

VISUALIZACIÓN GRÁFICA DE LAS ESTRUCTURAS DE PREFERENCIA EN AHP

Alberto Turón Lanuza
Juan Aguarón Joven
José María Moreno Jiménez
Agustín Raluy Pirla

Grupo Decisión Multicriterio Zaragoza
(<http://gdmz.unizar.es>)
Facultad de Económicas
Universidad de Zaragoza

Resumen

En el presente trabajo se muestra una herramienta informática basada en técnicas de visualización gráfica que pretende facilitar el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos al calcular las estructuras de preferencia derivadas de la matriz de comparaciones pareadas correspondientes al “núcleo de consistencia” de los actores involucrados en un proceso de toma de decisiones en grupo con AHP. En concreto, la herramienta pretende aprovechar las posibilidades que brindan las técnicas de visualización de información para proporcionar a los decisores una representación visual e intuitiva del comportamiento de las distintas estructuras de preferencias, lo que facilitará la detección de los puntos críticos del proceso decisional.

Palabras clave: Multicriterio, AHP, Decisión en Grupo, Estructuras de Preferencia, Visualización Gráfica.

Área Temática: 7. Métodos Cuantitativo

1. Introducción.

Las técnicas de visualización gráfica de grandes series de datos desempeñan un papel de considerable importancia en el terreno de la ayuda a la decisión permitiendo que el decisor incorpore al Proceso de Toma de Decisiones las habilidades perceptuales del cerebro humano para analizar datos y extraer información. Esta participación del decisor en un aspecto tan relevante cobra aún mayor importancia si se tiene en cuenta que el enorme desarrollo experimentado en los últimos años en el ámbito de las tecnologías de la información y las comunicaciones permite que cada vez se aborden problemas de decisión de mayor complejidad, tanto en lo que se refiere a la cantidad de datos considerados como en la organización y estructura de éstos.

En los problemas de estas características resulta muy difícil la extracción de información si no se proporciona al decisor de herramientas que permitan explotar la flexibilidad, creatividad y capacidad de análisis del cerebro humano.

En el caso concreto que nos ocupa, la interpretación de las distintas estructuras de preferencia obtenidas en un problema de decisión mediante el *Proceso Analítico-Jerárquico* (AHP) cuando varios decisores participan con diferentes juicios, un número no excesivamente elevado de alternativas generará un conjunto de ordenaciones tan alto que analizar su comportamiento en función de los diferentes umbrales de inconsistencia resultaría prácticamente imposible sin la ayuda de una herramienta gráfica e interactiva como la que aquí presentamos.

Por su sencillez de manejo y su amplio ámbito de aplicación hemos desarrollado esta herramienta sobre la hoja de cálculo *Excel*.

2. Las estructuras de preferencia en el Proceso Analítico Jerárquico.

El Proceso Analítico Jerárquico (Saaty, 1980) es una técnica de decisión multicriterio abierta y flexible que permite la adecuada modelización de problemas con una alta complejidad. Su aplicación a los problemas más habituales en algunos campos, especialmente en las Ciencias Sociales, obliga a considerar la participación en el proceso de múltiples actores, dando lugar a diferentes situaciones (Moreno-Jiménez, 2002): i) Toma de Decisiones en Grupo, donde los decisores actúan como un grupo

tratando de alcanzar una única decisión bajo consenso; ii) Toma de Decisiones Negociada, donde los decisores actúan de forma individual tratando de llegar a acuerdos entre sus intereses personales; y iii) Toma de Decisiones Sistémica, en la que los decisores actúan como una red en busca de una decisión holística bajo una perspectiva de tolerancia.

La primera de estas situaciones, la Toma de Decisiones en Grupo, ha visto aumentar su interés en los últimos años debido, entre otras causas, a la globalización de la sociedad y los mercados. En Moreno-Jiménez et al. (2002) se desarrolla una técnica para facilitar el consenso entre los distintos actores basándose en la identificación de un “núcleo de consistencia” común a todos ellos. El *Índice de Inconsistencia Geométrica* (Aguarón y Moreno-Jiménez, 2002) proporciona una medida de la inconsistencia de los juicios así obtenidos.

La *Distribución de Estructuras de Preferencia* de un conjunto de alternativas A_1, \dots, A_n es la distribución de probabilidades de las $n!$ estructuras de preferencias distintas, o posibles ordenaciones de las n alternativas, que se pueden obtener al incorporar la incertidumbre en el modelo mediante intervalos de juicios (Moreno-Jiménez y Vargas, 1993; Moreno-Jiménez et al., 1999). Estas estructuras de preferencia dependen de cuál es el valor del Índice de Inconsistencia y el estudio de la relación con dicho índice proporciona un valioso conocimiento sobre las tendencias, patrones y puntos críticos del proceso de toma de decisiones.

3. Clasificación de las técnicas de visualización gráfica de información.

A lo largo de los últimos años se han desarrollado diversas técnicas de representación gráfica de conjuntos multidimensionales de datos. Con ellas se pretende mostrar los datos de alguna manera que facilite al cerebro humano las tareas de exploración, interacción con ellos y extracción de información. La visualización gráfica de información proporciona mayor rapidez y mejores resultados que las técnicas automáticas de *data mining*, y además proporcionan una mayor confianza en las conclusiones obtenidas (Keim, 2002).

El proceso de exploración visual de los datos puede esquematizarse en tres etapas (Shneiderman, 1996): en una primera etapa se examinan los datos en su conjunto, identificando patrones de interés; a continuación la atención se centra en uno o varios de ellos, descartando los restantes; y por último se selecciona y analiza la información detallada relativa a estos detalles. En estas tres etapas pueden ser de utilidad las técnicas de visualización gráfica de información.

En Keim (2001) y Keim (2002) puede encontrarse una clasificación de las técnicas de visualización gráfica de información atendiendo a tres criterios: las características de los datos a representar, la técnica de visualización utilizada y la técnica de interacción con los datos. Así, se clasifican de la siguiente manera:

1. **Según el tipo de datos que se representan:** datos unidimensionales, datos bidimensionales, datos multidimensionales, texto e hipertexto, jerarquías y grafos, algoritmos y software.
2. **Según la técnica de visualización utilizada:** diagramas 2d/3d, transformaciones geométricas, representaciones icónicas, diagramas de densidad de píxeles, diagramas apilados.
3. **Según la técnica de interacción con los datos:** proyecciones, filtrado, *zooming*, distorsión, *linking and brushing*.

De las técnicas aplicables a datos multidimensionales hemos seleccionado tres que fácilmente pueden aplicarse a datos almacenados en la hoja de cálculo Excel, aprovechando las posibilidades de creación de gráficos de ésta: las *Coordenadas paralelas*, la *Representación radial* y las *Matrices de dispersión*.

4. Coordenadas paralelas.

En un sistema de *coordenadas paralelas* (Inselberg y Dimsdale, 1990) las distintas dimensiones de los datos se representan en ejes verticales uniformemente espaciados. De esta manera, cada elemento del espacio multidimensional se transforma en una línea poligonal que atraviesa todos los ejes (ver Fig. 1).

5. Representación radial.

En este tipo de representación cada dato se representa por una figura poligonal cuyos vértices están situados en el extremo de líneas que parten de un punto central y cuya longitud es proporcional a la magnitud del dato. Los ejes están igualmente espaciados y la figura se obtiene uniendo todos los vértices (ver Fig. 2).

6. Matrices de dispersión.

En una matriz de dispersión cada dato se proyecta sobre un conjunto de $n \times n$ diagramas, siendo n el número total de datos. Cada diagrama representa en un sistema de ejes x - y un par distinto de atributos (ver Fig. 3).

7. Implementación.

Para aplicación de las técnicas precedentes hemos desarrollado una herramienta que permite actuar directamente sobre datos almacenados en una hoja de cálculo *Excel*, seleccionando la forma de representación deseada y al mismo tiempo. Puede verse el resultado en el ejemplo siguiente: sean **A**, **B**, **C** y **D** las cuatro alternativas de un problema de decisión para el que se han obtenido, en función de diferentes valores del índice geométrico de consistencia (*GCI*), las estructuras de preferencia siguientes:

GCI	0.2468	0.2820	0.3172	0.3524	0.3876	0.4228
A>B>C>D	0,0497	0,6985	0,9236	0,6802	0,9663	0,8049
A>B>D>C	0,0541	0,0067	0,0242	0,2460	0,0147	0,1434
A>C>B>D	0,3966	0,0853	0,0416	0,0580	0,0111	0,0310
A>C>D>B	0,0083	0,0794	0,0020	0,0062	0,0051	0,0034
A>D>B>C	0,2601	0,0036	0,0020	0,0041	0,0006	0,0153
A>D>C>B	0,0958	0,0064	0,0056	0,0012	0,0018	0,0006
B>A>C>D	0,1275	0,0208	0,0010	0,0041	0,0002	0,0005
B>A>D>C	0,0003	0,0713	0,0000	0,0001	0,0001	0,0005
B>C>A>D	0,0068	0,0228	0,0000	0,0001	0,0000	0,0003
B>C>D>A	0,0010	0,0028	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B>D>A>C	0,0000	0,0020	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B>D>C>A	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C>A>B>D	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C>A>D>B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C>B>A>D	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C>B>D>A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C>D>A>B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

C>D>B>A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D>A>B>C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D>A>C>B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D>B>A>C	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D>B>C>A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D>C>A>B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D>C>B>A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Aplicando cada una de las técnicas de visualización gráfica implementadas a los datos anteriores obtendríamos los gráficos de las figuras 4, 5 y 6.

Por último, el interfaz permite seleccionar conjuntos parciales de los datos, así como cambiar el orden de visualización de las columnas, lo que facilita la exploración de los datos ofreciendo diferentes vistas de éstos, selecciones parciales, etc, útiles en la detección de patrones, clústers o tendencias.

Bibliografía.

1. Aguarón, A.; Moreno-Jiménez, J. M. (2003): “The Geometric Consistency Index: Approximated Thresholds”. *European Journal of Operational Research* 147, 137-145.
2. Inselberg, A.; Dimsdale, B. (1990): “Parallel coordinates: a tool for visualizing multidimensional geometry”. *Proceedings of Visualization’90*, pp. 361-378.
3. Keim, D. A. (2001): “Visual Exploration of Large Databases”. *Communications of the ACM*, **44**(8), pp.38-44.
4. Keim, D. A. (2002): “Information Visualization and Visual Data Mining”. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, **8**(1), pp. 1-8.
5. Moreno-Jiménez, J. M. (2002): *Constructivismo Cognitivo en Decisiones Públicas* (documento privado).
6. Moreno-Jiménez, J. M.; Aguarón, J.; Escobar, M. T. (2002): *Decisional Tools for Consensus Building in AHP-Group Decision Making*. En evaluación.

7. Moreno-Jiménez, J. M.; Aguarón, J.; Escobar, M. T.; Turón, A. (1999): "The Multicriteria Procedural Rationality on Sisdema". *European Journal of Operational Research*, **119**(2), pp. 388-403.
8. Moreno-Jiménez, J. M.; Vargas, L. G. (1993): "A Probabilistic Study of Preference Structures in the Analytic Hierarchy Process with Interval Judgements". *Mathematical Computer Modelling*, **17**(4/5), pp. 73-81.
9. Saaty, T. L. (1980): *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
10. Shneiderman, B. (1996): "The Eye Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations". *Visual Languages*.

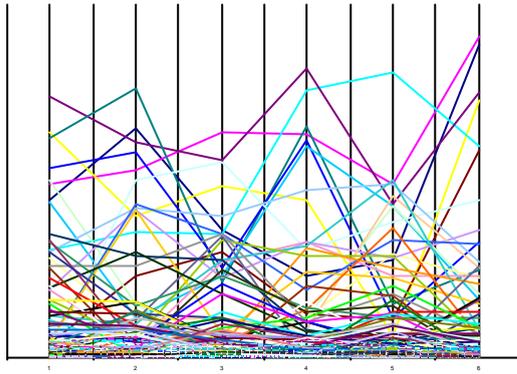


Fig. 1: representación en coordenadas paralelas de un conjunto de datos

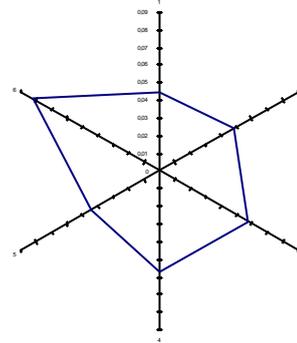


Fig. 2: representación radial de un dato individual

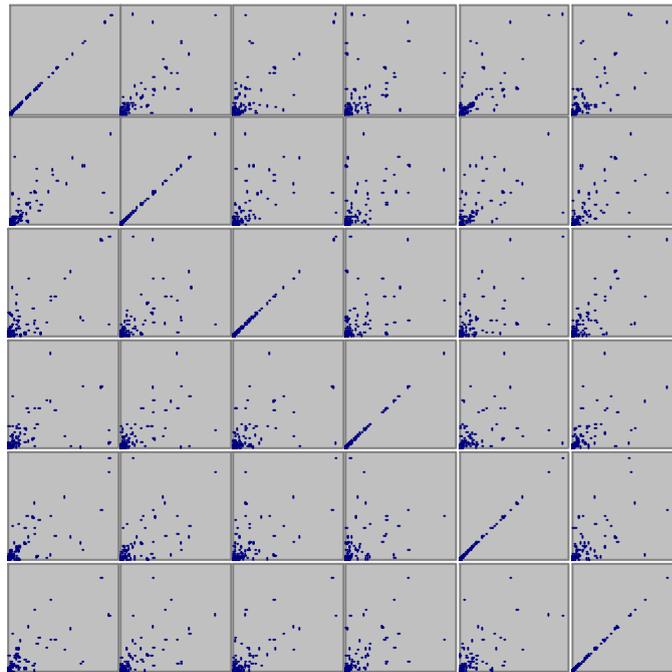


Fig. 3: matriz de dispersión

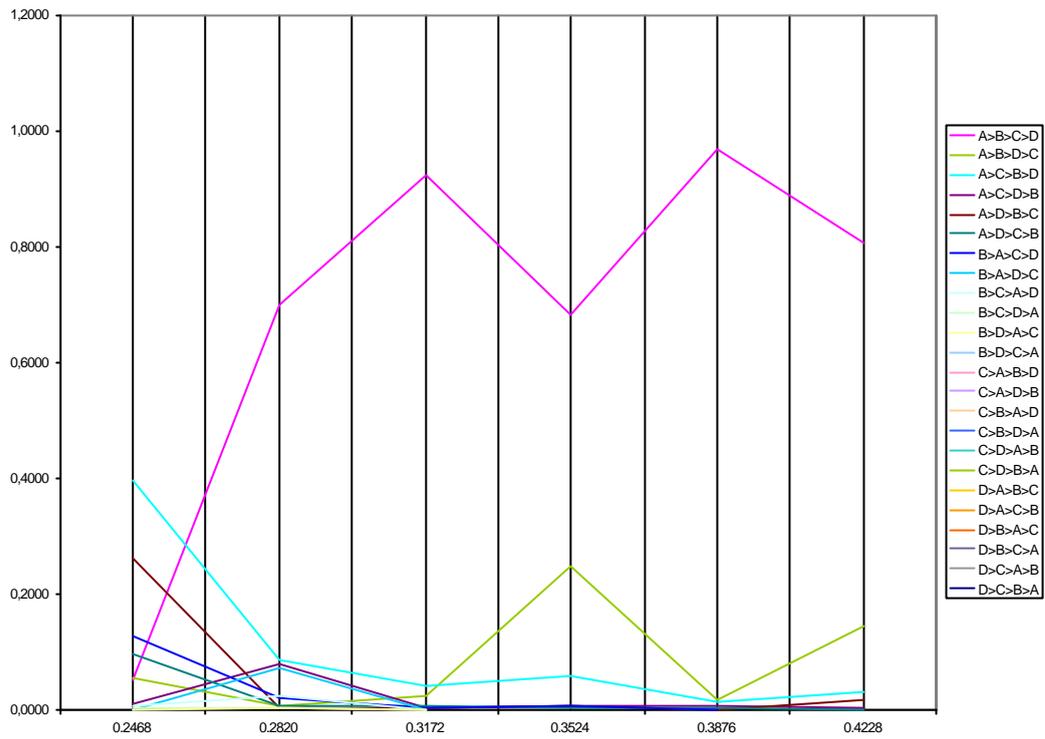


Fig. 4: representación en coordenadas paralelas de las estructuras de preferencia del ejemplo

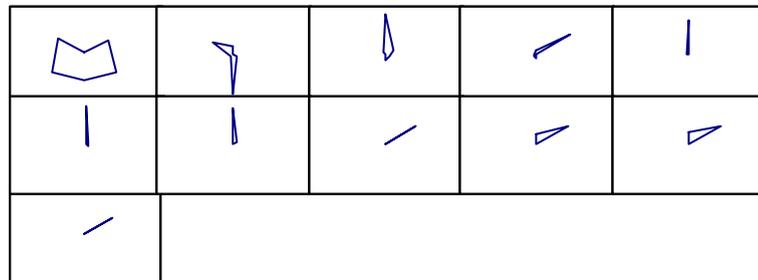


Fig. 5: representación radial de las estructuras de preferencia del ejemplo, eliminando las que dan lugar a polígonos degenerados

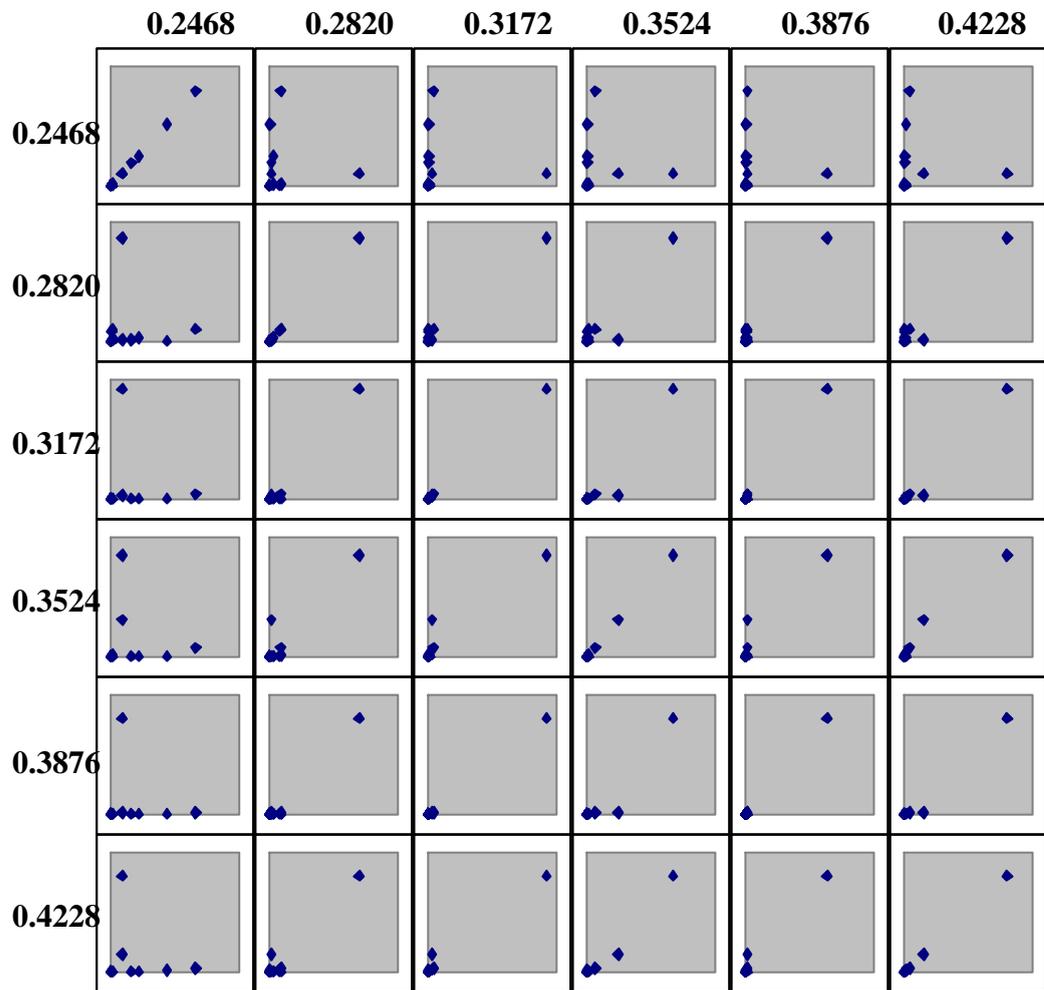


Fig. 6: matriz de dispersión de las estructuras de preferencia del ejemplo