

# ARQUITECTURA DE UN SISTEMA WEB DE EVALUACIÓN DIFUSA CON INFORMACIÓN HETEROGÉNEA APLICADO A LA CALIDAD DOCENTE UNIVERSITARIA

**P. J. Sánchez, L. Martínez**

Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos  
Universidad de Jaén, 23071 - Jaén, España  
pedroj,martin@ujaen.es

**B. Montes**

Dpto. de Psicología  
Universidad de Jaén, 23071 - Jaén, España  
bmontes@ujaen.es

## Resumen

La evaluación de la calidad docente universitaria es un proceso que se ha venido realizando habitualmente en las Universidades Españolas. Sin embargo, la importancia de la misma ha aumentado significativamente en los últimos años y puede que su significación sea aún mayor en un futuro próximo debido a que las Administraciones Públicas están planificando que parte de los presupuestos de Universidades, departamentos, áreas, etc., estén sujetas en parte a dichas evaluaciones. En este proceso se evalúan aptitudes docentes de los profesores de la Universidad así como los servicios proporcionados por ésta. Las evaluaciones actuales utilizan un modelado preciso de la información a pesar de que se evalúan indicadores en su mayoría de naturaleza cualitativa, por lo que el marco de evaluación es poco flexible lo que puede llevar a obtener evaluaciones poco representativas.

En esta contribución se propone una arquitectura para un Sistema Web con tecnología JAVA que automatice todo el proceso de evaluación de la calidad docente universitaria. Este sistema implementa dicho proceso sobre un marco de evaluación flexible que permitirá modelar las evaluaciones sobre los distintos indicadores atendiendo a la naturaleza de los mismos, mediante un contexto con Información Heterogénea (numérica, intervalar y lingüística) y define un modelo de evaluación basado en un proceso de decisión difuso con Información Heterogénea [7, 8, 9].

**Palabras Clave:** Evaluación Docente, Toma de Decisión, Información Heterogénea, Sistema Web.

## 1. Introducción

La evaluación es un proceso cognitivo complejo que involucra diferentes mecanismos en los que hay que definir los elementos a evaluar, fijar un marco en el que se realizará la evaluación, recopilar la información de los evaluadores que tomen parte en el problema y finalmente calcular un resultado que nos indique la valoración global del elemento, modelo, producto, persona o sistema, que estamos evaluando. En la literatura científica podemos encontrar como el uso de técnicas de análisis de decisiones han facilitado la resolución de problemas de evaluación complejos [2, 4].

En la Teoría de Decisión, antes de tomar una decisión, se realiza un proceso de análisis que permite a los decisores tomar decisiones de una forma consistente, es decir, el análisis de decisión ayuda a las personas a tomar decisiones complejas. Sin embargo el análisis de decisión no es una teoría a idealizar sobre cómo las personas toman sus decisiones de una forma totalmente racional. En realidad, existen trabajos de campo en psicología que muestran que a veces las personas no procesan la información y que otras veces, toman sus decisiones de forma inconsistente o incongruente a pesar del análisis de la decisión. Por tanto, podemos ver que aunque el análisis de decisión no se utilice siempre por los decisores a la hora de tomar sus propias decisiones, sí es responsable de realizar un estudio metódico y analítico que ayuda a analizar las alternativas, indicadores, del elemento bajo estudio que es el objetivo de los procesos de *Evaluación*.

En la Teoría de Decisión hay distintas situaciones de decisión dependiendo del contexto en el que se desarrolle el problema de decisión, ya sea en un ambiente de certidumbre, de riesgo o de incertidumbre. Se puede decir que los métodos clásicos se adecuan fácilmente a problemas desarrollados en ambiente de certidumbre y de riesgo, sin embargo no son adecuados en situaciones de incertidumbre, es decir, en problemas que presentan información vaga e imprecisa. En estas situaciones

hablamos de problemas de decisión en contexto difuso o de *Toma de Decisiones Difusa* [3].

En esta contribución nos centramos en la evaluación de la calidad docente universitaria en la que se evalúan distintos indicadores con distinta naturaleza (cuantitativa o cualitativa) y sobre los que se puede tener distinto grado de certeza. Sin embargo, nos encontramos que la mayoría de estos modelos de evaluación obligan a los evaluadores a calificar todos los indicadores con una escala numérica y precisa [1, 13]. En [14, 15] hemos visto como el uso de procesos de análisis de decisión en contexto difuso ha producido buenos resultados a la hora de mejorar el modelado del tratamiento de esta información vaga e imprecisa. Estos modelos difusos nos ha permitido abordar problemas de evaluación en los que se ofrece un marco de trabajo flexible en el que los evaluadores pueden utilizar distintos dominios de expresión "*Información Heterogénea*" (numérica, lingüística, intervalar) en la misma encuesta dependiendo de la naturaleza de los indicadores evaluados y del conocimiento del evaluador sobre los mismos. Nuestro objetivo en esta contribución es proponer una arquitectura de un sistema web de evaluación que adopta un marco de evaluación heterogéneo y que utiliza un modelo de decisión difuso para realizar el proceso de evaluación presentado en [12] y que se ha aplicado a la evaluación de la calidad docente universitaria en el desarrollo de un proyecto para la Agencia de Evaluación Andaluza.

Esta contribución se estructura como sigue: en la sección 2 hacemos un breve repaso al modelo de evaluación difuso, en la sección 3 presentaremos la arquitectura del Sistema Web para la Evaluación de la Calidad Docente Universitaria. Para finalizar presentaremos las conclusiones.

## 2. Modelo de Evaluación Difuso: Marco de Trabajo y Procesos

Antes de presentar la arquitectura del Sistema de Evaluación en un entorno WEB con tecnología JAVA, hacemos una breve revisión del modelo difuso de evaluación que implementará dicho sistema. Para ello definiremos el marco de evaluación en el que se llevará a cabo el proceso evaluativo y revisaremos los procesos del modelo de decisión que se utilizará para obtener los resultados buscados en la evaluación del profesorado. Para un mayor detalle del modelo de decisión consultar [5, 12, 15]

### 2.1. Marco de Evaluación

El entorno en el que se desenvuelve la evaluación de la calidad del profesorado universitario puede descri-

birse de forma simple como un problema de decisión Multi-Experto ya que, para obtener una evaluación del profesor se utilizan las opiniones de distintos actuantes (alumnos, expertos en calidad, etc.) que han participado en la evaluación de los docentes. También podrán incluirse parámetros adicionales fuera de las encuestas de evaluación para medir la calidad del docente.

Por tanto el marco de evaluación que vamos a abordar lo describimos como:

**Evaluadores (alumnos, expertos en calidad)**

$$E = \{e_1, \dots, e_m\}$$

**Indicadores**

$$I = \{i_1, \dots, i_n\}$$

**Dominios de expresión:**

$$D = \{N, I, L\}$$

**Dominios de expresión para cada indicador:**

$$d = \{d_1, \dots, d_j, \dots, d_n\}, d_j \in D$$

**Vectores de Utilidad**

$$U_i = \{u_{i1}, \dots, u_{ij}, \dots, u_{in}\}, u_{ij} \in d_j$$

Un grupo de evaluadores,  $E$ , formado por los alumnos y opcionalmente por expertos en calidad que evalúan un conjunto de indicadores,  $I$ , sobre un elemento a evaluar que en nuestro caso será un docente universitario. La información para la evaluación es organizada mediante vectores de utilidad,  $U$ , tales que, cada evaluador,  $e_i$ , proporciona su vector de utilidad,  $U_i$ . En dichos vectores el evaluador,  $e_i$ , proporcionará un valor,  $u_{ij} \in d_j$  para cada indicador,  $i_j$ .

Los valores de los distintos indicadores pueden estar modelados en distintos dominios: Numérico (N), Intervalar (I) y Lingüístico Difuso (L) [20]. El dominio de expresión de cada indicador se decide después de un estudio realizado según modelos de la psicología para definir escalas de valoraciones [6, 17].

### 2.2. Procesos del Modelo de Evaluación

Una vez conocido el marco de evaluación haremos una breve revisión de los procesos del modelo difuso de decisión en el que se basa el sistema de evaluación. Una descripción completa del modelo puede ser consultada en [12]. El modelo de decisión consta de las dos fases siguientes [16]:

- Fase de agregación: esta fase tiene como objeto obtener un valor colectivo para cada una de los indicadores evaluados.
- Fase de explotación: busca obtener una evaluación global para el docente evaluado.

Dado que el marco evaluador define un contexto heterogéneo con información numérica, intervalar y lingüística, para manejar esta información las fases del

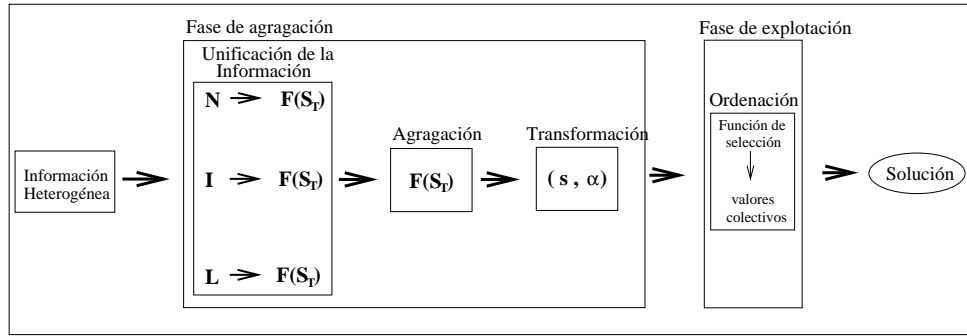


Figura 1: Modelo de Decisión con Información Heterogénea

modelo de decisión se realizarán tal y como se indica en la Figura 1.

### 2.2.1. Fase de Agregación

Esta fase pretende obtener una valoración global para cada indicador del docente según todos los evaluadores. Para ello se realizarán los siguientes pasos:

1. *Unificar la información.* La información heterogénea se unificará en un conjunto difuso valorado en un dominio lingüístico específico, denominado Conjunto Básico de Términos Lingüísticos (CBTL) y simbolizado por  $S_T$ . El CBTL es elegido según las condiciones presentadas en [12]. Para ello, se definen funciones de transformación de información numérica, intervalar y lingüística en conjuntos difusos sobre un CBTL [12].

$$\begin{aligned} \tau &: N \longrightarrow F(S_T) \\ \tau_{IS_T} &: I \longrightarrow F(S_T) \\ \tau_{SS_T} &: L \longrightarrow F(S_T) \end{aligned}$$

2. *Proceso de agregación.* Para cada alternativa, se obtiene un valor colectivo agregando el conjunto difuso valorado en el CBTL que representa la valoración individual que el experto ha asignado a esa alternativa por medio de un operador de agregación [10, 19].

**Ejemplo:** Consideremos como el CBTL a  $S_T = \{N, MP, P, M, A, MA, P\}$  y  $F(S_T) = (0, 0, ,2, ,47, ,27, ,33, ,14)$  como un valor colectivo para un indicador expresado mediante un conjunto difuso valorado en el CBTL. Su transformación a un valor expresado mediante una 2-tupla se obtendría aplicando la función de transformación  $\chi : F(S_T) \rightarrow S_T x[-,5, ,5)$  cuyo resultado sería **(MA,-.18)**.

3. *Transformación a 2-tupla.* Sin embargo, este modelado de la información es difícil de entender y

de manejar matemáticamente, por lo que, a continuación transformaremos estos conjuntos difusos en 2-tuplas [11] valoradas en el  $S_T$ .

Para mejorar el entendimiento de los valores de evaluación obtenidos y mejorar los procesos matemáticos sobre la información de entrada.

### 2.2.2. Fase de Explotación

Esta fase tiene como entrada los valores colectivos de cada indicador expresado mediante 2-tuplas lingüísticas. A partir de este vector de utilidad colectivo calcularemos un valor de evaluación utilizando un operador de agregación que pondere de forma adecuada los distintos indicadores que estamos evaluando de forma similar a la utilizada en [18].

En esta fase obtenemos un valor global de calidad, expresado mediante una 2-tupla, del docente a partir de los datos iniciales con los que partíamos. Este es el objetivo principal de esta aplicación, pero a partir de la información que hemos utilizado para obtener este valor global podemos desarrollar nuevos módulos que realicen recomendaciones o realicen informes automáticos sobre el docente.

## 3. Arquitectura del Sistema Web para la Evaluación de la Calidad Docente Universitaria

Una vez que hemos descrito el modelo teórico que vamos a utilizar para realizar la evaluación del profesorado pasamos a presentar la arquitectura del sistema Cliente Servidor basado en la WEB con tecnología JAVA que realice de forma automática el proceso de evaluación descrito anteriormente.

En la Figura 3 se presenta la arquitectura Cliente Servidor que se ha diseñado para el Sistema de Evaluación Docente. En el Sistema sólo se tienen previstos los siguientes usuarios:

PREGUNTAS			
Borrar	Pregunta	Tipo	Dominio
<input type="checkbox"/>	1.- El profesor informa del programa de la asignatura cuando comienza a impartirla	Enumerado	si,no
<input type="checkbox"/>	2.- Informa de los objetivos del programa de la asignatura	Lingüístico	Muy bien...Muy regular
<input type="checkbox"/>	3.- El programa contiene información bibliográfica útil para el desarrollo de la asignatura	Lingüístico	Mucha...Escasa
<input type="checkbox"/>	4.- Cuando falta a clase da las razones de su ausencia	Enumerado	si,no
<input type="checkbox"/>	5.- En general, hace interesante las clases	Lingüístico	Mucha...Escasa
<input type="checkbox"/>	6.- Motiva a los alumnos para que se interesen por la asignatura	Lingüístico	Mucha...Escasa
<input type="checkbox"/>	7.- Utiliza recursos didácticos (transparencias, pizarra, medios audiovisuales, informá	Lingüístico	Muy bien...Muy regular

Valoración de servicios e infraestructuras

Borrar	Pregunta	Tipo	Dominio
<input type="checkbox"/>	8.- Valora las condiciones de espacio, material, equipamiento, etc. en que se desarra	Lingüístico	Muy bueno...Muy Malo

Terminado

Figura 2: Ejemplo de diseño de una encuesta

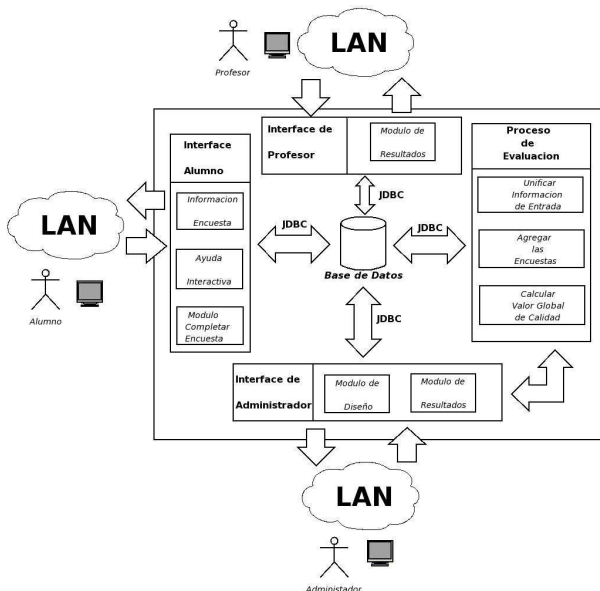


Figura 3: Arquitectura Cliente Servidor del Sistema Web

- **El Administrador:** Se encargará de la gestión de la base de datos, creación de las encuestas y cálculo de los resultados.
- **El Alumno:** Sólo le estará permitido rellenar aquellas encuestas que el administrador ya haya publicado dentro del Sistema.
- **El Experto en Calidad:** Tiene el mismo papel que el alumno en el sistema. En la Figura 3 tiene las mismas capacidades que el actor alumno.
- **El Profesor:** Podrá revisar los resultados de las encuestas que tengan relación con él una vez que

el administrador haya computado los resultado en la base de datos.

Los distintos usuarios del Sistema sólo necesitarán un cliente Web para poder acceder a los módulos que tienen a su disposición. Ahora pasaremos a describir brevemente cada uno de ellos:

- **Base de Datos:** Es donde se almacenará toda la información del Sistema. Los distintos módulos accederán a la misma por medio de conexiones JDBC que es una tecnología JAVA para el proceso de intercambio de información con las bases de datos.
- **Proceso de Evaluación:** Es el módulo principal que realizará el proceso de evaluación docente. En la Figura 1 se puede ver el proceso de forma gráfica.
- **Módulo de Diseño:** Sólo estará disponible para el administrador del Sistema. Con este módulo se diseñan las encuestas que serán almacenadas en la base de datos. En el proceso de diseño de la encuesta el administrador asignará el dominio de la información para cada pregunta y qué conjunto de alumnos y/o expertos en calidad podrán tener acceso a dicha encuesta y el conjunto de profesores que serán evaluados con la encuesta. En la Figura 2 se muestra un ejemplo del aspecto de una encuesta una vez que ha sido diseñada por el administrador.
- **Módulo de Resultados:** Una vez que el administrador decide que los alumnos y/o expertos en calidad han completado su tiempo para rellenar las encuestas, este módulo cierra el proceso de obtención de información de la encuesta y llama al

ENCUESTA			
Preguntas	Respuesta	NS-NC	Rango
1.- El profesor informa del programa de la asignatura cuando comienza a impartirla	si	<input type="checkbox"/>	
2.- Informa de los objetivos del programa de la asignatura	Muy Bien	<input type="checkbox"/>	
3.- El programa contiene información bibliográfica útil para el desarrollo de la asignatura	Mucha	<input type="checkbox"/>	
4.- Cuando falta a clase da las razones de su ausencia	si	<input type="checkbox"/>	
5.- En general, hace interesante las clases	Mucha	<input type="checkbox"/>	
6.- Motiva a los alumnos para que se interesen por la asignatura	Mucha	<input type="checkbox"/>	
7.- Utiliza recursos didácticos (transparencias, pizarra, medios audiovisuales, informáticos, etc.) que ayudan a comprender los contenidos	Muy Bien	<input type="checkbox"/>	
Valoración de servicios e infraestructuras			
Preguntas	Respuesta	NS-NC	Rango
8.- Valora las condiciones de espacio, material, equipamiento, etc. en que se desarrolla la asignatura	Muy Bueno	<input type="checkbox"/>	
9.- Valora el grado de satisfacción con el servicio de secretaría de la Escuela/Facultad	Muy Bueno	<input type="checkbox"/>	
10.- Valora tu grado de satisfacción con el servicio de cafetería/comedor	Muy Bueno	<input type="checkbox"/>	

Terminado

Figura 4: Encuesta para la ser rellenada por un alumno

módulo **Proceso de Evaluación** para calcular todos los datos relativos a la evaluación de la calidad para esa encuesta. Desde ese momento los datos estarán disponibles para los profesores que fueron evaluados con esa encuesta. También este módulo le permite al administrador revisar todos los resultados de las distintas evaluaciones de la calidad que se encuentren almacenados en la base de datos.

Para el profesor, éste módulo sólo presentará los resultados de la evaluación de la calidad de aquellas encuestas que estén almacenadas en la base de datos y que estén referidas a él.

- **Módulo Completar Encuesta:** Con él los alumnos y/o los expertos en calidad podrán contestar a las encuestas que el administrador del Sistema haya definido que son de su interés. El módulo les presentará todas las encuestas que tienen a su disposición y que no han contestado. Podrán seleccionar una de ellas y contestarla. Una vez contestada la encuesta será almacenada en la base de datos y no volverá a estar disponible. Este proceso puede repetirse hasta que no tenga más encuestas que contestar. En la Figura 4 se muestra un ejemplo de cómo se muestra una encuesta para que un alumno y/o experto en calidad pueda contestarla.

Un aspecto que hay que tener muy en cuenta en el proceso de evaluación de la calidad docente es mantener el anonimato de los evaluadores, es decir, no se podrá almacenar ningún tipo de información que permita identificar al evaluador que

rellenó una encuesta. Una vez que el evaluador rellena una encuesta sólo se almacena en la base de datos las contestaciones para ese tipo de encuesta y que el evaluador ya la ha relleno, para que no se le vuelva a presentar y rellene dos veces una misma encuesta. De esta forma se garantiza el anonimato ya que sólo se sabe que un evaluador en concreto ha relleno una encuesta pero no que encuesta en concreto.

- **Información Encuesta:** Este módulo le permitirá a los alumnos y/o expertos en calidad obtener toda la información que necesiten para completar la encuesta que estén contestando en un momento dado.

#### 4. Conclusiones

En esta contribución se ha propuesto una arquitectura para un sistema Web, del cual actualmente tenemos un prototipo, basado en tecnología JAVA para realizar el proceso de evaluación de la calidad docente en las Universidades Andaluzas de forma automática como parte de un proyecto de investigación financiado por La Agencia Andaluza de Evaluación (AGAE). Este sistema utilizará un modelo de evaluación capaz de manejar información heterogénea y la procesará siguiendo un modelo difuso de decisión para contextos heterogéneos. En la presentación se mostrará un ejemplo de este primer prototipo.

## 5. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos de investigación MTM2005-08982-CO4-03, TIN2004-21700-E y UJA23(UCUA).

## Referencias

- [1] P. Bharati and A. Chaudhury. An empirical investigation of decision-making satisfaction in web-based decision support systems. *Decision Support Systems*, (37):187–197, 2004.
- [2] D. Bouyssou, T. Marchant, M. Pirlot, P. Perny, and A. Tsoukia's. *Evaluation and Decision Models: A critical perspective*. Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [3] Carlsson C. and Fuller R. *Fuzzy Reasoning in Decision Making and Optimization*, volume 82 of *Studies in Fuzziness and Soft Computing*. Studies in Fuzziness and Soft Computing Series, 2001.
- [4] G.B. Devedzic and E. Pap. Multicriteria-multistages linguistic evaluation and ranking of machine tools. *Fuzzy Sets and Systems*, 102:451–461, 1999.
- [5] C. García, L. Martínez, B. Montes, and P.J. Sánchez. An automatical system for evaluating educational skills. *IADAT Journal of Advanced Technology on Education*, 1:52–54, 2003.
- [6] M. Harrower. *Psychodiagnostic Testing: An Empirical Approach*. Springfield Ed. C.C. Thomas, 1965.
- [7] F. Herrera, E. Herrera-Viedma, and L. Martínez. A fusion approach for managing multi-granularity linguistic terms sets in decision making. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1):43–58, 2000.
- [8] F. Herrera, E. Herrera-Viedma, L. Martinez, F. Mata, and P.J. Sanchez. *A Multi-Granular Linguistic Decision Model for Evaluating the Quality of Network Services*. Intelligent Sensory Evaluation: Methodologies and Applications. Springer, Ruan Da, Zeng Xianyi (Eds.), 2004.
- [9] F. Herrera, E. Herrera-Viedma, L. Martínez, and P.J. Sánchez. A linguistic decision process for evaluating the installation of an ERP system. In *9th International Conference on Fuzzy Theory and Technology*, pages 164–167, Cary (North Carolina) USA, 2003.
- [10] F. Herrera, E. Herrera-Viedma, and J.L. Verdegay. Direct approach processes in group decision making using linguistic OWA operators. *Fuzzy Sets and Systems*, 79:175–190, 1996.
- [11] F. Herrera and L. Martínez. A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 8(6):746–752, 2000.
- [12] F. Herrera, L. Martínez, and P.J. Sánchez. Managing non-homogeneous information in group decision making. *European Journal of Operational Research*, 166(1):115–132, 2005.
- [13] S. Kurnia and P. Schubert. An assessment of australian web sites in the grocery sector. pages 229–236. IADIS International Conference e-Commerce 2004.
- [14] L. Martínez, J. Liu, J.B. Yang, and F. Herrera. A multi-granular hierarchical linguistic model for design evaluation based on safety and cost analysis. *International Journal of Intelligent Systems.*, 20(12):1161–1194, 2005.
- [15] L. Martínez, P.J. Sánchez, C. García, B. Montes, F. Mata, and L.G. Pérez. *Un Sistema de Evaluación Basado en Técnicas de Difusión Difusas*. UCUA, Sevilla, 2005.
- [16] M. Roubens. Fuzzy sets and decision analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 90:199–206, 1997.
- [17] L. Ruiz-Maya. *Metodología estadística para el análisis de datos cualitativos*. CIS, Madrid, 1990.
- [18] P.J. Sánchez, L.G. Pérez, F. Mata, and A.G. López-Herrera. A multi-granular linguistic model to evaluate the suitability of installing an ERP system. *Mathware*, XII(2-3):217–233, 2005.
- [19] R.R. Yager. On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decision making. *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics*, 18:183–190, 1988.
- [20] L.A. Zadeh. The concept of a linguistic variable and its applications to approximate reasoning. *Information Sciences, Part I, II, III*, 8,8,9:199–249,301–357,43–80, 1975.