



Universidade do Porto  
Faculdade de Engenharia

**FEUP**

AGENTES E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DISTRIBUÍDA

4º ANO DO MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA  
INFORMÁTICA E COMPUTAÇÃO

---

# *Simulação de Evacuação com Agentes*

Relatório de Implementação

---

*Estudantes:*

Gil DOMINGUES

- up201304646@fe.up.pt

Pedro PONTES

- up201305367@fe.up.pt

9 de Dezembro de 2016

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Contexto</b>	<b>3</b>
2.1	Cenário . . . . .	3
2.2	Objetivos . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Especificação</b>	<b>4</b>
3.1	Agentes . . . . .	4
3.2	Interações . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Desenvolvimento</b>	<b>9</b>
4.1	Faseamento . . . . .	9
4.2	Ambiente de Desenvolvimento e Ferramentas . . . . .	9
4.3	Estrutura . . . . .	9
4.4	Detalhes . . . . .	10
4.4.1	Agentes . . . . .	10
4.4.2	Ambiente . . . . .	10
<b>5</b>	<b>Experimentação</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Conclusão</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>Recursos</b>	<b>12</b>
7.1	Bibliografia . . . . .	12
7.2	Software . . . . .	12

# 1 Introdução

Uma evacuação implica mover pessoas de um dado local devido à ocorrência de uma situação de (potencial) catástrofe. Exemplos incluem a evacuação de um edifício em chamas ou de uma localidade, antes, durante ou após um desastre natural, como uma cheia ou terramoto.

Evacuar grandes multidões é um desafio, independentemente das circunstâncias. Tipicamente, de uma evacuação de emergência resultam feridos - ou mesmo mortes -, devido ao caos e pânico que se geram.

Com o aumento da frequência de situações que implicam a evacuação de um elevado número de pessoas num curto espaço de tempo, existe uma consciência acrescida da importância do planeamento dessas situações.

Com efeito, a gestão e organização de multidões em situações de emergência tornou-se uma importante área de estudo ao longo dos últimos anos e desempenha, hoje, um papel importante no planeamento de um edifício ou área.

Dados os desafios - quer de ordem prática, quer de ordem financeira - que a realização de simulacros coloca, é cada vez mais comum o uso de técnicas de simulação para estudar estas situações. De facto, existem já diversos tipos de sistemas, como as simulações baseadas na dinâmica de fluídos, as simulações baseadas em autómatos e as simulações baseadas em agentes.

## 2 Contexto

### 2.1 Cenário

Ocorreu um incêndio, uma inundação, a libertação de um gás nocivo, um qualquer acidente que obriga à evacuação daqueles presentes num dado local. O local possui múltiplas saídas de emergência e também obstáculos. Os indivíduos encontram-se distribuídos pelo local, ocupados nas suas tarefas usuais. Aquando da deteção do acidente, todos os indivíduos procuram atingir uma das saídas de emergência, o mais rapidamente possível.

(inserir imagem)

Alguns agentes poderão ser altruístas, no sentido de ajudarem acidentados a deslocarem-se até à saída, outros poderão simplesmente querer «salvar a pele», exibindo um comportamento mais egoísta. Alguns poderão conhecer bem o local e, como tal, chegar rapidamente à saída, outros demorarão mais ou mesmo perder-se, tendo que pedir ajuda.

### 2.2 Objetivos

Realizado no âmbito da unidade curricular de Agentes e Inteligência Artificial Distribuída, com este projeto pretende desenvolver-se um programa que permita simular a interação de agentes confinados a um espaço concreto e limitado perante a necessidade de evacuar esse espaço, podendo o utilizador definir diferentes cenários, especificando, por um lado, o tipo, número e localização dos agentes a evacuar e, por outro, o número e localização de saídas de emergência e obstáculos.

## 3 Especificação

### 3.1 Agentes

Podem distinguir-se dimensões distintas no comportamento exibido durante uma evacuação: por um lado, o espaço a evacuar e a sua configuração, e, por outro lado, as características psicológicas e sociais que afetam a resposta dos que participam na evacuação.

Assume-se que, em situações de emergência, os indivíduos entram em pânico e ficam, por isso, propensos a tomar decisões irracionais. Mais ainda, as pessoas tentam mover-se tão depressa quanto possível, devendo evitar obstáculos.

Deste modo, tem-se que os agentes implementados são autónomos, proativos e reativos e são caracterizados por diversos atributos, conforme definido na Tabela 1.

Tabela 1: Atributos dos agentes implementados.

Atributos	Tipo	Descrição
idade	int	[5, 65]
género	Enum	{Masculino, Feminino}
conhecimento da área	int	[0, 100] probabilidade de seguir o melhor caminho até uma saída
independência	int	[0, 100] probabilidade de seguir (ou não) outros
altruísmo	int	[0, 100] probabilidade para ajudar outros
mobilidade	int	[0, 100] condiciona a velocidade a que se move
fadiga	int	[0, 100] condiciona a velocidade a que se move
estado de pânico	int	[0,100] condiciona a velocidade a que se move
velocidade inicial	float	condicionada pelo género e pela idade
velocidade máxima	float	condicionada pelo género e pela idade

Em função dos atributos de independência e de conhecimento da área, considerou-se a categorização dos agentes em quatro estereótipos, conforme descrito na Tabela

2.

Tabela 2: Diferentes tipos de agente.

Tipo	Atributos	
	independence	areaKnowledge
IndependentKnowledgeable	[50, 100]	[50, 100]
Independent	[50, 100]	[0, 50]
Knowledgeable	[0, 50]	[50, 100]
DependentUnknowledgeable	[0, 50]	[0, 50]

Esta classificação permitiu a definição, ao nível de interface, de diferentes representações para os vários tipos de agente, permitindo estabelecer visualmente a relação entre o tipo de agente e os seus comportamentos.

Tabela 3: Comportamentos dos agentes.

Comportamento	Descrição
Processo de Evacuação	A cada momento um agente deve usar o seu conhecimento da área e mover-se em direção à saída.
Mecanismo de Pânico	A cada momento um agente atualiza o seu estado de pânico de acordo com a sua condição e o ambiente envolvente.
Sentido de Altruísmo	A cada momento um agente monitoriza o ambiente envolvente e decide responder ou ignorar pedidos de ajuda de outros agentes.
Pedido de Direções	Um agente toma, por ser pouco independente ou ter pouco conhecimento da área, pede direções a agentes na sua proximidade.
Pedido de Ajuda	Um agente incapaz de se mover de forma autónoma pede ajuda aos agentes na sua proximidade.

### 3.2 Interações

A comunicação entre agentes foi implementada recorrendo a mensagens *JADE*, obedecendo aos protocolos *FIPA*.

Dado que todos os agentes se encontram, a cada momento, numa dada posição de um espaço, cada agente pode tomar conhecimento daqueles que o rodeiam, sendo possível obter os seus *AID*'s usando a noção de proximidade.

---

```
// find people in the surrounding area
ArrayList<AID> peopleNear = environment.findNear(myAgent);
if(peopleNear.isEmpty()) {
    return;
}
```

---

Os vários agentes assumem uma atitude mais ou menos cooperativa, em função dos atributos altruísmo e independência, e partilham um objetivo comum: chegar a uma saída.

Com vista a simular de forma algo fidedigna as condições de uma evacuação de emergência, foram implementadas as seguintes interações entre agentes:

- Terror;

Um agente cujo nível de pânico sobe acima de um certo nível envia uma mensagem *PROPAGATE* para agentes na proximidade.

Aqueles que recebem esta mensagem, podem, ou não, propagar a mensagem e aumentam o seu estado de pânico - variação que depende de diversos fatores: assumiu-se que as pessoas mais independentes são menos influenciáveis pelos gritos dos outros enquanto os mais jovens ou mais idosos são mais impressionáveis.

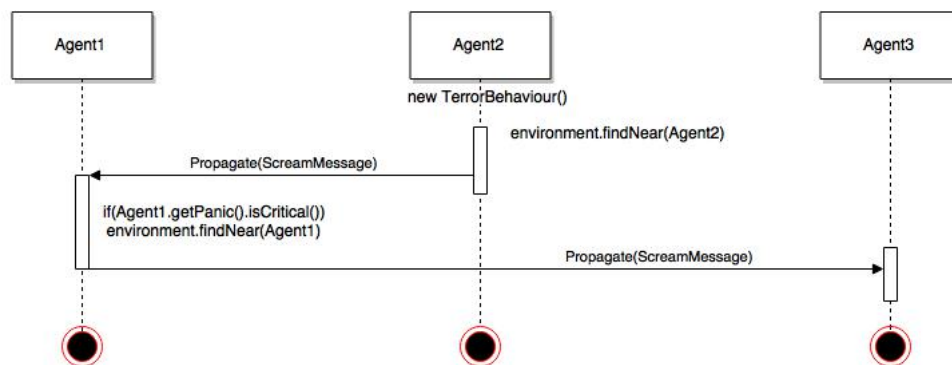


Figura 1: Diagrama de sequência exemplificando uma interação do tipo Terror.

- Ajuda;

Um agente pode pedir ajuda, enviando uma mensagem *CFP* para agentes ao seu redor. Os agentes na disposição de ajudar podem oferecer a sua ajuda, enviando uma mensagem *PROPOSAL*, com o valor da sua mobilidade, *mobilidade1*.

O autor do pedido de ajuda aceita uma oferta, respondendo com uma mensagem *ACCEPT\_PROPOSAL*, com o valor da sua mobilidade, *mobilidade2*. O

agente que ofereceu ajuda passa a guiar o outro até à saída, sendo a mobilidade de cada um dada por:

$$mobilidade1 = mobilidade2 = \frac{mobilidade1 + mobilidade2}{2}$$

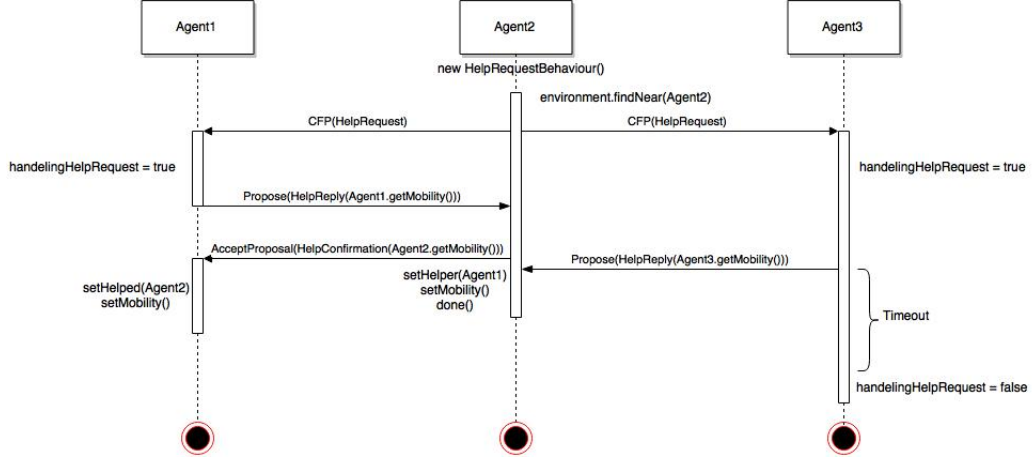


Figura 2: Diagrama de sequência exemplificando uma interação do tipo Ajuda.

- Orientação.

Duas pessoas podem partilhar conhecimento sobre a área, mediante um pedido nesse sentido. Um agente que tenha pouco conhecimento da área pode enviar a um agente ao seu redor uma mensagem *CFP*, a que esse agente responde com uma dada probabilidade - dependente do valor do atributo altruísmo. A resposta consiste numa mensagem *INFORM*, com o valor do seu conhecimento da área, *conhecimento1*. Por forma a simular a aquisição de informação, o agente que fez o pedido atualizará o seu nível de conhecimento da área, *conhecimento2*, de acordo com:

$$conhecimento2 = \max(conhecimento2, conhecimento1 * 0.80)$$



Figura 3: Diagrama de sequência exemplificando uma interação do tipo Orientação.

Estes protocolos são relativamente simples, não sendo uma negociação na verdadeira acepção da palavra. De referir, ainda, que as interações Ajudar e Orientar são efetuadas de acordo com o modelo de Rede Contratual, sendo que, no caso, o papel de gestor cabe ao agente que faz o pedido inicial.



## 4 Desenvolvimento

### 4.1 Faseamento

A implementação do projeto executou-se em diferentes etapas:

1. Especificação e planeamento (23 de outubro a 1 de novembro);
2. Implementação de:
  - (a) Agente (25 de outubro a 5 de novembro);
  - (b) Espaço (5 de novembro a 25 de novembro);  
Teste e análise do comportamento de um agente num espaço.
  - (c) Interação entre agentes (5 de novembro a 5 de dezembro);  
Teste e análise do comportamento de vários agentes num espaço.
3. Exploração de diferentes cenários e recolha e avaliação de métricas (1 de dezembro a 10 de dezembro).

### 4.2 Ambiente de Desenvolvimento e Ferramentas

O desenvolvimento decorreu em ambiente Windows 10 e usando a versão Neon do *IDE Eclipse*, tendo-se feito uso das ferramentas *JADE*, *Repast Symphony* e *SAJaS*.

***JADE***: Definição de agentes.

***Repast Symphony***: Simulação multiagente.

***SAJaS***: Integração de agentes *JADE* com *Repast*.

O *Repast* é uma *framework open-source* que permite criar, analisar e experimentar com mundos artificiais populados por agentes que interagem de forma não trivial.

Concretamente, irá utilizar-se a sua mais recente versão - *Repast Symphony*, que permite programar em *Java* a estrutura espacial, a estrutura lógica e os comportamentos dos agentes.

Tendo sido amplamente utilizado em aplicações de simulação, considera-se de particular utilidade, por um lado, o foco em modelar o comportamento social e, por outro, a recolha de métricas associadas às simulações realizadas. Por último, tem-se a vantagem de poder acompanhar, de forma visual, o decorrer da simulação.

Adicionalmente, irá utilizar-se a *API SAJaS*, que possibilita a integração de agentes *JADE* com *Repast*, permitindo definir os comportamentos de agentes e fazer uso das capacidades de comunicação entre agentes, visando simular as interações expectáveis num cenário de evacuação.

### 4.3 Estrutura

Estrutura da aplicação, módulos, diagrama de classes... (incluir UML)

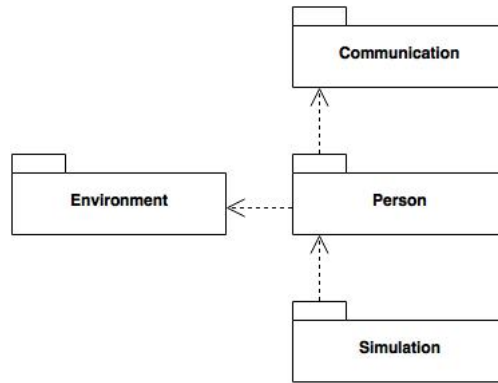


Figura 4: Diagrama de pacotes, ilustrativo da estrutura lógica do projeto.

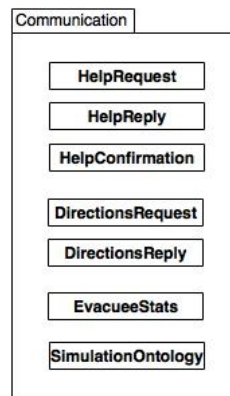


Figura 5: Classes do pacote *Communication*.

## 4.4 Detalhes

### 4.4.1 Agentes

Detalhes de implementação sobre o agentes

### 4.4.2 Ambiente

Detalhes de implementação sobre o ambiente/espço.

## 5 Experimentação

Ao longo do processo de desenvolvimento foram levadas a cabo múltiplas experiências, com vista a testar a implementação dos Agentes.

- **Evacuação simples**

**Objetivo:** Testar se um agente é capaz de atingir a saída.

Esta experiência consistiu na colocação, num espaço pré-definido, de um agente de um determinado tipo, tendo-se analisado o seu comportamento e medido o tempo que decorreu até que chegasse à saída.

Tipo de agente	Tempo de evacuação
IndependentKnowledgeable	????
Independent	?????
Knowledgeable	??????
DependentUnknowledgeable	?????

Como esperado, observou-se que os agentes com maior conhecimento da área demoraram menos tempo a chega à saída.

Dado que, nesta fase, se utilizou apenas um agente de cada tipo, o atributo independência não se reflete no desempenho do agente.

Terminada a fase de desenvolvimento, foram avaliados diferentes cenários.

- diferentes configurações para o local do acidente, variando o número e localização de saídas de emergência e obstáculos;
- diferentes combinações de agentes a evacuar, variando o seu tipo, número ou localização.

Deste modo, será possível observar-se como estas variações se refletem em métricas como o tempo médio e máximo de evacuação ou o número de feridos.

## 6 Conclusão

Terminado o projeto, destaca-se a importância de ferramentas de simulação de evacuação, perante os desafios que a realização de simulacros coloca.

Consideram-se atingidos os objetivos definidos: desenvolver um programa que permita simular a interação de agentes confinados a um espaço concreto e limitado perante a necessidade de evacuar esse espaço.

Da análise dos resultados das experiências levadas a cabo Do desenvolvimento do trabalho e aplicabilidade de SMA ao cenário proposto Trabalho futuro

## 7 Recursos

### 7.1 Bibliografia

[1] Almeida, João; Rosseti, Rosaldo; Coelho, António: *Crowd Simulation Modeling Applied to Emergency and Evacuation Simulations using Multi-Agent Systems*. 2011.

[2] FIPA: *FIPA Specification*. Disponível online em <http://www.fipa.org/specs/fipa00037/SC00037J.pdf>. Consultado em novembro de 2016.

[3] Repast: *Repast Symphony Documentation*. Disponível online em [http://repast.sourceforge.net/docs/api/repast\\_symphony/index.html](http://repast.sourceforge.net/docs/api/repast_symphony/index.html). Consultado em novembro de 2016.

[4] SAJaS: *SAJaS Documentation*. Disponível online em <https://web.fe.up.pt/~hlc/doku.php?id=sajas>. Consultado em novembro de 2016.

### 7.2 Software

[1] *Repast Symphony*;

[2] *JADE*;

[3] *SAJaS*.

[4] *Eclipse*;