Actividad 1 - Grupo 13

Consigna

> 💡 Ingresar a https://es.wikipedia.org/wiki/Problema_del_viajante
> Se pide: explicar el problema del viajante, realizar el cálculo de la combinaciones posibles para 15 ciudades y buscar los métodos heurísticos indicados en esta página web para realizar un pequeño resumen de estos métodos.

Problema del viajante

El problema del viajante plantea y resuelve la siguiente duda: Dada una lista de ciudades juntos a sus respectivas distancias entre cada una de ellas, ¿Cuál es la ruta más corta posible que visita cada ciudad una sola vez y al finalizar regresa a la ciudad de origen?

Combinaciones de 15 ciudades

Si queremos realizar el cálculo de las combinaciones posibles para 15 ciudades tendremos en cuenta dos cosas. Como no nos importa de que ciudad se inicie el recorrido y tampoco la dirección que tome el recorrido, el calculo a realizar será (15-1)! / 2, esto dando como resultado aproximadamente 435891456×10

Métodos heurísticos

En la página se pueden observar varias categorías de heurísticas, estas son:

Heurísticas Constructivas

1. **Algoritmo Greedy:** Permite al viajante elegir la ciudad más cercana que todavía no haya sido visitada como el siguiente destino, haciendo una ruta más corta de forma rápida. Aunque no es perfecta, ya que en promedio produce una ruta un 25% más larga que la óptima y puede dar el peor camino en ciertas distribuciones. La variación **Fragmento Más Cercano** conecta fragmentos de ciudades cercanas y puede encontrar rutas más cortas mediante iteraciones sucesivas
2. **Minimum Spanning Tree:** El resultado suele ser de hasta el doble que el de la ruta más óptima
3. **Algoritmo de Christofides:** Da un resultado un poco mejor que el del Spanning Tree, siendo de una proporción de aproximación de 1.5
4. **Match Twice and Stich(MTS):** Compara secuencialmente conjuntos de aristas para crear ciclos que luego se unen en una única ruta

Mejora Iterativa

1. **Intercambio 2-opt:** Implica eliminar dos aristas en cada iteración y reemplazarlas por otras dos aristas que reconecten los fragmentos de forma más corta.
2. **Heurística k-opt:** Se eliminan k aristas disjuntas y se reconectan los fragmentos sin formar subcaminos separados.
3. **Heurística V-opt:** Es una generalización del k-opt donde el número de aristas eliminadas no está fijado, sino que se incrementa durante el proceso de búsqueda.

Mejoras Aleatorias

1. **Algoritmos optimizados de cadenas de Márkov con búsquedas locales:** Combinan cadenas de Márkov y heurísticas de búsqueda local como subalgoritmos para encontrar rutas muy cercanas a la óptima en instancias de hasta 700-800 ciudades.

Optimización por Colonia de Hormigas (ACS)

1. Simula el comportamiento de las hormigas en la naturaleza para resolver el TSP. Las hormigas exploran las rutas posibles en el mapa, eligiendo la siguiente ciudad en función de la distancia y la cantidad de feromonas en cada arista. Las feromonas se actualizan al terminar el recorrido. El camino más corto recibe más feromonas, incentivando a otras hormigas a seguir esta ruta. Con el tiempo, esto lleva a la identificación de rutas cercanas a la óptima.

Casos Especiales

1. **TSP Métrico:** Las distancias entre las ciudades satisfacen la Desigualdad Triangular, que significa que la distancia directa entre dos puntos no es mayor que la distancia a través de un tercer punto. Para resolverlo, se puede utilizar métodos basados en un MST como límite inferior para estimar la ruta más óptima.
2. **TSP Euclidiano:** Utiliza la distancia euclidiana entre puntos en un plano y cumple con la Desigualdad Triangular. Para resolverlo se puede utilizar métodos como el árbol de expansión mínima euclidiano, calculado en tiempo O(n log n)
3. **TSP Asimétrico:** La distancia entre dos puntos no es necesariamente la misma en ambas direcciones. Este tipo de problema se da en aplicaciones prácticas como el enrutamiento de calles, donde hay vías de un solo sentido, carreteras con diferentes restricciones de tránsito y rutas de acceso específicas

4. **Conversión al TSP Simétrico:** Para simplificar la resolución del TSP Asimétrico, se puede convertir la matriz de distancias asimétrica N x N en una matriz simétrica de 2N x 2N. En este proceso, cada nodo del grafo original se duplica en un "nodo fantasma" que facilita una evaluación simétrica. En la nueva matriz, cada nodo real está vinculado a su nodo fantasma con un costo muy bajo (generalmente $-\infty$ o 0), que permite "saltos" entre nodos duplicados sin incurrir en costos significativos.