

Framework para Toma de Decisiones Multi-Experto Multi-Granular con Información Lingüística

Gramajo Sergio, Gimenez Antonio Manuel

Grupo de Investigación Sobre Inteligencia Artificial, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia, French 414, (3500) Chaco, Argentina. Tel. 362-4432683

{sergiogramajo,manuelego1}@gmail.com

Resumen

En términos generales, el proceso de Toma de Decisión (TD) está presente en diversas actividades humanas y consiste en elegir la/s mejor/es alternativa/s entre un conjunto de alternativas posibles en pos de alcanzar un/os objetivo/s que satisfaga/n la resolución de un problema. Cuando la información que se maneja para dicho proceso de TD es incierta y cuando en él participan múltiples expertos, el proceso se vuelve aún más complejo. En este sentido, existen diversos modelos y propuestas que ayudan a gestionar este tipo de problemas. En este proyecto se propone la construcción de un framework que permita ayudar en el proceso de TD con incertidumbre de una manera flexible y genérica y que además puedan utilizarlo múltiples expertos (ME) simultáneamente obteniendo una solución grupal para cada problema. Además se evalúan diferentes modelos de información incierta con diferentes operadores de agregación para mejorar el proceso de TD ME.

Palabras clave: Toma de decisión multi-experto multi-granular, Información Lingüística, Framework de decisión.

Contexto

Este proyecto está inserto en una línea de I/D presentada en la Universidad Tecnológica Nacional con código: UTN-1315. Título: “*Diseño de Técnicas para el Tratamiento de Situaciones de Incertidumbre en Sistemas de Soporte de Decisiones con Múltiples Expertos*”. Dicho proyecto se lleva a cabo en el ámbito del GISIA perteneciente a la Facultad Regional Resistencia.

Introducción

A modo general, un proceso de TD, intenta ayudarnos a tomar decisiones desarrollando métodos y/o modelos que permitan representar fielmente cada problema. A veces el proceso de resolución de un problema de decisión es muy sencillo y puede realizarse mediante el uso de métodos algorítmicos. Sin embargo, muchos problemas de decisión no se pueden resolver de esta manera debido a la propia dificultad y complejidad del problema. Esto puede deberse a que las decisiones están relacionadas con los cambios del entorno o la existencia de vaguedad e incertidumbre en el propio dominio del problema. En este sentido, la teoría clásica de decisión ofrece modelos probabilísticos para gestionar la incertidumbre en los problemas de decisión pero, en mu-

chos de ellos, es fácil observar que algunos de sus aspectos tienen un carácter no probabilístico ya que están relacionados con la imprecisión y la vaguedad propia de la información con la que tratan.

Este proyecto se enfoca en procesos de TD en ambientes de incertidumbre o cuando la información manejada puede ser incompleta, vaga o imprecisa. Esto implica que la utilidad asignada a cada alternativa para resolver un problema tenga que ser valorada de forma aproximada. Este es el ámbito que más se aproxima a las decisiones de la vida real y del comportamiento humano, ya que la imprecisión es inherente a los individuos. Precisamente estos problemas pueden ser resueltos utilizando el Enfoque Lingüístico Difuso (ELD) [1] derivado de la Teoría de Conjuntos Difusos [2] que utiliza palabras o frases del lenguaje natural como variables (Información Lingüística, IL). Con el uso de IL se emplean valoraciones con palabras del lenguaje natural en lugar de hacerlo con números, de este modo la información disponible se representa mediante una aproximación lingüística que resulta más natural para evaluar que una numérica. Hay varias razones por las cuales los métodos lingüísticos son apropiados. En primer lugar, debido a la naturaleza del problema, puede resultar más sencillo usar palabras antes que números. Segundo, las personas pueden sentirse más cómodas y seguras evaluando con palabras a través de términos conocidos que tratando directamente con números. Tercero, en muchos casos la información para evaluaciones numéricas no está disponible o el costo de su obtención es muy elevado [1].

Por otro lado, en el proceso de resolver un problema de decisión existe la posibilidad de incluir a múltiples expertos lo que puede contribuir a su solución ya que ellos pueden tener diferentes apreciaciones y enriquecer el resultado final. Además se puede incluir a expertos con distintos grados de experiencia y conocimiento que des-

de del punto de vista de flexibilidad del framework, su participación puede ser importante y necesaria.

Para poder manejar la complejidad, la incertidumbre y necesidad de ME inherentes en este tipo de problemas, en este proyecto se propone un framework que gestione IL Multi-granular [3][4][5].

La utilización de estas herramientas en procesos de TD han sido utilizadas en diversos campos como Economía, Matemática, Inteligencia Artificial, Aplicaciones Industriales, Servicios de Internet, Gestión de Recursos Humanos, entre otros [6][7][8][9][10][11].

Líneas de investigación y desarrollo

En el proyecto “Diseño de Técnicas para el Tratamiento de Situaciones de Incertidumbre en Sistemas de Soporte de Decisiones con Múltiples Expertos” se diseñó e implementó un sistema de soporte a las decisiones con Información Lingüística [7][12] y el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) [7]. Este sistema permite que múltiples expertos puedan participar conjuntamente en proyectos que ayuden a la toma de decisiones, cuya información se procesa utilizando las técnicas anteriormente mencionadas. Cada uno de estos proyectos tiene un conjunto de alternativas y un conjunto de criterios que el experto deberá valorar en base a su experticia. El procesamiento y obtención de la conclusión del sistema puede realizarse para un experto en particular y para todos los expertos que participen en el proyecto. En el procesamiento se omite la información de aquellos expertos si no se encuentra completa y suficientemente consistente

Resultados y objetivos

Para la construcción del framework inicialmente fue necesario modelar los diferentes aspectos de los problemas de TD que abordamos en este proyecto, como ser: información cualitativa del problema a través de valores lingüísticos o IL, manejo de múltiples expertos, modelado de la información lingüística multi-granular (para incluir expertos con distintos grados de conocimiento o experiencia) y debido a que se maneja IL es necesario realizar procesos de Computación con Palabras (CW) [7][8][13][14] para obtener los resultados finales.

Debido a diferentes ventajas respecto a otros métodos para representar IL, en este trabajo se emplea el Modelo de Representación Lingüística Difusa 2-tupla (MRLD2T) [8] que permite trabajar con múltiples expertos en dominios multi-granulares sin pérdida de información haciendo uso de herramientas como Jerarquías Lingüísticas Extendidas (ELH) [15].

Para implementar las características mencionadas fue necesario definir un modelo que permita satisfacer los requisitos mencionados con la mayor flexibilidad, eficiencia y simplicidad posible. Por lo que se plantea un esquema teórico genérico de decisión dividido en 6 etapas:

1. En principio se debe identificar el objetivo del problema.
2. Identificar los objetos que forman parte del proceso como el conjunto de alternativas para resolver el objetivo, los

critérios de las alternativas y los expertos que participan del proceso de decisión.

3. Se identifica el contexto de la decisión. Es decir, los términos lingüísticos que van a utilizar los expertos y la cantidad necesaria para cada experto según su conocimiento o experiencia.

Por ejemplo, un conjunto de 7 términos lingüísticos podría estar dado por el conjunto $S=\{s_0=\text{extremadamente bajo}, s_1=\text{muy bajo}, s_2=\text{bajo}, s_3=\text{medio}, s_4=\text{alto}, s_5=\text{muy alto}, s_6=\text{extremadamente alto}\}$. Expertos con mayor conocimiento podrían utilizar un conjunto de 9 términos y expertos con menor conocimiento podrían utilizar 5 términos, integrando así el conjunto de términos lingüísticos multi-granulares. Este concepto también está asociado con la capacidad humana de valorar diferentes elementos [16]. Cada CTL tiene asociada una sintaxis definida por la lingüística de los términos utilizados y una semántica definida por funciones de pertenencia triangulares (ver Figura 1).

4. Se realizan las valoraciones por parte de cada uno de los expertos que participa del proceso de decisión.

5. Una vez realizadas las valoraciones el sistema realiza los cálculos computacionales para obtener los resultados finales. Para ello esta etapa tiene dos pasos:

- (i) Unificación de la información lingüística multi-granular. Este se debe a que los expertos han expresado sus valoraciones en diferentes conjuntos de etiquetas lingüísticas.

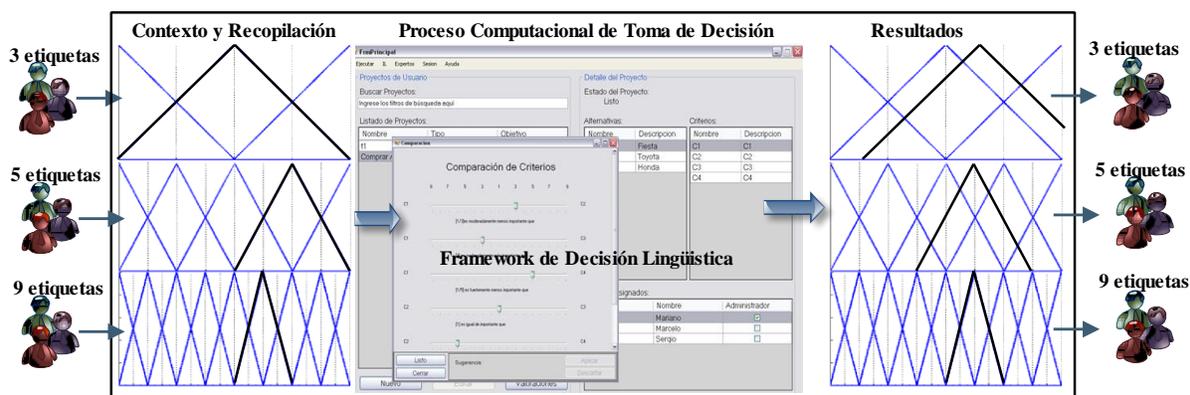


Fig. 1. Esquema del Framework de Decisión

(ii) Agregación de la información unificada en el paso previo. Es significa, obtener un valor global para cada objeto valorado utilizando diferentes operadores para ello.

6. Una vez agregada la información, los resultados finales y globales son expresados para cada experto.

El funcionamiento para la TD empleando el framework que soporte las etapas teóricas mencionadas puede verse en la Figura 1 e implica los siguientes pasos:

a) Creación del Proyecto. Aquí se crea el proyecto con el objetivo de la decisión (etapa 1).

b) Creación del contexto de la decisión. En este paso se crean las alternativas que son posibles soluciones del problema de decisión. Además los criterios que se tendrán en cuenta para las valoraciones y por otro lado, se asignan los expertos que van a participar del proyecto y se les asigna a cada uno de ellos el conjunto de etiquetas que van a utilizar en el proceso de decisión (etapas 2 y 3).

c) Recopilación de la información. En este paso cada experto valora los criterios en cada alternativa con su conjunto de términos (etapa 4).

d) Proceso computacional de TD. Este paso es transparente para los expertos y consiste en realizar los cálculos con palabras para obtener una utilidad por cada alternativa de forma global e individual (etapa 5 (i) y (ii)).

e) Resultados. Los resultados finales son mostrados al usuario, de acuerdo a su conocimiento, en un ranking de alternativas ordenadas en una escala descendente (etapa 6). Para ello se emplearon diferentes operadores de agregación basados en media y operadores ponderados. Esto permite estudiar los resultados de forma analítica para cada decisión y elegir la alternativa que solucione el problema que mejor se adapte a los objetivos del proyecto creado con el framework.

Formación de Recursos Humanos

La formación de recursos humanos es la siguiente:

Formación de becarios:

Los becarios Giménez Antonio Manuel y Wanderer Leonardo Simón son alumnos avanzados de la carrera de ingeniería en sistemas de información que han sido beneficiados con una beca de finalización de carrera. De esta manera es posible fomentar la actividad de investigación en alumnos que están próximos a recibirse y estimularlos a que la adopten como actividad profesional.

Formación de postgrado:

A partir de las líneas de investigación desarrolladas en el proyecto se han logrado finalizar dos tesis doctorales. Los ingenieros Gramajo Sergio y Karanik Marcelo han finalizado su tesis doctoral del programa de Doctorado en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de Málaga (España) en temáticas de TD relacionadas al actual proyecto.

Equipo de trabajo:

La estructura del equipo de trabajo es la siguiente:

- Director del Proyecto: Dr. Marcelo Karanik.
- Docente-Investigador: Dr. Sergio Gramajo.
- Alumnos becados:
 - Giménez Antonio Manuel
 - Wanderer Leonardo Simón.

Referencias

1. Zadeh, L.: The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. Part I, Part II and Part III. *Information Sciences* 199–249,301–357,143–180 (1975)
2. Zadeh, L.A.: Fuzzy sets. *Information and Control* 8, 338-353 (1965)
3. Herrera, F., Martínez, L.: A Model Based on Linguistic 2-Tuples for Dealing with Multigranular Hierarchical Linguistic Contexts in Multi-Expert Decision-Making. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics -Part B: Cybernetics* 31, 227-234 (2001)
4. Herrera, F., Herrera-Viedma, E., Martínez, L.: A Fusion Approach for Managing Multi-Granularity Linguistic Term Sets in Decision Making", *Fuzzy Sets and Systems*. *Fuzzy Sets and Systems* 114, 43-58 (2000)
5. Herrera, F., Herrera-Viedma, E.: Linguistic decision analysis: Steps for solving decision problems under linguistic information. *Fuzzy Sets and Systems* 115, 67-82 (2000)
6. Power, Sharda, D.J., Braden, R., Shenker, D.C.a.S.: *Decision support systems*. Springer Handbook of Automation (2009)
7. Martínez, L., Ruan, D., Herrera, F.: Computing with Words in Decision support Systems: An overview on Models and Applications. *International Journal of Computational Intelligence Systems (IJCIS)* 3, 382-395 (2010)
8. Herrera, F., Martínez, L.: A 2-tuple Fuzzy Linguistic Representation Model for Computing with Words. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems* 8, 746-752 (2000)
9. Gramajo, S., Martínez, L.: A linguistic decision support model for QoS priorities in networking. *Knowledge-Based Systems, New Trends on Intelligent Decision Support Systems* 32, 65-75 (2012)
10. Martínez, L.: Sensory Evaluation Based on Linguistic Decision Analysis. *International Journal of Approximated Reasoning* 44, 148-164 (2007)
11. Andrés, R.d., García-Lapresta, J.L.: A multi-granular linguistic model for management decision-making in performance appraisal *Soft Computing* 14, 21-34 (2010)
12. Saaty, T.L.: *How to Make a Decision - The Analytic Hierarchy Process*. *European Journal of Operational Research* 48, 9-26 (1990)
13. Delgado, M., Verdegay, J.L., Vila, M.A.: Aggregation Operations of Linguistic Labels. *International Journal of Intelligent Systems* 2, 351-370 (1993)
14. Yager, R.R.: On ordered weighted averaging aggregation operators in multi-criteria decision making. *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics* 18, 183–190 (1998)
15. Espinilla, M., Liu, J., Martínez, a.L.: An extended hierarchical linguistic model for decision-making problems. *Computational Intelligence* 27, 489-512 (2011)
16. Miller, G.A.: The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Information Processing. *Psychological Review* 63, 81-97 (1956)