

LA HOJA DE CÁLCULO: UN ENTORNO PARA LA ENSEÑANZA Y ESTUDIO DE RELACIONES BORROSAS

Jordi Casabó¹ Joan Jacas¹ Jordi Recasens²

¹ Sección de Matemáticas y Informática, ETSAB Universidad Politécnica de Cataluña
Diagonal 649, 08028 Barcelona
{Jorge.Casabo,Joan.Jacas}@upc.edu

² Sección de Matemáticas y Informática, ETSAV Universidad Politécnica de Cataluña,
Pere Serra, 1-15, 08190 Sant Cugat de Vallès
j.recasens@upc.edu

Resumen

En este trabajo se estudia la posibilidad de introducir conceptos de teoría de conjuntos borrosos en los currículos correspondientes a distintos niveles de enseñanza. Se hace especial hincapié en la enseñanza de las relaciones borrosas presentando un entorno Excel[®] como soporte docente y de experimentación

Palabras clave: Relaciones borrosas, software educativo, hoja de cálculo, enseñanza de conjuntos borrosos.

1 Introducción

En el mercado existen diversos programas diseñados expresamente para la manipulación de relaciones borrosas enfocadas a la modelización de sistemas y a problemas de clasificación automática. por ejemplo:

<http://www.mathworks.com/products/fuzzylogic/>.

Sin embargo, todos los programas consultados están diseñados para desarrollos industriales o de investigación.

[ver por ejemplo: companies supplying fuzzy tools in

<http://www.cs.cmu.edu/groups/AI/html/ai/fuzzy>].

En el ámbito educativo, si bien existe una extensa literatura utilizable en cursos de segundo ciclo universitario o postgrado [12, 13, 15], hay escasos ejemplos de software educativo [8] que no estén dirigidos a los usuarios mencionados anteriormente y requieren, en general, la compra de determinadas licencias o la compilación de archivos. Dentro del ámbito específico de la enseñanza y manipulación de relaciones borrosas, no hemos encontrado ninguna aplicación específica. Echábamos en falta un entorno interactivo y amable que permitiera, con un coste bajo de aprendizaje, la construcción, simulación y visualización de las propiedades más importantes de las relaciones borrosas,

así como de algunos de los métodos de clasificación borrosa. Por ello, hemos iniciado el desarrollo, bajo el formato de hoja de cálculo, de un software educativo para la generación y estudio de relaciones borrosas.

2 Lógica borrosa y currículos docentes

Si hacemos un repaso de la situación actual de los currículos docentes a nivel europeo [14], nos encontramos que todos los cursos están dirigidos a alumnos universitarios de segundo ciclo o de postgrado. No hemos constatado la existencia de estos temas en currículos de enseñanza primaria o media. Sin embargo, a nivel de Ciencias de la Educación, hemos encontrado distintos artículos en donde se propone la lógica borrosa (o difusa) como nueva herramienta [1] para superar la lógica clásica a fin de afrontar el paradigma de la complejidad formulado por Morin [11]. En otros, se propone la introducción de conceptos de teoría de conjuntos borrosos en currículos de matemáticas de enseñanzas secundarias [10].

La viabilidad de esta propuesta requiere por una parte, la formación del profesorado y por otra, la cuidadosa elección de los conceptos a introducir puesto que se puede caer en el mismo error que se cometió con la introducción a nivel de enseñanza primaria de la teoría de conjuntos “a lo Papy”.

La introducción tendría más sentido si se hiciera bajo el paradigma docente de enseñanza basada en problemas.

3 Software educativo sobre conjuntos borrosos

En el ámbito de ingenierías existe un creciente interés por la introducción de conceptos de lógica borrosa, no sólo como conceptos de aplicación, sino también como herramientas de carácter pedagógico [6,7].

De hecho, todo el software de carácter educativo existente presenta entornos para la modelización y desarrollo de

sistemas de control, sistemas expertos, de soporte a la toma de decisiones. Un ejemplo lo constituye el “fuzzy toolbox” para Matlab®. Sin embargo, existen muy pocos ejemplos de software educativo enfocado al estudio y aprendizaje de los conceptos básicos de teoría de conjuntos borrosos y lógica borrosa. Software que permita trabajar la aritmética borrosa, comparar las distintas operaciones conjuntistas, estudiar las conectivas, etc.

Por todo ello, creemos que es interesante el desarrollo de un entorno para la enseñanza de lógica borrosa a nivel de último curso de secundaria o primer ciclo de universidad. En este artículo presentamos un ejemplo de desarrollo de un material para la enseñanza, el estudio, generación y utilización de relaciones borrosas.

4 Un entorno Excel® para relaciones borrosas

Ante la necesidad de elegir un entorno informático, planteamos una serie de requerimientos que éste debiera cumplir:

1. Ser interactivo en el sentido de que el usuario pueda experimentar fácilmente con él.
2. Ser fácilmente automatizable y/o programable para obtener aplicaciones de soporte que visualicen o pongan de manifiesto determinados conceptos y propiedades.
3. Tener la suficiente potencia de cálculo que nos permita hacer simulaciones de situaciones reales o problemas verosímiles.
4. Por último, y no por ello menos importante, disponer de un entorno fácilmente accesible para todos los usuarios.

El entorno que mejor se adapta a los requerimientos establecidos es la hoja de cálculo en general y en concreto la propuesta que presentamos: los libros de Excel® [16].

Algunas de las ventajas que ofrecen estos entornos, muy extendidos entre los usuarios, las podemos resumir en:

1. El entorno de las hojas de cálculo es de fácil y rápido aprendizaje.
2. Son muy interactivas, son lo más parecido al lápiz y papel tradicional, ya que todo queda a la vista.
3. Permiten un alto grado de simulación puesto que una vez establecido el modelo y el algoritmo que lo implementa es muy fácil experimentar con situaciones análogas.
4. Con ellos es muy fácil implementar modelos recursivos, (copiar y pegar), que en otros entornos son difíciles de controlar (Figura 1).

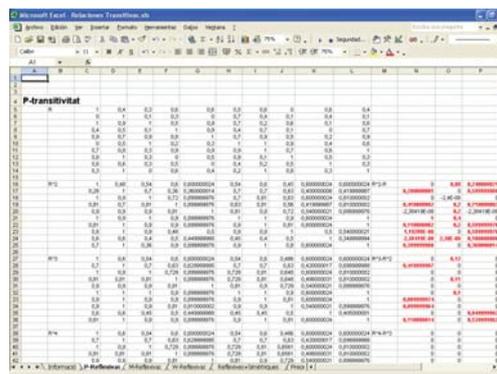


Figura 1: cálculo recursivo de la clausura P-transitiva

En el entorno Excel® podemos añadir otras ventajas:

1. Dispone de un lenguaje de alto nivel, *Visual Basic for Applications (VBA)*, con el que se pueden diseñar aquellas aplicaciones que el uso interactivo del entorno haría impracticables. Este sería el caso de la aplicación que hemos diseñado para la visualización de t-normas, aplicación que también puede utilizarse para la representación de buen número de funciones de dos variables (figura 2).

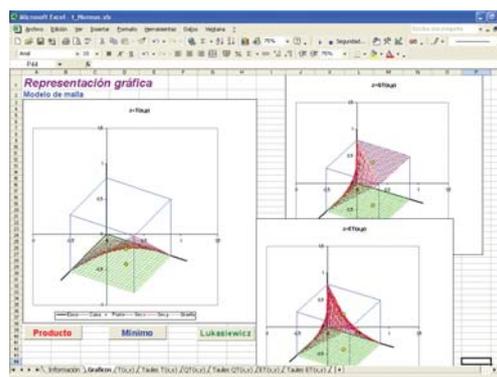


Figura 2: Representación de funciones con Excel®

2. Nos permite crear nuestras propias funciones de usuario con lo cual el uso interactivo de este entorno se hace mucho más fácil.
3. De cara a su uso didáctico, permite fácilmente la fragmentación de los temas (“libros”) en sub-temas (“hojas”).

En nuestra implementación, hemos optado por crear pequeños entornos que ejemplifican los distintos aspectos del tema, que van de la representación de las t-normas más utilizadas hasta la simulación numérica de los

teoremas de representación para preordenes y relaciones de T-indistinguibilidad.

2.1 Descripción de los distintos entornos

1. *Herramientas.xls*.

Contiene los procedimientos y funciones de usuario usadas en los distintos entornos.

2. *T-normas.xls*.

Entorno de demostración en que se visualizan la t-norma Producto, Mínimo y de Lukasiewicz, así como sus residuaciones y birresiduaciones.

3. *Relaciones Fuzzy.xls*. [3]

Este libro constituye en núcleo central del entorno que presentamos.

En las hojas “*P-Reflexivas*”, “*M-Reflexivas*” y “*W-Reflexivas*” se construyen las clausuras transitivas de una relación reflexiva respecto a las t-normas producto, mínimo y de Lukasiewicz.

La hoja “*Reflexiva+Simetrica*” se dedica a la clausura transitiva de una relación reflexiva y simétrica.

La construcción de preordenes i T-indistinguibilades unidimensionales se trata en las hojas “*Preordenes*” y “*T-indistinguibilidades*”.

El teorema de representación para varios conjuntos borrosos se trata de forma manual y automatizada en “*TR-Manual*” y “*TR-Auto*”.

Finalmente, el tema de las T-indistinguibilidades descomponibles se trata en “*Descomponibles*”.

En este entorno, se dispone además de un modulo con procedimientos de generación aleatoria de matrices, con las que se pueden generar relaciones reflexivas y/o simétricas (“*GenRang*”, “*GenReflex*” y “*GenReflexSimet*”).

Así mismo, se ha diseñado una función definida de usuario para el teorema de representación, “*TR()*”, aplicable hasta un máximo de 29 relaciones.

4. *OWA.xls*.

Construcción de indistinguibilidades mediante agregación [9].

En “*OWA Demo*” se construye, tanto manualmente como de forma automática, las “OWA” de 5 relaciones, tanto para la t-norma Producto como para la de Lukasiewicz.

En este entorno, se dispone de un módulo con dos funciones definidas de usuario, “*OWAProd*” y “*OWALuk*”, que generan “OWA’s” generalizadas para un máximo de 29 relaciones.

5. *Fuzzy c_Means*.

Si bien el problema de clasificación borrosa no es un tema directamente ligado con la enseñanza de relaciones borrosas, hemos incluido este libro como ejemplo del potencial que tiene la hoja de cálculo para la implementación y docencia de procesos recursivos.

En este libro, disponemos de dos versiones, una manual (interactiva) y otra automatizada del programa de clasificación Fuzzy c-Means [2], en las que se obtiene la clasificación borrosa de un número no superior a 125 puntos u “objetos”, cada uno de ellos con un número determinado de características o “eventos”. La limitación del número de objetos es debida al hecho de que las hojas de cálculo admiten un máximo 256 columnas. Este entorno es eminentemente visual, en cada una de sus hojas se visualiza un ejemplo concreto con ayuda de los gráficos integrados que ofrece el programa

Se dispone de un modulo con un procedimiento, “*Fuzzy_c-Means*”, de clasificación automática. Así mismo disponemos de tres procedimientos más: “*ComprobarPuntos*” analiza si los datos referentes a los “eventos” de los “objetos” sean realmente numéricos. “*ComprobarMatriz*” verifica si se ha escrito correctamente la matriz de pertenencia. “*CrearMatriz*” escribe de forma automática la matriz de pertenencia.

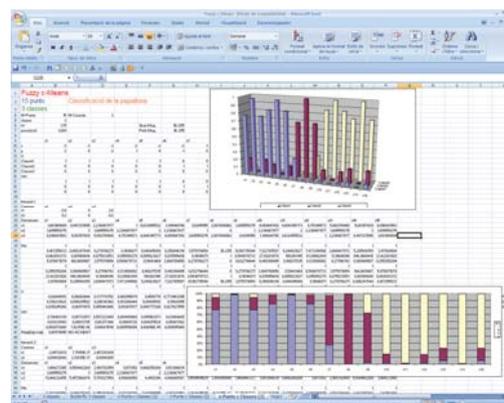


Figura 3. Clasificación de la base de datos “butterfly”

6. *SGBD Fuzzy*.

Versión de “*Fuzzy c_Means*” que vence la limitación anterior pudiéndose clasificar un número de objetos superior a 256. En este entorno el procedimiento de clasificación es “*FuzzyBD*”. Los datos originales deben encontrarse en una hoja de un libro abierto, en donde cada fila contiene los distintos eventos de cada objeto, el número máximo de objetos a clasificar es 1024. El procedimiento genera un nuevo libro que recoge el proceso iterativo de clasificación. Además

en el libro original se añade una hoja, de nombre “*Mat. Pertenencia*”, en la queda escrita la matriz de pertenencia resultante.

5 Conclusiones

La enseñanza de conceptos de lógica borrosa, fuera del ámbito universitario de las ingenierías, no se ha hecho efectivo hasta ahora por distintas razones:

- 1 La necesidad de preparación específica del profesorado.
- 2 Resistencia por parte del profesorado universitario que enseña matemáticas.
- 3 Falta de material didáctico experimental.

Sin embargo, creemos que existe una creciente penetración de los conceptos borrosos en profesores del área de Ciencias de la Educación tanto a nivel de utilización del paradigma “fuzzy” para evaluación como su utilización en docencia para estudio de fenómenos reales. Por ello creemos interesante la creación de un material de nivel polivalente para la enseñanza de las bases de la teoría de conjuntos borrosos y lógica borrosa que pueda ser utilizada tanto en los primeros ciclos universitarios como en cursos de enseñanza secundaria.

Referencias

- [1] L. Ballester, Antonio J. Colom. Lógica difusa: una nueva epistemología para las Ciencias de la Educación, Revista Educación vol 340 Mayo-Agosto 2006 pp 995-1008.
- [2] J. C. Bezdek. (1981) Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms, Plenum Press, New York.
- [3] D. Boixader, J. Jacas, J. Recasens. (2000) Fuzzy equivalence relations, advanced material in: Fundamentals of Fuzzy Sets D. Dubois H. Prade Eds. Kluwer , Boston.
- [4] J. Casabó, et al. Temes de càlcul numèric amb el full de càlcul. Convocatoria UPC 2003/2004 de ayudas para proyectos de mejora docente.
- [5] J. Casabó et al. Automatització i programació dels fulls de càlcul, Convocatoria UPC 2005/2006 de ayudas para proyectos de mejora docente.
- [6] K. Degtiarev, R. Nizamiev, "Program SFDT: An Educational Software Tool for Fuzzy System Model Design", International Conference on Computational Intelligence (ICCI), pp. 193 - 199, Nicosia (2004).
- [7] E. Inelmen, E. Inelmen, A. Ibrahim. (2003) A new approach to teaching fuzzy logic system design in: LNAI 2715 T. Bilgiç et al. (Eds.) Springer-Verlag Berlin, pp 79-86.
- [8] InrecoLAN Fuzzy Math for OpenOffice .org Calc in: <http://www.openfuzzymath.org> .
- [9] J. Jacas, J. Recasens. Aggregation of T- Transitive relations. Int. Journal of Intelligent Systems, vol. 18, nº 12, pp. 1193-1214 (2003).
- [10] B. López , La enseñanza de los conjuntos difusos. Facetas: epistémica, cognitiva e instruccional. Universitas 2000, vol. 29 nº 3-4 pp. 1-16 (2005).
- [11] E. Morin. Introducción al pensamiento complejo. 1995 Barcelona, Gedisa.
- [12] H. T. Nguyen, E. A. Walker. (2000) A first course in fuzzy Logic, Chapman & Hall/CRC BocaRaton.
- [13] T. J. Ross. (1995) Fuzzy Logic with Engineering Applications, Mc Graw-Hill.
- [14] Teaching Activities in Fuzzy Logic and Technologies in: <http://www.eusflat.org/research/teaching.htm> .
- [15] E. Trillas, C. Alsina., J.M.Terricabras. (1995) Introducción a la Lógica Borrosa, Ariel Barcelona.
- [16] J. Walkenbach. (2000) Programación en Excel 2000 con VBA. Ed. Anaya Multimedia.