

Uma Revisão Sistemática da Literatura sobre Sistemas Multiagentes com Uso de Aprendizado de Máquina e Sistemas de Recomendação

KARINE PESTANA RAMOS¹; RENATA ZOTTIS JUNGES¹; MARILTON
SANCHOTENE DE AGUIAR¹

¹PPG Computação, Universidade Federal de Pelotas – {kpramos, rzjunges, marilton}@inf.ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A área de sistemas multiagentes (SMA) tem como objetivo a resolução de problemas de maneira coletiva, de modo que só um único agente não seria capaz de exercer tal tarefa sozinho (HÜBNER et al., 2004). Portanto, tem seu foco na coletividade do ambiente, definindo-se a integração entre os agentes e suas formas de organização entre si. Em SMA, um agente autônomo é um agente que independe de outros agentes, ele tem existência própria.

Segundo SILVEIRA (2006), em um sistema SMA cada agente possui comportamento autônomo que lhe permite decidir suas próprias ações dado as reações a sociedade compartilhada por todos, pode-se combinar tal decisões com outros recursos como por exemplo o uso de Aprendizado de Máquina ou Sistemas de Recomendação. Apesar de ambas áreas serem contextualizadas dentro da Inteligência Artificial, elas possuem recursos diferentes e, portanto, objetivos diferentes ao serem aplicadas em problemas computacionais.

Com uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é possível sintetizar formalmente, através de etapas bem definidas, os principais estudos disponíveis dado uma área específica (OKOLI, C.; SCHABRAM, K., 2010). A RSL é um mapeamento que se faz utilizando uma pergunta/questão bem definida e cria-se critérios para identificar, selecionar, avaliar e sintetizar o resultado do estudo.

Este trabalho tem o objetivo de, a partir de uma RSL, levantar as possibilidades de integração das áreas de SMA, aprendizado de máquina e/ou sistemas de recomendação. Este artigo apresenta o início do desenvolvimento desta RSL envolvendo essas três áreas.

2. METODOLOGIA

Para a execução da RSL devem ser definidos algumas especificações, entre elas está a estratégia de busca a ser utilizada. Para este trabalho a estratégia definida é a pesquisa em bases de dados online pois a área de Ciência da Computação possui bons acervos disponíveis. As bases selecionadas para este trabalho estão listadas na Tabela 1, elas foram decididas conforme sugestão do trabalho de KOFOD-PETERSEN e ANDERS (2012).

Além das bases de dados para o desenvolvimento da RSL é essencial definir uma pergunta principal que guiará toda a pesquisa, influenciando nos critérios de inclusão e exclusão dos artigos durante o processo de revisão sistemática. Ou seja, há um protocolo a ser seguido durante cada etapa da RSL e isto garante a credibilidade e a seguridade do método científico na pesquisa de uma área em específico. De acordo com OKOLI e SCHABRAM (2010) a RSL deve ser “sistemática, explícita, compreensiva e reproduzível”.

Tabela 1 - Bases de dados utilizadas no trabalho

Nome	URL
ACM	https://dl.acm.org/
IEEE Xplore	https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp
ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com/
CiteSeer	https://citeseerx.ist.psu.edu

A Tabela 2 tem o intuito de sumarizar como foram definidos os elementos para a revisão, nela está exposta a questão principal, o objetivo da pesquisa, os critérios de inclusão e de exclusão de artigos.

Tabela 2 - Protocolo de revisão sistemática da literatura

Questão principal	“Quais são os principais artigos envolvidos no contexto de sistemas multiagentes com uso de aprendizado de máquina e sistemas de recomendação?”
Objetivo	A proposta dessa RSL é buscar na literatura por estudos que estejam no contexto de sistemas multiagentes com o uso de aprendizado de máquina e sistemas de recomendação somente dos últimos 10 anos (2009 -2019).
Crítérios de inclusão	Artigos que contenham os seguintes termos chaves e sinônimos: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema Multiagente; • Aprendizado de Máquina; • Sistemas de Recomendação.
Crítérios de exclusão	<ul style="list-style-type: none"> • O estudo não está em inglês; • O estudo não se encontra nas bases de dados buscadas; • O estudo não possui as palavras chaves procuradas.

Estabelecendo-se as bases de dados (ver Tabela 1) e o protocolo de pesquisa (ver Tabela 2), o próximo passo é definir os termos chaves que serão buscados nas bases selecionadas. Segundo KOFOD-PETERSEN e ANDERS (2012), o objetivo é determinar uma *string* de busca formada por grupos dos termos chaves em grupos. O resultado dessa *string* pode ser visto na Tabela 3.

Para auxílio e organização do resultado dos artigos buscados serão utilizados *softwares* para administrar e editar os mesmos. Os *softwares* em questão são o *Mendeley* e o *JabRef*. O *Mendeley* será utilizado para a leitura e anotações nos artigos já que esta funcionalidade é fornecida de maneira íntegra e síncrona para diversos dispositivos, ou seja, cada um dos autores poderá adicionar notas em partes de um artigo e os demais autores poderão ler essas contribuições (SINGH, J., 2010). O *JabRef* será utilizado para a remoção de duplicata dos artigos, visto que muitas vezes um artigo encontra-se em mais de uma base de dados, e nesse caso, a RSL consideraria o artigo mais de uma vez (JabRef Development Team, 2011).

Tabela 3 - Termos chaves usados para definir a *string* de busca

("multiagent system" OR "multiagent systems" OR "multiagents system" OR
"multiagents systems" OR "multi-agent system" OR "multi-agent systems" OR
"multi-agents system" OR "multi-agents systems" OR "agent-based system" OR
"agent-based systems" OR "agent system" OR "agent systems" OR
"agents system" OR "agents systems")

AND

("machine learning" OR "development of thinking computer systems" OR
"expert system" OR "expert systems" OR "automatic learning" OR
"machine intelligence")

AND

("recommendation system" OR "recommendation systems" OR
"recommendation engine" OR "recommendation engines")

Segundo KOFOD-PETERSEN e ANDERS (2012) após a remoção de artigos duplicados a primeira análise a ser feita é sob o título e resumo dos artigos. Assim, somente se manterão para a fase seguinte os artigos que tiverem seu título e resumo envolvidos com o objetivo da RSL, abordando sua pergunta principal. Considerando ainda os critérios de exclusão já definidos anteriormente, esta etapa deve eliminar artigos que não abordam o tema de interesse.

Para a avaliação da introdução são lidas as introduções de todos os artigos aprovados na etapa anterior, de avaliação do título e resumo. O processo de avaliação consiste em analisar se a introdução do artigo é relacionada ao objetivo da RSL e a pergunta principal da pesquisa.

Por fim, a última etapa de análise é a leitura do texto completo. Para critério de seleção dos finalistas, KOFOD-PETERSEN e ANDERS (2012) sugere um método específico para a área da computação composto por 10 perguntas, cujas respostas podem ser sim (1 ponto), parcialmente (½ ponto) ou não (0 ponto). Compondo uma nota final para cada artigo avaliado. A nota de corte pode ser definida pelos pesquisadores. Segue abaixo as 10 perguntas específicas definidas por KOFOD-PETERSEN e ANDERS (2012):

1. "Existe uma declaração clara do objetivo da pesquisa?"
2. "O estudo está inserido em outros estudos e pesquisas?"
3. "As decisões de projeto ou de algoritmo são justificadas?"
4. "O conjunto de dados de teste é reproduzível?"
5. "O algoritmo do estudo é reproduzível?"
6. "O procedimento experimental é totalmente explicado e reproduzível?"
7. "É claramente indicado no estudo com quais outros algoritmos os algoritmos do estudo foram comparados?"
8. "As métricas de desempenho usadas no estudo são explicadas e justificadas?"

9. “Os resultados dos testes são completamente analisados?”
10. “As evidências do teste suportam os resultados apresentados?”

O resultado final dessa análise contém o conjunto de artigos que serão analisados, estudados e sintetizados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o presente momento foi feito o estudo de como executar uma RSL e foram definidos todos os passos para a exploração da área que abrange sistemas multiagentes, aprendizado de máquina e sistemas de recomendação. A sequência deste trabalho compreende-se de efetivar as buscas nas bases de dados comentadas na Seção anterior, ler os artigos resultantes desta RSL e produzir uma análise comparativa dos trabalhos para dessa forma entender como é possível contribuir nessa área de conhecimento.

4. CONCLUSÕES

A RSL é um passo de suma importância para a compreensão e o conhecimento da área que deseja-se pesquisar, a partir dessa revisão os autores terão domínio dos assuntos pesquisados e conseguirão fazer contribuições relevantes.

5. REFERÊNCIAS

HÜBNER, J. F.; BORDINI, R. H.; VIEIRA, R.. Introdução ao desenvolvimento de sistemas multiagentes com Jason. **XII Escola de Informática da SBC**, v. 2, p. 51-89, 2004.

KOFOD-PETERSEN, A. How to do a Structured Literature Review in computer science. 2012.

OKOLI, C.; SCHABRAM, K. A guide to conducting a systematic literature review of information systems research. 2010.

SILVEIRA, R. A. Introdução a Sistemas Multiagente. **Universidade Federal de São Carlos**, 2006.

SINGH, J. Mendeley: A free research management tool for desktop and web. **Journal of Pharmacology and Pharmacotherapeutics**, v. 1, n. 1, p. 62, 2010.

JABREF DEVELOPMENT TEAM. JabRef [Software]. 2011.