

Asignación de beneficios derivados de la colaboración entre vehículos con clientes compartidos utilizando teoría de juegos cooperativos

P. Soto-Rodríguez¹, B. Casas-Méndez², M. G. Fiestras-Janeiro³, A. Saavedra-Nieves⁴

¹Corresponding author. CITMAga, MODESTYA Research Group, Department of Statistics, Mathematical Analysis and Optimization, Faculty of Mathematics, Universidade de Santiago de Compostela, Campus Vida, 15782 Santiago de Compostela, Spain. ORCID: 0009-0005-5199-8223. paula.soto.rodriguez@rai.usc.es

²CITMAga, MODESTYA Research Group, Department of Statistics, Mathematical Analysis and Optimization, Faculty of Mathematics, Universidade de Santiago de Compostela, Campus Vida, 15782 Santiago de Compostela, Spain. ORCID: 0000-0002-2826-218X. balbina.casas.mendez@usc.es

³CITMAga, SIDOR Research Group, Department of Statistics and Operations Research, Universidade de Vigo, 36310 Vigo, Spain. ORCID: 0000-0002-2705-0601. fiestras@uvigo.es

⁴CITMAga, MODESTYA Research Group, Department of Statistics, Mathematical Analysis and Optimization, Faculty of Mathematics, Universidade de Santiago de Compostela, Campus Vida, 15782 Santiago de Compostela, Spain. ORCID: 0000-0003-1251-6525 alejandro.saavedra.nieves@usc.es

RESUMEN

A pesar de su papel clave en la logística, la colaboración horizontal entre varias empresas que operan en el mismo nivel de la cadena de suministro no se ha abordado adecuadamente (Pan et al., 2019). Este trabajo considera el problema de la asignación de rutas a transportistas que llevan a cabo una colaboración que resulta admisible cuando existen clientes compartidos.

Este problema surge en áreas urbanas donde operan varios transportistas y algunos de sus clientes solicitan los servicios de más de uno de ellos, lo que significa que solicitan mercancías a varios transportistas simultáneamente. La colaboración en este contexto permite a los transportistas transferir a otros transportistas parte de la demanda vinculada a clientes compartidos. Dichas transferencias solo se llevan a cabo si conducen a una reducción del coste total de distribución. El objetivo general del problema es generar ahorros en un marco de colaboración entre transportistas que se aplica al servicio de clientes compartidos. Fernández et al. (2018) abordan el problema de optimizar el diseño de rutas mediante la colaboración, compartiendo clientes y resolviendo el problema mediante técnicas de programación matemática. Sin embargo, aún no se ha abordado el problema de asignar el ahorro de costes derivado de la cooperación entre transportistas (Lozano et al., 2013) utilizando mecanismos estables y justos a través de juegos cooperativos (González-Díaz et al., 2023).

En primer lugar, se consideran las formulaciones matemáticas existentes (Fernández et al., 2018), en las que, además de tener en cuenta la eficiencia en términos de minimización de los costes operativos globales, se incorporan criterios de eficacia destinados a lograr un servicio rápido y equitativo, que tratan de garantizar que todos los clientes reciban un servicio comparable (Huang et al., 2013) además de otras restricciones realistas. Los modelos resultantes se resuelven utilizando solucionadores de última generación y se comparan con los resultados obtenidos en ausencia de cooperación. En segundo lugar, se utilizan técnicas de teoría de juegos cooperativos para asignar los ahorros conjuntos derivados de la cooperación. Por último, el enfoque propuesto se ilustra con un ejemplo que compara los diferentes conceptos de solución de juegos cooperativos utilizados. También se está llevando a cabo un estudio computacional para verificar las propiedades del correspondiente juego de ahorro de costes y el comportamiento de los diferentes conceptos de solución.

Palabras y frases clave: Rutas de vehículos; clientes compartidos; eficiencia; equidad; reparto de costes; juegos cooperativos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto de I+D+i PID2021-124030NB-C32, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/, España, y por “FEDER Una manera de hacer Europa/UE. Esta investigación también fue financiada por los Grupos de Referencia Competitiva ED431C 2025/03 de la Consellería de Cultura, Educación e Universidades, Xunta de Galicia, España.

REFERENCIAS

- Fernández E., Roca-Riu M., and Speranza M. G. (2018) The shared customer collaboration vehicle routing problem. *European Journal of Operational Research*, 265:1078-1093. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.08.051>.
- González-Díaz J., García-Jurado I., and Fiestras-Janeiro M. G. (2023) *An Introductory Course on Mathematical Game Theory and Applications*. American Mathematical Society.
- Huang M., Smilowitz K., and Balcik B. (2012) Models for relief routing: Equity, efficiency and efficacy. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48(1):2-18. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2011.05.004>.
- Lozano S., Moreno P., Adenso-Díaz B., and Algaba E. (2013) Cooperative game theory approach to allocating benefits of horizontal cooperation. *European Journal of Operational Research*, 229:444-452. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.02.034>.
- Pan S., Trentesaux D., Ballot E., and Huang G. Q. (2019) Horizontal collaborative transport: survey of solutions and practical implementation issues. *International Journal of Production Research* 57(15-16):5340-5361. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1574040>.