

Universidade do Minho - Escola de Engenharia

Mestrado Integrado em Engenharia Informática

Agentes Inteligentes

Trabalho prático

Modelação AUML para um

Sistema de Simulação de Fogos

Marcos Filipe Morais Andrade a59776

Sérgio Tiago Oliveira Jorge a77730

Vitor José Ribeiro Castro a77870

29 de Outubro de 2019

Resumo

Este relatório descreve toda a fase de planeamento e arquitetura de uma solução multiagente, a desenvolver no âmbito da unidade curricular de Agentes Inteligentes, 2019, Universidade do Minho. O objetivo do trabalho proposto é construir uma solução baseada em Agentes, que permita fazer um combate a fogos florestais de maneira eficiente, conforme os meios disponíveis.

Conteúdo

1	Introdução	3
1.1	Contextualização	3
1.2	Caso de Estudo	3
1.3	Estrutura do Relatório	3
2	Estado de arte	4
3	Modelação	5
3.1	Diagramas de Sequência	5
3.1.1	Alerta Novo Fogo	5
3.1.2	Apagar Incêndio	5
3.1.3	Reabastecer	6
3.2	Diagrama de Atividades	8
3.3	Diagramas de estados	9
3.4	Diagrama de Classes	10

1 Introdução

1.1 Contextualização

Este relatório surge no âmbito do trabalho prático da unidade curricular de Agentes Inteligentes, pertencente ao perfil de Sistemas Inteligentes do Mestrado Integrado em Engenharia Informática, da Universidade do Minho.

Nos últimos anos, com o aumento da gravidade e impacto dos fogos florestais em Portugal, tem sido feito um esforço maior em prevenir e combater este problema. Nessa perspetiva, foi proposta a conceção de um sistema multiagente simulado de combate a fogos, por forma a estudar a eficiência e capacidade de reação a estes acontecimentos.

1.2 Caso de Estudo

O projeto tem por base a concepção de um sistema, desenvolvido num ambiente JADE (Java Agent Development Framework), para monitorizar o surgimento de fogos, bem como a localização e recursos dos meios disponíveis para os combater, numa área de simulação.

Para a referida simulação haverá três tipos de agentes com funções distintas: agente incendiário, agente central e agente participativo. O agente incendiário será responsável por atear e comunicar o local onde se iniciou o fogo. O agente central receberá os dados do incendiário e tratará da comunicação e controlo das unidades de combate a incêndio disponíveis. Por sua vez, estas unidades de combate a incêndio são os agentes participativos, que têm recursos limitados de água e combustível para as suas deslocações. Para dar suporte aos recursos necessários, haverá locais de captação de água e combustível em locais aleatórios, definidos na criação inicial do mapa de simulação.

1.3 Estrutura do Relatório

Este projeto está dividido em duas fases, sendo a primeira associada ao planeamento da solução a construir e a segunda à implementação respetiva. Este relatório trata apenas sobre a primeira fase.

Inicialmente, aborda-se o Estado da Arte, na secção 2, onde se verifica o uso de simulações na prevenção de desastres naturais de sistemas multiagente.

Com vista a resolver as diferentes necessidades de modelação de um sistema por Agentes, utilizou-se a linguagem UML (*Unified Modeling Language*) modificada AgentUML. Vai ser especificada, na secção 3, a interação e protocolo existente entre os diversos agentes, por forma a fazer a simulação no formato mais eficiente possível.

2 Estado de arte

Os desastres naturais que atingem vários locais do mundo têm-se vindo a intensificar, nos últimos anos. Os governos têm a obrigação de proteger os cidadãos destes acontecimentos e agir da forma mais eficiente possível, causando o menor dano material e humano. São exemplos de desastres naturais que obrigaram a uma ação forte o *tsunami* na Indonésia (2004), a chuva de granizo com alta intensidade na China (2008), o tremor de terra no Japão (2011), as cheias na Índia (2013) [1] e, com afeção a Portugal, o incêndio de Pedrógão (2017), que vitimou 66 pessoas e feriu 254 [2].

Considerando a importância e impacto que os desastres naturais podem ter na população, há empresas dedicadas ao estudo e simulação destas catástrofes [3]. A capacidade de agir de forma dinâmica, com tolerância a falhas, e capacidade de recolher e tratar, em simultâneo, informação relativa ao plano de ação são características fortes destes sistemas. Um sistema multiagente permite, adicionalmente, tomar decisão de forma distribuída, tornando a ação ágil, mesmo que implique a ação humana. É possível ajustar o comportamento destes agentes mediante alterações de algoritmos, conforme a situação, o que faz deste sistema algo extremamente flexível e confiável [4].

Exemplos da aplicabilidade do funcionamento de sistemas multiagentes podem ser encontrados em várias indústrias. Um exemplo dessa aplicação é o controlo de recursos no serviço de ambulâncias do Reino Unido, em que se recorre a um sistema de multiagentes para simular as necessidades das áreas por este abrangido. A melhoria da qualidade da simulação trazida pelo sistema multiagente traz maior confiança na alocação feita, quer a nível de recursos (ambulâncias, médicos, paramédicos), quer a nível de urgência (gravidade do incidente) [5]. Adicionalmente, pode-se encontrar aplicabilidade em sistemas de gestão de tráfego urbano, em que diversos agentes monitorizam parâmetros ambientais (como nível de ruído, contagens, luz ambiente, entre outros) e reportam a sistemas centrais. Esta é uma aplicação que, em conjunto com os agentes nos semáforos, podem permitir acelerar zonas em que o tráfego está lento e ou mal aproveitado, contribuindo para um melhor fluxo urbano e melhorando os parâmetros gerais [6]. De entre outras aplicações, este tipo de sistemas é também usado em sistemas de transmissão de dados em tempo real, na área de saúde. Em determinados casos, a transmissão de dados de forma rápida e redundante é imperativa, pelo que muitas vezes os dados são recolhidos por sensores diversos e geridos por sistemas independentes, sob a forma de agentes [7].

No entanto, não há nenhum sistema autónomo baseado em agentes que tenha um uso na área do combate a incêndios, ao contrário do que acontece em indústrias como a aviação.

3 Modelação

De forma a representar e a especificar o sistema a implementar de uma forma padronizada, e para facilitar na compreensão, decidiu-se utilizar a modelação **AUML**, Linguagem de Modelagem Unificada para Agentes. Por isso, serão, de seguida, apresentados **diagramas de sequência** onde se fará a representação da troca de mensagens que existirá entre os diversos agentes. Será, também, mostrado o tipo de *performatives* e algum do conteúdo que terão. Depois, o **diagrama de atividades** facilitará a representação daquilo que os agentes fazem e, principalmente, daquilo que fazem internamente. Posteriormente, mostra-se o **diagrama de estados** que retrata os estados de comunicação e as transições que são feitas entre estes. A modelação termina com um **diagrama de classes** que ilustra a estrutura geral daquela que será a solução apresentada pelo grupo.

3.1 Diagramas de Sequência

3.1.1 Alerta Novo Fogo

O agente incendiário, em tempo aleatório, decide criar um novo incêndio, numa localização aleatória. De seguida, envia uma mensagem para o agente central com as coordenadas do incêndio que criou. É, por isso, uma comunicação que se torna essencial já que o quartel deve saber a localização dos incêndios para que possa alertar os agentes de combate a incêndio e fazer o respetivo controlo da situação. Então, quando essa localização chega ao quartel, este trata de registar o incêndio no DF, bem como o estado atual deste (a sua intensidade, se está a ser combatido e se está ou não ativo). O diagrama seguinte representa essa interação.

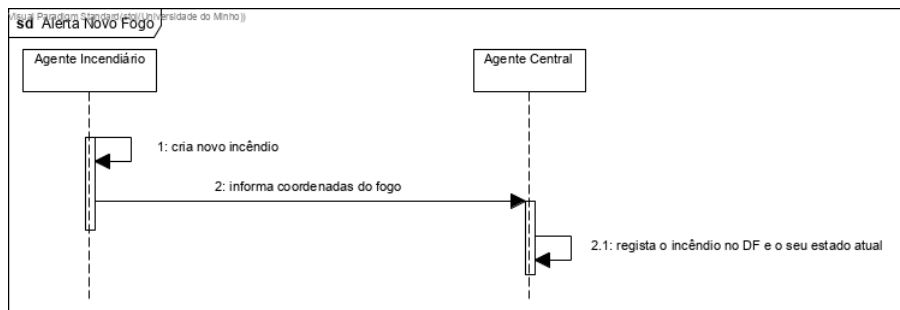


Figura 1: Diagrama que descreve a criação de um incêndio

3.1.2 Apagar Incêndio

Como foi visto anteriormente, o quartel é informado quando um incêndio é despoletado. Ou seja, a central verifica, efetivamente, que está a ocorrer um incêndio. De seguida, calcula, internamente e tendo em conta o DF de que dispõe, qual a unidade de combate a incêndio que deve selecionar para combater

o fogo, mediante a distância e os recursos que tem disponíveis. Após fazer este cálculo, envia mensagem para a unidade de combate selecionada, indicando as coordenadas para onde esta se deve dirigir. O agente de combate dirige-se, então, para o fogo e, chegado ao local, reporta enviando uma mensagem para o quartel. De seguida, o fogo é combatido pela unidade e, por cada unidade de água despendida, envia uma mensagem para a central. A central verifica, após esta mensagem, se o recurso despendido foi necessário para apagar o incêndio, sendo que, caso tenha sido, informa o agente de combate que pode parar a sua ação.

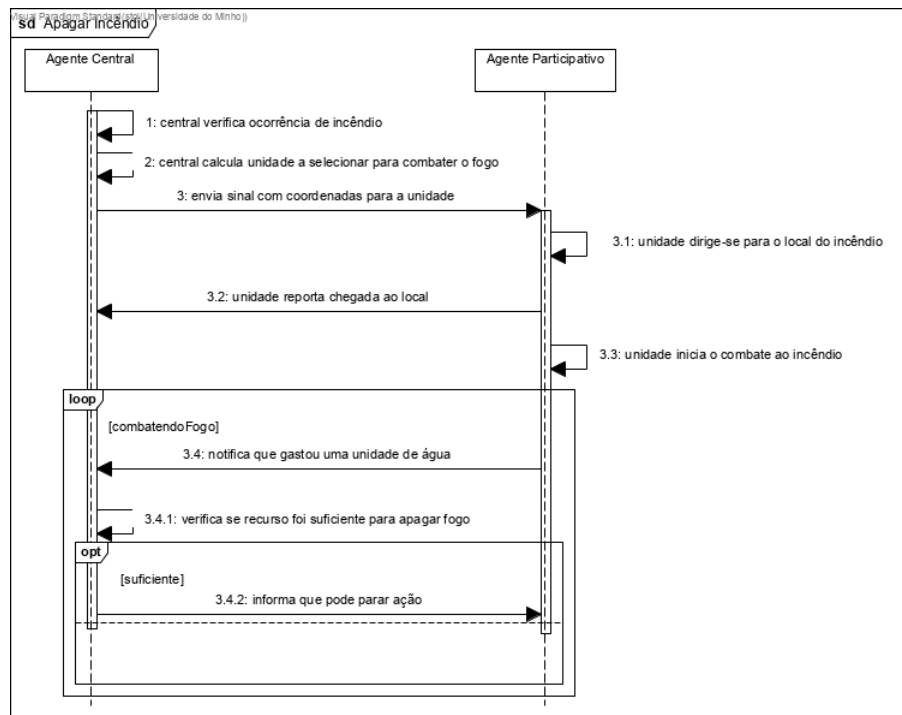


Figura 2: Diagrama que descreve o combate ao fogo

3.1.3 Reabastecer

Quando os agentes participativos fazem viagens, desde os incêndios, para os incêndios, ou para os postos de abastecimento, gastam combustível. Além disso, quando combatem os fogos, gastam, necessariamente, água. Por isso, devem ser capazes de reabastecer os dois recursos que gastam frequentemente. Para tal, as unidades verificam, periodicamente, os níveis atuais de recursos e a distância até aos mesmos. Se houver necessidade de abastecimento dirigem-se, logo que estejam fora de combate, aos devidos locais.

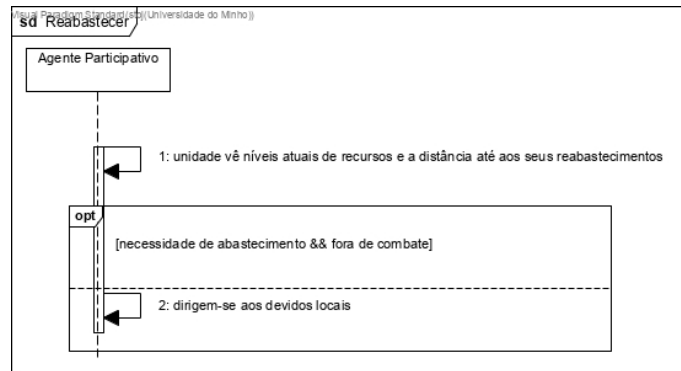


Figura 3: Diagrama que descreve o reabastecimento

3.2 Diagrama de Atividades

No diagrama abaixo podemos detetar a existência de três grupos distintos de agentes e como estes se comportam no sistema. São eles o Agente Incendiário, o Agente Central e o Agente Bombeiro.

Agente Incendiário O propósito dos agentes do tipo incendiário é tão somente iniciar um incêndio numa posição aleatória e, de imediato, reportar o incêndio ao agente central.

Agente Central O agente central, que equivale ao quartel general de operações, onde são tomadas as decisões de ação consoante os recursos disponíveis.

Agente Participativo Os agentes participativos são responsáveis por receber ordens do agente central com as coordenadas do incêndio, deslocar-se até o local e apagar o incêndio. Além disso, devem controlar os seus níveis de recursos de forma autónoma e segura.

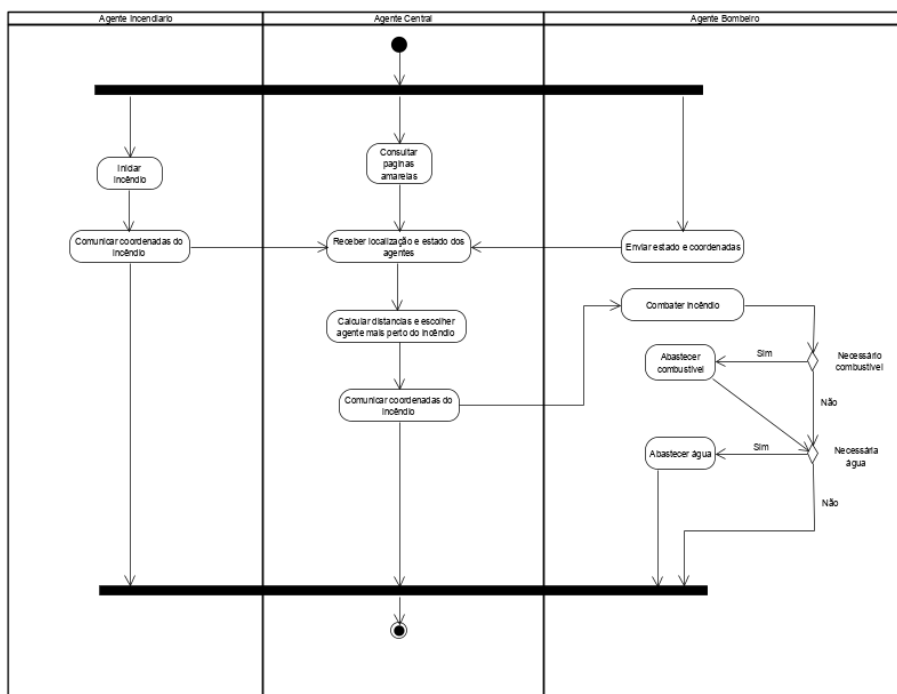


Figura 4: Diagrama de atividades dos agentes

3.3 Diagramas de estados

O diagrama de estados reproduz dois estados possíveis pertencentes aos agentes participativos. O agente passa por dois tipos de estados. Estado de “Standby”, ou de espera, é o estado que o agente toma quando não está a apagar incêndios. Neste estado o agente informa sempre ao agente central das suas coordenadas no mapa geográfico, esperando uma ordem de deslocação a incêndio em qualquer momento. A partir do momento em que recebe essa ordem, passa a um estado ativo de deslocação. O estado de “Deslocação” consiste nas ações que um agente toma com o objetivo de apagar um incêndio. Tal estado consiste na deslocação até às coordenadas do incêndio e proceder a apagar o fogo. Por cada recurso de água gasto é enviada mensagem ao agente central, para que o mesmo possa controlar a dimensão do fogo. Posteriormente, é feito o controlo dos seus recursos, sendo que, caso o agente necessite, desloca-se para a base de abastecimento mais próxima. Findo o reabastecimento, volta ao estado de “Stand by” até o próximo aviso de incêndio lhe seja comunicado.

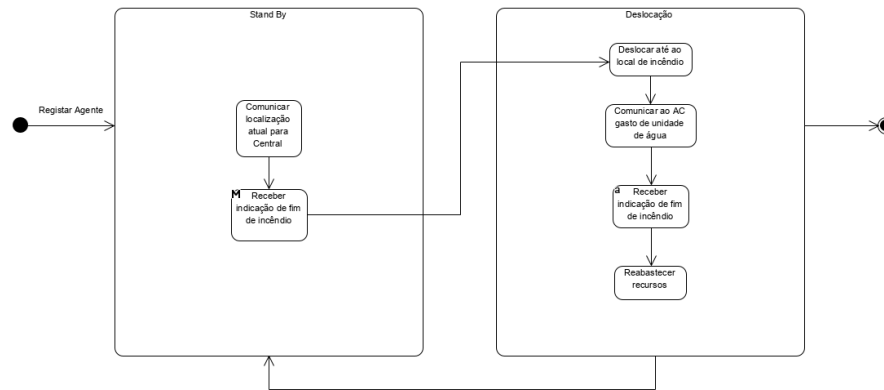


Figura 5: Diagrama de estado de um agente participativo

3.4 Diagrama de Classes

Há, desde logo, quatro classes principais:

- Classe **AgenteIncendiario** - responsável por atear os fogos;
- Classe **AgenteCentral** - representa o quartel dos bombeiros;
- Classe **AgenteParticipativo** - representa os agentes de combate a incêndios, ou seja, drones, aeronaves e camiões;
- Classe **AgenteInterface** - mostra ao utilizador como os agentes se movimentam entre incêndios.

As classes anteriormente referidas são especificações da classe *Agent*, que se trata de uma classe que está disponível através da biblioteca em estudo, *Jade*.

Verifica-se, então, que o agente participativo tem alguns métodos, tais como *Movimento* e *ReceberCoords*, que são especificações da classe abstrata *CyclicBehaviour* e possibilitam que o agente tenha um movimento autónomo e que consiga receber coordenadas de incêndios, e *ParticipativoEnviarCoords*, que é uma especificação da classe abstrata *TicketBehaviour* e possibilita a que o agente possa enviar as coordenadas da sua localização de forma periódica. O agente participativo tem algumas variáveis de instância como a sua localização, a quantidade de água e combustível disponível nos seus reservatórios, a localização destino e um booleano que se acredita ser necessário para controlar se o agente está ou não ativo.

O agente central tem um método *Comportamento* que constitui uma classe com um comportamento cíclico de forma a orientar todo o sistema.

O agente incendiário tem um método *DespoletaFogo*, com um comportamento cíclico e que lhe permite criar incêndios de forma totalmente aleatória.

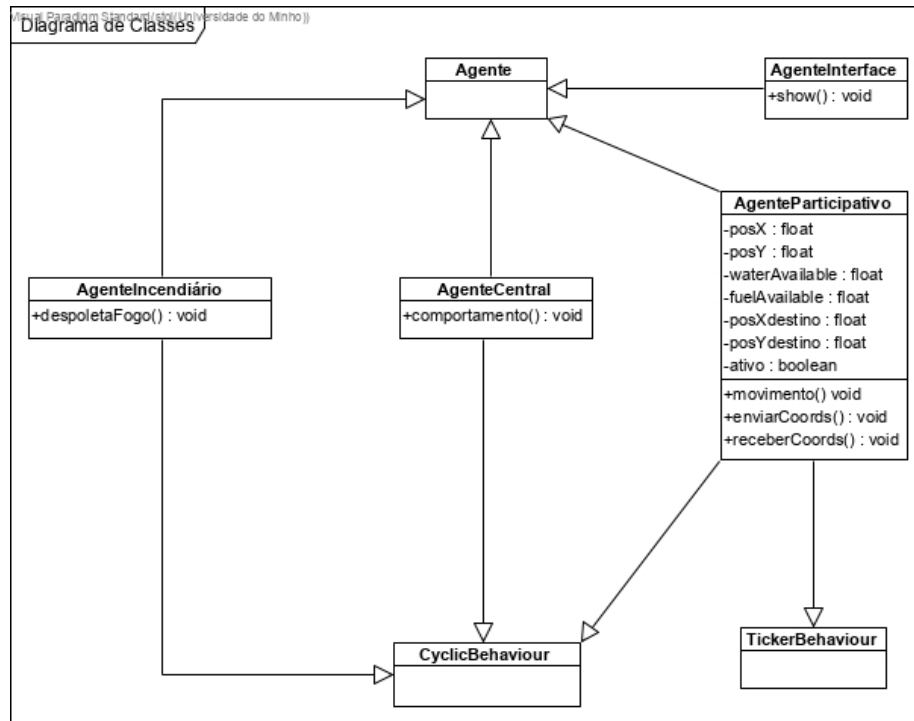


Figura 6: Diagrama de Classes

Referências

- [1] L. Zhou, X. Wu, Z. Xu, and H. Fujita, “Emergency decision making for natural disasters: An overview,” mar 2018.
- [2] “Incêndio florestal de Pedrógão Grande em 2017.” <http://www.mycbr-project.org/index.html>, 2017. Acedido em: 08/10/2019.
- [3] “Disaster Response Planning Using Agent-Based Simulation – AnyLogic Simulation Software.” <https://www.anylogic.com/disaster-response-applications-using-agent-based-modeling/>. Acedido em: 08/10/2019.
- [4] F. Fiedrich and P. Burghardt, “Agent-based systems for disaster management,” *Communications of the ACM*, vol. 50, no. 3, pp. 41–42, 2007.
- [5] G. I. Hawe, G. Coates, D. T. Wilson, and R. S. Crouch, “Agent-based simulation of emergency response to plan the allocation of resources for a hypothetical two-site major incident,” *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 46, pp. 336–345, nov 2015.
- [6] “Multiagent Systems in Automotive Applications.” <https://www.intechopen.com/books/multi-agent-systems/multiagent-systems-in-automotive-applications>. Acedido em: 27/10/2019.
- [7] F. Derakhshan and S. Yousefi, “A review on the applications of multiagent systems in wireless sensor networks,” *International Journal of Distributed Sensor Networks*, vol. 15, may 2019.