

ANÁLISIS DEL RETO

Jose Cristancho, 202415311, j.cristanchoh@uniandes.edu.co

Juan Jose Ochoa, 202510969, j.ochoad@uniandes.edu.co

Nicolás Piñeres, 102511223, n.pineres@uniandes.edu.co

Requerimiento <<1>> (*Jose Cristancho*)

Descripción

Busca el camino utilizado por los individuos (grullas) entre dos puntos migratorios dentro de un nicho biológico.

Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Grafo con datos cargados • Punto migratorio de origen y de destino, definidos por ser el nodo más cercano a la locación GPS especificada por el usuario (latitud-longitud). • Identificador único de la grulla
Salidas	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje que indique el primer nodo (punto migratorio) del camino donde se encuentre el individuo especificado. • La distancia de desplazamiento total que durará el camino entre el punto de origen y el de destino. • El total de puntos que contiene el camino. • Mostrar los cinco primeros y cinco últimos vértices (puntos migratorios) que definen la ruta (incluyendo el origen y de destino) con la información correspondiente <p>En caso de no reconocer un camino viable entre los puntos, indicarlo en la respuesta.</p>
Implementado (Sí/No)	Si se implementó y lo hizo Jose Cristancho.

Análisis de complejidad

Paso 1 . Hallar punto migratorio más cercano (origen y destino)	$O(v)$
Paso 2. Buscar el primer nodo donde aparece el individuo	$O(v*I)$
Paso 3. Ejecutar DFS para encontrar camino origen → destino	$O(V + E)$
Paso 4. Reconstrucción del camino	$O(V)$

Paso 5. Cálculo de distancia total del recorrido	$O(C) \leq O(V)$
Paso 6. Formato de primeros 5 y últimos 5 vértices	$O(1)$
TOTAL	$O(V + E)$

Análisis

El requerimiento 1 ejecuta un proceso principalmente dominado por una búsqueda DFS sobre el grafo de movimientos. Primero se deben determinar los puntos migratorios más cercanos a dos coordenadas geográficas, proceso que requiere recorrer todos los nodos existentes. Luego se determina el primer punto donde aparece el individuo buscado recorriendo nuevamente la colección de vértices.

La parte central del algoritmo consiste en la búsqueda de un camino entre origen y destino utilizando DFS, cuya complejidad es $O(V + E)$. Posteriormente se realiza la reconstrucción del camino y el cálculo de la distancia total, ambos lineales respecto al tamaño del camino, el cual está acotado por V . Finalmente, el formateo de los primeros y últimos cinco vértices tiene costo constante.

Requerimiento <<2>> (*Juan Jose Ochoa*)

Descripción

Detecta los movimientos entre dos puntos migratorios de un nicho biológico alrededor de un área de interés.

Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Grafo con datos cargados • Punto migratorio de origen, definido por ser el nodo más cercano a la locación GPS especificada por el usuario (latitud-longitud). • Punto migratorio de destino, definido por ser el nodo más cercano a la locación GPS especificada por el usuario (latitud-longitud). • Radio del área de interés en km (desde el punto de origen)
Salidas	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje que indique el ultimo nodo que se encuentra dentro del efecto del área de interés. • La distancia de desplazamiento total que durará el camino entre el punto de origen y el de destino. • El total de puntos que contiene el camino. • Mostrar los cinco primeros y cinco últimos vértices (puntos migratorios) que definen la ruta (incluyendo el origen y de destino) con la información correspondiente.

	En caso de no reconocer un camino viable entre los puntos, indicarlo en la respuesta.
Implementado (Sí/No)	Si se implementó y lo hizo Juan Jose Ochoa.

Análisis de complejidad

Paso 1 Búsqueda de punto de origen y destino más cercanos	$O(V)$
Paso 2 Recorrido BFS entre origen y destino en el grafo de movimiento	$O(V + E)$
Paso 3 Recorrido del camino encontrado y formateo de los 5 primeros y 5 últimos vértices	$O(K) Y O(V)$
TOTAL	$O(V+E)$

Análisis

Para el requerimiento 2 primero se recorre la lista de vértices para encontrar el punto migratorio de origen y destino más cercano a las coordenadas dadas, lo cual toma tiempo lineal en el número de vértices, $O(|V|)$. Luego se ejecuta un BFS sobre el grafo de movimiento, que con una representación por listas de adyacencia visita cada vértice y cada arco a lo sumo una vez, dando una complejidad $O(|V| + |E|)$. Finalmente se recorre únicamente el camino hallado (a lo sumo $|V|$ vértices) para calcular la distancia total y construir la salida con los cinco primeros y cinco últimos nodos, lo que es $O(|V|)$ en el peor caso. Sumando los pasos, el término dominante es el BFS, por lo que la complejidad temporal total del requerimiento 2 es $O(|V| + |E|)$; el uso de memoria también es lineal en el tamaño del grafo.

Requerimiento <<3>> (Nicolás Piñeres)

Descripción

Identifica los corredores migratorios que usan los individuos (Grullas) dentro del nicho biológico.

Entrada	<ul style="list-style-type: none">• Nicho biológico de los individuos representado por el grafo con todos los puntos migratorios.• Grafo con datos cargados
Salidas	<ul style="list-style-type: none">• El total de puntos que contiene la ruta migratoria.• El total de individuos que utilizan la ruta migratoria.• Mostrar los cinco primeros y cinco últimos vértices (puntos migratorios) que definen la ruta migratoria (incluyendo el origen y de destino) con la información correspondiente. <p>En caso de no reconocer una ruta migratoria viable dentro del nicho biológico, se devuelve None.</p>
Implementado (Sí/No)	Si se implementó y lo hizo Nicolás Piñeres

Análisis de complejidad

Pasos	Complejidad
Recorre todos los vértices para crear dist y parent	$O(V)$ [V = Vértices]
Recorre y ordena en orden topológico todos los vértices	$O(V)$
Obtiene lista de adyacentes	$O(1)$
Recorre lista de adyacentes	$O(E)$ [E = Arcos]
Obtiene vértices y aristas	$O(1)$
Calcula peso de Harvesine	$O(1)$
Construye un camino (desde inicio a fin)	$O(V)$
Cuenta los individuos del camino	$O(V+K)$ [K = Individuos]
Formato de datos (primeros 5, ultimos 5)	$O(1)$
TOTAL	$O(V+E+K)$

Análisis

El requerimiento 3 busca usar DFO para aplicar un Orden topológico a una serie de datos para poder armar un camino. Esto tiene una complejidad de $O(V+E)$.

También se ejecuta un DAG (camino más largo) para poder definir con más precisión una ruta migratoria, manteniendo una complejidad de $O(V+E)$.

Luego, mediante los vértices del grafo (V) y los individuos que se identificaron en los puntos visitados (K); creo el camino que recorrieron, con una complejidad de $O(V+K)$

Finalmente formateo los datos $O(1)$.

Puedo concluir que la complejidad temporal es $O(V+E+K)$, no realizo operaciones más completas que recorrer el grafo completo. Las únicas funciones auxiliares que uso tampoco aumentan la complejidad

Requerimiento <<4>> (Grupal)

Descripción

Estimar la red de puntos más cercanos a fuentes hídricas que pueden usar los individuos para su migración desde un punto de inicio.

Entrada	<ul style="list-style-type: none">• Punto migratorio de origen, definido por ser el nodo más cercano a la locación GPS especificada por el usuario (latitud-longitud)• Grafo con datos cargados
Salidas	<ul style="list-style-type: none">• El total de puntos que contiene la ruta migratoria.• El total de individuos que utilizan la ruta migratoria.• La distancia total del corredor migratorio a las fuentes hídricas.• Mostrar los cinco primeros y cinco últimos vértices (puntos migratorios) que definen la ruta (incluyendo el origen y de destino) con la información correspondiente. <p>En caso de no reconocer un camino viable entre los puntos, indicarlo en la respuesta.</p>
Implementado (Sí/No)	Si se implementó (Grupal)

Análisis de complejidad

Paso 1. Hallar el punto migratorio más cercano	$O(V)$
Paso 2. Ejecutar Prim desde el nodo origen	$O((V + E) \log V)$
Paso 3. Calcular puntos, individuos y distancia total	$O(V * I)$
Paso 4. Formatear primeros 5 y últimos 5 vértices	$O(1)$
TOTAL	$O((V + E) \log V)$

Análisis

El requerimiento 4 inicia determinando el nodo migratorio más cercano a una posición GPS, operación que requiere recorrer todos los vértices del grafo. Posteriormente se ejecuta el algoritmo de Prim sobre el grafo `water` para construir un árbol de expansión mínima que representa el corredor hídrico óptimo. Esta operación es la dominante en el requerimiento, con complejidad $O((V + E) \log V)$ debido al uso de una cola de prioridad para seleccionar la siguiente arista mínima.

Luego, el requerimiento calcula la distancia total del corredor, el conjunto de individuos que aparecen en la red y el total de puntos del MST, operaciones lineales respecto al número de vértices visitados. Finalmente, el formateo de los cinco primeros y cinco últimos vértices tiene costo constante.

Requerimiento <<5>> (Grupal)

Descripción

Busca conocer el camino optimo posiblemente utilizado por los individuos (grullas) entre dos puntos migratorios dentro del nicho biológico.

Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Grafo con datos cargados • Punto migratorio de origen, dado por su cercanía al punto GPS especificado por el usuario (latitud-longitud). • Punto migratorio de destino, dado por su cercanía al punto GPS especificado por el usuario (latitud-longitud). • Selección entre el grafo por distancia de desplazamiento o el grafo por distancias a fuentes hídricas.
Salidas	<ul style="list-style-type: none"> • El costo total que tomará el individuo (sea distancia de desplazamiento o distancia a fuentes hídricas) entre el punto de origen y el de destino. • El total de puntos que contiene el camino (vértices). • El total de segmentos que conforman la ruta identificada (arcos) • Mostrar los cinco primeros y cinco últimos vértices (puntos migratorios) que definen la ruta (incluyendo el origen y de destino) con la información correspondiente. <p>En caso de no reconocer un camino viable entre los puntos, indicarlo en la respuesta.</p>
Implementado (Sí/No)	Si se implementó (Grupal)

Análisis de complejidad

Paso 1 Búsqueda de punto de origen y destino más cercanos	$O(\dots)$
Paso 2 Búsqueda de punto de origen y destino más cercanos	$O(V)$
Paso 3 Reconstrucción de la ruta óptima y formateo de los 5 primeros y 5 últimos vértices	$O(V + E) \times \log(v)$
TOTAL	$O((V + E) \cdot \log V)$

Análisis

En el requerimiento 5, como en el anterior, primero se realiza una búsqueda lineal sobre los vértices para aproximar el punto de origen y destino más cercano a las coordenadas del usuario, con costo $O(|V|)$. Posteriormente se ejecuta el algoritmo de Dijkstra sobre el grafo escogido (por distancia de

desplazamiento o por distancia a fuentes hídricas). Usando una cola de prioridad basada en heap, Dijkstra tiene complejidad $O((|V| + |E|) \cdot \log |V|)$, ya que cada operación de extracción e inserción en la cola cuesta $O(\log |V|)$ y se realiza a lo sumo una vez por vértice/arco. Una vez calculadas las distancias mínimas, se reconstruye el camino desde el destino hasta el origen siguiendo el arreglo de predecesores y se recorren sus vértices para acumular el costo y preparar la salida, lo que es $O(|V|)$ en el peor caso. Por tanto, el término dominante es Dijkstra y la complejidad temporal total del requerimiento 5 es $O((|V| + |E|) \cdot \log |V|)$; la memoria usada es $O(|V| + |E|)$ por las estructuras del grafo y los arreglos auxiliares.

Requerimiento <<6>> (Grupal)

Descripción

identificar las posibles subredes hídricas (subgrafos o subconjuntos) dentro del nicho biológico para identificar grupos de individuos (grullas) aislado.

Entrada	<ul style="list-style-type: none"> Nicho biológico de los individuos representado por el grafo con todos los puntos migratorios con respecto a las fuentes hídricas.
Salidas	<ul style="list-style-type: none"> El total de subredes hídricas identificadas en el nicho biológico Mostrar los cinco primeros y cinco últimos vértices (puntos migratorios) que definen la ruta (incluyendo el origen y de destino) con la información correspondiente. <p>En caso de no reconocer un camino viable entre los puntos, indicarlo en la respuesta.</p>
Implementado (Sí/No)	Si se implementó (Grupal)

Análisis de complejidad

Paso 1 Construcción de la estructura de vecinos no dirigida a partir del grafo hídrico	$O(V + E)$
Paso 2 BFS sobre todos los vértices para identificar cada subred hídrica (componentes conectados)	$O(V + E)$
Paso 3 Procesamiento de cada subred (cálculo de min/máx lat-lon, conteo de individuos, ordenamiento de puntos e individuos)	$O(V \times \log(V) + I)$
TOTAL	$O(V \times \log V + E)$

Análisis

Para el requerimiento 6, primero se recorre el grafo hídrico para construir una estructura de vecinos simétrica que trate las aristas como no dirigidas, lo cual implica visitar todos los vértices y todas las listas de adyacencia una vez, con complejidad $O(|V| + |E|)$. Luego se ejecuta un BFS global que arranca desde

cada vértice no visitado para identificar las diferentes subredes hídricas; como cada vértice y cada arco se procesan a lo sumo una vez, el costo de esta etapa también es $O(|V| + |E|)$. Para cada componente encontrada se recorre su conjunto de vértices para calcular latitudes y longitudes mínimas y máximas, contar puntos y acumular los identificadores de individuos; el costo total de este paso es $O(|V| + I)$, donde I es el número total de apariciones de individuos en los puntos. Adicionalmente, se ordenan las subredes por tamaño y, dentro de cada una, se ordenan los puntos y los identificadores de individuos para poder obtener los primeros y últimos elementos, lo que en el peor caso suma un término $O(|V| \cdot \log|V|)$. Por tanto, la complejidad temporal global del requerimiento 6 es $O(|V| \cdot \log|V| + |E|)$, con uso de memoria lineal en el tamaño del grafo y en el número de componentes encontradas.