

## Tratamiento Bayesiano de los juicios en el Proceso Analítico Jerárquico

### DATOS BÁSICOS DE TESIS DOCTORAL

**Autor:** Alfredo Altuzarra Casas

**Director:** José María Moreno Jiménez y Manuel Salvador Figueras

**Universidad y fecha de lectura:** Universidad de Zaragoza, 8 de Marzo de 2005

**Palabras clave:** AHP, Análisis Bayesiano, Matrices incompletas, Matrices imprecisas, Influencia

**Clasificación JEL:** C11, C15, C44, D81

**Acceso al documento completo:** solicitudes al autor, altuzarr@unizar.es

**Publicaciones:**

### RESUMEN

La segunda etapa del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) consiste en la obtención de las prioridades de los elementos considerados en una jerarquía. La mayoría de los métodos empleados, en especial el del autovector propuesto por Saaty (1977), no tienen una justificación estadística, lo que limita su aplicación y cuestiona su validez.

La Tesis aborda el problema de priorizar un conjunto discreto de alternativas utilizando AHP desde una perspectiva bayesiana. Se propone un nuevo procedimiento de priorización válido en el ámbito local y global, que aprovecha el potencial calculista de los Métodos MCMC tanto para matrices completas como para las que algún juicio es impreciso o no se ha emitido.

La metodología bayesiana permite realizar inferencias de las prioridades, tanto de la primera seleccionada (Problema  $P. \alpha$ ) como de las estructuras de preferencias (Problema  $P. \gamma$ ). Además, se realiza un análisis de la influencia de un juicio en la estimación de las prioridades y en el cálculo de la consistencia, lo que ayuda a la extracción del conocimiento buscado bajo el paradigma constructivista seguido en la Memoria (Moreno, 2003).

Como resultados más destacados se pueden resaltar los siguientes:

Utilizando un modelo multiplicativo se ha desarrollado una nueva metodología, bayesiana, capaz de obtener la estimación del vector de prioridades, con la ventaja de que sirve para matrices completas e incompletas, precisas e imprecisas, demostrando que dicha estimación coincide, salvo normalización, con la obtenida mediante la aplicación del método de la media geométrica por filas (RGM). Las estimaciones bayesianas del vector de prioridades son comparadas, utilizando el ECM con los métodos habituales de AHP, por medio del error cuadrático medio, decantándose por la mediana a posteriori.

En el caso de matrices incompletas, la metodología sigue siendo válida sin más que imponer que los juicios emitidos formen un conjunto conexo. Se han enumerado varios métodos para obtener el conjunto mínimo de juicios que proporcionen la mayor cantidad de información, obteniéndose el esquema de información mínima óptimo, así como diversos criterios que ayudan a seleccionar qué nuevos juicios se deben incorporar a la matriz de comparaciones.

El trabajo incluye la construcción de un algoritmo basado en métodos MCMC que permite estimar las prioridades cuando la información proporcionada por el decisor es imprecisa (en forma de intervalos) e incompleta, extendiendo estas ideas al caso de una jerarquía completa.

Finalmente se ha realizado un estudio de la influencia de los juicios orientado de dos formas:

**Priorización:** Propuesta de diversos métodos para caracterizar observaciones influyentes, tanto para problemas  $P.\alpha$  como  $P.\gamma$ . Cálculo de intervalos de estabilidad para cada juicio, así como el conjunto mínimo de juicios que hace que la solución obtenida sea estable.

**Consistencia:** Presentación de un nuevo modelo, basado en una mixtura que clasifica las observaciones influyentes en función de su aportación a la inconsistencia del problema.

## ÍNDICE

### 1. Introducción

- 1.1. Presentación
- 1.2. Motivación
- 1.3. Objetivos
- 1.4. Metodología
- 1.5. Estructura de la Memoria

### 2. Antecedentes

- 2.1. Técnicas de Decisión Multicriterio
- 2.2. El Proceso Analítico Jerárquico (AHP)
- 2.3. Análisis Bayesiano
- 2.4. Análisis Bayesiano de AHP

### 3. Priorización Bayesiana local para matrices completas

- 3.1. Priorización Bayesiana Local (PBL). Planteamiento del Problema
- 3.2. PBL para matrices completas

### 4. Priorización Bayesiana local para matrices incompletas e imprecisas

- 4.1. PBL para matrices incompletas
- 4.2. PBL con información imprecisa
- 4.3. Priorización Bayesiana Global (PBG). Extensión a una jerarquía

## 5. Análisis Bayesiano de la influencia en AHP

### 5.1. Medidas de influencia

### 5.2. Análisis Bayesiano de la Influencia en Priorización

### 5.3. Análisis Bayesiano de la Influencia en Consistencia

## Conclusiones y futuras extensiones

## Apéndices

### BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

CONGDON, P. (2003): *Applied Bayesian Modelling*. Wileys Series in Probability and Statistic.

CRAWFORD, G. AND WILLIAMS, C., (1985): "A Note on the Analysis of Subjective Judgment Matrices". *Journal of Mathematical Psychology*, 1985, 29, p. 387–405.

JUSTEL, A.; PEÑA, D. (1999): Heterogeneity and Model Uncertainty in Bayesian Regression Models. *Revista de la Real Academia de Ciencias*, 93, 357 – 366.

MORENO-JIMÉNEZ, J. M. (2003): Los Métodos Estadísticos en el Nuevo Método Científico. En Casas, J. M. y Pulido A.: *Información Económica y Técnicas de Análisis en el Siglo XXI*. INE, 331 - 348. ISBN 84-260-3611-2.

ROBERT, C. P.; CASELLA, G. (1999): *Monte Carlo Statistical Methods*. New York: Springer-Verlag.

SAATY, T. L. (1980): *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*. Mc Graw-Hill, New York. (2ª Impresión 1990, Rsw Pub. Pittsburgh).