



# Cinemática Inversa em Jogos Digitais

Pesquisa e Implementação de técnica de animação de personagem

Arthur Rombo Prediger

START

MENU

# Introdução

## Tema Escolhido

Cinemática Inversa, ou Inverse Kinematics (IK), é a técnica abordada nesta pesquisa, a qual possui a propriedade de editar dados de movimentação baseada na posição desejada para certas articulações de um esqueleto articulado.

## Objetivo

O objetivo deste trabalho é utilizar as propriedades da IK para melhor situar um personagem humanoide dentro de um cenário, encaixando seus pés à altura do solo em que este está localizado.

## O Que Foi Desenvolvido

A pesquisa resultou num sistema para identificar uma posição abaixo de cada um dos pés do personagem em que os membros podem fazer contato com a malha do cenário. Tais posições então se tornam alvos para o sistema de IK do motor de jogos Unity combinar com as animações do personagem animado.

Desta forma é possível conectar melhor os pés do personagem com cenário se comparado a apenas ao uso das animações pré-computadas. Sem que um dos pés fique sem contato com objetos quando esses estão sobre terrenos de diferentes níveis.



# Trabalhos Relacionados

## **Inverse Kinematics Techniques in Computer Graphics: A Survey**

Este artigo faz uma revisão dos conceitos e principais métodos de IK utilizadas em computação gráfica. Apresenta as fórmulas matemáticas de IK, e suas soluções analíticas, numéricas, orientada a dados e métodos híbridos.

Os conceitos, utilizados nesta pesquisa, sobre alterar dados baseado e uma articulação terminal e suas derivações matemáticas são apresentados no artigo em questão.

## **Inverse Kinematics in Game Character Animation**

Discute como IK pode melhorar o fluxo de trabalho de animadores e reações em tempo real em jogos. Faz uma revisão da literatura discutindo diferentes técnicas de IK e apresenta vários exemplos da utilização de IK para resolução de problemas em jogos digitais.

Entre os exemplos expostos está o desenvolvido neste trabalho de conectar os pés do personagem ao solo. Apresentando resultados parecidos, porém com melhor rotação das articulações terminais.

## **Inverse Kinematics – Cyclic Coordinate Descent (CCD)**

O artigo faz uma análise aprofundada do método CCD para a solução de IK, primariamente para personagens humanos e insetos, destacando os pontos relevantes para sua adoção em aplicações de tempo real, como jogos.

Devido ao fato de essa ser a solução presente no motor Unity, e do uso deste no desenvolvimento da pesquisa, a robustez e pontos fracos do método CCD discutidos no artigo são referências para a implementação.



# Metodologia

## O Que Foi Feito

Um algoritmo que identifica pontos de contato com o cenário 3D próximos dos pés de um personagem humanoide animado e os utiliza como alvos desejados para as articulações terminais do esqueleto do personagem.

## Ferramentas

O motor de jogo Unity e suas funcionalidades: o Animator, com suporte para IK em personagens humanoides; e os Scripts, para codificação e acesso a funcionalidade de Raycast para recuperação de dados sobre a geometria do cenário.

## Etapas

Para a execução do algoritmo, é necessário ativar o passo de IK no controlador de animação do personagem em uso no Unity. Depois seguir os passos do algoritmo para o cálculo e definição das transformações alvo em código.

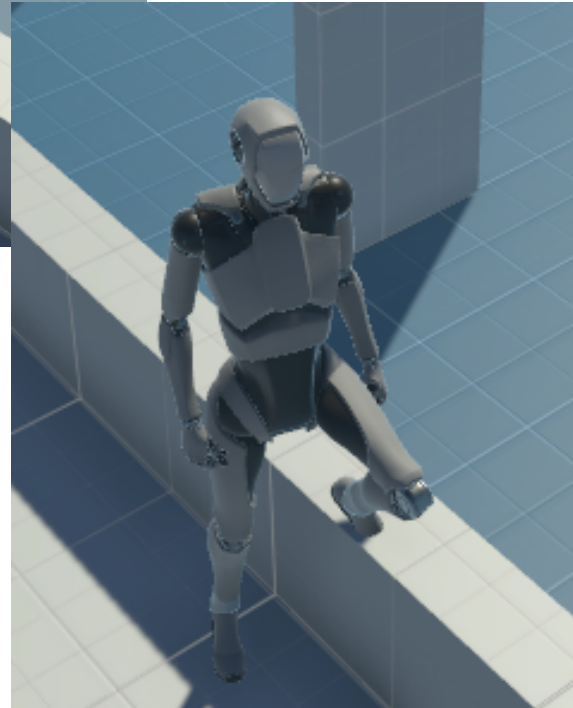
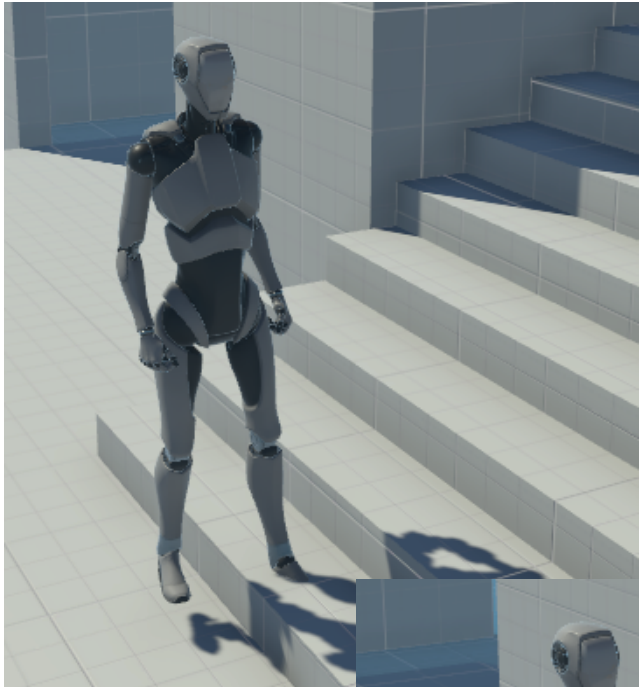


# Metodologia

## Passos do Algoritmo de Identificar Posições para IK

- Identificar as posições atuais dos ossos dos pés para servirem como origem para o método de Raycast;
- Lançar raios a partir das posições dos pés ajustadas com um pequeno deslocamento e verificar se há intersecção com alguma malha do cenário (definir uma distância máxima);
- Se houver, definir a posição da intersecção dos raios como as posições alvo no sistema de IK do controlador de animações do motor Unity;
- Ajustar a altura do centro do personagem (pélvis) com relação ao pé mais distante no eixo vertical;
- Repetir os passos dentro das funções de loop FixedUpdate e OnAnimatorIK do motor, para atualizar a IK durante as trocas de quadros do jogo.

# Resultados







# Considerações Finais

## Pontos Fortes

O algoritmo implementado conecta os pés do personagem a geometria abaixo deles e atualiza a posição de todo o esqueleto de forma suave com o uso de IK, sem deixar com que um dos pés fique suspenso quando o outro está sobre um terreno mais elevado, como ocorre quando apenas se faz o uso de animações pré-computadas.

## Pontos Fracos

Não possível realizar a rotação das juntas dos pés de forma que tangenciem o plano do terreno, o método para definir a rotação alvo do IK no motor Unity não apresentou efeito. Talvez por um erro de implementação ou bug do motor em último caso.

## Pontos a Melhorar

Além das rotações das articulações dos pés do personagem, outro ponto para tornar a solução mais robusta seria desenvolver uma forma do personagem buscar outro ponto para posicionar seu pé quando o lançamento do primeiro raio abaixo do pé falha em intersectar com alguma geometria.



# Referências



Aristidou, A., Lasenby, J., Chrysanthou, Y. and Shamir, A. (2017). Inverse Kinematics Techniques in Computer Graphics: A Survey. Computer Graphics Forum, 37(6), 35–58.



Ruuskanen, A. (2018). Inverse kinematics in game character animation.



Kenwright, B. (2012). Inverse Kinematics – Cyclic Coordinate Descent (CCD). Journal of Graphics Tools, 16(4), 177–217.