



Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN

APLICACION DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA LA  
OPTIMIZACION DE RUTAS EN EL SERVICIO DE CAR  
POOLING

*CC521 Programación Evolutiva*

Alumno: Arnold Jeremy Bautista Sani

Alumno: Abrahan Raymundo Muñoa

Profesor: Marcos Antonio Alania Vicente

Octubre 2024

# Índice

<b>1</b>	<b>Resumen</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Marco Teórico</b>	<b>3</b>
3.1	Algoritmo genético . . . . .	3
3.2	Algoritmo de Dijkstra . . . . .	4
3.3	Codigo Gray . . . . .	4
3.4	Problema de Car Pooling . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Estado del arte</b>	<b>5</b>
4.1	Optimizing the carpool service problem with genetic algorithm . . . . .	5
4.2	A Hybrid Multi-Objective Carpool Route Optimization Technique using Genetic Algorithm and A* Algorithm . . . . .	5
4.3	Solution To Carpool Problems using Genetic Algorithms . . . . .	6
<b>5</b>	<b>Implementacion</b>	<b>6</b>
5.1	Representacion de individuos . . . . .	6
5.2	Metodo de seleccion . . . . .	7
5.3	Calculo de distnacias . . . . .	7

## 1. Resumen

Actualmente, la congestión del tráfico es un problema importante en todo el mundo, por lo que una alternativa que atenue ello consiste en un sistema de viajes compartidos que aumentará la cantidad de asientos ocupados al disminuir la cantidad de asientos vacíos en los vehículos. El usuario envía la solicitud de viaje compartido a través de alguna plataforma y luego se espera obtener una coincidencia con conductores que sigan esa ruta. Para generar coincidencias aceptables y óptimas se propone un algoritmo genético para una gran cantidad de usuarios. En el desarrollo se busca optimizar este algoritmo cambiando ciertos parámetros.

## 2. Introducción

Lima se ubica en el quinto lugar del índice de ciudades con peor congestión vehicular del mundo y ocupa el primer lugar en la región en 2023, según el índice TomTom Traffic. Las medidas para controlar el “caos vehicular” apuntan a distintas direcciones. Desde reducir los límites de velocidad, encarecer las multas de tránsito o implementar la políticas de restricción vehicular como “Pico y Placa”.

Como resultado de eso, hay más automóviles circulando por las carreteras, lo que provocó un aumento de los problemas de congestión del tráfico y también afectó al medio ambiente. En una zona urbana hay diferentes opciones disponibles para el transporte público, pero tienen la desventaja del nivel de comodidad. Por lo tanto, el usuario puede viajar en un vehículo personal, pero solo lo usarán una o dos personas, lo que solo generará problemas de congestión del tráfico.

Según un estudio, la tasa de ocupación promedio es de 1,5 personas por vehículo, por lo que es necesario hacer mucho para aliviar este problema. El uso compartido del automóvil no solo ayuda a resolver el problema de la congestión del tráfico, sino que también ayuda a aumentar la tasa de ocupación. Por lo tanto, es una solución eficaz para nuestro problema. En el uso compartido del automóvil, los conductores comparten sus vehículos con uno o más pasajeros adicionales cuyos destinos son similares, por lo que se reducirá automáticamente la cantidad de automóviles en la ruta.

## 3. Marco Teórico

### 3.1. Algoritmo genético

Un algoritmo genético es uno de los muchos algoritmos que buscan en un espacio de soluciones la solución óptima para un problema. Esta búsqueda se realiza de una manera que imita el funcionamiento de la evolución: se forma una “población” de posibles soluciones y se forman nuevas soluciones reproduciendo las mejores soluciones de los miembros de la población para formar una nueva generación. La población evoluciona durante muchas generaciones; cuando el algoritmo termina, se obtiene la mejor solución. Los algoritmos genéticos son particularmente útiles para problemas en los que es extre-

madamente difícil o imposible obtener una solución exacta, o para problemas difíciles en los que puede no ser necesaria una solución exacta [1].

<i>Individual</i>	<i>w</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>f</i>
1010111010000011	10	14	8	3	671
0110100111110110	6	9	15	6	-43
0111011011101011	7	6	14	11	239
0001011010000000	1	6	8	0	-91

Figura 1: Representacion de individuos en un algoritmo genetico, tanto en genotipo y fenotipo [1].

### 3.2. Algoritmo de Dijkstra

Se trata de un algoritmo que debe su nombre a E.W. Dijkstra, resuelve el problema de la obtencion del camino mas corto entre un nodo especifico de un grafo ponderado y el resto de nodos, esto se logra estableciendo el nodo de origen como 'nodo fijo' y en una serie de iteraciones ir mapeando todos los nodos a donde se puede ir y escogiendo el de menor costo de viaje y agregandolo como nodo fijo, se repite esta operacion hasta que todos los nodos esten marcados como nodos fijos [2].

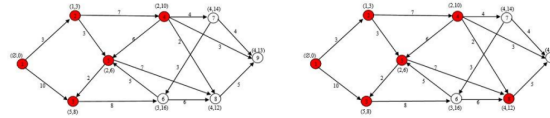


Figura 2: Proceso de ejecucion de algoritmo de Dijkstra [2].

### 3.3. Codigo Gray

Este código Gray pertenece a una clase de códigos llamados códigos de cambio mínimo, en los que solo cambia un bit del grupo de códigos al pasar de un paso al siguiente. Se trata de un código no ponderado, lo que significa que no hay pesos específicos asignados a la posición del bit. Por este motivo, el código Gray no es adecuado para operaciones aritméticas, pero se aplica en dispositivos de entrada/salida y en algunos tipos de convertidores analógico-digitales (ADC) [3].

TABLE 44.8 Gray Code

<i>Decimal</i>	<i>Binary Code</i>	<i>Gray Code</i>	<i>Decimal</i>	<i>Binary Code</i>	<i>Gray Code</i>
0	0000	0000	8	1000	1100
1	0001	0001	9	1001	1101
2	0010	0011	10	1010	1111
3	0011	0010	11	1011	1110
4	0100	0110	12	1100	1010
5	0101	0111	13	1101	1011
6	0110	0101	14	1110	1001
7	0111	0100	15	1111	1000

Figura 3: Visualizacion de la representacion gray, binaria y decimal [3].

### 3.4. Problema de Car Pooling

El carpooling es una forma de transporte en la que varias personas comparten un vehículo para realizar un trayecto común, ya sea en coches particulares o en vehículos de transporte especializado. Dicho de otro modo, el carpooling implica que varios pasajeros viajen juntos en un mismo coche, conducido por uno de ellos, para llegar al mismo destino [4].

Ahora el problema subyace en como obtener la ruta mas optima para realizar un recorrido que lleve a todos los pasajeros a su destino considerando que cada calle tiene un peso asociado a la dificultad de moverse por dicha via debido a factores como la distancia o el trafico a su vez que se tiende a mantener ciertos parametros logicos en el calculo de las rutas como que un pasajero no puede ser llevado a su destino sin antes haber sido recogido o que no se puede llevar o recoger dos veces a un pasajero.

## 4. Estado del arte

En este capítulo se realiza una breve revisión de trabajos anteriores relacionados con la temática de la aplicación de algoritmos genéticos al problema de car pooling.

### 4.1. Optimizing the carpool service problem with genetic algorithm

En el artículo se propone un sistema que se compone en dos módulos: el módulo de cliente móvil y el módulo de servicios globales de viajes compartidos. El usuario primero debe enviar una solicitud de viaje compartido utilizando cualquier teléfono inteligente con Android y obtener una coincidencia dentro del módulo de cliente móvil a través del módulo de nube global. Con la ayuda del módulo de servicio global de viajes compartidos basado en algoritmo genético, se generan coincidencias aceptables. Para reducir el tiempo necesario y encontrar la mejor coincidencia, propusimos un algoritmo genético para una gran cantidad de usuarios.

### 4.2. A Hybrid Multi-Objective Carpool Route Optimization Technique using Genetic Algorithm and $A^*$ Algorithm

Este trabajo presenta un algoritmo híbrido GA- $A^*$  para obtener rutas óptimas para el problema del uso compartido de vehículos en el dominio de la optimización multiobjetivo que tiene múltiples objetivos en conflicto. Se emplea el algoritmo  $A^*$ , para mejorar la eficiencia de las rutas óptimas obtenidas mediante el algoritmo genético. Las rutas refinadas, obtenidas mediante el algoritmo GA- $A^*$ , se someten además a una prueba de dominancia para obtener soluciones no dominantes basadas en la optimización de Pareto. La distancia de la ruta y la distancia de desvío para las rutas óptimas obtenidas utilizando el algoritmo propuesto son consistentemente menores para el mismo número de pasajeros en comparación con los datos correspondientes obtenidos utilizando el algoritmo existente. Se señala que el algoritmo propuesto funcionó mejor que el algoritmo existente utilizando solo el algoritmo genético.

### 4.3. Solution To Carpool Problems using Genetic Algorithms

En este documento, se describe en detalle un sistema mejorado de uso compartido de vehículos, que brinda a los usuarios de vehículos compartidos el uso de los servicios de uso compartido de vehículos a través de un dispositivo portátil inteligente en cualquier lugar y en cualquier momento. Este sistema consta de información geográfica, de tráfico y social y se utiliza para gestionar solicitudes y encontrar la ruta mínima. Se aplica un algoritmo avanzado de coincidencia y ruta de viaje compartido basado en genética (AGCRMA) para el problema de optimización multiobjetivo llamado problema de servicio de viaje compartido (CSP).

## 5. Implementacion

Se desarrollara la implementacion de un algoritmo de calculo de rutas optimas junto a la implementacion de una visualizacion grafica.

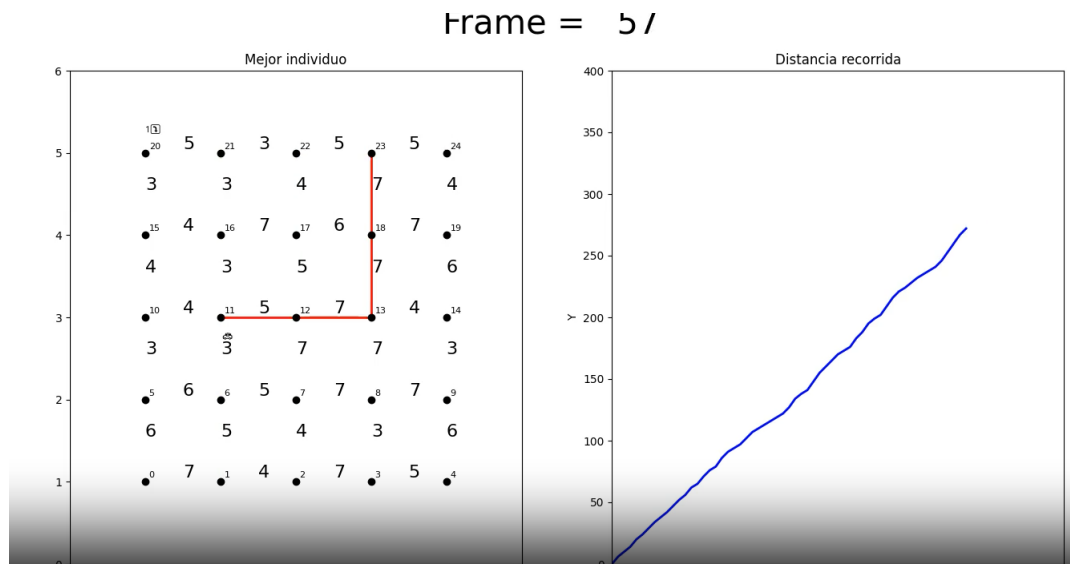


Figura 4: Visualizacion de los ultimos nodos visitados por el auto a medida que va recogiendo pasajeros y una evolucion de la distancia recorrida por iteracion [1].

### 5.1. Representacion de individuos

Los individuos seran representados mediante cromosomas en codigo gray donde cada uno de sus genes representa una 'tag' del nodo donde tiene que ir a recoger o dejar a un pasajero, esto hace que se requieran un numero de cromosomas dos veces la cantidad de pasajeros para representar a un individuo

## 5.2. Metodo de seleccion

Se seleccionara a los individuos mediante un metodo basado en ranking donde la probabilidad es lineal, este metodo disminuye el riesgo de convergencia prematura que se produce cuando se utiliza selección de ruleta en poblaciones con unos pocos individuos con medidas de desempeño muy superiores a las del resto. Util para evitar estancarse en maximos locales

## 5.3. Calculo de distnacias

Se utilizara el algoritmo de Dijkstra para el calculo de todas las distancias entre nodos, para evitar una mala performance durante las iteraciones de cada generacion se creara una lista de valores ya calculados de distancias.

## Referencias

- [1] S. Thede, "An introduction to genetic algorithms," *Journal of Computing Sciences in Colleges*, vol. 20, 10 2004.
- [2] A. Javaid, "Understanding dijkstra algorithm," *SSRN Electronic Journal*, 01 2013.
- [3] eeeguide, "What is gray code?" ultimo acceso Octubre 2024. [Online]. Available: <https://www.eeeguide.com/what-is-gray-code/>
- [4] B. Santander, "¿qué es el carpooling y cómo fomentarlo en tu empresa?" ultimo acceso Octubre 2024. [Online]. Available: <https://www.impulsa-empresa.es/carpooling-que-es-como-funciona/>