

## Solving a logistics planning problem using bilevel decision making

### Resolver un problema de planificación logística mediante la toma de decisiones de dos niveles

González Contreras<sup>1</sup>, Marín Maldonado<sup>2</sup>, Olga José<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Mathematics, Universidade de Aveiro, Portugal

<sup>2</sup>Department of Mathematics, Universidade do Minho, Portugal

<sup>3</sup>Department of Mathematics, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

#### Abstracto

En un problema de decisión de dos niveles, existen dos unidades de decisión dentro de una estructura predominantemente jerárquica. La unidad de decisión en el nivel inferior ejecuta sus políticas después de, y en vista de, una decisión tomada en el nivel superior. Cada unidad optimiza de forma independiente su objetivo, pero se ve afectada por las acciones de la otra unidad.

**Palabras clave:** toma de decisiones, optimización, problema binivel, resultados de experimentos

#### Abstract

In a bilevel decision problem, there exists two decision units within a predominantly hierarchical structure. The decision unit at the lower level executes its policies after, and in view of, a decision made at the upper level. Each unit independently optimizes its objective but is affected by the actions of other unit.

**Keywords:** Decision making, optimization, bilevel problem, experiment results

#### 1.Introducción

En general, un problema de decisión de dos niveles tiene tres características importantes: existen dos unidades de decisión dentro de una estructura predominantemente jerárquica; la unidad de decisión del nivel inferior ejecuta sus políticas después y en vista de una decisión tomada en el nivel superior; cada unidad optimiza independientemente su objetivo pero es afectado por las acciones de otra unidad[1]. La unidad de decisión (tomador de decisiones) en el nivel superior se denomina líder, y en el nivel inferior, el seguidor[2]. El líder no puede controlar completamente la decisión tomada por su seguidor, pero está influenciado por la reacción del seguidor[3]. La solución óptima del seguidor permite al líder para calcular el valor de su función objetivo. Tal situación de decisión ha aparecido en muchas organizaciones descentralizadas, y se ha manejado principalmente mediante la técnica de programación lineal binivel (BLP)[4]. Un número de enfoques y algoritmos de decisión de dos niveles se han propuesto para encontrar una solución óptima para un problema de decisión lineal binivel, como el Kuhn- Aproximación de Tucker, bifurcaciones y aproximaciones con límite, la kthbest enfoque, otros[5].

Cuando un problema de decisión de dos niveles es descrito por un BLP lineal, al menos una solución óptima (global) puede ser alcanzado en un punto extremo de la región de restricción. Este resultado fue establecido por primera vez por Candler y Townsley sin restricciones de nivel superior y con soluciones únicas de nivel inferior[6]. Luego Bard<sup>8</sup> y Bialas y Karwan<sup>9</sup> demostraron este resultado bajo la supuesta de que la región de restricción está acotada. El resultado para el caso donde las restricciones de nivel superior existir fue establecido por Savard<sup>10</sup> sin ninguna supuestos particulares[7]. Basado en este resultado, Candler y Townsley y Bialas y Karwan<sup>9</sup> propusieron respectivamente, el k-ésimo mejor enfoque que calcula global soluciones de problemas lineales BLP enumerando los puntos extremos de la región de restricción[8]. Se ha demostrado entonces que el enfoque k-ésimo mejor es un análisis valioso herramienta con una amplia gama de aplicaciones exitosas para lineal BLP. Nuestro trabajo anterior amplió el kthbest enfoque en el manejo de una gama más amplia de binivel problemas de decisión[9].

#### 2.Revisión de literature

En problemas de decisión binivel del mundo real, el menor El nivel puede involucrar múltiples unidades de decisión independientes, es decir, múltiples seguidores. Por ejemplo, el director ejecutivo de una empresa es el líder y todos los directores de sucursales de esta empresa son los seguidores en la fabricación de un producto plan de Desarrollo[10]. La decisión del líder (el CEO) ser afectado, no sólo por las reacciones de los múltiples seguidores (estos directores de sucursales), sino también por los relaciones entre estos seguidores. Llamamos a tal problema una decisión de dos niveles de seguidores múltiples (BLMF) problema[11]. Estos seguidores pueden compartir o no sus variables de decisión, objetivos o limitaciones. por ejemplo, esos directores pueden tener el mismo objetivo de maximizar sus ganancias en la fabricación del producto plan de desarrollo, pero puede tener

diferentes restricciones que se basan en sus condiciones individuales[12]. Obviamente, un problema de decisión BLMF ocurre comúnmente en cualquier práctica de decisión organizacional, e involucra muchas situaciones de decisión diferentes que dependen sobre las relaciones entre los seguidores[13].

Hemos establecido un marco para el BLMF problema de decisión, donde nueve tipos principales de Se han identificado relaciones entre los seguidores. La relación no cooperativa, definida como el caso en que no hay variables de decisión compartidas entre los seguidores, es el más popular de decisión BLMF problemas en la práctica. Esta relación de falta de cooperación puede conducir a dos situaciones[14]. Uno es que ningún seguidor toma cualquier referencia de las decisiones de otros seguidores, relacionadas Los resultados de la investigación se han informado en la literature. Otra situación de falta de cooperación ocurre cuando a pesar de la Los seguidores no cooperan en el sentido de que no se comparten variables de decisión, sin embargo, hacen referencia cruzada información al considerar la decisión de otros seguidores resultados en cada uno de sus propios objetivos de decisión y limitaciones[15]. Llamamos a este caso como referencial no cooperativa situación, y este documento será particularmente centrarse en esta situación. Hemos desarrollado una amplia algoritmo de ramificación y enlace para resolver este problema. Este documento presenta además un enfoque extendido de k-ésimo mejor para resolver este problema de manera más eficaz.

### 3. Discusión

Este artículo está organizado de la siguiente forma: En, un Se presenta el modelo para la situación referencial-no cooperativa de un problema de decisión lineal BLMF, y Definición de soluciones óptimas y teoremas relacionados. son dados. Un mejor enfoque de kth extendido para resolver el[16]. El problema de decisión de BLMF referencial-no cooperativo es propuesto en la Sección. Un ejemplo basado en casos para el El enfoque de k-ésimo mejor extendido se ilustra en la Sección 4. Las observaciones finales se dan.

Se ha definido un problema de decisión BLMF para tener dos o más seguidores en la palanca baja del binivel problema. Según esta definición, si dos seguidores no tienen variables de decisión compartidas, se denomina relación de falta de cooperación entre los dos seguidores. Pero si uno de ellos tiene una referencia a la de otro seguidor información de decisión en su objetivo o limitaciones, los dos seguidores se definen como teniendo un referencial no cooperativo relación[17].

Para encontrar una solución óptima para este modelo, introducimos definiciones de región de restricción, proyección de S en el espacio de decisión del líder, conjunto factible para cada seguidor y región inducible para un BLMF lineal Problema de decisión.

Primero damos un conjunto de propiedades relacionadas en esta sección. Basado en el conjunto de propiedades un k-ésimo mejor extendido enfoque para resolver la decisión referencial-no cooperativa se presentan los problemas.

Esta sección presenta primero un problema de planificación logística modelado como una decisión BLMF referencial-no cooperativa problema. Luego muestra cómo el kthbest extendido propuesto El enfoque se utiliza para resolver el problema.

Una cadena logística a menudo involucra una serie de unidades. como proveedor y distribuidor. Todas las unidades involucradas en la cadena están interrelacionados de tal manera que una decisión hecho en una unidad afecta el rendimiento de las siguientes unidades. Mientras tanto, cuando una unidad intenta optimizar su objetivo, es posible que deba considerar el objetivo del próximo unidad, y su decisión se verá afectada por la siguiente unidad reacción también. Tanto proveedor como distribuidor, dos Unidades importantes en una cadena logística, tienen su propia objetivos tales como maximizar sus beneficios y minimizar sus costos; limitaciones como el tiempo, la ubicación e instalaciones; y variables como precios. Para cada uno de posible decisión tomada por el proveedor, el distribuidor encuentra la manera de optimizar su valor objetivo. los La solución óptima del distribuidor permite al proveedor calcular el valor de su función objetivo. Como el principal El propósito de hacer un plan logístico es optimizar la valor de la función objetivo del proveedor, el proveedor es el líder, y el distribuidor es el seguidor en el caso.

### 4. Conclusión

Suponemos que hay dos tipos de distribuidores A y B en este caso. Ellos tienen su propia decisión variables, objetivos y limitaciones. Pero tienen referencia cruzada de información considerando otras La decisión de los seguidores da como resultado cada una de sus propias decisiones. objetivo y restricción. Por ejemplo, distribuidor A considera el precio de transporte del distribuidor B. Por tanto, establecemos un BLMF referencial-cooperativo modelo para este problema.

Un problema de decisión de BLMF referencial-no cooperativo ocurre comúnmente en la gestión y planificación de muchas organizaciones. Para resolver tal decisión BLMF problema, este documento amplió el enfoque k-ésimo mejor de lidiar con un simple líder y un seguidor situación a un complejo múltiple referencial-no cooperativo situación de los seguidores. Este documento ilustra además la detalles del enfoque propuesto mediante un ejemplo de Problemas de planificación logística. Resultados del experimento inicial mostró que este enfoque de k-ésimo mejor extendido puede resolver eficazmente el problema de decisión propuesto por el BLMF. Algún uso práctico de este enfoque extendido será considerado como nuestra futura tarea de investigación para BLMF Toma de decisiones.

## Referencias

- [1] González, J., Rocamora, P., Ortín, F.J., De Los Fayos, E.J.G. "Individual differences, beliefs about success and decision-making responses in different kinds of athletes", (2018) *Aloma*, 36 (1), pp. 41-50.
- [2] Bastida, M.B., Cabello, M.E., Rodríguez, A.L., García, J. "Clinical decision support system for decision making in mammary glands thermography", (2017) *Revista Mexicana de Ingeniería Biomedica*, 38 (1), pp. 166-187.
- [3] Tapia-Silva, F.O., Silván-Cárdenas, J.L., Rosales-Arriaga, E. "Spatial analysis to improve the use of field and satellite data to support better decision-making regarding water and the environment. Water Technology and Sciences (in Spanish)", (2013) *Tecnología y Ciencias del Agua*, 4 (1), pp. 149-166.
- [4] Vanalle, R.M., Lucato, W.C., Júnior, M.V., Sato, I.D. "Monte Carlo simulation as a tool for decision making in an assembly line of a manufacturing company", (2012) *Informacion Tecnologica*, 23 (4), pp. 33-44.
- [5] García López, Y., López Hervis, Y. "Simulation of a thermal power plant steam cycle: Obtaining a model to predict functioning and to contribute to decision making", (2011) *Ingeniería Química (Spain)*, 43 (493), pp. 58-66.
- [6] Angulo, C.E., Sanchez, F.C., Munoz, D.L., Lamata, S.W. "Tool to facilitate decision-making in pavement management in the Bizkaia road Network", (2018) *Carreteras*, 4 (221), pp. 6-17.
- [7] Jimenez Moya, G.E., Zulueta Veliz, Y. "A dynamic decision making method with discrimination of alternatives using associative aggregation operators", (2016) *IEEE Latin America Transactions*, 14 (10), art. no. 7786310, pp. 4310-4317.
- [8] Espíndola, C., Valderrama, J.O. "AbaniCO2: A simple and effective method for the decision making about adopting the carbon footprint concept in the sustainable management emission in enterprises", (2016) *Informacion Tecnologica*, 27 (3), pp. 35-52.
- [9] Amblàs-Novellas, J., Gómez-Batiste, X. "Clinical and ethical recommendations for decision-making in nursing homes in the context of the COVID-19 crisis", (2020) *Journal of Cleaner Production*.
- [10] Barrios-Hernández, K.C., Contreras Salinas, J.A., Olivero-Vega, E. "Simulation Model of Productivity Alternatives to Support Decision Making Processes in Companies of the Sector Floricultor Antioqueño", (2019) *Informacion Tecnologica*, 30 (2), pp. 57-72.
- [11] Zapa Perez, E., Cogollo Florez, J. "Fuzzy-BSC Methodology for Decision Making in Indemnity Area of Insurance Companies", (2018) *IEEE Latin America Transactions*, 16 (10), art. no. 8795133, pp. 2539-2546.
- [12] González, Y.R., Arceo, A.C., Sánchez, N.M., Domínguez, A.H. "Logical combinational conceptual clustering: An alternative for decision making", (2016) *Inteligencia Artificial*, 19 (57), pp. 82-96.
- [13] Turró, M. "On decision-making in transport investments", (2015) *Revista de Obras Publicas*, 162 (3566), pp. 27-32.
- [14] Berrocal, J., Alonso, J.G., Chicote, C.V., Murillo, J.M. "A model-driven approach for documenting business and requirements interdependencies for architectural decision making", (2014) *IEEE Latin America Transactions*, 12 (2), art. no. 6749542, pp. 227-235.
- [15] Corniel, M., Ramos, L., Borges, A.M., Contreras, L., Gil, R. "Ontological model as support for decision making in study opportunities", (2010) *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 25 (3), pp. 29-37.
- [16] Latorre, V., Roberts, M., Riley, M.J. "Development of a systems dynamics framework for KPIs to assist project managers' decision making processes", (2010) *Revista de la Construcción*, 9 (1), pp. 39-49.
- [17] Joller, M. "The Spiderweb creates the basis for making decisions", (2008) *Revista de la Industria Textil*, (462), pp. 6-8.