

Universidade de São Paulo
Instituto de Matemática e Estatística
Departamento de Ciência da Computação

Projeto de Pesquisa de Iniciação Científica
Treinamento de Agentes Baseados em Lógica Robusta

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Computação; Lógica

Área de Tecnologia Prioritária do MCTIC: Tecnologias Habilitadoras - Inteligência Artificial

Orientador: Prof. Dr. Flavio Soares Correa da Silva

Orientando: Luis Vitor Pedreira Iten Zerkowski

São Paulo - SP

Maio de 2020

Sumário:

1. Introdução.....	02
2. Objetivo.....	02
3. Metodologia.....	04
4. Cronograma.....	05
5. Referências.....	06

1. Introdução:

Esta pesquisa tem como foco desenvolver agentes inteligentes baseados em lógica capazes de bem performar em jogos de soma zero determinísticos ou não determinísticos - em particular, jogo da velha e sua versão probabilística. Diante do cenário atual de Inteligência Artificial, no qual muito se cobra em desempenho, mas pouco se entende sobre o caminho traçado até o resultado final, o agente em questão diferencia-se na medida em que busca aprender sobre o jogo a ser jogado através d'um conjunto de hipóteses e heurísticas previamente formulado, gerando, pois, conhecimento sólido e palpável acerca do ambiente. Utilizando-se de ferramentas fundamentais e estruturantes em lógica e aprendizado de máquina - Lógica Robusta e PAC-Learning respectivamente -, o agente a ser desenvolvido visa ao domínio do meio junto à habilidade de estudar o porquê de suas ações e decisões baseado no conjunto hipóteses e heurísticas fornecido a ele. Além disso, também cabe a esse agente garantir a monotonicidade crescente de sua taxa de vitórias em jogo à medida que é alimentado com mais dados. O objetivo de seu desenvolvimento, por fim, é prototipar um primeiro agente inteligente que jogue com habilidade crescente em função dos dados fornecidos, mas que possa principalmente explicitar a razão de suas escolhas. Num futuro breve, mas que já não cabe exatamente no escopo desse plano de pesquisa, poder-se-ia estudar a implementação desse agente em ambientes de alto risco e com intensa interferência humana - como decisões hospitalares estratégicas ou previsões acerca do COVID-19, por exemplo - para garantia de bons resultados com as devidas explicações sobre o que fora decidido pelo mesmo.

2. Objetivo:

O objetivo desta pesquisa é prototipar um agente inteligente que jogue jogo da velha e também sua versão probabilística com habilidade, conhecimento sobre o jogo e taxa de vitória crescentes em função dos dados fornecidos. Segue abaixo uma descrição sucinta sobre cada uma das partes a serem implementadas nesse processo:

- Dos jogos:
 - Jogo da velha: Jogo de turnos para dois jogadores que se dá num mapa em formato de grade três por três. Cada jogador tem direito a uma marcação - tipicamente “X” e “O”, porém neste projeto será utilizada a marcação binária

“1” e “0” - e seu objetivo é conseguir colocar três de suas marcações numa linha horizontal, vertical ou diagonal do mapa. O jogador que realiza essa tarefa primeiro ganha - e o outro jogador obrigatoriamente perde. Caso o mapa seja totalmente preenchido e nenhum dos jogadores consiga realizar a tarefa proposta, o jogo termina em empate.

- Jogo da velha probabilístico: Segue as mesmas regras do jogo da velha original com uma única diferença, o jogador que irá jogar na próxima rodada é sempre sorteado com probabilidade (p) - definida pelo moderador do jogo.

- Dos dados:

- Mapa: Implementação do mapa gradil três por três.
- Estado do mapa: Mapa com devidas marcações de jogadores nas posições escolhidas pelos mesmos até então.
- Conjunto de hipóteses e heurísticas (também chamado de conjunto de relações ou predicados): Funções que avaliam um certo estado do mapa e fornecem informação para o agente. Para melhor entendimento dessas funções, tem-se como arquétipo a função teórica *sequencia_de_dois(jogador, mapa)*, que avalia se o jogador passado como parâmetro tem alguma sequência de duas marcações em linha vertical, horizontal ou diagonal no estado do mapa também passado como parâmetro. Tal função fictícia poderia retornar 1 em caso verídico e 0 caso contrário, por exemplo.
- Cenar: Estrutura de dados fundamental da Lógica Robusta. Para o projeto em questão, conterá o estado do mapa e um vetor com os valores binários de verdadeiro ou falso para todas as hipóteses e heurísticas avaliadas naquele estado do mapa.
- Cláusulas: Conjunção lógica de relações.

- Do agente:

- O que é: Código que recebe como entrada um estado do mapa e devolve como saída uma ação escolhida para o jogador da vez, e a combinação de hipóteses e heurísticas avaliadas para chegar naquela decisão.

- Treinamento: O agente recebe uma série de cenas e, baseado nessas, tenta aproximar a distribuição de probabilidade de vitória associada a cada uma das cláusulas previamente construídas do conjunto de heurísticas. O agente calcula, ainda, o nível de confiança de sua aproximação relativo à quantidade de dados fornecidos a ele em relação ao número total de estados do jogo.

Quando da finalização do projeto, idealmente todas as partes acima descritas estarão funcionais e bem desenvolvidas, permitindo, pois, uma avaliação geral das técnicas em inteligência artificial e lógica utilizadas. Num primeiro momento, cabe a análise crítica do que fora implementado, avaliando tanto a habilidade do agente em ambos os jogos, quanto a clareza, qualidade e precisão da informação por ele aprendida. Passada essa fase, o projeto objetiva caminhar para a análise comparativa, última etapa de investigação. Nesse momento, o agente em questão será comparado com outros agentes que se propuseram a realizar tarefas parecidas, permitindo, assim, um exame mais apurado dos ônus e bônus dessa abordagem.

3. Metodologia:

A metodologia utilizada no desenvolvimento deste projeto segue uma linha bastante natural de investigação e pesquisa, mantendo-se, pois, num simples e estruturante ciclo de estudo, aplicação e avaliação. Todas as fases do projeto, portanto, devem ser iniciadas através da leitura de livros, textos e artigos para aquisição de conhecimento, ampliação de repertório e aprofundamento no conteúdo estudado até então, cerne d'um projeto acadêmico de pesquisa. Passada essa primeira etapa, todo o conhecimento adquirido, junto ao prévio arcabouço técnico, servirá de base teórica para as implementações e testes a serem construídos, oferecendo, dessa forma, um tanto mais de realidade e aplicação a um projeto que inicialmente habitava apenas o mundo das ideias. Uma vez finalizado o segundo estágio, é tempo da análise dos resultados, último trecho em direção ao fechamento do ciclo. Neste passo, as expectativas alinham-se com o concreto e factual, trazendo um aspecto de sobriedade ao projeto por meio da análise crítica do processo de trabalho e dos resultados efetivamente alcançados. Quando do fechamento d'um ciclo, um relatório será escrito a fim de bem documentar a trajetória do projeto, elencando, portanto, o que houve de sucesso e de fracasso durante seu caminhar, e servindo de ponto de partida para o próximo ciclo a ser aberto.

4. Cronograma:

Cronograma de trabalho de Iniciação Científica (12 horas semanais)		
Mês (*)	Atividade	Fase
Janeiro/2020 *	Leitura do livro “Probably Approximately Correct” e do artigo “A Theory of the Learnable”, os dois por Leslie Valiant.	Aquisição de repertório em PAC-Learning e lógica robusta.
Fevereiro/2020 *		
Março/2020 *	Leitura do artigo “Knowledge Infusion”, por Leslie Valiant, e do artigo “A First Experimental Demonstration of Massive Knowledge Infusion”, por Loizos Michael e Leslie Valiant.	
Abril/2020 *		
Maio/2020 *	Leitura do capítulo cinco da terceira edição do livro “Artificial Intelligence - A Modern Approach”, por Russel e Norvig, e primeira prototipagem de agente inteligente baseado em lógica robusta que joga jogo da velha não probabilístico.	Aplicação preliminar do agente inteligente baseado em lógica robusta e árvores de busca de estados.
Junho/2020 *		
Julho/2020 *	Escrita de pequeno relatório resumo acerca do andamento do projeto.	Documentação do projeto.
Agosto/2020	Leitura do artigo “Learning to Reason”, por Roni Khardon e Dan Roth e leitura complementar do artigo “Programming the social computer”, por David Robertson e Fausto Giunchiglia.	Aperfeiçoamento do repertório em PAC-Learning e estudo de aplicações reais do agente.
Setembro/2020		
Outubro/2020	Segunda prototipagem de agente inteligente baseado em lógica robusta que joga jogo da velha probabilístico.	Segunda aplicação do agente inteligente baseado em lógica robusta e árvore de busca de estados.
Novembro/2020		
Dezembro/2020	Escrita de relatório parcial acerca do andamento do projeto.	Documentação do projeto e compromisso com CNPq.
Janeiro/2021	Preparação de artigo científico com resultados obtidos até o momento.	Documentação e publicação inicial do projeto.
Fevereiro/2021		
Março/2021	Leitura seletiva do livro “Multiagent Systems”, por Yoav Shoham e Kevin Leyton-Brown.	Ampliação de repertório em teoria dos jogos e suas aplicações e representações.
Abril/2021		
Maio/2021	Modelagem e desenvolvimento de protótipo aplicável a problemas e cenários realísticos - saúde coletiva, ecologia e economia, por exemplo.	Estudo e avaliação de aplicabilidade dos agentes inteligentes.
Junho/2021		
Julho/2021	Escrita do relatório e publicação finais.	Documentação e publicação do projeto.

(*) Meses trabalhados antes do recebimento da bolsa

5. Referências:

5.1 Bibliografia básica:

1. VALIANT, L. G. **Probably approximately correct**. Basic Books. 2013.
2. VALIANT, L. G. **A Theory of the Learnable**. Cambridge, Massachusetts. Communications of the ACM. 05 de novembro de 1984.
3. VALIANT, L. G. **Knowledge Infusion**. Cambridge, Massachusetts. AAAI. 16 de julho de 2006.
4. MICHAEL, L. VALIANT, L. G. **A First Experimental Demonstration of Massive Knowledge Infusion**. Cambridge, Massachusetts. AAAI. Setembro de 2008.
5. KHARDON, R. ROTH, D. **Learning to Reason**. Cambridge, Massachusetts. AAAI. 1994.
6. SHOHAM, Y. LEYTON-BROWN, K. **Multiagent Systems**. Cambridge University Press. 1ª edição. 15 de dezembro de 2008.

5.2 Bibliografia complementar:

1. ROBERTSON, D. GIUNCHIGLIA, F. **Programming the social computer**. Royal Society. 28 de março de 2013.
2. RUSSEL, S. J. NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. Nova Jersey. Pearson Education, Inc. 3ª edição. 2010.