



Universidad de Jaén
Departamento de Informática

Práctica nº5

Sistemas Ayuda a la Decisión
Curso 2021/2022

Proceso de Análisis Jerárquico

OBJETIVO

En esta práctica se pretende que los alumnos implementen el método de decisión multi-criterio AHP y resolver problemas utilizando dicha implementación del método.

EJERCICIOS PROPUESTOS

PARTE A

1. Implementar el método multi-criterio **AHP**, dicha implementación debe solicitar los datos necesarios para la resolución del problema.
 - a. Para obtener la máxima nota en la práctica, la implementación del método deberá de incluir una interfaz gráfica con un mínimo de funcionalidades. A partir de esta interfaz se insertarán las alternativas, los criterios y las relaciones de preferencia. El diseño de la interfaz es libre, pero se valorará positivamente un buen diseño.

- Alternativas
- Criterios
- Relaciones de preferencia (comparación de a pares de criterios y alternativas)
- Índices de consistencia (CI), ratios de consistencia (CR), autovalores, autovectores, vectores de prioridad, ranking...

Alternativas	<input type="text" value="a1;a2;a3"/>																
Criterios	<input type="text" value="c1;c2;c3"/>																
Introducir relaciones de preferencia																	
	<table><tr><td></td><td>C1</td><td>...</td><td>Cm</td></tr><tr><td>C1</td><td>c_{11}</td><td>...</td><td>c_{1m}</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>Cm</td><td>c_{m1}</td><td>...</td><td>c_{mm}</td></tr></table>		C1	...	Cm	C1	c_{11}	...	c_{1m}	Cm	c_{m1}	...	c_{mm}
	C1	...	Cm														
C1	c_{11}	...	c_{1m}														
...														
Cm	c_{m1}	...	c_{mm}														
Resultado:																	
CI preferencia X: 0.25 Ranking: 1, 3, 2																	
CR preferencia X: 0.44																	

PARTE B

Resolver los siguientes problemas utilizando el modelo multi-criterio *AHP* implementado en la parte A.

1. Una cadena de productos electrónicos quiere ubicar un nuevo local en una ciudad. Los socios de la cadena de productos electrónicos deben seleccionar la mejor ubicación disponible para su negocio. Los cuatro socios de esta cadena de locales de ventas de antigüedades han tenido mucho éxito abriendo nuevas sucursales durante los últimos cinco años y han logrado adquirir experiencia respecto de lo que cuesta abrir un nuevo negocio, mantenerlo y lograr ganancias. Las mayores preocupaciones de los socios son el costo del alquiler del local, suficiente tráfico de turistas y personas en general, en término de potenciales compradores, visibilidad del local y la competencia existente. Los socios han realizado un trabajo preliminar sobre el tema, lo cual les permite disponer de suficiente información e ir eliminando alternativas que no cumplan con sus expectativas e identificar tres ubicaciones disponibles que compiten entre sí:
 - a) Un local en un gran centro comercial (en la figura se le denominará mall A) con una alta población de estudiantes universitarios y personas mayores de 50 años que en su mayoría no son pensionistas. De estas personas se sabe que son fuertes compradores de productos electrónicos. La renta por metro cuadrado es costosa frente al promedio en la ciudad. El local tiene una amplia entrada y una ventana. Hay variedad de comercio y existen otros locales de antigüedades y souvenirs.
 - b) En el centro de la ciudad (B) hay un local casi por la mitad del precio del anterior. El sector está conformado en su mayoría por oficinas que trabajan únicamente de lunes a viernes. Hay un pequeño comercio en el sector y no existen ventas de productos electrónicos. El local tiene una pequeña entrada.
 - c) En un pasaje subterráneo cerca al metro(C) hay una buena mezcla de transeúntes. Existe un pequeño negocio de móviles en la esquina. El local tiene una amplia entrada y varias ventanas. El costo del local está en el promedio de los de la ciudad.



En estas tres alternativas claramente se presenta una característica cuantitativa como es el caso del costo del arriendo por metro cuadrado, siendo un atributo cuanto menor mejor. Sin embargo, existen también otras que no son fáciles de ser medidas como es la preferencia de los habitantes y

transeúntes de cada uno de esos sectores respecto de la compra de antigüedades. La escala utilizada para expresar la preferencia sobre la importancia de los criterios y de los criterios respecto cada alternativa es:

Tabla 1. Escala de Preferencias de Saaty

ESCALA DE PREFERENCIA DE SAATY	
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuerte y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Los socios de la cadena de ventas de antigüedades realizaron las comparaciones de a pares de los elementos del Modelo (criterios y alternativas) mediante la asignación de un valor de la escala de Saaty para cada comparación. Para los criterios:

	Compradores	Visibilidad	Competencia	Costo
Compradores	1	3	7	8
Visibilidad	1/3	1	3	6
Competencia	1/7	1/3	1	3
Costo	1/8	1/6	1/3	1

Para las alternativas se realizaron la totalidad de las comparaciones:

CRITERIO: Compradores			
	Mall (A)	Centro (B)	P.Subt.(C)
Mall (A)	1	8	6
Centro (B)	1/8	1	1/3
P. Subt.(C)	1/6	3	1

CRITERIO: Visibilidad			
	Mall (A)	Centro(B)	P. Subt.(C)
Mall (A)	1	5	1/3
Centro (B)	1/5	1	1/7
P. Subt.(C)	3	7	1

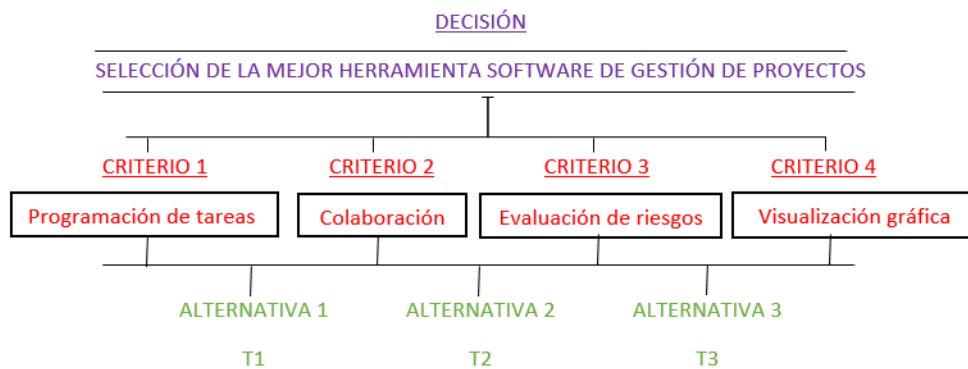
CRITERIO: Competencia			
	Mall (A)	Centro (B)	P. Subt.(C)
Mall (A)	1	1/7	1/2
Centro (B)	7	1	4
P. Subt.(C)	2	1/4	1

CRITERIO: Costo			
	Mall (A)	Centro (B)	P. Subt.(C)
Mall (A)	1	1/8	1/4
Centro (B)	8	1	3
P. Subt.(C)	4	1/3	1

Obtener:

- I. El índice de consistencia (CI) y ratio de consistencia (CR) para las relaciones de preferencia anteriores. Para ello, será necesario implementar el cálculo de auto-valores. Esta implementación se puede hacer desde cero o utilizando la biblioteca java *apache.commons.math3* http://commons.apache.org/proper/commons-math/download_math.cgi y las funciones *EigenDecomposition.getRealEigenvalues()*, *EigenDecomposition.getEigenvector(int)* (Ver ejemplo de uso al final de la práctica).
 - II.Cuál es la mejor ubicación utilizando el método de aproximación, de la media geométrica y de auto-valores.
 - III. Indicar si los resultados obtenidos son válidos o no.
2. Una importante empresa de fabricación de ordenadores portátiles de alta gama decide llevar a cabo un nuevo proyecto con el objetivo de crear el portátil más potente del mercado. La empresa debe decidir qué herramienta de gestión de proyectos empleará en este caso, pero a causa de la gran cantidad de herramientas de este tipo que existen, la elección resulta complicada. Debido a esto, la empresa decide hacer una preselección de las 3 herramientas que más se ajustan a sus necesidades *T1*, *T2* y *T3* para posteriormente consultar a un grupo de expertos sobre cuál es, en su opinión, la herramienta que mejor se ajusta a las necesidades del proyecto. Los expertos deben evaluar las 3 herramientas preseleccionadas en función de un conjunto de criterios, que son: *Programación de tareas (C1)*, *Colaboración (C2)*, *Evaluación de riesgos (C3)* y *Visualización gráfica (C4)*. Las definiciones de los criterios son dadas en la siguiente tabla:

Programación de tareas	Se refiere a la asignación de tiempos de inicio y de fin de un conjunto de tareas. Esta función permite al administrador del proyecto de software realizar un seguimiento de los hitos importantes del proyecto y anotar quién es responsable de cada tarea.
Colaboración	Permite el intercambio estructurado y libre de conocimientos y mejores prácticas. Incluye informes de estado del proyecto que son accesibles a través de una página Web, correo electrónico integrado o paneles de discusión.
Evaluación de riesgos	Ayuda al gerente del proyecto software a identificar y planificar los posibles riesgos del proyecto.
Visualización gráfica	Además de los gráficos de Gantt o PERT, algunas herramientas proporcionan cientos de gráficos e informes.



La escala utilizada para expresar la preferencia sobre la importancia de los criterios y de los criterios respecto cada alternativa es la mostrada en la Tabla 1.:

Los expertos consultados realizaron las comparaciones de a pares de los elementos del Modelo (criterios y alternativas) mediante la asignación de un valor de la escala de Saaty para cada comparación.

Para los criterios:

	P. Tareas	Colaboración	E. Riesgos	V. Gráfica
P. Tareas	1	2	6	2
Colaboración	1/2	1	7	1
E. Riesgos	1/6	1/7	1	5
V. Gráfica	1/2	1	1/5	1

Para las alternativas:

CRITERIO: P. Tareas

	T1	T2	T3
T1	1	1/6	6
T2	6	1	4
T3	1/6	1/4	1

CRITERIO: Colaboración

	T1	T2	T3
T1	1	5	2
T2	1/5	1	1/7
T3	1/2	7	1

CRITERIO: E. Riesgos

	T1	T2	T3
T1	1	1/4	1/2
T2	4	1	4
T3	2	1/4	1

CRITERIO: V. Gráfica

	T1	T2	T3
T1	1	1/5	1/2
T2	5	1	1
T3	2	1	1

Obtener:

- I. Recolectar preferencias y calcular índice de consistencia (CI) y ratio de consistencia (CR).
 - II. Resolver con el método de auto-valores
 - III. Indicar la validez de los resultados
3. Resolver el problema de toma de decisión presentando en la práctica anterior. Usar el cuestionario completado por el alumno para formar las matrices de comparación a pares y obtener la solución del problema.

Obtener:

- I. ¿Cuál crees que podría ser uno de los mayores problemas de AHP teniendo en cuenta la forma en la que se recogen las opiniones de los expertos?
- II. Recolectar preferencias y calcular índice de consistencia (CI) y ratio de consistencia (CR).
- III. Resolver con el método de auto-valores
- IV. Indicar la validez de los resultados

RESULTADOS A ENTREGAR

Deberá entregarse en la plataforma un fichero zip que contenga:

- Un documento pdf que explique y muestre los resultados de los ejercicios anteriores y explique la validez de los resultados de cada problema.
- Un ejecutable que contenga una aplicación simple que resuelva los problemas presentados mediante el modelo multi-criterio AHP, con los datos de los problemas almacenados para comprobar los resultados.

EJEMPLO USO DE `apache.commons.math3`

El código para obtener los autovalores y autovectores de una matrix de 3*3 sería el indicado a continuación

//Importamos la biblioteca

```
import org.apache.commons.math3.linear.EigenDecomposition;
```

...

//Creamos la matriz

```
double[][] values = new double[][] {{1,6,3},{1/6d,1,1/2d},{1/3d,2,1}};
```

```
RealMatrix matrix=MatrixUtils.createRealMatrix(values);
```

```
EigenDecomposition descomposition=new EigenDecomposition(matrix);
```

//Obtenemos los autovalores

```
double[] eigenValues=descomposition.getRealEigenvalues();
```

//Obtenemos el autovector (sin normalizar) del autovalor que le indiquemos

```
RealVector eigenVector=descomposition.getEigenvector(0);
```