

ENRUTAMIENTO PARA OPTIMIZACIÓN DE ENTREGAS CON VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Cristian David Dávila García
Universidad Eafit
Colombia
Cddavilag@eafit.edu.co

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

RESUMEN

La entrega de paquetes utilizando vehículos eléctricos, es una buena manera de optimizar recursos para hacer esta práctica, pero para esto, se necesita que estos vehículos realicen una ruta la cual le permita gastar lo menos posible en cuanto a recursos y tiempo, optimizar. Esto generaría un buen ahorro para la empresa distribuidora aumentando también su productividad y para los mismos receptores de dichos paquetes generará satisfacción.

1. INTRODUCCIÓN

Si se piensa en el futuro de la mensajería, entregas, domicilio, etc. Esto serían entregas automatizadas con vehículos eléctricos, todo serían ventajas, un menor gasto de recursos, menos problemas a la naturaleza se generaría al reemplazar al combustible común. Si bien necesita recargarse un buen tiempo para seguir funcionando, lo que se quiere en este proyecto es diseñar un algoritmo que permita al vehículo tomar la mejor ruta para mantener en mejor estado su batería y le lleve menos tiempo al entregar paquetes.

2. PROBLEMA

El tiempo que conlleva entregar los diferentes paquetes y el consumo de energía de el vehículo que los entrega puede ser demasiado si no se encuentra una manera de hacer que los vehículos tomen la ruta óptima.

3. TRABAJOS RELACIONADOS

A continuación, se mencionarán algunos problemas con algoritmos relacionados a nuestra problemática.

3.1 Traveling Salesman Problem(TSP)

El problema del vendedor ambulante es el desafío de encontrar la ruta más corta y eficiente para que una persona la tome dada una lista de destinos. Es un problema algorítmico muy conocido en los campos de informática y la investigación de operaciones. Sus soluciones son el método de fuerza bruta, bifurcación y delimitación, el método del vecino más cercano.

3.2 Vehicle Routing Problem

Es un problema de optimización combinatoria y programación entera que intenta encontrar, el conjunto óptimo de rutas que debe atravesar una flota de vehículos para entregar a un conjunto de clientes determinado. Por lo que el tamaño de los problemas que se pueden resolver de manera óptima mediante programación matemática u optimización combinatoria puede ser limitado. Por lo tanto, los solucionadores comerciales tienden a usar heurísticas

debido al tamaño y frecuencia de los VRP del mundo real que necesitan resolver.

3.3 Random walk algorithm

El problema en este algoritmo es encontrar, después de algunos arreglos

tiempo, la función de distribución de probabilidad de la distancia de

el punto desde el origen. Entonces su solución es el paseo aleatorio.

algoritmo, que es un proceso para determinar la probabilidad

ubicación de un punto sujeto a movimientos aleatorios, dada la

probabilidades de moverse a cierta distancia en alguna dirección.

4. Enrutamiento para optimización de entregas con vehículos eléctricos

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

4.1 Estructura de datos

Para esta problemática se decidió usar Listas de Listas para almacenar rutas de diferentes vehículos y también para almacenar los tiempos que les lleva a cada carro terminar su respectiva ruta. Matrices de Adyacencia para almacenar la relación Distancia-Tiempo en las diferentes rutas. Y Listas de Arreglos para almacenar una ruta general.

4.2 Operaciones de la estructura de datos

Creación de una ruta general, se crea una ruta grande con todos los nodos, teniendo en cuenta los mejores tiempos para hallar el cliente más cercano y dirigirse a su posición. Después, se organiza cada cliente por orden de tiempo y así se va creando la ruta general con los clientes con menor tiempo en viaje entre cada uno, y esto se almacenará en un ArrayList.

Después, se divide la ruta en diferentes partes dependiendo en los vehículos que se usarán y se les asigna una partición para visitar siempre y cuando se cumpla con la restricción del tiempo.

Luego. Separamos los tiempos de cada ruta individualmente por cada vehículo. Para así saber cuánto se va a demorar en completar su ruta.

4.3 Criterios de diseño de la estructura de datos

El único criterio para seleccionar las estructuras de datos que utilizo, es por comodidad y a la vez tiene una muy buena eficiencia en tiempo y memoria.

4.4 Análisis de Complejidad

Complejidad para cada método clave del proyecto.

Método	Complejidad
Leer	$O(N)$
enrutamiento	$O(N)$
getTiempo	$O(N*N)$
grafoDistanciaTiempo	$O(N*M)$
getRuta	$O(N)$
getTiempoF	$O(N)$

Tabla 1: Tabla para reportar la complejidad

4.5 Algoritmo

Se creará la matriz Distancia-Tiempo , para poder luego realizar una ruta general. Esta se divide dependiendo el número de vehículos a utilizar

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
Crear grafo distancia-tiempo	$O(N*M)$
Dividir la ruta entre vehículos	$O(V)$
Obtener tiempo de vehículo en ruta	$O(D^2)$
Complejidad Total	$O(N^2)$

Tabla 2: N y M son nodos de coordenadas, V número de vehículos y D destinos a visitar

4.7 Criterios de diseño del algoritmo

Luego de probar diferentes estructuras, encontré esta final la cual se nos permite crear la ruta y asignarla en solamente $O(N)$, y luego obtener el tiempo que tomará para cada ruta en $O(D^2)$. Esta es una muy buena optimización tanto en memoria y como tiempo.

4.8 Tiempos de Ejecución

	Conjunto de Datos 1	Conjunto de Datos 2	...Conjunto de Datos n
Mejor caso	9.83 sg	11 sg	5 sg
Caso promedio	10.14 sg	11.62 sg	6 sg
Peor caso	11.1 sg	13 sg	8 sg

Tabla 3: Tiempos de ejecución del algoritmo con diferentes conjuntos de datos

4.9 Memoria

	Conjunto de Datos 1	Conjunto de Datos 2	...Conjunto de Datos n
Consumo de memoria	247 MB	258 MB	260 MB

Tabla 4: Consumo de memoria del algoritmo con diferentes conjuntos de datos