



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

Departamento de Engenharia Informática e de Sistemas

Trabalho Prático nº 1 Agentes Racionais

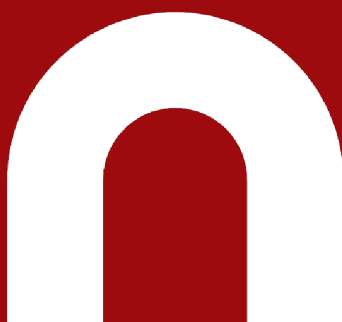
Trabalho de Projeto para a Unidade Curricular de Introdução à
Inteligência Artificial

Luís Filipe Vieira

LEI 2023124946

Tomás Alexandre de Campos Martins

LEI 2022108182



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, outubro 2025

Índice

2	INTRODUÇÃO.....	1
3	DESENVOLVIMENTO	2
3.1	Modelo Base	2
3.2	Agente Bombeiros	2
3.2.1	Percepção.....	3
3.2.2	Ação	4
3.2.3	Características.....	4
3.3	Agente Vítimas	4
3.3.1	Percepção.....	4
3.3.2	Ação	5
3.3.3	Características.....	5
3.4	Modelo melhorado	5
4	EXPERIÊNCIAS	5
4.1	Modelo Base	5
4.1.1	Cenário 1	5
4.1.2	Cenário 2	6
4.1.3	Cenário 3	6
5	CONCLUSÃO.....	6

Figura 1- Interface	2
Figura 2 - Percepção do Bombeiro(condições normais)	3
Figura 3 - Percepção do Bombeiro(condição limitada)	3

2 INTRODUÇÃO

Foi-nos pedido que, através da utilização da ferramenta de simulação NetLogo, criássemos um ambiente no qual bombeiros fossem programados para interagir com o espaço e salvassem vítimas de um edifício em chamas. O ambiente é bidimensional e inclui diferentes elementos, como zonas seguras, tanques de oxigénio, obstáculos e áreas com fumo, que influenciam a movimentação e as decisões dos agentes.

A simulação visa criar um cenário controlado em que os bombeiros, guiados por regras de perceção e interação, procuram atingir o objetivo principal de salvar o maior número possível de vítimas, gerindo simultaneamente a sua energia e capacidade de transporte.

O foco do trabalho centra-se na implementação de comportamentos racionais para os agentes, abrangendo desde a movimentação, deteção de vítimas e obstáculos, recolha e transporte de vítimas até à gestão da energia, recarga em tanques de oxigénio e entrega segura das vítimas.

Neste relatório será analisada a implementação dos agentes e o seu comportamento, assim como os resultados obtidos com a simulação, incluindo métricas que permitem avaliar a eficiência das estratégias de resgate aplicadas.

3 DESENVOLVIMENTO

A interface de controlo criada permite ajustar diferentes parâmetros da simulação, garantindo flexibilidade na execução dos testes. Todos estes valores influenciam diretamente o comportamento dos agentes e o resultado global da operação de resgate.

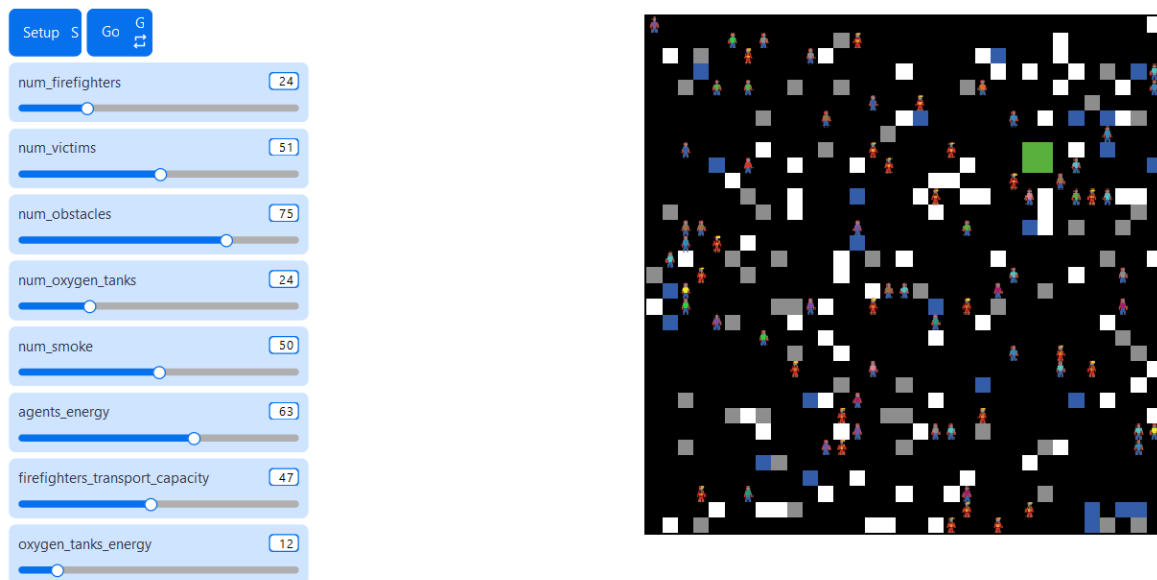


Figura 1- Interface

3.1 Modelo Base

O utilizador pode definir o número de bombeiros e de vítimas, a energia inicial dos agentes, a capacidade máxima de transporte, bem como a quantidade de obstáculos, tanques de oxigénio (e respetiva capacidade de recarga) e zonas de fumo.

3.2 Agente Bombeiros

O agente bombeiro foi programado para reagir às condições do ambiente e agir de acordo com as perceções recolhidas. Cada bombeiro movimenta-se de forma autónoma, procura vítimas, gere a sua energia e transporta as vítimas até à zona segura, seguindo regras simples de comportamento sugerido pelo enunciado do trabalho prático.

3.2.1 Percepção

O bombeiro deteta os elementos existentes nas células adjacentes, como vítimas, tanques de oxigénio, obstáculos, fumo e zonas seguras.

Em condições normais, o bombeiro tem uma percepção de duas células em todas as direções (Figura 2). Porém, quando existe fumo numa célula adjacente a percepção nessa direção é limitada a uma célula, reduzindo a visibilidade. No exemplo representado na Figura 3, as células vermelhas-escuras correspondem ao fumo.

De forma geral, o agente move-se de forma aleatória quando não identifica vítimas, evitando ficar preso, e dá prioridade à recolha ou transporte sempre que encontra uma vítima. Se a energia estiver baixa, o bombeiro interrompe o resgate e dirige-se para recarregar na zona segura.

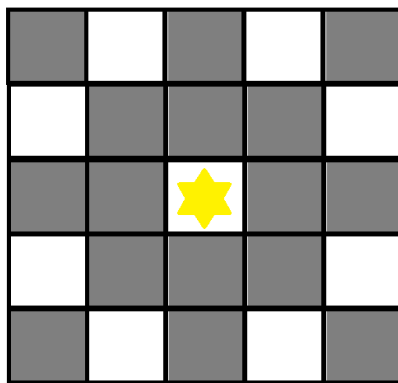


Figura 2 - Percepção do Bombeiro (condições normais)

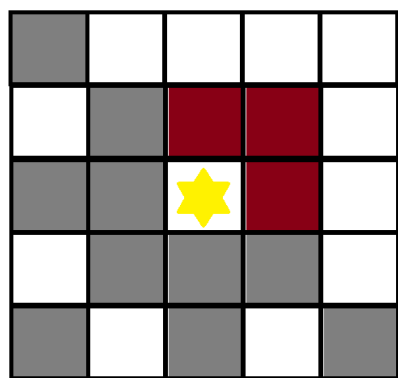


Figura 3 - Percepção do Bombeiro (condição limitada)

3.2.2 Ação

Os bombeiros atuam sobre o ambiente através de ações como deslocar-se, recolher e transportar vítimas ou recarregar energia quando necessário.

Quando uma vítima é encontrada e existe capacidade de transporte disponível, esta é recolhida e entregue na zona segura. Caso o bombeiro esgote a sua energia antes de concluir a operação, o mesmo morre.

Durante a simulação, o bombeiro consome energia ao mover-se e recupera-a ao passar por tanques de oxigénio ou ao permanecer na zona segura. Quando o agente entra em contacto com o tanque de oxigénio, este é consumido, essa mesma célula fica como uma célula transitável.

3.2.3 Características

Os bombeiros são agentes reativos com memória limitada a dois espaços, sendo a primeira utilizada para guardar a localização de uma vítima e a segunda a localização de um tanque de oxigénio detetados. Esta memória permite otimizar a deslocação e reduzir movimentos redundantes, é feita através de uma comunicação entre os bombeiros.

A energia e a capacidade de transporte influenciam diretamente as suas decisões de movimento e resgate.

Quando um bombeiro atinge a capacidade máxima de transporte ou energia crítica (energia < 20), o seu comportamento muda de prioridade, passando a focar-se na segurança e na entrega das vítimas.

3.3 Agente Vítimas

As vítimas são agentes passivos que permanecem imóveis durante toda a simulação, à espera do resgate por parte dos bombeiros. Cada vítima possui um nível de energia individual que é calculado através de uma soma ou subtração de um valor random sobre a energia que é estabelecida pelo utilizador na interface para todos os agentes.

3.3.1 Percepção

As vítimas não possuem percepção neste modelo.

3.3.2 Ação

As vítimas não possuem ações, porém perdem energia ao longo do tempo enquanto permanecem estáticas. Quando a energia chega a zero, a vítima é considerada morta, caso já se encontre na zona segura, a mesma já não perde energia.

Quando são resgatadas por um bombeiro passam a estar associadas a este agente, e são marcadas como salvas quando chegam à zona segura

3.3.3 Características

As vítimas são agentes passivos, sem objetivos próprios. A sua sobrevivência depende totalmente da eficácia dos bombeiros.

3.4 Modelo melhorado

Devido a uma má gestão de tempo não foi possível implementar o modelo melhorado, dado que surgiram vários erros durante o processo.

4 EXPERIÊNCIAS

4.1 Modelo Base

Foram extraídas várias experiências através do BehaviorSpace, no qual foram estudadas as seguintes hipóteses:

- - A influência da quantidade inicial de bombeiros na taxa de vítimas resgatadas;
- - O impacto do número e distribuição dos tanques de oxigénio na sobrevivência dos agentes;
- - A relação entre a capacidade de transporte dos bombeiros e o tempo total de resgate.

4.1.1 Cenário 1

No primeiro cenário, mantivemos o número de vítimas fixo nas 50 e fomos alternando o número de bombeiros entre 25, 50 e 75, observamos que, aumentar o número de bombeiros significa, de forma geral, a um maior número de vítimas salvas. No entanto a partir de um certo número de agentes bombeiros a taxa já não aumenta tanto pois começam-se a atrapalhar uns aos outros tornando-se menos eficientes.

4.1.2 Cenário 2

No cenário seguinte, com 50 bombeiros e 50 vítimas alteramos o número de tanques de oxigênio. O impacto nos resultados não foi muito significativo, já que os bombeiros não tem preferência para ir para os tanques de oxigênio para recuperar energia caso precisem de recuperar, apenas reparam nestas células através do seu campo de visão e no caso de não haver vítimas por perto dão preferência as mesmas.

4.1.3 Cenário 3

No terceiro cenário com o mesmo número de cada agente que no caso anterior, testamos a capacidade de transporte dando valores de 10, 15 e 20 de capacidade. Verificamos que provavelmente uma maior capacidade reduz o número de viagens necessárias para a salvar as vítimas, resultando consequentemente em um aumento do número de resgates, no entanto o ganho não é muito significante.

5 CONCLUSÃO

A simulação desenvolvida, apesar de não ter ficado completa com o modelo melhorado e não ter sido possível comparar os dois modelos, permitiu analisar o comportamento dos bombeiros e mostrando que o modelo base funciona até de uma forma eficaz.

Os resultados do modelo base mostraram então que um maior número de bombeiros melhora o número de vítimas salvas, mas com perda eficiência quando existe agente em excesso. Por outro lado, o número de tanques de oxigênio teve pouco impacto devido a prioridade estabelecida para os mesmos. E a capacidade de transporte mostrou uma melhoria moderada.

Em resumo, o modelo base cumpriu com o objetivo do mesmo e permitiu-nos concluir com parâmetros iniciais equilibrados é possível obter bons resultados, apesar de não ter havido nenhum caso em que todas as vítimas fossem salvas. Melhorias futuras como eram sugeridas para o modelo melhorado podiam aumentar mais este desempenho.



**Instituto Superior
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra