

Desenvolvimento de uma Simulação de Evacuação de Ambientes utilizando Redes Neurais Artificiais

Guilherme Manfroi¹, João Mário Lopes Brezolin¹

¹Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (IFSUL)
99064-440 – Passo Fundo – RS – Brazil

guilhermemanfroi.pf164@academico.ifsul.edu.br, joaobrezolin@ifsul.edu.br

Abstract. *The human behavior is highly influenced by relations with their couples. By composing a crowd population, individuals have a different behavior decreasing their capacities to find rational solutions in danger situations. This paper aims to implement a virtual environment in which a set of individuals will be trained to perform their way out safely. In this way, we seek to evaluate the contributions from using a simulation system that perform the training of individuals behavior through Artificial Neural Networks.*

Resumo. *O comportamento humano é fortemente influenciado pelas relações estabelecidas com seus pares. Decisões racionais muitas vezes não são adotadas pelos indivíduos quando introduzidos a uma multidão por ter seu comportamento alterado em casos de situação de perigo. Este trabalho objetiva realizar a implementação de um ambiente virtual no qual estarão inseridos um conjunto de indivíduos que serão treinados para realizar a saída segura dos mesmos. Busca-se, dessa forma, avaliar as contribuições do uso de um sistema de simulação que realiza o treinamento do comportamento de indivíduos por meio de Redes Neurais Artificiais.*

1. Introdução

A formação de multidões promove e ocorrência de comportamentos coletivos, podendo levar a situações imprevisíveis. Um exemplo recorrente desse tipo de situação é a evacuação de locais nos quais identificam-se emergências como enchentes ou incêndios, e para encontrar soluções para orientar indivíduos nessas situações é comum o uso de simulações, já que os ambientes virtuais permitem criar modelos de simulação seguros e economicamente viáveis. Nesse sentido, a presente pesquisa objetiva criar um ambiente de simulação para avaliar o comportamento de indivíduos que desejam realizar a evacuação segura de locais nos quais identificam-se situações de perigo. O ambiente de simulação apresentado nesse artigo foi implementado utilizando da plataforma Unity, juntamente com a biblioteca ML-Agents para criar os agentes inteligentes. Esses agentes são capazes de implementar um processo de aprendizado por meio de uma Rede Neural Artificial (RNA) que visa estabelecer a sequência de passos necessária para que seja realizada a evacuação segura do ambiente. O presente artigo detalha o processo de implementação desse ambiente e apresenta os resultados do processo de aprendizado desses indivíduos. A seção 2 retoma conceitos basilares sobre simulação e controle de multidões a descreve as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do ambiente de simulação. A seção 3 apresenta a aplicação criada e suas funcionalidades. Os resultados dos testes e validações do sistema são apresentando na seção 4. E, para finalizar, a seção 5 aborda as considerações finais e as perspectivas de trabalhos futuros.

2. Referencial teórico e tecnologias

Dois principais conceitos são destacados para a implementação deste projeto. A primeira abordagem deve ser o estudo sobre controle de multidões, o qual traz embasamento teórico e conceitos sobre o comportamento de indivíduos, destacando a análise de pessoas em grupos. O segundo conceito basilar é o estudo de redes neurais e sua importância na implementação dos indivíduos no sistema de simulação.

Ao compor uma multidão os indivíduos têm o seu comportamento alterado diminuindo a sua capacidade de buscar soluções racionais para as situações de perigo [Barbosa 2014]. Realizar testes reais em situações com multidões pode ocasionar riscos para as pessoas envolvidas e nesse sentido a simulação com indivíduos virtuais tende a ser a melhor maneira. Em uma simulação é possível criar indefinidas quantidades de indivíduos sem qualquer risco, além disso, há a possibilidade de colocá-los em situações perigosas e deixá-los adotar seu comportamento de emergência [Musse 2013]. Apesar de existirem pesquisas no sentido de encontrar padrões [Araujo 2020], observa-se que o comportamento humano é idiossincrático levando em conta elementos como o humor, proximidade com as pessoas, seu temperamento, entre outros, o que torna impossível prever com exatidão as decisões que poderão ser tomadas. Nesse contexto, o presente projeto busca analisar o comportamento de forma espacial entre os agentes, onde sua percepção será apenas em proximidade local com o outro indivíduo

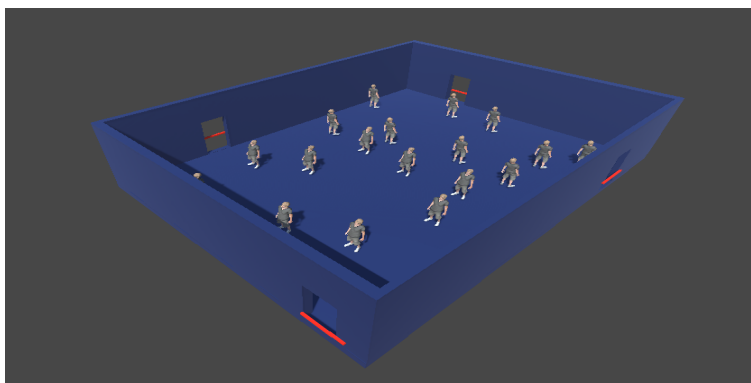
Nas redes neurais artificiais, a ideia é realizar o processamento de informações tendo como princípio a organização de neurônios do cérebro. Em uma RNA (Rede Neural Artificial) os neurônios são arrumados em camadas com conexões entre elas. Consiste em uma primeira camada de neurônios que recebe os dados e, por convenção, é chamada de camada de entrada. Uma ou mais camadas internas onde ocorre o processamento interno da rede, denominadas camadas escondidas, e uma camada de neurônios de saída. Cada camada possui uma quantidade determinada de neurônios, e todos os neurônios de todas as camadas estão conectados com a camada em paralelo à ela [GOLDSCHMIDT 2010]. A plataforma Unity permite a implementação de ambientes de simulação e agentes inteligentes (indivíduos) por meio da biblioteca ML-Agent [Juliani et al. 2018]. Essa biblioteca permitiu estabelecer o treinamento dos agentes utilizados no ambiente de simulação.

O trabalho desenvolvido por [Musse 2013], a partir dos seus estudos realizados desde 1996 junto com pesquisas de alunos da PUCRS, apresenta uma simulação de multidões de humanos virtuais, e por conseguinte, foi desenvolvido um software chamado CrowdSim, o qual foi usado na implementação da autora. Nesse projeto foi recriado virtualmente um estádio de futebol e foram posicionados 47000 indivíduos para verificar a evacuação em diferentes características. Porém, nesse trabalho não foi feita implementação com inteligência artificial, o que remove a dinamicidade na avaliação dos resultados.

3. Desenvolvimento do ambiente de simulação

O primeiro passo dessa pesquisa foi a criação do ambiente virtual o qual será utilizado como cenário para a distribuição dos indivíduos, implementação e treinamentos dos agentes. Nos primeiros treinamentos, o ambiente foi composto por 4 saídas com 18 agentes distribuídos, como mostra a Figura 1.

Figura 1. Ambiente virtual e agentes



Fonte: Autor

Para o agente atingir as saídas do local ele tomará as suas decisões baseadas na sua percepção com o ambiente. De forma aleatória, o agente se movimentará pelo ambiente enquanto sua recompensa (*reward*) é acrescida ou decrescida dependendo da estratégia utilizada para obtenção do objetivo. Ao ingressar no ambiente o agente recebe um conjunto de dados sobre a sua localização atual e a localização da saída, que são armazenadas em um vetor de três dimensões (eixo x, eixo y e eixo z). Além disso, o agente recebe outras informações sobre o ambiente a partir de sensores de lasers 3D que partem do agente.

A partir da captura dos dados, estes são enviados para a rede neural, onde são feitos os ajustes dos parâmetros para tomar a melhor decisão baseado nas recompensas que são dadas às decisões do indivíduo. Suas tomadas de decisão resultam em movimentos simples para o indivíduo andar no cenário. Outro ponto em questão é a distribuição de recompensas, pois é assim que a rede neural identifica se suas decisões foram boas ou não. Assim, basicamente, essa metodologia propõe recompensas positivas ao se aproximar da saída e ao alcançar a saída, e recompensas negativas ao colidir com outro indivíduo ou colidir com a parede. A colisão entre as pessoas que estão no local recebe uma recompensa negativa por ser um problema para o deslocamento do agente, nesse sentido faz-se necessário estimular o melhor comportamento tentando atingir o objetivo com segurança.

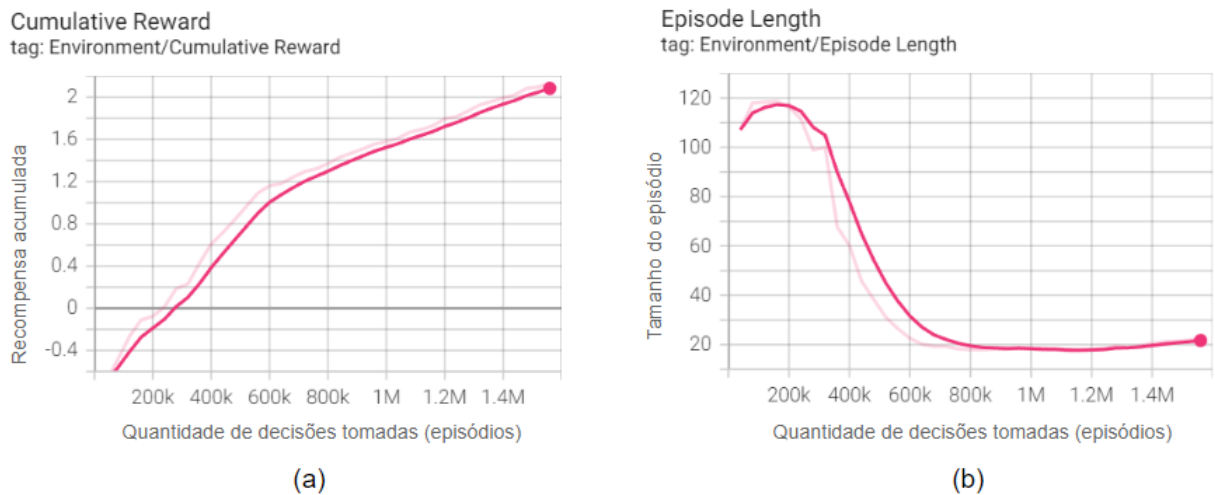
4. Avaliação dos resultados

Nos primeiros treinamentos realizados, foi possível obter resultados onde a estratégia se mostrava compatível com a obtenção do objetivo.

No gráfico (a) da Figura 2, é possível observar o acúmulo de recompensa (eixo y) do treinamento ao longo dos episódios (eixo x). Duas coisas são importantes entender nessa análise, sendo a quantidade de recompensa acumulada significando o quão mais próximo do objetivo os agentes chegaram, ou seja, quanto maior a recompensa acumulada melhor o treinamento ocorreu. E o outro ponto são os episódios, que são determinados por um ciclo de desenvolvimento do agente, em suma, é uma sequência de estados do ambiente, ações e recompensas, que terminam em um estado final. No caso do script aqui criado, o episódio termina ao encontrar a saída ou até atingir 600 passos (quantidade de decisões tomadas).

No gráfico da Figura 2 (a), pode-se observar que o treinamento da rede neural por meio dos episódios tendeu ao aumento da recompensa acumulada, assinalando que o

Figura 2. Gráfico de recompensa acumulada e tamanho dos episódios



Fonte: Autor

aprendizado dos agentes foi contemplado com a obtenção do objetivo. No gráfico (b) da Figura 2, é apresentado tamanho de cada episódio. Como foi comentado, os episódios terminam ao concluir o objetivo, porém o tempo utilizado depende da capacidade do agente de chegar ao seu objetivo. A trajetória descendente do gráfico demonstra a capacidade do agente de encontrar a saída cada vez mais rápido, permitindo identificar as contribuições do aprendizado mediado pela rede neural.

5. Conclusão

Este trabalho abordou o estudo e análise de uma implementação na plataforma Unity com a biblioteca ML-Agents para simular evacuações de ambientes através de agentes com redes neurais.

Além disso, é apontado uma nova aplicação de redes neurais e inteligência artificial, que possui grande desenvolvimento, abrangendo uma causa que possivelmente pode ser utilizada na vida real assim que tivermos parâmetros adequados para tal experimento. Futuramente objetiva-se adequar o protótipo criado a ambientes mais realistas e testar novos parâmetros que podem influenciar no processo decisório dos agentes.

Referências

- Araujo, V. F. d. A. (2020). Study and evaluation of human perception on virtual humans and crowds.
- Barbosa, P. D. V. (2014). O comportamento humano nas multidões e seus reflexos na gestão de segurança e operações do sistema metroferroviário. *AEAMESP*.
- GOLDSCHMIDT, R. R. (2010). Uma introdução à inteligência computacional: fundamentos, ferramentas e aplicações. *Rio de Janeiro Brasil: IST-Rio*, 1:32.
- Juliani, A., Berges, V.-P., Teng, E., Cohen, A., Harper, J., Elion, C., Goy, C., Gao, Y., Henry, H., Mattar, M., et al. (2018). Unity: A general platform for intelligent agents. *arXiv preprint arXiv:1809.02627*.
- Musse, S. R. (2013). Simulação de multidões de humanos virtuais.