

# Desarrollo en Python de algoritmo de optimización para el problema de enrutamiento del vehículo (VRP)

Gonzalez Bahena José Maximiliano, , Moisés Sotelo Rodríguez

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS

EXACTAS E INGENIERÍAS, (CUCEI, UDG)

[jose.gonzalez6217@alumnos.udg.mx](mailto:jose.gonzalez6217@alumnos.udg.mx)

[moises.sotelo5881@alumnos.udg.mx](mailto:moises.sotelo5881@alumnos.udg.mx)

**Abstract** — Este documento presenta el desarrollo en Python de un algoritmo de optimización para resolver el problema del enrutamiento del vehículo, que consiste en designar un camino a 'n' representado por un grafo pesado cantidad de vehículos que parten de un mismo origen, donde cada uno debería llegar a un destino y regresar al origen con el camino más corto posible, sin utilizar alguna calle más de una vez. Se muestra cómo se optó por un algoritmo (inserte nombre del algoritmo), y su uso dentro de una base de datos obtenida en Open Street Map.

**Palabras claves** – Optimización, VPR, Python

**Repositorio de código:** <https://github.com/Maaaxgz/Vehicle-routing-problem>

**Versión actual del código:** Ver. 2

**Licencia legal código:** Código abierto

## I. INTRODUCCIÓN

Este documento busca abordar una solución al problema de optimización conocido como problema del enrutamiento del vehículo (de ahora en adelante llamado VRP).

## II. TRABAJOS RELACIONADOS

Debido a la naturaleza del problema que se está planteando resolver en este documento, anteriormente se han realizado numerosas investigaciones y/o soluciones para dicho problema.

### A. Enfoque de Ventanas de Tiempo

En el año 2020, Uriel Pineda muestra un planteamiento para resolver el problema del represamiento de entregas, utilizando técnicas como el análisis de Pareto y el método Clarke-Weight, el cual consiste en encontrar una solución inicial de alto costo pero simple, para continuar con su mejora mediante la consolidación de rutas. Esto, sumado a la implementación de ventanas de tiempo, significaron una mejora en la cantidad de servicios realizados respecto a métodos anteriormente utilizados [1].

### B. SimpliRoute

SimpliRoute es una plataforma dedicada a la gestión de rutas y logística. Se encargan de optimizar las rutas de entrega de vehículos mediante algoritmos avanzados, con el objetivo de minimizar tiempos de entrega y costos de gestión. Utiliza varios tipos de algoritmos entre los cuales destaca el algoritmo del vecino mas cercano (NN, comienza en un punto y selecciona el cliente mas cercano en cada paso que da, aunque no puede garantizar la solución más optima), optimización por colonias de hormigas (ACO, encuentra rutas mediante la exploración de soluciones) y la programación lineal entera mixta (MILP, considera restricciones y objetivos) [2].

## III. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DEL PROYECTO MODULAR

Para el desarrollo de este algoritmo se decidió dividir la creación de este en tres secciones principales:

### A. Base de datos

Con este algoritmo se requirió de una base de datos o información que contuviera información sobre una zona delimitada, como calles y avenidas, y la distancia y dirección de cada una de ellas. Para ello se optó por utilizar OpenStreetMap, el cual es un sitio web colaborativo donde los usuarios pueden proporcionar datos de mapas a nivel mundial. Para poder manipular esta información, se utilizó la librería 'osmnx', la cual permite modelar, analizar y visualizar en forma de grafo redes de calles de esta plataforma en particular.

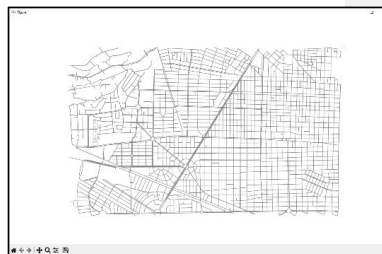


Figura 1: Visualización de una zona de Zapopan con la librería 'osmnx'

Utilizando esta librería, es posible manejar la información de un mapa como un grafo, donde los nodos o vértices corresponden a las esquinas y los arcos o aristas a las calles en sí. Teniendo una zona delimitada y un mapa con el que trabajar, pasamos al siguiente punto para el desarrollo del algoritmo.

B. Creación de la ruta inicial.

Debido a que nuestro problema debe de resolverse con un algoritmo de optimización, este presenta ciertas características. Algunas de ellas son encontrar la mejor solución posible maximizando o minimizando una función, y partir de un resultado con alto coste temporal o espacial, para conseguir mejorarlo gradualmente. En nuestro caso, se decidió partir por una ruta inicial simple, la cual solo debía ir desde el origen y regresar sin utilizar la misma calle dos veces.



Figura 2: Definición de la ruta inicial

IV. RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROYECTO

El propósito de esta sección es resumir los principales resultados discutidos a lo largo del proyecto. Recuerde manejar las conclusiones como enunciados cortos fundamentados en la teoría y los objetivos planteados.

Esta sección no tiene requisitos especiales de formato.

V. CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO

El propósito de esta sección es resumir los principales resultados discutidos a lo largo del proyecto. Recuerde manejar las conclusiones como enunciados cortos fundamentados en la teoría y los objetivos planteados.

Esta sección no tiene requisitos especiales de formato.

RECONOCIMIENTOS

Esta sección sigue el formato regular del resto del documento. La única observación es notar que el título no está numerado.

En esta sección se agregan agradecimientos a personas que colaboraron en el proyecto pero que no figuran como autores del proyecto.

REFERENCIAS

[1] S. M. Metev and V. P. Veiko, *Laser Assisted Microtechnology*, 2nd ed., R. M. Osgood, Jr., Ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1998.

[2] J. Breckling, Ed., *The Analysis of Directional Time Series: Applications to Wind Speed and Direction*, ser. Lecture Notes in Statistics. Berlin, Germany: Springer, 1989, vol. 61.

[3] S. Zhang, C. Zhu, J. K. O. Sin, and P. K. T. Mok, "A novel ultrathin elevated channel low-temperature poly-Si TFT," *IEEE Electron Device Lett.*, vol. 20, pp. 569–571, Nov. 1999.

[4] M. Wegmuller, J. P. von der Weid, P. Oberson, and N. Gisin, "High resolution fiber distributed measurements with coherent OFDR," in *Proc. ECOC'00*, 2000, paper 11.3.4, p. 109.

[5] R. E. Sorace, V. S. Reinhardt, and S. A. Vaughn, "High-speed digital-to-RF converter," U.S. Patent 5 668 842, Sept. 16, 1997.

[6] (2002) The IEEE website. [Online]. Available: <http://www.ieee.org/>

[7] M. Shell. (2002) IEEEtran homepage on CTAN. [Online]. Available: <http://www.ctan.org/texarchive/macros/latex/contrib/supported/IEEEtran/> [8] *FLEXChip Signal Processor (MC68175/D)*, Motorola, 1996.

[9] "PDCA12-70 data sheet," Opto Speed SA, Mezzovico, Switzerland.

[10] A. Karnik, "Performance of TCP congestion control with rate feedback: TCP/ABR and rate adaptive TCP/IP," M. Eng. thesis, Indian Institute of Science, Bangalore, India, Jan. 1999.

[11] J. Padhye, V. Firoiu, and D. Towsley, "A stochastic model of TCP Reno congestion avoidance and control," Univ. of Massachusetts, Amherst, MA, CMPSCI Tech. Rep. 99-02, 1999.

[12] *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification*, IEEE Std. 802.11, 1997.

REFERENCIAS DE VERDAD

[1] Pineda Zapata, U. and Carabalí Ararat, H. 2020. Un Problema de Enrutamiento del Vehículo con Enfoque de Ventanas de Tiempo para Mejorar el Proceso de Entregas. *Ingeniería*. 25, 2 (Jul. 2020), 117–143. DOI: <https://doi.org/10.14483/23448393.15271>.

[2] (2018). SimpliRoute. Cómo SimpliRoute resuelve el problema de Ruteo de Vehículos [Online]. Available: <https://simpliroute.com/es/blog/como-simpliroute-resuelve-el-problema-de-ruteo-de-vehiculos>

[3]

**Comentado [4]:** Se redactan basadas en el formato de IEEE

**Comentado [1]:** Los resultados se presentarán en el orden lógico y sucesivo en que fueron encontrados, de forma que sean comprensibles y coherentes por sí mismos. Los resultados deben describir dos temas claves:  
1) Expresar los objetivos reales alcanzados con el proyecto modular al término de su desarrollo.  
2) Presentar su relación con la solución planteada. (Esta sección debe ser escrita utilizando los verbos en pasado)

**Comentado [2]:** Las conclusiones son generalizaciones derivadas de proceso del desarrollo de todo el proyecto modular y constituyen los aportes y las innovaciones clave.  
La forma más simple de presentar las conclusiones es enumerándolas consecutivamente, aunque se puede optar por recapitular brevemente todo documento presentado, mencionando someramente su propósito, los métodos principales, los datos más sobresalientes y la contribución más importante del proyecto modular, y evitar repetir literalmente el contenido del resumen.  
Se sugiere no hacer conclusiones sobre los costos y beneficios económicos, a menos que el proyecto incluya datos económicos con sus correspondientes análisis. Tampoco se deben hacer afirmaciones o alusiones a aspectos del proyecto modular que no se hayan llevado a término.  
Al final se puede incluir recomendaciones y sugerencias para mejoras a futuro del proyecto modular, tales como métodos alternos que podrían dar mejores resultados, tareas que no se hicieron y que debieron hacerse y aspectos que merecen explorarse en las próximas implementaciones.

**Comentado [3]:** En caso de recibir apoyo de alguna institución o de alguna persona en especial ajena al equipo de trabajo se puede agradecer en esta parte