

Universidade Federal de Minas Gerais
Curso de Graduação em Ciência da Computação

**Agentes Inteligentes e Algoritmos de Aprendizado
em um Motor Gráfico**

Projeto Orientado em Computação I: Proposta
Tipo de Pesquisa: Mista

Bruno Cesar Pimenta Fernandes

Orientador: Prof. —

Belo Horizonte, Abril de 2017

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Objetivos do Projeto	1
1.1.1	Objetivos Específicos: Primeiro Semestre	1
1.1.2	Objetivos Específicos: Segundo Semestre	2
2	Referencial Teórico	2
3	Metodologia	3
4	Resultados Esperados	4
5	Etapas e Cronograma	5
	Referências Bibliográficas	6

1 Introdução

Definimos *inteligência* como a “capacidade de adquirir e aplicar conhecimentos e habilidades” (1). Em seu sentido mais amplo, na natureza, “inteligência” refere-se ao conjunto de sentidos e mecanismos que permitem que um indivíduo (ou uma coletividade de indivíduos) execute eficientemente um objetivo, podendo este ser o mais primitivo: o de sobreviver. Na natureza, é importante ressaltar as limitações que influenciam estes mecanismos, como, notavelmente, as leis da física.

A simulação de tais percepções e mecanismos por agentes virtuais, aplicado em diversas soluções tecnológicas, é uma área de estudo cada vez mais explorada, e teve grandes marcos nos últimos anos.

Neste projeto, pretende-se aplicar e estudar métodos baseados nestes conceitos, principalmente ao que se relaciona à aquisição de conhecimento e habilidades para que um agente inteligente tome decisões, como a aprendizagem por reforço e a aprendizagem por imitação, desenvolvendo e explorando o comportamento de tais agentes em um ambiente virtual tridimensional controlado com simulações físicas, que se assemelha ao mundo real, utilizando um motor gráfico. Além disso, pretende-se aplicar técnicas de computação gráfica, de forma a construir um sistema com complexidade visual e cognitiva.

1.1 Objetivos do Projeto

Tendo em vista o exposto acima, este projeto, de cunho científico e tecnológico, tem por objetivos:

1. Exercitar conhecimentos adquiridos ao longo do curso de graduação em Ciência da Computação, principalmente em disciplinas como Inteligência Artificial, Computação Gráfica, Computação Visual, Desenvolvimento de Jogos Digitais e Arquitetura de Software; e
2. Construir em um ambiente simulado dinâmico e interativo um sistema com complexidade visual e cognitiva, que permita o estudo e a visualização dos passos acumulativos de algoritmos de treinamento de múltiplos agentes inteligentes e as interações entre eles.

1.1.1 Objetivos Específicos: Primeiro Semestre

Espera-se, nos desenvolvimentos durante o primeiro semestre (POC I):

- Definir e desenvolver uma arquitetura para o sistema de software que estabeleça a fundação da estrutura lógica do projeto, dado o conjunto de ferramentas sendo utilizado;

- Construir um ambiente virtual tridimensional básico com simulações físicas controladas para situar os agentes a serem estudados, e assim definir situações onde as quais os agentes serão submetidos;
- Desenvolver algoritmos utilizando ferramentas para treinar agentes inteligentes individualmente neste ambiente, através de métodos de aprendizagem por reforço e aprendizagem por imitação, realizando comparações dos métodos citados;
- Embutir os agentes e algoritmos desenvolvidos em um motor gráfico;
- Disponibilizar e construir no motor gráfico uma interface interativa para que o usuário do sistema a visualize o comportamento dos agentes e os passos acumulativos dos algoritmos utilizados, incluindo os métodos de tomada de decisão dos agentes.

1.1.2 Objetivos Específicos: Segundo Semestre

Espera-se, nos desenvolvimentos durante o segundo semestre (POC II):

- Implementar no sistema diversas interações entre múltiplos agentes (sistema multiagente);
- Implementar no sistema a possibilidade do usuário manipular o ambiente onde os agentes estão inseridos, e adaptar os algoritmos de aprendizagem para suportar essa característica;
- Evoluir os ambientes com maior fidelidade gráfica e simulações físicas mais complexas de forma que o sistema se assemelhe a situações práticas do mundo real;
- Desenvolver e executar baterias de testes.

2 Referencial Teórico

Existem vários métodos para ensinar agentes a aprenderem um mapeamento desejado do conjunto de estados que definem o seu comportamento. Neste projeto serão explorados os métodos de **aprendizagem por reforço** e **aprendizagem por imitação**.

No contexto deste projeto, em resumo, na aprendizagem por reforço, a principal fonte de treinamento é a “recompensa”. Essa recompensa é um valor que pode ser fornecido ao agente a qualquer momento durante uma simulação. O agente então associa essa recompensa, que pode ser positiva ou negativa, ao seu estado atual e às ações que o levaram a chegar a este estado, assim incentivando ou desencorajando o seu comportamento ao longo da simulação. Desse modo, dependendo da escolha da recompensa, o agente se torna acumulativamente mais capaz de resolver uma tarefa ou alcançar um objetivo de forma ótima (3).

Já na aprendizagem por imitação, é provido ao agente um conjunto de ações e observações, que são processadas por ele e o direciona a tomar a decisão *deve* ser a melhor a partir do seu estado. Essa decisão nem sempre o leva à solução ótima. Isso faz com que o agente

seja mais “humano” ou realístico (2).

Existem diversas abordagens para implementar os métodos acima em várias aplicações, tanto para construir as fontes de aprendizado quanto para os próprios métodos em si. As abordagens variam desde algoritmos de força-bruta até modelagens estatísticas.

Este projeto será desenvolvido explorando o ML-Agents da Unity Technologies, que é um API aberto que fornece um conjunto robusto de implementações dos métodos citados para pesquisadores e desenvolvedores.

3 Metodologia

O projeto será desenvolvido no ambiente de desenvolvimento e motor gráfico **Unity 2018**, em conjunto com o conjunto de ferramentas **ML-Agents 0.3**.

Os principais passos previstos para a sua realização são:

1. **Planejar e desenvolver uma arquitetura adaptada que servirá de fundamento para as estruturas lógicas do software**, para que seja o mais extensível possível, de forma a contornar o paradigma padrão da ferramenta utilizada (sistema de componentes), conectando todas as estruturas necessárias, e que seja ideal para a aplicação do projeto, facilitando o curso da evolução do sistema durante os dois semestres de desenvolvimento.
2. Executar o *workflow* mencionado anteriormente, que é, em auto nível:
 - **Criar situações em ambientes 3D** iterativamente mais complexos e realísticos com o auxílio do motor gráfico (C#, editor Unity);
 - **Definir as fontes de treinamento** através da análise de cada situação criada;
 - **Desenvolver o treinamento de cérebros de agentes inteligentes nos ambientes** ajustando as implementações do ML-Agents para as necessidades do projeto (Python);
 - **Desenvolver o sistema de incorporação destes cérebros no motor gráfico** utilizando o API disponibilizado (Python e C#).
3. **Desenvolver uma interface gráfica** para as interações do usuário, tomando como ponto de partida a arquitetura definida anteriormente.
4. **Desenvolver e executar testes** a partir dos resultados esperados.

4 Resultados Esperados

Ao final do trabalho, pretende-se obter uma ferramenta de estudo que permita a visualização da interação de múltiplos agentes inteligentes utilizando algoritmos de aprendizagem de máquina e inteligência artificial em geral em um ambiente dinâmico que se assemelha ao mundo real.

Para chegar a estes resultados, é necessário que ao final do primeiro semestre uma arquitetura extensível conectada com todos os sistemas necessários esteja bem estabelecida e funcionando em um nível básico.

5 Etapas e Cronograma

Tendo em vista o calendário da disciplina, o cronograma estimado para o primeiro semestre é:

Período	Metas Estimadas
10/03 - 06/04	<ul style="list-style-type: none">- Levantar conteúdo teórico- Organizar e estabelecer processo de desenvolvimento (gerenciamento de tempo)- Planejar arquitetura inicial- Preparar ferramentas e ambiente de desenvolvimento- Importar e analisar conteúdo já desenvolvido- Preparar versionamento e documentação- Elaborar proposta
07/04 - 13/04	<ul style="list-style-type: none">- Levantar ambientes já desenvolvidos, além de elaborar e desenvolver novos conjuntos de situações e ambientes simples no motor gráfico- Documentar possíveis fontes de treinamento para cada situação
14/04 - 20/04	<ul style="list-style-type: none">- Adaptar, e, se necessário, elaborar, o código em Python para as necessidades do projeto- Desenvolver no C# interface ou parser simples para entrar com casos de testes- Alimentar e testar os algoritmos com as fontes de treinamento levantadas
21/04 - 27/04	<ul style="list-style-type: none">- Validar os resultados obtidos com os testes, e, se necessário, revisá-los- Desenvolver no C# código para conectar os cérebros treinados através do API para os agentes no motor gráfico e definir cardinalidade das associações
28/04 - 04/05	<ul style="list-style-type: none">- Documentar e validar o comportamento dos agentes na aprendizagem por reforço e aprendizagem por imitação considerando as fontes de treinamento- Elaborar apresentação parcial
Maio	<ul style="list-style-type: none">- Desenvolver, testar e validar simulações físicas complexas, desenvolvendo a geração de fontes de treinamento mais poderosas
Junho	<ul style="list-style-type: none">- Desenvolver, testar e validar interface interativa

Referências Bibliográficas

- 1 *Oxford Dictionary of English*. Oxford University Press, 3rd edition, 2010. "Intelligence".
- 2 M. Mattar. Unity ML-Agents Documentation: Imitation Learning. <https://github.com/Unity-Technologies/ml-agents/blob/master/docs/Training-Imitation-Learning.md>, 2017. [Online; acessado 01 de Abril de 2018].
- 3 R. S. Sutton and A. G. Barto. *Reinforcement Learning: An Introduction*. MIT Press, Cambridge, MA, 2nd edition, 2017.