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

UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

FACULTAD DE INGENIERIA

Contenido

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

1 Introducción

2 Definición del problema

3 Trabajo relacionado

4 Implementación

5 Evaluación experimental

6 Planificador de viajes compartidos en línea

7 Conclusiones y trabajo futuro

Motivación

Car pooling

- Beneficios en el plano ecológico y económico, individuales y colectivos.
- 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).

Motivación

Car pooling

- Beneficios en el plano ecológico y económico, individuales y colectivos.
- 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 Trabajo relacionado

4 Implementación

5 Evaluación experimental

6 Planificador de viajes compartidos en línea

7 Conclusiones y trabajo futuro

Descripción del problema

Problema de viajes compartidos en taxis (PVCT)

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.
- Costo de un taxi = **costo inicial** ("bajada de bandera") + **costo determinado por la distancia**.
- No se consideran otros posibles costos (e.g. esperas, propinas, peajes).

Descripción del problema

Problema de viajes compartidos en taxis (PVCT)

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.
- Costo de un taxi = **costo inicial** ("bajada de bandera") + **costo determinado por la distancia**.
- No se consideran otros posibles costos (e.g. esperas, propinas, peajes).

Descripción del problema

Problema de viajes compartidos en taxis (PVCT)

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.
- Costo de un taxi = **costo inicial** ("bajada de bandera") + **costo determinado por la distancia**.
- No se consideran otros posibles costos (e.g. esperas, propinas, peajes).

Descripción del problema

Problema de viajes compartidos en taxis (PVCT)

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.
- Costo de un taxi = **costo inicial** ("bajada de bandera") + **costo determinado por la distancia**.
- No se consideran otros posibles costos (e.g. esperas, propinas, peajes).

Descripción del problema

Problema de viajes compartidos en taxis (PVCT)

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.
- Costo de un taxi = **costo inicial** ("bajada de bandera") + **costo determinado por la distancia**.
- No se consideran otros posibles costos (e.g. esperas, propinas, peajes).

Formulación del problema

- un conjunto de pasajeros $P = \{p_1, p_2, \ldots, p_N\}$ que viajan desde un origen común O a un conjunto de destinos $D = \{d_1, d_2, \ldots, d_N\}$.
- un conjunto de taxis $T = \{t_1, t_2, \ldots, t_M\}$; con $M \leq N$; y una función $C : T \to \{0, 1, \ldots, C_{MAX}\}$ que indica la cantidad de pasajeros en un taxi. C_{MAX} es la capacidad máxima permitida en un mismo taxi.
- una constante B indica el costo inicial del taxi ("bajada de bandera").
- una función de distancia, $dist : \{\{O\} \cup D\} \times D \to \mathbb{R}_0^+$.
- una función de costo asociado a la distancia recorrida por cada taxi, $cost : \mathbb{R}_0^+ \to \mathbb{R}_0^+$.

Se desea hallar la planificación $f : P \to T \times \{1, \ldots, C_{MAX}\}$ que minimice la función de costo total (CT).

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

Formulación del problema

- un conjunto de pasajeros $P = \{p_1, p_2, \ldots, p_N\}$ que viajan desde un origen común O a un conjunto de destinos $D = \{d_1, d_2, \ldots, d_N\}$.
- un conjunto de taxis $T = \{t_1, t_2, \ldots, t_M\}$; con $M \leq N$; y una función $C : T \rightarrow \{0, 1, \ldots, C_{MAX}\}$ que indica la cantidad de pasajeros en un taxi. C_{MAX} es la capacidad máxima permitida en un mismo taxi.
- una constante B indica el costo inicial del taxi ("bajada de bandera").
- una función de distancia, $dist : \{\{O\} \cup D\} \times D \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.
- una función de costo asociado a la distancia recorrida por cada taxi, $cost : \mathbb{R}_0^+ \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.

Se desea hallar la planificación $f : P \rightarrow T \times \{1, \ldots, C_{MAX}\}$ que minimice la función de costo total (CT).

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

Formulación del problema

- un conjunto de pasajeros $P = \{p_1, p_2, \ldots, p_N\}$ que viajan desde un origen común O a un conjunto de destinos $D = \{d_1, d_2, \ldots, d_N\}$.
- un conjunto de taxis $T = \{t_1, t_2, \ldots, t_M\}$; con $M \leq N$; y una función $C : T \to \{0, 1, \ldots, C_{MAX}\}$ que indica la cantidad de pasajeros en un taxi. C_{MAX} es la capacidad máxima permitida en un mismo taxi.
- una constante B indica el costo inicial del taxi ("bajada de bandera").
- una función de distancia, $dist : \{\{O\} \cup D\} \times D \to \mathbb{R}_0^+$.
- una función de costo asociado a la distancia recorrida por cada taxi, $cost : \mathbb{R}_0^+ \to \mathbb{R}_0^+$.

Se desea hallar la planificación $f : P \to T \times \{1, \ldots, C_{MAX}\}$ que minimice la función de costo total (CT).

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

Formulación del problema

- un conjunto de pasajeros $P = \{p_1, p_2, \ldots, p_N\}$ que viajan desde un origen común O a un conjunto de destinos $D = \{d_1, d_2, \ldots, d_N\}$.
- un conjunto de taxis $T = \{t_1, t_2, \ldots, t_M\}$; con $M \leq N$; y una función $C : T \rightarrow \{0, 1, \ldots, C_{MAX}\}$ que indica la cantidad de pasajeros en un taxi. C_{MAX} es la capacidad máxima permitida en un mismo taxi.
- una constante B indica el costo inicial del taxi ("bajada de bandera").
- una función de distancia, $dist : \{\{O\} \cup D\} \times D \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.
- una función de costo asociado a la distancia recorrida por cada taxi, $cost : \mathbb{R}_0^+ \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.

Se desea hallar la planificación $f : P \rightarrow T \times \{1, \ldots, C_{MAX}\}$ que minimice la función de costo total (CT).

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

Formulación del problema

- un conjunto de pasajeros $P = \{p_1, p_2, \ldots, p_N\}$ que viajan desde un origen común O a un conjunto de destinos $D = \{d_1, d_2, \ldots, d_N\}$.
- un conjunto de taxis $T = \{t_1, t_2, \ldots, t_M\}$; con $M \leq N$; y una función $C : T \to \{0, 1, \ldots, C_{MAX}\}$ que indica la cantidad de pasajeros en un taxi. C_{MAX} es la capacidad máxima permitida en un mismo taxi.
- una constante B indica el costo inicial del taxi ("bajada de bandera").
- una función de distancia, $dist : \{\{O\} \cup D\} \times D \to \mathbb{R}_0^+$.
- una función de costo asociado a la distancia recorrida por cada taxi, $cost : \mathbb{R}_0^+ \to \mathbb{R}_0^+$.

Se desea hallar la planificación $f : P \to T \times \{1, \ldots, C_{MAX}\}$ que minimice la función de costo total (CT).

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

Formulación del problema

- un conjunto de pasajeros $P = \{p_1, p_2, \ldots, p_N\}$ que viajan desde un origen común O a un conjunto de destinos $D = \{d_1, d_2, \ldots, d_N\}$.
- un conjunto de taxis $T = \{t_1, t_2, \ldots, t_M\}$; con $M \leq N$; y una función $C : T \rightarrow \{0, 1, \ldots, C_{MAX}\}$ que indica la cantidad de pasajeros en un taxi. C_{MAX} es la capacidad máxima permitida en un mismo taxi.
- una constante B indica el costo inicial del taxi ("bajada de bandera").
- una función de distancia, $dist : \{\{O\} \cup D\} \times D \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.
- una función de costo asociado a la distancia recorrida por cada taxi, $cost : \mathbb{R}_0^+ \rightarrow \mathbb{R}_0^+$.

Se desea hallar la planificación $f : P \rightarrow T \times \{1, \ldots, C_{MAX}\}$ que minimice la función de costo total (CT).

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

Variante multiobjetivo del PVCT: formulación matemática

Se busca minimizar simultáneamente el costo total y la demora total.

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

$$DT = \sum_{t_i} \left[\sum_{j=1}^{C(t_i)} \left[\overbrace{\sum_{h=1}^{j} time\left(dest\left(f^{-1}(t_i, h-1)\right), dest\left(f^{-1}(t_i, h)\right)\right)}^{\text{tiempo efectivo de traslado del pasajero en la posición } j \text{ del taxi } t_i} \right.\right.$$

$$\left.\left. - \underbrace{tol\left(f^{-1}(t_i, j)\right) + time\left(O, dest\left(f^{-1}(t_i, j)\right)\right)}_{\text{tiempo tolerado por el pasajero en la posición } j \text{ del taxi } t_i} \right] \right]$$

- $time : \{\{O\} \cup D\} \times D \to \mathbb{R}_0^+$ indica el tiempo de recorrido.
- $tol : P \to \mathbb{R}_0^+$ indica el tiempo adicional tolerado por cada pasajero.

Variante multiobjetivo del PVCT: formulación matemática

Se busca minimizar simultáneamente el costo total y la demora total.

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

$$DT = \sum_{t_i} \left[\sum_{j=1}^{C(t_i)} \left[\overbrace{\sum_{h=1}^{j} time\left(dest\left(f^{-1}(t_i, h-1)\right), dest\left(f^{-1}(t_i, h)\right)\right)}^{\text{tiempo efectivo de traslado del pasajero en la posición } j \text{ del taxi } t_i} - \underbrace{tol\left(f^{-1}(t_i, j)\right) + time\left(O, dest\left(f^{-1}(t_i, j)\right)\right)}_{\text{tiempo tolerado por el pasajero en la posición } j \text{ del taxi } t_i} \right] \right]$$

- $time : \{\{O\} \cup D\} \times D \rightarrow \mathbb{R}_0^+$ indica el tiempo de recorrido.
- $tol : P \rightarrow \mathbb{R}_0^+$ indica el tiempo adicional tolerado por cada pasajero.

Variante multiobjetivo del PVCT: formulación matemática

Se busca minimizar simultáneamente el costo total y la demora total.

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

$$DT = \sum_{t_i} \left[\sum_{j=1}^{C(t_i)} \left[\overbrace{\sum_{h=1}^{j} time\left(dest\left(f^{-1}(t_i, h-1)\right), dest\left(f^{-1}(t_i, h)\right) \right)}^{\text{tiempo efectivo de traslado del pasajero en la posición } j \text{ del taxi } t_i} - \underbrace{tol\left(f^{-1}(t_i, j)\right) + time\left(O, dest\left(f^{-1}(t_i, j)\right) \right)}_{\text{tiempo tolerado por el pasajero en la posición } j \text{ del taxi } t_i} \right] \right]$$

- $time : \{\{O\} \cup D\} \times D \rightarrow \mathbb{R}_0^+$ indica el tiempo de recorrido.
- $tol : P \rightarrow \mathbb{R}_0^+$ indica el tiempo adicional tolerado por cada pasajero.

Complejidad del PVCT

Complejidad

Baldacci et al. (2004) estudiaron una variante del *Car Pooling Problem (CPP)* donde trabajadores desean compartir vehículos hacia y desde el lugar de trabajo.

Esta variante es un caso particular del *Vehicle Routing Problem (VRP)* con demanda unitaria, el cual es $\mathcal{NP}$–difícil [Letcheford et al. (2002)].

Estrategias de resolución

Cuando se utilizan instancias de tamaños realistas, los algoritmos exactos tradicionales no resultan útiles para una planificación eficiente.

Heurísticas y metaheurísticas permiten calcular soluciones de calidad aceptable en tiempos razonables.

Complejidad del PVCT

Complejidad

Baldacci et al. (2004) estudiaron una variante del *Car Pooling Problem (CPP)* donde trabajadores desean compartir vehículos hacia y desde el lugar de trabajo.
Esta variante es un caso particular del *Vehicle Routing Problem (VRP)* con demanda unitaria, el cual es $\mathcal{NP}$–difícil [Letcheford et al. (2002)].

Estrategias de resolución

Cuando se utilizan instancias de tamaños realistas, los algoritmos exactos tradicionales no resultan útiles para una planificación eficiente.
Heurísticas y metaheurísticas permiten calcular soluciones de calidad aceptable en tiempos razonables.

1 Introducción

2 Definición del problema

3 Trabajo relacionado

4 Implementación

5 Evaluación experimental

6 Planificador de viajes compartidos en línea

7 Conclusiones y trabajo futuro

Trabajo relacionado

Car pooling problem (CPP)

Yan et al. (2011) **CPP con histórico de viajes** (relajación lagrangeana).

Dial–a–ride problem (DARP)

Cordeau et al. (2003) **DARP estático con ventanas de tiempo**.

Búsqueda tabú con tiempos de ejecución de hasta 90 minutos.

Taxi pooling problem (TPP)

Tao et al. (2007) Heurísticas ávidas para **one–to–many** y many–to–one.

Las mejoras se reportan en términos absolutos.

Ma et al. (2013) TPP dinámico con pedidos en tiempo real. 13 % de ahorro en distancia con un algoritmo ávido en **instancias realistas**.

Resumen

Pocos trabajos centrados en el usuario y con un enfoque multiobjetivo.

Trabajo relacionado

Car pooling problem (CPP)

Yan et al. (2011) **CPP con histórico de viajes** (relajación lagrangeana).

Dial–a–ride problem (DARP)

Cordeau et al. (2003) **DARP estático con ventanas de tiempo**.

Búsqueda tabú con tiempos de ejecución de hasta 90 minutos.

Taxi pooling problem (TPP)

Tao et al. (2007) Heurísticas ávidas para **one–to–many** y many–to–one.

Las mejoras se reportan en términos absolutos.

Ma et al. (2013) TPP dinámico con pedidos en tiempo real. 13 % de ahorro en distancia con un algoritmo ávido en **instancias realistas**.

Resumen

Pocos trabajos centrados en el usuario y con un enfoque multiobjetivo.

Trabajo relacionado

Car pooling problem (CPP)

Yan et al. (2011) **CPP con histórico de viajes** (relajación lagrangeana).

Dial–a–ride problem (DARP)

Cordeau et al. (2003) **DARP estático con ventanas de tiempo**.

Búsqueda tabú con tiempos de ejecución de hasta 90 minutos.

Taxi pooling problem (TPP)

Tao et al. (2007) Heurísticas ávidas para **one–to–many** y many–to–one.

Las mejoras se reportan en términos absolutos.

Ma et al. (2013) TPP dinámico con pedidos en tiempo real. 13 % de ahorro en distancia con un algoritmo ávido en **instancias realistas**.

Resumen

Pocos trabajos centrados en el usuario y con un enfoque multiobjetivo.

Trabajo relacionado

Car pooling problem (CPP)

Yan et al. (2011) **CPP con histórico de viajes** (relajación lagrangeana).

Dial–a–ride problem (DARP)

Cordeau et al. (2003) **DARP estático con ventanas de tiempo**.

Búsqueda tabú con tiempos de ejecución de hasta 90 minutos.

Taxi pooling problem (TPP)

Tao et al. (2007) Heurísticas ávidas para **one–to–many** y many–to–one.

Las mejoras se reportan en términos absolutos.

Ma et al. (2013) TPP dinámico con pedidos en tiempo real. 13 % de ahorro en distancia con un algoritmo ávido en **instancias realistas**.

Resumen

Pocos trabajos centrados en el usuario y con un enfoque multiobjetivo.

Trabajo relacionado

Car pooling problem (CPP)

Yan et al. (2011) **CPP con histórico de viajes** (relajación lagrangeana).

Dial–a–ride problem (DARP)

Cordeau et al. (2003) **DARP estático con ventanas de tiempo**.

Búsqueda tabú con tiempos de ejecución de hasta 90 minutos.

Taxi pooling problem (TPP)

Tao et al. (2007) Heurísticas ávidas para **one–to–many** y many–to–one.

Las mejoras se reportan en términos absolutos.

Ma et al. (2013) TPP dinámico con pedidos en tiempo real. 13 % de ahorro en distancia con un algoritmo ávido en **instancias realistas**.

Resumen

Pocos trabajos centrados en el usuario y con un enfoque multiobjetivo.

1 Introducción

2 Definición del problema

3 Trabajo relacionado

4 Implementación

5 Evaluación experimental

6 Planificador de viajes compartidos en línea

7 Conclusiones y trabajo futuro

Algoritmos evolutivos

Definición

- Los *algoritmos evolutivos* (AE) son técnicas estocásticas que emulan el proceso de evolución natural de las especies para resolver problemas de optimización, búsqueda y aprendizaje.
- Un AE es una técnica iterativa (cada iteración se denomina **generación**) que aplica operadores estocásticos sobre un conjunto de individuos (la **población**).
- Cada individuo en la población codifica una solución tentativa al problema y tiene un valor de **fitness**, dado por una función de evaluación que determina su adecuación para resolver el problema.
- El propósito del AE es mejorar el fitness de los individuos en la población mediante la aplicación iterativa de **operadores evolutivos** a individuos seleccionados según su fitness, guiando al AE hacia soluciones tentativas de mayor calidad.

Aspectos comunes

- Tuplas de largo $2N - 1$

  $N = \#$pasajeros.
- Inicialización:

  aleatoria y ávida.
- Cruzamiento basado en posición (PBX).
- Mutación por intercambio (EM).
- Función correctiva:

  desplaza ceros para romper secuencias de dígitos inválidas.
- Implementados en Malva.

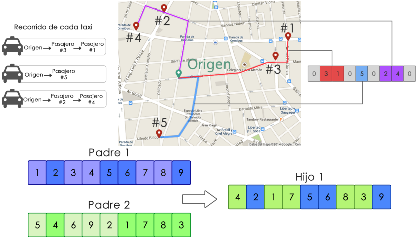
AE para el PVCT monoobjetivo

Aspectos comunes

- Tuplas de largo $2N-1$
  $N = \#\text{pasajeros}$.
- Inicialización:
  aleatoria y ávida.
- Cruzamiento basado en posición (PBX).
- Mutación por intercambio (EM).
- Función correctiva:
  desplaza ceros para romper secuencias de dígitos inválidas.
- Implementados en Malva.

Aspectos comunes

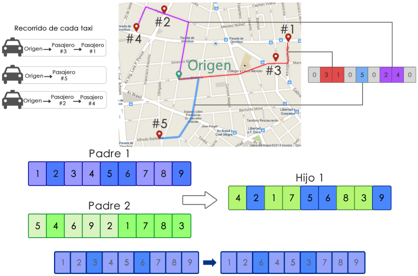
- Tuplas de largo $2N - 1$
  $N = \#$pasajeros.
- Inicialización:
  aleatoria y ávida.
- Cruzamiento basado en posición (PBX).
- Mutación por intercambio (EM).
- Función correctiva:
  desplaza ceros para romper secuencias de dígitos inválidas.
- Implementados en Malva.



AE para el PVCT monoobjetivo

Aspectos comunes

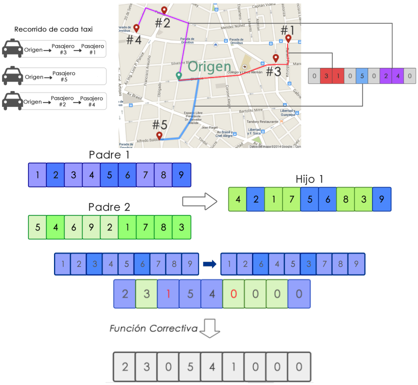
- Tuplas de largo $2N - 1$
  $N = \#\text{pasajeros}$.
- Inicialización:
  aleatoria y ávida.
- Cruzamiento basado en posición (PBX).
- Mutación por intercambio (EM).
- Función correctiva:
  desplaza ceros para romper secuencias de dígitos inválidas.
- Implementados en Malva.



AE para el PVCT monoobjetivo

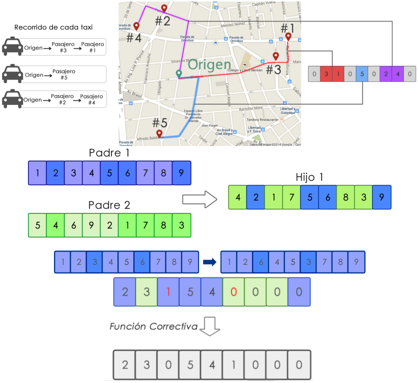
Aspectos comunes

- Tuplas de largo $2N - 1$
  $N = \#\text{pasajeros}$.
- Inicialización:
  aleatoria y ávida.
- Cruzamiento basado en posición (PBX).
- Mutación por intercambio (EM).
- Función correctiva:
  desplaza ceros para romper secuencias de dígitos inválidas.
- Implementados en Malva.



Aspectos comunes

- Tuplas de largo $2N - 1$
  $N = \#$pasajeros.
- Inicialización:
  aleatoria y ávida.
- Cruzamiento basado en posición (PBX).
- Mutación por intercambio (EM).
- Función correctiva:
  desplaza ceros para romper secuencias de dígitos inválidas.
- Implementados en Malva.



AE para el PVCT monoobjetivo

seqEA

AE **secuencial**. Utiliza selección proporcional.

Modelos paralelos en AE

Buscan **mejorar el desempeño** de los AE.
Modelo de subpoblaciones distribuidas: divide la población en **islas** que intercambian individuos mediante **migración**.

AE paralelo con micro–población ($p\mu EA$)

- Poblaciones pequeñas.
- Selección por torneo.
- Migración asíncrona.
- Topología de anillo unidireccional.

AE para el PVCT monoobjetivo

seqEA

AE **secuencial**. Utiliza selección proporcional.

Modelos paralelos en AE

Buscan **mejorar el desempeño** de los AE.
Modelo de subpoblaciones distribuidas: divide la población en **islas** que intercambian individuos mediante **migración**.

AE paralelo con micro–población ($p\mu EA$)

- Poblaciones pequeñas.
- Selección por torneo.
- Migración asíncrona.
- Topología de anillo unidireccional.

AE para el PVCT monoobjetivo

seqEA

AE **secuencial**. Utiliza selección proporcional.

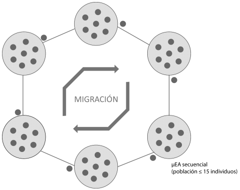
Modelos paralelos en AE

Buscan **mejorar el desempeño** de los AE.

Modelo de subpoblaciones distribuidas: divide la población en **islas** que intercambian individuos mediante **migración**.

AE paralelo con micro–población ($p\mu EA$)

- Poblaciones pequeñas.
- Selección por torneo.
- Migración asíncrona.
- Topología de anillo unidireccional.



AE para el PVCT multiobjetivo

Propósitos en AE multiobjetivos (MOEA)

Acercarse al frente de Pareto del problema (**convergencia**) y muestrear adecuadamente el frente de soluciones (**diversidad**).

pμMOEA/D

$$F = w_C \times CT + w_D \times DT,$$

$$w_C = [0 : \tfrac{1}{\#islas} : 1],\ w_D = 1 - w_C\,.$$

NSGA–II

Ordenamiento no–dominado (elitista) y *crowding* para preservar diversidad.

Aspectos comunes

Función correctiva considera vehículos de distintas capacidades.

Inicialización de la población ávida y selección por torneo.

AE para el PVCT multiobjetivo

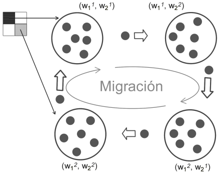
Propósitos en AE multiobjetivos (MOEA)

Acercarse al frente de Pareto del problema (**convergencia**) y muestrear adecuadamente el frente de soluciones (**diversidad**).

pμMOEA/D

$$F = w_C \times CT + w_D \times DT,$$

$$w_C = [0 : \frac{1}{\#islas} : 1], \; w_D = 1 - w_C.$$



NSGA–II

Ordenamiento no–dominado (elitista) y *crowding* para preservar diversidad.

Aspectos comunes

Función correctiva considera vehículos de distintas capacidades.
Inicialización de la población ávida y selección por torneo.

AE para el PVCT multiobjetivo

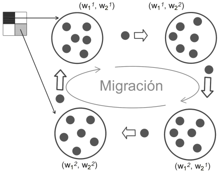
Propósitos en AE multiobjetivos (MOEA)

Acercarse al frente de Pareto del problema (**convergencia**) y muestrear adecuadamente el frente de soluciones (**diversidad**).

pμMOEA/D

$$F = w_C \times CT + w_D \times DT,$$

$$w_C = [0 : \frac{1}{\#islas} : 1],\ w_D = 1 - w_C.$$



NSGA–II

Ordenamiento no–dominado (elitista) y *crowding* para preservar diversidad.

Aspectos comunes

Función correctiva considera vehículos de distintas capacidades.
Inicialización de la población ávida y selección por torneo.

AE para el PVCT multiobjetivo

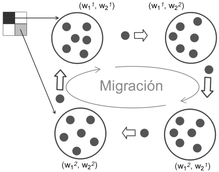
Propósitos en AE multiobjetivos (MOEA)

Acercarse al frente de Pareto del problema (**convergencia**) y muestrear adecuadamente el frente de soluciones (**diversidad**).

pμMOEA/D

$$F = w_C \times CT + w_D \times DT,$$

$$w_C = [0 : \tfrac{1}{\#islas} : 1],\ w_D = 1 - w_C.$$



NSGA–II

Ordenamiento no–dominado (elitista) y *crowding* para preservar diversidad.

Aspectos comunes

Función correctiva considera vehículos de distintas capacidades.
Inicialización de la población ávida y selección por torneo.

AE para el PVCT multiobjetivo

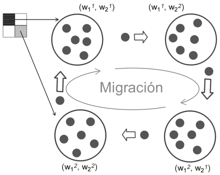
Propósitos en AE multiobjetivos (MOEA)

Acercarse al frente de Pareto del problema (**convergencia**) y muestrear adecuadamente el frente de soluciones (**diversidad**).

pμMOEA/D

$$F = w_C \times CT + w_D \times DT,$$

$$w_C = [0 : \frac{1}{\#islas} : 1],\ w_D = 1 - w_C.$$



NSGA–II

Ordenamiento no–dominado (elitista) y *crowding* para preservar diversidad.

Aspectos comunes

Función correctiva considera vehículos de distintas capacidades.
Inicialización de la población ávida y selección por torneo.

1 Introducción

2 Definición del problema

3 Trabajo relacionado

4 Implementación

5 Evaluación experimental

6 Planificador de viajes compartidos en línea

7 Conclusiones y trabajo futuro

Generación de instancias

Generación de puntos realistas en el mapa

- Generador de Pedidos de Taxis (TQG) con datos de GPS de taxis de Beijing (Ma et al., 2013).
- Script para obtener instancias de un origen a muchos destinos.
- Instancias en Montevideo generadas manualmente.
- API para obtener tarifas TaxiFareFinder (TFF).

Instancias generadas

- **6 chicas:** 10 y 15 pasajeros (Beijing).
- **6 medianas:** 15 y 25 pasajeros (Beijing).
- **6 grandes:** 25 y 45 pasajeros (Beijing).
- **4 en Montevideo:** 8 y 17 pasajeros (Montevideo).

Cuatro variantes de cada instancias para el PVCT multiobjetivo considerando distintas capacidades y tolerancias.

Generación de instancias

Generación de puntos realistas en el mapa

- Generador de Pedidos de Taxis (TQG) con datos de GPS de taxis de Beijing (Ma et al., 2013).
- Script para obtener instancias de un origen a muchos destinos.
- Instancias en Montevideo generadas manualmente.
- API para obtener tarifas TaxiFareFinder (TFF).

Instancias generadas

- **6 chicas:** 10 y 15 pasajeros (Beijing).
- **6 medianas:** 15 y 25 pasajeros (Beijing).
- **6 grandes:** 25 y 45 pasajeros (Beijing).
- **4 en Montevideo:** 8 y 17 pasajeros (Montevideo).

Cuatro variantes de cada instancias para el PVCT multiobjetivo considerando distintas capacidades y tolerancias.

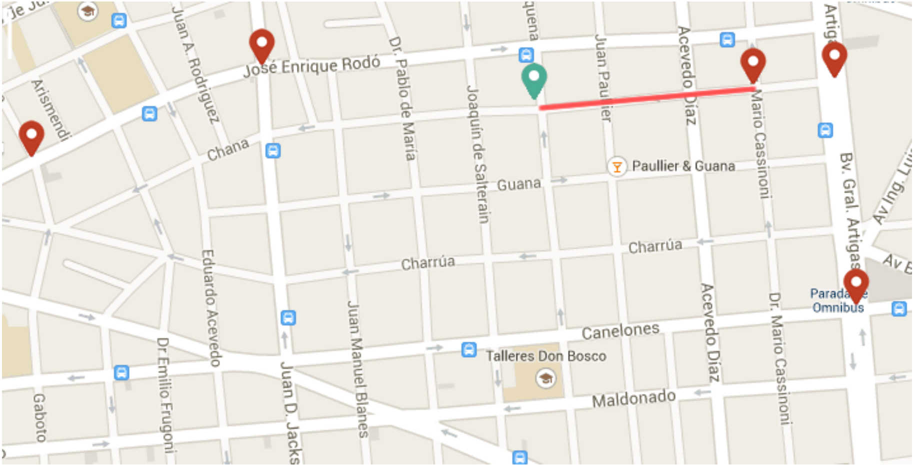
PVCT monoobjetivo

Algoritmo ávido

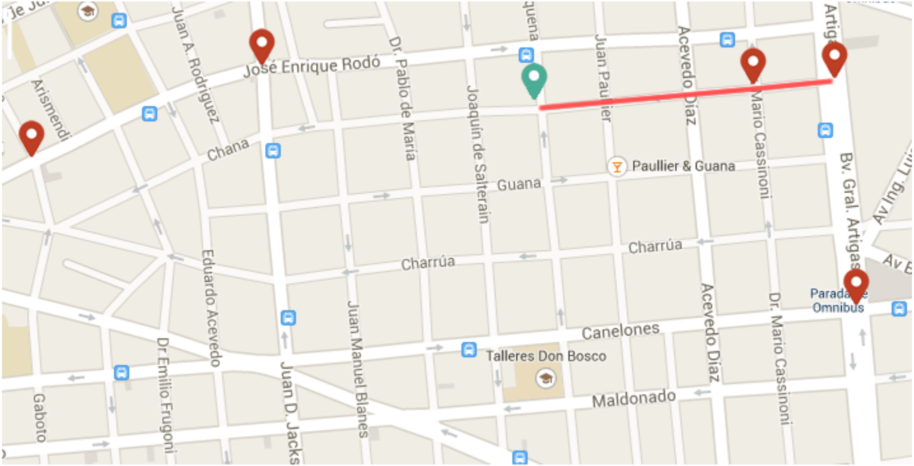
Bla bla bla...

Algoritmo ávido

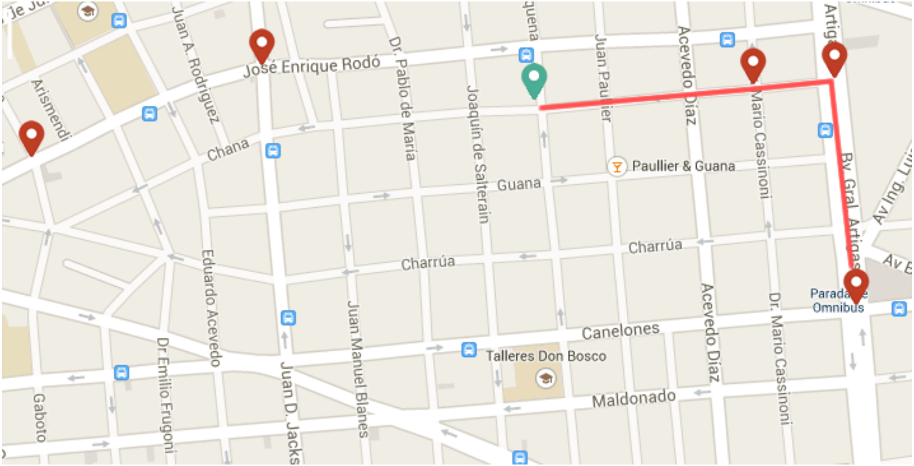
Bla bla bla...



Bla bla bla...

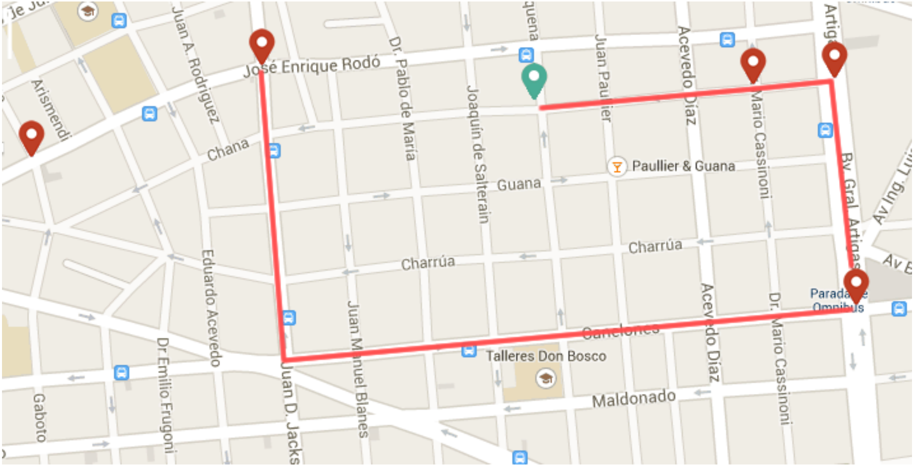

José Enrique Rodó
Arismendi
Juan A. Rodríguez
Chana
Dr. Pablo de María
Joaquín de Salterain
Juan Paullier
Acevedo Díaz
Mario Cassinoni
Bv. Gral. Artigas
Paullier & Guana
Guana
Charrúa
Charrúa
Eduardo Acevedo
Juan Manuel Blanes
Juan D. Jackson
Dr Emilio Frugoni
Gaboto
Canelones
Talleres Don Bosco
Maldonado
Acevedo Díaz
Dr. Mario Cassinoni
Parada de Omnibus

Bla bla bla...


José Enrique Rodó
Juan A. Rodríguez
Arismendi
Chana
Dr. Pablo de María
Joaquín de Salterain
Juan Paullier
Acevedo Díaz
Mario Cassinoni
Paullier & Guana
Guana
Bv. Gral. Artigas
Charrúa
Eduardo Acevedo
Juan Manuel Blanes
Parada de Omnibus
Canelones
Talleres Don Bosco
Maldonado
Dr. Mario Cassinoni
Dr Emilio Frugoni
Juan D. Jackson
Gaboto

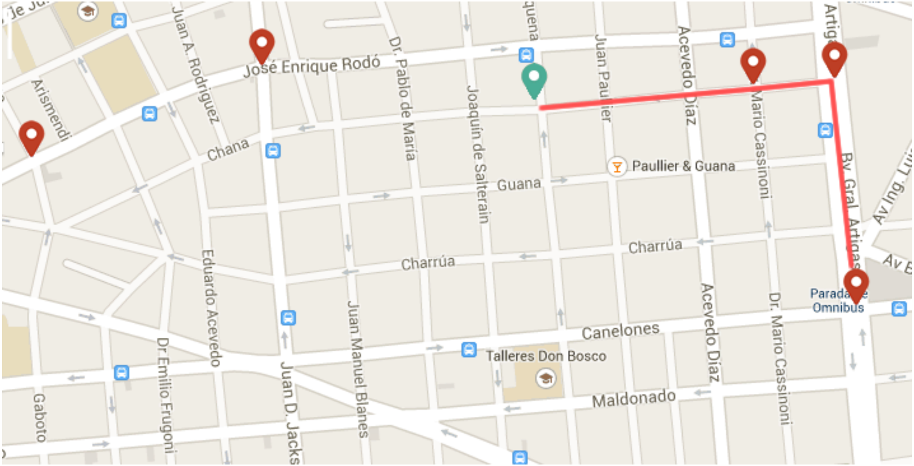
Algoritmo ávido

Bla bla bla...



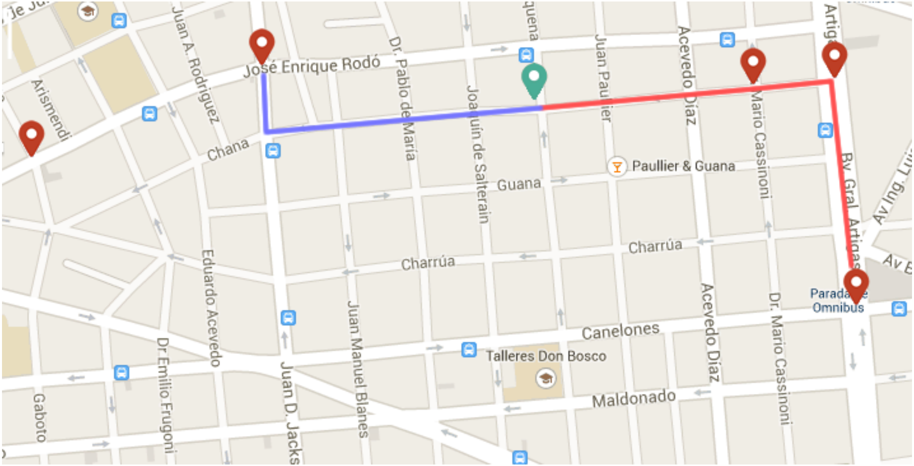
Algoritmo ávido

Bla bla bla...



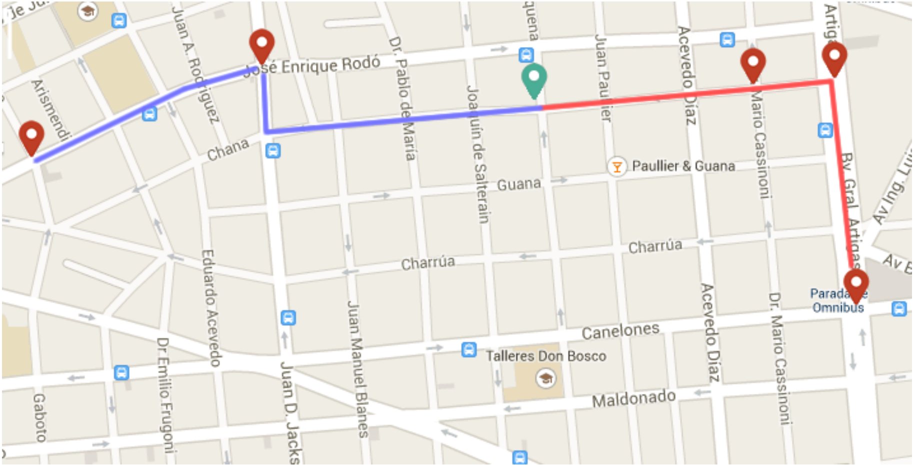
Algoritmo ávido

Bla bla bla...



Algoritmo ávido

Bla bla bla...



Evaluación experimental

Evaluación experimental

Evaluación experimental

Evaluación experimental

Evaluación experimental

Evaluación experimental

1 Introducción

2 Definición del problema

3 Trabajo relacionado

4 Implementación

5 Evaluación experimental

6 Planificador de viajes compartidos en línea

7 Conclusiones y trabajo futuro

Planificador de viajes compartidos en línea

1 Introducción

2 Definición del problema

3 Trabajo relacionado

4 Implementación

5 Evaluación experimental

6 Planificador de viajes compartidos en línea

7 Conclusiones y trabajo futuro

Conclusiones y trabajo futuro