

ALGORITMO PARA RUTEO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Santiago Soto
Universidad Eafit
Colombia
ssotom@eafit.edu.co

Kevyn Santiago Gómez
Universidad Eafit
Colombia
ksgomezp@eafit.edu.co

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

RESUMEN

En este documento se propone una solución al problema que parte desde cómo organizar y gestionar las rutas que recorrerán algunos camiones eléctricos al visitar un conjunto de clientes en un mapa de tal manera que se consuma la mínima energía y los recorridos se hagan en el menor tiempo posible, actualmente se tienen algunos métodos para resolver este tipo de problemas pero estos no tienen en cuenta las restricciones que implica que sea un vehículo que funciona con energía eléctrica y que este se debe estar cargando constantemente.

Palabras clave

Estructuras de datos, Lectura de archivos, Recorrido de Grafos, Camino más corto.

Palabras clave de la clasificación de la ACM

Ejemplo: Theory of computation → Design and analysis of algorithms → Graph algorithms analysis → Shortest paths.

1. INTRODUCCIÓN

Con la implementación de nuevas tecnologías y el uso de energías renovables actualmente se está viendo en aumento, y con esto el uso de vehículos eléctricos para carga y transporte de pasajeros. Estas nuevas tecnologías nos llevan a resolver nuevos retos y problemas como el de encontrar las rutas óptimas que debe seguir unos camiones de carga eléctricos a unos respectivos clientes con limitantes como los tiempos de carga de energía de los vehículos y pasar por todos los clientes en el tiempo mas optimo.

2. PROBLEMA

Diseñar un algoritmo para ruteo óptimo para que un conjunto de camiones eléctricos con carga lineal visiten un conjunto de clientes. La solución de este problema nos permite tener la ruta más óptima que podemos recorrer con el mínimo gasto de energía y tiempo, que en el mundo real representaría un ahorro de tiempo y dinero para la empresa dueña de los camiones eléctricos.

3. TRABAJOS RELACIONADOS

3.1 Enrutamiento óptimo para vehículos eléctricos

Los vehículos eléctricos alimentados por baterías jugarán un papel importante en el tráfico vial del futuro. Ya que la tarea ahora es determinar la ruta más económica en lugar de

la más corta. Específicamente, (i) formalizamos el enrutamiento eficiente en energía en presencia de baterías recargables como un caso especial del problema restringido de ruta más corta (CSPP) con restricciones duras y blandas, y (ii) presentamos una adaptación de un algoritmo de ruta más corto (utilizando un gráfico de energía, es decir, un gráfico con una función de peso que representa el consumo de energía) que respeta las restricciones dadas y tiene una complejidad de caso más desfavorable de $O(n^3)$. Los algoritmos presentados se han implementado y evaluado dentro de un sistema de navegación prototípico para el enrutamiento eficiente de la energía.[1]

3.2 El problema de enrutamiento de vehículos

El problema de enrutamiento del vehículo (vrp) implica el diseño de un conjunto de rutas de costo mínimo para una flota de vehículos que atiende exactamente una vez a un conjunto de clientes con demandas conocidas. El problema de recogida y entrega con ventanas de tiempo (pdptw) es una generalización del vrp que se refiere a la construcción de rutas óptimas para satisfacer las solicitudes de transporte, cada una de las cuales requiere recogida y entrega por debajo de la capacidad, ventana de tiempo y restricciones de precedencia. Este algoritmo usa un esquema de generación de columnas con una ruta corta más restringida como un subproblema. El algoritmo puede manejar múltiples depósitos y diferentes tipos de vehículos.[2]

3.3 Un algoritmo genético para el problema de enrutamiento del vehículo

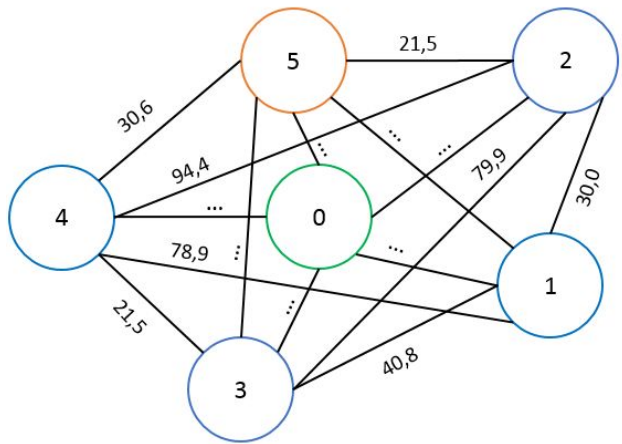
Este estudio considera la aplicación de un algoritmo genético (GA) al problema básico de enrutamiento de vehículos (VRP), en el que los clientes de demanda conocida se abastecen desde un único depósito. Los vehículos están sujetos a un límite de peso y, en algunos casos, a un límite en la distancia recorrida. Solo se permite un vehículo para abastecer a cada cliente. Los algoritmos genéticos (GA) se han utilizado para abordar muchos problemas combinatorios, incluidos ciertos tipos de problemas de enrutamiento de vehículos. Sin embargo, parece que las GA aún no han tenido un gran impacto en el VRP.[3]

4. VECINO MÁS CERCANO

A continuación, explicamos la estructura de datos y el algoritmo.

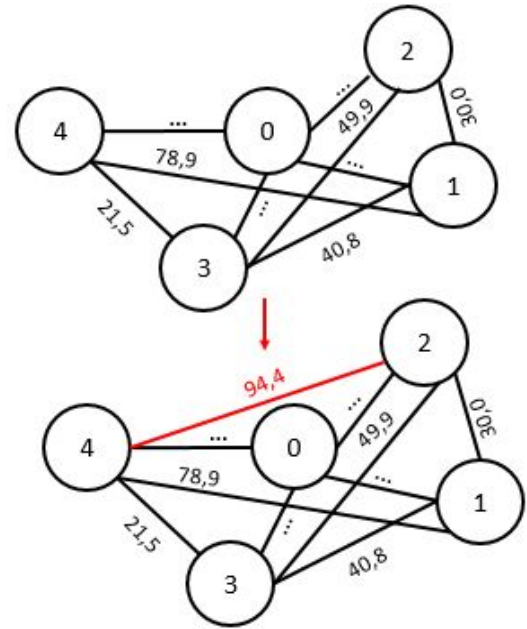
4.1 Estructura de datos

Grafo dirigido con pesos, representado con matriz de adyacencia, los nodos representan los clientes(azul), estaciones de carga(naranja), y el depósito(verde), las aristas representan las calle entre los nodo, y el peso representa la distancia.



Gráfica 1: Grafo totalmente conexo con pesos; los pesos representan la distancia en km de un nodo a otro.

4.2 Operaciones de la estructura de datos
Agregar Arista



Gráfica 2: Imagen de una operación de agregar arista entre nodos.

4.3 Criterios de diseño de la estructura de datos

El grafo es la estructura de datos ideal para representar un mapa de una ciudad, o mejor dicho son casi equivalentes, las calles en la mapa son igual a las aristas en el grafo, las

casas o esquinas son igual a los nodos. Cada casa tiene una dirección, dicho de otra forma cada casa tiene una coordenada, con las coordenadas podemos obtener la distancia de una casa a otra en el grafo este seria el peso de la arista, como los mapas y los grafos tienen estas características en común es la mejor opción resolver este problema.

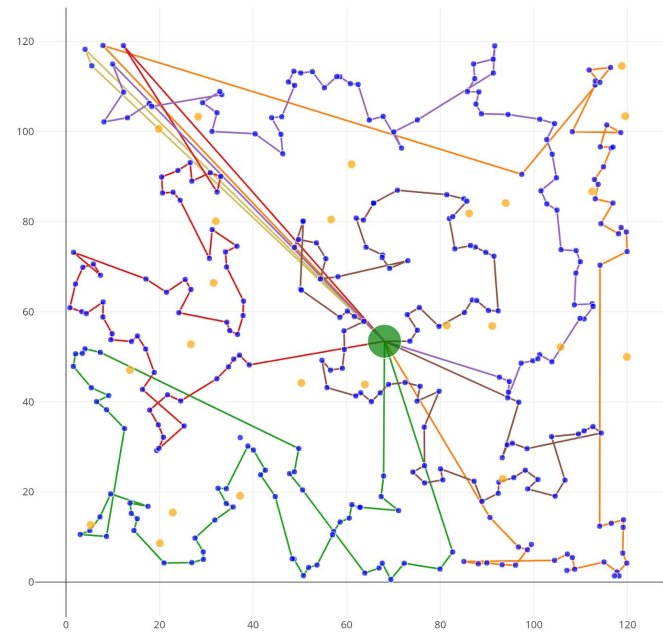
4.4 Análisis de Complejidad

Método	Complejidad
Agregar Arista	O(1)
Obtener peso entre dos nodos	O(1)
Obtener sucesores	O(n)

Tabla 1: Tabla de complejidades de las operaciones de la estructura tipo grafo.

4.5 Algoritmo

Para resolver este problema hemos implementado, una versión del algoritmos del agente viajero, en este caso estamos utilizando un algoritmo voraz que busca el vecino más cercano. En esta primera solución estamos teniendo en cuenta que un camión no puede realizar un recorrido de más de 10 horas, entonces antes de que el recorrido vaya a llegar a las 10 horas el camión vuelve al depósito, en este ejemplo la respuesta da que se necesitan 6 rutas, en esta primera solución no estamos teniendo en cuenta la batería.



Gráfica 3: ejemplo solución del algoritmo.

4.6 Cálculo de la complejidad del algoritmo

Calculen la complejidad del algoritmo para el peor de los casos, el mejor de los casos y el caso promedio

Sub problema	Complejidad
Leer Data Sets	$O(n)$
Crear Grafo	$O(n)$
TSP (Vecino más cercano)	$O(n^2)$
Complejidad total	$O(n^2)$

Tabla 2: complejidad de cada uno de los sub problemas que componen el algoritmo.

4.7 Criterios de diseño del algoritmo

Expliquen por qué diseñaron así el algoritmo. Usen criterios objetivos. Criterios objetivos son, por ejemplo, la eficiencia en tiempo y memoria. Criterios no objetivos y que rebajan la nota son: “me enfermé”, “fue la primera que encontré”, “la hice el último día”, etc. Recuerden: este es el numeral que más vale en la evaluación con 40%.

Es claro que hay algoritmos que darían una mejor solución, o las optima, pero para encontrar las solución óptima habría que utilizar algún algoritmo que calcule todas las combinaciones posibles de rutas, y por el tamaño del problema esto se demoraría una eternidad, es por eso que hemos implementando un algoritmo voraz, que aunque no da la mejor solución la da instantáneamente, además por la estructura de datos que estamos utilizando es conveniente utilizar este algoritmo.

	<i>Conjunto de Datos 1</i>	<i>Conjunto de Datos 2</i>	<i>...Conjunto de Datos n</i>
<i>Mejor caso</i>	10 sg	20 sg	5 sg
<i>Caso promedio</i>	12 sg	10 sg	35 sg
<i>Peor caso</i>	15 sg	21 sg	35 sg

Conjunto de Datos 1 Conjunto de Datos 2 ...Conjunto de Datos n

Consumo de memoria 10 MB 20 MB 5 MB

3.4 Un algoritmo genético eficiente para el problema del vendedor viajero con restricciones de precedencia

El problema del vendedor ambulante con restricciones de precedencia (TSPPC) es uno de los problemas de optimización combinatoria más difíciles. En este trabajo, se presenta un algoritmo genético eficiente (GA) para resolver el TSPPC. El concepto clave del GA propuesto es un tipo topológico (TS), que se define como un ordenamiento de vértices en un gráfico dirigido. Además, se desarrolla una nueva operación de cruce para la GA propuesta. Los resultados de los experimentos numéricos muestran que la GA propuesta produce una solución óptima y muestra un rendimiento superior en comparación con los algoritmos tradicionales.[4]

REFERENCIAS

- 1.Andreas Artmeier, Julian Haselmayr, Martin Leucker, and Martin Sachenbacher. The Shortest Path Problem Revisited: Optimal Routing for Electric Vehicles. Retrieved March 3, 2018 from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-16111-7_35
- 2.Yvan Dumas, Jacques Desrosiers and François Soumis. The pickup and delivery problem with time windows Retrieved March 3, 2018 from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S03772179190319Q>
3. Barrie M. Baker. Un algoritmo genético para el problema de enrutamiento del vehículo. Retrieved March 3, 2018 from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305054802000515>
- 4.Chiung Moon, Jongsoo Kim, and Gyunghyun Choi. Un algoritmo genético eficiente para el problema del vendedor viajero con restricciones de precedencia. Retrieved March 3, 2018 from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221701002272>