



FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Algoritmos e Estruturas de Dados

Transportes Aéreos

Projecto 2 | 2LEIC10 | 8 de Janeiro 2023

Ntsay Zacarias – up202008863
Eriton Felisberto Naife – up202008859

Dataset

O dataset é constituído por três ficheiros no formato CSV (comma separated values), obtidos a partir do website OpenFlights (dados recolhidos em Junho de 2014):

airports.csv – ficheiro com lista dos aeroportos

- código aeroportuário IATA; nome do aeroporto; cidade; país; latitude; longitude

airlines.csv – ficheiro com lista das companhias aéreas

- código aeroportuário ICAO; nome; indicativo; país

flights.csv – ficheiro com lista dos voos

- origem; destino; companhia aérea

Estruturas de dados

Para a manipulação e representação dos dados fornecidos, foram utilizadas, com destaque, 3 tabelas de dispersão e 1 grafo.

Duas dessas tabelas de dispersão (*airlines* e *airports*), têm como chave o seus respectivos códigos ICAO e IATA, e mapeiam os objetos que os(as) representam.

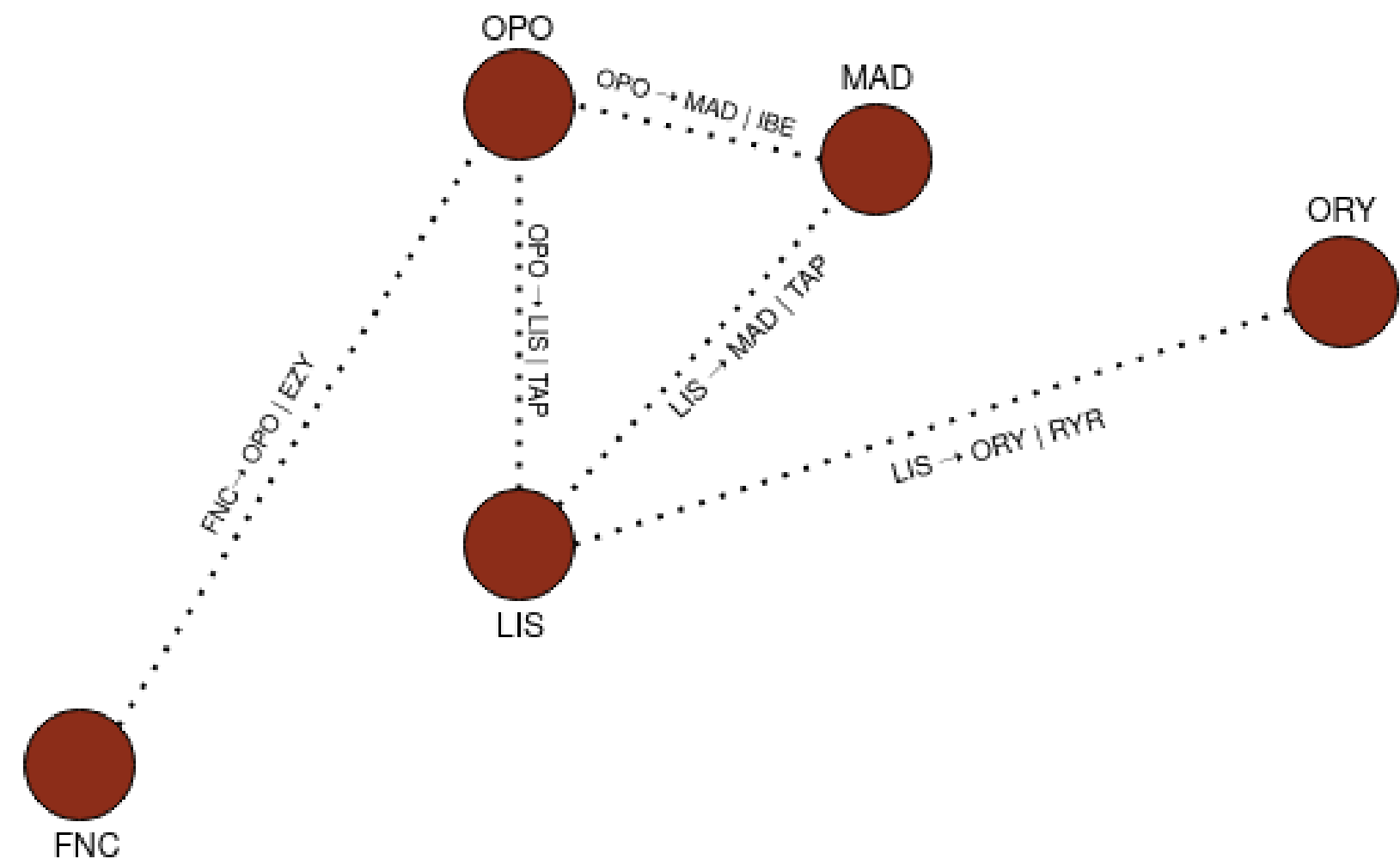
A última, *cities*, tem como chave, a concatenação do nome da cidade e o seu respectivo país, para garantir unicidade. Este conjunto mapea uma lista de aeroportos que pertencem à cidade, considerando a possibilidade de existência de vários.

Grafos

O grafo usado na aplicação para a representação da rede de voos, é constituído por aeroportos como *vértices* e voos como *edges* que ligam aos mesmos.

Como existem várias ligações entre aeroportos, tendo alguns *out-degree* (número de edges que saem do vértice), maior que 100,

provou-se mais eficiente implementar o grafo com uma *adjacency list*. Sendo assim mais fácil apanhar vizinhos de um vértice e consequentemente mais rápido percorrer o grafo.



Funcionalidades Implementadas

- Flight Search (shortest route = least flights)
 - Search by city/country name
 - Search by airport IATA code
 - Search by getting surrounding airports using geographical coordinates
 - Show all additional routes with the same number of flights
 - Search route using one airline
- Global statistics
 - Number of flights from an airport
 - Airlines that depart from an airport
 - All possible destinations reachable from an airport
 - Airports reachable using a certain amount of flights
 - Airports
 - Filtered by city
 - Filtered by country
 - Ordered by most outgoing flights

Funcionalidades Implementadas

Todos os tipos de procura podem ser combinados entre si. Por exemplo, é possível pesquisar rotas entre duas cidades, entre uma cidade e um aeroporto específico, ou entre uma localização geográfica (buscando todos os aeroportos da área), e uma cidade.

Após a pesquisa inicial, o utilizador tem a opção de procurar a mesma rota, mas somente com uma determinada companhia aérea, ou de procurar todas as rotas possíveis com o menor número de voos.

```
-----
SkyPlanner
-----
Flight Search
-----
What is your departure location?

1. Search by city/country name
2. Search by airport code
3. Search by geographical coordinates
-----
9.Back
```

```
-----
SkyPlanner
-----
This is one of the shortest possible routes

FROM:
Maputo, Mozambique
Maputo- MPM
TO:
Lisbon, Portugal
Lisboa- LIS

MPM -> LIS (TAP) - TAP Air Portugal

-----
1. Show detailed route information
2. Show all routes with the same amount of flights
3. Search for a route using one airline
-----
9.Back
-----
```

Funcionalidades Implementadas

Informações globais sobre a rede também se encontram disponíveis, como o número de voos que cada aeroporto tem, todos os possíveis destinos a partir dos mesmos ou que aeroportos são atingíveis com certo número de voos

```
-->LIS
The number of flights of Lisboa are: 435
Choose

1. Number of flights of an airport
2. Airlines of an airport
3. All possible destinations of an airport
4. Airports reachable using a certain number of flights
5. Show data
```

Airport outgoing flights and data menus

```
Enter the number of Flights(max 4):
1
Maputo
Cape Town Intl
Durban Intl
Johannesburg Intl
Bole Intl
Lisboa
Jomo Kenyatta International
```

All reachable airports given a k number of flights

```
All possible destinations of Porto are:
Niederrhein
Saint Exupery
La Rochelle-Ile de Re
Brussels Natl
Heathrow
Orly
Luanda 4 De Fevereiro
Newark Liberty Intl
Eindhoven
```

Possible destinations from an airport

Algoritmos destaque

- Pesquisa do caminho com menor número de voos
 - Algoritmo: *Breadth First Search*
 - Complexidade temporal : $O(V + E)$
- Pesquisa de todos os caminhos com menor número de voos
 - Algoritmo: *Breadth First Search (modificado)*
 - Complexidade temporal : $O(V * E)$

```
queue.push(departure, list<Flight>)\n\nwhile not queue.empty\n\n    curr_airport, route = queue.front\n    queue.pop\n\n    if curr_airport == arrival\n        if route.size < min_flights\n            min_flights = route.size()\n            return route\n\n    visited.insert(airport.code)\n\n    for flight in adjacency_list[curr_airport]\n        if flight.arrival is not in visited\n            new_route = route\n            new_route.insert(flight)\n            queue.push(flight.arrival, new_route)\n\nreturn list<>()
```

```
queue.push(departure, list<Flight>)\n\nshortest_routes = list<list<Flight>>()\n\nwhile not queue.empty\n\n    curr_airport, route = queue.front\n    queue.pop\n\n    if curr_airport == arrival\n        if route.size < min_flights\n            shortest_routes.clear\n            min_flights = route.size\n            if route.size == min_flights\n                shortest_routes.insert(route)\n\n    visited.insert(curr_airport)\n\n    for flight in adjacency_list[curr_airport]\n        if flight.arrival is not in visited\n            new_route = route\n            new_route.push_back(flight)\n            queue.push(flight.arrival, new_route)\n\nreturn shortest_routes
```


Interface e features

Route Information			
(United States) New York ----> Paris (France)			
FROM: La Guardia Airport			
TO: Charles De Gaulle Airport			
Flight #	Departure Airport	Arrival Airport	Airline
1	New York (LGA)	Montreal (YUL)	American Airlines
2	Montreal (YUL)	Paris (CDG)	Air Canada
TO: Orly Airport			
Flight #	Departure Airport	Arrival Airport	Airline
1	New York (LGA)	Montreal (YUL)	American Airlines
2	Montreal (YUL)	Paris (ORY)	Corsairfly
FROM: John F Kennedy Intl Airport			
TO: Charles De Gaulle Airport			
Flight #	Departure Airport	Arrival Airport	Airline
1	New York (JFK)	Paris (CDG)	American Airlines
TO: Orly Airport			
Flight #	Departure Airport	Arrival Airport	Airline
1	New York (JFK)	Paris (ORY)	American Airlines

(Connecting flight in Canada)

(Connecting flight in Canada)

Pesquisa de voo – foram usadas cidades com vários aeroportos. O programa mostra os caminhos com menor número de voos para todas as combinações origem-destino.

Interface e features

```
>1
You chose TAP Air Portugal
No routes found: MPM -> Charles De Gaulle with TAP
Option :1
MPM -> LIS (TAP) - TAP Air Portugal
LIS -> ORY (TAP) - TAP Air Portugal
```

Pesquisa de rotas
com uma companhia aérea

```
-----
SkyPlanner
-----
Routes with the same number of flights

this may take a few seconds

Option :1
MPM -> JNB (QTR) - Qatar Airways
JNB -> CDG (AFR) - Air France

Option :2
MPM -> JNB (QTR) - Qatar Airways
JNB -> CDG (AZA) - Alitalia

Option :3
MPM -> JNB (SAA) - South African Airways
JNB -> CDG (AFR) - Air France

Option :4
MPM -> JNB (SAA) - South African Airways
JNB -> CDG (AZA) - Alitalia

Option :5
MPM -> ADD (ETH) - Ethiopian Airlines
ADD -> CDG (ETH) - Ethiopian Airlines

Option :6
MPM -> LIS (TAP) - TAP Air Portugal
LIS -> CDG (AFR) - Air France
```

Múltiplas rotas
com menor nº voos

Dificuldades e Esforço Individual

- Não houve grandes dificuldades durante o desenvolvimento deste projecto.
 - Ntsay Zacarias – Pesquisa de voos
 - Eriton Naife – Estatísticas globais da rede