**Redes Neurais Profundas e Algoritmos Hierárquicos de Pathfinding para descoberta de Melhores Caminhos em Terrenos com Altura e Inclinação**

**Juliano L. Soares, Claiton H. C. Neisse, Jairo F. Gez, Luis A. L. Silva**

Curso de Graduação em Ciência da Computação

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Santa Maria, RS – Brasil

{jlsoares,chneisse,jfgez,luisalvaro}@inf.ufsm.br

***Resumo.***

1. **Introdução**

Inteligência Artificial (IA) é uma área de pesquisa que tem apresentado vários resultados para solução de problemas do mundo real . E uma de suas principais subáreas da IA são a resolução de problemas de busca de caminhos com o uso de algoritmos de pathfinding em sistemas de geolocalização, jogos digitais, robótica, sistemas de simulação, sistemas de multiagentes, sistemas de recomendação de rotas, e etc..

Pathfinding é o planejamento para resolver problemas de buscas em grafos com a finalidade de encontrar uma rota melhor entre dois pontos, Sendo essa melhor rota determinada no algoritmo por critérios como tempo, distância e características necessária para resolver o problema da busca, estes algoritmos são uma variante mais prática na resolução de labirintos. Este campo de pesquisa baseia-se fortemente no algoritmo de Dijkstra para encontrar o caminho mais curto em um gráfico ponderado.

Neste trabalho é tratado mais especificamente de um dos algoritmos de pathfinding, o A star que é um dos mais conhecidos e usado no mundo real para esta finalidade de busca. O algoritmo A\* funciona da seguinte forma, o algoritmo recebe: um grafo de caminhos, um nodo inicial (que é a saída) e um nodo final (que é a chegada). A função para o algoritmo A\* é um F(n) que é o custo para passar pelo nodo , e uma função de heurística que serve para calcular o custo de ir de um ponto a outro. Essas funções heurísticas são usadas para estimar a distância de uma posição atual do mapa até uma posição de destino, ou seja, essas função usa uma fórmula matemática que classifica alternativas em algoritmos de pesquisa em cada etapa de ramificação com base em informações disponíveis para decidir qual ramificação seguir. Por exemplo, procurar um ramo que tem menor distância, a qualidade desta estimativa está relacionada como a função que se aproxima da distância real até o destino.

Existem várias Funções heurísticas mas as mais tradicionais são a distância Euclidiana e as distâncias de Manhattan por serem mais comumente exploradas. Essas funções tradicionais orientam bem a busca por caminhos em mapas de escala relativamente pequena como em Mapas usados em cenários de jogos digitais, que não apresentam muitos obstáculos ou tem que lidar com outras restrições de caminho.

Porém o objetivo é usar redes neurais artificiais que podem ser exploradas por algoritmos de pathfinding como funções heurísticas. E neste contexto, o problema a ser tratado nesta pesquisa é o desenvolvimento de algoritmos de pathfinding para problemas de busca de caminhos que considerem informações de altura e inclinação do terreno virtual nas computações realizadas.

1. **Revisão da Literatura**

Para atacar esse problema, o trabalho explora redes neurais profundas (Deep Neural Networks – DNN) na otimização de algoritmos de pathfinding. Tais algoritmos visam encontrar caminhos com menor custo, os quais são avaliados não somente em termos de distância a ser percorrida, mas também em termos de caminhos que passem por locais do terreno com menores variações de altura e inclinação. O trabalho visa investigar como explorar DNN no aprendizado de funções heurísticas que permitam melhor guiar o processo de busca de caminhos.

Como no trabalho de (Doebber et al. 2020) em que ele aborda problemas de busca de caminhos onde Redes Neurais Profundas (DNN) são usadas pelos algoritmos de pathfinding ele investiga o uso de DNN no aprendizado dessas funções heurísticas para melhor orientar a execução da busca de caminhos e Propõe uma arquitetura de DNN e detalha como preparar as informações de caminho dos mapas virtuais sendo usados para treiná-la, de forma que a função heurística aprenda as características do mapa mais importante, ele também detalha como explorar uma nova abordagem de pathfinding hierárquica baseada no uso de DNN como funções heurísticas, com isso ele obteve dados satisfatórios com o uso de DNN nas buscas de caminhos, porém ele foi usado em apenas mapas simulados de labirintos e não em mapas satisfatoriamente grandes e mais realista portanto o uso de DNN pode ser explorado em novas modalidades e com novos parâmetros de busca como no objetivo deste trabalho que implementar um pathfinding que une uma busca que considera alturas com algoritmos de redes neurais para comparar se com seu uso a busca torna-se mais eficiente ou não.

Outro objetivo é testar os algoritmos de pathfinding considerando inclinação e altura do terreno. Os tradicionais funcionam muito bem para encontrar caminhos em áreas que desconsideram características topográficas dos mapas. A forma mais comum usada nos algoritmos de pathfinding para solucionar esses problemas que envolve desníveis de relevo é com o bloqueio dos nodos que há dificuldades para passar por eles, porém este tipo de tratamento não é o mais adequado em casos reais como por exemplo em simulações de transporte de carga, mas no trabalho de (Chagas, C. 2019) trata de problemas de pathfinding onde informações de altura e inclinação no terreno são consideradas, o trabalho da demonstra um algoritmo de pathfinding que trata de altitude e a suavização de caminhos, ele também propõe um algoritmo que planeja rotas utilizando uma técnica denominada “campo de visão” as técnicas utilizadas tratam informações que remetem a restrição de altura, sem utilizar apenas o bloqueio ou não de nodos, durante a busca de caminho e isto permite que novos caminhos sejam consideradas e não apenas descartados. O trabalho de tambem busca o menor e melhor caminho de acordo com o critérios com o objetivo de evitar inclinações que prejudiquem a movimentação de agentes inseridos em terrenos virtuais utilizados em sistemas de simulação, Nele a Busca por caminhos é otimizada, por procura pequenos desvios nas rotas analisadas e recebam uma suavização, com isso caminho escolhido descreve rotas que permitem o movimento seguro em regiões de montanhas

1. **Metodologia**

Portanto a metodologia usada neste trabalho foi unificar e explorar algoritmos de pathfinding que tratam características topográficas durante a busca de caminhos, inclinação do terreno dos mapas com algoritmos hierárquicos de busca de caminhos que usam DNN sem utilizar apenas o bloqueio de nodo. O intuito de usar o DNN é para melhor orientar os algoritmos de pathfinding hierárquicos visando reduzir o custo de pesquisa computacional ao lidar com mapas virtuais de grandes escalas. Foi feita uma busca por outros artigos com a finalidade de reunir alguns tipos de cálculos de caminhos que considerem a altura e inclinação de caminhos e traduzir estes algoritmos para uma linguagem de computador mais específica como o Python que é muito usada para criar soluções que envolvem inteligência artificial. E para a construção das DNN usar uma biblioteca chamada Tensor Flow que é uma biblioteca de software de código aberto para computação numérica usando grafos computacionais. na qual vem se tornando a biblioteca padrão para desenvolvimento em Deep Learning e aplicações de Inteligência Artificial e que está sendo muito utilizada na comunidade e por pesquisadores nesta área. E por fim foi feito uma análise estatística dos resultados quanto a exploração do uso de pathfinding hierárquico e comparou-se estes resultados do A\* tradicional com altura e inclinação quanto ao A\* com altura e inclinação usando DNN e ver se os resultados dos algoritmos obtidos em mapas com diferentes tamanhos e percentuais de altura e inclinação como em mapas (101x101) nodos e (202x202) nodos e outros maiores qual melhor resolve se adapta às necessidade. Outra metodologia foi representar os mapas com grids regulares marcando os os nodos bloqueados e sinalizando os possíveis caminhos a serem encontrados nestes Mapas. Outra metodologia foi calcular as menores distâncias entre todos os nodos abertos e assim gerando um Dataset de treinamento para na hora de treinar as DNN usarmos estas distâncias.

**Considerações Finais**

Portanto, o foco do trabalho é a proposição, desenvolvimento e teste de algoritmos de pathfinding baseados em DNN, os quais devem ser particularmente ajustados para permitir encontrar caminhos que considerem características topográficas do terreno virtual. Testes dos algoritmos desenvolvidos neste trabalho devem ser realizados em terrenos virtuais com diferentes dimensões. Para cada dimensão de terreno considerada, terrenos com diferentes percentuais de altura e elevação devem ser usados nos testes dos algoritmos de pathfinding implementados. Os resultados obtidos devem ser avaliados estatisticamente, permitindo apresentar um contraste entre os algoritmos e experimentos desenvolvidos em diferentes terrenos virtuais.

**Referências**

Doebber, D. M. (2019) "Uso de redes neurais profundas para o aprendizado de funções heurísticas para algoritmos de busca de caminhos." Trabalho de Conclusão do Curso de Ciência da Computação. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria.

Chagas, C. (2019) “Algoritmos de busca de caminhos voltados para informações de altura e inclinação representadas em mapas de navegação”, Trabalho de Conclusão de Curso em Ciência da Computação. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria.