

Simulação Baseada em Multiagentes em Atividades de Graduação

Diana F. Adamatti¹

¹Centro de Ciências Computacionais
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)
dianaadamatti@furg.br

Abstract

Este artigo apresenta um estudo de caso com alunos de graduação que foram introduzidos a área de Agentes e Simulação Baseada em Agentes, desenvolvendo experimentos com essas técnicas computacionais.

Keywords: Simulação Baseada em Multiagentes, Ensino de Graduação

1. INTRODUÇÃO

Os Sistemas Multiagentes (SMA) estudam o comportamento de um conjunto de agentes autônomos, eventualmente com características diferentes, evoluindo em um ambiente comum. Estes agentes podem interagir uns com os outros, com o objetivo de realizar suas tarefas de modo cooperativo, compartilhando informações, evitando conflitos e coordenando a execução de atividades [1]. Adicionalmente, a utilização da simulação como elemento auxiliar na tomada de decisão humana tende a ser muito eficaz, pois seu emprego permite o exame de detalhes específicos com grande precisão [9]. Da integração das tecnologias de agentes e de simulação, surgiu a área de Simulação Baseada em Multiagentes (Multi-Agent-Based Simulation (MABS)), que é especialmente útil em domínios em que a interdisciplinaridade se faz presente [6].

A área de Simulação Baseada em Agentes tem grande atividade de pesquisa na pós-graduação, inclusive contando, em diversos programas, com disciplinas específicas. Contudo, a utilização dessa técnica a nível de graduação, em cursos da área de computação, ainda é restrita. Um fato que pode explicar esse processo é que, em disciplinas da graduação ligadas a Inteligência Arti-

ficial (IA), as ementas apresentam conteúdos de grandes áreas da IA, como Redes Neurais, Algoritmos Genéticos, Lógica Fuzzy, entre outros. Desta forma, o estudo mais aprofundado de Agentes e Simulação Baseada em Multiagentes não pode ser realizado.

Este artigo apresenta um estudo de caso com alunos de graduação que foram introduzidos a área de Agentes e Simulação Baseada em Agentes e realizaram experimentos de simulação em um ambiente bastante simples de utilizar, que trabalha com uma formação de regras em português estruturado, denominado SIMULA [5].

O artigo é dividido em 4 seções. Na seção 2 são apresentados os conceitos de agentes, simulação e simulação baseada em multiagentes. A seção 3 apresenta o estudo de caso proposto e na seção 4 estão as conclusões encontradas pelo estudo realizado.

2. SIMULAÇÃO BASEADA EM MULTIA- GENTES

Modelar um fenômeno sob a perspectiva de um SMAs pode ser realizado a partir das seguintes etapas [5]:

- Decompor o fenômeno em um conjunto de elementos autônomos;
- Modelar cada um dos elementos como um agente, definindo seu conhecimento, funções, comportamento e modos de interação;
- Definir o ambiente dos agentes;
- Definir quais agentes possuem a capacidade de ação e comunicação.

Já os métodos de simulação são empregados com grande sucesso como elemento auxiliar na tomada de decisões, principalmente no planejamento a médio e longo prazo e em situações que envolvem custos e riscos elevados. Os modelos de simulação são muito eficazes e versáteis no estudo dos mais diferentes problemas. Seu emprego permite o exame de detalhes específicos com grande precisão [8].

Assim, a simulação baseada em computador é uma das ferramentas mais poderosas disponíveis nos dias de hoje para projetar, planejar, controlar e avaliar novas alternativas e/ou mudanças de estratégias em sistemas no mundo real. Sua utilização significa construir programas de computador (software) que 'representem' o sistema do mundo real em questão e 'imitem' seu funcionamento [6, 8]. A simulação pode ser dividida em três etapas [9]:

- Etapa da Modelagem: construir o modelo do fenômeno a ser estudado;
- Etapa de Experimento: aplicar variações sobre o modelo construído, alterando parâmetros que influam no processo de resolução;
- Etapa de Validação: comparar dados experimentais obtidos com o modelo e a realidade, permitindo a análise dos resultados obtidos.

Pela Figura 1, pode-se verificar as etapas de um processo de simulação. A partir da realidade, é realizada uma modelagem do problema desejado e é construído um modelo. Para se construir este modelo, têm-se como base uma teoria. Com o modelo, realiza-se a simulação e depois a avaliação do mesmo. Para a avaliação, utilizam-se os resultados obtidos pelo modelo e as observações da realidade [4].

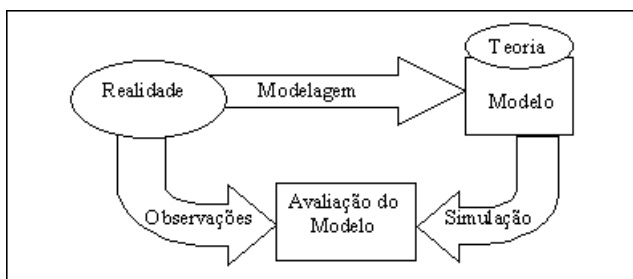


Figure 1. Etapas de um Processo de Simulação [4].

Da união das tecnologias de Simulação e Sistemas Multiagentes, surge a área de **Simulação Baseada em Multiagentes (Multi-Agent-Based Simulation (MABS))**. Muitas aplicações em SMAs são desenvolvidas para simular alguma situação da realidade. Para tal, o fenômeno real é decomposto em um conjunto de

elementos e em suas interações. Cada elemento é modelado como um agente e o modelo geral é o resultado das interações entre estes agentes.

Segundo Drogoul e Ferber [4], os objetivos de MABS são:

- *Testar* hipóteses sobre a emergência de comportamentos no nível macro a partir de interações no nível micro;
- *Construir* teorias que contribuam para o entendimento de fenômenos, etológicos, sociológicos ou psico-sociais, que relacionam comportamentos a estruturas;
- *Integrar* teorias parciais de diferentes disciplinas (sociologia, psicologia cognitiva, etologia) numa mesma estrutura.

Alguns aspectos importantes em MABS são [4]:

- É uma técnica bastante adequada para situações onde existem muitos indivíduos, com comportamentos diversos e complexos;
- Pode-se levar em conta tanto aspectos quantitativos como aspectos qualitativos;
- Programam-se os comportamentos primitivos de cada indivíduo e o comportamento global que emerge das interações entre os indivíduos é analisado, mas não pré-programado de modo direto.

3. APLICAÇÃO EM ATIVIDADES DE GRADUAÇÃO

Na Universidade Federal do Rio Grande (FURG), os alunos do Curso de Engenharia de Computação estudam Inteligência Artificial no quarto ano do curso, na disciplina anual de Sistemas Inteligentes. Essa é uma disciplina em colegiado, onde cada bimestre um professor ministra a sua área de pesquisa. No quarto bimestre, os alunos estudaram agentes, envolvendo comunicação, organização, tomada de decisão e simulação. O trabalho exigido na disciplina foi em simulação baseada em agentes.

A descrição proposta do trabalho foi a seguinte:

1. Escolha um **problema** a ser modelado;
2. Especifique os **agentes** e **regras** do problema;
3. Especifique o **ambiente** do problema;
4. Implemente no ambiente de simulação baseado em agentes **SIMULA**;
5. Elabore um relatório apresentando a **evolução** dos agentes durante a execução.

A idéia foi que a descrição do trabalho fosse o mais genérica possível, dando aos estudantes a oportunidade de escolha de problemas em diversas áreas de conhecimento.

As etapas 1, 2, 3 e 4 da descrição da descrição do trabalho estão diretamente relacionadas com as etapas necessárias para modelar um fenômeno sob a perspectiva de um SMA, descrito por Frozza [5].

A solicitação de um relatório com a evolução dos agentes (etapa 5) foi a forma encontrada para que os alunos percebessem como comportamentos primitivos de cada agente podem influenciar no comportamento global, mesmo que não implementado de forma direta.

O trabalho proposto está diretamente relacionado ao objetivo de "teste" de hipóteses sobre a emergência de comportamentos, citado por Drogoul e Ferber [4], visto que os alunos não construiriam teorias para o entendimento de fenômenos.

3.1. EXEMPLOS DE TRABALHOS IMPLEMENTADOS

Os trabalhos foram realizados individualmente ou em duplas. As áreas de conhecimento escolhidas pelos alunos foram as mais diversas, como biologia, economia, fisiologia e jogos. As Figuras 2, 3 e 4 apresentam alguns dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos.

A Figura 2 apresenta como os alunos implementaram o conhecido jogo *Pacman* no SIMULA. Os alunos definiram os agentes *Pac*, *Bola*, *Fantasma* e *Muro*, e regras de movimentação, onde o *Pac* (rosto "smiles" na Figura 2) procura as *Bolas* (círculos pequenos em amarelo) e os *Fantasmas* (em verde) procuram o *Pac*. O agente *Muro* é um objeto estático, que foi utilizado para montar o ambiente do tipo labirinto (quadrados cinza). O objetivo da simulação é que o *Pac* "coma" todas as *Bolas* e não seja eliminado pelos *Fantasmas*.

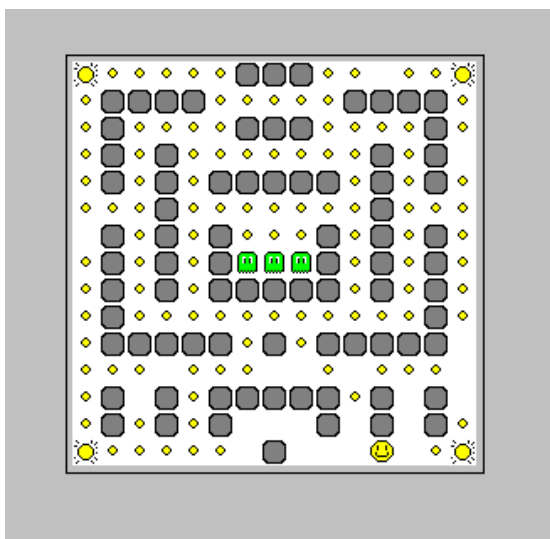


Figure 2. Exemplo de simulação: Pacman

A Figura 3 apresenta a implementação da Guerra dos Impérios, que gira em torno de um castelo medieval, onde as redondezas do castelo são perturbadas por um bando de bárbaros. Os aldeões tem de tentar sobreviver fugindo dos bárbaros, ao mesmo tempo que precisam caçar para fazer seu castelo prosperar. O castelo deve gerenciar esses recursos coletados pelos aldeões para recrutar mais aldeões, ou soldados para conter a ameaça dos bárbaros. O aluno definiu os agentes *Aldeão*, *Comida*, *Bárbaro*, *Soldados*, *Castelo* e *Grama*. Existe um ciclo de sobrevivência, onde a *Comida* (em vermelho na Figura 3) come a *Grama* (em verde). Os *Aldeões* (em azul) caçam a *Comida* e fogem dos *Bárbaros* (em preto). Se houver recursos suficientes no *Castelo* (em preto, no canto superior esquerdo), *Soldados* serão chamados para auxiliar na defesa. O sistema estará em estabilidade se os *Soldados* conseguirem eliminar os *Bárbaros* e o número de *Comidas* for suficiente para os *Aldeões* sobreviverem.

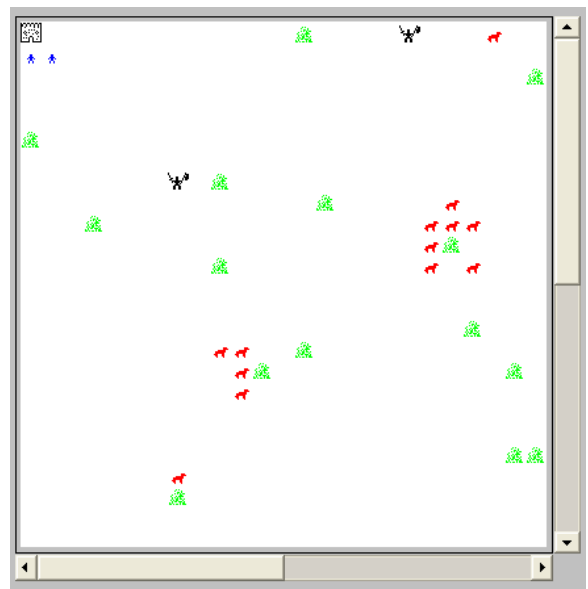


Figure 3. Exemplo de simulação: Guerra dos Impérios

A Figura 4 apresenta a implementação do Funcionamento do Sistema Imunológico Humano quando atacado por um vírus. Os alunos definiram os agentes *CélulaBoa*, *CélulaInfectada*, *Vírus* e *Anticorpo*. A simulação inicia com uma quantidade grande de *CélulasBoas* (círculos com contorno preto na Figura 4), uma quantidade baixa de *Vírus* (em verde) e uma quantidade muito baixa de *Anticorpos* (em azul). Os *Vírus*, quando encontram *CélulasBoas*, as atacam e estas tornam-se *CélulasInfectadas* (círculos com contorno em vermelho). Contudo, a prioridade de um *Vírus* é fugir dos *Anticorpos*. Os *Anticorpos*, quando percebem que o número de *CélulasInfectadas* cresce, se reproduzem e tentam matar os *Vírus*. Os *Anticorpos* tentam recuperar as *CélulasInfectadas*, para

reestabelecer a estabilidade do sistema, ou seja, acabar com os *Vírus*.

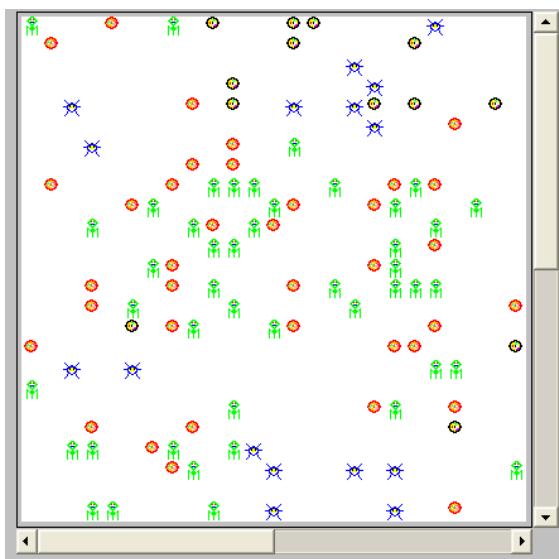


Figure 4. Exemplo de simulação: Funcionamento do Sistema Imunológico

Além dos três exemplos apresentados acima, outros trabalhos muito interessantes foram implementados, como:

- Simulação da difusão da Doença da Dengue, onde foi apresentado com os mosquitos se reproduzem, mostrando as etapas de ovo e larva, e atacam as pessoas, infectando-as;
- Simulação de uma situação de guerra entre dois exércitos, onde estratégias diferentes foram criadas, e dependendo da configuração de cada exército, uma delas pode ser melhor que a outra;
- Simulação do jogo do Detetive, onde o Assassino pode estar disfarçado no meio das pessoas, e não ser descoberto.

4. CONCLUSÕES

A Simulação Baseada em Multiagentes é uma área extremamente multidisciplinar, podendo ser aplicada a diversos domínios. A utilização de uma ferramenta de simulação baseada em agentes torna o processo de aprendizagem facilitado nesta área. Existem diversas ferramentas disponíveis, como Cormas [2], SWARM [3], Madkit [7].

A escolha da ferramenta SIMULA [5] deve-se ao fato de ser extremamente simples de utilizar. Ela também possui diversas restrições, como quantidade de agentes, tamanho do ambiente (grid) e definição de regras de movimentação (rotinas pré-definidas). Essa ferramenta trabalha apenas com agentes reativos e não tem suporte a

comunicação. Sua grande vantagem é a implementação em Java, permitindo utilização em diferentes Sistemas Operacionais. Para as atividades de graduação propostas, onde os alunos foram introduzidos a área de agentes, SIMULA correspondeu amplamente aos objetivos propostos.

Para execução dos trabalhos, os alunos foram instigados a estudar e pensar "como" os problemas escolhidos funcionavam, de forma a realizar a modelagem e posteriormente a implementação das simulações. Interessante perceber que todas as escolhas de problemas foram de áreas não-exatas, como fisiologia, biologia e jogos, fazendo com a multidisciplinariedade fosse colocada em prática. Assim, do ponto de vista didático, os resultados do trabalho proposto foram completamente positivos, pois os alunos aprenderam uma nova técnica computacional e a aplicaram de maneira efetiva.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer aos alunos do 4o. ano de Engenharia de Computação da FURG, que realizaram os trabalhos apresentados nesse artigo, no escopo da disciplina de Sistemas Inteligentes (2009).

REFERENCES

- [1] L. O. C. Alvares and J. S. Sichman. Introdução aos sistemas multiagentes. In *Jornada De Atualização Em Informática*, pages 1–37, Brasília - UnB, 1997. Sociedade Brasileira de Computação.
- [2] Cormas. Natural resources and multi-agent simulations, 2006. <http://cormas.cirad.fr>.
- [3] M. Daniels. The swarm simulation system - a tool for studying complex systems, 2006. <www.swarm.org>.
- [4] A. Drogoul and J. Ferber. Multi-agent simulation as a tool for modeling societies: Application to social differentiation in ant colonies. In *Proceedings of MAAMAW'92*, Viterbo, 1992. Elsevier North-Holland.
- [5] R. Frozza. SIMULA: Ambiente para desenvolvimento de sistemas multiagentes reativos. Master's thesis, UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Brasil, Rio Grande do Sul, Brasil, 1997.
- [6] N. Gilbert and K. G. Troitzsch. *Simulation for the Social Scientist*. Buckingham and Philadelphia: Open University Press, London, 1999.
- [7] O. Gutknecht and J. Ferber. The madkit project: a multi-agent development kit, 2006. <<http://www.madkit.org/>>.
- [8] M. T. Rebonatto. Um estudo sobre simulação paralela. Master's thesis, Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre, 1999. Mestrado em Ciência da Computação.
- [9] J. Strack. *GPSS: modelagem e simulação de sistemas*. LTC, Rio de Janeiro, 1984. 174 p.