

Políticas de delegación para credenciales ponderadas y su representación gráfica

Isaac Agudo, Javier Lopez, and Jose A. Montenegro

Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación,
E.T.S. Ingeniería Informática
University of Malaga, Spain
{isaac, jlm, monte@lcc.uma.es}

Resumen En este artículo se presentan métodos para representar gráficamente las relaciones de autorización y delegación, así como las políticas de autorización asociadas. Para representar las relaciones de delegación y autorización se utilizan credenciales ponderadas. Es decir, el emisor de un certificado le asocia un peso, de acuerdo a nivel de confianza depositado en la otra entidad. Para ello se definen los *Grafos de Confianza Ponderada* o *Weighted Trust Graph* en inglés. Usaremos la abreviatura inglesa, WTG, a lo largo del artículo.

WTG proporciona entre otras novedades, mecanismos para representar gráficamente el nivel de confianza depositado en cada credencial así como las políticas de autorización asociadas.

El nivel de confianza para cada par de entidades se representa como un triángulo o serie de triángulos en un eje de coordenadas, atendiendo a la cantidad de información que se precise para cada política. El conjunto de aceptación para los niveles de confianza, o política de autorización, se representa también en el mismo eje de coordenadas. De esta manera, un solo diagrama nos permite decidir sobre las relaciones de autorización válidas.

1. Introducción

La Programación Lógica proporciona un mecanismo muy poderoso para representar asertos de autorización y delegación entre entidades (ver [5,6,2] para una lista de ejemplos).

Los asertos se representan como predicados y las decisiones se basan en la verificación de formulas sobre estos predicados. La ventaja de usar mecanismos de verificación lógica para decidir sobre autorización es que existen muchas soluciones para verificación lógica, y por tanto no es difícil implementar este tipo de sistemas. Aún así, una desventaja de la programación lógica es la dificultad a la hora utilizarla y el esfuerzo necesario para su aprendizaje.

Más aún, la sintaxis de las diferentes soluciones que usan formalismos lógicos no es homogénea y como consecuencia el proceso de aprendizaje de la sintaxis puede resultar complicado. A la hora de usar la lógica directamente, uno tiene que lidiar con muchos detalles que se podrían evitar en caso de usar una solución más orientada al usuario. En cierto modo, la lógica se debería usar en una

segunda etapa, no en la de especificación sino en la de análisis o en la de toma de decisiones.

Por otro lado las soluciones gráficas que, aunque menos potentes, son más expresivas y más fáciles de entender. Una opción es usar grafos, y en particular grafos dirigidos, para representar relaciones de autorización y/o delegación. La propuestas que usan grafos dirigidos asocian a cada credencial un arco dirigido. Los arcos van desde el emisor de la credencial de autorización / delegación hasta la entidad receptora de los privilegios. Por tanto, el grafo incluye tantos tipos de arcos como credenciales se consideren. El grafo resultante es un árbol donde la raíz coincide usualmente con el propietario / administrador del recurso sobre el que estemos razonando. Este árbol nos permite examinar las relaciones de delegación y autorización entre la entidades del sistema de una forma gráfica.

Varadharajan et al. han propuesto dos soluciones para representar relaciones de autorización y delegación usando gráficos dirigidos. En [3] presentan una primera aproximación al problema, donde consideran tres tipos de autorizaciones: Negativa, Positiva y Delegable.

En [4] presentan una nueva solución llamada *Weighted Graphs Based Model*. En esa propuesta, cada credencial de autorización y delegación se asocia con un peso asignado por el emisor del aserto. Este peso es un número no negativo que representa el grado de certeza acerca del aserto. Cuanto más pequeño es el número, mayor es la certeza.

Tenemos que tener en cuenta que permitir el uso de autorizaciones negativas puede provocar conflictos entre autorizaciones negativas y positivas. Cuando una entidad recibe una autorización negativa y otra positiva, es necesario inspeccionar el camino formado por esas autorizaciones y calcular el peso de los caminos como la suma de los pesos de los arcos que constituyen cada camino. El camino con el peso más pequeño es el que se selecciona para decidir si se autoriza la operación solicitada.

Esta solución sigue el principio de: *el predecesor tiene preferencia*, para resolver los conflictos entre autorizaciones negativas y positivas, en el sentido de que en caso de igualdad, el camino más corto es el que prevalece. Aún así, hay conflictos que no se pueden resolver de esta manera. Otra carencia de esta solución es la falta de políticas de autorización más complejas.

Weighted Trust Graphs (WTG), presentado en [1] generaliza la propuesta previa, definiéndola de una forma más flexible. De hecho, la propuesta de Varadharajan es un caso particular de WTG.

WTG sigue el mismo principio de *el predecesor tiene preferencia*, con algunos refinamientos, y permite el uso de políticas de autorización más complejas. De hecho, WTG propone una política de autorización basada estrictamente en este principio o mejor dicho en el principio *el predecesor tiene preferencia absoluta*. Esto quiere decir que el propietario o administrador del recurso, o atributo, puede establecer una jerarquía entre las entidades a las que delega directamente, de forma que cualquier otra delegación emitida por esas entidades preserve esta jerarquía.

El resto del artículo tiene la siguiente estructura. En la sección 2 se presenta una revisión de WTG, con algunos cambios interesantes respecto al trabajo original. En la sección 3 se presentan nuevas definiciones que favorecen una mejor integración de WTG en ciertos entornos. La sección 4 se centra en el concepto de política de autorización, proporcionando una representación gráfica original de dichas políticas. La sección 5 termina con algunas conclusiones.

2. Grafos de Confianza Ponderada (WTG)

Esta sección comienza con un repaso de ideas principales que sustentan WTG. Estas ideas son necesarias para entender las siguientes secciones. En WTG las credenciales se representan usando arcos en un grafo, por lo que a partir de ahora ambos términos se usarán indistintamente. Una credencial es una 4-tupla: $(Issuer, Subject, Type, Right)$, donde el primer componente es el emisor de la credencial; el segundo es la entidad a la que se dirige la credencial; el tercero es el tipo de credencial; y, finalmente, el cuarto es el privilegio al que se refiere la credencial.

De hecho, $Right$ se puede representar como una 2-tupla formada por el recurso y el tipo de acceso que se concede, por lo que $Right = (Resource, Access)$. Por otro lado, $Type$ se puede expresar como una 3-tupla compuesta por los siguientes parámetros:

- *Weight*: Representa el nivel de confianza o importancia que el emisor le concede a la credencial. Es un número real en el intervalo $[0, 1]$, una credencial con un peso nulo es equivalente a una credencial nula, no existente.
- *Delegation*: Determina si la credencial es una credencial de delegación (valor numérico 1) o de autorización (valor numérico 0).
- *Sign*: Representa el signo de la credencial.

WTG define 4 tipos de credenciales, por un lado distingue entre credenciales de delegación y autorización (representadas por líneas continuas y discontinuas respectivamente) y entre credenciales positivas y negativas (las negativas tienen una barra transversal). En la figura 1 se puede ver la representación gráfica de cada tipo de credencial.

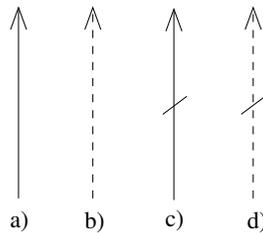


Figura 1. Representación de las credenciales en WTG

Al hora de decidir sin una entidad esta autorizada a realizar una determinada operación sobre un recurso, debemos tener en cuenta todos los caminos o cadenas de credenciales que converjan en la entidad en cuestión. Una cadena de credenciales es una secuencia consecutiva (el receptor de una credencial coincide con el emisor de la siguiente) de credenciales de delegación todos referentes al mismo recurso o atributo. WTG define *caminos de delegación* como aquellos consistentes solamente en credenciales de delegación, y *caminos de autorización* como aquellos en los que todas las credenciales, salvo la última, son credenciales de delegación.

WTG define *medidas* sobre los caminos de autorización para poder ordenarlos, de acuerdo al nivel de confianza de las credenciales que lo constituyen. En [1] se presenta una discusión mas profunda sobre el tema. Algunos ejemplos de medidas son:

- $|C|_{\cdot} = |m_1| |m_2| \cdots |m_n|$
- $|C|_{\min} = \min(|m_1|, |m_2|, \dots, |m_n|)$
- $|C|_{+} = |m_1| + |m_2| + \dots + |m_n|$
- $|C|_{\max} = \max(|m_1|, |m_2|, \dots, |m_n|)$

donde cada m_i representa un arco en el grafo o una credencial en el camino C y $|m_i|$ representa el nivel de confianza o peso de dicho arco o credencial. Nosotros nos centraremos en el caso particular de la medida $(|C|_{\cdot}, [0, 1])$, donde $[0, 1]$ es el conjunto de valores posibles para los niveles de confianza. En este caso, 0 representa un nivel nulo por lo que una credencial con nivel de confianza 0 no es considerada en el sistema; por otro lado 1 representa el nivel de confianza más alto. Si añadimos nuevas credenciales al camino, la medida del nuevo camino será menor o igual que la original ya que multiplicamos por un número entre cero y uno. Estamos por tanto ante una medida monótona decreciente. El porque de usar medidas monótonas decrecientes está en la idea de que los caminos más cortos, deben ser, en principio, más importantes que los más largos para preservar el principio de que *el predecesor tiene preferencia*.

La definición de esta medida es la clave para la resolución de conflictos y permite medir la prioridad de cada camino de autorización. Aún así, hay escenarios en los que no se puede asignar un valor a cada camino por que tenemos que recurrir al uso de órdenes parciales que nos permitan al menos comparar dos caminos dados.

Un ejemplo de esto último es el orden lexicográfico o orden del diccionario, que denotaremos por $<_l$. Cuando comparamos dos caminos usando el orden lexicográfico vamos inspeccionando cada credencial de cada camino desde el dueño del recurso hasta la entidad receptora de los privilegios. En cada paso comparamos los niveles o pesos de cada credencial hasta encontrar una discrepancia, en ese caso el camino que tenga la credencial con mayor peso será considerado como el mayor de los dos.

En la figura 2, como el primer arco de los dos caminos tiene un peso diferente, podemos decir que $ABD <_l ACD$ ya que la primera credencial del camino ACD tiene mayor peso que la primera credencial de ABD.

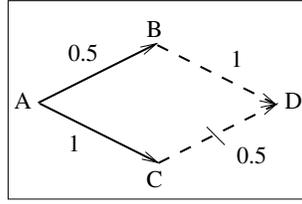


Figura 2. Resolviendo conflictos usando el orden lexicográfico.

Dada una medida sobre los caminos de delegación/autorización, $\|\cdot\|$, WTG define \mathcal{H}_{AB} (índice máximo) y \mathcal{L}_{AB} (índice mínimo) como el mayor y el menor peso, respectivamente, de entre los pesos de todos los caminos de autorización que van desde A hasta B . Cuando el recurso, privilegio o atributo al que se refieren las credenciales no sea relevante se omitirá, en caso de ser relevante se notará como un superíndice, p.e. \mathcal{H}_{AB}^R . Con otras palabras, \mathcal{H}_{AB} nos da una valoración optimista (de hecho, la más optimista posible) del nivel de confianza de la autorización que se deriva desde A hasta B , y respectivamente \mathcal{L}_{AB} nos da una valoración negativa de dicho nivel. La utilidad de estos índices se verá reflejada en mayor medida en la sección siguiente

Dado que la información que dan tanto \mathcal{H}_{AB} como \mathcal{L}_{AB} está muy sesgada, surge la necesidad que definir un nuevo índice, al que llamaremos índice medio, \mathcal{M}_{AB} , que permite compensar ambas aproximaciones dando un valor más realista para el nivel de confianza de la autorización que se deriva desde A hasta B .

El índice medio \mathcal{M}_{AB} se puede considerar como una exploración, usando un algoritmo del tipo ramificación y poda, del grafo formado por las entidades del sistema y las relaciones de delegación y autorización. Para calcularlo, inicializamos el peso de cada nodo a 0 salvo el peso del nodo A que se inicializa a 1. Ahora, actualizamos el peso de cada nodo X , conectado con A por un solo arco o credencial de delegación, sumándole el producto del peso de la entidad de origen, en este caso A , por el nivel de confianza en la credencial o arco que los une. Cuando se han recorrido todos los caminos que llegan a X , tenemos que el peso de X es \mathcal{M}_{AX} . Si el peso asignado es negativo, se descarta el nodo y se corta la rama, en otro caso se realiza el mismo proceso desde X hasta llegar a B . En la figura 3 se muestra un ejemplo de como afectan las credenciales negativas al cálculo del índice medio. En [1] se proporciona una definición recursiva del índice medio.

A continuación se define una representación gráfica para los índices definidos en WTG. La representación gráfica de estos índices nos permite definir las políticas de autorización como conjuntos de valores aceptables para dichos índices, tal y como se verá en la sección siguiente.

Hay una relación básica entre los índices definidos en WTG,

$$-1 \leq \mathcal{L}_{AB} \leq \mathcal{M}_{AB} \leq \mathcal{H}_{AB} \leq 1$$

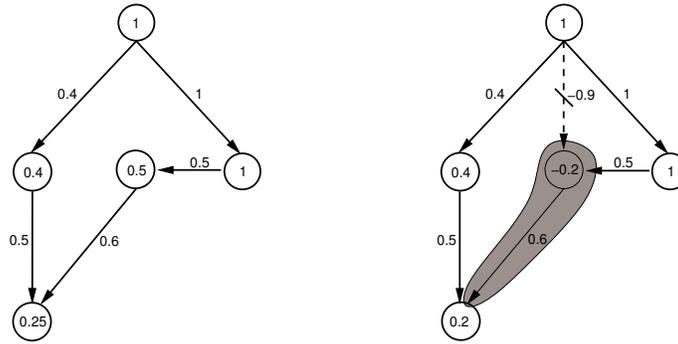


Figura 3. Actualización del grafo de niveles de confianza

El índice \mathcal{M}_{AB} nos proporciona una información media del nivel de confianza en los caminos de delegación que van desde A a B , pero conlleva una cierta complejidad de cálculo. Por otro lado, los índices \mathcal{H}_{AB} y \mathcal{L}_{AB} proporcionan información muy sesgada, pero el procedimiento para calcularlos es muy simple. Por tanto, necesitamos combinar la información proporcionada por todos los índices para alcanzar una solución de compromiso.

Dadas dos entidades cualesquiera A y B , podemos representar \mathcal{L}_{AB} y \mathcal{H}_{AB} en el rectángulo $[-1, 1] \times [-1, 1]$ usando el punto $(\mathcal{H}_{AB}, \mathcal{L}_{AB})$. De hecho, ya que $\mathcal{L}_{AB} \leq \mathcal{H}_{AB}$, el punto estará en el triángulo de vértices $(-1, -1)$, $(1, -1)$, $(1, 1)$ tal y como se ve en la figura 4.

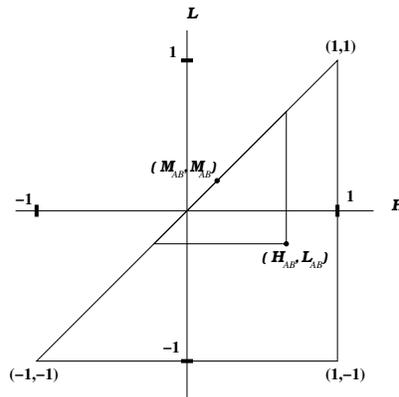


Figura 4. Representación gráfica de \mathcal{L}_{AB} y \mathcal{H}_{AB}

Para tener todos los índices representados en el mismo diagrama, podemos usar el punto $(\mathcal{M}_{AB}, \mathcal{M}_{AB})$ como representación del índice medio. Una vez que tenemos todos los índices representados en el eje vemos que el triángulo $(\mathcal{L}_{AB}, \mathcal{L}_{AB})$, $(\mathcal{H}_{AB}, \mathcal{L}_{AB})$, $(\mathcal{H}_{AB}, \mathcal{H}_{AB})$ nos da una idea de la variabilidad de

los pesos asociados a los caminos de autorización desde A a B . Si el triángulo es muy grande, tendremos una gran variabilidad. Por otro lado, si el triángulo es pequeño, tendremos una variabilidad pequeña. Para entender mejor el concepto de variabilidad, podríamos representar los pesos de cada camino como un punto (w, w) , donde w es el peso del camino. En la figura 5 tenemos un ejemplo donde se representa el índice medio como una cruz. Con este diagrama podríamos inferir la calidad del índice medio. Cuanto menos variabilidad (triángulo más pequeño) haya mejor estimador, del total de pesos, será el índice medio.

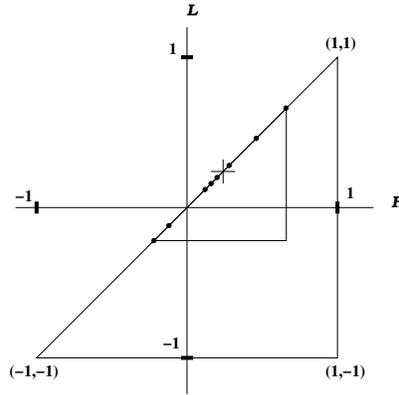


Figura 5. Representación gráfica del índice medio

Aunque el diagrama anterior da suficiente información, puede resultar confuso. Por eso, proponemos una simplificación. Para ello definimos una función que dado un porcentaje x , nos devuelve el menor intervalo centrado en el índice medio que contiene al menos el x por ciento de los pesos de los caminos.

Definition 1. Sean A, B dos entidades y sea

$$r_x := \min\{y \in \mathbb{R} : [\mathcal{M}_{AB} - y, \mathcal{M}_{AB} + y] \text{ contiene el } x\% \text{ de los pesos}\}$$

Definimos el **intervalo al x por ciento del índice medio** como $[\mathcal{L}_{AB}^x, \mathcal{H}_{AB}^x]$, donde

$$\mathcal{L}_{AB}^x := \max\{\mathcal{L}_{AB}, \mathcal{M}_{AB} - r_x\} \text{ and } \mathcal{H}_{AB}^x := \min\{\mathcal{H}_{AB}, \mathcal{M}_{AB} + r_x\}$$

Como caso particular, $\mathcal{H}_{AB}^{100\%} = \mathcal{H}_{AB}$ y $\mathcal{L}_{AB}^{100\%} = \mathcal{L}_{AB}$. Podemos representar ahora estos intervalos para los porcentajes 50%, 75% y 100% usando los triángulos $(\mathcal{L}_{AB}^x, \mathcal{L}_{AB}^x)$, $(\mathcal{H}_{AB}^x, \mathcal{L}_{AB}^x)$, $(\mathcal{H}_{AB}^x, \mathcal{H}_{AB}^x)$ cada uno de una tonalidad diferente. El correspondiente al 100% es el más claro y el correspondiente al 50% es el más oscuro. (ver figura 6)

Si la variabilidad es baja, los triángulos oscuros serán más pequeños y si los triángulos más oscuros son grandes la variabilidad también será grande.

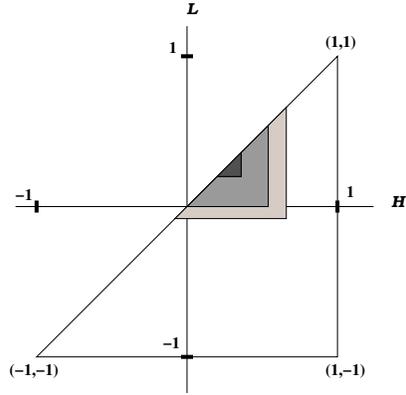


Figura 6. Representación gráfica de intervalos porcentuales

3. Políticas asociadas

Cuando hablamos de políticas nos estamos refiriendo a los criterios para determinar, de acuerdo con los pesos de cada credencial y/o secuencia de credenciales, si una entidad está autorizada por otra para realizar cierta acción sobre un determinado recurso. En este caso, el propietario del recurso debe ser capaz de definir diferentes políticas de autorización de acuerdo al contexto en el que se encuentre el recurso y al tipo de recurso.

Los recursos más críticos requerirán políticas más restrictivas, pero puede ocurrir que recursos que en principio no son críticos se vuelvan críticos por lo que habría que cambiar la política. Al separar la definición de las políticas, de la definición de las credenciales obtenemos un sistema más flexible ya que se puede cambiar la política de acuerdo a las credenciales definidas o las credenciales de acuerdo a la política.

En esta sección se presentan diferentes políticas de autorización que se pueden usar por si solas o encadenadas una detrás de otra.

Primero definiremos las políticas más simples, basadas sólo en los índices \mathcal{H}_{AB} y \mathcal{L}_{AB} , ya que estos son más fáciles de calcular. La política más simple en la que podemos pensar es aquella en la que solo se autorizan las operaciones si existe algún camino de autorización con peso positivo, lo que se traduce en $\mathcal{H}_{AB} > 0$. El mayor problema de esta política es que, como WTG considera credenciales negativas y positivas, estas pueden estar en conflicto. Aún así, este debería ser el primer requisito para autorizar cualquier tipo de operación sobre un recurso. Una política más restrictiva sería imponer $\mathcal{L}_{AB} > 0$, que se traduce a: *no hay caminos negativos desde A hasta B*

Podemos generalizar estos simples ejemplos teniendo en cuenta la representación gráfica de los índices. Podemos representar una política de este tipo como un subconjunto del triángulo de vértices $(-1, -1)$, $(1, -1)$ y $(1, 1)$ que defina los valores aceptables para ambos índices.

La figura 7 muestra el subconjunto correspondiente a la política $\mathcal{H} > 0$.

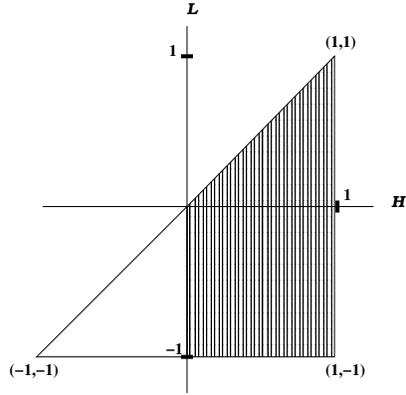


Figura 7. Representación gráfica de la política $\mathcal{H}_{AB} > 0$

Una vez que hemos definido vagamente el concepto de conjunto de aceptación, P , veremos que estructura tiene. Sean A, B dos entidades tales que

$$(\mathcal{H}_{AB}, \mathcal{L}_{AB}) \in P$$

Si A', B' son dos entidades tales que

$$\mathcal{H}_{A'B'} \geq \mathcal{H}_{AB} \text{ y } \mathcal{L}_{A'B'} \geq \mathcal{L}_{AB}$$

, es decir, el camino con menor peso desde A' hasta B' tiene un peso mayor que el camino con menor peso desde A hasta B y lo mismo con el mayor peso. En definitiva, los caminos desde A' hasta B' son mejores que los que van desde A hasta B . La consecuencia lógica es que el punto $(\mathcal{H}_{A'B'}, \mathcal{L}_{A'B'})$ también debería ser aceptado por la política y por tanto $(\mathcal{H}_{A'B'}, \mathcal{L}_{A'B'}) \in P$.

Definition 2 (Políticas Umbral).

Definimos como políticas umbrales aquellas que están asociadas a un conjunto de aceptación. Un conjunto de aceptación, P , es un subconjunto del triángulo de vértices $(-1, -1)$, $(1, -1)$ y $(1, 1)$ con la siguiente propiedad:

$$(x, y) \in P \text{ implica que } (x', y') \in P \text{ para todo } x' \geq x, y' \geq y$$

Decimos que B está autorizada por A , basado en la política P , si

$$(\mathcal{H}_{AB}, \mathcal{L}_{AB}) \in P$$

Basados en esta definición, podemos definir dos ejemplos de políticas en las que se cumple que $\mathcal{H}_{AB} > 0$:

- **Política de Umbral Absoluto:** seleccionamos una cota inferior $K > 0$ para el menor caminos entre dos entidades. Formalmente,

$$P := \{\mathcal{L} > K\}$$

- **Política de Umbral Medio:** seleccionamos una cota inferior $K > 0$ para la media entre \mathcal{H}_{AB} y \mathcal{L}_{AB} . Formalmente,

$$P := \{\mathcal{H} + \mathcal{L} > 2K\}$$

En esta política, los caminos negativos se compensan con los positivos. El caso particular $K = 0$ se trata aparte y se traduce en el conjunto $\mathcal{H} > -\mathcal{L}$.

Estas políticas se representan en la figura 8.

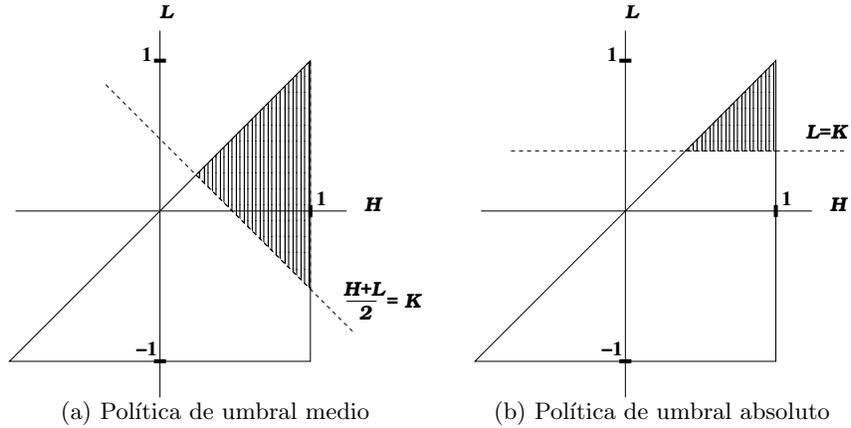


Figura 8. Ejemplos sencillos de políticas umbrales

En la **Política de Umbral Medio** para $K = 0$, si $\mathcal{H}_{AB} = -\mathcal{L}_{AB}$, usamos el orden lexicográfico para decidir si autorizar o no las operaciones requeridas. Para ello, si algún camino con el peso máximo, \mathcal{H}_{AB} , es mayor usando el orden lexicográfico que todos los caminos con el peso mínimo, \mathcal{L}_{AB} , se interpreta que A autoriza a B .

Podemos profundizar un poco más en el concepto de políticas umbral, relajando los criterios de aceptación. Si en lugar de exigir que el punto $(\mathcal{H}_{AB}, \mathcal{L}_{AB})$ pertenezca a P , relajamos esta condición obtenemos las políticas umbrales porcentuales

Definition 3 (Políticas Umbral Porcentuales).

Dado un conjunto de aceptación P , decimos que A autoriza a B según la Política Umbral de porcentaje x si $(\mathcal{L}_{AB}^x, \mathcal{L}_{AB}^x) \in P$

Volviendo al orden lexicográfico, podemos usarlo por si solo como una política a la que llamamos *Política Lexicográfica* o *Política Jerárquica*. Para ello ordenamos todos los caminos desde A hasta B de acuerdo con el orden lexicográfico y si los elementos máximos son todos positivos B es autorizado, en caso contrario la autorización se deniega. Formalmente

$$\exists C \in |\mathcal{H}_{AB}|^{-1}; C >_L C' \forall C' \in |\mathcal{L}_{AB}|^{-1} \quad (1)$$

La última política que definimos es la *Política de nivel de seguridad k*. En este caso elegimos una cota inferior k para los pesos de las credenciales que pueden formar parte de un camino de autorización. Lo que hacemos es filtrar aquellas credenciales de delegación con peso o un nivel de confianza inferior a k . Después podemos aplicar cualquiera de las políticas definidas anteriormente. Decimos que un camino es *k-válido* si todas las credenciales del caminos son mayores o iguales que k .

Para un mismo recurso podemos definir diferentes niveles de seguridad. Si tenemos el sistema descrito en la figura 9, podemos definir los siguientes niveles de seguridad $K_1 = 0,2$, $K_2 = 0,3$ y $K_3 = 0,5$. Veamos como se comporta el sistema ante cada política:

- **Nivel 1** (0,2). En este nivel de seguridad, el estudiante está autorizado a realizar la operación en cuestión, ya que puede presentar un camino 0,2-*válido* que parte desde el Rector pasando por el profesor 2.
- **Nivel 2** (0,3). En este nivel de seguridad, el estudiante también está autorizado a realizar la operación en cuestión, ya que puede presentar un camino 0,3-*válido* que parte desde el Rector, pero en este caso el camino que pasa por el por el profesor 2 no es 0,2-*válido* así que tiene que presentar el camino que pasa por el profesor 3 que si es 0,3-*válido*
- **Nivel 3** (0,5). En este nivel de seguridad, el estudiante no está autorizado a realizar la operación en cuestión, ya que ningún camino partiendo del Rector es 0,5-*válido*

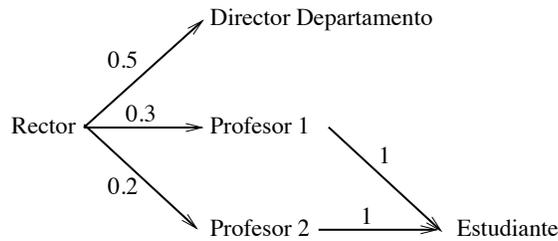


Figura 9. Política de nivel de seguridad

4. Conclusiones

Este trabajo se centra en el uso de grafos para representar las relaciones de delegación y autorización de un sistema. La solución presentada permite asignar un peso comprendido entre 0 y 1 a cada credencial, ya sea de delegación o de

autorización, que representa el nivel de confianza o importancia que da a dicha credencial.

Además de representar gráficamente las relaciones de delegación también se definen tres índices (índice mínimo, máximo y medio) que permiten extraer la información relevante del grafo, junto con su representación gráfica. Esto nos permite representar los niveles confianza en las cadenas de autorización en un diagrama de ejes.

Por último, se presenta un conjunto de políticas de autorización que hacen uso de la representación gráfica de los índices previamente mencionados. Estas políticas proporcionan mecanismos flexibles para discriminar las operaciones autorizadas en el sistema. Además, al describirse de forma gráfica permiten una fácil comprensión y uso por parte de los administradores del sistema.

Referencias

1. Isaac Agudo, Javier Lopez, and Jose A. Montenegro. A representation model of trust relationships with delegation extension. In *3rd International Conference on Trust Management, iTrust 2005*, volume 3477 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 116 – 130. Springer, 2005.
2. Ninghui Li, Benjamin N. Grosz, and Joan Feigenbaum. Delegation logic: A logic-based approach to distributed authorization. *ACM Trans. Inf. Syst. Secur.*, 6(1):128–171, 2003.
3. Chun Ruan and Vijay Varadharajan. Resolving conflicts in authorization delegations. In *ACISP'02*, volume 2384 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 271 – 285. Springer, 2002.
4. Chun Ruan and Vijay Varadharajan. A weighted graph approach to authorization delegation and conflict resolution. In *ACISP'04*, volume 3108 of *Lecture Notes in Computer Science*. Springer, 2004.
5. Chun Ruan, Vijay Varadharajan, and Yan Zhang. Logic-based reasoning on delegatable authorizations. In *ISMIS '02: Proceedings of the 13th International Symposium on Foundations of Intelligent Systems*, volume 2366 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 185–193. Springer, 2002.
6. Chun Ruan, Vijay Varadharajan, and Yan Zhang. A logic model for temporal authorization delegation with negation. In *6th International Information Security Conference, ISC 2003*, volume 2851 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 310 – 324. Springer, 2003.