

Optimización de Ruta de Servicio a Domicilio para un Negocio de Comida Local

Jesús Fernando Corral Flores¹, Dr. Luis Alberto Rodríguez Picón²,
Dr. Luis Carlos Méndez González³ y Dr. Iván Juan Carlos Pérez Olguín⁴

Resumen—La determinación de rutas óptimas de recorrido es un problema importante que se ve reflejado en diferentes situaciones de la vida real. Por otra parte, este es un problema de interés dado que permite optimizar recursos en los procesos de entrega. En el presente artículo se aborda la problemática de un negocio de servicio local con entregas de comida a domicilio bajo pedido. Se considera que la planificación de las visitas no cuenta con un modelo de ruta óptima en cuanto a los tiempos de entrega y distancia. Con la intención de determinar una ruta de recorrido óptima se considera el algoritmo del agente viajero, el cual es implementado en el software estadístico R. Este algoritmo permitió establecer la ruta óptima para realizar entregas de pedidos en nueve puntos de la ciudad considerada, esto al tomar en cuenta un periodo específico de entrega

Palabras clave— Agente viajero, software R, Optimización, Distancia Euclidiana, Recorrido Optimo.

Introducción

La toma de decisiones siempre ha sido un factor importante en la vida cotidiana de las personas, todos los días se hace frente a este tipo de cosas ya sea decidir entre comprar varios artículos, elegir un paquete de telefonía o elegir el camino más rápido hacia casa o trabajo. Esta investigación aborda el problema del agente viajero como solución a una ruta óptima. En la actualidad existen varios softwares que ayudan a determinar posibles soluciones a problemas donde se requiere optimizar recursos siendo de manera más rápida y efectiva que las formas tradicionales manuales, pero esto no quiere decir que sea fácil tiene su complejidad dado a sus diversas soluciones.

El problema de la planeación de rutas en ámbito del enrutamiento de transporte ha sido un tema de gran interés debido a su alta complejidad computacional. Una de las variaciones a este problema es: el problema del agente viajero- Travel Salesman Problem (TSP). (Soto, Soto, & Pinzón, 2008)

El Problema del Agente Viajero es aún un problema abierto en el área de conocimiento de la Programación Matemática. Desde los años cincuenta ha despertado mucho interés dentro de la comunidad científica por su forma sencilla de enunciarse y por su extrema dificultad en resolverse, aun teniendo a mano el desarrollo tecnológico con computadoras cada día más veloces y un sinnúmero de ideas para tratarlo, desde los aportes teóricos, hasta métodos de aproximación como Simulated Annealing, Greedy, Inteligencia Artificial, Simulación heurística, entre otros. (Casanova, 2017)

Los autores ya mencionados dejan claro que es un método con cierto grado de dificultad, ya en la parte del desarrollo del problema en el libro de investigación de operaciones de Taha (2012) se habla un poco más en que consiste este modelo: Clásicamente, el problema de TSP tiene que ver con hallar el recorrido más corto (cerrado) en una situación de “n” ciudades, donde cada ciudad es visitada exactamente una vez antes de regresar al punto de partida. (Taha, 2012)

Entre más puntos de visita hay, más complejo se vuelve el ejercicio y ante esto hay más posibles soluciones tal como se explica en el libro de “Grafos: software para la construcción, edición y análisis de grafos” Que dice lo siguiente: El problema del agente viajero es un problema común en el ciclo de Hamilton y es catalogado como un problema de complejidad “np” completo, es decir, el número de posibles soluciones crece exponencialmente con el número de nodos del grafo (ciudades) y rápidamente sobrepasa las capacidades de cálculo de los ordenadores más potentes. (Villalobos, 2010)

Basados en esta información, este proyecto de investigación está dirigido a un negocio de comida local, el cual tiene puntos de entrega en diferentes direcciones, cabe resaltar que hay un tiempo establecido para realizar estas entregas y el punto primordial es optimizar recursos, disminuyendo distancias que a su vez disminuye el tiempo ya

¹ Jesús Fernando Corral Flores, estudiante de ingeniería industrial y de sistemas, Universidad Autónoma De Ciudad Juárez. al137631@alumnos.uacj.mx (autor corresponsal)

²Dr. Luis Alberto Rodríguez Picón, Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

³Dr. Luis Carlos Méndez Gonzales, Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

⁴ Dr. Iván Juan Carlos Pérez Olguín, Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

que son variables dependientes entre sí. Para llevar a cabo este problema del agente viajero se decidió utilizar el software R el cual es la herramienta principal para obtener el resultado o ruta optima de esta investigación y con ayuda de Google Maps calcular distancias.

Descripción del Método

En la Figura 1 se representa el diagrama de flujo con el cual se definen las actividades que se llevan a cabo para la metodología de esta investigación.



Figura 1. Diagrama de flujo del método.

1. Localizar punto de entrega: Para recopilar los puntos de entrega se pidió a los clientes la dirección donde se entregaría su pedido. Obteniendo 9 puntos de entrega en total. Por lo regular los pedidos son vía llamada telefónica o bien mensaje por WhatsApp. Teniendo esta información con anticipación es posible ir acomodando los puntos o nodos por sector, colonia o calles.
2. Determinar distancias de recorrido: Teniendo ya los puntos o nodos ubicados lo siguiente es obtener las distancias y para esto se utilizó la aplicación de Google Maps, en la cual aparece la distancia que había desde nuestro punto de partida hasta la dirección proporcionada por el cliente.
3. Elaborar matriz de distancias: Después de tener las distancias del punto de partida a los puntos de entrega se creó una matriz de 10x10 incluyendo el punto de origen. Cabe mencionar que también se estimaron las distancias entre cada uno de los puntos para poder llenar la información de la matriz.
4. Solución distancia euclidiana: Para poder obtener la solución de distancia euclidiana se programó un código en el software R.
5. Solución del recorrido óptimo: Se programó un código en el software R, para la obtención del recorrido óptimo y grafico de ruta.

Resultados

1. En este primer punto como se mencionó se recopilaron los puntos de entrega mediante información proporcionada por el cliente teniendo los puntos de entrega de la siguiente manera.

Punto	Dirección
1	Capulín 8140
2	Carmen Serdán 7639
3	Capulín 7326
4	Av. Miguel de la Madrid 7071
5	Del Granjero 7826
6	Avena 8835
7	Mamey 6205
8	Atzimba 5585
9	Sonora 6128
10	Regina 6522

Cuadro 1. Representa los puntos de entrega.

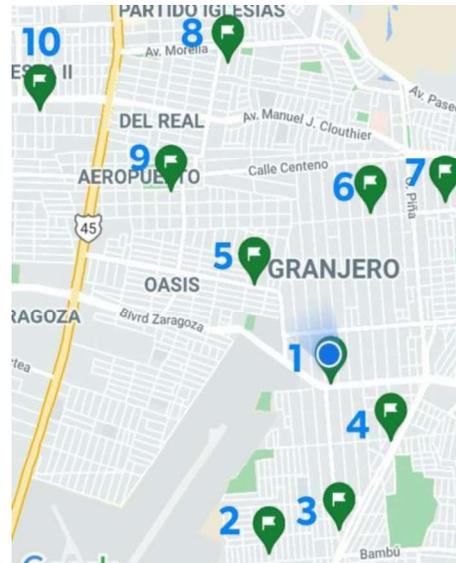


Figura 2. Puntos de entrega en el mapa.

2. En este segundo paso con la ayuda Google Maps se obtuvieron las distancias en las figuras 3, 4 y 5 se puede ver el ejemplo de cómo se llevó a cabo la determinación de las distancias de los puntos de entrega.

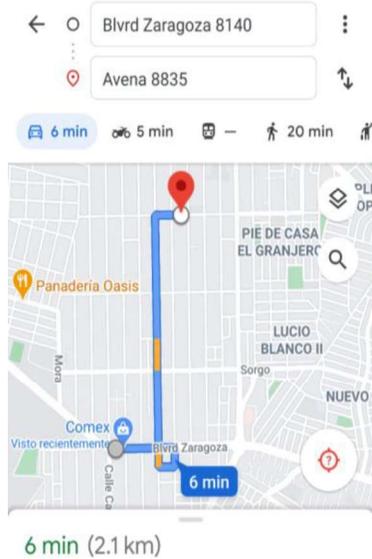


Figura 3. Distancias 1-6.

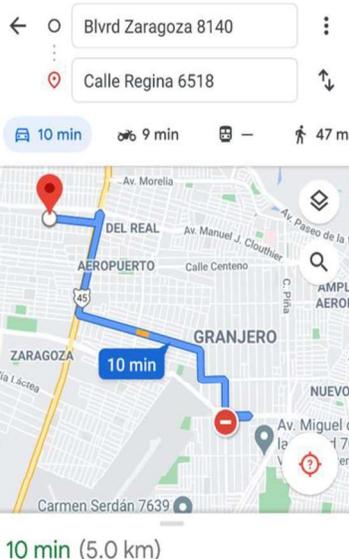


Figura 4. Distancias 1-10.

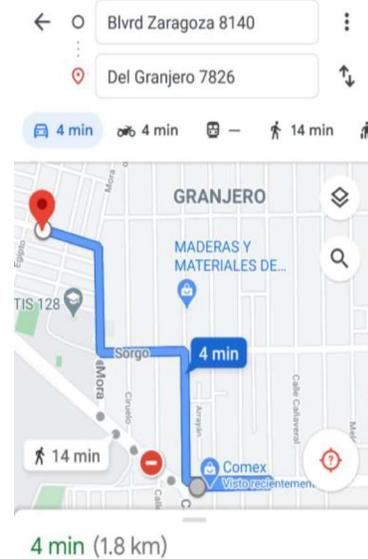


Figura 5. Distancias 1-5.

3. Se hizo una matriz de acuerdo con las distancias obtenidas en el paso anterior.

Punto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		2.4	1.9	0.95	1.8	2.1	2.9	3.7	2.9	5
2	2.4		0.7	1.7	2.9	3.8	3.6	5	4.2	6.1
3	1.9	0.7		1.3	2.2	3.4	3.2	4.3	3.5	5.3
4	0.95	1.7	1.3		2.8	2.2	2.5	4	4	5.8
5	1.8	2.9	2.2	2.8		1.3	2	2.4	1.3	3.2

6	2.1	3.8	3.4	2.2	1.3		0.65	2.3	2.2	4
7	2.9	3.6	3.2	2.5	2	0.65		2.5	2.8	4.1
8	3.7	5	4.3	4	2.4	2.3	2.5		1.3	2.3
9	2.9	4.2	3.5	4	1.3	2.2	2.8	1.3		1.9
10	5	6.1	5.3	5.8	3.2	4	4.1	2.3	1.9	

Cuadro 2. Matriz de distancias entre los puntos de entrega.

- Después de tener la matriz, el siguiente paso fue ir al software R, donde se creó un código para obtener la solución euclidiana, dicho código es representado en la figura 6.

```
library("TSP")
d=c(0,2.4,1.9,0.95,1.8,2.1,2.9,3.7,2.9,5,2.4,0,0.7,1.7,2.9,3.8,3.6,5,4.2,6.1,1.9,0.7,0,1.3,2.2,3.4,3.2,4.3,3.5,5
.3,0.95,1.7,1.3,0,2.8,2.2,2.5,4,4,5,8,1.8,2.9,2.2,2.8,0,1.3,2.2,4,1.3,3.2,2.1,3.8,3.4,2.2,1.3,0,0.65,2.3,2.2,4,2.9,3.
6,3.2,2.5,2,0.65,0,2.5,2.8,4,1,3,7,5,4,3,4,2,4,2,3,2,5,0,1.3,2,3,2.9,4,2,3,5,4,1,3,2,2,2.8,1.3,0,1.9,5,6.1,5,3,5,8,3.
2,4,4.1,2.3,1.9,0)
D=matrix(d,nrow = 10,ncol = 10,T)
D
#Solucion del problema con distancia euclidiana
etsp <- ETSP(D)
etsp
## use some methods
n_of_cities(etsp)
labels(etsp)
```

Figura 6. Código para solución euclidiana en software R.

- Para la solución del recorrido óptimo se siguió en el software R, el siguiente paso se muestra en la figura 7, después de correr el código, se obtuvo la distancia óptima en Km 39.76489 y el gráfico de recorrido óptimo representado en la figura 8, la secuencia de la ruta óptima 10,8,9,5,6,7,1,4,3,2 se representa en la figura 9.

```
## Grafica de solucion
tour <- solve_TSP(etsp)
tour
plot(etsp, tour, tour_col = "red")
```

Figura 7. Código para gráfico de solución de recorrido óptimo.

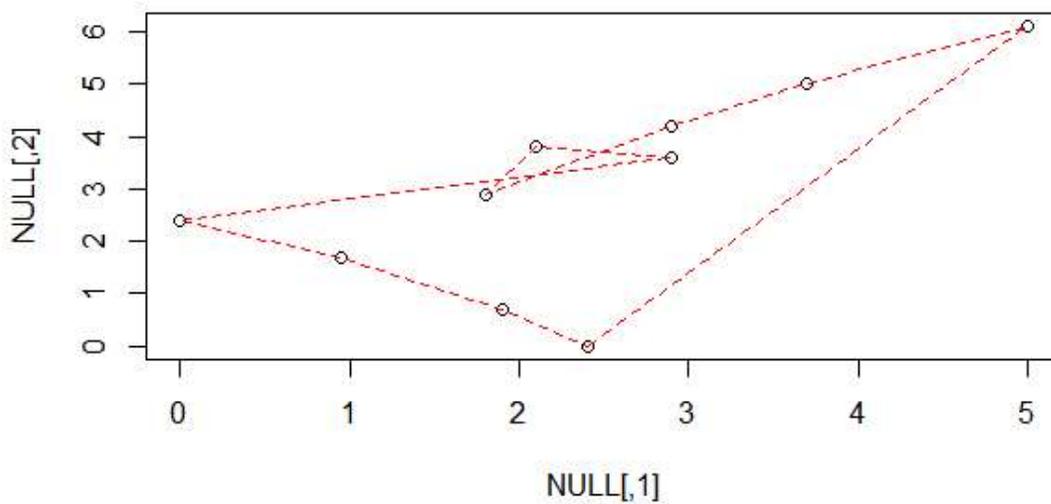


Figura 8. Gráfico de recorrido óptimo

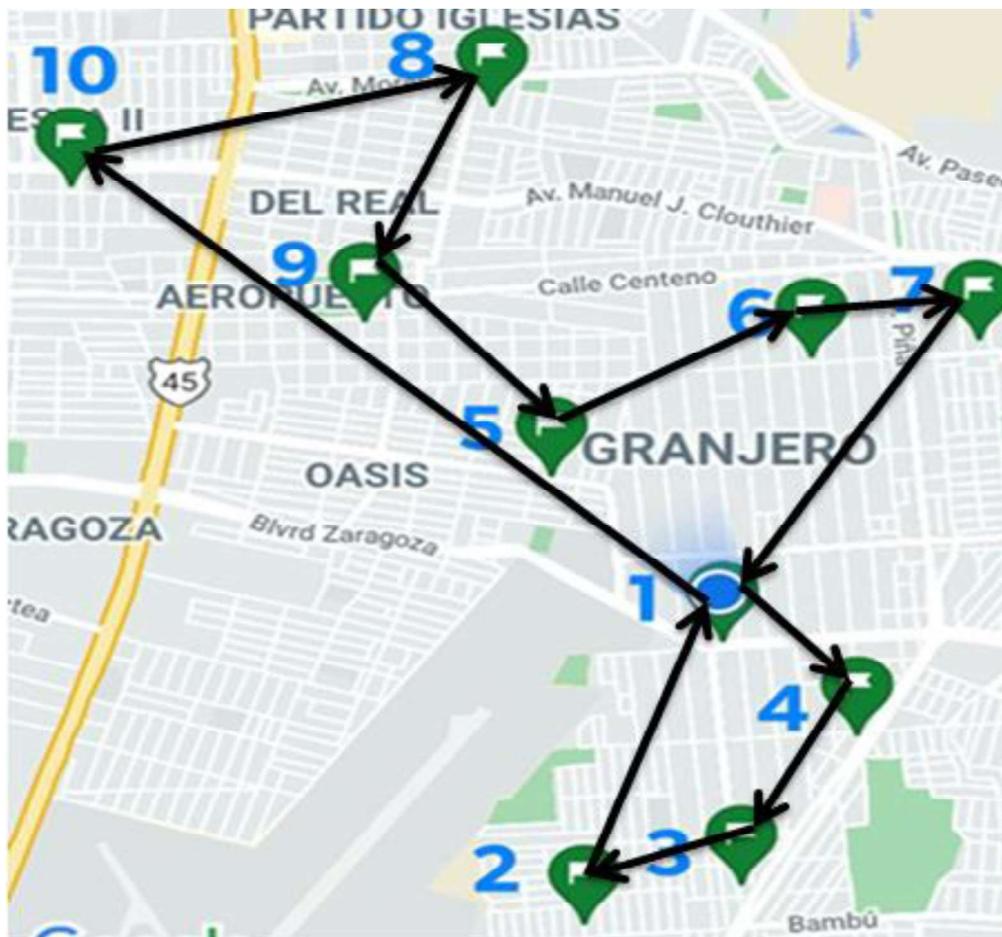


Figura 9. Recorrido de ruta óptima.

Comentarios Finales

Resumen de resultados

Como resultado final se obtuvo el grafico de ruta optima y la secuencia de puntos quedo de tal forma 10,8,9,5,6,7,1,4,3,2 de esta manera no se repiten puntos o direcciones en la ruta.

Conclusiones

Los resultados demuestran la necesidad de tener un control sobre las distancias entre los puntos de entrega con estas se puede crear el código en el software para obtener los resultados deseados y brindar un buen servicio, ágil y eficaz. Sobre todo cumpliendo con la principal función de este artículo que es optimizar recursos.

Recomendaciones

Este estudio puede ser útil para cualquier empresa con entregas o distancias recorridas.

Referencias

- Casanova, J. J. (agosto de 2017). Diseño de Algoritmos Heurísticos y Metaheurísticos. managua, nicaragua .
- Soto, D., Soto, W., & Pinzón, Y. (2008). Una metaheurística híbrida aplicada a un problema de planificación de rutas. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, vol. 5, pp. 135-144.
- Taha, H. A. (2012). *Investigacion de operaciones 9na edicion*. Ciudad de Mexico: Pearson educacion.
- Villalobos, A. (2010). *Grafos: software para la construcción, edición y análisis de grafos*. . España: Bubok Publishing S.L.