

# Sistema de Optimización de Rutas

---

**Juan Niño 2240040. Daniver Hernandez 2240032. Luis Rueda 2240021. Juan Rivera 2240046**

## Problema

Una mayorista farmacéutica con alta demanda necesita distribuir medicamentos y otros insumos críticos de forma rápida y eficiente a hospitales, clínicas y farmacias. Ante la necesidad de minimizar tiempos de entrega, reducir el consumo energético y responder a imprevistos (como cambios de demanda o condiciones climáticas adversas), se opta por utilizar drones que realicen entregas automáticas.

Los drones están programados para realizar una sola ruta semanal, en la que recorre la ciudad, yendo a cada punto de entrega en su base de datos, y entrega el paquete de farmacéuticos, correspondiente. Cada dron recorre una ruta distinta, con una cantidad de entregas que sean geográficamente cercanas entre sí, de tal forma que se optimice cada ruta. La cantidad de drones y rutas depende de la cantidad de entregas a realizar en la semana, por lo que es variable

El problema a resolver consiste en planificar y optimizar las rutas de vuelo de los drones, garantizando que cada entrega se realice en el menor tiempo y con el menor recorrido posible. Esto no solo permite mejorar la eficiencia logística, sino que también asegura la entrega oportuna de productos esenciales para la salud de la población.

## Puesta en Contexto de Listas y Nodos

La estructura de datos Árbol es usada para representar el camino que toman los drones cada vez que hacen una ruta de entrega. Así pues, el Nodo del árbol representa cada punto al que el dron debe llevar un paquete, y el orden en el que están desde la raíz es el camino que toma el dron para realizar su ruta de entrega, finalizando en la hoja de su respectiva ruta. La raíz del árbol corresponde al origen, es decir, la base de operaciones, y los hijos de la raíz son las distintas rutas a diferentes zonas.

El tipo de Árbol es: N-ario. De acuerdo al contexto, este tipo ofrece varios beneficios y ventajas estratégicas, como:

- **Ramas de Entrega Paralelas:**

El Árbol N-ario permite modelar diferentes zonas de la ciudad como ramas que se despliegan desde el origen. Esto facilita la planificación simultánea de entregas en diversas áreas geográficas.

- **Flexibilidad y Dinamismo:**

La estructura permite insertar nuevos nodos (puntos de entrega) en cualquiera de las rutas/zonas, o eliminar paradas si surgieran cancelaciones o cambios de prioridad. Esto da una enorme adaptabilidad frente a cambios logísticos.

- **Optimización Natural:**

Al poder calcular distancias entre nodos y pesos de carga en las ramas, se pueden aplicar algoritmos para encontrar la rama más corta, la más ligera, o la de mayor valor, optimizando así los viajes del dron.

## Librerías

- Math: Esta librería proporciona funciones matemáticas estándar (como las que encuentras en una calculadora científica). Más que todo se usa `math.sqrt()` para sacar el valor de la raíz cuadrado, es decir, la distancia
- Random: Permite trabajar con generación de números aleatorios y selección aleatoria de elementos. En la demo del repositorio del proyecto, se utiliza para generar las zonas de entrega, nodos.
- matplotlib.pyplot as plt: Es parte de la librería Matplotlib, utilizada para graficar datos en Python. Se importa generalmente como `plt` por convención. Se utiliza para crear la gráfica del árbol en el plano, es decir, visualizar las rutas

## La clase Nodo

El nodo es fundamental porque encapsula toda la información necesaria para que el dron pueda realizar la entrega de manera precisa y segura. Al representar cada parada como un nodo, se facilita el cálculo de distancias, la optimización de la secuencia de entregas y la capacidad de adaptación ante cambios en la operación (por ejemplo, reordenar paradas según la prioridad o condiciones del entorno).

Cada nodo almacena los siguientes datos

- Referencias a los siguientes puntos de entrega que dependen directamente de este nodo.
- Identificador de la entrega (Código de tres números)
- Nombre de la farmaceutica
- Peso en KG del paquete
- Cantidad de paquetes a entregar
- Valor económico de los paquetes a entregar
- Posición x del punto de entrega (Coordenadas del punto de entrega)
- Posición y (Coordenadas del punto de entrega)

## La clase Árbol

El Árbol es la representación del mapa de ruta del dron. Al crear un elemento clase Árbol, se crean 4 rutas, 1 por cada cuadrante en un plano cartesiano, y en ellas se encuentran todas las entregas a realizar, repartidas de acuerdo a sus coordenadas. Tomando la raíz, como el origen de coordenadas (0,0), se repartirán los nodos por si su x es mayor o menor a 0, y por si su y es mayor o menor a 0. Por lo general, serán 4 zonas de entrega que requieren 4 drones para recorrerlas.

El árbol tiene los siguientes métodos:

- Verificar si el árbol está vacío: Para la farmaceutica y el dron, significa verificar si el dron tiene alguna entrega pendiente a realizar.
- Insertar Nodo: Permite agregar un nuevo punto de entrega a la lista. Este nuevo elemento se inserta en la última posición del su cuadrante correspondiente, es decir, si pertenece al cuadrante 1, sin importar las coordenadas o distancia a la raíz, será la ultima entrega que realiza el dron. Para que se ordene junto a todos los demás nodos, hay que llamar al metodo de ordenamiento
- Contar los elementos del arbol : para conocer la cantidad de entregas/ viajes que tiene que hacer el dron.
- Imprimir en pantalla los elementos de la lista: la ruta completa que el dron debe seguir. Cada elemento que se imprime en pantalla es un punto de entrega que el dron debe recorrer. Se realiza en preorden
- Buscar un elemento: Verificar si en la ruta se debe entregar una carga del peso especificado, una carga del valor especificado. Verificar si debe entregar a la farmacia especificada o con la id especificada.
- Optimizar ruta (Ordenar los nodos): Reorganizar la ruta a seguir por el dron al hacer las entregas. Se puede organizar por 3 criterios , peso, precio de la

mercancía y distancia (coordenadas), todas de menor a mayor. Al organizar por distancia, se asegura que primero se entrega al nodo mas cercano, luego al segundo más cercano, etc. En la organización de precio y peso, va de menor a mayor

- Mostrar la ruta (interfaz básica): Puede mostrarse la ruta en un gráfico en el que se unen los nodos adyacentes utilizando líneas, se parte desde el origen (0,0), donde el dron se aprovisiona, y se une con una línea el siguiente nodo, después se parte en ese nodo y se une con una línea al siguiente, así con cada ruta

### **La clase Demo, interfaz gráfica de la ruta y prueba con datos reales**

Contiene llamadas varios métodos de la clase árbol dando la posibilidad de trabajar tanto con aleatorios como con valores reales de Bucaramanga de manera que se pueda probar el correcto funcionamiento del sistema de rutas para cualquier caso.

En ese caso, la ruta sería empleada por la mayorista: Distribuidora De Medicamentos E Insumos Hospitalarios Ltda. En el punto de coordenadas, el origen del sistema coordinado representa la distribuidora y de ahí nacen 4 subarboles que representa cada una de las rutas realizadas por los drones. La clase MostrarMenunos ofrece las siguientes opciones para interactuar con el software:

1. Para agregar una droguería a la ruta.
2. Para ordenar el árbol.
3. Para buscar en el arbol
4. Para visualizar las rutas
5. Para agregar un dron.
6. Para asignar ruta a un dron.
7. Para mostrar este menu.
8. Para salir del programa.
9. Para generar demostración de rutas del sistema.

Nos permite ordenar el árbol tanto por peso como por distancia, por valor de mercancía. Podemos crear diferentes droguerías que toman el papel de nodos y al ingresar sus coordenadas automáticamente se añaden al sub-árbol correspondiente

Las clínicas utilizadas para la ruta son:

- Clínica Bucaramanga
- Clínica Chicamocha
- Clínica San Luis

Las Farmacias utilizadas en la ruta son:

- Farmatodo
- Drogas La Rebaja
- Droguería Colsubsidio
- Cruz Verde
- Drogas paguealcosto
- Drogas Ahorramás
- Droguería Alemana





