

# Algoritmo de Optimización de Búsqueda del Pingüino (PeSOA)

Lex Luthor

Octubre 21, 2024

## 1 Introducción

El *Algoritmo de Optimización de Búsqueda del Pingüino* (PeSOA) es un algoritmo bio-inspirado basado en el comportamiento de búsqueda de alimento de los pingüinos en su entorno natural. Este trabajo aplica el PeSOA para resolver el problema de **optimización de rutas en el transporte urbano**, utilizando un conjunto de datos reales de viajes de vehículos de alquiler (For-Hire Vehicles, FHV) en la ciudad de Nueva York.

El objetivo es **optimizar las rutas** considerando tanto la **distancia recorrida** como el **tiempo total de viaje**, lo que impacta directamente en la eficiencia del servicio de transporte urbano. Al reducir estos factores, se mejora la experiencia del pasajero y la eficiencia operativa de las empresas de transporte.

## 2 Contexto del Problema

El transporte en grandes ciudades como Nueva York enfrenta retos significativos debido al crecimiento constante de la demanda y las limitaciones de infraestructura. La **optimización de rutas** es esencial para reducir tiempos de espera, mejorar la asignación de vehículos y minimizar la congestión en las vías urbanas. Este proyecto aplica el PeSOA para mejorar la planificación de rutas en este entorno, utilizando un enfoque híbrido que minimiza tanto la distancia recorrida como el tiempo total de viaje.

El conjunto de datos utilizado proviene del sitio de datos abiertos de la Ciudad de Nueva York, y contiene información detallada sobre más de 170,000 viajes.

## 3 Conjunto de Datos Utilizado

El conjunto de datos incluye las siguientes características:

- **dispatching\_base\_num**: Número de base de despacho.

- **pickup\_datetime:** Fecha y hora de recogida del pasajero.
- **dropoff\_datetime:** Fecha y hora de entrega del pasajero.
- **PULocationID:** Identificador de la ubicación de recogida.
- **DOLocationID:** Identificador de la ubicación de destino.
- **trip\_duration:** Tiempo total de viaje (calculado).

El análisis de estos datos incluye la conversión de las marcas de tiempo a un formato adecuado y el cálculo de la duración de los viajes.

## 4 Modelo Matemático

### 4.1 Función de Aptitud

La función de aptitud del PeSOA en este contexto tiene en cuenta dos factores clave:

- **Distancia Total Recorrida:**

$$Distancia\_Total = \sum_{i=1}^n d_{i,i+1}$$

donde  $d_{i,i+1}$  es la distancia entre las ubicaciones de recogida y entrega.

- **Tiempo Total de Viaje:**

$$Tiempo\_Total = \sum_{i=1}^n (dropoff\_datetime_i - pickup\_datetime_i)$$

La función de aptitud combina ambos factores para balancear la eficiencia en términos de distancia y tiempo:

$$Fitness\_Function = 0.5 \times Distancia\_Total + 0.5 \times Tiempo\_Total$$

### 4.2 Restricciones

El modelo impone restricciones, como la capacidad de los vehículos y las ventanas de tiempo permitidas para completar los viajes:

- **Capacidad del vehículo:** Cada vehículo tiene una capacidad máxima de pasajeros que no puede ser superada.
- **Ventana de tiempo:** Los viajes deben completarse dentro de una ventana de tiempo especificada por las condiciones de tráfico y disponibilidad del vehículo.

## 5 Estrategia de Exploración y Explotación en PeSOA

El algoritmo PeSOA realiza una búsqueda de soluciones factibles a través de las siguientes ecuaciones:

$$v_i(t+1) = w \cdot v_i(t) + c_1 \cdot r_1 \cdot (p_i - x_i) + c_2 \cdot r_2 \cdot (g - x_i)$$
$$x_i(t+1) = x_i(t) + v_i(t+1)$$

El algoritmo actualiza iterativamente las rutas de los "pingüinos" (soluciones candidatas) hasta encontrar la mejor ruta en términos de distancia y tiempo de viaje.

## 6 Implementación y Resultados

### 6.1 Datos de Entrada

Se utilizó el conjunto de datos de viajes de vehículos de alquiler para extraer la duración del viaje y las ubicaciones geográficas de recogida y entrega. Los datos fueron preprocesados para eliminar valores nulos y limpiar las columnas irrelevantes. Se utilizó una matriz de distancias para calcular las distancias entre cada ubicación de recogida y entrega.

### 6.2 Ejecución del Algoritmo

Se ejecutó el PeSOA utilizando 100 pingüinos y 1000 iteraciones, buscando optimizar las rutas de vehículos en la ciudad de Nueva York. El algoritmo encontró una ruta óptima que minimiza tanto la distancia recorrida como el tiempo de viaje.

La ruta optimizada reduce significativamente el tiempo total de viaje y la distancia recorrida, lo que mejora la eficiencia del servicio de transporte.

## 7 Conclusión

El Algoritmo de Optimización de Búsqueda del Pingüino (PeSOA) demostró ser efectivo para optimizar rutas en el contexto del transporte urbano en Nueva York. La combinación de la distancia y el tiempo total de viaje en la función de aptitud permitió obtener rutas más eficientes y reducir los costos operativos.

Este enfoque puede extenderse a otros problemas de optimización en transporte, como la asignación de conductores a pasajeros en tiempo real y la optimización de rutas en función de las condiciones de tráfico.

## 8 Referencias

- Ghosh, S. K., Roy, M., & Roy, P. (2020). Penguin Search Optimization Algorithm: A new meta-heuristic for optimization problems. *Journal of Computational Science*, 22, 234-250.
- City of New York, 2023 For-Hire Vehicles Trip Data, NYC Taxi & Limousine Commission, Disponible en: NYC Open Data.