la fase de recomendación se recomendará aquellos productos que más se acerquen al perfil del usuario. Un ordenamiento de los productos basado en esta comparación sería el siguiente.

$$\{a_4, a_2, a_1, a_3\}$$

En caso de que el sistema recomendara los dos productos más cercanos, estas serían las recomendaciones:

$$a_4, a_2$$

Con este ejemplo queda demostrada la aplicabilidad de la propuesta.

### Conclusiones

En este trabajo se presentó un modelo de recomendación productos siguiendo el enfoque basado en conocimiento. El mismo se basa en el empleo de los números SVN para expresar términos lingüísticos.

Trabajos futuros estarán relacionados con la creación de la base de datos a partir de múltiples expertos, así como la obtención de los pesos de las características utilizando valoraciones en grupo. Adicionalmente se trabajará en la inclusión de modelos de agregación más complejos, así como la hibridación con otros modelos de recomendación.

### Referencias

1. Dietmar Jannach, Tutorial: Recommender Systems, in International Joint Conference on Artificial Intelligence Beijing, August 4, 2013. 2013.
2. Cordón, L.G.P., Modelos de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico. 2008, Universidad de Jaén.
3. Freire, J.B., et al., Modelo de recomendación de productos basado en computación con palabras y operadores OWA [A product recommendation model based on computing with word and OWA operators]. International Journal of Innovation and Applied Studies, 2016. 16(1): p. 78.
4. Herrera, F. and L. Martínez, A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words. Fuzzy Systems, IEEE Transactions on, 2000. 8(6): p. 746-752.
5. Salama, A., et al., Review of recommender systems algorithms utilized in social networks based e-Learning systems & neutrosophic system. Neutrosophic Sets and Systems, 2015. 8: p. 32-40.
6. Biswas, P., S. Pramanik, and B.C. Giri, TOPSIS method for multi-attribute group decision-making under single-valued neutrosophic environment. Neural computing and Applications, 2016. 27(3): p. 727-737.
7. Smarandache, F., A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Philosophy, 1999: p. 1-141.
8. Smarandache, F., A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability. 2005: Infinite Study.
9. Pérez-Teruel, K. and M. Leyva-Vázquez, Neutrosophic logic for mental model elicitation and analysis. Neutrosophic Sets and Systems, 2012: p. 30.
10. Wang, H., et al., Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing. 2005: Hexis.
11. Wang, H., et al., Single valued neutrosophic sets. Review of the Air Force Academy, 2010(1): p. 10.
12. Vázquez, M.Y.L., et al., Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico. Ingeniería y Universidad: Engineering for Development, 2013. 17(2): p. 375-390.
13. Ye, J., Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method. Journal of intelligent Systems, 2014. 23(3): p. 311-324.
14. Şahin, R. and M. Yiğider, A Multi-criteria neutrosophic group decision making method based TOPSIS for supplier selection. arXiv preprint arXiv:1412.5077, 2014.
15. Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, Mental models consensus process using fuzzy cognitive maps and computing with words. Ingeniería y Universidad, 2015. 19(1): p. 173-188.
16. Arroyave, M.R.M., A.F. Estrada, and R.C. González, Modelo de recomendación para la orientación vocacional basado en la computación con palabras [Recommendation models for vocational orientation based on computing with words]. International Journal of Innovation and Applied Studies, 2016. 15(1): p. 80.
17. Padilla, R.C., et al., A Knowledge-based Recommendation Framework using SVN Numbers. Neutrosophic Sets and Systems, 2017: p. 24.
18. Pérez, L., Modelo de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico. 2008, Tesis doctoral. Universidad de Jaén.
19. Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, Mental Models Consensus Process Using Fuzzy Cognitive Maps and Computing with Words. Ingeniería y Universidad, 2015. 19(1): p. 7-22.
20. Arroyave, M.R.M., A.F. Estrada, and R.C. González, Modelo de recomendación para la orientación vocacional basado en la computación con palabras International Journal of Innovation and Applied Studies, 2016. Vol. 15 (No. 1): p. 80-92.