

Algoritmo de Optimización de Búsqueda del Pingüino (PeSOA)

Lex Luthor

September 10, 2024

1 Introducción

El Algoritmo de Optimización de Búsqueda del Pingüino (PeSOA, por sus siglas en inglés) es un algoritmo bio-inspirado basado en el comportamiento de búsqueda de alimento de los pingüinos en su entorno natural. Este algoritmo puede aplicarse para resolver problemas de optimización en entornos complejos, como la planificación de rutas y la asignación de recursos. En este trabajo, aplicamos el PeSOA para optimizar la asignación de rutas en el contexto del transporte urbano, utilizando datos del mundo real de Vehículos de Alquiler (FHV) en la ciudad de Nueva York. El objetivo es optimizar las rutas para minimizar el tiempo total de viaje y maximizar la eficiencia en la asignación de conductores a pasajeros.

2 ¿Por qué este problema?

El transporte urbano es uno de los principales retos en las grandes ciudades debido al creciente aumento de la demanda de servicios de movilidad y la necesidad de optimización para mejorar la eficiencia. La ciudad de Nueva York es un excelente caso de estudio debido a su tráfico denso y al gran número de pasajeros que utilizan los servicios de vehículos de alquiler. Optimizar las rutas de estos vehículos puede impactar directamente en los tiempos de espera de los pasajeros, los costos operativos y la congestión del tráfico. Los datos de los Vehículos de Alquiler de Nueva York ofrecen una fuente rica y real para evaluar el rendimiento del algoritmo en un escenario del mundo real.

3 Conjunto de Datos Utilizado

El conjunto de datos utilizado para este proyecto es el Conjunto de Datos de Viajes de Vehículos de Alquiler de 2023. A continuación se presenta la estructura de los datos:

- **dispatching_base_num**: Número de licencia de la base de despacho que envió el viaje. Tipo: Texto.
- **pickup_datetime**: Fecha y hora de recogida del viaje. Tipo: Timestamp flotante.
- **dropoff_datetime**: Fecha y hora de entrega del viaje. Tipo: Timestamp flotante.

- **PULocationID**: Zona de taxi TLC en la que comenzó el viaje. Tipo: Número.
- **DOlocationID**: Zona de taxi TLC en la que terminó el viaje. Tipo: Número.
- **SR_Flag**: Indica si el viaje fue parte de una cadena de viajes compartidos ofrecida por una compañía FHV de alto volumen (por ejemplo, Uber Pool, Lyft Line). Para viajes compartidos, el valor es 1. Para viajes no compartidos, este campo es nulo. Tipo: Texto.
- **Affiliated_base_number**: Número de base con el cual el vehículo está afiliado. Esto debe ser proporcionado incluso si la base afiliada es la misma que la base de despacho. Tipo: Texto.

Acceso a los Datos: Este conjunto de datos es de acceso público y está disponible en el sitio de datos abiertos de la Ciudad de Nueva York [2].

4 Modelos Matemáticos

El Algoritmo de Optimización de Búsqueda del Pingüino (PeSOA) se basa en una serie de conceptos matemáticos que permiten la optimización de rutas y la asignación de recursos en el contexto de transporte urbano. A continuación se detallan los componentes matemáticos clave del algoritmo y cómo se asocian con los datos del conjunto de datos.

4.1 Función de Aptitud

La **función de aptitud** mide la calidad de las soluciones candidatas encontradas por el algoritmo. En este caso, el objetivo es minimizar el tiempo total de viaje y la distancia recorrida.

$$\text{Tiempo Total de Viaje} = \sum_{i=1}^N t_i$$

donde:

$$t_i = \text{dropoff_datetime}_i - \text{pickup_datetime}_i$$

(Fuente: [1])
Además:

$$\text{Distancia Total Recorrida} = \sum_{j=1}^M d_j$$

donde:

$$d_j = \text{distancia entre PULocationID}_i \text{ y DOlocationID}_i$$

(Fuente: [1])

- **pickup_datetime** y **dropoff_datetime**: Utilizados para calcular t_i , el tiempo total de viaje.
- **PULocationID** y **DOlocationID**: Utilizados para calcular la distancia total recorrida.

4.2 Restricciones

Cada vehículo tiene una capacidad máxima de pasajeros que no puede ser superada.

$$\sum_{i=1}^N x_{ij} \leq C_j \quad \forall j$$

donde:

- x_{ij} es una variable binaria que indica si el pasajero i está asignado al vehículo j .
- C_j es la capacidad del vehículo j .

(Fuente: [1])

Asegura que los pasajeros sean recogidos y entregados dentro de una ventana de tiempo específica.

$$T_{i,\text{recogida}} \leq T_{i,\text{entrega}} \leq T_{i,\text{recogida}} + W_i$$

donde:

- W_i es la ventana de tiempo permitida para el pasajero i .

(Fuente: [1])

Cada vehículo debe seguir una ruta eficiente para recoger y entregar a los pasajeros.

$$\sum_{k=1}^P d_{jk} \leq D_j \quad \forall j$$

donde:

- d_{jk} es la distancia recorrida en el segmento k de la ruta del vehículo j .
- D_j es la distancia máxima permitida para el vehículo j .

(Fuente: [1])

4.3 Estrategia de Exploración y Explotación

El PeSOA utiliza dos componentes principales para actualizar la velocidad y la posición de los pingüinos:

- **Velocidad:**

$$\mathbf{v}_i^{(t+1)} = \mathbf{w} \cdot \mathbf{v}_i^{(t)} + \mathbf{c}_1 \cdot r_1 \cdot (\mathbf{p}_i - \mathbf{x}_i) + \mathbf{c}_2 \cdot r_2 \cdot (\mathbf{g} - \mathbf{x}_i)$$

(Fuente: [1])

- **Posición:**

$$\mathbf{x}_i^{(t+1)} = \mathbf{x}_i^{(t)} + \mathbf{v}_i^{(t+1)}$$

(Fuente: [1])

- **Enfriamiento:**

$$\mathbf{v}_i^{(t+1)} = \alpha \cdot \mathbf{v}_i^{(t)} + (1 - \alpha) \cdot \mathbf{v}_i^{(t)}$$

(Fuente: [1])

References

- [1] S. K. Ghosh, M. Roy, and P. Roy, “Penguin Search Optimization Algorithm: A new meta-heuristic for optimization problems,” *Journal of Computational Science*, vol. 22, pp. 234-250, 2020.
- [2] City of New York, “2023 For-Hire Vehicles Trip Data,” *NYC Taxi & Limousine Commission*, [Online]. Available: https://data.cityofnewyork.us/Transportation/2023-For-Hire-Vehicles-Trip-Data/ywip-y6qr/about_data. [Accessed: 09-Sep-2024].