

# MULTI-AGENT SYSTEM FOR SIMULATION AND VALIDATION OF SCENARIOS

João Pedro Correia dos Reis

Projecto/Dissertação realizado sob a orientação do Professor Gil Manuel Magalhães de Andrade Gonçalves  
em Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

---

## 1. Motivação

A simulação tem como principais objetivos a replicação do mundo real em termos de interações e ambiente, para que sejam evitados testes e simulacros que incorrem em muitos gastos. Este projeto tem como maior motivação o auxílio à tomada de decisão no que toca à escolha de uma determinada configuração e estratégia de defesa para proteção e vigilância de portos. A utilização de processos de simulação permite que as entidades utilizadoras não acarretem custos numa simulação na vida real, bem como evitar pôr a vida humana em risco. Este é um fator muito importante na motivação do desenvolvimento de simulações, devido aos escassos meios para validação de meios marítimos a serem utilizados, bem como a forma como estes se devem comportar.

A utilização de sistemas multi-agente para o desenvolvimento da plataforma é também uma motivação para o desenvolvimento do projeto. A grande ascensão dos sistemas multi-agente como forma de simulação independentemente do seu contexto, representa uma forte componente de motivação para uma nova abordagem dentro do contexto militar, sendo uma aproximação de agentes como entidades individuais que representam, por exemplo, veículos e soldados.

## 2. Objetivos

A plataforma está enquadrada no projeto SAFEPORT proposto pela NATO, sendo que o simulador representa uma pequena parte do projeto. A plataforma necessita uma comunicação bidirecional entre um sistema de apoio à decisão, recebendo uma determinada configuração de defesa e respetivas estratégias dos veículos, e enviando o resultado da simulação. O resultado da simulação é uma validação sobre a eficiência da defesa, em que são calculadas estatísticas sobre a execução de acordo com a configuração recebida e as implementações definidas de interação entre agentes e o ambiente.

O uso de sistemas multi-agente para a simulação de ambientes hostis representa um dos objetivos deste projeto. A implementação da simulação usando uma arquitetura multi-agente envolve a especificação de interação entre as suas entidades, para recriar um ambiente de conflito usando apenas a modelação de agentes como individualidades e não como grupo.

## 3. Descrição do Trabalho

Como descrito anteriormente, a plataforma desenvolvida tem uma componente de comunicação bidirecional, permitindo a transação de informação com o sistema de apoio à decisão. Esta comunicação modular é efetuada através de ficheiros XML especificando a configuração a ser testada no simulador, e também os resultados da validação que foram obtidos ao longo da execução.

Tendo em atenção que a simulação tem diferentes funções relativamente a um sistema multi-agente, sendo a simulação a implementação de um modelo ao longo do tempo, e um sistema baseado em agentes uma forma de representação de comportamentos, interação e adaptação, a plataforma desenvolvida tem como função o uso destes dois componentes para a replicação e representação das condições militares, como forma de validação. Para a implementação da arquitetura multi-agente foi usada a *framework* JADE, que fornece todas as funcionalidades para que comportamentos e comunicação sejam realizadas da melhor maneira.

Como forma de representação de interação e condições de ambiente, uma interface foi desenvolvida como parte integrante da plataforma de simulação. A interface tem também como objetivo a validação visual dos comportamentos implementados, sendo simples e fácil a sua utilização.

A validação da configuração fornecida é efetuada recorrendo a uma definição da área modelada e de uma área protegida, sendo que os meios de defesa devem representar uma boa forma de vigilância, recorrendo muitas das vezes à captura dos meios ofensivos. Tendo em atenção a definição das interações e aplicação de efetores na simulação, esta deve ser executada com o objetivo de providenciar uma métrica sobre a sua prestação, a ser incluída na próxima execução do sistema de apoio à decisão.

### 3.1. Sistema Multi-agente

A arquitetura multi-agente tem como objetivo definir hierarquias e a forma de interação entre os agentes, bem como a definição do ambiente em que estes estão inseridos. O sistema multi-agente implementado na plataforma não representa um sistema aberto, sendo que entidades externas ao ambiente criado não podem ser inseridas e iniciar um

processo comunicativo.

Para a implementação do sistema multi-agente, foi usada uma arquitetura criada por *Shapiro, Shukiar e Hall* em 1985. O uso de uma arquitetura com mais de 20 anos reside no facto de ser apropriada para o contexto de desenvolvimento, não sendo relevante a sua data de criação, visto ser apenas uma estrutura independente da tecnologia a usar. A arquitetura é baseada em diferentes tipos de agentes, havendo um agente que representa um elemento de uma equipa; um agente que representa o comportamento do ambiente em que os agentes *equipa* estão inseridos; e um último responsável pela execução da simulação.

Para a comunicação entre agentes foi usado a *FIPA standard* que define um conjunto de parâmetros fixos para a transação de mensagens. Foram definidas estruturas ontológicas para facilitar a compreensão das mensagens, sabendo o agente sempre o que deve receber numa determinada troca de informação.

Para a reposição dos planeamentos e consequente execução dos planos, foi criado um dicionário de dados onde a informação dos planos a serem executados pelo agente responsável pela simulação é mantida atualizada. Sempre que um agente decide alterar o seu plano, bastará colocá-lo no repositório para que as alterações sejam executadas imediatamente no ambiente.

### 3.2. Agente

Para a modelação dos comportamentos dos agentes, foram definidos parâmetros como equipa, objetivo, velocidade ou raio de percepção. A maioria dos parâmetros para controlo de interação entre agentes e o ambiente são definidos no ficheiro de configuração proveniente do sistema de apoio à decisão. Para a execução de comportamentos de cada agente, foi criado o conceito de plano, sendo que um plano é um conjunto de tarefas. Uma tarefa é simplesmente um deslocamento ao longo do ambiente, que pode ser uma rota entre dois pontos ou um comportamento de vigilância já definido na plataforma.

### 3.3. Simulação

Para a simulação ter o mínimo de viabilidade, alguns aspetos do mundo real devem ser tidos em conta. Um dos aspetos mais importantes da simulação em termos de deslocamento ao longo do ambiente refere-se à capacidade de evitar obstáculos. Foi criado um algoritmo para evitar obstáculos ao longo do ambiente usando informação do ficheiro de configuração, que é composto por um conjunto de pontos que define a área de terra, para a obtenção do caminho mais curto de um ponto inicial até um ponto final.

Para a implementação dos comportamentos referente à arquitetura do agente, foi criada uma estrutura de

ficheiros XML para a sua modelação. O ficheiro XML tem como objetivo primeiramente a criação de um protocolo de comunicação entre os agentes *equipa* e o agente responsável pela simulação, para que seja possível associar uma determinada ação, que pode ser uma tarefa de um plano ou a atualização do seu objetivo interno.

Cada passo da simulação representa um segundo no mundo real, e uma determinada célula do mapeamento é referente a 20 metros, sendo que a velocidade máxima aplicável é de 40 nós – 70 m/s.

### 3.4. Interface

Para a criação da interface foram usadas duas tecnologias diferentes: Processing e SWING. A componente de SWING foi usada para a construção da interação com o utilizador, botões e caixas de pesquisa para o input de ficheiros no sistema, e a componente de Processing foi usada para a animação das dinâmicas do ambiente.

O desenho da área mapeada foi realizada com a implementação de dois algoritmos: Flood Fill (com recurso a uma queue) e ray casting. A junção destes dois algoritmos permite garantir que uma determinada forma, com recurso a um conjunto de ponto com uma determinada ordem, seja sempre bem preenchida.

## 4. Conclusões

É esperado que este projeto contribua para a simulação dos meios marítimos a serem usados no apoio à decisão, enquadrado no projeto SAFEPORT.

Com a abordagem utilizada neste projeto, é possível concluir que uma arquitetura baseada em agentes é capaz de replicar um ambiente militar, em que um agente representa um veículo ou outra entidade individual. A capacidade de interação tanto com os agentes e o ambiente, permite criar um sistema dinâmico complexo que representa uma, não total, mas boa aproximação do mundo real.

Pode ser também concluído que a utilização de Processing para a animação da simulação representa uma boa abordagem, sendo de simples implementação e muito eficiente mesmo quando conjugado com outras tecnologias que permitem a construção de interfaces.

Em último lugar podemos concluir que a validação é conseguida através da análise do comportamento dos agentes, como a entrada de área protegidas de um porto, ou a captura de veículos. Esta análise permite providenciar algum *feedback* ao sistema de apoio à decisão, para que este seja capaz de melhorar sua geração de ficheiros de configuração.