

Cuatro Tipos de Restricciones Difusas en Especializaciones*

José Galindo¹ Angélica Urrutia² Mario Piattini³ Ramón Carrasco⁴

¹ Dpto. Lenguajes y Ciencias de la Computación, Universidad de Málaga, ppgg@lcc.uma.es

² Dpto. de Computación e Informática, Universidad Católica del Maule, Chile, aurrutia@spock.ucm.cl

³ Escuela Superior de Informática, Universidad de Castilla-La Mancha, España mpiattini@inf-cr.uclm.es

⁴ Caja General de Ahorro de Granada, España rcarrasco@caja-granada.es

Resumen

Las restricciones son parte importante de un modelo de datos, en especial si hablamos de la generalización o de su proceso inverso que es la especialización. Uno de los modelos de datos que contempla estas restricciones es el Entidad Relación Extendido (EER). La propuesta que mostramos en este trabajo, surge de la ventajas que aporta la teoría de conjuntos difusos a las restricciones de especialización de un modelo EER, en especial si se utilizan cuantificadores difusos. En particular, los casos estudiados son: las restricciones difusas disjuntas o solapadas sobre especializaciones, las especializaciones definidas por un atributo difuso, restricciones difusas en tipos Unión o categorías (participación y completitud) y restricciones difusas en subclases compartidas (participación y completitud).

Palabras Clave: Diseño Conceptual de Bases de Datos, Modelo Conceptual Difuso, Restricciones Difusas, Modelo EER Difuso, Bases de Datos Difusas.

1 Introducción

La especialización es una técnica para definir tipos de entidades u objetos en el modelo conceptual por la que un grupo de tipos de entidades llamadas subclases son una especialización, en algún sentido, de otro tipo de entidad llamada superclase. En esta técnica existen restricciones estándares, ya definidas en el modelo EER. Al intentar utilizar las ventajas que aporta la teoría de conjuntos difusos al modelo EER, surgen multitud de nuevos casos estudiados por diversos autores. Sin embargo, existen pocos estudios que muestren la versatilidad que ofrece la lógica difusa aplicada a las restricciones de un modelo conceptual. Uno de los trabajos es de los autores Chen et al. (1998) quienes proponen una extensión del EER aplicando el grado de pertenencia a través de los conjuntos difusos a las clases subclases, generalización especialización y categorías, por lo general hacen referencia definición de etiquetas lingüísticas, para ello, presentan una notación de cada uno de los elementos que incorporar al EER difuso. Por otro lado, Ma et al., (2001) presenta una notación y formulación matemática de la extensión del modelo EER con la teoría de conjuntos difusos incorporando una notación grafica a cada definición. También en Galindo et al., (2001) se ha presentado una extensión usando cuantificadores difusos en restricciones de participación cardinalidad y algunos casos de especialización de completitud y solapada. En este artículo definimos una serie de restricciones difusas aplicables a las especializaciones usando cuantificadores difusos y tipo de atributos difusos.

Se puede decir que cada día con mayor frecuencia se enfrenta el hecho de tener que manejar información imprecisa, sobre todo a la hora de desarrollar sistemas de información. Es por ello, que se ha motivado ésta investigación que contienen una propuesta de flexibilizar restricciones utilizando la lógica difusa * al modelado conceptual de datos. Como una forma de tratar la imprecisión se tienen algunos trabajos en Galindo et al., 2001b y Urrutia y Galindo 2001. Aquí en forma especial nos centramos en algunas restricciones que son: conceptos básicos, restricciones difusas disjuntas o solapadas sobre especializaciones, especializaciones definidas por un

* Grupo de trabajo de la Red Iberoamericana de Tecnologías del Software para la década del 2000 RITOS2

atributo difuso, restricciones difusas en tipos unión o categorías: participación y completitud, conclusiones y referencias bibliográficas.

2 Conceptos Básicos

Conjuntos difusos: Zadeh, (1965) definió el concepto de conjunto difuso, basándose en la idea de que existen conjuntos en los que no está claramente determinado si un elemento pertenece o no al conjunto. A veces, un elemento pertenece al conjunto con cierto grado, llamado grado de pertenencia. Por ejemplo, el conjunto de las personas que son altas es un conjunto difuso, pues no está claro el límite de altura que establece a partir de que medida una persona es alta o no lo es. Ese límite es difuso y, por tanto, el conjunto que delimita también lo será. Un conjunto difuso A sobre un universo de discurso U es un conjunto de pares dado por: $A = \{\mu_A(u) / u : u \in U, \mu_A(u) \in [0,1]\}$, Donde, μ es la llamada función de pertenencia y $\mu_A(u)$ es el *grado de pertenencia* del elemento u al conjunto difuso A . Este grado oscila entre los extremos 0 y 1, $\mu_A(u) = 0$, indica que u no pertenece en absoluto al conjunto difuso A , $\mu_A(u) = 1$, indica que u pertenece totalmente al conjunto difuso A .

Atributos difusos: Se clasifican los *atributos difusos* en tres tipos (Urrutia y Galindo, 2001):

- Tipo 1: Estos atributos son “*datos precisos*” (clásicos, sin imprecisión) que pueden tener etiquetas lingüísticas definidas sobre ellos. Los atributos de Tipo 1 reciben una representación igual que los datos precisos, pero pueden ser manejados en condiciones difusas. Por ejemplo, una persona es *alta*.
- Tipo 2: Son atributos que pueden almacenar o tomar “*datos imprecisos sobre referencial ordenado*”. Estos atributos admiten tanto datos clásicos como difusos, en forma de distribuciones de posibilidad. Por ejemplo, la edad puede tener las etiquetas *niño, joven, adulto*, referenciadas sobre un conjunto ordenado de valores entre 0 y 100.
- Tipo 3: Son atributos sobre “*datos imprecisos sobre referencial no ordenado normalizado*”. Estos atributos son definidos sobre un dominio subyacente no ordenado, por ejemplo, el atributo “color del pelo” puede tener las etiquetas *rubio, pelirrojo y castaño*.

Cuantificadores difusos: Los cuantificadores difusos permiten expresar cantidades o proporciones difusas para dar una idea aproximada del número de elementos de un subconjunto (o que cumplen cierta condición) o de la proporción de ese número en relación con el total de elementos posibles. En el contexto de las bases de datos han sido utilizados para muchos propósitos (Galindo et al., 2001a). Los cuantificadores pueden ser absolutos o relativos:

- Cuantificadores absolutos: expresan cantidades sobre el número total de elementos de un determinado conjunto, diciendo si este número es “grande”, “muchísimos”, “aproximadamente entre 5 y 10”, etc.
- Cuantificadores relativos: expresan mediciones sobre el número total de elementos que cumplen cierta característica dependiendo del total de elementos posibles, por lo que la verdad del cuantificador depende de dos cantidades. Este tipo de cuantificadores se usa en expresiones como “la mayoría”, “la minoría”, “aproximadamente 40 años”.

Modelo EER: Abarca todos los conceptos de modelado del ER (entidad, interrelación, cardinalidad completitud), además, incluye los conceptos de subclase y superclase y los conceptos relacionados de especialización y generalización. Otro concepto que tiene el modelo EER es la categoría y subclase compartida, asociados a estos conceptos está el importante mecanismo de herencia de atributos (Elmasri y Navathe, 2000).

Subclases, superclases y especialización: Un tipo de entidad sirve para representar un conjunto de entidades del mismo tipo: **Subclases y superclases**. En muchos casos, un tipo de entidad tiene varias agrupaciones adicionales de sus subentidades que son significativas y que deben representar explícitamente por su importancia para la aplicación de la base de datos. Cada una de estas subagrupaciones es una *subclase* del tipo de entidad y cada tipo de entidad es la *superclase* de una de estas subclases. Llamaremos a la relación entre una superclase y cualquiera de sus subclases un vínculo superclase/subclase o simplemente vínculo clase/subclase. Una entidad no puede existir en la base de datos simplemente por ser miembro de una subclase: también debe ser miembro de la superclase. Una entidad así puede incluir opciones como miembro de varias subclases (Elmasri y Navathe, 2000; Conolly et al., 1998).

Especialización: Es el proceso de definir un conjunto de subclase de un tipo de entidades; este tipo de entidad se denomina la superclase de la especialización. El conjunto de las subclases que forman una especialización se define a partir de alguna característica distintiva de las entidades de la superclase. El proceso de especialización nos permite:

- Definir un conjunto de subclases de un tipo de entidad.
- Asociar atributos específicos adicionales a cada subclase.
- Establecer tipos de vínculos específicos adicionales entre cada subclase y otros tipos de entidades u otras subclases.

Empleo de subclases en el modelado de datos: Hay dos razones principales para incluir vínculo clase/subclase en un modelo de datos: La *primera* es que ciertos atributos pueden aplicarse a algunas de las entidades del tipo de entidad (superclase), pero no a todas. Se define una subclase para agrupar las entidades a las que se aplican estos atributos. Los miembros de la subclase pueden compartir la mayor parte de sus atributos con los demás miembros de la superclase. La *segunda* razón para usar subclases es que en algunos tipos de vínculo sólo pueden participar entidades que sean miembro de la subclase (Elmasri y Navathe, 2000).

Nuestra propuesta se centra específicamente en tratamiento de clases y subclases en la especialización utilizando cuantificadores difusos y atributo difuso Tipo3, lo cual presentamos en los siguientes apartados.

3 Restricciones Difusas Disjuntas o Solapadas sobre Especializaciones

En las especializaciones puede ser interesante incluir una extensión para expresar el caso en el que las instancias de la superclase pertenecen a cada subclase, usando etiquetas lingüísticas, tales como “mucho”, “poco”..., de forma más simple, dando un grado de pertenencia en un intervalo $[0,1]$. Cada subclase es considerada como un *conjunto difuso de la superclase*, asumiendo que los elementos no están claramente definidos y pueden pertenecer al conjunto difuso con un cierto grado de pertenencia en el intervalo $[0,1]$. Esto consiste en ver las subclases como entidades difusas. Así, podemos considerar que el conjunto de los *Analistas* es un conjunto difuso, ya que un empleado puede pertenecer a este conjunto con cierto grado según su habilidad. Por otro lado esto complementa lo expuesto por Marín et al. (2000).

Esta extensión puede ser aplicada en las restricciones de especialización disjuntas o solapadas considerando la siguiente definición:

Definición 1: Se define una *restricción de disyunción difusa o solapamiento difuso en una especialización* cuando las instancias de la superclase pertenecen alguna subclase con cierto grado de pertenencia difusa. Esta restricción se muestra agregando la letra “f” en el círculo que indica la especialización, dicho de otra forma: “fd” para una especialización disjunta difusa, y “fo” para especializaciones solapadas difusas. Véase Figura 1.

Observe que esto no implica que toda subclase debe ser un conjunto difuso, es así que en una especialización difusa, ya sea disjunta o solapada, puede tener subclases con o sin la restricción difusa. La notación grafica propuesta para las subclases difusas será un rectángulo con línea discontinua o cortada. Véase Figura 1.

Ejemplo 1: La Figura 1, indica que nuestro esquema conceptual puede ser usado para representar la restricción solapada difusa de los empleados perteneciente respecto de las subclases de sus habilidades. Esto es planteado desde el punto de vista de la subclase, donde los *programadores de sistemas* son un conjunto difuso (por ejemplo, un empleado puede pertenecer a este conjunto con un cierto grado de pertenencia). Sin embargo, el conjunto de empleados *contable* no está definido, en este caso, como un conjunto difuso (un empleado puede o no pertenecer a este conjunto, es o no contable). En cambio, desde el punto de vista de las instancias de la superclase, un empleado en particular tiene un conjunto difuso definido sobre las subclases. Por ejemplo: un empleado que es un experto en *programador de gestión*, puede también tener habilidades en otro tipo de *aplicaciones* y, por ejemplo, menos habilidades como *analista*. Esto podría ser representado en una base de datos como el conjunto difuso siguiente: $\{1/\text{programador_gestión}, 0,8/\text{programador_sistemas}, 0,3/\text{analista}\}$. Note que el dominio respectivo subyacente es el nombre de todas las subclases.

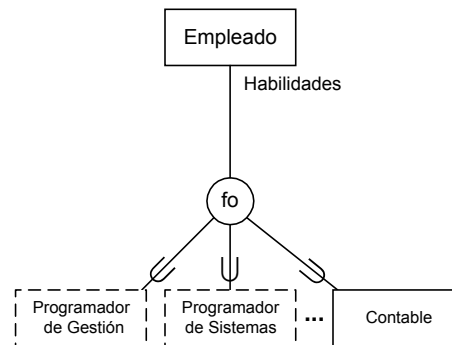


Figura 1: Especialización difusa solapada con subclases difusas.

Este tipo de representación de restricciones en un modelo conceptual permitirá obtener respuesta de la base de datos del tipo: “Seleccione el nombre de los *mejores* programadores de aplicaciones de gestión entre aquellos que no son asignados a *muchos* proyectos y quienes son *al menos* analistas regulares”.

Esta restricción no limita el uso de otras restricciones difusas de completitud o cardinalidad como las restricciones difusas propuestas en (Galindo et. al., 2001b). Sin embargo cuando estos tipos de restricciones están mezcladas con restricciones difusas sobre una especialización disjunta difusa o solapada difusa deben ser estudiadas para definir el método por el cual el DBMS asegure por completo el cumplimiento de estas restricciones, ya que al ser la pertenencia de cada subclase difusa puede ser complicado contestar a cuántas subclases pertenece una determinada instancia. Un método simple y efectivo es usar el concepto de cardinalidad de un conjunto difuso. En nuestro caso, la cardinalidad se obtiene sumando los grados de pertenencia de dicha instancia a cada una de las subclases.

4 Especializaciones Definidas por un Atributo Difuso

Elmasri y Navathe (2000) dicen que, en algunas especializaciones se puede determinar con exactitud las entidades que se convertirán en miembro de cada subclase, para lo cual se especifica una condición en término de un valor de algún atributo de la superclase. Tales subclases se llaman *subclases definidas por predicado* (o definidas por condición). Para representar las subclases definidas por predicado se escribe la condición del predicado junto a la línea que conecta la subclase a su superclase. Si la condición de pertenencia de todas las subclases de una especialización están definidas en términos del mismo atributo de la superclase, se dice que la especialización misma es una especialización *definida por el atributo*. La especialización definida por un atributo se representa colocando el nombre del atributo de definición junto a la línea que va del círculo a la superclase. Cuando no tenemos una condición que determine la pertenencia, se dice que la especialización está *definida por el usuario*. La pertenencia a tales subclases la determinan los usuarios de la base de datos cuando aplican la operación de añadir una entidad a la subclase; así pues, el usuario especifica individualmente la pertenencia para cada instancia; no la especifica una condición que pueda evaluar automáticamente.

Otro tipo de aprovechamiento de los conjuntos difusos en la especialización, solapada o disjunta, en algunas subclases, son las que pueden ser definidas por un tipo de atributo difuso, que por lo general no tienen una relación de orden definida en el dominio requerido. Bajo este contexto se tiene la siguiente definición:

Definición 2: Una *especialización definida por un atributo difuso*, se da cuando entre las subclases existe una relación de similitud que mide cierta semejanza existente entre ellas. Su representación gráfica se hará utilizando una línea curva entre el vínculo que une clase superclase y la especialización (puede ser un o dos líneas curva dependiendo del tipo de participación). Por lo general este tipo de atributo difuso será Tipo 3. La representación gráfica se muestra en la Figura 2.

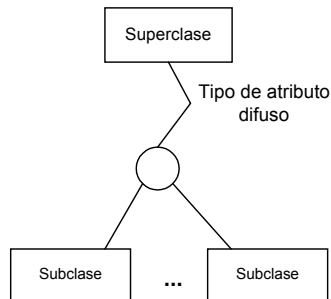


Figura 2: Especialización definida por un tipo de atributo.

Lo interesante de este tipo de atributo difuso es que puede dar algún tipo de respuesta cuando esta pudiera ser vacía. En este caso, la definición es independiente de todas las restricciones que sean difusas o *crisp* en especializaciones disjuntas o solapadas.

El siguiente ejemplo muestra subclases definidas en una especialización disjunta, con el interés de que cada par de subclases tienen un grado de similitud entre ellas. Esta propiedad es usada para compararlos y buscar la instancia más semejante que se acomode a un requerimiento.

Ejemplo 2: Una superclase empleado con las subclases de; profesor, investigador, ingeniero, las cuales tienen sus propios atributos, siendo en este caso una especialización disjunta. El atributo *categoría* es un atributo difuso Tipo 3, porque si una empresa está buscando un ingeniero, esta empresa está posiblemente interesada en un investigador, dado que estos dos elementos se parecen en alguna medida dependiendo de la especialidad. Este tipo de similitud o semejanza puede ser tomado en cuenta a la hora de mostrar a una empresa toda las propiedades que pueden satisfacer sus necesidades. La representación de este modelo esta en la Figura 3 como la especialización es disjunta no difusa, se supone que los empleados sólo pueden pertenecer a una *categoría* y esa pertenencia será total.

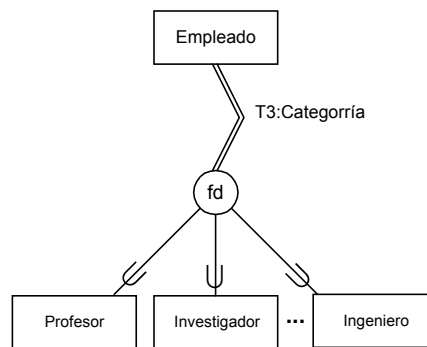


Figura 3: Especialización de atributos disjuntos con participación total de restricciones.

Por otra parte, la Figura 6 incluye otros dos ejemplos de especialización definida por atributo difuso, usando especializaciones difusas solapadas. En el primero de ellos, se muestra una especialización de participación total de restricciones (línea doble), la cual establece que *todos* los empleados deben pertenecer a una o más categorías (profesor, investigador...), considerando que *categoría* es un atributo difuso Tipo 3. La segunda especialización es una restricción de participación difusa parcial (línea simple), con un cuantificador difuso “casi todos” etiquetando el arco y representando que: “Casi todos los investigadores deben pertenecer a una o más líneas de investigación”. Además, *línea de investigación* es un atributo difuso Tipo 3, debido a que pueden existir similitudes entre distintas líneas que queremos considerar para su tratamiento. Obsérvese que este atributo para este tipo de definición puede también ser Tipo 1 o Tipo 2.

5 Restricciones Difusas sobre Tipos Unión o Categorías: Participación y Completitud

Un *tipo unión* (Elmasri y Navathe, 2000; Raju y Majumdar, 1988) es un caso particular de especialización con varias superclases y una única subclase llamada *categoría*. Por definición cada miembro de la categoría debe ser miembro de al menos una de las superclases. O sea, la categoría es un subconjunto de la *unión* de las superclases. Su representación gráfica utiliza un círculo con el símbolo de unión de conjuntos, Véase Figura 4.

Observe que una categoría tiene dos o más superclases que pueden representar distintos tipos de entidades. A su vez, una categoría puede ser parcial o total, se identifican con una línea sencilla o una doble respectivamente que conecta la categoría al círculo. En las categorías parciales se puede dar el caso de que instancias de una superclase no pertenezcan a la categoría, mientras que si la categoría es total ese caso no es posible.

En este tipo de especialización es posible aplicar restricciones difusas de dos maneras:

Definición 3: *Restricción difusa de participación en una o más superclases* de un tipo de unión, es representada por un arco, etiquetado con un cuantificador difuso, cruzando la línea o líneas que unen las superclases seleccionadas con el círculo (véase cuantificador1 en la Figura 4). Normalmente este cuantificador difuso será relativo y restringe el número de instancias de la unión de un grupo de superclases que pertenecen a la categoría.

Por ejemplo, con un cuantificador difuso *casi todos* sobre una superclase, esta restricción puede expresar que: “Casi todos los elementos de la superclase pertenecen a la categoría”. Otra opción es unir dos o más superclase con un arco indicando que la unión de instancias de esas superclases están restringidas por un cuantificador difuso en cuanto a su participación en la categoría. Esta restricción permite también incorporar la notación (min,max) indicando el número mínimo y máximo que pertenecen a la categoría (usando cuantificadores difusos absoluto o relativos). La notación (min,max) difusa está definida en (Galindo, Urrutia et. al., 2001b).

Definición 4: *Restricción difusa de completitud en la categoría* (restricción sobre la unión de todas las superclases): Se representa con un arco etiquetado con sus cuantificadores difuso cruzando la línea que une la categoría con el círculo, normalmente este cuantificador difuso será relativo (véase cuantificador2 en la Figura 4). Otra forma de representación de completitud, es una línea zigzag uniendo la especialización al vínculo.

Por ejemplo, el cuantificador *casi todos* en la categoría expresa que: “Casi todos los elementos de todas las superclases pertenecen a la categoría”. Se puede considerar también el uso de la notación difusa (min,max), indicando el número mínimo y máximo de todas las instancias de superclases las cuales pertenecen a la categoría. Note que este segundo camino es siempre referido a todas las instancias de superclase, es decir a la unión de todas las superclases. Es por esta razón que las restricciones serán preferentemente con cuantificadores difusos relativos o absolutos. La Figura 4 muestra las notaciones de la definición 4 (Cuantificador1 y notación (min,max)) y de la definición 5 (Cuantificador 2).

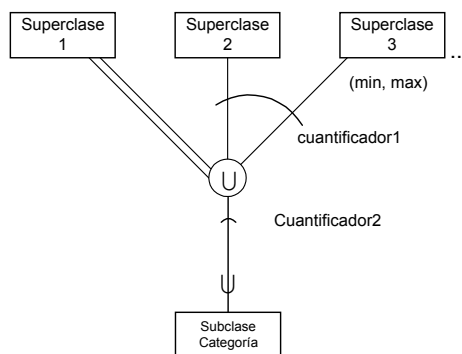


Figura 4: Restricciones de participación y completitud difusa en categorías.

Ejemplo 3: Consideremos cuatro tipos de entidades de vehículos: autos, camiones, motocicletas y bicicletas. Cada vehículo puede pertenecer a la entidad Vehículo Registrado. La Figura 5 muestra este modelo con algunas restricciones de participación tales como: “Casi todos los autos y todos los camiones deben ser vehículos registrados”. Además el modelo permite un máximo de “aproximadamente_5” bicicletas que pueden ser vehículos registrados, el arco etiquetado con el cuantificador difuso “la mayoría” indica que la mayoría de las motocicletas o bicicletas (su unión) deben ser registradas.

Por otra parte, la restricción difusa de completitud establece que “aproximadamente la mitad” de los vehículos existentes deben ser vehículos registrados.

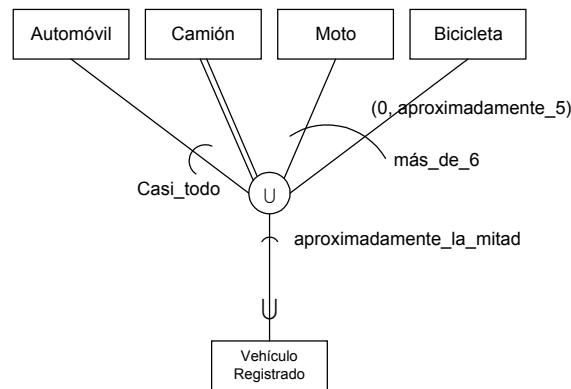


Figura 5: Ejemplo 3 de restricción difusa de tipo de categoría o unión.

Por simplicidad, el ejemplo anterior incluye restricciones de completitud y de participación. Es importante destacar que ambas pueden interactuar entre sí, por lo que en modelos reales habrá que cuidar esa interacción para que las restricciones tengan sentido.

6 Restricciones Difusas en Subclases Compartidas: Participación y Completitud

Una subclase compartida (Elmasri y Navathe, 2000; Raju y Majumdar, 1988) o tipo intersección es una subclase con varias superclases. Cada miembro de la subclase debe ser miembro de *todas* las superclases, es decir la subclase es un subconjunto de la intersección de todas las superclases. Una subclase compartida es representada uniéndola con todas sus superclases con una línea simple con el símbolo de inclusión. Otra representación utiliza el símbolo de intersección dentro de un círculo, uniendo las superclases a este círculo por una línea. La subclase está unida al círculo usando una línea simple con el símbolo de inclusión.

Tal como en los tipos de unión, en este tipo de especialización es posible aplicar restricciones difusas de dos maneras.

Definición 5: *Restricción de participación difusa en una o más superclases:* Este tipo de restricción está representado por un arco junto a una etiqueta con un cuantificador difuso. El arco estará cruzando una o varias líneas de las que unen las superclases al círculo. Este cuantificador difuso debería ser relativo.

Por ejemplo, usando el cuantificador *casi todos* en una superclase representa la siguiente restricción: “Casi todos los elementos de esa superclase pertenecen a la subclase”. Otra opción es unir dos o más superclases con el arco, indicando que el cuantificador tiene efecto sobre la intersección de las superclases involucradas. Al igual que en los otros casos, se permite el uso de la notación difusa (min,max), que indica, el número mínimo y máximo de instancias a las cuales pertenece la subclase compartida (ya sean cuantificadores difusos absolutos o relativos). Generalmente la restricción de participación no es usada, porque una restricción en una superclase (o varias superclases) depende de la pertenencia de sus instancias a las otras superclases (recuerde que la subclase es un subconjunto de la intersección). Esto último se aclarará en el Ejemplo 4.

7 Conclusiones

Ma et al., han estudiado la especialización sólo asignando grado de pertenencia a las clases y subclases en una especialización, en este trabajo se han presentado restricciones que se han flexibilizado con cuantificadores difusos ya sean estos relativos o difusos.

Aquí se ha definido y ejemplificado restricciones disjuntas difusas o solapadas de especialización y restricciones difusas en tipo de uniones o categorías y restricciones difusas en subclase compartida o intersecciones. Estas restricciones pueden ser representadas usando cuantificadores difusos y la notación min max, que no han sido establecida por otros autores.

Con respecto a las especializaciones definidas por un atributo, aquí se ha ampliado esta, al uso de atributos Tipo 3, lo cual establecer similitudes con un grado de pertenencia entre las subclases, pudiendo ésta representación ser muy útil para los usuarios cuando se requiera.

Como trabajo futuro ampliaremos estas restricciones a la generalización, y se verá una forma de implementar estas restricciones en una base de datos relacional difusa.

Referencias bibliográficas

1. Chen G. (1998): *Fuzzy Logic in Data Modeling, Semantics Constraints, and Databases Design*. Kluwer Academic Publishers.
2. Connolly T., Begg C., Strachon A. (1998): *Data Bases System, a Practical approach to design, implementation and management*. Second edition, Addison Wesley.
3. Elmasri R., Navathe S.B. (2000): *"Fundamentals of Database Systems"*, Third Edition. Addison-Wesley.
4. Ma Z. M., Zhang W. J., Ma W. Y., Chen Q. (2001) *Conceptual Design of Fuzzy Object-Oriented Databases Using Extended Entity-Relationship Model*. *International Journal of Intelligent System* 16(6), pp. 697-711.
5. Marín N., Pons O., Vila M.A. (2000): *Fuzzy Types: A New Concept of Type for Managing Vague Structures*. *International Journal of Intelligent Systems*, 15, pp. 1061-1085.
6. Galindo J., Medina J.M., Cubero J.C., García M.T. (2001a): *Relaxing the Universal Quantifier of the Division in Fuzzy Relational Databases*. *International Journal of Intelligent System* 16(6), pp. 713-742.
7. Galindo J., Urrutia A., Carrasco R., Piattini M. (2001b): *Fuzzy Constraints using the Enhanced Entity-Relationship Model*". *Proceedings published by IEEE-CS Press of XXI Int. Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC)*, pp. 86-94, Punta Arenas (Chile).
8. Raju K., Majumdar A. (1988): *"Fuzzy Funcional Dependencies and lossless jion Decomposition of Fuzzy Relational Database System"*, *ACM Transaction on database system*, vol 13, n°2 june pp 129-166.
9. Urrutia A., Galindo J. (2001): *"Notación para datos con imprecisión en un modelo conceptual EER difuso"*, *UC-Maule Revista Académica de la Universidad Católica del Maule*, diciembre N° 27, pp. 39-48.
10. Zadeh L. A. (1965): *Fuzzy Sets*. *Information and Control*, 8, pp. 338-353.