

Optimización de viajes compartidos en taxis utilizando algoritmos evolutivos

Gabriel Fagúndez de los Reyes Renzo Massobrio

Facultad de Ingeniería,
Universidad de la República,
Montevideo, Uruguay



Contenido

- 1 Introducción
- 2 Definición del problema
- 3 Algoritmos Evolutivos
- 4 Trabajo relacionado
- 5 Implementación
- 6 Evaluación experimental
- 7 Planificador de viajes compartidos en línea
- 8 Conclusiones y trabajo futuro

- 1 Introducción
- 2 Definición del problema
- 3 Algoritmos Evolutivos
- 4 Trabajo relacionado
- 5 Implementación
- 6 Evaluación experimental
- 7 Planificador de viajes compartidos en línea
- 8 Conclusiones y trabajo futuro

Car pooling

- Beneficios en el plano ecológico y económico, individuales y colectivos.
- Diferentes iniciativas para atender el interés del público: carriles exclusivos, campañas para compartir los viajes al trabajo y aplicaciones para encontrar compañeros de viaje.

Taxi pooling

- Los taxis son un medio de transporte rápido y confiable, especialmente en ciudades donde el transporte público es poco eficiente.
- Los taxis raramente viajan a capacidad completa, impactando en la congestión del tráfico y en la contaminación de las ciudades.
- Tarifas altas desalientan a los usuarios.
- 15 % de los accidentes fatales en Uruguay involucran a un conductor alcoholizado (UNASEV).

Car pooling

- Beneficios en el plano ecológico y económico, individuales y colectivos.
- Diferentes iniciativas para atender el interés del público: carriles exclusivos, campañas para compartir los viajes al trabajo y aplicaciones para encontrar compañeros de viaje.

Taxi pooling

- Los taxis son un medio de transporte rápido y confiable, especialmente en ciudades donde el transporte público es poco eficiente.
- Los taxis raramente viajan a capacidad completa, impactando en la congestión del tráfico y en la contaminación de las ciudades.
- Tarifas altas desalientan a los usuarios.
- **15 %** de los accidentes fatales en Uruguay involucran a un conductor alcoholizado (UNASEV).

- 1 Introducción
- 2 Definición del problema**
- 3 Algoritmos Evolutivos
- 4 Trabajo relacionado
- 5 Implementación
- 6 Evaluación experimental
- 7 Planificador de viajes compartidos en línea
- 8 Conclusiones y trabajo futuro

Descripción del problema

Realidad estudiada

Un grupo de personas ubicadas en un **mismo lugar de origen**, desean viajar hacia **diferentes destinos** utilizando taxis de forma compartida. Se busca determinar la cantidad de taxis, la asignación de pasajeros y las rutas a seguir, de forma de **minimizar el costo total del grupo de pasajeros**.

Consideraciones

- Cada taxi puede trasladar a un número limitado de pasajeros.
- El número máximo de taxis para N pasajeros es N , en el caso particular de que cada pasajero viaje en un vehículo separado.
- El costo de un taxi está dado por la suma del **costo inicial** (“bajada de bandera”) más el **costo determinado por la distancia** recorrida desde el origen hasta el destino final, pasando por cada uno de los destinos intermedios.
- No se consideran otros posibles costos (e.g. esperas, propinas, peajes).

Descripción del problema

Realidad estudiada

Un grupo de personas ubicadas en un **mismo lugar de origen**, desean viajar hacia **diferentes destinos** utilizando taxis de forma compartida. Se busca determinar la cantidad de taxis, la asignación de pasajeros y las rutas a seguir, de forma de **minimizar el costo total del grupo de pasajeros**.

Consideraciones

- Cada taxi puede trasladar a un número limitado de pasajeros.
- El número máximo de taxis para N pasajeros es N , en el caso particular de que cada pasajero viaje en un vehículo separado.
- El costo de un taxi está dado por la suma del **costo inicial** (“bajada de bandera”) más el **costo determinado por la distancia** recorrida desde el origen hasta el destino final, pasando por cada uno de los destinos intermedios.
- No se consideran otros posibles costos (e.g. esperas, propinas, peajes).

Descripción del problema

Realidad estudiada

Un grupo de personas ubicadas en un **mismo lugar de origen**, desean viajar hacia **diferentes destinos** utilizando taxis de forma compartida. Se busca determinar la cantidad de taxis, la asignación de pasajeros y las rutas a seguir, de forma de **minimizar el costo total del grupo de pasajeros**.

Consideraciones

- Cada taxi puede trasladar a un número limitado de pasajeros.
- El número máximo de taxis para N pasajeros es N , en el caso particular de que cada pasajero viaje en un vehículo separado.
- El costo de un taxi está dado por la suma del **costo inicial** (“bajada de bandera”) más el **costo determinado por la distancia** recorrida desde el origen hasta el destino final, pasando por cada uno de los destinos intermedios.
- No se consideran otros posibles costos (e.g. esperas, propinas, peajes).

Descripción del problema

Realidad estudiada

Un grupo de personas ubicadas en un **mismo lugar de origen**, desean viajar hacia **diferentes destinos** utilizando taxis de forma compartida. Se busca determinar la cantidad de taxis, la asignación de pasajeros y las rutas a seguir, de forma de **minimizar el costo total del grupo de pasajeros**.

Consideraciones

- Cada taxi puede trasladar a un número limitado de pasajeros.
- El número máximo de taxis para N pasajeros es N , en el caso particular de que cada pasajero viaje en un vehículo separado.
- El costo de un taxi está dado por la suma del **costo inicial** (“bajada de bandera”) más el **costo determinado por la distancia** recorrida desde el origen hasta el destino final, pasando por cada uno de los destinos intermedios.
- No se consideran otros posibles costos (e.g. esperas, propinas, peajes).

Descripción del problema

Realidad estudiada

Un grupo de personas ubicadas en un **mismo lugar de origen**, desean viajar hacia **diferentes destinos** utilizando taxis de forma compartida. Se busca determinar la cantidad de taxis, la asignación de pasajeros y las rutas a seguir, de forma de **minimizar el costo total del grupo de pasajeros**.

Consideraciones

- Cada taxi puede trasladar a un número limitado de pasajeros.
- El número máximo de taxis para N pasajeros es N , en el caso particular de que cada pasajero viaje en un vehículo separado.
- El costo de un taxi está dado por la suma del **costo inicial** (“bajada de bandera”) más el **costo determinado por la distancia** recorrida desde el origen hasta el destino final, pasando por cada uno de los destinos intermedios.
- No se consideran otros posibles costos (e.g. esperas, propinas, peajes).

Descripción del problema

Formulación matemática

Dados:

- $P = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$ conjunto de pasajeros que parten de O y se trasladan a $D = \{d_1, d_2, \dots, d_N\}$.
- Una función $dest : P \rightarrow D$ que establece el destino de cada uno de los pasajeros.
- Un conjunto de taxis $T = \{t_1, t_2, \dots, t_M\}$; con $M \leq N$; y una función $C : T \rightarrow \{0, 1, \dots, C_{MAX}\}$ que indica la cantidad de pasajeros que viajan cada taxi. C_{MAX} es la capacidad máxima permitida en un mismo taxi.
- una constante B que indica el costo inicial del taxi.
- una función de distancia, $dist : \{\{O\} \cup D\} \times D \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.
- una función de costo $cost : \mathbb{R}_0^+ \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.

Descripción del problema

Formulación matemática

Dados:

- $P = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$ conjunto de pasajeros que parten de O y se trasladan a $D = \{d_1, d_2, \dots, d_N\}$.
- Una función $dest : P \rightarrow D$ que establece el destino de cada uno de los pasajeros.
- Un conjunto de taxis $T = \{t_1, t_2, \dots, t_M\}$; con $M \leq N$; y una función $C : T \rightarrow \{0, 1, \dots, C_{MAX}\}$ que indica la cantidad de pasajeros que viajan cada taxi. C_{MAX} es la capacidad máxima permitida en un mismo taxi.
- una constante B que indica el costo inicial del taxi.
- una función de distancia, $dist : \{\{O\} \cup D\} \times D \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.
- una función de costo $cost : \mathbb{R}_0^+ \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.

Descripción del problema

Formulación matemática

Dados:

- $P = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$ conjunto de pasajeros que parten de O y se trasladan a $D = \{d_1, d_2, \dots, d_N\}$.
- Una función $dest : P \rightarrow D$ que establece el destino de cada uno de los pasajeros.
- Un conjunto de taxis $T = \{t_1, t_2, \dots, t_M\}$; con $M \leq N$; y una función $C : T \rightarrow \{0, 1, \dots, C_{MAX}\}$ que indica la cantidad de pasajeros que viajan cada taxi. C_{MAX} es la capacidad máxima permitida en un mismo taxi.
- una constante B que indica el costo inicial del taxi.
- una función de distancia, $dist : \{\{O\} \cup D\} \times D \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.
- una función de costo $cost : \mathbb{R}_0^+ \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.

Descripción del problema

Formulación matemática

Dados:

- $P = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$ conjunto de pasajeros que parten de O y se trasladan a $D = \{d_1, d_2, \dots, d_N\}$.
- Una función $dest : P \rightarrow D$ que establece el destino de cada uno de los pasajeros.
- Un conjunto de taxis $T = \{t_1, t_2, \dots, t_M\}$; con $M \leq N$; y una función $C : T \rightarrow \{0, 1, \dots, C_{MAX}\}$ que indica la cantidad de pasajeros que viajan cada taxi. C_{MAX} es la capacidad máxima permitida en un mismo taxi.
- una constante B que indica el costo inicial del taxi.
- una función de distancia, $dist : \{\{O\} \cup D\} \times D \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.
- una función de costo $cost : \mathbb{R}_0^+ \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.

Descripción del problema

Formulación matemática

Dados:

- $P = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$ conjunto de pasajeros que parten de O y se trasladan a $D = \{d_1, d_2, \dots, d_N\}$.
- Una función $dest : P \rightarrow D$ que establece el destino de cada uno de los pasajeros.
- Un conjunto de taxis $T = \{t_1, t_2, \dots, t_M\}$; con $M \leq N$; y una función $C : T \rightarrow \{0, 1, \dots, C_{MAX}\}$ que indica la cantidad de pasajeros que viajan cada taxi. C_{MAX} es la capacidad máxima permitida en un mismo taxi.
- una constante B que indica el costo inicial del taxi.
- una función de distancia, $dist : \{\{O\} \cup D\} \times D \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.
- una función de costo $cost : \mathbb{R}_0^+ \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.

Descripción del problema

Formulación matemática

Dados:

- $P = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$ conjunto de pasajeros que parten de O y se trasladan a $D = \{d_1, d_2, \dots, d_N\}$.
- Una función $dest : P \rightarrow D$ que establece el destino de cada uno de los pasajeros.
- Un conjunto de taxis $T = \{t_1, t_2, \dots, t_M\}$; con $M \leq N$; y una función $C : T \rightarrow \{0, 1, \dots, C_{MAX}\}$ que indica la cantidad de pasajeros que viajan cada taxi. C_{MAX} es la capacidad máxima permitida en un mismo taxi.
- una constante B que indica el costo inicial del taxi.
- una función de distancia, $dist : \{\{O\} \cup D\} \times D \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.
- una función de costo $cost : \mathbb{R}_0^+ \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.

Descripción del problema

Formulación matemática

El problema consiste en hallar una planificación, es decir una función $f : P \rightarrow T \times \{1, \dots, C_{MAX}\}$ para transportar los N pasajeros en K taxis ($K \leq N$) que determine la asignación de pasajeros a taxis y el orden en que serán trasladados a los respectivos destinos, minimizando la función de costo total (CT) de la asignación, dada en la Ecuación 1, donde $f^{-1}(t_i, j)$ indica el pasajero asignado a la posición j (orden de traslado) en el taxi t_i y $dest(f^{-1}(t_i, 0)) = O, \forall t_i$.

$$CT = \sum_{t_i, C(t_i) \neq 0} \left[B + \sum_{j=1}^{C(t_i)} cost \left(\underbrace{dist \left(dest(f^{-1}(t_i, j-1)), des(f^{-1}(t_i, j)) \right)}_{\text{destinos consecutivos en el recorrido del taxi } t_i} \right) \right] \quad (1)$$

- 1 Introducción
- 2 Definición del problema
- 3 Algoritmos Evolutivos**
- 4 Trabajo relacionado
- 5 Implementación
- 6 Evaluación experimental
- 7 Planificador de viajes compartidos en línea
- 8 Conclusiones y trabajo futuro

- 1 Introducción
- 2 Definición del problema
- 3 Algoritmos Evolutivos
- 4 Trabajo relacionado**
- 5 Implementación
- 6 Evaluación experimental
- 7 Planificador de viajes compartidos en línea
- 8 Conclusiones y trabajo futuro

Trabajo relacionado

- 1 Introducción
- 2 Definición del problema
- 3 Algoritmos Evolutivos
- 4 Trabajo relacionado
- 5 Implementación**
- 6 Evaluación experimental
- 7 Planificador de viajes compartidos en línea
- 8 Conclusiones y trabajo futuro

Implementación

- 1 Introducción
- 2 Definición del problema
- 3 Algoritmos Evolutivos
- 4 Trabajo relacionado
- 5 Implementación
- 6 Evaluación experimental**
- 7 Planificador de viajes compartidos en línea
- 8 Conclusiones y trabajo futuro

Generación de puntos realistas en el mapa

Para la generación de instancias realistas del problema se utilizó una herramienta presentada en el trabajo relacionado de Ma et al. llamada Generador de Pedidos de Taxis (*Taxi Query Generator, TQG*).

Evaluación experimental

Evaluación experimental

Evaluación experimental

Evaluación experimental

Evaluación experimental

Evaluación experimental

Evaluación experimental

- 1 Introducción
- 2 Definición del problema
- 3 Algoritmos Evolutivos
- 4 Trabajo relacionado
- 5 Implementación
- 6 Evaluación experimental
- 7 Planificador de viajes compartidos en línea**
- 8 Conclusiones y trabajo futuro

Planificador de viajes compartidos en línea

- 1 Introducción
- 2 Definición del problema
- 3 Algoritmos Evolutivos
- 4 Trabajo relacionado
- 5 Implementación
- 6 Evaluación experimental
- 7 Planificador de viajes compartidos en línea
- 8 Conclusiones y trabajo futuro

Conclusiones y trabajo futuro