

Decentralized Multi-Agent System for Air Traffic Control

INTRODUÇÃO

- O objetivo do projeto é implementar um sistema descentralizado multi-agente para o controlo do tráfego aéreo.
- Os agentes são responsáveis pelo controlo do espaço aéreo, por evitar colisões e pelo planeamento das viagens.
- As viagens podem ser afetadas por avarias / condições meteorológicas adversas.
- Para este problema definimos 5 aeroportos/aeródromos por onde os aviões vão circular.

Legenda:

1. Aérodromo de Chaves
2. Aeroporto do Porto
3. Aérodromo de Castelo Branco
4. Aeroporto de Lisboa
5. Aeroporto de Faro

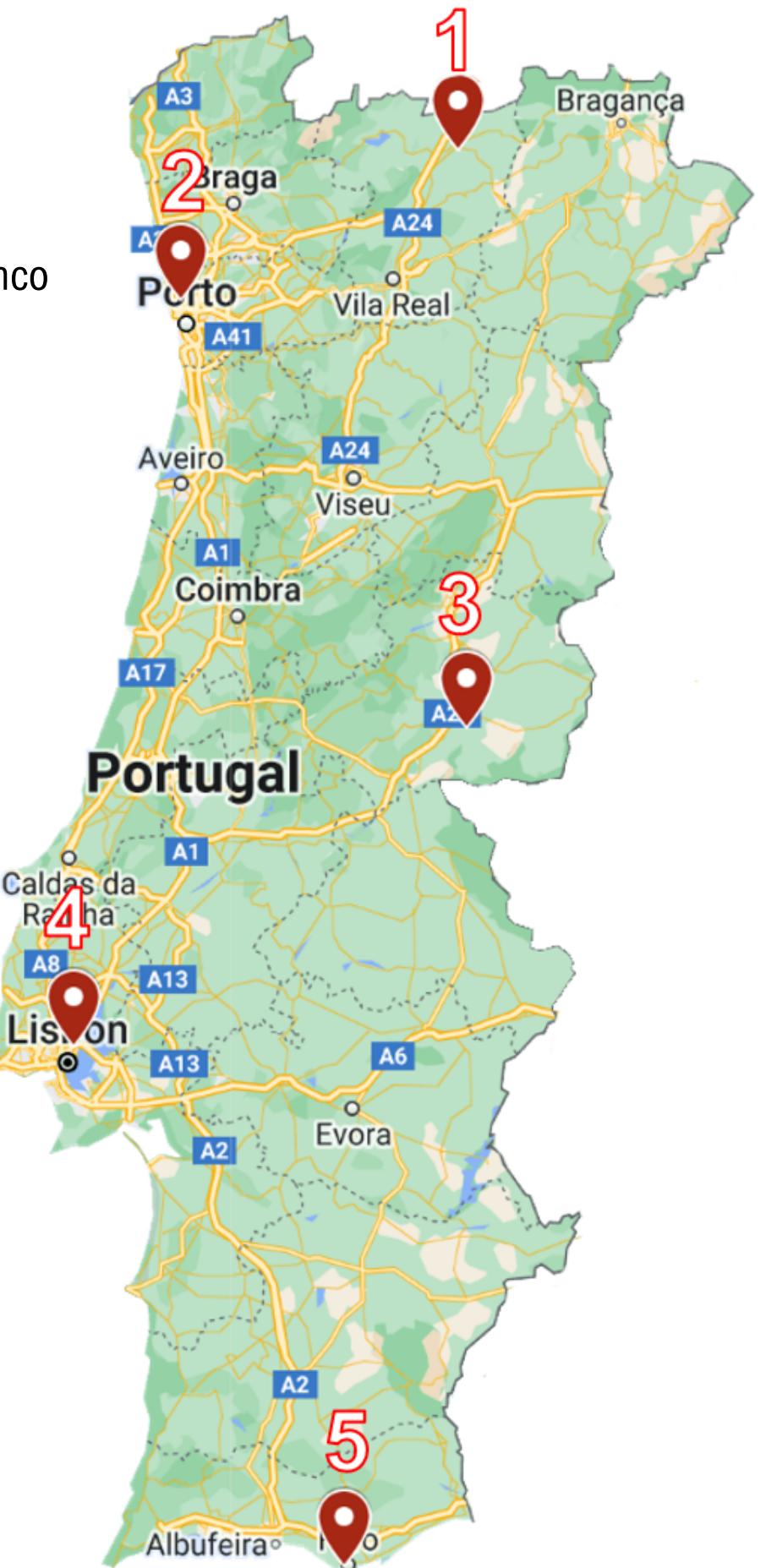


Figura 1: Mapa de Portugal com os aeroportos / aeródromos que selecionamos destacados

AGENTES E ENVIRONMENT



ATC AGENT

Environment



AIRCRAFT AGENT

Environment

Aircraft_id

Runway_id

Reached_destination

Change_route

Aircraft_position

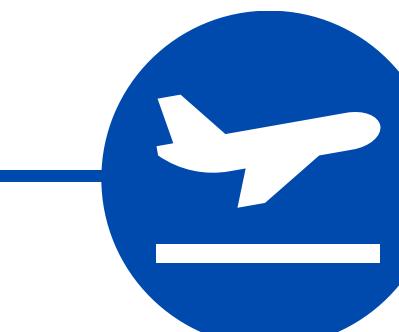
Destination

Landed

Problem

Request_land

Priority



RUNWAY AGENT

Environment



ENVIRONMENT

Aircraft_positions

Weather_conditions

Runways_in_airports

Runway_status

Aeroports

Request_coord

Priority_queue



ATC_AGENT – BEHAVIOURS

(1) MESSAGE HANDLING



Recebe mensagens dos aviões e atualiza as suas posições no environment.

(2) WEATHER CONDITIONS



De forma random, atualiza as condições meteorológicas do environment

(3) FIND CLOSEST AIRPORT



Recebe a mensagem do aircraft que está numa emergência e responde-lhe com a runway mais próxima

(4) IF IS THE SAME AIRPORT



Recebe a mensagem do avião que precisou de alterar a seu destino devido à avaria



RUNWAY_AGENT – BEHAVIOURS

(1) RUNWAY AVAILABLE



Dado o pedido dos aviões para lhes ser atribuído uma runway, ele retribui uma runway no aeroporto de destino se existir alguma disponível.



AIRCRAFT_AGENT - BEHAVIOURS

(1) AIRCRAFT INTERACTION



Quando está perto de algum outro avião, desvia-se.
Quando termina um voo, começa outra random.

(2) AIRCRAFT INTERACTION RUNWAY



Quando o avião está quase a chegar ao aeroporto,
arranja uma runway livre, caso haja.

(3) ANY PROBLEM



Caso haja algum problema com o avião, atualiza o
self.problem.

(4) MESSAGE HANDLING



Lida com a mensagem recebida do Runway Agent
e atualiza o self.runway_id

(5) SEND MESSAGE AIRPORT



Lida com a comunicação entre aviões, se estão a ir
para o mesmo destino ou não

(6) EMERGENCY



Se o avião tem um problema, envia mensagem ao
atc para encontrar o aeroporto mais perto

(7) EMERGENCY AIRPORT



Recebe o aeroporto mais perto para aterrizar e envia
mensagens ao outros para avisar onde vai aterrizar

PROTOCOLOS

AEROPORTO



AEROPORTO
MAIS PRÓXIMO

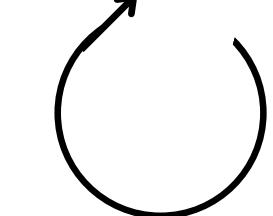


ALGUMA
RUNWAY?

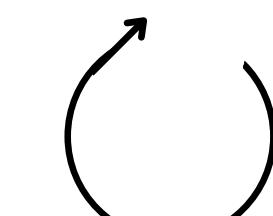


SIM
NÃO

EMERGÊNCIA?



MESMA ROTA?



TOMADA DE DECISÃO

1. Se um avião tem um problema, tem prioridade em aterrhar na pista mais perto da sua localização
2. Se está mau tempo no destino de um avião, este mesmo avião tem de aterrhar no aeroporto mais próximo ao que era de destino.
3. Quando um avião está para descolar na pista com mau tempo, espera até que o mau tempo passe e só depois é que descola.
4. Se o avião aterrou e foi lhe atribuído o mesmo destino de um avião que ainda está no ar, o avião espera um tempo para dar espaço a que este aterre e inicie uma nova rota.

ANÁLISE DE RESULTADOS

- Antes de implementarmos a lógica de que se um avião vai para o mesmo aeroporto que outro, então espera, os aviões ficavam muito tempo a dar voltar no ar até poderem pousar.

```
Received runway request: Some runway available for aeroport Aeroporto de Faro : (37.02036, -7.96829, 0)? from aircraft_agent6@localhost
No runway available.
Runway None not found.
Hi! atc_agent@localhost received message: Aircraft 600 at position (37.02734011214853, -7.97291780955475, 9000) requesting instructions.
Distance to destination: 9124 meters. from aircraft_agent6@localhost

Hi! atc_agent@localhost received message: Aircraft 600 at position (37.02734011214853, -7.97291780955475, 9000.0) requesting instructions.
Distance to destination: 9124 meters. from aircraft_agent6@localhost

Weather conditions updated: bad
Hi! atc_agent@localhost received message: Aircraft 600 at position (36.9477760557456, -7.920166894870151, 9000) requesting instructions.
Distance to destination: 876 meters. from aircraft_agent6@localhost

Received runway request: Some runway available for aeroport Aeroporto de Lisboa : (38.78003, -9.13495, 0)? from aircraft_agent6@localhost
No runway available.
Runway None not found.
Hi! atc_agent@localhost received message: Aircraft 600 at position (36.9477760557456, -7.920166894870151, 9000.0) requesting instructions.
Distance to destination: 219720 meters. from aircraft_agent6@localhost
```

ANÁLISE DE RESULTADOS

- De forma a resolvemos possíveis conflitos na aterragem dos aviões, decidimos adotar a seguinte estratégia:
 - Criamos uma fila de prioridades para cada aeroporto.
 - Um avião que se encontra numa situação de emergência é imediatamente colocado no início da fila (do aeroporto mais próximo ao local da emergência).
 - Se houver pista disponível para todos os aviões na fila, aterraram.
 - Caso contrário, espera.
- Com esta abordagem, obtivemos resultados melhores ao conseguir fazer com que os aviões em emergência aterrassem primeiro que os normais, conseguindo assim uma maior segurança e menor tempo de espera.

CONCLUSÕES

- Com a nossa implementação, obtivemos um sistema de controlo de tráfego aéreo capaz de resolver vários conflitos em tempo real, bem como se adaptar a situações adversas.
- Dada a nossa lógica de fazer um desvio quando os aviões se encontram perto uns dos outros (alterar a altura e realiza uma pequena curva) e para evitar tempestades (não descola / aterra onde há tempestade), consideramos um sistema seguro.
- O método implementado para desviar não tem um impacto significativo no tempo de viagem já que o desvio realizado é mínimo.
- Quanto às tempestades, o impacto poderá ser maior quando o avião é obrigado a aterrhar no aeroporto mais próximo do que iria aterrhar. No entanto, achamos que a segurança dos passageiros “compensa” os distúrbios que possam a vir ser causados por esta alteração.