

# Tarefa 1: Explorar x Explotar e Escolher

Resgate de Vítimas de Catástrofes Naturais, Desastres ou Grandes Acidentes

## 1 Estrutura do documento

O documento inicia com uma descrição geral do cenário de resgate após ocorrência de um evento catastrófico. A seção 2 apresenta uma visão geral do cenário. A seção 3 descreve os objetivos da tarefa que devem atender os requisitos de modelagem, as fórmulas de cálculo de desempenho e os formatos dos arquivos de entrada (seção 4). A seção 5 trata da forma de entrega da tarefa.

## 2 Descrição Geral do Cenário

Em um cenário de resgate de vítimas após um acidente, dois agentes artificiais (robôs) são lançados em uma área de risco em uma posição base (e.g. que serve de ponto de início e de resgate). Os agentes trabalham em duas etapas sequenciais. Na primeira etapa, o agente explorador tem por objetivo localizar as vítimas sozinho. Na segunda etapa, o agente socorrista deve levar suprimentos para as vítimas localizadas pelo explorador. O socorrista só entra em ação após o explorador ter finalizado a exploração do ambiente.

O agente explorador constrói um mapa do ambiente e localiza as vítimas coletando seus sinais vitais (e.g. de respiração, pulsação, pressão). Ele tem um tempo limitado para explorar o ambiente ( $T_e$ ) que é dado pela bateria. Terminado o período, o explorador deve retornar obrigatoriamente à base para repassar ao agente socorrista o mapa da região que conseguiu explorar com as posições dos obstáculos e das vítimas encontradas ( $V_e$ ).

O agente socorrista calcula<sup>1</sup> a gravidade  $g_i$  (risco de morte) para cada vítima  $i$  encontrada. Em seguida, o socorrista escolhe a **quais vítimas prestará auxílio** levando em conta a gravidade  $g_i$  e o tempo  $T_s$  de que dispõe. O salvamento consiste em levar um pacote de suprimentos (e.g. água, medicamento) para cada vítima escolhida. O socorrista deve retornar obrigatoriamente à base antes que o tempo  $T_s$  se esgote.

A figura 1 apresenta um exemplo ilustrativo de uma região 5 x 5 na qual os dois agentes são representados pelas siglas  $A_e$  e  $A_s$  estão na base, o conjunto das vítimas dispersas no ambiente,  $V = \{v_1, v_2, v_3\}$ , e as barreiras (obstáculos), pelos quadrados pretos. Observe que os agentes não conhecem o tamanho do grid e a indexação das células.

---

<sup>1</sup> Neste momento, vamos dar o valor da gravidade e a classificação de risco de morte. Nas tarefas subsequentes, caberá ao agente calculá-las com algoritmos de aprendizado de máquina.

	0	1	2	3	4
0	$A_e$ $A_s$	$v_1$			
1				$v_2$	
2					$v_3$
3					
4					

Figura 1: Ambiente com os agentes na posição base, vítimas ( $V=\{v_1, v_2, v_3\}$ ) e obstáculos na cor preta. A posição de cada elemento no simulador do ambiente é dada por um par  $(x, y)$

### 3 Objetivo da tarefa

A tarefa possui duas partes a serem realizadas na tarefa 1.

#### 3.1 Parte 1

Resolver o problema de localizar o maior número das  $|V|$  vítimas que estão dispersas em um ambiente desconhecido levando em conta que o agente explorador ( $A_e$ ) tem um tempo  $T_e$  dado como parâmetro de entrada para encontrá-las. O  $A_e$  deve obrigatoriamente retornar à base antes que  $T_e$  termine, caso contrário, a execução deve ser encerrada e será considerado que nenhuma vítima foi localizada. **É importante ressaltar que o  $A_e$  não conhece o tamanho do grid e, tão pouco, a célula em que se encontra.** O agente terá que construir um sistema de coordenadas relativo à posição base.

Desempenho:

Considere os conjuntos abaixo nas fórmulas de cálculo de desempenho:

- $V$ : conjunto de vítimas dispersas no ambiente, sendo  $|V|$  o número de vítimas (cardinalidade do conjunto). Este parâmetro é calculado a partir da leitura do arquivo de entrada. As vítimas estão classificadas de acordo com o risco de morte. Portanto, o conjunto  $V$  é composto pela união dos seguintes conjuntos disjuntos ( $V = \bigcup_{i=1}^4 V_i$ ):
  - $V_1$ : estado **CRÍTICO** (CLASSE=1)
  - $V_2$ : estado **INSTÁVEL** (CLASSE=2)
  - $V_3$ : estado **POTENCIALMENTE INSTÁVEL** (CLASSE=3)
  - $V_4$ : estado **ESTÁVEL** (CLASSE=4)
- $V_e$ : conjunto de vítimas localizadas pelo explorador tal que  $|V_e| \leq |V|$ . O conjunto das vítimas encontradas também é composto pela união dos conjuntos disjuntos ( $V_e = \bigcup_{i=1}^4 V_{e_i}$ ):
  - $V_{e_1}$ : estado **CRÍTICO** (CLASSE=1)
  - $V_{e_2}$ : estado **INSTÁVEL** (CLASSE=2)
  - $V_{e_3}$ : estado **POTENCIALMENTE INSTÁVEL** (CLASSE=3)
  - $V_{e_4}$ : estado **ESTÁVEL** (CLASSE=4)
- $t_e$ : tempo efetivamente gasto pelo explorador tal que  $t_e \leq T_e$

As métricas de desempenho são as seguintes:

- **pve: porcentual de vítimas encontradas:**

$$pve = |V_e|/|V|$$

- **pte: porcentual do tempo de exploração utilizado:**

$$pte = t_e/T_e$$

- **veg: pontuação de vítimas encontradas ponderada por classe de gravidade** retrata a capacidade do agente em localizar vítimas em estado mais grave, daí o uso da ponderação mais alta para as vítimas mais graves.

$$veg = \frac{6|V_{e_1}| + 3|V_{e_2}| + 2|V_{e_3}| + |V_{e_4}|}{6|V_1| + 3|V_2| + 2|V_3| + |V_4|}$$

### 3.2 Parte 2

O socorrista ( $A_s$ ) tem um tempo  $T_s$  dado como parâmetro de entrada para salvar as vítimas localizadas pelo  $A_e$ . O  $A_s$  deve escolher quais vítimas irá salvar buscando maximizar o valor da métrica **vsg**. Assumimos que uma vítima é salva caso seja visitada pelo agente  $A_s$ . A execução do salvamento como um todo só será considerada se o  $A_s$  retornar à base dentro de  $T_s$ .

#### Desempenho

Considere os conjuntos abaixo nas fórmulas de cálculo de desempenho:

- $V_e$ : conjunto de vítimas salvas pelo socorrista tal que  $|V_s| \leq |V_e| \leq |V|$ . O conjunto das vítimas salvas é composto pela união dos conjuntos disjuntos ( $V_s = \bigcup_{i=1}^4 V_{s_i}$ ):
  - $V_{s_1}$ : estado **CRÍTICO** (CLASSE=1)
  - $V_{s_2}$ : estado **INSTÁVEL** (CLASSE=2)
  - $V_{s_3}$ : estado **POTENCIALMENTE INSTÁVEL** (CLASSE=3)
  - $V_{s_4}$ : estado **ESTÁVEL** (CLASSE=4)
- $t_s$ : tempo efetivamente gasto pelo socorrista (somatório do tempo consumido pelas ações executadas pelo  $A_s$ )

As métricas de desempenho são as seguintes:

- **pvs: porcentual de vítimas SALVAS**
  - $pvs = |V_s|/|V|$
- **pts: porcentual do tempo gasto pelo socorrista**
  - $pts = t_s/T_s$  com  $t_s \leq T_s$
- **vsg: pontuação de vítimas salvas ponderada por classe de gravidade** retrata a capacidade do agente em salvar vítimas em estado mais grave ( $V_s = \bigcup_{i=1}^4 V_{s_i}$ )

$$vsg = \frac{6|V_{s_1}| + 3|V_{s_2}| + 2|V_{s_3}| + |V_{s_4}|}{6|V_1| + 3|V_2| + 2|V_3| + |V_4|}$$

## 4 Modelagem

### 4.1 Elementos básicos

**Ambiente:** tem a forma de uma grade com barreiras que impedem a passagem de um quadrado para outro; a base da região é um parâmetro de entrada para o simulador do ambiente. As vítimas estão distribuídas na grade e há somente uma vítima por célula. Nenhuma célula contém vítima e parede ao mesmo tempo. O agente explorador  $A_e$  sabe apenas que ele parte da posição base, mas não conhece suas coordenadas e nem o tamanho do ambiente. Isso também vale para o agente  $A_s$ .

**Agentes:**  $A_e$  e  $A_s$  devem criar um sistema de coordenadas a partir da base (origem) onde estão inicialmente. O agente explorador consegue ler os sinais vitais de uma vítima somente se estiver na célula onde ela se encontra. Ambos os agentes utilizam os sensores de colisão para detectar os obstáculos: quando executam uma ação para avançar e batem em um obstáculo, percebem um sinal (BUMPED). Deste modo, concluem que há um obstáculo. Para simplificar o tratamento dos limites da região a ser explorada, assumiremos que é idêntico ao da detecção de obstáculo, ou seja, ao tentar executar uma ação que leve para fora da região, o agente receberá um sinal do simulador do ambiente (BUMPED).

#### Ações

- $A_e$  e  $A_s$  são capazes de ir para qualquer célula da vizinhança da atual desde que esteja dentro da região de salvamento e não tenha obstáculo. Portanto, podem se mover na horizontal, vertical ou diagonal;
- $A_e$  e  $A_s$  dispõem de sensores de colisão. Quando batem em um obstáculo permanecem na posição onde estavam e recebem a percepção BUMPED do ambiente.  
**Quando o agente tenta se movimentar e bate em um obstáculo ou sai do grid, considerar que foi gasto o tempo de execução da ação;**
- $A_e$  e  $A_s$  podem andar nas diagonais se não há um obstáculo na posição de destino. Na figura 1, um agente pode passar de (1,1) para (2,2) e vice-versa;
- $A_e$  e  $A_s$  podem adentrar em uma posição  $(x, y)$  onde há uma vítima;
- $A_e$  é capaz de ler os sinais vitais das vítimas.

As ações que os agentes são capazes de executar com suas durações estão na Tabela 1.

	Agente(s)	Tempo de execução (minutos)
Mover hor. ou ver. (1 step)	$A_e$ $A_s$	1
Mover diagonal (1 step)	$A_e$ $A_s$	1,5
Ler os sinais vitais de uma vítima	$A_e$	2
Verificar se há vítima	$A_e$ $A_s$	0
Deixar primeiros-socorros	$A_s$	1

*Tabela 1: ações dos agentes e suas durações em minutos.*

### 4.2 Arquivos de configuração e de entrada

#### 4.2.1 Ambiente

O ambiente muda de acordo com as configurações contidas nos arquivos abaixo. Os agentes que você criar **não devem ler estes arquivos.**

**env\_size.txt:** tamanho do ambiente que é um grid de altura x comprimento

```
BASE 0,0          ## posição inicial dos agentes
GRID_WIDTH 30     ## largura do grid em células
GRID_HEIGHT 30    ## altura do grid em células
WINDOW_WIDTH 400  ## tamanho da janela em pixels
WINDOW_HEIGHT 400 ## altura da janela em pixels
DELAY 1.0         ## delay para atrasar a atualização da GUI em segundos
```

**env\_victims.txt:** contém o posicionamento das vítimas no grid em coordenadas (lin, col)

```
x1,y1          ## coordenada (x, y) da vítima 1
...
xn,yn          ## coordenada (x, y) da vítima n
```

**env\_walls:** contém o posicionamento das paredes no grid em coordenadas (lin, col)

```
x1,y1          ## coordenada (x, y) da parede 1
...
xm,ym          ## coordenada (x, y) da parede m
```

Observe que a origem do sistema de coordenadas do simulador do ambiente está no **canto superior esquerdo** como ilustra a figura abaixo.

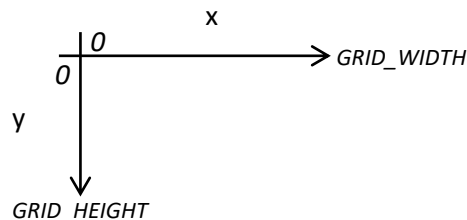


Figura 2: Sistema de coordenadas utilizado no simulador.

#### 4.2.2 Agente

Cada agente deve responder a diferentes parametrizações de tempo de exploração e de salvamento. Estes parâmetros são lidos de arquivos de configuração cujo formato está abaixo. Cada agente possui um arquivo. **Todos os parâmetros devem estar com valores mesmo que não sejam utilizados para evitar erros.** Os custos das ações não serão mudados durante as etapas de teste durante todo o projeto. Já o tempo limite pode ter valores diferentes por cenário de treinamento e/ou teste.

```
rescuer_config.txt
NAME RESCUER          ## nome do agente para print de mensagens
COLOR (255, 0, 127)   ## cor para desenho do agente
TRACE_COLOR (255,153,204) ## cor para pintar as células visitadas
TLIM 40.0             ## tempo limite para o agente executar sua tarefa
COST_LINE 1.0         ## custo para andar uma célula na horizontal ou vertical
COST_DIAG 1.5         ## custo para andar uma célula na diagonal
COST_READ 2.0         ## custo para ler os sinais vitais de uma vítima
COST_FIRST_AID 1.0    ## custo para deixar o pacote de primeiro-socorros
```

```
explorer_config.txt
NAME EXPLORER
COLOR (0, 0, 255)
TRACE_COLOR (153, 153, 255)
TLIM 100.0
COST_LINE 1.0
COST_DIAG 1.5
COST_READ 2.0
COST_FIRST_AID 1.0
```

### 4.2.3 Sinais Vitais

O arquivo **sinais\_vitais.txt** contém os sinais vitais das vítimas. Cada linha representa uma vítima. Há duas versões:

- com label de gravidade: **sinais\_vitais.txt** (tem  $y_i$ )
- sem label de gravidade: **sinais\_vitais\_sem\_label.txt** (não tem  $y_i$ )

#### 4.2.3.1 Formato

Para uma vítima  $i$  do histórico temos 5 sinais vitais ( $s_1$  até  $s_5$ ) que resultam a gravidade  $g_i$  da vítima. Todos os valores são números reais criados de modo randômico dentro dos intervalos apresentados.

$$i \quad s_{i1} \quad s_{i2} \quad s_{i3} \quad s_{i4} \quad s_{i5} \quad g_i \quad y_i$$

$i$ : **identificação** da vítima (número sequencial)

$s_{i1}$ : pressão **sistólica (pSist)**: [5, 22] - não usar, é utilizada no cálculo de  $s_{i3}$

$s_{i2}$ : pressão **diastólica (pDiast)**: [0, 15] - não usar, é utilizada no cálculo de  $s_{i3}$

$s_{i3}$ : qualidade da pressão (**qPA**): [-10,10] onde 0 é a qualidade máxima -10 é a pior qualidade quando a pressão está excessivamente baixa, +10 é a pior qualidade quando a pressão está excessivamente alta

$s_{i4}$ : **pulso**: [0,200] bpm

$s_{i5}$ : **respiração**: [0,22] FpM (frequência de respiração)

$g_i$ : **gravidade**: deve ser inferido pela técnica escolhida

$y_i$ : **label do risco de morte que representa a classe de saída**:

1=CRÍTICO 2=INSTÁVEL 3=POTENCIALMENTE ESTÁVEL 4=ESTÁVEL

#### Exemplo

i	si1	si2	si3	si4	si5	g1	y1
	pSist	pDiast	qPA	pulso	resp	gravid	classe
1,	8.5806,	2.2791,	-8.4577,	56.8384,	9.2229,	33.5156,	2

## 4.3 Exemplo Ilustrativo

A Figura 3 mostra uma configuração na qual  $A_e$  está na base, tem tempo máximo para explorar o ambiente de 15' na tentativa de localizar as três vítimas. O  $A_s$  também sairá da base e terá 30' para salvar as vítimas encontradas pelo  $A_e$ . Observar que  $A_e$  e  $A_s$  não conhecem a posição da base, paredes, vítimas e o tamanho do grid. Ambos só têm acesso ao Te e Ts e aos custos de suas ações.

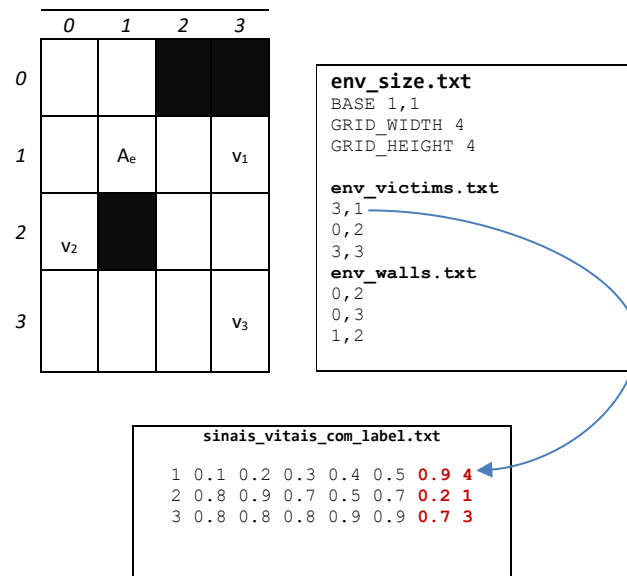


Figura 3: exemplo de ambiente com 3 vítimas e o agente explorador na posição base com o arquivo ambiente.txt e sinais\_vitais\_com\_label.txt

Ainda na Figura 3, observar que o arquivo de sinais vitais tem uma linha para cada uma das vítimas. Assim, a vítima 1 tem gravidade  $g_1 = 0.9$  ( $classe = 4 = estável$ ). O ambiente liga as vítimas do ambiente com os sinais vitais pela posição nos arquivos.

## 5 APRESENTAÇÃO E ENTREGA

### 5.1 Forma de apresentação e entrega

O trabalho pode ser feito em equipes de até  $<n>$  pessoas. A apresentação e a entrega final se darão em dois momentos distintos:

#### MOMENTO 1: Apresentação - durante a aula

As soluções da parte 1 - explorador - e da parte 2 - socorrista - devem estar implementadas e funcionando para que vocês possam:

- apresentar a solução e mostrar os resultados obtidos para as métricas que estão na seção 3 das duas partes da tarefa;
- rodar a solução com os arquivos de teste que serão passados pelo professor no momento 1;
- comparar com as soluções de outras equipes com base nos testes realizados em sala de aula e discutir melhorias;
- não é necessário fazer upload no Moodle.

#### MOMENTO 2: Entrega - fora do horário de aula (semana seguinte ao do momento 1)

- Corrigir a solução implementada da parte 1 e da parte 2 da tarefa;
- Revisar o artigo da tarefa que engloba ambas as partes da tarefa;
- Carregar a versão final do artigo e do código no Moodle.

### 5.2 Artefatos para entregar

- 1) Os códigos fonte na linguagem que desejar com as instruções para rodar.
- 2) Um artigo PDF de até 10 páginas com o [formato da SBC](#) com a estrutura abaixo

**Introdução:** dentro do problema como um todo, quais subproblemas atacará e por quais razões: quais são as motivações e justificativas para resolvê-los.

**Fundamentação Teórica:** tipos de busca vistas e que são pertinentes às tarefas

**Metodologia:** caracterize o ambiente, o problema com seus estados e tamanho do espaço de estados, as estratégias de busca escolhidas com justificativa (por que esta e não as outras?) e a forma de modelagem. Qual estratégia utilizou em cada agente para utilizar o máximo do tempo dado e conseguir retornar à base?

**Resultados e análise:** mostrar os resultados numéricos comparando os resultados de treinamento e de teste das estratégias e, se possível, da solução da equipe com estratégias de *baseline* (e.g. aleatórias ou gulosas).

**Conclusões:** atingiu os objetivos, a solução está sobreadaptada ou generaliza bem para diferentes cenários, o que pode ser melhorado, o que poderia ser feito no futuro para completar a solução, há problemas éticos na solução – como ela afeta a vida das pessoas envolvidas? A solução é neutra? A solução é enviesada?

**Referências bibliográficas**

**Apêndice:** instruções claras de como executar o código (deve respeitar os formatos de arquivos de entrada e de configuração), print das telas se desejar (não colocar print das telas no corpo do artigo).