

Um Modelo Matemático para Representação e Controle de Animações 3D baseado em Cálculo Vetorial

Israel Lisboa

Universidade Federal do Pará - Instituto de Ciências Exatas e Naturais - Faculdade de Matemática

israel.lisboa@icen.ufpa.br



Resumo

As animações 3D possuem diversas aplicações na indústria do entretenimento. Nesse sentido, para que uma animação seja considerada realista e expressiva, seja necessário que ela contenha movimentos fluidos e naturais. O cálculo vetorial tem sido uma ferramenta poderosa para atingir esses objetivos, permitindo a criação de animações realistas que transmitam emoções e sentimentos. Além disso, o uso de cálculo vetorial em animação pode ser uma oportunidade para estudar conceitos fundamentais de matemática aplicada. Por esta razão, este trabalho propõe a investigação e a revisão de um modelo matemático utilizando cálculo vetorial na criação de animações 3D em sistemas hápticos. O resultado deste trabalho pode ter implicações práticas em diversas áreas da indústria criativa, bem como contribuir para o avanço da pesquisa em animação 3D e matemática aplicada.

Introdução

Com o avanço da tecnologia, a animação 3D tem se tornado cada vez mais comum e popular em diversos setores, como na indústria cinematográfica [2], na de jogos [4] e, inclusive, como meio de ensinar matemática. Neste trabalho, pretende-se abordar um modelo matemático baseado em conceitos de cálculo vetorial que possa ser aplicado em animações 3D realista [1]. Ao utilizar o Cálculo Vetorial no desenvolvimento de animações 3D, busca-se alcançar um maior realismo nos movimentos dos personagens. Essa abordagem considera a aplicação do campo vetorial de ordem superior para estabelecer a dinâmica da animação, proporcionando uma representação mais precisa das trajetórias.

Objetivos

1. Investigar um modelo matemático baseado em cálculo vetorial na criação de animações 3D;
2. Estabelecer a relação entre o cálculo vetorial e a animação baseada em campo vetorial.

1 Sistema háptico para edição de animações

Um sistema háptico é aquele que usa a tecnologia que permite a interação tátil entre um usuário e um ambiente virtual ou simulado. O objetivo principal de um sistema deste tipo é fornecer *feedback* tátil aos usuários, permitindo que eles sintam e manipulem objetos virtuais como se fossem reais, como por exemplo o toque nas telas dos *smartphones*[3].

Donald & Henle (2000) [1] apresentaram um sistema háptico para manipulação e edição de animações usando campos de força vetoriais. O sistema utiliza o dispositivo Phantom e o software 3DStudio, permitindo a edição de tubos elásticos e modos de desempenho de acompanhamento.

Nessa abordagem é necessário realizar a construção do espaço de configuração, do espaço de controle e o mapeamento entre eles, a fim de viabilizar a autoria e a edição de animações por meio da manipulação de trajetórias no espaço de controle.

2 Cálculo Vetorial

Ao utilizar o Cálculo Vetorial no desenvolvimento de animações 3D, busca-se alcançar um maior realismo nos

movimentos dos personagens. Essa abordagem considera a aplicação do campo vetorial de ordem superior para estabelecer a dinâmica da animação, proporcionando uma representação mais precisa das trajetórias.

Em sistemas hápticos, essa interação ocorre por meio da manipulação das trajetórias no espaço de controle de baixa dimensão, que é mapeado para o espaço de configuração de alta dimensão das trajetórias. A percepção de forças físicas é uma parte essencial dessa experiência como campo vetorial.

Resultados

O espaço de configuração é representado por D , com um ponto em D correspondente a um "quadro" da animação. Por exemplo, D pode ser o conjunto de ângulos possíveis de articulação para uma figura humana articulada. Para que os graus de liberdade do dispositivo Phantom possam controlar a animação, estabelecemos um mapa de controle representado por $h : C \rightarrow D$. Digamos, C , o espaço de controle que representa seis graus de liberdade de entrada (no caso deste trabalho, $C = SE(3)$, o grupo euclidiano especial de movimentos rígidos em 3D).

Consideramos uma trajetória suave $\phi_1 : I \rightarrow C$ como entrada. Nesse contexto, ϕ_1 representa um "clip" completo de animação, pois o mapeamento $h \circ \phi_1$ define um "frame" de animação para cada ponto t em I . Vale ressaltar que ϕ_1 define, de forma trivial, um campo vetorial ao longo da imagem $\phi_1(I)$, ou seja, o campo de velocidade vetorial tangente $(\phi_1(t), \phi_1'(t))$. Veja a Figura 1.

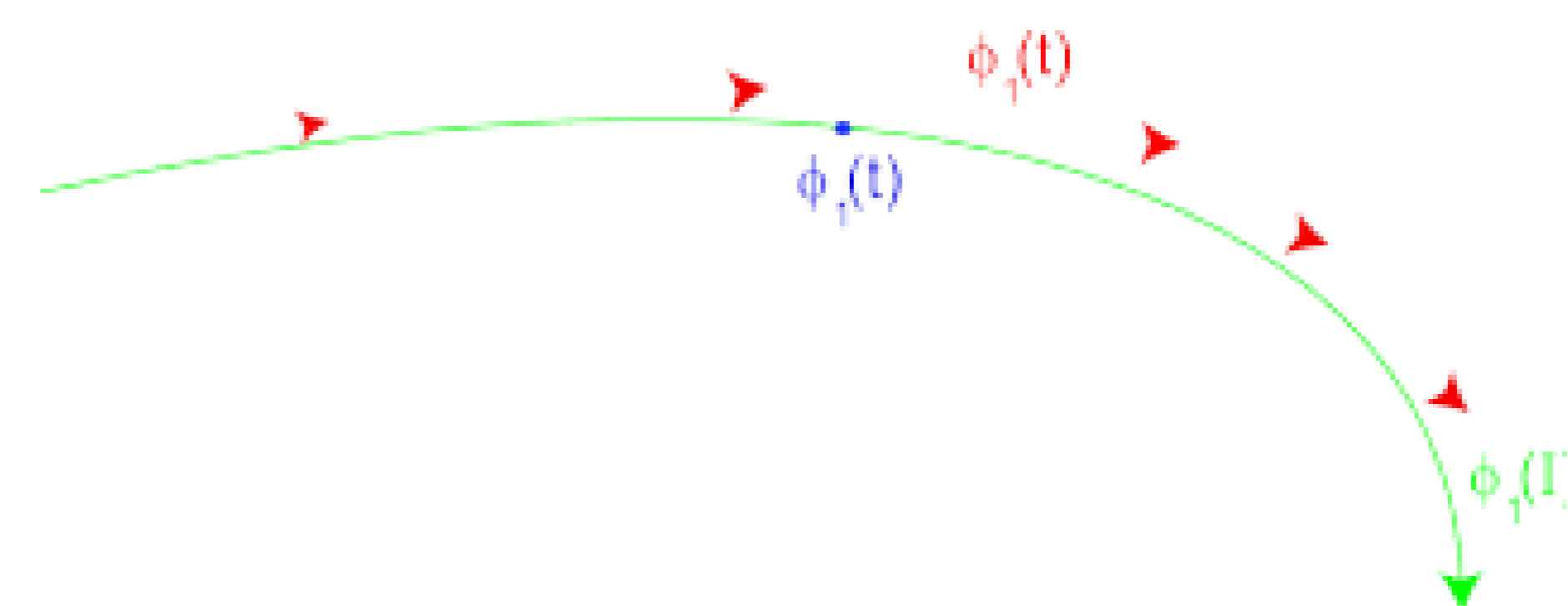


Figura 1: A trajetória ϕ_1 induz um campo vetorial ao longo da imagem.

Conclusão

Nesse sentido, torna-se claro que a adoção de técnicas específicas voltadas ao cálculo de animações em três dimensões desempenha um papel fundamental na obtenção de uma fluidez aprimorada. Diante desse contexto, torna-se imperativo o avanço dos estudos nessa área, considerando que tal progresso contribui para a melhoria contínua das animações, à medida que a compreensão dos campos vetoriais é aprofundada.

Referências

- [1] Donald B.R. and F. Henle. Using haptic vector fields for animation motion control. In *Proceedings 2000 ICRA. IEEE International Conference on Robotics and Automation.*, volume 4, pages 3435–3442. IEEE, 2000.
- [2] Daniel Pinheiro Lima. Animação de recorte do stopmotion ao digital. 2009.
- [3] Marcelo De Souza Muniz. Sistema háptico, autorregulação e movimento. *Repertório*, (31), 2018.
- [4] Roger Trindade and Lúcio Souza Fassarella. Prática de construção de jogos digitais: uma experiência marcante no novo ensino médio. *Kiri-Kerê-Pesquisa em Ensino*, 1(12), 2022.