

Conclusiones del problema 3: Palomas mensajeras.

En este problema se modeló la red de comunicación entre las aldeas mediante un grafo ponderado no dirigido, donde cada vértice representa una aldea y cada arista una posible ruta de vuelo de las palomas mensajeras, asociada a una distancia en leguas. A partir de la información del archivo `aldeas.txt`, se construyó una estructura que describe todas las rutas reales existentes entre las 22 aldeas. El objetivo fue determinar la forma más eficiente de transmitir un mensaje desde la aldea Peligros hacia todas las demás, asegurando que cada una reciba la noticia una sola vez y que la suma total de las distancias recorridas por las palomas sea mínima. Este planteo equivale a hallar el Árbol de Expansión Mínima (MST) del grafo.

Para resolver el problema se implementaron las clases Grafo y Vértice, junto con una versión modificada del montículo de mínimos desarrollado en el problema 1. También se implementó algoritmo de Prim para recorrer el grafo y seleccionar las rutas de menor costo que mantuvieran todas las aldeas conectadas sin formar ciclos. En la clase `Vértice` se incorporaron los atributos y métodos necesarios para almacenar la distancia y el predecesor de cada nodo: `asignarDistancia()`, `obtenerDistancia()`, `asignarPredecesor()` y `obtenerPredecesor()`. En el módulo del montículo se añadió `decrementarClave()`, que permite actualizar la prioridad de un elemento y mantener la estructura ordenada mediante infiltración.

El algoritmo procesó correctamente los datos y presentó las aldeas en orden alfabético:

Aceituna – Buenas Noches – Cebolla – Consuegra – Diosleguarde – El Cerrillo – Elciego – Espera – Hortijos – Humilladero – La Aparecida – La Pera – Lomaseca – Los Infiernos – Malcocinado – Melón – Pancrudo – Peligros – Pepino – Silla – Torralta – Villaviciosa.

Además, se generó el recorrido del mensaje que muestra desde qué aldea cada una recibe la noticia y a cuáles debe reenviarla, garantizando que cada una participe exactamente una vez del proceso. Por ejemplo:

- Peligros inicia el recorrido y envía réplicas a Lomaseca y La Aparecida.
- Lomaseca recibe el mensaje desde Peligros y lo reenvía a Pepino, Los Infiernos y El Cerrillo.
- El Cerrillo recibe la noticia desde Lomaseca y la reenvía a Malcocinado.
- El Cerrillo recibe la noticia desde Lomaseca y la reenvía a Malcocinado.
- Malcocinado la recibe desde El Cerrillo y la distribuye a Diosleguarde, Consuegra y Aceituna.
- La Aparecida recibe desde Peligros y envía a Silla y Buenas Noches.
- Buenas Noches reenvía a Cebolla, que a su vez la transmite a Pancrudo.
- Los Infiernos envía a La Pera, que la reenvía a Espera.
- Torralta recibe desde Silla y envía a Humilladero y Villaviciosa, entre otras relaciones.

Finalmente, la suma total de las distancias recorridas por todas las palomas en este envío fue de 94 leguas, valor que corresponde al costo mínimo para conectar todas las aldeas sin redundancia de rutas. El uso del algoritmo de Prim, cuya complejidad es $O(E \log V)$, resultó apropiado para el tamaño del problema y permitió obtener una solución eficiente utilizando estructuras modulares y reutilizables. De esta forma, se logró cumplir con todas las consignas planteadas, demostrando la aplicación práctica de los grafos y estructuras de datos en la optimización de redes de comunicación.