

# Agrupamiento jerárquico balanceado para el problema de enrutamiento de flotas

Juan José Sapuyes Pino, Juan Manuel Pajoy López, Juan Pablo Ortega Medina, and Sebastián Rendón Giraldo

Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.  
{jsapuyesp,jpajoy1,jportegame,serendongi}@unal.edu.co

**Abstract.** The abstract should briefly summarize the contents of the paper in 15–250 words.

**Keywords:** Clústering · Agrupamiento · Jerárquico.

## 1 Introducción

Existen laboratorios que prestan el servicio de toma de muestras en casa, un servicio bastante útil para personas que por alguna dificultad no pueden desplazarse hasta el lugar donde se toman las muestras, estas muestras se toman y son transportadas al laboratorio a bajas temperaturas, para poder preservarlas. Sin embargo, los laboratorios que prestan estos servicios se encuentran con un gran problema, ¿cuál es la ruta óptima para la persona que toma la muestra? Esto es un problema bastante recurrente para los laboratorios y es de vital importancia resolverlo, pues las muestras se encuentran en neveras portátiles, las cuales preservan las bajas temperaturas, pero no durante mucho tiempo. Estos recorridos se realizan en horas de la mañana, tomando como punto de partida el hogar del domiciliario  $P_0$ , este debe visitar los diferentes lugares designados para la recolección de muestras  $P_r$  y finalizar el recorrido en el laboratorio  $P_e$ . Para determinar las rutas óptimas para los domiciliarios, se realiza un proceso de agrupamiento o clústering geográfico de los diferentes puntos de recolección  $P_r$  por zonas [1], para esto se tiene en cuenta la cantidad de domiciliarios disponibles  $K$ , los cuales se encargarán de tomar las muestras.

Este procedimiento no sólo beneficiará a los laboratorios que presten estos servicios representando menores costos logísticos y probablemente un mayor número de servicios diarios, sino también a los domiciliarios encargados de tomar las muestras, pues tendrán rutas más consistentes diariamente y recorrerán menores distancias.

## 2 Planteamiento del problema

Dado un conjunto de puntos de recolección de muestras  $P_R$  con coordenadas  $(x, y)$  y una cantidad de enfermeros domiciliarios  $K$  para un día de la semana,

necesitamos encontrar  $K$  clusters de tamaño mínimo  $\lfloor \frac{R}{K} \rfloor$  y tamaño máximo  $\lceil \frac{R}{K} \rceil$ .

El problema es un subproblema del enrutamiento de flotas, en el cuál debemos encontrar los grupos geográficos que minimicen las distancias entre clientes, y asignar cada uno de estos grupos a un enfermero. El problema de hallar la ruta óptima dentro de cada grupo no se aborda en esta propuesta.

## 2.1 Técnicas propuestas por otros autores

Se han propuesto métodos de clústering geográfico para redes de recolección y entrega de paquetes, que buscan minimizar el número de vehículos de la flota que la empresa debe usar, utilizando algoritmos jerárquicos aglomerativos con una función de distancia que logren minimizar los tiempos (costo) entre clientes de un clúster [1].

Nazari, et al. [2], proponen un algoritmo *bottom-up* de clústering jerárquico con puntos superpuestos con complejidad  $O(n^2)$ , agrupando parejas en cada nivel, encontrando intersecciones entre clústers y creando un nuevo clúster como la unión de estos dos.

## 3 Método

### 3.1 Algoritmo

## 4 Resultados

## 5 Conclusiones

## Referencias

1. Jarrah, A., Bard, J.: Pickup and delivery network segmentation using contiguous geographic clustering. *Journal of the Operational Research Society* **62**(10) (2011). <https://doi.org/10.1057/jors.2010.123>
2. Nazari, Z., Nazari, M., Kang, D.: A bottom-up hierarchical clustering algorithm with intersection points. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control* **15**(1) (2019). <https://doi.org/10.24507/ijicic.15.01.291>