

Solución al Problema de Enrutamiento de Vehículos Eléctricos (eVRP)

Simón Correa Henao
Universidad Eafit
Colombia
scorreah@eafit.edu.co

David Gómez Correa
Universidad Eafit
Colombia
dgomezcl0@eafit.edu.co

Mauricio Toro
Universidad Eafit
Colombia
mtorobe@eafit.edu.co

RESUMEN

Entre los problemas más importantes a resolver en el siglo 21 se encuentra la emisión de gases invernadero debido a, entre muchas causas, la fuerte dependencia de los vehículos que funcionan a partir del petróleo. Para solventar este problema se ha iniciado el estudio para la implementación de vehículos eléctricos en todo tipo de actividades humanas, entre las cuales está la repartición o envío de paquetes. Sin embargo, nuestro problema surge debido a que estos vehículos tanto para carga como pasajeros, requieren de una constante recarga de batería, por lo que su rango de conducción es limitado. Este problema se relaciona con algunos otros problemas algorítmicos como son: TSP, VRP y eVRP.

1. INTRODUCCIÓN

Las energías limpias en la actualidad se han convertido en un pilar fundamental dentro de la lucha contra el calentamiento global y la mala calidad de vida. El remplazo de los automóviles que funcionan con combustible fósil a lo largo del mundo es una realidad, y Colombia no es la excepción, ciudades como Medellín se encuentran en una época de transición, renovando sus articulados a vehículos eléctricos, creando una flota de taxis eléctricos, y además, dándole incentivos a sus ciudadanos para el cambio de sus vehículos a energías limpias.

Día a día miles de vehículos de transporte de carga realizan rutas a lo largo y ancho del país. Para las empresas es de suma importancia hacer parte de este cambio, no solo por la emergencia ambiental que se vive en el momento, si no, además por los beneficios que esto les traería.

2. PROBLEMA

Considerando de antemano las grandes repercusiones que ocasionan los vehículos que usan combustible fósil, como lo son el decaimiento en la calidad del aire y el calentamiento global, el problema que tienen las empresas para este cambio generacional radica en la falta de infraestructura en las ciudades (estaciones de carga eléctrica), por ende, la planeación logística para las rutas de transporte debe ser lo más eficiente posible.

Esta eficaz parte de armonizar factores como lo son la cantidad de clientes a recorrer, los puntos de carga, la flota disponible en el momento y los horarios laborales, de tal manera que sea posible crear rutas capaces de cumplir con todos estos requerimientos de la mejor manera.

Considerando lo anterior puede llegar a ser oportuno encontrar una solución capaz de crear rutas, teniendo en cuenta todas las limitaciones anteriormente mencionadas, para así, ayudar a las empresas a lograr este cambio generacional tan requerido y reducir los vehículos que usan energías fósiles, para así detener la emergencia ambiental actual

3. TRABAJOS RELACIONADOS

3.1 Resolución del problema de enrutamiento de vehículos con limitaciones de capacidad utilizando un procedimiento metaheurístico de dos fases

El problema abordado por Julio Mario, Jairo Montoya y Franceso Narducci es plantear una solución al problema de enrutamiento de vehículos con límites de capacidad, dividiendo este en dos fases: la primera de diseño de rutas y la segunda sobre la planificación de la flota. Para la solución de la primera parte utilizan el algoritmo k-opt, obteniendo de esta manera una complejidad de todo el algoritmo de $O(n \log n)$, obteniendo resultados sólidos y constantes.

3.2 A Vehicle Routing Problem with a Time Windows Approach to Improve the Delivery Process

Pineda y Carabalí encaran el Problema del Enrutamiento de Vehículo, de sus siglas en inglés VRP. Esto lo hacen utilizando el programa VRP SOLVER 3.0 que a su vez se sirve del algoritmo conocido como Heurística Estocástica de Clarke-Wright. Es importante tener en cuenta que, aunque puede variar debido a su aplicación e implementación el algoritmo de Clarke-Wright cuenta con una complejidad en tiempo de $O(n^3)$.

3.3 Modelo de ruteo de vehículos para la distribución de las empresas Laboratorios Veterland, Laboratorios Callbest y Cosméticos Marliou Paris

La temática abordada por Andrés Felipe en su artículo, consta de plantear un modelo de ruteo para distribución de productos, planteando este mismo en dos fases: una inicial en la que se esboza el mapa y una segunda para generar todas las rutas. El algoritmo utilizado para darle solución a este problema fue el de Tabu, que plantea una posible solución y

posteriormente busca una mejor, si es el caso. Los resultados obtenidos priorizan un menor tiempo en cada recorrido.

3.4 El problema del viajante de comercio: Búsqueda de soluciones y herramientas asequibles

García, Hontoria y Aleksovski, en su trabajo de investigación exploran el Problema del Viajante de Comercio (de sus siglas en inglés TSP). Esto lo hicieron en una primera fase que requirió el análisis de requisitos en función del cumplimiento de sus objetivos, y una segunda fase para modelar gráficamente la solución al problema sirviéndose de grafos. Durante el trabajo de investigación se determinó que, dada la naturaleza combinatoria del problema, este tuvo una complejidad computacional exponencial, por lo que al trabajar con la herramienta Solver de Excel, tuvieron que establecer ciertas limitaciones. Sin embargo, con las limitaciones establecidas, de un máximo de no más de 16 ciudades, consiguieron alcanzar sus objetivos.

REFERENCIAS

1. Carabalí, H. and Pineda, U. 2020. *Un Problema de Enrutamiento del Vehículo con Enfoque de Ventanas de Tiempo para Mejorar el Proceso de Entregas*. Ingeniería (0121-750X).
2. Daza, J., Montoya, J. and Narducci, F., 2009. *RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE ENRUTAMIENTO DE VEHÍCULOS CON LIMITACIONES DE CAPACIDAD UTILIZANDO UN PROCEDIMIENTO METAHEURÍSTICO DE DOS FASES*. 12th ed. Medellín: Escuela de Ingeniería de Antioquia, pp.23-34.
3. Garcia, J., Hontoria, E. and Aleksovski, D. 2015. *El problema del viajante de comercio: Búsqueda de soluciones y herramientas asequibles*. RECT@, España.
4. Mediorreal, A., 2014. *Modelo de ruteo de vehículos para la distribución de las empresas Laboratorios Veterland, Laboratorios Callbest y Cosméticos Marliou Paris*. UNIVERSIDAD JAVERIANA.