Revista Eletrônica Sistemas & Gestão 2 (1) 16-35
Programa de Pós-graduação em Sistemas de Gestão, TEP/TCE/CTC/PROPP/UFF

Evaluación y clasificación en grupos empleando relaciones de preferencia borrosas

Eduardo Fernández, eddyf@uas.uasnet.mx

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Sinaloa

Rafael Olmedo, rolmedo@uas.uasnet.mx

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Autónoma de Sinaloa e-mail:

*Recebido: Novembro, 2006 / Aceito: Abril, 2007

RESUMEN

La presente propuesta trata el problema de obtener decisiones de consenso en grupo en situaciones de clasificación o evaluación, un tipo especial de problemas de clasificación multiparticipante donde se define una preferencia ordinal en el conjunto de categorías. Los problemas de clasificación y evaluación en grupo se transforman en un problema de ranking en grupo mucho más estudiado. Siguiendo las ideas de los métodos ELECTRE, las preferencias de los miembros del grupo se agregan en una relación de preferencia borrosa, que modela de la heurística natural usada por grupos para tomar decisiones razonables. En este modelo, los efectos de veto combinados con reglas de mayoría son considerados como herramientas para reflejar los principios básicos de democracia y respeto a minorías importantes.

Palabras-clave: Retrieving Items. Discrete-Event Simulation. Management.

1. INTRODUCCIÓN

En el proceso de decisión las alternativas o acciones en general no se presentan de modo individual, por lo que es normal considerar un conjunto A de opciones potenciales, que se puede presentar en distintas formas, y que constituye el objeto del problema de decisión en cuestión. Elegir una acción a∈A engendra (o puede engendrar en condiciones de incertidumbre) ciertas consecuencias, que se describen por puntos de vista valorativos (atributos), y los niveles que éstos alcanzan en la descripción de las consecuencias de a. Tomar una decisión sobre a implica una valoración del estado de sus atributos (consecuencias), valoración que debe ser realizada por el sujeto del problema de decisión. En lo adelante se identificará como "decision-maker" (DM) a la entidad humana responsable de la decisión.

Perny (1998) divide los problemas de decisión en dos grandes grupos: los que se basan en preferencias y los que se basan en similitud. Entre los primeros destacan los que pertenecen a la ya clásica denominación de Roy (Roy e D. (1995), Roy (1996)): $P\alpha$, obtener el conjunto más pequeño posible de alternativas A' de modo que se pueda justificar ignorar cualquier $b \in$ A-A'; $P\gamma$, obtener un orden del conjunto A en clases de equivalencia en sentido decreciente de calidad. Los que se basan en similitud se dividen en: 1) asociar cada objeto de A a un conjunto de categorías predeterminadas, absolutas en el sentido de que no dependen de A (clasificación); y 2) asignar los objetos de A en agrupaciones que no existen de antemano, de modo que se pueda justificar la similitud de un objeto con los que se agrupan con él, así como la diferencia con los demás (clustering). La dicotomía de Perny no estaría completa sin señalar las características especiales del problema de evaluación. Aquí el conjunto de objetos debe ser clasificado en categorías que presuponen una evaluación, que existen independientemente del conjunto A pero obedecen a un orden preferencial del DM o agente de la decisión. Y la evaluación del objeto (su clasificación en una categoría evaluativa) se determina no sólo por similitud con otros objetos ya evaluados, sino también por cierta expresión de preferencias del DM.

En la actualidad el apoyo gerencial a distintos procesos de decisión se enmarca en la categoría más general de Sistemas de Apoyo a la Gerencia (MSS por sus siglas inglesas) (Marakas (2002)). Las tecnologías MSS ayudan al DM desde varios puntos de vista: i) porque le presentan información relevante para la toma de decisiones; ii) porque le auxilian en el proceso de incorporar mentalmente esa información; e iii) porque, con el empleo de modelos de decisión, lo ayudan a superar sus limitaciones cognitivas y a ser más consistente con su propia subjetividad (Marakas (2002), Sauter (1997)). Desde la ya clásica Teoría de la Decisión (Keeney e Raiffa (1976), Howard e Matheson (1984)), pasando por la escuela europea de MCDA (Multicriteria Decision Aid) (Roy (1990; Roy (1996)), hasta los más recientes métodos que se basan en un paradigma de aprendizaje por ejemplos (Greco *et al.* (2002; Greco *et al.* (2001); Fernandez *et al.* (2007)), todos enfatizan en el papel central de la modelación de la subjetividad del DM. Ella decide en el conflicto de atributos, en la valoración de los riesgos, y en situaciones de conflicto inter-personal. Un problema de decisión es objetivo por el conjunto A y por las consecuencias de sus elementos; pero es subjetivo por la valoración de las consecuencias y su reflejo en la mente del DM. Por tanto, salvo casos relativamente triviales no existen decisiones que sean mejores en un sentido objetivo, o sea al margen del sujeto del proceso de decisión. De ahí que todas las tendencias enfaticen en el modelo de ciertos aspectos de la subjetividad del DM, y difieran en el modo de hacerlo y en sus premisas de partida.

El enfoque normativo es el más conocido, el que posee raíces más sólidas en la historia de las matemáticas, y quizás por eso también el de mayor elegancia formal. Se demuestra la existencia de una función de valor ordinal U definida sobre A, y que es compatible con la relación de orden débil (French (1993)). Otros axiomas se unen al de comparabilidad transitiva para crear un modelo de la racionalidad, al cual debe apegarse el DM según el enfoque normativo (French (1993)). Según Roy (1990), estos axiomas son aceptables aisladamente, pero en conjunto constituyen una estructura de validez cuestionable en muchos problemas de decisión. Por su parte, French (1993) argumenta como la principal virtud de la concepción normativa la creación de un "ambiente" adecuado para que el DM reflexiones sobre sus preferencias, consiga aclararlas e incrementar su consistencia.

Hay suficiente evidencia experimental que apunta a la inconsistencia de los agentes humanos en la toma de decisiones (Kahneman e Tversky (2000)) y muchos autores han objetado el axioma de comparabilidad transitiva ((Roy (1990)), (Roy e D. (1995)). Como consecuencia se producen efectos de intransitividad e incomparabilidad en la relación de preferencia, que se objetan como irracionales desde posiciones normativas, pero que también pueden entenderse como expresión de una dificultad que está presente en la acción real de la toma de decisiones.

Como contraparte a la concepción normativa, existen métodos para tomar decisiones sobre la base de relaciones "borrosas" de preferencia (Fodor e Roubens (1994)). En cierto sentido las relaciones "borrosas" son una buena alternativa de compromiso al enfoque funcional, pues generalizándolo, tienen mayor capacidad de expresión y son un buen modelo para fenómenos de intransitividad e incomparabilidad. El modelo de preferencias "borrosas" es más general y más flexible que su contraparte, y es en nuestra opinión más efectivo cuando el agente software debe resolver problemas de decisión con preferencias mal definidas (por ejemplo, de grupos de decisores humanos), o trabajar con información esencialmente incompleta e imprecisa.

Se trata entonces de definir σ: AxA $\rightarrow$[0,1] de modo que σ(x,y) represente el grado de credibilidad de la aserción "la alternativa x es al menos tan buena como y desde el punto de vista del actor del proceso de decisión". Se han propuesto diferentes métodos para construir σ. Para la decisión multicriterio en condiciones de certeza los más populares son ELECTRE III (Roy (1990)), PROMETHEE (Brans e Vincke (1985)) y ELECTRE TRI (Zopounidis e Dimitras (1998)) (para problemas de clasificación). El mejor tratamiento probabilista está en los trabajos (Martel e D'Avignon (1982)), (Siskos (1983)) y (D'Avignon e Vincke (1988)). Para la decisión en grupo se han aplicado ELECTRE III (Rogers *et al.* (2000), Hokkanen e Salminen (1997), (Leyva (2001) y PROMETHEE (Macharis *et al.* (1998)). La fase de construcción termina cuando queda definida la función σ. La fase de explotación busca llegar a una prescripción utilizando la información contenida en σ.

Estos métodos son flexibles, requieren relativamente poco esfuerzo del actor, y ofrecen un ambiente más adecuado para analizar problemas de decisión en condiciones de falta de información, fuentes de imprecisión y preferencias mal definidas. Las críticas principales que se les hacen son: 1) falta de una base axiomática que los sustente; 2) requieren valores de muchos parámetros, la mayor parte poco significativos para el DM, lo que puede producir en este un sentimiento de insatisfacción al verse obligado a suministrar una información que le es ajena, y 3) resultados poco consistentes de la fase de explotación, dificultad para manejar ciclos e intransitividades, y llegar a una prescripción bien argumentada.

2. PROBLEMAS DE DECISIÓN COLECTIVA

Puesto que muchos procesos complejos de decisión en las organizaciones empresariales y sociales descansan en equipos, comités o asociaciones de directivos, no es extraño que una de las direcciones principales de las tecnologías MSS sea hacia la creación de plataformas de trabajo en grupo (GSS), y más específicamente a prestar apoyo en procesos de toma de decisiones grupales (GDSS). En la literatura se distinguen tres estructuras básicas para el trabajo colectivo orientado a la toma de decisiones (Marakas (2002)): La figura 1.a recoge el caso en que todo el colectivo es responsable de la decisión; hay una total simetría entre los diferentes DMs, y la decisión final se toma sobre la base de reglas establecidas de antemano que definen la forma en que el grupo se “constituye”. La figura 1.b corresponde a situaciones en que se pierde la simetría; existe un DM responsable de la decisión (en lo adelante lo llamaremos Supra-Decision Maker (SDM)), que se apoya en las opiniones de un colectivo de menor nivel de decisión, cuyos miembros sólo interactúan con el SDM. En la estructura de la figura 1.c hay una interacción completa entre todos los participantes, pero la responsabilidad principal sigue recayendo sobre el SDM cuyo juicio final se sustentará en el mejor consenso posible que pueda obtener de los miembros del colectivo. Todas las estructuras suponen cierto nivel de colaboración; es multilateral en el primer caso, aunque no necesariamente exenta de contradicciones. En 1.b la colaboración es direccional, de los miembros del equipo hacia el SDM, mientras que en 1.c hay elementos de las dos anteriores. En cualquiera de los tres casos debe haber un modo, sea heurístico, formal o incluso matemático, de integrar las opiniones individuales para una decisión final. Los tres casos se denominarán en lo sucesivo como asociación, equipo y comité respectivamente.

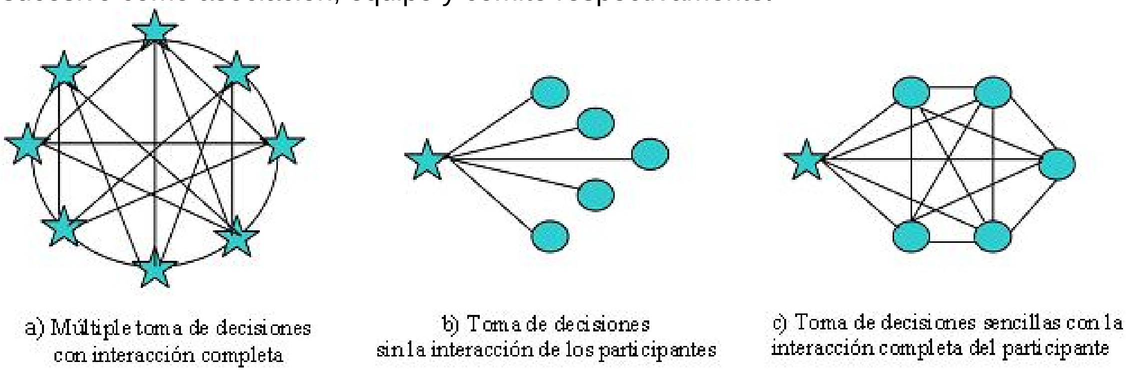

Figura 1. Estructuras básicas de la decisión colectiva

La tecnología GDSS debe dar apoyo de modelación a los procesos de decisión basados en cualquiera de esas estructuras. Nosotros no estamos interesados en los complejos factores psicológicos que influyen en GSS y las tecnologías de “groupware”. Nuestro interés se limita a los siguientes problemas:

2.1 SELECCIÓN Y RANKING

Este problema tiene las características que se describen a continuación:

a. Cada miembro del grupo considera el mismo conjunto de decisión.

b. Como expresión de sus preferencias, cada miembro puede hacer un ranking de A en orden de calidad decreciente. Se permiten los empates entre varias alternativas.

Siguiendo a French (1993) el problema se puede formalizar como: Sea $A = \{a_1, \ldots a_M\}$ el conjunto de decisión. Sea G el conjunto de miembros del grupo y N su cardinal. Se supone que cada miembro es capaz de ordenar preferencialmente los elementos de A si él fuera el único responsable de ese orden. Sea R_i el orden débil que se deriva del ranking que el i-ésimo miembro realiza de A. Dados los N individuos y sus preferencias R_i $i= 1,\ldots N$, el problema consiste en encontrar un orden preferencial R_g de A que pueda ser aceptado como un consenso razonable. Como caso particular se obtiene el consenso sobre la(s) mejor(es) decisión(es) (primeras posiciones en R_g).

2.2 CLASIFICACIÓN

Denotemos por *U* el universo de objetos y por *G* el conjunto de miembros del grupo. Existe un conjunto finito de categorías de evaluación $Ct = \{C_1, \ldots C_M\}$. Un objeto $x \in U$ es evaluado por el j-ésimo *DM* en la categoría $C_{kj} \in Ct$. El problema es identificar un consenso de grupo razonable $C_G \in Ct$.

2.3 PROBLEMA DE EVALUACIÓN

Es un caso particular del problema de clasificación. Se diferencian en que ahora hay una relación ordinal de preferencias definida sobre $Ct = \{C_1, \ldots C_M\}$. Se asume que si $i > j$, C_i indica una evaluación mejor que C_j. De igual forma un objeto $x \in U$ es evaluado por el j-ésimo *DM* en la categoría $C_{kj} \in Ct$, y el problema es identificar un consenso razonable $C_G \in Ct$.

Es necesario resaltar las siguientes características:

a. Cada miembro del grupo considera el mismo objeto y el mismo conjunto de categorías de clasificación o evaluación.

b. En los problemas de evaluación la relación de preferencia sobre *Ct* es la misma para cada DM individual.

c. Como expresión de sus preferencias, cada miembro evalúa el objeto en una categoría determinada. Se permite la duda entre dos categorías contiguas.

2.4 ALGUNAS CARACTERÍSTICAS COMUNES

Los problemas antes enunciados comparten las siguientes características:

a. Homogeneidad. Ninguna opinión aislada tiene más importancia que otra para la decisión final.

b. En caso de constituir una asociación, el grupo sólo aceptará decisiones que estén basadas en un consenso razonable. En los casos de equipo y comité, el SDM sólo se conformará con razonables niveles de consenso.

3. LIMITACIÓN DE LOS ENFOQUES PRECEDENTES

En los últimos 10-15 años hemos presenciado un avance vertiginoso de las tecnologías para GSS basadas en redes de computadoras; sin embargo, el desarrollo de la modelación matemática de los procesos de decisión en grupo marcha considerablemente rezagado. La teoría de la decisión racional está severamente limitada para modelar la decisión colectiva porque la preferencia grupal (es decir, el concepto intuitivo de preferencia colectiva) no puede definirse con precisión y al mismo tiempo ser libre de paradojas. Muy a menudo se considera que la opinión colectiva es la que dimana de ciertas reglas de votación establecidas en la "constitución" del grupo, o ciertas formas de agregar las opiniones individuales. El Teorema de Imposibilidad de Arrow, al establecer que ningún método de integrar esas opiniones satisface simultáneamente propiedades componentes de un paradigma racional (dominio universal, transitividad, unanimidad, no dictadura e independencia respecto de las "alternativas irrelevantes"), suscitó mucho pesimismo sobre la racionalidad de la democracia, incluso en sentido formal (French, 1993). Desde que se propuso la famosa Paradoja de Condorcet se puso en claro que la relación de preferencia colectiva que dimana de los sistemas de votación en boga (por ejemplo, los que realizan comparaciones por pareja combinadas con reglas de mayoría), no es transitiva, y conduce a que la decisión final dependa del orden en que se realizan las comparaciones (Bouyssou *et al.* (2000)).

Cuando un grupo compara parejas de opciones pueden surgir situaciones que impiden, más allá de las reglas de su "constitución", determinar una razonable preferencia por una de las dos opciones. Estas situaciones surgen debido a fuertes contradicciones entre coaliciones importantes de sus miembros, por ejemplo cuando existe sólida oposición de una minoría numéricamente significativa a aceptar una preferencia que sustenta una mayoría débil de los miembros del grupo. La teoría normativa de la decisión no es capaz de abordar situaciones de esa naturaleza.

De modo intuitivo parece que afirmar la preferencia colectiva sobre una de dos opciones que se comparan es solamente posible cuando hay unanimidad o un nivel apreciable de consenso. Una definición de este último concepto puede asociarse al cumplimiento de dos condiciones:

a) Hay una mayoría importante a favor de la preferencia.

b) La minoría contraria es muy débil numéricamente, o (de no serlo) la intensidad de su oposición es escasamente significativa.

Efectos de "dictadura de la mayoría" pueden ser negativos sobre la estabilidad y "gobernabilidad" del grupo. Tal "dictadura" puede ser aceptable como un principio de organización de simple aplicación, y que basa su racionalidad en la idea de que mayor cantidad de individuos pesan más que menos (juicio que por cierto ignora la importancia de la intensidad de las preferencias y del desacuerdo). Además de su simplicidad otras ventajas son: cierta equidad en el principio de que cada individuo cuenta igual para la decisión final, y evitar la necesidad de responder preguntas inquietantes y difíciles sobre quiénes tienen más razón en sus propuestas, cómo maximizar la satisfacción global y minimizar la correspondiente insatisfacción. La "dictadura de la mayoría" funciona en colectivos disciplinados y estables, sobre todo si el grupo está fundamentalmente conforme con aceptar el principio de mayoría como base de sus decisiones, y /o existen mecanismos de estímulo o coerción para propiciar la estabilidad del grupo por encima de la potencial inconformidad de una parte minoritaria. Aceptable como sin duda es en tanto que principio organizativo, no debemos cometer el error de asignarle valor ontológico emanado de su racionalidad para toda organización. En la práctica es imposible lograr la maximización de la satisfacción junto con la minimización de la inconformidad por la falta de medidas para estas categorías y por su posible carácter contradictorio; aunque imprecisamente definida, parece que aspirar a un consenso razonable es la tendencia que conduce a decisiones más satisfactorias. En el caso de estructuras de tipo comité o equipo, el SDM no tiene por qué conformarse con aplicar principios que sostengan "dictadura de la mayoría".

La veracidad de las proposiciones a) y b) permite un juicio positivo sobre la preferencia colectiva, pero el carácter impreciso de esos enunciados convierte en esquemáticos los intentos de modelación basada en lógica bivalente. La lógica "borrosa" aparece como una opción clara de modelación; de hecho, el término "consenso razonable" que aparece en la definición de los problemas es demasiado impreciso para eludir la modelación "borrosa".

La idea de modelar las preferencias de grupo con lógica borrosa es muy atractiva para dotar al modelo de una flexibilidad de la que carecen otros enfoques. El enunciado sobre la preferencia de una opción sobre otra se puede considerar como un predicado "borroso", con un grado de verdad asociado. Si se asocia un valor de verdad en el intervalo [0,1] a cada predicado componente (predicados a) y b) antes enunciados), con el empleo de los operadores lógicos se puede obtener un valor de verdad para la proposición sobre la preferencia colectiva. Este valor debe incrementarse con el poder de la coalición mayoritaria, y decrecer (incluso hasta anularse) cuando aumenta la oposición de minorías significativas. Cuando esta oposición rebasa cierto umbral de importancia, el SDM duda sobre si realmente la opinión mayoritaria es decisiva y se produce una situación de incomparabilidad en el sentido de Roy (1996).

En la literatura consultada no encontramos intentos de modelar la preferencia colectiva desde un punto de vista lógico basado en los predicados a) y b). Se reportan dos enfoques para incorporar la representación “borrosa” a la decisión en grupo:

3.1 EVALUACIÓN LINGÜÍSTICA

En este ambiente se consideran ciertos cuantificadores lingüísticos (Kacprzyk et. al., 1992) que, a diferencia de los existenciales y universales de la lógica bivalente, pueden ser definidos para tomar valores reales en el intervalo [0,1] modelando cuantificaciones tales como “la mayoría”, “alrededor de 2”, etcétera. En un problema de decisión en grupo, a partir de las relaciones de preferencia “borrosa” con propiedades de reciprocidad correspondientes a cada miembro, con un método de agregación que las integra, el cuantificador lingüístico expresado como una función arroja cierto valor indicando qué tanto el grupo satisface el cuantificador.

Con otro enfoque, un modelo de consenso bajo evaluaciones lingüísticas (Herrera *et al.* (1997); Herrera *et al.* (1996)) se basa en contar el número de individuos que están de acuerdo con el valor lingüístico asignado a cada preferencia, y en la agregación de esa información. A las alternativas se asocia un grado de relevancia y a los individuos un grado de importancia; cada uno de ellos proporciona su opinión como una relación de preferencia “borrosa” recíproca evaluada lingüísticamente en un conjunto de términos, que representa el grado de preferencia de una alternativa con respecto a otra. Se evalúa el consenso entre individuos y qué tan lejos está el grupo del máximo consenso; se evalúa también la distancia de las opiniones de los individuos a las etiquetas de consenso de preferencia. Ambas medidas, usadas conjuntamente, describen la situación de un consenso actual y ayuda al moderador en un proceso iterativo a alcanzar el consenso.

Los inconvenientes principales de los métodos de modelación lingüística son: i) la solución puede ser bastante sensible a la elección de los operadores de agregación “borrosa”, que hasta ahora carecen de un sólido sustento axiomático o racional, e ii) no hay una consideración explícita de la intensidad de la oposición de las minorías, ni de los efectos de incomparabilidad e inestabilidad que ella puede producir. La modelación “borrosa” por si sola no elimina los efectos de “dictadura de la mayoría” cuando los operadores de agregación siguen siendo en esencia de tipo compensatorio.

3.2 DEFINIR RELACIONES DE PREFERENCIA BORROSAS EN AXA EMPLEANDO DESPUÉS UN MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

Una proposición tal como "a es aceptada colectivamente por lo menos tan buena como b" (denotado aS_gb) se considera como una aserción con un grado de verdad $\sigma(a,b)$ en [0,1]. La proposición aSgb tiene un valor de pertenencia $\mu(aS_gb) = \sigma(a,b)$ al conjunto borroso de aserciones verdaderas sobre las preferencias binarias del grupo. Hay cierto nivel de corte λ tal que $aS_gb \Leftrightarrow \mu(aS_gb) \geq \lambda$. Fenómenos de intransitividad (aS_gb y bS_gc y anS_gc) e incomparabilidad (anS_gb y bnS_ga) se manejan fácilmente por este modelo.

Ninguna condición se impone al actor del proceso de toma de decisión, y por consiguiente las preferencias mal definidas (típicas de la decisión de grupo) se modelan fácilmente.

Para aplicarse a un problema de decisión en grupo, la principal dificultad es construir una relación de preferencia “borrosa” que represente el grado de verdad de una proposición sobre las preferencias colectivas. Principios aceptados de democracia, justicia, equidad e imparcialidad deben reflejarse en un buen modelo. Un esquema compensatorio hace difícil evitar una dictadura de la mayoría y por consiguiente tal esquema no parece poder lograr un buen reflejo de las preferencias del grupo. Recientemente, un método inspirado en la metodología ELECTRE III fue propuesto para resolver el problema multicriterio de ranking en grupo (Leyva e Fernandez (2003)). La ventaja principal de ELECTRE es el empleo de ideas de concordancia y discordancia que reflejan la manera heurística en que los grupos hacen sus comparaciones. Efectos de veto combinados con reglas de mayoría y umbrales se consideran en la metodología ELECTRE (Roy (1990; Roy (1996)), convirtiéndose en herramientas útiles para modelar los principios básicos de la democracia y del respeto a las minorías importantes. En (Leyva e Fernandez (2003)) se modelan concordancia y discordancia en forma muy similar a ELECTRE III. Ese trabajo tiene el mérito de proponer estas ideas para modelar el respeto a la opinión de las minorías significativas, aunque para un problema de características diferentes. Nosotros defendemos la conveniencia de modelar preferencias de grupo con relaciones “borrosas” de sobreclasificación usando medidas de concordancia y discordancia, pero no necesariamente la construcción de la relación “borrosa” binaria debe ser similar al esquema de ELECTRE III. En los métodos ELECTRE I, II y III, el índice de concordancia es igual a 1 sólo cuando todos los criterios están de acuerdo con la sobreclasificación (Ostanello (1983)). Semejante poder de la coalición de concordancia es extremo en decisiones de grupo, donde una mayoría calificada sin la condición del veto normalmente se considera bastante alta para establecer una preferencia de grupo fuera de duda. En este sentido la propuesta de (Leyva e Fernandez (2003)) puede objetarse. Una modificación de la propuesta de Leyva e Fernandez (2003) para el problema del ranking de grupo, que se separa de ELECTRE-III pero guardando las ideas de concordancia y discordancia, es la de Fernandez e Olmedo (2005). Esta propuesta fue generalizada al problema de evaluación en grupos por Fernandez e Olmedo (2008), y es el antecedente principal del presente trabajo. Sin embargo, en (Fernandez e Olmedo (2008)) no se enfatiza en la modelación lógica de la preferencia grupal (predicados a) y b) discutidos en la sección tercera); se utiliza un modelo lineal demasiado simple para el índice de concordancia que no refleja satisfactoriamente el concepto de “mayoría importante”, y no se reconoce la presencia ni actuación del SDM.

El resto de este trabajo tiene la siguiente estructura: En la sección 4 se sugiere, siguiendo a Fernandez e Olmedo (2008), la transformación del problema de clasificación/evaluación en grupo en un problema de ranking. En la sección quinta se presenta nuestra propuesta para modelar la preferencia “borrosa” del grupo, más general y lógicamente más justificada que las de Fernandez e Olmedo (2008); Fernandez e Olmedo (2005), y reconociendo el papel del SDM. En la sección 6 se dan algunos ejemplos seguidos de breves conclusiones.

4. TRANSFORMACIÓN DEL PROBLEMA DE CLASIFICACIÓN EN GRUPO EN UN PROBLEMA DE RANKING EN GRUPO.

En la base de este procedimiento está la suposición de que los miembros del grupo pueden ordenar *Ct* para la clasificación de cualquier $x \in U$. Sea $R_i(x)$ una relación binaria definida en *Ct* tal que $(C_k, C_L) \in R_i(x)$ si y sólo si el i-ésimo DM considera que C_k es al menos tan aceptable como C_L como resultado de clasificar *x*. Podemos suponer que $R_i(x)$ es un orden débil en *Ct*. En cuanto a la clasificación de *x*, un orden jerárquico de preferencias en *Ct* puede obtenerse de $R_i(x)$. $(C_k, C_L) \in R_i(x)$ $\forall L = 1, \ldots M$ si y solo si el i-ésimo DM prefiere identificar *x* como elemento de C_k. Sí $(C_m, C_L) \in R_i(x)$ $\forall L = 1, \ldots M$, $L \neq k$, entonces C_m es el segundo elemento en el ordenamiento jerárquico de *Ct* con respecto a *x* desde el punto de vista del i-ésimo miembro del grupo.

El ranking de cada miembro expresa sus preferencias sobre los elementos de *Ct* respecto a la clasificación del objeto *x*. Un ranking $C_{K1} > C_{K2} > \ldots C_{KM}$ ($\{K1, K2, \ldots. KM\}$ es una permutación de $\{1, 2, \ldots M\}$) significa que el i-ésimo *DM* prefiere evaluar *x* como elemento de C_{K1}; si esto no es posible preferiría C_{K2} y así sucesivamente. C_{KM} es la categoría con la que muestra mayor desacuerdo. La intensidad de su desacuerdo con la proposición "el grupo considera que C_{KM} es al menos tan preferida como C_{K1} como la clasificación elegida para *x*" crece estrictamente con la diferencia $|K1 - KM|$.

Un empate en el ranking indica una duda del correspondiente DM. En general, el ranking de cada miembro aporta mucha más información de preferencia (y de rechazo) que la sola clasificación del objeto en una de las categorías. Sin embargo, hay que admitir que en problemas de clasificación con muchas categorías la tarea de asignar el ranking puede ser bastante ardua. Esto es mucho más simple en los problemas de evaluación, pues el propio orden de preferencias sobre *Ct* establece restricciones sobre los ordenamientos posibles. En casos de evaluación se debe imponer un requisito de consistencia sobre $R_i(x)$: por ejemplo supongamos que *Ct* es el conjunto {Muy Alto (MA), Alto (A), Por Arriba del Promedio (P+), Promedio (P), Por Abajo del Promedio (P-), Bajo (B) y Muy Bajo (MB)}.Sí el i-ésimo DM opina que un objeto está evaluado "por arriba del promedio", se le solicita una segunda opinión, se espera que su respuesta sea "alto" o "en promedio", pues otra sería una inconsistencia. En general, cuando C_k es la opción mejor ordenada, la siguiente debería ser elegida entre C_{k+1} y C_{k-1}. No es necesario que el DM proporcione un ranking completo, es suficiente con las alternativas de evaluación que en su opinión estarían en los respectivos primeros lugares de su ranking, pues el conjunto de categorías define implícitamente un orden y el resto del ranking se construye sin ser necesaria la participación del agente decisor. Como ejemplo supongamos entonces que su segunda opinión es "en promedio", en función de esta respuesta se deduce que en tercer lugar en su ranking deben estar "alto" quizás al mismo nivel que "por debajo del promedio"; en cuarto lugar "muy alto" e indistintamente "bajo"; y en último lugar "muy bajo". Disponer de los primeros elementos del ranking es también un mecanismo de modelación de la duda. Es frecuente que, al evaluar, el DM manifieste alguna duda entre dos categorías contiguas, duda que es resultado de la complejidad de la labor que enfrenta. Y es bueno conocer esta información para una mejor decisión de grupo.

La tabla 1 muestra algunas evaluaciones diferentes. Las primeras tres columnas son inconsistentes. Si el DM acepta "*P+*" como la mejor opción, no pueden ser *B, MA* o *P-* la segunda. Las últimas dos columnas muestran que una vez que las mejores categorías han sido elegidas, la posición de las clases restantes debe obedecer cierto orden determinado por consistencia.

Tabla 1. Rankings consistentes e inconsistentes

P+	P+	P+	P+	P+
B	MA	P-	P	A
A	A	MA P	A P-	MA P
MA	P P-	A	MA B	P-
MB	B	B	MB	B
P-	MB	MB		MB
P				

Tanto en problemas de clasificación o evaluación, una agregación de los rankings $R_i(x)$ sobre G permite identificar el mejor acuerdo C_G, que se considera ahora la mejor alternativa (ordenada en primer lugar) del grupo.

5. RELACIÓN DE PREFERENCIA "BORROSA" PARA LA INTEGRACIÓN DE LAS PREFERENCIAS DEL GRUPO.

Una vez que el problema se ha reducido a una agregación de los rankings de los miembros del grupo, se utilizará un método parecido al propuesto por Fernández y Olmedo (2005) para problemas de ranking en grupo.

5.1 DEFINICIONES PRELIMINARES (FERNÁNDEZ Y OLMEDO, 2008)

Definición 1. Decimos que una categoría C_k sobreclasifica a la categoría C_j como la clasificación escogida para x desde el punto de vista del i-ésimo DM (relación de sobreclasificación restringida $C_k\ S_i(x)\ C_j$) si y solo si $C_k\ R_i(x)\ C_j$

Definición 2. El i-ésimo DM está en concordancia con la afirmación $C_k\ \mathrm{S_g}(x)C_j$, ($\mathrm{S_g}$ (x) significa "El grupo considera que C_k es al menos tan preferido que C_j como la clasificación para x"), si y solo si $C_k\ S_i(x)\ C_j$.

En lo que sigue $Conc(C_k\mathrm{S_g}(x)C_j)$ denotará la coalición de concordancia, el conjunto de DM's que están en concordancia con $C_k\ \mathrm{S_g}(x)C_j$. $n_{conc} = card\ \{\ Conc(C_k\ \mathrm{S_g}(x)C_j)\}$.

Definición 3. El i-ésimo DM está en discordancia con la proposición $C_k\ \mathrm{S_g}(x)C_j$ si y solo si C_k *not.* $R_i(x)\ C_j$ (*not.* significa negación). $Disc(C_k\ \mathrm{S_g}(x)C_j)$ denotará la coalición de discordancia, reúne los DM's en discordancia con $C_k\ \mathrm{S_g}(x)C_j$. Denotémosla con $n_{disc}= card\{Disc(C_k\ \mathrm{S_g}(x)C_j)\}$.

Definición 4. (Discordancia extrema y efecto de veto.) El i-ésimo DM pertenece a una coalición de veto $Veto(C_k\ \mathrm{S_g}(x)C_j)$ si y sólo si considera C_j como una de las categorías más preferidas para clasificar x y C_k como una de las menos aceptables. Definamos $n_{veto} = card\ \{\ Veto\ (C_k\ \mathrm{S_g}(x)C_j.)\ \}$.

5.2 MODELO DE LA RELACIÓN DE SOBRECLASIFICACIÓN "BORROSA"

5.2.1 El índice de concordancia

Este índice se introduce para medir la fuerza de los argumentos a favor de $C_k\mathrm{S_g}(x)C_j$ de los DM's incluidos en *Conc*, o sea, el grado de verdad de la proposición sobre la existencia de una mayoría importante a favor de la preferencia de C_k sobre C_j. A diferencia de (Fernández y Olmedo, 2005, 2008), aquí usamos el modelo lineal continuo por tramos (ver figura 2) que sigue:

$$c\,(C_k,C_j) = \begin{cases} 1 & \text{sí} \quad n_{conc} \geq N'' \\ \dfrac{\frac{1}{2}(n_{conc} + N'') - N'}{N''-N'} & \text{sí} \quad N' \leq n_{conc} < N'' \\ \dfrac{n_{conc} - \frac{1}{2}N}{2N'-N} & \text{sí} \quad \frac{1}{2}N \leq n_{conc} < N' \\ 0 & \text{sí} \quad n_{conc} < \frac{1}{2}N \end{cases} \qquad \ldots\ldots\ \ \ldots\ldots\ \ (1)$$

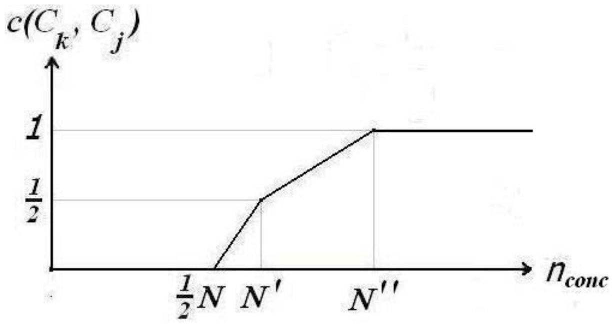

Figura 2. Modelo lineal continuo para el índice de concordancia.

N'' es un valor que a juicio del SDM constituye una mayoría tal que, (en ausencia de oposición intensa y numéricamente significativa) resulta decisiva para afirmar la preferencia grupal; N' (menor que N'') representa un valor para el cual el SDM muestra una duda equilibrada entre aceptar y rechazar la proposición sobre la importancia de la mayoría. Los valores naturales de N'' pertenecen al intervalo $[\frac{2}{3}N,\ \frac{3}{4}N]$, y su elección definitiva queda a discreción del SDM.

5.2.2 Efecto de veto

Para determinar si hay condición de veto se debe considerar el número de DM's en fuerte desacuerdo con $C_k S_g(x) C_j$ (n_{veto}). El *SDM* ha de identificar dos números reales $\rho,\ \eta$ ($0 < \rho < \frac{1}{4}$), ($\rho < \eta < \frac{1}{2}$) tales que a) si $n_{veto} \geq \rho N$ el poder de la coalición de veto empieza a debilitar la sobreclasificación; y b) sí $n_{veto} \geq \eta N$ su poder es tan alto que no hay credibilidad asociada a $C_k S_g(x) C_j$ cualquiera que pudiera ser $c\,(C_k,C_j)$.

Como en Fernández y Olmedo (2005, 2008), los integrantes de la coalición de veto se determinan por los rankings individuales, y se introduce una función $\phi\,(n_{veto})$ que mide el debilitamiento de la sobreclasificación a causa de esa coalición . En el presente trabajo el valor de ϕ se interpreta como el grado de verdad que el SDM asigna al predicado "el tamaño de la coalición de veto es poco significativo con relación al resto del grupo". Proponemos un modelo lineal continuo por tramos, como sigue:

$$\phi\,(n_{veto}) = \begin{cases} 1 & \text{sí } \; n_{veto} \leq \rho N \\ \dfrac{N(\frac{1}{2} - \rho) - n_{veto}}{N(\frac{1}{2} - 2\rho)} & \text{sí } \; \rho N < n_{veto} < \alpha N \\ \dfrac{1}{2} & \text{cuando } \; n_{veto} = \alpha N \\ \dfrac{\eta N - n_{veto}}{N(2\eta - \frac{1}{2})} & \text{sí } \; \alpha N < n_{veto} < \eta N \\ 0 & \text{sí } \; n_v \geq \eta N. \end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

que se muestra en la Figura 2.

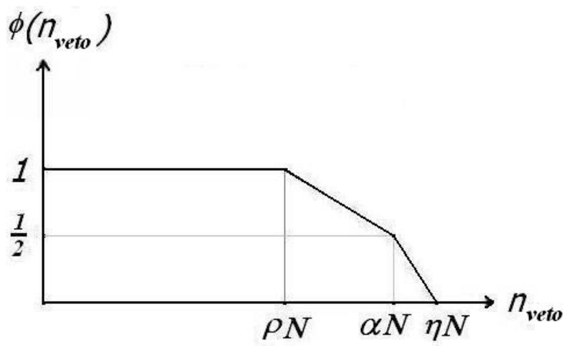

Figura 3. Debilitamiento de la sobreclasificación a causa de la coalición de veto.

El valor de α debe ser precisado por el SDM a partir de la duda razonable sobre la veracidad o falsedad de la proposición "αN constituye una parte significativa del grupo".

5.2.3 Una relación de preferencia de grupo.

Ahora, podemos definir una relación de preferencia "borrosa" del grupo como sigue:

$$\sigma_g : UxCtxCt \rightarrow [\,0,1]$$

$$\sigma_g(x, C_k, C_j) = c(C_k, C_j)\; \varphi(C_k, C_j) \;\ldots\ldots\; \ldots\ldots\ldots \;(3)$$

donde $c(C_k,C_j)$ está dada por la expresión (1), y $\varphi(C_k,C_j)$ = $\phi\,(n_{veto})$ dada por (2) para la coalición de veto correspondiente a $C_k S_g(x) C_j$.

σ_g se interpreta como el grado de credibilidad de la proposición "el grupo considera que C_k es al menos tan preferida como C_j como la clasificación elegida para *x*". Si la coalición de veto es vacía o muy débil, $\sigma_g(x,C_k,C_j)= c(C_k,C_j)$. Pero tal grado de credibilidad se reduce conforme la coalición de veto crece en importancia, anulándose cuando esa minoría está fuertemente en desacuerdo y se considera suficientemente importante desde el punto de vista numérico.

5.3 ENCONTRANDO LA MEJOR CLASIFICACIÓN DEL GRUPO

La clasificación de *x* por parte del grupo corresponde a la categoría colocada en la primera posición de su ranking de *Ct*, que puede ser obtenida utilizando cualquier método de explotación de relaciones de preferencia borrosas (p. ej. Fodor y Rubens, 1994). Los más populares son los métodos de funciones de conteo (como en PROMETHEE (Brans y Vincke, 1985)) y los métodos de destilación de ELECTRE-III (Ostanello, 1983). Recientemente en ciertas publicaciones se han propuesto nuevos enfoques basados en minimizar las discrepancias entre los rankings prescritos y una relación de preferencia estricta firme derivada de la relación evaluada (Fernández y Olmedo, 2003, 2005). Aunque este enfoque proporciona resultados más confiables cuando la complejidad del grafo de preferencias se incrementa, involucra la solución de un problema complicado de optimización multiobjetivo.

6. EJEMPLOS

En los siguientes ejemplos en la expresión (1) se ha tomado $N' = \frac{5}{8}N$ y $N'' = \frac{3}{4}N$. Y en la ecuación (2) $\rho = \frac{1}{10}$, $\eta = \frac{1}{3}$ y $\alpha = \frac{1}{4}$.

EJEMPLO1

Sea Ct ={ Muy Alto (MA), Alto (A), Por Arriba del Promedio (P+), En Promedio (P), Por Abajo del Promedio (P-), Bajo (B), Muy Bajo (MB)} el conjunto de categorías de una escala cualitativa para una evaluación de seis DM's.

En la tabla 2 se muestran los ranking individuales que cumplen los requerimientos de consistencia discutidos en la sección 4;

Tabla 2. Ranking de seis DM's

DM 1	**DM 2**	**DM 3**	**DM 4**	**DM 5**	**DM 6**
MB	MB	A	P-	P	P-
B	B	MA	B	P-	B
P-	P-	P+	P MB	P+ B	P MB
P	P	P	P+	A MB	P+
P+	P+	P-	A	MA	A
A	A	B	MA		MA
MA	MA	MB			

Comparando por pares, no se puede tomar ninguna decisión entre MB y P-.

La relación de preferencia "borrosa" dada por (3) se muestra en la tabla 3. Con el propósito de obtener el ranking usamos la regla del flujo neto (Fn(a)=$\sum_{j=1}\sigma_g(x,a,C_j)-\sum_{j=1}\sigma_g(x,C_j,a)$).

Tabla3. Relación de preferencia “borrosa” (ejemplo 1).

	MA	**A**	**P+**	**P**	**P-**	**B**	**MB**
MA	1	0	0	0	0	0	0
A	1	1	0	0	0	0	0
P+	1	1	1	0	0	0	0
P	1	1	1	1	0	0	0.666
P-	1	1	1	0.666	1	0.666	0.666
B	0. 777	0. 777	1	0.666	0	1	0.666
MB	0. 777	0. 777	0.666	0.666	0	0	1

Tabla 4. Opcións y flujo neto

Opción	**Flujo neto**
MA	-5.555
A	-3.555
P+	-1.666
P	1.666
P-	5
B	3.222
MB	0.888

La recomendación de nuestra propuesta es P- como el mejor acuerdo del grupo; esa opción es preferida por dos DM’s y nunca considerada como última opción por otros miembros del grupo. En cambio MB es considerada por dos miembros del grupo entre sus últimas opciones.

EJEMPLO2

Supongamos que se tienen ocho DM’s que emiten sus opiniones primera y segunda sobre la evaluación de un objeto como se muestra en la primera y segunda fila de la tabla 5 respectivamente. Los rankings completos se muestran en la tabla 5.Una regla usual de votación no resuelve la integración de las opiniones del grupo.

La decisión debe estar entre P y P+. Tres de los DM’s (1, 2 y 4) muestran cierta tendencia por evaluaciones inferiores a P además de que los DM 8 y 6 se conforman con una evaluación inferior a P+. En contraparte únicamente dos de ellos (5 y 7) tienden en alguna medida a que la evaluación del grupo supere a P+. El cálculo del flujo neto da ventaja estrecha a P. El conteo de Borda (Bouyssou *et al.* (2000)) también confirma este razonamiento (ver tabla 7).

Tabla 5. Ranking de ocho DM's

DM 1	DM 2	DM 3	DM 4	DM 5	DM 6	DM 7	DM 8
MB	P	P	P	P+	P+	A	P+
B	P-	P+	P-	A	P	P+	P
P-	P+ B	A P-	P+ B	MA P	A P-	MA P	A P-
P	A MB	MA B	A MB	P-	MA B	P-	MA B
P+	MA	MB	MA	B	MB	B	MB
A				MB		MB	
MA							

Tabla 6. Relación de preferencia "borrosa"

	MA	A	P+	P	P-	B	MB
MA	1	0	0	0	0	0. 458	0. 458
A	1	1	0	0	0.25	0. 458	0. 916
P+	1	1	1	0	0.5	1	1
P	1	1	0	1	1	1	1
P-	1	1	0	0	1	1	1
B	1	0	0	0	0	1	1
MB	0	0	0	0	0	0	1

Tabla 7. Opcións, flujo neto y conteo de Borda

Opción	Flujo neto	Conteo de Borda
MA	-4.083	35
A	-0.375	26
P+	4.5	18
P	5	17
P-	2.25	26
B	-1.916	30
MB	-5.375	36

EJEMPLO 3:

En la tabla 8 se muestran los rankings de ocho DM's.

Tabla 8. Ranking de ocho DM's

DM 1	DM 2	DM 3	DM 4	DM 5	DM 6	DM 7	DM 8
MA	MA	P+	P-	P-	A	P-	A
A	A	A	P	P	P+	P	**MA**
P+	**P+**	MA P	P+ B	P+ B	MA P	P+ B	**P+**
P	**P**	P-	A MB	A MB	P-	A MB	**P**
P-	**P-**	B	MA	MA	B	MA	**P-**
B	**B**	MB			MB		**B**
MB	**MB**						**MB**

En las tablas 9 y 10 se muestran la relación de preferencia borrosa y el cálculo del flujo neto respectivamente.

Tabla 9. Relación de preferencia borrosa

	MA	**A**	**P+**	**P**	**P-**	**B**	**MB**
MA	1	0	0	0	0	0.5	05
A	1	1	0	0	0	0.5	1
P+	0.5	0	1	0.5	0.5	1	1
P	0.5	0	0	1	0.5	1	1
P-	0	0	0	0	1	1	1
B	0	0	0	0	0	1	1
MB	0	0	0	0	0	0	1

Los DM's 4, 5, y 7 están fuertemente en desacuerdo que la clasificación del grupo sea MA ó A, constituyendo una minoría con capacidad de veto. A pesar de que tres DM's muestran preferencia por P-, otros cinco no muestran un acuerdo convincente de ello. En la comparación por parejas P+ es preferido por más DM's (5) que P y P- (3). Nuestra propuesta y el cálculo del flujo neto sugieren que el acuerdo del grupo sea P+ como lo refleja la tabla 10.

Tabla 10. Medida de flujo neto

Opción	Flujo neto
MA	-1
A	2.5
P+	3.5
P	2.5
P-	1
B	-3
MB	-5.5

7. CONCLUSIONES

Es posible utilizar una aproximación basada en lógica "borrosa" para modelar el grado de credibilidad de un enunciado sobre la preferencia colectiva, lo cual se logra a través de varios predicados componentes que reflejan la importancia de la mayoría que favorece la preferencia y lo significativo de la oposición. Esta relación de preferencia "borrosa" modela la heurística natural usada por grupos colaborativos para tomar acuerdos razonables o en consenso, basados en reglas de mayoría aceptadas universalmente combinadas con la observancia necesaria de minorías importantes. El modelo es especialmente recomendable para estructuras de decisión similares a equipos o comités, en las que existe un actor especial (el Supra-Decision-Maker), cuya subjetividad se refleja en algunos parámetros de aquél. En estructuras completamente colaborativas (asociación) se requiere que el grupo llegue a un consenso sobre los parámetros del modelo que reflejará sus preferencias.

Los problemas de clasificación en grupo (y de evaluación como caso particular) se pueden reducir a problemas de ranking de grupo; la mejor clasificación de compromiso es la primera opción en el ranking del problema de decisión correspondiente al ranking de grupo.

En varios ejemplos, nuestra propuesta se desempeña mejor que esquemas típicos de votación porque las reglas de mayoría no siempre son apropiadas para la toma de decisiones en grupo, pues los efectos de veto con frecuencia son muy importantes. No detectamos propiedades estructurales que limiten la aplicación de nuestro método. El número de miembros del grupo no está limitado. El número de categorías puede cubrir las situaciones más complejas de evaluación con múltiples participantes, mas en problemas de clasificación se encuentra acotado por el esfuerzo que se requiere del decision-maker para proponer un ranking coherente en sustitución de la simple elección de una categoría.

8. REFERENCIAS

Bouyssou, D.; Marchant, Th.; Perny, P.; Tsoukias, A. e Vincke, Ph. **Evaluations and decision models: a critical perspective,** . Dordrecht: Kluwer Academic Publishers 2000.

Brans, J. P. e Vincke, Ph. . A preference ranking organization method **Management Science** v.31, p.647-656. 1985.

D'Avignon, G.R. e Vincke, Ph. . An outranking method under uncertainty. **European Journal of Operational Research**, v.36, p.311-321. 1988.

Fernandez, E. ; Navarro, J. e Duarte, A. Multicriteria sorting using a valued preference closeness relation. **European Journal of Operational Research**, n.aceptado para publicar. 2007.

Fernandez, E. e Olmedo, R A new method based on a fuzzy outranking relation for supporting collective sorting decisions **International Journal of Operational Research**, v.3, n.2(por aparecer). 2008.

Fernandez, E. e Olmedo, R. An agent model based on ideas of concordance and discordance for group ranking problems **Decision Support Systems** v.39, n.3, p.429-443. 2005.

Fodor, J. e Roubens, M. . **Fuzzy Preference Modeling and Multicriteria Decision Support**. Dordrecht: Kluwer 1994. p.

French, S. . **Decision Theory: an Introduction to the Mathematics of Rationality.** London: Ellis Horwood. 1993.

Greco, S. ; Matarazzo, B. e Slowinski, R. Rough sets methodology for sorting problems in presence of multiple attributes and criteria **European Journal of Operational Research**, v.138, p.247-259. 2002.

Greco, S. ; Matarazzo, B. e Slowinski, R. . Rough sets theory for multicriteria decision analysis. **European Journal of Operational Research**, v.129, p.1-47. 2001.

Herrera, F. ; Herrera-Viedma, E. e Verdegay, J.L. Choice Processes for NonHomogeneus Group Decision Making in Linguistic Settings **Fuzzy Sets and Systems** v.94, p.287-308. 1997.

Herrera, F. ; Herrera-Viedma, E. e Verdegay, J.L. . A model of consensus in group decision making under linguistic assessments **Fuzzy Sets and Systems** v.78, p.73-87. 1996.

Hokkanen, J. e Salminen, P. Choosing a solid waste management system using multi criteria decision analysis **European Journal of Operational Research**, v.98, p.19-36. 1997.

Howard, R.A. e Matheson, J.E. **Readings on the principles and applications of decision analysis** California, USA: Strategic Decisions Group, Menlo Park 1984.

Kahneman, D. e Tversky, A. **Choices, values and frames.** New York: Cambridge University Press, 2000.

Keeney, R. e Raiffa, H. . **Decision with multiple objectives: preferences and value tradeoffs** New York: Wiley 1976. p.

Leyva, J. C. . **Aplicación de los algoritmos genéticos a la solución del problema de decisión individual y en grupo** Tesis (Doctorado em, Universidad Autónoma de Sinaloa., 2001.

Leyva, J.C. e Fernandez, E. A new method for group decision support based on ELECTRE-III methodology **European Journal of Operational Research**, v.148, n.1, p.14-27. 2003.

Macharis, C. ; Brans, J.P. e B., Mareschal. The GDSS PROMETHEE Procedure. . **Journal of Decision Systems**, v.7, p.283-307. 1998.

Marakas, G. . **Decision Support Systems**. New Jersey, USA: Prentice Hall, 2002.

Martel, J.M. e D'Avignon, G.R. . Projects ordering with multicriteria analysis. **European Journal of Operational Research**, v.10, p.56-69. 1982.

Ostanello, A. Outranking Methods. In: Fandel, B. , Spronk, G., *et al* (Ed.). **International summers school on multiple criteria decision making methods, applications and software**. Acireale, Italy, v.1, 1983. Outranking Methods, p.41-60

Perny, P. . Multicriteria filtering methods based on concordance and non-discordance principles **Annals of Operations Research** v.80, p.137-165.1998.

Rogers, M. ; Bruen, M. e Maystre, L. . **ELECTRE and Decision Support**. Boston-Dordrecht-London: Kluwer, 2000.

Roy, B. The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. In: Bana E Costa, C.A. (Ed.). **Reading in multiple criteria decision aid**. Berlin: Springer-Verlag, 1990. The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods, p.155-183

Roy, B. . **Multicriteria methodology for decision aiding** Dordrecht: Kluwer, 1996.

Roy, B. e D., Vanderpooten. **The European School of MCDA: A Historical Review**. OR: Toward Intelligent Decision Support, 14th European Conference on Operational Research, 1995. p. 39-65.

Sauter, V.L. . **Decision Support Systems** New York: Wiley & Sons, 1997.

Siskos, Y. . Analyse de systemes de decision multicritere en univers aleatoire **Foundations of Control Engineering** v.8, p.193-212 1983.

Zopounidis, C. e Dimitras, A. . **Multicriteria decision Aid methods for the prediction of business failure.** Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers, 1998.

Evaluación y clasificación en grupos empleando relaciones de preferencia borrosas

Eduardo Fernández, eddyf@uas.uasnet.mx

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Sinaloa

Rafael Olmedo, rolmedo@uas.uasnet.mx

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Autónoma de Sinaloa e-mail:

**Received: November, 2006 / Accepted: April, 2007*

RESUMEN

La presente propuesta trata el problema de obtener decisiones de consenso en grupo en situaciones de clasificación o evaluación, un tipo especial de problemas de clasificación multiparticipante donde se define una preferencia ordinal en el conjunto de categorías. Los problemas de clasificación y evaluación en grupo se transforman en un problema de ranking en grupo mucho más estudiado. Siguiendo las ideas de los métodos ELECTRE, las preferencias de los miembros del grupo se agregan en una relación de preferencia borrosa, que modela de la heurística natural usada por grupos para tomar decisiones razonables. En este modelo, los efectos de veto combinados con reglas de mayoría son considerados como herramientas para reflejar los principios básicos de democracia y respeto a minorías importantes.

Palabras-clave: Retrieving Items. Discrete-Event Simulation. Management.