



Reseña

Grupo de investigación en Bases de Datos Difusas de la Universidad Simón Bolívar

Fuzzy database research group of Simón Bolívar University

Leonid Tineo^a, Rosseline Rodríguez^a

^aUniversidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

Recibido: 15-03-2018

Aceptado: 02-06-2018

Resumen

En esta reseña se presenta la trayectoria a lo largo de seis años de un conjunto de profesores del Departamento de Computación y Tecnología de la Información de la Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela, que conforman el Grupo de Investigación en Bases de Datos Difusas. Se incluyen los antecedentes del grupo, una reseña histórica, la organización, los logros alcanzados en su línea de investigación y las oportunidades de crecimiento y continuación a futuro.

Palabras clave: bases de datos; lógica difusa; computación y tecnología; USB; grupo de investigación.

Abstract

This review presents the trajectory over the course of six years of a group of professors from the Department of Computing and Information Technology of the Simón Bolívar University, Caracas, Venezuela, who form the Research Group of Fuzzy Databases. It includes the background of the group, a historical review, the organization, the achievements in its line of research and the opportunities for growth and continuation in the future.

Key words: databases; fuzzy logic; computing and technology; USB; research team.

1. Antecedentes

La teoría de conjuntos difusos propuesta por Zadeh [1] en 1965, provee un marco matemático y computacional formal para representar las nociones de naturaleza vaga o imprecisa. La incorporación de algunos de estos conceptos para el modelado y manipulación de bases de datos, dió origen a propuestas de modelo relacional difuso [2] [3]. Éstas fueron luego generalizadas surgiendo un modelo extendido para bases de datos relacionales difusas, conocido como GEFRED [4]. A partir de éste, se extendió el modelo Entidad Relación y el lenguaje SQL, surgiendo FuzzyEER [5].

Para representar datos difusos en FuzzyEER [5] se definen cuatro tipos de atributos difusos: Tipo 1, atributos con valores de datos precisos provistos con etiquetas lingüísticas, interpretadas como números difusos, con el propósito de ser usadas en condiciones difusas; Tipo 2, atributos con valores de datos difusos representados como números difusos, son distribuciones de posibilidad en un dominio ordenado; Tipo 3, atributos con valores en un dominio formado por

etiquetas provisto de una relación de similitud entre las etiquetas, adicionalmente permite distribuciones de posibilidad; y Tipo 4, similar a los atributos del tipo 3, pero sin las relaciones de similitud.

Por otro lado, algunos esfuerzos se han realizado para dar mayor flexibilidad al lenguaje estándar de bases de datos SQL, incorporando elementos de datos y condiciones de consultas basados en los conjuntos difusos. Entre estos se destacan FSQL [5] y SQLf [6], los cuales representan las extensiones más completas existentes para la incorporación de conjuntos difusos en SQL. Estas dos propuestas tienen enfoques complementarios: FSQL se centra en la extensión de los datos mientras que SQLf en la extensión de las expresiones de consulta [7].

El lenguaje estándar para bases de datos SQL provee constructores que permiten hacer consultas basadas en el ordenamiento y/o en el particionamiento de las relaciones según los valores de atributos específicos. Si se permiten atributos difusos como los propuestos en el modelo FuzzyEER, tales constructores de consulta deben extenderse de forma que provean una semántica adecuada en presencia de datos difusos. Sin embargo, la definición de FSQL lo que hace es prohibir que se usen estos atributos en el criterio de ordenamiento o particionamiento en una consulta, lo cual resulta poco satisfactorio. Otras propuestas conocidas de extensión a SQL con conjuntos difusos ni siquiera consideran estos tipos de atributos.

Algunas de las versiones extendidas de SQL con lógica difusa, cuentan con implementaciones en distintos Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGBD).

El profesor Leonid Tineo, con más de veinte años trabajando en la aplicación de la teoría de conjuntos difusos para extender los sistemas gestores de bases de datos [8][9][10], en colaboración con varios investigadores del área de Bases de Datos de diferentes universidades, formuló y ejecutó el Proyecto FONACIT G-2005000278 titulado “Creación y Aplicación de Manejadores de Bases de Datos Difusas”. Los resultados obtenidos incluyen una extensión de PostgreSQL realizada con una arquitectura de acoplamiento fuerte, en la cual se modifica directamente el código fuente [11]. También comprende una extensión con una arquitectura de acoplamiento débil, denominada SQLfi, implementada como una capa lógica externa que procesa los datos extraídos del SGBD [12]. Finalmente, se tiene un prototipo experimental con una arquitectura de acoplamiento mediano, mediante una capa lógica externa programada en el lenguaje nativo del SGBD [13]. A pesar de estos esfuerzos, en la actualidad todavía no existen aplicaciones comerciales que aprovechen las ventajas de trabajar con lógica difusa en un SGBD.

En cuanto a las metodologías para el desarrollo de software, en este proyecto se hicieron algunos avances. Primero, se detectaron que los requerimientos difusos contienen elementos gramaticales [14] como adjetivos y adverbios del lenguaje natural, los cuales pueden ser representados por términos lingüísticos de la lógica difusa (predicados, comparadores, conectores modificadores y cuantificadores); adicionalmente se observaron características [14] que determinan cuándo una aplicación necesita o podría aprovechar estos términos en las consultas a una base de datos, las cuales dictan los lineamientos para que los desarrolladores modelen los requerimientos con lógica difusa. Estas características se recopilaban de siete aplicaciones experimentales desarrolladas usando lógica difusa, dentro del marco del proyecto. En segundo lugar, se estudió la incorporación de consultas difusas en metodologías de desarrollo de software [15], dentro del modelo de ciclo de vida, específicamente en las fases de análisis, diseño e implementación. El estudio se basa en el desarrollo de aplicaciones sobre SGBD difusos [12] realizadas utilizando el lenguaje de consultas difusas a base de datos SQLf, implementadas sobre SQLfi. Finalmente, se propuso un método formal [16] para implementar requisitos que usan términos difusos, los cuales permiten representar las preferencias de los usuarios. El método se basa en la especificación de los requerimientos a través de una extensión con lógica difusa del cálculo relacional de tuplas que luego es traducida al lenguaje SQLf para ser implementados en un SGBD real.

Para dar respuesta a la necesidad latente de servicio y soporte técnico en análisis, modelado, interpretación y tratamiento de datos de diversa índole generados a nivel local, regional, nacional e internacional, a finales del 2010 se crea, en la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Carabobo, el Centro de Análisis, Modelado y Tratamiento de Datos (CAMYTD) por iniciativa de un grupo de profesores de esta casa de estudios, liderizados por la Dra. Ana Aguilera en el área de Bases de Datos, y con el apoyo de investigadores asociados de la Universidad Simón Bolívar. El tema de imprecisión e incertidumbre en las bases de datos es uno de los intereses de CAMYTD.

Investigadores reconocidos internacionalmente en el área de bases de datos difusas [17] sostienen que la inclusión de información imprecisa e incierta en el modelo de base de datos ha sido un tema importante de investigación por largo tiempo, debido a que existen datos imprecisos e inciertos en muchas de las aplicaciones del mundo real. Por tal motivo, es razonable pensar que incorporar términos difusos en aplicaciones y SGBD todavía resulta de impacto en el presente. Este es el tema de interés que motivó la creación del grupo de investigación en Bases de Datos Difusas de la Universidad Simón Bolívar.

2. Reseña histórica

El grupo de investigación en Bases de Datos Difusas de la Universidad Simón Bolívar (USB) de Caracas, surgió en el año 2012 por iniciativa de los profesores Leonid Tineo, Rosseline Rodríguez y Soraya Carrasquel del Departamento de Computación y Tecnología de la Información, con el fin de continuar la investigación que había comenzado el profesor Tineo en su tesis doctoral en el área de Consultas Flexibles a Bases de Datos y en el proyecto “Creación y Aplicación de Manejadores de Bases de Datos Difusas”. Ya se había incursionado en área afines como la Especificación Formal de Consultas y la Ingeniería de Software por parte de la profesora Rodríguez y se quería comenzar la exploración de la gestión de datos difusos con el apoyo del conocimiento en el área de las Matemáticas de la profesora Carrasquel.

Dado que no se tenía caracterizado el ordenamiento de dominios difusos Tipo 3, correspondientes a atributos con valores en un dominio formado por etiquetas provisto de una relación de similitud entre las etiquetas, la profesora Carrasquel comienza su investigación en el estudio de las propiedades de este tipo de dominios. Posteriormente, en el año 2013, se incorpora al grupo el profesor David Coronado (USB) a fin de realizar un estudio similar con los dominios difusos Tipo 2, que son atributos con valores de datos difusos representados como números difusos, los cuales son distribuciones de posibilidad en un dominio ordenado. Este mismo año, se une al grupo el Ingeniero José Ángel Labbad, iniciando su tesis de maestría en Gerencia de Sistemas de la Universidad Metropolitana, bajo la supervisión del profesor Leonid Tineo, con el objetivo de proponer una metodología para la conversión de formularios de búsqueda en sitios Web a formularios con lógica difusa usando SQLf.

En el año 2014 se une al grupo el profesor Ricardo Monascal (USB) del área de Lenguajes de Programación, con el propósito de apoyar en la implementación de los resultados teóricos obtenidos hasta ese momento como extensión a gestores de bases de datos tradicionales, entre ellos, MaríaDB y PostgreSQL.

Con el regreso del profesor José Tomás Cadenas† (USB) en el año 2015, luego de culminar sus estudios doctorales en el área de Sensibilización al Contexto en Bases de Datos, se incorpora al grupo para continuar la exploración en esta área con el apoyo del estudiante de maestría Darwin Rocha, ambos con la idea de realizar aplicaciones de estas extensiones en el área de la Medicina. Este mismo año se agrega al grupo el profesor Josué Ramírez (USB), luego de haber culminado su tesis de Maestría con la definición de un mecanismo para el tratamiento de consultas con datos nulos. El profesor Ramírez se incorpora en el apoyo a la implementación de bases de datos con dominios Tipo 2, Tipo 3, Tipo 4 (similares a los Tipo 3 pero sin relaciones de similitud) y Tipo 5 (similares a los Tipo 3 pero incluyendo también distribuciones de posibilidad), además del estudio del análisis de desempeño de las consultas sobre los dominios ya implementados. Este año también se crea la unidad de gestión Aplicaciones y Bases de Datos Inteligentes (ABDI-USB) para la atención de la comunidad externa a la USB interesada en cursos, soluciones y proyectos realizados a nuestra área de investigación.

En el 2016 se adhieren al grupo las profesoras Betzaida Romero (USB) del área de Ingeniería de Software y Kity Álvarez (USB) del área de Seguridad Informática, comenzando sus investigaciones en la integración de datos imperfectos y Big Data en una propuesta arquitectónica sensible al contexto. De este estudio surge la idea de comenzar a explorar otro dominio de datos imperfectos fundamentados en el Principio de Información de Zadeh [18] conocido como datos bimodales.

En el 2017 se integra al grupo la primera estudiante de Doctorado en Ingeniería (USB), la profesora Gladys de León proveniente del Colegio Universitario de Caracas, recientemente transformado en Universidad Nacional Experimental de Caracas, quien desarrollará su tesis en el área de Bases Datos Bimodales.

Desde sus inicios el grupo de bases de datos difusas ha tenido relación con investigadores nacionales e internacionales de otras universidades. Desde el año 2013 se ha venido desarrollando el proyecto de grupo “Desafíos del Modelo Relacional Difuso”, formalmente inscrito en la Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre, Vicerrectorado de Barquisimeto, contando con el apoyo de profesores de la región larense, a saber: Carlos Lameda (UNEXPO), Jesús Araque (UNEXPO), Roberto Uzcátegui (UNEXPO) y Belkys López (UCLA). Asimismo, varios de los resultados del grupo han sido realizados con colaboración de las profesoras Ana Aguilera de la Universidad de Carabobo, Francisca Losavio de la Universidad Central de Venezuela y Livia Borjas del Instituto Universitario de Tecnología “Dr. Federico Rivero Palacio”.

En el ámbito internacional, el grupo de bases de datos difusas ha trabajado con la colaboración de la profesora Angélica Urrutia de la Universidad del Maule, Chile y en relación con los profesores Amparo Vila y Nicolás Marín de la Universidad de Granada, España, quienes supervisaron la tesis doctoral del profesor José Tomás Cadenas†.

Es importante resaltar el apoyo y colaboración de alrededor de 30 estudiantes de cuarto y quinto año de la carrera de Ingeniería en Computación de la Universidad Simón Bolívar quienes participaron en diversos Miniproyectos de Desarrollo de Software, como programadores de aplicaciones y en la implementación de los prototipos de Gestores de Bases de Datos Difusas. Sin ellos, no había sido posible avanzar.

3. Organización

El grupo de investigación en Bases de Datos Difusas (USB) tiene la siguiente organización: un Jefe de Grupo, los Investigadores que son todos profesores del Departamento de Computación y Tecnología de la Información (USB), y los estudiantes de doctorado o maestría. Actualmente, el Jefe de Grupo es el profesor Leonid Tineo, PhD. Los Investigadores son los profesores José Tomás Cadenas†, PhD; David Coronado, PhD; Rosseline Rodríguez, MSc; Soraya Carrasquel, MSc; Ricardo Monascal, MSc; Josué Ramírez, MSc; Betzaida Romero, MSc; y Kity Álvarez, MSc. Además, forma parte del grupo la profesora Gladys de León, como estudiante del Doctorado en Ingeniería.

La visión de este grupo de investigación es constituirse en un espacio de formación, desarrollo y generación de líderes investigadores en el área de Bases de Datos Difusas.

La misión es desarrollar, apoyar y divulgar las actividades de investigación que permitan la formación, difusión, producción de conocimiento y práctica para la solución de problemas abiertos en la línea de investigación de Base de Datos Difusas con un enfoque multidisciplinario.

El objetivo general es producir el conocimiento teórico que sustente la creación de aplicaciones y gestores de Bases de Datos Difusas de dominio público que tengan un impacto nacional e internacional. Como objetivos específicos se tienen:

- Divulgar al público en general el tema de bases de datos difusas y su aplicabilidad.
- Crear nuevo conocimiento a fin de resolver los problemas abiertos en el tema.
- Definir y probar mecanismos de manipulación realmente eficientes para bases de datos difusas.
- Definir modelos de arquitectura para la implementación de gestores de bases de datos difusas.
- Desarrollar gestores de bases de datos difusas como extensiones de los distintos gestores de bases de datos más populares.
- Promover entre los desarrolladores de software el uso de gestores de bases de datos difusas para aprovechar sus virtudes en la creación de aplicaciones de vanguardia que así lo requieran.
- Dar a conocer los gestores de bases de datos difusas ante diversas instituciones públicas y privadas de manera que puedan identificar su aplicabilidad para sus intereses organizacionales;
- Dar soporte en el uso de los gestores de bases de datos difusas desarrollados.
- Explorar la aplicabilidad de gestores de bases de datos difusas a problemas de interés en diversas áreas.
- Desarrollar y distribuir aplicaciones experimentales que demuestren la utilidad de los gestores de bases de datos difusas.
- Formar, a través de trabajos de grado a nivel de ingeniería, maestría y doctorado, recursos humanos de alto nivel de conocimientos en el área de bases de datos difusas y sus aplicaciones, así como en tecnología de software libre para bases de datos y nuevas metodologías de desarrollo de software adecuadas a sistemas difusos.

El grupo de investigación en Bases de Datos Difusas da apoyo académico al programa de pregrado de Ingeniería en Computación, así como también a los programas de postgrado de la Maestría en Ciencias de la Computación, Doctorado en Computación y al Doctorado en Ingeniería.

El grupo de investigación también da soporte científico y tecnológico a la unidad de gestión de Aplicaciones y Bases de Datos Inteligentes de la Universidad Simón Bolívar (ABDI-USB), creada en 2015 para establecer enlaces con la comunidad externa a la universidad que incluye instituciones del estado, empresas, otras instituciones educativas y el entorno en general.

4. Logros

A lo largo de estos seis años se han obtenido diversos logros en la línea de investigación en Bases de Datos Difusas del grupo. Estos incluyen contar actualmente con nueve investigadores, haber dirigido dos tesis de maestría culminadas, además, se han desarrollado proyectos de investigación en conjunto con investigadores de renombre a nivel nacional e internacional. Esto ha permitido contar con el apoyo de alrededor de 30 estudiantes a través de la figura de mini proyectos, para la implementación de los conceptos teóricos generados y de las extensiones a los gestores de bases de datos, así como también de aplicaciones prácticas de estos conceptos. Además como productos de investigación se han logrado: cuatro artículos publicados en revistas nacionales y cuatro artículos en revistas internacionales, doce artículos en memorias de congresos nacionales y uno en memoria de congreso internacional, tres capítulos de libros de investigación publicados en editoriales internacionales, treinta y dos presentaciones en eventos nacionales y tres en eventos internacionales. A continuación se listan las publicaciones y los eventos por las siguientes categorías: artículos en revistas de circulación nacional e internacional, artículos en memorias de congresos, los capítulos de libros, la participación en eventos nacionales e internacionales y los proyectos de investigación.

4.1. Artículos en revistas científicas

- Carrasquel, S. Rodríguez, R., Tineo, L. "Consultas con ordenamiento basadas en Similitud". Telematique, Venezuela, 2013.
- Rodríguez, R., Tineo, L., Carrasquel, S., "Consultas con agrupamiento basado en similitud". Ingeniare, Chile, 2014.
- Carrasquel, S., Cadenas, J., Rodríguez, R., Ruiz D., Serradas, R. "Interfaz móvil de una aplicación sensible al contexto utilizando base de datos difusas". ReVeCom, Venezuela, 2014.
- Carrasquel, S. Rodríguez, R., Tineo, L., Gyomrey, A., Moreau, S., Stornelli, B., Timaury, C. "Extensión de MARIADB para ordenamiento y agrupamiento difuso". Novática, España, 2014.
- Carrasquel, S., Coronado, D., Monascal, R., Rodríguez, R., Tineo, L. "Benchmark de Consultas con agrupamiento y ordenamiento difuso". Novática. España, 2017
- Carrasquel, Soraya; Coronado, D.; Monascal, R.; Rodriguez, R; Tineo, L. "Análisis de desempeño de fuzzydoDB". Ventana Informática. Colombia, 2017.
- Cadenas, J.; Carrasquel, S.; Rocha, D.; Rodríguez, R. "Sensibilización de una aplicación a múltiples contextos sobre una base de datos difusa". Universidad, Ciencia y Tecnología. Venezuela, 2017.
- Labbad, J.; Rodriguez, R.; Tineo, L. "Hacia aplicaciones Web con términos difusos". ReVeCom. Venezuela, 2017.

4.2. Artículos en memorias de congresos

- Rodríguez, R.; Tineo, L.; Aguilera, A.; Borjas, L. "Experiences on Fuzzy DBMS: implementation and use". CLEI, Venezuela, 2013.
- Carrasquel, S.; Rodríguez, R.; Tineo, L. "Una aplicación de consultas con orden y agrupamiento basado en atributos Difusos Tipo 3". SCTC, UCV, 2014.
- Cadenas, J., Omaña, M., Rodríguez, R., "Conceptualizing a didactics experience: Mini-Project Software Development". CLEI, Uruguay 2014.
- Cadenas, J.; Carrasquel, S.; Rodríguez, R.; Ruiz, D.; Serradas, R. "Interfaz móvil de una aplicación sensible al contexto utilizando base de datos difusas". CoNCISa, Caracas 2014.
- Coronado, D.; Carrasquel, S.; Rodríguez, R.; Tineo, L. "Ordenamiento de números difusos". CoNCISa, Caracas 2014.
- Tineo, L; Labbad, J. "Metodología para incorporar lógica difusa en formularios web". CoNCISa, Caracas 2014.
- Coronado, D.; Carrasquel, S.; Monascal, R.; Rodríguez, R.; Tineo, L. "Portal de FuzzydoDB". CoNCISa, Valencia 2015.

- Aguilera, A.; Borjas, L.; Rodríguez, R., “Un modelo de proceso heurístico para implementación de SGDB difusos”. CoNCISa, Valencia 2015.
- Ramírez, J.; Tineo, L. “Un mecanismo de respuestas a consultas en presencia de nulos”. CoNCISa, Valencia 2015.
- Álvarez, K., Cadenas, J., Coronado, D., Rodríguez, R., Romero, B., “Arquitectura para la gestión de datos imperfectos en la Era de Big Data”. CoNCISa, Caracas 2016.
- Aguilera, A.; Borjas, L.; Losavio, F.; Rodríguez, R., “Arquitectura para PostgreSQL con facilidades de minería de datos descriptiva difusa”. CoNCISa, Caracas 2016.
- Labbad, J.; Rodríguez, R.; Tineo, L. “Hacia aplicaciones Web con términos difusos”. CoNCISa, Puerto Ordaz, 2017.
- Cadenas, J.; Carrasquel, S.; Coronado, D.; Rodríguez, R.; Tineo, L. “Una propuesta para el ordenamiento de datos Bimodales”. CoNCISa, Puerto Ordaz, 2017.

4.3. Capítulos de Libros

- Borjas, L.; Ramírez, J.; Rodríguez, R.; Tineo, L. “Automated system for tests preparation and configuration using fuzzy queries”. pp. 199 - 212. “Computational Intelligence. Studies in Computational Intelligence Volume 577”. Editores: Kurosh Madani, António Dourado Correia, Agostinho Rosa, Joaquim Filipe. Springer International Publishing. Cham, Suiza. 2015. ISBN: 978-3-319-11270-1.
- Tineo, L.; Carrasquel, S.; Monascal, R.; Rodríguez, R.; Tineo, L. “Processing of queries with fuzzy similarity domains”. pp. 88 - 128. Handbook of Research on Innovative Database Query Processing Techniques. Editores: Li Yan. IGI Global. Hershey, Estados Unidos de América. 2015. ISBN: 9781466687677.
- Tineo, L.; Monascal, R.; Labbad, J. “Fuzzy XQuery - A real implementation”. pp. 158 - 198. "Handbook of Research on Innovative Database Query Processing Techniques". Editores: Li Yan. IGI Global. Hershey, Estados Unidos de América. 2015. ISBN: 9781466687677.

4.4. Organización de eventos nacionales e internacionales

Los miembros del grupo de investigación en Bases de Datos Difusas de la USB han participado como integrantes de Comité Organizador de los siguientes eventos nacionales:

- XXXIX Conferencia Latinoamericana en Informática (CLEI 2013) y Primera Conferencia Nacional de Computación, Informática y Sistemas (CoNCISa 2013), realizada en Naiguatá, Estado Vargas, en los roles de Vicepresidente, Secretario, Coordinadores de Comisiones y Colaboradores.
- Segunda Escuela Venezolana de Informática y Segunda Conferencia Nacional de Computación, Informática y Sistemas (EVI- CONCISA 2014), realizada en la Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, en los roles de Presidente, Participantes en distintas comisiones y colaboradores.
- Tercera Escuela Venezolana de Informática y Tercera Conferencia Nacional de Computación, Informática y Sistemas (EVI- CONCISA 2015), realizada en la Universidad de Carabobo, Valencia, en los roles de Presidente General, Presidente del comité organizador, Participantes en distintas comisiones y colaboradores.
- Cuarta Escuela Venezolana de Informática y Cuarta Conferencia Nacional de Computación, Informática y Sistemas (EVI- CONCISA 2016), realizada en el Colegio Universitario de Caracas, como participantes en distintas comisiones y colaboradores.
- Quinta Escuela Venezolana de Informática y Quinta Conferencia Nacional de Computación, Informática y Sistemas (EVI- CONCISA 2017), realizada en la Universidad Católica Andrés Bello, Sede Guayana, como participantes en distintas comisiones y colaboradores.

El Jefe del Grupo de Investigación, Profesor Leonid Tineo, fue parte del Comité Organizador de las XIV Jornadas de Borrosidad y Sistemas Difusos realizadas en la Universidad Fermín Toro, en Cabudare, Estado Lara.

4.5. Participación en eventos nacionales e internacionales

- Carrasquel, S., Rodríguez, R., Tineo, L., “Orden de Datos Difusos Basado en Similitud”. ASOVAC, Caracas 2012.
- Carrasquel, S., Rodríguez, R., Tineo, L., “Una nueva semántica para las relaciones difusas de similitud”. Seminario Borrosidad, Cabudare 2013.
- Aguilera, A.; Borjas, L.; Rodríguez, R., “Análisis de datos con reglas de asociación difusas dentro de un sistema gestor de Bases de Datos Difuso”. ASOVAC, Valencia 2013.
- Aguilera, A.; Borjas, L.; Rodríguez, R., “Reglas de Asociación Difusas Incorporadas a un SGBD Difuso para el análisis de datos”. Segundo Congreso PEI, Caracas 2013.
- Carrasquel, S.; Moreau, S.; Rodríguez, R.; Timaury, C.; Tineo, L. “Aplicación cliente sobre un sistema gestor de bases de datos difuso que usa software libre”. Segundo Congreso PEI, Caracas 2013.
- Carrasquel, S.; Gyomrey, A.; Rodríguez, R.; Stornelli, B.; Tineo, L. “Librería para Consultas con Ordenamiento y Agrupamiento difuso sobre un SGBD de software libre”. Segundo Congreso PEI, Caracas 2013.
- Cadenas, J.; Carrasquel, S.; Rodríguez, R., “Utilización de dominios difusos en base de datos: caso de estudio Laboratorio de Marcha del Hospital Ortopédico Infantil”. ASOVAC, Caracas 2014.
- Carrasquel, S.; Coronado, D.; Monascal, R.; Rodríguez, R.; Tineo, L. “Avances del proyecto desafíos del modelo relacional difuso”. ASOVAC, Caracas 2014.
- Rodríguez, R.; Aguilera, A.; Borjas, L. “Análisis de clasificación difuso desde un sistema gestor de bases de datos Difuso”. ASOVAC, Caracas 2014.
- Carrasquel, S. Coronado, D., Monascal, R., Rodríguez, R., Tineo, L. “Desempeño de consultas con atributos difusos basados en relaciones de similitud”. ASOVAC, Naiguatá 2015.
- Cadenas, J.; Carrasquel, S.; Rocha, D.; Rodríguez, R., “Aplicación sensible a múltiples contextos sobre una base de difusa”. ASOVAC, Naiguatá 2015.
- Carrasquel, S.; Coronado, D.; Monascal, R.; Rodríguez, R.; Tineo, L. “Nuevos aportes al modelo relacional Difuso”. Seminario Borrosidad, Cabudare 2015.
- Cadenas, J.; Carrasquel, S.; Rodríguez, R.; Rocha, D., “Aplicación sensible a múltiples contextos sobre una base de datos difusa”. Seminario Borrosidad, Cabudare 2015.
- Carrasquel, S.; Coronado, D.; Monascal, R.; Rodríguez, R.; Tineo, L. “Desempeño de consultas con atributos difusos basados en relaciones de similitud”. ASOVAC 2015.
- Carrasquel, S.; Coronado, D.; Monascal, R.; Rodríguez, R.; Tineo, L. “Números difusos y algunos ordenamientos”. Jornadas Matemáticas, Caracas 2015.
- Labbad, J.; Rodríguez, R.; Tineo, L. “Incorporando términos difusos a formularios Web”. JIT-CITA, Paraguay 2016.
- Tineo, L., “Desafíos en bases de datos difusas”. JIT-CITA, Paraguay 2016.
- Labbad, J.; Rodríguez, R.; Tineo, L. “Flexibilizando formularios Web”. XVI Jornadas de Borrosidad y Sistemas Difusos, Cabudare, 2017.
- Cadenas, J.; Carrasquel, S.; Coronado, D.; Rodríguez, R.; Tineo, L. “Gestión y ordenamiento de datos bimodales”. XVI Jornadas de Borrosidad y Sistemas Difusos, Cabudare, 2017.
- Carrasquel, S.; Coronado, D.; Monascal, R.; Rodríguez, R.; Tineo, L. “Nuevos avances del proyecto: desafíos del modelo relacional difuso”. XVI Jornadas de Borrosidad y Sistemas Difusos, Cabudare, 2017.

4.6. *Proyectos de investigación*

El principal proyecto en el cual está involucrado el grupo de investigación en bases de datos difusas incluye investigadores no sólo de la Universidad Simón Bolívar (USB) de Caracas, sino también investigadores de otros centros de estudio a nivel superior: la Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre (UNEXPO) de Barquisimeto y la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) de Barquisimeto. A continuación se listan los proyectos en los cuales ha participado el grupo:

- Carrasquel, S. (USB); Coronado, D. (USB); Rodríguez, R. (USB); Tineo, L. (USB); Lameda, C. (UNEXPO); Araque, J. (UNEXPO); Uzcátegui, R. (UNEXPO); López, B. (UCLA); “Desafíos del Modelo Relacional Difuso”. UNEXPO, Barquisimeto. Fecha de Inicio: Enero-Diciembre 2013. En progreso.
- Carrasquel, S. “Propuestas de Ordenamiento para Números Difusos”. Inicio: Noviembre 2015. Decanato de Investigación y Desarrollo. USB.
- Coronado, D. “Relación de Números Difusos”. Julio 2016-Junio 2017. Decanato de Investigación y Desarrollo. USB.

4.7. *Formación de talento*

- Tutoría de trabajo de grado de Maestría en Ciencias de la Computación, de la Universidad Simón Bolívar. Título del trabajo: Mecanismo automatizado de estimación de respuestas a consultas en base de datos relacionales en presencia de nulos. Autor: Ing. Josué Ramírez. Fecha de culminación: Enero 2015.
- Tutoría de trabajo de grado de Maestría en Gerencia de Sistemas, de la Universidad Metropolitana. Título del trabajo: Metodología para incorporar lógica difusa a formularios Web. Autor: Ing. José Ángel Labbad. Fecha de culminación: Noviembre 2015.
- Tutoría de la Tesis Doctoral en Ingeniería, de la Universidad Simón Bolívar. Doctorante: Lic. Gladys de León. Fecha de inicio: Septiembre 2017. Tema de la tesis: Bases de Datos Bimodales.

5. **Oportunidades**

El grupo de bases de datos difusas mantiene sus perspectivas de crecer y permanecer. En una primera instancia, todavía existen problemas no resueltos del Modelo Relacional Difuso: ordenamiento de datos difusos para los dominios Tipo 4 y Tipo 5, particionamiento y agregación de datos difusos para los dominios Tipo 4 y Tipo 5, aritmética de datos difusos en todos los dominios. Asimismo, las estructuras de almacenamiento físico y recuperación de los manejadores relacionales no se adecúan en forma directa para datos difusos. Por lo tanto, hay mucho trabajo por hacer en Matemáticas e Informática para dar soporte consistente y eficiente a bases de datos difusas.

En una segunda instancia, a partir de 2015 funciona la unidad de gestión Aplicaciones y Bases de Datos Inteligentes (ABDI-USB), creada con el fin de desarrollar, apoyar y divulgar actividades que permitan la formación, difusión, conocimiento y práctica en el área base de datos, así como de aplicaciones inteligentes. Esto ha abierto las fronteras del grupo dando la oportunidad de interactuar con otras instituciones que permitan explorar la aplicación de los resultados en la solución de problema reales de interés nacional, regional o local. Actualmente, forman parte de la unidad de gestión la mayoría de los miembros del grupo de investigación en Bases de Datos Difusas. Se espera en un futuro, a la medida que surjan proyectos con la comunidad, involucrar otros miembros del grupo, así como también, otros investigadores de renombre a nivel nacional.

En tercer lugar, los investigadores del grupo son en su mayoría miembros activos de la Sociedad Venezolana de Computación (SVC), contando entre sus integrantes con miembros de la Junta Directiva, lo cual ha constituido una plataforma para el intercambio y colaboración con académicos y estudiantes de todo el país. Esto facilita la creación de alianzas y proyectos en conjunto con investigadores nacionales de la misma área o de áreas afines de la Informática. Los proyectos de investigación en curso fueron reportados en la sección sobre Logros de esta reseña.

En cuarto lugar, aunque actualmente existen limitantes para el acceso a foros internacionales de difusión de los resultados en investigación, aún conservamos espacios nacionales que han permitido divulgar los productos obtenidos, constituyendo una plataforma de entrenamiento de los investigadores noveles para la preparación de artículos científicos y la presentación delante de colegas pares. Entre estos foros están: la Convención Anual de la ASOVAC, la Conferencia Nacional de Computación, Informática y Sistemas (CoNCISa), las Jornadas de Investigación de diversas universidades, la Jornadas Interuniversitarias de Ciencias de la Computación.

Finalmente, en la carrera de Ingeniería de la Computación de la Universidad Simón Bolívar, el campo de las Bases de Datos sigue siendo de mucho interés para los estudiantes de este pregrado. Cabe destacar que en el plan de estudios de esta carrera, en los últimos dos años, está contemplada la ejecución de un Miniproyecto de Desarrollo de Software, en el contexto de una asignatura cuyo propósito es que el estudiante tenga la experiencia de participar en un proyecto, realizando las actividades propias de las fases del ciclo de vida de desarrollo de software. Esto ha sido una herramienta de beneficio mutuo entre los estudiantes participantes en Miniproyectos propuestos por el grupo de bases de datos difusos y sus profesores, por lo cual se espera siga siendo un mecanismo para la implementación de resultados.

6. Agradecimientos

Queremos agradecer al dador de la vida quien nos da la creatividad, el empeño y abre puertas para nuevos retos y oportunidades. "Y todo lo que hagáis, hacedlo de corazón, como para el Señor y no para los hombres" (Colosenses 3:23). También, al profesor Carlos Lameda de la Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre, por su apoyo incondicional a toda nuestra labor como investigadores. Finalmente, a todos nuestros estudiantes, quienes con su entusiasmo y mística nos animan a seguir adelante sobrepasando las dificultades actuales para la academia venezolana.

7. Contactos

Actualmente, el Grupo de Investigación en Bases de Datos Difusas está conformado por los profesores del Departamento de Computación y Tecnología de la Universidad Simón Bolívar, ver figura 1, ubicado en el Edificio Matemáticas y Sistemas (MyS), Piso 2, Oficina 216, a saber: Leonid Tineo (leonid@usb.ve), José Tomás Cadenas (jtcadenas@usb.ve), David Coronado (dcoronado@usb.ve), Rosseline Rodríguez (crodrig@usb.ve), Soraya Carrasquel (scarrasquel@usb.ve), Ricardo Monascal (rmonascal@usb.ve), Josué Ramírez (ramirezjosue@usb.ve), Betzaida Romero (betzaidaromero@usb.ve) y Kity Álvarez (kjalvarez@usb.ve). Además, forma parte del grupo la profesora Gladys de León (gladysdeleonr@hotmail.com) de la Universidad de Caracas (CUC).



Figura 1. Miembros del Grupo de Investigación en Bases de Datos Difusas. Arriba de izquierda a derecha: Leonid Tineo, Rosseline Rodríguez, David Coronado, Soraya Carrasquel, José Tomás Cadenas†. Abajo de izquierda a derecha: Ricardo Monascal, Josué Ramírez, Kity Álvarez, Betzaida Romero, Gladys de León.

Referencias

- [1] L. Zadeh. Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3):338–353, 1965.
- [2] S. Fukami; M. Umano; M. Muzimoto; H. Tanaka. Fuzzy database retrieval and manipulation language. *Tech. Rep. No. AL-78-85. IEICE Technical Reports*, 78(233):65–72, 1979.
- [3] B. P. Buckles; F. E. Petry. A fuzzy representation of data for relational databases. *Fuzzy Sets and Systems*, 7(3):213–226, 1982.
- [4] J. Medina; O. Pons; A. Vila. GEFRED: A generalized model of fuzzy relational databases. *Information Sciences*, 77(6):87–109, 1994.
- [5] J. Galindo; A. Urrutia; M. Piattini. Fuzzy databases: Modeling, design and implementation. Idea Group Publishing Hershey, USA., 2006.
- [6] P. Bosc; O. Pivert. SQLf: A relational database language for fuzzy querying. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 3(1):1–17, 1995.
- [7] C. González; M. Gonçalves; L. Tineo. EBDI an architecture for emotional agents. In *A New Upgrade to SQLf: Towards an Standard in Fuzzy Databases*, Linz, Austria, pages 442–446, 2009.
- [8] L. Tineo. Interrogaciones flexibles en bases de datos relacionales. Trabajo de ascenso para optar a la categoría de agregado. Universidad Simón Bolívar, 1998.
- [9] L. Tineo. Algunos aportes en bases de datos difusas. trabajo de ascenso para optar a la categoría de asociado. Universidad Simón Bolívar, 2002.
- [10] L. Tineo. Avances recientes en bases de datos difusas. trabajo de ascenso para optar a la categoría de titular. Universidad Simón Bolívar, 2007.
- [11] A. Aguilera; J. Cadenas; L. Tineo. EBDI: an architecture for emotional agents. In *Fuzzy Querying Capability at Core of a RDBMS, in Advanced Database Query Systems: Techniques, Applications and Technologies*, pages 160–184. L. Yan and Z. Ma, Eds. IGI Global. New York, 2011.
- [12] M. Gonçalves; L. Tineo. SQLfi y sus aplicaciones. *Avances en Sistemas e Informática*, 5(2):33–40, 2008.
- [13] E. González; R. Rodríguez; L. Tineo. EBDI: an architecture for emotional agents. In *Prototipo Experimental para Consultas Difusas*. Caracas, Venezuela, pages 174–180. Memorias del II Simposio Científico y Tecnológico en Computación (SCTC 2012), 2012.
- [14] R. Rodríguez; L. Tineo. Elementos gramaticales y características que determinan aplicaciones con requerimientos difusos. *Revista Tekhné*, pages 50–64, 2009.
- [15] M. Gonçalves; R. Rodríguez; L. Tineo. Incorporando consultas difusas en el desarrollo de software. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 6(2):87–101, 2009.
- [16] M. Gonçalves; R. Rodríguez; L. Tineo. Formal method to implement fuzzy requirements. *DYNA, Revista de la Facultad de Minas*, 173(2):15–24, 2012.
- [17] L. Yan; Z. Ma. Modeling fuzzy information in fuzzy extended entity-relationship model and fuzzy relational databases. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 27(4):1881–1896, 2014.
- [18] L. Zadeh. The information principle. *Information Sciences*, 294:540–549, 2015.

Queremos dedicar esta reseña a nuestro amigo y colega Prof. José Tomás Cadenas, quien partió con el Señor a la edad de 54 años, el 22 de mayo de 2018, mientras terminábamos esta reseña. Nuestro reconocimiento a su amistad, labor y mística que fueron determinantes en la creación y desempeño de este grupo. “Bienaventurados de aquí en adelante los muertos que mueren en el Señor. Sí, dice el Espíritu, descansarán de sus trabajos, porque sus obras con ellos siguen” (Apocalipsis 14.13)

Sobre los autores

Leonid Tineo

Ingeniero en Computación. Magister Scientiarum en Computación. PhD. en Computación. Profesor e Investigador en la Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. Adscrito al Departamento de Computación y Tecnología de la Información. Correo: leonid@usb.ve - [ORCID](#)

Rosseline Rodríguez

Ingeniero en Computación. Magister Scientiarum en Computación. Profesora e investigadora en la Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. Adscrita al Departamento de Computación y Tecnología de la Información. Correo: crodrig@usb.ve - [ORCID](#)