

# Sistema de Apoyo al Consenso para Problemas de Toma de Decisión en Grandes Grupos basado en una Plataforma Multi-Agente

Iván Palomares<sup>\*</sup>, Francisco J. Quesada, Luis Martínez

Universidad de Jaén, Departamento de Informática,  
Campus Las Lagunillas s/n, 23071 Jaén  
{ivanp, fqreal, martin}@ujaen.es

**Resumen** Los procesos de consenso para la resolución de problemas de Toma de Decisión en Grupo buscan alcanzar un alto nivel de acuerdo colectivo antes de tomar una decisión. La participación de grandes grupos en dichos problemas es cada vez más frecuente, lo que hace necesario el empleo de nuevos modelos y técnicas para reducir el elevado coste del proceso de consenso en tales casos, así como el desarrollo de sistemas de apoyo al consenso basados en arquitecturas escalables, que faciliten computacionalmente el manejo de dichos grupos. En esta contribución presentamos un sistema de apoyo al consenso basado en una arquitectura multi-agente para problemas de toma de decisión en grandes grupos, que incorpora un modelo de autonomía semi-supervisada basado en agentes con el objetivo de minimizar el coste invertido en el proceso de consenso.

## 1. Introducción

En los problemas de Toma de Decisión en Grupo (TDG), dos o más expertos intentan alcanzar una solución a un problema compuesto por un conjunto de alternativas o posibles soluciones a dicho problema [4, 6]. Tradicionalmente, los problemas de TDG se han resuelto aplicando un proceso de selección de alternativas, sin tener en cuenta el nivel de acuerdo entre los expertos, lo que implica que la solución alcanzada puede no ser aceptada por algunos de ellos [1]. Los procesos de alcance de consenso, en los que los expertos discuten y modifican sus preferencias, guiados por un moderador, para alcanzar un alto nivel de acuerdo antes de tomar una decisión [13], surgieron para solventar este inconveniente.

Los procesos de consenso se han convertido en un importante campo de investigación dentro de la TDG en las últimas décadas. Como resultado de ello, se han propuesto diferentes modelos teóricos de consenso en la literatura [10, 13, 15]. En base a dichos modelos, se han implementado múltiples Sistemas de Apoyo al Consenso (SAC) [9, 16], con el objetivo de facilitar los procesos de consenso. Algunos de estos SAC reemplazan a la figura del moderador humano, lo que supone una automatización de las tareas llevadas a cabo por el mismo.

---

<sup>\*</sup> corresponding author.

A pesar de los logros alcanzados gracias a los modelos y SAC propuestos, los procesos de consenso aún presentan algunas limitaciones, tales como la necesidad de manejar grandes grupos, cuya existencia es cada vez más frecuente debido a la irrupción de nuevos paradigmas y medios, tales como redes sociales [14] y e-democracia [5], dando así lugar a problemas de TDG con grandes grupos [8]. En dichos problemas, la existencia de expertos o subgrupos con opiniones muy diferentes entre sí es especialmente frecuente. Como consecuencia de ello, el proceso de consenso podría suponer un alto coste por parte de los expertos en revisar y modificar sus preferencias y, por consiguiente, una mayor cantidad de tiempo invertido en alcanzar un acuerdo. Por ello, resulta conveniente dotar a los modelos y SAC actuales de mecanismos que minimicen la necesidad de supervisión de preferencias por parte de los expertos, automatizando dicha supervisión en aquellos casos en los que ésta no implique un cambio importante en sus opiniones. Por otro lado, surge la necesidad de desarrollar SAC basados en una arquitectura altamente escalable y distribuida, tal y como las basadas en el paradigma de los Sistemas Multi-Agente [11], que sea capaz de soportar computacionalmente y de facilitar procesos de consenso con grandes grupos.

En esta contribución presentamos un SAC para la resolución de problemas de TDG con grandes grupos, basado en una arquitectura multi-agente. Dicho sistema incorpora un modelo de autonomía semi-supervisada, que permite a los expertos delegar en agentes software algunas de las supervisiones que éstos deben realizar sobre sus preferencias durante el proceso de consenso, reduciendo así el coste invertido en el mismo. La arquitectura multi-agente está dotada de una interfaz que permite una comunicación con los expertos de forma asíncrona.

Este trabajo se estructura como sigue: en la Sección 2 se introducen los preliminares necesarios. En la Sección 3, presentamos el SAC, mostrando su arquitectura y el modelo de autonomía semi-supervisada que incorpora, así como un ejemplo de su utilización. Por último, concluimos el trabajo en la Sección 4.

## 2. Preliminares

En esta sección se revisarán algunos conceptos básicos sobre TDG y procesos de alcance de consenso, necesarios para entender las principales características de nuestra propuesta.

### 2.1. Problemas de Toma de Decisión en Grupo

Los problemas de TDG se caracterizan por la existencia de múltiples expertos, con diferentes puntos de vista, que deben alcanzar una solución común a un problema de toma de decisión [6]. Formalmente, un problema de TDG se compone de los siguientes elementos [1, 4]:

- Un conjunto  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$  ( $n \geq 2$ ) de *alternativas* o posibles soluciones al problema.
- Un conjunto  $E = \{e_1, \dots, e_m\}$  ( $m \geq 2$ ) de individuos o *expertos*, que dan su opinión sobre las alternativas en  $X$  mediante una estructura de preferencia.

Una de las estructuras de preferencia más utilizadas en problemas de TDG bajo incertidumbre es la *relación de preferencia difusa* [7]. Una relación de preferencia difusa  $P_i$  asociada al experto  $e_i$  se caracteriza por una función de pertenencia  $\mu_{P_i} : X \times X \rightarrow [0, 1]$ , y se representa, para  $X$  finito, mediante una matriz de dimensión  $n \times n$  como:

$$P_i = \begin{pmatrix} p_i^{11} & \dots & p_i^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_i^{n1} & \dots & p_i^{nn} \end{pmatrix}$$

donde cada valoración  $p_i^{lk} = \mu_{P_i}(x_l, x_k) \in [0, 1]$  representa el grado de preferencia de la alternativa  $x_l$  sobre  $x_k$  según el experto  $e_i$ , de forma que  $p_i^{lk} > 0,5$  indica preferencia de  $x_l$  sobre  $x_k$ ,  $p_i^{lk} < 0,5$  indica preferencia de  $x_k$  sobre  $x_l$ , y  $p_i^{lk} = 0,5$  indica indiferencia entre ambas alternativas.

Los procesos clásicos de selección para la resolución de problemas de TDG [3] se componen de una *fase de agregación*, en la que se combinan las preferencias de los expertos, y una *fase de explotación*, donde se obtiene una alternativa o subconjunto de alternativas como solución al problema [12].

## 2.2. Procesos de Alcance de Consenso

Al resolver problemas de TDG puede surgir el inconveniente de que algunos expertos no estén de acuerdo con la decisión tomada, porque piensen que sus opiniones no han sido tenidas en cuenta. Los *procesos de consenso* surgieron para solucionar este inconveniente, mediante la discusión entre expertos y la modificación de sus preferencias, con el objetivo de acercarlas entre sí y conseguir un alto nivel de acuerdo antes de tomar la decisión [13].

Existen diferentes nociones y enfoques del consenso, uno de los más extendidos es el de *soft consensus* [4], propuesto por Kacprzyk. Este enfoque considera diferentes niveles de acuerdo parciales en grupos (que suelen medirse como valores en el intervalo unitario) y está basado en el concepto de mayoría difusa, según el cual existe consenso cuando “la mayoría de expertos participantes coincide en su opinión sobre las alternativas más importantes”.

El proceso de consenso es un proceso dinámico e iterativo, normalmente coordinado por una figura humana conocida como *moderador*, encargada de supervisar y guiar a los expertos durante dicho proceso [13]. La Figura 1 muestra un esquema general de los procesos de consenso, basándose en la utilización de relaciones de preferencia difusas [9]:

1. *Expresión y Recopilación de preferencias*: Cada experto  $e_i$  proporciona al moderador una relación de preferencia difusa  $P_i$  sobre  $X$ .
2. *Determinar grado de consenso*: El moderador calcula el nivel de acuerdo alcanzado en el grupo,  $cr \in [0, 1]$ , mediante medidas de consenso, normalmente basadas en diferentes medidas de similitud y operadores de agregación.
3. *Control del consenso*: Se compara  $cr$  con un umbral de consenso mínimo deseado por el grupo,  $\mu \in [0, 1]$ . Si es suficiente, se ha alcanzado consenso y el grupo pasa al proceso de selección; en caso contrario, es necesario llevar a

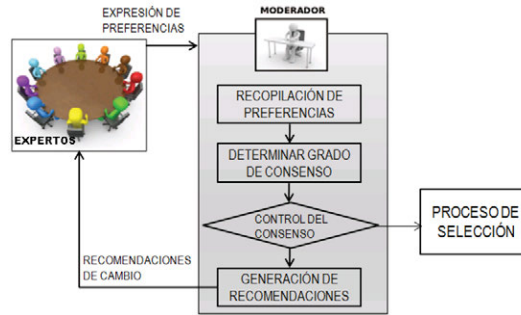


Figura 1: Esquema general de los procesos de consenso

cabo otra ronda de discusión. Para evitar un excesivo número de rondas, se puede utilizar un parámetro,  $Maxround \in \mathbb{N}$ , que indica el máximo número de rondas de discusión permitidas sin haber alcanzado un acuerdo.

4. *Generación de Recomendaciones*: El moderador determina aquellas valoraciones,  $p_i^{lk}$ , de los expertos  $e_i$  que se encuentran más alejadas del consenso en la ronda actual, y recomienda a dichos expertos su modificación (aumentar o disminuir el valor de dichas valoraciones) para aumentar el grado de acuerdo en la siguiente ronda.

### 3. Sistema de Soporte al Consenso para TDG con Grandes Grupos

En esta sección presentamos un SAC basado en una arquitectura multi-agente, para la resolución de problemas de TDG con grandes grupos. Dicho sistema supone una extensión del presentado en [9], e introduce dos novedades con el objetivo de facilitar el manejo de grandes grupos en los procesos de consenso:

- Un *modelo de autonomía semi-supervisada*, que permite a los expertos delegar parte de las tareas de supervisión y modificación de sus preferencias en agentes software, los cuales realizarán dichas tareas de forma autónoma con el fin de minimizar la cantidad de supervisión humana requerida durante el proceso de consenso.
- Una *interfaz Web*, para facilitar la participación de expertos físicamente separados en procesos de consenso. Dicha interfaz permitirá al experto enviar y revisar sus preferencias, además de brindarle la posibilidad de seleccionar un perfil de comportamiento, que será implementado por un agente encargado de modificar sus valoraciones, como se verá en la Sección 3.1.

La descripción del sistema se divide en tres partes: (i) el modelo de autonomía semi-supervisada propuesto, (ii) la arquitectura y principales funcionalidades del sistema y (iii) un ejemplo de su funcionamiento.

### 3.1. Modelo de Autonomía Semi-supervisada basado en Agentes

La constante supervisión de recomendaciones de cambio por parte de los expertos (fase *Generación de Recomendaciones*, Sec. 2.2) puede causar algunos problemas, tales como un elevado coste temporal y la posibilidad de que algunos expertos pierdan interés y motivación en seguir participando en el proceso de consenso. Para evitar estos problemas, proponemos un modelo de autonomía semi-supervisada basado en un conjunto de *perfiles de cambio y reglas de supervisión*, que serán implementados por un conjunto de *agentes expertos* [9], encargados de realizar parte de las tareas propias de los expertos humanos, emulando su comportamiento y modificando sus preferencias de forma semi-autónoma durante el proceso de consenso. Cabe destacar que, a pesar de que existen modelos que proponen una total automatización de las tareas llevadas a cabo por los expertos [15], nuestro interés se centra en permitir al propio experto humano supervisar sus preferencias en ciertos casos en los que las recomendaciones de cambios sugeridas supongan un cambio importante en su opinión, preservando así su soberanía en un cierto grado.

A continuación se describen los principales componentes del modelo de autonomía semi-supervisada propuesto: perfiles de cambio y reglas de supervisión.

**Perfiles de cambio.** Establecen la estrategia adoptada por el experto para modificar sus valoraciones de forma autónoma, cuando su supervisión no es necesaria. En el modelo de consenso subyacente al SAC que presentamos [9], los expertos expresan sus preferencias mediante relaciones de preferencia difusas, y cada recomendación de cambio generada consiste en una terna de la forma  $(e_i, (x_l, x_k), \text{Dirección})$ , que indica que el experto  $e_i \in E$ , debe modificar su valoración  $p_i^{lk}$  en la dirección dada por  $\text{Dirección} \in \{\text{Aumentar}, \text{Disminuir}\}$ .

En los procesos de consenso, los expertos suelen adoptar diferentes estrategias para modificar sus preferencias. Con el fin de emular dichas estrategias, proponemos definir los tres tipos de perfiles siguientes:

1. *Perfil seguro*: Representa a expertos seguros de sus opiniones iniciales. Aplican cambios pequeños al comienzo del proceso de consenso, aunque dichos cambios son mayores conforme aumenta el número de rondas de discusión.
2. *Perfil inseguro*: Representa a expertos más inseguros de sus opiniones iniciales. Aplican grandes cambios al comienzo del proceso de consenso, que serán menores conforme éste avance.
3. *Perfil Neutral*: Representa a expertos moderadamente seguros de sus opiniones iniciales, que prefieren aplicar cambios sobre ellas de manera uniforme durante todo el proceso.

Cada experto selecciona el perfil que mejor refleje su comportamiento, y se lo proporciona a un agente experto que se encargará de automatizar las tareas de supervisión de dicho experto. Los perfiles de cambio se modelan mediante *funciones de cambio* (basadas en funciones de negociación de agentes como *Kasbah* [2]) que determinan el grado de incremento/decremento  $\Delta(r)$  sobre una valoración

$p_i^{lk}$ , en función de la ronda actual de consenso  $r \in \mathbb{N}$ . Así, un perfil de tipo seguro, inseguro o neutral, puede modelarse mediante una función de cambio creciente, decreciente o constante, respectivamente, como muestra la Figura 2.

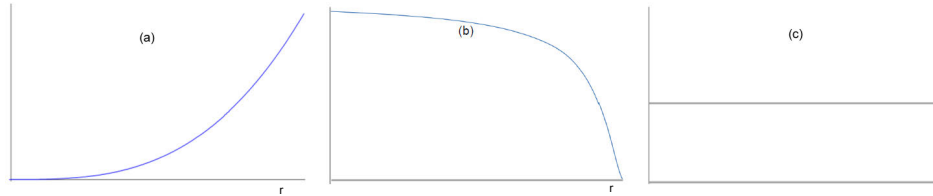


Figura 2: Función de cambio para perfil: (a) seguro, (b) inseguro, (c) neutral.

**Reglas de supervisión.** Aunque los perfiles de cambio permiten eliminar completamente la necesidad de supervisión humana de los expertos, existen situaciones en las que se proponen cambios significativos en sus valoraciones, por lo que es deseable que el experto supervise dichos cambios para decidir si acepta o no realizarlos. Para detectar este tipo de situaciones, proponemos un mecanismo basado en reglas mediante las cuales los agentes deciden si aplican los cambios sugeridos por el modelo de consenso automáticamente, o bien solicitan la supervisión del experto humano correspondiente.

El SAC propuesto es lo suficientemente flexible para permitir la modificación y/o extensión de las reglas de supervisión a tener en cuenta. En este trabajo consideramos las siguientes reglas de supervisión:

- R.1: SI  $p_{i(r+1)}^{lk} > 0,5$  Y  $p_{i1}^{lk} \leq 0,5$  ENTONCES pedir supervisión al experto  $e_i$  en su valoración  $p_{ir}^{lk}$ .
- R.2: SI  $p_{i(r+1)}^{lk} < 0,5$  Y  $p_{i1}^{lk} \geq 0,5$  ENTONCES pedir supervisión al experto  $e_i$  en su valoración  $p_{ir}^{lk}$ .

donde  $p_{ir}^{lk}$  representa la valoración actual de  $e_i$  sobre  $(x_l, x_k)$  en la ronda  $r$ ,  $p_{i1}^{lk}$  es su valoración inicial, y  $p_{i(r+1)}^{lk} = p_{ir}^{lk} \pm \Delta(r)$  representa el nuevo valor que ésta tomaría al aceptar la recomendación, según el perfil de cambio elegido por el experto. En otras palabras, el sistema requerirá la supervisión de los expertos siempre que una recomendación sobre una valoración implique un cambio en la preferencia sobre la alternativa, respecto a su opinión inicial.

### 3.2. Arquitectura del Sistema

El SAC que presentamos está basado en una arquitectura multi-agente, y en una arquitectura cliente/servidor provista de una interfaz Web de comunicación con el usuario. La Figura 3 muestra un esquema simplificado de la arquitectura del sistema, centrado en el flujo de comunicación con los usuarios.

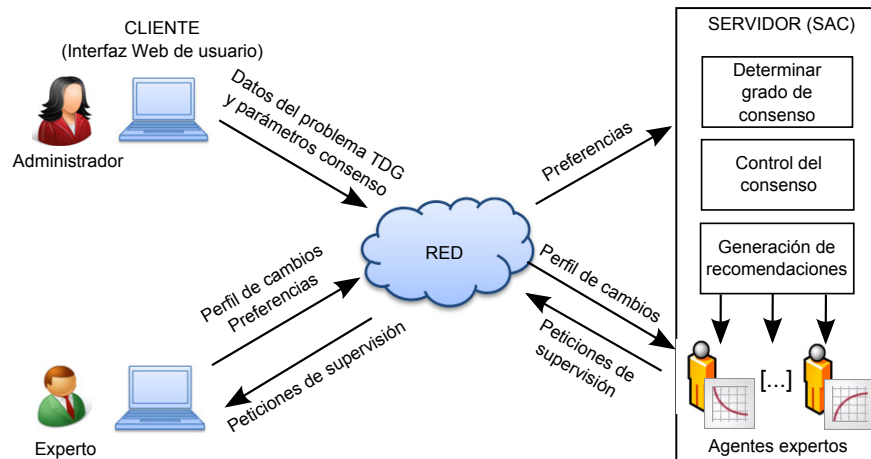


Figura 3: Arquitectura del sistema.

Para la implementación de la plataforma multi-agente, se ha utilizado la plataforma de desarrollo de agentes JADE<sup>1</sup>. Los agentes del SAC automatizan totalmente las tareas del moderador humano [9], lo que facilita llevar a cabo procesos de consenso en problemas de TDG con grandes grupos. La interfaz Web permite una comunicación asíncrona entre los usuarios y agentes del sistema, y su implementación está basada en Servlets y JSP.

El sistema distingue dos tipos de usuario: usuario experto y usuario administrador. A continuación se indican las funcionalidades ofrecidas por el sistema a cada uno de ellos:

**Usuario Experto.** Las principales funciones que puede realizar un usuario experto son:

- *Introducir preferencias:* El usuario experto introduce sus valoraciones iniciales sobre las alternativas del problema de TDG considerado, y las envía al sistema (Fig. 4). Además, al comienzo del problema, el experto podrá elegir el perfil de cambio deseado en dicho problema.
- *Supervisar recomendaciones de cambio:* El sistema envía al usuario experto peticiones para supervisar aquellas recomendaciones de cambio que impliquen un cambio importante en alguna de sus valoraciones, permitiendo a éste aceptar o ignorar cada recomendación.
- *Modificar perfil de usuario:* El usuario experto dispone de un perfil modificable en el sistema, con información sobre sus datos personales y perfil de cambio seleccionado por defecto.
- *Consultar información del problema:* Durante el proceso de consenso, el usuario experto puede consultar la información sobre el estado actual del problema de TDG, así como la ronda de discusión actual y el grado de consenso alcanzado.

<sup>1</sup> <http://jade.tilab.com>

Usuario Francis

Problema: Elección de destino para viaje de fin de estudios.

Alternativas:

Alternativa 1. Crucero por el Mediterráneo.  
 Alternativa 2. Tour por Túnez.  
 Alternativa 3. Islas Canarias.  
 Alternativa 4. Praga.

Introduzca las valoraciones del problema:

-	0.5	0.4	0.35
0.5	-	0.2	0.7
0.6	0.8	-	0.1
0.65	0.3	0.9	-

Seleccione el Perfil de Cambio

- Seguro
- Inseguro
- Neutral

Enviar

Figura 4: Introduciendo preferencias iniciales y perfil de cambio.

**Usuario Administrador.** El usuario administrador es responsable de realizar las siguientes acciones:

- *Crear un problema:* Consiste en definir un nuevo problema de TDG y los parámetros de éste, incluyendo: conjunto de alternativas, usuarios expertos invitados a participar y parámetros del proceso de consenso.
- *Gestión de expertos:* El usuario administrador puede crear, modificar o eliminar a los usuarios expertos existentes en el sistema.

### 3.3. Ejemplo de Aplicación

En este apartado mostramos un ejemplo de utilización del SAC propuesto para resolver un problema de TDG mediante consenso, con el objetivo de mostrar las ventajas del modelo de autonomía semi-supervisada presentado.

El enunciado del problema de TDG es el siguiente: un grupo de 23 estudiantes de Ingeniería Informática,  $E = \{e_1, \dots, e_{23}\}$ , desea alcanzar un acuerdo para decidir el destino de su viaje de fin de estudios. Los posibles destinos son,  $X = \{x_1 : \text{Crucero por el Mediterráneo}, x_2 : \text{Tour en Túnez}, x_3 : \text{Islas Canarias y } x_4 : \text{Praga}\}$ . El grupo desea llegar a un nivel de acuerdo  $\mu = 0,85$ , y el máximo número de rondas de discusión es  $Maxround = 10$ . Los estudiantes eligieron los siguientes perfiles de cambio: 4 seguros, 9 inseguros y 10 neutrales. En el Cuadro 1 se muestran las funciones de cambio  $\Delta(r)$  asociadas a dichos perfiles.

Para la resolución del problema, se reunió a los alumnos en un laboratorio de prácticas, donde accedieron al sistema e introdujeron sus opiniones iniciales (véase Fig. 4). Tras cada ronda de consenso, cada alumno recibe una petición para realizar las supervisiones necesarias sobre sus valoraciones (en su caso). Los agentes expertos envían dichas peticiones si se cumple alguna de las reglas anteriormente definidas en Sec. 3.1, en otro caso realizan los cambios propuestos automáticamente.



Cuadro 1: Funciones de cambio consideradas.

Perfil de cambio	Función de cambio $\Delta(r)$
Seguro	$0,2 \left(\frac{r}{10}\right)^3$
Inseguro	$0,2 \left(1 - \left(\frac{r}{10}\right)^3\right)$
Neutral	0.1

Los resultados obtenidos en cada ronda de consenso,  $r$ , se recogen en el Cuadro 2, y consisten en el grado de consenso alcanzado, el número total de recomendaciones de cambio generadas, el número de supervisiones necesarias y el número de expertos que han tenido que realizar alguna supervisión en dicha ronda. Los resultados muestran que el número de supervisiones requeridas es muy inferior al número total de recomendaciones de cambio generadas en cada ronda, por lo que la mayoría de ellas no supone un cambio importante en las valoraciones. Además, solo una pequeña proporción de expertos debe realizar alguna supervisión de sus preferencias durante todo el proceso. Se concluye que el SAC presentado contribuye a reducir el coste temporal invertido en los procesos de consenso para problemas de TDG con grandes grupos.

Cuadro 2: Resultados del proceso de consenso.

$r$	Grado consenso	#Recomendaciones	#Supervisiones	#Expertos sup.
1	0.6484	108	<b>0</b> /108	<b>0</b> /23
2	0.7317	82	<b>5</b> /82	<b>4</b> /23
3	0.7811	65	<b>25</b> /65	<b>6</b> /23
4	0.8100	55	<b>14</b> /55	<b>6</b> /23
5	0.8351	13	<b>3</b> /13	<b>2</b> /23
6	<b>0.8502</b>			

#### 4. Comentarios Finales

En este trabajo hemos presentado un sistema de apoyo al consenso basado en una arquitectura multi-agente, para facilitar la resolución de procesos de consenso en problemas de toma de decisión con grandes grupos. Dicho sistema está dotado de una interfaz Web que permite llevar a cabo procesos de consenso no presenciales, y se caracteriza por incorporar un modelo de autonomía semi-supervisada que elimina el problema de la supervisión constante de preferencias por parte de los expertos.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Proyecto de Investigación TIN-2012-31263 y fondos ERDF.

## Referencias

1. C.T.L. Butler and A. Rothstein. *On Conflict and Consensus: A Handbook on Formal Consensus Decision Making*. Takoma Park, 2006.
2. A. Chavez and P. Maes. Kasbah: An agent marketplace for buying and selling goods. *Proceedings of the 1st International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology*, pages 75–90, 1996.
3. F. Herrera, E. Herrera-Viedma, and J. Verdegay. A sequential selection process in group decision making with linguistic assessments. *Information Sciences*, 85(1995):223–239, 1995.
4. J. Kacprzyk. Group decision making with a fuzzy linguistic majority. *Fuzzy Sets and Systems*, 18(2):105–118, 1986.
5. J. Kim. A model and case for supporting participatory public decision making in e-democracy. *Group Decision and Negotiation*, 17(3):179–192, 2008.
6. J. Lu, G. Zhang, D. Ruan, and F. Wu. *Multi-Objective Group Decision Making*. Imperial College Press, 2006.
7. S.A. Orlovsky. Decision-making with a fuzzy preference relation. *Fuzzy Sets and Systems*, 1(3):155–167, July 1978.
8. I. Palomares, R.M. Rodríguez, and L. Martínez. An attitude-driven web consensus support system for heterogeneous group decision making. *Expert Systems with Applications*, 40(1):139–149, 2013.
9. I. Palomares, P. Sánchez, F. Quesada, F. Mata, and L. Martínez. *Comas: A Multi-agent System for Performing Consensus Processes*, in Abraham, Ajith; et al. (Eds.) *Advances in Intelligent and Soft Computing*, volume 91, pages Springer, 125–132. 2011.
10. R.O. Parreiras, P. Ekel, J.S.C. Martini, and R.M. Palhares. A flexible consensus scheme for multicriteria group decision making under linguistic assessments. *Information Sciences*, 180(7):1075–1089, 2010.
11. D.L. Poole and A.K. Mackworth. *Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents*. Cambridge University Press, 2010.
12. M. Roubens. Fuzzy sets and decision analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 90(2):199–206, 1997.
13. S. Saint and J. R. Lawson. *Rules for Reaching Consensus. A Modern Approach to Decision Making*. Jossey-Bass, 1994.
14. C. Sueur, J.L. Deneubourg, and O. Petit. From social network (centralized vs. decentralized) to collective decision-making (unshared vs. shared consensus). *PLoS one*, 7(2):1–10, 2012.
15. Z. Xu. An automatic approach to reaching consensus in multiple attribute group decision making. *Computers & Industrial Engineering*, 56(4):1369–1374, 2009.
16. S. Zadrozny and J. Kacprzyk. *An Internet-based group decision and consensus reaching support system*, in *Applied Decision Support with Soft Computing (Studies in Fuzziness and Soft Computing) 124*. pp. 263-275, Springer, 2003.