

# **REPORTE DEL PROBLEMA DEL AGENTE VIAJERO**

## **MATEMÁTICAS COMPUTACIONALES**

BENNY OZIEL ZAPATA VALLES

1727838

### ***El problema del agente viajero***

Dado un conjunto finito de ciudades, y costos de viaje entre todos los pares de ciudades, encontrar la forma más barata de visitar todas las ciudades exactamente una vez, y volver al punto de partida.

La dificultad de este problema consiste, principalmente, en la implementación de cada una de las posibilidades que se tiene al realizar dicho recorrido, donde se comparan las rutas con el menor peso, para deducir el recorrido más óptimo por el menor gasto. Es decir, la complejidad de este problema aumenta al crecer el número de ciudades por recorrer, considerando así, más posibles variables, rutas de viajes y por supuesto, el resultado de la ruta más corta.

### ***Algoritmo de aproximación***

Son algoritmos exactos para encontrar soluciones óptimas requieren tiempo superpolinomial, para estos algoritmos su tiempo de corrida es exponencial.

Los algoritmos de aproximación surgen de la inquietud de la comunidad científica en los años 70's, donde se pensó que las dos clases P y NP eran distintas y que por lo tanto no había algoritmos de tiempo polinomial que fuesen capaces de resolver estos problemas en NPO. En general, el objetivo de estos algoritmos es, como su nombre lo dice, formar una aproximación al resultado deseado, pues al ser elevado grado de complejidad, su resultado exacto es igual de complicado encontrar.

### ***Árbol de Expansión***

Un árbol de expansión es un árbol compuesto por todos los vértices y algunas (posiblemente todas) de las aristas de G. Al ser creado un árbol no existirán ciclos, además debe existir una ruta entre cada par de vértices.

## ***Árbol de expansión mínima***

Este problema surge cuando todos los nodos de una red, o grafo, deben conectar entre ellos, sin formar un loop, es decir, sin que se repitan o entren a un ciclo indefinido.

Este problema se refiere a utilizar las ramas o aristas de la red para llegar a todos los nodos de la misma, de la tal manera que se minimiza la longitud total.

### ***Algoritmo de Kruskal***

Es un algoritmo de la teoría de grafos para encontrar un árbol recubridor mínimo en un grafo conexo y ponderado.

```
función Kruskal( $G$ )
  Para cada  $v$  en  $V[G]$  hacer
    Nuevo conjunto  $C(v) \leftarrow \{v\}$ .
    Nuevo heap  $Q$  que contiene todas las aristas de  $G$ ,
ordenando por su peso.
    Defino un arbol  $T \leftarrow \emptyset$ 
    //  $n$  es el número total de vértices
    Mientras  $T$  tenga menos de  $n-1$  aristas y  $!Q.vacío()$ 
hacer
  ( $u, v$ )  $\leftarrow Q.sacarMin()$ 
  // previene ciclos en  $T$ . agrega  $(u, v)$  si  $u$  y  $v$ 
están diferentes componentes en el conjunto.
  // Nótese que  $C(u)$  devuelve la componente a la que
pertenece  $u$ .
  Si  $C(v) \neq C(u)$  hacer
    Agregar arista  $(v, u)$  a  $T$ .
    Merge  $C(v)$  y  $C(u)$  en el conjunto
  Responder arbol  $T$ 
```

### ***Descripción del problema***

Como proyecto de vida personal, se quiere visitar un conjunto de 10 países más atractivos del continente americano, de tal manera que se puedan visitar los diez países con el menor recorrido posible y regresando al final del recorrido al país de inicio.

En esta ocasión las ciudades a visitar son las siguientes:

1. México
2. Chile
3. Colombia
4. Canadá
5. Venezuela
6. Argentina
7. Brasil
8. Perú
9. Uruguay
10. Puerto Rico

A continuación, se toman a consideración las distancias entre las ciudades anteriormente mencionadas de tal manera en la que todas estén conectadas entre sí y que la distancia entre una y otra sea la misma tanto de ida como de regreso.

En la siguiente tabla se observa la comparativa entre, la ciudad de partida a la ciudad deseada y la magnitud de la distancia que está dada por miles de kilómetros.

<b><i>Ciudad De Partida</i></b>	<b><i>Ciudad Por Arribar</i></b>	<b><i>Distancia (En miles de Km )</i></b>
México	Chile	9
México	Colombia	3.5
México	Canadá	3.3
México	Venezuela	3.9
México	Argentina	7
México	Brasil	6.5
México	Perú	4.6
México	Uruguay	8.2
México	Puerto Rico	3.8
Chile	Colombia	7
Chile	Canadá	10.9
Chile	Venezuela	6.9
Chile	Argentina	3.1
Chile	Brasil	5
Chile	Perú	4.9
Chile	Uruguay	2.5
Chile	Puerto Rico	7.8
Colombia	Canadá	4.7
Colombia	Venezuela	0.6
Colombia	Argentina	3.3
Colombia	Brasil	2.5
Colombia	Perú	1.4
Colombia	Uruguay	4.5
Colombia	Puerto Rico	1.7
Canadá	Venezuela	4.1
Canadá	Argentina	8
Canadá	Brasil	7.1
Canadá	Perú	6
Canadá	Uruguay	9
Canadá	Puerto Rico	3.2
Venezuela	Argentina	3.8
Venezuela	Brasil	2.7
Venezuela	Perú	2.1
Venezuela	Uruguay	4.9
Venezuela	Puerto Rico	1
Argentina	Brasil	1.9
Argentina	Perú	2.3
Argentina	Uruguay	1.2
Argentina	Puerto Rico	4.7
Brasil	Perú	1.5

Brasil	Uruguay	2.5
Brasil	Puerto Rico	3.3
Perú	Uruguay	3.6
Perú	Puerto Rico	3.7
Uruguay	Puerto Rico	5.8

### ***Aplicación de Krushkal.***

Para este algoritmo, se obtienen rutas buenas para el objetivo del problema, pero no se puede asegurar que esas rutas sean las mejores.

A continuación se muestra un resumen de tres de las mejores soluciones obtenidas. Tomando México siempre como punto de partida.

#### **Primera solución ofrecida:**

Con la ruta

México – Puerto Rico - Uruguay – Perú – Canadá – Argentina – Chile – Venezuela - Colombia – Brasil – México

Con un peso total aproximado de 35 mil kilómetros.

#### **Segunda solución ofrecida:**

México – Uruguay - Puerto Rico – Perú – Brasil – Argentina – Chile – Venezuela - Colombia – Canadá – México

Con un peso total aproximado de 31 mil kilómetros.

#### **Tercera Solución ofrecida:**

México – Uruguay - Colombia – Perú – Canadá– Argentina –Venezuela – Chile  
- Puerto Rico – Brasil – México

Con un peso total aproximado de 30 mil kilómetros.

Para todas estas soluciones con este algoritmo obtenemos que, nos da una posible solución, la cual no necesariamente es considerada y comprobada como la mejor de todas las posibles.

## ***Vecino Más Cercano***

### ***Algoritmo del vecino más próximo***

Uno de los primeros algoritmos utilizados para determinar una solución para el problema del viajante. Este método genera rápidamente un camino corto, pero generalmente no el ideal.

Haciendo un resumen con los datos obtenidos de la utilización de este programa, en el cual se tomaba como ruta más optima el vecino o nodo más cercano, o con menos peso, del grafo estudiado. Se formó la siguiente ruta, según, más óptima.

México – Canadá - Puerto Rico - Venezuela – Colombia – Perú – Brasil – Argentina – Chile – Uruguay – México

Con un peso final aproximado de 27 miles de kilómetros.

## ***Método Exacto***

A continuación, con este método lo que se pretende es corroborar su potencia y eficacia, por lo cual, serán tomadas varias partidas para cada simulación para así tener diferentes rutas dependiendo del lugar donde se comienza el recorrido.

### **Primera Simulación**

Para este inicio, se tomará como punto de partida México, una vez ingresados los datos correspondientes para cada distancia entre países obtenemos que

La mejor ruta sería:

México – Colombia – Perú – Brasil – Argentina – Uruguay – Chile - Venezuela- Puerto Rico – Canadá - México

Con un recorrido final de 22 miles de kilómetros.

### **Segunda Simulación**

Para esta segunda simulación se tomará como punto de partida la isla caribeña de Puerto Rico, para así encontrar nuestro mejor recorrido si partimos de aquí.

La mejor ruta sería:

Puerto Rico – Colombia – Perú – Brasil – Argentina – Uruguay – Chile – Venezuela – México – Canadá - Puerto Rico

Con un recorrido final de 22 miles de kilómetros.

### **Tercera Simulación**

Para este caso, será tomado el único país habla inglesa de la lista, Canadá.

La mejor ruta sería:

Canadá – México – Colombia – Venezuela - Puerto Rico – Brasil – Argentina – Uruguay – Chile – Perú - Canadá

Con un recorrido final de 28 mil kilómetros.

### **Cuarta Simulación**

En esta simulación tomaremos como comienzo a aquel país dominado por ritmo y futbol, es decir, Brasil será nuestro punto de partida.

La mejor ruta sería:

Brasil – Argentina – Uruguay – Chile – Perú – Colombia – Venezuela - Puerto Rico – Canadá – México - Brasil

Con un recorrido final de 27 mil kilómetros.

### **Quinta Simulación**

Esta vez nuestra aventura comenzará en el país con la gente más cálida y, se dice, las mujeres más hermosas del mundo, Colombia.

La mejor ruta sería:

Colombia – Venezuela - Puerto Rico – Canadá – México – Perú – Argentina – Uruguay – Chile – Brasil - Colombia

Con un recorrido final de 27 mil kilómetros.

Es importante concluir que, aunque, todos los algoritmos investigados, trabajan y se enfocan en resolver el problema del agente viajero, se posible notar que, todos tienen un rendimiento diferentes, un resultado diferente, y, por lo tanto una ruta diferente, las cuales serán escogidas según conveniencias.

Paralelamente, es importante también concluir que, aunque este algoritmo nos sirve mucho para nuestro caso de recorrer diferentes países, también tiene una amplia gama de usos los cuales abarcan un gran número de tópicos. Algunos de los ejemplos más claros serían: poder distribuir cierto producto con el menor número de gastos, ya sea por material trasportado o por costo de envío, otra podría ser la misma aplicación de visitar lugares, solo que con diferente propósito, como llevar ayuda a lugares necesitados, recoger personas en calidad de peligro y cosas de esa índole.

En general, se trata de abordar una optimización de tiempo, recursos y/o distancias, generando así el recorrido más audaz y concreto para nuestro propósito.