

Modelo Lingüístico de Evaluación de QoS de Red basado en Distancias

M. Espinilla¹, S. Gramajo²

¹Departamento de Informática, Universidad de Jaén
Campus Las Lagunillas, Andalucía, Jaén – España (23071)

mestevez@ujaen.es

²Grupo de Investigación sobre Inteligencia Artificial. Universidad Tecnológica Nacional –
Facultad Regional Resistencia. French 414 Resistencia, Chaco - Argentina (3500)

sergio@frre.utn.edu.ar

Resumen. Uno de los propósitos buscados para los procesos de Calidad de Servicio (QoS) en redes de ordenadores es establecer la prioridad de los servicios de red usados dentro de una organización en una situación determinada. Ante la previsión de un nuevo escenario, es necesario realizar una evaluación del mismo por un grupo evaluador para establecer el conjunto de prioridades de servicios de red de acuerdo a su nivel de importancia para el nuevo escenario. El proceso de asignación de prioridades a los servicios de red generalmente involucra subjetividad e incertidumbre por lo que el uso de etiquetas lingüísticas es adecuado para su valoración. En base a las valoraciones individuales, es calculada la Configuración de Servicios de Red Colectiva (CSR-C) que debe ser implementada y probada en la organización para el nuevo escenario, lo cual conlleva una serie inconvenientes. En determinadas ocasiones puede que dichos inconvenientes no rindan el suficiente beneficio, ya que puede existir en la organización una configuración similar o suficientemente cercana a la CSR-C obtenida que ofrezca unos niveles de garantía de calidad suficientes para la nueva situación. En esta contribución, proponemos un nuevo modelo de evaluación de QoS para servicios de red basado en distancias que solicita al grupo evaluador un umbral de cercanía factible. Dicho umbral representa el margen de tolerancia de las prioridades proporcionadas por cada evaluador para garantizar la QoS de red para el nuevo escenario. A partir de las evaluaciones individuales se obtiene la configuración adecuada, teniendo en consideración las configuraciones ya implementadas en la organización, la CSR-C y el umbral de cercanía factible colectivo.

1 Introducción

Uno de los procesos clave en el ámbito de Calidad de Servicio (QoS) en la red de una organización es el proceso de establecer la prioridad de los servicios de red usados

por la misma [1][2]. El objetivo de dicho proceso es intentar mejorar la transmisión de datos en el tiempo, garantizando cierto nivel de calidad y prioridad a cada servicio de red [3]. Dichos servicios pueden denominarse Tipos de Tráfico (ToTs) y su importancia radica en el hecho de que en determinadas situaciones, existen algunos de ellos que son críticos para el funcionamiento de una organización mientras que otros pueden no ser tan importantes o tener una importancia relativa. Así, en una organización existen un conjunto de Configuraciones de Servicios de Red establecidas (CSRs), cada una de ellas asociada a una situación concreta o escenario. Los administradores de red son los encargados de activar la CSR apropiada en función del escenario por el que esté pasando la organización y así adecuar la prioridad de cada ToT a las necesidades específicas del escenario.

El modelo presentado en [4] ha dado muy buenos resultados a la hora de establecer la CSR de un escenario en una organización. En dicho modelo, la CSR es fijada calculando la prioridad para cada ToT de la organización, teniendo en cuenta tanto las valoraciones de los administradores de la red como de los usuarios que la utilizan. Dado que la información involucrada en el proceso de valoración de prioridades presenta vaguedad e imprecisión, dicho modelo propone expresar las preferencias a través de términos lingüísticos [5], ofreciendo un marco de evaluación adecuado que facilita y mejora la resolución del problema de asignación de prioridades.

A partir de las valoraciones del grupo evaluador es calculada la CSR colectiva (CSR-C) para la situación bajo estudio, la cual se considera la apropiada. A partir de ahí, los administradores de red realizan el proceso de implementación y pruebas de tal configuración. Básicamente, la implementación consiste en asignar a cada ToT la prioridad fijada y, posteriormente, realizar un conjunto de pruebas con el objetivo de testear la configuración. Dicho proceso implica una serie de inconvenientes asociados a la organización, por lo que la decisión de implementar una nueva configuración no es trivial [6]. Por un lado, los administradores deben asumir la tarea de implementar y probar una nueva configuración y, por otro lado, los usuarios de la red padecen los inevitables perjuicios que origina el probar una nueva configuración en la red: imposibilidad de usar algunos servicios, lentitud en la red o en determinados servicios críticos, etc.

En determinadas situaciones puede ocurrir que los perjuicios de implementar y probar la CSR-C obtenida no rinda el suficiente beneficio para la organización. Este hecho se debe a que puede existir en el conjunto de CSRs de la organización una configuración similar o suficientemente cercana a la CSR-C obtenida, la cual ofrezca unos niveles de garantía la servicios de red suficiente para el nuevo escenario.

Como solución a este problema, en esta contribución se propone que ante un nuevo escenario los evaluadores proporcionen junto a las prioridades de los ToT un umbral de cercanía factible (*ucf*). Dicho umbral representa el margen de tolerancia de las prioridades proporcionadas por cada evaluador para garantizar una QoS de red suficiente en el nuevo escenario. El modelo de evaluación computará un umbral de cercanía factible colectivo (*ucf-c*), el cual será utilizado para escoger entre la CSR-C o la CSR más próxima a la CSR-C. Si esta última cubre una QoS de red suficiente, será la configuración escogida para el nuevo escenario y se evitarán los perjuicios de desarrollar una nueva configuración. Dado que el *ucf* es un concepto que también

presenta vaguedad e imprecisión, se propone que sea valorado a través de etiquetas lingüísticas, al igual que las prioridades de los ToTs.

Para llevar a cabo nuestra propuesta, la contribución se estructura del siguiente modo: la Sección 2 revisa conceptos necesarios para la correcta comprensión de nuestra propuesta. La Sección 3 presenta el nuevo modelo lingüístico de evaluación basado en distancias para QoS de red. La Sección 4 presenta un ejemplo ilustrativo del modelo propuesto. Por último, el trabajo finaliza en la Sección 5 con las conclusiones.

2 Preliminares

En esta sección, revisamos diferentes conceptos y herramientas que son utilizadas en nuestra propuesta. Inicialmente revisamos el esquema de análisis de decisión en el cual se basará el modelo lingüístico de evaluación de QoS de red basado en distancias. Posteriormente, revisamos el enfoque lingüístico difuso y el modelo de representación de información lingüística difusa 2-tupla, los cuales serán utilizados para manejar la información en el modelo propuesto en esta contribución.

2.1 Análisis de Decisión y Evaluación

El análisis de decisión es una disciplina perteneciente a la teoría de decisión que ha proporcionado resultados exitosos en diferentes problemas de evaluación como: evaluación sensorial o evaluación de desempeño [7][8][9]. El objetivo principal de la evaluación es sintetizar la información involucrada en el proceso en una valoración que ofrezca información útil sobre el elemento evaluado. Para conseguir tal fin, es necesario establecer un marco de evaluación donde se fijan los diversos elementos que intervienen en el proceso, se recoge la información y, finalmente, se calcula la valoración para cada elemento evaluado. El análisis de decisión es una excelente herramienta para los procesos de evaluación, ya que proporciona una gran variedad de métodos para evaluar alternativas, considerando los criterios relevantes en el problema y que puede tener en consideración la opinión de múltiples expertos [10]. El esquema general que sigue el modelo que presentamos en esta contribución es mostrado en la Figura 1, el cual corresponde al proceso de análisis de decisión.

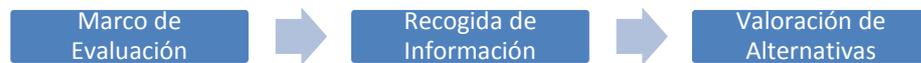


Fig. 1. Fases del Proceso de Análisis a la Decisión

2.2 Enfoque Lingüístico Difuso

La información involucrada en el proceso de evaluación de QoS de red presenta vaguedad e incertidumbre, ya que la información está basada en el conocimiento y en la percepción que los administradores y usuarios de la red tienen sobre ella.

El enfoque lingüístico difuso [5] ha dado muy buenos resultados a la hora de modelar dicha información. Para ello, representa la información vaga e imprecisa a través de variables lingüísticas. Cuando se trabaja con información lingüística es necesario seleccionar el conjunto de etiquetas lingüística y su semántica y debe ser tenido en cuenta la granularidad de la incertidumbre, es decir, la capacidad de discriminación entre los distintos valores de información. Valores típicos de granularidad son valores impares, tales como 7 ó 9, donde la etiqueta central representa una valoración de aproximadamente 0.5 y el resto de etiquetas se encuentran distribuidas simétricamente a su alrededor. Una posibilidad es generar todas las etiquetas lingüísticas sobre una escala en la cual se define un orden total y la semántica viene determinada por números difusos definidos en el intervalo [0,1] [11]. Un ejemplo de conjunto de 7 términos lingüísticos es ilustrado en la Figura 2.

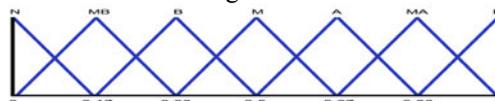


Fig. 2. Conjunto de 7 Términos Lingüísticos

2.3 Modelo Lingüístico 2-Tupla

El uso de variables lingüísticas implica realizar procesos de computación con palabras. El modelo de representación lingüístico basado en 2-tuplas [12] mejora la precisión en los procesos de computación con palabras respecto a otros modelos [13][14]. Este modelo se basa en el concepto de traslación simbólica y representa la información a partir de una 2-tupla (s_i, α) , donde $s_i \in S = \{s_0, \dots, s_g\}$ es un término lingüístico y $\alpha \in [-0.5, 0.5]$ es un valor numérico que representa la traslación simbólica.

Definición 1. Sea $\beta \in [0, g]$ el valor obtenido en una operación simbólica, $S = \{s_0, \dots, s_g\}$ un conjunto de términos lingüísticos y $\bar{S} = S \times [-0.5, 0.5]$ el conjunto de 2-tuplas asociadas a S, la información equivalente a β se obtiene a través de la función $\Delta(\beta): [0, g] \rightarrow \bar{S}$ definida por:

$$\Delta(\beta) = (s_i, \alpha), \text{ con } \begin{cases} s_i, i = \text{round}(\beta) \\ \alpha = \beta - i, \end{cases} \tag{1}$$

Donde *round* es el operador usual de redondeo que asigna el número entero más cercano a β . Conviene señalar que Δ es biyectiva, siendo la función $\Delta^{-1}(\bar{p}) = \Delta^{-1}(s_i, \alpha) : \bar{S} \rightarrow [0, g]$ definida como $\Delta^{-1}(s_i, \alpha) = i + \alpha$.

Comentario 1. A partir de las funciones anteriores, la conversión de un término lingüístico en una 2-tupla consiste en añadir el valor cero como traslación simbólica: $H: s_i \in S \rightarrow (s_i, 0) \in \bar{S}$.

El modelo de representación basado en 2-tupla tiene asociado un modelo computacional que permite realizar procesos de computación con palabras sin pérdida de información. En la literatura podemos encontrar que han sido extendidos diversos operadores de agregación y distancias para 2-tuplas [15]. A continuación, se define el operador de agregación de media ponderada para 2-tuplas lingüísticas, el cual será utilizado en esta contribución.

Definición 2. Sea $A = \{(r_1, \alpha_1), \dots, (r_n, \alpha_n)\}$ un conjunto de 2-tuplas lingüísticas y $W = \{w_1, \dots, w_n\}$ un vector numérico con sus pesos asociados, tal que $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ y $w_j \in [0,1]$, la 2-tupla que simboliza la media ponderada \bar{x}^w se define como:

$$\bar{x}^w((r_1, \alpha_1), \dots, (r_n, \alpha_n)) = \Delta\left(\sum_{j=1}^n w_j \Delta^{-1}(s_j, \alpha_j)\right)$$

3 Modelo lingüístico de evaluación de QoS de red basado en distancias

En esta sección, presentamos el modelo lingüístico de evaluación de QoS de red basado en distancias para evaluar un nuevo escenario en una compañía y obtener la configuración de servicios de red adecuada, considerando el umbral de cercanía factible. El esquema de dicho modelo es el siguiente:

Fase 1 – Establecimiento del marco de evaluación:

- Identificar evaluadores, configuraciones de servicios de red establecidas (CSRs) y tipos de tráfico (ToTs). Establecer el nuevo escenario objeto de evaluación. Establecer conjunto de términos lingüísticos.

Fase 2- Recogida de las valoraciones individuales

- Prioridades de los ToT para el nuevo escenario y umbral de cercanía factible para el nuevo escenario

Fase 3 – Elección de la configuración adecuada

- Agregación de las valoraciones individuales para el nuevo escenario
 - Calcular la CSR colectiva (CSR-C)
 - Calcular umbral de cercanía factible colectivo (ucf-c)
- Calculo de la distancia entre las CSRs y la CSR-C
- Selección de la CSR adecuada para el nuevo escenario

En las siguientes secciones se describen cada una de las fases mencionadas en detalle.

3.1 Establecimiento del marco de evaluación

En esta fase se fijan todos los elementos que intervienen en el proceso de evaluación de QoS de red para un nuevo escenario.

La compañía cuenta con un conjunto finito de configuraciones de servicio de red $X = \{CSR_i, i = 1, \dots, m\}$ que han sido implementadas y probadas. Cada CSR_i se caracteriza por un vector que contiene la prioridad de cada ToT $CSR_i = \{\bar{p}_{i1}, \dots, \bar{p}_{in}\}$, siendo \bar{p}_{ij} la prioridad del ToT t_j , expresada en 2-tuplas, $\bar{p}_{ij} = (s_i, \alpha)_{ij}$ donde $s_i \in S = \{s_0, \dots, s_g\}$ y $\alpha \in [-0.5, 0.5]$.

Además, se establece el nuevo escenario objeto de evaluación A , y el conjunto de ToT de la organización $T = \{t_j, j = 1, \dots, n\}$, cuya prioridad será valorada por el conjunto de evaluadores $E = \{e^k, k = 1, \dots, z\}$ en el conjunto de términos lingüísticos $S = \{s_0, \dots, s_g\}$. El grupo de evaluadores estará compuesto por administradores y usuarios de la red en la organización

3.2 Recogida de las valoraciones individuales

Una vez que se ha fijado el marco de evaluación, se obtienen las opiniones del conjunto de evaluadores. Para ello, cada evaluador e^k , proporciona la prioridad del tipo de tráfico t_j , del nuevo escenario A, en una etiqueta lingüística del conjunto de términos lingüísticos $S = \{s_0, \dots, s_g\}$. Así para cada evaluador e^k , se obtendrá el siguiente vector de utilidad $A^k = \{p_{a1}^k, \dots, p_{an}^k\}$, $p_{aj}^k \in S$.

Además, es necesario recoger la opinión de cada evaluador sobre el umbral de cercanía factible de las prioridades proporcionadas, es decir, el margen o tolerancia para obtener una configuración similar o suficientemente cercana que garantice la QoS de la red para el nuevo escenario. Así, cada evaluador e^k , proporciona su valoración sobre el umbral de cercanía factible en el conjunto de términos lingüísticos fijado en el marco de evaluación, $ucf^k \in S$.

3.3 Elección de la configuración adecuada

En esta fase es seleccionada la CSR adecuada para el nuevo escenario, teniendo en consideración los umbrales de cercanía factibles proporcionados por los evaluadores. Para ello, primero, en base a las valoraciones individuales, se calcula una CSR colectiva (CSR-C) para el nuevo escenario y el umbral de cercanía factible colectivo ($ucf-c$). A continuación, se calcula la distancia entre el conjunto de CSRs establecidas en la compañía y la CSR-C con el objetivo de buscar la configuración más cercana a la colectiva. Finalmente, se compara la distancia de dicha configuración con el $ucf-c$ para escoger entre la CSR-C o la CSRs más cercana a la colectiva (CSR_{min}). A continuación, se describen en detalle cada uno de estos pasos.

3.3.1 Agregación de las valoraciones individuales

En esta etapa se realizan los procesos computacionales para obtener una prioridad colectiva para cada ToT t_j en el nuevo escenario A, éstas definirán la CSR-C para el nuevo escenario. Además, en esta etapa es calculado el $ucf-c$ que representará la tolerancia o margen máximo para que una CSR establecida en la compañía sea escogida en lugar de la CSR-C. Para llevar a cabo los procesos computacionales, primero es necesario transformar las valoraciones individuales en términos lingüísticos en 2-tuplas lingüísticas, siguiendo el Comentario 1, $\bar{A}^k = \{\bar{p}_{a1}^k, \dots, \bar{p}_{an}^k\}, \bar{ucf}^k$.

A continuación son seleccionados operadores de agregación para 2-tuplas para obtener una prioridad colectiva \bar{t}_{aj} correspondiente al ToT t_j y al $ucf-c$.

$$CSR - C = (\bar{t}_{a1}, \dots, \bar{t}_{an}) = \{AG(\bar{p}_{a1}^1, \dots, \bar{p}_{a1}^z), \dots, AG(\bar{p}_{an}^1, \dots, \bar{p}_{an}^z)\}, \quad (2)$$

$$\bar{ucf} - c = AG\{\bar{ucf}^1, \dots, \bar{ucf}^z\} \quad (3)$$

3.3.2 Calculo de la distancia entre CSR-C y CSRs

El objetivo de esta etapa es calcular la distancia entre la CSR - C para el nuevo escenario y las CSRs en la compañía. Dicha distancia permitirá calcular la cercanía en 2-tupla entre cada CSR desarrollada por la compañía previamente y la configuración

colectiva obtenida para el nuevo escenario en la fase anterior. La distancia entre dos 2-tuplas es definida como [16]:

$$\bar{d}_{\text{CSR}_i} = d(\text{CSR} - C, \text{CSR}_i) = \Delta \left(\sum_{j=1}^n |\Delta^{-1}(\bar{r}_{aj}) - \Delta^{-1}(\bar{p}_{aj})| \right) \in \bar{S} \quad (4)$$

3.3.3 Selección de la configuración adecuada.

En esta fase es seleccionada la configuración adecuada al escenario objeto de evaluación en la compañía con el fin de escoger entre la CSR – C o la CSR más cercana (CSR_{\min}), cuando esta última cubra la garantías de QoS de la red para el nuevo escenario. Para ello, primero se selecciona la CSR que tenga la menor distancia con la CSR – C.

$$\text{CSR}_{\min} = \text{CSR}_i \mid \bar{d}_{\min} = \bar{d}_{\text{CSR}_i} = \text{Min}(\bar{d}_{\text{CSR}_1}, \dots, \bar{d}_{\text{CSR}_m}) \quad (5)$$

A continuación, es comparada la distancia mínima \bar{d}_{\min} , con el umbral de cercanía factible colectivo $\overline{ucf - c}$, calculado previamente.

Si la distancia mínima de la CSR_{\min} rebasa el $ucf - c$, $\bar{d}_{\min} > \overline{ucf - c}$, la configuración adecuada para el nuevo escenario corresponde a CSR – C. En este caso, se implementará y se realizarán las pruebas necesarias para desarrollar tal configuración en la compañía, ya que no existe en la organización ninguna configuración que satisfaga la QoS de la red para este nuevo escenario.

En caso contrario, es decir, que la distancia mínima de la CSR_{\min} se encuentre por debajo del $ucf - c$, $\bar{d}_{\min} \leq \overline{ucf - c}$, la configuración adecuada para el nuevo escenario corresponde a la CSR_{\min} . En este caso, dentro de la organización se ha seleccionado la configuración más cercana a la CSR – C que cubre los niveles de QoS de la red adecuados para la nueva situación. Por tanto, no será necesario desarrollar una nueva configuración, evitando los problemas asociados.

4 Ejemplo Ilustrativo

En esta sección se presenta un ejemplo ilustrativo del modelo lingüístico de evaluación de QoS de red basado en distancias. El ejemplo ilustrativo está centrado en la evaluación del escenario *Jornadas* en un centro educativo. A continuación, se describen cada uno de las fases realizadas para llevar a cabo tal evaluación.

4.1 Establecimiento del Marco de Evaluación

Suponemos un centro educativo donde coexisten diferentes tipos de usuarios y administradores de red. Los usuarios usan una red LAN que tiene un enlace a Internet por el cual los diversos usuarios utilizan los servicios de red que necesitan. Dicho centro posee tres configuraciones de servicios de red establecidas en su organización $X = \{\text{CSR}_1, \text{CSR}_2, \text{CSR}_3\}$, que corresponde respectivamente a: *horario escolar, hora-*

rio extraescolar, horario fin de semana. Las configuraciones están caracterizadas por la prioridad asignada a los cuatro ToTs $T = \{t_1, t_2, t_3, t_4\}$ que corresponden a *transferencia de datos, mensajería, multimedia, videoconferencia*. Las prioridades de los ToTs de cada configuración están establecidas en el conjunto de términos lingüísticos mostrados en la Figura 2, siendo sus prioridades mostradas a continuación.

Tabla 1. CSR Establecidas

	CSR ₁	CSR ₂	CSR ₃
t ₁	(s ₅ , 0)	(s ₄ , 0)	(s ₂ , 0)
t ₂	(s ₅ , 0)	(s ₄ , 0)	(s ₃ , 0)
t ₃	(s ₃ , 0)	(s ₆ , 0)	(s ₅ , 0)
t ₄	(s ₂ , 0)	(s ₅ , 0)	(s ₆ , 0)

Para valorar al nuevo escenario *Jornadas*, A, se va a contar con la opinión de 3 evaluadores $E = \{e_1, e_2, e_3\}$ que corresponde a un administrador de la red y a dos usuarios de la misma, respectivamente.

4.2 Recogida de las valoraciones individuales

En esta fase son recogidas las valoraciones de los evaluadores sobre el nuevo escenario A, las cuales son mostradas en Tabla 2.

Tabla 2. Valoraciones en 2-tuplas del nuevo escenario A

Escenario A	e ₁	e ₂	e ₃
t ₁	(s ₅ , 0)	(s ₅ , 0)	(s ₄ , 0)
t ₂	(s ₆ , 0)	(s ₅ , 0)	(s ₅ , 0)
t ₃	(s ₄ , 0)	(s ₃ , 0)	(s ₃ , 0)
t ₄	(s ₂ , 0)	(s ₁ , 0)	(s ₂ , 0)
ucf	(s ₀ , 0)	(s ₁ , 0)	(s ₁ , 0)

4.3 Elección de la configuración adecuada

En esta fase se realizarán los pasos necesarios para obtener la configuración adecuada para el nuevo escenario.

4.3.1 Agregación de las valoraciones individuales.

Una vez que las valoraciones individuales se han obtenido, se calcula la CSR-C para el escenario A y el *ucf-c*. Para ello, es necesario seleccionar un operador de agregación para 2-tuplas lingüística. En este ejemplo ilustrativo se ha seleccionado el operador de agregación media pondera para 2-tupla, definición 1, con el objetivo de dotar al administrador de la red e₁, un mayor peso en la configuración que al resto de evaluadores {e₂, e₃}. Así, el vector de pesos utilizado es $w = \{0.4, 0.3, 0.3\}$ y las valoraciones colectivas obtenidas son las siguientes:

$$CSR - C = \{(s_5, -0.3)_{a1}, (s_5, 0.4)_{a2}, (s_3, 0.4)_{a3}, (s_2, -0.3)_{a4}\}$$

$$\overline{ucf - c} = (s_1, -0.4)$$

4.3.2 Cálculo de la distancia entre CSR-C y CSRs

En esta fase, se calcula la cercanía de las tres CSR desarrolladas por el centro educativo previamente (ver Tabla 1) y la CSR-C obtenida en la fase anterior para el escenario A, usando la ecuación (5). Las distancias para las tres CSRs son las siguientes:

$$\bar{d}_{CSR_1} = d(\text{CSR} - C, \text{CSR}_1) = (s_0, 0.35)$$

$$\bar{d}_{CSR_2} = d(\text{CSR} - C, \text{CSR}_2) = (s_2, 0)$$

$$\bar{d}_{CSR_3} = d(\text{CSR} - C, \text{CSR}_3) = (s_3, -0.25)$$

4.3.3 Selección de la configuración adecuada

En esta última etapa se identifica a CSR_{\min} , es decir, la CSR más cercana a la CSR-C. En este ejemplo, siguiendo la ecuación (6), CSR_{\min} corresponde a CSR_1 .

$$\text{CSR}_{\min} = \text{CSR}_1; \bar{d}_{\min} = (s_0, 0.35) = \text{Min}((s_0, 0.35), (s_2, 0), (s_3, -0.25))$$

A continuación, se compara la distancia de CSR_{\min} con el $ucf-c$ para conocer si satisface la QoS de red del escenario A. En este ejemplo, la distancia de la CSR_{\min} se encuentra por debajo del $ucf-c$, ya que $(s_0, 0.35) \leq (s_1, -0.4)$. Por tanto, la CSR_1 es la propuesta para el escenario *Jornadas*. Dicha configuración satisface la QoS de red de los usuarios e implicará que sean evitados los inconvenientes asociados al desarrollo de una nueva configuración en la organización.

5 Conclusiones

En una configuración de servicios de red (CSR) se asigna a cada tipo de tráfico (ToT) una prioridad en base a las opiniones proporcionadas por un grupo de evaluadores. Dicho proceso envuelve incertidumbre e imprecisión, por lo que es adecuado el uso de etiquetas lingüísticas para afrontar este problema. El desarrollo y las pruebas necesarias para implantar una nueva CSR conllevan una serie de inconvenientes para la compañía, por lo que la decisión de implementar una nueva configuración no es trivial. En esta contribución se ha propuesto un nuevo modelo lingüístico de evaluación de QoS de red basado en distancias que obtiene la configuración adecuada para un nuevo escenario. La novedad de dicho modelo es que solicita un umbral de cercanía factible a cada evaluador que representa el margen de tolerancia de las prioridades proporcionadas por el evaluador para garantizar la QoS de la red en el nuevo escenario. El modelo de evaluación computa un umbral de cercanía factible colectivo ($ucf-c$), el cual es utilizado para escoger entre una nueva configuración para el escenario en base a las opiniones del grupo (CSR-C) o la CSR establecida en la compañía y más próxima a la CSR-C. Esta última es escogida siempre que cubre los aspectos de garantía de QoS de la red marcados por el $ucf-c$, evitando los perjuicios a la compañía de implementar una nueva configuración.

Agradecimientos

Este trabajo está parcialmente financiado por los proyectos de investigación AGR-648 y TIN2012-31263 así como fondos del Santander Universidades.

Referencias

1. Evans, J., Filsfils, C.: *Deploying IP and MPLS QoS for Multiservice Networks. Theory and Practice*. Elsevier (2007)
2. Szigeti, T., Hattingh, C.: *End-to-End QoS Network Design: Quality of Service in LANs, WANs, and VPNs*. Cisco Press, Indianapolis (2004)
3. Vegesna, S.: *IP Quality of Service*. Cisco Press, Indianapolis (2001)
4. Gramajo, S., Martínez, L.: A linguistic decision support model for QoS priorities in networking. *Knowledge-Based Systems, New Trends on Intelligent Decision Support Systems* 32, 65-75 (2012)
5. Zadeh, L.: The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. Part I, Part II and Part III. *Information Sciences* 199-249,301-357,143-180 (1975)
6. Gheorghe, L.: *Designing and Implementing Linux Firewalls with QoS using netfilter, iproute2, NAT and L7-filter*. Packt Publishing, Birmingham, UK (2006)
7. Martínez, L., Espinilla, M., Pérez, L.G.: A linguistic multi-granular sensory evaluation model for olive oil *International Journal of Computer Intelligence Systems* 1, 148-158 (2008)
8. Martínez, L.: Sensory Evaluation Based on Linguistic Decision Analysis. *International Journal of Approximated Reasoning* 44, 148-164 (2007)
9. Espinilla, M., Andrés, R.d., Martínez, F.J., Martínez, L.: A 360-degree performance appraisal model dealing with heterogeneous information and dependent criteria. *Information Sciences* 222, 459-471 (2013)
10. Marcomini, A., Suter, G.W., Critto, A.: *Decision Support Systems for Risk based Management of Contaminated Sites*, New York (2009)
11. Yager, R.R.: An approach to ordinal decision making. *International Journal of Approximate Reasoning* 12, 237-261 (1995)
12. Herrera, F., Martínez, L.: A 2-tuple Fuzzy Linguistic Representation Model for Computing with Words. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems* 8, 746-752 (2000)
13. Degani, R., Bortolan, G.: The Problem of Linguistic Approximation in Clinical Decision Making. *International Journal of Approximate Reasoning* 2, 143-162 (1988)
14. Delgado, M., Verdegay, J.L., Vila, M.A.: Aggregation Operations of Linguistic Labels. *International Journal of Intelligent Systems* 2, 351-370 (1993)
15. Herrera, F., Martínez, L.: The 2-tuple Linguistic Computational Model, Advantages of its linguistic description, accuracy and consistency. *Int.J. of Uncertainly, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* 9, 33-48 (2001)
16. Wei, G.-W.: Extension of TOPSIS method for 2-tuple linguistic multiple attribute group decision making with incomplete weight information. *Knowledge and Information Systems* 25, 623-634 (2010)