

Análisis Reto 4
Grupo 5

Alejandro Carvajal, 202220533, a.carvajalt@uniandes.edu.co
Santiago Arias, 202220183, s.arias112@uniandes.edu.co
Juan Esteban Currea V, 201922133, j.curreav@uniandes.edu.co

Requerimiento <<1>>

Descripción

Breve descripción de como abordaron la implementación del requerimiento

Entrada	Latitud y longitud de punto de origen y destino
Salidas	Se espera que el algoritmo entregue: <ul style="list-style-type: none">- Tiempo de implementación en milisegundos- Distancia total de los trayectos sumada- Número de aeropuertos que se visitan en el camino- Información acerca de los trayectos encontrados.
Implementado (Sí/No)	Implementado grupalmente

Análisis de complejidad

Análisis de complejidad de cada uno de los pasos del algoritmo

Pasos	Complejidad
Inicialización de variables	$O(1)$
Iteración sobre aeropuertos y cálculo de distancias	$O(A)$
Dijkstra	$O(V+E \log V)$
Construcción del camino	$O(P)$
TOTAL	$O(A+(V+E) \log V)$

Pruebas Realizadas

Información de la máquina

Procesadores	1,4 GHz Intel Core i5 de cuatro núcleos
Memoria RAM	8 GB 2133 MHz LPDDR3
Sistema Operativo	Sonoma 14.5

Dado que este requerimiento solo pide encontrar la información ya nombrada al inicio sin ninguna entrada, se corrió múltiples veces para analizar, en promedio, cuanto se demora. Estos fueron los resultados:

Entrada	Tiempo (s)
----------------	-------------------

Ingrese el punto de origen (lat): 4.601992771389502 Ingrese el punto de destino (lat): 10.507688799813222 Ingrese el punto de origen (long): -74.06610470441926 Ingrese el punto de destino (long): -75.4706488665794	85.04
Ingrese el punto de origen (lat): 4.601992771389502 Ingrese el punto de destino (lat): 10.507688799813222 Ingrese el punto de origen (long): -74.06610470441926 Ingrese el punto de destino (long): -75.4706488665794	80.2
Ingrese el punto de origen (lat): 4.601992771389502 Ingrese el punto de destino (lat): 10.507688799813222 Ingrese el punto de origen (long): -74.06610470441926 Ingrese el punto de destino (long): -75.4706488665794	60.19

Resultados

La distancia es: 655.8769098875804 km El número de aeropuertos visitados es: 2 La secuencia de aeropuertos es:			
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS
SKCG	Rafael Nunez International Airport	Cartagena	Colombia
SKBO	El Dorado International Airport	Bogota	Colombia
El tiempo del trayecto es: 74 minutos			

Análisis

En este requerimiento actúan diferentes como buscar el camino más corto (BFS) con una complejidad de $O(A+(V+E) \log V)$. Así mismo, itera sobre cada aeropuerto para calcular distancias lo cual tiene una complejidad de $O(A)$ y termina con una construcción del camino iterando sobre cada aeropuerto con una complejidad de $O(P)$. También se aplica el algoritmo Dijkstra cuya complejidad es de $O((V+E) \log V)$. Teóricamente, el comportamiento debe seguir una tendencia polinómica, pero, al no tener diferentes tamaños de archivos, no se puede comprobar la veracidad de esto. Sin embargo, el requerimiento itera sobre diferentes elementos en cada etapa que tiene haciéndonos entender que este comportamiento si puede ser el correcto.

Requerimiento <<2>>

Descripción

Breve descripción de como abordaron la implementación del requerimiento

Entrada	Latitud y longitud de un punto de origen y de destino.
Salidas	Se espera que el algoritmo entregue: <ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de implementación en milisegundos - Distancia total de los trayectos sumada - Número de aeropuertos que se visitan en el camino - Información acerca de los trayectos encontrados.
Implementado (Sí/No)	Implementado Grupal

Análisis de complejidad

Análisis de complejidad de cada uno de los pasos del algoritmo

Pasos	Complejidad
Inicialización de variables	$O(1)$
Iteración sobre aeropuertos y cálculo de distancias	$O(A)$
Camino más corto (BFS)	$O(V+E)$
Construcción del camino	$O(P)$
TOTAL	$O(V+E+A+P)$

Pruebas Realizadas

Información de la máquina

Procesadores	1,4 GHz Intel Core i5 de cuatro núcleos
Memoria RAM	8 GB 2133 MHz LPDDR3
Sistema Operativo	Sonoma 14.5

Dado que este requerimiento solo pide encontrar la información ya nombrada al inicio sin ninguna entrada, se corrió múltiples veces para analizar, en promedio, cuanto se demora. Estos fueron los resultados:

Entrada	Tiempo (s)
Ingrese el punto de origen (lat): 41.26369858 Ingrese el punto de destino (lat): 1.81442 Ingrese el punto de origen (long): -72.88680267 Ingrese el punto de destino (long): -78.7492	18.82
Ingrese el punto de origen (lat): 41.26369858 Ingrese el punto de destino (lat): 1.81442 Ingrese el punto de origen (long): -72.88680267 Ingrese el punto de destino (long): -78.7492	19.12
Ingrese el punto de origen (lat): 41.26369858 Ingrese el punto de destino (lat): 1.81442 Ingrese el punto de origen (long): -72.88680267 Ingrese el punto de destino (long): -78.7492	19.2

Resultados

La distancia es: 3628.26411879194 km

El número de aeropuertos visitados es: 4

La secuencia de aeropuertos es:

ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS
KHVN	Tweed New Haven Airport	New Haven	United States
SKSP	Gustavo Rojas Pinilla International Airport	San Andres Island	Colombia
SKCL	Alfonso Bonilla Aragon International Airport	Cali	Colombia
SKCO	La Florida Airport	Tumaco	Colombia

El tiempo del trayecto es: 409 minutos

Análisis

En este requerimiento actúan diferentes como buscar el camino más corto (BFS) con una complejidad de $O(V+E)$. Así mismo, itera sobre cada aeropuerto para calcular distancias lo cual tiene una complejidad de $O(A)$ y termina con una construcción del camino iterando sobre cada aeropuerto con una complejidad de $O(P)$. Teóricamente, el comportamiento debe seguir una tendencia polinómica, pero, al no tener diferentes tamaños de archivos, no se puede comprobar la veracidad de esto. Sin embargo, el requerimiento itera sobre diferentes elementos en cada etapa que tiene haciéndonos entender que este comportamiento si puede ser el correcto.

Requerimiento <<3>>

Plantilla para el documentar y analizar cada uno de los requerimientos.

Descripción

Breve descripción de como abordaron la implementación del requerimiento

Entrada	No tiene ningun parametro de entrada ete requerimiento, esto ya que pide el PRIM de los aeropuertos comerciales teniendo en cuenta el aeropuerto mas concurrente como bae
Salidas	Se espera que diga la distancia total recorrida (Teniendo en cuenta prim) sería la menor distancia posible. Se espera que diga el numero total de trayectos, la distancia de cada vuelo y el tiempo de vuelo de cada vuelo
Implementado (Sí/No)	Alejandro Carvajal

Análisis de complejidad

Análisis de complejidad de cada uno de los pasos del algoritmo

```
def req_3(data_structs):
    """
    Función que soluciona el requerimiento 3
    """
    distancia=0
    num_trayectos_posibles=0
    secuencia=lt.newList('ARRAY_LIST')
    aepto_concurrente=lt.firstElement(data_structs["Lista_aeropuertos_comercial"])
    camino = prim.PrimMST(data_structs["Grafo_comercial_distancia"], aepto_concurrente["ICAO"])
    llegada=gr.indegree(data_structs["Grafo_comercial_distancia"], aepto_concurrente["ICAO"])
    salida=gr.outdegree(data_structs["Grafo_comercial_distancia"], aepto_concurrente["ICAO"])
    for edge in lt.iterator(camino["edgeTo"]["table"]):
        edge_info = edge.get('value')
        if edge_info is not None:
            vertexA = edge_info.get('vertexA')
            vertexB = edge_info.get('vertexB')
            weight = edge_info.get('weight')
            nodo_destino=me.getValue(mp.get(data_structs["aeropuertos"], vertexB))
            nodo_origen=me.getValue(mp.get(data_structs["aeropuertos"], vertexA))
            pareja=diccionario_req3(nodo_origen, nodo_destino)
            pareja["Distancia"]=f"{weight} km"
            tiempo_vuelo = me.getValue(mp.get(data_structs["rutas"], vertexA+vertexB+"COMERCIAL"))["TIEMPO_VUELO"]
            pareja["Tiempo de vuelo"]=f"{round(tiempo_vuelo,2)} min"
            lt.addLast(secuencia, pareja)
            distancia+=weight
            num_trayectos_posibles+=1

    global lista_coordenadas, req
    lt.addLast(lista_coordenadas, secuencia)
    req = 3

    return aepto_concurrente, distancia, num_trayectos_posibles,salida, llegada, secuencia
```

Pasos	Complejidad
lt.newList('ARRAY_LIST')	O(1)
prim.PrimMST(data_structs["Grafo_comercial_distancia"], aepto_concurrente["ICAO"])	O(E log E)
Funciones de indegree y outdegree	O(1)
El ciclo for	O(E)
Lt.firstElement()	O(1)
Lt.addLast()	O(1)
Total	O(E log E)

Pruebas Realizadas

Descripción de las pruebas de tiempos de ejecución y memoria utilizada. Incluir descripción del procedimiento, las condiciones, las herramientas y recursos utilizados (librerías, computadores donde se ejecutan las pruebas, entre otros).

Información de la máquina

Procesadores	AMD Ryzen 7 5800H with Radeon Graphics
Memoria RAM	16gb
Sistema Operativo	Microsoft 11

Entrada	Tiempo (s)
El tiempo es: 84.46600020504 ms El aeropuerto con mayor concurrencia es: El Dorado International Airport su ICAO es SKBO y esta ubicado en Bogotá, Colombia con 41 vuelos de salida y 187 vuelos de llegada La distancia es: 12690.695502564475 km El número de trayectos posibles es: 64 La secuencia de aeropuertos es:	84,45 ms

El tiempo es: 98.24069997668266 ms El aeropuerto con mayor concurrencia es: El Dorado International Airport su ICAO es SKBO y esta ubicado en Bogotá, Colombia con 41 vuelos de salida y 187 vuelos de llegada La distancia es: 12690.69592564471 km El número de trayectos posibles es: 64 La secuencia de aeropuertos es:	94,24
El tiempo es: 102.62580001354218 ms El aeropuerto con mayor concurrencia es: El Dorado International Airport su ICAO es SKBO y esta ubicado en Bogotá, Colombia con 41 vuelos de salida y 187 vuelos de llegada La distancia es: 12690.69592564475 km El número de trayectos posibles es: 64 La secuencia de aeropuertos es:	102,62 ms

Análisis

El requerimiento se ve envuelto en una complejidad de $E(\log(E))$, esto dado por la función Prim, la cual da el MST del grafo comercial con punto de partida en el aeropuerto más concurrente (Aeropuerto internacional el dorado). Se ve en el resultado claramente el número de vuelos que hay y como se busca que haya la menor distancia en todo el grafo. Al ser un algoritmo de Prim, en cada iteración cambia de MST.

Requerimiento <<4>>

Plantilla para el documentar y analizar cada uno de los requerimientos.

Descripción

Breve descripción de como abordaron la implementación del requerimiento

Entrada	No
Salidas	Respuesta esperada del algoritmo.
Implementado (Sí/No)	Sí, Santiago Arias

Análisis de complejidad

Análisis de complejidad de cada uno de los pasos del algoritmo

- `prim.PrimMST()`. Se utiliza para crear un árbol de expansión mínimo. $O(E \log V)$, donde E es el número de aristas y V es el número de vértices en el grafo.
- `gr.vertices()` Se utiliza para obtener todos los vértices del grafo. $O(V)$, donde V es el número de vértices.
- `mp.get()` Se utiliza para recuperar una entrada de un diccionario. $O(1)$, tiempo constante.
- `gr.getEdge()` Se utiliza para obtener una arista del grafo. $O(1)$, tiempo constante.
- `lt.addLast()` Se utiliza para añadir un elemento al final de una lista. $O(1)$, tiempo constante.

Pruebas Realizadas

Procesadores	AMD Ryzen 9 5900HS with Radeon Graphics 3.30 GHz
Memoria RAM	32 Gb
Sistema Operativo	Windows 11

Entrada	Tiempo (ms)
NA	22.81
NA	21.63
NA	20.30

Tablas de datos

Las tablas con la recopilación de datos de las pruebas.

4

El tiempo es: 19.523000240325928 ms

El aeropuerto con mayor concurrencia es: El Dorado International Airport su ICAO es SKBO y esta ubicado en Bogotá, Colombia con 41 vuelos de salida y 187 vuelos de llegada

La distancia es: 12690.695502564475 km

El número de trayectos posibles es: 64

La secuencia de aeropuertos es:

Nodo origen				Nodo destino				Distancia	Tiempo de vuelo
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	184.04208083566509 km	11 min
SKTL	Golfo de Morrosquillo Airport	Tolu	Colombia	SKCG	Rafael Nunez International Airport	Cartagena	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	83.7551709835578 km	9 min
SKBO	El Dorado International Airport	Bogota	Colombia	SKVV	Vanguardia Airport	Villavicencio	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	136.10723587585176 km	15 min
SKAS	Tres De Mayo Airport	Puerto Asis	Colombia	SKIP	San Luis Airport	Ipiales	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	76.93633750179062 km	8 min
SKIB	Perales Airport	Ibague	Colombia	SKOZ	La Nubia Airport	Manizales	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	133.15827777334874 km	15 min
SKOZ	La Nubia Airport	Manizales	Colombia	SKMD	Enrique Olaya Herrera Airport	Medellin	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	259.32651517745967 km	29 min
SKCL	Alfonso Bonilla Aragon International Airport	Cali	Colombia	SKMQ	Reyes Murillo Airport	Nauqui	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	143.11638200275826 km	16 min
SKGO	Santa Ana Airport	Cartago	Colombia	SKCL	Alfonso Bonilla Aragon International Airport	Cali	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	211.55109542718532 km	23 min
SKLC	Antonio Roldan Betancourt Airport	Carepa	Colombia	SKEB	El Bagre Airport	El Bagre	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	152.00196822676984 km	17 min
SKOU	Juan H White Airport	Caucasia	Colombia	SKCZ	Las Brujas Airport	Corozal	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	174.0010784428558 km	19 min
SKVP	Alfonso Lopez Pumarejo Airport	Valledupar	Colombia	SKBQ	Ernesto Cortissoz International Airport	Barranquilla	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	117.44257562384888 km	13 min
SKCG	Rafael Nunez International Airport	Cartagena	Colombia	SKCV	Covenas Airport	Covenas	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	653.1695834718575 km	73 min
SKMD	Enrique Olaya Herrera Airport	Medellin	Colombia	SKUM	Jorge Isaac Airport	La Mina	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	259.2482609449453 km	29 min
SKCL	Alfonso Bonilla Aragon International Airport	Cali	Colombia	SKPS	Antonio Narino Airport	Pasto	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	579.429992712335 km	65 min
SKBO	El Dorado International Airport	Bogota	Colombia	SKOU	Fabio Alberto Leon Bentley Airport	Mitu	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	313.4273358001346 km	35 min
SKGY	Guaymaral Airport	Guaymaral	Colombia	SKTM	Gustavo Vargas Airport	Tame	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	241.09986458984537 km	27 min
SKAR	El Eden Airport	Armenia	Colombia	SKPP	Guillermo Leon Valencia Airport	Popayan	Colombia		

ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	217.69430809227553 km	24 min
SKCC	Camilo Daza International Airport	Cucuta	Colombia	SKUC	Santiago Perez Airport	Arauca	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	130.27313305454646 km	14 min
SKMD	Enrique Olaya Herrera Airport	Medellin	Colombia	SKUH	El Carano Airport	Quibdo	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	99.02907420938086 km	11 min
SKOW	Benito Salas Airport	Neiva	Colombia	SKGZ	La Jagua Airport	Garzon	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	291.6993516662702 km	33 min
SKBO	El Dorado International Airport	Bogota	Colombia	SKSV	Eduardo Falla Solano Airport	San Vicente De Caguan	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	67.49649636208815 km	7 min
SKMZ	La Nubia Airport	Manizales	Colombia	SKQU	Mariquita Airport	Mariquita	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	114.9070213839683 km	13 min
SKLC	Antonio Roldan Betancourt Airport	Canepa	Colombia	SKCA	Capurgana Airport	Capurgana	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	159.03556981606698 km	18 min
SKGG	Rafael Nunez International Airport	Cartagena	Colombia	SKSH	Simon Bolivar International Airport	Santa Marta	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	343.1801609385586 km	38 min
SKFL	Gustavo Artunduaga Paredes Airport	Florencia	Colombia	SKSJ	Jorge E. Gonzalez Torres Airport	San Jose Del Guaviare	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	230.4331422997032 km	26 min
SKBG	Palonegro Airport	Bucaramanga	Colombia	SKBC	Las Flores Airport	El Banco	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	325.7390702465602 km	36 min
SKCL	Alfonso Bonilla Aragon International Airport	Cali	Colombia	SKCO	La Florida Airport	Tumaco	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	59.61013919210736 km	6 min
SKEB	El Bague Airport	El Bague	Colombia	SKOU	Juan H White Airport	Caucasia	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	286.2384414366231 km	32 min
SKCL	Alfonso Bonilla Aragon International Airport	Cali	Colombia	SKVG	Villa Garzon Airport	Villa Garzon	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	90.03556584836763 km	10 min
SKGO	Santa Ana Airport	Cartago	Colombia	SKCD	Handinga Airport	Condoto	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	371.51398321783 km	42 min
SKUC	Santiago Perez Airport	Arauca	Colombia	SKPC	German Olano Airport	Puerto Carreno	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	94.10648632202361 km	10 min
SKSP	Gustavo Rojas Pinilla International Airport	San Andres Island	Colombia	SKDV	El Embrujo Airport	Providencia	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	211.61132905640113 km	23 min
SKOW	Benito Salas Airport	Neiva	Colombia	SKBU	Gerardo Tobar Lopez Airport	Buenaventura	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	113.68126061850462 km	12 min
SKBO	El Dorado International Airport	Bogota	Colombia	SKTB	Perales Airport	Ibague	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	634.0648141959715 km	71 min
SKWV	Vanguardia Airport	Villavicencio	Colombia	SKPD	Obando Airport	Puerto Inirida	Colombia		

ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	38,3895897279822	4 min
SKCZ	Las Brujas Airport	Corozal	Colombia	SKTL	Golfo de Morrosquillo Airport	Tolu	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	115.94583431629782	13 min
SKBG	Palonegro Airport	Bucaramanga	Colombia	SKCC	Camilo Daza International Airport	Cucuta	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	239.7848314426282	27 min
SKPE	Matucana International Airport	Pereira	Colombia	SKBS	Jose Celestino Mutis Airport	Bahia Solano	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	69.57851847398566	7 min
SKBG	Palonegro Airport	Bucaramanga	Colombia	SKEJ	Varigues Airport	Barrancabermeja	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	157.44338662739276	17 min
SKGI	Santiago Vila Airport	Girardot	Colombia	SNOW	Benito Salas Airport	Neiva	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	216.71822461659923	24 min
SKMD	Enrique Olaya Herrera Airport	Medellin	Colombia	SKLC	Antonio Roldan Betancourt Airport	Carepa	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	169.48548748416177	19 min
SKBG	Palonegro Airport	Bucaramanga	Colombia	SKOT	Otu Airport	Otu	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	288.28836876533844	22 min
SKCL	Alfonso Bonilla Aragon International Airport	Cali	Colombia	SKGP	Juan Casiano Airport	Guapi	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	149.96754522299597	16 min
SNOW	Benito Salas Airport	Neiva	Colombia	SKPI	Pitalito Airport	Pitalito	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	132.83649155265933	14 min
SKBG	Palonegro Airport	Bucaramanga	Colombia	SKAG	Hacaritana Airport	Aguachica	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	88.68526584575434	9 min
SKTL	Golfo de Morrosquillo Airport	Tolu	Colombia	SKDR	Los Garzones Airport	Monteria	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	716.8284569047875	81 min
SKCG	Rafael Nunez International Airport	Cartagena	Colombia	SKSP	Gustavo Rojas Pinilla International Airport	San Andres Island	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	147.79331385895836	16 min
SKBG	Palonegro Airport	Bucaramanga	Colombia	SKSA	Los Colonizadores Airport	Saravena	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	286.9992757081178	23 min
SKLG	Caucaya Airport	Puerto Leguizamo	Colombia	SKAS	Tres De Mayo Airport	Puerto Asis	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	286.19191136583858	23 min
SKCU	Juan H White Airport	Caucasia	Colombia	SKDC	Aguas Claras Airport	Ocana	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	72.32994818552784	8 min
SKMZ	La Nubia Airport	Manizales	Colombia	SKAR	El Eden Airport	Armenia	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	39.91772249669592	4 min
SKAR	El Eden Airport	Armenia	Colombia	SKGO	Santa Ana Airport	Cartago	Colombia		
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	65.18378831194471	7 min
SKPI	Pitalito Airport	Pitalito	Colombia	SKFL	Gustavo Artunduaga Paredes Airport	Florencia	Colombia		

<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKIB</td><td>Perales Airport</td><td>Ibague</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKIB	Perales Airport	Ibague	Colombia	<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKGI</td><td>Santiago Vila Airport</td><td>Girardot</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKGI	Santiago Vila Airport	Girardot	Colombia	40.67072146635567 km	4 min
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKIB	Perales Airport	Ibague	Colombia																
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKGI	Santiago Vila Airport	Girardot	Colombia																
<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKSH</td><td>Simon Bolívar International Airport</td><td>Santa Marta</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKSH	Simon Bolívar International Airport	Santa Marta	Colombia	<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKVP</td><td>Alfonso Lopez Pumarejo Airport</td><td>Valledupar</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKVP	Alfonso Lopez Pumarejo Airport	Valledupar	Colombia	131.453302607539 km	14 min
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKSH	Simon Bolívar International Airport	Santa Marta	Colombia																
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKVP	Alfonso Lopez Pumarejo Airport	Valledupar	Colombia																
<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKMZ</td><td>La Nubia Airport</td><td>Manizales</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKMZ	La Nubia Airport	Manizales	Colombia	<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKPQ</td><td>German Olano Air Base</td><td>La Dorada</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKPQ	German Olano Air Base	La Dorada	Colombia	102.66048947880739 km	11 min
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKMZ	La Nubia Airport	Manizales	Colombia																
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKPQ	German Olano Air Base	La Dorada	Colombia																
<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKGO</td><td>Santa Ana Airport</td><td>Cartago</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKGO	Santa Ana Airport	Cartago	Colombia	<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKUL</td><td>Heriberto Gil Martinez Airport</td><td>Tulua</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKUL	Heriberto Gil Martinez Airport	Tulua	Colombia	80.6649576536143 km	9 min
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKGO	Santa Ana Airport	Cartago	Colombia																
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKUL	Heriberto Gil Martinez Airport	Tulua	Colombia																
<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKFL</td><td>Gustavo Artunduaga Paredes Airport</td><td>Florencia</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKFL	Gustavo Artunduaga Paredes Airport	Florencia	Colombia	<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKLG</td><td>Caucaya Airport</td><td>Puerto Leguizamo</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKLG	Caucaya Airport	Puerto Leguizamo	Colombia	215.83749084798933 km	24 min
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKFL	Gustavo Artunduaga Paredes Airport	Florencia	Colombia																
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKLG	Caucaya Airport	Puerto Leguizamo	Colombia																
<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKBO</td><td>El Dorado International Airport</td><td>Bogota</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKBO	El Dorado International Airport	Bogota	Colombia	<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKVP</td><td>El Yopal Airport</td><td>Yopal</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKVP	El Yopal Airport	Yopal	Colombia	206.99644450007486 km	23 min
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKBO	El Dorado International Airport	Bogota	Colombia																
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKVP	El Yopal Airport	Yopal	Colombia																
<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKMZ</td><td>La Nubia Airport</td><td>Manizales</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKMZ	La Nubia Airport	Manizales	Colombia	<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKNG</td><td>Jose Maria Cordova International Airport</td><td>Rio Negro</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKNG	Jose Maria Cordova International Airport	Rio Negro	Colombia	126.28368249662722 km	14 min
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKMZ	La Nubia Airport	Manizales	Colombia																
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKNG	Jose Maria Cordova International Airport	Rio Negro	Colombia																
<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKGO</td><td>Santa Ana Airport</td><td>Cartago</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKGO	Santa Ana Airport	Cartago	Colombia	<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKPE</td><td>Matecana International Airport</td><td>Pereira</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKPE	Matecana International Airport	Pereira	Colombia	24.710911079392417 km	2 min
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKGO	Santa Ana Airport	Cartago	Colombia																
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKPE	Matecana International Airport	Pereira	Colombia																
<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKBO</td><td>El Dorado International Airport</td><td>Bogota</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKBO	El Dorado International Airport	Bogota	Colombia	<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKGY</td><td>Guaymaral Airport</td><td>Guaymaral</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKGY	Guaymaral Airport	Guaymaral	Colombia	15.303499608274425 km	1 min
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKBO	El Dorado International Airport	Bogota	Colombia																
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKGY	Guaymaral Airport	Guaymaral	Colombia																
<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKVP</td><td>Alfonso Lopez Pumarejo Airport</td><td>Valledupar</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKVP	Alfonso Lopez Pumarejo Airport	Valledupar	Colombia	<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKBH</td><td>Almirante Padilla Airport</td><td>Rio Hacha</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKBH	Almirante Padilla Airport	Rio Hacha	Colombia	126.3701322509697 km	14 min
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKVP	Alfonso Lopez Pumarejo Airport	Valledupar	Colombia																
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKBH	Almirante Padilla Airport	Rio Hacha	Colombia																
<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKFL</td><td>Gustavo Artunduaga Paredes Airport</td><td>Florencia</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKFL	Gustavo Artunduaga Paredes Airport	Florencia	Colombia	<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKLT</td><td>Alfredo Vasquez Cobo International Airport</td><td>Ieticia</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKLT	Alfredo Vasquez Cobo International Airport	Ieticia	Colombia	896.4474038184073 km	101 min
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKFL	Gustavo Artunduaga Paredes Airport	Florencia	Colombia																
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKLT	Alfredo Vasquez Cobo International Airport	Ieticia	Colombia																
<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKVP</td><td>El Yopal Airport</td><td>Yopal</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKVP	El Yopal Airport	Yopal	Colombia	<table><tr><td>ICAO</td><td>NOMBRE</td><td>CIUDAD</td><td>PAIS</td></tr><tr><td>SKBG</td><td>Palonegro Airport</td><td>Bucaramanga</td><td>Colombia</td></tr></table>	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	SKBG	Palonegro Airport	Bucaramanga	Colombia	219.6025414899027 km	24 min
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKVP	El Yopal Airport	Yopal	Colombia																
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS																
SKBG	Palonegro Airport	Bucaramanga	Colombia																

Análisis

El código tiene una complejidad general de $O(E \log(V))$, por la creación del árbol de expansión mínima con `prim.PrimMST()`. Las operaciones dentro del bucle que itera sobre todos los vértices del grafo, como la obtención de entradas de diccionario y aristas, son de tiempo constante $O(1)$, y el bucle mismo tiene una complejidad de $O(V)$. Por lo tanto, el tiempo total es gobernado por la complejidad de Prim's MST, haciendo que la operación más costosa determine la complejidad general del algoritmo.

Requerimiento <<5>>

Descripción

Breve descripción de como abordaron la implementación del requerimiento

Entrada	Este requerimiento no tiene ninguna entrada dada por el usuario.
Salidas	Se espera que el algoritmo entregue: <ul style="list-style-type: none">- Tiempo de implementación en milisegundos- Aeropuerto más importante según concurrencia militar (mostrando su ICAO, nombre, ciudad, país y concurrencia)- Distancia total de los trayectos sumada

	<ul style="list-style-type: none"> - Número total de trayectos posibles saliendo del aeropuerto más importante - Información acerca de los trayectos encontrados.
Implementado (Sí/No)	Implementado por Juan Esteban Currea

Análisis de complejidad

Análisis de complejidad de cada uno de los pasos del algoritmo

Pasos	Complejidad
Creación de nuevas listas y denominación de variables	$O(1)$
Ejecución del algoritmo Prim	$O((V+E)\log V)$
Obtención de vértices	$O(V)$
Procesamiento sobre vértices	$O(V)$
TOTAL	$O((V+E)\log V)$

Pruebas Realizadas

Información de la máquina

Procesadores	1,4 GHz Intel Core i5 de cuatro núcleos
Memoria RAM	8 GB 2133 MHz LPDDR3
Sistema Operativo	Sonoma 14.5

Dado que este requerimiento solo pide encontrar la información ya nombrada al inicio sin ninguna entrada, se corrió múltiples veces para analizar, en promedio, cuanto se demora. Estos fueron los resultados:

Entrada	Tiempo (s)
NA	52.77
NA	89.4
NA	49.23

Resultados

El tiempo total fue: 49.24212799966335

El aeropuerto más importante con concurrencia militar encontrado es:

ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	CONCURRENCIA_Militar
SKAP	Gomez Nino Apiay Air Base	Apiay	Colombia	85

La distancia total fue: 12390.549155692592 kms

El numero total de trayectos fue: 69

Los trayectos encontrados fueron:

origen	destino	distancia	tiempo	tipo_aeronave
SKEJ	SKOC	151.794	4	UH1
SKBU	SKBS	268.778	8	B212
SKFL	SKAC	426.02	12	C208
SKAC	SKLP	325.217	9	C208
SKOC	SKBG	133.537	4	C208
SKAP	SKSJ	195.422	5	SA37
SKIB	SKUL	127.673	3	H60
SKLC	SKSP	761.656	22	AT43
SKFL	SKTQ	100.707	3	C295
SKIP	SKCO	159.88	4	C208
SKPP	SKPS	139.971	4	H60

SKB0	SKCD	286.024	8	DHC6
SKAP	SKVV	11.6755	0	H60
SKUA	SKPC	150.952	4	UH1
SKQU	SKPQ	39.1858	1	UH1
SKUA	SKPD	204.896	6	C182
SKB0	SKAD	548.828	16	C295
SKUC	SKSA	124.321	3	H60
SKTQ	SKLG	115.346	3	B06
SKCD	SKNQ	93.6929	2	H60
SKBQ	SKSM	65.2734	1	B190
SKCV	SKCZ	45.1514	1	B412
SKB0	SKTJ	128.907	3	B212
SKMR	SKCV	65.8565	1	DH8C
SKCG	SKBQ	94.2037	2	B412
SKUC	SKUA	284.41	8	DC3T
SKAP	SKYP	190.176	5	C208
SKPS	SKAS	132.455	3	B350
SKCO	SKGP	126.467	3	UH1
SKB0	SKQU	99.4411	2	DH8C
SKQU	SKAR	129.248	3	DC3T
SKCU	SKMR	117.499	3	H60
SKEJ	SKAG	138.206	4	B06

SKPQ	SKEJ	195.422	5	UH1
SKAG	SKCC	123.023	3	H60
SKCZ	SKMG	48.5211	1	B190
SKQU	SKGI	104.559	3	AT8T
SKPQ	SKMD	131.795	3	UH1
SKUL	SKCL	62.7582	1	UH1
SKPP	SKFL	150.792	4	B190
SKRH	SKPB	128.322	3	B212
SKRH	SKLM	57.6578	1	B190
SKUL	SKBU	88.892	2	H60
SKAG	SKCU	180.69	5	C208
SKUL	SKNV	164.096	4	H60
SKPQ	SKIB	129.323	3	AC90
SKPS	SKIP	72.9218	2	BE9L
SKCU	SKEB	59.6101	1	C208
SKAP	SKB0	95.0417	2	B350
SKAR	SKUI	168.337	5	DH8C
SKCV	SKLC	209.567	6	DH8C
SKQU	SKRG	121.527	3	AT43
SKYP	SKUC	266.47	7	C208
SKAG	SKBC	98.7702	2	H60
SKBQ	SKPV	765.823	22	BE20

SKUC	SKTM	132.247	3	H60
SKYP	SKPZ	82.8642	2	C208
SKAP	SKGY	99.0052	2	H60
SKUL	SKPE	97.4948	2	UH1
SKFL	SKSV	108.563	3	C208
SKPS	SKVG	89.2715	2	UH1
SKLG	SKLT	697.544	20	C208
SKEJ	SKTL	338.613	10	B190
SKCZ	SKCG	125.878	3	B412
SKBC	SKVP	173.753	5	UH60
SKSJ	SKMU	305.292	9	UH60
SKVG	SKG0	426.403	12	DH8C
SKSM	SKRH	149.254	4	AS50
SKBU	SKPP	157.575	4	H60

Análisis

El análisis experimental confirma que la implementación del requerimiento 5 tiene una complejidad que crece, teóricamente, de forma polinómica en relación con el tamaño del grafo, coincidiendo con la complejidad teórica $((V+E)\log V)$. Dado que no hay diferentes tamaños de archivos de datos, la única prueba que se realizó para comparar tiempos fue correrlo 3 veces y sacar un promedio. Sin embargo, esto no es significativo para encontrar si está o no alineado con la línea de tendencia que debería seguir dado que el tiempo depende más de funcionamiento de la máquina que del tamaño de los datos (pues siempre es el mismo).

Requerimiento <<6>>

Plantilla para el documentar y analizar cada uno de los requerimientos.

Descripción

Breve descripción de como abordaron la implementación del requerimiento

Entrada	Pide el numero m de aeropuertos importantes a revisar
Salidas	Este algoritmo devuelve: <ul style="list-style-type: none">- La cantidad de aeropuertos importantes a cubrir- El aeropuerto con mayor concurrencia, con sus respectivos vuelos de llegada y salida- Se tabula una gráfica que muestra el aeropuerto de prioridad y todos los viajes necesarios para ir del más importante al n más importante en el cual se minimice la distancia
Implementado (Sí/No)	Si se implementó y quien lo hizo.

Análisis de complejidad

Análisis de complejidad de cada uno de los pasos del algoritmo

lt.newList('ARRAY_LIST'): Esta operación crea una nueva lista. La complejidad temporal es $O(1)$, lo que significa que toma un tiempo constante.

lt.firstElement(data_structs["Lista_aeropuertos_comercial"]): Esta operación recupera el primer elemento de una lista. La complejidad temporal es $O(1)$.

lt.subList(data_structs["Lista_aeropuertos_comercial"], 2, m): Esta operación crea una sublista de una lista existente. La complejidad temporal es $O(m)$, donde m es el número de elementos en la sublista.

gr.indegree(data_structs["Grafo_comercial_distancia"], aepto_concurrente["ICAO"]) y gr.outdegree(data_structs["Grafo_comercial_distancia"], aepto_concurrente["ICAO"]): Estas operaciones calculan el grado de entrada y salida de un vértice en un grafo. La complejidad temporal es $O(1)$.

El primer bucle for: Este bucle itera sobre los aeropuertos en aeropuertos_m. Dentro del bucle, realiza varias operaciones, incluyendo la ejecución del algoritmo de Dijkstra, que tiene una complejidad temporal de $O((V+E) \log V)$, donde V es el número de vértices y E es el número de aristas en el grafo.

El segundo bucle for: Este bucle itera sobre los nodos en camino. Dentro del bucle, realiza varias operaciones, incluyendo búsquedas en diccionarios y adiciones a listas, todas las cuales tienen una complejidad temporal de $O(1)$. Sin embargo, dado que estas operaciones están dentro de un bucle que se ejecuta para cada nodo en el camino, la complejidad temporal general del bucle es $O(n)$, donde n es el número de nodos en el camino.

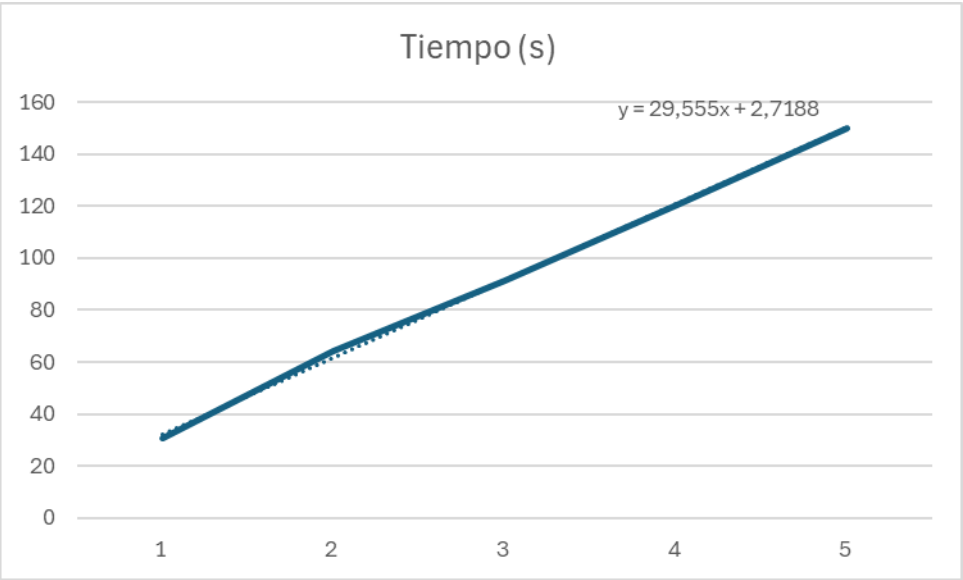
Pruebas Realizadas

Descripción de las pruebas de tiempos de ejecución y memoria utilizada. Incluir descripción del procedimiento, las condiciones, las herramientas y recursos utilizados (librerías, computadores donde se ejecutan las pruebas, entre otros).

Entrada	Tiempo (s)
1	30,506
2	64,38
3	91,283
4	120,55
5	150,194

Tablas de datos

Las tablas con la recopilación de datos de las pruebas.



Graficas

Las gráficas con la representación de las pruebas realizadas.

Ingrese la cantidad de aeropuertos mas importantes que desea cubrir: 1
El tiempo es: 38.50966665791512 es
El aeropuerto con mayor concurrencia es: El Dorado International Airport su ICAO es SKBO
y esta ubicado en Bogotá, Colombia con 41 vuelos de salida y 187 vuelos de llegada

Aeropuerto de prioridad	total aeropuertos	Aepto Ida				Aepto Llegada				Vuelo Ida	Vuelo Llegada	distancia
Jose Maria Cordova International Airport	1	NOMBRE	ICAO	CLEADO	PAIS	NOMBRE	ICAO	CLEADO	PAIS	SKBO	SKRG	215.449
		El Dorado International Airport	SKBO	Bogota	Colombia	Jose Maria Cordova International Airport	SKRG	Rio Negro	Colombia			

Elavamiento

Ingrese la cantidad de aeropuertos mas importantes que desea cubrir: 2
El tiempo es: 64.361208811554889 es
El aeropuerto con mayor concurrencia es: El Dorado International Airport su ICAO es SKBO
y esta ubicado en Bogotá, Colombia con 41 vuelos de salida y 187 vuelos de llegada

Aeropuerto de prioridad	total aeropuertos	Aepto Ida				Aepto Llegada				Vuelo Ida	Vuelo Llegada	distancia
Jose Maria Cordova International Airport	1	NOMBRE	ICAO	CLEADO	PAIS	NOMBRE	ICAO	CLEADO	PAIS	SKBO	SKRG	215.449
		El Dorado International Airport	SKBO	Bogota	Colombia	Jose Maria Cordova International Airport	SKRG	Rio Negro	Colombia			
Rafael Nunez International Airport	1	NOMBRE	ICAO	CLEADO	PAIS	NOMBRE	ICAO	CLEADO	PAIS	SKBO	SKCG	655.854
		El Dorado International Airport	SKBO	Bogota	Colombia	Rafael Nunez International Airport	SKCG	Cartagena	Colombia			

Análisis

La función req_6 calcula una secuencia de aeropuertos para visitar a partir de un aeropuerto concurrente. La complejidad temporal general de la función req_6 es $O((V+E) \log V)$, donde m es el número de aeropuertos en la sublista, V es el

número de vértices y E es el número de aristas en el grafo. Esto se debe a que la operación más costosa es el algoritmo de Dijkstra, que se ejecuta para cada aeropuerto en la sublista. Las demás operaciones, como la creación de listas, la recuperación de elementos de listas y la adición de elementos a listas, tienen una complejidad temporal de $O(1)$ o $O(m)$, pero estas son dominadas por la complejidad del algoritmo de Dijkstra.

Requerimiento <<7>>

Descripción

Breve descripción de como abordaron la implementación del requerimiento

Entrada	Coordenadas de punto de origen y destino
Salidas	Se espera que el algoritmo entregue: <ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de implementación en milisegundos - Aeropuerto más importante según concurrencia militar (mostrando su ICAO, nombre, ciudad, país y concurrencia) - Distancia total de los trayectos sumada - Número total de trayectos posibles saliendo del aeropuerto más importante - Información acerca de los trayectos encontrados.
Implementado (Sí/No)	Implementado grupalmente

Análisis de complejidad

Análisis de complejidad de cada uno de los pasos del algoritmo

Pasos	Complejidad
Creación de nuevas listas y denominación de variables	$O(1)$
Iteración sobre el grafo de aeropuertos	$O(V)$
Dijkstra	$O(V+E \log V)$
Obtención del camino y creación	$O(P)$
TOTAL	$O((V+E)\log V)$

Pruebas Realizadas

Información de la máquina

Procesadores	1,4 GHz Intel Core i5 de cuatro núcleos
Memoria RAM	8 GB 2133 MHz LPDDR3
Sistema Operativo	Sonoma 14.5

Dado que este requerimiento solo pide encontrar la información ya nombrada al inicio sin ninguna entrada, se corrió múltiples veces para analizar, en promedio, cuanto se demora. Estos fueron los resultados:

Entrada	Tiempo (s)
Ingrese la latitud del aeropuerto de origen: 4.601992771389502 Ingrese la longitud del aeropuerto de origen: -74.06610470441926 Ingrese la latitud del aeropuerto de destino: 10.507688799813222 Ingrese la longitud del aeropuerto de destino: -75.4706488665794	49.32
Ingrese la latitud del aeropuerto de origen: 4.601992771389502 Ingrese la longitud del aeropuerto de origen: -74.06610470441926 Ingrese la latitud del aeropuerto de destino: 10.507688799813222 Ingrese la longitud del aeropuerto de destino: -75.4706488665794	48.4
Ingrese la latitud del aeropuerto de origen: 4.601992771389502 Ingrese la longitud del aeropuerto de origen: -74.06610470441926 Ingrese la latitud del aeropuerto de destino: 10.507688799813222 Ingrese la longitud del aeropuerto de destino: -75.4706488665794	50.26

Resultados

El camino encontrado fue:									
origen				destino				distancia	tiempo
ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	ICAO	NOMBRE	CIUDAD	PAIS	655.854	74
SKBO	El Dorado International Airport	Bogota	Colombia	SKCG	Rafael Nunez International Airport	Cartagena	Colombia		

El tiempo total del trayecto fue: 74
La distancia total del trayecto fue: 655.8540570423513

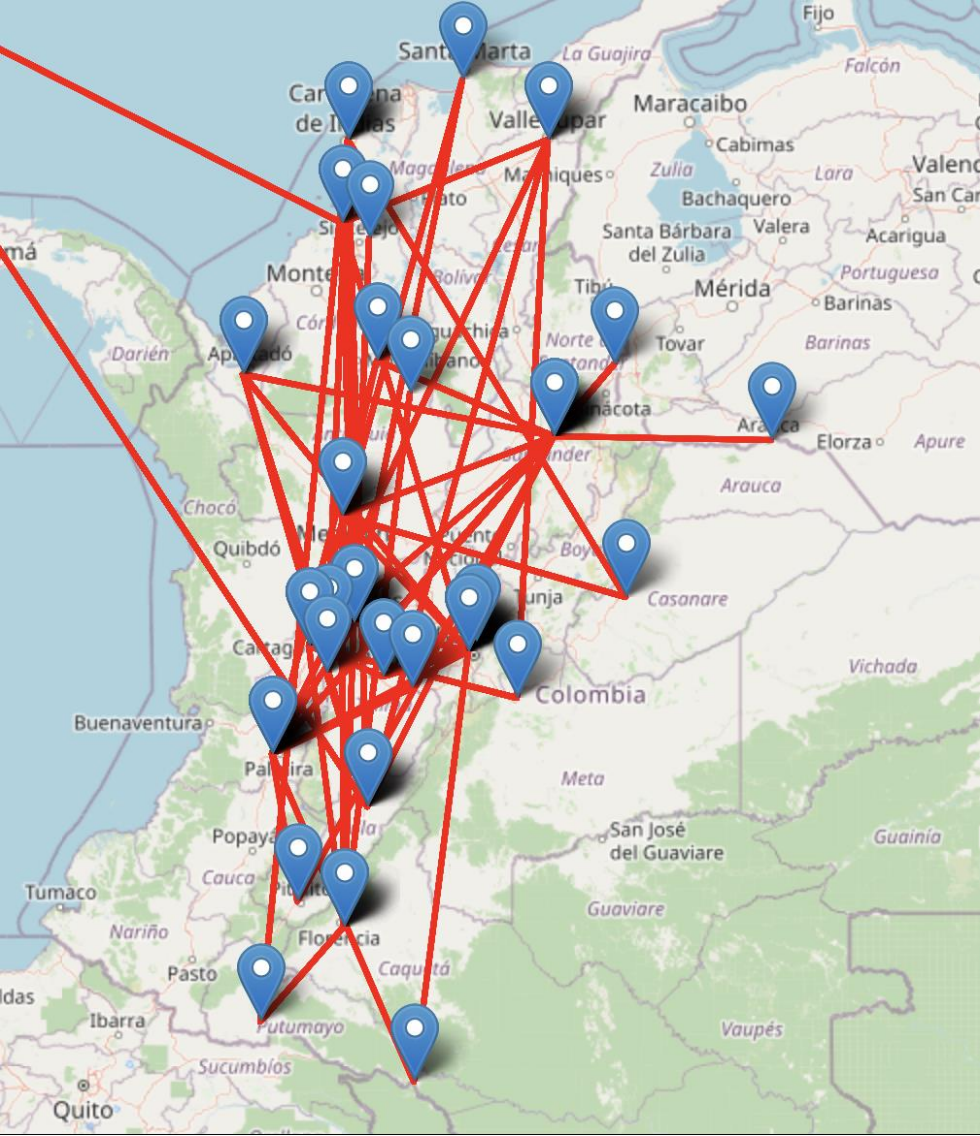
El número de aeropuertos es: 2

Bucle exterior: $O(L)$
Bucle interior: $O(N)$
Bucle adicional en el caso if req == 5: $O(M)$ Si el caso if req == 5 es relevante, la complejidad es $O(L \cdot (N+M))$. En otros casos, la complejidad es $O(L \cdot N)$.
Complejidad general: $O(L \cdot N)$
Para el caso if req == 5: $O(L \cdot (N+M))$

Pruebas Realizadas

Descripción de las pruebas de tiempos de ejecución y memoria utilizada. Incluir descripción del procedimiento, las condiciones, las herramientas y recursos utilizados (librerías, computadores donde se ejecutan las pruebas, entre otros).

Entrada	Tiempo (s)
Req 3	216.45
Req 4	218.01
Req 5	183.33



Análisis

El código req 8 tiene bucles anidados que iteran sobre la lista global `lista_coordenadas`, donde cada elemento es una lista de vuelos. La complejidad general es $O(L \cdot N)$, donde L es el número de listas en `lista_coordenadas` y N es el número de vuelos en cada lista. Adicionalmente, si la condición `if req == 5` se cumple, hay un bucle adicional que iterará sobre la lista de aeropuertos militares, añadiendo una complejidad de $O(M)$, resultando en una complejidad total de $O(L \cdot (N+M))$. Las operaciones de adición de marcadores y líneas al mapa tienen complejidades constantes $O(1)$.