

5 Conclusão

Este trabalho propôs técnicas com o objetivo de auxiliar e facilitar a tarefa de navegação em ambientes virtuais 3D. A motivação dessa pesquisa foram os problemas de interação identificados no visualizador SiVIEP. Apesar desse ter servido como base para o desenvolvimento e testes das soluções apresentadas, essas podem ser utilizadas em qualquer aplicação que envolva navegação em ambientes virtuais 3D.

As técnicas baseiam-se na construção e manutenção de uma estrutura de dados chamada de *cuvo de distâncias*, proposta inicialmente por [19]. Através dessa estrutura é possível obter informações sobre a proximidade dos objetos em relação à câmera, que por sua vez possibilitam o funcionamento das técnicas discutidas nos capítulos anteriores.

Foram propostas e implementadas as seguintes técnicas:

1. *Ajuste automático da velocidade de navegação ao utilizar a ferramenta Voar*: a velocidade da câmera é dependente da escala em que a mesma se encontra. Esse ajuste é feito de forma suave e contínua e permite que o usuário navegue em diferentes escalas sem ter que manualmente reajustar a velocidade de navegação.
2. *Ajuste automático dos planos de corte near e far*: os planos de corte são continuamente ajustados de forma a impedir cortes indesejados e a otimizar o uso do *buffer de profundidade*.
3. *Detecção e tratamento de colisão*: ao navegar pelo ambiente usando a ferramenta *Voar*, a câmera tem sua trajetória suavemente alterada de forma a evitar colisões com objetos da cena.
4. *Determinação do centro de rotação utilizado na ferramenta Examinar*: não é necessário que o usuário tenha que explicitamente escolher um novo ponto de centro de rotação toda vez que for usar a ferramenta *Examinar*. A determinação do novo ponto é feita de forma automática.

5. *Seta indicadora*: tem como objetivo impedir que os usuários fiquem perdidos no caso em que nada é visto na tela. Quando isso acontece, uma seta aparece na tela indicando o local onde a cena se encontra.

Como principais contribuições desse trabalho podem ser citadas:

- A construção do cubo de distâncias de forma que esse sempre fique orientado com a câmera, permitindo assim agregar novas informações que possibilitaram o desenvolvimento de algumas das técnicas apresentadas.
- O uso da *media exponencial móvel* com o objetivo de diminuir os efeitos negativos provocados pelo ajuste automático da velocidade de navegação quando esse é feito somente com base na distância do ponto mais próximo à câmera.
- O uso da função de colisão suave proposta por [19] em conjunto com a ferramenta *Voar*, que resultou em um modo de navegação assistido.
- Um método que visa garantir o estado correto do ponto de centro de rotação da ferramenta *Examinar*, com base nas informações providas pelo cubo de distâncias.

A eficácia dessas técnicas foi verificada através da condução de testes de usabilidade. Esses consistiram basicamente em apresentar duas versões diferentes para os usuários: uma com suporte às técnicas mencionadas (automática) e outra sem (manual). Dos doze participantes, onze preferiram a versão automática. Segundo essas pessoas, as soluções fornecidas simplificaram o uso da aplicação e permitiram que eles se concentrassem na tarefa de exploração do ambiente virtual sem a preocupação constante em ajustar parâmetros de navegação ou interface.

Também foram realizados testes com o objetivo de verificar qual o impacto do processamento do cubo de distâncias no desempenho da aplicação. Os resultados mostram que, para um cubo com resolução de 64×64 , a perda de desempenho varia entre 3 e 2 vezes em relação a versão sem o cubo de distâncias. Apesar de significativa, essa queda não impede o uso confortável da aplicação, mesmo para cenas relativamente grandes. Por exemplo, para uma cena com 20 plataformas (mais de 2 milhões de triângulos), o FPS da aplicação foi de aproximadamente 30, que ainda é um valor aceitável do ponto de vista do usuário.

5.1

Trabalhos Futuros

Um problema muito frequente em aplicações 3D e que não foi explorado em profundidade aqui consiste em como prover aos usuários maneiras de se localizarem no ambiente virtual. Aplicativos como o *Google Earth*, por exemplo, tentam resolver esse problema através da exibição de marcas ou até mesmo de anotações que se tornam visíveis em determinados momentos. [24] também seguem essa linha e criaram um sistema onde os objetos da cena são representados por ícones que simbolizam uma característica específica do modelo apontado. A existência de uma solução desse tipo em conjunto com as técnicas propostas aqui poderiam melhorar ainda mais a experiência de uso de ferramentas de navegação para ambientes virtuais.

Outra linha de pesquisa que pode ser seguida é o desenvolvimento de novas técnicas baseadas no cubo de distâncias. Por exemplo, uma ideia que ainda não foi explorada seria tentar usar as informações presentes no cubo para ajustar os parâmetros do efeito de estereoscopia.

Por último, pode-se pensar em técnicas que permitam diminuir o impacto da construção do cubo de distâncias no desempenho da aplicação. No trabalho de [19], por exemplo, a geometria utilizada na construção do cubo é uma simplificação da original. A implementação dessa solução pode permitir que cenas maiores sejam carregadas sem que o usuário sinta os efeitos da queda de desempenho provocada pelo processamento do cubo de distâncias.